

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

چغندر قند

(از علم تا عمل)

گردآوری و تنظیم :
د.ا. کوک و آر.کی اسکات

مترجمین :
اعضاء هیئت علمی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند

نشر علوم کشاورزی
۱۳۷۷

کوک، D. A.
چغندر قند: از علم تا عمل/ گردآوری و تنظیم
دی. ا. کوک، آر. کی. اسکات؛ مترجمین اعضاء هیئت
علمی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند،
[ایرج علیمرادی ... و دیگران] - تهران: نشر
علوم کشاورزی، ۱۳۷۷.
۶۷ ص.؛ مهور، جدول.

۲۷۵۰۰ ریال: ISBN 964-6832-01-0

فهرست نویسی بر اساس اطلاعات فیپا (فهرست نویسی
پیش از انتشار).

عنوان اصلی: The sugar Beet crop: science
into practice.

این کتاب در سال ۱۳۷۵ تحت عنوان "زراعت
چغندر قند" با ترجمه عوفی کوچکی، افشین سلطان
توسط جهاد دانشگاهی مشهد منتشر شده است.

ا. چغندر قند، الف. اسکات، R. K. Scott,
ب. علیمرادی، ایرج، ۱۳۱۹ - ، مترجم. ج. عنوان.
د. عنوان: زراعت چغندر قند.

۶۳/۶۳۳

SB۷۲۱/۴۹
۱۳۷۷

۷۷-۱۵۱۹۷

کتابخانه ملی ایران

نشر علوم کشاورزی

چغندر قند (از علم تا عمل)

گردآوری و تنظیم: دی. ا. کوک و آر. کی. اسکات

مترجمین: اعضاء هیأت علمی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند

چاپ اول: زمستان ۱۳۷۷

شمارگان، ۳۰۰۰ نسخه

لیتوگرافی نورنگ ۷۵۲۹۳۴۳

چاپ کنجینه

قیمت ۲۷۵۰ تومان

تهران - خیابان شهید ناطق نوری، کوچه نیایی، پلاک ۲۱، تلفن ۲۸۴۵۹۸۳

شابک ۹۶۴ - ۶۸۳۲ - ۰۱ - 6 - ISBN 964 - 6832 - 01 - 0

۹۶۴ - ۶۸۳۲ - ۰۱

این کتاب با سرمایه گذاری صندوق قرض الحسنه مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند
به چاپ رسیده است.

اسامی مترجمین کتاب چغندر قند

فصل اول :	دکتر ایرج علیمرادی
فصل دوم :	دکتر مجید دهقان‌شمار
فصل سوم :	دکتر سید یعقوب صادقیان مطهر
فصل چهارم :	دکتر سید یعقوب صادقیان مطهر
فصل پنجم :	مهندس پروانه هاشمی
فصل ششم :	دکتر ایرج علیمرادی و مهندس نسرین یاوری
فصل هفتم :	دکتر ایرج علیمرادی
فصل هشتم :	مهندس جواد گوهری و مهندس سعید غالبی
فصل نهم :	مهندس محمدناصر ارجمند
فصل دهم :	مهندس محمدناصر ارجمند
فصل یازدهم :	مهندس ولی‌اله غدیری
فصل دوازدهم :	مهندس ولی‌اله غدیری
فصل سیزدهم :	مهندس نسرین یاوری
فصل چهاردهم :	مهندس رحیم قلی‌زاده
فصل پانزدهم :	دکتر رضا شیخ‌الاسلامی
فصل شانزدهم :	دکتر رضا شیخ‌الاسلامی

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
پیشگفتار	۵
مقدمه	۷
فصل ۱: سابقه کاشت چغندر قند	۱۵
فصل ۲: بیولوژی و فیزیولوژی گیاه چغندر قند	۵۱
فصل ۳: ژنتیک و بهنژادی	۸۱
فصل ۴: تولید و کیفیت بذر	۱۳۱
فصل ۵: مدیریت خاک و استقرار نبات	۱۷۱
فصل ۶: آگرونومی و فیزیولوژی زراعی	۱۹۱
فصل ۷: تغذیه	۲۵۳
فصل ۸: مصرف آب و آبیاری	۲۹۳
فصل ۹: ریزومانی	۳۲۵
فصل ۱۰: بیماریهای چغندر قند	۳۵۷
فصل ۱۱: آفات	۴۴۳
فصل ۱۲: علفهای هرز و مبارزه با آنها	۵۰۵
فصل ۱۳: دست‌ورزی در رشد و نمو گیاه	۵۳۹
فصل ۱۴: سیلو کردن چغندر قند	۵۶۷
فصل ۱۵: کیفیت و فرآیند چغندر قند	۵۸۷
فصل ۱۶: فرآورده‌های جانبی چغندر قند	۶۲۹

پیشگفتار

روتی کشاورزی به عنوان پایه توسعه اقتصادی در جهت دستیابی به خودکفایی جز با بهره‌گیری از دست‌آوردهای علم و فن آوری ممکن نیست. روشهای تولید باید ضمن حفظ منابع طبیعی در جهت افزایش تولید محصولات کشاورزی گام بردارد و این هدف در شرایطی تحقق می‌پذیرد که دانش فراگیر و فن آوری لازم عوامل تولید برای یک محصول زراعی در کشاورزی پایدار مورد توجه قرار گیرد.

با این اندیشه، گروهی از متخصصین و صاحب نظران تحقیقات چغندر قند کوشیده‌اند اطلاعات ارزنده‌ای که توسط اساتید فن D.A.Cooke و R.K.Scott در کتابی بنام *The Sugar Beet Crop* گردآوری و تنظیم شده است به زبان فارسی برگردانند. پیش از این ترجمه‌ای آزاد از این کتاب توسط آقایان دکتر عوض کوچکی و مهندس افشین سلطانی با عنوان "زراعت چغندر قند" در ۲۰۰ صفحه به چاپ رسیده است و کتاب حاضر ترجمه کلیه بخشها و مطالب آن را در بر می‌گیرد.

این کتاب تحلیلی راهگشا بر موقیعت فعلی دست آوردهای علمی و عملی تحقق، افزایش در زمینه تولید و بهره‌وری چغندر قند می‌باشد و موضوعات گردآوری شده مشتمل بر مباحث فیزیولوژی، ژنتیک، بهنژادی، روشهای تولید بذر، زراعت، آبیاری، مسایل گیاه پزشکی، تغذیه، کیفیت و فرآوری چغندر قند است که همراه با ملاحظات زیست محیطی ارائه می‌گردد.

با این امید که این مجموعه مرجعی برای استفاده در تحقیقات کاربردی مناسب در جهت حفظ سلامت خاک، مصرف بهینه کود، سم و آب و در نهایت موجب افزایش تولید شکر در واحد سطح گردد.

از همکاری و کوشش همکاران گروه مترجمین، حروفچینی کامپیوتری و نشر علوم کشاورزی و نیز از مسئولان صندوق قرض الحسنه مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند که هزینه چاپ کتاب را تقبل نموده‌اند تشکر و قدردانی می‌گردد.

شورای انتشارات

مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند

زمستان ۱۳۷۷

مقدمه

چغندر قند یکی از دو محصولی است (همراه با نیشکر) که از مهمترین منابع تامین کننده ساکارز می باشند. ساکارز فرآورده ای است با خاصیت شیرین کنندگی و قابلیت نگه داری بالا که این امکان را میدهد تا بعنوان اجزاء تشکیل دهنده یا افزودنی در طیف وسیعی از غذاها، نوشیدنیها و مواد داروئی مصرف گردد.

از آن سال است که شکر یکی از ترکیبات مهم و باارزش در رژیم غذایی بشر بوده و همیشه ساکارز نامیده شده است. گیاه نیشکر برای مدتهای زیادی تنها منبع ساکارز خالص بود. وارسته های این گیاه تماماً از گونه و یا هیبریدهای جنس ساخاروم^۱ می باشند. زراعت نیشکر همواره محدود به مناطق حاره و نیمه حاره بوده است در اروپا تا قرن هیجدهم شکر تهیه شده از نیشکر تنها برای افراد مرفه قابل دسترس بود. با وجود این، توسعه کشت نیشکر مخصوصاً در منطقه دریای کارائیب در اواخر قرن هفدهم و طی قرن هیجدهم و کشت محصول جدید (چغندر قند) در قرن نوزدهم در اروپا، باعث شد که شکر برای گروه فزاینده ای از جمعیت جهانی قابل دسترس باشد.

با وجود هشدارهایی در خصوص اثرات سوئی که شکر بر سلامت انسان دارد و با وجود رقابت روزافزون سایر قندها (ایزوگلوکز^۲ تهیه شده از غلات و شربت غلیظ فروکتوز^۳ تهیه شده از ذرت) و شیرین کننده های شیمیائی (ساخارین^۴، آسپارتان^۵ و سایکلامات^۶) همچنان درخواست عمومی برای ساکارز ادامه دارد. به طوری که تولید جهانی مرتباً افزایش داشته و از ۵۰ میلیون تن در سال ۶۰-۱۹۵۹ به ۷۳ میلیون تن در سال ۷۰-۱۹۶۹ و از ۸۴ میلیون تن در سال ۸۰-۱۹۷۹ به ۱۰۹ میلیون تن در سال ۹۰-۱۹۸۹ رسیده است. در طول دهه اخیر تولید ساکارز از چغندر قند حدود ۳۷٪ و از نیشکر ۶۳٪ بوده است.

1- Saccharum

2- Isoglucose

3- High fructose corn

4- Saccharin

5- Aspartame

6- Cyclamate

زراعت چغندر قند در اوایل قرن نوزدهم از مبدا خود در اروپای مرکزی به سرتاسر جهان گسترش یافت و هم‌اکنون به جز در استرالیا در تمام قاره‌های مسکونی، کشت می‌گردد. اگرچه چغندر قند گیاهی مخصوص مناطق معتدله است و قسمت اعظم آن بین مدارهای ۳۰ تا ۶۰ درجه عرض شمالی (از قاهره تا هل‌سینکی) در اروپا (شکل ۱)، آسیا و آمریکای شمالی (شکل ۲) و آفریقای شمالی کشت می‌شود لیکن مقدار کمی نیز (حدود ۲٪ از تولید جهانی شکر در آمریکای جنوبی (شیلی و اورگوئه) زراعت می‌گردد.



شکل ۱- زراعت چغندر قند در اروپای غربی. قسمتهای تیره رنگ نمایانگر کشت چغندر قند در اطریش، بلژیک، دانمارک، ایرلند، فنلاند، فرانسه، مناطق غرب آلمان، یونان، ایتالیا، هلند، لهستان، اسپانیا، سوئد، سوئیس و انگلستان است و مقدار کمی نیز در پرتغال کشت می‌گردد لیکن در نروژ کشت معمول نیست. این گیاه هم‌چنین در آلبانی، بلغارستان، چک‌اسلوواکی، قسمتهای شرقی آلمان، مجارستان، رومانی، ترکیه و اتحاد جماهیر شوروی سابق و یوگسلاوی کشت می‌شود. لیکن هنگامی که این نقشه در دست تهیه بود اطلاعاتی درخصوص توزیع جغرافیائی آن وجود نداشت.



شکل ۲- زراعت چغندر قند در آمریکا- قسمتهای تیره نمایانگر کشت این گیاه می باشد.

در بسیاری از کشورها موفقیت اولیه صنایع چغندر قند بر پایه و یا براساس حوادث سیاسی (نظیر شورش بردگان در مزارع نیشکر سانتا دومینگو در دهه ۱۷۹۰، محاصره بین قاره ای بوسیله کشتی های انگلیسی در خلال جنگ ناپلئون و رکود اقتصادی در دهه ۱۹۲۰ در انگلستان، زمانی که بدنیا ل کشت گیاهان جدید در اراضی غیر مزروعی بودند) استوار بوده است. با این وجود تقاضای روبه افزایش برای شکر و برآوردن نیاز آن بوسیله چغندر قند بطور مؤثر و سودآور، این اطمینان را بوجود آورد که صنایع ملی شکر پس از تاسیس جسورانه حفاظت کردند. بعنوان نتیجه، قسمت اعظم شکر جهانی امروزه تحت حفاظت "موافقتنامه الویت های کشاورزی و تجارت بین المللی" تولید و بفروش می رسد. این موافقتنامه قسمت کمی برای فروش در بازار جهانی باقی میگذارد. در حالیکه نوسان قیمت ها در بازار آزاد بسیار زیاد است (بناستثنای دوره های کوتاه کمبود ۱۹۷۴-۷۵ و ۸۱-۱۹۸۰) قیمت جهانی شکر همواره بسیار پائین تر از قیمت تضمینی آن است.

کشورهای اروپائی که تولید کننده ۳۵-۴۰٪ تولید جهانی شکر از چغندر قند می باشند براساس یک قانون فی مابین و با توجه به تولید شکر هر کشور، مقدار مصرف داخلی (ملی) آن کشور را مشخص کرده و فقط در موارد محدودی واردات ترجیحی آن مجاز است. (بیشتر در انگلستان و برای وارد کردن شکر خام از نیشکر آفریقا، دریای کارائیب و کشورهای حوزه اقیانوس آرام بازار مشترک). قانون شکر قصد داشت تولید اروپا را با مصرف هماهنگ نماید ولی در حقیقت نتیجه این شد که مقداری مازاد شکر در بازار جهانی بفروش برسد.

تغییرات سیاسی در اروپای شرقی که در حال حاضر نیز تولید جهانی ۳۵-۴۰٪ شکر چغندر قند را بعهده دارد، تأثیری واقعی در نحوه پراکنش تولید شکر از چغندر در آینده خواهد داشت. بعنوان مثال تغییرات ناگهانی سیاسی در شوروی که نتیجه آن فروپاشی این کشور بود سبب شد که ارزیابی مجددی از قرارداد روسیه و کوبا که در آن بازار مصرفی برای حدود هشت میلیون تن شکر تولیدی از نیشکر کوبا را بوجود آمده بود بعمل آید.

در آمریکا، صنایع قند چغندری مجبور بود بمدت بیست سال بدون هیچ گونه حمایتی از طرف سایر کشورها به حیات خود ادامه دهد. قانون شکر^۱ برای مدت ۴۰ سال قیمت ثابتی برای تولیدکننده و مصرف کننده تضمین نمود و تا سال ۱۹۷۴ بازنگری نشد و از آن زمان تاکنون قیمت شکر تابع نوسانات بازار جهانی بوده است. در دهه اخیر، تولید شکر از چغندر قند در آمریکا حدود ۷-۸٪ از تولید جهانی شکر را تشکیل می دهد. (در مقایسه با سهم ۱۰٪ آن بین سالهای ۱۹۷۳ تا ۱۹۷۷)، و سهم بیشتری از بازار شیرین کننده ها در آمریکا نصیب قند ذرت گردید. بسیاری از زارعین آمریکائی به محصولات سودآور دیگری روی آورده اند و تنها در مناطقی مانند دره رد ریور^۲ در داکوتای شمالی و می نیسوتا که اراضی آن کم بازده بودند این زراعت توسعه یافت.

مقدار و توزیع محصول جهانی چغندر تا حد زیادی جنبه سیاسی یافته است و در خلال سالهای آینده، کوشش برای آزادسازی تجارت فرآورده های کشاورزی (قرارداد گات) ممکن است در طولانی مدت بر روی صنایع ملی شکر تأثیر بگذارد. گرچه بقای این صنایع بستگی به امکان استفاده از علوم کشاورزی در زمینه های مختلف از قبیل اصلاح ارقام، توسعه روشهای کشت، برداشت و تبدیل دارد که این صنعت را قادر می سازد تا یک محصول اقتصادی در شرائط متفاوت اقلیمی و اجتماعی تولید نماید. برای مثال ارقام منورم امکان افزایش فاصله کاشت بذر چغندر قند را فراهم آورد و به نیاز پرهزینه کارگری برای تنک خاتمه داد. انتخاب علف کشتهای جدید در دهه ۱۹۸۰ در آمریکا هزینه تنک را از بین برد. با معرفی ماشینهای برداشت برای اولین بار در آمریکا و سپس در اروپا این محصول دیگر به صورت دستی برداشت نشد. این پیشرفتهای سبب شد که بعنوان مثال در انگلستان متوسط نیاز کارگری از ۳۰۰ ساعت کار مرد در هکتار در سال ۱۹۵۴ به ۵۰ ساعت در سال ۱۹۷۰ و ۲۵ ساعت در دهه ۱۹۸۰ کاهش یابد. این کاهش در کار کارگری در چغندر بمراتب از سایر محصولات کشاورزی در همین دوره محسوس تر بود بدون این کاهش زراعت چغندر قند نمی توانست با تغییرات شرایط کشاورزی در سی سال گذشته در اروپای غربی و آمریکا روی پای خود باقی بماند.

در بسیاری از مناطق اقدامات حفظ نباتات نیز برای تضمین استقرار و رشد سالم زراعت به

همان اندازه اهمیت داشت. حشره کشتهائی که به بذر اضافه می‌شوند یا بصورت‌های تدخینی، دانه‌ای و یا محلول پاشی مورد استفاده قرار می‌گیرند، نقش مهمی در تثبیت گیاه بعهده خواهند داشت لیکن سایر روشها، به‌ویژه توسعه ارقام مقاوم به آفات و بیماریها به طور روزافزون اهمیت می‌یابند. در دهه ۱۹۳۰ ارقام مقاوم به بیماری کرلی تاپ^۱ مزارع چغندر قند غرب آمریکا را نجات داد بطوریکه ممکن است در دهه ۱۹۹۰ پیشرفتهای سریع در تولید ارقام مقاوم به بیماری ریزومانیا^۲ مانع از عدم کاشت چغندر قند در مناطق زیادی از جهان شده باشد.

در شمال آمریکا و اروپای غربی بیشتر مزارع چغندر قند با بذر منوژرم (اغلب پلت شده و با قوه نامیه بالای ۹۵٪) در فاصله زیادتر (معمولاً در بهار، و در مناطق گرمتر در پائین) در بستر مناسب کاشته و بخوبی با آفات، بیماریها و علفهای هرز مبارزه می‌گردد و مقدار کافی آب و مواد غذایی در اختیار آن قرار می‌گیرد. ریشه‌ها با ماشین برداشت و در کارخانه‌های بزرگ که بیشتر آنها بالای ۱۰۰۰۰ تن در شبانه روز ظرفیت خلال کردن دارند تبدیل به شکر می‌شوند.

در سایر نقاط جهان صنایع چندان پیشرفته نیستند. این امر مخصوصاً در اروپای شرقی مشاهده می‌گردد. جائیکه سالهای رکود، مانع پیشرفت کشاورزی شده است. مناطق تولید بذر نامناسب، کارایی کم روشهای تولید و فرآوری کم و برنامه‌های اصلاحی در مقایسه با غرب و عدم پیشرفت کافی، سبب شده است که کیفیت بذر در این مناطق پائین باشد. در نتیجه بذر خام (معمولاً منوژرم و در مواقعی نیز هنوز مولتی ژرم) که بین چغندرکاران اروپای شرقی تحویل می‌گردد در مقایسه با زارعین غربی دارای کیفیت ژنتیکی پائین تری است که قوه نامیه آزمایشگاهی آن پائین تر از ۹۰٪ و ضد عفونی آن نامناسب است. روش تهیه بستر بذر (اغلب شامل دو تا سه بار شخم و دفعات متعدد عملیات زراعی با ادوات نامناسب) سبب کوییدگی بیش از حد خاک می‌شود. در این زمین‌ها کاشت بذر با ماشینهای قدیمی و بد نگه‌داری شده صورت می‌گیرد. از این رو جای تعجب نخواهد بود اگر تعداد بسیار زیادی بذر کاشته شود (بیش از ۳۰۰۰۰۰ در هکتار) و در نهایت تعداد بوته کافی در مزرعه وجود نداشته باشد (کمتر از ۵۰۰۰۰ بوته بطور غیر یکنواخت). علف‌کشها، حشره‌کشها و کودها یا وجود ندارد و یا قدرت خرید آن برای زارع میسر نیست و در آخر ضمن از بین رفتن مقدار زیادی از محصول در زمان برداشت، حتی هنگامی که برداشت به وسیله ماشین انجام می‌گیرد مقدار قابل توجهی نیروی کارگر نیز مصرف می‌شود. در نتیجه این زراعت یک زراعت نیروبر است که ۴۰۰ ساعت کار مرد برای هر هکتار نیاز خواهد داشت. اما محصول ریشه آن بسیار پائین است. در سالهای ۹۰-۱۹۸۵ در اروپای شرقی متوسط تولید چغندر قند ۲۵ تن در هکتار با ۱۲٪ قند بوده در حالیکه در همین زمان در غرب ۵۰ تن در هکتار با ۱۶٪ قند تولید شده است.

تغییراتی که در اروپا در حال شکل‌گیری است نه تنها بر سیاست تولید چغندر قند تأثیر می‌گذارد بلکه همراه با آن روشهای کشت چغندر قند را نیز در تمامی کشورها بطور جداگانه متأثر خواهد نمود. اگر بنا باشد که صنایع قند اروپای شرقی برای بقای خود به کارآیی استاندارد همانند غرب برسد بایستی در چند سال آینده شاهد تغییرات شگرفی باشیم. برخی از تغییرات می‌تواند با افزایش نسبی در سرمایه‌گذاری و تخصص، برای مثال کاهش مزاحمت بذر علفهای هرز دائمی، افزایش بهبود ساختار خاک و اصلاح مسایل اسیدیته خاک به وجود آید با این حال اثرات اجتماعی ناشی از کاهش نیروی کارگری در یک زراعت مدرن مشکلاتی را بدنبال خواهد داشت و تغییرات مورد لزوم به آسانی صورت نخواهد گرفت. تنها در اروپای شرقی زراعت چغندر قند در آینده مواجه با چالشهای شگرف نخواهد بود. محققین تمام کشورها در جهت اقتصادی نمودن کشت چغندر، کاهش خسارت به محیط زیست و یافتن منابع درآمد دیگری از چغندر می‌کوشند. سودآوری همیشه یکی از مهمترین اهداف تحقیق بوده است این کتاب حاوی مثالهای متعددی از کوششهایی است که در آن کاهش هزینه‌ها، به حداقل رساندن ناخالصی ریشه و افزایش محصول توصیه شده است. از آنجائیکه زراعت چغندر قند جمع‌آوری کننده ازن می‌باشد و مقدار کمی را در خاک باقی می‌گذارد در نتیجه کمتر سبب آلودگی آب‌های زیرزمینی می‌گردد به پذیرش زیست محیطی آن کمک می‌کند. کار اصلاح ارقام مقاوم، کنترل بیولوژیکی و استفاده حشره‌کش‌ها در داخل پوشش بذر همگی کمک می‌کنند تا مصرف حشره‌کش‌ها را کاهش داده و یا کاملاً برطرف نمایند.

فرآورده‌های ثانویه (برگ، تفاله و ملاس) در سطح وسیعی برای تغذیه دام و به مقدار ناچیز در رژیم غذایی انسان مصرف می‌گردد. برعکس نیشکر که تنها فرآورده جانبی آن باگاس است که برای سوخت در کارخانه استفاده می‌شود.

تلاش زیادی بعمل آمده تا از شکر استفاده‌های بیشتر اقتصادی بشود که از همه مهمتر تولید اتیلن برای سوخت و یا ماده اولیه صنایع شیمیائی است. گرچه این خط تولید جدید با استفاده از قند نیشکر ایجاد شده و صنایع آن در برزیل کاملاً جا افتاده است. لیکن برای کشورهای در حال توسعه تاکنون اقتصادی نشده است. استفاده از آن بعنوان منبع کربن برای تولید مواد شیمیائی بخاطر عوامل اقتصادی و نیز عدم وجود یک حلال آلی ارزان محدود می‌باشد. گرچه هم‌اکنون از شکر در ساخت فرآورده‌های پرحجمی (نظیر ابرهای پلی‌اورتان^۱) و فرآورده‌های کم حجم و با ارزش (نظیر شیرین‌کننده‌ها تغلیظ شده، ویتامین‌ها و آنتی‌بیوتیک‌ها) استفاده می‌گردد لیکن مطالعه برای بازارهای جدید همچنان ادامه دارد. نهایتاً توسعه اعجاب‌انگیز مهندسی ژنتیک که هم‌اکنون در بهبود کیفیت چغندر و انتقال ژن مقاومت به علف‌کش‌ها، آفات و بیماریها به کار

گرفته شده باعث تولید چغندرهای می شود که می توان از آنها در تولید پلاستیک قابل پوسیدن یا کاربوهدراتهای تغییر شکل یافته استفاده نمود. همکاریهای بین المللی بین محققین با کمک دو سازمان، یکی انستیتو تحقیقات بین المللی چغندرقند^۱ در اروپا و دیگری انجمن متخصصین چغندرقند امریکا^۲، تحقیقات چغندرقند را تا به امروز به این پایه رسانیده اند. نتایج جلسات گروههای کاری و نشریات این سازمانها نه تنها در اختیار محققین بلکه مورد استفاده تولیدکنندگان، کارخانه های قند و سایر قسمتهای صنایع کشاورزی نیز بوده است. نتیجه آن توسعه یک جامعه منسجم است که بنظر می رسد در زمینه تحقیقات سایر محصولات مشابه ندارد. در این کتاب سعی شده است با دعوت از کارکنان کارخانه ها، محققین ایستگاهها و دانشگاههای اروپا و آمریکا، در جهت تهیه بخشهای مختلف در زمینه تولید و تبدیل چغندرقند موفقیتهای این سازمانها در هم آمیخته شود. برای هر یک از آنها تهیه شرح کاملی از کارهای تحقیقی خود امکان پذیر نمی باشد زیرا وسعت کارهای تحقیق و توسعه در ۲۰۰ سال گذشته بسیار زیاد بوده است. با وجود این امیدواریم گزارش آنها که دلالت بر دست آوردهای این دوره دارد و شاید محرکی باشد برای کاری که در پیش داریم بخصوص اگر چغندرقند بایستی در قرن بیست و یکم یک زراعت قابل رقابت با سایر زراعتها گردد.

ما از همکارانمان در ایستگاه تحقیقات برومزیارن^۳ و بریتیش شوگر^۴ (مخصوصاً مارک آلیسون^۵، نیگل کلارک^۶، آلان دوار^۷، میشل دورانت^۸، پیتر لانگدن^۹)، جان پرنس^{۱۰} و هلن اسمیت^{۱۱}) بخاطر مطالعه و توصیه هایشان در قسمتهای مختلف کتاب سپاسگزاریم، همچنین از ملانی آلیسون^{۱۲} و دیان فوردهام^{۱۳} که کار تهیه و تایپ این کتاب را با دقت به پایان رساندند تشکر می کنیم.

1- Institut International de Recherches Betteravieres(IIRB)

2- American Society of Sugar Beet Technologists

3- Broom's Barn Experimental Station

5- Marc Alison

8- Michael Durrant

11- Helen Smith

6- Nigel Clarke

9- Peter Longden

12- Melanie Allison

4- British Sugar

7- Alan Dewar

10- John Prince

13- Diane Fordham

فصل اول

سابقه کاشت چغندر قند



۱-۱- سابقه کشت چغندر قند

در زمانهای بسیار قدیم در سواحل مدیترانه گونه‌های متفاوتی از چغندر را بعنوان سبزی کشت می‌کردند. در آن زمان چغندر را برای مصرف برگش می‌کاشتند و احتمالاً شبیه گونه امروزی چغندر اسفناجی یا سویس چارد^۱ بوده است. در تمدنهای یونان و روم یکی از مکملهای باارزش غذایی بشمار می‌رفت. اسامی متعددی برای چغندر در زبانهای باستانی متفاوت (سلج^۲ در عربی و سلیگ در ناباتانی) آمده که ظاهراً از ریشه سیکولا مشتق شده است و ثئوفراستوس^۳ در ۳۷۲ تا ۲۸۷ سال قبل از میلاد مسیح برای معرفی این گیاه که از جزیره سیسیل آمده به کار برده است. این تاکنون بعنوان بتاسیکلا^۴ و یا بتاوولگاریس^۵ زیرگونه باقی مانده است. یک مقاله آسوری از چغندر بنام سیلوا^۶ نام می‌برد و اشاره می‌کند که در ۸۰۰ سال قبل از میلاد مسیح در باغ پادشاه بابل کشت می‌شده است (لیپمن^۷ ۱۹۲۵ و دیر^۸ ۱۹۵۰). قدیمی‌ترین نام یونانی برای چغندر توتلن^۹ است. شباهت موجود بین ریشه‌های باریک چغندر قند با ریشه‌های چند شاخه و بازوهای یک نوع موجود دریایی مبنای این تصور شده است که این کلمه با کلمه اسکوتید^{۱۰} و یا توتیس^{۱۱} بایستی ارتباطی داشته باشد.

اولین منبعی که می‌توان در آن دقیقاً به چغندر اشاره نمود در دو داستان کمدی "آشارنیان"^{۱۲} و "صلح" است که بوسیله شاعر یونانی آریستوفانس^{۱۳} نوشته شده و حدود ۴۲۰ سال قبل از

1- Swiss chard
4- B. cicla
7- Lippman
10- Squid
13- Arisrophanes

2- Selg
5- B. vulgaris
8- Deerr
11- Teuthis

3- Theophrastas
6- Silga
9- Teutlon
12- The Achameans

میلاد در آتن اجرا شده است. تئوفراستوس بیش از این چغندر را به عنوان یک گیاه باغی توصیف نموده که مصارف متعددی دارد. وی در آن زمان فرمهای ریشه و با رنگهای روشن و تیره از هم متمایز نموده است.

بعد از قرن دوم میلادی، کلمه چغندر زیر نام بتا^۱ بدفعات در نوشته‌های رومی آمده است. ریشه اصلی این کلمه یونانی بوضوح مشخص نیست لیکن احتمال دارد که از جزیره سیسیل یکی از مستعمرات یونان آمده باشد و بتدریج در صحبتها و سپس در نوشته‌های زبان لاتین وارد شده است.

نویسندگان رومی زیادی از چغندر با نام جدید در نوشته‌های خود یاد کرده‌اند. ابتدا کاتو^۲ حدود ۲۰۰ سال قبل از میلاد و بعد از او سیسرو^۳، وارو^۴، کولوملا^۵ و پلینی^۶ که دو نفر اخیر بیشتر در زمینه‌های گیاهشناسی مطالعه کرده‌اند. یادداشتهای پزشکی در خصوص چغندر توسط پزشک رومی ارتش دیوسکورید^۷ در کتاب متریامدیکا^۸ آمده است.

شرح بیشتر در مورد چغندر در زمانهای قدیم توسط لیپمن^۹، فوردلوید^{۱۰} و ویلیامز^{۱۱} در ۱۹۷۵ ارائه شده است.

منابع موجود از قرون وسطی، هنگامی که چغندر از منطقه تحت کنترل رومیها به منطقه کشت آن در شمال برده شد، تفاوت‌های روشنی بین ریشه‌های جنس براسیکا و جنس بتا نشان نمی‌دهد. بنابراین تعیین اینکه چغندر در کجا شناخته شده و بطور مرتب کشت گردیده است مشکل می‌باشد. در کتاب "قانون املاک"^{۱۲} که توسط شارلمانی^{۱۳} در سال ۸۱۲ میلادی نوشته شده است. از بتا بعنوان گیاهی که در باغ سلطنتی کشت می‌شد نام برده است. به نظر می‌رسد از همین زمان است که در فرانسه و اسپانیا گونه‌های چغندر که دارای برگهای قابل خوردن و ریشه‌های بزرگ و شیرین است توسط کشاورزان و در سطوح کوچک کشت می‌شدند. در پایان قرن پانزدهم کشت این گیاه در تمام اروپا متداول گشت و در همین قرن بود (۱۴۲۰) که برای اولین بار در انگلستان مصرف شد. (دیر ۱۹۵۰).

در سال ۱۵۳۸ کاسالپینوس^{۱۴} در کتابی بنام دوپلاتی^{۱۵} اولین شرح مفصل اشکال مختلف چغندر را بیان نموده است نامبرده چهارگونه را تشخیص داد در سال ۱۵۸۷ یک گونه قرمز رنگ توسط دالشامپ^{۱۶} شناخته شد. به این ترتیب گونه‌های ریشه‌ای ترجیحاً با ریشه قرمز رنگ بودند که در مقایسه با نمونه‌های برگی بیشتر بعنوان سبزی استفاده می‌شدند (عکس ۱/۱).

در قرن شانزدهم در فرانسه چغندرهای بورگاندی^{۱۷} (از اعقاب چغندرهای سالادی یا چغندر لپوئی فعلی) با طعم شیرین و رنگ قرمز بسیار مورد مصرف قرار گرفت. در سال ۱۶۰۰

1- Beta	2- Cato	3- Cicero
4- Vatro	5- Columella	6- Pliny
7- Dioskurides	8- Materia Medica	9- Lippmann
10- Ford- Lloyd	11- Williams	
12- Regulation Concerning Landed Property		13- Charlemgne
14- Caesalpinus	15- Deplantis	16- Dalechamps
17- Beurgundian beet		

اگر نونومیست فرانسوی بنام الیویه دوسرس^۱ در "تثاثر کشاورزی" خود بطور وضوح گزارش داد که یک نوع هویج که اخیراً از ایتالیا وارد شده است، ریشه چغندر است. این گیاه دارای ریشه عمیق و قرمز بابرگهای نسبتاً ضخیم است که اگر در آشپزخانه آماده گردد برای خوردن مناسب است. ریشه آن از غذاهای انتخابی است و شیره آن که از پختن بدست می آید شبیه شربت شکر بوده و بخاطر رنگ قرمز آن دارای منظره زیبایی است. در آن زمان هر گیاهی که دارای شربت شیرین بود ارزش بالایی داشت از فرآورده های قیمتی آن زمان شکر نیشکر بود که مجبور بودند از شرق و بعداً از جزایر هند شرقی وارد کنند. (لیپمن در ۱۹۲۹، دیر ۵۰-۱۹۴۹، باکس^۲ و برونز^۳ در ۱۹۶۷).



شکل ۱-۱- گیاه چغندر (در اینجا حالت گلدهی گیاه نشان داده شده است) که در اواخر قرن شانزدهم در بیشتر مناطق در خانه و به منظور تغذیه کشت می گردید، در این رقم قسمتهای بالایی باندازه کافی ضخیم شده و قسمت پائین آن قرمز رنگ است.

از آنجا که عسل نیز در دسترس همگان قرار نداشت بعنوان یک قاعده کلی مردم مجبور بودند از عصاره میوه‌هایی نظیر توت و هویج برای شیرین کردن غذاها استفاده نمایند. در قرن دوازدهم چغندر بطور مرتب کشت شد و آخرین محصول در کشاورزی اروپائی بحساب می‌آمد. چغندر در آلمان و فرانسه بصورت برگ و ریشه و بیشتر برای تغذیه دام کشت می‌گردید. در مناطق سردسیر اروپای مرکزی بعنوان علوفه بعضی از گونه‌ها باریشه‌گوشی سفید رنگ را برای سیلو کردن و استفاده آن در زمستان، کشت و کار می‌کردند. در اواسط قرن هیجدهم در آلمان ارقامی از این نوع و مخصوصاً در خاکهای حاصلخیز ماگدبورگ^۱ و هایبراستاد^۲ و سیلزی^۳ کشت می‌گردید. در کشورهای شمالی اروپا این گیاه با ۴۰ نام مختلف شناخته شد ولی هیچ کس توجه نداشت که چه عاملی باعث شیرینی ریشه این گیاه می‌گردد. $\alpha \rightarrow$

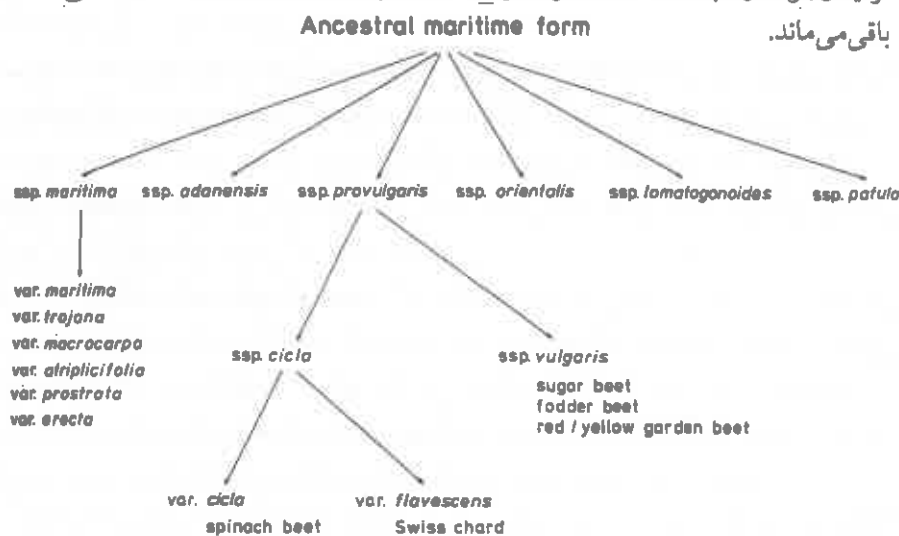
۲-۱- تکامل گونه‌های مورد کشت و زرع جنس بتا

با توجه به کمی گونه‌های گزارش شده در جنس بتا ملاحظه می‌شود که رده بندی این جنس گیج کننده شده است. در سال ۱۷۵۳ لینه^۴ یک گونه بنام وولگاریس^۵ و سه زیرگونه یا واریته به نامهای پرنیس^۶ از تیپ وحشی، واریته روبرا^۷ لبوئی و واریته سیکلا^۸ از نوع علوفه‌ای را نامگذاری نمود. در سال ۱۷۶۳ نامبرده گونه ماریتیم^۹ (نوع وحشی ساحلی) به نامگذاری خود اضافه و واریته پرنیس را حذف کرد. در سال ۱۹۲۷ توسط ترانزشل^{۱۰} گونه‌های بیشتری شناسائی و نامگذاری شد نامبرده ۱۲ گونه را در سه گروه^{۱۱} و ولگاره، کرو لینه^{۱۲} و پاتلاره^{۱۳} طبقه بندی نمود. اولریش^{۱۴} در سال ۱۹۳۴ با اضافه نمودن یک گروه بنام نانه^{۱۵} و جابجایی پاتلاره به پروکامبنت^{۱۶} طبقه بندی ترانزشل را تغییر داد. کونز^{۱۷} در سال ۱۹۵۴ ضمن پذیرفتن قسمت نانه گروه پاتلاره را نگه داری و جنس بتا را بدین ترتیب طبقه بندی نمود. گروه اول وولگاره شامل گونه‌های وولگاریس^{۱۸}، ماریتیم^{۱۹}، ماکروکارپا^{۲۰}، پاتولا^{۲۱}، آرتیپلی سی فولیا^{۲۲}، گروه دوم کورولینه شامل گونه‌های ماکروریزا^{۲۳}، تریجینا^{۲۴}، فولیوزا^{۲۵} و لوماتوگونا^{۲۶}، گروه سوم نانه شامل تنها گونه نانه^{۲۷}، گروه چهارم پاتلاره شامل گونه‌های پاتلاریس^{۲۸}، پروکامبنتز^{۲۹} و وبیانا^{۳۰}.

1- Magdeburg	2- Haiberstadt	3- Silesia
4- Linnaeus	5- B. vulgaris	6- Perennis
7- Rubra	8- Cicla	9- B. maritima
10- Tranzschel	11- Vulgares	12- Corllinae
13- Patellares	14- Ulrich	15- Nanae
16- Procumbentes	17- Coons	18- B. vulgaris L.
19- B. maritima L.	20- B. macrocarpa	21- B. patula Ait
22- B. artiplicifolia Rouy	23- B. macrorhiza Slev.	24- B. trigyna Wald kit
25- B. foliosa Hausskn	26- B. lomatogoa Fich & Mey	
27- B. nana Boiss & Held	28- B. patellaris Moq	29- B. procumbens Chrsn
30- B. webiana Moq		

بعد از سال ۱۹۵۴ از ترکیه گونه‌های تروجانا^۱ و آداننيس^۲ و از هندوستان گونه پالونا^۳ به گروه وولگاره و گونه کرولی فلورا^۴ به گروه کرولینه اضافه گردیدند.

بعدها بعثت تغییرات مداومی که در گونه‌های گروه وولگاره دیده شد در سال ۱۹۷۵ فوردلوی^۵ و ویلیامز^۶ پیشنهاد نمودند که تمام گونه‌های تشخیص داده شده در گروه وولگاره به یک گونه وولگاریس محدود شوند که منتج به هشت زیرگونه بشرح شکل ۲-۱ گردید دراین طبقه‌بندی چغندر مورد کشت و زرع یا بصورت زیرگونه سیکلا^۷ (چغندر برگری) و یا بصورت وولگاریس^۸ (چغندر ریشه‌ای) خواهد بود که هر دو از زیرگونه پرو وولگاریس^۹ که هنوز در ترکیه وجود دارد، بدست آمده‌اند گروه کرولینه، نانه و پاتلاره بهمان ترتیبی که کونز شرح داده بود باقی می‌ماند.



شکل ۲-۱- تغییرات نسبی زیرگونه‌ای *B. vulgaris*

بایستی بخاطر داشت بسیاری از اسامی گونه‌های جنس بتا یا تجدید نظر شده و بصورت مترادف استفاده می‌گردند و یا بدلائل تاریخی بصورت شبه گونه نامیده شده‌اند. حالت اخیر شامل گونه ماریتیمما نیز می‌باشد که در دهه ۱۹۲۰ در منابع ایتالیایی و در رابطه با اصلاح برای مقاومت به لکه گرد برگ چغندر^{۱۰} به فراوانی آمده‌است، لیکن در حقیقت یکی از اشکال مختلف تغییر یافته وولگاریس می‌باشد که درد منطقه مدیترانه ایجاد شده و نبایستی آنرا یک گونه ویا

1- *B. trojana* Pam

4- *B. corolliflora* Zoss

7- *B. vulgaris* ssp *cicla*

10- *Cerospora*

2- *B. adanensis* Pam.

5- Ford- Lloyd

8- *B. vulgaris* ssp *vulgaris*

3- *B. palogna* Basu & Muk

6- Williams

9- *B. vulgaris* ssp *provulgaris*

زیرگونه بحساب آورد؛ گرچه در بعضی از منابع منجمله فصل بعدی همین کتاب از ماریتیما بعنوان چغندر وحشی ساحلی نام برده شده است.

در سال ۱۹۸۵ باروکا^۱ در بررسی جنس بتا توجهی به کلمه گونه ننموده و از گونه‌های تشخیص داده قبلی بعنوان فرم‌های مختلف بشرح زیر یاد نموده است.

گروه I بتا^۲: این گروه متشکل از ولگاریس که (تمام تیپهای زراعی ونوع وحشی ساحلی که قبلاً "ماریتیما نامیده می‌شد شامل می‌گردد)، پاتولا، ماکروکارپا، بورگای، آرتیلیسی فولیا، آدنسیس می‌باشد که معادل گروه ولگاره در طبقه‌بندی کونز است. این گروه در منطقه مدیترانه متمرکز است (چغندر وحشی ساحلی تا شرق هندوستان، شمال اسکاتلند و یانگولستان و غرب جزایر قناری پراکنده‌اند).

گروه II کورولینه اولبریسی^۳: این گروه شامل لوماتوگونا، ماکروریزا، کورولی فلورا، تریجینا، می‌باشد. مرکز این گروه در آسیای میانه و از شرق تا ایران و از غرب تا اروپای شرقی نیز پراکنده شده است. بیشتر در جزایر و در ارتفاع بالای ۳۰۰ متری از سطح دریا یافت می‌شوند.

گروه III نانه اولبریسی^۴: این گروه تنها شامل گونه نانه می‌باشد که در مناطق برف گیر کوه‌های المپ^۵، پارناکوس^۶ و تایتوس^۷ در یونان متمرکزند.

گروه IV پروکامبنت اولبریسی - توانزشل^۸: این گروه متشکل از پروکامبنتس، وبیانا و پاتلاریس می‌باشد و مترادف با گروه پاتلاره در طبقه‌بندی کونز است. این گروه بعنوان مهمترین منابع مقاومت به آفات و بیماریها در کارهای اصلاحی شناخته شده و درکناره ساحل و همچنین در عمق جزایر دیده شده است. موطن اصلی این گروه غرب مدیترانه شامل جنوب غربی اسپانیا، ساحل شمالی آفریقا، دماغه سبز، جزایر قناری، سالواژ و جزایر مدیرا می‌باشد.

چغندرهای زراعی عمدتاً در گونه ولگاریس قرار میگیرند و شامل چهارگروه براساس شکل ظاهری خود می‌باشند.

۱- چغندربرگی - این گروه شامل دو تیپ مجزا است: چغندر اسفناجی (که برگهای آن همانند اسفناج پخته و مصرف می‌گردد و یا بصورت تازه برای مصرف سالاد بکار می‌رود) و چغندر سویس چارد یا کلم دریائی (که دمبرگها و رگبرگهای میانی که سفیدرنگ، ضخیم و گوشتالود می‌باشند بعنوان سالاد یا سبزی بهمان نحوی که کلم دریائی خورده می‌شود مصرف می‌گردد).

۲- چغندرهای باغی - انسان از ریشه این نوع چغندر که قرمز رنگ است بعنوان سبزی استفاده می‌کند. تمامی چغندرهای باغی دارای اندام ذخیره‌ای غده مانند بوده (بعضی از آنها کشیده و برخی گرد و پهن می‌باشند ولی در بیشتر ارقام دارای شکلی گرد هستند) که در آنها مقدار کمی

1- Barocka

4- Nanae Ulbrich

7- Taiyetos

2- Beta Tranzschel

5- Olympus

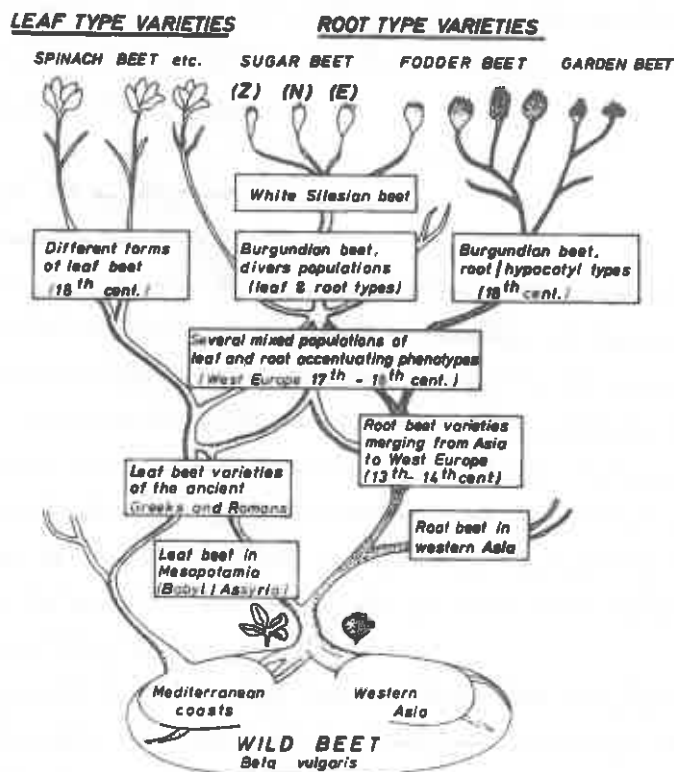
8- Procuimbentes Ulbrich Tranzschel

3- Corollinae Ulbrich

6- Parnassos

بافت خشبی وجود دارد و عمدتاً از هیپوکوتیل حاصل شده‌اند. در چغندرهای قرمز، دانه‌های آنتوسیانین داخل سلولها سبب تولید رنگ قرمز در ریشه و اغلب قسمتهایی از دمبرگ و برگها می‌گردند.

۳- چغندر علوفه‌ای - این چغندرها عمدتاً بمصرف دام می‌رسند و از مشخصه عمده آنها کشیده بودن و دراز شدن هیپوکوتیل و طوقه می‌باشد. انواع مختلف از روی رفتار رشدی و رنگ آنها تشخیص داده شده است. در انگلستان چغندر علوفه‌ای به انواع چغندرهای کوچک با ماده خشک بیشتر محدود می‌گردد و آنهایی که دارای ریشه‌های بزرگ بوده و قسمت اعظم آن از خاک بیرون است بنام مانگل^۱ یا مانگولد^۲ نامیده می‌شوند. بر خلاف این در آلمان نام قدیمی مانگولد اشاره به چغندرهای برگ‌ی یا چادر اطلاق می‌شود و تیپهای با ریشه حجیم به نام مانگوله - وورزل (چادر ریشه‌ای) و در برخی مناطق مانگل وورزل (ریشه نادر) گفته می‌شود.



شکل ۱-۳. تکامل انواع چغندرهای زراعی، علامات Z, N, E براساس مقدار قند چغندر مشخص می‌گردد.

تیپهای باریشه‌های حجیم از نام مانگولد وورزل^۱ یا چغندرهای کلمی و در بعضی مناطق به نام مانگل وورزل^۲ یا چغندرهای بدون ریشه گرفته شده است.

۴- چغندرقند- قسمت اغلب ارقام گوناگون چغندرهای ریشه‌ای که از طریق اصلاح و بدست بشر تهیه شده و از داخل گونه وولگاریس می‌باشند؛ چغندرهای قندی هستند که در بخش ۲ مفصلاً شرح داده خواهد شد. چغندرهای زمان قدیم اکثراً از تیپ برگ‌ی بوده و بعنوان "چغندرسیسیلی"^۳ شناخته شده‌اند. اختلاف ارقام مختلف چغندر ریشه‌ای در گونه وولگاریس در قرن هفدهم و هیجدهم محدود به شکل، رنگ، مقدار قند ریشه و طوقه می‌گردید. در سال ۱۸۳۰ طبقه‌بندی بین انواع چغندر ریشه‌ای و قندی که برای تولید قند کشت می‌شدند صورت گرفت.

درخت فیلوژنتیکی^۴ فرمهای زراعی چغندرهای گونه وولگاریس که در شکل ۳-۱ آمده است بر پایه خصوصیات است که در ۲۰۰ سال گذشته بیشتر چغندرهای ریشه تشخیص داده شده‌است. تنها در همین دوره اخیر بوده که انسان ارقام ریشه‌ای را انتخاب و آنها را از تلاقیهای اتفاقی حفظ نموده‌است.

۳-۱-۱- آشارد^۵ و اولین کارخانه قند

۳-۱-۱-۱- کشف مارگراف^۶

تا نیمه دوم قرن هیجدهم چغندرقند بعنوان یک گیاه صنعتی و بمنظور تولید شکر کشت نمی‌شد. اولین روزشمار در تاریخ صنایع جدید چغندرقند کشف قابل توجه شیمیست آلمانی آندره‌آس، سیگسموند مارگراف^۷ است که در زمان خود دانشمندی عالی مقام و رئیس آکادمی علوم فیزیک برلن بود. نامبرده نشان داد که کریستالهای بدست آمده از شیر چغندرقند دقیقاً شکر بدست آمده از نیشکر است. وی از طریق تجزیه شیمیائی که پیشرو آن بود نحوه بلورشدن شکر چغندر را با استفاده از میکروسکوپ بررسی و مشاهده نمود درصد قند ریشه‌های قرمز و سفید مورد بررسی خیلی کم و مقدار شکر بلور شده که به روش استخراج الکلی از ریشه‌های خورده شده در آب بدست آمد تنها حدود ۱/۶٪ وزن ریشه‌های تازه بود. در سال ۱۷۴۷ مارگراف نتایج بررسیهای خود را به آکادمی علوم پروس گزارش داد.

دو سال بعد گزارش ایشان از متن اصلی لاتین ترجمه و در آکادمی فرانسه منتشر گردید. اگرچه بعدها مارگراف آزمایشهای خود را تکرار و مقدار کمی از شکر تصفیه شده خود را به پادشاه ارائه نمود، لیکن دولت توجه زیادی به کشف مارگراف نکرد. درصد قند کم موجود در ریشه

1- Mangold- wurzel

2- Mangel- wurzel

3- Sicilian beet

4- Phylogenetic tree

5- Achard

6- Marggraf

7- Andreas Sigismund Marggraf

چغندر قند فکر ایشان را بطور جدی از استحصال شکر از چغندر منصرف و وقت خود را صرف تحقیقات دیگری نمود. فرانز کارل آرشاد^۱ شاگرد مارگراف که امروزه او را پدر صنعت قند می‌دانند کسی است که مطالعات بیشتری روی چغندر قند شروع و راه جدیدی را برای تولید صنعتی شکر از چغندر باز نمود.



شکل ۱-۴. فرانز کارل آشارد (۱۷۵۳-۱۸۲۱) دانشمند و شیمی دان. آرشاد اولین کسی بود که چغندر را به منظور تولید شکر با موفقیت اصلاح نمود و بعنوان بنیانگذار صنعت قند چغندر شناخته شده است.

۲-۳-۱- مزارع آزمایشی آشارد با چغندر قند

آشارد (شکل ۱-۴) در سال ۱۷۷۶ در ۲۳ سالگی عضو آکادمی علوم برلن شد، دانشمندی بود که به رشته‌های معدن و گیاهشناسی علاقه فراوان داشت (اسپیتر ۱۹۳۸) (۲) با وجود گرفتاریهای

1- Franz Carl Achard

زیاد از جمله تدریس، آشاد اجازه نداد تا کشف مارگراف به بوته فراموشی افتد. در حدود سال ۱۷۸۴ او شروع به کاشت گیاهانی نظیر ذرت، چغندر کلمی شکل و چغندر علوفه‌ای دریاغ اختصاصی خود در دهکده کولدورف در نزدیکی برلن نمود تا معلوم نماید کدامیک برای شکر مناسب‌ترند. بعد از آزمایش شکل‌های مختلفی از بتا، مشخص شد که ریشه‌های با پوست سفید، مخروطی و آب‌دار بالاترین مقدار قند و شربت شیرین‌خالص را دارا هستند. این شکل چغندر که بوسیله نامبرده انتخاب شد از نوع علوفه‌ای بود که توسط زارعین در اطراف ماگدبورگ برای تعلیف دام کشت می‌شد و بعدها در سیلزی از دیاد شده و به نام "چغندر سفید سیلزی" شناخته شد. مشکلات آرشاد در آزمایشهای اولیه، تغییرات زیادی بود که یک چغندر با چغندر دیگر متفاوت بود. این تغییرات نه تنها در شکل ظاهری بلکه در مقدار قند نیز مشهود بود. این تغییرات حتی در بذره‌های بدست آمده از یک بوته مشخص و تولید شده در یک محل مشخص نیز بوضوح دیده می‌شد. این آزمایشها مربوط به سالها قبل از انتشار نتایج تحقیقاتی وی می‌باشد (آشارد ۱۷۹۹). آشاد سپس عریضه‌ای به فردریک ویلیام^۱ سوم پادشاه پروس داد و درخواست آزمایشهای بیشتر و تولید چغندر در سطح وسیعتر نمود. بمنظور ارزشیابی درخواست نامبرده و روش کار او کمیته بیطرفی تشکیل گردید. نتیجه کار کمیته مناسب بود و در سال ۱۸۰۱ پادشاه موافقت نمود که آشاد ملکی را در کورنن در قسمت پائین سیلزی خریداری نماید. کشت چغندر برای تبدیل به شکر و ساخت کارخانه در همین سال شروع شد (شکل ۵-۱).

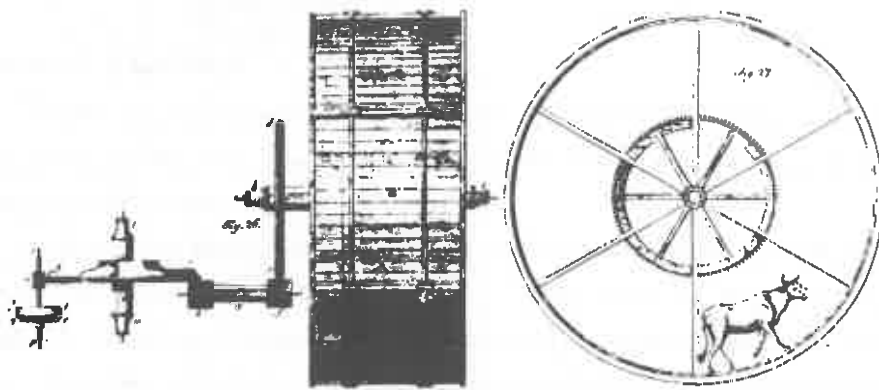


شکل ۵-۱- ساختمان تولید شکر در کورنن (سیلزی) که در سال ۱۹۱۲ عکس برداری شده است

اولین کارخانه قند در سال ۱۸۰۱-۲ توسط آشارد بنیان نهاده شد، لیکن در سال ۱۸۰۷ در آتش سوخت. ساختمانی جدید در همان سال بازسازی و با وسائل تصفیه مختصری مجهز و بعنوان کارخانه آزمایشی مورد استفاده قرار گرفت لیکن بعدها به عنوان مدرسه تولید چغندر قند از آن استفاده شد. این ساختمان نهایتاً در عملیات جنگی در پایان جنگ دوم ویران شد. قبراشارد نیز در نزدیکی همین محل قرار دارد. (عکس اصلی در موزه شکر برلین) →

۳-۳-۱- کارخانه قند کونورن

اولین کارخانه قند دنیا حدود ۲۵۰ تن از چغندرهائی را که در اواخر سال ۱۸۰۱ برداشت شده بود در اولین بهره‌برداری خود (اوایل بهار ۱۸۰۲) تبدیل به شکر نمود. علت تاخیر در تبدیل چغندر مشکلاتی بود که در تکمیل وسائل کارخانه بوجود آمد. مقدار شکر استحصال شده (۴٪) وزن ریشه تازه چغندر کمتر از مقداری بود که آشارد انتظار داشت؛ شاید دلیل آن نگهداری چغندر قند از زمان برداشت تا تبدیل آن به شکر بود. نمایش بهره‌برداری و اینکه مقدار زیادی شکر می‌تواند استحصال گردد دولت پروس را تشویق به بهره‌برداری قابل توجهی نمود. واضح است این حالت ایده‌آلی بود که شکر در داخل کشور تولید و مقدار واردات شکر خام گران قیمت از مستعمرات انگلستان محدود گردد.



شکل ۱-۶- تصویر چرخ خوردکننده چغندر: این چرخ بمنظور صرله جوئی در هزینه کارگری در کارخانه قند کراین ساخته شده است.

اولین گزارش از آزمایشهای موفقیت آمیز آشارد در انگلستان با استقبال روبرو نشد. تولید کنندگان شکر نیشکر و شرکتهای تجاری از احتمال رقابتی خطرناک آگاه شدند. آشارد مدت کوتاهی بعد از انتشار اولین مقاله اش ادعا کرد که نمایندگان کارخانه های نیشکر خواستار انکار اختراعش در مقابل دریافت مبلغی پول شده اند لیکن او امتناع ورزید (دیر ۵۰-۱۹۴۹)^۱. بعد از چند سال که از تولید تجارتی شکر گذشت آشارد متحمل بدبختیهای بزرگی شد. کارخانه کوچکش که با تعداد زیادی کارگر نصب شده بود در سال ۱۸۰۷ در حریق کاملاً سوخت. او پول کافی برای ساخت مجدد آن در اختیار نداشت لذا با مشکلات اقتصادی مداوم سعی در جایگزین نمودن ماشین آلات و بازسازی آنها نمود. روش و ایده نامبرده هم اکنون با موفقیت بوسیله دیگران پیاده شده است.

۴-۳-۱- موریتس بارون وان کوپی^۲ در کراین^۳

در ۱۸۰۵ زارعی روشنفکر بنام موریتس بارون وان کوپی که دوست آشارد بود کارخانه قند دیگری در مزرعه شخصی خود در کراین و در نزدیکی کونرن^۴ بنانهاد. طرح آن براساس طرح و نقشه ای بود که آشارد تهیه نموده بود (شکل ۶-۱) لیکن از کارخانه احداثی آشارد در کونرن به مراتب بزرگتر بود. کوپی که همه ساله ۵۰۰ تن چغندر برای تبدیل برداشت می نمود، نشان داد که کشت چغندر قند بمنظور تولید شکر درآمد قابل توجهی در سیستم کشت خواهد داشت. چغندر بطور بالاقوه زراعتی با ارزش بالا بود چه علاوه بر شکر فرآورده های جانبی آن نیز نظیر برگ، تفاله و ملاس می توانست بمصرف دام برسد (کوپی ۱۸۱۰).

۵-۳-۱- ارثیه آشارد

کارخانه کوپی تایید برجسته ای برای از آشارد به ارمغان آورد که یک زارع جسور و علاقمند می تواند در روشهای تبدیل با موفقیت از سرمایه گذاری خود استفاده نماید و نه تنها سودی عاید خود نماید بلکه در اقتصاد ملی کشورش نیز مفید باشد. در ۱۸۰۹، آشارد کارهای اصلی خود را در خصوص کشت چغندر و تبدیل آن به شکر تحت عنوان "دی اوروپیش زو کرفابریکاسیون رونکل روبن"^۵ منتشر نمود. در این کتاب جامع تمامی تجربیات خود و کوپی را در خصوص انتخاب، کشت و تبدیل چغندر قند به منظور تولید شکر شرح داده و نحوه استفاده فرآورده های جانبی آن را بیان نموده است. نامبرده نقش نوع خاک، تهیه کردن بستر بذر و حاصلخیزی خاک را در کمیت و کیفیت محصول مفصلاً بیان نموده است. نامبرده معایب و محاسن روشهای مختلف کاشت مخصوصاً کاشت

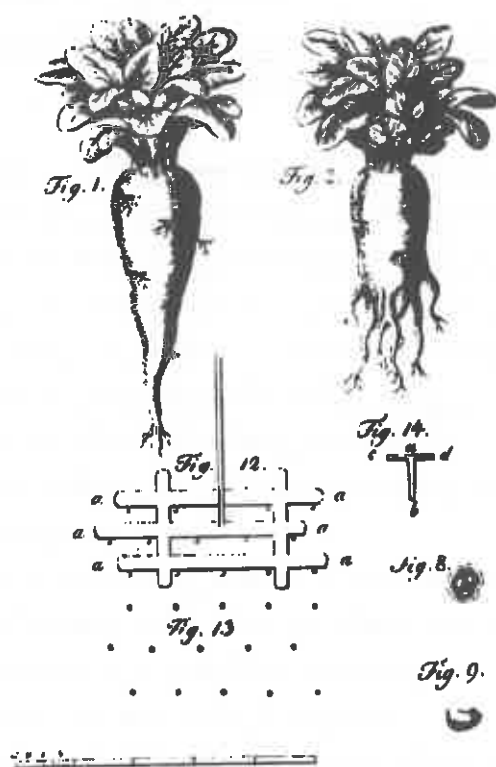
1- Deerr

2- Morits Baron von koppy 3- Krayn

4- Cunern

5- Die europäische Zuckerfabrikation aus Runkelruben

بذر و نشاءکاری را توضیح می‌دهد. (شکل ۷-۱) روشی که هم اکنون در زراعت چغندر قند و این معمول است. او حتی اظهار امیدواری کرد که در آینده بشر می‌تواند راه‌ها و یاماشینهایی ابداع نماید که بذر چغندر را بصورت منفرد تهیه نماید و در نتیجه پس از کاشت تنها یک بوته سبز گردد. لذا قادر خواهد بود که در زمان تنک چغندر و حذف بوته‌های اضافی صرفه‌جویی نماید. او روشهای تبدیل، تولید الکل از ملاس، ساخت سرکه، تهیه مواد جانشینی قهوه (از تفاله خشک) و تنباکو (از برگ خشک) بطور مفصل شرح داد. او نه تنها موفقیت تکنیکی و اقتصادی گیاه را بررسی نمود بلکه تاثیر آن در اقتصاد ملی را نیز بیان کرد (آشارد ۱۸۰۹).



شکل ۷-۱- دو نوع چغندر کشت شده بمنظور تولید شکر که احتمالاً بوسیله خود آشارد ترسیم شده است. سمت چپ بذر چغندر قند کاشته شده در زمین بوسیله دست، سمت راست: چغندری که بروش نشاءکاری تهیه شده است. پائین ابزاری با میخهای کوچک برای سوراخ کردن خاک و کاشت بذر در آن می‌باشد. سوراخ برای کاشت یک بذر بوده که با دست انجام می‌شود.

مشکلات اقتصادی کارخانه آشارد در کونرن باعث شد که این کارخانه بصورت یک واحد آزمایشی وبا ظرفیت کم باقی بماند. در ۱۸۱۰ آشارد با تایید فردریک ویلیام سوم^۱ که کشورش در اشغال ناپلئون بود مدرسه تولید چغندر قند را تاسیس نمود. برای چند سال، دانشجویان از کشورهای مختلف به کونرن می آمدند تا اطلاعات لازم را از استادان پروسه بگیرند. با پایان یافتن محاصره قاره ای باتوجه باینکه دیگر نیازی به این تاسیسات نبود در سال ۱۸۱۴ مدرسه آشارد رسماً تعطیل شد. او در سال ۱۸۲۱ جان سپرد بدون اینکه بتواند ثمره کار خود را در اروپا ببیند.

۴-۱- تاریخچه اولیه اصلاح چغندر قند

آشارد نه تنها یک شیمی دان و یک تکنولوژیست بلکه یک متخصص اصلاح نباتات برجسته بود. بایک موفقیت بزرگ، نامبرده از یک توده علوفه ای، فرم مناسب قندی برای تولید صنعتی انتخاب نمود.

این کار اصلاحی در آن زمان بسیار ارزش بود چه چغندرهای موجود در اثر تلاقی غیر خودی^۲ دارای اشکال ظاهری متفاوت و ریشه های بارنگ مختلف بودند (آشارد ۱۷۹۹-۱۸۰۹).

پسچیدگی بیشتر این بود که در حقیقت روشی ساده و دقیق برای تجزیه و تعیین درصد قند وجود نداشت. چیزیکه مهمترین ملاک آشارد بود، با وجود این مشکلات او قادر بود نشان دهد که نوع خاک، شرایط کاشت و روشهای زراعی تا چه حد در درصد قند و مواد ناخالص چغندر موثرند.

کارهای اصلاح و تولید بذراوبعد از مرگش در ملک شخصی وان کوپی پدر و پسر در کراین سیلزی ادامه یافت. بذرهای تولید شده در آنجا از مواد اصلاحی آشارد گرفته شده بود و در اوایل دهه قرن نوزدهم در فرانسه و بلژیک استفاده می شد. این بذرها بانام چغندر سفید سیلزی شناخته شده و جد تمامی بذرهای چغندر قند فعلی است.

بعد از سقوط امپراطوری ناپلئون اصلاح چغندر قند در فرانسه کم و بیش ادامه یافت. در پاریس پی، آ، دو ویلمورن^۳ متخصص اصلاح نباتات برای سالها به تولید بذر چغندر علوفه ای ادامه میداد. تحت حمایت ناپلئون تولید چغندر قند در فرانسه شروع شد و در حدود سال ۱۸۱۰ شروع به تولید بذر چغندر قند از نمونه های دریافتی از سیلزی نمود.

گام اساسی برای اصلاح سیستماتیک چغندر قند توسط پسر ویلمورن و متخصص مشهور، بنام لوئی ویلمورن برداشته^۴ شد (شکل ۸-۱) بعد از بررسیهای اولیه او فرض نمود که چغندرهای با غلظت بیشتر بایستی دارای قند بیشتری باشند. در سال ۱۸۵۰ با استفاده از غلظتهای مختلف نمک یا شکر در آب و تعیین وزن مخصوص ریشه ها شاخصی برای درصد قند معین نمود (ویلمورن ۱۸۵۰). او در سال ۱۸۵۲ روش خود را اصلاح نمود و وزن مخصوص

1- Frederik william III

2- Cross- Pollination

3- P.A. De Vilmorin

4- Lius de vilmrin

شیره چغندر را به روش شمش نقره^۱ مشخص کرد. این روش بعداً توسط ویلمورن (۱۹۲۳) و مک فارلین (۱۹۷۱) شرح داده شد. این روشها الگوئی برای انتخاب تک ریشه‌های^۲ چغندر و اصلاح نتاج^۳ گردید. ریشه‌های مادری برتر از توده چغندرهاى موجود انتخاب می‌شد و نتاج آنها مورد آروزیایی قرار میگرفت. با این روش اصلاحی و تکنیکهای جدید آزمایشگاهی ویلمورن پیشرفتهای سریعی در بهبود کیفیت چغندر قند حاصل نمود. چغندر قند ویلمورن جایگاه نخست را در بسیاری از کشورها بست آورد و آن را برای سالهای بسیاری حفظ نمود.



شکل شماره ۸-۱- پیزلوتی فرانسوالوک دو ویلمورن (۱۸۱۶-۱۸۶۰). ویلمورن از مشهورترین متخصصین اصلاح نباتات بود و اولین کسی بود که در فرانسه با روشهای اصلاحی مداوم کیفیت چغندر را بهبود بخشید.

در آلمان فردی کشاورز و تولید کننده شکر بنام اف. کنوثر^۱ در شهر گروبر^۲ در نزدیکی هال^۳ اولین کسی بود که رقم جدید چغندر قند بنام "امپریال"^۴ تولید نمود که از نظر شکل ها یکنواخت و از قند نسبتاً بالائی برخوردار بود (۱۱-۱۳٪).

ارزش اصلاح سیستماتیک چغندر قند بزودی آشکار گردید. ماتیاس رابتک^۵ متخصص اصلاح نباتات در کلاینزوانزلبن^۶ در نزدیکی ماگدبورگ^۷ که از سال ۱۸۵۹ سلکسیون انفرادی را برای بوته های مادری تعقیب می نمود بخوبی درکار خود موفق گردیده سایرین دنبال کار ایشان را گرفتند. پیشرفت کار این آقایان با استفاده از پلاریمتر^۸ که توسط ونتزک^۹ برای تجزیه انواع شربت چغندر درکارخانه و توسط ویلمورن برای اصلاح چغندر قند معرفی شده بود تسریع شد (حدود ۱۸۵۳).

در سه دهه، از ۱۸۵۰ تا ۱۸۸۰ روش انتخاب پروژنی در صدقند چغندر را به ۱۸ تا ۲۰٪ افزایش داد. مقدار قند قابل استحصال نیز که در ۱۸۵۰ بطور متوسط ۷-۶٪ بود در اواسط دهه ۱۸۸۰ به ۱۱/۴٪ افزایش یافت. حدود سال ۱۸۷۰ اهداف اصلاحی انشعاب پیدا نمود. از یک طرف متخصصین شروع به تهیه ارقام با قند بالا (زوک)^۹ یا (تیپ زد)^{۱۰} نمودند که این ارقام دارای ظرفیت محصول کمتری بودند. از طرف دیگر ارقام جدیدی معرفی گردید که دارای محصول ریشه بالایی حد متوسط (ارتراخ)^{۱۱} یا (ای تایپ)^{۱۲} ولی طبق قاعده کلی در صدقند کمتری داشتند. متخصصین موفق شدند ارقامی که حد متوسط بین ارقام فوق بودند نیز تهیه نمایند که نرمال^{۱۳} یا (ان تایپ)^{۱۴} نامیده می شدند.

اولین اختلاف رسمی بین تیپهای مختلف در سالهای ۱۸۸۰ توسط شرکت تولید بذر رابتک اوند خیزک^{۱۵} (کلاینزوانزلبن) اعلام و توسط سایر متخصصین اصلاح نباتات مورد قبول واقع گردید و تا سالهای اخیر نیز مورد استفاده قرار میگرفت.

شرکتهای تجارتی اصلاح بذر بعدها در چکسلواکی، لهستان، روسیه، سوئد، ایتالیا و سایر کشورها بنیانگذاری شد. در قرن بیستم استاندارد جدیدی برای تهیه ارقام مقاوم پایه ریزی گردید. یک مثال از موفقیت کارهای اصلاحی متخصصین در فاصله بین دو جنگ جهانی در آمریکا، معرفی ارقام مقاوم به بیماری کرلی تاپ^{۱۶} توسط کونز^{۱۷} و همکاران در ۱۹۵۵ و مک فارلین^{۱۸} در ۱۹۷۱ می باشد. سایر اهداف اصلی نظیر ارقام مقاوم به بولت^{۱۹} و توسعه روش اصلاح بذر

1- F. knauer

4- Imperial

7- Magdeburg

10- Z - Type

13- Normal

16- Curly- top

19- Bolting

2- Grobers

5- Matthias Rabbethge

8- Ventzke

11- Ertrag

14- N- type

17- Coons

3- Halle

6- Kleinwanzleben

9- Zucker

12- E - type

15- Rabbethge Und Giesecke

18- Mc- farlane

تک جوانه (استفاده از نر عقیمی^۱، پلی پلوئیدی^۲، تک جوانه ژنتیکی^۳ و غیره) در فصل سوم شرح داده خواهد شد.

۵-۱- توسعه صنایع قند چغندر در قرن نوزدهم

بزودی اولین گزارش آشارد، ایده او در خصوص امکان تولید شکر بسرعت از مرزهای پروس گذشت. در سال ۱۸۰۲ در روسیه با استفاده از روش آشارد یک کارخانه کوچک در نزدیکی تول^۴ مقدار کمی شکر از چغندر تولید نمود. در سال ۱۷۹۹ آقای تی لویتز^۵ با کارهای علمی خود موفق شد مقدار کافی شکر از چغندر تهیه نماید که سبب ساخت تعدادی کارخانه در روسیه گردید. اما توجه کشور فرانسه و در درجه اول ناپلئون اول به این امر بود که برای توسعه صنعت قند چغندر در اروپا تعیین کننده محسوب می شود.

۱-۵-۱- صنایع قند فرانسه و ناپلئون

باید بخاطر داشت که در دهه های حدود ۱۸۰۰، شکر نیشکر مرکز ثقل اقتصاد جهانی بود که قبل از آن ویا حتی تا آن زمان چنین تصویری نمی شد. با شروع جنگ های ناپلئون اهمیت این موضوع روشن تر گردید. در اصل کشمکش بین دو سیستم اقتصادی متفاوت بود. اولی بر پایه تجارت مستعمرات، با برتری نیروی دریائی بریتانیای کبیر استوار بود که به طور مدام صادرات بداخل قاره اروپا سرازیر می شد و دومی شامل سیستم قاره ای ناپلئون بود که بر اساس نقشه او و به منظور بهبود وضع اقتصادی قاره اروپا به مرکزیت فرانسه برای پیشرفت تکنیکی طراحی شده بود. در سال ۱۸۰۶ ناپلئون به قصد تخریب خط تجارت صادراتی بریتانیا، کلیه واردات کالاهای انگلیسی را به اروپا تحریم نمود. بریتانیای کبیر با تلاش برای قطع ارتباط فرانسه با مستعمراتش عکس العمل نشان داد. این عمل سریعاً موثر واقع شد و قیمت شکر شدیداً افزایش یافت. شکر کمپانی هند شرقی در سال ۱۸۰۶ در تمامی قفسه های مغازه ها در اروپا محو شد و جایگزین نمودن آن امری حیاتی گردید.

در سال ۱۸۰۹ در پاریس یک کمیسیون فرانسوی به سرپرستی شیمیستی بنام دیو^۶ نتایج کارهای آشارد را آزمایش و تایید نمود. دیو دو کله قند تولیدی خود را به "انستیتی ملی"^۷ ارائه داد. در ژانویه ۱۸۱۱ مونتالیوه^۸ وزیر کشور یکی از آنها را به ناپلئون تقدیم نمود. (شکل ۹-۱) بعد از آن سال ناپلئون که هنوز بر قسمتهای زیادی از اروپا پادشاهی میکرد اولین فرمان مشهور خود را مبنی بر معرفی تولیدات قند چغندر در فرانسه بخش های زیر نظر فرانسه صادر

1- Male- Sterility

2- Polyploidy

3- Genetic monogerm

4- Tula

5- T. Lowitz

6- Deyeux

7- Institut National

8- Montalivet

نمود. طبق این فرمان می‌بایست ۳۲۰۰۰ هکتار از اراضی به زیرکشت چغندر قند برود ولی به‌علت محدودیت بذرها تنها ۷۰۰۰ هکتار در آن سال کشت شد. اکنون صنایع جدید شکر بخوبی در سرتاسر قاره شناخته شده است (شکل ۱۰-۱)



شکل ۹-۱- وزیر کشور فرانسه کله قندی که از چغندر تهیه شده به ناپلئون اهدا می‌کند

در آن هنگام مردم تنفر شدیدی از واردات قند نیشکر داشتند. اروپائیان میدانستند که کشت شکر مستعمرات هند غربی تنها بواسطه استثمار بردگان آفریقائی امکان‌پذیر است. در

سال ۱۷۹۱ طغیان بردگان در "جزیره شکر" سانتو دومینگو^۱ هنگامی که کارخانه‌های قند تماماً تخریب شد از مثالهای وحشتناک از نتایج برده‌داری است بسیاری از مردم اروپا امیدوار بودند تا تولید شکر در سطح وسیع از محصولات اروپائی امکان پذیر گردد.



شکل ۱۰-۱- پرستار، بچه ناپلئون را تشویق به نگهداری و مکیدن چغندر می‌کند، بمکید عزیزم، پدرتان ادعا می‌کند که این شکر است. همزمان ناپلئون شیر چغندر قند را در قهوه خود می‌فشارد.

در سال ۱۸۱۱ در خلال دوره کوتاهی بیش از ۴۰ کارخانه کوچک چغندر قند ساخته شد بیشتر آنها در شمال فرانسه (جائیکه دو کارخانه سازنده شکر چغندر قبل از محاصره قاره‌ای کار می‌کرد) آلمان، اطریش، روسیه و حتی دانمارک قرار داشتند.

در ژانویه ۱۸۱۲ دومین فرمان ناپلئون مربوط به اینکه بایستی ۱۰۰۰۰۰ هکتار چغندر در مناطق تحت تصرف فرانسه کشت گردد و کارخانه‌های جدیدی ساخته شود صادر شد. اجازه ساخت ۳۳۴ کارخانه صادر و از این میان بیش از نصف آنها شروع به کار کردند.

در سال ۱۸۱۳ در اروپا مبداء حرکتی تولید شکر از چغندر قند پایان یافت. ملتهای اروپا از زیربوغ ناپلئون خارج شدند. محاصره قاره اروپا خاتمه یافت و شکر نیشکر مجدداً در بازار اروپا ظاهر شد، شکر چغندر نتوانست با شکر نیشکر برای مدت نسبتاً زیادی رقابت نماید و کارخانه‌های آلمان و اطریش بسته شدند. فرانسه تنها کشوری بود که تمام امید خود را از این صنعت نوپا از دست نداد. اعتبار زیادی برای نگه‌داری و توسعه تولید شکر از چغندر قند به شرکت فرانسوی اف، ایکس، جی کرسپل - دلیس^۱ در آراس^۲ داده شد. او روشهای استحصال شکر را با استفاده از ماشین جدید (موتور بخار، پرس و پمپ شربت) که اکثراً از انگلستان وارد می‌شد بهبود بخشید. سایر شرکتهای علاقمند روش دلیس را تعقیب نمودند. در بین سالهای ۱۸۲۰ تا ۱۸۳۹ در اثر تشویق واردات شکر نیشکر تعداد کارخانجات قند بکندی افزایش یافتند. این حرکت با گزارشات ام دو دومباسل^۳ در (۱۸۲۰) و آپپی دو برونفور^۴ در (۱۸۲۵) درخصوص بهبود تکنولوژی شکر سرعت بیشتری یافت. بنابراین توسعه عملی صنایع قند چغندر اروپا در فرانسه بدین ترتیب در حالی که اکتشافات پایه در آلمان انجام شده بود به توسعه علمی صنعت قند چغندری در قاره اروپا به واسطه سیاستهای صنعتی دولت فرانسه در آن کشور به وقوع پیوست. بخاطر سیاستهای صنعتی دولت نبود بلکه بخاطر اکتشافات اساسی بود که در آلمان انجام شده بود.

۲-۵-۱- بازسازی تولید شکر چغندر در آلمان، اطریش و روسیه

حدود دهه ۱۸۳۰ بود که کارخانه‌های چغندری مجدداً ساخته شدند. در این مرحله از روشهای پیشرفته استحصال که در فرانسه توسعه یافته بود استفاده گردید. در اواخر دهه ۱۹۴۰ در اطریش و مجارستان صنایع قند چغندر توسعه یافت، که اکثر آنها در بوهم^۵ و موراوایا ایجاد شد.^۶ در سال ۱۸۵۶ حدود ۱۰۸ کارخانه چغندری شروع به بهره‌برداری نمودند که نتیجه آن بسته شدن تعدادی از کارخانه‌های تصفیه شکر نیشکر و عدم واردات شکر نیشکر به اطریش بعد از سال ۱۸۶۲ گردید.

در روسیه نیز علاقمندی زیادی در کشت چغندر بوجود آمد و کارخانه‌های کوچکی در سرتاسر کشور بویژه در اوکراین احداث شد. در سال ۱۸۴۰ حدود ۳۵۰ تاسیسات تولید شکر وجود داشت که حدود یک سوم آنها کهنه و قدیمی بودند. در سال ۱۸۷۰ حدود ۱۸۰ کارخانه بزرگ و مجهز در روسیه کار می‌کردند و در سال ۱۸۸۹ سالانه مقدار ۲۵۰۰۰۰ تن شکر از چغندر تولید می‌شد.

دیربا زود کلیه این کشورها به منظور حمایت از تولیدات داخلی تصمیم به اخذ مالیات بر

1- F.X.J Cresple- Delliess
4- A.P. Dubrunfaut

2- Arras
5- Bohemia

3- M. De Dombasle
6- Moravia

واردات شکر نیشکر گرفتند، آنها اشکال مختلفی از تعرفه و قوانین وارداتی وضع نمودند. کارخانه‌های جدیدی احداث شد، چغندرهای بیشتری تولید گردید و درآمد دولتی از کسر تعرفه‌های وارداتی کاهش یافت. در نتیجه بعضی از حکومتها (فرانسه در ۱۸۳۷ و پروس در سال ۱۸۴۱) تصمیم به وضع مالیات بر تولیدات داخلی گرفتند که مرتبط با مقدار چغندر تولیدی و یا مقدار شکر خام تولید شده بود. این سیستم مالیاتی، هزینه‌های اقتصادی سنگینی را به کارخانه‌ها مخصوصاً در آلمان تحمیل نمود. ابتدا تعدادی از سازندگان برای عقیده بودند که صنایع جوان قند چغندر محکوم به فنا خواهند بود. درحقیقت نیاز توسعه اقتصادی تولید قند چغندر سبب افزایش درصد قند و محصول ریشه و توسعه کیفی روشهای بهره‌برداری کارخانه‌ها گردید.

۳-۵-۱- توسعه کشت چغندر قند در اروپا بعد از سال ۱۸۵۰

پیشرفت کشاورزی در بهبود تولید محصول چغندر قند دارای سهم بسزایی می‌باشد. پتانسیل بیشتر ارقام جدید با تهیه بستر کاشت عمیق‌تر و مصرف بیشتر کودها نمودار شد. معرفی و مصرف کودهای مرغی و معدنی (شوره، پتاسیم و فسفات) به افزایش محصول در خاکهای فقیر کمک نموده و نیازهای غذایی ویژه گیاهان، موضوع تحقیقات سیستماتیک شد. در سال ۱۸۸۲ در برن بورگ^۱ آلمان یک ایستگاه تحقیقاتی با حمایت کارخانه‌های قند بمنظور بررسی کودهای معدنی چغندر قند احداث شد. اولین مدیر این ایستگاه اچ هلریگل^۲ بود که پدیده تثبیت ازت هوا بوسیله گیاهان خانواده بقولات^۳ را کشف نمود.

ماشینهایی که بوسیله اسب کشیده می‌شدند بمنظور کاشت و سله شکنی بین ردیفها ساخته شدند. در سال ۱۸۳۵ اولین ماشین کاشت بذر چغندر ساخته شد. (هورسکی^۴ ۱۸۵۱) که از بعضی جهات شبیه ماشینهای دقیق کار مدرن است که یکصد سال بعد ساخته شده‌اند (عکس ۱۱-۱). حدود سالهای ۱۸۸۰ در مزارع بزرگ آلمان و روسیه ماشینهای کششی کابلی^۵ یا گاو آهن کششی بخاری^۶ معرفی شدند و این امکان بوجود آمد که خاک را تا عمق ۳۰ سانتیمتری شخم کنند.

تمامی این پیشرفتهای باعث افزایش محصول گردید و بعنوان نتیجه در نیمه دوم قرن نوزدهم تولید چغندر قند در کشورهای فرانسه، آلمان، اطریش از مصرف پیشی گرفت. جنگ اقتصادی بین کارخانه‌های نیشکر کشورهای گرمسیر و کارخانه‌های چغندری شمال اروپا وسیع‌تر شد. این وضعیت هنگامی شدت گرفت که در خلال دهه آخر قرن نوزدهم بدنبال چهار کشور بزرگ تولید کننده شکر از چغندر (فرانسه، آلمان، اطریش و روسیه) هفت کشور دیگر اروپائی (بلژیک، هلند، دانمارک، سوئد، ایتالیا، اسپانیا و سوئیس) شروع به تولید شکر از چغندر در مقیاس وسیع

1- Bernburg

2- H. Hellrigel

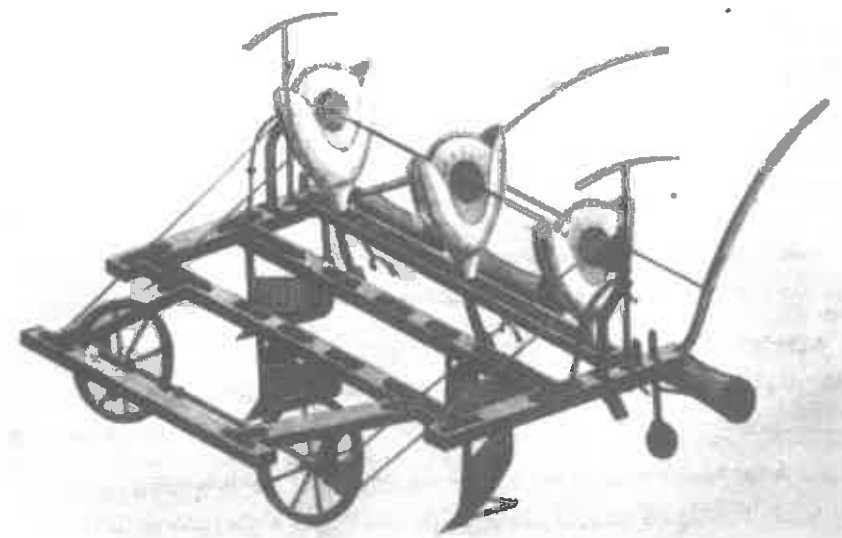
3- Legum

4- Horsfry

5- Cable- drawn

6- Steam- Propelled Plough

نمودند (دیر^۱ ۵۰-۱۹۴۹، باکسا^۲ و برونز^۳ ۱۹۶۷). در اوایل قرن نوزدهم در بعضی از این کشورها کارخانه‌های کوچک چغندری شروع به کار کردند لیکن اهمیت اقتصادی چغندانی نداشتند. اولین کارخانه بزرگ چغندری سوئد در سال ۱۸۵۳ (کوز^۴ ۱۹۸۳)، در هلند در ۱۸۵۸، در دانمارک و ایتالیا در ۱۸۷۲ و در سوئیس در سال ۱۸۹۱ احداث شدند. تولید شکر از چغندر در اسپانیا تا سال ۱۸۹۳ و تا زمان از دست دادن مستعمرات خود در آسیا و آمریکا اهمیت چغندانی نداشت. در فرانسه که تا سال ۱۸۷۵ بزرگترین تولیدکننده شکر اروپا بود، کشت چغندر تا قبل از شروع قرن جدید راکد ماند. سقوط مکرر قیمت شکر (در ۱۸۴۰ و ۱۸۷۵) و نیاز زراعت به خاکهای حاصلخیز باعث شد که تولید چغندر در اطراف کارخانه‌ها متمرکز گردد. در ۱۸۳۴ چغندر قند در ۵۵ بخش کشت می‌شد لیکن در انتهای قرن کشت چغندر بیشتر در محدوده کارخانه‌ها در کامبرسیس^۵، آرتوا^۶، پیکاردی^۷ و مخصوصاً پاریس متمرکز شدند.



شکل ۱-۱- اولین ماشین سه ردیفه کشت دقیق برای کاشت جداگانه بذرها در بستر بذر که توسط هورسکی در سال ۱۸۳۴ ساخته شد (هورسکی ۱۸۵۱)

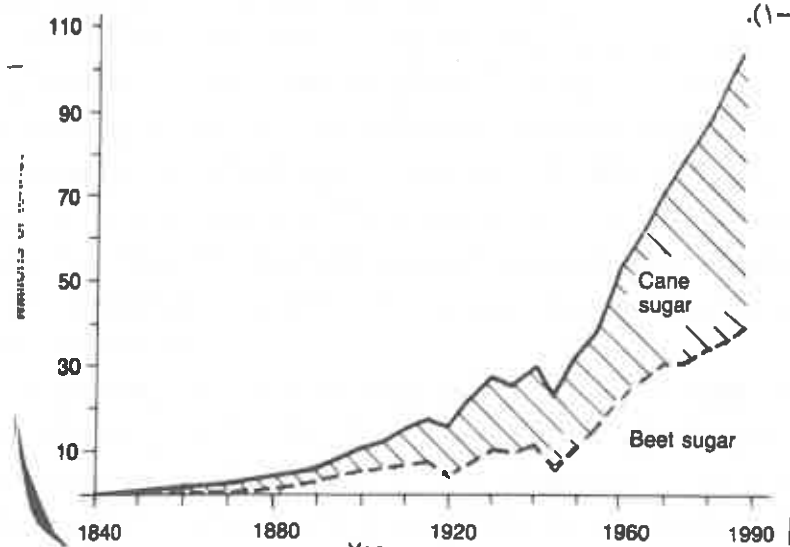
1- Deerr
4- Kuuse
7- Picardie

2- Baxa
5- Cambresis

3- Bruhns
6- Artois

در خلال این دوره، پیشرفت قابل ملاحظه‌ای مخصوصاً در تکنولوژی شکر و ساخت ماشین‌آلات جدید در تولید شکر در آلمان حاصل شد. مهمترین زمینه‌ها، توسعه روشهای استحصال مداوم شکر، الکتریفیکاسیون^۱ و اتوماسیون^۲ تولید بود. در سال ۱۸۶۴ روش دیفوزیون^۳ در استحصال شکر (اختراع روبرت^۴) و دانه‌بندی شکر در حین حرکت^۵ در سال ۱۸۹۰ معرفی شد. در حقیقت این امتیازی برای تولید شکر از چغندر بود که شکر سفید را مستقیماً و بدون جداسازی تصفیه^۶ و همانند آنچه در نیشکر معمول است تهیه نمایند.

در قرن نوزدهم موفقیت کشت چغندر برای تولید شکر مدیون روشهای علمی و اختراع وسائل صنعتی مورد نیاز برای کارایی بیشتر در استحصال شکر از ریشه و خالص کردن آن بوده است. در شروع قرن بیستم لیشر شکر جهان از چغندر قند تولید می‌شد و این ترس وجود داشت که تولید شکر از نیشکر بزودی متوقف گردد. در سال ۱۹۰۱ در لندن کنفرانسی جهانی برگزار شد و طی توافقی عمومی که بعمل آمد مقرر گردید سوبسید ملی به شکر تولیدی از چغندر داده نشود و مالیات از شکر نیشکر وارداتی نیز اخذ نگردد. این تصمیم سبب شد که تولید شکر نیشکر مجدداً قابل رقابت شده و در سال ۱۹۱۴ مصرف شکر نیشکر به نصف تولید جهانی برسد (شکل ۱-۱۲).



شکل ۱-۱۲. تولید جهانی شکر از نیشکر و چغندر از ۱۸۴۰ تا ۱۹۸۸ سهم شکر چغندر نسبت به شکر نیشکر در اوایل قرن به حداکثر خود رسید در این هنگام تولید شکر چغندر ۶۳٪ تولید جهانی شکر بود. دیاگرام سه ساله است.

1- Electrification

2- Automation

3- Diffusion

4- Robert

5- Crystallisation in movement

6- Refination

۴-۵-۱- تولید چغندر قند در آمریکا

تاریخچه تولید چغندر قند در آمریکابه سال ۱۸۳۸ بازمی‌گردد، هنگامی که دو آمریکایی بنامهای ادوارد چرچ^۱ و دیویدلی چایلد^۲ که برای مدتی در پاریس زندگی کرده بودند کارخانه‌ای رادنورث هامپتون^۳ ماساچوست^۴ احداث نمودند ویر^۵ ۱۸۸۰ و هاریس^۶ ۱۹۹۱). این کارخانه تنها ۱۳۰۰ پوند شکر در سال اول تولید نمود و در سال ۱۸۴۱ تعطیل شد. کارخانه‌های دیگری نیز در سایر نقاط به همین سرنوشت دچار شدند. یک مثال بارز ایجاد کارخانه‌ای در یوتا توسط رهبر کلیسای مورمون در سال ۱۸۵۲ می‌باشد. مسیونر مذهبی جان تایلور^۷ که در فرانسه تحصیل صنایع قند کرده بود در مراجعت به یوتا "کارخانه تولیدی صحرا"^۸ را ایجاد نمود. تجهیزات کارخانه را همراه با ۱۲۰۰ پوند بذر چغندر قند از فرانسه خریداری و با کشتی به مقصد نیواورلئان ارسال داشت. از آنجا با مقیاسی قهرمانانه، تجهیزات را با قایق از روی رود می‌سی‌سی‌پی و می‌سوری گذرانده سپس بوسیله واگنهایی که با انبوهی گاو کشیده می‌شد. به پروو^۹ در یوتا در جائیکه می‌بایستی کارخانه نصب گردد حمل گردید. متأسفانه مهارت‌های تکنیکی همکاران در این کار جسورانه از یک حالت احساساتی نبود و در سال ۱۸۵۵ کارخانه در سالت لیک سیتی^{۱۰} نصب ولی موفق به تولید شکر نشد (آرینگتون^{۱۱} ۱۹۶۶).

سالها طول کشید تا کشت چغندر در کالیفرنیا با موفقیت روبرو شد. در سال ۱۸۷۰، ای، اچ، دایر^{۱۲} کارخانه‌ای به قیمت ۱۲۵۰۰۰ دلار در آلوآرادو^{۱۳} با ظرفیت ۵۰ تن چغندر در روز بنا نهاد. دایر را که تاجری با جرات بود می‌توان بنیانگذار صنعت قند چغندر در آمریکانامید. در طول چهار سال اول بهره‌برداری این کارخانه بترتیب توانست ۲۵۰، ۴۰۰، ۵۶۰ و ۷۵۰ تن شکر تولید نماید. تولید شکر این کارخانه بعلت ماشین‌آلات نامناسب تا مدتی متوقف شد لیکن در سال ۱۸۸۰ بمجرد تامین ماشین آلات جدید مجدداً به مدیریت پسردایر بنام ادوارد^{۱۴} راه‌اندازی و توسعه داده شد. کارخانه آلوآرادو اولین کارخانه چغندر قند موفقیت‌آمیز در آمریکا بود که با جزئی توقف تا سال ۱۹۶۷ بکار مشغول بود.

در چند مایلی این کارخانه، کارخانه دیگری توسط سی اسپریکل^{۱۵} در منطقه واتسون ویل احداث که تا مدتی با سودآوری کار می‌کرد. کارخانه‌های دیگری در نبراسکا، یوتا و سایر ایالات ساخته شدند. توسعه بزرگ در صنایع قند آمریکا بین سالهای ۱۸۸۹ با ۲۲۰۰ تن چغندر در دو کارخانه و سال ۱۹۰۰ که به ۷۹۰۰۰ تن چغندر از ۳۴ کارخانه تبدیل شد صورت گرفت (مک‌گینیز^{۱۹۸۲}).

1- Edward church

4- Massachusetts

7- John Taylor

9- Provo

12- E.H.Dyer

15- C. Spreckels

2- David Lee Child

5- Ware

8- Desert Manufacturing company

10- Salt Lake City

13- Alvarado

3- Northhampton

6- Harris

11- Arrington

14- Edward

۶-۱- بهبود تکنیکها و توسعه کشت چغندر قند در قرن بیستم

۶-۱-۱ پیشرفتهای تکنیکی

اصلاح بذر، کشت درجا و کنترل علفهای هرز

در اوایل قرن بیستم پیشرفت مکانیزاسیون در کارهای مزرعه کند و معمولاً به ۱۰۰۰ ساعت کار کارگری برای کاشت و برداشت یک هکتار می‌رسید که بیشتر آن در بهار برای تنک و وجین و پائیز برای برداشت ریشه‌ها مصرف می‌شد. کاهش ساعت کار کارگری تا زمان پیدایش ارقام تک‌جوانه ژنتیکی ادامه داشت. گرچه قبل از این زمان بذرهای تک‌جوانه مکانیکی با خرد کردن بذرهای چند جوانه‌ای بدست می‌آمد. این روش بوسیله دبلیو، کنول^۱ کمی قبل از جنگ جهانی در شهر هال^۲ در آلمان ابداع شد (کنول ۱۹۴۰). مدتی بعد در کالیفرنیا، آر، باینر^۳ با روشی نسبتاً متفاوت بذر قطعه شده^۴ چغندر قند را بدست آورد (باینر ۱۹۴۲).

در اروپای غربی بعد از جنگ ماشینهای برای تنک کردن چغندر قند روی ردیفهای کاشت ساخته شد. (واکر^۵ ۱۹۴۲) که یا به صورت تصادفی باعث کم کردن و از بین بردن قسمتی از بوته‌های ردیفها و یا بصورت تنک‌کننده‌های الکتریکی عمل می‌نمود. هردوی این روشها با پیدایش بذر تک‌جوانه ژنتیکی که امکان کاشت درجا را میسر می‌کرد منسوخ گردید. حدود یکصد سال قبل تحقیقات برای پیدا کردن بوته‌های چغندر قندی که بذرهای با یک جوانه تولید نماید، شروع گردید (تون سند^۶ و ریتو^۷ ۱۹۰۵) لیکن موفقیت تا دهه ۱۹۳۰ هنگامی که ساویتوسکی^۸ و همکارش بوردونس^۹ چنین بوته‌های تک‌جوانه را در انستیتو تحقیقات چغندر قند در کیف^{۱۰} پیدا نمودند حاصل نشده بود. ساویتوسکی (هکس ۱۳-۱) در سال ۱۹۴۷ بعد از مهاجرت به آمریکا به تحقیقات خود ادامه داد و با بررسی وسیع در ۳۰۰۰۰ بوته چغندر قند در اورگون موفق شد که در سال ۱۹۴۸ تعداد پنج بوته تک‌جوانه پیدا نماید. کارهای بعدی ساویتوسکی (مراجعه شود به ۳-۴-۴-) منجر به تولید ارقام تک‌جوانه ژنتیکی مناسب برای تولیدات کشاورزی گردید. (ساویتوسکی ۱۹۵۰).

بعنوان نتیجه در اثر همین موفقیت‌های دور از انتظار در اصلاح چغندر قند بود که ارقام تک‌جوانه ژنتیکی از سالهای ۱۹۵۷ در اختیار کشاورزان آمریکائی و از اواسط دهه ۱۹۶۰ در دسترس کشاورزان اروپائی قرار گرفت، کشت درجا پیشرفت بیشتری حاصل کرد و بذرهای پوشش‌دار سطح بذر را صاف و آنها را یکنواخت نمود. کشاورزان کشورهای اروپائی از اولین کسانی بودند که کشت درجا را بصورت نهائی (بدون تنک) در مناطقی که امکان سبز کردن کامل گیاه میسر بود تجربه کردند. کشت درجا هنگامی میسر گردید که مشکل مبارزه شیمیائی با

1- W.knolle

4- Decorticted seed

7- Rittue

10- Klev

2- Halle

5- Walker

8- Savitsky

3- R.Bainer

6- Townsend

9- Bordonos

علف‌های هرز در مزارع برطرف گردید در سال ۱۹۵۰ بدنبال تحقیقات وسیع در آمریکا، اولین علف‌کش انتخابی چغندرقند بنام پروفام^۱ (آی پی سی) به کشاورزان معرفی شد. این علف‌کش بدون خسارت زیاد به بوته‌های جوان چغندرقند کلیه علفهای باریک برگ را از بین می‌برد. بدنبال این علف‌کش، علف‌کشهای دیگر تهیه که خسارت آن به چغندر کمتر و مصرف آن به صورت محلول پاشی در مراحل گیاهچه‌ای کلیه علفهای پهن برگ را از بین می‌برد. تعدادی از علف‌کشهای مهم (وسالهایی که برای اولین بار در منابع معرفی شدند) عبارتند از: دی‌آلات^۲ (آوادکس ۱۹۵۹)، کلریدازون^۳ (پیرامین ۱۹۶۲) فن مدیفام^۴ (بتانال ۱۹۶۷)، اتروفوسات^۵ (نوترون یا ترامات ۱۹۶۹) و متامیترون^۶ (گلتیکس ۱۹۷۵).

در دهه ۱۹۶۰، مصرف سموم علف‌کش انتخابی همراه با بذره‌های تک‌جوانه جدید ژنتیکی کارهای کارگری برای تنک و وجین را به میزان قابل ملاحظه غیر ضروری نمود. اصلاح اولین رقم تک‌جوانه ژنتیکی که در مقایسه با ارقام چندجوانه قدیمی محصول مناسبی تولید کند با سرعت غیر قابل انتظاری انجام شد. نتیجه این کار یک واقعه مهم دیگر را بدنبال داشت و آن پیدایش نر عقیم سیتوپلاسمی در اصلاح نباتات بود. آون^۷ متخصص اصلاح نباتات آمریکائی این پدیده را در تک بوته‌های چغندر پیدا کرد و از آن برای کنترل گرده افشانی و تلاقی لاینهای خالص، در تهیه ارقام هیبرید استفاده نمود. (آون ۱۹۴۲). به طور کلی این یک قدم مهم در اصلاح چغندر بود.



شکل ۱۳-۱. دکتر وی. اف. ساویتوسکی. (۱۹۱۲-۱۹۶۵) ساویتوسکی در روسیه بدنیا آمد. بعنوان اصلاح نباتات‌چی در کیف مشغول بکار شد. بعد از جنگ دوم جهانی به آمریکا مهاجرت کرد. او با موفقیت اصلاح تک‌جوانه را در آنجا شروع نمود و هم اکنون بعنوان پدر چغندرقند تک‌جوانه شناخته می‌شود.

1- Protham (IPC)

2- Di- Allate (Avadex)

3- Chloridazon (Pyramin)

4- Phenmediphan (Betanl)

5- Ethofumesate (Tramat)

6- Metamitron (Goltix)

7- F.V. Aven

حفظ نباتات

روشهای ابداع شده برای محافظت گیاه در برابر آفات و بیماریها اهمیت کمتری از سایر زمینه‌ها نداشته است. در قرن نوزدهم کشاورزان یادگرفته بودند که اگر چغندر قند در یک تناوب کوتاه مدت کشت شود محصول آن پائین می‌آید. شاخت^۱ (۱۸۵۹) نشان داد که علت این امر وجود پارازینی بنام نماتد است که تا امروزه هم از عوامل محدود کننده کشت چغندر می‌باشد. (به ۳-۳-۱۱ مراجعه شود). تحقیقات اولیه بر روی این آفت و کنترل بیولوژی آن بوسیله گیاهان تله بوسیله کوهن^۲ انجام شد، کسی که در سال ۱۸۹۱ ایستگاه تحقیقات نماتد را در هال^۳ بنانهاد، ایستگاهی که در آن زمان در نوع خود در دنیای نظیر بود. در پایان قرن نوزدهم زارعین دریافته بودند که می‌توانند با تناوب طولانی تر از خسارت بیشترین آفت خاکزی جلوگیری کنند. سایر آفات و بیماریها که در سالهای اول صنایع قند شناخته نشده بودند و بتدریج که کشت چغندر توسعه یافت این گیاه را تهدید کردند. از مهمترین بیماریها می‌توان بیماری لکه گرد برگ (سرکوسپرا)^۴ و بیماریهای ویروسی نظیر ویروس پیچیدگی برگ یا کرلی تاپ^۵، ویروس زرد و اخیراً ویروس ریزومانیا^۶ را نام برد. این بیماریها هنوز هم مزارع چغندر قند را تهدید می‌نمایند لیکن استفاده از سموم حشره کش و توسعه ارقام مقاوم کمک نموده است تا خسارت این آفات و بیماریها تحت کنترل قرار گیرد (به بخش ۹ و ۱۰ مراجعه شود). بعد از سال ۱۹۵۰ استفاده از سموم حشره کش باعث شد تا قسمت اعظم حشرات نظیر آفات خاکزی، شته‌های ناقل ویروس (اروپای غربی) و زنجره ناقل بیماری کرلی تاپ (آمریکا) و سایر حشرات برگخوار کنترل گردند. این حشره کش‌ها باعث شدند که تولید چغندر در بیشتر کشورهایی که این گیاه کشت می‌شد تثبیت گردد.

مکانیزاسیون برداشت

برای دهه‌های متمادی در قرن بیستم، برداشت چغندر بعنوان کاری که به کارگر زیاد نیاز دارد شناخته شده بود. برای این کار به ۱۳۰ تا ۱۶۰ ساعت کارمرد در هکتار برای کندن چغندر بایبل، جمع‌آوری چغندرها در یک ردیف، سرزدن آنها با کارد و بار کردن به کامیون یا دست یا چنگک احتیاج بود.

اولین قدم برای ساخت ماشین برداشت که بتواند چغندر راکنده و سرزند قبل از جنگ اول جهانی برداشته شد. جای تعجب نیست که اولین ماشین برداشت چند منظوره هنگامی در آمریکا ساخته شد که کارگر بسیارگران و غیرقابل تامین بود. (واکر ۱۹۴۲)^۷. از این ماشینها هم برای سرزنی

1- Schacht

2- Kohn

3- Halle

4- Cercospora

5- Curly top

6- Rhizomania

7- Walker

در روی زمین و هم پس از کندن استفاده می‌شد. سیستم سرزنی ماشینی در مناطقی نظیر کالیفرنیا که چغندر قند را آبیاری نموده و خاک سنگین است دارای امتیاز بود، مخصوصاً که خاک و کلوخها را از چغندرهای برداشت شده جدا می‌کرد. در سالهای ۱۹۳۰ ماشین برداشت اسکات وینر^۱ معرفی شد که در نوع خود اولین ماشین عملی بود. چند سال بعد بلاک ولدر^۲ در ریویستا^۳ کالیفرنیا ماشین برداشتی ساخت که تا سالها مناسب‌ترین ماشین برداشت یک ردیفه در غرب بود. میله‌هایی روی لبه چرخ آهنی بزرگ نصب شده که چغندرها را از زمین کنده، شاخ و برگ را از آن جدا نموده بخاک باز می‌گرداند (شکل ۱۴-۱). در سال ۴۴-۱۹۴۳ حدود ۳۵ ماشین یک ردیفه و ۵۰ ماشین دو ردیفه از این نوع مشغول بکار شدند. در بیشتر مناطق کشاورزان ترجیح می‌دادند از ماشینهایی با سیستم سرزنی زمینی استفاده نمایند. در این ماشینها ابتدا چغندر سرزنی شده سپس از زمین کنده می‌شود. تمایل به برداشت ماشینی با حمایت‌های فعال بعضی از کارخانه‌های قند که این ماشینها را به زارعین و یا به کنتراکچی‌هایی که مجهز به تراکتورهای مناسب بودند اجاره دادند بیشتر شد. بعد از جنگ دوم جهانی حدود ۲۵ نوع ماشین برداشت مختلف بوسیله شرکت‌های بلاک ولدر، جان دیر، ایترناش، هاروستر و... در آمریکا ساخته شد. در سال ۱۹۴۵، ۹۹٪ مزارع کالیفرنیا با ماشین برداشت شدند. در سال ۱۹۴۹ حدود نصف چغندر قند آمریکا و در سال ۱۹۵۲ تمامی مزارع آمریکا با ماشین برداشت شدند.



شکل ۱۴-۱ ماشین برداشت یک ردیفه چغندر قند در کالیفرنیا، چغندر قند قبل از سرزنی از زمین کنده می‌شود.

در اروپای غربی در پیشرفتهای تکنیکی برای برداشت ماشینی بخاطر جنگ وقفه ایجاد گردید. اواسط دهه ۱۹۵۰ مهندسين اروپائی سرمایه گذاری در جهت تولید ماشینهای متعدد برداشت را شروع کردند. در آلمان و دانمارک که بیشتر مزارع چغندر قند در مساحت های کوچک کشت می شدند تمایل بیشتر به ماشینهای یک ردیفه بود که با یک نفر مرد کار می کرد. برعکس در فرانسه و بلژیک زارعین رغبت بیشتری به ماشینهای چند ردیفه داشتند که دارای واحدهای انفرادی عملیات برداشت نظیر سرزنی، کندن، جمع آوری و بارگیری بودند. هر دو روش و سایر روشهای بین این دو، بستگی به مدیریت مزارع، امکانات کارگری و تراکتوری در مناطق و کشورهای مختلف دارد.

۲-۶-۱- نوسانات کشت چغندر قند در کشورهای اروپائی

بر اساس تصمیمات اتخاذ شده در قرارداد شکر سال ۱۹۰۲ بروکسل تولید چغندر قند می بایست در تمام کشورهای اروپائی کاهش یابد. این کاهش بخصوص در فرانسه بحدی شدید بود که ظرف مدت چند سال از ۲۲۰۰۰۰ هکتار به ۶۰۰۰۰ هکتار سطح زیر کشت رسید. بعد از جنگ جهانی اول مجدداً کشت چغندر قند در فرانسه افزایش یافت بطوریکه در سال ۱۹۴۷ بالغ بر ۲۳۰۰۰۰ هکتار کشت می شد. حدود ۲۰٪ چغندرها برداشت شده در این کشور به اتانول تبدیل شد. امروزه فرانسه با ۴۲۰۰۰۰ هکتار کشت چغندر بیشترین سطح کشت را در جامعه اروپا داراست. اخیراً منطقه جدیدی در ناحیه شامپاین^۱ به کشت چغندر اختصاص داده شده که در این منطقه بزرگترین کارخانه قند جهان بنام کونانت^۲ با ظرفیت ۲۵۰۰۰ تن در شبانه روز ساخته شده است.

کشت چغندر قند در انگلستان دیر شروع شد. کوشش برای ساخت کارخانه های قند کوچکی (برای مثال در مالدن^۳ و اسکس^۴ در ۱۸۳۲ و لاونهام^۵ و سافولک^۶ در سال ۱۸۶۸) با شکست رو برو گردید. در سال ۱۹۱۲ یک کارخانه قند عمدتاً با سرمایه هلندی بهادر کانتلی، نورفولک ساخته شد. لیکن با ضرر شروع بکار نمود و پس از چهار بهره برداری تعطیل شد. بطور وضوح سرمایه گذاریهای انگلستان در تولید شکر نیشکر مربوط به مستعمرات هند غربی مانع اصلی در تولید شکر واقعی بود. اولین جنگ جهانی ارزش تهیه شکر بدون وابستگی به راههای دریائی را نشان داد و نهایتاً پیشنهاد برای سرمایه گذاری در تولید داخلی شکر با حمایت دولت رو برو شد. کارخانه قند کانتلی در سال ۱۹۲۰ مجدداً باز شد و در سال ۱۹۲۱ کارخانه دیگری در نوارک^۷ ناتینگ همشایر^۸ شروع بکار کرد. مداخله دولت در بخشودگی مالیات و بعد با اعمال سوبسید برای شکر باعث توسعه سریع صنایع قند گردید بطوریکه در سال ۱۹۲۸ پنج شرکت رویهم تعداد ۱۸ کارخانه قند احداث نمودند. بین سالهای ۱۹۲۳ و ۱۹۳۰ تولید شکر از ۱۳۰۰۰

1- Champagne

2- Connantre

3 - Maldon

4- Essex

5- Lavenham

6- Suffolk

7- Newark

8- Nottinghamshire

تن در دو کارخانه به ۴۲۰۰۰۰ تن (از ۱۸ کارخانه) افزایش یافت. در سال ۱۹۳۶ تمامی شرکتهای موجود درهم ادغام شده و شرکت جدیدی بنام بریتیش شوکر کورپوریشن^۱ را ایجاد نمودند (آنون^۲ ۱۹۶۱). از این زمان هشت کارخانه کوچک زیر فشار اقتصادی مجبور به تعطیل شدند و دولت انگلستان از ۱۰ کارخانه قند باقی مانده با نام جدید^۳ بریتیش شوگر ۱/۴ میلیون تن شکر تولید نمود. این مقدار نصف نیاز ملی بود.

در ایرلند شروع کشت چغندر قند همزمان با انگلستان بود (فوی^۴ ۱۹۷۶). در سال ۱۹۲۵ اولین کارخانه قند ساخته شد و در حال حاضر از ۳۷۰۰۰ هکتار سطح زیر کشت و دو کارخانه قند مقدار ۲۴۰۰۰۰ تن شکر تولید می‌گردد.

درست قبل از جنگ جهانی اول آلمان بزرگترین تولیدکننده شکر چغندر در جهان بود. در سال ۱۹۱۳ با تعداد ۳۴۱ کارخانه قند و سطح کشت چغندر حدود ۳۵۰۰۰۰ هکتار مقدار ۲/۷ میلیون تن شکر تولید می‌نمود. ۴۰٪ این مقدار شکر صادر می‌شد. بعد از جنگ دوم جهانی تعدادی از کارخانه‌های قند کوچک تعطیل شدند. در سال ۱۹۵۰ تنها ۸۰ کارخانه قند در آلمان غربی مشغول بکار بودند و امروزه در این قسمت آلمان ۳۹ کارخانه با ۳۸۰۰۰۰ هکتار سطح کشت بهره‌برداری می‌نماید.

متوسط محصول شکر در این منطقه ۷ تن در هکتار است. در قسمتی که قبلاً آلمان شرقی نامیده می‌شد. چغندر کمتری کشت می‌شود (۲۱۵۰۰۰ هکتار) و محصول شکر آن نیز کمتر است. علت اصلی آن کشاورزی متمرکز و برنامه‌های اقتصادی دیکته شده مرکزی بود.

برای سالها، اتحاد جماهیر شوروی بزرگترین تولیدکننده شکر چغندر جهان بود. امروزه از ۷/۲ میلیون هکتار کشت چغندر در اروپا، جمعاً ۳/۵ میلیون هکتار در جمهوریهای سابق شوروی کشت می‌گردد که از دو کشور حاصلخیز و تولید کننده شکر فرانسه و لهستان خیلی فاصله دارند. بعلاوه شرایط نامطلوب اقلیمی و اقتصادی متوسط شکر در این مناطق ۲/۶ تن در هکتار و به مراتب کمتر از کشورهای اروپای غربی (۶ تا ۹ تن در هکتار) و لهستان (۴ تن در هکتار) می‌باشد. مراکز تولید چغندر قند این جمهوریها خاکهای حاصلخیز پودولیا^۵ و لهانیا^۶ و منطقه سیاه خاک اوکراین^۷ می‌باشد لیکن در مناطق ترکستان نیز با آبیاری کشت می‌شود.

بر اساس محاسبات آماری در سالهای اخیر بالاترین مقدار شکر در کشورهای اتریش، فرانسه، بلژیک، هلند و آنچه که آلمان غربی نامیده می‌شد و مراکز اروپا و شمال آلپ تولید می‌گردد. تولید چغندر قند در حوزه مدیترانه (اسپانیا، ایتالیا، یونان، یوگسلاوی و ترکیه) با توجه به تغییرات اقلیمی، متغیر بوده و محصول ریشه هنگامی که موفق به آبیاری نباشند و بیماریهای نظیر

1- British Sugar Corporation

3- British sugar

6- Volhnia

4- Foy

7- Ukrain

2- Anon

5- Podolia

لکه گرد برگ بروز نماید کافی نخواهد بود. تغییرات شدید تولید در کشورهای سابق شوروی جائیکه خشکی و یخبندان از عوامل مهم محدود کننده در این مناطق است مشاهده می گردد.

۳-۶-۱- صنایع چغندر قند در آمریکا

در نیمه اول قرن بیستم کشت چغندر قند در آمریکا بطور مداوم گسترش یافت. (براون ۱۹۳۷) هدف سیاست تجاری آمریکا حمایت از صنعت قند کوچک داخلی بود، در سال ۱۹۳۴^۱، اصلاحیه جونز کاستیکان به صورت قانون در آمد و ضمن کنترل تولید شکر داخلی، مالیاتی برای واردات شکر نیز وضع گردید، (قانون شکر تاسال ۱۹۷۴ باقی ماند انون^۲ ۱۹۵۹، کوتزل^۳ ۱۹۵۲ و سودر^۴ ۱۹۷۱).

در دهه ۱۹۵۰ در ۲۲ ایالت بالغ بر ۳۶۰۰ هکتار چغندر قند با آبیاری کشت می شد. مراکز تولید چغندر قند شامل کالیفرنیا، مناطق مرکزی کوهستانی، گریت پلین^۵ شرق کوههای راکی^۶ (از مونتانا تا تگزاس) دره رد ریور^۷ (داکوتای شمالی و مینسوتا) و منطقه گریت لیک^۸ (میشگان اوهایو) می باشند. در سالهای اخیر تعداد کارخانه های قند (از ۶۶ کارخانه در سال ۱۹۶۰ به ۳۴ کارخانه در سال ۱۹۸۹) کاهش یافته است چرا که کارخانه های کوچک قابلیت رقابت با کارخانه های مجهزتر و واقع در مناطق مساعدتر را نداشتند. در حال حاضر فقط ۴۰٪ شکر مصرفی آمریکا از تولید چغندر داخلی است.

در سال ۱۸۸۱ در کانادا کشت چغندر قند در ایالت کبک^۹ آغاز گردید ولی با موفقیت ادامه نیافت. در اوایل قرن بیستم شرکتهای متعددی کشت چغندر را در ایالت اونتاریو متداول کردند. در حال حاضر فقط از دو کارخانه قند در منطقه کوچکی از آلبرتا^{۱۰} و مانیتوبا^{۱۱} بهره برداری می شود.

در آمریکای جنوبی کشت چغندر به کشور اورگوئه (با دو کارخانه قند) و شیلی (با پنج کارخانه قند) محدود می گردد.

۴-۶-۱- کشت چغندر قند در آسیا و آفریقا

کشت چغندر قند ابتدا در ژاپن در سالهای حدود ۱۸۸۰ بایک کارخانه کوچک که در هوکایدو احداث شد متداول گردید. کشت بیشتر آن حدود سالهای ۱۹۲۰ شروع و هم اکنون سالیانه حدود ۶۸۰۰۰۰ تن شکر تولید می گردد. از اول دهه ۱۹۲۰ در ترکیه کشت چغندر قند شروع شد امروزه

1- Jones Costigan Amendment

3- Cottrell

6- Rocky

9- Quebec

4- Souder

7- Red River

10- Alberta

2- Anon

5- Great Plain

8- Great Lake

11- Manitoba

از ۲۷ کارخانه قند در این کشور بهره‌برداری می‌شود و قسمت اعظم شکر تولیدی صادر می‌گردد. در سایر کشورهای آسیائی (پاکستان، سوریه، چین، ایران و عراق) کشت چغندر قند بعنوان یک محصول زراعی بعد از جنگ دوم جهانی آغاز شد.

بالاخره تولید چغندر قند در بعضی از مناطق شمالی آفریقا ابتدا در مصر و الجزایر و بعدها در مراکش و تونس شروع شد. اطلاعات جهانی در مورد تولید شکر توسط شرکت لیخت^۱ همه ساله (از سال ۱۹۲۹) با نام آمار جهانی شکر منتشر^۲ می‌گردد. اطلاعات بیشتر را می‌توان از دیر (۱۹۵۰) و آمار فائو (۱۹۶۱) دریافت نمود.

۷-۱- گذشته و آینده چغندر قند

توسعه سریع روشهای کشت چغندر قند و مراحل تبدیل آن (آی-آ-آ-بی ۱۹۸۲)^۳ که نتیجه‌اش زراعت موفقیت‌آمیز بوده، برای سالها باعث درآمد هرچه بیشتر زارعین و توسعه اقتصاد ملی شده است. از آنجائیکه چغندر قند یکی از محصولات پر درآمد در تناوب می‌باشد. خاک را در بهترین شرائط برای کشت غلاتی که بعداً کشت می‌گردند نگه می‌دارد. لذا در هر جا کشت گردد می‌تواند سیاست کشاورزی منطقه را تحت تاثیر قرار دهد. محصولات فرعی این زراعت بجز شکر نظیر تفاله، ملاس و آهک به چرخه کشاورزی باز می‌گردد و باعث افزایش فرآورده‌های دامی و حاصلخیزی خاک می‌گردند. افزایش تعداد دام بدون افزایش سطح زیر کشت برای تولید علوفه‌ای در مناطقی که چغندر کشت می‌گردد تایید شده است. کارخانه‌های قند بصورت تکنیکی بهبود و توسعه یافته‌اند و در نتیجه تعداد آنها در سالهای اخیر کاهش یافته است (انستیتیوی چغندر قند ۱۹۸۳)^۴.

منافع کشت چغندر در اقتصاد ملی و در مناطق معتدل که بیشتر کارخانه‌های قند دنیا در آنجا احداث شده‌اند بسیار زیاد است. چراکه موجب به وجود آمدن قانون حمایتی و حفظ این تدبیر در کشورهای تولید کننده چغندر قند شد تا به وسیله آن شرایط اقتصادی را برای تولید داخلی کشورها ایجاد نماید و نیز سهم درآمد ملی را بوسیله تولید کنندگان چغندر قند محلی تضمین نماید. در همین راستا مصرف کنندگان از افزایش شدید قیمت جهانی و همچنین از کمبود غیر منتظره شکر در بحرانهای بین‌المللی محافظت می‌گردیدند (تیموشنکو^۵ و سورلینگ^۶ ۱۹۵۷ و آنون^۷ ۱۹۵۹).

همانند گذشته چغندر قند به‌مراه نیشکر از منابع ضروری شکر خواهند ماند. معرفی

1- Licht

2- World Sugar Statistic

3- L.L.R.B

4- Institute fur zuckeruben forchung

5- Timoshenko

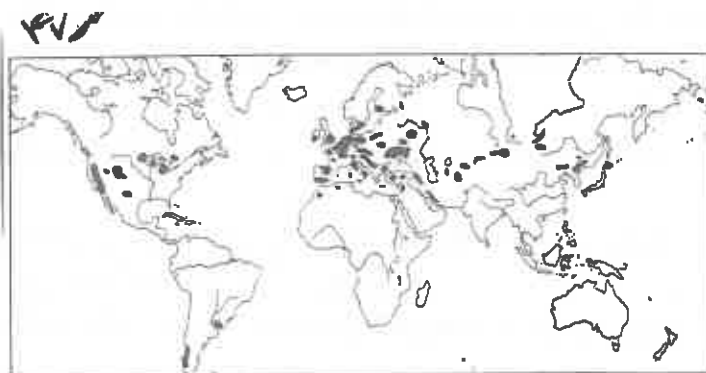
6- Swerling

7- Anon

ایزوگلوکزها (اچ، اف، سی، اس)^۱ و محلول مخلوط فروکتوز و گلوکز که از هیدرولیز آنزیمی نشاسته ذرت و گندم بدست می‌آید نیز می‌تواند تقاضای افزاینده شکر کریستاله را در بازار جهانی متوقف نماید.

تولید شیرین‌کننده‌های مصنوعی ممکن است ادامه و افزایش یابد و با شکر از نظر کالری رقابت نماید لیکن مصرف آن به ارزشیابی آنها توسط علوم پزشکی داشته و پذیرش آن از سوی مصرف‌کنندگان بستگی خواهد داشت.

در نهایت بایستی موارد استفاده‌های دیگری برای این محصول و فرآورده‌های آن یافت. بعضی از محصولات کشاورزی بعنوان منابع تجدید شونده با ارزش در مقابل سوخت‌های فسیلی و عمدتاً برای تولید سوخت مطرح می‌شوند. گیاهانی که دارای محصول بالا کربوهیدراته قابل تبدیل مواد باشند برای این منظور مفید هستند و در مناطق معتدله جهان گیاهانی که تولید ساکارز می‌کنند می‌تواند برای این مقصود کشت گردند. چغندر قند یکی از چنین گیاهانی است که در شرایط مناسب مقدار ۸ تا ۱۰ تن شکر در هکتار تولید می‌کند که معادل ۵۰۰۰ تا ۶۰۰۰ لیتر اتانول در هکتار می‌باشد. در آینده نزدیک هنوز قسمت اعظم فرآورده‌های چغندر شکر کریستال باقی خواهد ماند و از مواد غذایی اولیه است که افراد معدودی تمایل به حذف آن از رژیم غذایی خود دارند.



شکل ۱۵-۱. توزیع مناطق کشت چغندر قند در دنیا

۸-۱- تقویم تاریخ

قبل از میلاد مسیح

۷۵۰ سال قبل از میلاد: احتمالاً چغندر از نوع برگی آن در باغ پادشاه بابل کشت می‌شده است.

۴۲۵ سال قبل از میلاد: چغندر بعنوان سبزی باغی در یونان (آریستوفان) (۱) کشت می‌شده است.

۲۰۰ سال قبل از میلاد: بتا در ایتالیا شناخته شد و ابتدا بوسیله کاتو (۲) و سپس بوسیله پلینی (۳) و کولوملا و دیگران نام برده شده است.

بعد از میلاد مسیح

۸۱۲: بتادر کاپیتولا رشارل مانی بعنوان سبزی مورد توصیه اشاره شده است. در اواخر قرون وسطی چغندر بعنوان سبزی در ایتالیا، فرانسه، اسپانیا و آلمان کشت می‌شده است.

۱۵۸۳: کاسالپینوس گونه‌های مختلف چغندرها را شرح داد.

۱۷۳۷: مارگراف شکر واقعی را در ریشه چغندرها سفید و قرمز کشف نمود.

۱۷۸۴: آشارد (برلین) بررسی‌هایی را در خصوص مقایسه ارقام بتابه منظور تولید شکر شروع نمود.

۱۷۹۹: اولین نوشته‌های آشارد در خصوص چغندر برای تولید شکر منتشر گردید.

۱۸۰۱: حمایت فردریک ویلیام سوم پادشاه پروس از آشارد بمنظور خریدن ملکی در کونرن سیلسیا و نصب اولین کارخانه.

۱۸۰۲: اولین بهره‌برداری کارخانه قند کونرن باریشه‌های چغندری که در سال قبل برداشت شده بود در ماه مارس سال بعد انجام شد. در روسیه اولین کارخانه در نزدیکی تولا ساخته شد.

۱۸۰۵: موریتس بارون وان کپی اولین کارخانه قند در کراین سیلسیا احداث نمود.

۱۸۰۶: ناپلئون تحریم بین قاره ای را شروع می‌نماید.

۱۸۰۹: مهمترین کار آشارد تحت عنوان "دی اوروپیش زوگراف بریکاسیون اوز رونکل روبن" منتشر شد.

۱۸۱۱: در ۲۵ آوریل، ناپلئون اولین فرمان تولید چغندر قند را در فرانسه صادر کرد.

۱۸۱۵: کرسپل تولید چغندر قند را در آراس شروع کرد.

۱۸۲۰: دمباسل مقاله "فت ابزو اسیون سور لا فابریکلاسیون دوسوکر دویتراو" را در پاریس منتشر نمود.

۱۸۲۲: بسته شدن کارخانه قند در کراین، برای سالها تمامی تولید چغندر قند در آلمان و اطریش متوقف شد. در فرانسه ۱۰۸ کارخانه قند مشغول به کار بودند.

۱۸۳۰: در پاریس ویلمورن شروع به انتخاب چغندر قند بر اساس شکل ظاهری آنها نمود. در

روسیه ۳۰ کارخانه قند مشغول فعالیت شدند. پیشرفتهای حاصله در تولید چغندر قند در فرانسه سبب تشویق آلمان و اطریش به تولید مجدد چغندر شد.

۱۸۳۸: اولین کارخانه قند در آمریکای شمالی و در نورث هامپتون ماساچوست ساخته شد. این کارخانه تنها سه سال کار کرد.

۱۸۴۲: ونتزک پلاریمتر را ابداع و به کارخانه‌های قند معرفی نمود.

۱۸۵۰: لوئی ویلمورن با استفاده از وزن مخصوص چغندر قند بعنوان شاخص درصد قند کار سلکسیون سیستماتیک چغندر قند را شروع نمود.

۱۸۶۲: روبرت روش دیفوزیون را برای بهبود استحصال شکر از ریشه طراحی نمود.

۱۸۸۰: اولین کارخانه قند در هوکایدو ژاپن ساخته شد. برای اولین بار تولید شکر چغندر از شکر نیشکر فزونی یافت.

۱۹۰۲: قرارداد شکر بروکسل

۱۹۲۷: ایجاد اتحادیه بین المللی تولیدکنندگان چغندر قند در اروپا (CIBE)

۱۹۳۲: تأسیس مؤسسه بین المللی تحقیقات چغندر قند (IIRB)

۱۹۳۸: نخستین آزمایشهای موفقیت آمیز با بذر منوژرم تکنیکی چغندر قند (کنول)

۱۹۴۲: تولید گیاهان نر عقیم و آغاز دورگ‌گیری با استفاده از لاینهای نر عقیم (اُن)

۱۹۴۸: اصلاح چغندر قند منوژرم ژنتیکی (ساویتسکی)

۱۹۸۹-۹۰: تولید جهانی شکر از چغندر قند برابر با ۴۰ میلیون تن در سال است.

فصل دوم

بیولوژی و فیزیولوژی گیاه چغندر قند

۱-۲ مقدمه

چغندر^۱ گیاهی از خانواده کنوپودیاسه^۲ است و همانند بسیاری دیگر از اعضای این خانواده مقاوم به تنش شوری است. چغندر گونه‌ای با اشکال متغیر است و چهار گروه اصلی آن از نظر کشاورزی با اهمیت می‌باشند: چغندر برگ، چغندر باغی (چغندر لبویی) چغندر علوفه‌ای و چغندر قند. این گروه‌ها در فصل اول این کتاب توضیح داده شده‌اند. تمام این گروه‌ها دیپلوئید و ۱۸ کروموزومی می‌باشند در صورتی که اغلب واریته‌های جدید اروپائی هیبرید تریپلوئید هستند که از تلاقی پایه مادری دیپلوئید نر عقیم^۳ و تتراپلوئیدهای گرده افشان حاصل گردیده‌اند (به فصل ۳ مراجعه شود). اندام ذخیره کننده چغندر قند معمولاً^۴ ریشه خوانده می‌شود، اگرچه حدود ۹۰٪ آن در حقیقت از ریشه گیاه تولید شده و ۱۰ درصد بالای آن (تاج) از هیپوکوتیل سر منشاء گرفته است (شکل ۱-۲). برنامه‌های سلکسیون و اقدامات پیشرفته کشاورزی موجب افزایش درصد ساکارز تا ۱۸ درصد نسبت به وزن تر و ۷۵ درصد نسبت به وزن خشک ریشه چغندر قند شده است.

چغندر قند یک گیاه دو ساله است. در سال اول بدلیل جوانه‌زنی اپی‌ژئال^۴ (نوعی از جوانه‌زنی بذر در خاک که بدلیل رشد طولی قابل توجه هیپوکوتیل، کوتیلدون‌ها از خاک بیرون می‌آید) تولید یک دسته‌ازبرگهای سبز تیره، صاف و براق با رگبرگهای نمایان و دم‌برگ قوی می‌گردد. تولید برگ در اولین فصل رشد ادامه داشته و این درحالی است که ریشه متورم شده

1- Beta vulgaris

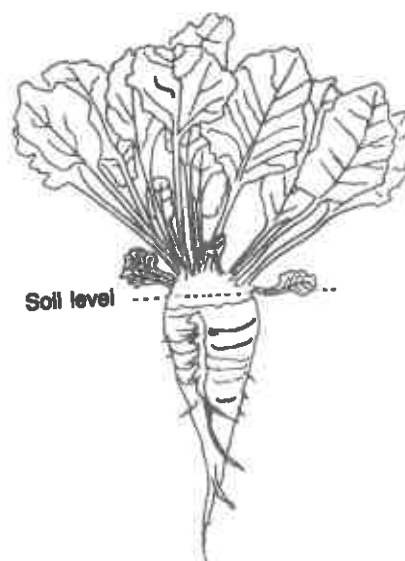
2- Chenopodiaceae

3- Male - sterile

4- Epigeal

وساکارز ذخیره می‌نماید. محصول ریشه معمولاً قبل از یخبندان زمستانه برداشت می‌گردد و ممکن است تا ۱۵ تن شکر از ۸۳ تن ریشه در هکتار استحصال گردد.

جهت گلدهی گیاه چغندر قند در سال دوم رشد بهاره^۱ کردن ضروری می‌باشد. این پدیده معمولاً در زمستان و در آخر سال اول کشت گیاه صورت می‌گیرد. لیکن پس از استقرار گیاه جوان نیز سرمای زیر صفر می‌تواند موجب بهاره شدن گیاه شود. در این صورت بوته‌هایی به ساقه می‌روند که جهت گلدهی نیاز کمتری به ورنالیزاسیون دارند (فیک^۲ و همکاران، ۱۹۷۵). ریشه بوته‌های به ساقه رفته ساکارز خود را از دست داده و بشدت خشبی می‌گردند بنابراین به ساقه رفتن تعداد زیادی بوته در مزرعه تولید ریشه، باعث نقصان محصول ریشه و در نهایت محصول شکر خواهد شد.



شکل ۱-۲. یک گیاه چغندر قند بالغ

بعد از بهاره شدن، ساقه طویل می‌شود (شکل ۲-۲) و گلدهی و تکامل بذر (مراجعه شود به ۲-۴) انجام می‌گردد. بذر توسط پوشش گل که به مرور سفت و چوبی می‌شود در داخل تخمدان محافظت می‌گردد. "گل‌های مرکب" بصورت دسته‌های دو تا هفت تایی ظاهر می‌شوند گل‌های کنار هم در هر یک از دسته‌ها، آنچنان بهم می‌چسبند که قطعه سفت بهم پیچیده‌ای را به

قطر ۳-۵ میلیمتر می‌سازند. اگر هر یک از این دسته‌های چند جوانه^۱ برای محصول ریشه کاشته شوند چند جوانه تولید می‌کند که لازم است با صرف هزینه زیاد در اوائل رشد گیاه، تنک دستی انجام شود. این مشکل را می‌توان با تقسیم فیزیکی بذرهای چندجوانه و یا توسط نوارهای پولیش بذر و چرخهای برش بذر به قطعات کوچکتر و ترجیحا^۲ به تک بذر تبدیل نمود (مراجعه شود به فصل ۴). این روش‌ها بطور کامل با موفقیت همراه نیست و قطعا^۳ موجب کاهش درصد جوانه‌زنی می‌گردد.

یک روش موفق‌تر اصلاح و تهیه بذر تک‌جوانه^۲ است که در آن در هر گره گل آذین تنها یک گل منفرد تولید می‌گردد. می‌توان گیاهان نرعیتم تک‌جوانه را با گیاهان چندجوانه گرده‌افشان تلاقی داد تا بذرهای تریپلوئید تک‌جوانه تولید و توسط بذر افشان‌های دقیق کار کشت گردد و در نتیجه زراعتی تولید نماید که نیاز به تنک ندارد.

کنترل دقیق آفات و بیماری‌ها و علف‌هرز، مصرف بموقع کودها و اجتناب از خشکی، اجزا دیگری از یک عملیات زراعی خوب هستند که در بخشهای بعدی این کتاب مورد بحث قرار گرفته‌اند. در این فصل نکات مهمی از رشد رویشی (همراه با تاکید مخصوص روی بیوشیمی و فیزیولوژی فتوسنتز و تشکیل ساکارز، انتقال و ذخیره) و رشد زایشی گیاه توضیح داده می‌شود.



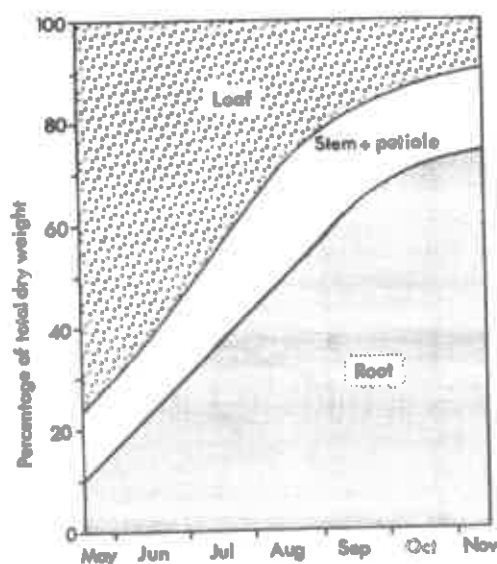
شکل ۲-۲ یک گیاه به گل رفته چغندر قند

۲-۲- استتقرار گیاه و رشد رویشی

در بیشتر زراعت‌های نوین از بذره‌ای تک‌جوانه استفاده می‌شود و با هدف تولید برای حداقل ۷۵۰۰۰ بوته در هکتار ۱۰۰۰۰۰ بذر توسط بذرآفشانهای دقیق کار کشت می‌گردد. گیاهچه‌های تولید شده از بذره‌ای بزرگتر قوی‌تر از گیاهچه‌های تولید شده از بذره‌ای کوچکتر می‌باشند، درجه‌بندی بذر یک بخش مهم از تولید بذر است. (به فصل ۴ مراجعه شود)

۱-۲-۲- رشد و تکامل برگ

زمانی که گیاهچه مستقر گردید، گیاه وارد یک دوره شروع رشد برگ می‌شود که طی آن ریشه از رشد بسیار کمی برخوردار است. به‌طوریکه گیاه در ۶ هفته با داشتن ۸-۱۰ برگ دارای ریشه کوچکی است (میلفورد^۱ ۱۹۷۳؛ اسکات و همکاران^۲ ۱۹۷۴). مطالعات دقیق توسط میلفورد و همکاران (۱۹۸۵) نشان داد که برگهای بالغ تا مرحله ۱۲ برگ، بطور مرتب بزرگتر می‌گردند ولی برگهایی که بعداً تشکیل می‌شوند دارای اندازه کوچکتري می‌باشند. برگهای قدیمی‌تر به همان ترتیبی که تولید شده‌اند می‌میرند و شاخص سطح برگ^۳ در زمانی که بزرگترین برگ‌ها به حداکثر اندازه می‌رسند کاهش پیدا می‌کند. تولید و توسعه برگها با دوره گرما رابطه خطی دارند و از مرحله ۸-۱۰ برگ به بعد رشد برگ و ریشه همزمانی دارد، درحالی‌که ریشه بطور فزاینده نسبت بیشتری از وزن ماده خشک گیاه را تشکیل می‌دهد (شکل ۲-۳).



شکل ۲-۳- توزیع ماده خشک در طول دوره رشد (به نقل از اسکات و همکاران در سال ۱۹۷۷)

1- Milford

2- Scott

3- Leaf area index (LAI)

این گزارش میلفورد و همکاران، با گزارشهای دیگر محققین پیشین (الریچ^۱ ۱۹۵۵)، گرین^۲ و همکاران (۱۹۸۶) اختلاف دارد که اعلام نمودند ریشه و قسمت هوایی گیاه بطور مستقل از هم و در دوره‌های مشخص رشد می‌کنند. گرین و همکارانش فرضیه دیگری را ارائه داده‌اند که مبین این است، که دوره تغییر از رشد برگ‌ها به رشد ریشه مصادف با شروع تقسیم سلولی در لایه زاینده ریشه است و این تغییر تحت کنترل طول روز می‌باشد. الریچ (۱۹۵۵) قبلاً اعلام نموده بود تنها زمانی که رشد ریشه متوقف گردید، یعنی در دوره‌ای که دوره رسیدگی خوانده شده، ساکارز در ریشه انباشته شده و این امر با کاهش حرارت شب مصادف بوده است. اما میلفورد و تورن^۳ در سال ۱۹۷۳ نشان دادند که اثر این درجه حرارت پائین در نتیجه کاهش ذخیره آب بوده و هیچ تغییری در درصد ساکارز در مقایسه با مواد غیرقندی که برای پدیده رسیدگی لازم است وجود نداشته است. بعلاوه در سال ۱۹۸۸ زمانی که میلفورد و همکاران برای آزمایش رشد در ۱۱ زراعت چغندر قند در مناطق و سالهای مختلف، یک مدل قابل انعطاف‌تر از آنچه توسط گرین و همکاران (۱۹۸۸) استفاده شده بود را به کار گرفتند، هیچ شواهدی از عدم ادامه تسهیم بین قسمت هوایی گیاه و ریشه آن در هیچ یک از مراحل تکامل محصول پیدا نکردند لذا نظریه جاری مبین این است که صرف‌نظر از تاکید اولیه بر رشد برگ‌ها، مراحل جداگانه‌ای از رشد و همچنین پدیده رسیدگی در گیاه چغندر قند مشهود نیست.

۲-۲-۲- رشد و تکامل ریشه چغندر قند

ریشه حقیقی و هیپوکوتیل هر دو از اجزای اندام ذخیره کننده گیاه چغندر قند می‌باشند. افزایش در اندازه این بخش از فعالیت لایه زاینده حاصل می‌گردد. داخلی‌ترین لایه زاینده بین آوند چوبی اولیه و آوند آبکش تولید می‌شود. لایه‌های زاینده بعدی ناشی از قوه گریز از مرکز است لیکن تشکیل بافت اولیه این لایه‌های زاینده مورد اختلاف می‌باشد. آرتشوگر^۴ (۱۹۲۶) بر این باور بود که آنها از پارانشیم آوند آبکش ثانویه منشأ می‌شوند اما هیوارد^۵ (۱۹۳۸) اظهار نظر نموده است که منشأ آنها در بافت جدید خارجی‌ترین لایه مغز گیاه می‌باشد. میلفورد (۱۹۷۳) گزارش نموده است که دو حلقه اولیه در خارجی‌ترین لایه مغز گیاه شکل می‌گیرد ولی در ارتباط با افزایش اندازه قابل توجه ریشه در طول تکامل شاید این تصور راحت‌تر باشد که حلقه‌های بعدی در قسمت خارجی حلقه پیشین منشأ گرفته باشد. میلفورد (۱۹۷۳) و راپوپورت^۶ و لومیس^۷ (۱۹۸۶) نشان دادند که تشکیل حلقه‌ها از آغاز رشد و نمو شروع می‌گردد. در مطالعات آنها لایه زاینده اولیه دو هفته پس از جوانه‌زنی کامل شد و نخستین دو لایه زاینده ثانویه در هفته بعد از آن شکل گرفت. تشکیل حلقه‌ها به سرعت ادامه پیدا نمود و تا پایان شش هفتگی در زمانی که گیاه ۱۲-۱۳ برگ داشت شش حلقه قابل مشاهده بود. در این زمان غده حدود ۱-۱/۵ سانتیمتر قطر داشت. دو حلقه دیگر تا آخر هفته هشتم تشکیل گردید اما بعد از آن

1- Ulrich

2- Green

3- Thorne

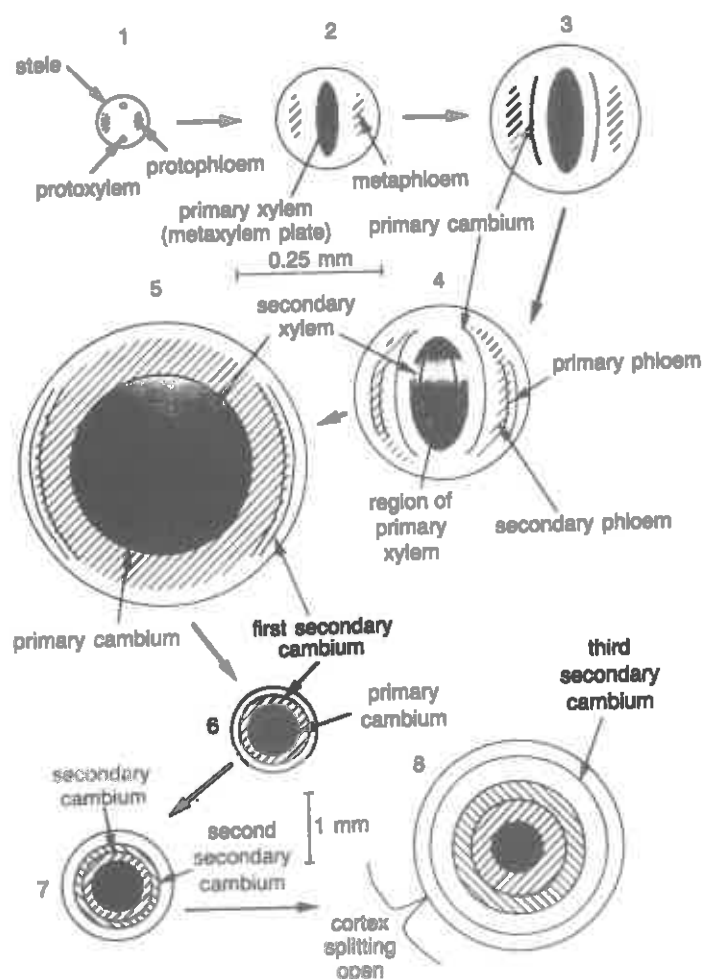
4- Artschwager

5- Hayward

6- Rapoport

7- Loomis, 1986

تشکیل حلقه‌های دیگر رو به کندي نهاد. بیشترین تعداد حلقه در زمان برداشت ۱۵-۱۲ عدد بود. پوکاک^۱ (اطلاعات منتشر نشده)، مراحل اولیه تکامل ریشه را بشرح زیر و آنچه در شکل ۲-۴ آمده خلاصه نموده است.



شکل ۲-۴ مراحل توسعه لایه زاینده اولیه و ثانویه در چغندر قند در طول مراحل اولیه رشد (پوکاک نتایج منتشر نشده)

۱- دایره محیطی استوانه مرکزی جدید با یک لایه منفرد حلقوی هم‌مرکز در مجاورت آندودرم مشخص می‌گردد. تمایز بافت‌های اولیه آوندی دقیقاً در پشت منطقه مرستمی خاص انجام می‌گیرد: دو سلول مقابل هم که در کنار محیط دایره قرار دارند بزرگ و سپس تقسیم می‌شود تا اولین آوندهای آبکش و سلولهای همراه را تشکیل دهند. بلافاصله بعد از اینکه بافت اولیه آوند آبکش تمایز یافت، دو سلول آوندی دیگر در دو طرف متقابل ریشه به صورت آوند چوبی اولیه تکامل پیدا می‌کنند.

۲- یک منطقه از متاگزیم^۱ (آخرین مرحله در تشکیل آوند چوبی اولیه) در بین دو دسته آوند چوبی اولیه تشکیل می‌گردد در جایی که متافلوئم^۲ بطرف داخل دو مبداء آوندهای آبکش رشد می‌نماید.

۳- اولین لایه زاینده ابتدا در منطقه آوندهای آبکش اولیه ظاهر می‌شود.

۴- هنگامی که لایه زاینده اولیه تکامل پیدا نمود آوند چوبی ثانویه را که اطراف آوند چوبی اولیه تشکیل شده است احاطه می‌نماید. منطقه مقابل بخش آوندهای آبکش اولیه عاری از آوندهای چوبی ثانویه می‌ماند، در اینجا لایه زاینده بافت پارانشیمی را می‌سازد که مشتمل بر دو شعاع چوبی اولیه است.

۵- با تکامل آوند آبکش ثانویه آوند آبکش اولیه از بین می‌رود نهایتاً یک حلقه کامل زاینده مقدماتی تشکیل می‌گیرد که آوند چوبی ثانویه را کاملاً می‌پوشاند. بافت آوند آبکش ثانویه به صورت نقاط دایره شکلی که توسط دو شعاع چوبی اولیه از یکدیگر جدا شده‌اند، تشکیل می‌گردد. وقتی آوند آبکش به ضخامت چهار سلول می‌رسد ظهور اولین لایه زاینده ثانویه از پارانشیم خارجی آوند آبکش و در مجاورت آوند آبکش اولیه که از بین رفته، آغاز می‌شود.

۶- لایه زاینده ثانویه تکامل پیدا کرده و بصورت یک حلقه، منطقه لایه زاینده اولیه را می‌پوشاند.

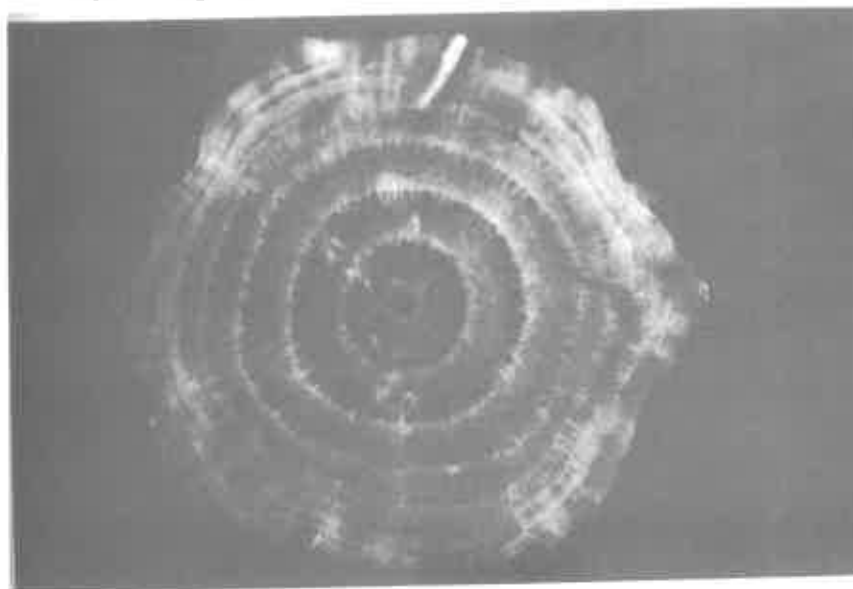
۷- لایه زاینده ثانویه تولید آوند چوبی و آبکش ثانویه می‌نماید. وقتی این آوند آبکش به ضخامت ۴ سلول برسد، ساخت یک لایه زاینده ثانویه دیگری شروع می‌شود و این فرآیند همچنان ادامه می‌یابد.

۸- پس از تشکیل سومین لایه زاینده، پوست شکاف می‌خورد و بر ضخامت ریشه افزوده می‌گردد.

اگر چه حدود ۱۵-۱۲ لایه زاینده تشکیل می‌شود ولی تنها حدود نصف این لایه‌ها در توسعه بعدی غده مشارکت دارند. بیشترین توسعه در حلقه ۲ و ۱ صورت می‌گیرد. در صورتی که لایه‌های ۸-۳ به ترتیب دارای فعالیت کمتری می‌باشند. حلقه‌های ۶-۱ تقریباً ۷۵٪ غده را تولید می‌کنند. حلقه‌های ۹ به بعد دخالت چندانی در بزرگ شدن غده ندارند. بنابراین حلقه‌هایی

که بیشتر در محصول ۲۲ هفتگی گیاه دخالت دارند در ۶ هفتگی موجود می‌باشند. توجه به این نکته ضروری است که رشد در تمام این حلقه‌ها بصورت هم زمان انجام می‌گیرد نه در ادامه یکدیگر. (الیوت^۱ و همکاران ۱۹۸۴). فعالیت لایه‌های زاینده در قسمتی از ریشه که بزرگترین ضخامت را دارد بیشتر است و شکل دوکی ریشه موجب کاهش فعالیت در قسمت بالا و پایین منطقه ضخیم‌تر ریشه می‌گردد.

آشکار شدن ساختمان حلقوی ریشه بالغ، در برش عرضی (شکل ۵-۲) به تناوب بخش‌های آوندی و پارانشیمی مربوط است. این بخش‌ها از طریق تقسیم، بزرگ شدن و تمایز آنچه توسط لایه زاینده پدید می‌آید، تشکیل شده است. هر منطقه آوندی شامل یک سری دسته‌های آوندی است که توسط شعاع‌های پارانشیمی متمایز شده‌اند. دسته‌های آوندی شامل آوند چوبی بطرف داخل و آوند آبکش بطرف خارج می‌باشند. هریک از مناطق آوندی توسط یک بخش از سلولهای پارانشیمی از منطقه بعدی متمایز شده است. بنابراین برش عرضی ریشه (شکل ۵-۲) نشان می‌دهد که مغز مرکزی آوند چوبی و آبکشی، توسط مناطق آوندی و پارانشیمی که بصورت تناوب و پی‌درپی قرار دارند احاطه شده است. هیوارد (۱۹۳۸) بر این عقیده بود که مناطق پارانشیمی از آوندهای آبکش که دارای تکثیر سریع سلولی می‌باشند و از مغز پارانشیمی تشکیل شده‌اند. تعداد زیادی از اتصال‌های جانبی حلقه‌های بافت آوندی را به هم متصل کرده و موجب توزیع مواد حاصل از فتوسنتز از هر برگ به هر منطقه‌ای می‌گردند (جوی^۲ ۱۹۶۴).



شکل ۵-۲ برش مقطعی ریشه‌های ذخیره‌ای چغندر قند

ساکارز از طریق آوندهای آبکش وارد ریشه می شود و در واکوئل های سلولهای پارانشیمی در مناطق آوندی و پارانشیمی جای می گیرد. بیشترین غلظت ساکارز در سلولهای مربوط به مناطق آوندی وجود دارد (هیوارد^۱ ۱۹۳۸؛ زامسکی^۲ و ازینها^۳ ۱۹۸۱). درصد ساکارز در مرکز قطورترین بخش ریشه بیشتر است. این غلظت در بالا، پائین و خارج از این نقطه کاهش پیدا می کند. میلفورد در سال ۱۹۷۳ درصد ساکارز را با بررسی رابطه آن و اندازه سلول دقیقاً مورد مطالعه قرار داد. او دریافت که با افزایش اندازه سلول تا $10^8 - 10^5$ سانتی متر مکعب، درصد قند سلول تقریباً به تناسب حجم آن افزایش می یابد. لیکن در سلولهای بزرگتر افزایش نسبی درصد قند نقصان یافت اگرچه افزایش آب و وزن ماده خشک مواد غیرقندی متناسب با افزایش حجم سلول ادامه یافت. او نتیجه گیری نمود که اندازه سلول یک عامل تعیین کننده در غلظت ساکارز می باشد. سلولهای پارانشیمی در منطقه آوندی نسبتاً کوچکتر از آنهایی بودند که در داخل حلقه مرکزی (منطقه پارانشیمی) قرار داشتند و این با اعداد و اطلاعات مربوط به توزیع ساکارز مطابقت داشت.

وایز^۴ (۱۹۷۹) دلیل دیگری را پیشنهاد نمود مبتنی براین که حرکت ساکارز از آوندهای آبکشی به سلولهای ذخیره ای به صورت اپوپلاستیک می باشد. او اظهار نظر نمود عاملی که ذخیره ساکارز را در یک سلول اداره می کند فاصله سلول از نزدیکترین مجرای آوند آبکش است. در میان منطقه حلقه مرکزی سلولهایی که به آوند آبکش نزدیکتر هستند جوانتر و کوچکتر و آنهایی که دورتر هستند بزرگتر و پیرتر می باشند. سلولهای کوچکتر دارای ساکارز بیشتر بوده و دلیل آن نزدیکی آنها به آوند آبکش می باشد و هیچ خصوصیات ارثی برای ارتباط اندازه سلول با توانایی برای ذخیره ساکارز وجود ندارد. سلولهای پیرتر از مسیر انتشار دورترند بنابراین دارای درصد ساکارز کمتری می باشند. البته این پدیده به انتقال ساکارز به حالت اپوپلاستیک^۵ یا سیمپلاستیک^۶ بستگی دارد.

۳-۲-۲- بهینه سازی ظرفیت ذخیره ساکارز

موضوعهایی که در بخش ۲-۲-۲ مورد بحث قرار گرفت زمینه را برای مواجهه با مسئله تلفیق کردن عملکرد بالای ریشه و درصد بالای ساکارز که مدتها به نژادگران را درگیر ساخته است فراهم می آورد. همبستگی منفی قوی بین این دو عامل در محصول شکر به نژادگران و متخصصین علوم کشاورزی را برآن داشت تا توجه خود را در جهت افزایش درصد ساکارز تا حد ۱۸٪ معطوف دارند. اطلاعات بدست آمده توسط میلفورد (۱۹۷۳)، وایز (۱۹۷۹) و دانی^۷ و همکارانش (۱۹۸۱) همگی دلالت بر آن داشتند که درصد بالای ساکارز ممکن است در یک ریشه چغندر که دارای منطقه آوندی بیشتر و مسیر انتشار کوتاهتر بین آوند آبکش و واکوئل های ذخیره

1- Hayward

2- Zamski

3- Azenhot

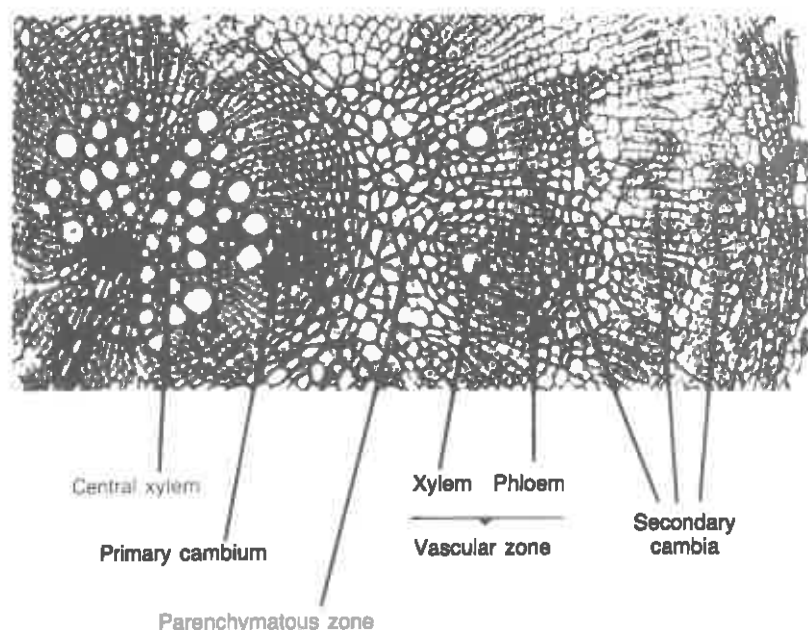
4- Wyse

5- Apoplastic

6- Symplastic

7- Doney

کننده قند باشد قابل دسترسی باشد. نیل به افزایش ظرفیت ذخیره نمودن ساکارز از طریق ایجاد تغییرات در ساختمان غده چغندر قند مستلزم آگاهی‌های بسیار دقیق و پیچیده از تکامل لایه‌های زاینده و تقسیم سلولی، رشد و تمایز یابی می‌باشد. این آگاهی‌ها می‌تواند به نژادگران و متخصصین علوم کشاورزی و مهندسين ژنتیک را در جهت افزایش محصول شکر یاری دهد. اگرچه کنترل هورمونی در تشکیل و فعالیت بافت زاینده، و تمایز و تشخیص متفرعات نسوج زاینده خوب شناخته، نشده است (الیوت^۱ ۱۹۸۲) ولی دلائل و شواهدی مبنی بر دخالت اکسین^۲، ژبرلین^۳، سیتوکینین^۴ و اسید آبسیسیک^۵ وجود دارد.



شکل ۶-۶- جزئیات برش عرضی ریشه چغندر قند

در ارتباط با تنظیم رشد غده گزاریشهایی مبتنی بر لزوم اسید ایندول استیک^۶ و سیتوکینین‌ها برای تشکیل نسوج زاینده آوندی (توری و لومیس^۷ ۱۹۷۶)، نینگ و ورن^۸ (۱۹۸۰) و برای تداوم فعالیت نسوج زنده (پیترسن^۹ ۱۹۷۳) ارائه شده است. نقش ژبرلین‌ها مورد اشاره گارود^{۱۰}

۱- Elliott

۴- Cytokinin

۷- Torrey and Loomis, 1976

۱۰- Garrod, 1974

۲- Auxin

۵- Absciscic acid (ABA)

۸- Ting and Wern, 1980

۳- Gibberellin

۶- Indole acetic acid (IBA)

۹- Petersen, 1973

(۱۹۷۴)، استارک و استرادووسکا^۱ (۱۹۷۶) قرار گرفته است.

در سال ۱۹۸۴ الیوت و همکاران تغییرات در پروفایل‌های هورمونهای گیاهی چغندر قند را از کاشت تا برداشت تعیین نمودند. غلظت اسیداندول استیک^۲ سیتوکینین، ژیرلین و ABA مورد محاسبه قرار گرفت و تغییرات آنها مخصوصاً هنگامی مراحل بافت شناسی گیاه مانند ۱- ظهور لایه زاینده، ۲- تقسیم سلول^۱ (تقسیم سلول لایه زاینده و متعاقب آن تقسیم فرآورده‌های لایه زاینده) ۳- ازدیاد سریع سلولها به طور محسوستر با مراحل تکامل ریشه در ارتباط است.

در طول تشکیل نسوج زاینده (وقتی که ماده خشک ریشه بین ۱-۰ گرم بود)، میزان IAA، سیتوکینین و ژیرلین‌ها زیاد و میزان ABA پائین بود. در پایان این دوره رشد و نمو، IAA، سیتوکینین‌ها و ژیرلین‌ها به شدت کاهش پیدا نمود در حالی که میزان ABA رو به افزایش نهاد. دقیقاً قبل از دوره رشد سریع سلولی میزان ژیرلین افزایش شدید نشان داد و این در حالی بود که سطح IAA و سیتوکینین‌ها همانگونه در حد پائین قرار داشت. میزان ABA نیز بدون تغییر ماند.

در طول دوره‌ای که تقسیم سلولی در حداکثر خود قرار داشت (وزن ماده خشک ریشه بین ۶۰-۲۰ گرم بود) تعداد سلولها افزایش تصاعدی نشان داد. قبل از شروع این دوره میزان IAA، سیتوکینین‌ها و ABA رو به افزایش نمود تا به یک میزان حداکثر جدید در این مرحله رسید سپس به کندی رو به کاستی نهاد. میزان ژیرلین در آغاز این مرحله رو به کاهش بود و بعد اندازه آن بی تغییر ماند. متعاقباً هنگامی که وزن ماده خشک ریشه به ۹۰ گرم رسید میزان همه هورمونها رو به کاهش گذاشت و آنها در بقیه فصل رشد بسیار پائین بود.

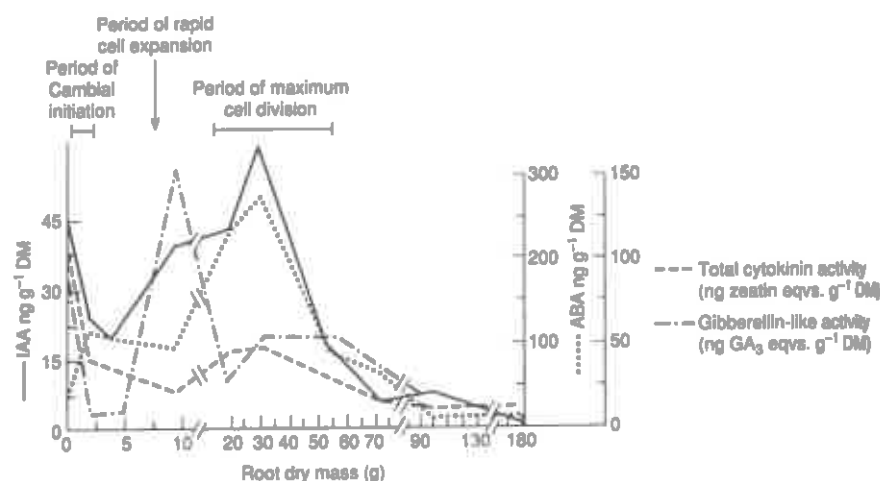
نتایج حاصله موافق این فرضیه است که تغییرات در موازنه هورمونها عامل تنظیم فرآیند تکاملی است که خود رابطه میزان محصول و قند را تعیین می‌کند. بهر حال این هم ممکن است که تغییرات تکاملی تعیین کننده تغییرات هورمونهای گیاهی است و یا اینکه تغییرات در فرآیند تکاملی و همچنین در میزان هورمونهای گیاهی بطور همزمان ولی غیروابسته به یکدیگر اتفاق افتاده است. به منظور روشن نمودن این احتمالات، در سال ۱۹۸۴ هاسفورد^۳ و همکارانش سه رقم تجارتي از چغندر قند، علوفه‌ای و برگی را که از نظر آناتومی، تسهیم مواد غذایی و غلظت ساکارز و ماده خشک ریشه اختلاف قابل توجهی داشتند مورد استفاده قرار دادند. غلظت IAA، سیتوکینین و ABA را در طول دوره رشد ریشه‌ها اندازه‌گیری و نتایج بدست آمده با سه مرحله زیر ربط داده شد: ۱- درست در زمانی که نسوج زاینده تشکیل شدند ۲- زمانی که تقسیم سلولی در نهایت فعالیت خود بود ۳- در طی رشد سریع سلولی. همانگونه که در شکل ۷-۲ نشان داده شده است، در چغندر قند دوره تشکیل نسوج زاینده (وقتی که حداکثر وزن ماده خشک ریشه یک

1- Starck and Stradowska, 1976

2- Indole acetic acid (IAA)

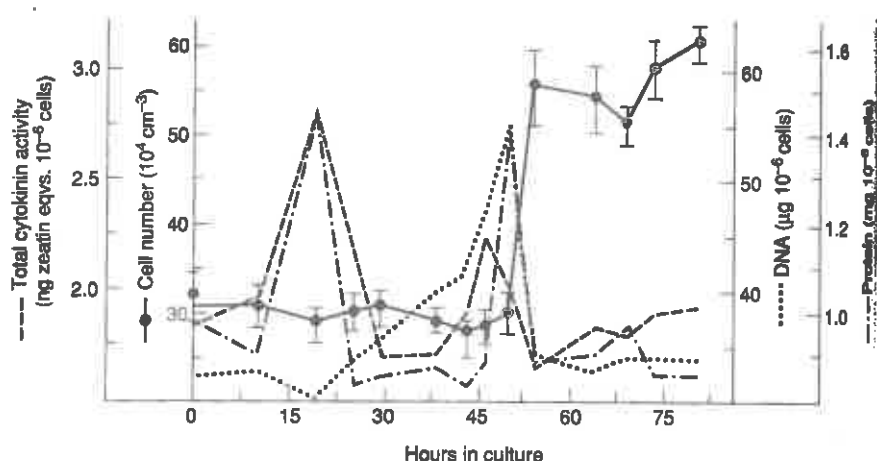
3- Hosford

گرم بود) بصورتی کاملاً مجزا مشاهده می‌شود و سپس در یک دوره کوتاه رشد سریع سلولی (زمانی که ریشه دارای ۸ گرم ماده خشک است) در پی دارد. این دوره نیز خود کاملاً از یک دوره طولانی تقسیم سلولی لایه‌زاینده و فرآورده‌های آن (در این زمان ریشه ۶۰-۲۰ گرم ماده خشک دارد) مجزا می‌شود.



شکل ۶-۷- تغییرات هورمونهای گیاهی در طول اولین سال رشد چغندر قند

در چغندر علوفه‌ای همانند چغندر قند، تشکیل نسوج زاینده در مرحله جوانی ریشه (وزن ماده خشک ریشه تا یک گرم) آغاز می‌شود اما میزان تقسیم سلولی زودتر به حداکثر خود می‌رسد و لذا رشد ریشه گیاه بیشتر از طریق توسعه پارانشیم ادامه می‌یابد. مقایسه پروفایل هورمونهای گیاهی در این دو تیپ حاکی از این بود که در هر یک از آنها شروع دوره تشکیل نسوج زاینده غلظت بالایی از IAA و سیتوکینین را نشان می‌دهد و دوره تقسیم سلولی سریع (که در مراحل رشد کاملاً مختلف در هر یک از تیپ‌ها صورت می‌گیرد) نیز درجه بالایی از IAA و سیتوکینین را نشان داد در حالی که دوره رشد سلولی (که مجدداً در مراحل متفاوت و مدت زمان مختلف در دو تیپ انجام می‌شود) همراه با سطح کمی از سیتوکینین و میزان متوسطی از IAA همراه است. شروع تشکیل نسوج زاینده تیپ چغندر برگی در زمانی انجام گردید که غلظت IAA و سیتوکینین بالا بود و دوره‌های تقسیم سلولی سریع و متعاقباً رشد سلولی سریع از هم قابل تمایز نبود و تغییرات مشخصه‌ای در پروفایل هورمونهای گیاهی وجود نداشت.



شکل ۸-۲- تغییرات تعداد سلول، مقدار کل سیتوکینین، پروتئین کل و مقدار DNA در دوره‌ای از کشت سوسپانسیون سلولی چغندر قند که شامل نخستین تقسیم سلولی بوده است

روند فصلی میزان ABA ریشه در چغندر قند و چغندر علوفه‌ای که در اواسط تابستان زیاد بود (هاسفورد و همکاران، ۱۹۸۴) ممکن است مربوط به میزان آب در بافت بخش سبز گیاه بوده باشد. بهر حال تاثیر قابل توجه بازدارندگی ABA در تفرق و تمایز آوند چوبی (هس^۱ و شاس^۲ ۱۹۷۲) و نقش ترغیب‌کننده هورمون در تقسیم سلولی (توری و لومیس ۱۹۷۶) و همچنین جذب ساکارز در حلقه‌های ریشه (سافتنر^۳ و وایز^۴ ۱۹۸۱) مورد چشم پوشی قرار نگرفت. مقایسه جالبی در ارتباط با میزان ABA در تعدادی از گیاهان انگلی دانه‌دار موجود می‌باشد (ایهل^۵ و همکاران ۱۹۸۷). در این گیاهان سطح ABA می‌تواند بازتابی برای ظرفیت پارازیت‌ها به منظور جذب مواد غذایی از گیاه میزبان باشد. در این بخش توجه اصلی به بهینه‌سازی ظرفیت اندام مقصد ساکارز، معطوف شده است. کاربردهای احتمالی این اطلاعات با توجه به تواناییهای اندام مقصد (و امکان ایجاد دستکاری در این تواناییها) نباید مورد اغماض قرار گیرد. مقایسه بین سه تیپ مورد مطالعه مبتنی بر آن بود که نمی‌توان پروفایل هورمونهای گیاهی و

1- Hess

2- Sachs

3- Saftner

4- Wyse, 1981

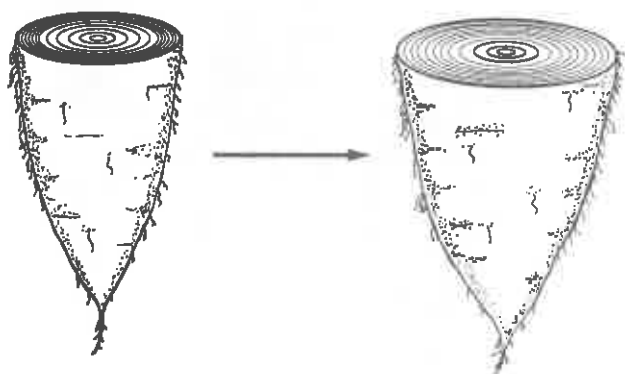
5- Ihl

دوره‌های تکاملی ریشه را غیروابسته دانست ولی کاملاً واضح نبود که پروفایل‌های هورمون‌ها عامل تغییرات در تکامل هستند و یا برعکس. در جهت یافتن پاسخی به این سوال الیوت^۱ و همکارانش در سال ۱۹۸۶ نسبت به کشت در مایع سلول‌های ریشه چغندر قند اقدام نمودند. کشت‌های سلولی نشان دهنده یک منحنی هلالی مشخص برای تغییرات تعداد سلول در زمان کشت بود، در صورتی که حجم متوسط سلولی در دوره‌ای که تقسیم سلولی در نهایت خود بود کاهش پیدا نمود. توقف تقسیم سلولی و شروع مرحله ایستایی با افزایش سریع در حجم متوسط سلول‌ها نمایان شد درحالی که این افزایش به دنبال افزایش شدید موادی شبیه ژیرلین واقع شده بود. این اطلاعات به وضوح با نتایجی که در ارتباط با غده گیاه کامل وجود داشت. مطابقت دارد که در آن رابطه روشنی بین افزایش میزان مواد شبیه ژیرلین و آغاز دوره رشد سریع سلولی مشاهده شد. اکنون بنظر می‌رسد تغییرات در میزان ژیرلین در تنظیم فرآیند توسعه و رشد سلولی نقش داشته باشند.

استفاده از سیستم کشت سلولی شناور نتوانست در جهت روشن نمودن این موضوع کمک نماید که آیا تغییرات در غلظت سیتوکینین باعث تقسیم سلولی می‌گردد یا اینکه خود متاثر از تقسیم سلولی است. میزان سیتوکینین در سلول‌ها در دوره کوتاه بین دو تقسیم سلولی، به نحو سریعی افزایش یافت و در دوره‌ای که تقسیم سلولی در نهایت فعالیت خود بود به حداکثر خود رسید. بعد از این زمان میزان سیتوکینین رو به کاهش نهاد و پایین‌ترین سطح سیتوکینین داخل سلولی در مرحله ایستایی بود. در این بررسی اطلاعات کاملاً دقیقی در مورد رابطه زمانی در افزایش سیتوکینین و شروع تقسیم سلولی ارائه نگردید تا براساس آن مصداق علت و معلول روشن گردد. از طرف دیگر در یک کشت معلق سلول‌های چغندر قند که در آن تقسیم‌ها بشدت همزمان بود، به روشنی مبین این بود که میزان سیتوکینین قبل از فرآیند تقسیم به حداکثر خود رسیده در توافق با این نظریه است که سیتوکینین تقسیم سلولی را کنترل می‌کند (شکل ۸-۲).

در ابتدای بخش این نکته مورد اشاره قرار گرفت غده‌هایی که درصد بالایی از ساکارز و همچنین ماده خشک دارند، می‌توانند ساختارهای بزرگی باشند که در آنها مسیر انتقال ساکارز از آوندهای آبکش به واکوئل‌های ذخیره‌ای پارانشیمی کوتاه شده است. این عمل با فعال نمودن لایه‌های زاینده که در حال حاضر یا فعالیتی در توسعه ریشه‌های ذخیره ندارند و یا سهم‌ناچیزی در این کار دارند میسر می‌گردد (شکل ۹-۲). یک ریشه چغندر قند دارای ۱۵-۱۲ منطقه آوندی است که هر کدام یک منطقه پارانشیمی را که از سلول‌های کرچکتر و در نزدیکی لوله‌های آوند آبکش ساخته شده تأمین می‌نمایند و دارای ظرفیت ذخیره ساکارز بیشتری از بهترین ارقام موجود خواهد بود. رابطه منفی و قوی موجود بین درصد ساکارز و عملکرد ریشه در این نوع

چغندر قندها منتفی خواهد بود.

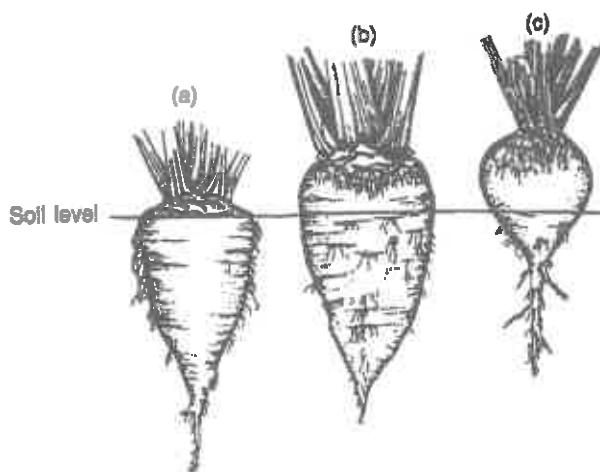


شکل ۹-۲- فعال شدن حلقه‌های لایه زاینده خارجی ریشه ذخیره‌ای چغندر قند که سبب تولید بافتی با درصد قند بالا و محصول ریشه زیاد می‌نماید

۴-۲-۲ چغندر قند با اثرات زیست محیطی کمتر

تولید جهانی ساکارز معمولاً از تقاضای آن بیشتر است، علی‌هذا مقررات بین‌المللی برای تغییرات تصنیعی گیاه چغندر در جهت افزایش محصول شکر از طریق روش فوق وجود ندارد. ولی در حال حاضر اثرات عملیات زراعی روی محیط زیست به حق مورد توجه زیاد می‌باشد. در ارتباط با چغندر قند، برداشت مکانیکی موجب از بین رفتن زیاد خاک (۳۰-۱۰٪) در اثر حمل به کارخانه می‌گردد. این باعث تحمیل هزینه‌های سنگین حمل و نقل، شستشو و دفع می‌شود. خاصه اگر خطر آلودگی به ویروس ریزومانیا نیز وجود داشته باشد. تنها در کشورهای اروپایی، تخمین زده می‌شود هر سال با صرف هزینه‌ای برابر ۴۰ میلیون پوند مقدار سه میلیون تن خاک از ریشه‌های برداشت شده چغندر قند جدا می‌گردد. چغندر قندی که در حین برداشت خاک کمتری همراه داشته باشد، به علت افزایش سرعت کار برداشت، و کاهش هزینه‌های تمیز کردن تجهیزات ادوات گران قیمت شستشوی غده و نیز حمل و نقل برای زارعین سودآورتر است. همچنین با کاهش تخریب خاکهای حاصلخیز، مصرف سوخت برای برداشت، شستشو و حمل و نقل و کاهش حمل خاک در کارخانه‌ها و خطر گسترش بیماری‌های خاک‌زی و مصرف آب در پروسه‌های مختلف در کارخانه از تخریب محیط زیست کاسته می‌گردد.

این مشکلات عنوان شده و غیره (از جمله ضایعات ریشه و قند) می‌تواند به حداقل خود برسد اگر شکل چغندر قند عوض شود. تمام وارته‌های تجارتي چغندر قند دارای غده مخروطی شکل می‌باشند که طوقه آنها بسیار به سطح خاک نزدیک است (شکل ۱۰۵-۲).



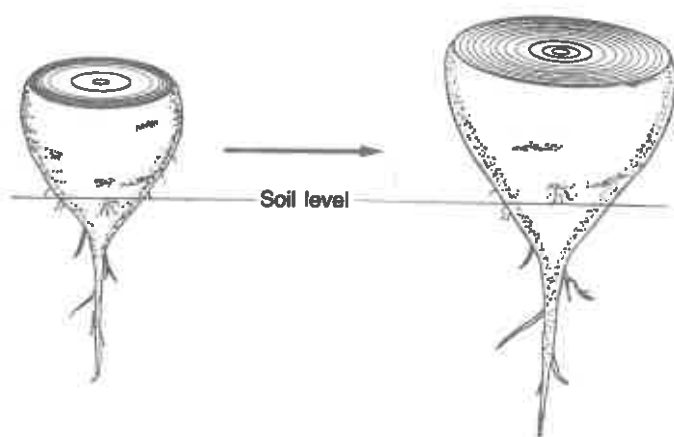
شکل ۱۰-۲- اندامهای ذخیره (a) چغندر قند، (b) چغندر علوفه‌ای، (c) چغندر لبویی

چغندر قند اگر دارای غده کروی بدون انشعاب با گودی کم و با طوقه باریک و ارائه مزایای مندرج فوق و همچنین کاهش افت طوقه می‌تواند برای صفت قند مفید باشد. این چنین شکل غده باعث جلوگیری از افت محصول می‌گردد چرا که طوقه نازک باعث به حداقل رساندن عواقب ناشی از سرزنی بیش از حد و کاهش خطر شکستن ریشه می‌شود. شکل کروی ریشه چغندر نیز باعث تقلیل بخش طوقه و حمل خاک می‌گردد، زیرا طوقه نازک باعث کاهش اثرات سرزنی زیاد و شکل کروی و عدم وجود شیار و گودی و شاخه شاخه شدن ریشه باعث کاهش چسبیدگی خاک به ریشه‌ها می‌گردد.

به نوادگران سنتی مانند (مسکین^۱، ۱۹۸۹) به این مشکلات توجه کرده‌اند، تنوع شکل ریشه در داخل ذخائر ژنتیکی چغندر قند کم است. ولی تیپهای دیگر جنس بتا در شکل و فرم ریشه تنوع دارند (شکل ۱۰-۲)، مطلوب‌ترین شکل و نحوه رشد در چغندر لبویی وجود دارد. نحوه رشد (بلند در خاک) مکمل مزایای شکل و بافت سطحی ریشه می‌باشد. برنامه‌های به‌نژادی که در پی تلفیق خصوصیات مطلوب چغندر قند و چغندر لبویی است موجب بهبودهایی در شکل ریشه شده است ولی نتایج آن بدلیل پایین بودن درصد ساکارز، میزان استحصال و عدم ثبات در

شکل دارای ارزش تجارتمندی نمی‌باشد.

استراتژی که به منظور حذف همبستگی منفی و قوی بین عملکرد ریشه و درصد ساکارز بشرحی که در بخش گذشته مورد بحث قرار گرفت، کاملاً به تبدیل چغندر لیبوئی به چغندر قندی کم زیان برای محیط زیست مربوط می‌گردد. افزایش ظرفیت ذخیره‌ای چغندر لیبوئی بشرطی قابل حصول خواهد بود که تمام ۱۲ نسوج لایه زاینده ثانویه (که در مراحل اولیه تکامل چغندر قند لیبوئی و همچنین در چغندر قند تشکیل می‌شود برای مشارکت در تولید مناطق آوندی و پارانشیمی فعال گردند) در شرایط فعلی کمتر از نصف آنها در این زمینه فعال می‌باشند. این تدبیر (بشرح شکل ۱۱-۲) موجب بکارگیری نسوج زاینده غیرفعال خواهد شد که بصورت فشرده در نزدیکی لبه خارجی غده قرار دارد و نتیجتاً چغندر لیبوئی را به یک چغندر قند با میزان قند بالا، ماده خشک زیاد و زیان کمتر برای محیط تبدیل خواهد نمود.



شکل ۱۱-۲. فعال شدن لایه زاینده خارجی در چغندر لیبوئی که سبب تولید چغندر قندهائی با ضایعات کمتر می‌گردد

شواهد (۲-۲-۳) مبتنی بر اثر تعیین‌کننده هورمونهای گیاهی بر تمام تغییرات زمانبندی شده حیات یک گیاه مبین این هستند که انجام تغییرات لازم در چغندر لیبوئی به منظور تبدیل آن به یک چغندر کم زیان برای محیط با دست‌ورزی در پروفایل هورمونهای گیاهی به شکلی که منجر به فعال شدن نسوج زاینده ثانویه غیرفعال فعلی در تکامل غده شود قابل حصول می‌باشد. این منظور با آنچه در بخش ۲-۲-۳ برای از بین بردن همبستگی منفی بین عملکرد ریشه و درصد قند در چغندر قند مورد بحث قرار گرفت مشابه است.

استفاده از مواد تنظیم‌کننده رشد برای اصلاح ساختار ریشه از طریق کنترل رشد لایه زاینده، تقسیم و گسترش سلولی، توسط میل‌فورد^۱ و لنتون^۲ (۱۹۷۸) به عنوان ابزار بالقوه برای افزایش بازدهی چغندر قند شناسایی شد. اطلاعات بدست آمده از گروه الیوت نشان می‌دهد تغییرات تعیین‌کننده پروفایل هورمون گیاهی تغییرات ظریف و دقیقی هستند. تولید نوع تجارتی مواد تنظیم‌کننده رشد گیاهی که بتواند فقط بر روی حلقه‌های زاینده خارجی ریشه تاثیر بگذارد محتمل به نظر نمی‌رسد. با این وجود یکی از جالبترین و شگفت‌انگیزترین یافته‌ها بر دست‌ورزی اندازه سلول متمرکز بود. کاهش اندازه سلول در منطقه بافت پارانشیمی ریشه یکی از اهداف مهم اصلاح محصول است. نشان دادن رابطه بین وضعیت جیبرلین و اندازه سلول با یک تحقیق پیرامون ظرفیت پاکلوبازول^۳ برای اصلاح رشد ریشه دنبال شد. این ترکیب یک ماده بازدارنده رشد با طیف وسیع است که فعالیت آن با سمی شدن و یا سوختن گیاه همراه نیست. نشان داده‌اند که این ماده اثر بازدارنده بر بیوسنتز جیبرلین در کشت قارچ جیبرلا^۴ در تبدیل انت-کورن به اسیدانت کورونیک دارد (گلدسمیت^۵ و همکاران ۱۹۸۳). دالزیل^۶ و لورنس^۷ (۱۹۸۴) متوجه شدند استعمال این ترکیب در گیاهان عالی از فعالیت کورن‌اکسید^۸ از جلوگیری می‌کند. وقتی که ساقه‌های گیاهان را در مرحله چهار برگی یا محلول پاکلوبوترازول^۳ $10^3 \times 13/6$ مول در لیتر اسپری کردند، اندازه سلولهای بافت پارانشیم ریشه بنحو بارزی کاهش پیدا کرد. (الیوت^۹ و همکاران، ۱۹۸۶).

علی‌رغم این موفقیت چشمگیر و غیرمنتظره معلوم شد با کارگیری مواد تنظیم‌کننده رشد گیاهی برای گیاهان زراعی در مزرعه تغییرات مورد نظر در جهت میزان تقسیم اندازه سلول میزان تمایزبایی صورت نخواهد گرفت. در عوض دست‌ورزی ژنتیکی پروفایل‌های هورمون گیاهی بعنوان هدف برنامه در نظر گرفته شد. این رهیافت و یک استراتژی جایگزین دقیق‌تر برای دست‌ورزی تقسیم سلولی در لایه زاینده (براون^{۱۰} و همکاران ۱۹۹۰، گارتلند^{۱۱} و همکاران ۱۹۹۰) در فصل ۱۳ مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

۳-۲- تولید و توزیع فراآورده‌های فتوسنتز

۱-۳-۲- فتوسنتز و کنترل آن

چغندر قند یک گیاه با چرخه C₃ است و دی‌اکسیدکربن را از طریق چرخه کالوین^{۱۲} تثبیت

1- Milford

3- Paclobutrazol(2RS,3RS)-1-(4-Chlorophenyl)-4, pentan-3-ol

6- Dalziel

9- Elliott

12- Calvin

2- Lenton

4- Gibberella Fujikuroi

7- Lawrence

10- Brown

4-dimethyl-2-(1H-1, 2,4-triazol-1-yl)

5- Goldsmith

8- Kauren oxidase

11- Gartland

می‌کند. اخیراً^۱ پیشرفتهای قابل توجهی در زمینه درک کنترل فتوسنتز و تبدیل قند/نشاسته صورت گرفته است. مطالب زیر حاصل مطالعات انجام شده روی تعداد زیادی از گونه‌ها از جمله چغندر قند می‌باشد ولی بعضی از عوامل کنترل در این گونه‌ها هنوز ارائه نشده است. چرخه احیایی فسفات پنتوز (چرخه کالوین) مسیر اصلی جذب دی‌اکسید کربن در گیاهان است. این چرخه به مراحل تثبیت، احیاء و باززایی تقسیم می‌شود. در مرحله تثبیت، دی‌اکسید کربن با بی‌فسفات ریبولز^۱ (RUBP) برای تشکیل اسید فسفولیسیریک^۲ و (PGA) واکنش نشان می‌دهد. PGA وارد مرحله احیای چرخه می‌گردد، ابتدا به ۱-۳ دی‌فسفولیسیرات^۳ و بعد با استفاده از آدنوزین تری فسفات^۴ (ATP) و نیکوتینامید آدنین دی‌نوکلئوتاید^۵ که در اثر واکنش نوری تولید شده است، به گلیسرآلدئیدتری فسفات^۶ (G3P) تبدیل می‌شود. در مرحله باززایی، چهار پنجم از G3P استفاده نشده ابتدا به ریبولز^۷ فسفات (RU5P) سپس استفاده از ATP به ترکیب آغازین^۸ (RUBP) تبدیل می‌گردد. G3P مصرف نشده در چرخه، محصول خالص محسوب می‌شود که مقداری برای ساختن قند یا نشاسته مورد استفاده قرار می‌گیرد. تجزیه‌های بعمل آمده نشان می‌دهد فسفاتاز بی‌فسفات فروکتوز^۹ (FBPase) و فسفاتاز سدوهیپتولز بی‌فسفات^{۱۰} (SdB Pase)، کیناز بی‌فسفات ریبولز^{۱۱} (PRK) و کاربوکسیلاز/اکسیژناز بی‌فسفات ریبولز (۱۵) (Rubisco) مهمترین آنزیمهای کنترل‌کننده حرکت مواد در مسیر چرخه بشمار می‌آیند (باسام^{۱۲} و بوشانان^{۱۳}، ۱۹۸۲). این آنزیمها کاتالیزکننده مراحل غیر قابل برگشت هستند. برعکس، آنزیمهای مرحله احیاء، واکنشهای برگشت‌پذیری را به آسانی کاتالیز می‌کنند که جهت‌های آنها عمدتاً از غلظتهای NADP/NADPH و ATP/ADP فرمان می‌گیرد.

نور تبدیل‌کننده اصلی چهار آنزیم تنظیم‌کننده فوق است اکنون شواهد زیادی نشان می‌دهند که این اثر از طریق دخالت سیستم فردوکسین - تیوردوکسین^{۱۴} (FD-TR) صورت می‌گیرد (بوشانان، ۱۹۹۱). در این سیستم قدرت احیاءکننده فتوسیستم یک واکنش نوری فتوسنتز از فردوکسین گرفته می‌شود و به تیوردوکسین انتقال می‌یابد. تیوردوکسین‌ها در یک گروه دی‌سولفید مورد تغییرات برگشت‌پذیر اکسیداسیون و احیاء قرار می‌گیرند و در آنزیمهای گیرنده از جمله چهار آنزیمی که موجب تنظیم چرخه کالوین می‌شود، تغییرات مشابهی بوجود می‌آورند. این آنزیمها در نور فعال و در تاریکی غیرفعال می‌شوند. کنترل این چرخه نه تنها توسط سیستم

1- Ribulose biphosphate(RUBP)	2- Phosphoglyceric(PGA)
3- 1,3-diphospho glycerate	4- Adenosine triphosphate(ATP)
5- Nicotinamide adenine dinucleotide phosphate(NADPH)	
6- Gliceraldehyde 3-Phosphate(G3P)	7- Ribulose 5-phosphate(RU5P)
8- Fructose biphosphate phosphatase(FBPase)	
9- Sedoheptulose biphosphate phosphatase (sdbpase)	
10- Ribulose 5-phosphate Kinase(PRK)	
11- Ribulase biphosphate carboxylase/oxygenase(Rubisco)	12- Bassham
13- Buchanan	14- Ferredoxin-thioredoxin(FD-TR)

FD-TR بلکه توسط چند سیستم عمل کننده در یکدیگر نیز انجام می گیرد. بنابراین افزایش pH و غلظت Mg^{++} در استروما^۱ که تشکیل نور تحریکی شیب H^+ از ورای غشاء تیلاکوئید^۲ را همراهی می کند موجب افزایش فعالیت روبیسکو^۳ می شود.

علاوه بر انجام مطالعاتی در مورد فعالیت روبیسکو، کوشش هایی در جهت افزایش ویوگی آن برای دی اکسید کربن بعمل آمده است. هدف از اینکار کاهش میزان هدر رفتگی تنفس نوری دی اکسید کربن با این امید بود که این اقدام موجب افزایش میزان و عملکرد فتوسنتز شود. با این حال، واضح است که این یک روش ساده برای دستیابی به هدف نیز مورد نظر نیست (پیرس^۴ ۱۹۸۸). فعالیت ممکن است اولین FBPase و SdBPase نیز قابل تعدیل می شود (هرتیج^۵ و ولوسیوک^۶، ۱۹۹۰) آزمایشهای انجام شده اخیر بر روی چغندر قند نشان می دهد که محصول چرخه (PRK) آنزیم تنظیم کننده در چرخه کالوین باشد (آرولانانترام^۷ و همکاران، ۱۹۹۰). G_3P کالوین که محصول چرخه کالوین بحساب می آید، در ساختن نشاسته در کلروپلاست گیاه و همچنین ساختن قند در سیتوسول^۸ بکار می رود. فرآورده فتوسنتز از یا دی هیدروکسی استون می گویند و این عمل (Pi) کلروپلاست بصورت تری فسفات گلیسرید و با (G_3P) فسفات خارج می شود. به این ترکیبها واسطه قرار PGA نیز بشود. TP تریوز فسفات^۹ بصورت به (TP) (صدور) در یک مبادله متقابل با فسفات معدنی^{۱۰} (Pi) و با واسطه قرار گرفتن فسفات ترانسلوکیتور^{۱۱} واقع می گردد. این جابجا کننده می تواند باعث انتقال PGA نیز بشود. TP به قند تبدیل می شود و Pi آزاد می گردد و می تواند در مبادله TP بیشتر بکار رود. واضح است هرگونه محدودیتی در تولید قند منجر به کاهش صدور TP از کلروپلاست می شود و این ماده برای تولید نشاسته به مصرف می رسد. در حالیکه شواهد حاکی از آن است که کاهش تولید قند در واقع منجر به افزایش نشاسته می گردد ولی بنظر نمی رسد عکس این قضیه اتفاق افتد. مراحل اساسی مکانیزم هایی که در کنترل این فعل و انفعالات مؤثر هستند در شکل ۱۲-۲ نشان داده شده است.

PGA فرآورده ثانویه چرخه کالوین در کلروپلاستها از TP و فروکتوز ۱-۶ بی فسفات^{۱۲} ($F_1,6BP$)، فروکتوز ۶- فسفات^{۱۳} (F_6P) و گلوکز ۶ فسفات^{۱۴} (G_6P) به گلوکز ۱ فسفات^{۱۵} (G_1P) تبدیل می گردد. تشکیل آدنوزین دی فسفو گلوکز^{۱۶} (ADPG) بوسیله سین تاز^{۱۷} ADPG کاتالیزه می شود و این مرحله تنظیم مسیر اصلی بحساب می آید. PGA باعث فعال شدن این آنزیم می گردد و فسفات غیر آلی (Pi) از فعالیت آن جلوگیری می کند. تریوز فسفات (TP) انتقال یافته به سیتوسل بهمان صورتی که در کلروپلاست اتفاق می افتد به G_1P و بعد به اوریدین دی فسفو

۱- Stroma

۲- غشاء بارز پروتئینی و چربی در کلروپلاست گیاهان در جاییکه واکنش شیمیائی اتفاق می افتد.

3- Rubisco

4- Pierce

5- Hertig

6- Wolosiuk

7- Arulananthram

8- Cytosol

9- Triose phosphate

10- Inorganic phosphate

11- Phosphate translocator

12- Fructose 1-6-biphosphate($F_1,6BP$)

13 - fructose 6-phosphate

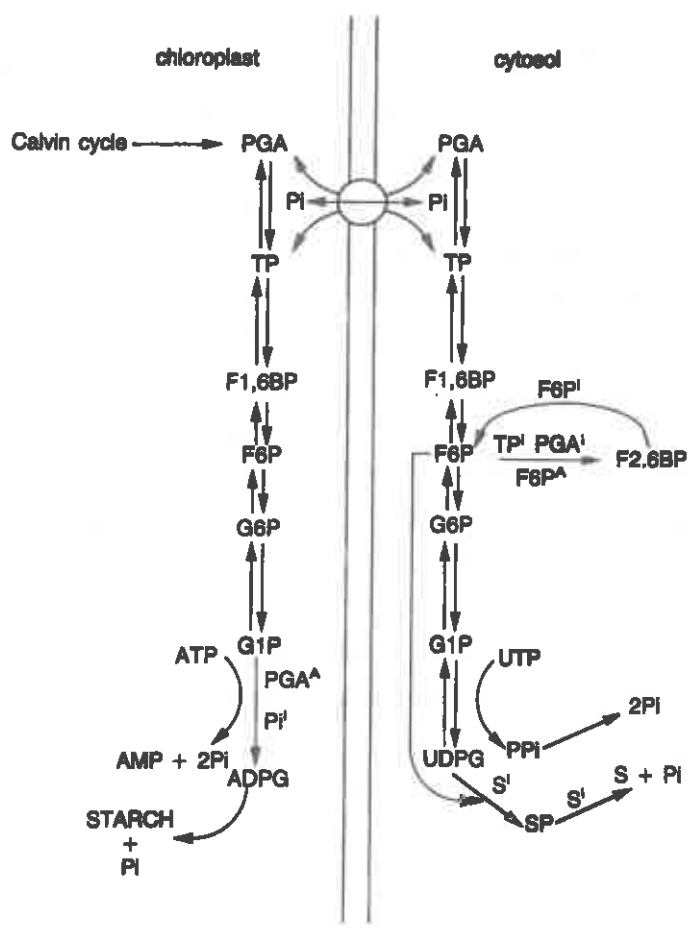
14 - glucose 6-phosphate

15 - glucose 1-phosphate(G_1P)

16 - adenosine diphosphoglucose(ADPG)

17 - ADPG synthetase

گلوکز^۱ (UDPG) تبدیل می‌شود. فسفات ساکارز با تلفیق F6P و به کمک آنزیم سین تازفسفات ساکارز^۲ (SPSase) و ساکارز آزاد با عمل فسفاتاز فسفات ساکارز^۳ (SPPase) تشکیل می‌شود.



شکل ۱۲-۲- ضوابط تسهیم کربن فتوستراز الف فعال کننده ب - بازدارنده

- 1 - uridine diphosphoglucose
- 2 - sucrose phosphate synthetase (SPSase)
- 3 - sucrose phosphate phosphatase (SPPase)

آنزیمهای تنظیم‌کننده‌ای که در این مسیر قرار دارند عبارتند از: SPSase، FBPase و SPPase که در این میان شاید نقش فروکتوز بی‌فسفاتاز (FBPase) مهمتر باشد. میزان متابولیت بی‌فسفات^۱ F2.6 (F2.6BP) از فعالیت این آنزیم جلوگیری می‌کند و میزان F2.6BP خود بوسیله متابولیت‌هایی فعال‌کننده و بازدارنده‌کننده آنزیمهای سازنده و تخریب‌کننده آن تنظیم می‌شود. وجود ساکارز از فعالیت (تشکیل) SPSase و SPPase جلوگیری میکند. به این ترتیب مشاهده می‌شود که یوستتزر ساکارز باترکیبی از مکانیزمهای تغذیه‌ای خلفی و قدامی کنترل می‌گردد. تصویری که در اینجا ارائه شده تصویر ساده شده‌ای است از آنچه که توسط استیت^۲، کوئیک^۳ (۱۹۸۹) و هوکر^۴ و همکاران (۱۹۹۱) تهیه گردیده است.

تریوز فسفات (TP) و اسید فسفوکلیسیریک (PGA) صادر شده به سیتوسل مانع از تشکیل F2.6BP شده و قند را به کربن تبدیل می‌کنند. ساختمان قند، عمل جلوگیری از SPSase و SPPase را که موجب افزایش F6P می‌شود، فعال می‌سازد، در این حالت F6PK فعال و فسفاتاز F2.6BP غیرفعال می‌گردد. غلظت F2.6BP افزایش می‌یابد و از فعالیت FBPase جلوگیری می‌کند در نتیجه موجب افزایش میزان TP می‌گردد. افزایش تریوزفسفات (TP) در سیتوسول و کاهش فسفات غیرآلی (Pi) موجب باقیماندن TP در کلروپلاست و افزایش غلظت PGA می‌شود. این عمل توازن PGA:Pi را که سنتتاز ADPG را فعال می‌سازد برهم می‌زند و تولید نشاسته را افزایش می‌دهد. در گیاهان جهش یافته که دارای فعالیت کمتر فسفوکلوکوایزومر از پلاستیدی یا آنزیم سنتز انشعابات نشاسته هستند، مقدار کمتری نشاسته می‌سازند اما به جای تولید بیشتر ساکارز دارای میزان فتوستتزر کمتر هستند (استیت و کوئیک، ۱۹۸۹) این امر نشان می‌دهد که هنوز جنبه‌هایی از کنترل وجود دارند که باید کشف شوند و آزمایش‌هایی که توسط راثو^۵ و همکارانش (۱۹۹۰) روی چغندر قند انجام شد شاهد معتبری است بر این ادعا. طراحی سیستم‌های تنظیم‌کننده توضیح داده شده، طوری است که در شرایط تابش نور کم با میزان کم فتوستتزر برای تشکیل نشاسته مساعدتر است لیکن در شرایط نور زیاد «مقاومت» سیتوسولیک به سنتز قند برچیده می‌شود. از این مورد و موارد دیگر استنباط می‌شود که میزان حداکثر فتوستتزر بوسیله میزان سنتز فرآورده پایانی محدود می‌شود (ر.ک. استیت و کوئیک، ۱۹۹۰). اما با وجود این، در چغندر قند میزان قند خروجی و فتوستتزر همبستگی مثبت دارند (سرویترز^۶ و همکاران، ۱۹۸۹).

اکثر گیاهان دارای مکانیزم‌هایی هستند که به نظر می‌رسد برای صدور مداوم ۲۴ ساعته قند طراحی شده‌اند، این واقعیت که در چغندر قند بالغ صدور قند هنگام شب بسیار کمتر از روز

۱ - F2,6 biphosphatase(F2,6BP)

۳ - Quick

۶ - Servaites

۴ - Hawker

۲ - Stitt

۵ - Rao

می باشد (تری^۱ و مارتیمر^۲، ۱۹۷۲). بدیهی است که در این امر نیاز به ذخیره موقت کاربرهیدرات برای آمادگی جهت صدور قند در شب زمانی که فتوسنتز اتفاق نمی افتد، وجود دارد. گونه ها از نظر مکانیزم های ذخیره تفاوت دارند. گندم، جو معمولی و جو دوسر، نشاسته خیلی کمی را ذخیره می کنند، در حالیکه مقدار قند ذخیره آنها در واکوئل ها خیلی بیشتر است (هرالد^۳، ۱۹۸۴). این امر از دو نظر حائز اهمیت است. اول با اینکه مولکول ذخیره انتخابی چغندر قند، قند است می تواند نشاسته بسازد، دوم این که، گیاه مکانیزم های مختلفی در ریشه ها و برگ ها جهت ذخیره سازی دارد.

آزمایش های انجام شده در زمینه برجسب زنی بصورت رادیواکتیو نشان می دهد قند موجود در برگ ها را می توان بعنوان ماده "در حال انتقال" و یا "در حال ذخیره" مشخص نمود. علی رغم اینکه برگ های چغندر قند، نشاسته را ذخیره می کنند، ۴۰ درصد قند برگ در محل ذخیره قرار دارد که انتقال نمی یابد (فاندی^۴ و گی گر^۵، ۱۹۸۲). این قند ممکن است در موازنه نشاسته قند برگ تاثیر داشته باشد. به طور کلی اعتقاد بر این است که فرآیند نقل و انتقال در مسافتهای دور محدودیتی برای ذخیره قند و یا رشد گیاه نیست (هاوکر^۶، ۱۹۸۵). لیکن می توان چنین فرض کرد که این فعالیت اندام مقصد است که انتقال قند از برگ را محدود می کند. در صورتیکه چنین باشد فعالیت رو به افزایش اندام مقصد موجب کاهش ذخیره قند برگ می شود و بازدهی کلی ریشه را افزایش می بخشد. علاوه بر این، برداشت قند از اندام مبدا، باعث نزول تغذیه برگشتی بازدارنده در روی سیستم می گردد و انتظار می رود میزان حداکثر فتوسنتز افزایش یابد.

۲-۳-۲- انتقال فرآورده های فتوسنتز

انتقال فرآورده های فتوسنتز شامل سه مرحله میشود؛ ۱- انتقال جانبی از مزوفیل به بافت هدایت کننده، ۲- جابجائی در لوله های غربالی، ۳- انتقال جانبی از لوله های غربالی به سلول های دریافت کننده. این سه مرحله را می توان بعنوان مبدا، مسیر اصلی و مقصد نام برد. گیاهان دارای اندام های مقصد متعددی هستند که ظاهراً در دریافت فرآورده های فتوسنتز با یکدیگر رقابت می کنند با این حال، به نظر می رسد مراتبی در اندام های مقصد وجود دارد، از جمله می توان از اندام های مقصد میوه و بذر نام برد که کلاً بر اندام های مقصد رویشی حاکم اند و اندام مقصد شاخه ها بر ریشه ها تسلط دارند. اندام های ذخیره زیرزمینی از توانائی مشابه میوه ها برای تسلط بر فرآورده های فتوسنتز برخوردار هستند. (به واردلا^۷ ۱۹۹۰ مراجعه شود). با این وجود، بنظر میرسد این اولویتها فقط در مورد اندام های مقصد چغندر قند بالغ صحت دارد و در بوته های

1 - Terry

2 - Mortimer

3 - Herald

4 - Fondy

5 - Geiger

6 - Hawker

7 - Wardlaw

چغندر قند جوان که هنوز اندام مقصد ریشه ذخیره در آن به رشد کامل نرسیده، برگهای در حال رشد بیشترین فرآورده‌های فتوسنتز موجود را دریافت می‌کنند. با زیاد شدن سطح برگها، فتوسنتز کل و نیز ذخیره فرآورده‌های آن نیز افزایش می‌یابند. (لومیس^۱ و راپوپورت^۲، ۱۹۷۷).

لومیس و راپوپورت (۱۹۸۷، ۱۹۸۶ و ۱۹۸۵) اقدام به انجام آزمایشهای پیوند دوجانبه بین چغندر قند و چغندر برگی نموده‌اند. برگهای چغندر قند که روی چغندر برگی رشد کردند از حد معمول بزرگتر شدند در حالیکه بخش هوایی چغندر برگی روی پایه چغندر قند از حد معمول کوچکتر بود. این اثرات نوع ریشه بر روی رشد برگی بعنوان اختلاف در تواناییهای شاخه و برگ و ریشه‌های ذخیره از نظر رقابت برای جذب مواد پرورده است. شواهد در حال جمع‌آوری دال براین است گونه‌هایی که قند در اندام مقصد آنها سوخت‌وساز می‌شود، فعالیت آنزیم ساکارز سنتتاز نمایانگر نیرو و قدرت اندام مقصد است (سانگ^۳ و همکاران، ۱۹۸۹). این امر می‌تواند به خوبی در مورد اندام‌های زایشی و برگ چغندر قند که در آنها قند مصرف می‌شود نیز صادق باشد، اما در مورد ریشه که ساکارز در آن ذخیره می‌شود صحت ندارد.

انتقال جانبی در مبداء از جهات نظری می‌تواند یکی از دو مسیر سیمپلاستیک^۴ و یا اپوپلاستیک^۵ را طی کند. مطالعات پلاسمولیتیک در چغندر قند نشان دهنده و مبین شیب غلظت شدید بین مزوفیل و لوله غربالی/مجموعه سلول همراه در چغندر قند است. حمل آن (میزان حمل آن) بوسیله ATP و فوزیکوکسین^۶ (فعال کننده پمپ پروتون پلاسمالما) افزایش می‌یابد و بوسیله uncouplers متوقف میشود. لوله غربالی و سلول همراه بوسیله پلاسمودسماتای متعدد بهم متصل می‌شوند، در حالیکه این اتصالات بندرت در محدوده بین مزوفیل و مجموعه لوله غربالی دیده می‌شوند. این عمل بعنوان نشان دهنده یک مسیر اصلی حمل اپوپلاستیک در چغندر قند تفسیر گردیده است (دلر^۷ و بن من^۸، ۱۹۸۹؛ آردلا^۹، ۱۹۹۰). گزارشهای متعدد (برای مثال، بوش، ۱۹۹۰)، نشان می‌دهد کیسه‌های غشاء پلاسما^{۱۰}، که از برگهای چغندر قند بدست می‌آمدند، می‌توانند قند را توسط یک مکانیزم سمپورت پروتون و قند^{۱۱} جذب نمایند. و^{۱۲} ارم برود و همکاران (۱۹۸۹) از وجود یک پروتئین متصل شونده به قند در پالاسمالمای عناصر لوله غربالی روی رگبرگهای فرعی چغندر قند گزارش داده‌اند و معتقدند که این ممکن است همان سمپورت پروتون و قند باشد. گی گر^{۱۳} و کاتالادو^{۱۴} (۱۹۶۹) در آزمایشهای خود نشان دادند که رگبرگهای فرعی (کوچک) چغندر قند ۱۳ برابر گسترده‌تر از رگبرگهای اصلی هستند و یک رگبرگ فرعی به طول ۳۳ میکرومتر، برای ۲۹ سلول مزوفیل انجام

1 - Loomis

4 - symplastic

7 - Delrot

10 - plasma membrane vesicles

12 - Warmbrodt

2 - Rapoport

5 - apoplastic

8 - Bonnemain

13 - Geiger

3 - Sung

6 - fusicoccin

9 - Ardela

11 - Proton-Sucrose Symport

14 - Catalado

وظیفه می‌کند. این سلولها در استمرار سیمپلاستیک قرار دارند و قند بر پایه یک شیب غلظت از یک سلول به سلول دیگر انتشار می‌یابد. در بعضی از مراحل باید سیمپلاسم را ترک کند و وارد اپوپلاسم شود و از آن میان به سمت بافت هدایت‌کننده شیره و در برابر شیب ایجاد شده توسط جذب فعال قند پائین برود. مکانیزمی که طبق آن قند، از سیمپلاسم یک برگ به اپوپلاسم حرکت می‌کند چندان روشن نیست ولی نظریه تراوش ساده آن به خارج عنوان شده است (دلرو و بن من، ۱۹۸۹).

تخلیه از بافت آوند آبکش نیز می‌تواند مسیرهای سیمپلاستیک و اپوپلاستیک را دنبال نماید. این وضعیت با به وجود آمدن آنزیم اینورتاز در بافتهای مقصد پیچیده‌تر می‌شود. مداخله کلی آنزیم اینورتاز (۵) در تسهیم مواد پرورده در قسمت ۴-۲-۱۳ با اشاره ویژه به کاربرد آن بعنوان هدفی برای دست‌ورزی شیمیائی در رشد گیاه مورد بحث قرار گرفته است. دلرو و بن من (۱۹۸۹) و پاتریک^۱ (۱۹۹۰) با این نظریه که مسیر انتخاب شده بیشتر به ماهیت فعالیت سوخت‌وساز اندام دریافت‌کننده بستگی دارد تا به گونه‌ها، تناقضات اپوپلاستیک/سیمپلاستیک را منطقی نمودند. بنا براین در بافتهائی که سوخت‌وساز قند از طریق تنفس، سنتز دیواره سلولی و/یا بیوسنتز نشاسته اجرا می‌شود تخلیه قند بطور سیمپلاستیکی است در بافتها و اندامهایی که قند، سایر ترکیباتی را که از نظر اسموزی فعال هستند ذخیره می‌کنند، قند بطور اپوپلاستیکی آزاد می‌گردد. این امر بنحو بارزی در طول سال اول رشد چغندر قند نمایان می‌شود. در اینجا دو اندام مقصد غالب هستند: یکی برگهای در حال رشد و دیگری ریشه در حال رشد. شمالتیگ^۲ و گی‌گر^۳ (۱۹۸۹) نشان دادند که قند بدون هیدرولیز شدن بوسیله مکانیزمی که به سولفونات پاراکلرومرکور^۳ بنزین (PCMBs) یک ماده بازدارنده جذب قند از اپوپلاست می‌باشد، غیر حساس است، که به داخل برگهای در حال رشد چغندر قند انتقال می‌یابد. این در توافق با یک مسیر سیمپلاستیک است.

برعکس، شواهد قابل ملاحظه‌ای دال بر وجود یک مسیر اپوپلاستیک تخلیه قند در ریشه‌های جوان و بالغ وجود دارد. این نظر بر مبنای تجربیات و آزمایشهای استوار است که در مورد جذب و دفع قند از دیسکهای تعبیه شده در برگ چغندر قند انجام شده است (وایز^۴، ۱۹۷۹؛ لوموآن^۵ و همکاران، ۱۹۸۸). (شکل ۱۳-۲) یک مدل کار تخلیه اپوپلاستیک آوند آبکش و ذخیره قند را نشان می‌دهد.

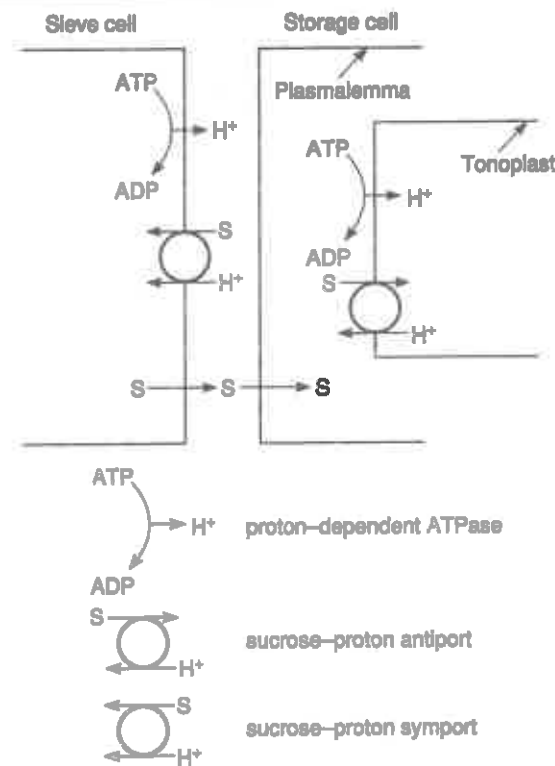
1 - Patrick

2 - Schmalstig

3 - Parachloromercurybenzene sulphonate (PCMBs)

4 - Wyse

5 - Lemoine



شکل ۱۳-۲. مدلی برای توضیح چگونگی انتقال ساکارز چغندرقند (S) از سلولهای غربالی به سلولهای ذخیره واکوئلی که مکانیزم آن در ذیل توضیح داده شده است.

در اثر کار یک سیستم آنتی پور قند از سیتوسل، به واکوئل سلولهای ریشه ذخیره صورت می گیرد (ویلنبرینک^۱ و همکاران، ۱۹۸۴؛ بریسکین^۲ و همکاران، ۱۹۸۵) اما چگونگی حرکت قند از بافت هدایت کننده به داخل سیتوسل بافت ریشه هنوز مشخص نشده است. دیدگاه حاضر در مورد تخلیه اپوپلاستیکی از عناصر غربالی این است که قند به خارج تراوش می کند. پاتریک (۱۹۹۰) با آزمایش خود نشان داد که عناصر غربالی بر روی پلاسمالمای خود، دارای یک آدنوزین تری فسفاتاز^۳ (ATPase) متکی بر پروتون می باشد که کارش تنظیم میزان فشار تورمی است و به نظر می رسد پروتون لازم داخل اپوپلاسم را برای سمپورت پروتون و قند جهت جبران قند نشتی تامین می نماید. فعالیت ATPase در اثر فشار تورمی زیاد کاهش می یابد که این خود با تفاوت موجود در پتانسیل اسموزی بین لوله غربالی و اپوپلاست تنظیم می شود.

1 - Willenbrink

2 - Briskin

3 - adenosine triphosphatase(ATPase)

با توجه به این وضع، جذب قند در سیتوسل سلول ذخیره باعث کاهش سطح قند در اپوپلاست می‌شود، فشار تورمی سلول غربالی افزایش می‌یابد که در نتیجه آن، فعالیت بازیافتی سمپورت پروتون و قند کاهش پیدا می‌کند (برای توضیحات بیشتر ر.ک. پاتریک، ۱۹۹۰). در هر صورت توجه به این نکته ضرورت دارد که نظریه جریان فشار مانچ^۱، که اکنون بعنوان مکانیزم جابجائی مواد پرورده پذیرفته شده، مستلزم وجود فشار کم تورمی در اندام مقصد نیست به آوند آبکش مبداء می‌باشد. بدیهی است که برای آزمون فرضیه‌های فوق نیاز به داده‌هایی در ارتباط با فشار تورمی نسبی اندامهای مقصد و مبداء وجود دارد.

در مورد حرکت قند از اپوپلاسم به داخل سیتوسل سلول ذخیره‌ای شواهد کمی موجود است لیکن تحقیقات فیو^۲ و ویلنبرینک^۳ (۱۹۹۰) نشان داد که پرتوپلاستهای سلولهای ذخیره چغندر قند دارای مکانیزم ضعیفی برای جذب قند (Km 18.6mM) و نمی‌توان آن را از مکانیزم ترشح تشخیص داد. این امر نشان می‌دهد که عامل عمده‌ای که بر خروج قند از بافت هدایت کننده حاکم است همان فعالیت آنتی پورترپروتون: قند تونوپلاست می‌باشد.

تاکنون شواهد خاصی در ارتباط با کنترل فشار تورمی (ترگر) در اثر ATPase در چغندر قند بدست نیامده است. اما مطالعات انجام شده توسط وایز^۴ و همکاران (۱۹۸۶) نشان داد جذب قند در دیسکهای تعبیه شده از قسمت‌های بالای ریشه چغندر قند در اثر فشار تورمی زیاد جلوگیری می‌شود. این وضع با توقف ATPase وابسته به پروتون تونوپلاست سازگاری دارد و بعلت کاهش در غلظت H در واکوئل مقدار قند جذبی کاهش پیدا میکند. این گروه به این نتیجه رسیدند که چغندر قند دارای یک مبحث تنظیم کنندگی منحصر بخود است. غلظت‌های اسموزی در ریشه‌های بالغ ۹۰۰ mM می‌رسد که با فشار تورمی دارای ۱۲-۱۳ بار مطابقت دارد. انتظار می‌رود در چنین مقادیر بالایی از فشار ترگر، جذب ساکارز به شدت کاهش یابد. اندازه‌گیریهای فشار نشان می‌دهد میزان "ترگر" سیتوپلاسم در حد بین ۵ و ۸ بار نگهداشته می‌شود که خود حاکی از آن است که فشار تورمی بنحوی از انحاء تنظیم می‌گردد. آیا کاهش فشار در دیواره سلول موجب کاهش ترگر می‌شود؟

چند رشته از شواهد حاکی از آن است که بالا بودن قدرت اندام مقصد در بذره‌ای در حال رشد بسیاری از گونه‌ها با غلظت بالای محلول اپوپلاست در انتهای مسیر و در جوار اندام مقصد ارتباط دارد (ولز وینکل^۵، ۱۹۹۰). وقتی که قسمتی از سیستم ریشه در محلول فوق‌العاده غلیظ قرار داده شود، فرآورده‌های فتوسنتزی بیشتری به آن منطقه نسبت به سایر قسمت‌ها منتقل می‌شود (لنگ^۶ و تورپ^۷، ۱۹۸۶) و انتظار می‌رود این قبیل محلول‌ها باعث شوند که آب از داخل

1 - Munch

2 - Fieeuw

3 - Willenbrink

4 - Wyse

5 - Wolswinkel

6 - Lang

7 - Thorpe

لوله‌های غربالی به پیرون حرکت نماید که در نتیجه، میزان فشار تورمی کاهش پیدا میکند. از دیدگاه فرضیه مونچ^۱، ایجاد شیب بیشتر بین اندامهای مبداء و مقصد، افزایشی در میزان حمل فرآورده‌های فتوستتزر را به چنین منطقه‌ای واقع می‌شود. از نظر سنتی دلیل کاهش فشار تورمی در اندام مقصد به برداشت قند نسبت داده شده است لیکن نتایج فوق حاکی از آن است که شاید غلظت قند مهمترین عامل نباشد. در صورتیکه چنین باشد میتوان نقشی را برای اسید اینورتاز فضای آزاد که کار آن تاکنون مشخص نشده است، در نظر گرفت.

آخرین مشکل حل نشده، این است که چه عاملی از ورود قند اپوپلاستیکی به داخل سلولهای بافت چوبی ریشه و انتقال مجدد آن به ساقه‌ها در مرحله جریان تعرق (ترشح) جلوگیری مینماید. حرکت قند بداخل بذرها، در حال رشد اخیراً^۲ مورد توجه زیادی قرار گرفته و بسیاری از آنها تخلیه اپوپلاستیک را نشان میدهد. در گندم و ذرت از نشت برگشتی فرآورده‌های فتوستتزر از طریق انقطاع بافت چوبی جلوگیری میشود و خوشه‌های در حال رشد و نمو بواسطه نیروی قوه آب از برگها و سایر قسمتهای گیاه جدا میگردد (بارلو^۲ و همکاران، ۱۹۸۰) این وضع در تعداد زیادی از گونه‌ها دیده میشود (ولز وینکل^۳، ۱۹۹۰) و وسیله‌ای برای خشک شدن بذر در حال رسیدن است. ریشتر^۴ و ایوالد^۵ (۱۹۸۳) نشان دادند که در چغندر قند چنین فاصله‌ای میان اپوپلاسم آوندهای آبکش ریشه ذخیره وجود ندارد، آنان دیدگاه تخلیه اپوپلاستیک قند از آوند آبکش در ریشه چغندر قند را مورد بحث قرار دادن و نشان دادند که مقدار قند شسته شده از دیسکهای بافت ریشه در محلول شستشو که دارای وضعیت اسموزی نزدیک به آن بافت است ناچیز است (ایوالد و همکاران، ۱۹۸۰). آنان همچنین نشان دادند که اپوپلاست دارای مقاومت زیادی در برابر تراوش است (ریشتر و ایوالد، ۱۹۸۳) بنابراین حرکت سیمپلاستیک قند را یک مسیر مطلوب تر می‌دانند. این مسئله همچنان جای بررسی دارد.

۴-۲- رشد ژائیشی

۴-۲-۱- بهاره شدن^۶

چغندر قند یک محصول دو سانه و دارای دوره کامل زندگی شامل یک دوره رشد رویشی، بهاره شدن در اثر سرما، رشد طولی ساقه گل و تولید بذر است. نیاز به بهاره شدن یک مرحله اجباری است اولریش^۷ (۱۹۵۴) با آزمایشهای خود نشان داد که جوانه‌های گیاه چغندر قند بهاره نشده بدون رشد طولی ساقه، می‌تواند چند سال متوالی به تولید برگهای تازه ادامه دهند. با وجود این تا آنجا که به امر بهاره شدن مربوط می‌شود هیچ دوره جوانی برای این گیاه وجود ندارد

1 - Munch

2 - Barlow

3 - Wolswinkel

4 - Richter

5 - Ehwald

6 - vernalisation

7 - Ulrich

و بذر و نهال آن هر دو به دوره سرما واکنش نشان می‌دهند (اسمیت^۱، ۱۹۸۳). کشت مستقیم چغندر بذری را می‌توان در زیر محصولات پوششی خیلی زود همزمان با زراعت محصول قند (ر.ک. فصل ۴) انجام داد، با این حال، این نکته جالب اهمیت است که از بهاره شدن پایه‌های بذری چغندر قند در آغاز اولین سال رشد اجتناب شود. دمای مطلوب این محصول مانند بسیاری از گونه‌های دیگر که به بهاره شدن نیاز دارند (۵ تا ۱۰ درجه سانتیگراد) است (استوت^۲، ۱۹۴۶). درجه حرارت بیش از ۱۰ درجه ممکن است بخشی را بهاره کند و درجه حرارت کمتر از ۵ درجه سانتیگراد بسته به سن گیاه و مقدار دما برای گیاه مضر باشد. لغو بهاره شدن در گیاهان چغندر قند تا مدت طولانی که گیاه در مسیر رشد طولی واقعی ساقه پیشرفت نکرده امکان‌پذیر است (اسمیت، ۱۹۸۳). البته در مورد چغندر قرمز خوراکی (لبو) اگر گیاه بعد از بهاره شدن بلافاصله در معرض درجه حرارت بیش از ۱۵ درجه سانتیگراد قرار گیرد، می‌تواند اثر عکس داشته و بهاره شدن را متوقف نماید (چروبوچک^۳، ۱۹۳۴). بعد از بهاره شدن، یک نیاز فتوپریودیک وجود دارد و باید این نکته را در نظر داشت که چغندر قند یک گیاه روز بلند است (کمپبل^۴ و راسل^۵، ۱۹۶۵).

۲-۴-۲- ساقه‌روی و گلدهی

در مرحله ساقه‌روی، ساقه گیاه شروع به رشد طولی مینماید، و به یک ساقه بلند و زاویه‌دار تبدیل میگردد. چندین برگ جدید بوجود می‌آید که اولین برگ بزرگ و دارای دم‌برگ است و از نظر اندازه شبیه برگ‌هایی است که در سال اول تولید میشود. همانطور که روند رشد طولی ساقه دنبال می‌شود برگ‌های بعدی در قسمت فوقانی گیاه می‌رویند کوچکتر، با دم‌برگ کوچک‌تر و حتی بدون دم‌برگ روی ساقه ظاهر می‌شوند (شکل ۲-۲). ساقه از نظر فتوسنتزی فعال بوده و بنظر نمی‌رسد که وابسته به ذخایر درون ریشه باشد (لانگدن^۶ و جانسن^۷، ۱۹۷۵). ساقه‌های جانبی در گوشه برگ‌ها، سرعت رشد کرده باعث پیدایش دومین و سومین رده گل‌آدین می‌شود. هر کدام از این ساقه‌ها یک سنبله با رشد نامحدود دارد که روی آن گل‌ها بدون دم‌گل هستند. در ارقام چندجوانه‌ای^۸، خوشه‌ها دارای گل‌های متعدد در ارقام تک‌جوانه^۹ به صورت منفرد در کنار برگچه‌های کوچک وجود دارد. هر گل دارای گلپوش سبز متمایل به زرد است که در مقابل هر یک پرچم قرار گرفته و یک تخمدان تحتانی حاوی کلاله ۳ بخشی است. اول از همه گل‌های قاعده ساقه باز می‌شوند و دوره گلدهی بسته به شرایط محیطی، بین سه تا ده هفته طول میکشد. گرده‌افشانی که اصولاً توسط باد صورت می‌گیرد و حشرات نیز نقش کوچکی در این گرده‌افشانی

1 - Smit

4 - Campbell

7 - Johnson

2 - Stout

5 - Russell

8 - Multigerm

3 - Smit

6 - Longden

9 - monogerm

دارند به تولید تک بذر سیاه رنگ به قطر ۲ میلیمتر می‌انجامد. ضمناً بخاطر عدم همزمانی بین رها شدن گرده و قدرت پذیرش کلاله، انجام لقاح دگرگشن عمومیت دارد. هوا نقش بسیار مهمی در یک گرده‌افشانی موفقیت‌آمیز دارد که اینکار در انگلستان عمدتاً^۱ بین ساعت ۹ و ۱۱ صبح به وقت گرینویچ^۲ یعنی زمانی که رطوبت نسبی ۷۵ درصد است صورت می‌گیرد (اسکات^۳، ۱۹۷۰). کینیت بذر موقعی خوب و مرغوب خواهد بود که فصل رشد بذر و دوره رسیدن آن گرم و خشک باشد.

بقایای گلپوش دارای مواد بازدارنده جوانه‌زنی محلول در آب است که با شستشو میتوان آن را خارج کرد (لانگدن، ۱۹۷۳). البته به‌طور نظری اجرای آبیاری از بالای سر گیاه میتواند بازدارنده رشد را از روی بذرهایی که هنوز روی گیاه مادر قرار دارند بشوید و مقدار آبی که معمولاً^۴ برای اینکار لازم میشود خیلی بیشتر از حد معمول است چنین تیمارهایی ممکن است، رسیدگی بذر را بتأخیر اندازد (بتل^۳ و ویتینگتون^۴، ۱۹۶۹). بنابراین بارندگی در حین رسیدن بذر مانند درجه حرارت پائین که در این زمان موجب بهاره شدن بذر می‌شود، و احتمالاً تعداد گیاهان به ساقه رفته را در زراعت محصول ریشه افزایش می‌دهد، نامطلوب است. آب و هوا عامل مهمی در انتخاب محل کشت زراعت چغندر قند بذری است و انتقال کشت این زراعت در منطقه مدیترانه و اطراف آن (ر.ک. فصل ۴) بنحو مؤثری در اصلاح کیفیت بذر در سالهای اخیر تأثیر داشته است (لانگدن، ۱۹۹۰).

1 - GMT

2 - Scott, 1970

3 - Battle

4 - Whittington

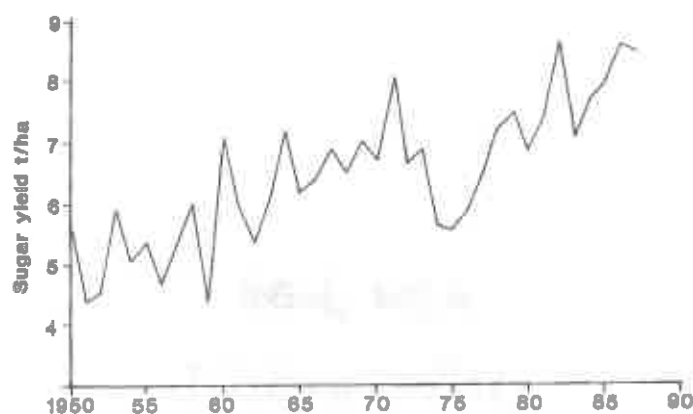
فصل سوم

ژنتیک و بهنژادی

۱-۳- مقدمه

از اواخر جنگ جهانی دوم انقلاب تکنولوژیکی، چغندر قند را از یک محصول زراعی وابسته به کارگر با عملکرد ثابت به یک محصول کاملاً مکانیزه با افزایش عملکرد مبدل ساخت. صحت این گفته در نیاز کارگری محصول چغندر قند کشورهای اروپای غربی روشن می‌گردد که در اواسط دهه ۱۹۵۰ میلادی ۳۵۰ الی ۴۰۰ ساعت کار مرد در هکتار لازم بود، اما در اوایل دهه ۱۹۸۰ به ۵۰ ساعت کار مرد در هکتار تقلیل یافت. در دوره مذکور با وجود اثرات معکوسی که به کارگیری مکانیزاسیون در ابتدا روی عملکرد چغندر قند داشت، تولید چغندر قند به طور مدام افزایش یافت (شکل ۱-۳).

اگر چه به دلایل مختلف خاکی، آب و هوایی و اقتصادی، در مناطق چغندر کاری سرعت پیشرفت و توسعه یکسان نبوده است، لیکن بسیاری از فعالیت‌های پیوسته و هماهنگ شده، به ویژه در زمینه‌های توسعه مکانیزاسیون، کنترل آفات و علف‌های هرز و بهنژادی در آن دخالت داشته‌اند (مارتنز و پیک^۱ ۱۹۸۶). برای پیشرفت بیشتر در تولید چغندر قند که به شدت حفظ رقابت صنعت قند نیاز دارد، ترکیب فعالیت‌های تحقیقاتی در همه زمینه‌های مرتبط با زراعت چغندر قند و فرآوری این محصول ضروری است. به هر حال، لزوم دستیابی به یک کشاورزی پایدار که به سموم حشره کش و به نهاده‌های کمتری متکی باشد نیز موجب خواهد شد که اهمیت نسبی بهنژادی افزایش یابد.



شکل ۱-۳- پشرفت عملکرد چغندر قند اروپای غربی بین سال‌های ۱۹۵۰ الی ۱۹۸۸ (متوسط عملکرد در کشورهای انگلستان، هلند، بلژیک، فرانسه و آلمان غربی)

۳-۲- اهداف بهنژادی چغندر قند

اهداف برنامه‌های بهنژادی چغندر قند تهیه ارقام پایدار و سازگاری است که با حداقل هزینه‌های تولید حداکثر عملکرد شکر سفید در واحد سطح را داشته و علاوه سایر نیازهای کارخانه‌ها و چغندرکاران را پاسخگو باشد.

این اهداف فقط از طریق گزینش خصوصیات زراعی و تکنولوژیکی در یک رقم جمع می‌شود، بعضی از این صفات پیچیده و برخی دیگر ساده هستند. از این رو، گزینش برای عملکرد شکر، تولید ریشه و عیار قند در حقیقت گزینش برای کارایی فیزیولوژیکی بیشتر می‌باشد. با این حال، همبستگی متفی و تقریباً غیرقابل تغییر بین عیار قند و عملکرد ریشه وجود دارد نهایتاً دستیابی همزمان به حداکثر در دو جزء اصلی عملکرد شکر مشکل است. در نتیجه ارقام چغندر قند معمولاً^۱ به تیپ محصولی^۱ (تاکید روی عملکرد ریشه)، تیپ قندی^۲ (تاکید روی عیار قند) یا تیپ معمولی^۳ (متوسط از نظر دو صفت) گروه‌بندی شده است. انتخاب تیپ مناسب یک منطقه مخصوص، تحت تاثیر عوامل مختلفی است که شامل شرایط آب و هوا و چگونگی خرید ریشه از زارعین می‌باشد.

کارایی استحصال شکر سفید در کارخانه تحت تاثیر سطوح نمک‌های سدیم و پتاسیم،

1 - E(Ertrag)

2 - N(Normal)

3 - Z(Zucker)

اسیدهای آمینه و بتائین می‌باشد، که همه این صفات با یکدیگر و با عملکرد ریشه و عیارقند بستگی دارند (ر.ک. فصل ۱۵). در برنامه‌های بهنژادی چغندر قند ترکیبی از چندین صفت از جمله عملکرد بیشتر شکر و مقدار کم و متوازن این ناخالصی‌ها در نظر گرفته می‌شود.

۳-۳- صفات مورد گزینش

۳-۳-۱- صفات ظاهری و تشریحی

صفات ظاهری یک گیاه چغندر قند (مثلاً شکل ریشه)، عملیات برداشت، خصوصیات سیلوپذیری و کار کارخانه قند را تحت تاثیر قرار می‌دهد. صفات تشریحی (مثلاً اندازه سلول) اساساً روی عملیات کارخانه تاثیر می‌گذارد.

ریشه‌های طویل و باریک یا بسیار منشعب در هنگام برداشت (بر اثر شکستن در زیر خاک) و یا شستشو در کارخانه (تراوش خود به خودی شیره از قسمت‌های شکسته شده ریشه‌ها) زیان‌هایی را به بار می‌آورد. در کارخانه از ریشه‌هایی که طویل و باریک یا منشعب هستند نسبت بیشتری از خلال ریز و خمیر نرم تهیه می‌شود از این رو بر کارایی فرآیند مرحله دیفوزیون مؤثر است. ریشه‌هایی که به خوبی در خاک قرار نگرفته‌اند، ممکن است توسط ماشین سرزن به خارج از ردیف کاشت پرتاب شوند و در دسترس ماشین برداشت قرار نگیرند و روی خاک باقی بمانند. گزینش بهنژادی باید منجر به انتخاب ریشه‌های سفت و توپر شود که خیلی طویل نبوده و به تدریج از طوقه به انتهای ریشه باریک شود و حداقل انشعاب را دارا باشند. چنین ریشه‌هایی معمولاً دارای شیارهای کم عمق‌تر و پوست صاف‌تر هستند (خصوصیاتی که افت گل ولای کمتر و شستشوی ریشه‌ها را در کارخانه آسان‌تر می‌سازد) و همچنین طی عملیات برداشت و حمل و نیز در کارخانه کمتر در معرض آسیب مکانیکی قرار می‌گیرند.

اندازه و شکل طوقه، مقدار خسارت در مزرعه و کیفیت عملیات برداشت را تحت تاثیر قرار می‌دهد. از این رو ریشه‌هایی که دارای طوقه بزرگتر و عریض‌تر است مقدار بیشتری از سر آنها زده می‌شود و در نتیجه زیان بیشتری به وزن ریشه تحمیل می‌گردد. اگر چنین ریشه‌هایی از پائین طوقه قطع شود میزان سیلوپذیری آنها کاهش یافته و از کیفیتشان کاسته خواهد شد.

اندازه و سایر خصوصیات برگ، اگر چه برای دامداران اهمیت دارد، لیکن به ندرت تحت گزینش مستقیم قرار می‌گیرد. با این حال شواهدی در دست است مبنی بر این که کارایی فتوسنتز، توانایی رقابت، و عکس‌العمل به تراکم بوته‌ها تحت تاثیر مقدار، اندازه و موقعیت برگها قرار می‌گیرد.

همین‌طور تعدادی از صفات تشریحی (به ویژه اندازه سلول، ضخامت دیواره سلولی و تعداد آوندها) در اندازه خلال ریشه دخالت دارند از این لحاظ حداکثر توانایی تولید شکر قابل استحصال و حداقل مقاومت نسبت به عمل خلال مورد توجه است. صفات مرفولوژیکی و تشریحی تواما تحت تاثیر نوع رقم، نوع خاک، عملیات زراعی و آب و هوایی قرار می‌گیرند.

۲-۳-۳- صفات فیزیولوژیکی

حداکثر محصول چغندر قند موقعی بدست می‌آید که دوره رویش حتی المقدور طولانی باشد و رشد گیاه بی‌جهت محدود نشود. مؤثرترین وسیله برای افزایش دوره رویش کشت زود هنگام است، با این وجود برای زراعت زود کاشت به ارقامی نیاز است که به ساقه‌روی (بولتینگ) خیلی مقاوم باشند (ر.ک. بخش ۱-۴-۳). گیاهان به ساقه رفته، به دلیل داشتن ساقه‌های چوبی و ریشه‌های فیبری نامطلوب برداشت ماشینی چغندر قند را با مشکل روبرو می‌سازند و تولید را کاهش می‌دهند. از این نظر مقاومت به ساقه‌روی به عنوان یک صفت مهم به‌نژادی در مناطق سردسیر یا مناطقی که کشت پائیزه دارند مطرح است. برای زراعت زود کاشت گزینش برای صفات دیگری از جمله جوانه‌زدن در درجه حرارت پائین و رشد سریع در اوایل بهار اهمیت دارد با این حال، برای رسیدن به این اهداف تاکنون پیشرفت‌های زیادی حاصل نشده است.

با معرفی بذر تک‌جوانه ژنتیکی و کشت درجا، بذرهائی با قدرت جوانه‌زنی بالا و رویش بهتر و بذرافشانی مناسب ضرورت پیدا کرد. خوشبختانه، بذر تک‌جوانه نه تنها سطح جوانه‌زنی بیش از حد انتظار دارد بلکه برای گزینش سایر خصوصیات مطلوب مساعدتر است. اکنون گزینش شدید برای عملکرد بذر، قوه نامیه، اندازه بذر و شکل بذر امکان‌پذیر است، و نه تنها برای چغندرکاران فایده دارد بلکه تولید کنندگان بذر نیز می‌توانند از هر واحد بذر پایه، نسبت بیشتری از بذر تجارتی تولید نمایند.

گزینش گیاه کامل برای تحمل به علف‌کش نیز امکان‌پذیر است، اما این روش جای خود را به گزینش مقاومت در سلول یا بافت‌های کشت شده در آزمایشگاه یا انتقال مقاومت از طریق تکنیک‌های نوترکیبی دی - ان - ۱^۱ داده است.

از میان عوامل زیادی که رشد گیاه را در اواخر فصل محدود می‌سازند، فقط اثرات آفات و بیماری‌ها از طریق به‌نژادی قابل بهبود هستند. در چغندر قند همچون اکثر نباتات زراعی، اصلاح برای مقاومت یا تحمل به بیماری‌ها و آفات به ویژه برای تضمین ادامه کشت چغندر قند در بسیاری مناطق اهمیت حیاتی داشته و در برخی مناطق دیگر در افزایش راندمان محصول و کاهش هزینه سموم آفت‌کش سهم بسزائی داشته است. اهمیت بیشتر موضوع این است که اصلاح برای مقاومت به بیماری و آنت یکی از مطمئن‌ترین راه‌های افزایش عملکرد بیشتر در چغندر قند است.

سیلوپذیری ریشه‌های چغندر قند یکی از خواص فیزیولوژیکی و سنجیده است که به طور غیرمستقیم از شکل ریشه و بطور مستقیم از نحوه برداشت و حمل آن و خصوصیت مقاومت به بیماری‌هایی تأثیرپذیری دارد با این حال فرآیندهای ارثی فیزیولوژیکی به ویژه میزان تنفس در

سیلوپذیری چغندر قند دخالت دارند. عدم پیشرفت اصلاحی در خاصیت سیلوپذیری عمدتاً^۱ به مشکلات عملی آزمون تعداد زیادی رگه^۱ در شرایط سیلوئی مناسب معطوف می‌شود. احتمال دارد با ارزیابی جداگانه اجزاء اصلی سیلوپذیری، پیشرفت‌هایی در این زمینه حاصل شود، و در سال‌های اخیر بهنژادگران تجهیزاتی فراهم کرده‌اند که تعیین میزان تنفس تعداد زیادی از نمونه‌های کوچک را به طور همزمان امکان‌پذیر می‌سازد.

۳-۳-۳- صفات شیمیائی

صفات مرفولوژیکی، تشریحی و فیزیولوژیکی که تاکنون بحث شد کشت بذری و استقرار زراعت، عملیات زراعی بعد از آن، رشد و عملکرد نهائی، سیلوپذیری، شستشو و خلال در کارخانه، و استحصال در دیفوزیون راتخت تاثیر قرار می‌دهد. خصوصیات شیمیائی عمدتاً^۲ در فرآیند کریستاله شدن قند دخالت دارند. ریشه‌ها باید عیار قند بالا و مقادیر کمی (نسبت به عیار قند) از نمک‌های سدیم و پتاسیم، ازت‌های آمینه و بتائین داشته باشند.

بطور کلی، بیشتر صفات از طریق گزینش اصلاح می‌شوند اگر چه همه آنها اهمیت یکسانی ندارند. اهمیت نسبی این صفات بستگی به شرایط رشد، عوامل اقتصادی و فرآیند استحصال شکر در کارخانه دارد، بنابراین هر بهنژادگر باید قضاوت خود نماید تا بین آنچه که مطلوب است و آنچه را که در شرایط کار او عملی است به بهترین حالت تعادل برساند.

۳-۴- وراثت صفات خاص

۳-۴-۱- عادت رشد

عادت رشد دوساله

تمام چغندرهای زراعی اساساً دوساله‌اند و برای انتقال از مرحله رویش به زایش به یک دوره درجه حرارت پائین نیاز دارند (القاء حرارتی)^۲. مدت زمان القاء حرارتی توسط عوامل ژنتیکی تعیین می‌شود، اگر این دوره خیلی کوتاه باشد، ساقه‌بذری ممکن است در درجه حرارت پائین در بهار سال اول به وجود آید. که به این پدیده ساقه روی می‌گویند. القاء گل تحت تاثیر طول روز و درجه حرارت (القاء نوری حرارتی)^۳ است و در سال اول، بکارگیری درست عوامل در تحریک گلدهی و تشکیل بذرنوטיפ‌های دوساله مهم است. ژنتیک مقاومت به ساقه‌روی در چغندرهای دوساله هنوز روشن نیست. بعضی از تحقیقات نشان می‌دهد که مقاومت به ساقه‌روی تحت تاثیر تعداد زیادی ژن با درجات مختلف غلبه است (مارکوم^۴ ۱۹۸۴)، لوکوشه و

سورو^۱ (۱۹۸۹)، بعضی دیگر عقیده دارند حداقل در بعضی از ژنوتیپ‌ها، مقاومت به ساقه روی عمدتاً تحت تاثیر ژنهای مغلوب است (مک فارلین و همکاران^۲ ۱۹۴۸).

عادت رشد یک‌ساله

بیشتر فرم‌های وحشی مدیترانه‌ای از گونه‌های چغندر (ماریتیم^۳ - ماکروکارپا^۴ و آتروپلیسی‌فولیا^۵) یک‌ساله‌اند، اما تیپ‌های دو ساله نیز در آنها دیده شده است. برعکس نحوه رشد و نمو دو ساله، ژنتیک عادت یک‌ساله کاملاً شناخته شده است این صفت توسط یک ژن غالب B کنترل می‌شود (آون^۶ ۱۹۴۵، آبگ^۷ ۱۹۳۶، مونراتی^۸ ۱۹۳۱). گیاهانی که این ژن را دارند در روزهای طولانی و درجه حرارت نسبتاً بالا، خیلی سریع به بذر می‌نشینند. هیبریدهای نسل اول حاصله از تیپ‌های دو ساله و یک‌ساله قدری دیرتر تشکیل بذر می‌دهند که احتمالاً در اثر ژن‌های تغییر دهنده تیپ والد دو ساله است. در شرایط مساعد، تفرق نسل دوم به نسبت مورد انتظار ۳:۱ خیلی نزدیک است.

موقعی که در بهنژادی، بذر نسل‌های متوالی مورد نیاز باشد ژن یک‌ساله B ممکن است به کار گرفته شود. ژن یک‌ساله برای تسریع برنامه‌های تلاقی برگشتی استفاده می‌شود، این ژن آزمون نگهدارنده‌های نرعی و تحقیق ژنتیکی را آسان می‌سازد، اگر به درستی بکار رود ابزار بسیار مفیدی در بهنژادی است. این ژن می‌تواند زیان‌های قابل توجهی نیز داشته باشد چون ممکن است بذرهای پایه بهنژادی و مزارع تجارتی چغندر قند بذری را آلوده سازد. در مزارع بذری چغندر قند اروپای جنوبی نیز این خطر وجود دارد زیرا در این مناطق چغندرهای علفی حامل این ژن می‌باشند.

۲-۴-۳ خود ناسازگاری و خودباروری^۹

چغندر قند معمولاً گیاهی است دگرگشن، در شرایط ایزولاسیون کامل به جز چند عدد بذر یا اصلاً بذر تولید نمی‌کند. مکانیزم ژنتیکی آن به‌طور کامل توسط آون (۱۹۴۲) مطالعه شد. او به این نتیجه رسید که در اکثر موارد خود ناسازگاری در چغندر قند می‌تواند توسط دو سری الل چندگانه در حالت گامتوفیتیک تعیین شود. با این حال، در بعضی موارد وی مجبور بود وجود ژن‌های تغییر دهنده را برای اثبات قضیه خود در نظر بگیرد.

برخلاف نظریه آون، لارسن^{۱۰} (۱۹۷۷ و ۱۹۷۸)، بعد از مطالعات گسترده به این نتیجه رسید

1 - Lechochec and Soreau

4 - B. macrocarpa

7 - Abegg

9 - Self-incompatibility and Self fertility

2 - Mc. Farlane et.al

5 - B. atriplicifolia

8 - Munerati

3 - Beta maritima

6 - Owen

10 - Larsen

که در مواد آزمایش شده خود، خود ناسازگاری تحت تاثیر حداقل چهار جایگاه ژنی S بوده که دارای اثرات مکمل و پیوسته می باشند. لارسن این چهار جایگاه ژنی را Sd, Sc, Sb, Sa نامگذاری کرد که به ترتیب حامل ژن های ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷ و ۸ هستند. هر الل S که توسط دانه گرده حمل می شود بایستی با یک الل مشابه در مادگی جفت شود تا این که خود ناسازگاری اتفاق بیافتد. وجود تعداد زیادی از ژنوتیپ های S، این سیستم آمیزش در بین خویشاوند های نزدیک را میسر می سازد. با این وجود طبق نظریه لارسن (۱۹۸۲) تاثیر این سیستم مانع افزایش خلوص ژنتیکی می گردد لذا ترجیحاً با دورترین خویشاوندان تقدم دارد.

گیاهان خود ناسازگار معمولاً بعد از خودگشتی مقداری بذر تولید می کنند. این شبهه خودسازگاری یا شبهه خودباروری دروغی که در اثر شکستن مکانیزم خودناسازگاری است، با فراوانی های مختلف در ژنوتیپ های مختلف اتفاق می افتد و شدیداً تحت تاثیر شرایط محیطی به ویژه درجه حرارت است. شبهه خودباروری احتمالاً تحت تاثیر سیستم چندژنی است اگر چه این مطلب به طور کامل شناخته نشده است، لیکن افزایش میزان هتروزیگوتی ژن S در خامه اندام مادگی که شبهه خودسازگاری بیشتری را موجب می شود همراه است (لارسن ۱۹۷۷b). شبهه خودسازگاری در درجه حرارت های پائین (حدود ۱۵ درجه سانتیگراد) و در درجه حرارت بالا (حدود ۳۵ درجه سانتیگراد) افزایش می یابد.

زمینه هایی از خودگشتی اجباری تقریباً شناخته شده است. از این رو، لاین منورم SLC 101 (ر.ک. بند ۴-۴-۳) حامل یک ژن غالب برای خودگشتی است (ساویتسکی ۱۹۵۴) که در سطح جهان توزیع شده است. گیاهانی که ژن S^R را به صورت منفرد یا دوتایی حمل می کنند معمولاً حدود ۹۰ الی ۹۵ درصد بذر سلف شده تولید می کنند حتی اگر این گیاهان در زمان گلدهی توسط گیاهان غیر خویشاوند غیر خودبارور و یا خودبارور احاطه شده باشند. اگر گل آذین این گیاهان را در پاکت کاغذی قرار دهیم تا از دانه گرده گیاهان غیر خویشاوند جلوگیری به عمل آید، بدون توجه به درجه حرارت مقدار زیادی بذر تولید می کنند. این ژن اصلاح لاین های چغندر قند را به ویژه در مناطقی که تابستان خیلی گرم دارند، بسیار آسان نموده است.

۳-۴-۳ نر عقیمی

نر عقیمی سیتوپلاسمی^۱

نر عقیمی سیتوپلاسمی در چغندر قند اولین بار توسط آون (۱۹۴۵) کشف و مورد مطالعه قرار گرفت. وی نشان داد که عقیمی تحت تاثیر حداقل دو ژن کروموزومی مغلوب و یک ژن (سیتوپلاسم عقیم) است. از دیدگاه آون، گیاهان کاملاً نر عقیم ژنوتیپ $xxxx(S)$ دارند در حالی که

ژنوتیپ‌های دیگر، بین $(S)Xxzz$... $(S)XXZZ$ ، درجات مختلفی از باروری دانه گرده را نشان می‌دهند. همان‌طور که خود آون ذکر کرد وراثت نر عقیمی در حقیقت می‌تواند پیچیده‌تر از این باشد و چندین حالت تغییر یافته فرمول اولیه پیشنهاد گردیده‌است. برای تهیه‌تاج نر عقیم از گیاهان نر عقیم، باید گیاهان CMS^۱ توسط گیاهان نگهدارنده نر عقیمی گرده‌افشانی شوند (در اصطلاح چغندر قند، آتایپ^۲ - گویند)، این گیاهان ژن‌های کروموزومی نر. عقیم را حمل می‌کنند ولی دارای سیتوپلاسم نرمال می‌باشند $(N)xxzz$ فراوانی این ژنوتیپ‌ها در اکثر توده‌های چغندر قند خیلی پائین است (۵-۳ درصد)، اما این گیاهان فقط از طریق آزمون تلاقی (تست کراس) تیپ‌های O مشابه با گیاهان نر عقیم قابل تشخیص هستند. اگر تمام نتایج چنین تلاقی نر عقیم باشند گیاه گرده‌افشانی که در عمل تلاقی به کار گرفته شد دارای ژنوتیپ تیپ O است. بر اثر خودگشتی مداوم یک تیپ O معین و تلاقی برگشتی همزمان آن با یک رگه نر عقیم، رگه‌های خالص آتایپ و نر عقیم معادل آنها بدست می‌آید.

تجزیه‌های مختلف DNA میتوکندری (mt DNA) چغندر قند و چغندرهای وحشی مربوط به گروه بتا مؤید این است که عوامل ژنتیک سیتوپلاسمی گیاهان نر عقیم در DNA میتوکندری قرار دارد (پولینگ^۳ ۱۹۸۲، میکامی و همکاران^۴ ۱۹۸۵، هالدن و همکاران^۵ ۱۹۸۸). در مطالعات اخیر هالدن و همکاران (۱۹۹۰) نشان دادند که CMS اتفاقی در جنس بتا مرتبط با دوباره ترتیبی ساختمان DNA میتوکندری است و در اثر تبادل اندامکهای سلولی بین گونه‌ها نمی‌باشد.^۶

نر عقیم مندلی یا هسته‌ای^۷

آون (۱۹۵۲) برای اولین بار این نوع نر عقیمی را نیز که به یک ژن هسته‌ای مغلوب a1 بستگی دارد. در چغندر قند توضیح داد چون چنین مکانیزمی اصلاح یک رگه یا یک توده صد درصد نر عقیمی را تضمین نمی‌کند، استفاده از آن برای تسهیل در امر تلاقی یا تلاقی برگشتی با رگه‌های خودبارور و یا نوترکیبی در برنامه‌های سلکسیون دوره‌ای محدود می‌شود.

۴-۳-۴ صفت تک‌جوانه‌ای

منبع ژنتیکی SLC 101

در سال ۱۹۴۸ میلادی یک ژنتیکدان روسی به نام وی.اف. ساویتسکی^۸ (۱۹۵۰) در میان مزرعه بذری "هیرید - ۱۸" میشیگان پنج گیاه تک‌جوانه پیدا کرد. (ساویتسکی، ۱۹۵۰) از این

۱ - Cytoplasmic male sterility (CMS)

۳ - Powling

۶ - rearrangement

۴ - Mikami et. al

۷ - nuclear male sterility

۲ - O - Type

۵ - Halden et. al

۸ - V.F.Savitsky

پنج بوته فقط دو بوته تک‌جوانه واقعی بودند و فقط یکی از آنها در سطح وسیع مورد استفاده قرار گرفت. از این بوته بذرگیری بعمل آمد و بنام SLC 101 نامگذاری شد و در سال ۱۹۵۰ در اختیار بهنژادگران امریکایی قرار گرفت و پس از آن در اروپا و نقاط دیگر توزیع گردید. این لاین تاکنون مشهورترین منبع صفت تک‌جوانه‌ای در خارج از اتحاد جماهیر شوروی سابق شناخته شده است.

رگه SLC 101 خودبارور است و بوته اولیه احتمالاً از رگه‌ای بدست آمده که در چند نسل سلف گردیده است. علاوه بر صفت تک‌جوانه‌ای، لاین SLC 101 از لحاظ انشعاب گل‌آذین متفاوت است: یک شاخه جانبی و یا یک گل منفرد در محور یک برگ بوجود می‌آید اما مثل ساقه گیاه چندجوانه هرگز هر دو با هم تشکیل نمی‌شوند.

صفت تک‌جوانه در SLC 101 توسط یک ژن مغلوب بنام *m* کنترل می‌شود (ساوتیسکی ۱۹۵۲).

گیاهان ناخالص (هتروزیگوت، *Mm*) چندجوانه‌ای هستند اما در مقایسه با گیاهان چندجوانه خالص میوه‌های کمتری را در هر خوشه گل تولید می‌کنند. در نسل F_2 حاصل از تلاقی چندجوانه و تک‌جوانه ۲۵٪ بوته‌های تک‌جوانه و ۷۵٪ بوته‌های چندجوانه تفرق می‌یابند. با این حال، همان‌طور که توسط ساوتیسکی بیان گردید، به دلیل تفرق ژن‌های تغییر دهنده تظاهر ژن *m* نسبت‌های متفاوتی از گیاهان *mm* خالص، گل‌های دو جوانه‌ای اساساً در قاعده ساقه اصلی (میانی) و قاعده شاخه‌های جانبی گل آذین نشان می‌دهند. از آنجائی که نسبت بذرهای دو جوانه‌ای متفاوت است و به تعداد ژن‌های تغییردهنده که از والد چندجوانه به نتاج حاصل از تلاقی تک‌جوانه با چندجوانه انتقال می‌یابد و نیز به شرایط محیطی، بستگی دارد، نسبت گیاهان تک‌جوانه قابل قبول در نسل F_2 ممکن است بسیار کم و به نسبت ۱ به ۸ تقلیل یابد. به استثنای این نوع تغییرات در میزان تظاهر ژن، انتقال ژن *m* به گیاهان چندجوانه هیچ تغییر دیگری را در بر ندارد. به نظر می‌رسد ژن *m* هیچ نوع اثر نامطلوبی روی عملکرد و صفات کیفی چغندر قند ندارد اما در SLC 101 تمایل شدیدی برای تاج‌خروسی شدن شاخه گل‌دهنده وجود دارد که حذف آن ساده نیست.

سایر منابع تک‌جوانه‌ای

تا سال ۱۹۳۴، گیاهانی که در اتحاد جماهیر شوروی سابق پیدا شده بودند که حداکثر حدود ۹۰ درصد بذر تک‌جوانه تولید می‌کردند. این منابع برای اصلاح ارقام تک‌جوانه در اتحاد جماهیر شوروی سابق و برخی کشورهای اروپای شرقی استفاده شده است. طبق نظریه نپ^۱ (۱۹۶۷)

صفت تک‌جوانه در مواد روسی مورد مطالعه وی تحت تاثیر ژن m نیست بلکه یک سیستم چند ژنی آن را کنترل می‌کند. در تک‌جوانه‌هایی که منشاء آنها لهستان بود و یک رقم بذر تک‌جوانه که در سال ۱۹۳۹-۱۹۵۲ توسط یک شرکت آلمانی بنام شرایبر^۱ تولید شد چنین سیستم ژنتیکی وجود دارد.

۵-۴-۳ رنگ هیپوکوتیل و ریشه

ریشه ارقام زراعی چغندر همچون چغندر قند، برخی از چغندرهای علوفه‌ای و یا اغلب تیپ‌های سویس چارد^۲ سفید و یا در چغندر لبویی و اکثر چغندرهای علوفه‌ای (زردپاقرمز) می‌باشد.

رنگدانه‌های بتاسیانین و بتاگزانتین^۳ محلول در شیر سلولی موجب رنگ ریشه و هیپوکوتیل می‌گردد.

اگر چه تمام چغندرهای قندی ریشه‌های سفید دارند لیکن در مرحله نشائی بعضی دارای هیپوکوتیل‌های کم و بیش رنگی می‌باشند.

رنگ ریشه، همچون رنگ هیپوکوتیل و برگها توسط ژن‌هایی که حداقل در دو جایگاه ژنی قرار دارند کنترل می‌شود، جایگاه Y (یا G) با سری‌های Y ، Y^f ، Y و R با سری‌های Y ، R^p ، RR^h ، r و R^1 (کلر^۴ ۱۹۳۶، رایسر و آون^۵ ۱۹۴۲، پدرسون^۶ ۱۹۴۴). گیاهانی که Y غالب با Y با Y مغلوب در جایگاه ژنی R دارند ($YYrr$ یا $YYrr$) دارای هیپوکوتیل و ریشه زرد رنگ هستند، آنهایی که Y^f دارند به رنگ زرد لیموئی پررنگ هستند، و آنهایی که Y غالب با Y مغلوب هستند ریشه سفید و هیپوکوتیل سبز رنگ دارند. گیاهان با Y غالب با R^1 ، R^p و R^h دارای ریشه‌های سفید هستند که در صورت وجود Y مغلوب در جایگاه ژنی Y هیپوکوتیل آنها رنگی می‌شود. در وضعیتی که Y غالب در جایگاه ژنی Y و Y غالب در جایگاه ژنی R وجود داشته باشد ریشه‌های قرمز با درجات مختلف رنگی بوجود می‌آید. آلل h از این قانون مستثنی است و در حضور Y فقط رنگ قرمز هیپوکوتیل را ظاهر می‌شود (پدرسون^۶ ۱۹۴۴). از این‌رو، جایگاه ژنی Y نه تنها رنگ زرد ریشه را کنترل می‌کند بلکه وجود آن برای تظاهر رنگ قرمز ریشه نیز ضروری است. رنگ هیپوکوتیل نشانگر مرفولوژیکی مفیدی است و اغلب در تلاقی‌های بهنژادی چغندر قند مورد استفاده قرار می‌گیرد.

1 - Schreiber

4 - Keller

2 - Swiss chard

5 - Ryser and Owen

3 - betaxanthine

6 - Pedersen

۳-۵ اتوپلی پلوئیدی در بهنژادی چغندر قند

۳-۵-۱ خصوصیات عمومی چغندر قند پلی پلوئید

در اواخر دهه ۱۹۳۰ عده‌ای از بهنژادگران و محققین چغندر قند شروع به تولید چغندرهای اتوتتراپلوئید نمودند ($2n=4x=36$) و این کار در بدو امر امیدواری زیادی برای افزایش محصول بوجود آورد (شوانیتز^۱ ۱۹۳۸؛ فراندسن^۲ ۱۹۳۹؛ راسموسن و لوان^۳ ۱۹۳۹). در عوض، وزن ریشه و عملکرد قند تتراپلوئیدها تقریباً کمتر از والدین دیپلوئید خودشان تشخیص داده شد. با این حال، به زودی کشف شد که دیپلوئیدها و تتراپلوئیدها آزادانه تلاقی یافته و تریپلوئیدهای حاصل ($2n=3x=27$) در اغلب موارد نه تنها از تتراپلوئید خود بلکه از والد دیپلوئید خود نیز قند بیشتری تولید می‌کنند (پتو و بایس^۴ ۱۹۴۰). این یافته علمی به اصلاح واریته‌های پلی پلوئید یا بهتر است گفته شود به واریته‌های آنیزوپلوئید چغندر قند منجر گردید (ر.ک. ۳-۷-۲). و با معرفی نر عقیمی سیتوپلاسمی اساس ارقام فعلی تریپلوئید هیبرید گردید.

n نمایانگر تعداد کروموزوم گامت‌ها است (از این رو در یک چغندر قند دیپلوئید $n=9$ در یک چغندر قند تتراپلوئید $n=18$ است) x نمایانگر تعداد کروموزوم ژنوم اصلی است

چغندر قند تتراپلوئید همچون اکثر اتوتتراپلوئیدهای مصنوعی، نسبت به دیپلوئیدهای خود تعداد برگ‌های کمتری تولید می‌کند، اما دارای پهنک ضخیم‌تر و بزرگتر، با شاخص طول - عرض کوچکتر و دمبرگ کوتاه‌تر و ضخیم‌تر از دیپلوئید می‌باشد. (تصاویر ۳-۵-۳، ۳-۵-۴). گل‌ها و بذر تتراپلوئیدها نیز بزرگتر از دیپلوئیدهای خود می‌باشند. اساس این اختلافات به دلیل افزایش اندازه سلول در تتراپلوئیدها است و این بزرگی در سلول‌های محافظ روزنه‌ها و دانه‌های گرده به وضوح قابل تشخیص می‌باشد.

با این نوع تغییرات مرفولوژیکی، تغییرات فیزیولوژیکی نیز همراه است که معمولاً تا حدی میزان رشد گیاه را کندتر می‌کند. از این رو برای این که تتراپلوئیدها به پتانسیل نهایی عملکرد برسند به دوره رویشی طولانی‌تر از دیپلوئیدها نیاز دارند. شاید به دلیل این خاصیت است که تتراپلوئیدها در مقایسه با دیپلوئیدهای خود، در جنوب اروپا عملکرد بهتری رانسبت به شمال غربی اروپا دارند.

۳-۵-۲ خواص سیتوزنتیکی چغندر قند اتوپلی پلوئید

در تتراپلوئیدها به دلیل داشتن چهار ژنوم همولوگ کامل، تعداد متفاوتی از کروموزوم‌های چهارتایی، سه‌تایی، دوتایی و تک واحدی در متافاز اول میوز تشکیل می‌شود، این تجمع

1 - Schwanitz

2 - Frandsen

3 - Rasmussen and Levan

4 - Peto and Boyes

کروموزومی در هر دو اندام ماده و نر پدید می‌آید. شرایط از یک تقسیم میوزی به تقسیم میوزی دیگر متفاوت است و به میزان جفت شدن کروموزوم‌ها و تعداد و پراکندگی کیازماها بستگی دارد. نتیجه آن جدا شدن نایک‌نواخت کروموزوم‌ها است و گامت‌هایی با تعداد کروموزوم بیشتر یا کمتر از حد طبیعی بدست می‌آید. اگرچه، تجمع سه‌تایی و تکی موجب توزیع غیریک‌نواخت کروموزوم‌ها در تقسیم اول میوز می‌شود، در چغندر قند اکثر گامت‌های انثوپلوئید به دلیل جدا شدن نامنظم کروموزوم‌های چهارتایی در میوز بدست می‌آید. در نتیجه به طور متوسط، ۴۵ درصد از گامت‌های حاصل از یوپلوئیدها^۱، گیاهان ۳۶ کروموزومی تولید نموده که از نظر کروموزومی متعادل نیستند. برای انثوپلوئیدهای ۳۷ کروموزومی، عدد مذکور ۶۵-۷۰ درصد است.

حتی اگر بیشتر این گامت‌های نامتعادل زنده نمانند، یا تخم را تشکیل دهند که بعداً سقط شود، درصد انثوپلوئیدها در اکثر توده‌های چغندر قند تراپلوئید در حد نسبتاً بالای ۳۰-۴۰ درصد می‌باشد (رامل^۳ ۱۹۶۵؛ بوسمارک^۴ ۱۹۶۶). در تریپلوئیدها چون فقط یکی از والدین گامت‌های نامتعادل دارد، فراوانی انثوپلوئیدها به حدود نصف تقلیل می‌یابد، مثلاً در هیبریدهای تریپلوئید فعلی که والد گرده‌افشان آن تراپلوئید است حدود ۲۰-۱۰ درصد (بوسمارک ۱۹۶۶) و موقعی که تراپلوئید به عنوان والد مادری به کار می‌رود حدود ۲۵-۲۰٪ خواهد بود (بوسمارک، نتایج منتشر نشده).

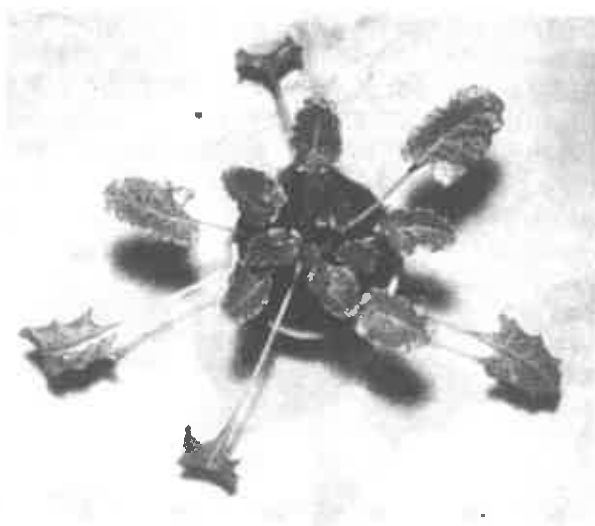
اگر در یک مزرعه اندازه‌گیری انجام گیرد، جایی که گیاهان انثوپلوئید و یوپلوئید در ردیف‌های کشت به طور تصادفی کشت و با یکدیگر رقابت داشته باشند، عملکرد ریشه در تراپلوئیدهای انثوپلوئید حدود ۶۵-۷۰ درصد کمتر از تراپلوئیدهای یوپلوئید است، در حالی که تریپلوئیدهای انثوپلوئید حدود ۵۰ درصد کمتر از تریپلوئیدهای یوپلوئید رقیب خود ریشه تولید می‌کنند. با این وجود، اگر ما این اعداد را برای محاسبه افت محصول ناشی از تعداد انثوپلوئیدهای استقرار یافته در مزرعه چغندر قند به کار ببریم، خسارت ناشی از انثوپلوئیدها به یک عدد اغراق‌آمیز می‌رسد، چون در مقایسه عملکرد بین یوپلوئیدها و انثوپلوئیدها رقابت دخالت دارد. برآوردها نشان می‌دهد که خسارت واقعی عملکرد کمتر از نصف عددی است که قبلاً ذکر شده است (بوسمارک ۱۹۶۷، لیستر^۵ ۱۹۶۷). نتیجه دو گزارش فوق یکی بوده است، اگر کسی قادر باشد گیاهان انثوپلوئید را حذف کند، ۴-۶٪ در توده‌های تراپلوئید و ۳-۲٪ در ارقام تریپلوئید افزایش عملکرد خواهد داشت. با این حال، تلاش برای کاهش فراوانی انثوپلوئیدها در توده‌های تراپلوئید موفقیت‌آمیز نبوده است.

1 - Euploids
4 - Bosemark

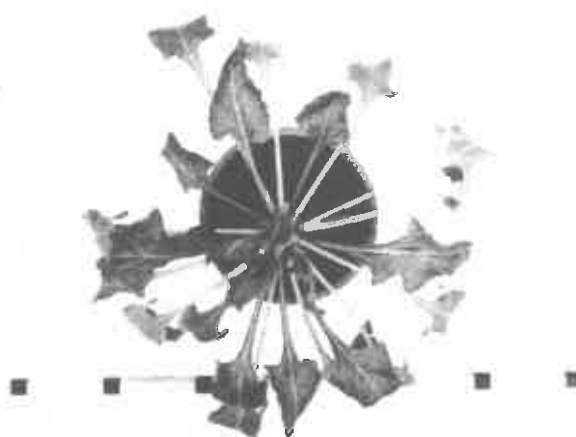
2 - Aneuploids
5 - Lichter

3 - Rammel

نپ (سال ۱۹۵۷) برتری متوسط عملکرد تریپلوئیدها توسط توضیح داد و اظهار داشت که اختلاف بین دیپلوئیدها، تریپلوئیدها و تتراپلوئیدها به دلیل ترکیب و پیوستن اثرات منفی فیزیولوژیکی ناشی از افزایش تعداد ژنوم و اثرات مثبت ناشی از استفاده بهتر از هتروزیگوتی و ال‌های چندگانه منتج از سیستم پلی‌پلوئید است. با این وجود، در این مدل، نپ اثرات منفی اتوپلوئیدی را به حساب نیاورد (بوسمارک ۱۹۷۱) و از این رو اثرات منفی فیزیولوژیکی را بیش از مقدار واقعی ارزیابی کرد. با این همه، پیشنهاد او مبنی بر این که پتانسیل بیشتر اثرات متقابل ال‌لی از طریق افزایش کیفی ژن‌های مطلوب متفاوت بدست می‌آید و منجر به بکارگیری بهتر هتروزیس و ژنوتیپ‌های متعادل خوب می‌گردد در تعدادی از گونه‌های دیگر مورد تایید قرار گرفت. لیشر (۱۹۷۵) اثر سطح پلوئیدی را روی پدیده‌های مختلف ژنتیکی بحث کرد. یکی از نتایج او این است که اثرات غلبه ژنها عملکرد گیاه را افزایش می‌دهد و در هر جایگاه ژنی یک ژن غالب کافی است تا اثر کامل را پدید آورد. توده‌های اتوتتراپلوئید در مقایسه با دیپلوئیدهایی که در یک توده ژنی مشابه هستند، (به ویژه در ارقام مصنوعی) باید عملکرد بهتری داشته باشند. حقیقت امر این است که در حالت کلی، این دیدگاه تئوریک یعنی برتری محصول تتراپلوئیدها به درستی مشخص نشده است. او این را به اثرات منفی اتوپلوئیدی مربوط دانست.



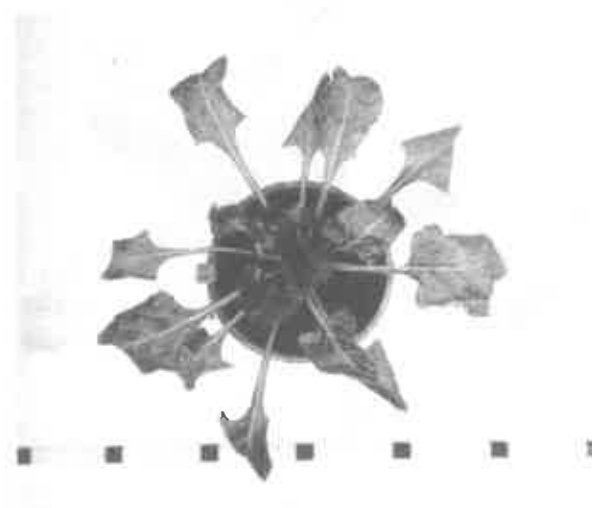
شکل ۲-۳ بوته چغندر قند هاپلوئید از یک رگه تک‌جوانه خالص خودبارور مشاء گرفته است



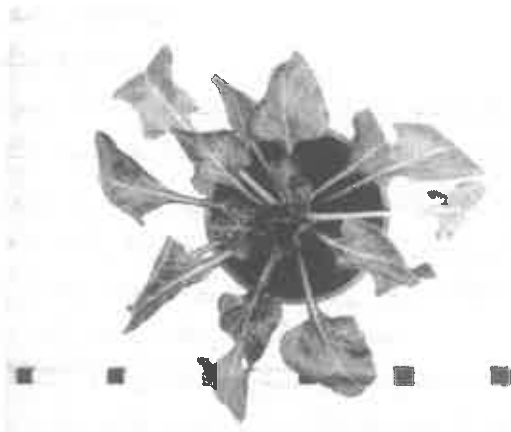
شکل ۳-۳ دیپلوئید خالص که از بوته هاپلوئید تصویر ۳-۲ بدست آمده است (بوسمارک، ۱۹۷۱a)

۳-۵-۳ وراثت در اتوپلوئیدها

اگرچه قوانین وراثت مندلی در تتراپلوئیدها مثل دیپلوئیدها است، لیکن در تتراپلوئیدها به دلیل این که در هسته سلول سوماتیکی، هر لوکوس به جای دوبار چهاربار نشان داده می شود. این قوانین پیچیده تر است.



شکل ۳-۴ بوته تریپلوئید خالص که از هاپلوئید تصویر ۳-۲ بدست آمده است (بوسمارک، ۱۹۷۱a)



شکل ۳-۵ بوته ترپلوئید خالص که از هاپلوئید تصویر ۳-۲ بدست آمده است (بوسمارک، ۱۹۷۱۸)

در دیپلوئیدها برای هرجفت از عوامل سه ژنوتیپ (AA, Aa, aa) و در تتراپلوئیدها پنج ژنوتیپ ممکن (AAAA, AAAa, AAaa, Aaaa, aaaa) وجود دارد. در تتراپلوئیدها مثل دیپلوئیدها وراثت با غلبه کامل یا حدواسط می‌تواند بروز نماید، در حالت وراثت حدواسط تمام یا بعضی از ژنوتیپ‌های هتروزیگوت از همدیگر قابل تشخیص هستند. نسبت‌های تفرق برای تمام ترکیبات ژنتیکی خودبارور و دگربارور از خصوصیات گامت‌های تولید شده پنج ژنوتیپ فوق‌الذکر قابل محاسبه است. با این حال، باید تاکید شود که این نسبت‌های تفرق موقعی بدست می‌آید که در آنافاز II میوز ژن‌های دوکروماتید خواهری همیشه به قطب‌های مختلف بروند. این استدلال نه برای همیشه بلکه اغلب موارد صادق است. بعلاوه، اگر اتئوپلوئیدی اتفاق بیافتد آنها نسبت‌های تفرق را به هم می‌زنند. بدون اینکه وارد جزئیات بحث بشویم ممکن است نتیجه‌گیری شود که وراثت مندلی در تتراپلوئیدها خیلی پیچیده‌تر از دیپلوئیدها است.

۳-۵-۴ عکس‌العمل به انتخاب در اتوتتراپلوئیدها

موقعی که یک صفت ساده با اثرات ژنی مغلوب در توده‌های تتراپلوئید و دیپلوئید گزینش شود، از نسبت‌های تفرق در تتراپلوئیدها مشخص می‌شود که از فراوانی ژن مغلوب در توده‌های تتراپلوئید به مراتب کمتر از توده‌های دیپلوئید کاسته می‌شود. اغلب گزینش در یک دیپلوئید بیش از پنج برابر مؤثرتر از یک تتراپلوئید است. بنابراین، برای بدست آوردن نتایج گزینش در تتراپلوئیدها، یک ضریب بالای گزینش و تکرار آن در چند نسل دارای اهمیت است. عکس‌العمل خفیف تتراپلوئیدها به گزینش مؤید این است که باید درحد ممکن گزینش‌های ضروری در سطح دیپلوئیدی و قبل از تتراپلوئید شدن انجام گیرد.

۳-۶- روش‌های انتخاب

۳-۶-۱- انتخاب توده‌ای

در گزینش توده‌ای گیاهان مطلوب یک توده بر اساس صفات ظاهری انتخاب می‌شوند. گیاهان انتخاب شده سپس باهم کشت و آمیزش می‌یابند. درجه وراثت‌پذیری نقش مهمی را در عملکرد گزینش بازی می‌کند. بر این اساس، گزینش توده‌ای برای صفاتی که با تعداد کمی ژن کنترل می‌شوند و به سادگی قابل مشاهده یا قابل اندازه‌گیری است بیشترین تاثیر را دارد. گزینش طبیعی برای صفات کمی تاثیر کمتری را دارد، صفاتی چون عملکرد که توسط تعداد زیادی ژن کنترل می‌شود در سطح تک بوته قابل اندازه‌گیری نیست.

موقعی که از گزینش توده‌ای استفاده می‌شود، به روشنی محسوس است که باید سعی شود تا اثرات محیطی به حداقل ممکن برسد. از این رو باید کرت‌های گزینش در مزرعه‌ای که کاملاً یکسان است قرار بگیرد، و مراقبت‌های داشت باید انجام شود تا یک جمعیت گیاهی منظم، بدون بوته گم شده بدون خسارات آفات و بیماری تهیه شود. با این وصف نقاطی از مزرعه دارای شرایط محیطی بسیار مناسب‌تر خواهد بود. در گزینش، نمونه‌برداری باید در تمام شرایط آزمایشی یکسان انجام بگیرد و توصیه می‌شود که کرت گزینش به قسمت‌های کوچکتر تقسیم شود و از هر زیر توده یک گروه از بوته‌ها گزینش شود. چنین سیستمی را معمولاً "یک گزینش توده‌ای شبکه‌ای یا گزینش توده‌ای طبقه‌بندی شده" گویند.

در گزینش توده‌ای، گزینش قبل از گلدهی اهمیت دارد. در غیر این صورت گیاهان نامطلوب در تولید دانه گرده شرکت می‌نمایند و گزینش فقط براساس فتوتیپ گیاهان مادری انجام می‌گیرد و اثر آن کمتر است. در رابطه با چغندر قند این مشکل به ندرت اتفاق می‌افتد زیرا گزینش معمولاً سالی که گیاه رشد رویشی دارد انجام می‌گیرد و گیاهان گزینش شده در سال بعد آمیزش می‌یابند.

در چغندر قند، گزینش معمولاً به معنی فتوتیپی برای اندازه و صفات مورفولوژی مزرعه است که پس از آن گزینش برای صفات شیمیایی را نیز به دنبال خواهد داشت (شکل ۳-۶) چنین سلکسیون برای مقاومت به بولتینگ یک توده (کمپبل^۱ ۱۹۳۳)، اصلاح صفات مورفولوژیکی مثل شکل ریشه و اصلاح مقاومت به برخی بیماری‌ها با موفقیت همراه بوده است (کونز^۲ سال ۱۹۵۴). گزینش توده‌ای ممکن است برای عیار قند و سایر صفات کیفی مختلف ریشه که عمدتاً توسط ژن‌هایی با اثرات افزایشنده کنترل می‌شود^۳ (اسمیت و همکاران ۱۹۷۳) و درجه وراثت‌پذیری قابل توجهی دارند (هک^۴ ۱۹۶۷؛ مک‌لاکلان^۵ ۱۹۷۴ a,b,c) نیز مؤثر باشد.

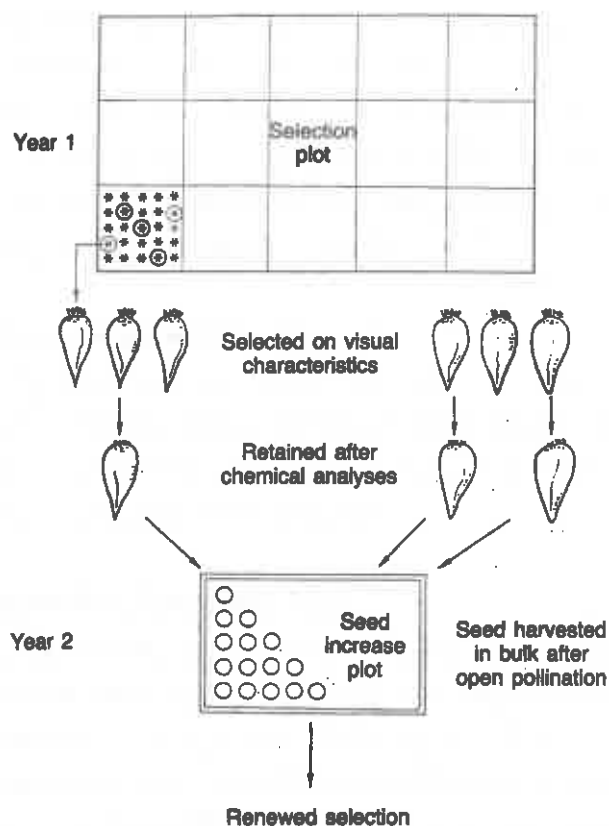
1 - Campbell

2 - Cooke

3 - Smith et. al

4 - Hecke

5 - Malachlan



شکل ۶-۳. گزینش توده‌ای در چغندر قند

عکس‌العمل ژنوتیپ‌های سازگار به گزینش توده‌ای برای عملکرد ریشه‌ها که عمدتاً توسط ژن‌های غیرافزاینده کنترل می‌شود و وراثت پذیری کمی دارد، در بهترین وضعیت ضعیف است و به خوبی انجام نمی‌گیرد. علاوه بر وراثت پذیری پایین و عدم تاثیر گزینش توده‌ای برای عملکرد ریشه، تغییراتی ناشی از رقابت بین ژنوتیپی نیز ایجاد می‌شود (لیشتر ۱۹۷۲). این تغییرات رقابتی بعضی از مواقع بیش از ۵۰٪ تغییرات فنوتیپی کل برآورد شده است. (لیشتر، ۱۹۷۵). چون عملکرد شکر، که مهم‌ترین صفت ریشه است، عمدتاً تحت تاثیر عملکرد ریشه است و به سلکسیون توده‌ای عکس‌العمل ضعیفی نشان می‌دهد. به علاوه، همبستگی منفی بین وزن ریشه و عیار قند به طریقی است که اگر گزینش منحصراً برای عیار قند انجام بگیرد عملکرد ریشه معمولاً تا حدی کاهش می‌یابد که از عملکرد قند نیز کاسته می‌شود. اگر گزینش هم‌زمان برای عیار قند بالا و عملکرد ریشه بالا و تعدادی از صفات کیفی انجام گیرد، شدت گزینش هر صفت

غالباً تا جایی کاهش می‌یابد که به‌نژادگر دیگر دو حد نهائی هر صفت را در نظر نمی‌گیرد، بلکه تلفیق حد واسطه صفات برای انتخاب به کار گرفته می‌شود. با این حال، با وجود محدودیت‌ها نمی‌توانیم بگوییم که گزینش توده‌ای برای صفات کمی همیشه بی‌تاثیر است. در ابتدای برنامه به‌نژادی، موقعی که لازم است بسیاری از مواد اولیه برای شرایط محیطی جدید سازگار شوند، روش بسیار مهمی است. بنابراین تحت چنین شرایطی گزینش طبیعی هم ممکن است به‌نژادگر را کمک کند.

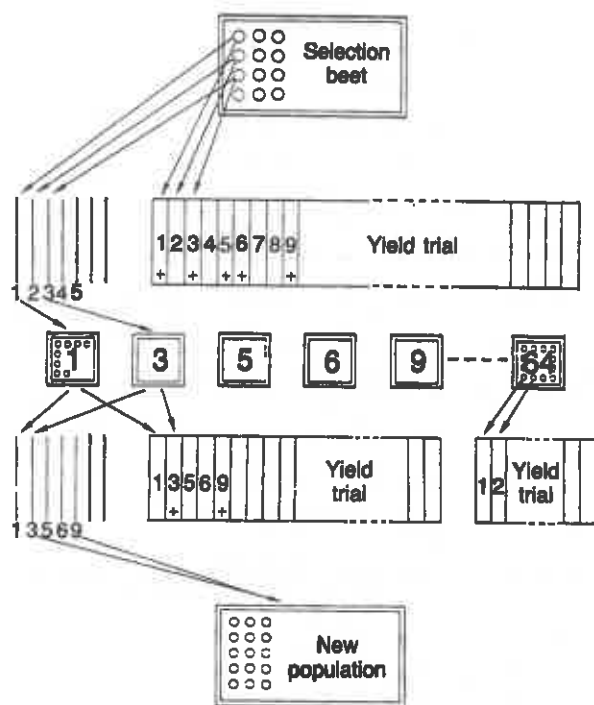
۲-۶-۳ گزینش نتاج و به‌نژادی رگه

آزمون نتایج بهترین روش برای تشخیص برتری گیاهان در اثر خصوصیات ژنتیکی و یا شرایط محیطی مساعد است گزینش بر پایه آزمون نتاج را گزینش نتاج یا گزینش فامیلی گویند. گزینش نتاج برادر و خواهر ناتنی یا برادر خواهر تنی بستگی به این دارد که به‌نژادگر یکی یا هر دو والد یک نتاج را ارزیابی نماید، نامگذاری می‌شود.

گزینش نتاج نیمه فامیلی (برادر و خواهر ناتنی)^۱

گزینش نتاج نیمه فامیلی در چغندر قند براساس گزینش انفرادی و آزمون نتاج تک بوته اجرا می‌شود. مواد اولیه برای بررسی نتاج ریشه‌هایی است که از نظر اندازه و صفات مورفولوژیکی و بعداً برای خصوصیات شیمیایی و عیار قند انتخاب می‌شوند، که کاملاً مشابه گزینش توده‌ای است. ریشه‌های انتخاب شده در مزرعه کشت و پس از گرده‌افشانی به صورت دسته جمعی بذر تولید می‌کنند. بذر هر بوته جداگانه برداشت می‌شود و در سال آینده برای مقاومت به بولتینگ، عملکرد و خصوصیات کیفی آزمون می‌گردد. در آن سال اشتکلینگ‌های^۲ (گیاهان جوانی که برای تولید بذر رشد داده می‌شوند) هر نتاج تولید می‌شود و گزینش اشتکلینگ‌ها بر مبنای عملکرد بذر آنها است. نتاج انتخاب شده در سال بعد با همدیگر آمیزش می‌یابند و یک توده پیشرفته را تولید می‌کنند.

میزان کارایی این روش در ایجاد یک توده پیشرفته نه تنها به اجرای صحیح آزمایش صحرایی برای تشخیص اختلافات ژنتیکی نتاج برتر و ضعیف‌تر بلکه به فعالیت ژن کنترل‌کننده آن صفت شرایط گزینش بستگی دارد. غالباً هم تعداد نتاج و هم مقدار بذر، آزمون گسترده نتاج نیمه فامیلی را محدود می‌سازد. بعلاوه اگر صفت اصلی تحت گزینش عملکرد محصول باشد، قدرت برتری بهترین نتاج معمولاً مدیون درجه بالائی از هتروزیگوتی و ترکیبات اللی مطلوب است و این برتری به نتاج منتقل نمی‌شود.

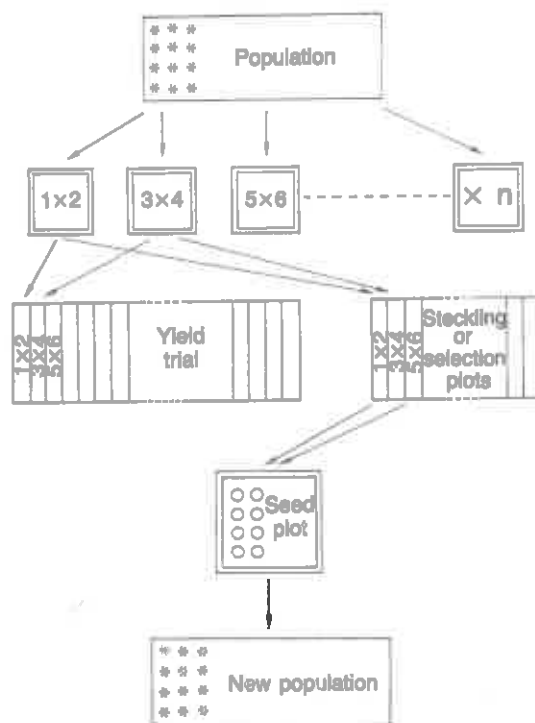


شکل ۷-۳- گزینش نتاج برادر و خواهر ناتنی در چغندر قند

برای فائق آمدن به ضعف این روش، نتاج نیمه فامیلی جداگانه تکثیر و براساس عملکرد بذر حاصل نتاج گزینش شده دوباره مقایسه می شوند. این آزمون بهتر از آزمون قبلی نتاج را محک می زند. زیرا دلیل کاهش هتروزیگوتی آمیزش بین نتاج نیمه فامیل است، به علاوه با افزایش تولید بذر مناطق و تکرارهای بیشتری می توانند ارزیابی شوند. رگه های نتاج که بعد از گزینش دوم حفظ می شوند معمولاً "فامیل گفته می شوند و اکنون می توانند یک توده پیشرفته را تشکیل دهند (شکل ۷-۳). اصلاح جمعیت از طریق ترکیب رگه های نتاج را بهنژادی رگه یا بهنژادی رگه فامیلی گویند. دوره های تکراری گزینش نیمه فامیلی به عنوان گزینش نیمه فامیلی دوره ای نامیده می شود.

گزینش نتاج تمام فامیلی^۱ (برادری و خواهری)

روش دیگر اصلاح نتاج ایجاد تلاقی جفتی^۲ بین ریشه‌های گزینش شده است که گزینش برادر و خواهر تنی گویند (شکل ۸-۳). در مقایسه با گزینش نیمه فامیلی، این روش توده اولیه را باز هم بهتر تفکیک می‌سازد زیرا فقط دو فرد در تولید هر نتاج دخالت دارند. برای ارزیابی درست ارزش اصلاحی چنین نتایجی، افزایش تولید بذر قبل از گزینش و ارزیابی نهائی، نسبت به نتاج نیمه فامیلی اهمیت بیشتری دارد. با این حال، نسلی را که از آمیزش برادر و خواهر بدست می‌آید بر اثر خودگشتی در مراحل بعدی با اینبریدینگ شدید روبرو خواهد شد که در عملکرد رگه‌های نتاج نباید از نظر دور داشت. گزینش خواهر و برادری مجدد نتاج خواهر و برادری، توصیه نمی‌شود، مگر اینکه به‌نژادگر بخواهد رگه‌های اینبرد تهیه نماید. از طریق گزینش نتایج تمام فامیلی تعداد زیادی از ارقام اصلاح شده در سطوح مختلف پلوتیدی بدست آمده و با موفقیت در برنامه‌های به‌نژادی استفاده شده است (هکر و هلمریک^۳ ۱۹۸۵).



شکل ۸-۳ گزینش نتاج برادری و خواهری در چغندر قند

- 1 - Full - Sib Progeny Selection
3 - Hecker and Helmerick

- 2 - Pair cross

در اواسط قرن نوزدهم، روش گزینش نتاج توسط بهنژادگر معروف فرانسوی بنام لویی دو ویلمورن^۱ برای اصلاح چغندر قند معرفی گردید، معمولاً تا قبل از سال‌های ۱۹۲۰ برای افزایش سریع عملکرد قند معتبر بوده است. اگر چه این روش بطور یقین مؤثرتر از گزینش توده‌ای است لیکن گزینش نتاج رگه و اصلاح رگه معمولاً در بهبود عملکرد شکر بیشتر از یک سطح مشخص موفق نیستند. با این حال، روش گزینش نتاج تلاقی گیاهان حاصل از اجداد مختلف، برای صفاتی که در اثرات هتروزیس در بروز آن دخالت نداشته و یا خیلی کم مؤثر است، و درنجایی که رگه‌ها و جمعیت‌ها باید جوابگوی نیازهای مورد نظر در ارقام تجارتي باشند، روش باارزشی است.

۳-۶-۳- اینبریدینگ^۲

همان‌طور که تاکید شد، در تمام مراحل گزینش گیاهان دگرگشن، کنترل عمل گرده‌افشانی گیاهان انتخاب شده از اهمیت خاصی برخوردار است. شدیدترین فرم کنترل گرده‌افشانی زمانی است که گیاهان انتخاب شده مجبور به خودگشنی شوند. با این حال، این شدیدترین نوع اینبریدینگ است.

اثرات مهم اینبریدینگ عبارتند از:

- ۱- افزایش هموزیگوتی
 - ۲- ظهور تیپ‌های بسیار ضعیف و نیمه‌ضعیف
 - ۳- تقسیم‌بندی مواد گیاهی به تیپ‌های مختلف و متمایز
 - ۴- کاهش باروری و قدرت رویش گیاه
- باید توجه داشت، گونه‌ها از نظر تحمل به اینبریدینگ متفاوت هستند. و گیاه چغندر قند نسبتاً حساس است و رگه‌هایی که فقط چند نسل مجبور به خودگشنی شوند غالباً کمتر از نصف ارقام تجارتي بذر تولید می‌کنند. با وجود این، زمانی اینبریدینگ در برنامه بهنژادی به کار می‌رود که یک یا چند مورد دلایل ذیل مورد توجه باشد:
- ۱- تسهیل گزینش و تثبیت بیوتیپ‌هایی با صفات خاص یا ترکیبی از چندین صفت.
 - ۲- حذف ژن‌های مغلوب کنترل‌کننده فاکتورهای غیر طبیعی یا ضعیف در جمعیت
 - ۳- شکستن هتروزیگوتی گیاهان انتخاب شده از طریق آزمون نسل سلف شده، کسب اطلاعات مفیدتر از ارزش اصلاحی آنها (آزمون S₁)
 - ۴- اصلاح رگه‌های خالص برای تولید ارقام هیبرید یا ارقام مصنوعی
- به جز برای گزینش دوره‌ای نتاج که به دلیل کاهش تدریجی تغییرپذیری ژنتیکی، رگه‌های

تولید شده خالص نیز می‌گردد، از اینبریدینگ بندرت برای اصلاح ارقام ترکیبی یا مصنوعی چغندر قند که قبل از ارقام هیبرید فعلی به وجود آمده بودند، مورد استفاده قرار گرفت. در این مورد دلایلی وجود دارد.

مثلاً، مشکلات تهیه بذر گیاهان از توده‌هایی که کاملاً دگرگشت هستند در شرایط ایزوله، موجب ارجحیت بوته‌ها و رگه‌های خودبارور می‌گردد. موقعی که چنین رگه‌های شبه - خودبارور در تهیه یک رقم ترکیبی بکار رود، میزان خودگشتی به حدی است که از بروز حداکثر قدرت هیبریدی جلوگیری به عمل می‌آید. همچنین، با روش‌های متداول در آن زمان، ارزیابی رگه‌ها به عنوان اجزا تشکیل دهنده ارقام ترکیبی و مصنوعی مشکل بوده است. فقط بعد از معرفی نر عقیمی سیتوپلاسمی و تکنیک‌های دورگ‌گیری، روش اینبریدینگ به عنوان یک روش اصلی گزینش در اصلاح چغندر قند به کار گرفته شد. اگر چه هدف اصلی اینبریدینگ در چغندر قند تهیه رگه خالص برای تولید هیبرید می‌باشد، مزایای دیگری در روش اینبریدینگ وجود دارد که قبلاً ذکر شد.

روش‌های اصلاح رگه خالص در چغندر قند مشابه ذرت است و معمولاً شامل گزینش گیاهان در مرحله اینبریدینگ براساس خصوصیات یک ردیف از بوته‌هایی است که از کاشت بذر سلف شده یک گیاه تولید شده‌اند. رگه‌های نامطلوب حتی المقدور در مرحله اینبریدینگ حذف می‌شوند. بذر سلف شده از بوته‌های مطلوب هر ساله انتخاب می‌شوند و برای نسل بعدی اینبریدینگ مورد استفاده قرار می‌گیرند. بوته‌ها ممکن است براساس صفاتی مانند قدرت، پایداری، انشعاب، منوژرمیته، اندازه بذر، تولید بذر، مقاومت به بیماری‌ها و عدم وجود فاکتورهای غیرطبیعی انتخاب شوند. با این حال، گزینش برای عملکرد باید عمدتاً براساس عملکرد رگه‌ها در تلاقی‌ها باشد.

۴-۶-۳- گزینش دوره‌ای^۱

گزینش دوره‌ای برای تعدادی از روش‌های اولیه اصلاح جمعیت‌های ذرت که هدف آنها افزایش ژنوتیپ‌های مطلوب در جمعیت‌ها بوده و به عنوان منبع اولیه رگه‌های خالص بکار رفته، روش شناخته شده‌ای است.

معمولاً چهار حالت اصلی گزینش دوره‌ای تشخیص داده شده است.

- ۱- گزینش دوره‌ای ساده^۲ که در آن انتخاب فقط براساس فنوتیپ یا آزمون نتاج S_1 می‌باشد.
- ۲- گزینش دوره‌ای برای قدرت ترکیب‌پذیری عمومی^۳ که در آن انتخاب براساس نتایج تست کراس یا یک آزمون کننده هتروزیگوت شناخته شده انجام می‌گیرد.

1 - Recurrent selection 2 - Simple Recurrent Selection (SRS)
3 - General combining ability (GCA)

۳- گزینش دوره‌ای برای قدرت ترکیب‌پذیری خصوصی^۱ که در آن انتخاب بر اساس اطلاعات مربوط به قدرت ترکیب‌پذیری خصوصی تلاقی‌ها انجام می‌گیرد.

۴- گزینش دوره‌ای دو جانبه که در آن دو جمعیت A و B دخالت دارند. هر جمعیت به همان طریق گزینش دوره‌ای برای قدرت ترکیب‌پذیری عمومی اصلاح می‌شود و فقط اختلاف در این است که جمعیت A آزمون‌گر جمعیت B و جمعیت B آزمون‌گر جمعیت A است.

تمام روش‌های گزینش دوره‌ای همانطور که در ذرت توسعه یافته دارای مراحل زیر است:

۱- گیاهان انتخاب شده وادار به خودگشتی می‌شوند.

۲- پس از خودگشتی اجباری، نتاج گیاهان مطلوب در تمام جهات ممکن تلاقی داده می‌شوند.

۳- مقدار بذر مساوی از تمام تلاقی‌ها مخلوط تا مواد گیاهی لازم برای گزینش دوره‌ای بعدی تشکیل شود.

با این حال، تعریف گزینش دوره‌ای که توسط هول^۲ (۱۹۴۵) ارائه گردید صریحاً بیان نمی‌کند که گیاهان گزینش شده بر اساس آزمون نتاج گیاهان پس از خودگشتی اجباری باید مجدداً ترکیب شوند. تنها شرط اطلاق دوره‌ای به یک روش گزینش این است که قبل از شروع دوره گزینش جدید، گیاهان انتخاب شده دوباره آمیزش می‌یابند. با این تعریف، تمام روش‌های گزینش توده‌ای تکرارپذیر و گزینش نتاج که مراحل دوره‌ای را تکمیل کنند و با تعریف بالا مطابقت داشته باشد به عنوان گزینش دوره‌ای توصیف می‌شود.

از آنجا که خودگشتی یک روش مناسب برای حفظ ژنوتیپ‌های انتخاب شده است، و آزمون نتاج S_1 یک روش گزینش مؤثر است، اگر هر دو روش بهنژادی (خودگشتی و آزمون نتاج) در یک سیستم دوره‌ای چغندر قند مورد استفاده قرار گیرند نتایج سودمندی به دنبال خواهد داشت. چنانچه هدف بهنژادی چغندر قند تهیه جمعیت‌هایی باشد که از آنها رگه‌های مطلوب تر استخراج شود، باید جمعیت‌هایی را بوجود آورد تا شرایط فوق در آنها وجود داشته باشد: جمعیت‌هایی که گیاهان آن حامل ژن کنترل‌کننده خودگشتی باشند و برای ژن نر عقیمی ژنتیکی تفرق داشته باشند (لوویلن^۳ ارائه حضوری و بوسمارک، ۱۹۷۱b) امکان یک سیستم دوره‌ای با چنین توده‌هایی شامل عملیات بهنژادی متوالی زیر است:

۱- نوترکیبی (از طریق برداشت بذر از بوته‌های تفرق یافته نر عقیم)

۲- تولید بذر S_1 از نتاج انتخاب شده.

۳- آزمون نتاج S_1 و سپس دوباره ترکیبی نتاج S_1

در صورتی که تهیه اشتکلینگ‌ها در زمستان انجام گیرد هر دوره سه سال طول می‌کشد

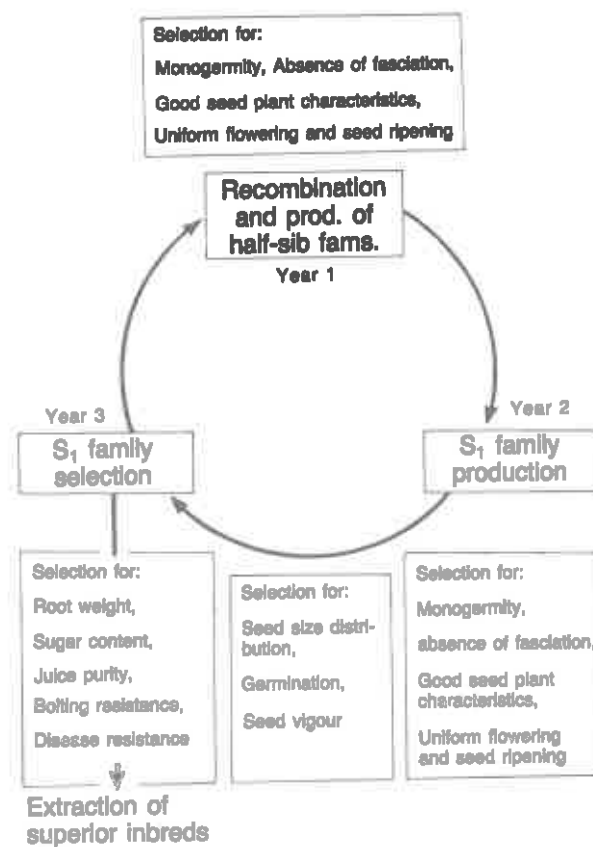
(شکل ۹-۳)

1 - Speliatic combining ability(SCA)

2 - Hull

3 - Lewellen

با چنین جمعیت‌هایی می‌توان حالت‌های مختلف‌گزینش دوره‌ای را هم‌در به‌نژادی و اصلاح مداوم جمعیت‌های اتایپ تک‌جوانه و خودبارور و نر عقیم‌های سیتوپلاسمی مربوطه آنها، و هم در به‌نژادی جمعیت‌های گرده‌افشان طراحی نمود و بکاربرد.



شکل ۹-۳ گزینش دوره‌ای ساده (SRS) در یک جمعیت چغندر قند خودگشن، تک‌جوانه و اتایپ که فقط برای زن نر عقیم هسته تفرق پیدا می‌کند. در شکل صفاتی را مشاهده می‌کنید که در هر یک از سه سال گزینش ممکن است ارزیابی شوند.

چند سال پیش دانی و تروثر^۱ (۱۹۷۸) یک سیستم گزینش دوره‌ای دوجانبه را در چغندر قند پیشنهاد کردند، آنان دو توده خودبارور، تک‌جوانه و اتایپ را که برای ژن نر عقیمی هسته تفرق نشان می‌دادند مورد استفاده قرار دادند. عملکرد ریشه که در درجه اول با اثرات ژنتیکی غیرافزاینده و عیار قند با اثرات ژنتیکی افزایش‌دهنده کنترل می‌شود، گزینش دوره‌ای دوجانبه باید برای تولید والد برای هیبریدهای سینگل کراس چغندر قند بسیار مناسب باشد. هکر^۲ (۱۹۷۸) گزارش نمود که با استفاده از دو مرحله گزینش دوره‌ای دوجانبه در دو جمعیت چغندر قند به اصلاحاتی در دو جمعیت دست پیدا کرد. با این حال، هیچ کدام از جمعیت‌ها برای ریشه و عیار قند پیشرفت یکسان نداشتند و تلاقی‌های بین آنها بهتر از جمعیت‌های اولیه نبودند. عدم دقت کافی در آزمون نتایج، که در آنها تلاقی‌های $A \times B$ و $B \times A$ به ترتیب حدود ۹۶٪ و ۴۵٪ هیبرید را تشکیل می‌دادند، مانع پیشرفت جمعیت‌ها شده است. در مطالعه دیگری هکر (۱۹۸۵) گزینش دوره‌ای دوجانبه را در دو مرحله برای شکر قابل استحصال، عملکرد ریشه و عیار قند به طور جداگانه ارزیابی کرد و سه جمعیت مجزا بدست آمد. در این مطالعه نه تنها جمعیت‌ها پیشرفت خوبی داشتند بلکه شش هیبرید $AC2 \times BC2$ از هیبرید $AC0 \times BC0$ شکر بیشتری را تولید نموده که کاملاً "معنی‌دار بود، اظهار نمود که گزینش دوره‌ای دوجانبه یک روش مؤثر برای تولید هیبریدهای سینگل کراس چغندر قند می‌باشد.

۷-۳- ارقام مصنوعی در چغندر قند

۷-۳-۱ ارقام مصنوعی دیپلوئید

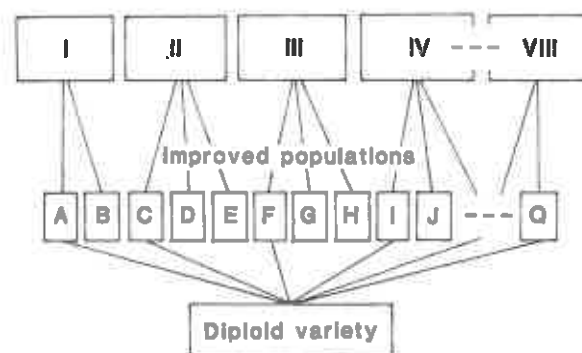
در ابتدای قرن بیستم، ارقام چغندر قند شامل توده‌های وسیع و گرده‌افشان باز بودند که از طریق سلکسیون توده‌ای و نیمه فامیلی نگهداری می‌شدند. با این حال در دهه ۱۹۲۰، بهنژادگران انواعی از ارقام مصنوعی را اصلاح کردند که برای چندین سال عمده بازار بذر چغندر قند را به خود اختصاص دادند از این رو بی‌مناسبت نیست که مورد بحث قرار گیرند.

معمولاً "بذر تجارتي ارقام مصنوعی شامل نسل‌های پیشرفته تلاقی‌هایی است که بین رگه‌های تشکیل دهنده آنها انجام می‌گیرد. اگر چه، در دیپلوئیدها یک نسبت خاصی از اثرات هتروزیس در نسل F_2 از بین می‌رود، ولی این روش تنها روش عملی برای ارقام مصنوعی است که بر پایه کلون‌ها یا رگه‌های خالص بدست آمده باشند زیرا تکثیر رگه‌ها و کلون‌ها در سطح زیاد خیلی مشکل یا پرهزینه است. با این وجود، رگه‌های تشکیل دهنده نیز می‌توانند در حدی تکثیر شوند که نسل F_1 بتواند به عنوان بذر تجارتي مورد استفاده قرار گیرد، از این رو از افت محصول F_2 جلوگیری به عمل آید. تا قبل از شروع اصلاح چغندر قند هیبرید این روش تقریباً به مدت

نیم قرن مورد استفاده بهنژادگران بوده است. بسیاری از بهنژادگران ارقامی را که از این طریق تهیه شده بودند ارقام چند نژادی یا ترکیبی نامیدند، اما از آنجائی که اجزاء تشکیل دهنده رقم بر اساس قدرت ترکیب پذیری دو جانبه انتخاب گردیده بود مناسب تر است آنها را «اولین نسل ارقام مصنوعی» بنامیم. بذر تجارتی چنین ارقام چغندر قند همیشه دوباره از ترکیب رگه های تشکیل دهنده آن تولید می شود و عمدتاً شامل اولین نسل بذر هیبرید است.

اجزاء ارقام مصنوعی کم و بیش از قامیل ها یا جمعیت های هتروژن متفاوت تشکیل شده و از طریق گزینش نتاج و بهنژادی رگه بدست آمده اند (شکل ۱۰-۳).

Multigerm diploid source populations



شکل ۱۰-۳ روش تولید ارقام دیپلوئید مصنوعی چغندر قند. توده های اصلاح شده که پس از تلاقی برای تولید رقم مصنوعی مورد استفاده قرار می گیرد براساس قدرت ترکیب پذیری عمومی، گزینش می شوند.

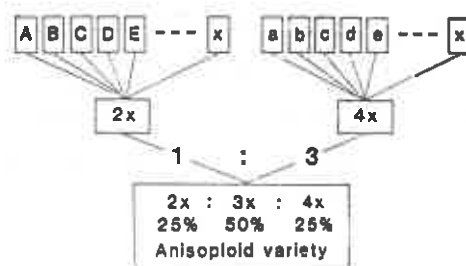
بعد از ارزیابی تمام اجزاء بالقوه عملکرد، عیار قند، ناخالصی ها، مقاومت به بولتینگ و غیره، جمعیت هایی که عملکرد خوبی نشان دادند برای قدرت ترکیب پذیری عمومی آزمون می شوند این کار می تواند با یک آزمون ناپ کراس، پلی کراس یا یک سری از آزمون های سینگل کراس انجام بگیرد. برای تصمیم گیری درست در انتخاب بهترین والدین لازم است، نتاج تست کراس در چند منطقه ارزیابی شود و عمل تست کراس برای دو یا سه سال تکرار گردد.

برای گواهی چنین جمعیت های گزینش شده لازم است مقدار مساوی بذر هر توده مادری به دقت مخلوط شود. بذر مادری مخلوط شده برای تولید اشتکلینگ بکار می رود که از آنها بذر رقم مصنوعی جدید بدست می آید.

۲-۷-۳- ارقام مصنوعی انیزوپلوئید

ارقام چغندر قند انیزوپلوئید (اغلب به غلط ارقام پلی پلوئید گفته می شود) به این طریق تولید می شود که بوته های بذر دیپلوئید و تتراپلوئید به صورت مخلوط کشت و آزادانه همدیگر را

گرده‌افشانی می‌کنند. بذر حاصل مخلوطی از بذر دیپلوئید، تتراپلوئید و تریپلوئید بوده و هر کدام به نسبت مشخصی تولید می‌شود. (شکل ۱۱-۳)



شکل ۱۱-۳ روش تولید رقم چغندر قند سنتینیک از آنجا که تتراپلوئیدها مقدار کمتری دانه‌گرده با تأثیر کمتر از دیپلوئیدها تولید

می‌کنند، بذر مادری اجزای دیپلوئیدها و تتراپلوئیدها باید به نسبت ۱:۳ مخلوط شود تا بذر تجارتمی حاصل دارای نسبتهای تعیین شده

و پلوئیدها، تری پلوئیدهای و تتراپلوئیدها باشد.

علت تولید ارقام انیزوپلوئید این است که به طور متوسط نسبت گیاهان تریپلوئید بیشتر از دیپلوئیدها و تتراپلوئیدها است. سی سال پیش زمانی که اولین بار این ارقام وارد بازار شدند نرعیقیمی در چغندرقند پیدا نشده بود و بذر تریپلوئید خالص تولید نمی‌گردید. در اکثر کشورهای اروپایی، ارقام انیزوپلوئید به تدریج جانشین ارقام دیپلوئید شده و حتی قبل از کشف ارقام تک‌جوانه ژنتیکی، نسبتاً مقدار کمی ارقام دیپلوئید چندجوانه مصنوعی استفاده می‌گردید. بعد از آن، جایجائی مشابه انجام گرفت و ارقام انیزوپلوئید جای خود را به ارقام تک‌جوانه هیبرید دادند.

۸-۳- سابقه اصلاح ارقام هیبرید در چغندرقند

هدف از تولید اولین نسل ارقام مصنوعی انیزوپلوئید یا دیپلوئید استفاده از اثر هتروزیس در تلاقی‌های بین ژنوتیپ‌های غیرخویشاوند بوده است. با این حال کشف نرعیقیمی سیتوپلاسمی (آون ۱۹۴۵) این امکان را بوجود آورد تا رگه‌های نرعیقیم را در تولید ارقام کاملاً هیبرید به کار برد (آون ۱۹۴۸، ۱۹۵۰، ۱۹۵۴) و در سال‌های اخیر ارقام هیبرید جانشین ارقام مصنوعی در تمام کشورهای چغندرخیز جهان گردید.

دلیل قسمتی از این تبدیل سریع ارقام تجارتي به ارقام هیبرید این است که بذر نر عقیم سیتوپلاسمی و بذر تک‌جوانه ژنتیکی تقریباً هم‌زمان در اوایل دهه ۱۹۵۰ در اختیار بهنژادگران چغندر قند قرار گرفت، این کشفیات در زمانی اتفاق افتاد که هزینه کارگری زراعت چغندر قند در بعضی از کشورها نگران‌کننده بود.

حل مشکل فوق ایجاب می‌کرد که ارقام تک‌جوانه ژنتیکی با صفات کمی و کیفی مطلوب سریعاً اصلاح شوند، و انتخاب برنامه هیبرید در بهنژادی تک‌جوانه به دو دلیل کاملاً منطقی بوده است. اولاً یک برنامه هیبرید فقط به وجود صفت تک‌جوانه‌ای در بخشی از مواد بهنژادی نیاز دارد و ثانیاً، موفقیت ذرت هیبرید دستیابی به نتیجه مشابه در بهنژادی چغندر قند را قویاً تأیید می‌کرد.

۳-۹- روش‌های بهنژادی برای تهیه ارقام هیبرید

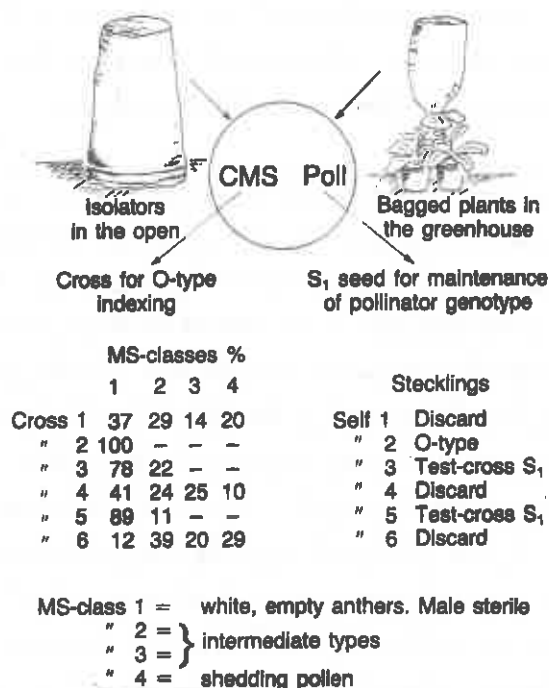
۳-۹-۱- گزینش و اصلاح اینبردهای حفظ‌کننده (اتایپ) و رگه‌های نر عقیم معادل آنها

برای تولید بذر هیبرید که متکی به نر عقیمی سیتوپلاسمی است، به تهیه رگه‌های خالص باژنوتیپ حفظ‌کننده نر عقیم سیتوپلاسمی نیاز است. از رگه‌های حفظ‌کننده، رگه‌های نر عقیم معادل به روش تلاقی‌های برگشتی مکرر گیاهان حامل نر عقیمی سیتوپلاسمی بدست می‌آید. در محصولات دانه‌ای رگه‌های خالص از ژنوتیپ برگرداننده نیز مورد نیاز است که با توجه به نوع تلاقی، مجدداً باروری دانه‌گرفته رگه‌های نر عقیم سیتوپلاسمی را برگرداند. در چغندر قند نیاز به رگه برگرداننده باروری نیست زیرا در بخش تجارتي این محصول، قسمت‌های رویشی آن (ریشه) اهمیت دارد.

همانطور که قبلاً توضیح داده شد، ژنوتیپ‌های حفظ‌کننده یا اتایپ‌ها در اثر تست‌کراس با گیاهان نر عقیم سیتوپلاسمی قابل تشخیص هستند. این نوع تلاقی‌ها در مزرعه یا گلخانه با استفاده از کیسه‌های کاغذی یا یزوله‌کننده‌های دیگر (چادرن) انجام می‌گیرد. از دو بوته بذر، بذر گرده‌افشان سلف‌شده و در انبار نگهداری می‌گردد تا اینکه تلاقی حاصل از نظر نر عقیمی گروه‌بندی شود. برای تسریع کار، نر عقیم یک‌ساله اغلب برای تست‌کراس به کار می‌رود تا اتایپ مشخص شود. سودمندی آن در این است که نتایج تست کراس حاصل از گیاهان یک‌ساله، بدون تیمار نور و درجه حرارت به گل می‌روند. (شکل ۱۲-۶)

چون چغندر قند به‌طور طبیعی دگرگشن است، اصلاح رگه‌های خالص تیپ O (اتایپ) از چنین جمعیت‌هایی مشکلاتی در بردارد، به ویژه در مناطقی که تابستان گرم دارند گیاهان سلف استریل در شرایط یزوله بذر خیلی کم تولید می‌کنند یا اصلاً بذر در آن تشکیل نمی‌شود. تحت چنین شرایطی ژنوتیپ‌های گیاهان تست‌کراس غالباً از بین می‌روند مگر این‌که از طریق رویشی

حفظ شوند. به همین دلیل خیلی از بهنژادگران چغندر قند ترجیح می‌دهند مواد خودبارور را در اصلاح اتایپ تک‌جوانه ژنتیکی استفاده کنند (ساویتوسکی ۱۹۵۴). اگرچه با وجود سودمندی گزینش و نگهداری حفظ‌کننده‌ها، نرغیمی مانع اصلاح توده‌های تک‌جوانه‌ای که از آن رگه‌های اتایپ مطلوب گزینش می‌شوند، می‌گردد. همانطور که تاکنون ذکر شد، این محدودیت با استفاده از ژن نرغیم ژنتیکی در برنامه بهنژادی برطرف می‌گردد.



شکل ۱۲-۳. شناسایی ژنوتیپ‌های حفظ‌کننده (اتایپ) از طریق تست‌کراس. نتیجه تست‌کراس نشان می‌دهد که تلاقی شماره ۲ نوعی اتایپ دارد که می‌توان براساس اشتکالینگ‌های حاصل از بذر S₁ تکثیر نمود (سلف ۲). نسبت نتاج گروه‌های نرغیم ۲۰۱ در تلاقی‌های ۳ و ۵ حاکی از این است که تست‌کراس در نسل S₁ با گرده‌افشان‌های مربوط (سلف ۳ و ۵) اتایپ‌های خوبی را بوجود خواهند آورد.

اتایپ شناسایی شده ممکن است به طرق مختلفی اصلاح شود که بستگی به نوع هیبریدها یا دیدگاه بهنژادگر دارد. از این‌رو، تیپ O در اثر آمیزش نیمه فامیلی تکثیر می‌شود و برای ارزیابی

عملکرد و قدرت ترکیب‌پذیری با رگه‌های نر عقیم غیر وابسته تلاقی داده می‌شوند. اگر این رگه‌ها مورد تایید قرار گرفت بدون ورود به مرحله اینبریدینگ مورد استفاده قرار می‌گیرد.

معمول است که عمل اینبریدینگ را از طریق خودگشتی بدون تلاقی برگشتی و یا با تلاقی برگشتی با یک گیاه نر عقیم، برای چند نسل ادامه دهند. البته اینبریدینگ همراه با گزینش صفات مختلف بذری و قدرت گیاه است که برای بعضی از صفات گزینش قبل از ایزولاسیون و گلدهی و برای بعضی دیگر پس از برداشت بذر و بوجاری انجام می‌گیرد.

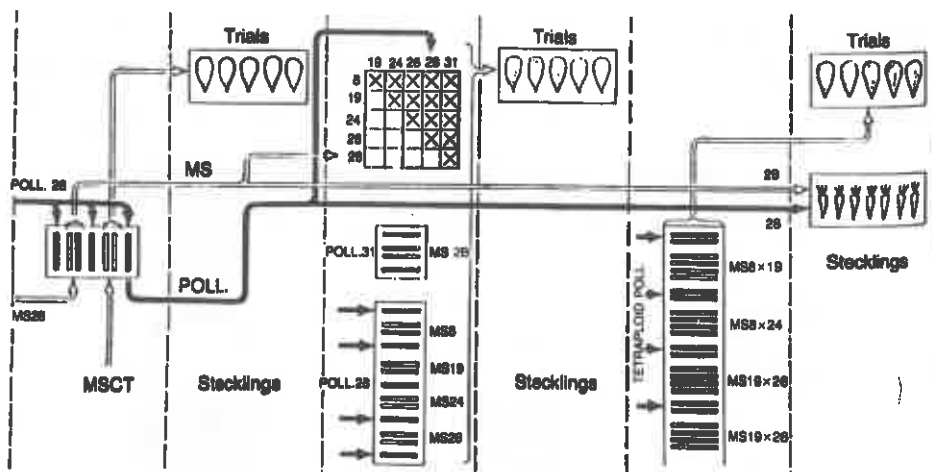
رگه‌هایی که بعد از نسل S₂ زنده می‌مانند برای قدرت ترکیب‌پذیری آزمون می‌شوند. اگر یک رگه تایید شد و رگه نر عقیم معادل آن همراه با تولید اتایپ هم‌زمان به دست نیامده باشد، توصیه می‌شود که آزمون ترکیب‌پذیری انجام گیرد؛ زیرا انعطاف‌پذیری بیشتری را برای استفاده از رگه فراهم می‌آورد.

تکثیر اتایپ و نر عقیم‌ها همیشه باید تحت شرایط ایزوله انجام گیرد تا اختلاط ایجاد نشود. گیاهان نر عقیم که قبل از گیاهان تیپ O شروع به گل نمایند ممکن است دانه‌گرده معلق در هوا را دریافت نمایند. ایزوله‌های اتایپ که از مواد ژنتیکی خودگشتن بدست آمده‌اند به آسانی آلوده می‌شوند توصیه می‌شود تا آنجا که ممکن است بذر الیت چنین گیاهانی در اتاقک‌های گلخانه‌ای مجزا که پلن نمی‌تواند داخل شود، تکثیر شود. همانطور که در بالا ذکر شد خودباروری در اتایپ در حد قابل توجهی لاین را از آلودگی حفظ می‌کند اما اشکالات دیگری دربردارد.

شناسائی و اصلاح رگه‌های اتایپ اینبرد و نر عقیم مشابه آنها پرزحمت‌ترین و پرهزینه‌ترین مرحله برنامه هیبرید چغندر قند است. زیرا اتایپ‌هایی با خصوصیات و قدرت ترکیب‌پذیری خوب به ندرت بدست می‌آید. انتظار می‌رود ژنوتیپ‌هایی که می‌توانند هیبریدهای خوبی تولید نمایند نادر باشند. به هر حال، این شرایط در چغندر قند به دلیل فراوانی کم ژنوتیپ‌های اتایپ در اکثر جمعیت‌ها و نیاز مبرم به تک‌جوانه بودن والد مادری در هیبریدها تشدید می‌شود. از این رو، تاکنون در مقایسه با بهترین جمعیت‌های چندجوانه از نظر عملکرد، خصوصیات کیفی و غیره، تغییرات ژنتیکی کمی در جمعیت‌های تک‌جوانه وجود دارد. فراوانی ژنوتیپ‌های برتر در جمعیت‌های تک‌جوانه پائین است و فراوانی چنین ژنوتیپ‌هایی که اتایپ نیز باشند به مراتب کمتر است.

به منظور افزایش بازدهی اینبردهای اتایپ، به‌نژادگران چغندر قند باید همان روشی را که به‌نژادگران ذرت به کار می‌برند، مثلاً "گزینش گامت، تلاقی برگشتی و گزینش دور دوم استفاده کنند. به هر حال همانطور که در روش‌های گزینش توضیح داده شد، یک راه حل دراز مدت برای این مشکل، اصلاح جمعیت‌های اتایپ تک‌جوانه‌ای است که دارای پایه ژنتیکی وسیعی باشند، بنابراین فراوانی ژن‌های مطلوب از طریق روش‌های مؤثر گزینش دوره‌ای بتدریج در جمعیت افزایش می‌یابد (بوسمارک ۱۹۷۱b).

۲-۹-۳- آزمون قدرت ترکیب پذیری و مشارکت مواد انتخاب شده در تهیه ارقام هیبرید همانطور که قبلاً نیز ذکر شد رگه‌های اتایپ که بعد از نسل S_3 زنده می‌مانند برای قدرت ترکیب پذیری عمومی آزمون می‌شوند. برای آزمون ترکیب پذیری عمومی بذر هر اینبرد اتایپ و نر عقیم معادل آن با هم و با یک هیبرید و یا یک رگه نر عقیم سیتوپلاسمی غیرخویشاوند که قدرت ترکیب پذیری خوبی دارد، با هم ازدیاد می‌شوند. از آنجا که برای ارزیابی ترکیب پذیری عمومی از یک نر عقیم سیتوپلاسمی برای تمام رگه‌های تیپ O استفاده می‌گردد. این آزمونگر ممکن است به عنوان آزمونگر عمومی نر عقیم نامیده شود. در یک کرت بذری، اتایپ و نر عقیم خویشاوند و آزمونگر به صورت نوارهای متناوب کشت می‌شود تا گرده افشانی میسر گردد و از طرف دیگر سه کرت بذری بصورت جداگانه برداشت می‌شوند. بذری که از بوته‌های نر عقیم $MSCT^1$ بدست می‌آید برای ارزیابی قدرت ترکیب پذیری رگه‌های اتایپ به کار می‌رود (شکل ۱۳-۳).

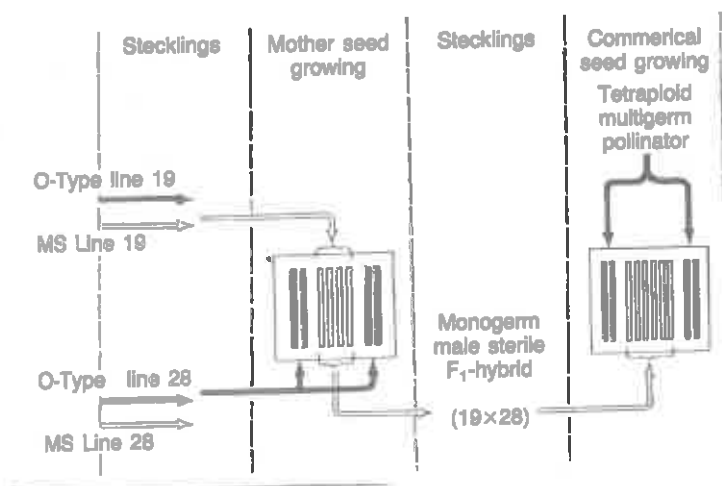


شکل ۱۳-۳- ارزیابی ارزش اصلاحی رگه‌های تک‌جوانه، خالص و اتایپ با میل استریل خویشاوند آنها. برای توضیحات به متن مراجعه شود.

رگه‌هایی که قدرت ترکیب‌پذیری عمومی رضایت‌بخشی دارند با سایر اتایپ‌ها و نرعیق‌های خویشاوند آنها در یک برنامه دی ال ال ناقص شرکت می‌کنند تا آرایشی از ترکیباتی که در آن قدرت ترکیب‌پذیری خصوصی دو رگه آزمون می‌گردد، بدست آید. متناوباً رگه‌های اتایپ جدید در تلاقی با بهترین رگه‌های نرعیق موجود نیز ممکن است آزمون شوند. از مزایای این روش تسریع کاربرد تجارتي یک رگه اتایپ جدید و مناسب است.

بر اساس نتایج حاصل از تلاقی‌ها، بهترین ترکیبات F1 MS انتخاب شده و با تعدادی از گرده‌افشان‌های دیپلوئید یا تتراپلوئید تلاقی داده می‌شوند. بعد از آزمون کامل این تلاقی‌ها، والدین تشکیل‌دهنده هیبریدها که نسبت به ارقام تجارتي موجود یا ارقام آزمایشی برتری نشان داده‌اند برای تولید بذر تجارتي در مقیاس زیاد تکثیر می‌شوند (شکل ۱۴-۳). فقط بعد از آزمایش‌های وسیع و همه جانبه و تایید سازمان یا مسئولین گواهی و کنترل بذر یک رقم هیبرید آزاد و به کشاورزان معرفی می‌شود.

کاملاً مشهود است که روش فوق‌الذکر بسیاری از راه‌های ممکن در جهت اصلاح و آزمون والدین (اجزاء) و هیبریدهای آنها را در نظر نگرفته است (هلمریک و هکر^۱ ۱۹۸۵، باروکا^۲ ۱۹۹۶b و اسمیت^۳ ۱۹۸۷). از این رو، بسته به میزان توجه به اهمیت ترکیب‌پذیری خصوصی در این نوع هیبریدهای اصلاح شده، می‌توان آزمون ترکیب‌پذیری خصوصی کاملاً حذف و یا خیلی محدود انجام شود، و اصلاح رگه‌های اتایپ و نرعیق‌های مربوط به تاخیر بیافتد و فقط رگه‌هایی انتخاب شوند که برتری آنها مشخص شده است.



شکل ۱۴-۳. تکثیر بذر هیبرید F1 نرعیق (MSF1) برای مقدار بذر مادری و تولید بذر تجارتي بر پایه MSF1 و تتراپلوئید گرده‌افشان

۳-۹-۲- انواع هیبریدهای ممکن

هیبریدهای دیپلوئید

با پیدایش نر عقیمی سیتوپلاسمی در اصلاح چغندر قند، برنامه‌های مختلف تهیه هیبرید ممکن گردید. در امریکا، یعنی جایی که تتراپلوئیدی در برنامه‌های جاری بهنژادی چغندر قند به کار گرفته نشده است، از روش‌های بهنژادی دیپلوئید هیبرید استفاده شده است. در اروپا، تجربه مطلوب ارقام چغندر قند انیزوپلوئید موجب شد که کلاً "ارقام هیبرید تریپلوئید تولید شود. بنابراین تمام ارقام هیبرید تجاری اصلاح شده در امریکا دیپلوئید و در اروپا عمدتاً "ارقام منوزوم مطلوب تریپلوئید هستند که از ترکیب پایه‌های مادری نر عقیم دیپلوئید و تتراپلوئیدهای گرده‌افشان بدست می‌آیند. با این حال، در چند سال اخیر تعدادی هیبریدهای دیپلوئید خوب نیز وارد بازار اروپا شده است.

در چغندر قند، مثل ذرت و سایر محصولات اساساً "هیبریدهای دیپلوئید به طرق مختلف با استفاده از تعداد کم یا تعداد زیادی از گرده‌افشان یا رگه خالص ایجاد می‌شوند (شکل ۱۵-۳). به استثنای بعضی هیبریدها در امریکا (اسمیت ۱۹۸۷)، ارقام هیبرید چغندر قند بندرت مثل هیبریدهای ذرت فقط بر اساس رگه‌های کاملاً خالص می‌باشند (حالت‌های ۱ و ۳ در شکل ۱۵-۳). رایج‌ترین روش استفاده یک هیبرید F_1 بین یک رگه نر عقیم و یک رگه ایتایپ غیرخویشاوند بوجود می‌آید، به عنوان والد مادری، و یک رگه یا یک توده گرده‌افشان به عنوان والد پدری در تهیه ارقام هیبرید است، که در حالت ۵ شکل ۱۵-۳ نشان داده شده است.

والدین

نوع هیبرید

$A \times B$	۱- تلاقی دوطرفه (نبنگل کراس)
$(A \times B) \times C$	۲- تلاقی سه طرفه (تری وی کراس)
$(A \times B) \times (C \times D)$	۳- تلاقی چهار طرفه (دابل کراس)
توده گرده‌افشان باز $A \times$	۴- تاپ کراس
توده گرده‌افشان باز $(A \times B) \times$	۵- تاپ کراس

شکل ۱۵-۳ انواع هیبریدها و والدین مربوط به آنها

کارایی روی در این است که برای تهیه چنین هیبرید (حالت ۵ شکل ۱۵-۳) توده گرده‌افشان با پایه ژنتیکی وسیع‌تر نسبت به رگه گرده‌افشان خالص سازگاری بیشتری را از نظر عملکرد در

چند منطقه آب و هوایی نشان داده است. بعلاوه، برای تهیه بذر تجارتي تک‌جوانه هیبرید، فقط والد مادری باید تک‌جوانه باشد، بنابراین استفاده از توده‌های چندجوانه دیپلوئید گرده‌افشان آزمون شده و مطلوب عنوان پایه پدری در آخرین تلاقی (تهیه بذر تجارتي) امکان‌پذیر است. با این حال، رگه‌های خالص و دیپلوئید چندجوانه و گرده‌افشان توسط بسیاری از بهنژادگران چغندر قند تولید شده و برای تهیه ارقام تجارتي و آزمایشی بکار می‌رود. بعضی از این ارقام به همان روشی تهیه شدند که ارقام دابل‌کراس ذرت بدست آمده‌اند با این استثناء که والد پدری یک هیبرید F_1 نیست بلکه یک نسل پیشرفته است که از تلاقی بین دو رگه خالص و بدون دخالت نر عقیمی بدست آمده است.

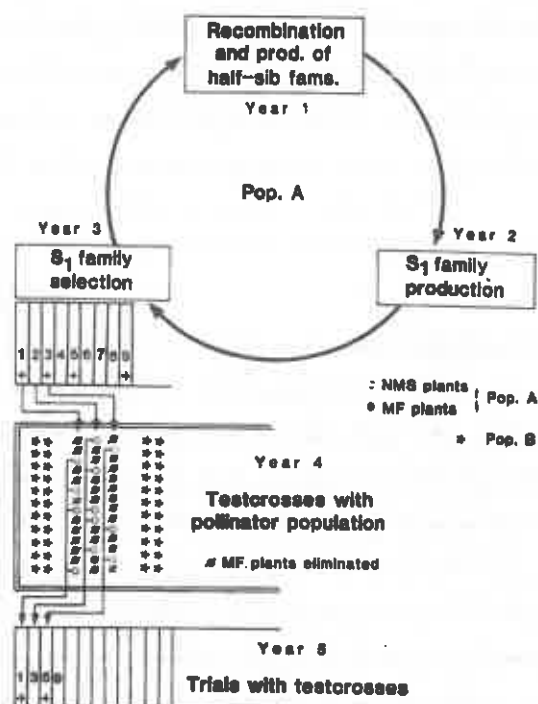
با این وجود، هیبریدهای دابل‌کراس خالص می‌تواند با استفاده از نر عقیمی سیتوپلاسمی را در یکی از سینگل‌کراس‌ها و تلاقی نهائی بدست آید و در سینگل‌کراس دیگر نر عقیم ژنتیکی را دخالت داد. همانطوری‌که توسط آن (۱۹۵۴۸) پیشنهاد گردید معایب این روش این است که ۵۰ درصد از بوته‌های یک رگه که برای نر عقیمی ژنتیکی تفرق دارد، به علت تولید دانه گرده باید قبل از تشکیل گل حذف شوند. با این روش تهیه سینگل‌کراس در سطح زیاد پرهزینه است. روش مناسب‌تر تهیه ارقام، ایجاد ارقام هیبرید دابل‌کراس بر پایه چهار رگه خالص است: دو رگه نر عقیم سیتوپلاسمی، یک رگه اتایپ و یک رگه برگرداننده باروری (رایسر و تورر ۱۹۶۹). با این حال، مشخص نیست که تا چه حدی می‌توان اعتماد داشت که سینگل‌کراس برگرداننده باروری در شرایط آب و هوایی مختلف دانه گرده کافی تولید می‌کند. ضمناً مشخص نشده است که آیا چنین هیبریدهای دابل‌کراس دارای عملکرد بالا یا مزایای دیگری هستند که هزینه اضافی را جبران نمایند.

اینکه هیبریدهای سینگل‌کراس یا سه طرفه بر پایه رگه‌های خالص تا چه حدی جانشین هیبریدهای ژنتیکی دیپلوئید و تریپلوئید خواهند شد، عمدتاً بستگی به این دارد که آیا سازگاری زیاد ارقام چغندر قند در پایه ژنتیکی محدود هیبریدهای خاص می‌تواند حفظ گردد با این حال، ناهماهنگی هیبریدهای موجود چغندر قند با پایه ژنتیکی بسیار وسیع چه از نظر کشاورزی و چه از نظر بهنژادی معایب زیادی دارد. مثلاً تغییرات شکل ریشه، اندازه طوقه و ارتفاعی را که طوقه از خاک بیرون می‌آید و تمام صفاتی را که کیفیت برداشت و نتیجتاً افت برداشت، افت سیلو و کیفیت تکنولوژیکی چغندر قند را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

بعلاوه، ارقام هیبرید که با والدین یا جمعیت‌هایی خالص نشده تهیه می‌شوند، با ارقام ترکیبی و مصنوعی این مشابهت را دارند که برای اصلاح یک صفت ورقه باید عملکرد متوسط یک یا چند توده غیر یکنواخت تشکیل‌دهنده آن رقم را افزایش داد نه اینکه به اصلاح یک ژنوتیپ به صورت یک رگه خالص مبادرت ورزید این روش هم میزان پیشرفت و هم شدت تظاهر صفت را تحت تاثیر قرار می‌دهد و هر دو را می‌توان به نحو مطلوب در یک هیبرید بدست آورد.

در سال‌های اخیر، بعضی از محققین و بهنژادگران چغندر قند ادعا کرده‌اند که تولید هیبریدهای سینگل‌کراس بر اساس لاین‌های خیلی اینبرد راه حل مناسبی است که می‌تواند

جانشین ارقام فعلی گردد. بنابراین، امکان دارد هیبریدهای F_1 که مثل ارقام موجود پرمحصول و سازگار هستند، و به علاوه کیفیت تکنولوژی و مقاومت به امراض بهتری دارند را ایجاد نمود (لوکوشه^۱ ۱۹۸۳). این ادعاها اخیراً با معرفی یک هیبرید سینگل کراس قابل رقابت با ارقام تجارتي به اثبات رسیده است (کاواکوتسو^۲ و همکاران، ۱۹۸۵).



شکل ۱۶-۳ روش پیشنهاد شده برای اجرای گزینش دوره‌ای دوجانبه همراه با تست سلفینگ (S_1) برای هر دو جمعیت A و B به طور جداگانه و گزینش برای ترکیب پذیری عمومی با جمعیت مخالف. جمعیت A، یک توده اتاپ، تک جوانه، خود بارور است که برای ژن نه عقیمی ژنتیکی تفرق می‌یابد. جمعیت B، یک توده گرده افشان، چند جوانه خود بارور است که برای ژن نه عقیمی ژنتیکی تفرق می‌یابد، در این شکل گزینش در جمعیت A نشان داده شده است و برای جمعیت B به روش مشابه صورت می‌گیرد. (ر. ک. متن) چند جوانه و خود بارور است که برای ژن نه عقیمی ژنتیکی تفرق دارد. از این جمعیت رگه‌های گرده افشان برای دو یا سه مرحله اول گزینش بدست می‌آید، بعد از ایجاد دو جمعیت، ادامه گزینش دوره‌ای ساده با آزمون نتاج S_1 در هر جمعیت بطور جداگانه مفید است، و فقط بعد از آن روش گزینش دوره‌ای متناوب کامل توصیه می‌شود. بهترادگران ممکن است با توجه به روند پیشرفت اصلاحی دوره‌ها، فقط از گزینش دوره‌ای ساده یا گزینش دوره‌ای ساده که همراه با گزینش دوره‌ای دوجانبه است استفاده نمایند.

با این حال، برای این که هیبریدهای سینگل کراس دیپلوئید از نظر تجارتي برای بهنژادگر و تولید کننده بذر مناسب باشد، باید رگه های خالص والد نه تنها قدرت ترکیب پذیری بسیار بالا داشته باشند و هیبریدهایی با عملکرد، کیفیت و مقاومت به امراض برتر تولید نمایند، بلکه خود رگه ها باید درحدی قوی باشند استفاده از آنها در بهنژادی آسان تر باشد و توانایی زیاد برای تولید بذر مرغوب نشان دهند. چنین رگه های والدی باید از یک جمعیت تک جوانه حفظ کننده نر عقیمی و یک گرده افشان چندجوانه که تحت گزینش دوره ای S₁ قرار گرفته (همان طوری که قبلاً^۳ توضیح داده شد) تهیه گردد. جمعیت ها می توانند جداگانه یا با هم گزینش شوند. در حالت دوم گزینش برای گرده افشان S₁ در هر جمعیت می تواند با انتخاب براساس ترکیب پذیری عمومی به روش تست کراس با جمعیت مخالف آن اجرا شود. (شکل ۱۶-۳)

هیبریدهای تریپلوئید

اساساً هیبریدهای تریپلوئید را می توان بر پایه نر عقیم تتراپلوئید یا دیپلوئید به عنوان پایه های مادری تولید نمود. درحقیقت تمام تریپلوئیدهای تجارتي برپایه دیپلوئید نر عقیم و گرده افشان تتراپلوئید استوار است لیکن چند سال طول کشید تا هیبریدهای معکوس (هیبرید بر پایه تتراپلوئید نر عقیم) در مقیاس قابل قبولی ارزیابی شدند. شناسایی و اصلاح تتراپلوئیدهای اتایپ از طریق تست کراس (آزمون تلاقی) در جمعیت های تتراپلوئید از مشکلات عمده بوده است و از این رو تا زمانی که اتایپ و MS های تک جوانه دیپلوئید خوبی بدست نیامده تهیه فرم های تتراپلوئید در تولید هیبریدهای تریپلوئید از طریق دو برابر کردن کروموزوم این اتایپ ها و نر عقیم ها امکان پذیر نبود. تجربه عملکرد چنین تریپلوئیدهایی هنوز محدود است و گزارش ها حاکی از برتری عملکرد آنها نسبت به تریپلوئیدهای تولید شده مشابه بر پایه دیپلوئید نر عقیم بوده اند (فیتز جرالده^۱؛ لاهوس^۲؛ اسمیت و همکاران^۳ ۱۹۷۹)، در انتظار تأثیر در آزمایش های وسیع تر باقی است. با این حال، باید تذکر داد که ۷۰٪ بذر تریپلوئید در ارقام انیزوپلوئید چندجوانه روی بوته های تتراپلوئید تشکیل می شود.

علاوه براین، هر دو روش مزایا و معایبی دارد. تتراپلوئیدها دانه گرده مؤثر کمتری تولید می کنند و دانه گرده آنها در صبح زود آزاد نمی شوند (لانگدن و اسکات^۴ ۱۹۷۰). پایه های مادری نر عقیم دیپلوئید که با تتراپلوئید گرده افشان کاشته شده در مقایسه با تتراپلوئیدهای نر عقیمی که با دیپلوئیدهای گرده افشان کاشته شده بیشتر در معرض آلودگی دانه های گرده سرگردان قرار می گیرند. از سوی دیگر تهیه بذر تریپلوئید تک جوانه بر پایه تتراپلوئید که قدرت جوانه زدن و سطح سبز مناسب داشته باشد به ویژه در اروپای شمالی خیلی مشکل است. اگر چه گزینش

1 - Fitzgerald

2 - Lahouse

3 - Smith

4 - Longden and Scott

دوره‌ای برای صفاتی مثل قدرت جوانه‌زدن و صفات گیاه بذری در توده‌های اتاپ تک‌جوانه تتراپلوئید نتایج خوبی را در برداشته است (بوسمارک گزارشات منتشر نشده) و احتمال تجارتی شدن هیبریدهای تریپلوئید تک‌جوانه بر پایه تتراپلوئید نر عقیم محتمل نخواهد بود.

در برنامه‌های هیبرید تریپلوئید مقایسه گرده‌افشان‌های اینبرد در مقابل گرده‌افشان‌های باز مطرح نیست، چون تهیه ارقام هیبرید تریپلوئید بر محصول با گرده‌افشان‌های تتراپلوئیدی که پایه ژنتیکی محدودی دارند و یا خالص می‌باشند، مناسب نیست. از این‌رو تهیه جمعیت گرده‌افشان تتراپلوئید که در تولید بذر تریپلوئید هیبرید به کار می‌رود به همان طریقی است که ارقام مصنوعی یا جمعیت‌های گرده‌افشان باز دیپلوئید اصلاح می‌شوند.

در سال‌های اخیر توسعه روش‌های ریز ازدیادی در شرایط آزمایشگاهی (ساندرز و شین^۱ ۱۹۸۶) امکان تولید انبوه کلن تک برته‌های چغندر قند تتراپلوئید که برای صفاتی خاص و قدرت ترکیب‌پذیری برتر گزینش شدند فراهم شده است. ارقام مصنوعی از آمیزش تعداد محدودی از چنین کلن‌هایی می‌تواند بعنوان گرده‌افشان در تولید تریپلوئید هیبرید مورد استفاده قرار گیرند.

مقایسه هیبریدهای دیپلوئید با هیبریدهای تریپلوئید

هنگامی که بهنژادگران چغندر قند اروپا مجبور بودند از بین روش‌های مختلف تهیه ارقام تک‌جوانه هیبرید روشی را اتخاذ نمایند، اکثر آنها اصلاح هیبرید تریپلوئیدهای تک‌جوانه را بر پایه دیپلوئید تک‌جوانه نر عقیم و تتراپلوئید چندجوانه گرده‌افشان انتخاب نمودند. تصور این بود که اصلاح هیبریدهای تریپلوئید در مقایسه با اصلاح ارقام نسل اول دیپلوئید و یا ارقام مصنوعی انیزوپلوئید روش سریعتری در جهت تهیه ارقام تک‌جوانه هیبرید با عملکرد و خصوصیات کیفی مطلوب است، چون برای اصلاح تک‌جوانه دیپلوئید و انیزوپلوئید لازم است بخش بزرگی از مواد بهنژادی چندجوانه به تک‌جوانه تبدیل شود. در تهیه ارقام هیبریدهای تریپلوئید دو ژنوم از سه ژنوم از توده‌های چندجوانه سازگار می‌باشند و فقط یکی از آنها تک‌جوانه نر عقیم است که هنوز تحت تاثیر بعضی صفات زراعی نامطلوب منبع اولیه آمریکائی خود می‌باشد.

این نظریه‌ها پس از پیدایش سریع چندین رقم تک‌جوانه تریپلوئید هیبرید اروپایی با خصوصیات رضایت‌بخش، تأیید شد. بعد از آن ارقام تریپلوئید زیادی با افزایش عملکرد تدریجی و مداوم اصلاح شدند. با این حال، همانطور که گفته شد، ارقام دیپلوئید هیبرید زیادی وارد بازار شدند، و بعضی از آنها به خوبی هیبریدهای تریپلوئید بودند. در نتیجه بسیاری از

نژادگران آینده ارقام تریپلوئید را زیر سؤال بردند به ویژه به دلیل این که تولید بذر تریپلوئید با کیفیت مطلوب هزینه های بالائی را در بردارد. با وجود این، اخیراً تعداد ارقام تریپلوئید هیبرید افزایش یافته است. چرا که در سال ۱۹۸۸ از ۱۹۲ رقم تک جوانه ارقام ملی فرانسه، حدود ۱۷۴ رقم تریپلوئید، ۱۱ رقم دیپلوئید و ۷ رقم هیبریدهای اینزوپلوئید بوده است.

با وجود این واقعیت که بهنژادگران به مدت ۲۵ سال خزانه ژنی تک جوانه را افزایش داده اند، در تغییر پذیری ژنتیکی تک جوانه ها به علت انتخاب هم زمان ژنوتیپ های تک جوانه و حفظ کننده های نر عقیم، محدودیتهائی مشهود است. مقایسه ای که اخیراً بین دیپلوئیدها و تتراپلوئیدها به عنوان گرده افشان بر روی تعدادی رگه های دیپلوئید نر عقیم انجام گرفته است (لاسا و همکاران، ۱۹۸۹) این محدودیت را آشکار می نماید. نتایج نشان می دهد که نقش گرده افشان های تتراپلوئید در عملکرد نهائی تریپلوئیدهای هیبرید از نظر کمی مهم تر از رگه های نر عقیم سیتوپلاسمی است، و اختلاف معنی داری که بین رگه های نر عقیم سیتوپلاسمی در تلاقی بادپلوئیدهای گرده افشان وجود دارد در تلاقی با تتراپلوئیدهای گرده افشان پوشیده می ماند. علاوه بر این، هیبریدهای تریپلوئید نسبت به هیبریدهای دیپلوئید سازگاری محیطی بیشتری را دارا هستند.

شواهد روزافزون حاکی است که هیبریدهای سینگل کراس دیپلوئید می توانند از بهترین هیبریدهای تریپلوئید محصول بیشتری تولید می کنند، می توان چنین اظهار نمود که رجحان فعلی تریپلوئیدها در اروپا به مشکلات اصلاح تک جوانه و توده ژنی اتایپ ارتباط چندانی ندارد بلکه به دلیل این است که ضعفهای مختلف رگه های نر عقیم تک جوانه فعلی توسط تتراپلوئیدهای گرده افشان که پایه ژنتیکی وسیع دارند، جبران می شود.

در آینده، به کارگیری درست تکنولوژی انتقال ژن و ابزارهای بهنژادی همچون RFLP امتیازهایی برای اصلاح ارقام دیپلوئید و هیبریدهای سینگل کراس خواهد داشت. به نظر می رسد که تمایل شدیدی در جایگزینی تریپلوئیدهای هیبرید پیچیده با هیبریدهای F_1 دیپلوئید به وجود آید.

در آمریکا، جائیکه ارقام اینزوپلوئید هرگز تولید نشده و اغلب بهنژادگران با تتراپلوئیدها کار نمی کنند، به کارگیری توأم بهنژادی هیبرید و پلی پلوئیدی موجب هزینه بهنژادی و پیچیدگی بیشتر و عدم پیش بینی میزان تولید بذر، و عدم اطمینان از سودآوری عملکرد و شرایط آمریکا بوده است. از این رو جای تعجب نیست که هم بهنژادگران شرکت های خصوصی آمریکا و محققین وزارت کشاورزی آن کشور قبل از سرمایه گذاری در برنامه های بهنژادی هیبریدهای پلی پلوئید، توانائی هیبریدهای تریپلوئید را نسبت به هیبریدهای دیپلوئید مقایسه نمایند.

در نتیجه، با وجود نتایج نسبتاً مطلوب از هیبریدهای تریپلوئید بر پایه نر عقیم های آمریکایی و تتراپلوئیدهای اروپایی، اثر مثبت تریپلوئیدی آنچنان که باید (هلمریک و

همکاران، ۱۹۶۵) به اثبات نرسیده است. مطالعات بعدی توسط فینکتر و همکاران^۱ (۱۹۶۷)، هکر و همکاران^۲ (۱۹۷۰)، مکفارلن^۳ و همکاران (۱۹۷۲) عمدتاً نتوانست امتیاز عملکرد تریپلوئیدهای هیبرید را به اثبات برساند. با این حال، این مطالعات که عملکرد هیبریدهای دیپلوئید را مقایسه کرده ضرورتاً شایستگی ارقام تریپلوئید تهیه شده توسط بهنژادگران اروپائی را به درستی منعکس ننموده است. در ارقام تریپلوئید اروپائی، اثرات مثبت شامل حداکثر درجه هتروزیگوتی ژنوتیپ‌ها و امکان تجمع تعداد زیادتری از ژن کنترل کننده عملکرد از طریق پلی‌پلوئیدی در حد قابل توجهی مورد استفاده قرار گرفته است، در حالی که در مطالعات امریکائی استفاده از تتریپلوئیدهای خیلی خالص این فواید را کاهش داده است.

در مجموع، توانائی‌های هیبریدهای تریپلوئید در مقایسه با هیبریدهای دیپلوئید هنوز مورد بحث و گفتگو است و ممکن است تا چند سال دیگر نیز ادامه داشته باشد. با این وجود، اگر تریپلوئیدهای هیبرید از لحاظ عملکرد برتری قابل توجهی نسبت به دیپلوئیدها نشان ندهند بحث در رابطه با مزایای آنها بی‌مورد است.

۱۰-۳ اصلاح برای صفات خاص

۱۰-۳-۱ مقاومت به ساقه‌روی^۴

ارقام مناسب کشت بهاره

بهنژادگران شمال غربی اروپا برای مدت زیادی مقاومت به بولتینگ را تنها برای کشت زود هنگام در مزرعه‌گزینش نمودند، و این عمل معمولاً در همان شرایطی که ارقام باید کشت شوند صورت گرفته است. به دلیل وابستگی شرایط آب و هوایی با این نوع‌گزینش همیشه کشت زود امکان‌پذیر نیست و برخی مواقع بدون در نظر گرفتن تاریخ کاشت، تعداد کمی از بوته‌ها ساقه تولید می‌کنند، گزینش مقاومت بیشتر به بولتینگ مشکل ساخت. بعلاوه در بعضی از سال‌ها که شرایط برای ایجاد بولتینگ مساعد است، اغلب درصد بوته‌های به ساقه رفته کمتر از حد معینی است که برای گزینش توده‌ای مؤثر باشد. از این رو باید روشی را انتخاب نمود که بتوان گزینش مقاومت به بولتینگ را تحت شرایط کنترل شده و دقیق انجام داد.

یکی از اولین کسانی که روش‌های گزینش برای مقاومت به بولتینگ پیشنهاد نمود بل در انگلستان بود (بل و بوئر^۵ ۱۹۴۲ و بل^۶ ۱۹۴۶). در اوایل سال ۱۹۳۹، او اثر درجه حرارت پائین و نور مداوم را روی گیاه جوان را در تعدادی از ارقام چغندر قند مطالعه کرد و نشان داد که ژنوتیپ‌های مختلف از نظر جوابگویی به مدت تیمار سرما و نور مورد نیاز بولتینگ و گلدهی کاملاً متفاوتند. او همچنین اثبات نمود که گیاهان به ساقه رفته یک جمعیت چغندر قند که اکثر

1 - Finkner

2 - Hecker et. al

3 - MC. Farlane et. al

4 - Bolting

5 - Bell and Boer

6 - Bell

بوته‌های آن به ساقه رفته بودند، نتاجی تولید نمودند که درجه مقاومت به بولتینگ خوبی را داشتند. این نتایج بعداً توسط چندین محقق دیگر که مطالعات گسترده‌تری روی فیزیولوژی تشکیل گل در چغندر قند کار کردند، مورد تایید قرار گرفت (گاسکیل^۱ ۱۹۵۲ و کورت^۲ ۱۹۶۰ و مارگارا^۳ ۱۹۶۰).

در نتیجه، اکنون به خوبی مشخص شده است که در اثر تیمار نور و حرارت می‌توان بوته‌های جوان چغندر قند را وادار به گلدهی نمود (۵-۸ درجه سانتی‌گراد و ۱۶ ساعت نور). مدت این تیمار برای القاء گلدهی کامل از ۸ الی ۱۴ هفته متغیر است و به میزان مقاومت به بولتینگ مواد ژنتیکی بستگی دارد. دوره تیمار نور و درجه حرارت کمتر از مدت زمانی که تمام گیاهان را وادار به گلدهی می‌نماید شرایط را برای گزینش ژنوتیپ‌های کاملاً مقاوم به بولتینگ ممکن می‌سازد. روش‌ها و اصولی که بل ذکر کرد در برنامه بهنژادی چغندر قند موسسه اصلاح نباتات کمبریج توسعه و مورد استفاده قرار گرفت (کمپبل ۱۹۵۳) و دو رقم چغندر قند خیلی مقاوم به بولتینگ در آن منطقه تهیه شد که در زمان خود بسیار مقاوم به بولتینگ بودند. در نتیجه روش‌های مشابه توسط بهنژادگران شمال غربی اروپا به کار گرفته شد و پیشرفت چشمگیری در مقاومت به بولتینگ ارقام فعلی چغندر قند ایجاد گردید.

با وجود این که طول روز بلند تأثیر تیمار سرما را افزایش می‌دهد و برای ایجاد گل ودانه‌گرده لازم است، اما در بیشتر ژنوتیپ‌ها القاء گلدهی در شرایط روز کوتاه نیز در صورتی که مراحل بعدی رشد تحت شرایط روز بلند باشند ایجاد می‌شود. این بدین معنی است در مناطقی که می‌توان چغندر قند را یک ماه زودتر کشت نمود و گیاهان جوان بتوانند بمدت یکماه یا بیشتر درجه حرارت پایین برای القاء بولتینگ را دریافت کنند فرصت بسیار مناسب برای گزینش مقاومت به بولتینگ بدست می‌آید. از این رو بخش عمده کار گزینش انستیتوی اصلاح نباتات کمبریج که در بالا ذکر شد در حوالی اسکاتلند که درجه حرارت متوسط در فروردین (آوریل) ۲ درجه سانتی‌گراد کمتر از کمبریج است انجام گرفت.

در جایی که امکان کاشت زود هنگام چغندر قند در مزرعه برای القاء حرارت وجود ندارد می‌توان مواد گیاهی را در گلخانه کشت و در زمانی که هوا مساعد می‌شود به بیرون منتقل می‌نمود. این روش که در اوایل ۱۹۶۰ در سوئد در سطح وسیع برای افزایش مقاومت به بولتینگ در دیپلوئیدها و تتراپلوئیدهای گرده افشان اجرا شد. بذر چغندر قند تحت شرایط گلخانه گرم بدون نور اضافی در اواخر ژانویه کشت شد. موقعی که گیاهان به سن ۶-۴ هفته رسیدند، دستگاه‌های تهویه شروع به کار نمود و دمای گلخانه در درجه حرارت بین ۸-۳ درجه سانتی‌گراد تنظیم گردید. زمانی که خاک و شرایط آب و هوا اجازه داد، معمولاً اواسط فروردین (اوایل آوریل) گیاهان جوان به مزرعه انتقال داده شد. به‌طور متوسط گیاهان به مدت ۶-۵ هفته در

1 - Gaskill

2 - Curth

3 - Margara

گلخانه و سپس به مدت کمی در مزرعه در شرایط درجه حرارت پائین قرار گرفتند. موقعی که بوته‌ها در مهرماه (اکتبر) برداشت می‌شدند درصد گیاهان به ساقه نرفته در کرت‌های گزینش از ۵ الی ۳۵ درصد متغیر بود که بستگی به مواد آزمایشی دارد. جمعیت‌هایی که به این طریق اصلاح شدند در سراسر شمال غربی اروپا مقاومت خوبی به بولتینگ نشان دادند.

در روشهایی که در بالا توضیح داده شد به دو فصل زراعی نیاز دارد، یک فصل برای سلکسیون و فصل دیگر برای تولید بذر از گیاهان گزینش شده. موقعی که با حجم کوچکتري از مواد ژنتیکی سروکار داریم، امکان دارد بذر در فصل پاییز در گلخانه بکاریم و موقعی که بوته‌های جوان به سن ۴-۵ هفته‌ای رسیدند، گیاهان به اتاقک رشد که نور و درجه حرارت آن قابل تنظیم است انتقال یابند و متعاقباً به گلخانه گرم بازگردانده شود. اگر گیاهان تحت شرایط نور دائم قرار گیرند گیاهان خیلی حساس سرخا شروع به ساقه‌روی می‌کنند و ساقه بذردهنده تولید می‌کنند. بعد از حذف تمام گیاهانی که شروع به ساقه‌روی نمودند، گیاهان باقیمانده مجدداً ولی این بار به مدت ۱۲-۱۴ هفته در اتاقک رشد تحت تیمار درجه حرارت پائین و نور قرار خواهند گرفت. اگر القاء اولیه خیلی زود انجام گیرد، القاء دوم برای گیاهانی که بایستی به مزرعه منتقل گشته و بطور طبیعی در بهار تولید بذر نمایند، بموقع پایان خواهد یافت.

اگر چه مشکلات عملی در رابطه با گزینش مقاومت به بولتینگ اساساً حل شده است، ولی چنانچه مسایل متعدد مربوط به وضعیت فیزیولوژیکی آن بهتر شناخته شود کار گزینش آسان‌تر و مؤثرتر خواهد بود.

یکی از عوامل فیزیولوژیکی، اهمیت مقاومت نسبی به طول روز و مقاومت به درجه حرارت پائین در تشخیص بوته‌های مقاوم به بولتینگ در مناطق جغرافیائی مختلف است. چنین اختلافاتی با مقایسه بین ارقام اروپای جنوبی و اروپای شمال غربی با توجه به مناطقی که اصلاح شده‌اند، مشهود است. درحالی‌که ارقام اروپای جنوبی عمدتاً به شدت در اروپای شمال غربی ساقه تولید می‌کنند، اختلاف بین ارقام در کاشت زود هنگام اروپای جنوبی خیلی کم است یا اصلاً وجود ندارد. از این رو، شاهد خوبی وجود دارد که القاء بولتینگ و گلدهی از یک سو به توازن ظریف بین نیاز نوری و نیاز حرارتی و از سوی دیگر تحت تاثیر شرایط کاشت و اقلیمی بستگی دارد. اگر همان‌طوری که توسط بل (۱۹۴۶) اظهار شد، مؤثرترین بهره‌گیری از مرحله رشد رویشی از نظر جذب مواد پرورده و ذخیره‌سازی، تابع یک موازنه مشابه است، گزینش شدید برای مقاومت به طول روز بلند ممکن است حادث شود که برای شمال غربی اروپا ضروری و سودمند است اما در اروپای جنوبی ضرورت ندارد و حتی زیان‌آور است.

بنابراین، کار بهنژادی برای مقاومت برای بولتینگ در یک شرایط اکولوژیکی خاص باید تحت همان شرایط در تهیه رقم چغندر قند موردنظر منطقه اجرا شود، درست به همان طریقی که برای فعالیت بهنژادی در حالت کلی اهمیت دارد.

ارقام برای کشت پاییزه

آنچه که در بالا گفته شد برای اصلاح ارقام پاییزه جنوب اروپا نیز باید به کار رود. این ارقام که در پاییز زیر خاک قرار می‌گیرند و در تابستان بعدی برداشت می‌شوند، باید به شدت مقاوم به بولتینگ باشند و از طرف دیگر در فصل تابستان یعنی زمان برداشت هرچه زودتر به حداکثر عملکرد شکر برسند.

سازگاری جمعیت‌های چغندرقند به این شرایط کشت نیاز به چندین دوره از گزینش توده‌ای همراه با گزینش نتاج و اصلاح رگه دارد. برای افزایش مقاومت این مواد به‌نژادی به بولتینگ، لازم است این ارقام را در مناطقی که زمستان سردتر و طولانی‌تر از مناطق چغندرکاری معمول آنها تحت شرایط گزینش شدید قرار دهیم. این گزینش می‌تواند در نواحی شمالی‌تر یا مناطقی که ارتفاع بیشتری دارند انجام گیرد. چون گیاهان در اواخر رشد فیزیولوژیکی بهتر از گیاهان جوان (در مرحله اوایل رشد) به القاء سرما عکس‌العمل نشان می‌دهند، این گزینش‌ها ممکن است برای چغندرهایی که زودتر از زمان معمولی چغندرقند پاییزه کشت شوند، اعمال گردد. اگر کشت زود با مشکلاتی مثل هوای خشک و گرم روبرو باشد، می‌توان گیاهان جوان (نشاء) را در گلخانه رویاند و پس از مهیا شدن شرایط بیرون به مزرعه منتقل نمود.

۲-۱۰-۳- کیفیت تکنولوژیکی

تعدادی صفات فیزیولوژیکی، مورفولوژیکی و تشریحی به طور مستقیم یا غیرمستقیم در ارزش تکنولوژیکی چغندرقند دخالت دارند، می‌توانند تحت گزینش قرار بگیرند. با این حال، تمام این صفات مکمل صفات اصلی تشکیل دهنده کیفیت ریشه هستند این صفات شامل مقدار ساکارز بالا و مقادیر کم سدیم، پتاسیم و الفا - آمینونیتروژن نسبت به میزان ساکارز است. پایداری شربت چغندرقند در کارخانه نیز اهمیت دارد که با داشتن مقدار کم الفا - آمینونیتروژن در مقایسه با سدیم و پتاسیم در نظر گرفته می‌شود. تحت شرایط خاصی از رشد، رافینوز و قند انورت زیان‌های قابل توجه و اختلالاتی را در کارخانه موجب می‌شوند که باید مورد توجه به‌نژادگران قرار گیرد. مسائل کیفی چغندرقند و نقش به‌نژادی برای افزایش کیفیت تکنولوژی چغندر به طور جامع مورد بحث قرار گرفته است (التمن و همکاران^۱ ۱۹۸۴).

در اکثر توده‌های چغندرقند تنوع ژنتیکی قابل توجهی برای صفات کیفی وجود دارد، اما تاثیر عوامل محیطی به ویژه برای مقدار سدیم و الفا - آمینونیتروژن نیز قابل بررسی است. علاوه بر این، بعضی صفات کیفی با همدیگر و با عملکرد ریشه همبستگی معنی‌داری دارند (جدول ۳-۱).

جدول ۱-۳: همبستگی ساده بین صفات چغندر قند. همبستگی‌های عمدتاً ژنتیکی برای ۱۷ رقم تجارتي (در یک منطقه با ۱۲ تکرار آزمایش شده است)

درصد قند	عملکرد شکر	پتاسیم	سدیم	آلفا - آمینونیتروژن
عملکرد ریشه	۰/۶۸	۰/۸۶	۰/۴۸	۰/۵۲
درصد قند	—	-۰/۲۵	-۰/۶۴	-۰/۵
عملکرد شکر	—	—	۰/۲	۰/۳۳
پتاسیم	—	—	—	۰/۴۶
سدیم	—	—	—	—

۰/۴۸ = r برای سطح ۰/۵٪ معنی دار است

بعضی از بررسی‌ها نشان داده‌اند که وراثت تمام صفات کیفی در حدی است که گزینش توده‌ای دقیق در آن مؤثر است. این استدلال با نتایج مطالعات ژنتیکی هیست رگه خالص و ۲۸ هیبرید F_2 حاصل از تلاقی آنها توافق دارد نتایج حاکی است برای تمام صفات کیفی از جمله عیار قند در دو سطح ازت کم و زیاد خاک، واریانس ژنتیکی افزایشی نسبت به سایر واریانس‌های غالب است (اسمیت و همکاران، ۱۹۷۳). اسمیت و همکاران نتایج بدست آمده از گزارش‌های قبلی را نیز مورد تأیید قرار دادند که برای مقدار پتاسیم کم در سطح پائین ازت خاک هتروزیس وجود دارد (دادلی و پاورز، ۱۹۶۰)، اما برخلاف آنچه که قبلاً توسط پاورز و همکاران^۱ (۱۹۵۹) منتشر شد برای عیار قند اثرات هتروزیس و واریانس ژنتیکی غلبه معنی دار نشد. در سطح ازت بالای خاک، میانگین حدود تغییرات و اجزاء واریانس تمام عوامل غیرقندی به جز بتائین افزایش داشته است و اظهار شد گزینش برای مقدار کمتر این ناخالصی‌ها در شرایط ازت زیاد خاک مؤثر است. برعکس، در سطح نیتروژن کم خاک، تقریباً ۵۰٪ واریانس ژنتیکی کل عملکرد ریشه افزایشی بود و در سطح ازت بالای خاک واریانس افزایشی معنی دار نبوده است. این مطالعات نشان می‌دهد اگر برنامه‌های بهنژادی در جهت به کارگیری میزان بیشتر واریانس ژنتیکی افزایشی برای اجزاء غیرقندی طراحی شود، به پیشرفت قابل توجهی در فرآیند کیفی ریشه منجر می‌شود.^۲

روش‌های تجزیه مطمئن و کاملاً خودکاری برای اکثر اجزاء غیرقندی مهم از جمله سدیم، پتاسیم و اسیدهای آمینه طراحی شده است. این روش‌ها بهنژادگران چغندر قند را در جهت افزایش فرآیند کیفی مواد بهنژادی و ارقام آزمایشی کمک می‌کند. فرمول‌ها و شاخص‌هایی تهیه

شده است (کاروتر و الدفیلد^۱؛ راینفلد^۲ و همکاران ۱۹۷۴) که بوسیله آن اجزاء ناخالصی ریشه براساس اهمیت نسبی در فرآیند کارخانه قند و عملکرد شکر سفید اندازه گیری می شود (فرمول های ۳-۱۷ و ۳-۱۸).

دلایل اصلی پیشرفت نسبتاً کند بهنژادی برای بهبود کیفیت به قرار زیر است:

۱- موقعی که برای تعدادی صفات کیفی ریشه به طور همزمان گزینش صورت میگیرد شدت گزینش برای هریک از صفات کیفی پائین خواهد بود.

۲- همبستگی ناخواسته بین صفات کیفی و عملکرد ریشه:

۳- نامناسب بودن روش های گزینش سنتی در انتخاب صفات ارثی کمی پیچیده

میزان ناخالصی^۳ (I)

$$I = 2/5 K + 3/5 Na + 10 \alpha - N$$

$$K = \frac{\text{mg K}}{100 \text{ Pol}} \text{ در حالی که}$$

$$Na = \frac{\text{mg Na}}{100 \text{ Pol}}$$

$$\alpha - N = \frac{\text{mg -amino N}}{100 \text{ Pol}}$$

شکل ۳-۱۷: فرمول های فوق برای اندازه گیری میزان ناخالصی است (براساس فرمول کاروتر و الدفیلد ۱۹۶۱) اما عامل بتائین را شامل نمی شود.

عیار قند اقتصادی^۴ (ESC)

$$ESC = Pol - [0/343(K+Na) + 0/94N + 0/29]$$

Na, K بر حسب میلی اکی والان در ۱۰۰ گرم چغندر

N = amonon بر حسب میلی اکی والان در ۱۰۰۰ گرم چغندر قند

شکر اقتصادی (ES) = ESC × عملکرد چغندر

شکل ۳-۱۸: فرمول تعیین عیار قند اقتصادی و مقدار شکر اقتصادی (براساس فرمول راینفلد و همکاران، ۱۹۷۴).

1 - Carreuthers and Oldfield

2 - Reinefeld et. al

3 - Impurity value

4 - Economic sugar content(ESC)

برای بهبود این شرایط، لازم است فراوانی ژن‌ها و مجموعه ژن کنترل‌کننده خصوصیات کیفی شیر شکر در جمعیت‌های چندجوانه و تک‌جوانه دیپلوئید افزایش یابد. این پیشرفت با استفاده از روش‌های مؤثر اصلاح جمعیت‌ها از جمله روش‌های گزینش دوره‌ای که قبلاً توضیح داده شد، امکان پذیر است.

۳-۱۰-۳- مقاومت به بیماریها

بیماری‌های قارچی مرگی‌گیاچه

سیاه شدن طوقه^۱. این بیماری اغلب برای اضمحلال کامل گیاهچه چغندر قند مطرح می‌گردد که در اثر آلودگی قارچ بذرزاد فوما^۲ یا قارچ‌های خاکزی به نام‌های پیتوم^۳، ریزوکتونیا^۴ و آفانومایسز^۵ ایجاد می‌شود. فعالیت‌های بهنژادی برای تهیه ارقام مقاوم به این بیماریها در حد محدودی انجام گرفته است. زیرا تیمار بذری با قارچ‌کش مؤثر واقع شده است. با این حال، رگه‌ها یا ارقام مقاوم به قارچ‌های فوما، ریزوکتونیا (باگ‌بی و کمپبل^۶ ۱۹۹۰) و قارچ آفانومایسز (شنايدر و هوگابوم^۷ ۱۹۸۳، رانسون و گیل^۸ ۱۹۹۰) بدست آمده است. برای آفانومایسز ارقام مقاوم به بیماری دارای اهمیت خاصی است چون این قارچ به گیاهان ۵-۲ هفته‌ای حمله می‌کند و مبارزه شیمیایی چندان موفق نیست.

بیماری‌های قارچی اندامهای هوایی:

سفیدک سطحی^۹. سفیدک سطحی توسط عامل بیماری‌زای اریزیفه^{۱۰} ایجاد می‌شود. در شرایط آب و هوایی که درجه حرارت روزانه بالا است و رطوبت هوا کم است، این بیماری دارای اهمیت است. در سال‌های اخیر ارقام مقاوم به بیماری سفیدک سطحی اصلاح شده و نیاز به کنترل شیمیایی را کاهش داده است. در نمونه‌های گونه وحشی ماریتیم^{۱۱} متابع جدید مقاومت به بیماری سفیدک سطحی پیدا شده است (ویتنی^{۱۲} ۱۹۸۹).

سفیدک حقیقی^{۱۳}. بیماری سفیدک حقیقی پرونوسپورا^{۱۴} در مناطقی با آب و هوای سرد و مرطوب، چغندر قند را تحت تاثیر قرار می‌دهد. در شرایط مزرعه و شرایط اپیدمی مصنوعی بیماری، ژرم پلاسما مقاوم به این بیماری گزینش شده که منجر به ارقام تجارتي هیبرید مقاوم به

1 - Blackleg	2 - Phoma betae	3 - Pythium Ultimum
4 - Rhizoctonia Solani	5 - Aphanomyces Cochlioides	
6 - Bugbee and Campbell	7 - Schneider and Hogaboam	
8 - Runeson and Guillet	9 - Powdery mildew	10 - Erysiphe betae
11 - B. Maritima	12 - Whitney	13 - Downy mildew
14 - Pronospora farinosa		

بیماری گردیده است (راسل^۱ ۱۹۶۹). در اکثر مناطق چغندرکاری جهان پیدایش ژرم پلاسما مقاوم به بیماری و مجزای بودن محصول بذری از محصول ریشه‌ای بیماری سفیدک حقیقی را در حد یک بیماری درجه دوم قرار داده است.

بیماری لکه‌برگی سرکوسپورا^۲ بوسیله قارچ سرکوسپورا ایجاد می‌شود و یک بیماری زیان‌آور و پراکنده است. این بیماری به شرایط آب و هوایی گرم و مرطوب نیاز دارد و در مناطقی مثل شمال اروپا، قسمت‌های شرقی آمریکای شمالی و ژاپن اهمیت دارد.

علائم بیماری از آلودگی‌های دایره‌ای به قطر ۵-۳ میلی‌متر تشکیل شده است. در ارقام حساس، حمله شدید قارچ موجب به هم پیوستن لکه‌ها شده و مرگ زودرس بسیاری از برگ‌ها را سبب می‌گردد و به ۵۰٪ از پتانسیل تولید شکر خسارت وارد می‌کند. استفاده درست و مکرر قارچ‌کش، خسارت را در حد قابل توجهی کاهش می‌دهد. به هر حال، حتی با استفاده از بهترین ماده شیمیایی، مبارزه کامل با این بیماری ممکن نیست. بعلاوه، در سال‌های اخیر اثر چندین قارچ‌کش به دلیل ظهور نژادهای پاتوژن مقاوم به سم اثر بوده است.

ارقام مقاوم به بیماری سرکوسپورا در اروپا، آمریکای شمالی و ژاپن اصلاح شده‌اند تمام این ارقام از مواد ژنتیکی که در سال‌های ۱۹۲۰-۱۹۱۰ توسط بهنژادگر ایتالیایی به نام مونراتی^۳ تولید شده بدست آمده‌اند. وی با تلاقی بین چغندر قند و نمونه ماریتیما که از دره^۴ رودخانه پو جمع‌آوری شده بود، گزینش مکرر و نوترکیبی در یک منطقه کاملاً آلوده به سرکوسپورا، توده‌هایی از چغندر قند را که خیلی مقاوم بود، اصلاح نمود (مونراتی ۱۹۳۲). این مواد در اختیار بهنژادگران ایتالیایی قرار گرفت و برای اصلاح چند رقم مقاوم به بیماری از آنها استفاده شد. بعضی از این ارقام به عنوان مواد پایه مقاوم به سرکوسپور در امریکا (کونز و همکاران، ۱۹۷۵)، آلمان، لهستان و مناطق دیگر مورد استفاده قرار گرفت.

ارقام مقاوم عمدتاً ارقام ترکیبی یا مصنوعی بر پایه رگه خالص یا فامیل‌هایی است که در شرایط آلودگی طبیعی گزینش شده بودند. گرچه در جایی که میزان آلودگی شدید نیست، بهترین ارقام عکس‌العمل خوبی را از نظر کنترل بیماری نشان دادند، اما تحت شرایط خیلی آلوده بیماری، بدون سمپاشی خسارت محصول ۲۰-۱۵ درصد خواهد بود. در شرایط عدم آلودگی، عملکرد ارقام مقاوم تقریباً کمتر از ارقام حساس است (کوخ^۵ ۱۹۷۰).

اگر چه وراثت‌پذیری مقاومت به سرکوسپور کاملاً شناخته شده نیست، به نظر می‌رسد ماهیت وراثت این صفت کمی است و حداقل چهار یا پنج جفت ژن آن را کنترل می‌کنند. (گاسکیل و اسمیت^۶ ۱۹۷۰) اولین هیبریدهای تک‌جوانه مقاومت خود را از گرده افشان چندجوانه بدست آوردند. در سال‌های اخیر، پایه‌های مادری نرعیم تک‌جوانه مقاوم به

1 - Russell
4 - Po river

2 - Cercospora beticola
5 - Koch

3 - Munerati
6 - Gaskill and Smith

سرکوسپورا تهیه شده است. به هر حال، پیدا کردن ژنوتیپ‌های مقاوم با قدرت ترکیب پذیری خوب مشکل است، احتمالاً^۱ به دلیل عدم تنوع ژنتیکی در خزانه ژنی مقاومت می‌باشد. اگرچه اهمیت ارزش کار آقای مونراتی کاملاً^۲ روشن است با این حال از آن به بعد فعالیت‌های دیگری در جهت جداسازی و به کارگیری بیوتیپ‌های ماریتیمای مقاوم دیگر (بیلگن و همکاران^۱ ۱۹۶۹) آغاز شده است.

اگر بخواهیم همبستگی منفی بین عملکرد و مقاومت به سرکوسپورا شکسته شود ضروری است تغییرپذیری ژنتیکی مواد اصلاحی مقاومت به سرکوسپورا را وسیع تر گردد. این کار باید از طریق مشارکت توأم ژرم پلاسما دیگری از چغندر قند و منابع جدید مقاومت به سرکوسپورا انجام گیرد.

اخیراً^۳ زمینه بیولوژیکی مقاومت به سرکوسپورا عنوان تحقیقاتی چندین مطالعه بوده است. از این رو، هکر و همکاران^۲ (۱۹۷۵) گزارش دادند که رگه‌های مقاوم دارای مقدار بیشتری از اسید آمینه دی هیدروکسی فنیل آلانین در مقایسه با رگه‌های حساس است و تلاش کردند که این اختلافات را در جهت پیشگویی تعیین مقاومت رگه‌های خالص به کار گیرند. یک ماده سمی بر گیاه (فیتوتوکسین) که به داخل برگ‌های گیاه نفوذ کرده و لکه‌های نکروز شبیه گیاهان آلوده به لکه‌برگی ایجاد کرده بود جداسازی شد (پاین و بالیس^۳ ۱۹۷۱). این ماده سمی در حال حاضر عملاً^۴ به منظور تلاش در جهت گزینش موتانت‌های تصادفی یا القاء شده مقاوم به لکه‌برگی در کشت بافت مورد استفاده قرار گرفته است.

بیماری‌های ویروسی

کرلی تاپ^۴

بیماری کرلی تاپ توسط ویروس کرلی تاپ ایجاد می‌شود و توسط زنجیره برگ چغندر قند به نام سیرکولیفرا^۵ به گیاه منتقل می‌شود. در اوایل این قرن، این بیماری خسارت شدیدی را به زراعت چغندر قند در غرب کشور آمریکا به ویژه غرب کوه‌های راکی^۶ وارد نمود. در سال‌های ۱۹۳۰-۱۹۴۰، از طریق گزینش توده‌ای مداوم، رگه‌های چندجوانه و ارقام گرده‌افشان باز با سطوح بالاتری از مقاومت به کرلی تاپ به تدریج اصلاح شدند. بعداً، مقاومت به کرلی تاپ از طریق بک‌کراس با رگه‌های چندجوانه مقاوم به هیبریدها انتقال داده شد.

اگر چه نژادهای ویروسی که شکننده مقاومت به کرلی تاپ هستند، نظری ارائه نشده است، لیکن نژادهای BCTV زیادی وجود دارد و بعضی از آنها خسارت شدیدی روی بیشتر ارقام مقاوم ایجاد می‌کنند. فعالیت بهنژادی در جهت تولید رگه‌ها و ارقام مقاوم به بیشتر نژادهای بیماریزای این ویروس ادامه دارد (مک فارلین ۱۹۶۹).

1 - Bilgen et. al

2 - Hecker et. al

3 - Phyne and Balis

4 - Curly top(BCTV)

5 - Circulifer tenellus

6 - Rocky

ویروس‌های زرد^۱

زردی ویروسی در چغندر قند توسط یک یا چند ویروس بنام‌های: ویروس زردی چغندر^۲، ویروس زرد ملایم چغندر^۳ و ویروس زرد غربی چغندر^۴ بوجود می‌آید که توسط شته‌ها منتقل می‌گردند (ر.ک. به فصل ۱۰). منابع ژنتیکی که به این ویروس‌ها ایمنی نشان داده باشند، در جنس چغندر پیدا نشده است، اما چهار نوع از مقاومت تشخیص داده شده است:

۱- مقاومت به ناقل شته ۲- مقاومت به آلودگی

۳- تحمل به ویروس ۴- مقاومت به تکثیر و توسعه ویروس

اکثر فعالیت به‌نژادی شامل گزینش تحمل به ویروس می‌شود. در اواخر دهه ۱۹۴۰، اولین فعالیت تحقیقاتی در این زمینه در هلند و انگلستان به ترتیب توسط رایت‌برگ^۵ (۱۹۵۹) و هول^۶ (۱۹۶۰) انجام گرفت. آنها نشان دادند که در اکثر جمعیت‌های چغندر قند گیاهانی پیدا می‌شوند که کمتر توسط ویروس‌ها آلوده می‌گردند. این نتایج به‌نژادگران بسیاری از کشورها را بر آن داشت تا اصلاح تحمل به ویروس را انجام دهند. در انستیتوی به‌نژادی گیاهی، کمبریج، راسل (۱۹۶۴a,b) تحت شرایط آلودگی کنترل شده یک روش گزینش را برای وزن ریشه اعمال نمود و رگه‌های انتخاب شده ارقام متحمل به ویروس را بوجود آورد. یکی از این ارقام ماریس ونگارد^۷ بود که در اواخر دهه ۱۹۶۰ در بعضی از مناطق شرقی انگلستان کشت می‌شد. اگر چه رقم واریس ونگارد عیار قند کم و ناخالصی‌های بالایی را داشت ولی بعداً مشخص گردید که هیچ رابطه‌ای بین تحمل به ویروس و این صفات وجود ندارد. وراثت مقاومت به ویروس به‌طور کامل شناخته نشده است، اما وجود یک سطح متوسط تحمل در تلاقی‌های بین رگه‌های حساس و متحمل مؤید این است که این صفت وراثت چند ژنی دارد.

بعد از اواسط دهه ۱۹۷۰، به مدت چند سال، شدت آلودگی ویروس‌های زرد در اروپای غربی کاهش یافت. در نتیجه، زارعین به دلیل عدم شیوع بیماری با کشت ارقام متحمل سود کمتری را در مقایسه با سایر ارقام معمولی بدست آوردند و به‌نژادگران برنامه‌های اصلاحی تهیه ارقام متحمل را کاسته و یا ادامه ندادند و به جای آن اصلاح برای مقاومت به بیماری ویروسی دیگری به نام ریزومانیا^۸ را شروع کردند.

با این حال، در سال‌های اخیر، شیوع ویروس زرد دوباره افزایش یافت و به‌طور چشمگیری موجب کاهش محصول در بعضی از کشورهای اروپای غربی گردید. قسمتی از این شیوع بیماری به دلیل افزایش نسبی جمعیت شته‌هایی بوده که به شته‌کش‌های موجود کاملاً مقاوم شده بودند

1 - Virus yellows

2 - Beet yellows virus

3 - Beet mild yellowing virus

4 - Beet western yellows virus

5 - Rietberg

6 - Hul

7 - Maris vanguard

8 - Rhizomania

[illegible]

ممانعت و مانعانه سبب می‌گردد و زرد نکر و تنیک رگبرگی چغندر قند^۳ ایجاد می‌شود که از طریق قارچ

عملیات زراعی و تیمارهای شیمیائی در کاهش خسارت این ویروس بی اثر است (کونج

گانه‌ها، و حشر. آن بیدار ده‌اند. در سال ۱۹۷۷، گزینش مداوم در مزارع آل‌دهه در یمنانیا انجام به

۶. محمد باقر استغفار، گفت‌وگو با: ابوالحسن علی دین‌پور، سال ۱۳۸۵، وارد بازار گردید (دو نیاچ ۱۳۸۷)،

مقاومیت در این موارد و شرایط گوناگون میسر می‌گردد. در هر حال، فواید امحاء و

کمی برده است. (تولید و همکاران، ۱۳۸۷).
 کمی برده است. (تولید و همکاران، ۱۳۸۷).

به بیماری سرکوسپورا با منشاء مارپیچما در چند نفرند که توسط تعداد زیادی از محققین به

مشاهده می گردد.

اختیار: در و گه های بیانی از مار پیما که در اوایل دهه ۱۹۵۰ در دانشگاه جمع آوری شده بوده در آمریکا

.. ششابه این فضیله، یک رنگه چغندر قند تک جوانه مادری که توسط کمپانی اشکر هالی^۸ اصلاح

در حقیقت، تمام مناسباتهای بهزیادی چندرنگند؛ درگیر اصلاح مقاومت به ریزوماتیسم هستند، به

1. *Marx*

- 1 - Dunning 2 - Rhizomania
3 - Beet necrotic yellow vein virus(BNYVV) 4 - Polymyxa betae
5 - Winner 6 - Rizor 7 - De biaggi
8 - Lewellen et. al. 9 - Holly Sugar

دلایل زیادی می‌توان اعتقاد داشت که ارقامی با مقاومت بیشتر به ریزومانیا بتوانند با ارقام حساس حتی در شرایط هاری از آلودگی و پروس رقابت نموده و بازار را به خود اختصاص دهند. به موازات روش‌های اصلاح سنتی مقاومت به ریزومانیا، بعضی از موسسه‌های بهنژادی و تحقیقاتی سعی کردند تا از طریق مهندسی ژنتیک ایمنی به ویروس ریزومانیا را در ارقام چغندر قند ایجاد نمایند. (لویوانک و پرره^۱ ۱۹۸۶). ره‌آورد تحقیقاتی در این زمینه شامل انتقال و تظاهر یک ژن ویروسی به سلول چغندر قند بوده است. این ژن، تولید پروتئین پوششی ویروس را کنترل می‌کند. اگرچه، در حال حاضر هیچ نوع آزمایش صحرائی برای تظاهر ژن کنترل کننده پروتئین پوشش ویروس انجام نگرفته است، نتایج حاصل از تحقیقات ویروس‌های سایر گیاهان نشان می‌دهد که در شرایط مزرعه، تکثیر ویروس ریزومانیا شدیداً محدود شده و از آلودگی ممانعت به عمل می‌آید (نلسون و همکاران^۲ ۱۹۸۸).

۱۰-۳- مقاومت به آفات

برنامه‌های بهنژادی مقاومت به آفات در مقایسه با مقاومت به بیماریهای مختلف موفقیت کمتری را به دنبال داشته است. به هر حال، انتقال ژن (ژن‌های) مقاوم به نماتد سیستی چغندر قند^۳ از گونه‌های وحشی گروه پروکامینس^۴ به یکی از کروموزوم‌های چغندر قند، دیپلوئیدهای خیلی مقاوم بدست آمده است. (لانگ^۵ و همکاران ۱۹۹۰). حداقل یکی از شرکت‌های تولید کننده بذر تجارتي، این مواد را در برنامه‌های بهنژادی وارد کرده است. (ر.ک. فصل ۱۱)

۱۱-۳- تاثیر تکنولوژی‌های جدید در بهنژادی چغندر قند

در سال‌های اخیر فواید حاصل از کشت سلولی و بافت در کارهای بهنژادی و گزینش چغندر قند کاملاً برای محققین شناخته شده است. از این رو، تکثیر رویشی چغندر قند «درون شیشه»^۶ هم به عنوان روشی برای نگهداری ژنوتیپ‌های مطلوب و هم برای اصلاح جمعیت‌های پیشرفته مورد استفاده قرار می‌گیرد. تلاقی بین کلون‌های حاصل از ژنوتیپ‌های هتروزیگوت که برای مقاومت به بیماری، صفات فیزیولوژیکی و قدرت ترکیب‌پذیری عمومی انتخاب شده‌اند، شرایط را برای توسعه توده‌های گرده‌افشان تتراپلوئید مساعد می‌کند. در این توده‌ها اینبریدینگ کامل عملی نیست و عکس‌العمل تتراپلوئیدها به گزینش سنتی کندتر و نامنظم‌تر از دیپلوئیدها است.

1 - Le Buanec and Perret

2 - Nelson et al.

3 - Beet cyst nematode (Heterodera schachtii)

4 - Procumbentes

5 - Lange

6 - in vitro

یکی از کاربردهای دیگر تکنیک‌های کشت بافت که پتانسیل بالایی دارد، قدرت موتان‌زایی کشت سلول‌ها و بافت‌ها است که توسط این روش گزینش و ازدیاد گیاهان موتانت با خصوصیات ویژه امکان‌پذیر است. هم‌چنین کشت سلولی و بافت بدون اینکه در معرض موتاژن قرار بگیرد گاهی تغییرات ژنتیکی در آنها اتفاق می‌افتد. تغییرات ایجاد شده کشت بافت یا تغییرات سوماکلونال^۱ می‌تواند یک یا چند ژن را شامل شود و اغلب در نتاج گیاهان تغییر یافته پایدار است. در تعدادی از گونه‌های نباتی، گزینش سلولی، یا بدون تیمار موتاژن^۲، برای انتخاب سلول‌های موتانت مقاوم به بیماریهای مختلف، عوامل تنش یا علف‌کش‌ها استفاده شده است (چالف^۳ ۱۹۸۳). از آنجائی که چغندر قند از نظر تکثیر گیاهی از طریق سلول و بافت‌های تمایز یافته یک گونه سرسخت است، هنوز نتایج کمی از این نوع فعالیت‌ها موجود است. به هر حال، پیشرفت سریعی در این زمینه انجام گرفته است و در زمان مناسب ازدیاد مؤثر و مداوم چغندر قند نه تنها از طریق کشت کالوس بلکه از سلول‌های منفرد و پروتوپلاست میسر خواهد بود (ساندرز و شین^۴ ۱۹۸۶؛ فریتاگ و همکاران^۵ ۱۹۸۸). این نتایج استفاده از تکنیک آمیزش پروتوپلاست را در دست‌کاری و انتقال صفات ارثی سیتوپلاسمی مثل نر عقیم سیتوپلاسمی فراهم می‌آورد.

با این حال، مستقیم‌ترین روش ایجاد تغییر ژنتیکی جدید در سلول‌های گیاهی از طریق تکنیک‌های نو ترکیبی DNA است. در سال‌های اخیر، پیشرفت قابل توجهی در جداسازی ژن گیاهی، توسعه سیستم‌های انتقال ژن و تظاهر ژن تنظیم شده انجام گرفته است. در نتیجه، متخصصین زیست‌شناسی مولکولی در سراسر دنیا جداسازی و انتقال ژن‌ها را برای صفات کیفی، مقاومت به بیماری و آفت، متحمل به شرایط تنش و مقاومت به علف‌کش را انجام می‌دهند. در اوایل سال ۱۹۸۹، گیاهان مهندسی شده^۶ در ۳۰ گونه گیاهی از جمله چغندر قند گزارش شده است (گاسر و فرالی^۷ ۱۹۸۹).

با وجود مشکلاتی که در تکثیر بافت چغندر قند تغییر یافته وجود دارد، در چندین آزمایشگاه جهان، فعالیت برای تهیه ارقام مقاوم به بیماریهای چغندر قند تحت بررسی است. تحقیقات بر روی بیماریها اساساً در جهت افزایش مقاومت به ریزومانیا انجام می‌گیرد، اما کار بر روی مقاومت به ویروس‌های زرد نیز شروع شده است. در سال‌های اخیر، بررسی‌های موجود در جهت مقاومت به علف‌کش‌ها، برای تولید ارقام چغندر قندی است که به یک یا چند طیف وسیع از گروه علف‌کش‌ها مقاوم باشند، البته علف‌کش‌هایی که مصرف پائین داشته و از نظر آلودگی محیطی مورد قبول می‌باشند. چنین ارقامی از نظر برنامه‌های کنترل علف چغندر علفی مزارع،

1 - Somaclonal variation

2 - Mutagenesis

3 - Chaleff

4 - Saunders and Shin

5 - Freytag et. al

6 - Transgenic plants

7 - Gasser and Fraly

ارزش ویژه‌ای دارند اما کنترل سالم و مؤثر علف‌های هرز دیگر را نیز در برمی‌گیرد. با این حال، ارقام چغندر قند مهندسی شده مقاوم به علف‌کش یا ویروس احتمالاً تا اواخر نیمه دوم دهه ۱۹۹۰ به بازار نخواهد آمد. دلیل اصلی تاخیر در کار انتقال ژن و تکثیر آن نیست، بلکه به‌نژادی سنتی باید آنرا تا رسیدن به سطح یک رقم تجاری تعقیب نماید. چون هیبریدهای چغندر قند موجود بر پایه اجزاء ژنتیکی کم و بیش هتروژن تشکیل شده است، ژن ایجاد شده باید به اجزاء تشکیل دهنده هیبرید (والدین) از طریق تلاقی جنسی یا بک‌کراس منتقل شود. این کار حداقل چهارالی پنج سال نیاز دارد؛ سه سال دیگر نیز برای گواهی رسمی آن احتیاج است. از این‌رو، بعد از اینکه یک گیاه چغندر قند با یک صفت جدید از طریق انتقال ژن بدست آمد، حداقل هفت الی هشت سال زمان لازم است تا رقم مهندسی شده وارد بازار گردد، حتی اگر موانع قانونی تاخیر بیشتری را موجب نشود. پیشرفت جدول زمانی مشابه روش سنتی است. اختلاف دو روش (سنتی و جدید) این است که مهندسی ژنتیک پیشرفت گیاهان زراعی با صفات جدید و مهم را مورد توجه قرار می‌دهد، گیاهانی که با روش‌های دیگر تولید نمی‌شوند. با این وجود، سودمندی‌های دیگر در پیشرفت‌های مهندسی ژنتیک وجود دارد؛ مانند انتقال ژن‌ها در بین گونه‌هایی که موانع جنسی دارند و در نتیجه این روش در طولانی مدت برای اصلاح نباتات اهمیت زیادی خواهد داشت. به‌ویژه، دانش بیشتر در سازمان مولکولی و وظیفه مواد ژنتیکی که از طریق تکنیک‌های نو ترکیب و مطالعه گیاهان مهندسی شده، بدست می‌آید، با افزایش توانایی به‌نژادی موجود در کار و گزینش، سودمندی آن را بالا می‌برد، ارزش ویژه در این زمینه دستیابی به چند شکلی طول قطعه اختصاصی (RFLP'S)^۱ و یا نشانگرهای DNA است که از نظر ژنتیکی با صفات کمی و کیفی همبستگی دارند. این نشانگرها به عنوان معیار گزینش مستقیم قابل استفاده‌اند و با سرعت و دقت می‌توان ژن‌هایی را که صفات مطلوب را کنترل می‌کنند، شناسایی و به گیاهان انتقال داد. انتقال ژن در بین رگه‌ها و از منابع ژنتیکی مختلف به ارقام زراعی می‌تواند انجام گیرد (تنکسلی و همکاران^۲ ۱۹۸۹؛ بکمن و سولر^۳ ۱۹۸۹). سایر فعالیت‌های به‌نژادی که در آن نشانگرهای DNA مفید هستند شامل برآورد تنوع ژنتیکی ژرم پلاسما و انگشت‌نگاری رگه‌ها و ارقام است. در نتیجه، تمام موسسات تحقیقاتی چغندر قند برای تهیه نقشه ژنتیکی با RFLP کار می‌کنند و خود را با امکانات کامپیوتری و آزمایشگاهی مجهز می‌نمایند تا استفاده از روش‌های نشانگر را در کار اصلاح نباتات عملی سازند. در نتیجه، جمعیت‌های F₂ حاصل از تلاقی دورگه‌های خالص با صفات مطلوب و مکمل، ممکن است به عنوان منبع ژنتیکی خیلی مناسب برای رگه‌های اینبرد جدید تلقی شود که از این رو اینبردهای مرحله دوم نام دارند. در عمل تلاقی برگشتی اگر هدف، انتقال یک صفت کمی

1 - Restriction Fragment Length Polymorphisms

2 - Tanksley et. al

3 - Beckmann and Solter

خاص از یک رگه به رگه دیگر باشد، RFLP توانائی بالائی را در پیشرفت کار دارد چون این امکان را بوجود می آورد تا گیاهانی از طریق بکراس انتخاب شوند که در آنها همبستگی ژن های نامطلوب یا ژن مطلوب حداقل باشد.

اگرچه، به نظر می رسد ترقی و اصلاح مجدد اینبردهای پایه های مادری از طریق بکارگیری نشانگرهای مولکولی در تلاقی برگشتی و گزینش نتیجه خوبی را به دنبال داشته باشد، تاکید زیاد بر روی جمعیت های حاصل از تلاقی یک طرفه ممکن است منجر به افزایش تدریجی هم خونی بین مواد اولیه شده و پایه ژنتیکی برنامه های بهنژادی را محدود نماید. بنابراین مهم است که به موازات اصلاح سیستم های بهنژادی تلاقی برگشتی و شجره ای، در جهت پیشرفت مداوم و توسعه توده های اولیه چغندر قند تلاش کرد یا اینکه در افزایش خزانه ژنی چغندر قند و تغییر پذیری ژنتیکی آن که در گونه های وحشی جنس چغندر غنی است، سرمایه گذاری نمود (بوسمارک ۱۹۸۹).

در سال های آینده، شاهد پیشرفت های چشمگیری در بهنژادی چغندر قند بر اساس ژنتیک کلاسیک و هم بکارگیری در کشت بافت و سلول و تکنیک های نو ترکیب DNA خواهیم بود. شناخت عوامل فیزیولوژی، و ژنتیکی کنترل فرآیندهای گیاهی مهم را افزایش می دهد، تکنیک های جدید و روش های معمول بهنژادی هرچه بیشتر و بیشتر به طور هماهنگ پیشرفت خواهند کرد. این امکانات، شرایط را برای اصلاح ارقامی از چغندر قند فراهم می نماید که نه تنها قند بیشتری، بلکه ترکیبات مفید دیگری تولید خواهند کرد و علاوه بر این، مصرف نهاده های کمتر از مواد شیمیائی کشاورزی و سازگاری بیشتری به سیستم های زراعی و اقتصادی پایدار را نیز در پی خواهد داشت.

فصل چهارم

تولید و کیفیت بذر

۱-۲- مقدمه

بذریکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در تولید محصول ریشه چغندر قند است، به‌ویژه از زمانی مورد توجه قرار گرفت که ارقام چندجوانه با بذر مصرفی بیشتر جای خود را به ارقام تک‌جوانه داده که معمولاً در فواصل مناسب کشت و بعد از سبز شدن به تنک نیاز ندارد. چغندر قند یک گیاه دو ساله است و محصول ریشه آن که مواد خام تولید شکر است در یک فصل زراعی بدست می‌آید، در حالیکه تولید بذر به سال دوم (فصل دیگر زراعی) یعنی دوره رشد زایشی نیاز دارد. به منظور تامین نیازها به بذر با کیفیت بالا در زراعت مدرن، تولید بذر چغندر قند به شرایط آب و هوایی خاصی نیاز دارد. اگر چه درجه حرارت‌های پائین برای ساقه‌روی (بولتینگ) یکسان و کامل لازم است، خطر ناشی از خسارت یخ‌زدگی باید حداقل باشد. رطوبت هوا در مرحله گلدهی نباید خیلی کم، مدت زمان گلدهی باید در حد ممکن کوتاه باشد تا فرآیند رسیدن بذر به طور یکنواخت تضمین گردد و احتمال بارندگی در زمان برداشت وجود نداشته باشد. این شرایط مناطق مناسب تولید بذر را محدود کرده است. مثلاً در سال ۶۶-۱۹۵۶ میلادی، در کشورهای هلند، دانمارک و جمهوری فدرال آلمان برای ۷۵۰۰۰۰ هکتار زراعت چغندر قند بذر تولید می‌شده است. (اسکات^۱، ۱۹۶۸). امروزه، در هیچ یک از این کشورها (به جز چند مورد استثنائی در دانمارک) بذر تولید نمی‌شود، دلیل اصلی آن شرایط آب و هوایی در مراحل گلدهی، رسیدن و برداشت است که برای تولید بذر با کیفیت مطلوب مناسب نیست. در این کشورها

پیش بهار شدن^۱ در مراحل رسیدن و برداشت محصول بذری (و کشورهای دیگر مثل انگلستان و آب و هوای مشابه) ساقه روی (بولتینگ) ناخواسته در زراعت ریشه پدید می‌آورد (لکساندر^۲، ۱۹۶۹ و برون شور، ۱۹۷۲). بنابراین تولید بذر اکثر کشورهای اتحادیه اروپا به جنوب اروپا، عمدتاً به جنوب فرانسه و شمال ایتالیا انتقال یافته است. منطقه تولید بذر در کشورهای اروپای شرقی، یا بخاطر این که نیازهای کیفی بذر این کشورها در حد کشورهای اتحادیه اروپا نبوده و یا به دلیل شرایط آب و هوایی تغییر چندانی نکرده است. بعنوان مثال قسمتی از کشورهای بالکان، برای تولید بذر به حد کفایت مساعد می‌باشد. مناطق تولید بذر چغندر قند در امریکای شمالی اورگون^۳ و یوتا^۴ است.

۲-۴- تولید بذر - روش غیرمستقیم (انتقال اشتکلینگ)

در تولید بذر به روش غیرمستقیم، گیاهان کوچکی که اشتکلینگ نام دارند در فصل اول رویش تولید می‌شوند، در فصل دوم برای تولید بذر به کار می‌روند. تولید بذر تک‌جوانه در جنوب ایتالیا و شمال فرانسه عمدتاً به این طریق تولید می‌شود. و نسبت به روش مستقیم دارای مزایای زیر است:

- ۱- این روش به نیازهای آگروتکنیکی و بهداشتگران سازگاری بیشتری دارد.
- ۲- خطر ثانوب و احتمال آلودگی مزارع بذری توسط چغندرهای خودزود کمتر است.
- ۳- خسارت ناشی از شرایط آب و هوای متفاوت زمستان کاهش می‌یابد.
- ۴- والدین به نسبت های دلخواه تکثیر می‌شوند.

معایب این روش شامل:

- ۱- در سال اول ایجاد بستر زمین اشتکلینگ احتیاج به آبیاری دارد.
- ۲- هزینه انتقال اشتکلینگ زیاد است.

۱-۲-۴ تولید اشتکلینگ

۱-۴-۴ تولید اشتکلینگ

نیازمندی مزرعه - خاک و تناوب زراعی

اشتکلینگ‌ها همیشه باید به عنوان زراعت اصلی در خاکهای حاصلخیز دارای بنیاخته‌ها مناسب که سریع گرم شود، روینده شود، خاکهای شنی - لومی و لومی با ۴۰-۲۰٪ ذرات نرم به خاکهای رسی - لومی و خاکهای آهکی ترجیح دادند، به ویژه در شرایطی که یا روشهای معمولی اشتکلینگ‌ها برداشت شوند. آبیاری باید در مزرعه سال اول (اشتکلینگ) انجام گیرد تا مزرعه را

1 - Pre-vernalization

2 - Alexander

3 - Oregon

4 - Utah

کاشت بقوفا، بعد ایلایه، صده رطلانه غالب ۶، خالکله رطلانه ۱۰، حصه ۱۰/۶۰۰
تهیه بستر بذر برای زراعت اشتکلینگ باید مثل زراعت محصول ریشه‌ای چغندر قند با دقت انجام گیرد. شخم یکنواخت مهم است (بنابرین شخم بستر بذر در یک یا دو مرحله باید انجام گیرد بطوری که خطر سفت شدن خاک توسط چرخهای تراکتور و ضایعات آب حداقل باشد) بستر کاشت باید کم عمق و تماس خوب بذریلای کابلار یافته و ناممکن سازد.

تاریخ کاشت در رشد اشتکلینگها نقش مؤثری دارد. در حالت کلی، تاریخ کاشت دیر وزن متوسط اشتکلینگ را کاهش می دهد و تعداد زیادی از ریشه ها در وزن کمی خواهند داشت (بورن شور، ۱۹۵۹). با این حال، زمان کشت در مناطق مختلف باید جداگانه بررسی شود. محصول بذری در اروپای شمالی و ترکیه در فروردین (آوریل) و در ایتالیا و فرانسه در مرداد (اگوست) کشت می شود. تاریخ های مناسب از خطر بیماری قارچی بزرگی می کاهد به طوری که در زمان برداشت، تعداد زیادی از اشتکلینگها در مرحله مناسب از رشد قرار دارند. کشت بهاره در ماه شهریور و مهر (سپتامبر و اکتبر) برداشت می شوند در فرانسه و ایتالیا، کشت اواخر تابستان در طول زمستان در نواحی باقی می ماند و در بهار آینده برداشت می شوند. این کار امکان بذری است زیرا درجه حرارت یابین برای بهاره کردن گیاه وجود دارد و دما انقدر کاهش نمی یابد که سبب خسارت ریشه گردد (جدول ۱-۲).

یک رقم متوسط شاخص اروپایی برای بهاره شدن به حرارت کمتر از ۵ درجه سانتیگراد به مدت ۸ هفته نیاز دارد (لانگدن، ۱۹۸۶). برای معانعت از برگشت بهاره شدن، درجه حرارت تا ۱۰ درجه سانتیگراد نباید برسد. در نواحی سرد، بذری در بهاره و در نواحی معتدل، بذری در بهاره و اواخر تابستان.

1999

چند هفته بعد از بهاره شدن نباید از ۱۵ درجه سانتیگراد تجاوز نماید.

تاریخ کاشت، فواصل بین ردیفها و فواصل بین بوته‌ها بر روی ردیف، وزن اشتکلینگ و نسبت بوته‌های قابل کشت را تحت تاثیر قرار می‌دهد. بذر پایه قبل از کاشت از نظر درصد قوه نامیه، اندازه بذور و تعداد جوانه در هر کیلوگرم اندازه‌گیری می‌شود و براساس نتایج آن میزان بذر برای کاشت تعیین می‌گردد. بعد از رویش، تراکم اشتکلینگ باید بین ۳۰۰۰۰۰ الی ۴۰۰۰۰۰ بوته در هکتار باشد. در روش سنتی که با بذریاشهای معمولی کشت انجام می‌گیرد تعداد ۱/۳ الی ۱/۵ میلیون جوانه در هکتار از زمین شمارش شده است. در سالهای اخیر، این وضعیت با استفاده از دستگاه بذریاش پنوماتیک تغییر کرده و بذر با فاصله ۳ الی ۶ سانتی‌متر در روی ردیف‌ها قرار می‌گیرد، فاصله بین ردیفها از ۳۰ الی ۴۰ به ۱۲ الی ۲۰ سانتی‌متر تغییر کرده است. کاشت صحیح بذر، اشتکلینگ‌های یکنواخت بیشتری را تولید می‌کند و نسبت به تغییرات ژنتیکی و نیازهای غذایی مختلف تطابق بیشتری دارد.

جدول ۱-۴: متوسط درجه حرارت‌های ماهانه ۲۱ ساله مناطق مهم تولید بذر اروپا از آذر (دسامبر) تا فروردین (آوریل)

کشور	آذر (دسامبر)	دی (ژانویه)	بهمن (فوریه)	اسفند (مارس)	فروردین (آوریل)
شمال ایتالیا	۳/۹	۱/۷	۳/۹	۷/۴	۱۲
جنوب فرانسه	۴/۵	۳/۹	۴/۹	۷/۶	۱۰/۶

کنترل تغذیه، علف‌هرز، آفت و بیماری

تغذیه صحیح عامل مهمی در تولید یک محصول اشتکلینگ با اندازه مطلوب است. توصیه کودی از مقدار بسیار کم تا مقدار نسبتاً زیاد مانند تولید ریشه چغندر قند متفاوت است (گشلا^۱ ۱۹۸۴، بورن‌شور و اسکات^۲ ۱۹۶۸). در آزمایش‌های صحرایی، به ویژه سالهای اخیر در ایتالیا (بورن‌شور و همکاران، منتشر نشده) و مطالعات قبلی در مناطق دیگر (برندت^۳ ۱۹۶۷) مقدار متوسط کود مورد نیاز، ۱۲۰ الی ۱۴۰ کیلوگرم ازت خالص (N) و ۹۰ کیلوگرم فسفر (P₂O₅) و ۱۶۰ کیلوگرم پتاس (K₂O) در هر هکتار توصیه شده است. کودهای فسفره و پتاسه قبل از تهیه بستر بذر باید توسط شخم با خاک مخلوط شود تا اثرات معکوس در استقرار جوانه‌ها نداشته باشد، مقداری از ازت، حدود ۶۰ کیلوگرم در هکتار باید قبل از کاشت و باقیمانده کود در مرحله

تشکیل چهار برگ حقیقی به زمین اضافه گردد.

کنترل علف هرز بر مبنای برنامه‌های علف‌کش و اساساً مشابه زراعت ریشه چغندر قند است (ر.ک. فصل ۱۲). برای آن که در سال بعد عملکرد بذر در حد مناسب تولید شود اشتکلینگ‌ها باید سالم نگهداری شود. به منظور جلوگیری از خسارت حشرات مثل مگس^۱، آتوماریا^۲، آگریوتس^۳ و شته^۴ و قارچ‌هایی مثل سرکوسپورا^۵ و فومیا^۶ حشره‌کش‌ها و قارچ‌کش‌های پیشگیری کننده مورد استفاده قرار می‌گیرد. اشتکلینگ‌ها باید در فواصل منظم به مدت سه هفته با آفت‌کش‌های مناسب (مثل پی‌ریمی‌کارب^۷ و اپیرودیون^۸) سمپاشی شوند، شروع سمپاشی در زمان تشکیل چهارمین برگ حقیقی است.

برداشت و زمستان‌گذرانی اشتکلینگ‌ها

تاریخ برداشت اشتکلینگ‌ها به روش انتقال آنها به مزرعه اصلی بستگی دارد قاعده کلی این است که اشتکلینگ‌ها حتی المقدور دیرتر برداشت شوند. اشتکلینگ‌ها را می‌توان به صورت توده‌هایی سیلو و یا اینکه مستقیماً به زمین اصلی منتقل نمود روشهای برداشت عبارتند از:

- ۱- دستی، یا چنگک مخصوص ریشه‌ها از خاک خارج می‌شوند
- ۲- نیمه مکانیزه، استفاده از دستگاه چغندرکن برای کندن و استفاده از نیروی کارگر برای بیرون آوردن و جمع‌آوری اشتکلینگ‌ها
- ۳- کاملاً مکانیزه، استفاده از ماشین برداشت چغندر قند یا سبزیجات که برای اشتکلینگ‌ها در آنها تغییراتی می‌شود.

اگر اشتکلینگ‌ها بدون برگ و دم‌برگ سیلو شوند قسمتهای هوایی باید قبل از برداشت بوسیله درودگر^۹ یا برگ‌زن^{۱۰} به طوری جدا شود که به نقطه رشد گیاهان صدمه‌ای وارد نگردد. زمان‌ها و روشهای برداشت اشتکلینگ‌ها که در زیر آمده است، عمومی است:

برداشت پاییزه اشتکلینگ‌ها شهریور و مهر (سپتامبر و اکتبر) و سیلونمودن آنها در مزرعه یا انبار.

در سیلوی مزرعه ریشه‌ها توسط کارگر به صورت توده در می‌آید. عرض این توده‌ها ۸۰ سانتی‌متر و ارتفاع آن ۶۰ سانتی‌متر است، ریشه‌ها طوری در سیلو قرار می‌گیرند که طوقه به طرف بیرون و انتهای ریشه‌ها به طرف داخل است. هر متر از این سیلو حدود ۴۰۰ اشتکلینگ را شامل می‌شود. در ابتدا، سطح سیلو باز است تا حرارت توده‌های چغندر قند به بیرون منتقل

1 - *Pegomya hyoscyami*

4 - *Aphis fabae*

7 - Pirimicarb

10 - Chopper

2 - Atomaria

5 - *Cercospora beticola*

8 - Iprodione

3 - Agriotes APP.

6 - *Phoma betae*

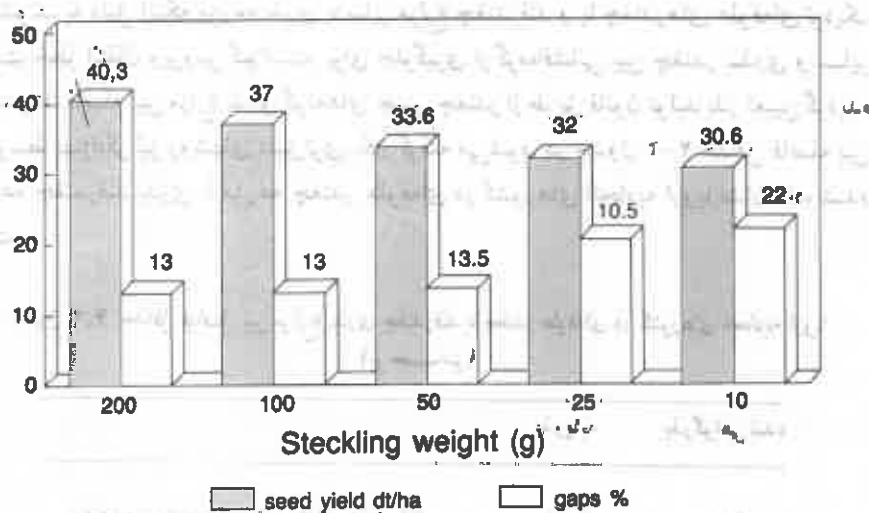
9 - Mower

شود. اما به محض مشاهده خطر یخندان، روی سیلو با یک لایه خاک به ضخامت ۶ سانتی متر پوشانده می شود. اشتکلینگ‌هایی که در انبار نگهداری می شوند باید هیچگونه برگ نداشته و به ریشه آنها خاک نچسبیده باشند. در اندازه ریشه‌ها به ارتفاع ۸۰ الی ۱۰۰ سانتی متر آباشته می شوند و سطح تپه با یک دستگاه تهویه هوا سرد می شود بدون اینکه اطمینان خود را از دست دهد؛ اگر اشتکلینگ‌ها در مراحل یخبسته‌هایی قرار شود و شط دستگاه سرطوبت‌کننده از خشک شدن بیشتر سطح ریشه‌ها جلوگیری به عمل می آید. اگر اشتکلینگ‌ها در مزرعه و یا در انبار سیلو شوند، باید درجه حرارت ۱۰ تا ۱۴ درجه سانتیگراد و آب‌طوری منظم کنترل گردد. خسارت‌های وارده به سیلو توسط قارچ‌ها و باکتری‌های بیماری‌زا که در دما ۸-۱۰ درجه سانتیگراد فعال می شوند، بیشتر از ضررهای ناشی از یخندان است. درجه حرارت‌های نامنظم و سایر سهل انگاری‌ها در مراحل برداشت و نگهداری اشتکلینگ‌ها می تواند منجر به رشد یکسواخت و کاهش کمیت و کیفیت محصول بذری را به دنبال داشته باشد.

برداشت پاییزه در ماه‌های شهریور و مهر (شهرامبر یا کتین) و کاشت فوری اشتکلینگ‌ها به مزرعه اصلی، روشن متداول در ترکیه است. در این روش در شمال ایتالیا و جنوب فرانسه بکار می رود. بذر در (اگوست) مرداد کشت می شود و هنگام اشتکلینگ‌ها زمستان‌گذرانی می کنند و قبل از اینکه به زمین اصلی منتقل شوند، برداشت انجام می گیرد. به منظور جلوگیری از خشک شدن سطح اشتکلینگ‌ها و سطح بیشتر نایگزواخت یخند زنده بذر می، به محض بیرون آوردن اشتکلینگ‌ها از خاک بلافاصله باید در مزرعه اصلی کشت شوند. اندازه و وزن مناسب اشتکلینگ‌ها در تولید بذر اهمیت خاصی دارد. آزمایش‌های زیادی همبستگی زیاد بین وزن اشتکلینگ و تولید بذر را نشان داده است (تیلرین ۱ و بورن شور ۲ ۱۹۶۱)، هر چه وزن اشتکلینگ‌ها بیشتر باشد گلدهی و رسیدن بذر زودتر انجام می گیرد و عملکرد بذر نیز بیشتر می شود (شکل ۱-۴).

در هنگام برداشت، اشتکلینگ‌ها باید وزن ۱۰۰ الی ۱۵۰ گرم و قطر طوقه ۴ الی ۵ سانتی متر داشته باشند. ریشه‌های کوچک و بویژه آنهایی که کمتر از ۵۰ گرم وزن دارند بعد از خارج شدن از خاک خیلی سریع خشک می شوند و احتمال رشد ریشه آنها کم است. نسبت زیادی از این گیاهان به ساقه تزفته و یا اینکه رشد نیمه رویشی خواهند داشت که نتیجه آن کاهش تولید بذر است. اشتکلینگ‌هایی که بیش از ۲۰۰ گرم وزن دارند و یا قطر طوقه آنها بیش از ۶ سانتی متر است، نسبتاً بزرگ هستند و پس از کاشت به درستی با خاک تماس پیدا کرده و ریشه آنها به خوبی رشد نمی کنند. سالم بودن اشتکلینگ‌ها (تعداد بوته‌های سالم) یک عامل اقتصادی مهم است.

نسبت کشت سال اول (خزانه اشتکلینگ) به کشت سال دوم در مناطق مختلف متفاوت است. مثالهایی از نسبتهای متوسط چند کشور جهان عبارتند از: ایتالیا ۱:۲، فرانسه ۱:۱۰، اسپانیا ۱:۹ و ترکیه ۱:۸.



شکل ۱-۴. اثر وزن اشتکلینگ در عملکرد بذر و درصد جای خالی بوته

گزینش در اشتکلینگها باید صورت بگیرد زیرا بعضی از آنها که قسمتی خورده و یا پوسیده شده و یا اینکه رنگ مناسب ندارند بیش از سیلو و بیش از انتقال به مزرعه جذب می شوند. اگر انتهای ریشه ها در زمان برداشت به طور مکانیکی قطع نشده است، همزمان با انتقال آنها این کار انجام گیرد تا توسعه ریشه ها در مرحله بعد صورت پذیرد. اگر انتهای ریشه ها قطع نشود خطر افتادن گیاهان به سیاقه رفته بر روی زمین وجود دارد که بدان رشد یا شاخه گلکف گیرند.

۴-۲-۲. زراعت چغندر بذر از اشتکلینگ

مراقبت مزرعه - تناوب محصول و خاک

بوته های چغندر بذر در شرایط خاکهایی با بافت متوسط، خنثی تا کمی قلیائی که ظرفیت نگهداری آب کافی داشته و رشد گیاه را در شرایط کم آبی حفظ می نماید، به خوبی رشد می کند.

بهترین خاک همواره بهترین محصول را تولید می‌کند. برای حفظ خلوص ارقام، محصولات بذری می‌توانند در مزارعی رویانده شوند که در آن حداقل به مدت ۶ سال هیچ نوع چغندر ریشه‌ای یا بذری کشت نشده باشد. یکی از مزایای روش غیرمستقیم این است که هر نوع چغندر علفی که در مزرعه سبز شود به آسانی قابل تشخیص و در زمان مراقبت مزرعه این گیاهان حذف می‌شوند. به دلیل اینکه مزرعه بذری با سایر مزارع چغندر قند و یا چغندرهای علفی‌های نزدیک نیست خطر انتقال ویروس کم است. برای جلوگیری از گرده‌افشانی بین چغندر بذری و سایر چغندرها، فاصله بین مزارع بذری گونه‌های جنس چغندر از طریق قانون تولید بذری تعیین گردیده و توسط بهنژادگر نیز روشهای دقیق‌تری بکار گرفته می‌شود. در جدول ۲-۳ حداقل فاصله بین مزرعه چغندر قند بذری با مزرعه چغندر علفی‌های در کشورهای اتحادیه اروپا نشان داده شده است.

جدول ۲-۳ حداقل فواصل بین مزارع بذری چغندر قند با چغندر علفی‌های در کشورهای اتحادیه اروپا (بر حسب متر)

بذرهای	بزرگوا می‌شده
ارقام چغندر قند منوژرم با سایر ارقام چغندر قند	۱۰۰۰
ارقام چغندر قند مولتی ژرم با سایر ارقام چغندر قند	۶۰۰
ارقام چغندر قند با ارقام چغندر علفی‌های یا سایر	۶۰۰
گونه ولگاریس ^۱	۱۰۰۰

روش‌های زراعت و کاشت:

دو روش تولید بذری معمول است

- ۱- کاشت نواری: والد‌های نروماده اشتکلینگ تهیه شده و بطور جداگانه کاشته می‌شوند.
 - ۲- والد نر و ماده مخلوط می‌شود. بذری دو والد مادری و پدری و قبلاً یا اشتکلینگ‌های آنها پس از تولید مخلوط می‌شوند.
- در حال حاضر کاشت نواری معمول‌ترین روش تولید بذری منوژرم هیبرید است. در اکثر موارد، اشتکلینگ‌ها جداگانه رویانده شده و در ردیف‌های نواری کاشته می‌شوند. در حالت مخلوط، ترکیبی از کاشت درهم یا نواری، برداشت می‌شود.

ایتالیا، ترکیه، اسپانیا کاشت نواری ۶ ردیف پایه مادری : ۲ ردیف پایه پدری

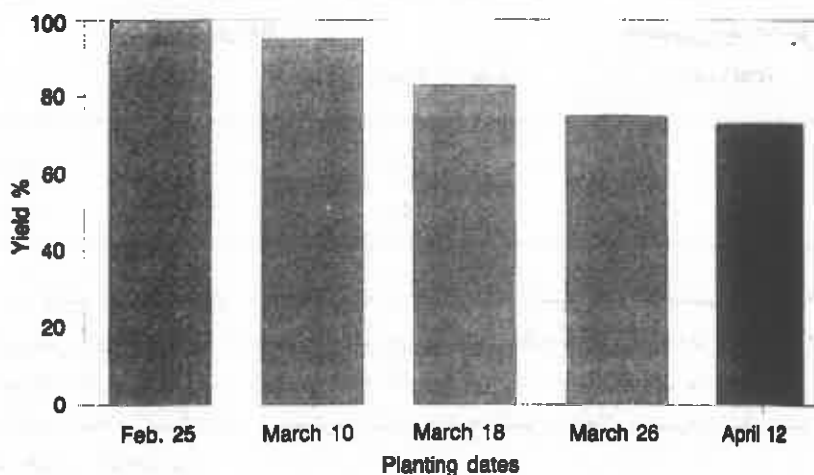
فرانسه کاشت نواری ۶ ردیف پایه مادری : ۲ ردیف پایه پدری : ۲ ردیف خالی

فرانسه، ایتالیا کاشت درهم ۸۰٪ پایه مادری : ۲۰٪ پایه پدری و یا ۷۵٪ پایه مادری : ۲۵ درصد پایه پدری

نسبت پایه های مادری : پدری توسط بهنژادگر تعیین می گردد و به عواملی مثل سطح پلوئیدی و یا میزان عقیمی پایه مادری بستگی دارد. اشتکلینگ ها باید دارای اندازه و وزن مناسبی باشند (ر.ک. شکل ۱-۴).

به محض اینکه شرایط آب و هوایی در بهار مناسب گردید اشتکلینگ ها باید به مزرعه تولید بذر انتقال یابند.

تیل بین^۱ و بورن شور (۱۹۶۱) و اسکات (۱۹۶۸) مشاهده کردند که کاشت زود اشتکلینگ ها در توسعه ریشه و رشد سریعتر اندامهای هوایی، ساقه روی، گلدهی و رسیدن بذر نقش مؤثری داشته که در بررسی های بعدی برای تولید بذر تک جوانه نیز مورد تایید قرار گرفته است. در آزمایشهایی که در ایتالیا انجام گرفت این مزایا موجب تولید بیشتر بذر گردید (شکل ۲-۴).



شکل ۲-۴ تاثیر تاریخ کشت اشتکلینگ در تولید بذر (نتیجه سه سال آزمایش در ایتالیا)

اشتکلینگ‌ها به طور معمول توسط ماشین کشت می‌شود. در آماده‌سازی اشتکلینگ‌ها، گزینش اجرا می‌شود و پس از این که انتهای ریشه قطع شد با محلول حاوی قارچ‌کش اپیرودیون^۱ به منظور پیشگیری از آلودگی قارچ فوما^۲ آغشته و سپس در عمق مناسب خاک بطور مستقیم کاشته می‌شود بطوری‌که طوقه در سطح خاک قرار بگیرد. ماشین‌های کشت اشتکلینگ از آنجا که در منطقه تولید بذر ساخته می‌شوند با شرایط و ساختمان خاک تطبیق دارند با کاشت دستی قابل مقایسه‌اند.

تراکم بوته

ترتیب گیاهان بر روی ردیف و فاصله ردیف‌ها از کشوری به کشور دیگر فرق می‌کند. براساس نتایج آزمایش‌های تراکم بوته بدست آمده، هر روش با شرایط زراعی خاص هر کشوری سازگاری پیدا کرده است. برای مثال در جدول ۳-۴، پراکندگی و تراکم مناسب کاشت نواری در ایتالیا و فرانسه ارائه شده است.

جدول ۳-۴ پراکندگی و تراکم بوته

کشور	نسبت ردیف‌های مادری: پدری: خالی	تراکم بوته (گیاه در هکتار)	الگوی کاشت: فاصله بین ردیف x داخل ردیف (cm)
		مادری پدری	
ایتالیا	۲:۶	۷۰۰۰ ۲۱۰۰۰	۵۰ x ۷۰
فرانسه	۲:۳:۶	۶۲۵۰ ۱۸۷۵۰	۴۰ x ۸۰

در ترکیه و اسپانیا تولید ۳۰۰۰۰ بوته در هکتار با پراکنش ۵۰x۶۵ سانتی‌متر یا ۴۵x۷۰ سانتی‌متر برای تولید بذر مناسب بکار می‌رود. آرایش منظم گیاهی (۵۰x۶۵) به جای ۴۵x۷۰ سانتی‌متر) موجب می‌شود تا ردیف‌ها به یکدیگر نزدیکتر باشند، نسبت به خوابیدگی تحمل بیشتری داشته و آب کمتری از دسترس گیاه خارج بشود، بعلاوه رسیدن بذر سریعتر و یکنواخت‌تر خواهد بود.

در روش کشت نواری موقعی‌که ردیف‌های خالی در نظر گرفته نمی‌شود فاصله ردیف‌ها در تولید بذر تک‌جوانه اهمیت دارد اما گیاهان پدری پس از گردآفشانی باید به درستی حذف شوند. در این حالت با توجه به مسائل فنی و عملی فاصله ردیف‌ها باید با دقت تعیین گردد تا اینکه حذف گیاهان پایه بذری با مشکل روبرو نشود.

تغذیه و کنترل علف هرز، آفت و بیماری

مقدار مصرف کودهای شیمیائی در مناطق مختلف تولید بذر متفاوت است. یکی از گزارشهای اولیه در این رابطه، مصرف ۱۶۰-۱۰۰ کیلوگرم در هکتار است (اسکات ۱۹۸۶) که بوسیله چندین آزمایش تأیید شده است. مقدار ازت اضافی به ویژه اگر توام با بارندگی زیاد باشد رسیدن بذر را به تعویق انداخته و کیفیت آن را کاهش می دهد. بهرحال، لهجه آل^۱ (۱۹۸۶) گزارش داد در بعضی از مناطق تولید بذر فرانسه مقدار ۲۰۰ الی ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار بهترین نتایج را در برداشته است بدون اینکه اثرات معکوس روی کیفیت بذر داشته باشد. توصیه مقادیر کودهای K_2O و P_2O_5 در مناطق مختلف تولید بذر کاملاً^۲ فرق دارد (جدول ۴-۴). کودهای فسفره و پتاسه بلافاصله بعد از شخم به زمین داده و هنگام تهیه زمین برای انتقال اشتکلینگ با خاک مخلوط می شود. تقریباً^۳ یک سوم کود ازته قبل از کشت در زمین توزیع می شود تا اینکه رشد اشتکلینگ ها را تسریع نماید، آخرین قسمت کود ازته باید قبل از شروع ساقه روی در مزرعه توزیع شود در غیر اینصورت زمان رسیدن بذر به تاخیر خواهد افتاد و کیفیت بذر نیز کاهش می یابد.

مزارع بذری باید فاقد علف های هرز تک لپه ای و دولپه ای باشد برای این کار از علف کش های مشابه مورد مصرف در زراعت محصول ریشه استفاده می شود (مثلاً^۴ کلریدازون^۲، فن مدیفام^۳ و الواکسیدیم سدیم^۳). در مزارع کوچک با روشهای کنترل مکانیکی می توان استفاده از علف کش را رها نمود. مراقبت های پیشگیری کننده کنترل آفات و بیماریها (جدول ۴.۵) برای یک مزرعه بذری خوب ضروری است، مزرعه ای که در آن بذر تک جوانه گواهی شده با کیفیتی که نیازهای چغندرکاران را تامین نماید، ایجاد شود.

جدول ۴-۴- توصیه کود K_2O و P_2O_5 در واحد سطح (کیلوگرم در هکتار)

$K_2O(Kg/ha)$	$P_2O_5(Kg/ha)$	
۲۴۰	۱۰۰	فرانسه
۰	۱۵۰	ایتالیا
۶۰	۱۲۰	ترکیه

مراقبت های لازم در جهت بهبود رشد

بعضی از عملیات پس از کاشت می تواند کیفیت و تولید بذر را افزایش دهد. اشتکلینگ هایی که به روش دستی کشت می شوند با حرکت پای کارگر بر روی خاک اطراف آن و اشتکلینگ هایی که با ماشین کاشته می شوند توسط حرکت چرخهای تراکتور بر روی آن ریشه ها کاملاً^۲ به خاک چسبیده و در نتیجه شاخه ها انشعاب بیشتری می یابند. روش رایج دیگری که تشکیل شاخه های جانبی را تحریک کرده و کیفیت بذر را افزایش می دهد عمل هرس کردن (شکستن یا بریدن

1 - Lejealle

2 - Chloridazon

3 - Phenmedipham

4 - Alloxym - sodium

انتهای شاخه اصلی) می‌باشد. این روش در بوته‌هایی که فقط یک شاخه اصلی دارند و تعداد شاخه‌های جانبی آن خیلی کم است، اعمال می‌شود. بوته‌هایی که ارتفاع آنها حدود ۲۰ الی ۳۰ سانتی‌متر است، انتهای شاخه‌ها را حدود ۴ الی ۸ سانتی‌متر قطع می‌شود. در تولید بذر هیبرید به روش نواری، عمل هرس برای تنظیم و هماهنگی رشد والدین بکار می‌رود، مثلاً می‌توان گلدهی گرده‌افشانی پایه نر را به تاخیر انداخت (شکل ۳-۴).

جدول ۴-۵ جدول زمانبندی مراقبت‌های لازم برای نگهداری چغندر قند بذری

مقدار مصرف	ماده شیمیایی	مبارزه علیه	تاریخ
Steckling dipping	iprodione	<i>Phoma betae</i>	
1.5 kg/ha	azinphos-ethyl	<i>Lixus junci</i> ,	استکلینگ پس از کاشت
0.5 kg/ha	deltamethrin	<i>Cassida vittata</i> ,	
1.5 kg/ha	methomyl	<i>C. nobilis</i> ,	
		<i>C. nebulosa</i>	
200 g/100l	captafol	<i>Phoma betae</i> ,	اوایل ماه می
200 g/100l	folpet	<i>Alternaria spp.</i> ,	
100 g/100l	benomyl	<i>Ramularia beticola</i> ,	
200 g/100l	iprodione	<i>Uromyces betae</i>	(اردیبهشت)
250 g/100l	mancozeb		
0.5 kg/ha	deltamethrin	<i>Aphis fabae</i> ,	
1.5 kg/ha	pirimicarb	<i>Myzus persicae</i>	آخر ماه می
1.5 kg/ha	methamidophos		
0.8 kg/ha	oxydemeton-methyl + Tr		
1.2 kg/ha	propiconazole	<i>Erysiphe caryocaudata</i>	(اوایل خرداد)
2.0 kg/ha	triadimefon		
100 g/100l	dinocap		
100 g/100l	fenarimol		
1.2 kg/ha	propiconazole	<i>Cercospora beticola</i>	
1.5 kg/ha	fentin acetate + maneb		
0.5 kg/ha	deltamethrin	<i>Aphis fabae</i>	اواسط ماه ژوئن
1.5 kg/ha	pirimicarb		
1.5 kg/ha	methamidophos		
0.8 kg/ha	oxydemeton-methyl + Tr		(اوایل تیر ماه)
1.2 kg/ha	propiconazole	<i>Erysiphe communis</i>	
2.0 kg/ha	triadimefon		
100 g/100l	dinocap		
100 g/100l	fenarimol		
1.2 kg/ha	propiconazole	<i>Cercospora beticola</i>	
1.5 kg/ha	fentin acetate + maneb		



شکل ۳-۴: هرس نمودن چغندر قند برای تنظیم و هماهنگی رشد

۳-۴-۲- تولید بذر - روش مستقیم (زمستان گذران)

تولید بذر به روش مستقیم از نظر مکانیزاسیون ساده تر از روش غیرمستقیم است از این رو هزینه کارگری کمتری را در برمی گیرد. بذر تک-جوانه در شمال آمریکا، مجارستان، یوگسلاوی و فرانسه، و بذر چندجوانه در دانمارک و انگلستان بدین طریق تولید می شوند. روش مستقیم از چند نظر با روش غیرمستقیم اختلاف دارد به ویژه اینکه خطر زمستان گذرانی و نیازهای تناوبی خاصی را در برمی گیرد.

۱-۳-۴- مراقبت مزرعه - خاک و تناوب زراعی

درجه حرارت زمستانه در تولید چغندر قند اهمیت خاصی دارد (کمپبل^۱ ۱۹۶۸). درجه حرارت زمستان باید به اندازه کافی پایین باشد تا بوته ها بهاره شوند اما درجه حرارت نباید آنقدر پایین باشد تا بوته ها را از بین ببرد یا اینکه بطور جدی به آنها صدمه وارد نماید. با این حال، حتی در مناطقی که میانگین درجه حرارت چندین ساله موید این است که نیازهای حرارتی چغندر قند در زمستان فراهم است، در سالهای خاصی درجه حرارتهای پایین پیش بینی نشده موجب خسارت محصول می گردد.

تراکم و اندازه بوته نیز سلامتی آنها را در زمستان تحت تاثیر قرار می دهد (ر.ک. ۳-۳-۴ مراجعه شود)

خاکهای شنی لیمونی تا لیمونی که دارای ساختمان مناسبی هستند و به سرعت گرم شده و عملیات زراعی در آنها به خوبی انجام می گیرد، بهترین خاکها برای رشد بوته هایی هستند که

زمستان را گذرانیده‌اند. در چنین خاکهایی خطر آلودگی ریزومانیا نیز کمتر است. متداول است که بذر چغندر قند در مناطق عاری از ویروس ریزومانیا تولید شود و برای اطمینان از عدم آلودگی مزارع بذری، نمونه‌های خاک قبل از کشت ریشه‌ها باید تجزیه شوند. اگر از مزرعه بذری سالهای قبل، گیاهان خودرو باقی مانده باشد خطر آلودگی در مزرعه کشت مستقیم وجود دارد. این گیاهان در بین ردیفها حذف می‌شوند اما حذف آنها در روی ردیفها امکان‌پذیر نیست. بنابراین حداقل یک فاصله زمانی ده ساله باید بین هر نوع کشت چغندر قند بذری رعایت شود.

۲۰-۳-۴- کاشت

روش‌های تهیه بستر بذر به زمان کاشت بذر بستگی دارد. ممکن است در فصل بهار تحت پوشش یک زراعت دانه‌ریز (معمولاً جو که در تابستان برداشت می‌شود) یا در فصل تابستان بصورت آزاد کشت شود.

روش زراعت پوششی عمدتاً در دانمارک و انگلستان مورد استفاده قرار می‌گیرد. تهیه زمین با شخم پاییز سال قبل شروع و در فصل بهار برای تهیه بستر بذر دنبال می‌شود تا اینکه محصول پوششی و بذر چغندر قند کاشته شوند. بذر چغندر قند و محصول پوششی در اواخر فروردین (اواسط آوریل) جداگانه کشت می‌شوند. بذر چغندر قند با بذر کار دقیق به میزان ۶۰۰۰۰ ژرم در هکتار (تقریباً ۹ کیلوگرم بذر در هکتار) مصرف می‌شود. ماههای اولیه رشد گیاه تحت محافظت محصول پوششی انجام می‌گیرد، بنابراین در مقایسه با کاشت تابستانه از خطر آلودگی ویروس‌های زرد می‌کاهد. گیاهان کشت بهاره ریشه عمیق‌تر و قوی‌تر ایجاد می‌کنند و در مرحله زمستان‌گذرانی سالم‌تر می‌مانند.

برای مزرعه‌ای که برای تولید بذر در نظر گرفته می‌شود بعد از برداشت محصول قبلی، لازم است کلیه بقایای زراعت قبلی از مزرعه به بیرون منتقل و یا سوزانده شود تا پروانه مامسترا نتواند روی آنها تخم‌گذاری کند. سپس در ماه مرداد (آگوست) شخمی با عمق متوسط به زمین زده می‌شود.

رطوبت خاک اغلب در تابستان محدود است از این رو در تهیه بستر بذر، تعداد رفت و آمدهای ماشین‌آلات در مزرعه باید به حداقل برسد. اگر آبیاری به صورت بارانی یا ردیفی در مزرعه انجام گیرد احتمال رویش سریع و سطح سبز یکنواخت بیشتر است.

در انگلیس، مجارستان و یوگسلاوی میزان کاشت بذر حدود ۶۰۰۰۰ ژرم در هکتار (براساس آزمون قوه نامیه) است، در مزارع پوششی نیز همین مقدار مصرف می‌شود و در فرانسه این مقدار حدود ۱۶۰۰۰ ژرم در هکتار (حدود ۲/۵ کیلوگرم در هکتار) است. بذر با قارچ‌کش‌ها (مثل تیرام^۲، مانکوزب^۳ و ایپرودیون یا های‌مگزازول^۴) و حشره‌کش‌ها (مثل میتوکارب^۵) آغشته شده و با بذرکار پنوماتیک در ردیفهای ۶۰ الی ۷۵ سانتی‌متر و فواصل ۶ الی ۱۴ سانتی‌متر در روی ردیف‌ها کشت می‌شود. این دستگاه از بذرکارهای معمولی غلات که در گذشته استفاده می‌شد بذر را دقیق‌تر می‌کارد. عمق کاشت در حد ممکن باید سطحی باشد تا جوانه‌زنی و سطح سبز سریع را موجب گردد.

۱ - Mammestra
۴ - Hymexazol

۲ - Thirani
۵ - Methiocarb

۳ - Mancozeb

در روش تولید بذر مستقیم، هر دو تکنیک کاشت نواری و مخلوط استفاده می‌شود. در کاشت نواری، بطور متناوب شش ردیف از گیاهان پایه مادری در ردیفهایی به فاصله ۵۰ سانتی متر و سه ردیف گرده افشان در روی ردیفهایی به فاصله ۳۳ سانتی متر کاشته می‌شود. بین گیاهان مادری و گرده افشان یک فاصله ۶۶ الی ۱۰۰ سانتی متری باقی می‌ماند. در روش کاشت مخلوط، مخلوطی از بذر پایه مادری و پدری به نسبت ۳:۱ بر روی ردیف‌ها کاشته می‌شود.

۳-۳-۴- تراکم بوته

سالم ماندن محصول بذری در زمستان به تراکم و حدود اندازه بوته بستگی دارد. در پایان فصل رویشی اندازه تاج ریشه چغندر قند باید به ۵/۰ الی ۲ سانتی متر برسد. بطور متوسط، ۵۰ درصد بوته‌ها در زمستان از بین می‌روند. اشتکلیت‌هایی که خیلی کوچک هستند در اثر یخبندان زمستانه از خاک خارج شده و خشک می‌شوند و ریشه‌های خیلی بزرگ مستقیماً توسط یخبندان از بین می‌رود. تراکم بوته نهایی مورد نظر در مناطق مختلف تولید بذر در قبل و بعد از زمستان خیلی تفاوت دارد (جدول ۴-۶). تراکم مطلوب که در عملکرد و کیفیت بذر نقش دارد، در نتیجه تجربه چندین ساله از شرایط زمستانه خاصی، بدست می‌آید.

جدول ۴-۶ میزان کاشت بذر و تراکم بوته در مراکز تولید بذر مختلف جهان

کشور	میزان تقریبی کاشت بذر (ژورم در هکتار)	متوسط تراکم بوته (بوته در هکتار) قبل از زمستان	در زمان برداشت
امریکا، اورگون	۹۰۰۰۰	۶۰۰۰۰	۳۵۰۰۰۰
مجارستان	۶۰۰۰۰	۴۰۰۰۰	۱۸۰۰۰۰
یوگسلاوی	۶۰۰۰۰	۴۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰
فرانسه ^۱	۱۶۰۰۰	۱۳۰۰۰	۸۰۰۰۰
یونان	۱۸۰۰۰	۱۴۵۰۰	۱۰۰۰۰۰
انگلستان	۶۰۰۰۰	۳۶۰۰۰	۲۰۰۰۰۰

باید توجه داشت نه تنها شرایط سرمای زمستان بلکه بیماریهایی مثل سفیدک دروغی^۱، فوما^۲ و آفاتی مثل حلزونها^۳ و کرم‌های ساقه خوار (اگروتیس) و نیز موجب کاهش تراکم بوته در زمان برداشت می‌شوند.

۴-۳-۴ تغذیه، کنترل علفهای هرز، آفات و بیماریها

سطوح کودی براساس تجزیه خاک توصیه می‌شود، میزان و زمان مصرف کودها با توجه به روش کاشت متفاوت است (جدول ۴-۷).

1 - farinosa

2 - Phoma betae

3 - Deroceras reticulatum

ترکیبات بسیاری از علف‌کش‌ها برای کنترل علفهای هرز به کار می‌رود. این عمل زراعی برای مزارع بذری که تحت پوشش محصول دیگری است، اهمیت خاصی دارد در مزارعی که قبلاً غلات کشت شده باشد خطر رویش علفهای هرز بسیار زیاد است.

از آنجائیکه همانند زراعت محصول چغندر قند امکان انتخاب تعداد زیادی مواد شیمیایی وجود دارد می‌توان زراعت بذری که مستقیماً کشت می‌شوند نسبتاً عاری از علف هرز حفظ نمود. موادی که عمدتاً مورد استفاده قرار می‌گیرد عبارتند از: کلریدازون^۱، تری‌آلات^۲ و فن‌مدیفام^۳ + اتوفومسات^۴. اگر چغندر قند بذری تحت پوشش محصول دیگری کشت شده باشد فقط پروپزامید^۵ (۱/۷ کیلوگرم در هکتار) در (مهر و آبان) همان سال بکار می‌رود. با استفاده از این روش در تمام طول سال برداشت عاری از علف هرز خواهد بود.

زراعت کشت مستقیم باید در مقابل آفات و بیماریها مصون بماند. این عمل از زمان کاشت بذری و با استفاده از سموم آفت‌کش پیش‌گیری‌کننده شروع می‌شود و در مدت طولانی شته سیاه^۶ و مگس چغندر^۷ را کنترل می‌کند. در روش مستقیم حفظ و نگهداری نبات در دوره رویشی مثل روش غیرمستقیم اهمیت دارد و مواد و میزان استفاده آنها در جدول ۴-۵ نشان داده شده است. سفیدک داخلی که توسط قارچ پرونوسپرا فاری‌نوزا ایجاد می‌شود یک عامل محدودکننده محصول روش مستقیم است که در شرایط مرطوب و سرد، آلودگی شدیدی ایجاد می‌کند. اگر چه در بعضی از کشورها استفاده از قارچ‌کش‌هایی که پایه متالاکسیل^۸ دارند توصیه می‌شود لیکن بیماری بطور کامل کنترل نمی‌شود.

جدول ۴-۷ میزان عناصر مغذی برای چغندر قند بذری در روش مستقیم

روش زراعت و زمان مصرف کود	N	مواد غذایی (کیلوگرم در هکتار) P ₂ O ₅	K ₂ O
زراعت به روش قبل از کاشت	—	۱۸۰-۱۳۰	—
— همراه با کاشت زراعت پوششی	۴۰	۱۰۰-۳۵۰	—
— زمان زراعت زراعت پوششی	۵۰	—	—
— بعد از زمستان (بهمن تا اسفند)	۶۰	—	—
جمع	۱۵۰	—	—
زراعت چغندر قند بذری آزاد (بدون پوششی)	—	—	—
— قبل از کاشت	۵۰	۱۹۰-۱۳۰	در صورت نیاز ۰-۳۵۰
— بعد از زمستان (بهمن تا اسفند)	۵۰	—	—
— در زمان ساقه روی (اردیبهشت)	۵۰	—	—
جمع	۱۵۰	—	—

۱ - Chloridazon

۲ - tri-allate

۳ - Phenmedipham

۴ - Ethofumesate

۵ - Propyzamide

۶ - Aphis fabae

۷ - Pegomya hyoscyami

۸ - Metalaxyl

مراقبت بیشتر برای حفظ زراعت بذری شامل:

- ۱- قبل از شروع اطراف گیاهان زمستان ۲ الی ۳ سانتی متر خاک داده شود، این عمل باعث می شود گیاه در مقابل یخ زدگی محافظت شده و در امتداد جویهای کم عمق میان ردیفها زهکش ایجاد می شود.
- ۲- عملیات مکانیکی برای نرم کردن خاک و تبادل هوای تا رسیدن بوته ها به یکدیگر بین ردیفها انجام بگیرد.
- ۳- در تراکم بوته زیاد تنک ماشینی ردیفها اجرا گردد.
- ۴- آبیاری، در مناطقی که بارندگی کافی نیست، برای رشد سریع و یکنواخت بوته های بذری لازم است. آبیاری طی جوانه زدن و بین گلدهی و رسیدن بذر اهمیت زیادی دارد.

۴-۳-۵ مراقبت های لازم برای توسعه رشد

در روش کاشت مستقیم، چغندرهایی با ساقه های اصلی محکم و خیلی بلند تولید می شود و شاخه های فرعی در یک سوم انتهای ساقه اصلی بوجود می آید. این گونه مزارع در آمریکای شمالی، انگلستان، مجارستان و یوگسلاوی که تراکم بوته در زمان برداشت زیاد است، عمومیت دارد (جدول ۴-۶). در این روش کاهش عملکرد بذر هر بوته در مقایسه با روش غیرمستقیم از طریق تعداد بوته های بیشتر جبران می گردد.

جدول ۴-۸ متوسط عملکرد بذر در فواصل مختلف تراکم بوته

کشت	ترتیب گیاهان		عملکرد بذر متوسط پس از بوجاری	
	پدری:	مادری:	خالی	کیلوگرم در هکتار واحد در هکتار
کشت نواری	۲:	۶:	-	۵۶۰
کشت نواری	۲:	۶:	۲	۴۶۰
کشت مخلوط	۲۰٪:	۱۰٪:	-	۵۱۰

* یک واحد = ۱۰۰۰۰۰ بذر

در فرانسه یک روش خاص توسعه یافته است. در هنگام ساقه روی تمام قسمتهای هوایی بجز حدود ۵ سانتی متر انتهای ساقه به طریق مکانیکی قطع می شود (لگوئیلت^۱ ۱۹۸۷). این روش را روش برایاژ^۲ گویند. این روش با قیچی نمودن شاخه هایی که سریع به ساقه می روند، تکمیل می شود (شکل های ۴-۴ و ۴-۵). اگر این روش در زمان مناسب انجام گیرد نتایج ذیل را

در بردارد:

- ۱- شاخه‌ها با تراکم بیشتر در قسمت‌های پایین ساقه اصلی منشعب شده و با مزرعه زراعت غیرمستقیم قابل مقایسه است؛ ایجاد شاخه‌های بیشتر تولید بذر را در سطح گیاه افزایش می‌دهد.
- ۲- مزرعه بطور یکنواخت گل داده و می‌رسد و بذر از کیفیت بهتری برخوردار است.
- ۳- ارتفاع گیاه حدود ۵۰ سانتی‌متر کاسته می‌شود که پایداری گیاه را افزایش می‌دهد.
- ۴- به دلیل کاهش قطر ساقه‌های منفرد، عمل قطع ساقه‌ها و خرم‌ن‌کوبی آسانتر انجام می‌گیرد.



شکل ۴-۴- چغندرهای بذری بلافاصله بعد از بریدن مکانیکی ساقه‌های گل دهنده

۴-۴ تولید بذر - برداشت

تقریباً دو یا سه هفته قبل از برداشت مزرعه بذری که بطور نواری کشت شده است، بوته‌های کرده‌افشان بطور دستی یا مکانیکی با روتواتور و یا برگ‌زن^۱، از مزرعه حذف می‌شوند. بذور ریخته شده و زنده که در سطح خاک باقی می‌ماند، سریعاً^۲ جوانه زده و سبز می‌شوند که باید فوراً^۳ از بین بروند تا از مشکلات سال بعد جلوگیری بعمل آید.

بطور کلی عملکرد بذر تا حدود زیادی تحت تاثیر دوره برداشت است، زمان برداشت موقعی است که بذر از نظر رسیدگی فیزیولوژیک در حد مطلوب باشد. تصمیم برای زمان برداشت باید طوری اتخاذ گردد که حداکثر عملکرد و کیفیت مناسب بذر، حاصل شده باشد. برداشت زود از قدرت جوانه زدن بذر می‌کاهد و برداشت دیر موجب ریزش بذور و در نتیجه کاهش عملکرد می‌شود. بهترین تاریخ برداشت که عملکرد و کیفیت بذر را توأم^۱ در حد مطلوب دارد زمانی است که بیشتر بذور انتهای شاخه‌ها رسیده و فقط تعداد کمی از بذور رسیده پایین شاخه‌ها ریزش کرده باشند.

تصمیم‌گیری برای بهترین تاریخ برداشت در مزارعی که گیاهان آن همزمان نرسیده باشند، بسیار مشکل است، این مشکلی است که غالباً^۲ در مزارع تولید بذر روش غیرمستقیم در مقایسه با روش مستقیم اتفاق می‌افتد.

شرایط زیر برای تعیین رسیدگی بذر در نظر گرفته می‌شود:

۱- رنگ بذرها و چغندر بذری

۲- بافت بذر و جنین

۳- ریزش بذر



شکل ۴-۵- تولید ساقه‌ها در یک بوته چغندر بذری که ساقه اصلی آن قبلاً قطع شده است.

آزمایش‌های تاریخ برداشت و تجربیات عملی نشان داده است که رسیدن بذر موقعی اتفاق می‌افتد که بذرهای درشت‌تر در یک سوم پایین بوته بذری به رنگ قهوه‌ای درآمده و سخت شده باشند. اگر در یک بذر برش ایجاد شود، قشر خارجی بذر دارای رنگ قهوه‌ای تیره بوده و جنین مرحله شیری را پشت سرگذاشته و سختی یکنواختی خواهد داشت. رنگ بذر با مقدار ماده خشک پسته بذر پیوستگی دارد. بیشتر بذرهای سبز هنوز در مرحله شیری هستند اما با افزایش مقدار ماده خشک پسته آنها به رنگ قهوه‌ای در می‌آید. ریزش بذر را با تکان دادن ساقه‌های بذری در فواصل یک یا دو روز می‌توان امتحان کرد. کوششهایی در جهت تعیین زمان رسیدگی بذر از طریق تجزیه بذر انجام شده که موفقیت‌آمیز نبوده است.

آزمایشهای تاریخ برداشت براساس امکان استفاده از واحد گرمایی در جهت تعیین زمان رسیدگی مناسب بذر انجام گرفته، نتایج نشان داده است بعد از شروع گلدهی تا مرحله رسیدن بذر ۴۵۶ الی ۶۱۲ سانتیگراد متوسط درجه حرارت تجمعی روزانه بالاتر از درجه حرارت پایه ۷/۲ سانتیگراد، نیاز است (اسنایدر^۱، ۱۹۷۱، پودلاسکی و کروباک^۲، ۱۹۸۰، راکینگنی و له‌ژنس^۳ ۱۹۸۸)

۱-۴-۴- برداشت دستی

در سالهای اخیر از اهمیت این روش کاسته شده است. در ترکیه و بعضی از مزارع کوچک در ایتالیا و فرانسه چغندرهای بذری را هنوز با دست و یا بوسیله داس برداشت می‌کنند. رسیدن غیر یکنواخت بذر با برداشت متعدد جبران می‌شود و از این رو کیفیت بذر افزایش می‌یابد. بعد از قطع ساقه‌های بذری، آنها را روی یک سطح مسطح از گلش قرار می‌دهند و یا به صورت دسته‌هایی در خرمن جمع‌آوری می‌شوند تا خشک شوند. تکیه گاههای چوبی که زمانی در اروپای شمالی برای خشک کردن محصول بذری و کاهش خسارت آب و هوا در زمان برداشت استفاده می‌شد، هنوز از گذشته باقی مانده است.

۲-۴-۴- برداشت با ماشین

در حال حاضر برداشت مزرعه چغندر بذری توسط ردیف‌کن^۴ یا بوسیله موور^۵ یا دستگاه برداشت ردیف‌چین انجام می‌گیرد. دستگاه دروگر که در سمت راست و چپ تراکتور نصب می‌شود پس از بریدن ساقه‌های بذری در محل رویش، به همان حالت باقی می‌گذارد تا خشک شوند. این روش که در سطح وسیعی از ایتالیا استفاده می‌شود افت بذر را کاهش می‌دهد (شکل ۴-۶).

1 - Snyder

2 - Podlaski and Chrobak

3 - Roquigny and Lejosne

4 - Swathers

5 - Mower bar



شکل ۶-۴ برداشت بادروگر

ردیف‌کن‌ها که نسبتاً "گران‌قیمت هستند نیروی حرکتی را از خود می‌گیرند، که در دو طرف دارای چاقوهای افقی مضاعف و چاقوهای عمودی در طرفین است (شکل ۷-۴). عرض ماشین یک متر و عرض برداشت ماشین تقریباً "سه متر و ظرفیت برداشت حدود یک هکتار در ساعت است. استفاده از این دستگاه در عرض یا طول ردیف امکان‌پذیر است شاخه‌های برداشت شده باید روی کلش بلند قرار گرفته تا خشک شوند. در روش مستقیم که تراکم بوته زیاد است استفاده از این ماشین مناسب است اما اگر تراکم بوته کم باشد برداشت با این ماشین مشکلاتی را به دنبال خواهد داشت. تماس مستقیم بوته‌های بذری و خاک کیفیت بذر را در شرایط آب و هوایی گرم و مرطوب کاهش می‌دهد. استفاده از ماشین برداشت برای مزارع بذری کشت غیرمستقیم در مناطق آب و هوایی خشک قرار داشته باشند، توصیه می‌شود.

۳-۴-۴- خرمن‌کوبی

معمولاً "خرمن‌کوبی توسط کمباین انجام می‌گیرد، موقعیکه بوته‌های بذری در خرمن خشک شدند، کمباین از خرمنی به خرمن دیگر حرکت می‌کند، جلو دستگاه برش کمباین به یک تخته یا پارچه کرباس تجهیز می‌شود تا هنگامی که شاخه‌های بذری توسط کارگر و با استفاده از چنگک به دستگاه برش کمباین هدایت می‌گردد از ریزش بذر جلوگیری بعمل آید.



شکل ۷-۴

مخصوص مجهز است. این وسیله دارای یک نوار و دنباله ری متصل است و موجب می‌شود که ساقه بذری بدون کمک دارد به سمت خرمن‌کوبی دسیده شود. ظرفیت کوبیدن در شرایط خشک و ایده‌آل حدود یک هکتار در سه الی چهار ساعت است (شکل ۸-۴). مدت کوبیدن و تنظیم درست ماشین (مثلاً سرعت مناسب سیلندر و فضای پارچه کرباس) عوامل مهمی در تعیین کیفیت خرمن‌کوبی دارد. خرمن‌کوبی باید حتی‌الامکان به آرامی و با دقت انجام بگیرد تا تعداد بذور خرد شده و شکسته به حداقل برسد.

خرمن‌کوبی مستقیم بعد از برگ‌ریزان

در اواخر ۱۹۵۰ میلادی، در هلند و آلمان غربی قطع ساقه‌های بذری و خرمن‌کوبی مستقیم پس از ریزش برگ مزرعه چغندر قند بذری آزمایش شد (هالس و لیبندیگ^۱ ۱۹۵۹، بوران‌شور^۲ ۱۹۶۳). در کشورهای دیگری مثل مجارستان، یوگسلاوی و جمهوری دمکراتیک آلمان ریزش برگ واحدهای بزرگ مزارع بذری نیز با استفاده از ماده برگ‌ریزان دی‌کوات^۳ انجام گرفت

1 - Hulst and Lebendig

2 - Bornscheuer

3 - diquat

(فورست و همکاران^۱ ۱۹۸۳). دی‌کوات موجب پژمردگی بافت سبز گیاه می‌شود و میزان پژمردگی بستگی به ساختمان گیاه و تراکم مزرعه دارد. اگر چه این روش، برداشت مستقیم محصول بذری را ممکن می‌سازد اما کیفیت بذر همیشه مطلوب نیست. باید توجه داشت تعیین زمان مصرف ماده برگ ریزان در مرحله مناسب رشد گیاه بسیار مشکل است. اگر این ماده زود مصرف شود، انهدام اندامهای گیاه مانع تکمیل فرایند رسیدگی بذر می‌شود. تعیین دقیق زمان برداشت مشکل است، اگر برداشت خیلی زود باشد به دلیل رطوبت بالا کیفیت بذرها کاهش می‌یابد ولی اگر برداشت دیر انجام گیرد به دلیل ریزش بذرها رسیده عملکرد آن کاهش می‌یابد.

۴-۴-۴- عملکرد بذر و نسبتهای تکثیر بذر

در شرایط آب و هوایی خشک ایتالیا، فرانسه و ترکیه رطوبت بذر بعد از خرمن‌کوبی ۱۰ الی ۱۴ درصد است. در اروپای شمالی این مقدار ممکن است به ۳۰ درصد برسد. محموله‌های بذری که بیش از ۱۳ درصد رطوبت دارند باید بعد از خرمن‌کوبی، بوجاری مقدماتی گردند تا ناخالصی‌های سخت آن حذف شوند سپس در معرض هوا قرار گرفته تا به دقت خشک شوند. بذر خامی که بطور یکنواخت تمیز و خشک شده باشد را می‌توان با اطمینان انبار نمود بدون اینکه کیفیت آن بعداً از بین برود. عملکرد بذر بصورت وزنی یا بسته‌های ۱۰۰۰۰۰ دانه بسته‌بندی می‌شود بستگی به محل تولید، روش ازدیاد و نوع کاشت دارد در مراحل بوجاری بذر منوژرم، ناخالصی‌ها، بذور با کیفیت پایین، بذور والد گرده‌افشان روش کاشت مخلوط جدا می‌شود. عملکرد متوسط ارقام منوژرم فعلی در مناطق اصلی تولید بذر در جدول ۸-۴ نشان داده شده است.

تولید بذر را همچنین می‌توان براساس نسبت بین مقدار بذر پایه که کاشته می‌شود و مقدار بذر تجارتي گواهی شده که برداشت می‌شود، تعیین نمود. در روش غیرمستقیم این نسبت ۱:۳۵۰:۴۵۰ و روش مستقیم ۲۰۰:۱۰۰:۱۰۰ است.

۴-۵- کیفیت بذر

توسعه مکانیزاسیون در زراعت چغندر قند نیازهای کیفی خاصی از بذر را در برداشته است. طی چندین سال، اندازه و فرمهای مختلف بذر تولید شده و مواد پوششی و تیمارهای شیمیایی مختلف بکار رفته است.

طبیعت و بهنژادگران با هم بذرها را براساس یک سری از خصوصیات خاص خودشان تهیه می‌کنند. بذر خام قبل از اینکه به مرحله گواهی برسد باید یک سری از فرایندهای تکنولوژی و تجزیه‌های آزمایشگاهی را پشت سر بگذارد. اطلاعات کیفی بذر در مراحل مختلف از پرداخت به تولیدکننده بذر تا آخرین مرحله بوجاری ضروری است.



شکل ۸-۴ خرمن‌کوبی با کمباین

فرآورده نهایی تولید بذر تجارتي است که باید دارای حداقل استانداردهای کیفی از نظر قانون گواهی بذر باشد. با این حال، زارعین چغندرکار استانداردهای بالائی را برای کیفیت بذر خواستار هستند و نتیجه آن افزایش سطوح کیفی است که به یک حد دلخواه رسیده است.

۱-۵-۴ بذر خام

قبل از اینکه بذر به زارعین چغندرکار فروخته شود باید مراحل مختلفی را طی کند، که بستگی به نحوه فروش فرآورده نهایی ب صورت بذر پوشش دار^۱، روکش دار^۲ یا بذر کالیبره^۳ دارد.

تجزیه کیفی اولیه بذر خام ارزش خرید بذر از زارع را تعیین می‌کند که براساس قرارداد موافقت شده شامل اندازه بذر، قوه نامیه و فرآوری لازم برای گواهی بذر می‌باشد.

محموله‌های بذر خام علاوه بر بذر چغندر شامل خاشاک بذر سایر نباتات، بذر علفهای هرز، ذرات خاک، سنگ‌ریزه و مواد خارجی دیگر می‌باشد. نسبت این ناخالصی‌ها به روش برداشت و شدت بوجاری اولیه بستگی دارد. کیفیت محموله‌های بذر خام به مقدار ناخالصیها، قوه نامیه و میزان رطوبت بذر چغندر قند وابسته است.

1 - Pelleted seed

2 - encrusted seed

3 - Calibrated seed

کیفیت بذر

برای اینکه کیفیت بذر خام به دقت تجزیه شود باید نمونه مورد اندازه گیری نماینده توده بذر باشد و اینکه اشتباهات به حداقل برسد، در این خصوص لازم است قوانین فیزیکی خاصی در رابطه با تفکیک اندازه های بذر مورد توجه قرار گیرد. مثلاً "در هنگام حمل و نقل و جابجایی محموله های بذری، بذرها درشت تر به قسمت های بالائی و بیرونی تر قرار می گیرند در حالیکه بذرها کوچک تر به قسمت های داخلی و پایین تر محموله تجمع پیدا می کنند. چون اندازه های مختلف بذر ممکن است خاصیت جوانه زائی متفاوتی داشته باشند، نمونه برداری دقیق محموله های بذری از اهمیت فوق العاده ای برخوردار است، و باید از طریق یک فرد مسئولیت رسمی انجام گیرد. جزئیات فرآیند نمونه برداری، مثلاً "وسایل نمونه برداری، اندازه نمونه و مهر و موم و نگهداری نمونه ها در قوانین اتحادیه بین المللی گواهی بذر^۱ آمده است. این قوانین همچنین برای حداکثر اندازه یک محموله بذری که یک نمونه می تواند نماینده آن باشد، شرایطی را مقرر نموده است.

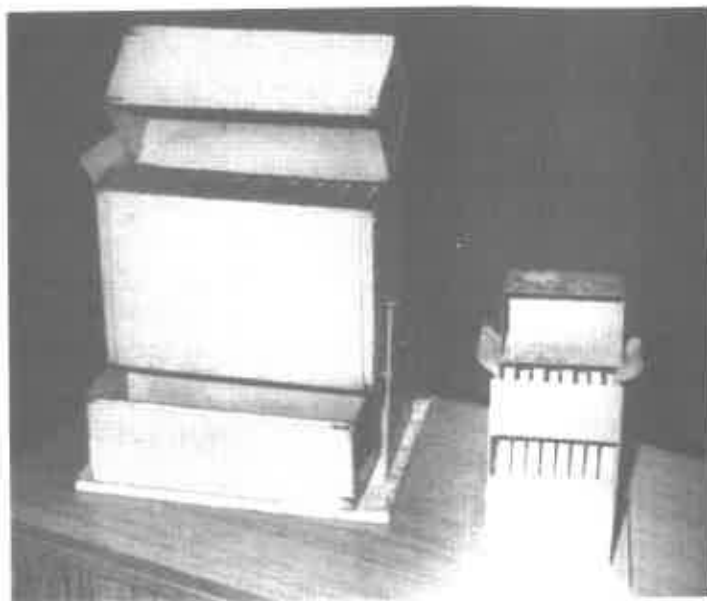
جدول ۹-۴. نسبت های بین اندازه محموله بذر و اندازه نمونه را در مراحل مختلف نمونه برداری نشان می دهد.

نسبتهای تقلیل وزن

مراحل تقلیل کمیت	کمیت های قبل و بعد از تقلیل	بدون پوشش (در هر مرحله)	پوشش دار (در هر مرحله)	حداکثر دامنه (از مرحله اول تا آخر)
اندازه محموله بذر برای حداقل یک آنالیز	حداکثر ده هزار واحد بذر بدون پوشش یا پوشش دار معادل ده هزار کیلوگرم بذر بدون پوشش و وزن هزار دانه برای ده گرم یا سی هزار کیلوگرم وزن هزار دانه برای سی گرم	۲۰۰۰۰:۱	۶۰۰۰۰:۱	
نمونه معرف برای تحویل به آزمایشگاه	۵۰۰ گرم			
نمونه میانگین تغییر یافته برای تعیین خلوص	۵۰ گرم	۱۰:۱	۱۰:۱	۲/۵:۱ میلیون
بذر خالص برای آزمایش جوانه زنی منورمته و وزن هزار دانه	۴۰۰ بذر (۴ گرم بذر بدون پوشش) (۱۲ گرم بذر پوششدار)	۱۲/۵:۱	۴/۲:۱	

قوانین نمونه برداری صحیح توسط نیب و بورن شور^۲ (۱۹۶۱) ایجاد شد. آنها دستگاه تقسیم کننده دو قسمتی را طراحی کردند بطوریکه هر نمونه نماینده کامل محموله باشد (شکل

۹-۴). این دستگاه برای نمونه‌های بسیار کوچک نیز قابل استفاده است و توانایی این را دارد تا اندازه اجزاء محموله بذر را به درستی تعیین نماید. ارزیابی کیفی باید طوری طراحی شود که درصد جوانه‌زدن تصادفی را شامل گردد. این امر به میزان قوه نامیه و تعداد بذر در نمونه‌ها بستگی دارد. جداولی که رابطه بین اندازه نمونه، تعداد تکرار و متوسط نمونه را نشان دهد توسط رومیگ^۱ (۱۹۵۳)، زیسلاوسکی^۲ (۱۹۵۷) و مایلز^۳ (۱۹۶۳) تهیه شده است. قوانین فعلی ISTA، ۴۰۰ عدد بذر را در هر نمونه مشخص نموده است. قوانین ISTA شامل روش‌های نمونه‌برداری و تفسیر نتایج کاربردی است که نه تنها تجزیه‌های بذرخام بلکه هر مرحله از آزمون بذر را نیز در برمی‌گیرد. آزمونهای تعیین کیفیت بذرخام باید براساس استانداردهای ISTA انجام بگیرد (اتحادیه بین‌المللی گواهی بذر، ۱۹۸۵) اطلاعات زیر باید موجود باشد:



شکل ۹-۴ مقسم‌ها براساس اصول تقسیم مساوی نمونه‌ها عمل می‌کنند

- ۱- درصد رطوبت
- ۲- مقدار خاشاک ساقه بذری
- ۳- مقدار بذر خام تمیز در اندازه چارچوب قرارداد
- ۴- مقدار بذر تمیز شده
- ۵- مقدار مواد خارجی (خاک، سنگ، بذر سایر محصولات، بذر علفهای هرز)
- ۶- درصد جوانه‌زدن، وزن هزاردانه (TSW)
- ۷- خلوص رقم

بوجاری بذر

جدول ۱۰-۴ اندازه‌های تقریبی فرمهای مختلف بذر تک‌جوانه را در مراحل مختلف فرآیند بوجاری بذر نشان می‌دهد.

جدول ۱۰-۴ مراحل بوجاری و اندازه‌های بذر برای انواع بذر تک‌جوانه

مراحل بوجاری بذر	حدود اندازه‌ها و انواع بذر تک‌جوانه
بذر خام، تحویلی از زارع	بذر تک‌جوانه - MSR ^۱
بوجاری مقدماتی برای عقد قرارداد با پیمانکار	MSPC - ۳/۲۵-۶mm یا شرایط دیگر براساس قرارداد
فرآوری اجزاء تشکیل دهنده فرآورده نهائی	بذر تک‌جوانه قبل از مرحله پوشش دادن - MSPP بذر تک‌جوانه درجه‌بندی شده - MSC MSPP - ϕ ۳-۴mm و # ۲-۳mm MSPP - ϕ ۳/۲۵-۴/۲۵mm و # ۲-۳mm MSC - ϕ ۳/۵-۴/۵mm و # ۲/۱۰-۳/۲۵mm
فرآوری فرآیند نهائی	پوشش دادن بذر با قارچ‌کش و حشره‌کش اندازه‌های بذر پوشش‌دار MSP - ϕ ۳/۵-۴/۵mm MSP - f ۳/۵-۴/۷۵mm MSP - ۳/۷۵-۴/۷۵mm درجه‌بندی "C" NL اختصاصی MSP بذر بدون پوشش، تیمار یا روکش کردن با مواد شیمیایی محافظ اندازه‌های بذر پوشش‌دار MSC - ϕ ۳/۲۵-۴/۲۵mm MSC - ϕ ۳/۵۰-۴/۵۰mm درجه‌بندی "C" NL اختصاصی MSC

ϕ اختلاف بین قطر سوراخ‌های غربال گرد اندازه‌های زیر است.

اختلاف بین عرض شکاف غربال‌های دراز اندازه‌های زیر است

MSR = Monogerm seed بذر تک‌جوانه

MSPS = Monogerm seed pre-cleaned بذر تک‌جوانه پس از بوجاری مقدماتی

MSPP = Monogerm seed prepellet بذر تک‌جوانه قبل از پوشش

MSC = Monogerm seed calibrated بذر تک‌جوانه درجه‌بندی شده

1 - gravity separator

توالی این مراحل بستگی به کیفیت بذر خام دارد.

مقدار رطوبت بذر توسط دستگاه رطوبت سنج استاندارد تعیین می شود. خاشاک ساقه بذری توسط یک دستگاه خاشاک گیر گرفته می شود و اندازه بذر مناسب (مثلاً ۳/۵-۶ میلی متر قطر برای بذر تک جوانه و ۳/۲۵-۸ میلی متر برای بذر چندجوانه) از بذرهای تمیز شده درجه بندی می شود. اگر این بذر به تمیز شدن بیشتر نیاز داشته باشد، می توان ضرورتاً، برای بذر تک جوانه، غربالهای گرد و دراز را با هم برای جدا کردن مواد خارجی بکار برد (ر.ک. ۲-۵-۴). در صورت نیاز از جداکننده های ثقلی^۱ یا صفحات ثقلی استفاده می شود. این ماشینها برای جداسازی موادی بکار می رود که دامنه تغییر اندازه آنها کم باشد تا بتوان تأثیر متقابل اندازه بذر و نیروی ثقل را حذف نمود. کارآئی ماشین جداکننده با کمی صیقل دادن بذر افزایش می یابد.

۲-۵-۴ فرآوری بذر

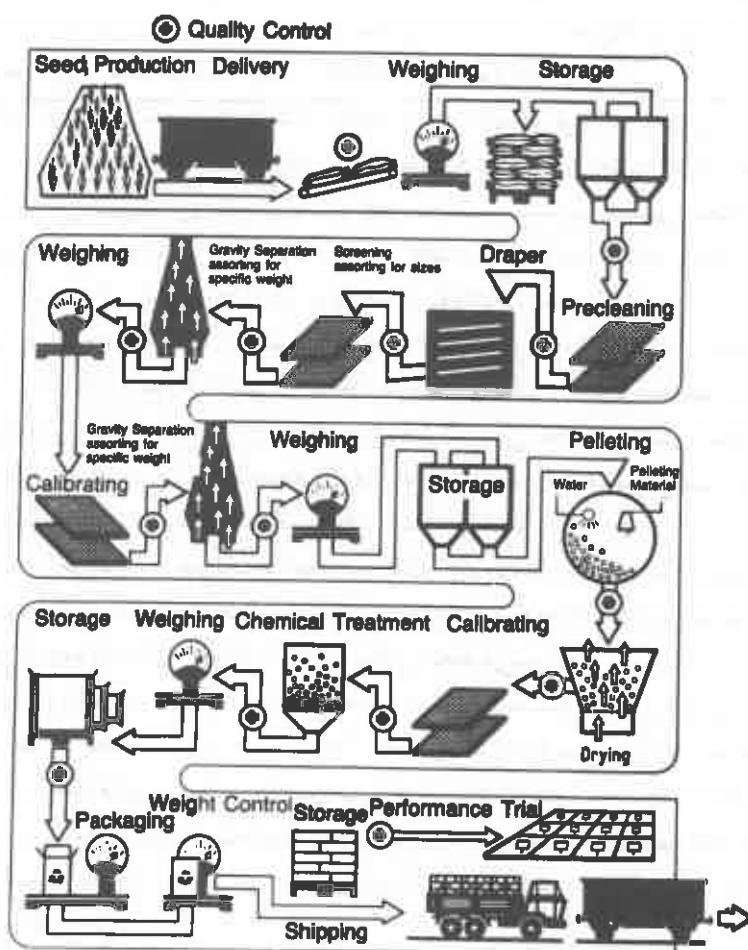
فرآوری بذر براساس تجزیه محموله بذر خام تعیین می گردد، اگر بذر نهایی پوشش دار، روکش دار یا آغشته به مواد شیمیایی باشد، بذر باید از مراحل مختلف فرآوری عبور نماید. در هر مرحله نمونه بذر باید تجزیه شود تا اینکه تأثیر مراحل در کیفیت آن مشخص شود جریان فرآوری بذر و مراحل کنترل کیفی بطور شماتیک در شکل ۱۰-۴ مشخص شده است. بذر تک جوانه

در جدول ۱۰-۴، اندازه های بذر تک جوانه مراحل مختلف فرآوری و پوشش دار شدن بذر نشان داده شده است در بوجاری بذر ماشینهای مختلف بکار می رود. این ماشینها شامل غربالهایی است که ممکن است مسطح یا سیلندری باشند که در آن سوراخهای گرد یا دراز تعبیه شده است. صفحات ثقلی یا جداکننده های ثقلی براساس نیروی ثقل مواد سبک و سنگین را از محموله های بذر جدا می کند. غربال نوع دنداندار برای حذف بذور محدب یا مسطح مناسب است. انواع ماشینهای سایش دهنده برای حذف لبه های زیر بذر چغندر قند بکار می رود، سائیدن بذر باید به آرامی انجام گیرد تا به جوانه، مخصوصاً ریشه چه آن، صدمه ای وارد نشده و تغییرات مهمی در اندازه و شکل بذر تک جوانه پدید نیاید.

در مراحل قبل از پوشش (MSPP)، اندازه های مختلف بذر پوشش دار از طریق غربالهای گرد و دراز درجه بندی می شوند. بذور پوشش داده شده که به عنوان آخرین فرآورده محسوب می شود، عمدتاً با قطر ۳/۵-۴/۷۵ میلی متر مورد استفاده قرار می گیرد و این بذری است که در مرحله قبل از پوشش بین غربالهای گرد با سوراخهایی به قطر ۳/۲۵-۴/۲۵ میلی متر و غربالهای شکافهائی با عرض ۲-۳ میلی متر قرار می گیرد. بذرهای تک جوانه ای که به شکل عدس

1 - gravity separator

می‌باشند. و از غربال گرد با قطر ۳/۲۵ میلی‌متر عبور نمی‌کنند، از غربالهای دراز با شکاف ۳ میلی‌متر عبور کرده و فقط بذرهای چندجوانه ضخیم از این غربالها عبور نمی‌کند. غربالهای دراز معمولاً به شکل سیلندر دندانه‌های داخلی دارد و موجب لغزیدن بذر می‌گردد بنابراین بذر به آسانی از شکافها خارج می‌شود.



شکل ۱۰-۴ جریان فرآوری بذر

برای تولید بذر الیت به تجهیزات فنی بیشتری نیاز است. این دستگاهها شامل غربالهای گرد با اندازه و شکل های مختلف و همچنین ابزارهای اندازه گیری و توزین کننده مخصوص، دستگاه سمپاشی و نازل ها است. عمل پیچیده و تأثیر کار اجزاء این دستگاهها و ترکیب و مصرف مواد بذر پوشش دار معرف تخصص تولیدکننده بذر پوشش دار است. زارعین مزارع خصوصی اندازه های خاصی از بذر پوشش دار را ترجیح می دهند (مثلاً قطر ۳/۵-۴/۵، ۳/۵-۴/۷۵ یا ۴/۷۵-۳/۷۵ میلی متر). با وجود این چون این سه نوع اندازه بذر را معمولاً می توان با بذر کار مشابه از نظر سوراخ صفحه کاشت، لذا این اختلاف اندازه ضروری به نظر نمی رسد.

اکثر بذرهای تک جوانه پوشش دار شده هستند. با این حال، دو نوع بذر بدون پوشش تهیه می گردد. بذر درجه بندی شده و بذر روکش دار که اهمیت کمتر داشته و حالت حد واسط دارد. بذرهای برهنه و روکش دار برای کشت مکانیزه دقیق مناسب نیستند زیرا عدسی شکل بودن بذرهای تک جوانه ممکن است باعث شود دو بذر در یک سوراخ بذرافشان بیافتد و یا در سوراخ بذری وارد نشود. لذا این نوع بذر را باید با بذرافشان پنوماتیک مناسب کاشت.

یک نوع بذر درجه بندی شده C اختصاصاً در هلند مصرف می شود. این بذر نه بر مبنای قطر بذر بلکه براساس اندازه سوراخ خاصی از صفحه بذرافشان و الگوی کشت مشخص شده ای تعریف می شود. تولید این نوع بذر در نتیجه پیشرفت تاریخی بذر درجه بندی شده (بذر چندجوانه فرآوری شده) به بذر تک جوانه توسعه یافته است. این تنها موقعیتی است که بذر پوشش دار و درجه بندی شده با یک بذرافشان دقیق کشت می شود.

گاهی در مراحل فرآوری بذر تک جوانه، درصد بالای تک جوانه ای مشکل است؛ برای مثال، بذر ارقام دیپلوئید نسبتاً کوچک هستند اما درصد زیادی از بذر دوجوانه را دارا می باشند. بذرهایی که قوه نامیه کامل ندارند^۱ مشکل دیگری ایجاد می نماید. این بذر ها از نظر وزن و اندازه با بذرهای زنده تفاوت چندانی ندارند، حذف آنها بسیار مشکل است و کاهش سطح متوسط قدرت جوانه زدن بذر در حد تقریباً ۱۰۰ درصد را موجب می گردد. استفاده از تکنولوژی در مرحله فرآوری فقط تا حدودی می تواند در محموله های بذر خام که از نظر ارثی قدرت جوانه زنی کمتری دارند، ارتقاء کیفی بوجود می آورد. حتی برای رساندن قوه نامیه به حد مشخصی، نسبت زیادی از بذرهای زنده همراه با بذرهایی که قوه نامیه ندارند در فرآیند بوجاری بذر از گردونه خارج می شوند.

برای رسیدن به کیفیت مطلوب بذر، مراحل چندگانه فرآوری بذر فوق الذکر ضروری است. اجباراً نسبت زیادی از مقدار بذر برداشت شده حذف می شود.

بذر طبیعی (چندجوانه‌ای)

دو نوع بذر طبیعی تولید می‌شود:

۱- بذر ویژه کشت دقیق، نوع درجه‌بندی یا پوشش‌دار شد.

۲- بذر درجه‌بندی شده

این اصطلاحات غیرمنطقی به نظر می‌رسند اما تمایز مشخصی را بین دو نوع بذر بیان می‌کند و از تعاریفی که در کشورهای مختلف استفاده می‌شود، اقتباس شده است.

بذر ویژه کشت دقیق که بذر تک‌جوانه تکنیکی نامیده می‌شود در اثر جداسازی از بذرهای چندجوانه بدست می‌آید. قبل از اصلاح ارقام تک‌جوانه ژنتیکی، با تهیه تک‌جوانه تکنیکی گام مؤثری در مکانیزاسیون چغندر قند برداشته شده است. لیکن از آنجائیکه سطح تک‌جوانه‌ای و قوه نامیه آن کمتر از تک‌جوانه ژنتیکی مدرن است بنابراین خیلی کم از آن استفاده می‌شود. در صورتیکه در مناطقی که شرایط جوانه‌زدن بذر مشکل است، هنوز در سطح وسیع بذر درجه‌بندی شده طبیعی مورد استفاده قرار می‌گیرد، مثلاً در مناطقی از اسپانیا و بعضی از کشورهای غیراروپایی.

درجه‌بندی بذر باید طوری تنظیم شود که برای کشت مکانیزه مناسب باشد. فرآیند درجه‌بندی بذر طبیعی آسانتر از بذر تک‌جوانه است، اگرچه روکش کردن بذر درجه‌بندی شده مفید ولی پوشش‌دار نمودن آن ضروری نیست. بهرحال، استفاده از قارچ‌کش، جهت کنترل فوما برای تمام انواع بذر چغندر قند از اهمیت خاصی برخوردار است. چون این قارچ بذرزاد است و موجب سیاه شدن طوقه بوته‌های جوان می‌شود.

۳-۵-۴- روشهای تجزیه

چغندر قند تراکم نسبتاً کمی در مزرعه دارد. بنابراین هر گیاه سطح نسبتاً زیادی از خاک را اشغال می‌کند و کیفیت بذری که از ریشه تولید می‌شود اهمیت دارد. روشهای تجزیه بذر باید:

۱- مبین ارزش نسبی مزرعه‌ای باشد که هر محموله بذری در آن تولید می‌شود

۲- در زمانهای مجزا قابل اجرا باشد

۳- نتایج قابل مقایسه بین مراکز آزمون ارائه دهد

روش‌های استاندارد و کامل برای رسیدن به این اهداف در آزمایشگاه ایجاد شده است. آزمایشهایی که در مزرعه انجام می‌گیرد ارزیابی کیفیت را با مشکل روبرو می‌سازد به دلیل اینکه شرایط خاک می‌تواند رویش بذر را تحت تاثیر قرار دهد (هرزوک^۱ ۱۹۷۷، ۱۹۸۰؛ هرزوک و روبر^۲ ۱۹۸۳؛ بکندان^۳ ۱۹۸۶).

تجزیه‌های آزمایشگاهی

روش‌های آزمایشگاهی گواهی بذر که در چارچوب شبکه اتحادیه بین‌المللی گواهی بذر (ISTA) توسعه یافته و در آزمایشگاههای وابسته به این اتحادیه مورد استفاده قرار می‌گیرد، در سطح وسیع بکار می‌رود و عمدتاً نتایج مشابه و قابل مقایسه ارائه می‌دهند. اکثر ایستگاههای گواهی بذر دولتی اروپا در این گروه قرار دارند. بعضی از ایستگاههای گواهی بذر نیز با روشهای جدیدی کار می‌کنند و برای خود ضوابط خاصی قائلند. آزمونهای آنها، ممکن است اطلاعات کیفی بیشتری را بدست دهد و در ارزیابی بذر استاندارد شده می‌تواند مؤثر باشد. با این حال، اگر چنین روش‌های مورد استفاده به عنوان تنها راه ارزیابی تلقی شود احتمال قضاوت نادرست وجود دارد. ایستگاههای گواهی بذر دولتی در امریکا روشهایی را بکار می‌برند که با روشهای اروپایی کاملاً متفاوت است؛ بنابراین ضرورت دارد روشهایی که برای مقایسه نتایج بکار می‌رود، مشخص شود.

باید توجه داشت که نمونه بذری که در آزمایشگاه تجزیه می‌شود نماینده محموله بذر باشد که به کارخانه حمل می‌گردد (ر.ک. ۱-۵-۴ و جدول ۹-۴). یک زیر نمونه باید از نمونه نسبتاً بزرگ که نماینده کل محموله است برداشته شود. بذر چغندر قند جاذب الرطوبه^۱ است و رطوبت را جذب می‌کند و نمونه‌هایی که برای تعیین میزان رطوبت آزمایش شده، فوراً باید به ظروفی منتقل شود که رطوبت در آن نفوذ نکند. تقریباً ۱۰ گرم بذر برای این تجزیه کافی است.

برای تعیین خلوص (مثلاً درصد وزن بذر چغندر قند، بذر گیاهان دیگر، بذر علفهای هرز و مواد خارجی) حداقل ۱۰۰ گرم از بذر تمیز شده مورد نیاز است. این مقدار بذر با مقسم تهیه نمونه به دو زیر نمونه ۵۰ گرمی تقسیم می‌شود، یک قسمت برای غربال گرد و بقیه آن برای غربال دراز در نظر گرفته می‌شود. انتخاب غربال‌ها به حدود اندازه بذر مورد نیاز بستگی دارد، که شامل یک سری غربال است که اندازه سوراخ غربال با غربال بعدی ۰/۲۵ میلی متر اختلاف دارد. برای اطمینان بخشیدن به نتایج قابل مقایسه و یکنواخت ضرورت دارد از غربالهایی استفاده شود که با دقت ساخته شده و به روش تعریف شده مشخصی کار می‌کند (برینکمن^۲ ۱۹۷۲). برای آزمون قوه نامیه باید ۴۰۰ عدد بذر از نمونه تمیز شده برداشته شود. برای هر تکرار، ۱۰۰ عدد بذر با یک ماشین شمارشگر یا با دست به نحوی شمارش شود که هیچ نوع گزینش ظاهری یا عمدی در آن انجام نگیرد. بذرهائی که برای آزمون قوه نامیه شمرده می‌شود می‌تواند برای تعیین وزن هزار دانه نیز توزین شود.

اگر قبل از شروع آزمون قوه نامیه ضد عفونی بذر انجام نگرفته باشد این عمل باید یا یک قارچ‌کش کنترل کننده فوما انجام شود. اتحادیه بین‌المللی گواهی بذر (ISTA) تضمین

تکرارپذیری نتایج، از محیط کشت یکنواخت برای آزمون استفاده می‌نماید. در سال ۱۹۶۰، روش کاغذ صافی چین‌دار (روش PP نامیده شده است) معرفی شد که بذره‌های چغندر قند بین چین‌های کاغذ صافی قرار داده می‌شد (آی‌فریخ^۱ ۱۹۶۰). در حال حاضر کاغذ صافی ساخت شلاچر و شول^۲ (شماره 3014 برای کاغذ چین‌دار و 0858 برای کاغذ پوششی) و یا نوع دیگری با همان کیفیت مورد استفاده قرار می‌گیرد. نسبت وزن آب و کاغذ در جوانه‌زدن خیلی مهم است. دامنه مطلوب آن ۱۰/۸ تا ۱/۳ است؛ حد پائینی برای بذر پوشش‌دار و حد بالایی برای بذر بدون پوشش در نظر گرفته می‌شود. به ندرت، حد بالاتری از این نسبت‌ها درصد بالاتر جوانه‌زنی نشان می‌دهد. این روش حالت خاصی از روش بین کاغذی^۳ و عکس روش ابتدای کاغذی^۴ است آن بذرها در ابتدای چین‌های کاغذ قرار می‌گیرد.

درجه حرارت سرعت جوانه‌زدن و مدت آزمایش، قوه نامیه را تحت تاثیر قرار می‌دهد. مدت ۱۴ روز و درجه حرارت ۲۰ درجه سانتی‌گراد یا درجه حرارت‌های متناوب ۲۰ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد توصیه می‌شود. در این شرایط درجه حرارت، فرآیند جوانه‌زدن بعد از ۱۰ الی ۱۲ روز کامل می‌شود. بهر حال، بعد از ۱۴ روز قضاوت در مورد وضعیت سلامتی گیاهان جوان قدری مشکل است، برای بهبود ارزیابی درجه حرارت ۱۵ درجه سانتی‌گراد جهت جوانه‌زدن مناسب است.

این شرایط موجب می‌شود گیاهان غیرطبیعی که در زمره بذره‌های جوانه‌زده محسوب نمی‌شوند، بهتر مشخص شوند. این عمل اختلاف بین نتایج تجزیه بذر آزمایشگاه‌های مختلف را کاهش می‌دهد. تعاریف روشن و دیاگرام بذره‌های غیرطبیعی در کتاب راهنمای ارزیابی جوانه‌ها آمده است (اتحادیه بین‌المللی گواهی بذر ۱۹۷۹). روش‌های آماری صحیح باید در تفسیر نتایج قوه نامیه به کار گرفته شود.

آزمون‌های قوه نامیه معمولاً در شرایطی انجام می‌گیرد که پتانسیل جوانه‌زدن را در حد مناسب قرار دهد (نیپ^۵ ۱۹۶۹). آزمون تنش‌ها نیز می‌تواند انجام بگیرد که در آن شرایط در جهت پایین‌تر از حد مناسب جوانه‌زدن سوق داده می‌شود. این آزمون‌ها می‌تواند اطلاعاتی در باره عکس‌العمل بذرها در مزرعه تحت شرایط نامساعد رویش در اختیار ما قرار دهد. آزمون‌های تنش برای تشخیص بین محموله‌های بذری است که قوه نامیه بالایی را در آزمایشگاه دارند (مثلاً بالاتر از ۹۰ درصد) نتایج چنین آزمون‌های تنش باید با دقت قضاوت شود، تاکنون، دستیابی به یک آزمون استاندارد شده که بتواند نتایج مشابه در مواقع مختلف ارائه دهد، غیرممکن بوده است (بورن‌شور^۶ ۱۹۷۵، ۱۹۸۶، بکندان^۷ ۱۹۸۶).

1 - Eifrig

2 - Schleicher and Schüll

3 - between - paper - method (BP)

4 - Top - paper

5 - Neeb

6 - Bornscheuer

7 - Bekendan

آزمایش‌های مزرعه

این آزمون می‌تواند برای ارزیابی توام کیفیت بذر و تحمل به تنش در یک زمان مورد استفاده قرار گیرد. مشکل اصلی تعریف شرایطی است که آزمایش باید در آن شرایط انجام گیرد. درجه حرارت، رطوبت خاک، بافت خاک، ساختمان خاک، بستر بذر، بیماریهای خاکزی می‌توانند رویش بذر را تحت تاثیر قرار دهند، اما براساس آزمون آزمایشگاه به درستی قابل توصیف نیست.

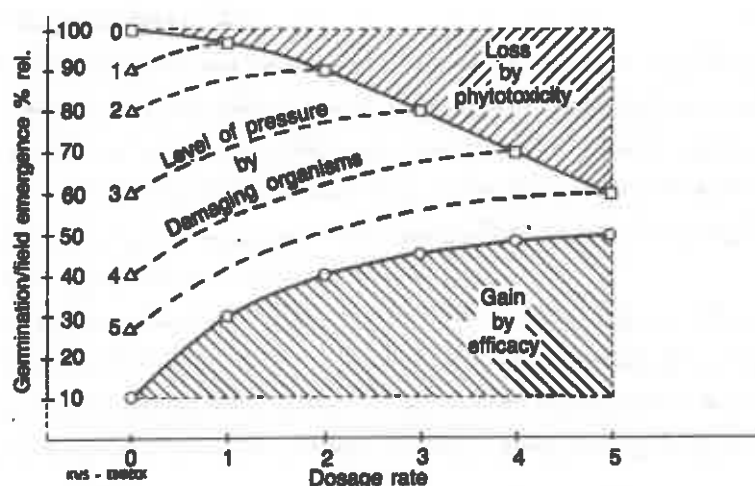
با وجود این مشکلات، برای دستیابی به نتایج قابل اعتماد، تعداد بذر در هر واحد آزمایشی باید بیشتر از آزمایشگاه باشد و مواد مشابه باید در مناطق مختلف آزمون شود. اگر خسارت ناشی از حشرات خاکی اتفاق بیافتد، نتایج می‌تواند تحت تاثیر نوع بذر و مواد ضد عفونی بذر قرار گیرد. بذر پوشش‌دار بهتر از بذر برهنه محافظت می‌شود و مواد شیمیایی ضد عفونی کننده بذر ممکن است آفات و بیماریهای گیاهان جوان را کنترل نماید اما می‌تواند اثرات سمی نیز داشته باشد. بنابراین، نتایج سطح سبز مزرعه بذرها می‌تواند موجه نباشد و تحت تاثیر شرایط خاک و بیماریهای گیاه جوان قرار گیرد (واندرلیچ^۱، ۱۹۸۶، شکل ۱-۴).

اساسی‌ترین امر در اولین شمارش رویش در آزمایش‌های مزرعه این است که دقیقاً بدانیم چند بذر در طول مشخصی از ردیف کاشته شده است. در بذر پوشش‌دار، می‌توان فرض کرد که ۱۰۰٪ بذرها با بذریاش دقیق در جای خود قرار گرفته‌اند. اما این کار با بذر برهنه ممکن نیست زیرا این امکان وجود دارد دو بذر در یک سوراخ قرار گیرد یا سوراخی بدون بذر بماند، بنابراین ضرورت دارد بذرها قبل از کاشت شمارش شده و در طول مشخصی از ردیف کاشته شوند. برخلاف آزمونهای آزمایشگاهی، تعیین دقیق سطح سبز در آزمایشهای مزرعه ممکن نیست، برای جبران، ضرورت دارد نمونه بذر استاندارد در آزمایش شرکت داده شود تا سایر بذرها در مقایسه با بذرهای استاندارد ارزیابی شوند.

مدت زمان بین کاشت و شمارش جوانه‌ها به بستر بذر، به درجه حرارت خاک و رطوبت آن بستگی دارد. بین یک تا چهار هفته بعد از کاشت بذرها سبز می‌شوند. هنگامی که اولین نمونه به ۳۰٪ سطح سبز خود در مزرعه رسید، باید نخستین شمارش برای مقایسه سرعت سبز شدن نمونه‌های بذری انجام گیرد. آزمون سرعت رویش با تعیین بوته‌هایی است که به مرحله دوبرگی واقعی رسیده باشند، اجرا می‌شود.

آزمونهای دیگر

از طریق آزمایش‌های دیگر اطلاعات بیشتری در رابطه با نمونه‌های بذر بدست می‌آید (آدر^۲ ۱۹۷۵) که با اطلاعات اختصاصی (ISTA) تفاوت دارد.



شکل ۱۱-۴ اثرات متقابل ضد عفونی در حفظ و نگهداری بذر و رابطه آن با میزان غلظت، سودمندی، سمیت و سطح فشار ناشی از موجودات زیان آور

موادی که برای بستر بذر مورد استفاده قرار می گیرند (مثل شن، پیت، خاک مخلوط یا کمپوست) می تواند اختلاف زیادی در نتایج ایجاد کند. داده هایی که از قوه نامیه چنین آزمایش هایی بدست می آید زمانی با یکدیگر قابل مقایسه اند که نتایج مجدداً در همان شرایط نتایج تکرارپذیر باشد. با این حال، با وجود آزمون روش های مختلف، تجزیه های قوه نامیه که با روش های ISTA انجام می گیرد. معمولاً "بهترین همبستگی را با سطح سبز مزرعه دارد (پری^۱ ۱۹۸۴).

علاوه بر روش های مستقیم تعیین قوه نامیه و سطح سبز، روش های غیرمستقیم مثل تجزیه با اشعه X و روش تترازولیوم^۲ نیز مورد استفاده قرار گرفته است.

تجزیه با اشعه X می تواند درصد تخمدان پر (منفرد یا چندتایی) و خالی را تعیین نماید، و بذرهای نرمال و چروکیده را گروه بندی می شوند. این روش غالباً برای تنظیم غربال و دستگاه جداسازی بذر در زمان فراوری بذر مورد استفاده قرار می گیرد لیکن یک برآورد منطقی از قوه نامیه بدست نمی آید (فارست^۳ ۱۹۷۹). کوشش هایی که در جهت مشخص نمودن بافت های مرده و زنده با اشعه X انجام شده، تاکنون ناموفق بوده است. روش تترازولیوم (اتحادیه بین المللی گواهی بذر ۱۹۸۵) برای گواهی دانه های ریز موفق بوده است اما بطور جزئی برای بذر چغندر قند تاثیر کمی داشته است. مشکل اصلی شکل ظاهری بذر چغندر است که از نظر گیاهشناسی میوه ای است که بازکردن پوسته آن مشکل و مانعی برای دسترسی به جنین است.

۶-۴- ضرورت قانون بذر

قوانین جاری کشورهای عضو اتحادیه اروپا (EC) ارسال بذر در داخل و یا بین کشورهای این انجمن و همینطور کشورهای دیگر را به آسانی ممکن می‌سازد. این موضوع نیز در میان موارد دیگر برای انتقال امر تولید بذر به مناطقی مثل امیلیا-رومانا^۱ در شمال ایتالیا و نراک - پروانس^۲ در جنوب فرانسه که شرایط آب و هوایی مساعد دارد، و موجب کاهش خسارات و افزایش کیفیت بذر می‌گردد ضروری بوده است. سطح زیرکشت بذره‌ای تک‌جوانه‌ای که در این مناطق تولید می‌شود حدود ۶۰۰۰-۷۰۰۰ هکتار است.

قوانین ویژه‌ای در کشورهای EC شامل بذره‌ای تولید شده کشورهای غیر EC می‌شود که توسط کشاورزان EC خریداری می‌گردد، تا حداقل نیازهای کیفی بذر مطابق قوانین ملی در نظر گرفته شود. سازمان‌های بین‌المللی قوانینی را در بین خود به وجود آورده‌اند تا نظارت توافق شده‌ای در اجرای آزمون کیفیت بذر و محصولات زراعی را تضمین کند. این قوانین به شرح زیر است:

۱- قوانین کمیسیون ۱۴ ژوئن ۱۹۶۶ تجارت بذر چغندر (EWG ۶۶/۴۰۰) که در ۱۶ جولای ۱۹۸۸ به شماره ۸۸/۳۸۰ تغییر یافته است.

۲- در سال ۱۹۷۷ طرح OECD جهت گواهی ارقام بذر چغندرقند و چغندر علوفه‌ای در سطح تجارت بین‌المللی مورد توجه قرار گرفت.

در ضمیمه ۱ قوانین کشورهای EC، ضوابط تایید بذر چغندر و اشتک‌کنندگی بطور کامل توضیح داده شده است. بکارگیری این قوانین نظارت در کشورهای خارجی مطابق بازرسی‌های ملی شناخته می‌شود و امکان مشارکت بین‌المللی کار به وجود می‌آید و در نتیجه کیفیت مطلوب بذر چغندرقند برای زارعین چغندرکار فراهم می‌شود.

فصل پنجم

مدیریت خاک و استقرار گیاه

۱-۵ - خاک‌ورزی

هدف اصلی از خاک‌ورزی آماده کردن شرایط مناسب جهت کشت، استقرار گیاهچه، و رشد گیاه با عملیات زراعی به شرح ذیل است:

- ۱- نرم و آماده کردن خاک
 - ۲- کنترل علفهای هرز
 - ۳- دفن بقایای گیاهی به منظور تسهیل در تهیه بستر بذر، کاشت بذر و جلوگیری از انتشار بیماریهای گیاهی
 - ۴- اضافه نمودن مخلوطی از کود دامی و شیمیایی، مواد اصلاحی: خاکی یا شیمیایی
- عملیات زراعی (تهیه بستر) در شرایط خاص، ممکن است یک یا چند هدف را دنبال کند. البته انجام عملیات زراعی ممکن است اثرات منفی نیز دربرداشته و یا اینکه غیرضروری باشد. روش اجرا و تعداد مناسب عملیات متفاوت است و به عواملی مثل نوع خاک، آب و هوا، محصول قبلی، میزان شاخ و برگ و تراکم علفهای هرز بستگی دارد.

۲-۵ خاک‌ورزی اولیه

چغندر قند معمولاً در مناطق معتدل به عنوان یک محصول بهاره رشد می‌کند. شخم‌زدن با گاواهن برگردان‌دار معمول‌ترین روش کار کردن اولیه با خاک است. در این بخش به عملیات در روشهای مدیریت خاک، پرداخته می‌شود. کاهش عملیات زراعی جداگانه در قسمت ۸-۵ بحث می‌شود. در بیشتر مناطق چغندر قندکاری عمل شخم‌زدن در پائین وزمستان اغلب برای برگرداندن بقایای گیاهی بعد از برداشت محصول قبلی صورت می‌گیرد.

۱-۲-۵- شخم بقایای گیاهی

شخم بقایای گیاهی اساساً بمنظور کنترل علفهای هرز مخصوصاً علفهای هرز دائمی مثل مرغ^۱ به کار می رود (ویورز^۲ و همکاران، ۱۹۸۶). در این روش علفهای هرز یکساله، و گیاهان کشت پیشین از بین می روند و با بذر جوانه زده علفهای هرز موجود در خاک متعاقباً مبارزه می شود. برای این عملیات تیلرهای بشقابی و کولتیواتورهای تیغه ای رایج ترین وسایلی است که می توان استفاده نمود. تیلرهای بشقابی سنگین معمولاً می تواند در یک نوبت کلیه سطح عملیات را بپوشاند. در حالی که با کولتیواتورهای دندانهای دو بار عبور با زاویه نسبت به هم لازم است مگر اینکه وسایل به دندان پنج غازی مجهز شده باشند (کریتز^۳ ۱۹۸۶).

یکی دیگر از اهداف زیرورو کردن کاه کلش و بقایای گیاهی و مخلوط کردن یکنواخت آن در خاک است. اگر کاه در لایه ای از خاک مرطوب مدفون شود، تجزیه میکروبی ممکن است در شرایط غیرهوازی، به رشد ریشه آسیب برساند. از طرف دیگر در خاک خشک و فشرده، رشد ریشه به طور کافی محدود می شود و ممکن است رشد آن فقط به قسمتهایی از خاک که فشردگی کمتر دارد و حاوی کاه متراکم محدود شود (کونزوهمکاران، ۱۹۸۵). در هیچیک از حالات فوق ریشه گیاهان زراعی نمی تواند کاملاً از خاک استفاده کند. کونز^۴ و همکاران در سال ۱۹۸۵ دریافتند که زیرورو کردن کاه و کلش فعالیت بیولوژیکی خاک و نیز میزان رطوبت را در لایه برگردانده شده خاک در طول فصل پائیز افزایش می دهد و باعث تشکیل دانه بندی خاک و کاهش خشکی در زمان شخم زدن می شود.

۲-۲-۵ شخم با گاوا آهن برگردان دار

شخم با گاوا آهن برگردان دار یک عمل پرهزینه است، امکان دارد در مناطقی که با فرسایش خاک مواجه هستیم قابل توجه نباشد. زمان، عمق و روش شخم زدن باید با توجه به نوع خاک و شرایط آب و هوایی منطقه انتخاب شود. در روش زراعی معمول، لایه شخم، با چرخه های یکساله که شخم زدن برای سست کردن و سپس فشردگی در اثر تردد وسایل تهیه بستر و کاشت مواجه می شود (شکل ۱-۵). در پی شخم زمین، سطح خاک چند سانتیمتر بالا می آید و بعداً خود به خود نشست می کند. بعد از زمستان معمولاً لایه شخم نسبتاً عمیق است اما در آماده سازی بستر بذر و کاشت فشرده می شود در نتیجه این عمق لایه شخم همچنان در طول فصل رشد تغییر نمی کند (هکنسون^۵ ۱۹۶۶). در زمان برداشت فشردگی بیشتری در خاک بوجود می آید.

1 - Elymus repens

2 - Wevers

3 - Kritz

4 - Kunze

5 - Hakanasson

زمان شخم زدن

زمان شخم توسط جوریت سما^۱، کونز و همکاران (۱۹۸۵) و ویورز و همکاران (۱۹۸۶) مورد بحث قرار گرفته است. در اروپای شمالی بیشتر مزارع چغندر قند قبل از کاشت در پاییز شخم زده می شود. در مناطقی که یخبندان وجود دارد به دلیل عمل یخ زدگی زمستانی روی سطح خاکهای رسی سنگین که در پائیز شخم زده شده بستر خوبی با خاک نرم تهیه می شود ولی معمولاً در نقاطی که شخم بهاره زده می شود زمین زراعی بستر نرم و خوبی ندارد.

معمولاً میزان رطوبت خاک در خلال پائیز زیاد می شود، برای اینکه نتیجه خوبی گرفته شود، شخم زدن قبل از اینکه ذخیره رطوبتی خاک زیاد شود صورت می گیرد. اگرچه از نظر تکنیکی امکان شخم زدن در خاکهای مرطوب وجود دارد، اما این عمل باعث فشردگی خاک و شخم نامرغوب می شود.

شخم زدن پائیزه یکی از فاکتورهای مهم در مدیریت مبارزه با علفهای هرز چغندر قند محسوب می شود. علفهای هرز را با زیرو کردن بقایای گیاهی قبل از شخم یا بوسیله هرس بعد از شخم در هر دو حالت همراه با یک شخم مؤثر می توان کنترل نمود. در حالی که علفهای هرز دائمی به طور مؤثر با این دو روش کنترل می شود، اما بهترین روش کنترل علفهای هرز یکساله شخم بعد از هرس است، زیرا شخم زدن بعد از هرس باعث جوانه زدن بذر علفهای هرز در پائیز می شود. شخم زود بدون عملیات زراعی بعدی مشکل علفهای هرز را زیاد می کند، علفهای هرزی را که جوانه می زنند و تا بهار باقی می مانند ممکن است درشتتر شوند و کنترل آنها، با اولین کولتیواتور و یا از طریق شیمیایی در زمان تهیه بستر بذر امکان پذیر نگردد (ویورز و همکاران، ۱۹۸۶).

شخم بهاره به طور کلی در خاکهای سبکی که برای تهیه بستر آنها مشکلی نیست محدود شده است. اینگونه خاکها دارای یک ساختمان ناپایدارند و ممکن است بعد از شخم پائیزه در زمستان بیش از حد فشرده شوند. در مناطق سرد و خاکهای سیلنی. مرطوب، شخم بهاره باعث می شود که خاکها زودتر خشک و گرم و شرایط خاک اصلاح شود. اخیراً به دلیل بوجود آمدن شرایط کشت کود سبز، شخم بهاره برای جلوگیری از نشت ازت در خلال پائیز و زمستان در اثر پخش کود حیوانی و استفاده از فضولات دامی، در بهار مورد توجه زیاد قرار دارد. وقتی مزارع در بهار شخم زده می شود فشار ردیف کار می تواند کلوخه ها را دوباره فشرده کند و خاک را صاف و نیاز به کولتیواسیون بعدی را کاهش دهد.

چغندر قند در آب و هوای مدیترانه ای با تابستان خشک و داغ و زمستان ملایم بارانی، چغندر قند در پائیز کشت می شود (لوپز بلیدو^۲ و کاستیلو گارسیا^۳، ۱۹۸۲). خاک ورزی با شخم

زدن تا عمق ۴۰ سانتیمتر یا استفاده از زیرشکن بیشتر در تابستان شروع می‌شود. در خاکهای رسی گلوخه‌های درشت تشکیل می‌شود به طوری که باران پائیزه یا آبیاری برای هوادهی آنها قبل از تهیه بستر بذر مناسب ضروری است.

عمق شخم

در دهه اخیر عمق شخم تدریجاً افزایش یافته است و معمولاً^۱ در اروپای شمالی، ۲۵ سانتیمتر و در جنوب اروپا، اغلب عمیق‌تر است. بعضی اوقات در چرخه تناوب با گیاهان مختلف عمق شخم خاک متفاوت دارد و معمولاً^۲ قبل از کشت چغندر قند شخم نسبتاً عمیق زده می‌شود.

در یوگسلاوی (دراگویچ^۱ و همکاران ۱۹۸۲، مولنار^۲ و همکاران ۱۹۸۲) عمق شخم را از ۱۵ تا ۴۵ سانتیمتر مقایسه کرده و دریافتند که محصول چغندر قند با عمق شخم ۳۰ سانتیمتر بیشترین عملکرد را داشته است. در آزمایشهای سوئد، عمق شخم مرسوم ۲۲-۲۳ سانتیمتر معمولاً اقتصادی‌تر بوده است، هرچند که شخم عمیق‌تر علفهای هرز را کنترل می‌کند (به خصوص مرغ). در بعضی مناطق افزایش عمق شخم تا ۶ سانتیمتر باعث ۶-۱ درصد افزایش عملکرد می‌شود (کریتز^۳ ۱۹۸۷). در خاکهای سیلتی لوم کاهش عمق شخم تا ۱۵ سانتیمتر احتمالاً به دلیل تجمع مواد آلی در سطح خاک عملکرد را افزایش می‌دهد.

کیفیت شخم

چغندر قند به یک بستر نرم یکنواخت و کم عمق نیاز دارد. از این رو بایستی با یک شخم خوب با شیارهای ردیفی یکنواخت و مخلوط کردن کامل علفهای هرز و بقایای گیاهی در خاک، بستر خوبی تهیه نمود. معمولاً^۴ باید سطح خاک به خصوص خاکهای رسی کلش دار یکنواخت باشد (هنریکسون^۴ ۱۹۷۴). اگر بعد از شخم سطح خاک ناهموار باشد از دستگاه اتوکش^۵ (بذر کار همدانی مشابه این عمل را انجام می‌دهد) یا ماشین آلات مشابه که به انتهای گاواهن متصل می‌شود استفاده نمود. اگر خاک به اندازه کافی خشک باشد از هرس بعد از شخم می‌توان استفاده کرد. اگرچه خاکهایی که سطح آن به راحتی سله می‌بندد احتیاج به هموار کردن ندارند زیرا این نوع خاکها در بهار باعث فشرده شدن ساختمان سطح خاک می‌شوند که تهیه بستر بذر را مشکل تر می‌کند.

1 - Dragovic
4 - Henriksson

2 - Molnar
5 - Furrow press

3 - Kritz

۳-۵ - خاک‌ورزی ، خاک‌ورزی برای کشت بذر و پس از آن

کشت چغندر قند بیشتر در نواحی مرطوب و نیمه مرطوب معتدله انجام می‌شود که در پایان زمستان خاک مرطوب است و در بهار دوره‌های خشک وجود دارد. در این مناطق کشت در بهار انجام می‌شود و از آنجائیکه عملکرد با افزایش طول دوره رویش بیشتر می‌شود بایستی کشت هرچه زودتر انجام شود. لیکن گاهی اوقات لازم است زمان کشت تا فرارسیدن حداقل درجه حرارت جوانه‌زنی به تعویق افتد.

کشت زود خطر فشردگی خاک و آفات خاک‌زی را بیشتر می‌کند و اگر هوا سرد شود ساقه‌روی افزایش می‌یابد. با وجود این، کشت دیر بدلیل خشکی هوا و افزایش درجه حرارت باعث کاهش جوانه‌زنی و افزایش خسارت آفات و بیماری‌ها نماتدسیتی^۱ و قارچ برگ گیاهچه^۲ می‌شود. از این رو توصیه می‌شود به محض آن که خاک به حد کافی خشک شد تهیه بستر بذر و کاشت انجام شود.

بذر چغندر قند کوچک است و مقدار کمی انرژی دارد. اگرچه در حال حاضر بیشتر زراعتها به صورت درجا کشت می‌شود، لیکن بذر باید در وضعیت صحیحی در زمین قرار گیرد، از بیشتر آنها گیاه تولید شود و تا زمان برداشت زنده بماند و عملکرد کاهش نیابد. یک بستر بذر خوب عامل مهمی در استقرار گیاه و رسیدن به یک محصول خوب در زراعت چغندر قند است و از این لحاظ تامین این نیاز ضروری است.

۱-۳-۵ - احتیاجات جوانه‌زنی و سبزشدن بذرها

چغندر قند مشابه گیاهان زراعی دیگر جهت جوانه‌زنی به موارد زیر نیاز دارد.

۱- بذر سالم و صدمه ندیده با میزان انرژی کافی

۲- درجه حرارت مناسب

۳- تامین آب و اکسیژن لازم

۴- عدم وجود مواد سمی یا بازدارنده جوانه‌زنی بذر

پوسته بذر به طور نسبی نسبی در برابر آب و گاز نفوذناپذیر است. در اولین مرحله جوانه‌زنی، اکسیژن باید از منافذ کوچک وارد بذر شود و در شرایط آب زیاد ورود آن کاهش پیدا می‌کند. با این حال در وهله اول باید مقداری آب جذب پوسته بذر شود تا بذر متورم شده و پوسته را از هم باز و موجب تسریع در جذب آب و گاز بیشتر و رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه شود. از این رو مراحل جوانه‌زنی به رطوبت و خشکی بیش از حد حساس است. حداقل درجه حرارت لازم برای شروع جوانه‌زنی ۳ درجه سانتیگراد است (گامرسون^۳ و

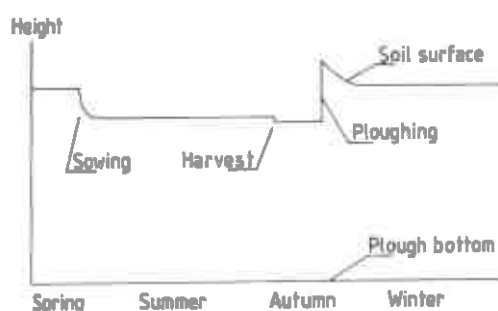
1 - Heterodera - Schachtii 2 - Aphanomyces cochlioides
3 - Gummerson

جاگارد^۱ (۱۹۸۵) و ۹۰ درجه روز^۲ لازم است که ۵۰٪ بذرها سبز شوند. علاوه بر آن چون ذخیره انرژی بذر محدود است بذر نباید عمیق کاشته شود. علاوه بر این، مقاومت مکانیکی در برابر رشد گیاهچه نباید زیاد از حد باشد و گیاهچه نبایستی از لحاظ فیزیکی، شیمیایی و حمله آفات و بیماریها صدمه‌ای ببیند.

۲-۳-۵ اهداف تهیه بستر بذر

در تهیه بستر و کشت بذر اهداف مورد نظر، ایجاد یک بستر مناسب برای قرار دادن بذرها در وضعیتی است که همه نیازهای بذر و گیاهچه در طول جوانه‌زنی و استقرار گیاه بدون در نظر گرفتن شرایط آب‌وهوایی فراهم آید. این امر با توجه به اینکه خصوصیات بستر بذر سریعاً با شرایط آب‌وهوایی تغییر می‌یابد، مشکل است.

بذر باید در وضعیتی قرار داشته باشد که بتواند سریعاً آب جذب کند و لایه خاک باید بذر را در برابر تبخیر تا زمان توسعه ریشه حفاظت کند. با این حال کیفیت بستر بذر باید حتی در هوای بارانی حفظ شود و خطر سله‌بستن، فرسایش باد و آب به حداقل رسانده شود. برای دستیابی به جوانه‌زنی یکنواخت بذر، یکنواختی بستر باید قابل قبول باشد. تراکتور و ماشین‌آلات سنگین دیگر باید دارای چرخهای مناسب باشند تا از تشکیل لایه‌های سخت جلوگیری شود.



شکل ۵-۱ تغییرات معمولی عمق لایه شخم خورده در طول یک سال در یک سیستم زراعت مکانیزه (به نقل از اندرسون و هاکنسون، ۱۹۶۶)

۲-۳-۵-۲ وظایف بستر بذر

(هی‌نونن^۳ ۱۹۸۵) بستر بذر الگو را بستری تشریح کرد که بتواند ذخیره آب کافی برای استقرار زراعت را حتی در شرایط آب‌وهوایی خشک تضمین نماید. بذر باید به طور مستقیم

1 - Jaggard

2 - degree days

3 - Heinonen

روی سطح زیرین بستر بذر که مرطوب و محکم باشد قرار گیرد و با یک لایه خاک نرم که آن را از تبخیر حفظ می‌کند پوشیده شود. بهترین اندازه ذرات خاک که مانع از تبخیر آب می‌شوند، در دامنه اندازه ۵-۰/۵ میلیمتر می‌باشد. قرار دادن بذر در لایه نرم خاک شخم خورده خطرات بیشتری دربردارد (به عبارت دیگر بذر باید در لایه‌ای از خاک مرطوب و سفت قرار گیرد و فقط خاک‌رویی نرم باشد). تطبیق این مدل بستر بذر برای چغندر قند در شکل ۲-۵ نشان داده شده است. این شکل همچنین کوددهی موضعی در فاصله چند سانتیمتر کنار ردیفها را نشان می‌دهد، گواينکه استفاده از این روش در زراعت چغندر قند تاکنون به کشور فنلاند محدود بوده است (رینینکو^۱ ۱۹۸۸).

(هاکنسون و فون پولگار^۲ ۱۹۸۴) دریافتند که اگر بذرهای غلات دانه ریز در یک بستر سفت با رطوبت اولیه حداقل ۵٪ وزنی کشت گردند و روی بذرهای یک لایه خاک حداقل ۴ سانتیمتر که ذرات غالب آن کوچکتر از ۵ میلی‌متر باشد، بذر خوب سبز می‌شود. این وضعیت در هوای خیلی گرم هم صادق است. اما برای چغندر قند، عمق کاشت حدود ۳-۲ سانتیمتر توصیه می‌شود، و کاشت عمیق‌تر از ۵/۳-۳ سانتیمتر باعث کاهش جوانه‌زنی می‌شود (فون پولگار و جوری تسما^۳ ۱۹۸۵). اگر لایه خاکی که بذر را پوشش می‌دهند فقط ۳-۲ سانتیمتر عمق داشته باشد میزان آب در دسترس در عمق کاشت باید ۷-۶٪ باشد.

شرایط رطوبت بستر بذر در خاکهای سوئد در کاشت غلات بهاره بوسیله کریتز (۱۹۸۳) تحقیق شده و در شکل ۳-۵ نشان داده شده است. به نظر می‌رسد که نیاز رطوبتی غلات به طوری که توسط هاکنسون و فون پولگار (۱۹۸۴) فرموله شده برای غلات در عمق کاشت ۶-۴ سانتیمتر در نظر گرفته شده است. برای چغندر قند میزان رطوبت در زمان بذر افشانی ممکن است در بیشتر نواحی چغندرکاری مشابه شکل ۳-۵ باشد. این امر نشان می‌دهد با یک عمق کاشت مورد قبول برای چغندر قند (کمتر یا مساوی ۵/۳ سانتیمتر)، میزان نیاز رطوبتی فقط در خاکهایی با میزان رس کمتر از ۳۰٪ فراهم می‌شود. در خاکهایی با میزان زیادی لای^۴، صعود آب توسط لوله‌های موئینه ممکن است به تامین آب مورد نیاز بذر کمک کند. اما در خاکهای سنگین‌تر، بذر بایستی بر روی یک لایه خاک با رطوبت کافی قرار گیرد و چنانچه لازم باشد به منظور کم کردن عمق لایه پوشش خاک باید مقداری از لایه سطحی خاک خشک کنار زده شود.

در حالت بارانی بعد از کاشت نیازهای دیگری برای یک بستر بذر مورد نظر است. کمبود اکسیژن مطرح نیست اما اگر باران به طور ممتد بیارد ممکن است این کمبود مشاهده شود زیرا در این حالت ضمن بالا بودن درجه حرارت نفوذ آب به آهستگی صورت می‌گیرد، و بستر بذر حاوی مواد آلی در حال تجزیه می‌باشد (هاکنسون و فون پولگار، ۱۹۷۹). وقتی بعد از کاشت

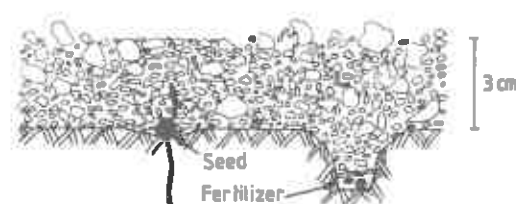
1 - Raininko

2 - Hakanasson Von Polgar

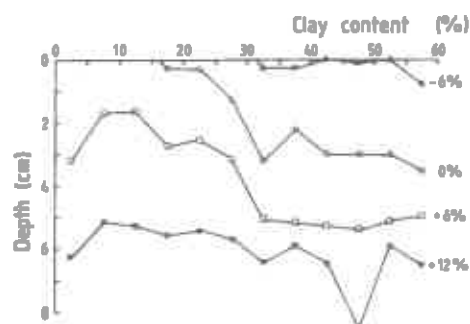
3 - Jorritsma

4 - Silt

باران به مدت کوتاهی بیارد و به دنبال آن هوا گرم شود، سله بستن سطح خاک ممکن است از جوانه‌زنی بذر جلوگیری کند. دلائل دیگر توقف رشد گیاهچه پس از جوانه‌زنی در زیر خاک، کاهش رطوبت، خسارت آفات و سنگلاخی بودن زمین است (دورانت^۱ و همکاران، ۱۹۸۸).



شکل ۲-۵. بستر مناسب بذر برای شرایط آب و هوایی خشک. بذر روی بستر مرطوب و محکم کاشته و با خاکی که بیشتر ذرات آن کوچکتر از ۵ میلیمتر است پوشیده می‌شود. کود کمی عمیق‌تر از بذر، به فاصله چند سانتیمتر در کنار آن بدون بهم‌خوردگی بستر بذر قرار می‌گیرد. شکل سطح خاک روی ردیف (بصورت مسطح، مقعر یا محدب) می‌تواند بر درجه حرارت خاک اطراف بذر و سله بستن مؤثر باشد.



شکل ۳-۵. میزان آب قابل استفاده گیاه (درصد W/W) در بستر بذر بلافاصله بعد از کشت بهار در سوئد، و رابطه میزان رس و عمق خاک (به نقل از کریتر، ۱۹۸۳).

۵-۳-۴ تکنیکها و ابزار تهیه بستر بذر

روش‌های مناسب برای تهیه بستر بذر و شدت عملیات لازم متغیر است. یک یا دوبار دیسک قبل از کاشت در مزرعه‌ای که در پاییز شخم زده شده و در طول زمستان خاک آن یخ‌زده، و یا استفاده از دستگاه اتوکش یا لولر روی یک خاک شنی (ماسه‌ای که در بهار شخم خورده

می تواند کافی باشد. در بعضی حالات بذرها می توانند به طور مستقیم داخل خاک شخم خورده و اتوکش شده یا لولر شده کاشته شوند (ر.ک ۷-۵). از طرف دیگر اگر خاک پر حجم و کلوخه ای، یا سطح خاک ناهموار است و یا اگر جمعیت علفهای هرز زیاد باشد میزان و بعضی اوقات عمق عملیات زراعی باید افزایش یابد.

برای دستیابی به بستر بذر یکنواخت و سبک، استفاده از یک هرس با کنترل عمق، لازم است. یکی از راه حل هایی که به خصوص برای چغندر قند توسعه یافته است، هرس هایی است که ابزارهایی در جلو و نزدیک غلطک آن نصب شده است و حتی برای نرم ترین قسمت خاک مزرعه هم ظرفیت بالایی دارد (هاکنسون، ۱۹۸۹). یک بستر با لایه زیرین هموار با عمق یکنواخت و شیب ملایم به وسیله دندانهای خوب طراحی شده ای که در فاصله مناسب از یکدیگر قرار گرفته اند و لبه کلوخ شکن و یا غلطکهای ماشین بوجود می آید. با استفاده از این هرس بطور معنی داری نسبت به هرسهای سنتی که تیغه هایی به شکل S دارند استقرار و عملکرد زراعت چغندر قند بهبود پیدا کرده است (شکل ۴-۵).

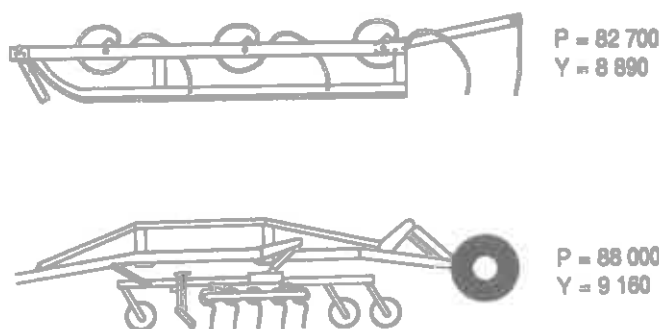
اگر عملیات هرس زنی با عمق زیاد صورت گیرد، فشردگی مجدد عمق لایه های نرم شده جهت حفظ قابلیت انتقال آب، ضروری است. این کار را می توان به وسیله یک غلطک جداگانه و یا غلطک مناسبی که به هرس متصل می شود انجام داد. جهت جلوگیری از فشردگی زیاد خاک لایه های زیرین توسط چرخ تراکتور کارآیی دستگاه هرس باید به طوری باشد که بستر بذر با حداقل عملیات زراعی آماده شود.

برای تهیه بستر چغندر قند می توان از انواع با دندانهای چرخشی یا دندانهای رفت و برگشتی با محور نیز استفاده توان دهی^۱ که کرد. لارنی^۲ و همکاران (۱۹۸۸) دریافتند که این وسائل جهت تهیه بستر بذر خاکهایی ساختمان ضعیف دارند یا لایه های سطحی کلوخه ای سخت و خشک آنها روی لایه های مرطوب و انعطاف پذیر قرار گرفته اند، بسیار مناسب است. اما برای خاکهایی که از نظر ساختمانی خوب هستند تنها با کشیدن هرس می توان یک زمین هموار با بافت نرم بوجود آورد.

در فنلاند که طول فصل رشد کوتاه است برای تهیه بستر و سبز شدن بذر چغندر قند یک سیستم در خاکهای رسی توسعه یافته است، که شامل هرس دندان چرخشی و ترکیبی از دستگاه بذرپاش با کودپاش در کنار ردیف است (رینینکو، ۱۹۸۸). این سیستم در مقایسه با سیستم سنتی به علت فشردگی کمتر خاک و کشت زود هنگام تر و استفاده بهتر از عناصر مغذی ۱۵-۱۰٪ افزایش عملکرد دارد.

۵-۳-۵ - کاشت بذر و نحوه قرار گرفتن بذرها در بستر

بذر چغندر قند باید با مواظبت زیاد کاشته شود و بذرافشان مناسب با شرایط مزرعه، به خوبی تنظیم گردد. قرار گرفتن صحیح بذرها در یک خط و در عمق مناسب که معمولاً ۲-۳ سانتیمتر است از اهمیت زیاد برخوردار است. سرعت بذرافشان بایستی با توجه به خصوصیات ماشین و بستر بذر تنظیم گردد. اگر بذرها بدون هیچگونه سرعت افقی به سطح زمین برسند خطر جابه‌جایی بذرها در خط افقی به حداقل رسانده می‌شود. از آنجا که سطح خاک به وسیله واحدهای ماشین کاشت دوباره شکل می‌گیرد، ممکن است لازم باشد عمق کاشت در رابطه با تفاوت سطح خاک قبلی و عمق لایه خاکی که روی بذر ریخته می‌شود در نظر گرفته شود. اولین جزء واحد بذرافشان سنتی یک کلوخه جمع‌کن است که کلوخه‌ها و سنگها را کنار می‌زند. در یک بستر خشک این قسمت را می‌توان طوری تنظیم کرد که لایه خشک خاک را کنار بزند. این واحد دستگاه همچنین شامل یک چرخ برای کنترل عمق و یک خط زن برای تعبیه شیار است که بذر داخل آن قرار می‌گیرد و به وسیله چرخ فشار در ته آن فشرده می‌شود. یک برگرداننده با مقدار خاک لازم روی بذر را می‌پوشاند. نهایتاً خاک به وسیله دومین چرخ فشار شکل می‌گیرد و سطح خاک فشرده می‌شود (وی‌هاد^۱ ۱۹۸۵). شکل سطح خاک روی ردیف (مسطح، گود یا برجسته‌بودن سطح خاک) ممکن است روی درجه حرارت خاک و سله بستن اثر بگذارد (لومن^۲ ۱۹۸۶).



شکل ۵-۴ اثرات دوتیج دندانه بر استقرار و عملکرد چغندر قند (به نقل از هنریکسون، ۱۹۸۹)
P- تعداد بوته در هکتار، Y- عملکرد شکر در هکتار

در آلمان غربی یک بذرافشان خطی کار^۱ ساخته شده است که می تواند استقرار چغندر قند را در خاک بهبود بخشد، به این ترتیب برای هر بذریک سوراخ در خاک تعبیه و بذریه سمت پائین آن فشرده و با خاک نرم پوشیده می شود (فلیک^۲ ۱۹۸۳). در انگلستان مشابه این بذرافشان برای بذرهایی چغندر قند و کاهو با مخلوط از خاک پیت و ورمیکولایت با مواد پوششی به جای خاک نرم استفاده شده که باعث بهبود در جوانه زنی و رشد سریع اولیه به خصوص در خاکهای خشک یا سله بسته شده است. (ور^۳ و همکاران ۱۹۸۵، آنون^۴ ۱۹۸۸). کار گذاشتن یک چرخ فشار قلمی^۵ در بذرافشانهای معمولی می تواند شرایط جوانه زنی بذری را مانند کار بذرافشان خطی کار بهبود ببخشد (جدول ۱-۵).

جدول ۱-۵ اثرات زمان کاشت، روش تهیه بستر و استعمال کود بر میزان عملکرد ریشه چغندر قند در ۹ آزمایش روی خاکهای رسی در فنلاند طی سالهای ۵-۱۹۸۳ (به نقل از رینیکو، ۱۹۸۸).

روش تهیه بستر		کاشت عرف منطقه		کاشت زود	
موضعی	دستپاش ^۶	موضعی	دستپاش	موضعی	دستپاش
سه دفعه بادندانه هلندی	۱۰۳	۷۱۰۰	۱۰۷	۱۰۱	
یک دفعه با دندانه موتوری	۱۰۵	۱۰۴	۱۱۴	۱۱۰	

۶-۳-۵- تشکیل سله و شکستن سله

بعضی اوقات قبل از سبز شدن روی خاک سله تشکیل می شود و این مسئله ممکن است باعث کاهش درصد سبز مزرعه بشود. یک باران کوتاه مدت بعد از کاشت و خشک شدن هوا بعد از آن بدترین ترکیب شرایط آب و هوایی می باشد زیرا می تواند باعث سخت شدن زودرس بشود. میزان رطوبت اولیه خاک، شدت باران، سرعت خشک شدن و ریز ناهمواریهای^۸ سطح همه روی میزان سله اثر می گذارند. اثر سله روی جوانه زنی تا حدودی به اندازه ذرات خاک بستگی دارد، اما کاشت در عمق کم در خاکهای گرم به علت این که جوانه زنی خیلی سریع صورت می گیرد، دارای اهمیت اول است (هاکنسون و فون پالگار ۱۹۷۹، آپن کامپ^۹ ۱۹۸۶). خطر تشکیل سله را با افزودن ماده آلی یا آهکی به سطح خاک می توان کاهش داد. اگر قبل از جوانه زنی بذری چغندر قند سله سخت شکل بگیرد، غالباً کاشت دوباره

1 - Dibber drill

2 - Flake

3 - Wurr

4 - Anon

5 - Finger press wheel

۶- استعمال کود بصورت پخش کردن، P۱ کودپاشی بصورت قراردادن موضعی

۷- تن در هکتار ۱/۳۶=۱۰۰

8 - surface micro - relief

9 - Uppenkamp

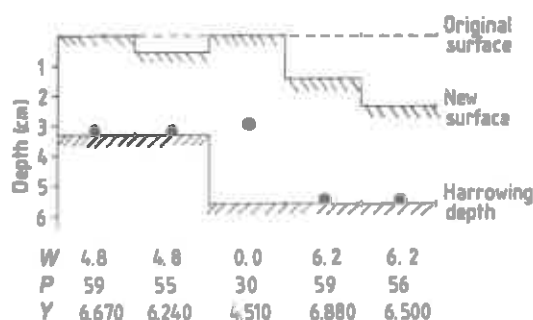
اجتناب‌ناپذیر است. یک سله متوسط به وسیله سله‌شکن با ابزارآلات دندان‌دار شکسته می‌شود، اما این ابزارآلات اغلب بیش از حد سبک هستند و یا به گیاه صدمه می‌زنند. آپن‌کامپ (۱۹۸۶) دستگاهی متشکل از ۳ دیسک مجهز به میخ‌هایی قابل تنظیم برای شرایط مزرعه و بهبود جمعیت گیاهی نهایی طراحی کرد.

۷-۳-۵- سازگاری با شرایط محلی

سازگار نمودن روشهای تولید محصول با شرایط محلی موجب افزایش قابل توجه بهره‌دهی می‌شود. نمونه‌ای از آن روشی است که توسط رینینکو (۱۹۸۸) توسعه یافت (ر.ک ۴-۳-۵) روش فوق‌الذکر به طور نسبی بر معایب کوتاهی فصل رشد فایز می‌آید.

در خاکهای رسی سوئد که پیش از کاشت بذر، ۳ سانتیمتر اول خاک تا زیر نقطه پژمردگی خشک می‌شود، اغلب یک اسکرپر (تسطیح‌کننده) در جلوی دستگاه بذرآفشان قرار داده می‌شود تا مقداری از سطح خشک خاک را بردارد. با این کار امکان قرار گرفتن بذر در ته شیار مرطوب و سفت تا ۶ سانتیمتر زیر سطح خاک اولیه، را بدون آنکه با لایه ضخیم خاک پوشانده شود تسهیل می‌کند (اسپرلینگسون^۱ ۱۹۸۱) این روش، درصد سبز خوبی را به وجود آورده و عملکرد نهائی را افزایش داده است (شکل ۵-۵).

در آب‌وهوای مرطوب و خنک، بذرها بایستی در قسمت خشک خاک قرار گیرند، در ایرلند دستیابی به این هدف به طور موفقیت‌آمیزی با کاشت بذر در بالاترین قسمت پشته انجام می‌گیرد (فورتون^۲ و برک^۳ ۱۹۸۷).



شکل ۵-۵ اثر عمق هرس و قرار دادن موضعی بذر روی میزان آب قابل استفاده (W/W % و W) اطراف بذر در زمان کاشت بر استقرار گیاه چغندر قند (درصد بذر کاشته شده P) و عملکرد (هکتار/کیلوگرم شکر Y) روی خاکهای رسی با لایه سطحی خشک در بعضی تیسارها سطح خاک بوسیله اسکرپر متصل شده به دستگاه کاشت کنار زده شد.

در آلمان شرقی، یک سیستم تردد کنترل شده آزمایش شد که در آن پشته‌ها در پائیز آماده‌شد و در بهار سال بعد فقط باید با عملیات زراعی سطح آنها را صاف نمود. می‌گرفت (فریس‌لین^۱ و همکاران، ۱۹۸۸). سیستمهای تردد کنترل شده برای چغندر قند در انگلستان (چامن^۲ و همکاران ۱۹۸۸، اسپور^۳ و همکاران، ۱۹۸۸)، در هلند (لامرز^۴ و همکاران ۱۹۸۶) و در سوئد (نتایج منتشر نشده، ال. هنریکسون) انجام گرفته و باعث صرفه‌جویی در انرژی و در عملیات کشاورزی سال بعد شده است. اما عملکرد محصول فقط در خاکهایی که به فشردگی بیشترین حساسیت را دارند بهبود یافته است.

۴-۵- کنترل مکانیکی علفهای هرز

قبل از ابداع بذرافشان و علف‌کشهای مدرن، بیشتر زراعتهای چغندر قند با دست تنک می‌شد و علفهای بین ردیفها یا با دست و یا وسایل مکانیکی وجین می‌شد. با وجود توسعه علف‌کشها برای مبارزه با علفهای هرز بعضی از وسایل مکانیکی جهت کنترل علفهای هرز آزمایش می‌شد و متعاقب ابداع محلول‌پاشی نواری بر اهمیت آن دوباره افزوده شده است. کاستر^۵ و همکاران (۱۹۸۴)، در آزمایشهای خود در زراعتهای بدون علف هرز در آلمان شرقی دریافتند که کولتیواتور زدن روی عملکرد شکر بی‌تاثیر است. آنها در بررسی منابع، گزارشهایی حاکی از اثرات مثبت آن در مناطق با آب و هوای تازه‌ای و بی‌تاثیر بودن آن در آب و هوای مدیترانه‌ای یافتند.

پوشاندن علفهای هرز با خاک یک فاکتور مهم در کنترل مکانیکی علفهای هرز است اما باید مواظب بود که گیاهچه چغندر (گیاه جوان چغندر) با خاک پوشانده نشود. ترپستر^۶ و کوون‌هاون^۷ (۱۹۸۱)، دریافتند که بیل زدن یا موجب پوشش دادن علف هرز با خاک و یا بیرون آوردن علف هرز و خشک شدن آنها روی سطح خاک می‌شود. علفهای موجود کناره نواحی وجین شده را می‌توان با خاک پوشاند. بازده وجین مکانیکی به عمق کار ابزارآلات، نوع خاک، ارتفاع گیاه و میزان رطوبت بستگی دارد.

مورد توجه قرار گرفتن محلول‌پاشی نواری به توسعه ابزارآلات جدید برای کار در بین ردیفها منجر شد. اخیراً طراحی این ابزارآلات بهبود یافته به طوری که آنها در بریدن علفهای هرز و در صورت لزوم بیرون آوردن علفهای هرز به سطح خاک مؤثرتر هستند. طراحی دستگاه چرخشی در این ابزارآلات، سرعت کار را افزایش و خطر صدمه رسانی به گیاهان چغندر قند را کاهش داده است.

1 - Friessleben

2 - Chamen

3 - Spoor

4 - Lamers

5 - Kuster

6 - Terpestra

7 - Kouvenhoven

۵-۵ - فشردگی خاک^۱

۵-۵-۱ - عوامل تعیین کننده فشردگی

عملیات تهیه بستر بذر و کاشت آن معمولاً به کاهش قابل ملاحظه‌ای در عمق لایه شخم منجر می‌شود (شکل ۱-۵). قسمت‌های مرکزی و زیرین لایه شخم با چرخ ماشین‌آلات فشرده می‌شود و فقط بستر بذر نرم باقی می‌ماند. در زراعت چغندر قند نه بار عملیات شامل عملیات تهیه زمین، محلول‌پاشی، کودپاشی و کاشت بذر صورت می‌گیرد که با یک الگوی تردد تصادفی به اجرا درمی‌آید. کل سطح خط چرخ تراکتور و چرخ‌های سنگین دیگر ممکن است بیشتر از سه برابر سطح مزرعه باشد، بنابراین بیشتر سطح مزرعه فشرده می‌شود (جاگارد^۲ ۱۹۸۴). میزان فشردگی لایه شخم، اساساً توسط رطوبت خاک، پراکندگی خط چرخ و تعداد دفعات عبور چرخ، سنگینی روی چرخ‌ها، ترتیب قرار گرفتن، خصوصیات چرخ‌ها و بالاخره فشار باد چرخ تعیین می‌شود (لون‌گارس^۳ ۱۹۷۷).

۵-۵-۲ - اثرات کوتاه مدت فشردگی

یک خاک بسیار نرم، مثلاً "خاکی که به تازگی شخم خورده، معمولاً" برای رشد گیاه بهترین شرایط را فراهم نمی‌کند و حداکثر عملکرد زراعت بعد از یک فشردگی ملایم مجدد بدست می‌آید (هاکنسون^۴ و همکاران، ۱۹۸۸). گرچه فشردگی شدید می‌تواند باز هم باعث کاهش عملکرد گردد. فشردگی مطلوب در اثر چندین عامل، مثل میزان رطوبت در طول فصل رشد و نوع زراعت تغییر می‌کند. در بعضی از آزمایش‌ها که توسط جاگارد (۱۹۷۷) روی چغندر قند انجام شد، بیشترین محصول در خاکی بدست آمد که کمترین فشردگی را داشته است.

فشردگی خاک را می‌توان با پارامترهای مختلف مشخص نمود، که در میان آنها استفاده از وزن مخصوص ظاهری خاک خشک برای بیان فشردگی خاک رایج‌ترین است. عیب این روش این است که حداکثر عملکرد در اندازه‌های مختلف وزن مخصوص ظاهری در خاک‌های مختلف بدست می‌آید. برای از بین بردن این عیب، هاکنسون (۱۹۹۰)، وزن مخصوص ظاهری را به وزن مخصوص استاندارد بدست آمده از همان خاک در آزمایشگاه مرتبط ساخت. "درجه فشردگی"^۵ به صورت درصدی از وزن مخصوص ظاهری استاندارد خاک تعریف شده است. وقتی از این روش استفاده می‌شود حداکثر عملکرد محصول بدون توجه به نوع خاک با درصدی از فشردگی یکسان بدست می‌آید. (رایلی^۶ ۱۹۸۳، هاکنسون ۱۹۹۰، لپیچ^۷ و همکاران، ۱۹۹۱).

هاکنسون (۱۹۸۳)، کارایی چندین زراعت را با توجه به فشردگی لایه‌های خاک بین عمق

1 - random traffic pattern

2 - Ljungars

3 - Ljungars

4 - Hakansson

5 - degree of compactness

6 - Riley

7 - Lipiec

شخم و لایه‌ای که هرس می‌زند را مقایسه کرد. درجه فشردگی بهینه برای جو، گندم و چغندر قند بیشتر از یولاف، لوبیا زراعی، شلغم روغنی و سیب‌زمینی بود. این نتایج، دیگر آزمایشهای فشردگی خاک چغندر قند در سوئد را تأیید می‌کند (آنون^۱ ۱۹۷۸). برعکس برریتن^۲ و داوینز^۳ (۱۹۸۶) دریافتند که چغندر قند نسبت به فشردگی خاک بیشتر از جو حساس می‌باشد، اما در مطالعات آنها تیمارهای فشردگی خاک باعث خرابی کیفیت بستر بذر و کاهش جمعیت گیاهی شد که این حالت در آزمایشهای هاکنسون مشاهده نشد.

به علاوه مرکیز^۴ و فون مولر^۵ (۱۹۸۶)، دریافتند که انشعاب ریشه اصلی چغندر قند (چند شاخه‌ای شدن ریشه اصلی) در خاکهای فشرده بیشتر از خاکهای نرم است و وقتی که از ماشین‌های برداشت استفاده شود زیان بیشتری حاصل می‌شود. بنابراین اثرات فشردگی خاک روی عملکرد ممکن است با روش‌های برداشت تحت تأثیر قرار بگیرد. ارقام مختلف یک گیاه زراعی واکنشهای مختلفی نسبت به فشردگی خاک از خود نشان می‌دهند (آی.هاکنسون، نتایج منتشر نشده).

۳-۵-۵- اثرات بلندمدت فشردگی خاک

اثرات فشردگی خاک اگر به تنهایی با متوسط وزن مخصوص ظاهری میزان فشردگی لایه خاک گاواهن خورده اندازه‌گیری شود ممکن است با شخم زدن تخفیف کاهش یابد. اما فشردگی از نقطه نظرهای دیگر روی خاک تأثیر می‌گذارد. خاکی که قبلاً فشرده شده وقتی که شخم می‌خورد کلوخهای ناشی از برشهای شیاری، حجیم‌تر و چسبنده می‌شوند و سطح خاک ناهموار و عملیات زراعی بعدی با مشکلات زیادی مواجه می‌گردد (شکل ۶-۵). در نتیجه بستریذر ضعیف و میزان استقرار گیاه در زراعت کاهش می‌یابد (هاکنسون ۱۹۸۳، هاکنسون و همکاران ۱۹۸۸).

اثرات فشردگی لایه شخم روی عملکرد حتی با شخم‌زدن سالانه، می‌تواند تا ۵ سال باقی بماند. این اثرات در خاکهای سبک کم است اما با افزایش میزان رس خاک بیشتر می‌شود به طوری که اثرات آن در خاکهای رسی بیشتر از اثرات کوتاه‌مدت فشردگی اهمیت دارد. این اثرات همچنین هنگام استفاده از ماشین‌الات در خاکهای مرطوب به علت فشار وارد شده بر زمین افزایش می‌یابد.

اثرات فشردگی در درجه اول روی زراعت غلات مطالعه شده است. با توجه به اینکه زراعت چغندر قند به یک بستر بذر با کیفیت بالا نیاز دارد این اثرات احتمالاً از اهمیت بیشتری برخوردار است. بنابراین لازم است که در مناطق چغندرکاری از تردد سنگین روی خاک مرطوب

1 - Anon
4 - Merkes

2 - Brereton
5 - Von Muller

3 - Dowkins

خودداری شود. بدین منظور باید از لاستیکهایی با فشار کم استفاده کرده و تا حد امکان از تردد ماشین آلات کاسته شود. شدت تردد به صورت حاصلضرب وزن ماشین آلات و طول مسیر در واحد سطح (تن کیلومتر/هکتار^۱) بیان می شود. شدت تردد معمول سالیانه در غلات دانه ریز ۱۵۰-۲۰۰ تن کیلومتر/هکتار است. برای چغندر قند این میزان فقط در خلال برداشت بدست می آید و شدت تردد در خلال کل سال ممکن است تا دو برابر این میزان باشد. از آنجا که معمولاً در زراعت چغندر قند برداشت در شرایط مرطوب با ماشین آلاتی که خاک را زیاد فشرده می کند صورت می گیرد، اثرات معکوس آن برای زراعت بعدی زیاد تر از محصولات دیگر است.



شکل ۵-۶ سطح خاک در آزمایش فشردگی روی خاکهای رسی، بعد از شخم در سوئد. سمت چپ کرت شاهد، سمت راست، کرتی که تمام سطح آن زمان کوتاهی قبل از شخم با چرخهای تراکتور تریلردار، فشرده شده است. برشهای شیری نامنظم و سنگین در کرت های فشرده، عملیات بعدی تهیه بستر بذر را مشکل می سازد.

در خلال برداشت چغندر قند از ماشین آلات سنگین استفاده می شود و هرچه ماشین آلات سنگین تر بیشتر باشد فشردگی بیشتر است. ادواتی که با بار محوری متجاوز از ۶ تن دارند، باعث فشرده شدن خاک در عمق بیشتر از ۴۰ سانتیمتر می شود مگر این که فشار سطح خاک خیلی کم باشد. در این عمق، فشردگی برای دهها سال یا حتی برای همیشه باقی می ماند (هاکسنون و

همکاران، ۱۹۸۸). از این رو، حداکثر بار منحوری برای آلمان شرقی ۴ تن (پی تلکو^۱، ۱۹۸۴) و برای سوئد ۶ تن (هاکنسون، ۱۹۸۷) توصیه شده است. به نظر می‌رسد اجرای چنین توصیه‌ای در زمان برداشت یک محصول ریشه‌ای مشکل باشد هرچند که اگر این توصیه‌ها دنبال نشود حاصلخیزی خاک برای همیشه کاهش می‌یابد. بعلاوه اجرای این توصیه‌ها لزوماً به وزن ماشین محدود نمی‌شود بلکه وقتی که وزن ماشین‌آلات از حد مشخص شده زیادتر است بایستی تعداد محورها و چرخها افزایش یابد. محاسبات براساس مفروضات آزمایشی نشان می‌دهد که "هزینه فشردگی خاک" توسط تردد ماشین‌آلات در عمل خیلی زیاد است. وقتی که با ادوات سنگین روی خاک مرطوب کار می‌شود هزینه فشردگی غالباً بیشتر از مجموع هزینه‌های ماشین‌آلات و کارگری می‌باشد (هاکنسون و همکاران، ۱۹۸۸؛ هاکنسون و دانفورز^۲، ۱۹۸۸). بنابراین فقط اگر هزینه فشردگی خاک به حساب آید، سیستمهای ماشین‌آلات می‌تواند به طور بهینه اقتصادی شود، هرچند که برای تخمین صحیح این هزینه بایستی اطلاعات کاربردی محلی زیادی در دسترس باشد که معمولاً اینطور نیست.

۶-۵- زیرشکنی خاک

جهت نگهداری آب کافی برای گیاه، توسعه ریشه‌ها در لایه‌های زیرین خاک از اهمیت اساسی برخوردار است. اما اگر لایه زیرین خاک فشرده باشد، رشد ریشه به دلیل مقاومت مکانیکی و تهویه ضعیف محدود می‌شود. فشرده بودن قشر زیرین خاک ممکن است منشاء خاکشناسی داشته یا به دلیل تردد زیاد ماشین‌آلات بوجود آمده باشد. در صورت وجود مشکلات در رشد و توسعه ریشه که با عملیات تهیه زمین قابل رفع باشد بایستی عملیات زراعی عمیق به اجرا درآید. اگر این معیارها در نظر گرفته نشود، ممکن است اجرای عملیات زراعی جهت اصلاح باعث زیان بیشتر بشود.

شخم عمیق یا اشکال دیگر مخلوط کردن عمیق خاک در صورتی جهت رشد مناسب است که رشد ریشه بوسیله یک لایه نازک ماسه یا مواد دیگری با ترکیب مکانیکی نامناسب در سطح فوقانی لایه زیرین محدود شده باشد. مخلوط کردن این لایه با خاک عمیق‌تر یا سطحی‌تر ممکن است رشد ریشه و رشد و عملکرد زراعت را بهبود بخشد. شخم عمیق ممکن است رشد محصول را در خاکهای ماسه‌ای و عمیق بهبود دهد. اما اگر میزان هوموس کم باشد رقیق‌سازی هوموس (کم کردن میزان هوموس) ممکن است کار خاک را مختل سازد. علاوه بر این، فعالیت بیولوژیکی و مصرف اکسیژن در سطح فوقانی خاک معمولاً بالاست و اگر چنین خاکی در عمق مدفون و با ماشین‌آلات فشرده شود مشکلات تهویه خاک بر وجود می‌آید.

زیرشکنی با دستگاه دنداندار رایج‌ترین روش برای شخم عمیق است. این عملیات باید زمانی که خاک خشک است اجرا شود. اگر خاک مرطوب باشد معایب آن از مزایای آن بیشتر است. عمق بحرانی قسمت زیرین خاک به جای اینکه نرم و متخلخل شود با لبه تیز زیرشکن فشرده می‌شود، عرض کار دندان افزایش، ولی رطوبت خاک کاهش می‌یابد. (گادوین^۱ و اسپور^۲ ۱۹۷۷).

در آزمایشهایی که عمل زیرشکنی انجام شده گاهی افزایش معنی‌داری در عملکرد محصول چغندر قند بدست آمده است اما در بیشتر حالات تاثیرات زیرشکنی کم و یا حتی منفی است. (دراگویچ^۳ و همکاران ۱۹۸۲، مولنار^۴ و همکاران ۱۹۸۲، لارنی^۵ و فورتون^۶ ۱۹۸۶، ایده^۷ و همکاران ۱۹۸۷، پیتلکو و همکاران ۱۹۸۸). زیرا عملیات زیرشکنی پایداری ساختمان قسمت زیرین خاک را کاهش می‌دهد و حساسیت آن را به فشردگی افزایش می‌دهد و ممکن است ماهها و سالها طول بکشد که پایداری ساختمان خاک به حالت اولیه برگردد (دکستر^۸ ۱۹۸۸)، استفاده زیاد از ماشین‌آلات در این مدت می‌تواند باعث کاهش سریع اثرات زیرشکن کردن خاک بشود. بعضی اوقات در مدت یکسال لایه زیرین خاک از شرایط اولیه بیشتر فشرده می‌شود (مارکز^۹ ۱۹۸۵، لارنی و فورتون ۱۹۸۶، فورتون و برک^{۱۰} ۱۹۸۷).

۷-۵- حفاظت در برابر فرسایش باد

در زراعت چغندر قند سطح خاک مدت زمان طولانی بدون حفاظت در برابر باد باقی می‌ماند، خصوصاً در خاکهایی با ساختمان ضعیف مثل خاکهای سبک ماسه‌ای و خاکهای پیت سبک، فرسایش بادی در خلال این مدت مسئله‌ای جدی به حساب می‌آید. بستر بذر و حتی بذر می‌تواند توسط باد برده شود و یا دوباره جای دیگری انباشته شود. پس از سبز شدن بذر، جوانه‌های بذری ممکن است توسط ذرات خاک که بوسیله باد وزیده شده‌اند آسیب ببینند و در حالتهای شدید کاشت مجدد بذر لازم باشد، که نتیجه آن هزینه اضافی و کاهش زیاد عملکرد است.

روشهای مختلف برای جلوگیری از فرسایش باد که به ایجاد بادشکنها یا تحکیم سطح خاک بستگی دارد توسط ماتیوس^{۱۱} (۱۹۸۳) بررسی شده است. کمربندی از درخت یا نوعی پرچین به صورت بادشکن دائمی و یا بادشکنهایی از کاه و کلش یا مواد دیگر ممکن است به طور موقت استفاده شود.

1 - Godwin

4 - Molnar

7 - Ide

10 - Burke

2 - Spoor

5 - Larney

8 - Dexter

11 - Mathews

3 - Dragovic

6 - Fortune

9 - Marks

قراردادن کاه بین هر ۵-۶ ردیف چغندر قند سرعت باد را در سطح زمین کاهش می‌دهد، ماشینهای جدید در یک روز می‌توانند بسته‌های کروی شکل و بزرگ کاه را در سطح ۴ هکتار روی زمین قرار دهد. در انگلستان (جائیکه حدود ۲۲٪ زراعت در خاکهایی کشت می‌شود که به فرسایش باد حساس است) متداولترین نوع بادشکن یک نوع زراعت پوششی غلات (معمولاً جو) است. جو را سه هفته قبل از تاریخ تعیین شده برای کاشت چغندر قند پائین ردیفهای چغندر قند یا در زاویه ۹۰ درجه با ردیف کشت می‌کنند. استفاده از علف‌کش در مراحل اولیه که نیاز به حفاظت از محصول می‌باشد، مشکل است. اما در مراحل بعد از جوانه‌زدن بعضی از علف‌کش‌ها به میزان کم نتیجه خوبی می‌دهد. وقتی که چغندر قند در مرحله ۴-۶ برگه است زراعت پوششی می‌تواند با یک علف‌کش نازک برگ (گرامینه) از بین برود (کلیال^۱ ۱۹۸۸).

مواد مختلفی می‌تواند قبل یا بلافاصله بعد از کاشت برای تثبیت سطح خاک به کار برده شود. مواد تجاری که ذرات ماسه‌ای را به هم می‌چسباند قابل استفاده است، اما استفاده از آنها در سالهای اخیر کاهش یافته است. مواد طبیعی مثل فضولات یا کود دامی، و آهک کارخانه‌ای که به طور فزاینده مورد استفاده قرار می‌گیرد، بلافاصله بعد از بذرافشانی روی زمین پخش می‌کنند که باعث تولید مالچ شود. خاکهای ماسه‌ای سبک را می‌توان با استفاده از روشهای اختصاصی آماده‌سازی بستر بذر، به صورت پایدار و محکم آماده نمود. در اواسط سال ۱۹۷۰ یک تولید کننده انگلیسی روشی را ابداع کرد، به این صورت که ماسه مرطوب را غلطک می‌کرد و سپس با یک دستگاه دندان فنی تیز به منظور اینکه کلوخه تشکیل بشود شخم می‌زد (پالمر^۲ و همکاران، ۱۹۷۷). عیب این سیستم در شرایط نامساعد آب و هوایی تاخیر افتادن بذرافشانی است که هم‌اکنون روی این نوع خاک استفاده از گاوآهن و اتوکش در اواخر زمستان یا اوائل بهار به طور گسترده جایگزین شده تا سطحی بوجود آید که در آن کاشت مستقیم بذر چغندر قند در جهت عرض شخم انجام شود (سلمن^۳ ۱۹۸۷).

در روشهای تقلیل یافته خاک‌ورزی که در قسمت زیر شرح داده می‌شود سطح خاک با بقایای محصول قبل (معمولاً غلات) تثبیت می‌شود. این روشها مخصوصاً در مزارعی که خاک آنها به فرسایش باد حساس هستند برتری دارد.

کاهش خاک‌ورزی

کاهش در عملیات خاک‌ورزی اغلب خاک‌ورزی حفاظتی نامیده می‌شود، این روش که در اجرای آن بقایای محصول روی سطح باقی می‌ماند، اگرچه برای محصولات دیگر رایج شده اما برای چغندر قند مورد آزمایش قرار دارد. نمونه اجرایی آن بذرافشانی مستقیم بدون انجام

هیچگونه خاک ورزی قبلی است. اما بیشتر اوقات، دیسک گاواهن قلمی یا گاواهن پنجه غازی جایگزین شخم برگردان دار می شود که بیشترین میزان بقایای گیاهی بعد از شخم پنجه غازی و کمترین میزان بعد از دیسک روی زمین باقی می ماند. این بقایای گیاهی، خاک را از باد و برخورد باران حفاظت می کند.

جایگزین کردن گاواهن برگردان دار و ذخیره شدن سطحی بقایای گیاهی در تاثیرات زیادی روی شرایط رشد دارد. در آب و هوای خشک مالچ سطحی ممکن است جلو تبخیر را بگیرد. این تاثیر پس از چند بارندگی شدید کوتاه مدت مشخص تر می شود، زیرا در خاک بدون پوشش، باران شدید باعث سفت شدن سطح خاک، ایجاد لوله های موئی و افزایش تبخیر می شود (ریدبرگ^۱ ۱۹۸۷). با این حال مالچ سطحی، گرم شدن خاک را در فصل بهار به تاخیر می اندازد. علاوه بر این خاک ورزی کم عمق معمولاً باعث زیاده تر شدن وزن مخصوص ظاهری در قسمتهای عمیق تر لایه شخم قبلی می شود که ممکن است باعث کاهش عملکرد و یا افزایش انشعاب ریشه های چغندر گردد. کاهش در عملیات زراعی منجر به افزایش علفهای هرز، به خصوص علفهای هرز دائمی مثل مرغ و بوته های خار می شود.

در مزارع تازه سبز شده چغندر قند آفات خاکزی و نماتد در ردیفهای کاشت متمرکز می شوند و ممکن است گیاهچه ها به سختی صدمه ببینند. اما وقتی که بقایای گیاهی سال قبل در خاک و بین ردیفهای چغندر قند وجود داشته باشد این تمرکز آفت کمتر است، و امکان دارد که محصول صدمه کمتری ببیند.

اثرات ترکیبی کاهش خاک ورزی روی عملکرد متغیر است. در بعضی آزمایشها عملکرد چغندر قند با روشهای خاک ورزی معمول برابر بوده است (میلر^۲ و دکستر^۳ ۱۹۸۲، میشل^۴ و همکاران ۱۹۸۳، سامر^۵ و همکاران ۱۹۸۷). اما در آزمایشهای دیگر روشهای سنتی برتری داشته است (گروه تحقیقات وست مس^۶ ۱۹۸۰، ۱۹۸۴، اسمیت^۷ و یانتز^۸ ۱۹۸۶، ریدبرگ^۱ ۱۹۸۷).

در خاکهای سبک، کاهش خاک ورزی به دلیل کاهش خطر فرسایش، مطلوب است. اما این خاکها به سبب فشردگی می شوند و نرم کردن خاک با گاواهن لازمه رشد عادی ریشه است. از سوی دیگر در خاکهایی با ساختمان خوب، کاهش عملیات زراعی به دلیل صرفه جویی در زمان و انرژی ممکن است سودمند باشد. بهر حال برای زراعت چغندر قند این روش بایستی بهبود یابد (مثلاً با توسعه بندرافشان هایی که به خاشاک داخل خاک کمتر حساس باشند) و قبل از به کارگیری گسترده با شرایط محلی سازگار شوند.

1 - Rydberg

2 - Miller

3 - Dexter

4 - Michel

5 - Sommer

6 - Westmass Research Group

7 - Smith

8 - Yonta

فصل ششم

اگرونومی و فیزیولوژی زراعی

۱-۶- مقدمه

واژه اگرونومی در موارد متعددی به کار می‌رود. در سطح فنی و محلی متمرکز بر سطح علم و مهارت معمول، به روش تولید می‌پردازد، در حالی که در مقیاس جهانی یک واژه نچترمانند است که در گسترده آموزش دانشجویان در رشته‌های مختلف از جمله خاکشناسی، اصلاح نباتات و حفظ نباتات استفاده می‌گردد. در این فصل عنوان اگرونومی برای یک ارزیابی انتقادی از عملیات تولید چغندر قند در مواجهه با زمینه‌های علوم فیزیولوژی گیاهی و زراعی و محیط زیست بکار رفته است.

فصول مربوط به اگرونومی در کتابها معمولاً بر تاثیر عوامل مختلف روی عملکرد نهایی که تا حدودی تحت کنترل تولیدکنندگان است متمرکز می‌شود. هرکس که در برنامه‌های بهنژادی گیاهان زراعی دخالت داشته باشد، خیلی زود درمی‌یابد که میزان و حتی گاهی جوابگویی به روش تولید از فصلی به فصل دیگر متغیر است. بعلاوه تاثیر منطقه و فصل به کرات اثرات بازدارنده‌ای بر روش تولید دارد. گیاه چغندر قند به واسطه این که یک کریویدارت ساده را ذخیره می‌کند، برای نشان دادن موضوع اصلی بحث ما یعنی وابستگی مستقیم عملکرد محصول به میزان فتوسنتز، یک انتخاب ایده‌آل است و با دانستن تاثیر منطقه، فصل، عملیات زراعی و رقم است که ما می‌توانیم به تجزیه و تحلیل، تعمیم و پیش‌بینی اقدام نمائیم. عوامل تحت کنترل زارع در الگوهای آب‌وهوایی فصلی، بمیزان کم و زیاد می‌تواند در بهره‌وری زراعت مؤثر باشد. عقیده ما براین است راهی که در پیش داریم، سرمایه‌گذاری بر تجربیات عملی متخصصین علوم کشاورزی است که محدوده عمل را در جهت ایجاد تغییر محسوس در روشها تعیین

می‌کند، اما یک رهیافت فیزیولوژیک نیز برای تشریح اصلاح عملکرد از نظر شکل‌گیری محصول و تامین مبنای منطقی باید به منظور تعیین نحوه تنظیم آن اضافه نمود. فشارهای وارده بر کشاورزی در حال تغییر است و زارعین به‌طور فزاینده‌ای مجبور به توجه تصمیم‌ها و فعالیتهای خود می‌باشند. همچنان‌که سیاستمداران در ارتباط با مازاد مواد و محیط زیست برای پاسخ‌گویی تحت فشار قرار می‌گیرند، تولیدکننده هم با مسایل جدید روبرو می‌شود. شواهد مختص هر جنبه جدید به‌طور مطلوب در دست نیست و تصمیم‌گیریها به‌طور روزافزون باید بر مبنای شناخت جوابگویی گیاهان زراعی به شرایط خاک و آب و هوا و ارتباط متقابل با روش زراعت قرار گیرد. این فصل با طرحی از وضعیت فعلی شناخت رشد گیاه زراعی در مزرعه در جوابگویی به شرایط محیطی آغاز می‌شود. سپس از نظر فیزیولوژی اثر متغیرهای آگرونومیک مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند. در خاتمه با ملاحظه و بررسی نحوه ارتباط کاربرد اصول فیزیولوژیک با جنبه‌های توسعه صنعتی در آینده نتیجه‌گیری می‌شود.

بسیاری از شواهد که در این فصل بکار گرفته شده‌اند برپایه آزمایشهای انجام شده در اقلیمهای حرارتی شمال اروپا است در این راستا برای تشریح شرایط اقلیمی خاص به ماههایی از سال اشاره می‌کنیم. با این کار درمی‌یابیم در زمانی که این شرایط واقع می‌شوند تفاوتیهای منطقه‌ای بسیار کوچک‌اند. هرگاه که این شرایط تاثیرات زیادی بر روی روش تولید مناسب داشته است، به تفاوتیهای عمده شرایط اقلیمی، مانند آنچه که مربوط به مناطق مدیترانه‌ای و قاره‌ای است مراجعه کرده‌ایم. با این حال، سعی نکرده‌ایم اثرات زمانی از سال را به‌طوری نقل نمائیم تا به‌طور مستقیم برای آگرونومیستهای چغندر قند در نیمکره جنوبی قابل استفاده باشد.

۶-۲- فیزیولوژی و رشد گیاه زراعی

۶-۲-۱ الگوها در طول دوره رشد

جدول ۶-۱، نتایج یک‌سری از آزمایشها را که در آنها برای ثبت اثر فصول کلیه عوامل تا حد امکان استاندارد شده بود نشان می‌دهد. بنابراین زراعت در همان محل در تناوب مزرعه کاشته شده، روش کشاورزی پایه ثابت بوده و فقط از دو توده بذر استفاده شده است. از اجزاء اساسی سیستم، بررسی اختلافات فصلی از نظر حرارت و تابش، بدون دخالت دادن استرس آبی بود و آبیاری بطور استاندارد صورت گرفت. رهیافت ثابت آن بود تا بذر در اولین فرصت در بهار کشت گردد، هنگامی که زمین مناسب باشد و شدت خطر ورنالیزاسیون برای کشت در اوائل ماه مارس وجود نداشته باشد. برداشت محصول خیلی دیر انجام شد تا اثرات فصلی کاملاً مشهود گردد و به منظور اجتناب از تغییرات اثر برداشت با ماشین، تمامی محصول با دست برداشت شد.

تعجب‌آور است با وجود استاندارد شرایط کشت و برداشت، تغییرات عملکرد ریشه و قند

تقریباً دو برابر شد (از ۴۶ تا ۸۷ تن در هکتار و از ۸ تا ۱۵ تن در هکتار بترتیب) و عملکرد توده زنده (بیوماس^۱) از ۱۷ تا ۲۷ تن در هکتار تغییر نموده است. عملکرد شکر معمولاً متاثر از عملکرد ریشه می باشد گرچه برای سالهای آخر کشتش برای درصد قند بیشتر بود. تغییرات برگ و طوقه موازی با تغییرات عملکرد قند نبوده است. در حالی که تغییرات آن از ۴ تا ۷ تن در هکتار بوده، لیکن باندازه همبستگی نسبی میان حداکثر محصول بخش هوایی و ریشه نبود. محصول بطور عجیبی در سالهای ۱۹۸۲ و ۱۹۸۹ افزایش و در سالهای ۱۹۷۸ و ۱۹۸۰ و ۱۹۸۶ کاهش داشته است، گرچه کاهش به آن حدی که در سالهای ۱۹۷۴ تا ۱۹۷۶ از ویروس زرد متاثر شد نبوده است. آلودگی به ویروس هرگز در این بررسیها وسیع نبوده است.

جدول ۱-۶ داده های عملکرد و تابش خورشیدی برای زراعتهای استاندارد و آبیاری شده در ایستگاه تحقیقاتی برومبارن انگلستان

سال	عملکرد ماده خشک ریشه برگ و طوقه	کل	عملکرد ریشه تن / هکتار	میزان قند درصد	عملکرد شکر تن در هکتار	اشعه جذب شده مگاژول/مترمربع	نسبت شکر به ماده خشک ریشه	شاخص پرداخت
۱۹۷۸	۱۱/۲	۶/۵	۱۷/۷	۴۵/۹	۸/۱ ± ۰/۱۱	۹۷۸	۰/۷۲	۰/۴۶
۱۹۷۹	۱۵/۱	۷/۲	۱۷/۸	۶۲/۸	۱۱/۲ ± ۰/۳۰	۱۴۴۰	۰/۷۴	۰/۵۰
۱۹۸۰	۱۳/۶	۴/۸	۱۸/۳	۵۴/۳	۹/۷ ± ۰/۲۳	۱۰۸۷	۰/۷۲	۰/۵۳
۱۹۸۱	۱۳/۳	۷/۵	۲۰/۸	۵۶/۲	۱۰/۰۲ ± ۰/۰۹	۱۴۲۹	۰/۷۷	۰/۴۹
۱۹۸۲	۲۲/۹	۴/۴	۲۷/۳	۸۶/۹	۱۵/۴ ± ۰/۲۷	۱۶۸۲	۰/۶۷	۰/۵۶
۱۹۸۳	۱۶/۰	۵/۰	۲۱/۰	۶۹/۴	۱۲/۰ ± ۰/۱۰	۱۲۵۸	۰/۷۶	۰/۵۸
۱۹۸۴	۱۵/۶	۵/۳	۲۰/۹	۶۷/۰	۱۱/۹ ± ۰/۱۸	۱۲۶۹	۰/۷۶	۰/۵۷
۱۹۸۵	۱۶/۴	۶/۴	۲۲/۸	۶۴/۶	۱۲/۵ ± ۰/۵۶	۱۴۳۶	۰/۷۶	۰/۵۵
۱۹۸۶	۱۳/۳	۵/۹	۱۹/۳	۵۵/۸	۱۰/۰ ± ۰/۲۸	۱۳۰۰	۰/۷۵	۰/۵۲
۱۹۸۷	۱۳/۳	۵/۱	۱۸/۴	۵۶/۳	۱۰/۳ ± ۰/۲۵	۱۲۰۰	۰/۷۸	۰/۵۶
۱۹۸۸	۱۶/۴	۶/۲	۲۲/۵	۶۷	۱۲/۶ ± ۰/۱۳	۱۴۲۷	۰/۷۷	۰/۵۶
۱۹۸۹	۱۸/۹	۵/۸	۲۴/۷	۷۶/۶	۱۴/۵ ± ۰/۲۵	۱۵۸۰	۰/۷۷	۰/۵۹
۱۹۹۰	۱۸/۱	۴/۷	۲۲/۸	۷۴/۴	۱۳/۴ ± ۰/۲۱	۱۶۲۷	۰/۷۴	۰/۵۹

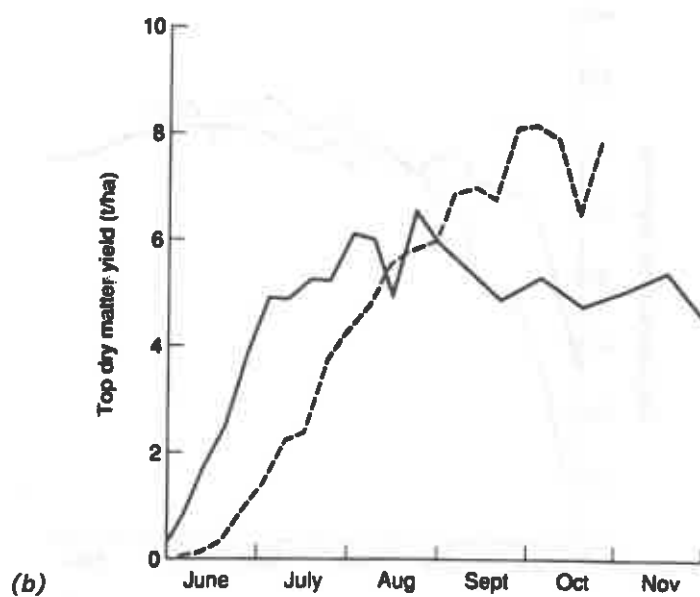
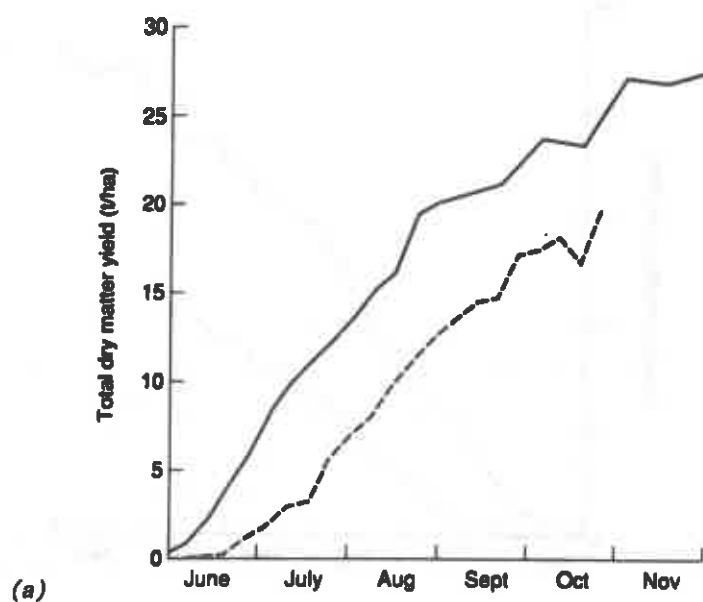
برای پی بردن به اثرات فصل رشد بر روی تولید ریشه در حالت حداکثر، سالهای ۱۹۷۸ و ۱۹۸۲ را انتخاب و حالات مختلف رشد این زراعت ها را در شکل ۱-۶ بررسی نمودیم. شکل ۱-۶ الف اختلاف نسبتهای تجمع توده زنده را نشان می دهد، عملکرد توده زنده کل بطور مشخص در اواسط جولای (اواخر تیر) دارای اختلاف است. هنگامی که زراعت سال ۱۹۸۲ در

حدود ۲۰۰ گرم/مترمربع / هفته رشد نموده رشد زراعت سال ۱۹۷۸، ۱۰۰ گرم/مترمربع / هفته بوده است. از این تاریخ به بعد میزان رشد در هر سال مشابه بوده و اختلاف ثابت مانده است. وزن ماده خشک سربرگ به سرعت در اوائل آگوست (اواسط مرداد) به حداکثر خود افزایش یافته سپس حدود ۵ تن در هکتار باقیمانده است (شکل ۶-۱-ب). بالعکس، در سال ۱۹۷۸ وزن سربرگ به آرامی و به طور مداوم افزایش یافته و آخر سپتامبر (اوائل مهر) به ۸ تن در هکتار رسیده است. در هر دو سال افزایش تدریجی در وزن سربرگ مشاهده می شود، در ابتدا این روند آهسته، سپس با سرعت بیشتر و ثابت است و متعاقباً دوره ای می رسد که رشد بتدریج کاهش می یابد (شکل ۶-۲-الف). بوضوح، مشاهده می شود که نامناسب بودن محصول ریشه در سال ۱۹۷۸ حاصل از کاهش رشد اولیه و ثابت ماندن این رشد کند است. گرچه در هر سال در یک مرحله کل توده زنده (بیوماس) به میزان مشابه تجمع یافته اما میزان رشد ریشه ذخیره هرگز بمقدار سال ۱۹۷۸ که در واکنش به افزایش ممتد وزن سربرگ در این سال وجود داشته نبوده است.

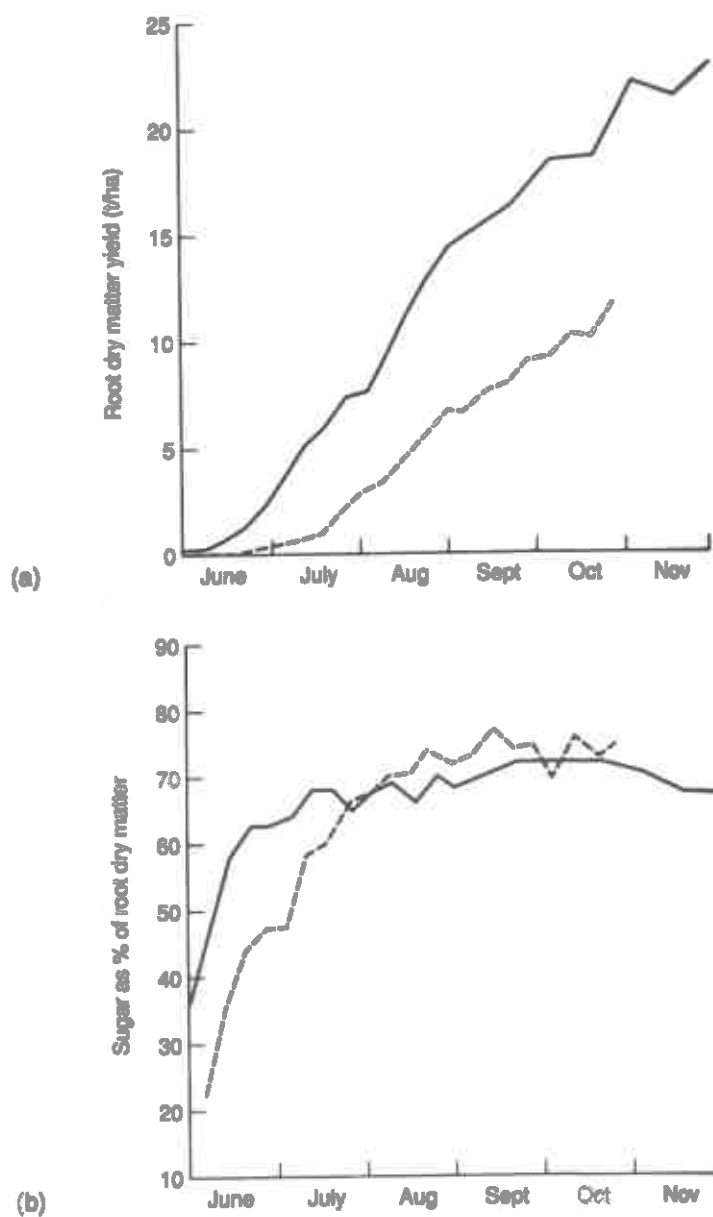
در داخل ریشه توزیع ماده خشک به شکر، با غلظت کم (۲۵٪) شروع شد و با افزایش آن به مقدار ثابت ۷۵٪ از ماده خشک رسید (شکل ۶-۲-ب). میلفورد (۱۹۷۳) یک تجزیه کامل از تغییرات ساختار ریشه و ترکیبات آنرا گزارش نمود. منحنی تغییرات خیلی زود در اوائل جولای (اواخر خرداد) در سال ۱۹۸۲ و تا حدود آخر سپتامبر (اوائل مهر) برای سال ۱۹۸۷ به سطح ثابت خود رسید. بطور کلی غلظت قند بر پایه وزن تر (شکل ۶-۳-الف) از زیر ۵٪ در اوائل ماه ژوئن (اواخر اردیبهشت) شروع به افزایش نموده و به ۱۵ تا ۲۰٪ در مهر یا آبان رسیده که مقدار دقیق هریک بسته به نوع خاک و میزان بارندگی متغیر بوده است.

در یک سری مقالات میلفورد^۱ و همکارانش (۱۹۸۵) الگوهای ظهور برگ، توسعه برگ و طولانی شدن آن در بسیاری از محصولات در جدول ۱-۶ شرح داده اند. همانند محققین قبلی (کلارک و لومیس^۲ ۱۹۷۸) آنها دریافتند که بعد از جوانه زدن، برگهای چغندر قند بطور مرتب در طول فصل رشد تولید می گردند، اولین جفت برگهای حقیقی همزمان ظاهر شده و برگهای بعدی به تنهایی و به نسبت ۵:۱۳ روی محور گیاهی ظاهر می گردند (در هر ۵ چرخش ۱۳ برگ تولید می گردد).

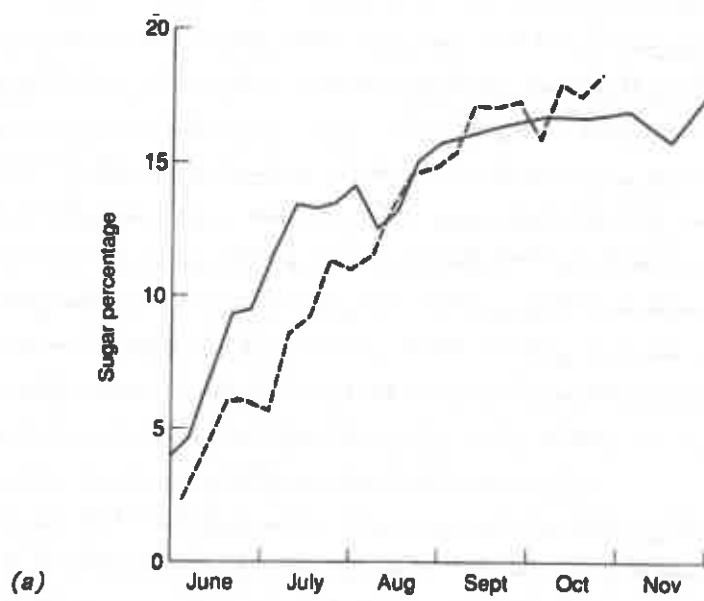
(میلفورد و همکاران ۱۹۸۵) نشان دادند که هر هفته دوتاسه برگ در طول ماههای تابستان ظاهر می گردند (در حدود فواصل ۳۰ درجه روز). در اوائل سپتامبر (اواسط شهریور) در سالهای ۱۹۷۸ و ۱۹۸۲ تعداد برگهای تولید شده بترتیب ۳۷ و ۴۲ بود. مدت زمانی که برگ زنده باقی می ماند از ۵۰۰ درجه /روز برای برگ اولیه شروع و به ۱۰۰۰ درجه /روز برای برگ دهم افزایش یافت.



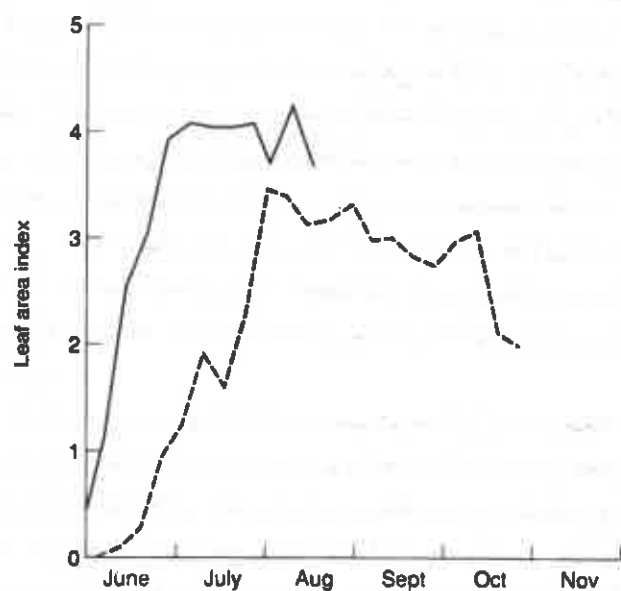
شکل ۶-۱: الف) اختلاف نسبت‌های تجمع توده زنده ب) عملکرد توده زنده کل در ماه‌های مختلف



شکل ۲- الف: وزن سربرگ به آسانی و بطور مداوم افزایش یافت و آخر ماه سپتامبر به ۸ تن در هکتار رسیده است. در هر دو سال افزایش تدریجی در وزن سربرگ (ب) در داخل ریشه توزیع ماده خشک به شکر با غلظت کم شروع شده و افزایش یافته تا به مقدار ثابت ۷۵ درصد در ماده خشک برسد



(a)



(b)

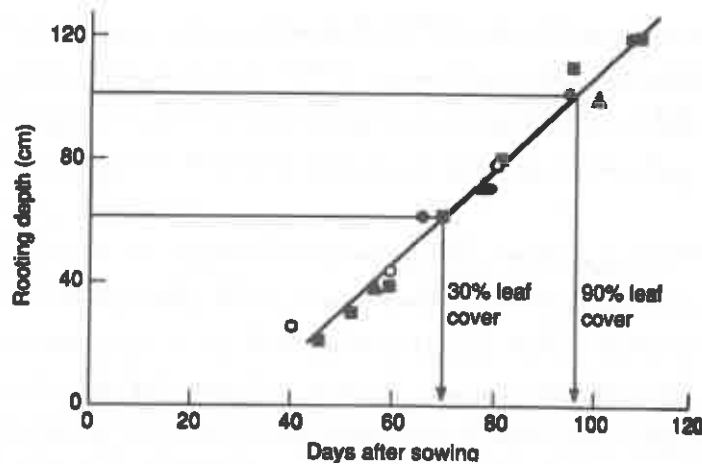
شکل ۳-۶: الف) غلظت قند بر پایه وزن تر از زیر ۵٪ در اوایل ماه ژوئن شروع و افزایش نموده و ۱۵ تا ۲۰ درصد در ماههای سپتامبر و اکتبر رسیده که مقدار دقیق هر یک بسته به نوع خاک و میزان بارندگی متغیر بوده است. ب) الگوی کلی تولید و حفظ سطح برگ در هر دو زراعت دارای شکل مشابه بوده اما در طول زمان میزان قابل توجهی جابجائی نشان می‌دهد.

در هر سال اولین جفت برگها در اواسط ژوئن (اواخر خرداد) از بین رفتند و برگهای بعدی به ترتیب به این مرحله رسیدند و تا اواخر سپتامبر (اوایل مهر) ۱۰ تا ۱۲ برگ از بین رفتند. حداکثر اندازه سطح برگ برای هر برگ تا برگهای بیستم به تدریج افزایش یافت (بزرگترین برگ به سطح ۵۰۰ سانتیمتر مربع رسیده است) سپس بتدریج با تولید برگهای جدید کاهش یافت (میلفورد و همکاران ۱۹۸۵d) برگهای پنجم تا بیستم در تمام طول رشد برگ مورد بررسی بوده اند.

در حالی که الگوی کلی تولید و حفظ سطح برگ در هر دو زراعت دارای شکل مشابه بود اما در طول زمان میزان قابل توجهی جابجایی نشان فی داد (شکل ۳-۶ ب). اگرچه در هر دو سال حداکثر شاخص سطح برگ (L) بزرگتر از ۳ یعنی مقدار شاخصی بود که به نظر گودمن^۱ (۱۹۶۶) برای رسیدن به حداکثر میزان رشد لازم است، ولی اختلاف مشخصی در سرعت رسیدن به حداکثر رشد وجود داشت که در سال ۱۹۸۲ در اواسط ماه ژوئن (آخر خرداد) و در سال ۱۹۷۸ در آخر جولای (اوائل مرداد) بدست آمد. گرچه کاهش برای حداکثر شاخص L در اواخر فصل وجود داشت که در اواسط سپتامبر (اوائل مهر) هنوز از ۲/۵ تجاوز می کرد.

اگرچه در سال ۱۹۷۸ اندازه گیری سیستم خشبی ریشه انجام نشد لیکن این کار برای سال ۱۹۸۲ و برخی از سالهای بعد از آن انجام شده است. شکل ۴-۶ نشان می دهد که سیستم ریشه تا حدی که مانع آشکاری برای رشد وجود نداشته باشد در پروفیل خاک نفوذ نموده است (براون و دانهام^۲ ۱۹۸۶). از ۴۰ روز بعد از کاشت بذر، ریشه به میزان ۱/۶ سانتیمتر در روز در خاک نفوذ کرد. این روند بطور ثابت در تابستان و پاییز ادامه یافت. موقعی که گیاهان در مرحله دو تا چهار برگی بودند، طول ریشه ۲۰ سانتیمتر بود و ۷۰ روز پس از کاشت که پوشش برگی ۳۰٪ از سطح خاک را شامل می شد ریشه به عمق ۵۰ سانتیمتری خاک رسیده بود. در اواسط ژوئن (اواخر خرداد) سال ۱۹۸۲ موقعی که سایه انداز به حداکثر پوشش رسید، سیستم ریشه در عمق یک متری خاک بود، در حالی که در سالهای دیگر این مرحله زودتر از اوائل جولای (اواسط مرداد) مشاهده نشده است. بعداً در طول تابستان ریشه تا عمق ۱/۵ متری یا بیشتر نیز مشاهده شد. (ویور^۳ ۱۹۲۶) گزارش کرده است که ریشه چغندر قند می تواند در خاکهای نرم و بدون سنگ تا عمق ۱/۸ زمین نفوذ نماید.

از مرحله دوبرگی تا حدود ۸۰ روز بعد از کاشت، سیستم جانبی ریشه چغندر قند ۰/۴ سانتیمتر در روز رشد می کرد و بعد از این مدت، سیستم ریشه با ریشه بوته های مجاور تداخل یافت. تاثیر عمومی این الگوی نفوذ جانبی و عمودی این بود، که سیستم ریشه قادر بود در هر دو جهت در خاک تازه به جستجو بپردازد و حجم خاک تازه قابل بهره وری تدریجاً روز به روز افزایش یافت. گرچه بعد از اینکه سیستم ریشه بوته های مجاور به هم رسیدند اندازه خاکهای قابل بهره وری و مواد غذایی اضافی و آب قابل دسترس در بهترین حالات فقط حفظ شد.



شکل ۲-۴ - افزایش عمق مؤثر ریشه در زمانهای بعد از کاشت چغندر قند در برومزیارن (●) ۱۹۸۲ (■) ۱۹۸۳ (▲) ۱۹۸۴ و بین سالهای ۱۹۶۹ و ۱۹۷۱ (○ به نقل از ۱۹۸۶، براون و دانهام^۱)

(براون و بیسکو^۲ ۱۹۸۵) دریافتند که بیشترین بخش از سیستم ریشه خشبی در لایه ۳۰ سانتیمتری بالا یعنی در عمق شخم قرار دارد و برای مدتی بتدریج (تقریباً به صورت تصاعدی) کمتر بطرف پائین توسعه یافت. با این حال از ماه آگوست (مرداد) به بعد فراوانی ریشه‌های چغندر قند در تمام لایه‌های خاک بین ۵۰ تا ۱۲۰ سانتیمتری به یک اندازه موجود بود که دلالت بر این دارد که در این عمق ریشه در مسیر شکافهای موجود و دالانهای کرم خاکی پیش رفته است. در پایان تابستان مجموع طول ریشه تولید شده از یک بوته چغندر در عمق ۳۰ سانتیمتری خاک به ۶۰۰ متر رسید. در زیر مساحت یک متر مربع خاک، مجموع ریشه‌های چغندر در مرحله توسعه کامل به ۸ تا ۱۰ کیلومتر میرسد در مقایسه با مقدار کل توسعه ریشه گندم در مرحله رشد کامل که ۳۰ کیلومتر است، اگر سیستم ریشه چغندر قند به طور یکنواخت در عمق یک متری بالای خاک توزیع شده بود، بازاء هریک سانتیمتر سطح خاک یک رشته یک متری در عمق پروفیل خاک نفوذ می‌نمود.

براساس وزنی، سیستم خشبی ریشه تدریجاً نسبت زوبه کاهشی از وزن کل توده زنده (بیوماس) را دارا بود و از میزان ۱۰٪ در اوائل ماه ژوئن (اواخر اردیبهشت) به حدود ۳٪ در اواخر تابستان رسید. این مقادیر احتمالاً به دو دلیل، زیر مقدار مورد انتظار است: اولاً در خلال عمل شستشو و تمیز کردن، ترکیبات محلول حل شده و خارج می‌گردند، ثانیاً همیشه بعضی از قسمتهای سیستم ریشه از بین می‌روند و جایگزین می‌گردند. تخمین کلی برای این جایگزینی در

چغندر قند در دست نیست، لیکن در غلات روزانه ۳/۵٪ از ریشه‌ها از بین می‌رود و جایگزین می‌گردد (سیلوستر- برادلی و همکاران^۱ ۱۹۹۰). سیستم خشبی ریشه و میزان جایگزینی آن در تعداد توده گیاهی (بیوماس) در این فصل محاسبه نشده، بنابراین هرچا که توده گیاهی بر مبنای وزن نمونه گیاهی تعیین شده مقدار کارایی تبدیل نور به توده گیاهی زیر حد واقعی تخمین زده شده است.

اگر بارندگی نباشد، سیستم ریشه، لایه‌های سطحی خاک را خشک می‌نماید (۹۹٪ آب قابل استفاده در ۳۰ سانتیمتری سطح خاک در تابستان بوسیله ریشه‌ها جذب می‌شود) و جذب آب بتدریج از قسمتهای پائین تر پروفیل خاک خواهد بود (براون و همکاران ۱۹۸۷) در این شرایط ریشه‌های نزدیک سطح خاک معمولاً می‌میرند لیکن با مرطوب شدن دوباره خاک ریشه‌های جدید بسرعت رشد می‌کنند و جذب آب از سطح خاک از سر گرفته می‌شود. وقتی که تمام آب قابل استفاده از قسمتی از خاک گرفته شود، مواد غذایی در این قسمت از پروفیل خاک غیر قابل استفاده می‌گردد. در بسیاری از خاکها بیشترین مقادیر ازت، پتاسیم و فسفر در قسمت بالائی خاک وجود دارد. همچنین در بعضی از خاکهای رسی، پتاسیم قابل جذب در حد مشابهی در پروفیل خاک موجود است. (آرمسترانگ و همکاران^۲ ۱۹۸۶) نشان دادند که یک مرحله اولیه سریع برای جذب ازت وجود دارد که متعاقب آن جذب کاهش و یا خاتمه می‌یابد. مرحله اولیه جذب تا زمانی که پوشش برگی کامل می‌گردد و ریشه‌ها در سطح خاک نفوذ می‌نمایند ادامه می‌یابد. ریشه‌های سطحی و بالائی سطح خاک به نسبت ریشه‌های عمقی از نظر جذب در واحد طول فعال تر می‌باشند و آب مورد نیاز ترجیحاً از لایه روئی خاک جذب می‌گردد.

۲-۲-۶ فتوسنتز و رشد

با فراهم شدن امکان کنترل تبادل گازی زراعت در مقیاس دقیقه به دقیقه و یا در تمام دوره رشد راه مستقیم‌تری برای تجزیه و تحلیل کارایی زراعت در رابطه با محیط توسعه پیدا کرده است. (بیسکو و همکاران^۳ ۱۹۷۵) به روشنی نشان دادند که برای قسمت اعظم فصل رشد گیاه جو، متغیر محیطی، که اثرات غالب بر روی تولید مواد پرورده دارد، مقدار انرژی خورشیدی جذب شده بوسیله شاخ و برگ گیاه است.

گلورت^۴ (۱۹۸۳) تجزیه و تحلیل مشابهی از اثر وضعیت جوی بر روی تبادل گاز کربنیک و تولید مواد پرورده آن بوسیله چغندر قند با قرار دادن از پوشش‌های شفاف روی شش بوته در زراعت سال ۱۹۸۰ که داده‌های آن در جدول ۱-۶ آمده است انجام داد. شکل ۵-۶ رابطه بین جذب گاز کربنیک و تابش را در ۲۴ جولای (چهارم مرداد) سال ۱۹۸۰ نشان می‌دهد. جالب

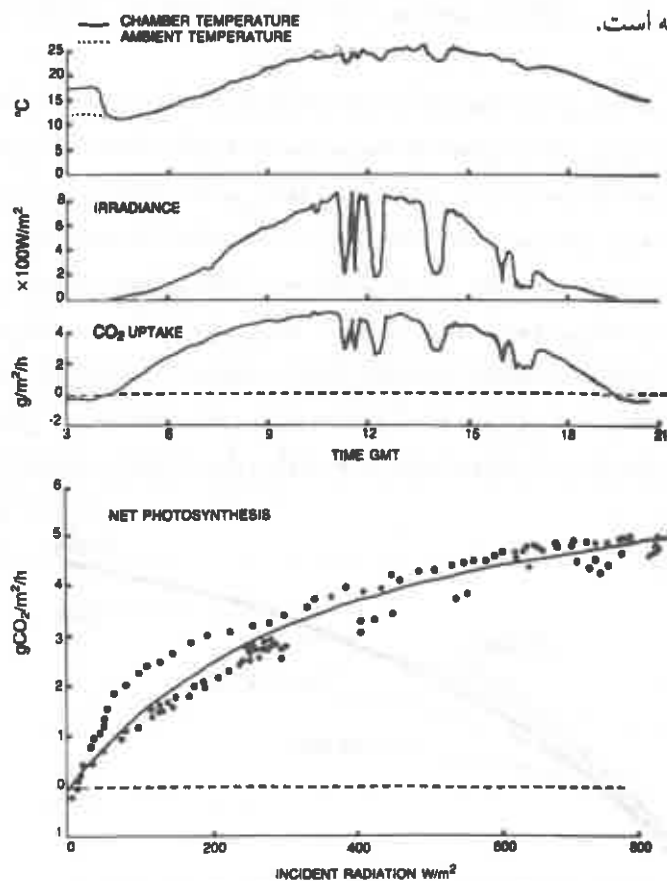
1 - Sylvester - Bradley et . al

2 - Armstrong et al.

3 - Biscoe et al.

4 - Glauert

توجه است که چگونه دو پارامتر منطبق برهم بوده و در خلال صبح بتدریج افزایش و در پایان روز کاهش یافته است.

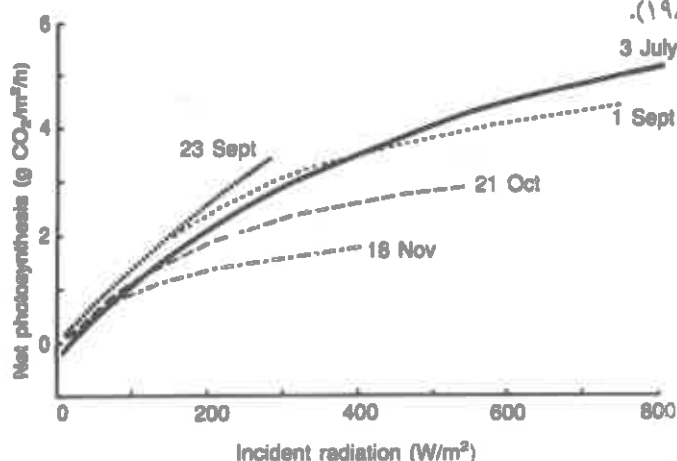


شکل ۵- تغییرات حرارت، اشعه خورشیدی و جذب گازکربنیک بوسیله گیاه چندرقد در ۲۴ جولای (۴ مرداد) نشان میدهد. منحنی واکنش فوتوسنتز خالص (در واحد سطح پوشش برگ) در مقایسه با تابش خورشیدی از اطلاعاتی که در این روز جمع آوری شده بدست آمده است (به نقل از گلورث، ۱۹۸۳)

هر موقع که هوا ابری شده کاهش فوری و مشخصی در تولید مواد پرورده صورت گرفته است، هنگامی که داده‌ها برای نشان دادن واکنش جذب گاز کربنیک در برابر تشعشع خورشیدی ترسیم شد در کل دامنه (۸۰۰-۰ وات در متر مربع کل تشعشعات) افزایش مشاهده گردید لیکن جوابگویی دارای روند کاهشی بود. در این مرحله که بیشتر برگها جوان بودند سایه‌انداز زراعت حتی در روستترین زمان روز اشباع نشد. بررسی دقیق‌تر شکل ۵-۶ نشان می‌دهد که یک جابجایی برای مقدار جذب CO_2 در مقدار مشابه تابش خورشید نشان می‌دهد، به طوری که

مقادیر در صبح بمراتب بیش از بعدازظهر بود. این تاخیر در تأثیر تنها در روزهای آفتابی اتفاق افتاده و شاید دلیل آن بسته شدن روزنه‌ها در هنگام بعدازظهر در واکنش به تنش آب داخلی است.

الگوی جذب CO_2 از اواسط ژوئن (اواخر خرداد) تا اواسط دسامبر (اواخر آذر) توسط گلورت پیگیری شده است. شکل ۶-۶ نشان می‌دهد که منحنی واکنش نوری فتوسنتز تا ماه سپتامبر (شهریور) در موقعیت مشابهی حفظ شده و تنها در آن زمان است که کاهش جوابگویی سایه انداز فرسوده زراعت نمایان شده است. در حالی که در غلات این تأثیر در زمان رشد دانه‌ها ظاهر می‌شود (بیسکو و همکاران ۱۹۷۵). جوابگویی طولانی چغندر قند بازتابی از تولید مداوم برگ جدید می‌باشد. در غلات تمامی برگها تا زمان گل کردن توسعه می‌یابند و برای حدود هشت هفته قبل از برداشت یک مرحله فرسودگی سایه‌انداز مشاهده می‌شود. برای زراعت چغندر قند زمانی می‌رسد که با وجود تولید مداوم برگ، به دلیل این که سن عمومی سطح پوشش مزرعه افزایش می‌یابد، گسترش برگهای جدید کم است و نقش کمی در سطح جذب نوری دارد (هودونوا^۱ ۱۹۸۱).



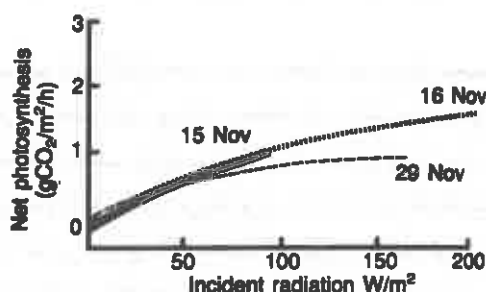
شکل ۶-۶- رابطه بین فتوستز و تشعشع خورشیدی گیاه چغندر قند در روزهای مختلف تابستان و پاییز (به نقل از گلورت، ۱۹۸۳)

گلورت دریافته که مقدار خالص فتوستز بعد از ثابت ماندن در خلال ماههای ژوئن و ژوئیه و اوائل آگوست (نیمه خرداد تا اواسط مرداد) برای ۵۰۰ وات در مترمربع در پائیز کاهش یافت و به نصف مقدار تابستان رسید. با این که حواریت نیز در این دوره کاهش یافت اما شرایط خنک‌تر علت این امر نبوده است. در فاصله اواسط ژوئن (اوائل خرداد) تا اواسط اکتبر (اوائل مهر)،

گلورت یک سری آزمایشات با درجه حرارت ثابت روز در ۲۰ درجه سانتیگراد انجام داد. میزان واکنش فتوسنتز به نور در این دوره‌ها حفظ شد همچنانکه درجه حرارت در محفظه آزمایش مشابه شرایط محیط خارج بود. منحنی واکنش نوری فتوسنتزی در ۱۵ نوامبر (۲۵ آبان) که هوا گرم بود و درجه حرارت از ۱۲ درجه سانتیگراد پایین‌تر نیامد و در روز ۱۶ نوامبر (۲۶ آبان) که روز آفتابی و سرد بود و درجه حرارت از ۵ درجه سانتیگراد بالاتر نرفت (شکل ۷-۶) مشابه بود. در تاریخ ۲۹ نوامبر (نهم آذر) که درجه حرارت و سیستم تغییرات گازی هرگز از دو درجه سانتیگراد افزایش نیافت واکنش نوری کاهش یافت. روشن است که کاهش واکنش سایه‌انداز در آخر فصل تحت کنترل داخلی است.

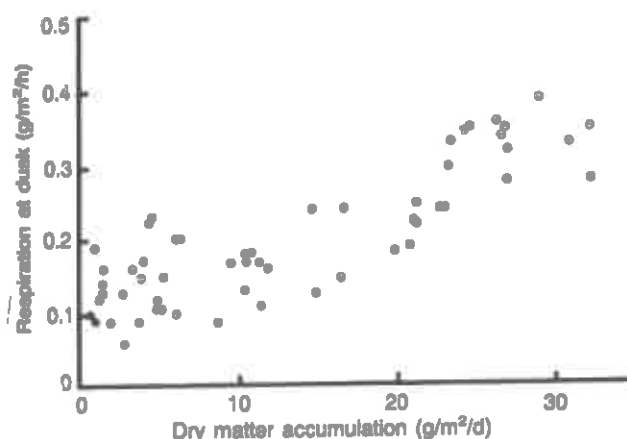
روش گلورت (۱۹۸۳) او را قادر کرد تا تنفس شبانه را از اواسط ژوئن (اواخر خرداد) تا اوائل دسامبر (اواسط آذر) تخمین بزند. متوسط کاهش ماده خشک در خلال شب حدود دو گرم/مترمربع در روز تخمین زده شد و شواهد روشنی از هیچ تغییر سیستماتیک در طی فصل رشد، با وجود افزایش مقدار تنفس توده زنده (بیوماس) و دوره طولانی‌تر تاریکی، وجود نداشت. برای جبران، شرایط خنک شد و بخش فزاینده‌ای از توده زنده (بیوماس) بصورت اندام ذخیره‌ای در ریشه که احتمالاً مقدار کمتری تنفس داشته قرار گرفت. مقدار تنفس در تاریکی به مقدار ماده خشک پرورده شده در طول روز قبل بستگی داشت (شکل ۸-۶). هر بار که تجمع ماده خشک از حدود ۱۵ گرم/مترمربع در روز تجاوز کرد میزان تنفس در دو ساعت بعد از شروع تاریکی از مقدار معمول ۰/۱۵ گرم/مترمربع در روز افزایش یافت و گاهی مقدار تنفس در شروع تاریکی دو برابر شد.

افزایش روزانه ماده خشک را می‌توان از روی اندازه‌گیری مقدار گازکربنیک جذب شده توسط زراعت در طول روز تخمین زد. گلورت (۱۹۸۳) نشان داد که این افزایش با مقدار انرژی خورشیدی دریافت شده توسط برگها در خلال همان‌روز نسبت مستقیم دارد.



شکل ۷-۶ رابطه بین فتوسنتز خالص و تشعشع در چندرقدن برای یک روز گرم و ابری (۱۵ نوامبر) - یک روز آفتابی و خنک (۱۶ نوامبر) و یک روز سرد (۲۹ نوامبر) (به نقل از گلورت، ۱۹۸۳).

(شکل ۹-۶). ۶۰ نقطه نشان داده شده در اینجا نمایانگر روزهایی در فصل رشد است و واضح است که "ضریب تبدیل" در نزدیکی عدد $1/9$ گرم برای هر مگاژول از مجموع تشعشع دریافت شده و تعجب آور اینکه، مستقل از حرارت، اندازه و سن گیاه، حفظ شده است. این ضریب در روزهای آفتابی وقتی که تشعشع برای ساعتها به سطح حداقل منحنی واکنش نوری رسید کاهش یافت (شکل ۵-۶)، و در مجموع ضریب تبدیل $1/72$ گرم/مگاژول بوده است. استنباط از شکل ۹-۶ این است که تولید توده زنده (بیوماس) در طول فصل مستقیماً به مقدار اشعه دریافت شده توسط برگ در فاصله زمان بین کاشت تا برداشت ارتباط دارد.

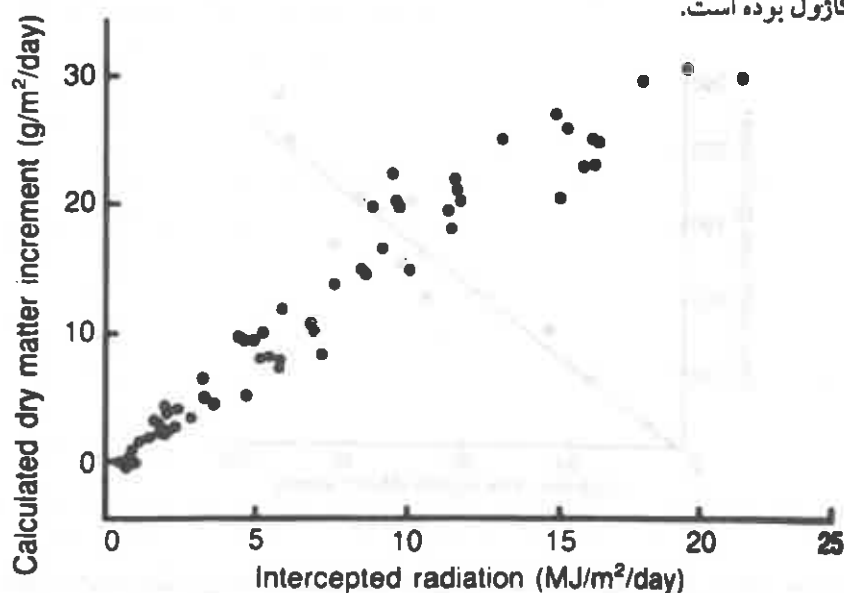


شکل ۸-۶ همبستگی میان مقدار ماده خشک تجمع یافته در زراعت چغندر قند در طول روز و میزان تنفس آن در دو ساعت بعد از شروع تاریکی (به نقل از گلورت، ۱۹۸۳)

بایستی به اعتبار تعمیم اندازه گیری های درون محفظه به شرایط محیط خارج توجه داشت. کیفیت نور به مقدار جزئی تحت تاثیر پوشش محفظه قرار داشته و با وجود کنترل کافی بر درجه حرارت، هوای داخل محفظه اغلب مرطوب تر از هوای خارج بوده است. گلورت بحرانی بودن این اختلافات را بررسی نمود. او مقدار تولید توده زنده را با در نظر گرفتن تثبیت کربن خالص بعنوان معادل کربوهیدرات، بر مبنای ۲۴ ساعت تخمین زد و کل تجمع را با اندازه گیری وزن محصول در طول فصل از طریق تجزیه رشدی قراردادی مقایسه نمود. او یک توافق قابل ملاحظه را پیدا نمود و $18/04$ تن در هکتار از اندازه گیری تبادل گازی بدست آمد و $18/3$ با تغییرات $0/48$ تن در هکتار از تجزیه رشد تخمین زد. مقدار اشتباه در اندازه گیری با تبادل گازی

مشخص نیست. از آنجا که تمامی عوامل مساوی بوده‌اند، می‌توان انتظار داشت که تخمین با اندازه‌گیری تبادل گازی از مقدار آن با تجزیه رشدی فزونی داشته باشد زیرا در حالت دوم مقدار کربن موجود در سیستم خشبی ریشه و برگهای ریخته شده قبل از برداشت در نظر گرفته نمی‌شود.

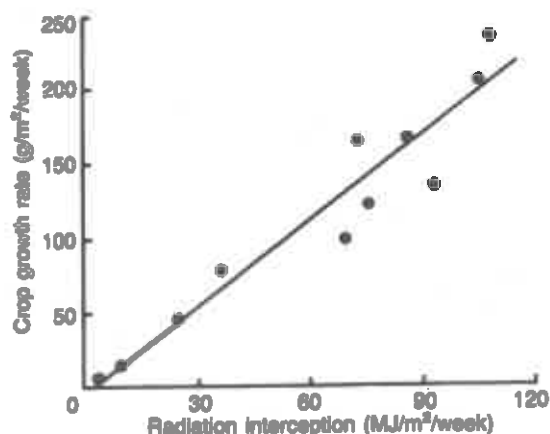
شکل ۶-۹ نشان می‌دهد که چگونه با اندازه‌گیری تبادل گاز کربنیک مقدار ماده خشک روزانه تولید شده در گیاه در ارتباط با مقدار انرژی نوری دریافت شده توسط سایه‌انداز تخمین زده شده است. لیکن رابطه مشابهی بر پایه اندازه‌گیری هفتگی وزن گیاه و اندازه‌گیری هفتگی تابش خورشیدی دریافت شده (با استفاده از بازده تلفیقی سولاریمتر^۱ها) در شکل ۱۰-۶ نشان داده شده است. برای کشت زراعت سال ۱۹۸۰ که در آن اندازه‌گیری تغییرات گاز کربنیک صورت گرفت و برای کشت سال ۱۹۸۱ که مورد تجزیه و تحلیل کامل و منظم رشدی واقع شد، از ذخیره بذر بوش مونوجی^۲ استفاده گردید. در هر دو سال زراعت به حد نیاز آبیاری شد و سعی شد عاری از ویروس زردی باشد. ضریب تبدیل انرژی خورشیدی به توده زنده بطور متوسط ۱/۹۸ گرم در هر مگاژول (۱۸۸/±) در مقایسه با تخمین از طریق تبادل گاز کربنیک که ۱/۷۲ گرم بازه هر مگاژول بوده است.



شکل ۶-۹ همبستگی بین اجزاء وزن خشک (محاسبه شده که طریق انتگرالهای جذب روزانه CO₂) و تشعشع خورشیدی دریافت شده توسط برگهای زراعت چغندر قند طی روزهای تابستان و پاییز ۱۹۸۰ (به نقل از گلورت، ۱۹۸۳).

۳-۲-۶- جذب انرژی خورشیدی و محصول

رهیافت اندازه‌گیری دریافت انرژی خورشیدی، با تلفیق اندازه‌گیری توسط سولاریمترهای لوله‌ای را می‌توان در تمام فصول توسعه داد. شکل ۱۱-۶ نشان می‌دهد که چگونه مقدار انرژی خورشیدی دریافت شده در فاصله زمانی کاشت تا برداشت با عملکردهای وزن توده زنده، ریشه و قند برای ۱۳ زراعتی که اطلاعات آن در جدول ۱-۶ ارائه شده است، ارتباط دارد. بوضوح تناسب مستقیم و پایداری بین انرژی دریافت شده و وزن توده زنده (بیوماس) موجود است که در مجموع مقدار آن حدود ۱/۶ گرم بازاء هر مگاژول بوده است. دلایل خوبی وجود دارد که چرا این مقدار از دو مقدار قبلی کمتر است. در پایان فصل برگها ریزش نمود و تمامی بیوماس برداشت نشد. در طول سال ۱۹۸۱، این افت وزن با اندازه‌گیری وزن برگهایی که بر روی یک توری که بالاتر از سطح زمین قرار داده شده بود می‌افتاد، تخمین زده شد. مقدار ضایعات حدود ۲۰۰ گرم/مترمربع بوده است، داده‌های میلفورد و همکاران (۱۹۷۸) ما را راهنمایی می‌نماید تا این ضایعات را انتظار داشته باشیم. آمار نامبرده نشان می‌دهد که در آخر فصل، ۱۲ الی ۱۵ برگ اول از بین رفته بودند.



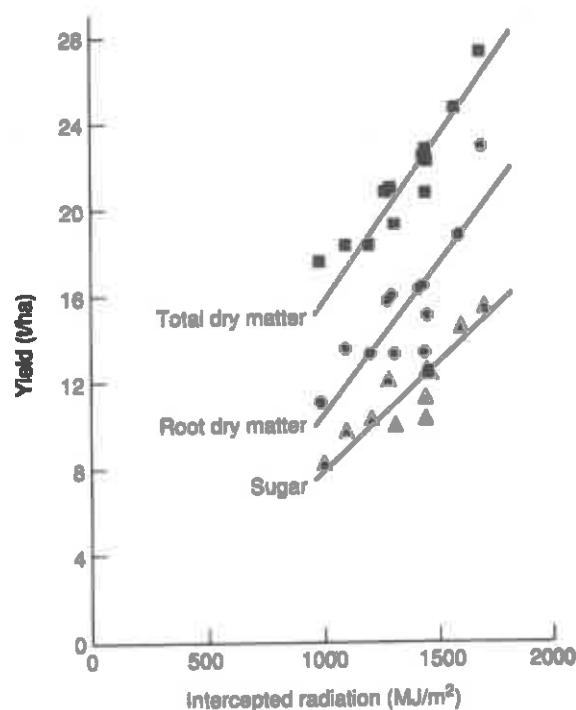
شکل ۱۰-۶. رابطه بین مقدار تشعشع خورشیدی دریافت شده توسط برگهای زراعت چغندر قند و میزان رشد آن، با استفاده از بوته‌های برداشت شده در طول تابستان و پاییز سال ۱۹۸۱.

در زمان اوج سطح برگ این برگها معادل ۲/۵ تا ۳ واحد سطح برگ (L) بود. وقتی که سطح برگ به این مقدار رسید وزن برگها حدود ۳۰۰ تا ۴۰۰ گرم/مترمربع بوده است. با منظور نمودن

وزن طوقه و موادی که به بافتهای زنده برگشته است، بنظر میرسد این مقدار قابل رقابت باشد. وقتی که ۲۰۰ گرم/مترمربع به مجموعه محصول بیوماس در شکل ۱۱-۶ اضافه گردد، ضریب تبدیل معادل ۱/۱۷ گرم/مگاژول می شود، مقداری که مشابه مقدار تخمینی تبادل گازی است. داده های محصولی سال ۱۹۷۸ و ۱۹۸۲ به خط کلی شکل ۱۱-۶ نزدیک شده است. مقدار اضافی بیوماس تولید شده در سال ۱۹۸۲ مستقیماً مربوط به مقدار انرژی دریافت شده بیشتر است. آمار محصول نتیجه مستقیم دریافت غیرمعمولی تشعشع خورشیدی بوسیله برگها در ماه ژوئن (خرداد) می باشد. رفتار این دو زراعت دقیقاً مشاهدات (واتسن^۱ ۱۹۵۶) را تایید می کند که عامل غالبی که عملکرد را کنترل می نماید وسعت انطباق منحنی رشد سطح برگ با تمایل فصلی برای دریافت تشعشع خورشیدی است. جالب است که وقتی روش تولید مطابق استاندارد باشد، رشد زراعت در مزارع مجاور در فصول متفاوت، از نظر مقدار انرژی دریافت شده توسط برگها دامنه وسیعی (۱۰۰۰ تا ۱۷۰۰ مگاژول/مترمربع) نشان می دهد که این اختلاف ۷۰۰ مگاژول/مترمربع معادل مقدار انرژی نوری دریافت شده در طول ۵ هفته اواسط تابستان در شمال غرب اروپا و یا در تمام ماه ژوئن (خرداد) در استراحتگاههای تابستانی در اسپانیا و یونان خواهد بود.

رابطه بین محصول ماده خشک ریشه در زمان برداشت و انرژی نوری دریافت شده در طول فصل رشد در شکل ۱۱-۶ نشان داده شده است. خط موازی با خط بیوماس نمایانگر وزن برگها در حدود ۵/۵ تن در هکتار بدون توجه به مقدار توده زنده (بیوماس) یا انرژی نوری دریافت شده است. بنابراین مشاهده می شود که افزایش تشعشع دریافت شده در تمام فصل باعث افزایش نسبی وزن ریشه می گردد. فاصله گیری خطوط عملکرد ریشه و قند از یکدیگر بازتابی از نسبت ثابت (۷۲-۷۰٪) قند در وزن خشک ریشه ذخیره گیاه به حساب می آید. ضریب تبدیل نور دریافت شده به قند ۰/۹۷ گرم برای هر مگاژول است. در شکل ۱۱-۶ به وضوح دیده می شود که نسبت وزن ریشه به وزن کل توده زنده (بیوماس) با افزایش دریافت تشعشع فصلی و عملکرد، روند افزایش پیدا می کند. این امر در مورد مقدار قند نیز به میزان کمتری صدق می کند.

قابل توجه است که داده های ارائه شده برای شکر و ریشه در شکل ۱۱-۶ نسبت به خط پراکنده تر از داده های وزن توده زنده می باشد. پراکندگی اضافی نشانگر تفاوتها در شاخص برداشت سالیانه - نسبت عملکرد شکر به عملکرد کل وزن توده زنده می باشد. با در نظر گرفتن عملکرد متوسط کل وزن توده زنده در زراعتهای جدول ۱-۶ (۲۱/۴ تن در هکتار) دامنه تغییرات فصلی در شاخص های برداشت (۰/۴۶ تا ۰/۵۹) نمایانگر تغییراتی در عملکرد شکر از ۹/۸ تا ۱۲/۶ تن در هکتار است. این امر چگونه ممکن است اتفاق می افتد؟



شکل ۱۱-۶- رابطه بین تشعشع خورشیدی دریافت شده بوسیله برگها در طول فصل رشد و کل ماده خشک (■) ماده خشک ریشه (●) و محصول شکر (▲). هر یک از نقاط اطلاعاتی داده‌ها نماینده محصول یک زراعت با عملیات زراعی توصیه شده از جمله آبیاری در ایستگاه برومز بارن بین سالهای ۱۹۷۸-۱۹۹۰ می‌باشد.

۴-۲-۶ شاخص برداشت

آزمایشات ارائه شده در جدول ۱-۶ نشان می‌دهد هنگامی که رقم بذریه بوش منوجی به رجینای پر محصول تغییر نموده، در شاخص برداشت یک جابجائی سیستماتیک وجود داشته است. در فصول رشد از ۱۹۷۸ تا ۱۹۸۱ (رقم بوش منوجی) متوسط شاخص برداشت ۰/۴۹۵ (دامنه‌ای بین ۰/۴۶ تا ۰/۵۳) لیکن در سالهای ۹۰-۱۹۸۲ که مربوط به رقم رجینا بوده متوسط شاخص ۰/۵۴۶ (با دامنه ۰/۵۲ تا ۰/۵۹) بوده است. در ۱۹۸۴ وقتی که این دورقم برای مراقبتهای زراعی استاندارد در یک آزمایش کشت شدند، هر دو رقم بمقدار مساوی تشعشع خورشیدی دریافت نمودند و در تبدیل آن به مواد پرورده تا آخر ژولای (اوائل مرداد) که مقدار

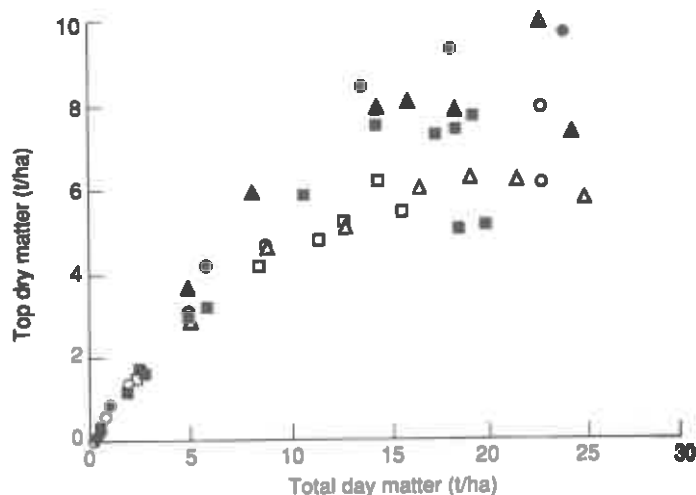
۵۰۰ مگاژول در مترمربع دریافت شده بطور مشابه عمل نمودند. از این زمان بپس بعد رقم رجینا مقدار کمتری از مواد را در برگها نگه‌داری نمود. در حالی که هردو رقم مقدار مشابهی تشعشع دریافت کردند و تولید محصول توده زنده آنها مشابه بود (۲۳/۴ تن در هکتار) لیکن رقم رجینا بعلاوه الگوی رشد اقتصادی‌تر، مقدار دو تن شکر در هکتار بیشتر تولید نمود. احتمال دارد که یکی از عوامل تمایل مجدد روزافزون به عملکرد شکر بیشتر در دهه ۱۹۸۰ در شمال غرب اروپا، این باشد که متخصصین اصلاح نباتات ارقامی را با الگوی رشد مطلوب‌تر در آخر فصل رشد اصلاح نموده‌اند. در آنروزها "بوش" به عنوان رقمی برای پوشش زود مزرعه مورد توجه واقع شده بود. الگوی رشد اقتصادی‌تر رقم رجینا در آخر فصل رشد با کند شدن سرمایه‌گذاری اولیه در رشد برگ‌های اولیه همراه نبوده است در حالی که این یکی از نامطلوب‌ترین صفات‌ها می‌توانست باشد.

علاوه بر اختلاف ناشی از رقم، اثرات فصلی روشنی نیز روی شاخص برداشت وجود داشت (جدول ۱-۶). در سالهایی که شاخص برداشت کم بوده (۱۹۷۸، ۱۹۸۱ و ۱۹۸۶)، افزایش وزن برگ بعد از اوائل آگوست (اواسط مرداد) ادامه یافته است. در سایر سالها وزن برگ به حدود ۶ تن در هکتار در آن زمان رسیده و سپس به تدریج کاهش یافته تا به حدود ۵/۵ تن در هکتار رسیده است. یک عامل مشخص که الگوی رشد برگ را توصیف می‌نماید در دسترس بودن ازت می‌باشد. ادامه جذب ازت رشد برگ‌هایی را که دیر ظاهر می‌گردند افزایش میدهد (هوبا^۱ ۱۹۷۳) و دوره رشد ترجیحاً "سبزینه‌ای گیاه را طولانی می‌نماید.

آرمسترانگ^۲ و همکاران (۱۹۸۶) نشان دادند که در بسیاری از سالها جذب ازت توسط گیاه در اواسط ماه اوت (اواخر مرداد) زمانی که مقدار وزن برگ به حداکثر خود میرسد قطع می‌شده است. گرچه میل‌فورد^۳ و همکاران (۱۹۸۸) پیشنهاد نمودند که در سایر مواقع ممکن است ازت بطور مداوم در دسترس قرار گیرد و سبب افزایش رشد برگها گردد و با عدم امتیاز برای محصول ریشه همراه باشد.

وقتی زراعت چغندر قند در خاکهای معدنی با مقدار کم ازت با زراعتی در خاکهای آلی و یا خاکهای معدنی که به آن کود حیوانی داده شده است و در آنها بمقدار کافی ازت وجود داشته و آزاد می‌گردد مقایسه شده‌اند تاییدهایی براین الگو دیده شده است. شکل ۱۲-۶ تغییرات ماده خشک برگها را طی افزایش وزن در دوره رشد از سال ۱۹۸۷ تا ۱۹۸۹، در ارتباط با کل ماده خشک، برای زراعت‌های رقم رجینا در خاکهای معدنی برونز باران در مقایسه با مناطق پرازت نشان می‌دهد. اوائل، وقتی که وزن گیاه کم است، ماده خشک معمولاً در همه سالها و در همه مناطق بطور مشابه تسهیم شده است. متعاقباً زراعت‌های اراضی حاصلخیز سهم بیشتری از کل

وزن توده زنده خود را به رشد برگها اختصاص دادند و نتیجتاً عملکرد ریشه و قند دچار نقصان گردید.



شکل ۱۲-۶. تغییرات عملکرد ماده خشک برگها با کل ماده خشک چغندر قند که در زراعت خاکهای شنی لومی برونز بارن در سالهای ۱۹۷۸ (□)، ۱۹۸۸ (○) و ۱۹۸۹ (Δ) مقایسه با زراعت در خاکهای بامواد آلی ۱۹۸۷ (■) و خاکهای ماسه‌ای که کود حیوانی زیاد داده شده سال ۱۹۸۸ (●) و سال ۱۹۸۹ (▲).

۵-۲-۶ - استفاده از آب و عملکرد

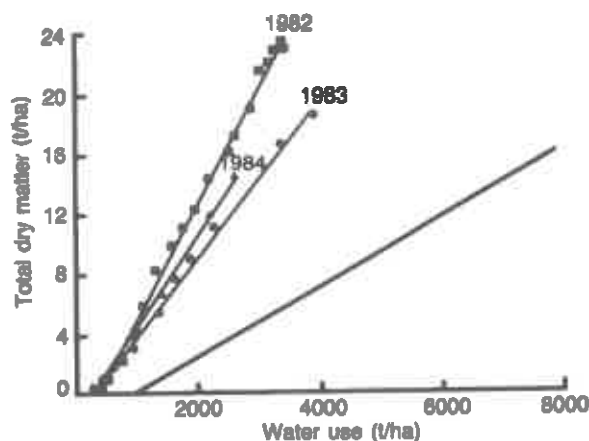
لازم است توجه داده شود که عملکردهای ارائه شده در شکل ۱۱-۶ و جدول ۱-۶ از زراعتی بدست آمده که در حد نیاز آبیاری شده است. افزایش ظرفیت در سالهایی مانند ۱۹۸۲ و ۱۹۸۹ هنگامی که پوشش سطح برگ زود کامل گردید، تنها در صورتی قابل اجرا بود که زراعت می‌توانست در دوره رشد از حد معمول و متعارف آب بیشتری دریافت نماید. در شرق انگلستان که بارندگی کافی نیست جهت تکمیل میزان آب بارندگی و ذخیره خاک، به آبیاری نیاز است. هیچ رابطه ساده‌ای بین بارندگی در فصل رشد و عملکرد بدون آبیاری وجود ندارد. سالهای خیلی مرطوب غالباً سالهای ابری هستند که ظرفیت تولید پائین دارند که نمونه آن سال ۱۹۷۸ است. برعکس در سالهای آفتابی اغلب خشک هستند و آنها هم میتوانند کم محصول باشند. در سال

۱۹۸۹ عملکرد کرت‌های آبیاری نشده تنها ۱۱/۴ تن در هکتار بود این مقدار ۳/۱ تن در هکتار کمتر از محصول کرت‌های آبیاری شده بود.

همانگونه که رابطه مستقیمی بین میزان رشد و تشعشع دریافت شده وجود دارد. یک رابطه مشابه نیز بین میزان رشد و مقدار آب مصرفی موجود است. این رابطه بخاطر این است که ظرفیت فتوسنتز و در نتیجه تولید ماده خشک و ظرفیت ترق هردو بوسیله مقدار تشعشع خورشیدی دریافت شده بوسیله سایه‌انداز تنظیم میگردد. بعلاوه طریقی که گیاه این ظرفیت را به کار می‌گیرد، با انتقال دی‌اکسید کربن به داخل و انتقال بخار آب به خارج از برگها، که هردو توسط روزنه‌ها و مقاومت لایه‌های نگه‌دارنده تنظیم میگردند در مرتبط است.

شیب غلظت دی‌اکسید کربن در روزنه‌ها، در طول روز نسبتاً ثابت است لیکن شیب ظرفیت بخار آب بمقدار زیادی بستگی به خشکی هوا دارد. بنابراین بایستی انتظار داشت که از نظر تولید کل توده زنده در مناطق معتدل مقدار کمتری آب نسبت به مناطق خشک مصرف شود. در سالهای اخیر در برومز بارن نسبت ماده خشک به آب مصرفی بین ۵ تا ۷ گرم بر کیلوگرم متغیر بوده است. برعکس، در کالیفرنیا نسبت بدست آمده توسط (گاریانی^۱ ۱۹۸۱) کمتر بوده و ۲/۳ گرم در کیلوگرم تعیین شده است. (شکل ۱۳-۶) اسکوایر^۲ (۱۹۹۰) با سورگوم دانه‌ای و بادام زمینی نشان داد که چنین اختلافهایی در کارایی آب مصرفی در محیطهای مختلف می‌تواند مستقیماً ناشی از کاهش حد اشباع هوا باشد. هنگامی که میزان ماده خشک بازاء هر واحد آب مصرفی برای خشکی "تصحیح" شود، کارایی آب مصرف شده ثابت خواهد ماند. (مونتیث^۳ ۱۹۸۶) در سالهای ۱۹۷۶ و ۱۹۷۹ در «روتامستد»^۴ انگلستان تجربه مشابهی روی رشد جو بدست آورد. سال ۱۹۷۶ براساس آمار خشک‌ترین و گرم‌ترین سالها و کارایی آب مصرفی بطور قابل ملاحظه‌ای پائین تر بود. با این وجود وقتی که عملکرد ماده خشک تیمارهای آبیاری شده در مقابل کل تبخیر آنها، بر حد کاهش اشباع متوسط هوا تقسیم شد و برای تیمارها قرارداده شد، نقاط هر کدام از سالها روی یک خط مشترک قرار گرفت.

در اقلیمهای معتدل، زراعت چغندر قند روزهای آفتابی خیلی کم به خود می‌بیند بنابراین سایه‌انداز آن برای مدت طولانی در حد اشباع نوری قرار نمی‌گیرد. از این رو مقدار کل توده زنده تولید شده ارتباط نزدیکی با مقدار تشعشع دریافت شده دارد. در نقاط نزدیک تر به استوا، تشعشع خیلی شدیدتر است بنابراین سایه‌انداز می‌تواند از نظر نوری اشباع شود، مخصوصاً در اقلیم معتدل که مقدار ابر کم است. در آنجا، رابطه بین رشد گیاه و مقدار تشعشع دریافت شده تا این حد صدق نمی‌کند. در مناطق خشک نظیر یونان و کالیفرنیا کنترل عملکرد از طریق مقدار آب در دسترس و خشکی هوا امکان پذیر است.



شکل ۶-۱۳- رابطه بین افزایش ماده خشک و مقدار آب تبخیر شده توسط شاخ و برگ گیاه در بroom بارن در سال ۱۹۸۲ (■)، ۱۹۸۳ (●) و ۱۹۸۴ (▲) در مقایسه با مقدار اندازه گیری شده در زراعت های آبیاری شده چغندر قند در کالیفرنیا در سال ۱۹۸۰ توسط کاریونی (۱۹۸۱). ر. ک. شکل ۸-۶

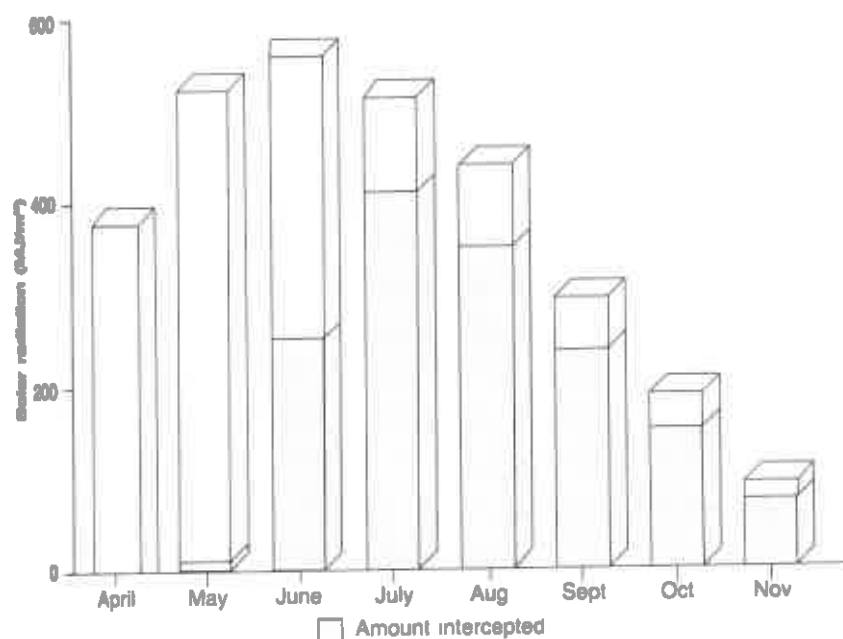
۶-۲-۶ تشریح فصول کشت

ارتباط مستقیم بین عملکرد وزن توده زنده و مقدار تشعشع جذب شده بوسیله سطح برگها در خلال دوره رشد (جدول ۶-۱ و شکل ۶-۱۱) بر روی اهمیت جذب خورشیدی متمرکز شده است. شکل ۶-۱۴ متوسط جذب انرژی خورشیدی ماهیانه را در شرق انگلستان نشان میدهد. ماههای می، جون و جولای (اردیبهشت، خرداد و تیر) بمقدار مشابه، حداکثر تابش خورشیدی را دارند و در هر سال هریک از این سه ماه می تواند آفتابی ترین یا ابری ترین باشد. مقدار اشعه تابیده شده در ماه آوریل (فروردین) مشابه ماه آگوست (مرداد) است و آفتابی ترین ماه سپتامبر (شهریور) بزمخت به ابری ترین ماه آگوست میرسد. یک نسبت کاهش تدریجی در دریافت اشعه از ماه جولای (تیر) تا نوامبر (آبان)، بترتیب ۵:۴:۳:۲:۱ وجود دارد. مشخصه جالب توجه در شکل ۶-۱۴ آن است که چغندر قند تقریباً از تشعشعات خورشیدی در ماه آوریل و مه (فروردین و اردیبهشت) استفاده نمی کند و در ماه ژوئن (خرداد- تیر) تنها از نیمی از این تابش بهره می گیرد. از ماه جولای به بعد گیاه ۸۵٪ از اشعه تابیده شده را استفاده می نماید. طی ۲۵ سال گذشته، مقدار اشعه جذب شده ماهیانه بدون گرایش زمانی خاصی در دوره رشد با اختلاف ۲۰٪+ از سالی به سال دیگر بوده است. وقتی که اشعه تابیده شده از ماه ژوئن (خرداد) تا نوامبر (آبانماه) (ماههای اصلی تعیین کننده تغییرات عملکرد چغندر قند) جمع گردند، متوسط ۲۰۸۵ مگاژول در مترمربع و یا تغییرات ۱۲٪± بوده است، یعنی در مقایسه با ماههای انفرادی

کاهش یافت. جاثیکه مقدار اشعه تابیده شده متغیر اصلی بوده است، بایستی عملکردهای قابل انتظار بین سالهای ۱۹۷۹ تا ۱۹۹۰ در محدوده‌ای از ۱۹۵۴ تا ۲۲۶۷ مگاژول در مترمربع و یا ۵/۲ تن در هکتار بازاء هر ۱/۷ در مگاژول باشد. تغییرات کل عملکرد ماده خشک در جدول ۱-۶ خیلی بیشتر از این ارائه شده است (۱۷/۷ تا ۲۷/۳ تن در هکتار). محاسبات فوق این فرضیه را بیان می‌کند که یک بخش ثابت از اشعه تابیده شده از ماههای ژوئن (خرداد) تا نوامبر (آبان) دریافت می‌گردد. درحالی که این امر از ماه جولای (تیر) بعد واقع می‌شود، تغییرات قابل توجهی در میزان دریافت نور در ماه ژوئن (خرداد) وجود دارد. این مطلب بخوبی در سالهای ۱۹۷۸ تا ۱۹۸۲ دیده می‌شود که قبلاً به آن توجه شده است. در سال ۱۹۷۸ زراعت تنها ۱۳٪ از ۵۲۷ مگاژول در مترمربع اشعه دریافتی در ماه را جذب نموده، در حالی که در زراعت ۱۹۸۲ جذب نور در این ماه ۶۳٪ مقدار ۴۸۷ مگاژول در مترمربع بوده است. مقدار برگ (L) زراعت سال ۱۹۸۲ در اواسط ماه ژوئن (اواخر خرداد) حدود ۳ بوده در حالی که شاخص برگ در پایان همین ماه در زراعت سال ۱۹۷۸ حدود ۱/۵ بوده است.

جدول ۲-۶ مقایسه‌ای از مقدار اشعه تابیده شده و جذب شده از ماه خرداد تا آبان ماه را در دو سال زراعی با بالاترین و کمترین عملکرد نشان می‌دهد. گرچه مقدار اشعه دریافت شده در سال پرمحصول یک مقدار جزئی بیشتر است، اما این مقدار جذب شده بود که به نسبت تقریبی ۱/۶:۱ تفاوت داشته است، سهم جذب شده از نور از ۸۴٪ تا ۵۰٪ متغیر بوده است. زراعت پرمحصول بیش از ۸۰٪ اشعه تابیده شده را در همان اواسط ماه ژوئن (اواخر خرداد) جذب نموده است، زراعت‌های کم محصول تا اواسط ژوئیه (اواخر تیر) به این مرحله نرسیده‌اند. ظرفیت رشد در دو ماه ژوئن و ژوئیه (۱۰۷۱ مگاژول در مترمربع) برابر مقدار جذب شده در چهارماه آگوست تا نوامبر (مرداد تا آبان ماه) می‌باشد (۱۰۱۵ مگاژول در مترمربع)، بنابراین وسعت پوشش مزرعه در تعیین سطحی که نصف ظرفیت تولید ظاهر گردد حیاتی است.

چه چیز باعث پوشش برگی زودتر مزرعه در سال ۱۹۸۲ و ۱۹۸۹ شده است؟ شرایط مناسب خاک در این دو سال اجازه داد تا زراعت زودتر و بترتیب در تاریخهای ۲۵ و ۳۰ مارس (پنجم و دهم فروردین) کشت گردند، در حالیکه در دو سال ۱۹۷۸ و ۱۹۸۰، خاک به کندی خشک شده و زراعت‌ها بترتیب در تاریخ ۹ آوریل و ۲۴ آوریل (۱۹ فروردین و ۴ اردیبهشت) کشت شده بود. (دی^۱ ۱۹۸۶) رشد سه زراعت را مورد تجزیه و تحلیل قرار داد و مشخص نمود که رشد زودتر مستقیماً در ارتباط با مقدار اشعه جذب شده است. پوشش برگی زودتر در سال ۱۹۸۲، استثنائاً بواسطه تسریع در رشد برگها در اثر درجه حرارت بالاتر در ماههای می و ژوئن (نیمه اردیبهشت-نیمه تیرماه) بوده و درجه حرارت در دو هفته آخر ماه می و دو هفته اول ماه ژوئن (از ۲۵ اردیبهشت تا ۲۵ خرداد)، ۴ درجه سانتیگراد گرمتر از معمول بوده است.



شکل ۱۴-۶- مقدار مشخص اشعه تابیده و اشعه جذب شده بوسیله زراعت چغندر در طول فصل رشد در شرق انگلستان

الگوی رشد در زراعت سال ۱۹۸۹ نیز مشابه سال پرمحصول ۱۹۸۲ بود. زراعت‌ها شروع عالی مشابهی داشت (بترتیب ۲۲٪ و ۲۵٪ جذب در اول ماه ژوئن) لیکن در سال ۱۹۸۹ وسعت سایه‌انداز در باقی ماه کندتر شد. در وسط تابستان سال ۱۹۸۹ درصد جذب حدود ۵۲٪ لیکن برای سال ۱۹۸۲ حدود ۸۵٪ بود. بنظر می‌رسد که هوای خشک ماه ژوئن (خوداد)، کسری فشار بخار ۴/۵ mb باعث بروز میزان زیاد تبخیر و محدودیت توسعه برگ شده است. برعکس، در ماه ژوئن سال ۱۹۸۲ هوا مرطوب و کسری فشار بخار آب فقط ۲/۷ mb بوده است و در نتیجه توسعه برگ سریعتر صورت گرفته است. تاکنون تجزیه و تحلیل کاملی برای بررسی اثر نیازهای تبخیری و اثرات خشکی بر روی توسعه برگ صورت نگرفته است.

جدول ۶-۲- مقدار اشعه تابیده شده، جذب شده، مقدار کل توده زنده و شکر تولیدی در دو سال کم محصول و دو سال پرمحصول در برومز بارن انگلستان از ۱۹۷۸ تا ۱۹۹۰

سال	مقدار اشعه (مگاژول به متر مربع)		مقدار محصول (تن در هکتار)		
	تابیده شده الف	جذب شده ب	نسبت ب به الف	بیوماس	شکر
۱۹۷۸	۱۹۵۳	۹۷۸	۵۰	۱۷/۷	۸/۰۶
۱۹۸۰	۱۹۷۸	۱۰۸۷	۵۵	۱۸/۳	۹/۷۳
۱۹۸۲	۲۰۱۲	۱۶۸۴	۸۴	۲۷/۳	۱۵/۳۵
۱۹۸۹	۲۲۶۷	۱۵۸۰	۷۰	۲۴/۷	۱۴/۵۱

جدول ۳-۶- مقدار متوسط درجه حرارت ماهیانه و اشعه خورشیدی در برومبارن از سالهای ۱۹۷۸، ۱۹۸۰، ۱۹۸۲ و ۱۹۸۹

سال	درجه حرارت سانتیگراد				تابش خورشیدی (مگا ژول در متر مربع)			
	آوریل	می	ژوئن	جولای	آوریل	می	ژوئن	جولای
	(فروردین الی تیر)				(فروردین الی تیر)			
۱۹۷۸	۶/۳	۱۱/۰	۱۳/۰	۱۴/۸	۹/۰	۱۴/۷	۱۴/۶	۱۱/۶
۱۹۸۰	۸/۵	۱۰/۷	۱۴/۵	۱۴/۸	۱۳/۴	۱۹/۰	۱۸/۵	۱۴/۲
۱۹۸۲	۸/۴	۱۱/۹	۱۵/۷	۱۶/۷	۱۳/۴	۱۸/۹	۱۶/۳	۱۶/۳
۱۹۸۹	۶/۴	۱۳/۲	۱۴/۷	۱۸/۴	۱۰/۷	۲۱/۱	۲۰/۱	۱۸/۹
متوسط ۹۰-۱۹۶۵	۷/۷	۱۱/۲	۱۴/۳	۱۶/۳	۱۲/۶	۱۶/۸	۱۸/۶	۱۶/۵

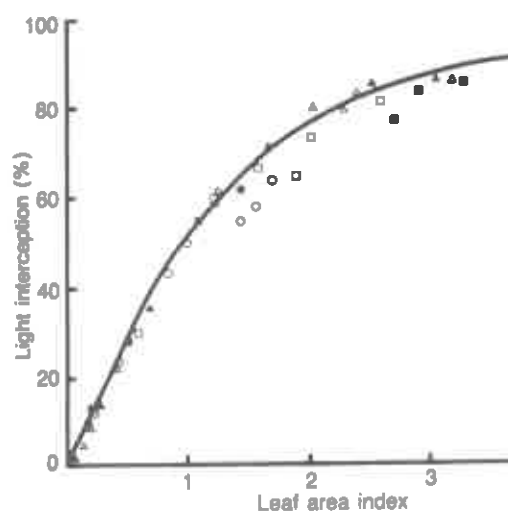
در سالهای جدول ۱-۶ که در جداول ۲-۶ و ۳-۶ نیامده است، سال ۱۹۸۶ را می توان دارای یک الگوی اقلیمی دانست که نزدیک ترین شباهت به متوسط تمامی سالها دارد و مقدار اشعه جذب شده و محصول تولیدی آن به متوسط این سالها نزدیک است. شرایط خاک در اوائل ۱۹۸۸ و ۱۹۹۰ اجازه کاشت زود و رشد سریع گیاهچه ها را داد به طوری که در ۲۱ ماه ژوئن (اول تیرماه) پوشش برگی ۶۱٪ برای سال ۱۹۸۸ و ۷۲٪ برای سال ۱۹۹۰ بوده است. با این وجود، تابستان ۱۹۸۸ هوا ابری و تیره بود و انتظار اول فصل حاصل نگردید و در تابستان ۱۹۹۰ زراعت آلوده به ویروس زرد شد. سایر سالها معمولاً با شروع کندتر همراه بود که کاشت بذر یا بدلیل بارندگی به تاخیر افتاد و یا دمای هوا در ماههای فروردین، اردیبهشت و خرداد در حد متوسط و یا سردتر از حد معمول بود. هیچ یک از زراعت هایی که با شروع کندتر همراه بود محصولی بهتر از متوسط، تولید نکردند که تاییدی بر اهمیت برخورداری از روزهای روشن و طولانی در ماههای ژوئن و جولای (خرداد و تیر) می باشد. به نظر می رسد که کاهش سریع ظرفیت تولید از ماه آگوست (مرداد) به بعد فرصتهای زیادی برای جبران رشد اولیه کند را فراهم آورد.

۳-۶- تجزیه و تحلیل عوامل زراعی از نظر فیزیولوژیکی

۱-۳-۶- آروزیبایی جذب نور

براساس مطالب فوق الذکر، روشن است که هدف اصلی کشاورزی استفاده از حداکثر تابش خورشیدی است. برای انجام این عمل، متخصصین علوم کشاورزی نیاز به راهی سریع و

مستقیم دارند تا اشعه جذب شده بوسیله گیاه در طول دوره زندگی را ارزشیابی نمایند. این کار میتواند بطور غیرمستقیم و بر پایه منحنی همبستگی شاخص سطح برگ صورت گیرد (شکل ۱۵-۶). وقتی که سایه انداز کامل است، دمبرگ بسیاری برگها بصورت عمودی است لیکن پهنکها معمولاً "بطرف زمین خم می شود و در نتیجه بیشتر سطح برگها افقی است. در نتیجه ۸۵ تا ۹۵٪ از نور غیرمستقیم بوسیله شاخص برگ (L) ۳ یا ۴ جذب می گردد که خیلی کمتر از مقداری است که برای غلات مورد نیاز است. یک راه ساده تر و در برخی مواقع مفیدتر، ارزشیابی پوشش برگ است. این کار مستقیماً و بصورت خطی با مقدار اشعه جذب شده همبستگی دارد (استیون^۱ و همکاران ۱۹۸۶).



شکل ۱۵-۶- رابطه بین درصد اشعه خورشیدی جذب شده بوسیله زراعت های چغندر قند و شاخص های برگ آنها. زراعت ها در تراکم تقریبی ۷۵۰۰۰ بوته در هکتار و به فاصله خطوط ۵۰ سانتیمتر از هم کشت شده است، زراعت زود (▲) و یا دیر (Δ) در سال ۱۹۷۸. در زراعت سال ۱۹۷۹ آبیاری اعمال شد و کود ازت داده (■)، یا کود داده نشده (○) و یا کود داده شده و آبیاری نگردیده است (□). منحنی از معادله شیز^۲ $IL/I_0 = [S + (1-S)e^{-L}]$ محاسبه شده است که در آن $L = ۰.۲۵$ فرض شده و $S = ۰.۳۶$ محاسبه شده است.

۲-۳-۲ تاریخ کاشت

از آنچه گذشت بوضوح نتیجه می گیریم تاخیر در کاشت ظرفیت تولید را کاهش میدهد. اسکات و همکاران (۱۹۷۳) نشان دادند که عملکرد زراعت هایی که در تاریخهای مختلف کاشت

شده‌اند مستقیماً با مقدار اشعه جذب شده بوسیله برگهای گیاه در مدت زمان کاشت تا برداشت ارتباط دارد. چه چیز محدودیتهای کاشت زود را معین می‌کند؟

اولین محدودیت کم بودن درجه حرارت برای جوانه‌زدن بذر است و این مقدار ۳ درجه سانتیگراد است. دلیلی برای کاشت در ماه فوریه (بهمن) در انگلستان وجود ندارد، زیرا متوسط درجه حرارت خاک معمولاً نزدیک به ۳ درجه سانتیگراد است (گامرسون^۱ ۱۹۸۶) فقط در ماه مارس (اسفند) می‌باشد که درجه حرارت هوا به ۵ تا ۶ درجه سانتیگراد میرسد و زمان مناسب برای کاشت بذر فرا می‌رسد.

دومین عامل محدودکننده به ساقه روی چغندر قند است. گیاهان چغندر قند اگر در معرض شرایط درجه حرارت کم و دمای بهاره شدن و روزهای طولانی قرار گیرند به مرحله زایشی می‌روند و از نظر تولید شکر کارایی خود را از دست می‌دهند. دامنه درجه حرارت بحرانی برای بهاره شدن حدود ۳ تا ۱۲ درجه سانتیگراد می‌باشد (استوت^۲ ۱۹۴۶ و اسمیت^۳ ۱۹۸۳). لیکن در درجات بالاتر این دامنه، بهاره شدن به کندی صورت می‌گیرد. بهاره شدن ممکن است از بوته‌های بذری شروع گردد (لکساندر^۴ ۱۹۶۹) و امکان آن تا زمان جذب آب بوسیله بذر بعد از کاشت ادامه یابد، یعنی برای بهاره شدن نیازی به یک مرحله جوانی نیست. ارقام جدید مقاوم به ساقه‌روی اگر بمدت کمتر از ۴۰ روز در معرض هوای خنک پائینتر از ۱۲ درجه سانتیگراد قرار گیرند کمتر از ۱٪ بوته بساقه رفته تولید می‌کنند. (جاگارد^۵ و همکاران ۱۹۸۳). این مدت زمان تعیین کننده یکی از محدودیتهای برای انتخاب زمان کاشت بذر چغندر قند در مناطق تولید چغندر قند انگلستان است که در آنها بطور متوسط در ماه می (نیمه اردیبهشت - نیمه خرداد) پنج روز، در ماه آوریل (نیمه فروردین - نیمه اردیبهشت) ۱۵ روز و در ماه مارس تقریباً تمامی سی روز هوا خنک می‌باشد. بنابراین بر پایه متوسط، زودترین زمان مجاز برای کاشت ۱۱ مارس (۲۰ اسفند) می‌باشد. با وجود این برای داشتن تعداد مناسبی بوته بساقه رفته برای سالهای دیگر این یک استراتژی غیر قابل قبول است. کاشت بذر در بیستم ماه مارس (۲۹ اسفند) خطر بساقه رفتن را یک بار در ده سال میرساند و این یک انتخاب قابل قبول است. این تاریخ با بهترین زمان برای دستیابی به یک سایه‌انداز پیوسته مطابقت دارد. اگر بذر زودتر از این موقع در زمین قرار گیرد، درجه حرارت فقط کمی بالاتر از آستانه است و جوانه‌زنی بذر به آهستگی پیش می‌رود و بذور جوانه زده و گیاهچه‌ها در زیر خاک مورد حمله آفات و بیماریها خاکزی قرار می‌گیرد. لذا خطر بزرگی برای استقرار مزرعه و پوشش کامل آن می‌باشد.

بتدریج که شرایط رشد مناسب‌تر می‌گردد، اثر روزهای رشد از دست رفته مشهودتر است. (جاگارد و همکاران ۱۹۸۳) نشان دادند که تاخیر در کاشت اواخر ماه مارس با افت کم رشد همراه

است و (هال و وب^۱ ۱۹۷۰) نشان دادند که زیان وارده به عملکرد با تاخیر کشت افزایش می‌یابد که تا اواسط ماه می (اواخر اردیبهشت) به ۰/۶٪ به‌ازاء هر روز تاخیر می‌رسد. با وجود این بایستی شرایط خاک را نیز مورد توجه قرار داد. در ماه مارس (اسفند) خاک اغلب مرطوب و چسبنده است و برای انجام کاشت تا بیستم مارس خطر کوبیده شدن و چسبندگی خاک و کلوخ شدن بستر بذر وجود دارد. جاگارد (۱۹۷۷) نشان داد که کوبیدگی ناشی از حرکت چرخهای تراکتور در خاکهای مرطوب رشد اولیه را کند می‌کند. کلید موفقیت این است به محض آماده شدن زمین کاشت بسرعت صورت گیرد. روشهای جاری زراعت چغندر قند به طوری طراحی شده که تعداد عملیات زراعی، فشردگی خاک را کاهش خواهد داد. بجز ازت، سایر کودها قبل از کاشت به زمین داده می‌شود و توجه بر این است که سطح شخم شده حتی‌الامکان یکنواخت باشد. حال این کار چه بوسیله شخم سریع و چه بوسیله فاروهای پرسی انجام گیرد. در خاکهای شنی این امکان وجود دارد که بذر در سطح شخم کاشته شود، لیکن در خاکهای سنگین این امکان هست تا در یک عملیات با استفاده از وسایل سبک، بستر بذر را آماده نمود و کشت کرد. این توسعه‌ها سبب تکمیل زمان کاشت و کمک به تولید بیشتر است.

زمانی که شرایط از بیستم ماه مارس (اول فروردین) مساعد گردید، عملیات کاشت بذر باید بسرعت انجام و کامل گردد. تاخیر تا اواخر ماه آوریل (اوایل اردیبهشت) و بعد از آن، خطر خشک شدن خاک را چه در حین تهیه بستر بذر و چه در زمانی که بذر در حال جوانه زدن است افزایش می‌دهد گامرسون (۱۹۸۶) نشان داد که میزان جوانه‌زنی بذر از نظر کمیت نه تنها به درجه حرارت بلکه به پتانسیل آبی بذر نیز بستگی کامل دارد. هرچه پتانسیل آبی کاهش یابد میزان جوانه‌زنی کندتر می‌شود. در این شرایط است که خسارت آفات و بیماریها افزوده شده و منجر به تراکم بوته کم و کاهش کارایی استفاده از نور خورشید می‌شود.

نشاء کردن گیاهچه‌ها در مزرعه در زمان کاشت بذر، رشد برگی را جلو می‌اندازد و موجب افزایش جذب اشعه و بهبود کیفیت محصول می‌گردد. (اسکات و برمنر^۲ ۱۹۶۶). اگرچه این روش گران است لیکن در ژاپن که کارگر فراوان و کشت و کار فامیلی است در سطح وسیع استفاده شده و روشی مناسب و مؤثر بوده است. برای سالها راههای دیگری نظیر تیمار کردن بذر که منافعی در بردارد مورد تحقیق قرار گرفته است. هدف قادر نمودن بذر به سبز شدن کامل و یا پیش جوانه‌زنی بذر قبل از کاشت می‌باشد. در سطح آزمایشی، این امکان وجود دارد تا بذرهایی جوانه‌زده یک سانتی متر ریشه بدست آورند سپس آنها را در حال معلق در یک ماده سیال کشت نمود. مشکلات جابجائی جوانه‌های بذری برای تنظیم دقیق فاصله بوته و نگهداری بذرها در سرما بدون بهاره شدن آنها، در کاربرد تجارتي برای چغندر قند کار بس بزرگی است، گرچه در

تولید بعضی سبزیجات معمول است (گری^۱ ۱۹۸۴).

پیش تیمار بذرها تا مرحله اولیه جوانه زدن و یا زودرس کردن آن مؤثرتر است. ثابت شده است که می توان بذرها را تا رسیدن به نقطه جوانه زدن خیس نمود، مجدداً خشک کرد، پوشش داد (پلت) و برای مدت طولانی نگهداری نمود. دوران و همکاران (۱۹۸۳) نشان دادند که با پیشرفته کردن بذرها نیمه خیس در دمای ۱۵ درجه سانتیگراد، این بذرها پنج روز زودتر سبز می شوند که بالقوه می تواند موجب افزایش عملکرد شکر باشد. اما پیش تیمار کردن بذر تنها در صورتی مؤثر خواهد بود که شروع زودتر کشت مطمئن باشد. با کشف امکان دورنالیزه کردن بذر با قرار دادن بذرهاى تقریباً "خیسانده در شرایط گرم (بیش از ۲۰ درجه سانتیگراد) وضعیت تغییر کرد.

(دوران و جاگارد ۱۹۸۸). دوران کشف نمود که کاشت بذر پیشرفته و دورنالیزه در اوایل مارس تقریباً اطمینان بخش است (یعنی کمتر از ۱٪ بوته ساقه رفته و بیش از ۷۰٪ استقرار بوته). علی رغم شرایط خنک، جوانه بذری تا ۱۴ روز زودتر از بذر تیمار نشده سبز می شوند و در نتیجه کمتر به آفات و بیماریها حساس خواهند بود. عملکرد شکر در مقایسه با بذر تیمار نشده و کشت در زمان معمولی، به مقدار متوسط ۰/۳۵ تن در هکتار به ازاء هر روز که کشت زودتر آغاز شده افزایش می یابد. برای رسیدن به این منظور، دوران رابطه زمان رطوبت گرمایی/جوانه زنی بذر که توسط گامرسن (۱۹۸۶) فرموله شده به کار برد. دورنالیزاسیون موقعی صورت می گیرد که بذرهاى نیمه خیس برای مدت طولانی در معرض گرما قرار گیرد. در بسیاری از مواقع با اجرای این عمل بذر شروع به جوانه زدن می کند لیکن گامرسون دریافت که بذور دارای یک پتانسیل آبی پایه داشت که در مقدار کمتر از آن جوانه زنی متوقف شد، بذر در این مرحله هنوز قدرت واکنش به مکانیزم دورنالیزاسیون در گرما را دارد. بسیار مفید و جای تعجب است که فرآیند جوانه زنی بذر متوقف شده است در حالی که دورنالیزاسیون همچنان ادامه دارد.

سابقه انتخاب تاریخ کاشت بذر در مناطق ساحلی اروپای شمالی، با مناطق قاره ای و مدیترانه ای به چه گونه تفاوت دارد؟ برخلاف وضعیت انگلستان که دما از اواسط بهمن (فوریه) تا اواسط اردیبهشت (مه) به طور آهسته و نامنظم افزایش می یابد، در مناطق بری، به عنوان مثال کیف در اوکراین و فارگو در داکوتای شمالی، روند افزایش دما از شرایط زیر صفر که تا مارس (اسفند) باقی است با یک تغییر کلی در ماه مه (نیمه اردیبهشت) به حداکثر ۲۰ درجه سانتیگراد و حداقل ۸-۶ درجه سانتیگراد می رسد. کاشت بذر تا آب شدن کامل یخها امکان پذیر نیست و پس از آن فقط یک دوره کوتاه انتقالی وجود دارد که طی آن احتمال دارد جوانه های بذر چغندر قند در معرض دمای ورنالیزاسیون یعنی در حدود ۱۲-۳ درجه سانتیگراد قرار گیرند. از

این رو، مقاومت به ساقه‌روی یکی از اهداف دارای اولویت در برنامه‌های بهنژادی این مناطق است. از سوی دیگر، در داکوتای شمالی، مقاومت به آسیب مستقیم یخبندان حائز اهمیت است، زیرا غالباً دمای شب در اواخر آوریل (فروردین) تا ۱۰- درجه سانتیگراد و در مه (اردیبهشت) تا ۳- درجه سانتیگراد کاهش می‌یابد. از این جهت تصمیم‌گیری برای تعیین تاریخ کاشت بذر بر مبنای موازنه‌ای میان خطر: ۱) مواجه شدن جوانه‌ها با صدمه سرمای شب هنگام در صورت کشت زود ۲) قرار گرفتن بذور در خاکی که به سرعت خشک می‌شود و امکان بازماندن از جوانه‌زنی و یا عدم استقرار خوب گیاهان وجود دارد، صورت گرفته است.

در برخی از نقاط مدیترانه‌ای، به ویژه در آندالوس جنوب غربی اسپانیا، چغندر را در پائیز کشت می‌کنند (کاوازا^۱ و همکاران ۱۹۸۳). امتیاز این کار، در رشد و استفاده از آب در زمستان و اجتناب از نیاز بیش از حد به آبیاری در هوای بسیار خشک تابستانی است. کاشت بذر در اکتبر (مهر) آغاز و در نوامبر (آبان) تکمیل می‌شود. این امر به دلیل متوسط حداقل دما در آندالوس از نوامبر (آبان) تا فوریه (بهمن) بین ۷- تا ۵- درجه سانتیگراد امکان‌پذیر است. در بیشتر این مدت متوسط حداکثر دما از ۱۲ درجه سانتیگراد فراتر می‌رود و در نتیجه روزهایی که امکان بهاره شدن پیش‌بینی می‌شود محدود است. در این منطقه امکان یخبندان تنها در ۲- تا ۱-٪ روزهای زمستان وجود دارد و در نتیجه بوته‌ها به ساقه نرفته و برگ‌های آنها در اثر سرمای زیر صفر از بین نمی‌روند. در حالی که در بخش مرکزی اسپانیا، کشت پائیزه به علت این که حداکثر دما کمتر از ۱۰ درجه سانتیگراد و متوسط حداقل دما نزدیک به صفر است، با موفقیت همراه نیست و ممکن است گیاهان جوان طی یک مدت طولانی در معرض دمای بهاره شدن قرار گیرند و این در حالی است که بروز دمای "دورنالیزاسیون" نیز بسیار کم اتفاق می‌افتد.

۳-۳-۶ استقرار گیاه و فاصله کاشت

فاصله کاشت و دریافت نور

برای این که دریافت تشعشع خورشیدی به حداکثر برسد، باید استقرار گیاه و فاصله کاشت صحیح رعایت شود. اگر در زمان رشد کامل گیاهان بخشهایی از مزرعه با برگ‌ها پوشیده نشود، افت عملکرد پدید می‌آید. این امر توسط اسکات (۱۹۶۴) نشان داده شد، او دریافت که اگر ۷۵ هزار و ۳۷ هزار بوته در هکتار به مرحله رشد حداکثر سطح برگ برسند در آگوست (مرداد) جمعیت متراکم گیاهی ۸۹٪، در حالی که جمعیت پراکنده تنها ۷۵٪ از تشعشع خورشیدی را دریافت می‌کند. در هر دو مورد تبدیل تشعشع دریافتی با یک کارایی (۱/۶ مگاژول/متر) به توده زنده صورت می‌گیرد و در آخر تابستان میزان رشد محصول برای جمعیت متراکم ۱۶۹

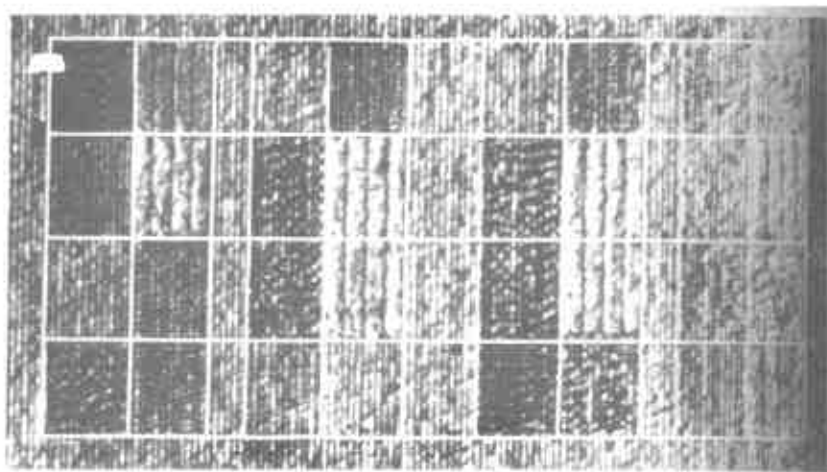
گرم/مترمربع/هفته و برای جمعیت پراکنده ۱۴۶ گرم/مترمربع/هفته و مستقیماً با درصد دریافت تشعشع مرتبط است. تفاوت‌های دو تراکم بوته در عملکرد نهایی مستقیماً بر حسب تشعشع دریافتی قابل محاسبه است. اندازه‌گیری دریافت نور در زراعت پراکنده چغندر قند مشکل بود، به ویژه در اوایل فصل رشد، زیرا مناطق نمونه‌برداری باید، برای آن که معرف محسوب شوند، به اندازه کافی گسترده باشد. در حالی که برای ابزار اندازه‌گیری سنتی این میزان گستردگی بیش از حد است. از یک عکس سیاه سفید هوایی برای این کار استفاده شد. این عکس بر روی یک فیلم حساس به نور نزدیک به مادون قرمز جایگزین شد (شکل ۱۶-۶). برگ‌ها نور نزدیک به مادون قرمز را به شدت منعکس می‌کنند که در شکل به صورت بخش روشن دیده می‌شود، در حالی که خاک یک منعکس کننده ضعیف است و به رنگ تیره ظاهر می‌شود. این رابطه میان بازتابش نور مادون قرمز و I (گایوت^۱ ۱۹۹۰) مشابه رابطه میان دریافت نور و I است (شکل ۱۵-۶). به طوری که یک تناسب مستقیم میان بازتابش نور نزدیک به مادون قرمز و دریافت نور وجود دارد. از این رو، بخش‌هایی از فیلم که بسیار بازتاب داشته (بخش‌های سفید در شکل ۱۶-۶)، بخش‌هایی هستند که نور زیادی دریافت کرده‌اند و باید دارای بالاترین پتانسیل تولید ماده خشک باشند.

این عکس در تاریخ ۲۹ ژوئن سال ۱۹۶۹ در ایستگاه "برومز بارن" گرفته شد، کرت‌هایی را با ۱۲۵ و ۷۴،۳۸،۱۸ هزار بوته در هکتار نشان می‌دهد. بالاترین تراکم در کرت‌هایی است که فاصله ردیف‌های آن ۲۵ سانتی متر بوده است.

این تیمارها با یک ترکیب فاکتوریل با چهار میزان کود ازت شامل صفر، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلو ازت در هکتار به اجرا درآمد. این عکس با استفاده از سیستم تجزیه تصویر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و برای هر کرت براساس انتگرال افزایش رنگ خاکستری، از سفید تا سیاه ارزشی معین شد. از این مقادیر در مقابل وزن خشک و عملکرد شکر در ماه نوامبر (آبان) نموداری تعیین و ترسیم شد (شکل ۱۷-۶). خط برگشت (رگرسیون) در شکل ۱۷-۶ برای همه داده‌ها بدست آمد و مشخص شد که نقاط پراکنده که نور کمی دریافت کرده عملکرد کمتری داشته است. در حالی که کرت‌های متراکم که بیشترین نور را دریافت کرده بودند عملکرد بیشتری داشتند. در مجموع، این برآوردها از نسبت نور دریافت شده، ۵۹٪ از تغییرات در کل ماده خشک و ۵۶٪ از تغییرات عملکرد شکر را شامل شده است.

بیشترین پراکندگی مشاهده شده در رابطه با وزن خشک را می‌توان به تیمارهای ازت مربوط دانست. بیشتر نقاط داده‌ها برای مقدار ۲۲۵ کیلوگرم ازت در هکتار بالای خط قرار می‌گیرند، به ویژه در زراعت پراکنده که بیش از حد انتظار ماده خشک تولید کرده است. علت این امر احتمالاً

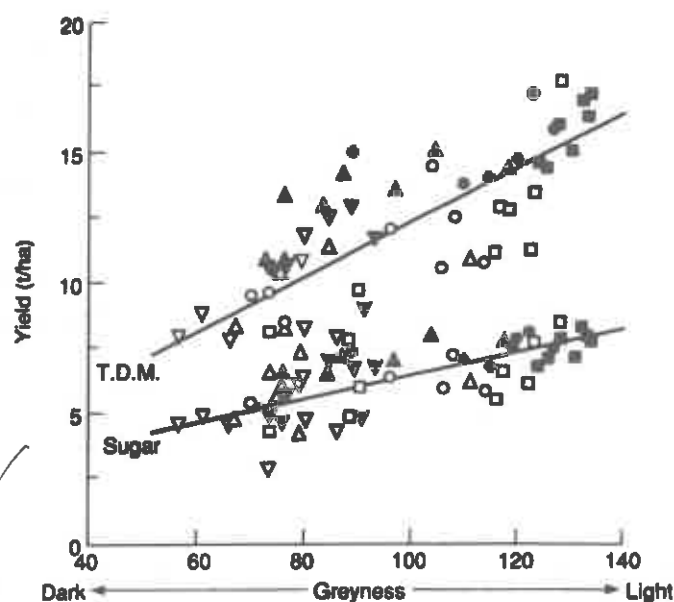
اثر ازت در افزایش زیاد رشد سایه‌انداز و دریافت نور بیشتر در اواخر فصل رشد و پس از زمان تهیه عکس بوده است. نقاط مربوط به کرت‌هایی که کود ازتی دریافت نکردند، به ویژه آنهایی که مربوط به زراعت متراکم است، در زیر خط قرار گرفتند. این امر بیانگر آن است که در اواخر تابستان، زراعت قادر به حفظ سایه‌انداز خود نبوده و قدرت دریافت نور را از دست داده است. زمانی که کمبود ازت وجود دارد، گیاه مقادیر در دسترس را بیشتر برای حفظ رشد ریشه ذخیره به کار می‌برد تا برای حفظ سایه‌انداز. از شکل ۱۷-۶ مشخص می‌شود که تیمارهای ازت از نظر عملکرد شکر، در مقایسه با عملکرد ماده خشک در اطراف خط پراکنندگی کمتری نشان می‌دهد.



S1N0	S4N0		S3N1	S2N0		S3N1	S2N0		S2N1	S3N0
S3N0	S4N3		S1N1	S4N2		S1N2	S4N2		S3N3	S4N2
S3N3	S2N1		S1N2	S4N1		S1N1	S4N1		S2N3	S3N2
S1N3	S2N3		S2N2	S3N2		S1N0	S1N3		S3N0	S4N0

شکل ۱۶-۶. عکس دو قطعه از یک آزمایش فاکتوریل برای بررسی اثرات جمعیت گیاهی و کود ازته که بر روی فیلم حساس به نور مادون قرمز گرفته شد. این عکس در ۹ تیر سال ۱۳۴۸ (۲۹ ژوئن ۱۹۶۹) تهیه شده است.

آزمایشهای مشابه زیادی نشان می‌دهد که برای دستیابی به حداکثر عملکرد شکر در خاکهای معدنی، حداقل یک تراکم ۷۵ هزار بوته در هکتار مورد نیاز است. معمولاً عملکرد توده زنده همراه با تراکم افزایش یافت، اما همین آزمایشها همچنین نشان داد که عملکردهای شکر در تراکمی بیش از ۷۵ هزار بوته در هکتار، دیگر افزایش نیافت. (شکل ۱۸-۶).



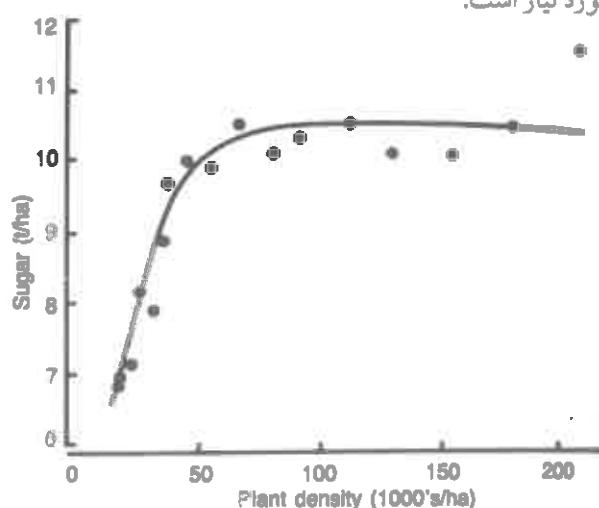
شکل ۱۷-۶ رابطه میان افزایش رنگ خاکستری در تصویر عکسبرداری شده و عملکرد کل ماده خشک و قند. جمعیت گیاهی در هکتار (۱۸۰۰۰ (▲، Δ)، ۲۷۰۰۰ (●، ○)، ۷۵۰۰۰ (■، □)، ۱۵۰۰۰. علامت توخالی برای کرت‌های با میزان ازت صفر یا ۷۵ کیلوگرم هکتار، سیاه برای ۱۵۰ یا ۲۲۵ کیلوگرم/هکتار است.

چرا افزایش بیش از ۷۵ هزار بوته در هکتار با انتخاب فاصله کاشت کمتر از ۲۵ سانتی‌متر روی خط و یا کشت ردیف‌های نزدیکتر از ۵۰ سانتی‌متر، فایده‌ای در بر ندارد؟ شکی نیست که این فواصل در زمانی که سایه‌انداز در حال گسترش است و هنوز کامل نشده موجب افزایش دریافت نور می‌شود. اما زمانی که گیاهان بیشتری روی خط ازدحام می‌کنند و برگ‌های گیاهان هم‌جوار در مراحل اول رشد روی هم قرار می‌گیرند، دریافت تشعشع کم می‌شود. این امر در یک آزمایش در "برومز بارن" با مقایسه فواصل کاشت ۲۵×۵۰، ۱۲/۵×۵۰ و ۱۹×۳۸ سانتی‌متر نشان داده شد. در همان نیمه ماه ژوئن (اوایل خرداد)، زمانی که دریافت نور بیش از ۱۰٪ نبود، (برگ پنجم به نیمی از اندازه نهایی خود می‌رسید) روی هم افتادگی برگ‌های گیاهان هم‌جوار در دو تراکم بیشتر، قابل توجه بود. در اوایل ماه ژوئیه (نیمه تیرماه) وقتی فاصله تفاوت زمانی دریافت نور از بین رفته بود، مقدار جمعی نور دریافت شده در سه سایه‌انداز فقط ۱۵ مگاژول/متر و ۸۰

مگاژول/متر تفاوت داشت. در پایان فصل رشد، زراعتها بین ۱۳۷۰ تا ۱۴۱۰ مگاژول/متر دریافت کرده بودند، که در بالاترین مقدار در مقایسه با مقدار پائینتر آن تولید وزن توده زنده (بیوماس) ۰/۶۸ افزایش محاسبه شده است. عملکردهای اندازه گیری شده برای توده زنده به ترتیب (SED±0.38) ۲۱/۱، ۲۱/۳ و ۲۰/۳ تن/هکتار بوده است. افزایش تراکم بوته معمولاً به افزایش نگهداری توده زنده (بیوماس) در برگها منجر می شود و در این آزمایش عملکردهای ماده خشک ریشه و شکر در سه جمعیت گیاهی مشابه بود. به طور خلاصه، عدم افزایش عملکرد در جمعیت های بالاتر از ۷۵ هزار بوته در هکتار روی هم افتادن برگهای گیاهان هم جوار در اوایل دوره رشد (زمانی که پوشش برگی کم و حدود ۱۰٪ است) ناشی می شود و هرچه روی هم افتادن برگها گسترش می یابد هر گیاه به تنهایی نور کمتری بدست می آورد. در نتیجه هر گیاه به طور انفرادی، ماده خشک کمتری تولید می کند، روند گسترش برگهای آن آهسته تر می شود و فایده دریافت نور به ازاء سطح زمین زراعی با داشتن گیاهان بیشتر متفی می شود.

فاصله کاشت، نقشه کاشت و عملکرد؛ یک الگوی کلی

تا چه حد امکان عمومیت بخشیدن به اطلاعات فوق برای آزمایشهایی که در آنها فواصل کشت و استقرار گیاه در زراعت چغندر قند از زوایای گوناگون بررسی می شود، قابل اجرا است؟ برای در نظر گرفتن جوابگویی به تراکم و فاصله بین گیاهان هم جوار، پرداختن به مواردی که در آن ساختار ردیفی نباشد و گیاهان به صورت کرتی کشت شده اند آموزنده تر خواهد بود فرزدقی^۱ (۱۹۸۸) و کلی فن^۲ (مکاتبه خصوصی) این کار را انجام دادند و دریافتند در جایی که زراعت آبیاری می شود و به مقدار صحیح کود دریافت می کند، تراکم ۷۵ هزار بوته در هکتار برای کسب حداکثر عملکرد مورد نیاز است.



شکل ۱۸ - ۶ رابطه بین عملکرد شکر و تراکم بوته در کاشت یا آرایش مربع

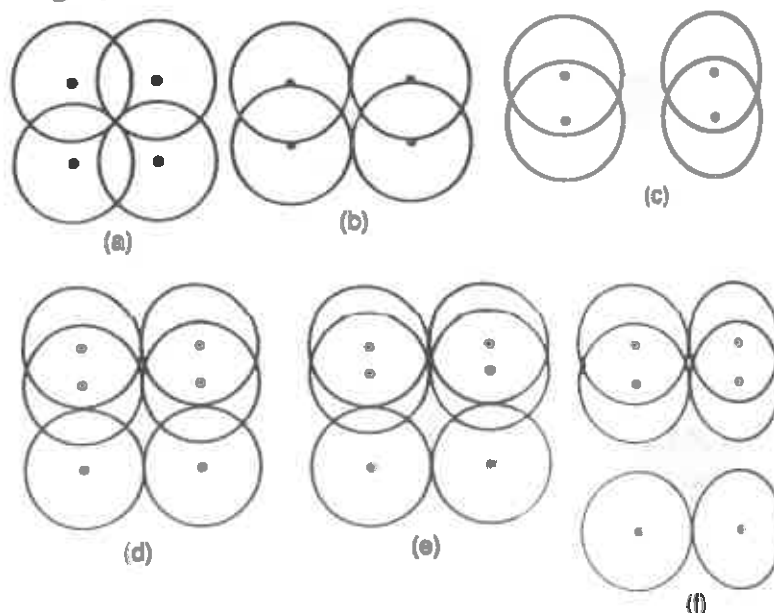
برخی از داده‌های کلی فن^۱ در شکل ۱۸-۶ نشان داده شده است. زمانی که ۷۵ هزار بوته در هکتار به روش فوق کشت شود، اضلاع مربع‌ها ۳۶ سانتی‌متر و طول قطر آنها ۵۱ سانتی‌متر خواهد بود. از آنجا که این نقشه کاشت بالاترین عملکرد شکر را تولید کرده، در صورتیکه فاصله گیاهان هم‌جوار بیشتر نبوده باشد، نتیجه‌گیری می‌شود که در این تراکم دریافت تشعشع حداکثر شده است. اگر مساحت زمینی که برگهای یک گیاه چغندر قند به‌طور کامل می‌پوشاند به صورت یک دایره نشان داده شود، شعاع آن حداکثر باید ۲۵/۵ سانتی‌متر باشد و همه مساحت بین گیاهان در داخل دایره‌ها و در نتیجه همه زمین مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد و عملکرد حداکثر است (شکل ۱۹-۶ الف). میزان روی هم افتادن برگها، معیار اندازه‌گیری شدت رقابت بین گیاهان است در خالی که بر وزن هر گیاه تاثیر می‌گذارد بر وزن گیاه در واحد سطح تاثیری ندارد. در حال حاضر تناسب سطح زمین جاری از پوشش گیاهی در این دایره‌ها (به عنوان معیار اندازه‌گیری عدم دریافت نور) در ارتباط با جوابگویی عملکرد، با استفاده از دامنه وسیعی از فواصل و نقشه کاشت در چند آزمایش مورد بررسی قرار گرفته است.

در سالهای ۱۹۶۶ و ۱۹۶۷ میلادی، دو آزمایش در دانشگاه نانتینگهام اجرا شد که در آنها تراکم کاشت با تعداد ۷۴ هزار بوته در هکتار ثابت بود و نقشه کاشت به ترتیبی تعیین شد که فاصله خطوط و فاصله بوته روی خط از نسبت ۱:۶ تا ۱:۱ در پنج سطح مورد بررسی قرار گیرد (جاگارد ۱۹۷۹). عملکرد، با فاصله خطوط بیشتر از ۵۱ سانتی‌متر کاهش یافت. زمانی که برای تیمار تراکم ۷۵ هزار بوته در هکتار و فاصله خطوط ۵۱ سانتی‌متر، یعنی حداقل تراکم بوته و حداکثر فاصله خطوط کاشت دایره‌ها ترسیم شد، تنها ۵٪ از کل زمین در دایره‌ها قرار نگرفت (شکل ۱۹-۶ ب). در عمل، این سطح از زمین نیز تا حدودی مورد بهره‌برداری قرار دارد و در نتیجه انتظار می‌رود عملکرد خیلی نزدیک به پتانسیل باشد. اما زمانی که فاصله خطوط کاشت بیشتر باشد (۷۱ سانتی‌متر)، "دایره‌های نفوذ"^۲ در تمام مساحت زمین گسترده نمی‌شود و نواری از سطح زمین کاملاً بدون بهره‌برداری باقی می‌ماند (شکل ۱۹-۶ ج) از این رو هر چه فاصله بین بوته‌های روی خط کاشت افزایش یابد عملکرد تدریجاً کاهش می‌یابد، زیرا سطحی که به‌طور ناقص بهره‌برداری می‌شود متناسب با فاصله خطوط افزایش می‌یابد. تقریباً در همه نقاط جهان، به جز در محدود موارد استثنایی فاصله خطوط کاشت در زراعت چغندر قند ۵۰ سانتی‌متر یا کمتر است.

اما تاثیر فواصل کاشت متفاوت در طول خط چگونه است؟ جاگارد در سال ۱۹۷۹ میلادی، گیاهان را در خطوطی با ۵۰ سانتی‌متر فاصله و متناوباً در فواصل کوتاه و بلند روی خط کشت کرد. نسبت فاصله زیاد و کم بین بوته‌ها ۱:۱، ۱:۲، ۴:۱ بود و طول فاصله بین بوته‌ها در دوازده

اندازه از ۲۰ تا ۱۲۵ سانتی متر افزایش می یافت. اثرات تیمار بر روی عملکرد در یک فاصله بحرانی ۴۰ سانتی متر قابل جبران بود، اما هرگاه فواصل از این میزان افزایش یافت افت عملکرد مشاهده شد. (شکل ۱۹-۶) برای چهار تیمار دایره‌هایی نشان می‌دهد. در جایی که فاصله‌ها ۱۸ و ۳۶ سانتی متر بود (شکل ۱۹-۶ه)، ۱۰٪ از مساحت زمین خارج از دایره‌ها قرار داشت و عملکرد فقط به میزان ۰/۹٪ کاهش یافت. این مقدار نزدیک به نقطه بحرانی است که در آن افت‌های حقیقی عملکرد واقع می‌شود: در فاصله بحرانی ۴۰ سانتی متر مقدار ۱۲٪ از سطح زمین خارج از دایره‌ها قرار دارد (شکل ۱۹-۶و). اثر فواصل زیاد روی خط در میزان مساحت خارج از دایره‌ها در شکل ۱۹-۶ض به وضوح قابل مشاهده است. فاصله بحرانی بوته‌ها که منجر به افت عملکرد می‌شود تابع فاصله بین خطوط است. خطوطی که به فاصله ۵۰ سانتی متر از یکدیگر قرار دارند، حد نهایی فاصله خطوط محسوب می‌شود.

پس در اینجا با ۴۰ سانتی متر فاصله روی خط عملکرد کاهش می‌یابد، اگر فاصله خطوط ۴۵ سانتی متر بود، افت عملکرد تا رسیدن به فاصله ۵۰ سانتی متر بین بوته‌ها ظاهر نمی‌شد.



شکل ۱۹-۶ دیاگرام "دایره‌های نفوذ" با شعاع ۲۵ سانتی‌متر در حول محور گیاهان چغندر قند که در نقشه‌های متفاوت کشت شده‌اند ترسیم شده: (الف) ۷۴ هزار بوته در هکتار با نقشه مربع؛ (ب) ۷۴ هزار بوته در هکتار در فاصله خطوط ۵۱ سانتی‌متر؛ (ج) ۷۴ هزار بوته در هکتار در فاصله خطوط ۷۲ سانتی‌متر؛ (د) فاصله بوته‌ها ۱۸ و ۳۶ در فاصله خطوط ۵۱ سانتی‌متر؛ (و) فاصله بوته‌ها ۴۳ و ۱۱ در فاصله خطوط ۵۱ سانتی‌متر؛ (ه) فاصله بوته‌ها ۱۸ و ۶۵ سانتی‌متر در فاصله خطوط ۵۱ سانتی‌متر. سایه‌ها نشان‌دهنده مساحتی است که به ازاء هر گیاه به خوبی بهره‌برداری نشده است.

برای همه تیمارها، درصد مساحت زمین خارج از دایره‌ها محاسبه شد. اگر برای این آزمایشها تراکم بوته در هکتار و مساحت بدست آمده خارج از دایره‌ها، در مقابل درصد افت عملکرد ترسیم می‌شد، مثلاً "عملکردها را برای تیمارهایی که همه مساحت زمین در دایره‌ها قرار می‌گیرد، ۱۰۰ فرض کنیم، نتایج به صورت شکل ۲۰-۶ دیده می‌شود که یک خط منحنی تقریبی برای نشان دادن داده‌ها تطبیق داده شده است. منحنی برازش داده شده از خط نسبت ۱:۱ نشان داده شده زیرا در عمل این مساحت خارج از دایره‌ها تا حدودی بهره‌برداری می‌شود. به عنوان مثال، در یک سایه‌انداز بهم پیوسته تنها سطح افقی برگها تشعشع خورشید را دریافت می‌کند، با این همه، زمانی که گیاهان بافاصله زیاد از یکدیگر قرار دارند، سطح خاشیه نیز نور دریافت می‌کند و ماده خشک بیشتری تولید می‌شود به طوری که تا حدودی فاصله زیاد کاشت را جبران می‌کند. در صورتی که فاصله کاشت زیاد و متعدد باشد این تاثیر غیرمحسوس می‌شود و در این حالت (تقریباً ۴۰٪ از سطح زراعت خارج از دایره‌ها قرار دارد) خط منحنی شکل ۲-۶، موازی خط ۱:۱ می‌گذرد. نتایج آزمایشهای فاصله ردیفهای کاشت (در ایستگاه کشاورزی نورفولک^۱) در سال ۱۹۷۱، به نمودار افزوده شد تا ثابت ماندن رابطه مورد بررسی قرار گیرد: داده‌ها به خوبی تطبیق یافت. به نظر می‌رسد که، حداقل در خاکهای معدنی انگلستان، حد فاصله دریافت نور کامل از مرحله جوانه‌بذری تا زمانی که گیاه به رشد کامل برسد، تقریباً ۲۵ سانتی‌متر است. فراتر از این فاصله، نور خورشید روی خاک می‌تابد و بهره‌برداری ریشه‌ها از عمق خاک نیز ممکن است بطور کامل صورت نپذیرد. خاکهای آلی و حاصلخیزی وجود دارد که در آنها با تراکم‌های کم، حدود ۶۰ تا ۷۵ هزار بوته در هکتار نیز حداکثر عملکرد بدست می‌آید (نوت^۲ و همکاران ۱۹۷۶). در این گونه خاکها، دایره‌های نفوذ در مقایسه با خاکهای معدنی بزرگتر هستند و برگهای درشت‌تر و بیشتری نیز تولید می‌شود.

کاشت درجا^۳ و عملکرد

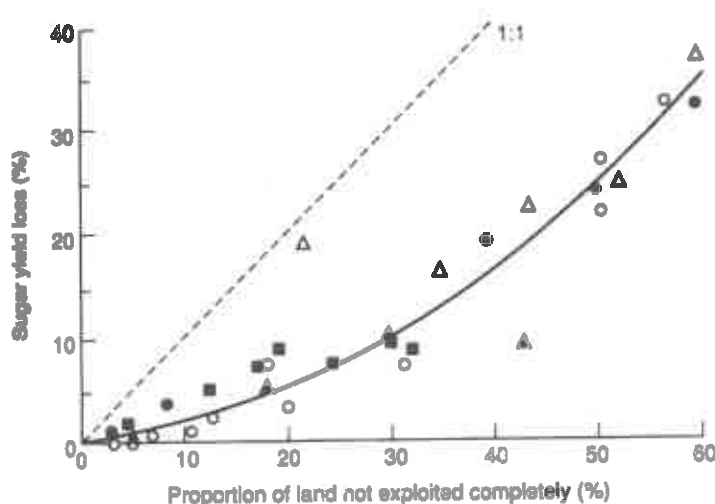
زمانی که زراعت به وسیله بذرکار مستقیم^۱ کشت می‌شود، فاصله کاشت و نقشه آن به نیازهای ماشین برداشت محدود و به تناسب مقدار بذرهاست استقرار یافته کنترل می‌شود. الگویی از رابطه میان عملکرد شکر و نقشه کاشت بوته‌ها تهیه کردیم تا بتوان با توجه به دامنه فواصل کاشت بذری که در عمل مجاز است، میزان استقرار مورد نیاز بذرها را برای تولید حداکثر عملکرد بالقوه تخمین بزنیم. فاصله کاشت بذرها باید به اندازه‌ای باشد که برداشت گیاهان کاملاً^۲ رشد یافته امکان‌پذیر شود. سرزنی چغندر قند بحرانی‌ترین بخش از عملیات برداشت است، بوته‌ها و درو هله‌اول بذرها، باید در فاصله حداقل ۱۵ سانتی‌متر از یکدیگر قرار

1 - Norfolk Agricultural Station

2 - Knott

3 - Drilling to a stand

بگیرند تا فاصله مورد نیاز مکانیزم سرزنی برای ارتفاع متفاوت طوقه گیاهان هم جوار قابل تنظیم شود (ادوگرتی^۱ ۱۹۷۹). در جهت دیگری، در سال ۱۹۷۱ آزمایشهای جاگارد نشان داد که از فواصل بوته بیش از ۴۰ سانتی متر باید اجتناب کرد. با در دست داشتن اندازه حداقل فاصله کاشت پدرها و حداکثر فاصله کاشت قابل قبول، تعیین مطلوب درصد استقرار جوانه، برای تضمین حداکثر عملکرد در زراعت به روش کشت در جا امکان پذیر می شود.



شکل ۲۰-۶ رابطه میان افت عملکرد و نسبت سطح زمینی که کاملاً بهره برداری نشده بر مبنای "دایره های نفوذ" منابع داده ها، شکل ۱۶-۶، (Δ، ▲) به ترتیب برای ۳۷ و ۷۴ هزار بوته در هکتار (جاگارد ۱۹۷۹)؛ ○، فاصله کاشت نامنظم (جاگارد ۱۹۷۹)، ایستگاه کشاورزی نورفولک (۱۹۷۱).

(انورت^۲ ۱۹۶۵) نشان داد که تناسب فواصل بوته ها بر مبنای تئوری دو جمله ای قابل تخمین است. (جاگارد ۱۹۷۹) نشان داد که نحوه ترکیب این فواصل بوته ها برای ایجاد یک فضای رشد برای هر گیاه را می توان از راه گسترش تئوری دو جمله ای تخمین زد. این اطلاعات، همراه با شناخت رابطه میان وزن هر گیاه واحد و تراکم بوته (بلیس دال^۳ و نلدر^۴ ۱۹۶۰) امکان پیش بینی اثر فاصله کاشت پدر و استقرار بوته را در عملکرد شکر فراهم ساخت. این امر نشان داد که با فاصله کاشت مرسوم، حداکثر عملکرد زمانی حاصل می شود که بیش از ۷۰٪ جوانه های

1 - O'Dogherty

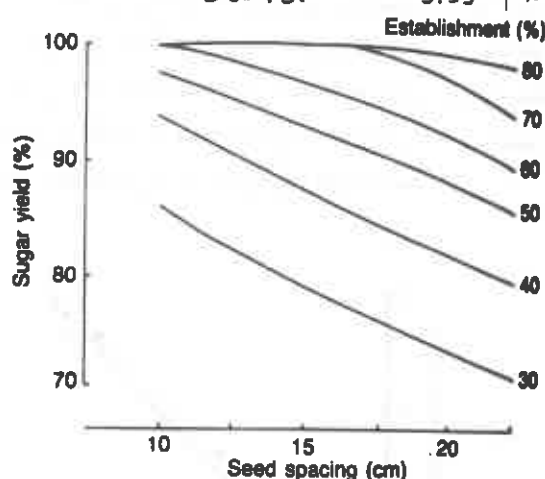
2 - Ehnort

3 - Bleasdale

4 - Nelder

بذری تبدیل به بوته‌های استقرار یافته شوند. (شکل ۲۱-۶)

دقت عمل این مدل ساده در یک آزمایش که میزان استقرار بوته‌ها (با استفاده از مخلوط بذر زنده و مرده) به ۳۳، ۵۰ و ۷۰٪ رسانده شد، فواصل کشت بذر ۱۵ یا ۲۲ سانتی‌متر بود، کنترل شده است. عملکردهای متوسط این تیمارها در دامنه ۷ تا ۱۰ تن در هکتار بود و در هر زمان در محدوده ۳٪ خطا با ارزشهای پیش‌بینی شده در مدل قرار داشت (شکل ۲۲-۶). مطابقت آن با مدل و با هدف ۷۰٪ استقرار بوته، کاملاً قابل پذیرش است.

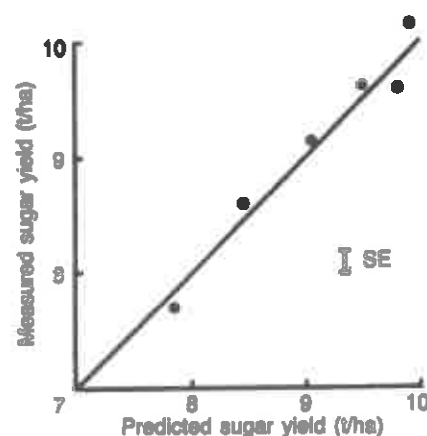


شکل ۲۱-۶ اثرات پیش‌بینی شده ترکیبهای فاصله کاشت بذر و استقرار بوته روی عملکرد قند در زراعتهایی که فاصله ردیفهای آن ۵۰ سانتیمتر باشد.

تقلیل اثرات استقرار ضعیف بوته‌ها

در بسیاری از مواقع، مثلاً در زمانی که آفات خاک‌گری موجود است و یا بستر بذر مستعد سله‌بستن است، ممکن است دستیابی به استقرار ۷۰٪ بذرها مقدور نشود. در این شرایط و زمانی که بذرکاری مستقیم اجرا می‌شود، فاصله کمتر بین ردیفها می‌تواند مفید باشد. اگر ردیفها ۴۵ سانتی‌متر فاصله داشته باشند، به‌طوری که در فرانسه مرسوم است، در این صورت فواصل ۵۰ سانتی‌متر روی خط، بدون افت عملکرد تحمل‌پذیر است، زیرا فقط ۱۱٪ از سطح کشت خارج از "دایره‌ها" قرار می‌گیرد. این زراعتها می‌توانند کمی کمتر از ۷۰٪ استقرار بذر داشته باشند حداکثر عملکرد حاصل می‌شود. برای تطبیق با درصدهای بسیار ضعیف استقرار بوته (حدود ۳۰٪) لازم است ردیفها باز هم نزدیکتر شوند. در این حال برای این که گیاهان ردیفهای هم‌جوار بتوانند جای خالی را بپوشانند کم کردن فاصله خطوط کاشت تا ۳۰ سانتیمتر هم قابل توجه است. اما در این شرایط، گیاهان باید در "بسترهای" ردیفی کشت شوند و فواصل

عریض برای حرکت چرخهای تراکتور پیش‌بینی شود. این سیستم‌ها در انگلستان به منظور دستیابی به هدف دوگانه‌ای آزمایش شده است: ۱) ردیفهای باریک برای پوشاندن کامل سطح زمین توسط برگها؛ ۲) حذف تردد و کوبیدگی خاک در زمانی که بوته‌های چغندر قند در حال رشد هستند. مکانیزاسیون این سیستم‌ها با موفقیت همراه بود، اما در مقایسه با روش تولید مرسوم، افزایش عملکرد کربچکی حاصل شد. با این حال، اختلاف نظر بین نیاز برای فاصله کمتر ردیفها جهت دریافت نور و فاصله بیشتر برای عبور لاستیکهای ماشینهای بزرگ شدیدتر می‌شود. بعضی از زارعین در زراعت خود این مسئله را با ایجاد خطوط تردد عمود بر ردیفهای کاشت حل کرده‌اند. این سیستم در جایی که از لاستیکهای پهن استفاده می‌شود، به واسطه عدم ایجاد شیارهای عمیق که در کارایی برداشت اثر سوء دارد و نیز در زمانی که از تجهیزات عریض و خطوط تردد دور از یکدیگر استفاده می‌شود، با موفقیت همراه است.



شکل ۲۲-۶ رابطه میان عملکرد قند اندازه‌گیری شده با عملکردهای پیش‌بینی شده بر مبنای یک مدل نقشه کاشت و عملکرد. خط نسبت ۱:۱ نشان داده شده است.

۴-۳-۶ تغذیه کودی

از آنچه گفته شد، روشن است که هدف کشاورز از تغذیه کودی زراعت خود باید به حداکثر رساندن میزان دریافت نور و حفظ کارایی تبدیل آن به ماده خشک و قند باشد. از میان مواد مغذی که زارع به کار می‌برد، ازت بیشترین تاثیر را بر رشد گیاه دارد. (میلفورد^۱ و همکاران، ۱۹۸۲) نشان دادند که میزان گسترش برگ در واحد درجه/روز رابطه‌ای مثبت و بسیار تاثیرپذیر

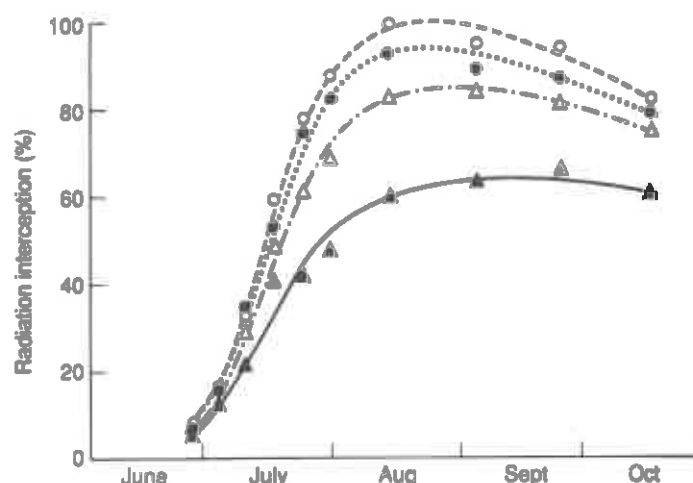
باغلظت ازت برگها دارد. تغییر در میزان L به ازاء هر ۱۰۰ درجه/روز، از مقدار ۰/۴ در زمانی که پهنک برگ حاوی ۳/۶٪ ازت بود، به دو برابر یعنی ۰/۸، در زمان غلظت نزدیک به ۴/۵٪ آن، رسید.

در بند ۲-۶، مشخص شد جذب مقدار مورد نیاز نور خورشید توسط زراعت در ماه ژوئن (خرداد) یکی از پیش نیازها برای دستیابی به عملکردهای بالا است، از این رو لازم است که روند گسترش سایه انداز برگها در ماههای مه و ژوئن (اردیبهشت و خرداد) هرچه سریعتر باشد. برای این منظور، گیاهان چغندر قند باید به منبع ازتی آماده و قابل مصرف در خاک دسترسی داشته باشند. اگر هوا گرم باشد و پتانسیل گسترش سریع برگها وجود داشته باشد، برای جلوگیری از محدودیت، ممکن است به ۵ کیلوگرم ازت در هکتار و در روز نیاز باشد (آرمسترانگ^۱ و همکاران ۱۹۸۶). دوره جذب سریع ازت از مرحله چهار یا پنج برگی تا زمان تکمیل سایه انداز همچنان ادامه دارد. از این جهت، در هر نوع خاک، سیاست تغذیه کودی باید به طوری باشد که ازت قابل جذب با این نیاز هماهنگ شود.

تاثیر افزودن کود ازتی توسط زارع، بر روی توانایی زراعت در جذب نور خورشید در شکل ۲۳-۶ آمده است. اندازه گیری ها در "برومز بارن" انجام شده که خاک آن دارای مقدار کم ماده آلی است و تغذیه کودی توصیه شده برای آن ۱۲۰ کیلوگرم ازت در هکتار است. در کرت هایی که مقادیر کمتر کود افزوده شد، رشد برگها در ماههای ژوئن و ژوئیه (خرداد و تیر) کندتر بود در تابستان مقدار زیادی از انرژی خورشید بدون حضور پوشش برگی بر سطح خاک تابید. هرچاکه طرح ۱۲۰ کیلوگرم ازت در هکتار اجرا شد، رشد سایه انداز سریع بود و در آخر جولای اوایل مرداد ماه سایه انداز کاملی که قادر بود بیش از ۸۵٪ از نور خورشید را دریافت کند تولید شد. با این که مصرف کود ازتی به مقدار بیش از ۱۲۰ کیلوگرم ازت در هکتار موجب رشد برگی زیاد شد، اما در افزایش دریافت نور بلا اثر بود و با وجود این که رنگ برگها تیره تر شد. افزایش عملکرد حاصل نشد (جدول ۴-۶).

دامنه تغییر رنگ برگها در پاسخ به دریافت تیمارهای ازت از سبز - زرد کمرنگ در برگهای دارای کمبود تا سبز تیره که دارای ازت فراوان بودند دیده شد؛ این تغییر نمایانگر غلظت افزایش یافته کلروفیل است. آیا برگها در زراعتی با کمبود ازت، که دارای غلظت کلروفیل پائین تر است قادراند نور خورشید دریافت شده را به طور مؤثر به مصرف برسانند؟ آزمایشهایی که طی سالهای ۱۹۷۹ و ۱۹۸۲ در "برومز بارن" انجام شد نشان می دهد که کود ازتی با وجود تاثیرگذاری بسیار بر میزان نور دریافت شده و رنگ برگها، در ضریب تبدیل تغییری ایجاد نکرده است. این امر با رجوع به داده های سال ۱۹۷۹ در شکل ۲۴-۶ نشان داده شده است. در وهله اول

ضریبهای تبدیل به طور جداگانه برای هر سطح ازت محاسبه شد که تفاوت آنها 0.172 ± 0.06 گرم/مگاژول بود. با وجود این که بوته‌های دارای کمبود ازت طی تابستان برگهای کم‌رنگ داشتند، ضریبها بسیار مشابه بود، و در دوره گسترش سایه‌انداز یعنی در سریع‌ترین مرحله رشد گیاه، میانگین خلطت ازت در ماده خشک پهنک برگ 3.6% در حالی که در برگهای تغذیه شده و بزرگتر این مقدار 3.9% بود. این نتایج مشابه یافته‌های (گریگوری^۱ و همکاران ۱۹۸۱) در رابطه با برگهای ایستاده گندم زمستانه است.

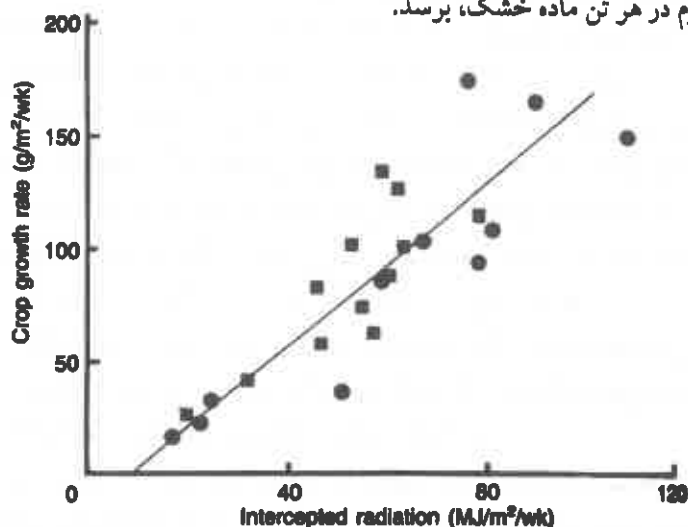


شکل ۲-۲۳ تغییرات دریافت نور توسط برگها در اثر کود ازتی در زراعت چغندر قند طی تابستان و پاییز: بدون کود، $\blacktriangle$ ۶۰ کیلوگرم ازت/هکتار $\triangle$ ۱۲۰ کیلوگرم ازت/هکتار $\bullet$ ۱۸۰ کیلوگرم ازت/هکتار، $\circ$

جدول ۲-۴ عملکردهای ماده خشک کل و شکر در الگوهای متفاوت دریافت نور (شکل ۲-۲۱) حاصل از مقادیر متفاوت ازت در برومز بارن در سال ۱۹۸۴.

SE	مقدار کود ازتی (کیلوگرم/هکتار)				
	180	120	60	0	
	عملکرد (تن/هکتار)				
± 0.60	18.3	18.3	14.0	10.9	ماده خشک
± 0.33	9.5	9.5	7.9	5.9	قند

در بسیاری از گونه‌های زراعی، به‌ویژه در محصولات برگی، رابطه مستقیم بین عملکرد و مقدار ازت در گیاه وجود دارد. شکل ۶-۲۵ نشان می‌دهد که در چغندر قند در دوره گسترش سایه‌انداز، مقدار L مستقیماً با مقدار ازت در زراعت مرتبط است. با این حال، هیچ رابطه‌ای بین جذب ازت و عملکرد نیست و دلایل متعددی برای این ارتباط ضعیف وجود دارد. نخست، عدم وجود تناسب مستقیم بین سطح برگ و دریافت نور است؛ دوم، یک سایه‌انداز نسبتاً کوچک قادر است در اواخر فصل رشد مقدار زیادی از نور را دریافت کند و سوم، ازت تأثیر معکوس روی شاخص برداشت دارد. در حالی که مقدار مشخصی از ازت جذب شده برای تولید و حفظ سایه‌انداز کامل مورد نیاز است، مقدار نوری که توسط سایه‌انداز دریافت و مقدار قندی که تولید می‌شود، توسط سه عامل: نور تابیده، میزان بیماری و خشکی تعیین می‌شود. در دوره‌هایی که زراعت با تمام پتانسیل در حال رشد است، غلظت ازت در ریشه ممکن است کم شود و تا حد مقدار ۵ کیلوگرم در هر تن ماده خشک، برسد.



شکل ۶-۲۴ رابطه میان میزان تولید ماده خشک در هفته و مقادیر تابش خورشیدی دریافت شده در زراعت آبیاری شده (●)؛ همراه با بدون (■) کود ازت در سال ۱۹۷۹

زراعتی که تغذیه کودی صحیح داشته باشد، قادر است میزان غلظت ازت قابل جذب را در اواخر تابستان در لایه اولیه خاک به میزان ۲۰-۳۰ کیلوگرم در هکتار کاهش دهد. در این شرایط مقدار بسیاری از ازت برای حفظ رشد ریشه‌های ذخیره و برگهای تازه در پائین باید با جابجایی ازت از برگهای مسن بوته فراهم شود. آرمسترانگ و همکاران ۱۹۸۶ نشان دادند که ازت برگها بلافاصله و یا درست پیش از این که آنها به اندازه رشد کامل برسند کاهش می‌یابد و بارکی و بسکو^۱ (۱۹۸۳) محاسبه کردند که از ماه اوت (مرداد) به بعد به اندازه ۷۵ کیلوگرم ازت در هکتار

می‌تواند از برگهای مسن به مصرف رشد برگهای جدید و ریشه ذخیره برسد. در موقعیتهایی که مقدار ازت در اواخر تابستان و پائیز فراوان باشد، یعنی در خاکهای آلی و زمانی که کودپاشی زیاد با کودهای آلی اعمال شده است، زراعت به جذب ازت ادامه می‌دهد. این امر موجب عدم مصرف ازت موجود در برگهای مسن می‌شود؛ این برگها بیشتر دوام می‌آورند و برگهای بزرگ و دیررس جدید تولید می‌شود. ترکیب این تاثیرات با یکدیگر، محصولی ایجاد می‌کند که در زمان برداشت دارای بخش هوایی ضخیم هستند. با این که در این مرحله این بخش از بوته برای جذب نور بیشتر و تولید ماده خشک اضافی زیاد مفید نیست در زمان برداشت گیاهان دارای شاخص برداشت ضعیف و ریشه‌های کوچکتر خواهند بود. از این رو، در اواخر تابستان و پائیز تاوان یزرگی برای دسترسی زراعت به ازت بیش از اندازه پرداخت خواهد شد. با این حال این اثرات معمولاً در اثر مصرف سخاوتمندانه کود معدنی ایجاد نمی‌شود بلکه در شرایطی بوجود می‌آید که مقادیر زیاد ازت به طور مداوم در خاکهای غنی از مواد آلی و یا از کودهای آلی تازه توزیع شده در زراعت، معدنی شود. این شرایط همچنین منجر به تولید غلظتهای بالای ناخالصی ازتی در ریشه‌ها می‌شود. یک زراعت کاملاً رشد یافته زمانی که سایه‌انداز به هم پیوسته می‌شود، یعنی در نیمه ماه ژوئیه (اواخر تیرماه)، حاوی ۱۷۰-۱۵۰ کیلوگرم ازت در هکتار است. از این زمان به بعد، افزایش آن باید کندتر و به میزان کمتر از ۱ کیلوگرم ازت در هکتار و در روز باشد و تا زمان برداشت جذب ازت به حدود ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار برسد. زمانی که جذب از این مقدار بیشتر باشد غلظت ناخالصی ازت، به ویژه آلفا آمینو^۱ اسیدها به سرعت تا حدی بالا می‌رود که در کار کریستالیزاسیون قند در فرآیند کارخانه اختلال ایجاد می‌کند (آرمسترانگ و میلفورد ۱۹۸۵).

وجود کود سدیم در بستر بذر، مانند ازت، به طور فزاینده می‌تواند موجب منفی شدن پتانسیل اسموزی در محلول خاک و مانع جذب آب توسط بذرها، کند شدن جوانه‌زنی و سبز شدن جوانه بذری و منجر به رشد گیاهان کوچکتر و به مقدار کمتر شود. با این حال اگر کود به اندازه کافی زود مصرف شود تا بر پتانسیل آبی خاک تاثیر نداشته باشد، آن وقت می‌تواند گسترش سطح برگ در دوره بحرانی رشد اولیه را سرعت بخشد (فارلی و درایکوت ۱۹۷۴، دورانت و همکاران ۱۹۷۸، آرمسترانگ مکاتبه خصوصی). در سال ۱۹۸۶ در "برومز بارن"، توزیع کود سدیم در حدود اواخر ژوئن (اوایل تیرماه) موجب افزایش دریافت نور توسط سایه‌انداز چغندر قند از ۷۵ به ۹۵٪ شد و در عین حال ماده خشک محصول از ۲۷۶ به ۳۹۹ گرم/مترمربع (۲۴٪) افزایش یافت. این تفاوت‌ها در دوره رشد باقی ماند، به این ترتیب که در پایان فصل کشت، به ترتیب عملکردهای وزن نوده زنده ۱۹/۷ و ۲۰/۴ تن در هکتار و

عملکردهای شکر ۱۰/۹ و ۱۱/۵ تن در هکتار بود. این جوابگویی با مصرف مقادیر استاندارد پتاس پایه و در فصلی بدست آمد که زراعت تنش آبی ناچیزی متحمل شد. (دورانت و همکاران ۱۹۷۸) مشاهده کردند که جوابگویی به سدیم در سالهای خشک بیشتر بوده است، زیرا سدیم اضافه شده موجب افزایش مقدار آب نسبی برگها شد به طوری که برگها مدت طولانی تر شاداب باقی ماندند. این امر موجب استمرار دوره رشد و دریافت نور بیشتر و حفظ کارایی نور در برگها می شود. این نتایج در خاکهای معدنی که معمولاً دارای مقدار کم سدیم هستند بدست آمده است، در خاکهای آبرفتی و غنی از سدیم نتایج مشابه بدست نخواهد آمد.

۵-۳-۶ تاریخ برداشت

در زراعت چغندر قند برخلاف گندم و جو، نیازی نیست که در زمان فرارسیدن فصل برداشت شاخ و برگ گیاه خشک باشد. از این جهت صنعت قند دامنه‌ای از تاریخ‌های برداشت را مدنظر قرار می دهد. در این بخش عوامل محدود کننده و چگونگی تغییرات عملکرد در این دوره تشریح می شود. کیفیت ریشه در چه مرحله‌ای برای فرآیند کارخانه قابل پذیرش است؟ در گذشته مکتبی بر این مبنا وجود داشت (اولریچ ۱۹۵۵) که چغندر قند برای رسیدن، یک مرحله ویژه رسیدگی به نام "قندی شدن" را طی می کند. مشاهدات ما نشان می دهد که چنین نیست. قند به عنوان بخشی از ماده خشک ریشه در اوائل اوت (اواسط ماه مرداد) به میزان حداکثر می رسد (میلفورد ۱۹۷۸) از آن زمان، قند و مواد غیر قندی ماده خشک به موازات یکدیگر تراکم می کنند (شکل ۲-۶). با این همه، معمولاً غلظت قند براساس وزن تر (شکل ۳-۶ الف) به تدریج، طی دوره تابستان و اوایل پائیز افزایش می یابد، اما حداکثر مقدار و زمان وقوع آن بسته به فصل و محل در درجه اول در اثر تغییرات کمبود رطوبت و باران به شدت نوسان دارد. در عمل این امر بدین معنی است که محصول چغندر قند از نیمه اوت (اواخر مرداد ماه) هر زمان که غلظت قند براساس وزن تر به ۱۴٪ می رسد، قابل برداشت است و این پائین ترین غلظتی است که برای راه اندازی کارخانه در نظر گرفته می شود. تا زمانی که شرایط محیطی برای رشد زراعت امکان پذیر است، ادامه می یابد و البته این شرایط بتدریج غیر مطلوب تر می شود. مثلاً در مناطقی از کشت چغندر قند در انگلستان، دریافت تابش ماهیانه با ترادف تقریبی ۵: ۴: ۳: ۲: ۱: ۰/۵ از ماه ژوئیه (اواسط تیر ماه تا اواسط آذر) کاهش می یابد و در نتیجه پتانسیل فتوسنتز طی فصل پائیز به سرعت کم می شود. در همین دوره متوسط دما از ۱۶/۳ به ۴/۶ درجه سانتیگراد تقلیل می یابد. (گلوررت^۱ ۱۹۸۳) با اندازه گیری تبادل گازی در فصل پائیز تا ماه دسامبر (اوایل آذر) نشان

داد که منحنی پاسخ نوری سایه‌انداز گیاه تا اوایل سپتامبر (شهریور) ثابت است و از آن پس برگهای چغندر قند با افزایش سن، پاسخ‌گویی کمتری به همه‌گونه نور به جز نور بسیار کم نشان می‌دهد. با این وجود، زراعت تا دمای ۱ درجه سانتیگراد همچنان به انجام عمل فتوسنتز (شکل ۷-۶) ادامه می‌دهد. اما زمانی که روزها خیلی کوتاه و تیره باشند همانطور که غالباً در نوامبر (آبان) چنین پیش می‌آید و شبها طولانی و گرم‌تر هستند، تنفس شبانه هیدراتهای کربن در چند شبانه‌روز از میزان تولید شده در روز فراتر می‌رود. از این‌رو در روزهایی از زمستان وزن زراعت کاهش می‌یابد و طی روزهای متعددی در اوایل ماه آذر (اواخر نوامبر و اوایل دسامبر) حتی اگر سایه‌انداز سالم و قادر به انجام فتوسنتز باشد، عملکرد افزایش نمی‌یابد.

در انگلستان در بسیاری از سالها، در اواخر پائیز یخبندان‌های سخت پیش می‌آید که موجب از بین رفتن برگهای راس سایه‌انداز زراعت می‌شود، اما برگهای میانی معمولاً باقی می‌مانند، این وضعیت به‌طور مؤثر باعث کاهش فتوسنتز و رشد می‌گردد از این‌رو توصیه می‌شود برداشت محصول پیش از نیمه دسامبر (آخر آذرماه) انجام گیرد. این عمل برای مقابله با یخبندان‌های طولانی و سخت و ریسک فزاینده یخ‌زدن ریشه در زمین و غیرقابل مصرف شدن آن در کارخانه انجام می‌شود. در آب و هوای بری، زمان بحرانی معمولاً زودتر در نظر گرفته می‌شود (به عنوان مثال، برای منطقه دره رد ریور^۱ در آمریکا این زمان اوایل پائیز، در ماه اکتبر (مهر) است.

در اغلب آزمایشها تاریخ برداشت، هیچ افزایش قابل تشخیصی در عملکرد شکر پس از نیمه دسامبر (آخر آذر) وجود نداشته است. در سالهای ۶۷-۱۹۶۳ میلادی، (هال و وب^۲ ۱۹۷۱)، در ماه اکتبر تا نوامبر (آبان تا آذر) به ترتیب یک میانگین افزایش عملکرد ۱۰ و ۳۰ کیلوگرم/هکتار/روز اندازه‌گیری کردند. (اسکات و همکاران ۱۹۷۳) افزایشهای مشابهی در سال ۱۹۷۱ میلادی بدست آوردند و مشاهده کردند که توافق گسترده‌ای بین اجزاء عملکرد و میزان تشعشع دریافت شده طی دوره برداشت وجود دارد. در پائیز، همچنین تغییراتی در کیفیت فرآیند ریشه‌ها وجود داشته است. به‌طور کلی غلظت قند براساس وزن تر، از ماه اکتبر (آبان) افزایش یافته سپس به حالت تثبیت شده در می‌آید، اما این امر عمومیت نداشته است. قاعده بر آن بود که خلوص شربت تا وقوع یخبندانهای سخت افزایش یابد.

با این که، افزایش عملکرد در پائیز در درجه اول متأثر از تشعشع دریافت شده است اما به گستردگی و کارایی برگها نیز بستگی دارد. کاهش L در پائیز طبیعی است، اما سایه‌انداز کوچک و به شکل ایستاده احتمالاً به علت ارتفاع پائین خورشید، برای دریافت نور کارایی بیشتری از همان سطح برگ در اوایل تابستان دارد.

زراعت‌های با تراکم کم و یا دارای برگ‌های بیمار، یا تشعشع کم دریافت می‌کنند و یا کارایی مصرف نور دریافت شده را ندارند در نتیجه افزایش عملکرد شکر در پائیز کم می‌شود. جاگارد و همکاران در سال ۱۹۸۳ میلادی، افزایش‌های عملکرد زراعت‌های عاری از بوته ساقه رفته و سالم را با زراعت‌های تنک و دارای ۵٪ بوته ساقه رفته مقایسه کردند. عملکرد شکر در دوره برداشت در زراعت‌های "خوب" در مقایسه با زراعت‌های ضعیف به طور قابل توجهی بیشتر افزایش یافت ($0.43 \pm$ تن/هکتار). این نتایج با نظر عامه مبنی بر این که اگر زراعت‌های ضعیف در زمین باقی باشند، کاستی‌های خود را جبران خواهند کرد تضاد بسیار دارد. در عمل، اگر زراعت‌های تنک و یا دارای بوته‌های بیمار زودتر برداشت شوند و گیاهان قوی و سالم در وهله آخر برداشت شوند، مجموع عملکرد مزرعه به حداکثر می‌رسد.

سؤالی که معمولاً مطرح می‌شود این است که آیا باید زراعت‌هایی که برای برداشت دیرتر برنامه‌ریزی می‌شوند، ازت اضافی دریافت کنند و آبیاری شوند؟ جواب این است که هیچ ازت بیشتری مورد نیاز نیست (درایکوت ۱۹۷۳). عمل اصلی کود ازتی تامین یک سایه‌انداز کامل در اوایل تابستان است و برای ادامه رشد چغندر قند در پائیز ازت به مقدار کم مورد نیاز است. این مقدار مورد نیاز معمولاً در اثر معدنی شدن ذخایر ازت آلی خاک و نیز انتقال از برگ‌های مسن تامین می‌شود (آرمسترانگ ۱۹۸۶) اما در مورد آبیاری، این نیاز به میزان بارندگی و تبخیر بستگی دارد. در مناطق خشک که در دوره برداشت هوا خشک و آفتابی است معمولاً آبیاری تا یک زمان تعیین شده (شش تا هفت هفته) قبل از برداشت توصیه می‌شود (هاول^۱ و همکاران ۱۹۸۷، داویداف و هنکز^۲ ۱۹۸۹). با این حال، در شمال شرقی اروپا فصل پائیز معمولاً مرطوب است و نیاز تبخیری کم و رو به کاهش است، در نتیجه برداشت دیرتر زراعت به آبیاری بیشتر و دیرتر نیاز ندارد. میزان افزایش عملکرد بدون تاثیر عوامل دیگر، توسط شدت تشعشع رو به کاهش و کوتاه شدن روزها تعیین می‌شود. ظرفیت زراعت برای تحقق بخشیدن به پتانسیل محدود فراهم آمده در چنین شرایط آب و هوایی، در این مرحله از آخر فصل رشد، به ندرت در اثر کمبود ازت و یا آب محدود می‌شود و اگر ازت اضافی تامین شود، تنها می‌تواند در ایجاد برگ‌های بیشتر و احتمالاً به قیمت کاهش عملکرد قند و خلوص ریشه تاثیر داشته باشد. خواسته کارخانه‌دار این است که دوره فعالیت کارخانه را گسترش دهد تا بتواند هزینه‌های اضافی را تقسیم نماید. در عمل، زودترین زمان برداشت غالباً در پی خشکی هوا و در نتیجه خشک شدن خاک و توانایی جذب آب توسط گیاه، تعیین می‌شود. زمانی که خاک به شدت خشک می‌شود، ضایعات شکستن ریشه و استهلاک و صدمه به ماشین‌آلات برداشت بیش از حد بالا می‌رود زارعین دیگر تمایل و توانایی برداشت محصول را ندارند. در برخی از شرایط

استثنایی حتی آبیاری برای آغاز برداشت لازم شده است که البته این کار بسیار گران تمام می‌شود. از این جهت در شمال غربی اروپا بدون توجه به کیفیت فرآیند ریشه، آغاز کار کارخانه‌ها قبل از حدود نیمه سپتامبر (اواخر شهریورماه) بدلیل خشکی بیش از حد خاک برای برداشت اقدام صحیحی نیست.

۴-۶- تجزیه و تحلیل اثرات علفهای هرز ویروس‌های زردی از نظر فیزیولوژی

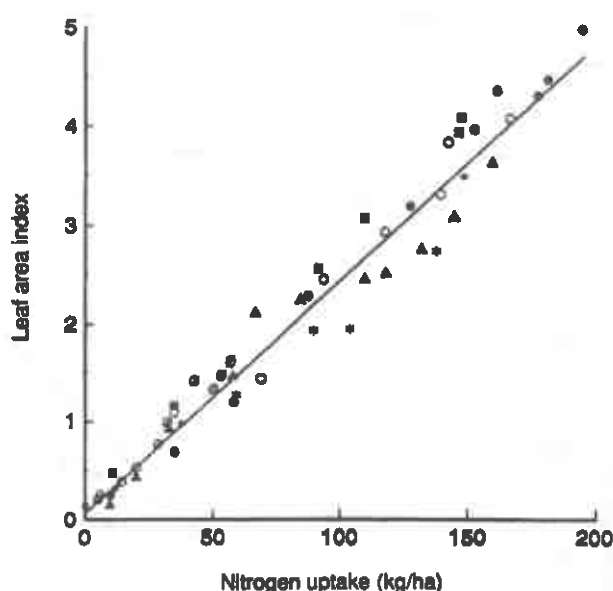
اگر هدف زراعت به حداکثر رساندن جذب نور باشد، آفات، علفهای هرز و بیماریها چگونه بر روی عملکرد تاثیر می‌گذارند؟ فصل ۱۱، به تاثیر محدودکننده آفات برای عملکرد، نخست در اثر از بین رفتن جوانه‌های بذری و سپس در اثر برگ‌ریزی می‌پردازد. در اینجا ما اثرات علفهای هرز را که موجب کاهش دریافت نور می‌شود و بیماریهای برگ (مانند ویروس زردی) که ضریب تبدیل نور به ماده خشک را متاثر می‌سازد، بررسی می‌نمائیم.

۴-۶-۱ اثرات علفهای هرز

علفهای هرز برای دریافت نور، آب و مواد غذایی با گیاه زراعی رقابت می‌کنند. معمولاً آن دسته از علفها که بالاتر از سطح زراعت قرار می‌گیرند و روی گیاهان سایه می‌اندازند زیان‌آورترین علفها برای عملکرد هستند (فصل ۱۳). امکان بررسی اثرات این گونه‌های علف در توانایی دریافت نور مورد نیاز زراعت امکان‌پذیر است، اما مطالعات معدودی در رابطه با گیاه چغندر قند انجام شده است. با این همه، (داتزنکو و آرپ^۱ ۱۹۷۱) در کلرادو^۲، علف سریع‌الرشد *Kochia* را برای رقابت با چغندر قند در دامنه‌ای از تراکم‌های یک گیاه علف هرز برای هر ۲۵ بوته تا تعداد مساوی علفها و بوته‌های چغندر قند کشت کردند. به منظور اندازه‌گیری افت شدت نور، کاغذ حساس به نور را در بالای سایه‌انداز گیاه زراعی مستقیماً زیر بوته‌های علف قرار دادند. شکل ۲۶-۶ نشان می‌دهد که در تراکم نسبت یک بوته علف هرز به یک بوته چغندر قند، درصدهای افت محصول با افت شدت نور متناسب بوده است. در تیمارهایی که تعداد علفهای هرز کمتر بود، افت عملکرد به تدریج کمتر از میزان سایه بوده است. این امر قابل انتظار بود زیرا بیشتر بوته‌های چغندر قند درون کرتها، در مقایسه با بوته‌هایی که در زیر سایه علفها قرار گرفته بودند، در معرض نور بیشتر قرار داشتند و در برخی کرتها که به ویژه تعداد علفهای هرز بسیار کم بود، بوته‌های چغندر قند کاملاً در معرض نور قرار داشتند. از این‌رو، افتهای ظاهراً "کوچک در عملکرد با برآورد زیاد درصد نور دریافت شده توسط گیاه *Kochia* مرتبط بوده است.

در سال ۱۹۹۱ گروپف و اسپیترز^۳ در هلند، از تکنیک مدل سازی رگرسیونی و شبیه‌سازی

برای بررسی اثرات علفهای هرز استفاده کردند. آنها نشان دادند که می توان افت عملکرد را با دامنه ای از تراکم ها و زمانهای آلوده شدن زراعت چغندر قند توسط سلمک صورت می گیرد، براساس سطح برگ نسبی^۱ و ارتفاع سایه انداز از هر دو گونه تشریح نمود. مشاهدات فوق با دیدگاهی که افت توده زنده در چغندر قند را متناسب و قابل تخمین با میزان دریافت نور توسط علفهای هرز می بیند مطابقت دارد. در سال ۱۹۷۶،

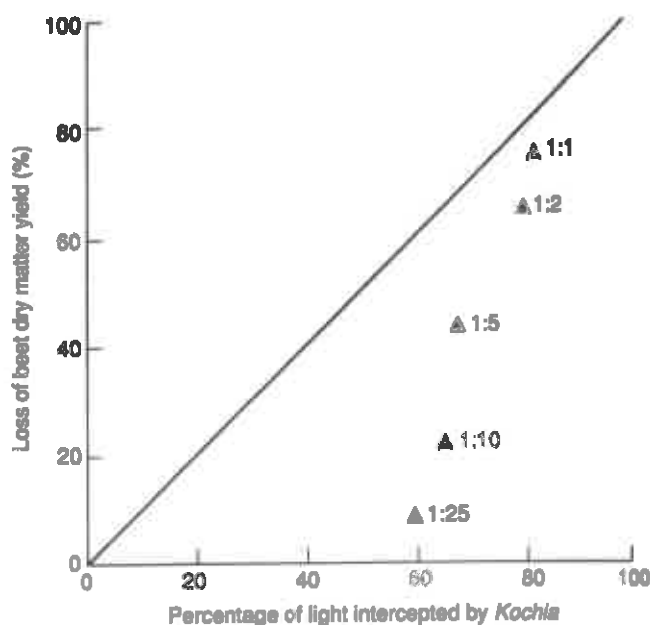


شکل ۲۵-۶ رابطه بین شاخص سطح برگ (L) در مرحله گسترش سایه انداز و مقادیر ازت در زراعت های ۱۹۷۸ تا ۱۹۸۲ (به ترتیب $\bullet$ ، $\circ$ ، $\blacktriangle$ ، $\triangle$ ، $\blacksquare$ ، $\square$). یک زراعت در سال ۱۹۷۹ (ϕ) ازت دریافت نکرده است.

اسکات و ویل کاکسون^۲ نشان دادند که گونه های علف هرز که بالاتر از سطح زراعت رشد می کنند و عمدتاً در اثر ایجاد سایه موجب مختل شدن رشد محصول می شوند، عملکرد را به میزان بیشتری از تولید توده زنده محدود می سازند. گیاه چغندر قند در شرایط سایه، در یک جوابگویی اختصاصی، برگهای راست با دمبرگهای بلند تولید می کند و نسبت بیشتری از فرآورده های فتوسنتز (اسیمیلاتها) را در بخش هوایی نگه می دارد. در مقایسه با زراعت بدون علف هرز که در آن نسبت ماده خشک در بخش هوایی به وزن خشک ریشه ۰/۴۵ بود، زراعتی

که تنها آلوده به سلمک^۱ بود، یک نسبت ۵/۰ داشت. بالعکس وقتی علف هرز رقیب از نوع علف هفت‌بند^۲ بود، که در میان برگها و در زیر بوته چغندر قند ساقه تولید می‌کند، تاثیری معکوس مشاهده شد و نسبت بخش هوایی به ریشه در چغندر قند به ۳۹/۰ رسید.

از این جهت تاثیر علفهای هرز بر روی رشد چغندر قند از دو طریق صورت می‌گیرد، نخست این که علفهای بلند روی بوته‌های چغندر قند سایه می‌اندازند و باعث کاهش فتوسنتز می‌شوند که اثر نامطلوبی روی شاخص برداشت دارد. دوم این که، علفهای هرز کوتاه اگر در زمانی که بوته‌های زراعت کوچک هستند به راحتی اجازه رشد بیابند، بر روی توزیع ماده خشک تاثیر می‌گذارند به طوری که سایه‌انداز زراعت با تناسب کافی رشد پیدا نمی‌کند و در نتیجه گیاه چغندر قند قادر به دریافت بخش اعظم نور نخواهد بود. این اثرات متضاد در انواع علفهای هرز در هر دو حالت، با کاستن از مقدار نور قابل پرداخت توسط سایه‌انداز زراعت، موجب افت عملکرد می‌شود.



شکل ۲۶-۶. اثر تراکم‌های متفاوت گیاهان Kochia روی عملکرد ماده خشک ریشه در زراعت چغندر قند به ازای درصد نور دریافت شده توسط Kochia. خط نسبت ۱:۱ برای مقایسه نشان داده شده است (القباس از دترنکو و آرپ، ۱۹۷۱)

۲-۴-۶ - بیماریهای برگنی: ویروس‌های زردی

در منابع علمی موارد تجزیه و تحلیل دقیق اثرات بیماریهای برگنی روی فیزیولوژی رشد گیاه بسیار محدود است. اکثر آزمایشهای به چاپ رسیده مربوط به ویروس زردی هستند. در سال ۱۹۷۲ میلادی، هال و لومیس^۱ نشان دادند که آلودگی برگهای چغندر قند به ویروس زردی باعث کاهش فتوسنتز خالص در واحد سطح برگ می‌شود (شکل ۲۷-۶). اسکات و جاگارد (۱۹۸۵) نشان دادند که در آلودگی توام به ویروسهای زردی ^۲BYV و ^۳BMVY، میزان جذب نور و کارایی تبدیل نور به مواد گیاهی محدود می‌شود. آزمایش آنها در سال ۱۹۸۳ میلادی بدون آبیاری اجرا شد گیاهان آلوده و غیر آلوده در معرض تنش بی‌آبی قرار گرفتند با این حال گیاهان آلوده پرمردگی کمتری نشان دادند.

در سال ۱۹۹۰ میلادی یک آزمایش مشابه برای تفکیک اثرات بیماری از تاثیر خشکی (که در عمل هر دو همراه هستند زیرا سالهای خشک با هوای ملایم برای فعالیت شته‌ها مناسب‌تر است) به اجرا درآمد. در این مورد، آلودگی تنها منحصر به ویروس ^۳BMVY (نوع ویروس رایج‌تر در شمال غربی اروپا) بود، اما آلوده‌سازی در اوایل کشت یعنی در نیمه ماه مه (اواخر اردیبهشت ماه) زمانی که بوته‌ها به مرحله چهار تا شش برگگی رسیده بودند واقع شد. در نیمه ژوئن (اواخر خرداد ماه) هنوز پیش از بروز علائم، آلوده‌سازی موجب ایجاد اثرات کمی روی میزان جذب نور شد (شکل ۲۸-۶). در این مرحله محدودیت در وزن گیاه مستقیماً مرتبط با محدودیت در جذب نور بود. یعنی هنوز تاثیری بر روی کارایی تبدیل نور (۱/۷۲ گرم در مگاژول) نداشت.

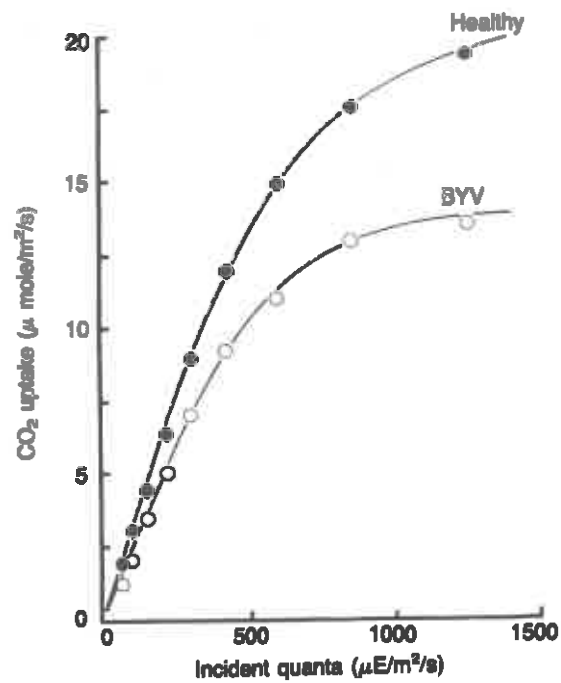
علائم روی برگها در نیمه ژوئیه (اواخر تیرماه) ظاهر شد یعنی تقریباً در همان زمانی که کارایی تبدیل به حدود ۱/۳ رسیده بود. این وضعیت تا آخر ماه اوت (اوایل شهریور) ادامه یافت و از آن پس زراعت به ظاهر سالم، آلوده شد و [آخر سپتامبر (اوایل شهریور) در ۲۵٪ از بوته‌ها علائم ویروسی بروز کرده بود] کاهش میزان کارایی تا سطح یک زراعت آلوده نزول کرد. به‌طور کلی در فصل رشد، متوسط کارایی زراعتهای آلوده و غیر آلوده به ترتیب به ۱/۳۲ و ۱/۱۶ گرم در مگاژول رسید. این آزمایش ۱۲٪ کاهش کارایی در مقایسه با ۲۰٪ کاهش اندازه‌گیری شده در آزمایش سال ۱۹۸۳ با مجموع دو ویروس، نشان داد.

تفاوتهای مشاهده شده در تولید ماده خشک غالباً منحصر به تفاوتهای وزن ریشه (به‌طور کلی وزنهای بخش هوایی گیاه کمتر متاثر شد) و غلظت قند بود به‌طوری که بیماری اثرات بسیار سنگینی بر بازده اقتصادی زراعت باقی گذاشت. برای مثال زراعت آلوده به قند تولید ^۳BMVY در نیمه ماه مه (اواخر اردیبهشت) ۱۲/۲ تن در هکتار کرد، در حالی که شکر حاصل از زراعت سالم ۱۴/۹ تن در هکتار بود.

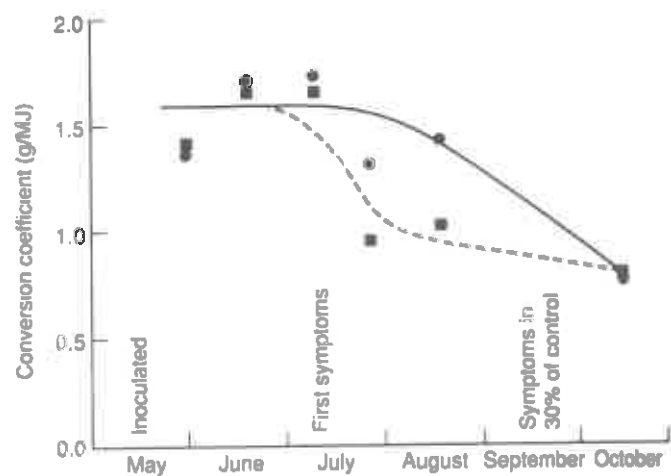
1 - Hall and Loomis

2 - Beet yellow virus

3 - Beet mosaic yellow virus



شکل ۲۷-۶. فوتوسنتز خالص برگهای سالم (●) و آلوده به BYV (○) در چغندر قند (اقتباس از هال ولومیس ۱۹۷۲)



شکل ۲۸-۶. تغییرات ضریب تبدیل (ع) زراعت چغندر قند در تابستان و پاییز که مصنوعاً توسط ویروس زردی خفیف چغندر قند تلقیح نشده (●) و تلقیح شده (■) است.

۵-۶ کاربرد اصول فیزیولوژی در توسعه صنعتی آینده

۱-۵-۶- پیش‌بینی عملکرد

صنعت قند در نقاط گوناگون جهان و در زمانهای مختلف، سیستم‌هایی برای تخمین عملکرد بنا نهاده است. در انگلستان شرکت «قند انگلستان»^۱ از سال ۱۹۴۰ میلادی دارای چنین سیستمی است. این تخمین‌ها برای کارخانه‌های فرآوری به دلایل متعددی دارای اهمیت است زیرا بودجه‌های واقع‌گرایانه برای فصل کار باید پیش‌بینی شود که تصمیم‌گیری در میزان نیاز به کارگر مواد اولیه را شامل می‌شود. هوشیاری به موقع به این تصمیم‌گیرها کمک می‌کند تا از پیش برای خرید مواد سوختی، آهک و مواد بسته‌بندی اقدام شود. اطلاع‌رسانی به موقع از حجم زیاد محصول می‌تواند پیش‌فروش پرسودی در برداشته باشد به ویژه اگر از محصول پیشین ذخیره تولید در انبار باقی مانده باشد. همچنین تصمیم‌گیری‌ها را می‌توان در زمینه‌های تولید، مثلاً تولید شکر جامد خام را به جای مایع انتخاب کرد، زیرا شکر خام را می‌توان در انبارهای ارزان درجه پائین‌تر نگهداری کرد. از سوی دیگر، اطلاع‌رسانی زودتر از پیش‌بینی یک محصول کم حجم توجه را در جهت اجتناب از هزینه‌های اضافی غیرلازم و ذخیره انبار جلب خواهد کرد.

در روش سنتی، تخمین یک عملکرد تنها براساس نمونه‌برداری تصادفی از مزارع صورت می‌گرفت که سیستم‌های مشابهی در سرتاسر اروپا باقی مانده است. بتدریج یک بانک اطلاعاتی به وجود آمد تا بتوان براساس گرایش عملکرد همان سال زراعی در مقایسه با گرایشها در سالهای گذشته عملکرد مورد انتظار را پیش‌بینی نمود. در عمل، این تخمینها بدون مراجعه به روشهای آماری رسمی صورت می‌گرفت. با این حال (چرچ و ناناساکتی^۲ ۱۹۸۳) در انگلستان و (براندت^۳ ۱۹۸۰) در فرانسه مجموعه اطلاعات گذشته را بررسی کردند و آزمایشهای آماری و مدل‌های خطی و رگرسیونی به کار بردند تا دقت این پیش‌بینی‌ها را بهبود بخشند.

این مدلها معایب متعددی دارد. مثلاً برای نمونه‌برداری از بوته‌ها به نیروی کار زیاد نیاز است که هزینه‌ای روزافزون دارد. این رهیافت ماهیتاً انعطاف‌پذیر نیست و هرگونه تغییر در متدولوژی می‌باید چند سال متوالی اجرا شود تا پیش‌بینی‌های انجام شده براساس آنها قابل اعتماد باشد. به همین دلیل به جای اجزاء و عوامل مکانیکی دستورالعمل‌ها دارای مبنای تاریخ است، در نتیجه حوزه عملیاتی محدودی برای شرایط استثنایی پس از نمونه‌برداری دارد و قادر به تعیین طریق رسمی و یا علمی نیست. مثلاً، سال ۱۹۸۲ از نظر شرایط آب و هوایی مطلوب در زمان کاشت بذر، سپس گرمای هوا در ماههای مه و ژوئن (اردیبهشت تا خرداد) یک سال استثنایی در بخش بزرگی از شمال غرب اروپا بود که موجب شد شروع زراعت با رشد بی‌سابقه همراه باشد. به واسطه عدم وجود پیشینه اطلاعاتی در رابطه با این دامنه جواگویی، روند رشد

1 - British Sugar

2 - Church and Gnanasakthy

3 - Bruandet

متعاقب زراعت قابل پیش‌بینی نبود. در انگلستان برخلاف سال ۱۹۸۲، یک شروع خوب برای زراعت در سال ۱۹۹۰ مشاهده شد که به سرعت با کمبود آب مواجه گردید و یک رهیافت آماری ساده مبنای رضایتبخشی بدست نمی‌داد تا بتوان نتیجه ترکیبی از زراعت پرمحصول اولیه و سپس رشد کند غیر معمول متعاقب آن را پیش‌بینی کرد.

اگر بخواهیم یک برنامه پیش‌بینی شده برای تصمیم‌گیری در خرید مواد اولیه دارای ارزش باشد، باید نتایج در اوایل ژوئیه (نیمه تیرماه) در دسترس قرار گیرد. برنامه نمونه‌برداری مزارع در شرکت "قند انگلستان" همیشه از ماه اوت (مرداد) آغاز می‌شود و شروع زودتر از این تاریخ موجب تامین تعهد کار طولانی‌تر برای نیروی انسانی این برنامه خواهد بود. هر زمان و هر جا که اندازه زراعت در مزارع متغیر است رهیافت نمونه‌برداری آسیب‌پذیر می‌شود و در نتیجه امکان پیش‌بینی نادرست فراهم می‌گردد. دانستن این که استعداد تولید ریشه چغندر قند مستقیماً به اندازه نور دریافت شده توسط برگها بستگی دارد می‌تواند مبنایی برای بازنگری یک سیستم جدید در جهت پیش‌بینی محصول باشد که از سال ۱۹۷۸ به اجرا درآمده است. این سیستم می‌تواند شرایط غیر معمول را محاسبه و در آخر ژوئن (اوایل تیرماه) پیش‌بینی لازم را ارائه دهد تا سنجش میزان تغییرات زراعت ملی در دستورالعمل وارد شود. رابطه میان رشد و تشعشع خورشیدی توسط معادله زیر توضیح داده می‌شود (۱-۶).

$$dw/dt = \epsilon f \quad \text{معادله ۶-۱}$$

در این معادله ϵ به عنوان کارایی خالص تبدیل انرژی خورشیدی به توده زنده و f بخش تابیده تشعشع خورشیدی S است که توسط برگها دریافت می‌شود. بهره‌دهی W در پایان فصل، با انتگرال ۶-۱ روی کل فصل رشد در معادله ۶-۲ داده شده است.

$$W = \epsilon_p \int f S dt \quad \text{معادله ۶-۲}$$

در اینجا ϵ_p مقدار تبدیل خالص انرژی خورشیدی به قند ذخیره شده است. در نتیجه عملکرد زراعت ملی می‌تواند از طریق اندازه‌گیری تشعشع (S)، بخش دریافت شده آن f و شناخت ϵ_p ، ضریب تبدیل، بدست آید.

اولین مرحله به کارگیری این مفاهیم در تخمین عملکرد محصول در انگلستان، پیوند زدن آنها به سیستم نمونه‌برداری مزرعه‌ای بود که در آن زمان توسط شرکت "قند انگلستان" به اجرا درآمد. تشعشع (S) توسط سولاریمترهایی (خورشیدسنج‌هایی) که در مناطق استراتژیک در تمامی زراعت ملی مستقر شده بودند اندازه‌گیری شد. f در زراعت‌های با رشد استاندارد در ایستگاه "پرومز

بارن" اندازه گرفته شد و S با تقسیم میزان رشد (بدست آمده از نمونه برداری ها) بر مقدار نور دریافت شده تخمین زده شده است. در این روش دو نقطه ضعف به شرح زیر وجود داشت:

- ۱- بخش دریافتی نور در زراعت ایستگاه "برومز بارن"، معرف کلیه مزارع نبود.
- ۲- به علت این که نمونه برداری تا ماه اوت (اوایل مرداد) شروع نشد، اولین پیش بینی ها تا پایان ماه اگوست (اوایل شهریور) امکان پذیر نگردید.

همانطور که در این فصل روشن شد، از سه متغیر معادله ۲-۶، بخش نور دریافت شده بحرانی ترین اجزاء برای تعیین عملکرد نسبت به روش تولید بسیار متفاوت است. از اولین روزهای آغاز پروژه پیش بینی عملکرد، (کومار و مونته‌ایت^۱ ۱۹۸۱) مشغول بررسی امکان تخمین f از تضاد بین زمین کشت شده و دارای پوشش سبز برگی در میزان انعکاس نور قرمز و مادون قرمز بودند. در حالی که برگها نور قرمز را با قوت جذب و نور مادون قرمز را به شدت منعکس می کنند، خاک، به ویژه در زمانی که مرطوب است، دارای افزایش انعکاس دهی تدریجی تر در کل طیف نور است. شاخص های رشد گیاهی تعیین شد تا f را به انعکاس دهی در طول موجهای قرمز و نزدیک مادون قرمز مرتبط سازد. گروه مون تیت یک اسپکترو فوتمتر ساده ساختند تا این شاخص رشد گیاهی را اندازه گیری کنند، (استیون^۲ و همکاران ۱۹۹۳) این وسیله را روی هواپیما گذاشتند و بر فراز یک زراعت چغندر قند پرواز کردند تا یک ارزش جمع بندی شده از f برای کل یک زراعت بدست آورند.

با تخمین مرتب f در فواصل زمانی طی فصل رشد، ثابت شد که امکان پیش بینی عملکرد از معادله ۲-۶ با استفاده از اندازه گیریهای محلی از تشعشع تابیده و ارزش کارایی ε_s دانسته شده از دامنه ای از زراعت های سالم و معرف، وجود دارد.

گام بعدی مقایسه پیش بینی های عملکرد، پس از جایگزینی مقادیر f بدست آمده از پرواز بر فراز ۲۰ مزرعه، با عملکردهای بدست آمده از مزارع انفرادی در زمان توزین و تحویل به کارخانه قند بود. ارزیابی عملکردها مشابه بود اما پیش بینی ها کاملاً دست بالا گرفته شده بود. این پیش بینی ها بر مبنای اندازه گیری هایی بود که اجباراً در قسمتهای میانی مزارع دارای انحراف می شود زیرا در حاشیه ها داده ها به علت این که علائم بازتابیدن نور از حاشیه ها و گیاهان مزارع هم جوار تداخل پیدا می کند قابل استفاده نیست. میزان ضعف رشد در حاشیه ها توسط جاگارد و همکاران (۱۹۸۴) اندازه گیری شده است. یک علت دیگر برای تخمین زیادتز از اندازه این بود که پیش بینی ضایعات دوره برداشت مکانیزه، بارگیری و انبار کردن در مزرعه را به حساب نیاورده بود. اثرات سرآب زمین و کارایی برداشت از مزرعه به مزرعه متفاوت است اما مقدار برآورد کلی باید ثابت بماند زیرا از سال ۱۹۸۶ کل محصول تحویل شده توسط زارعین بین ۶۸ تا ۷۱٪ از

مقدار موجودی قند پیش‌بینی شده در آخر اکتبر (اوایل آبان)، یعنی در همان تاریخ مورد نظر برای پیش‌بینی کلی، بوده است. هیأت بازاریابی سیب‌زمینی^۱ نیز دریافت که عملکرد متوسط سیب‌زمینی در انگلستان برابر با ۷۰٪ عملکرد اندازه‌گیری شده با نمونه برداری دستی است. اما این مطالعات اکنون بهبود یافته و سنجش بازتاب نور از ۳۵۰ مزرعه چغندر قند در تمام انگلستان با استفاده از چرخ بال، به صورت یک کار تجارتي برای تخمین^۲ و پیش‌بینی عملکرد محصول انجام می‌گیرد. این سیستم از سال ۱۹۷۸ برای ارائه پیش‌بینی‌ها از اوایل ژوئیه (نیمه تیرماه) به بعد به کار می‌رود. تفاوت بین نخستین پیش‌بینی‌ها و مقدار محصول تحویل شده تا حد ۱۲٪ بوده است، اما در اوایل ماه اوت (اواسط مرداده ماه) این تفاوت از ۵٪ بیش‌تر نبوده است. سیستم‌های دیگر که بر مبنای مشابه استوار است (اما از مدل‌های ریاضی و سطح نور دریافت شده به جای اندازه‌گیری بازتاب نور استفاده می‌کنند)، توسط پارک^۳ (۱۹۹۲)، اسپیترز^۳ و همکاران (۱۹۹۰) ایجاد شده است. باید بتوان این دستورالعمل‌ها را برای صنعت چغندر قند در سرتاسر جهان تطبیق داد، شاید در این صورت در مناطق آب و هوایی که آب عامل تعیین‌کننده در بهره‌وری است، از مقدار مصرف آب برای جایگزینی میزان تابش خورشیدی استفاده نمود. کوشش‌های گوناگونی در جهت استفاده از اندازه‌گیری از راه دور بر مبنای کار ماهواره برای تامین داده‌های دریافت نور توسط سایه‌انداز چغندر قند و در نتیجه دستیابی به پیش‌بینی محصول صورت گرفته است. در نظر اول، دو امتیاز روشن در داده‌های ماهواره به چشم می‌خورد، اول این که آنها می‌توانند در اندازه‌گیری مساحت، زراعت به کار روند و دوم، آنها می‌توانند پتانسیل همه مزارع چغندر قند و نه تنها نمونه‌های کوچک را تعیین کنند. در عمل، شرکت‌های قند معمولاً داده‌های قابل قبلی در مورد سطح اختصاص یافته به زراعت چغندر قند را دارند، و در بسیاری از شرایط آب و هوایی ابرها قسمتهایی از زمین را از دید ماهواره می‌پوشانند و در نتیجه اندازه‌گیری به بخشی از کل زراعت محدود می‌شود. از این‌رو، امتیازهای آشکار داده‌های ماهواره‌ای واقعا قابل اجرا نیست. اگر باید ماهواره‌ها در آینده نقشی داشته باشند، باید بتوانند اطلاعات را ارزانتر و سریعتر از هواپیما یا سیستم‌های زمینی تامین کنند.

۲-۵-۶- تولید چغندر قند بر اساس سهمیه

در حال حاضر مزارع چغندر کار در اتحادیه اروپا یک سهمیه وزنی چغندر قند (یا عیار استاندارد ۱۶٪) دارد که یک قیمت ثابت و بالایی جذب می‌کند. ارزش مقدار چغندر قند تولید شده مازاد بر سهمیه، مستقیماً بستگی به قیمت بازار جهانی قند دارد که معمولاً این قیمت پائین است و کلید راه حل، حداقل از نظر تئوری دانستن این مطلب است که آیا هزینه یک نهاد

1 - The Potato Marketing Board

2 - Burke

3 - Spitters

ویژه در یک زمان ویژه برای تکمیل این سهمیه توجیه پذیر است یا خیر، یا که این هزینه تنها به تولید مازاد می انجامد. تولیدکنندگان با سه مسئله مواجه اند: اول، ممکن است اگر مازاد تولید زیاد باشد پول خود را هدر بدهند، دوم، چون چغندر قند سهمیه قیمت گذاری نسبی جالبی نسبت به سایر محصولات کشاورزی در اتحادیه اروپا دارد، اگر سهمیه خود را تکمیل نکنند، آنها نمی توانند در آمد خود را به حداکثر برسانند، و سوم این که اگر متوسط تولید آنها کمتر از سهمیه تعیین شده در دو سال بهتر از مجموع سه سال گذشته باشد، واگذاری سهمیه آنها کاهش می یابد. این سخت گیریها چالشهای جدیدی در علم زراعت به وجود می آورد که هریار با تغییرات شدید در محصول سالی به سال دیگر تشدید می شوند. نخستین تصمیم گیری متوجه تعیین سطح کشت زراعت است که معمولاً بر مبنای عملکرد متوسط در سه سال گذشته که داده های محصولی آنها موجود است، انجام می شود. مثلاً سطح زیر کشت زراعت در سال ۱۹۹۲ بر مبنای عملکرد متوسط در سالهای ۱۹۸۸، ۱۹۸۹ و ۱۹۹۰ قابل تعیین بوده است. (با این یادآوری که در زمان تصمیم گیری های اولیه در مورد زراعت سال ۱۹۹۲، مثلاً برای سفارش بذر و کشت زراعت در پائیز، عملکرد محصول در سال ۱۹۹۱ ناشناخته مانده است). می توان با نظر انداختن به گذشته تعداد سالهایی را که تصمیم گیری بر این مبنای موجب تضمین سهمیه شده است مورد بررسی قرار داد. این عمل از سال ۱۹۶۵ برای تعیین عملکردهای قطعات معینی از کشت آبی و غیر آبی چغندر قند در "برومز بارن" انجام می گیرد. سه استراتژی با یکدیگر مورد مقایسه قرار گرفته است:

- ۱- نیاز کامل آبیاری در زراعت چغندر قند تامین شود.
 - ۲- آبیاری برای زراعت هایی که ارزش اقتصادی بیشتری از چغندر قند دارند اختصاص می یابد و چغندر قند تنها در زمانی که خشکی بسیار زیاد باشد، آبیاری می شود.
 - ۳- زراعت چغندر قند آبیاری نمی شود.
- از سال ۱۹۶۵، روند فزاینده ای برای عملکرد وجود دارد، از این رو، به طور متوسط زراعت های آبیاری شده، از میزان قند "هدف" خود تا میزان ۵/۰ تن در هکتار فراتر رفته است. متوسط عملکرد در زراعت های آبیاری شده با باران یک مازاد کوچک به میزان ۲/۰ تن در هکتار نشان داده است. علی رغم این مسئله، زراعت های آبیاری شده در هفت مورد از ۲۲ سال تولید و زراعت های آبیاری شده در ۱۱ مورد از ۲۲ سال، قادر نبودند به حد تعیین شده خود دست یابند. البته در جایی که آب آبیاری از زراعت های دیگر به زراعت چغندر قند در شرایط بسیار پرمرده رسانده شد، میزان عدم دستیابی به "هدف" کاهش یافته است، خوب است یادآوری کنیم که حتی در شرایط مدیریت زراعی خوب، تولیدکنندگان نتوانستند در چهار سال از ۲۲ سال به حداکثر درآمد خود دست یابند. چغندرکاران در صدد آنند حداکثر درآمد را کسب نمایند و سهمیه خود را حفظ کنند، به طوری که حقوق بهره برداری آینده را برای خود نگهدارند. از این رو بسیاری از کشاورزان بیش

از حد تراکم بوته لازم کشت می‌کنند (۱۰٪ ضریب تضمین کشت مرسوم است). آیا این کشت پرتراکم توجیه‌پذیر است؟ از سال ۱۹۶۵ به بعد، الگوی تغییرات در عملکرد محصول به‌طوری بود که تنها در نیمه دهه ۱۹۷۰ میلادی تولید در یک مدت طولانی به اندازه‌ای کم بود که احتمال از دست دادن سهمیه وجود داشت بنابراین کشاورزان از اقدام به کشت پرتراکم راضی بوده‌اند. اما، ایجاد تراکم بیشتر برای تامین سهمیه و حداکثر درآمد، چه در زراعت‌های آبی و چه بدون آب، در بیش از یک چهارم از سالها نمی‌تواند کافی باشد. نتیجه دیگر کشت پرتراکم می‌تواند تولید متوسط مازاد قند بین ۱/۵ تا ۱/۱ تن در هکتار به ترتیب برای زراعت آبی و باران خورده باشد. به‌طور کلی این مقدار مازاد قند ارزش زیادی برای زارع ندارد در صورتی که بهتر است روشی مورد توجه قرار گیرد که بتواند تولید مازاد احتمالی را به نحوی پیش‌بینی کند تا هزینه‌های صرف شده جبران شود. اگر زراعت آبیاری می‌شود، این فاکتور می‌تواند به عنوان مناسبترین نماینده برای هزینه‌ها محسوب گردد، زیرا اعمال آن گران است و پیش‌بینی اثرات آن در مقایسه با اثر شته‌کش آسان‌تر است. با توجه به داده‌ها، اگر یک کشاورز میزان تولید "هدف" خود را بر کارایی پیشین خود با اجرای آبیاری بنا نهد و اگر ۱۰٪ تراکم کشت را افزایش دهد تا سهمیه چغندر قند بیشتری برای فروش به کارخانه تحویل نماید، در این صورت او در کل ۲۲ سال گذشته، باز هم در پنج مورد قادر به تولید سهمیه خود نمی‌شد در حالی که در ۱۳ مورد می‌توانست سهمیه خود را بدون نیاز به آبیاری و در چهار سال مابقی تنها با اجرای یک آبیاری جزئی آن سهمیه را بدست آورد. اصولاً کاهش هزینه‌های مصرف شده می‌تواند برای استفاده از آفت‌کشها برای کنترل بیماریهای گیاهی در پایان فصل تابستان به کار گرفته شود. واضح است که افق دید وسیع‌تری در کاهش مخارج و هزینه‌های مصرف شده برای افزایش سود مزارع وجود دارد، اما فقط در صورتی که یک سیستم منطقی در مقیاس مزرعه برای پیش‌بینی زراعت چغندر قند در شرایط تنش و بدون تنش پیدا شود. سیستم‌هایی برای پیش‌بینی عملکرد در سطح منطقه‌ای ایجاد شده، اما در حال حاضر هیچکدام قادر به ارائه پیش‌بینی‌های قابل اعتماد برای یکایک مزارع نیست.

۳-۵-۶- استفاده از مواد شیمیایی در کشاورزی

صنعت چغندر قند طی دهه گذشته، مانند سایر بخشهای کشاورزی به‌طور روزافزون متوجه تاثیرات کشاورزی بر محیط زیست شده است. تولید کنندگان چغندر قند در کشورهای سوئد و دانمارک ملزم به تطبیق با قوانینی شدند که استفاده از کود ازت، کودهای آلی و آفت‌کشها را "شدیدا" محدود می‌کند. آنها همچنین ملزم به اجرای روشهای جدیدی، مثل کشت گیاهان "تله" شدند که برای کاهش آلودگی در نظر گرفته شده است. شواهد نشان می‌دهد در کشورهای دیگر، به ویژه هلند و آلمان کشاورزان بزودی تحت شرایط مشابهی قرار خواهند گرفت.

(هوگرکامپ^۱ ۱۹۹۱) حتی در انگلستان، که این قانون با روند کندتری از کشورهای اسکاندیناوی از راه می‌رسد، تولیدکنندگان چغندر قند از سال ۱۹۹۳، مجاز به از بین بردن کاه غلات به روش آتش‌زدن نیستند. در شرایط کنونی، چه پیامدهایی برای علوم زراعت و فیزیولوژی محصول بروز خواهد نمود؟ در مورد کودهای شیمیایی و آلی، تمرکز عمدتاً متوجه آلودگی نیترات در آب آشامیدنی در سفره‌های آب زیرزمینی و نهرها و رودخانه‌ها است. اجزاء بحرانی یک سیستم زراعت برای کنترل هرز رفتن نیترات کدام‌اند؟ هرز رفتن عمده ازت به آبهای زیرزمینی بین ماههای اکتبر تا مه (مهرماه تا اردیبهشت)، زمانی که آب در خاک از حد ظرفیت زراعی فزون‌تر است و زه‌کشی انجام می‌گیرد، واقع می‌شود. استقرار یک زراعت برگری در اواخر تابستان موجب حذف ازت آلی از خاک و ساکن نمودن مؤثر آن می‌شود. یک گیاه "تله" بسته به نوع، مورد مصرف و شرایط جوی در پاییز و زمستان در انگلستان، می‌تواند تا ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار ازت در خود نگهدارد (مکاتبه خصوصی با آلیسون^۲). بحث مکرر در این فصل این بوده که بنیان یک زراعت پر محصول دستیابی زودتر به پوشش برگری کامل است و آگاهی از چگونگی تامین ازت از یک زراعت "تله" تازه منهدم شده به ویژه در اوایل تابستان برای چغندر قند، اهمیت حیاتی دارد (آلیسون و آرمسترانگ ۱۹۹۱). آیا امکان دارد که یک زراعت "تله" که در حال از هم‌پاشی است دارای یک نسبت C/N باشد که آن را از یک مبداء ازت به یک مقصد برای ازت معدنی تبدیل کند؟ در حال حاضر این مطلب عنوان یک اولویت تحقیقاتی در سرتاسر اروپا است. به نظر می‌رسد در مناطقی که آلودگی نیتراتی مسئله‌ساز است، محدود کردن مقدار مصرف کود حیوانی جامد و مایع که یک هفته قبل از کشت به کار می‌رود، بتواند رویهم‌رفته عملکرد و کیفیت محصول را بهبود بخشد. غالباً، تولیدکنندگان چغندر قند از مقادیر زیادی کود حیوانی پرازت استفاده می‌کنند و این مقدار را در مصرف کود شیمیایی خود کمتر به حساب می‌آورند. مثلاً در انگلستان ۲۰٪ از زراعت چغندر قند در خاکی صورت می‌گیرد که از ۶ ماه پیش از کاشت بذر حاوی کود حیوانی پرازت می‌شود و بازهم در نیمی از همین مدت مقدار ۱۰۰ کیلوگرم ازت معدنی در هکتار دریافت می‌کند. نتیجه این امر جذب طولانی‌تر ازت و رشد برگری فراوان در زمانی است که پوشش سایه‌انداز به اندازه مناسب رسیده و فقط موجب افت درصد قند و خلوص شیر می‌شود. بخش اعظم زراعت‌هایی که مقادیر زیاد کود حیوانی جامد و مایع دریافت می‌کنند، از آن دسته هستند که مقادیر بالای ازت آلفا آمینو و نیز درصد قند پائین دارند. به طور کلی در تمام جنبه‌های استفاده بی‌دقت از کود حیوانی، نیترات مورد مصرف و قابل دسترس چه از نظر مقدار و چه از نظر زمان مصرف به خوبی محاسبه نمی‌شود و غیرقابل پیش‌بینی است. لازم به تاکید دوباره است که محدودیت در مصرف ازت موجب محدودیت متناسب برای

دریافت نور و عملکرد محصول نمی‌شود (شکل ۲۳-۶). اگر ۵۰٪ محدودیت مصرف به‌طور یک شبه به اجرا درآید، افت عملکرد محصول در انگلستان احتمالاً حدود ۱۰٪ می‌شود (جدول ۴-۶). کلید تقلیل اثرات نامطلوب در بهره‌دهی به کارگیری مقدار مصرف مجاز ازت است، به‌طوری که هرچه سریعتر به اندازه کافی در دسترس گیاه در حال استقرار قرار گیرد و بدترین واکنش برای یک کشاورز این خواهد بود که موجودی کود را با خرد کردن مقدار مصرف و یا ادامه مصرف آن در تابستان تکمیل کند. یک واکنش احتمالی دیگر ممکن است در جهت تقسیم مقدار مصرف مجاز ازت به دو قسمت، برای ایجاد تغییر در تاریخ کاشت بذر، مقدار بذریاشی، تقویم آبیاری، استراتژی حفاظت از گیاهان و زمانهای متفاوت برداشت باشد تا ازت قابل مصرف به‌طور مؤثرتر استفاده شود. از آنجا که عمل مثبت ازت برای تولید و حفظ یک سایه‌انداز مفید به خوبی شناخته شده و در صورت تقلیل جزیی آن محدودیت شدیدی پیش نخواهد آمد، نباید به جای استفاده مؤثر از مقدار مجاز، تغییرات عمده‌ای در روش تولید زیربنایی زراعت ایجاد نمود.

در سالهای نخست ترکیبی از بقایای غلات همراه با مصرف محدود ازت برای چغندر قند و زراعت‌های دیگر ممکن است به دلیل رقابت کاه در حال پوسیدن و گیاه زراعی برای مصرف ازت معدنی منجر به تاخیر در رشد سایه‌انداز شود. اما نهایتاً به نظر می‌رسد با استقرار این سیستم جدید تولید، مقدار مواد آلی خاک کمی افزایش یابد و به تناسب آن مقدار بیشتری ذخایر ازت رو به افزایش خاک در دسترس گیاه قرار گیرد.

اگر وظیفه ما، مانند کشور هلند، به نصف رساندن مصرف کل آفت‌کش باشد، باید کاهش مصرف علف‌کش‌ها هدف اصلی تعیین شود زیرا این مواد نسبت بزرگی از کل وزن آفت‌کشها را شامل می‌شود. ساده‌ترین رهیافت، سمپاشی خطی و استفاده از دستگاه وجین‌کن است. در حالی که این کار حجم مواد شیمیایی را به یک سوم اندازه فعلی کاهش می‌دهد، اما در عوض از حیث صرف وقت و انرژی گران تمام می‌شود. تکنیک‌های رها کردن بستر بذر به علت اهمیت زیاد طول دوره رشد در زراعت چغندر قند محل استفاده ندارد. زیرا برای کارایی این تکنیکها، کاشت بذر چغندر قند باید دیرتر و دوره رشد آن کوتاهتر شود که در نتیجه عملکرد کاهش می‌یابد، در حالی که صرفه جویی در مصرف علف‌کش بیش از یک مورد نخواهد بود. محدودیت دیگر این است که تکنیک‌های رها کردن بستر بذر در بخش میان ردیفها مؤثرترین کارکرد را دارد زیرا علفهای هرز بهتر کنترل می‌شود، اما به هم زدن خاک به هنگام کاشت در روی خطوط موجب تحریک مجدد جوانه‌زنی بذر علفهای هرز می‌شود و در نتیجه کارایی کمتری دارد. یک رهیافت دیگر افزایش فاصله خطوط است و در نتیجه افزایش سطحی است که علفهای هرز را می‌توان وجین کرد. چنین حرکتی می‌تواند زراعت را از لحاظ استقرار ضعیف آسیب‌پذیر کند و در نتیجه بر لزوم کنترل آفات خاکزی و شته‌ها بیافزاید که این خود در جهت مخالف روند صرفه‌جویی در

آفت‌کشها است. رابطه متقابل الگوهای رشد هرگونه علف هرز و رشد بوته‌های چغندر قند (در بخش ۱-۴-۶) مورد بررسی قرار گرفته است. آیا از دیدگاه فیزیولوژیک برای بهتر محدود کردن مصرف نماتدکش، حشره‌کش و قارچ‌کش‌ها می‌توان درسی آموخت؟ هرگونه محدودیت در مصرف آفت‌کش که توسعه به موقع و بهم پیوستن سایه‌انداز را به مخاطره اندازد، می‌تواند در زمان دیرتری در فصل رشد منجر به بروز مشکلات آفات، بیماریها و علفهای هرز شود و نیاز به کارگیری مواد شیمیایی را افزایش دهد. از این جهت، این محدودیتها پیش از به اجرا درآمدن، باید مورد توجه ویژه قرار گیرند. به علاوه، برای انتخاب نحوه مصرف آفت‌کش، به طور کلی بهترین کار حفاظت از استقرار بوته و رشد سایه‌انداز کامل در زمانی است که پتانسیل رشد در بالاترین حد قرار دارد، تا از مصرف آن در اواخر فصل زراعت که پتانسیل رشد در حال کاهش است جلوگیری شود.

۴-۵-۶- اهداف فیزیولوژیک برای بهنژادی و تاثیر آن بر علوم زراعی

همه نظرات حاکی از آن است که بهم پیوستن زودتر سایه‌انداز به عنوان یک هدف در بهنژادی، امتیازهایی در برخورد داشت. با سلکسیون در جهت بالا بردن توانایی بیشتر بذری برای جوانه‌زدن و استقرار، گسترش برگها در دمای پائین‌تر و تولید برگهای پهن افقی می‌توان به پیشرفت بیشتر دست یافت. گامرسون (۱۹۸۶) نشان داد که تنوع کمی در دمای پایه برای جوانه‌زدن بذری وجود دارد، زیرا در آن زمان دمای خاک سردتر است، راه پیشرفت بدست آوردن بوته‌هایی است که به دمای دوره اواخر نیمه مارس (اسفند) تا نیمه تابستان پاسخ بهتری نشان دهند. از آنجا که بروز بولتینگ با دمای سرد مرتبط است، احتمالاً سطوح فعلی مقاومت به بولتینگ در چغندر قند مناسب است، و روشن نیست که آیا یک مرحله رشد حساستر از مراحل دیگر باشد. در حالی که مزیت رشد برگی سریعتر در پاسخ به دمای پائین به طور کلی در شمال غرب اروپا و مناطق ساحلی دیگر قابل اجرا است، اما شرایط مشابه در منطقه بزرگ برزیل به کار نمی‌آید. در این مناطق توانایی ایستادگی در برابر یخبندان، کشت زودرس و سرعت بهم پیوستن سایه‌انداز عوامل محدود کننده هستند. از دیدگاه یک متخصص علوم زراعی، هیچ عیبی در سلکسیون برای رشد برگی در دمای پائین وجود ندارد، زیرا زراعت خود، سیستم کنترل علف هرز را ایجاد خواهد کرد و به علت پوشانده شدن سریعتر خاک، جلب شته‌ها نیز کمتر می‌شود. از این رو، عملکرد محصول بیشتر، بدون هزینه بیشتر و امکانات با نهاده‌های کمتری در مقایسه با زمان حاضر بدست می‌آید.

یک بحث نامطمئن چگونگی تامین ازت از خاک برای الگوی جدید نیاز است. آیا زمانی که دمای خاک برای رشد گیاه کافی نیست کود ازتی در دسترس تراز ازت معدنی است؟ آیا کود ازتی اضافی برای تامین نیاز گیاه لازم است؟ در حال حاضر می‌دانیم زمانی که رشد برگ سریع است این نیاز به سرعت افزایش می‌یابد. مطالعات انجام گرفته در "برومز بارن" در سال ۱۹۸۲ میلادی

نشان داد که اگر بخواهیم رشد برگ‌های بوته با محدودیت روبرو نشود باید زراعت مقدار ۶ کیلوگرم ازت در هکتار و در روز جذب نماید. آرمسترانگ و همکاران (۱۹۸۶) دریافتند برای این میزان جذب مقدار ۲۰ کیلوگرم ازت در هکتار (که ۱۲۰ کیلوگرم آن به صورت کود شیمیایی تامین می‌شود) باید در اوایل ماه ژوئن (نیمه خرداد) در دسترس گیاه باشد. اگر رشد برگ باید به‌طوری تسریع شود که نقطه اوج شاخص سطح برگ (L) چهار هفته زودتر (به جای اواخر تیرماه در اواخر خردادماه) حاصل شود، به نظر نمی‌رسد که مقدار کود شیمیایی بیشتر از مصرف کنونی مورد نیاز باشد. با این همه خرد کردن کود مصرفی توجه‌پذیری کمتری دارد.

اگر به‌نژادگر قادر باشد میزان رشد برگ‌های زودرس را در اوایل فصل افزایش دهد، در این صورت این امر موجب افزایش اندازه سطح تبخیر زراعت در زمانی از سال خواهد شد ماه مه - اردیبهشت) که زراعت نیاز بسیاری به آب وجود دارد. این نیاز در صورتی تامین می‌شود که به‌نژادگر، علاوه بر سرعت بخشیدن به رشد برگ‌ها، بتواند به‌طوری میزان نفوذ سیستم ریشه‌های الیافی را به درون خاک سریع‌تر نماید که گیاه بتواند تعادل آن دوره رشد خود را حفظ کند. اما اگر حتی این امر قابل دستیابی شود، باز هم در فصل رشد، زراعت در مجموع به آب بیشتری برای اجتناب از تنش نیاز خواهد داشت.

در مناطقی که تنش رطوبتی یک صفت مشخصه معمول در زراعت چغندر قند محسوب می‌شود، سلکسیون در جهت بهبود کارایی مصرف آب، مثلاً با محدود کردن فتوسنتز و تعرق گیاه به زمانهایی از روز که در آن قدرت تبخیر هوا بالا است، می‌تواند مفید واقع شود. این امر موجب حفظ آب برای استفاده دیرتر در طول روز موقعی که هوا مرطوب‌تر است خواهد شد. با این حال، شواهد کمی وجود دارد که به‌نژادگران قادر به استفاده و یا پیدا کردن صفاتی از این نوع باشند. مسلماً در صورت اصلاح گیاهان برای نسبت‌های سریع‌تر فتوسنتز خالص در واحد انرژی خورشیدی دریافت شده، بهره‌دهی زراعت بهبود خواهد یافت. گونه‌های گیاهی که از مسیر C₄ بهره می‌گیرند، سریع‌تر از گیاهان C₃ فتوسنتز انجام می‌دهند (مونته‌ایت^۱ ۱۹۷۸)، اما به نظر می‌رسد در میان گیاهان C₃ تنوع کمی برای این بهره‌برداری وجود داشته باشد.

جدا از تغییرات در میزان رشد برگ‌های زودرس، یک هدف فیزیولوژیک در به‌نژادی که موفقیت‌آمیزتر به نظر می‌آید، ایجاد تغییرات در تسهیم ماده خشک در اواخر تابستان، از برگ‌ها در جهت رشد ریشه و ذخیره قند خواهد بود. این کار در برخی از ارقام معرفی شده اروپای غربی در سالهای دهه ۱۹۸۰ میلادی (ر.ک. به بند ۴-۲-۶) با موفقیت به اجرا درآمد و بدون شک هنوز میدان عمل بیشتری در این رهیافت برای زراعت‌هایی وجود دارد که در خاک‌های سیلتی و حاصلخیز کشت می‌شوند و ارقام فعلی در این شرایط دمیگرهای بلند تولید می‌کنند و مقادیر L^۱ آنها در فصل پاییز بیش از سه است.

فصل هفتم

تغذیه

۱-۷- مقدمه →

تغذیه چغندر قند به طور جامع از بیست سال قبل گزارش شده است (درایکوت ۱۹۷۲). در آن گزارش برای اولین بار حاصل نیم قرن تحقیق در اروپا و آمریکا بر روی نیازهای گیاه به عناصر ماکرو و میکرو بوده است. در هر کشوری که کشت چغندر قند معمول شد بررسی ها به سرعت ادامه یافت و هدف این بخش جمع بندی اطلاعات بدست آمده می باشد.

در هر کجا که گیاه چغندر قند وارد و کشت گردیده، تحقیقات آن از اولویت بالائی برخوردار شده است. و مسلماً دلائل زیادی برای این امر وجود دارد. مهمترین اینکه اضافه نمودن صحیح مواد مغذی به خاک بیشترین تأثیر را برای تثبیت عملکرد در اختیار زارع قرار می دهد. دوم اینکه گرچه سموم شیمیائی حفظ نباتات در صدر هزینه ها است لیکن به طور سنتی مواد مغذی یکی از گران ترین اقلام هزینه در تولید چغندر قند می باشد. دلیل سوم که امروزه توجه بیشتری به آن می شود این است که مصرف صحیح مواد مغذی برای کیفیت ریشه حیاتی است. چهارم توجه به مسائلی نظیر سوزاندن کلش و نفوذ نیتрат در آب های زیرزمینی سبب انجام تحقیقات برای تغذیه شده تا اثرات منفی آنرا بر محیط زیست به حداقل برساند.

همانند سایر محصولات کشاورزی، چغندر قند نیز تنها جزئی از نیازهای خود را از خاک تامین می نماید و بقیه را بایستی از کودهای شیمیائی، کودهای حیوانی و یا محلول پاشی بر روی سطح برگ تامین نمود. جای تعجب نیست که بیشتر سوالاتی که از محققین و یا مروجین می گردد این است که چه عناصری و به چه مقدار نیاز است تا بتوان محصول مطلوب برداشت نمود. پاسخ به این سوالات هزاران آزمایش تحقیقاتی در دنیا بدنبال داشته است. علت نیاز به این

همه تحقیق و کار، تنوع شدیدی است که در نوع خاک و آب و هوا در سراسر جهان وجود دارد. شرایط اقلیمی تأثیر عمده‌ای در تغذیه گیاهی دارد زیرا محدودیت‌هایی در جذب مواد مغذی و در نتیجه عملکرد احتمالی محصول ایجاد می‌کند. به طور غیرمستقیم نیز در مقدار مواد مغذی مورد نیاز گیاه تأثیر می‌گذارد زیرا در شسته شدن عناصر و مراحل مختلف تشکیل خاک نقش تعیین‌کننده خواهد داشت. یکی دیگر از عوامل اصلی که نوع و مقدار مواد مغذی را در منطقه خاص مشخص می‌نماید،

ساختار فیزیکی و شیمیایی خاک اولیه (لیتولوژی)^۱ می‌باشد که خاک زراعی از آن بوجود آمده است. در عمل زارع چغندرکار باید با افزودن مواد مغذی به خاک، مدیریتی اعمال نمایند تا گیاه بتواند از منابع اقلیمی در منطقه خاص خود حداکثر استفاده را بنماید.

بدون شک بزرگترین قدمی که در بیست سال گذشته برای تغذیه چغندرقند برداشت شده است توصیه کودی بر اساس تجزیه‌های خاک بوده است. این روش برخلاف روش قبلی که مقدار متوسطی کود را به هر زمینی می‌دادند، می‌تواند به پرسشهای «چه نوع» کود و به «چه مقدار» را به طور علمی پاسخ گوید. روش‌های تجزیه مورد توافق بین‌المللی معرفی شده است که بسیار قابل اعتماد، قابل تکرار و مهمتر از همه با دقت تمام مقدار مواد قابل دسترس گیاه را برای خاک مورد نظر تعیین می‌نمایند. این روش‌ها در بسیاری از کشورها به سرعت مورد پذیرش واقع شده و کشاورزان را متقاعد نموده است تا توصیه‌های نیاز غذایی هر گیاه را بر پایه نمونه‌گیری انجام دهند. جالب توجه است تعدادی از این روش‌ها مانند روش تعیین فسفر (اولسن)^۲ و همکاران (۱۹۵۴) و منیزیم (درایکوت و دورانت)^۳ (۱۹۷۰) برای استفاده چغندرقند معرفی شده ولی اکنون معلوم گردیده که برای بسیاری از محصولات دیگر قابل بکارگیری است. این روش‌ها کمک می‌کنند تا هزینه‌های ناخواسته مصرف کود در زمین‌های غنی را صرفه‌جویی و کمبود مواد غذایی را در سایر خاک‌ها جبران نمایند.

مقایسه غلظت مواد مغذی قابل جذب موجود در خاک مزارع چغندرقند تغییرات وسیعی را از منطقه‌ای به منطقه دیگر نشان می‌دهد مانند بعضی خاکها در قسمت‌هایی از اسپانیا، شمال آفریقا و خاورمیانه که تنها برای چندسال به طور متراکم به زیرکشت چغندرقند و سایر محصولات رفته‌اند و اغلب با آبیاری همراه است. سایر خاکها در شمال اروپا که برای قرن‌ها به زیرکشت گیاهان زراعی بوده‌اند، دارای موقعیت‌های مشابه مخصوصاً از نظر قدرت تامین مواد مغذی اصلی برای چغندرقند و سایر زراعت‌ها می‌باشند.

ازت در تمامی خاک‌های زراعی به مقدار کم وجود دارد و از مهمترین عناصری است که بایستی در هر جا که چغندرقند کشت می‌گردد بصورت کود داده شود. هنگامی که اراضی بکر به

1 - Lithology

2 - Olsen

3 - Durrant

زیرکشت می‌روند، فسفر اولین عنصری است که بایستی به زمین داده شود لیکن ادامه مصرف مستمر کودهائی که دارای این عنصر باشند سبب شده است تعداد زیادی از مزارع قدیمی که دارای ذخایر زیاد فسفر شوند و افزودن فسفر تازه به این اراضی هیچگونه افزایش عملکرد چغندر قند را به دنبال نداشته و یا مقدار افزایش ناچیز بوده است. نتیجتاً در طول بیست سال گذشته بیشتر فعالیت‌های تحقیقاتی بر روی نیاز گیاه به ازت متمرکز شده و از تحقیقات روی فسفر کاسته شده است. کارها بر روی سایر عناصر ماکرو نظیر پتاسیم، منیزیم و سدیم ادامه داشته زیرا نیاز چغندر قند به این عناصر بیش از سایر محصولات است. کاشت چغندر قند در خاک‌های سبک، فراهم شدن امکانات مکانیزه نیاز چغندر به سه عنصر مورد اشاره را که اغلب به مقدار کم در خاک وجود دارد بیشتر نموده است.

نیاز غذائی چغندر به کودهای اصلی^۱ هم‌اکنون کاملاً مشخص شده لیکن علاقه به مصرف کودهای فرعی^۲ به مراتب بیشتر شده است، جذب عناصر فرعی با افزایش محصول به طور موازی افزایش یافته است علت آن نیاز به این عناصر حتی در مناطقی است که بیشتر ذخایر طبیعی خاک کافی بوده است.

۲-۷-ازت

۱-۲-۷-اهمیت

ازت از مهمترین عناصری است که بایستی به صورت کود به زمین رساند چرا که کمتر خاکی دارای مقدار کافی ازت در فرم قابل دسترس نیترات یا آمونیم برای تولید حداکثر رشد می‌باشد. جائی که این عنصر به مقدار کم مصرف شود، محصول به شدت کاهش یافته و ممکن است حتی در بعضی خاکها به نصف برسد. کود به طور قابل ملاحظه‌ای در وضعیت ظاهری زراعت و مخصوصاً در رنگ و پوشش برگ‌های آن اثر می‌گذارند. این موضوع باعث مصرف بیش از حد ازت شده و نتیجتاً کاهش درصد قند و کیفیت را به دنبال داشته است.

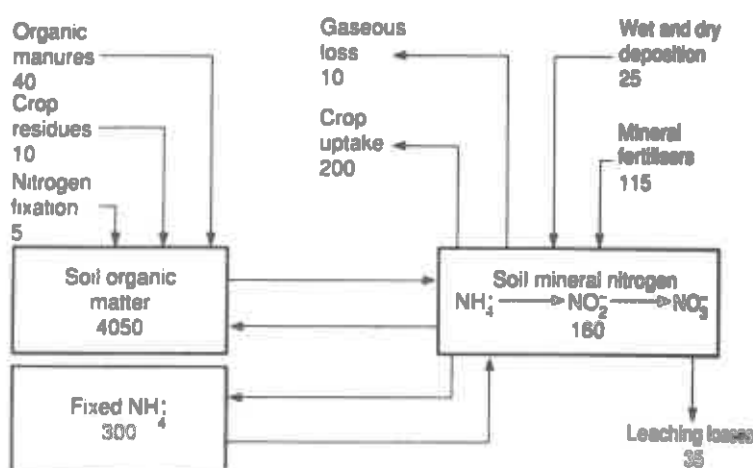
در طول بیست سال گذشته، پیشرفت‌های قابل ملاحظه‌ای در مطلوب ساختن مصرف ازت از طریق نیاز گیاه در شرایط متغیر خاکی و اقلیمی حاصل شده است. از ۱۹۴۵ همه ساله مصرف کود ازته به سرعت افزایش یافته و در دهه‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ به حداکثر مقدار خود رسیده است (وان پورگ^۳ و همکاران ۱۹۸۳). در طول دهه اخیر عمده‌تاً در اثر تحقیقات انجام شده تغییراتی در مقدار مصرف حاصل شده که به نفع تولیدکننده و مصرف‌کننده بوده است.

تحقیقات زیادی بایستی انجام گیرد تا مشخص گردد چه مقدار کود برای جذب گیاه به زمین داده شود تا ضمن جبران کمبود این مازادی در زمین باقی نماند. چرا که ازت اضافی در خاک نه

تنها باعث کاهش کیفیت محصول می‌گردد بلکه شسته شده و به داخل آب آشامیدنی نیز خواهد رفت. این چنین مسائل زیست محیطی را بایستی در مورد چغندرقند حل نمود زیرا زیر خاک نمودن برگ و طوقه و پوسیدن آنها نیز سبب آزاد نمودن نیترات خواهد شد.

۷-۲-۲ جذب ازت و غلظت آن

به نظر می‌رسد چغندرقند برای رسیدن به حداکثر محصول خود نیاز به ۲۰۰ تا ۲۵۰ کیلوگرم ازت خالص در هکتار داشته باشد. بعضی از خاکهای معدنی در شرایط کشت مداوم می‌توانند همه ساله بدون افزودن کود به خاک بیش از ۶۰ کیلوگرم ازت تولید کنند. بنابراین گیاه مقداری از نیاز ازتی خود را از طریق کود و قسمتی را از طریق ازت باقیمانده در خاک (عمدتاً از پوسیدن بقایای گیاهی به اضافه مقداری از کودهای مصرف نشده زراعت قبلی) تامین می‌نماید. حرکت ازت در مزارع متعارف چغندرقند انگلیس در شکل ۱-۷ نشان داده شده است.



شکل ۱-۷ تغییرات مقدار ازت مزارع متعارف چغندرقند انگلستان

مقدار کودی که قبلاً به چغندرقند داده شده تاثیر زیادی بر روی مقدار ازت موجود در گیاه در زمان برداشت دارد. بدون هیچگونه کودی، گیاه ممکن است در زمین‌های فقیر و بدون ذخیره ازت - مقدار ۲۵ کیلو در هکتار و در زمین‌های حاصلخیز مقدار ۱۰۰ کیلو ازت در خود نگه دارد. با کودپاشی صحیح برای این که گیاه بتواند حداکثر محصول شکر تولید نماید به مقدار ۲۰۰ کیلو در هکتار ازت نیاز خواهد بود. گزارشاتی موجود است که با مصرف بیش از حد کود و یا

باقیمانده ازت در خاک، گیاه بیش از ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار ازت جذب خواهد نمود. در بهار بوته‌های جوان مقدار ۵٪ ازت در ماده خشک برگ و ۳٪ در ماده خشک ریشه نگه می‌دارند. این غلظت با ادامه رشد گیاه به سرعت کاهش می‌یابد. در زمان برداشت و در یک زراعت با حداکثر محصول شکر مقدار ازت در ماده خشک برگ ۳٪ و در ماده خشک ریشه ۰/۸٪ است.

مطالعات اخیر در بسیاری از کشورها به دانش جذب در چغندر قند کمک کرده است. (هانولد^۱ ۱۹۸۳) در اطریش نشان داد که با مصرف معمولی کود، ۵۰٪ ازت توسط گیاه جذب، ۲۰٪ در خاک باقی می‌ماند و ۳۰٪ از طریق دی‌نیتروژنیکاسیون یا شستشو از بین می‌رود. مشابه همین مطالعات در فرانسه و در مدت پنج سال بر روی خاکهای مختلف توسط لیندمان^۲ صورت گرفته و نشان داده است که ۵۰ تا ۸۰٪ ازت توسط گیاه جذب می‌گردد آنچه که سهم خود خاک می‌باشد حدود ۱۰۰ تا ۲۱۵ کیلوگرم است. بروشارت^۳ ازت ۱۵ را در اعماق مختلف تا ۱۲۰ سانتیمتری قوار داد و دریافت که گیاه مخصوصاً در اواخر دوره رشد از ازت تمام اعماق استفاده می‌نماید.

۷-۲-۳ کمبود ازت و علائم تشخیص آن

برخلاف علائم کمبود سایر عناصر، علائم کمبود ازت تقریباً در تمام مراحل رشد چغندر قند مشاهده می‌شود. بذر چغندر قند، دارای مقدار کافی ازت برای ظهور کوتیلدون‌ها است، لیکن برای جلوگیری از بروز کمبود بایستی فوراً گیاه شروع به جذب ازت از خاک نماید. در خاکهای فقیر با مقدار کم ازت، علائم کمبود از زمان ظهور اولین برگ‌های حقیقی و متعاقب آن سایر برگ‌ها شروع می‌گردد.

علائم کمبود ممکن است بتدریج که بر سن گیاه افزوده می‌شود توسعه یابد. علامات خاصی که مشخصه کامل کمبود ازت باشد وجود ندارد (به مانند آنچه برای کمبود منگنز، پر و منیزیوم دیده می‌شود) برگهای گیاهان در اثر کمبود پیچیده می‌شود و نخست به رنگ سبز روشن و بعد به زردی می‌گرainند. (لومیس و نوینز^۴ ۱۹۶۳) نشان دادند که کمبود ازت باعث کاهش غلظت کلروفیل و مقدار فتوسنتز در برگهای مسن تر می‌گردد، این برگها اغلب پژمرده شده، قبل از رسیدن می‌میرند و برگهای جوان تر معمولاً دارای پهنک باریک و دمبرگهای طولانی می‌باشند.

برگهای دارای کمبود معمولاً محتوی ۱/۹ تا ۲/۳٪ ازت در ماده خشک خود می‌باشند. در کالیفرنیا (اولریچ^۵ و هیلز^۶ ۱۹۶۹) تکنیک آزمایش بافت را با نمونه‌هایی از دمبرگ یا قسمت‌هایی از گیاه که برای تعیین نیاز کودی توسعه دادند. آنها دریافتند که در دمبرگ‌های خشک

1 - Hounold

2 - Lindeman

3 - Broeshart

4 - Loomis and Nevins

5 - Ulrich

6 - Hills

بوته‌هایی که علامت کمبود دارند مقدار ۷۰ تا ۲۰۰ واحد در میلیون ازت به صورت نیترات وجود دارد در حالی که در بوته‌های بدون علامت کمبود این مقدار ۳۵۰ تا ۳۵۰۰ واحد در میلیون است.

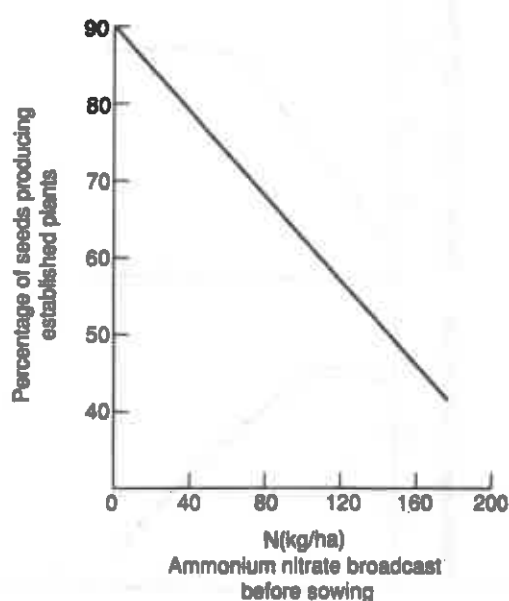
۴-۲-۷- اثر ازت روی رشد چغندر و کارایی برگها

علاوه بر بهبود رنگ برگها، ازت باعث افزایش اندازه و تعداد برگها می‌گردد. در اوائل فصل، ازت باعث افزایش ماده خشک در واحد سطح می‌شود که این عمل بیشتر در برگ و دمبرگ‌ها می‌باشد. در اواخر فصل ازت علاوه بر بالا نگه‌داشتن مقدار ماده خشک برگ و دمبرگ سبب افزایش تولید ماده خشک در ریشه شده و تولید بیشتر شکر را در واحد سطح به همراه خواهد داشت.

(آرمسترانگ^۱ و همکاران ۱۹۸۳) نشان دادند که اثر کود ازته تنها تبدیل اشعه دریافت شده به ماده خشک نیست بلکه به مقدار زیاد باعث افزایش مقدار اشعه جذب شده می‌گردد. کارهای زیادی اخیراً برای اندازه‌گیری این اثر انجام شده است (ر.ک فصل ۶). مصرف کود ازته بایستی طوری برنامه‌ریزی شود که سبب افزایش پوشش مزرعه در اوائل رشد شود تا فصل برداشت این پوشش حفظ گردد، لیکن از افزایش آن در حدی که سبب کاهش کیفیت ریشه گردد جلوگیری به عمل آید. در قسمت‌های بعدی، پیشرفت‌های حاصله برای رسیدن به این اهداف نشان داده شده است.

۵-۲-۷- اثر ازت بر روی قوه نامیه، ظهور جوانه‌ها و تثبیت گیاه

هنگامی که از بذر تک‌جوانه به عنوان کشت در جا استفاده می‌گردد، حتی مقادیر محدود ازت باعث از بین بردن گیاهچه‌ها، کند کردن رشد بقیه بوته‌ها و کاهش تعداد بوته‌ها پس از تنک می‌گردد (شکل ۲-۷) در حقیقت گیاه نمی‌تواند کل مصرف ازتی را که برای مقدار محصول متناسب لازم است درست قبل یا بعد از بذرکاری و به صورت پخش سراسری تحمل نماید. آزمایشات زیادی برای حل این مشکل صورت گرفته است. ابتدا حالات مختلف قرار دادن ازت در خاک مورد مطالعه قرار گرفت لیکن این کار باعث استفاده بیشتر از وسائل و ماشین‌آلات و گران‌تر از آنچه هم‌اکنون در مزارع استفاده می‌گردید شد. کارهای بعدی نشان داد که پخش مقدار کم کود به صورت پخش سراسری سبب تثبیت کامل گیاه و رشد اولیه مناسب آن می‌گردد. هنگامیکه گیاه تثبیت گردید، کود ازته متعادل مورد نیاز را می‌توان بدون خسارت در مرحله ۴ تا برگی بکار برد. این کار از ده سال گذشته در انگلستان عمومیت یافته است.

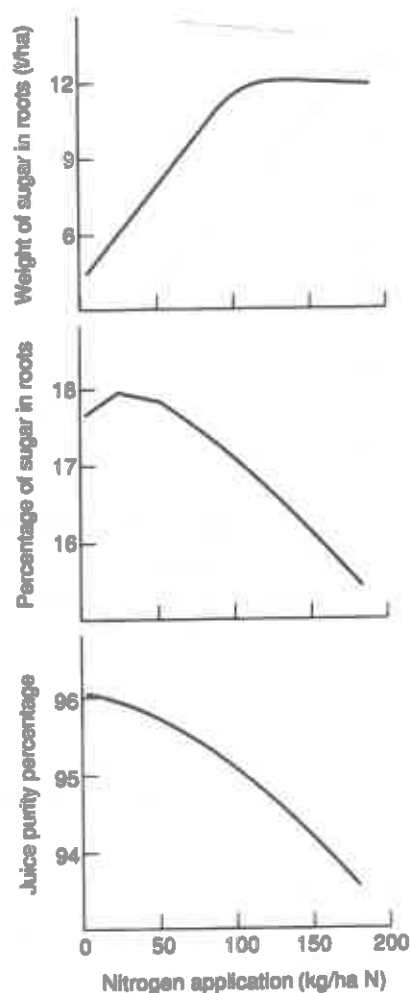


شکل ۷-۲ اثر نیترات آمونیم مصرف شده در بستر بذر بر روی تثبیت گیاهچه‌ها در یک بهار خشک

۷-۲-۶ - اثرات ازت بر روی عملکرد

آزمایشات بیشتری بر روی این موضوع نسبت به سایر کارهای وابسته به چغندر قند صورت گرفته است. اثرات اولیه کود ازته تولید ماده خشک ریشه و برگ بوده که بیشتر به صورت شکر در ریشه متراکم می‌گردد. شکل ۷-۳ یک منحنی واکنش عملکرد شکر را به وضوح نشان می‌دهد. در خاکهای حاوی باقیمانده ازت کم، نقطه برگشت منحنی معمولاً برای مقدار ۱۰۰ تا ۱۵۰ کیلوگرم کود ازته در هکتار است. در حالی که در خاکهایی با مقدار زیادی ازت مثل خاکهای حاوی مواد آلی و یا بقایای گیاهی از محصول قبلی نقطه برگشت منحنی بیشتر به طرف چپ متمایل است.

در مناطقی از آمریکا در بعضی از خاکها که مقادیر متناهی ازت در خاک باقیمانده است، تولید چغندر قند بدون دادن کود به حداکثر خود می‌رسد و آزمایشهایی صورت گرفته تا معلوم گردد آیا با کاشت یک زراعت اولیه برای استفاده از باقیمانده ازت محصول چغندر افزایش می‌یابد (وینتر^۱ ۱۹۸۴).



شکل ۷-۳ اثر کودازته بر روی عملکرد شکر، درصد قند و خلوص شربت در یک خاک معدنی

۷-۲-۷- اثر ازت بر روی کیفیت ریشه

شکل ۷-۳ همچنین اثر کود ازت را بر روی درصد قند و خلوص شربت به خوبی نشان می‌دهد. در خاکهایی که مقدار کافی ازت قابل جذب موجود باشد اضافه نمودن مقدار کمی کود سبب کاهش هر دو صفت فوق می‌گردد. بیشتر تأثیر ازت بر روی درصد قند ناشی از افزایش آب نگه‌داری شده بوسیله ریشه است. کاهش خلوص شربت بیشتر ناشی از افزایش غلظت ترکیبات آمینیه در اثر جذب بیش از حد نیتراژ در آخر فصل می‌باشد.

۲ (دوتون و بولر^۱ ۱۹۸۴) دریافتند که به طور متوسط با افزایش در غلظت ازت آمینه ریشه، به میزان ۱۰۰ میلی گرم ازت در ۱۰۰ گرم شکر، حدود ۰/۸٪ تولیدکننده بایستی غلظت ازت را در خاکهای معدنی در حد ۱۵۰۰ میلی گرم در ۱۰۰ گرم شکر و در خاکهای آلی در حد ۲۰۰ میلی گرم در ۱۰۰ گرم شکر نگه داشت. درصد کاهش در ارزش خالص محصول (ارزش چغندر منهای هزینه کود ازته) در انگلستان در سطوح بیشتر در جدول ۷-۱ نشان داده شده است.

جدول ۷-۱ کاهش ارزش خالص محصول در ارتباط با مصرف سطوح مختلف ازت

ازت آمینه	
کاهش تقریبی در ارزش خالص محصول	
٪	میلی گرم در ۱۰۰ گرم شکر
۱/۰	۲۰۰
۳/۵	۲۵۰
۸/۵	۳۰۰
۱۴/۰	۳۵۰

(ترنر^۲ ۱۹۸۹) تمامی محموله های چغندرقند را که به کارخانه وارد می شدند از نظر غلظت ازت مورد ارزشیابی قرار داد. کارهای اولیه در سال ۱۹۸۱ شروع شد و آزمایشها برای تمام کارخانه های انگلستان مورد قبول واقع شد. نتایج انفرادی همراه با توصیه هایی در رابطه با خطرات مصرف بیش از حد ازت به زارعین انتقال داده شد. متوسط مصرف کود ازته در انگلستان کاهش یافت و این امر برای هر دو طرف منافع در برداشت. اثر کاهش هزینه کود، افزایش درصد قند و بهبود کیفیت ریشه بوده است (جدول ۷-۲). این امر می تواند موجب کاهش مقدار نیترات در خاک و کمتر شسته شدن آن در داخل آبهای زیرزمینی شود (جانسون^۳ ۱۹۸۹). کارهای اخیر نشان می دهد که باقیمانده ازت بعد از چغندرقند از مقدار کود ازته مصرفی مستقل می باشد (آلیسون^۴ و هچکان^۵ ۱۹۹۰).

(مارکوسن^۶ ۱۹۸۵) آزمایشهایی موازی در دانمارک انجام داد جایی که اندازه گیری ازت آمینه چغندره های رسیده به کارخانه قند منافی را در مورد مصرف کود ازته داشته است. بدین ترتیب که از ۱۹۰ کیلوگرم در هکتار در سال ۱۹۷۴ به ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار در سال ۱۹۸۵ کاهش یافت. نامبرده اعتقاد داشت که برای زارعین مفید خواهد بود تا از ارزش ازت آمینه ای موجود برای کشت بعدی چغندرقند آگاه باشند.

1 - Duton and Bowler

2 - Turner

3 - Johnson

4 - Allison

5 - Hetsckun

6 - Marcussenp

جدول ۷-۲ متوسط ازت آمینه مصرف شده در مزرعه چغندرقند، غلظت ازت آمینه در ریشه و درصد قند در انگلستان

۱۹۸۸	۱۹۸۷	۱۹۸۶	۱۹۸۵	۱۹۸۴	
۱۱۶	۱۱۴	۱۱۷	۱۲۳	۱۳۲	ازت مصرف شده (کیلوگرم در هکتار)
۱۳۰	۱۳۴	۱۲۴	۱۴۵	۱۸۹	ازت آمینه (میلی گرم به یکصد گرم شکر)
۱۷/۷	۱۶/۸	۱۸/۲	۱۷/۵	۱۶/۵	درصد قند

۷-۲-۸ نوع خاک و نیاز به کود ازته

بررسی های زیادی بر روی نیاز چغندرقند به ازت در خاکهای با بافت و گروههای مختلف صورت گرفته است (وبستر^۱ و همکاران ۱۹۷۷). به جز چند مورد استثناء دلایل نشان داد که برای یک منطقه آب و هوایی هیپیک از این طبقه بندی ها در جهت پیش بینی نیاز ازت مفید نیست و خیلی مهم تر اینکه:

- ۱- مقدار ازت قابل جذب موجود در خاک قبل از کاشت چغندرقند.
- ۲- مقدار معدنی شدن ازت در طول دوره رشد، به طوری که در قسمت بعد شرح داده خواهد شد.

خاک های آلی تشکیل گروه جداگانه ای می دهند که می توان به آسانی توصیف نمود که در چنین خاک هایی در اثر کاهش مقدار افروزش^۲ به مقدار کمتری کود ازته نیاز است. جدول ۷-۳ (درایکوت و دورانت ۱۹۷۱).

جدول ۷-۳ نیاز به ازت در خاک های آلی

کاهش در افروزش %	افزایش محصول بایشتین مقدار ازت آزمایش شده (%)	مقدار کود ازته مورد نیاز (کیلوگرم در هکتار)
> ۷۰	+ ۰/۲	۲۵
۵۰-۷۰	+ ۰/۹	۵۰
۱۴-۵۰	+ ۲/۱	۷۵

۷-۲-۹ پیش بینی مقدار کود مورد نیاز بر اثر تجزیه خاک

در خاکهای معدنی همبستگی خام بین مقدار کل ازت خاک و کود مورد نیاز بدست آمده است. معذالک این همبستگی برای خاکهای معدنی که دارای مقدار کمی مواد آلی هستند قابل اعتماد نیست. در این خاکها نیاز کودی به وسیله مقدار ازت قابل جذب موجود در خاک قبل از

کاشت چغندر قند تعیین می‌گردد، این ازت معمولاً^۱ به صورت نیترات و آمونیم می‌باشد که مجموعاً "ازت معدنی" نامیده می‌شوند.

بعضی از روش‌های پیش‌بینی نیاز کود ازته در تعدادی از کشورهای اروپائی و آمریکا مورد استفاده قرار گرفته و درجه موفقیت آنها توسط نی‌تسون و اسمایلد^۱ (۱۹۸۳) توضیح داده شده است. یک مثال از تخمین مقدار متوسط کود مورد نیاز (N) که براساس ازت معدنی موجود در نمونه‌های خاک تهیه شده از عمق ۰ تا ۶۰ سانتیمتر قبل از کاشت (N_{min}) که هردو به صورت کیلوگرم در هکتار است از طریق زیر محاسبه می‌گردد.

$$N_{op} = 220 - 1/7 N_{min}$$

این نوع محاسبه اکنون در سطح وسیع و به عنوان مثال در بلژیک استفاده می‌گردد (بون^۲ و وانستالین^۳ ۱۹۸۳).

علاوه بر کودهای معدنی ارائه شده در بهار، چغندر قند از کودهای معدنی شده در طول دوره رشد نیز استفاده می‌نماید. این ازت فرآورده‌ای است که از تجزیه مواد آلی و عمدتاً در اثر فعالیت باکتری‌هائی بدست می‌آید که به آزادسازی آمونیم و نیترات می‌انجامد. فرآیند تجزیه در آزمایشگاه با تزریق نمونه خاک تحت شرایط کنترل شده رطوبتی و حرارتی بازسازی شده است (لاست^۴ و درایکوت^۵ ۱۹۷۱). افزایش در مقدار ازت معدنی موجود به عنوان راهنمایی برای ازت بالقوه قابل جذب استفاده شده است.

افزایش دقت تخمین راه می‌توان از روی مقدار ازتی که گیاه در طول دوره رشد از خاک جذب می‌نماید انجام داد، (گزارش تینکر^۵ ۱۹۸۳). از این تخمین می‌توان برای تهیه مدل رشدی گیاه و پیش‌بینی مقدار کود مورد نیاز در شرایط مختلف و در سطح وسیع استفاده نمود. (گرین‌وود^۶ و همکاران^۷ ۱۹۸۴)، از این مدل همچنین برای مقدار ازت شسته شده با موفقیت استفاده شده است (پوکوک^۷ و همکاران ۱۹۸۸).

۱۰-۲-۷ زمان و فرم مصرف کودهای ازته

برای جذب بهتر ازت آگاهی از مقدار کود ازته مورد نیاز زراعت، زمان مصرف دقیق و بهترین حالت آن دارای اهمیت زیاد است. در انگلستان نیترات آمونیم (۳۴٪ ازت) معمولی‌ترین شکل ازت مورد مصرف می‌باشد ولی در بسیاری از کشورهای دیگر اوره (۴۶٪ ازت) معمولاً استفاده می‌گردد. کارهای اولیه با اوره این باور را ایجاد کرده بود که تاثیر آن از نیترات آمونیم کمتر است

1 - Niteson and Smilde

2 - Boon

3 - Vanstallen

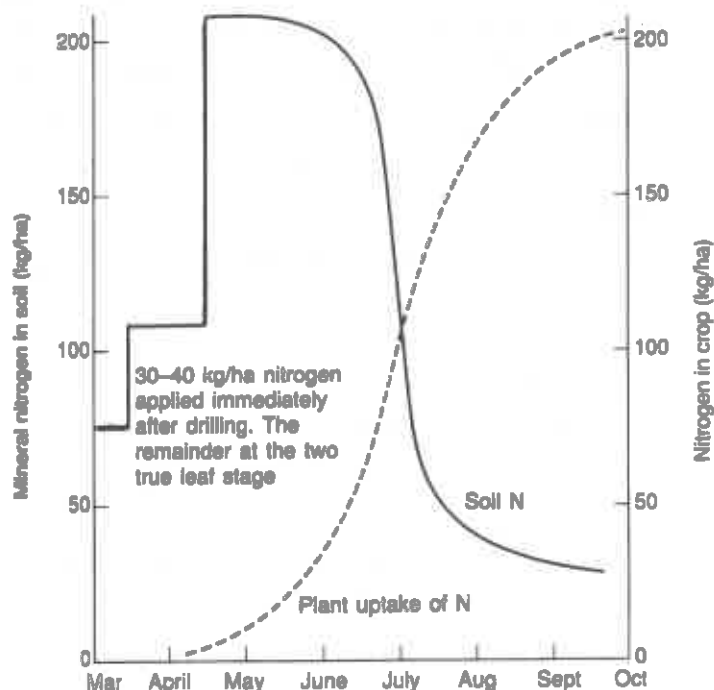
4 - Last

5 - Tinker

6 - Greenwood

7 - Pocock

(تاملینسون^۱ ۱۹۷۰) لیکن آزمایشات اخیر ثابت نمود که تفاوت اندکی بین این دو فرم ازت می‌باشد. از نیترات سدیم (۱۶٪ ازت) نیز می‌توان مشابه سایر کودها استفاده نمود مشروط براینکه مقدار سدیم موجود در آن مورد توجه قرار داده شود (ر.ک. ۱۱ - ۴ - ۷).



شکل ۷-۴ ازت معدنی خاک و نحوه جذب آن بوسیله چغندر قند در طول فصل با فرض اینکه مقدار ۳۵ کیلوگرم در هکتار فوراً بعد از کاشت و ۹۰ کیلوگرم بقیه در مرحله دو برگگی به خاک داده شود.

تمام اشکال کودی مقدار ازت مورد نیاز برای جذب را به سرعت میسر می‌نمایند مشروط به اینکه بارندگی (یا آبیاری) بعد از مصرف، این اطمینان را به دست دهد که کود مصرفی در محدوده ریشه قرار گرفته است. در گذشته توجه کمی به این مطلب شده است. نمونه کامل الگوی تهیه و جذب ازت در شکل ۷-۴ نشان داده شده است. در آینده پیشرفت بیشتر با هماهنگ نمودن حرکت مقدار ازت قابل جذب در خاک با نیاز جذبی دقیق گیاه به دست خواهد آمد.

۷-۲-۱۱ رابطه بین ازت با عوامل زراعی و سایر عوامل

گزارشهای زیادی از رابطه مثبت و مهم بین ازت و کودهای پتاسیم در خصوص تاثیر آنها بر

روی ریشه و درصد قند چغندر قند ارائه شده است. برای مثال (لوته^۱ ۱۹۸۳) دریافت که در فرانسه این ارتباط معادل ۳ تا ۴ تن چغندر قند در هکتار است و تولید مناسب با ۱۵۰ کیلوگرم ازت و ۲۶۰ کیلوگرم پتاس^۲ در هکتار بدست می‌آید.

اثرات متقابل کمتری (معمولاً مثبت) بین کود ازته و آبیاری گزارش شده است (روبرت^۳ و همکاران ۱۹۸۰). همچنین رابطه مشابه مثبتی بین ازت و طول دوره رشد بررسی شده است. (هولمز^۴ و همکاران ۱۹۷۶) که مغایر با مطالعات قبلی است (کولپر^۵ ۱۹۵۵). تراکم بوته بندرت در سطح تجارتنی بر نیاز ازتی چغندر قند تاثیر دارد، لیکن شواهدی وجود دارد که در تراکم بوته خیلی کم، نیاز ازتی گیاه کاهش می‌یابد (درایکوت ۱۹۷۲).

باقیمانده ازت معدنی یا بقایای محصولات قبلی که براحتی تجزیه شوند می‌توانند نیاز کودی گیاه را کاهش دهند. یک استثناء وجود دارد و آن در مورد مزارع آلوده به نماتدهای الگل‌های خارجی است که نیاز کودی را افزایش می‌دهد. 

۱۲-۷- اثر کودهای آلی

کودهای آلی که معمولاً قبل از زراعت چغندر قند به زمین داده می‌شوند می‌توانند از چند جهت برای گیاه مفید به فایده باشند. بیشتر تاثیر کود آلی، ناشی از ازتی است که به صورت نیترات در اول فصل و همچنین به آرامی در طول دوره رشد در اختیار گیاه قرار می‌گیرد. اوره، ترکیبات آمونیاکی و پروتئینی از فساد بقایای گیاهی و حیوانی حاصل و تبدیل به نیترات می‌شود در دسترس گیاه قرار می‌گیرد.

کودهای آلی باعث کاهش درصد قند و افزایش غلظت اسیدهای آمینه می‌گردند. مقدار زیاد کودهای دامی و مرغی تاثیر بسیار بدی در کیفیت محصول به جا خواهد گذاشت. مزارع چغندر قندی که به آنها کود حیوانی داده شده است بندرت به بیش از ۴۰ کیلوگرم در هکتار کود ازته، در هنگام کاشت نیاز خواهند داشت.

با تاکید بر هوای پاکیزه و ممنوعیت سوزاندن کاه، امروزه مقدار زیادی کاه قبل از کشت چغندر قند شخم خورده و به زمین برمی‌گردد و این گرایش ادامه خواهد داشت. آزمایشهای کمی در باره تعیین اثر مخلوط کردن کاه با خاک بر روی نیاز ازتی انجام شده اثر آن بر روی محصول چغندر قند مشخص گردیده است. (آلیسون^۶ ۱۹۸۹) اخیراً گزارشی از اثر کاه بر روی نیاز ازتی ارائه نموده و پیشنهاد کرد در یک مزرعه معمولی که کاه را خرد کرده و با خاک شخم زده شده است اثر محسوسی در نیاز کودی مناسب چغندر نداشته است.

۷-۳- فسفر و گوگرد

۷-۳-۱ دوانیون اصلی یا پرمصرف

درباره نیاز چغندرقند به فسفر در سالهای متمادی تحقیقات متعددی صورت گرفته لیکن در مورد سایر عناصر پرمصرف اطلاعات کمی در دست است. دو عنصر فسفر و گوگرد به ترتیب با مشابهت کمی جذب می گردند. کار بر روی عنصر اول اولویت بیشتر داشته چه در گذشته مقدار فسفر خاک اندک، لیکن مقدار گوگرد برای یک محصول خوب کافی بوده است.

در خاکهای زراعی معمولاً^۱ با اضافه کردن کودهای فسفره، کودهای آلی و باقیمانده محصولات در خاک، می توان در زمان برداشت مقدار فسفر^۱ برداشت شده از زمین را تامین نمود. تنها تعداد کمی از خاکهای معدنی محتوی فسفر هستند لذا برعکس سایر عناصر غذائی نظیر پتاسیم، کلسیم و منیزیم مقدار کمی فسفر در تغییر شکل آزاد می گردد. اخیراً غلظت فسفر در خاکهای زراعی همه ساله رو به افزایش است و علت آن عدم شسته شدن و همچنین افزودن بیش از حد این کود به خاک و بیش از آنچه که حتی زراعتهای پربازده نظیر غلات، چغندرقند و سیب زمینی از خاک جذب می نمایند می باشد.

مقدار کافی گوگرد برای تولید محصول مناسب از طریق آب باران تامین می گردد. منبع اصلی این گوگرد احتراق سوخت های فسیلی (نظیر زغال سنگ، گاز و نفت) می باشد که دارای مقادیر متغیری از این عنصر می باشند. این موقعیت با افزایش علاقه برای هوای پاکیزه رو به فزونی است. شعله گازهای خروجی به منظور کاهش آلودگی جوی به طور روزافزون تصفیه می شود و در نتیجه مقدار کمتری سولفور به زمین خواهد رسید و همچنین کودهای شیمیائی جدید (نظیر اوره، نیتروآمونیم و سوپرفسفات تریپل) برخلاف کودهای نظیر سولفات آمونیم و سوپر فسفات ساده که دارای مقدار کمی گوگرد می باشند و کمتر مصرف می گردند فاقد گوگرد هستند.

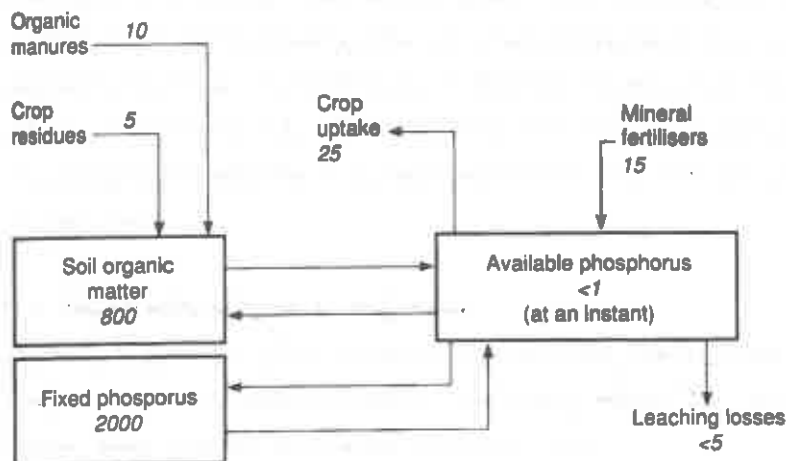
۷-۳-۲ میزان جذب و غلظت فسفر

در زراعت چغندرقند، حدود نصف مقدار فسفر در ریشه و نصف دیگر در برگها است. در زراعتی که برای مدت طولانی فسفر مصرف نشده باشد، مقدار جذب این عنصر ناچیز خواهد بود بعنوان مثال میتوان منطقه روتا^۲ انگلستان را نام برد که مقدار جذب P_2O_5 حدود ۵ کیلوگرم در هکتار و مقدار محصول نیز کم می باشد. برعکس در مزارع فعلی با کود کافی که محصول بیشتری نیز تولید می نمایند، مقدار جذب می تواند تا ۱۰۰ کیلوگرم P_2O_5 در هکتار افزایش یابد که رقم مناسب آن بین ۵۰ تا ۹۰ کیلوگرم در هکتار (معادل ۲۲ تا ۳۹ کیلوگرم فسفر خالص) می باشد.

۱ - P_2O_5

۲ - Rothamsted

تغییرات فسفر در یک مزرعه متعارف چغندر قند انگلستان در شکل ۵-۷ نشان داده شده است.



شکل ۵-۷ جذب فسفر به وسیله چغندر قند با عملکرد ۵۰ تن در هکتار ریشه و ۱۶ % قند

غلظت فسفر در تمام قسمت‌های گیاه درست بعد از سبز شدن شروع به کاهش می‌نماید و این روند تا زمان برداشت نیز ادامه می‌یابد. غلظت مناسب برای گیاهچه‌ها در ماه آوریل (فروزدین) برابر ۷٪ در ماده خشک برگ و ۴٪ در ماده خشک ریشه است. در ماه آگوست (مرداد) به ترتیب به ۴٪ و ۳٪، در ماه نوامبر (آبان) و در زمان برداشت به ترتیب غلظت فسفر به ۳۵٪ و ۲٪ کاهش می‌یابد.

۷-۳-۳- علائم کمبود فسفر

علائم کمبود فسفر بندرت در گیاه بالغ چغندر قند مشاهده می‌گردد و تنها هنگامی این علائم بروز می‌کند که غلظت فسفر قابل جذب به شدت کاهش یابد (کرت‌های آزمایشی در روتامستد و ساکس مانده‌ام که برای سالها بدون فسفر کاشت شده و از فسفر تخلیه شده‌اند). علائم کمبود در گیاهچه‌ها و مخصوصاً هنگامی که سایر عوامل نظیر اسیدیته، خاک، آفات، بیماری‌ها یا علف‌کش‌ها به سیستم ریشه آسیب رسانده و جذب مواد غذایی را مختل نموده باشند بیشتر مشهود خواهد بود.

بدون توجه به سن گیاه علامت مشخصه کمبود فسفر عبارت از سبز تیره شدن رنگ برگ‌ها و پوسیده شدن گل گیاه می‌باشد. برگ‌ها به رنگ قرمز - بنفش درآمده و ممکن است در حالت کمبود شدید برگ‌ها قهوه‌ای شوند و بمیرند. زشد قسمت بالائی ریشه نیز ممکن است به علت کمبود فسفر به تاخیر افتد و توده‌ای از ریشه‌های خشبی ثانوی تولید گردد.

۷-۳-۴ اثر کود فسفره بر روی عملکرد

افزایش فسفر تنها در خاکهای با فسفر کم سبب افزایش با ارزش عملکرد می‌گردد. در بیشتر کشورها که کشت چغندر قند رایج است، این عنصر برای سالهای متمادی مصرف شده است. حتی در مناطق شمالی اروپا، فسفر با آب شسته نمی‌شود و مقدار فسفر قابل جذب آن در حال افزایش است علت این است که مقدار فسفر به خاک داده شده از مقدار جذب شده توسط گیاه بیشتر است. در بسیاری از آزمایشهای اخیر به این نتیجه رسیده‌اند که واکنش چغندر قند به فسفر معمولاً ناچیز است.

۷-۳-۵ تجزیه خاک برای فسفر قابل جذب

برای تصمیم‌گیری در مورد اینکه زراعت چغندر قند در کجا واکنش اقتصادی به مصرف کود فسفره خواهد داشت، تجزیه خاک وسیله مفیدی است. همچنین تحقیقات کافی انجام شده تا بتوان براساس غلظت فسفر قابل جذب توصیه کودی به عمل آورد.

فسفر قابل جذب با استفاده از روشهای مختلف استخراج خاک نظیر بی‌کربنات سدیم، لاکتا کلسیم آمونیم و یا رزین‌های با تغییرات یونی یا آبی تعیین می‌گردند. تمامی این روشها اعدادی را ارائه می‌دهند که با واکنش‌های مزرعه نزدیکتر بوده و از روش استخراج اسیدی که قبلاً^۱ استفاده می‌شد بهتر است. روش استخراج بی‌کربنات اولسن (اولسن^۱ و همکاران ۱۹۵۴) از بهترین روشهایی است که هم در آمریکا (تولمان و همکاران ۱۹۵۶) و هم در انگلستان (درایکوت و همکاران ۱۹۷۱) مورد استفاده قرار می‌گیرد. جدول ۷-۴ مقدار مناسب کود مورد نیاز و واکنش مورد انتظار چغندر قند برای خاکهای مختلف را با این روش نشان داده شده است.

جدول ۷-۴- مقدار فسفر خاک، استخراج شده بوسیله بی‌کربنات سدیم، واکنش محصولی و مقدار کود مناسب مصرف شده (خلاصه نتایج بدست آمده در انگلستان و آمریکا)

فسفر خاک					
میلی‌گرم P در یک لیتر خاک					
۱۱-۰	۱۵-۱۱	۲۵-۱۶	۴۵-۲۶	بیشتر از ۴۵	
+۳/۰	+۰/۸	+۰/۵	+۰/۲		افزایش محصول ریشه تن در هکتار بر مبنای ۱۶٪ قند
۱۵۰	۱۰۰	۵۰	۲۵		فسفر مورد نیاز کیلوگرم در هکتار P ₂ O ₅

۷-۳-۶. موازنه فسفر

در بسیاری مزارع، با توجه به مقدار کافی فسفر مصرف شده و ذخیره شده مصرف بعدی این کود نیاز به برنامه‌ریزی بر پایه مقدار ماده مغذی جذب شده دارد. مقدار استخراج را می‌توان با هدف نگهداری غلظت فسفر خاک برای حداکثر محصول چغندر قند در تناوب با مقدار کود و اوره متعادل نمود. کارهای آزمایشی درازمدت در انگلستان پیشنهاد می‌نماید مقدار فسفر خاک استخراج شده بوسیله بی‌کرنات سدیم برای تناوب گندم - چغندر قند بایستی در سطح ۲۰ تا ۳۰ میلی‌گرم در یکصدگرم خاک تثبیت شود (لاست و همکاران ۱۹۸۵).

۷-۳-۷. غلظت و مقدار جذب آن گوگرد

نسبت ازت به گوگرد در پروتئین، حدود ۱۲ به یک می‌باشد. بنابراین بایستی توجه داشت که گیاه به این دو عنصر به نسبت متعادل نیاز دارد. اندازه‌گیری مستقیم مقدار گوگرد جذب شده بوسیله چغندر قند در مزرعه تاکنون منتشر نشده است لیکن (وایت هد ۱۹۶۳) دریافت زراعتی که ۳۵ تن در هکتار محصول ریشه تولید کند مقدار ۳۰ کیلو در هکتار گوگرد جذب می‌نماید. در محیط آزمایشی کنترل شده اولریچ و هلیز (۱۹۶۹) دریافتند که ماده خشک پهنک برگهای سالم چغندر قند محتوی ۰/۵ تا ۱/۴٪ گوگرد می‌باشد. جاثیکه مقدار گوگرد کم باشد غلظت آن در ماده خشک به ۵۰ تا ۲۰۰ واحد در میلیون خواهد رسید در این موقع است که علائم کمبود توسعه می‌یابد.

۷-۳-۸. علائم کمبود گوگرد

در مزرعه، برگهای جوان و پیر گیاهانی که دچار کمبود شده‌اند ابتدا شروع به زرد شدن می‌کنند (در کمبود ازت برگهای مرکزی سبز باقی می‌ماند). اگر کمبود خیلی شدید باشد ممکن است که لکه‌های قهوه‌ای نامنظم در روی برگ و دم‌برگ ظاهر گردد. به نظر می‌رسد که ریشه‌ها کمتر از کمبود گوگرد متاثر گردند. بعضی از گزارشها بیانگر این است که علائم کمبود در آمریکا در حال توسعه بیشتر است (هادوک^۲ و استوارت^۳ ۱۹۷۰).

۷-۳-۹. واکنش چغندر قند به گوگرد در مزرعه

بای‌فورد^۴ بر پایه ۴۱ آزمایش که از سالهای ۱۹۷۶ تا ۱۹۸۳ در انگلستان انجام داد نتیجه گرفت که بیشترین اثر عنصر گوگرد که در آخر تابستان بر روی مزرعه پاشیده شده است همان اثر قارچ‌کشی آن بر روی سفیدک حقیقی بوده است (ر.ک. فصل ۱۰). در جاثیکه سفیدک نبوده گوگرد

1 - Whitehead

2 - Hodock

3 - Stuart

4 - Byford

نیز بی تاثیر شده است. در کالیفرنیا در مناطقی که چغندر قند به گوگرد علائم کمبود نشان می دهند، واکنش به گوگرد به عنوان ماده مغذی بوسیله اولریش و همکاران (۱۹۵۹) بدست آمد. آنان گوگرد را به صورت سولفات کلسیم مصرف نمودند و غلظت آن را در ماده خشک پهنک برگ از ۷۵/۰٪ به ۱۳۶/۰٪ افزایش دادند.

در انگلستان آب باران گوگرد خاک را سالیانه برابر ۱۰-۱۹ کیلوگرم در هکتار تامین می نماید و تاکنون نه کمبود گوگرد و نه واکنشی به مصرف گوگرد بر روی چغندر قند گزارش شده است. در آینده چنانچه در اثر مسائل زیست محیطی مقدار گوگرد از طریق باران کاهش یابد. نقش مصرف گوگرد بایستی مورد ارزشیابی بیشتر قرار گیرد.

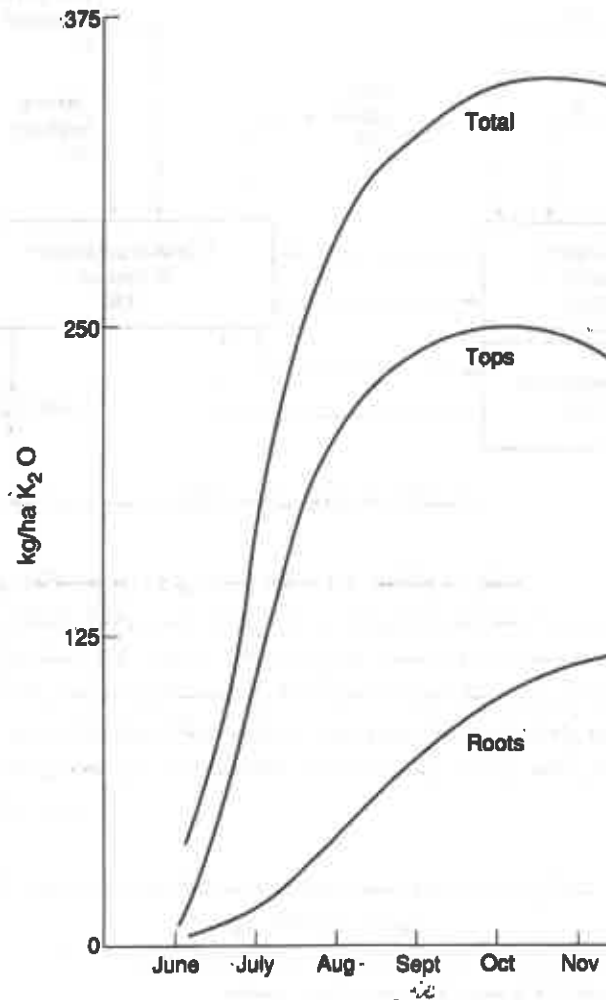
۷-۴- پتاسیم و سدیم

۷-۴-۱- نیاز به هر دو عنصر

هنگامیکه نیازهای چغندر قند برنامه ریزی می شوند، سدیم و پتاسیم مورد توجه قرار می گیرند. چرا که از مدت ها قبل مشخص شده است این دو عنصر می توانند جایگزین یکدیگر شوند. در آزمایشهای مزرعه ای کلاسیک، افزایش مقدار هر یک در حضور و غیاب عنصر دیگری، اثر متقابل منفی معنی داری در عملکرد ریشه مشاهده می گردد. (آدامز^۱ ۱۹۶۱). مطالعات دقیق تری که به دنبال می آید نشان می دهد که تاکید بیش از اندازه ای روی قدرت جایگزینی متقابل کودهای پتاس و سدیم شده است. بهترین نتیجه از کاشت چغندر در خاکهایی که هر دو عنصر تامین شود حاصل خواهد شد.

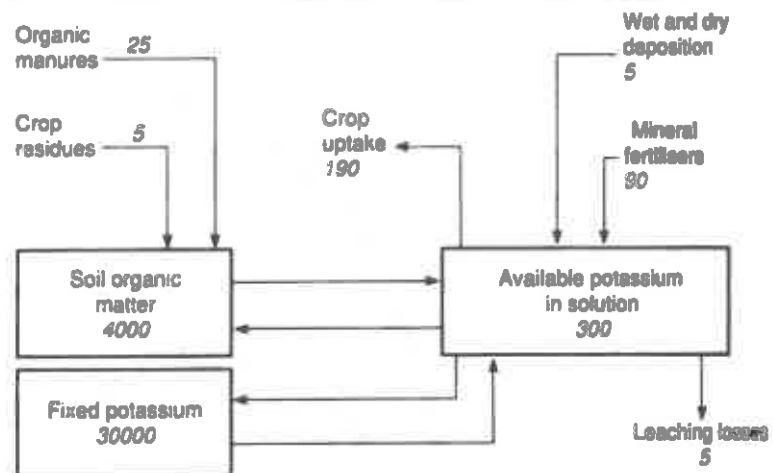
۷-۴-۲- مقدار پتاسیم و جذب آن

پتاسیم به سرعت توسط چغندر قند از ماه جون (خرداد) تا آگوست (مرداد) جذب می گردد. مقدار موجود در ریشه و برگ در طول سال و برای زراعتی با محصول ریشه ۵۰ تن در هکتار و ۱۶٪ قند که در شکل ۷/۶ آمده است. مقدار موجود ریشه در زمان برداشت به حداکثر خود می رسد (حدود ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار K_2O برابر است با ۸۳ کیلوگرم در هکتار از K برای عملکرد ۵۰ تن در هکتار). مقدار موجود در برگ در اواخر سپتامبر و اوائل اکتبر (مهر) به حداکثر خود می رسد و سپس با از بین رفتن برگها و ریختن آنها کاهش می یابد. سایر داده ها برای محاسبه تغییرات پتاسیم در مزرعه متعارف چغندر قند در انگلستان در شکل ۶-۷ آمده است. بعضی از مزارع با عملکرد خیلی بالا، یعنی ۷۵ تا ۱۰۰ تن ریشه در هکتار تا حدود ۷۲۰ کیلوگرم در هکتار K_2O حدود می نمایند (جدول ۵-۷).



شکل ۶-۷ جذب پتاسیم توسط گیاه چغندر قند برای تولید ۵۰ تن ریشه در هکتار در هنگام برداشت

اندازه‌گیری در طول دوره رشد زراعت نشان می‌دهد که غلظت پتاسیم در ماده خشک برگ و ریشه معمولاً به ترتیب حدود ۰/۷٪ و ۰/۶٪ در ماه آوریل (فروردین) می‌باشد. که در ماه آگوست (مرداد) به شدت کاهش یافته و به ترتیب به ۰/۳٪ و ۰/۱٪ می‌رسد. متوسط غلظت پتاسیم در ماده خشک برگ در زمان برداشت حدود ۰/۳٪ است در حالیکه غلظت این عنصر در هنگام برداشت ریشه به حدود ۰/۸٪ خواهد رسید. گرچه غلظت این دو عنصر به ترتیب در برگ بین ۲ تا ۳/۵ و در ریشه بین ۰/۶ تا ۰/۱ متغیر است.



شکل ۷-۷ - تغییرات پتاسیم در خاک متعارف چغندر قند انگلستان

۷-۴-۳ اثر پتاسیم بر روی رشد چغندر و عملکرد ریشه

پتاسیم در بافتهای گیاهی بسیار متحرک و در تمامی گیاه دیده شده است. برای عمل فتوسنتز مهم و قند تولید شده برای انتقال و ذخیره شدن در ریشه به پتاسیم مستکی است. در زمان برداشت، بوته‌هایی که پتاسیم (سدیم) دریافت کرده‌اند درصد قند بیشتر و معنی‌داری نسبت به آنهایی که این عنصر را دریافت نکرده‌اند دارند. این موضوع اثرات اقتصادی مهمی دربردارد. زیرا به ازاء وزن مساوی محصول مبلغ پرداخت شده به زارعین براساس مقدار شکر تولید شده و درصد قند بیشتر است.

جدول ۷-۵ مقدار پتاسیم دریافت شده به وسیله چغندر قند در زمان برداشت با مقدار معمولی کود داده شده به زمین

محصول ریشه (تن در هکتار ریشه با ۱۶٪ قند)			
۸۰	۶۰	۴۰	
۲۲۰	۳۰۰	۲۰۰	برگ
۱۹۰	۱۲۰	۷۰	ریشه
۶۱۰	۴۲۰	۲۷۰	کل

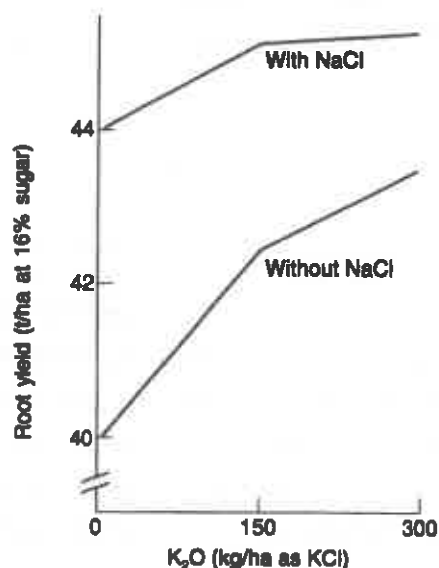
ضمناً هزینه‌ها نیز کاهش می‌یابد و بازاء مقدار شکر تحویل شده مقدار کمتری ریشه برداشت و حمل می‌گردد.

پتاسیم همچنین با افزایش سطح برگ در ماه مه تا آگوست (اردیبهشت تا مرداد) باعث بهبود سبزی گیاه می‌گردد. این عمل سبب می‌شود تا گیاه مقدار بیشتری اشعه دریافت

نماید (مخصوصاً در بهار که مقدار بیشتری اشعه به خاک بدون پوشش می‌تابد) و به نسبت باعث افزایش محصول شکر می‌گردد. (به بخش ۶ مراجعه شود).

از ۲۰۰ آزمایش انجام شده، که نقش کودهای پتاس و سدیم را بر روی چغندر قند مطالعه نموده است معلوم شد به طور متوسط محصول چغندر قند در مقابل افزایش مقدار پتاسیم بدون سدیم شدیداً واکنش نشان می‌دهد (دورانت و همکاران، ۱۹۷۴) این واکنش با حضور سدیم کمتر می‌شود لیکن هر دو عنصر برای حداکثر محصول مورد نیاز است. این نتایج و اثرات انتفاعی آن بر روی درصد قند شامل محصول ریشه با درصد قند ۱۶٪ در شکل ۸-۷ محاسبه شده است.

در حدود یکصد عدد از این آزمایشها اندازه‌گیری بر روی غلظت پتاسیم (استخراج شده از نمونه‌های با محلول نیتрат آمونیم) صورت گرفته است. جدول ۶-۷ را بطه نزدیک بین غلظت پتاسیم خاک و واکنش محصول را روشن می‌نماید. این ارتباط اساس توصیه کودی است.



شکل ۸-۷ اثر کلرور پتاسیم و سدیم بر روی عملکرد چغندر قند (متوسط واکنش ۲۰۰ زراعت در خاکهای معدنی).

جدول ۶-۷ غلظت پتاسیم خاک و اثر کود پتاسه بر روی محصول در ۱۰۰ مزرعه آزمایش

غلظت پتاسیم خاک در استخراج نیترات آمونیم (میلی‌گرم در لیتر خاک)			
۰-۶۰	۶۱-۱۲۰	۱۲۱-۲۴۰	۲۴۱-۴۰۰
+۱/۱۳	+۰/۷۰	+۰/۶۰	+۰/۴۰
افزایش محصول شکر (تن در هکتار)			

۷-۴-۴ منابع کودهای پتاسیم و سدیم

جدول ۷-۷ مقدار قابل جذب کودهای پتاسیم و سدیم را در خاکهای مختلف نشان می‌دهد. تمامی این کودها قابلیت جذب مشابه برای گیاه دارند. زیرا تمامی آنها در شکل کلرور پتاسیم و کلرور سدیم هستند. کارخانه‌های تولیدی هم‌اکنون کودهایی تولید می‌کنند که محتری پتاسیم، سدیم، فسفر و منیزیم در غلظت مناسب هر یک بوده و بر پایه تجزیه خاک مزرعه مورد آزمایش، تهیه شده است.

جدول ۷-۷ منابع پتاسیم، سدیم و منیزیم

غلظت %			
Mg	Na	K ₂ O	
-	-	۶۰	موریات پتاسیم
-	۳۷	-	نمک کشاورزی
۳-۳/۵	۱۵-۲۲	۱۳-۱۱	کاینیت
۰/۶	۱۹	۲۱	پیلونیت
-	۲۷	-	نترات سودا (۱۶٪ ازت)

۷-۴-۵ زمان مصرف پتاسیم

تا سالهای اخیر تمام کودهای پتاسیم (به استثنای پتاس موجود در کاینیت) قبل از کاشت چغندر بکار برده می‌شد. در اوایل دهه ۱۹۷۰ به دنبال معرفی کودهای مخلوط که فاقد ازت بودند ابتدا در آمریکا و سپس در اروپا مصرف پتاسیم در پائیز و زمستان سال قبل به سرعت افزایش یافت، این پخش زود، نتایج زیر را دربرداشت:

۱- رفت و آمد کمتر تراکتور برای آماده کردن خاک به منظور بذرکاری

۲- کاهش عملیات بهاره

۳- مخلوط شدن بهتر پتاسیم با خاک و در نتیجه جذب بهتر

۴- نداشتن اثر منفی بر روی قوه نامیه بذر

جدول ۷-۸ مناسبترین زمان مصرف کود پتاسه را در رابطه با غلظت پتاسیم خاک نشان می‌دهد. عملیات پخش کودهای ازته و پتاسه (NK) بعد از کاشت بذر در خاکهای با غلظت کم پتاسیم به طور فزاینده‌ای معمول شده است، لیکن در سطح وسیع آزمایش نشده است. در شرایط خشک، پتاسی که در این زمان مصرف شده است چندان قابل جذب برای گیاه نیست زیرا آزمایشها نشان داده است که این عنصر بایستی کاملاً با خاک مخلوط شده و به دنبال آن مقدار کافی باران و یا آبیاری وجود داشته باشد تا مؤثر واقع گردد.

جدول ۷-۸ مناسبترین زمان مصرف پتاسیم در ارتباط با غلظت موجود در خاک

غلظت پتاسیم در خاک که به روش نیترات آمونیم استخراج شده (میلی گرم در لیتر خاک)	مناسبترین زمان مصرف پتاسیم
۶۰-۰	نصف قبل و نصف بعد از شخم
۱۲۰-۶۱	مثل حالت قبل و یا قسمتی قبل از شخم و ۴۰ کیلوگرم در هکتار درست بعد از کاشت
بیش از ۱۲۰	تماماً قبل از شخم

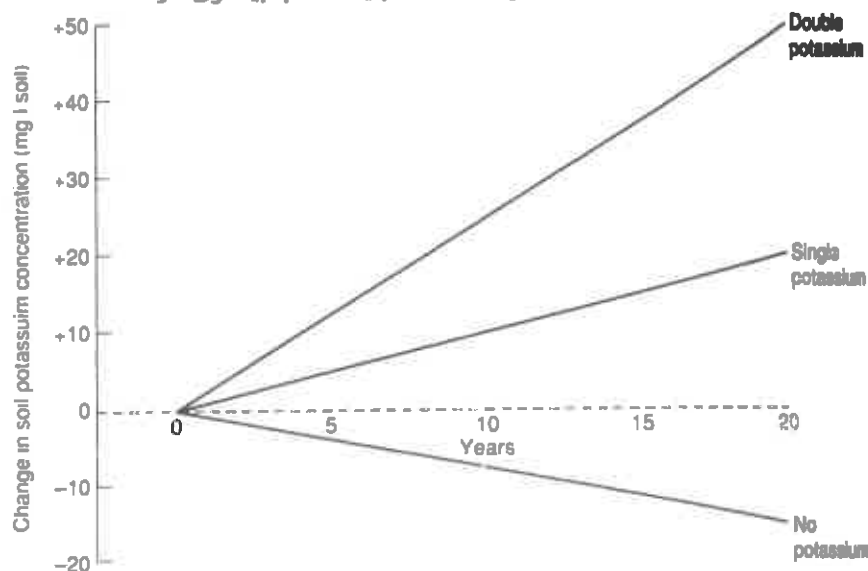
۶-۴-۷ غلظت پتاسیم و عملکرد چغندر قند

برعکس فسفر، در خاکهایی که برای مدتی به زیر کشت رفته اند پتاسیم بمقدار کم وجود دارد. برای مثال در انگلستان خاکهای دارای کمبود (شاخص صفر آداس^۱ یا ۰-۶۰ میلی گرم در لیتر) و یا خاکهای با غلظت پائین (شاخص ۱ آداس یا ۶۱ تا ۱۲۰ میلی گرم در لیتر) تقریباً نیمی از اراضی چغندرکاری را تشکیل می دهند. این موضوع به این خاطر است که برخلاف فسفر (ر.ک. ۱-۳-۷)، پتاسیم اضافی به صورت کود در مقابل آنچه از زمین گرفته می شود به خاک داده نمی شود (اگر مطابق توصیه ها میزان متوسط عملکرد به چغندر قند و غلات داده شود) بمقدار کمی به ذخایر خاک اضافه می گردد. در حقیقت با میزان متوسط عملکرد (۵۰ تن در هکتار محصول ریشه چغندر قند و ۷/۵ تن در هکتار غلات)، مقدار رایج پتاسیم توصیه شده، به این عنصر پتاسیم اجازه می دهد به صورت کمبود درآید. روش هایی مورد نیاز است، تا این مشکل که در انگلستان و احتمالاً در سایر کشورها پدید آمده اصلاح گردد.

اثر سه رژیم مختلف کود پتاسه در غلظت خاک در یک دوره بیست ساله روی خاکهای شنی لومی جائیکه غلظت اولیه پتاسیم ۶۵ میلی گرم در یک لیتر است در شکل ۹-۷ نشان داده می شود. با مصرف مرتب مقدار توصیه شده، غلظت پتاسیم تنها ۱۵ میلی گرم در لیتر افزایش می یابد (زیر شاخص ۱ باقی می ماند). جائیکه پتاسیم اصلاً مصرف نشده غلظت به شاخص صفر می رسد. با مصرف دو برابر اندازه توصیه شده غلظت به شاخص ۲ آداس افزایش می یابد (۱۲۱ تا ۲۴۰ میلی گرم در لیتر). در خاکهای دارای رس و سیلت بیشتر، معمولاً مقدار پتاسیم بیشتر است. بسیاری از این خاکها هم بخاطر ظرفیت تبادل کاتیون بیشتر، و هم بخاطر آزادسازی این عنصر از بافت رسی پتاسیم بیشتری تولید می کنند. مصرف مرتب کودهای آلی (هر

سه یا چهار سال یکبار) همچنین مقدار پتاسیم خاک را بهبود می‌بخشد و اجازه می‌دهد که شاخص شماره ۲ آداس بهتر حفظ شود. (لاست و همکاران، ۱۹۸۵).

تنها با آزمایشهای دراز مدت در جائیکه غلظت پتاسیم خاک اصلاح و در سطح معین نگه‌داری شده باشد می‌توان تصمیم گرفت که چه مقدار پتاسیم برای تولید حداکثر محصول چغندر قند مورد نیاز است. برای مدت طولانی از آزمایشهای سالیانه نظیر آنچه در بالا شرح داده شد (۳-۳-۷) برای تعیین مقدار کود مناسب مصرفی برای غلظت‌های مشخص خاک استفاده شده است. آزمایشات دراز مدت نشان می‌دهد به شرط اینکه غلظت پتاسیم خاک از حد کمبود و مقدار کم افزایش داده شود. عملکردهای بسیار بالاتری حاصل می‌شود. در بهترین حالت باقیمانده غلظت پتاسیم خاک بایستی حداقل ۱۲۰ میلی‌گرم در لیتر و مصرف کود بایستی معادل میزان برداشت آن از خاک باشد. این امر حداکثر عملکرد را در رابطه با پتاسیم در تمام حالات تضمین می‌نماید. در حقیقت در بهار خشک یا در شرایط خاک ضعیف، مصرف کود پتاسه جدید از پتاس موجود در خاک تاثیر کمتری دارد. در چنین شرایطی اثر سدیم بیشتر از پتاسیم خواهد بود زیرا این عنصر بیشتر در محلول متحرک است و قابلیت جذب بیشتری دارد.



شکل ۹-۷ اثر سه مقدار کود پتاسه بر روی غلظت خاک در طول بیست سال با تناوب چغندر قند غلات در یک خاک شنی لومی

جدول ۹-۷ که بر پایه تعداد زیادی از آزمایشهای یک ساله تهیه شده و میزان کود پتاسه قابل دسترسی فوری برای زراعت چغندر قند را نشان می‌دهد. در حالی که جدول ۱۰-۷ مقدار نیاز برای رسیدن به عملکرد کامل در یک مدت طولانی‌تر با اصلاح خاکهایی با کمتر از ۱۲۰ میلی‌گرم در لیتر پتاس را نشان می‌دهد. به استثنای خاکهای شنی با ظرفیت تغییرات کاتیونی کم، در سایر

خاکها و جائیکه تمامی لایه شخم شده خاک قبل از کشت چغندر قند محتوی ۱۲۰ میلی گرم در لیتر پتاس، باشد رسیدن به آستانه مطلوب مشکل نمی باشد. مشخص شده که گیاه در چنین خاکی شدیداً به کودهای آلی واکنش نشان می دهد که بخشی از آن به علت آزادسازی پتاسیم توسط این کود است. این کودها همچنین قدرت استفاده از پتاسیم کودهای شیمیائی داده شده به خاک را فراهم می سازد و اجازه می دهد حداقل غلظت پتاسیم ۱۲۰ میلی گرم در لیتر حفظ گردد.

جدول ۷-۹ مقدار کود پتاسه مورد نیاز فوری برای یک دوره یکساله زراعت چغندر قند

غلظت K در خاک	K ₂ O مورد نیاز
میلی گرم در لیتر	میلی گرم در هکتار
۰-۶۰	۲۰۰
۶۱-۱۲۰	۱۰۰
۱۲۱-۲۴۰	۷۵
۲۴۱-۴۰۰	۷۵
>۴۰۰	۷۵

۷-۴-۷ علامت کمبود پتاسیم

با وجود غلظت پائین پتاسیم در بسیاری از خاکهای مزارع چغندر قند، علائم کمبود بر روی برگ بندرت دیده شده است. وقتی که علائم ظاهر شوند ابتدا حاشیه برگها به رنگ سبز زیتونی کم رنگ در می آید و متعاقب آن زگها بی رنگ می گردند. سپس تمام برگها تیره و به رنگ قهوه ای می شوند و در روی آنها لکه های نخودی رنگ به صورت خوشه های کوچک ظاهر می گردند. معمولاً در روی دمبرگ زخم های قهوه ای راه راه دیده می شود. غلظت پتاسیم در ماده خشک برگهای دچار کمبود کمتر از ۰/۶٪ می باشد.

جدول ۷-۱۰ مقدار کود مورد نیاز برای مدیریت طولانی پتاسیم در یک تناوب غلات - چغندر قند با محصول بالا

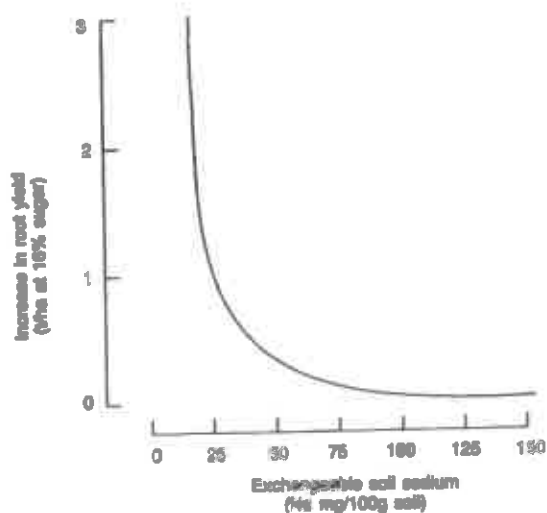
غلظت K در خاک	پائیز یا زمستان	K ₂ O کیلوگرم در هکتار
میلی گرم در هکتار	یا بهار	چغندر قند
۰-۴۰	۳۰۰	۴۰
۴۱-۶۰	۲۷۵	۴۰
۶۱-۹۰	۲۵۰	۴۰
۹۱-۱۲۰	۲۰۰	۰
۱۲۱-۱۸۰	۱۵۰	۰
۱۸۱-۲۴۰	۱۲۵	۰
۲۴۱-۴۰۰	۱۰۰	۰
بیش از ۴۰۰	۷۵	۰
	غلات	
۰-۱۲۰	۰	۵۰
بیش از ۱۲۰	۰	۰

۷-۴-۸ جذب سدیم و غلظت آن

چغندر قند از تیپ چغندر وحشی که در حاشیه مدیترانه می‌روئیده اصلاح شده است (ر.ک. به فصل ۱) و جای تعجب نیست اگر در تکمیل رژیم غذایی آن به سدیم نیاز باشد. از آنجا که این گیاه مقدار زیادی سدیم جذب و استفاده می‌نماید، در بین محصولات شاخص نگردیده است. برای تولید ۱۰ تن شکر در هکتار، گیاه مجموعاً یکصد کیلوگرم سدیم (Na) در هکتار جذب می‌کند (۱۲ کیلوگرم در هکتار در ریشه‌ها و ۸۵ کیلوگرم در هکتار در برگ‌ها در هنگام برداشت). با مصرف معمولی کود، غلظت سدیم در ماده خشک ریشه بین ۰/۴ تا ۰/۱۱٪ و در برگ‌ها بین ۰/۹ تا ۱/۷٪ می‌باشد مقدار متوسط این عنصر در ماده خشک ریشه ۰/۸ و در برگ ۱/۴٪ می‌باشد.

۷-۴-۹ اثر سدیم در رشد گیاه و تولید محصول

اثر کودهای سدیم همانند پتاسیم بر روی رشد گیاه و محصول ریشه مشابه است (ر.ک. ۷-۴-۳). سدیم باعث توسعه برگ در اوایل دوره رشد، افزایش نسبت ماده خشک ریشه به برگ و همچنین باعث بهبود درصد قند ریشه در زمان برداشت می‌گردد (درایکوت و فارلی، ۱۹۷۱). برخی از مکانیزم‌های بهبود کیفیت توسط میلفورد و همکاران (۱۹۷۷) در محیط‌های کنترل شده مورد بررسی قرار گرفت. آنها دریافتند که سدیم علاوه بر افزایش سطح برگ باعث ضخامت و شادابی برگ‌ها شده و کلور سدیم باعث افزایش ظرفیت نگهداری آب در تمام گیاه می‌گردد. آنها متوجه شدند ظرفیت بیشتر نگهداری آب، موجب تحمل گیاه به شرایط استرس خشکی می‌گردد. تمامی این اثرات مفید در واکنش تولید شکر به کودهای سدیم بازتاب می‌یابد که در شکل ۷-۱۰ نشان داده شده است.



شکل ۷-۱۰ اثر مصرف ۱۵۰ کیلوگرم سدیم در هکتار بر روی محصول ریشه و رابطه آن با سدیم قابل تبدیل در خاک

۱۰-۴-۷- غلظت سدیم خاک و محصول چغندر قند

در مناطق خشک و نیمه خشک، غلظت سدیم در خاک اغلب برای رشد مناسب گیاه زیاد است. برعکس در خاکهای شمال اروپا که در بیشتر زمستانها کاملاً مرطوب می باشد مواد غذایی متحرک نظیر Na و NO_3 شسته شده و از دسترس گیاه خارج می گردند. این خاکها به طور معمول دارای مقدار کمی سدیم طبیعی می باشند. در نتیجه مزارع برای تولید حداکثر محصول نیاز به کودهای محتوی سدیم دارند.

سدیمی که به آسانی در دسترس گیاه قرار می گیرد، به صورت تک یونی ساده در روی کلوئیدهای خاک دخیره می شود و قابل حل در آب می باشد. تکان دادن نمونه خاک با محصول نیترات آمونیم به منظور استخراج سدیم قابل استفاده گیاه توسط نینکر (۱۹۶۷) نشان داده شده است. درایکوت (۱۹۶۹) واکنش چغندر قند را به سدیم قابل تبادل در یک گروه آزمایشی که به آنها ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار پتاسیم داده بود اندازه گیری کرد. تمامی واکنش های معنی دار به سدیم در خاکهایی بود که به کمتر از ۲۵ میلی گرم (در یکصد گرم) سدیم داشتند. کارهای بیشتر تأیید نمود که واکنش وسیع در خاکهایی قابل انتظار است که سدیم آنها بین ۰ تا ۲۵ میلی گرم در یکصد گرم خاک باشد و واکنش کمتر در خاکهای بین ۲۵ تا ۵۰ میلی گرم سدیم در یکصد گرم مشاهده شد (شکل ۱۰-۷).

دورانت و همکاران (۱۹۷۴) از ۲۰۰ آزمایش که برای بررسی مقدار سدیم مورد نیاز خاکهای انگلستان انجام شده بود نتیجه گرفتند که ۱۵۰ کیلوگرم Na در هکتار مناسب ترین مقدار در خاکهای معدنی است؛ در خاکهای آلی (با بیشتر از ۱۰٪ ماده آلی) تعداد ناچیزی از گیاهان واکنش نشان دادند. جدول ۷-۱۱ مقدار مناسب سدیم را در رابطه با نوع خاک و غلظت سدیم نشان می دهد. در خاکهای شنی که محتوی مقدار کمی سدیم قابل جذب می باشند، مناسبترین مقدار مصرف حدود ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار Na است.

جدول ۷-۱۱- مناسبترین مقدار مصرف کود سدیم بر پایه نوع خاک و غلظت سدیم خاک

Na	
کیلوگرم در هکتار	
نوع خاک	
۲۰۰	شنی و لومی سبک
۱۵۰	لومی
۱۰۰	لومی سنگین و سیلنی
	آلی (بیش از ۱۰٪ ماده آلی)
	غلظت سدیم (میلی گرم در ۱۰۰ گرم خاک)
۲۰۰	۰-۲۵
۷۵	۲۵-۵۰
۰	بیش از ۵۰

اندازه‌گیری‌ها در طول سالها نشان داده است در شمال اروپا هر جا که کود سدیم هر سه سال یکبار به زمین داده شده (قبل از کشت چغندر قند)، در خاک جمع نشده است. بنابراین مصرف کامل کود قبل از هر زراعت چغندر قند لازم است و واکنش محصولی در هر موقعیتی مشابه باقی می‌ماند. مطالعات انجام شده در روی بافت فیزیکی خاک که به همین نحو رفتار شده است نشان می‌دهد که هیچ گونه تاثیر سوئی بر روی بافت خاک یا قدرت کاربری خاک نخواهد گذاشت.

۱۱-۴-۷ اثرات اسمزی سدیم بر روی قوه نامیه بذر

کودهایی که محتوی سدیم می‌باشند اگر دفعتاً قبل از کاشت بذر مصرف گردند باعث کاهش تعداد جوانه‌های بذر شود. ممکن است رشد گیاهچه‌های سبز شده را در مقایسه با گیاهچه‌های معمولی به تاخیر اندازند. معذالک رشد گیاهان کود خورده به زودی از گیاهان کود نخورده جلوتر خواهد افتاد (ر.ک. ۹-۴-۷).

(دورانت و همکاران ۱۹۷۴) نشان دادند که محلول مولار^۱ کلرور سدیم باعث کشته شدن بعضی از بذرها شده و از جوانه‌زدن سایر بذرها تا رقیق شدن محلول جلوگیری نموده و بعد از جوانه زدن رشد هیپوکوتیل را نیز کاهش می‌دهد. آنها نتیجه گرفتند که کودهای محتوی سدیم اغلب بایستی چند هفته قبل از کاشت به زمین داده شود تا غلظت سدیم در اثر عملیات زراعی و بارندگی رقیق گردد.

۱۲-۴-۷- علائم کمبود سدیم

با وجودیکه برگهای سالم چغندر قند محتوی مقدار زیادی سدیم هستند، لیکن گیاهان بدون این عنصر نیز هیچگونه علائم کمبودی نشان نمی‌دهند. وجود و یا کمبود سدیم همان تاثیری در روی برگهای چغندر قند میگذارد که کمبود پتاسیم خواهد داشت. علائم کمبود پتاسیم معمولاً هنگامی که سدیم مصرف گردد کاهش خواهد یافت بنابراین به جای لکه‌های بین رگبرگی شدن، معمولاً به لبه برگها علائم رنگ مربوط می‌گردد.

۵-۷ کلسیم و منیزیم

۱-۵-۷ کلسیم و واکنش خاک (pH)

کلسیم در تولید موفقیت آمیز چغندر قند دو نقش اساسی دارد اولاً "یکی از مواد مغذی اصلی گیاه و جذب آن بیشتر از فسفر و منیزیم ولی کمتر از ازت و پتاسیم می‌باشد. ثانیاً حضور آن به مقدار زیاد در خاک ضروری است زیرا تنظیم کننده اصلی pH خاک می‌باشد. منیزیم به طور

اتفاقی چنین نقشی را در خاکها که منشاء معدنی داشته و محتوی مقدار زیادی منیزیم می‌باشند ایفا می‌نماید.

چغندر قند مثل تعداد زیادی از گیاهان زراعی تنها در خاکهایی با موفقیت رشد می‌کند که pH آن نزدیک به ۷ باشد. pH کمتر (خاک اسیدی) باعث کاهش قابلیت جذب بعضی از عناصر مورد نیاز گیاه (بعنوان مثال فسفر) می‌گردد و قدرت جذب بعضی از عناصر دیگر را در حد غلظت‌های سوزنده افزایش می‌دهد (آلومینیم و منگنز) و ممکن است باعث خسارت مستقیم در اثر سوزندگی یون هیدروژن گردد. مقدار بالاتر pH خاک (قلیائی) مشکلات کمتری را فراهم می‌کند لیکن ممکن است سبب کاهش قدرت جذب بعضی از عناصر نظیر منیزیم، بزر و منگنز شود.

۷-۵-۲ اصلاح اسیدیته خاک

بذر چغندر قند در خاکهای اسیدی به خوبی جوانه می‌زند، لیکن خسارت به محصول معمولاً در مرحله گیاهچه‌ای اتفاق می‌افتد. گیاهچه‌ها به کندی رشد می‌کنند، کوتیلدون‌ها معمولاً حالت ایستاده دارند و حاشیه آنها و برگهای حقیقی به قرمزی می‌گیرند. در منطقه ریشه‌ها کمتر معمولاً وقتی که pH کمتر از ۵ باشد بعضی از ریشه‌ها از بین می‌روند لیکن سایر بوته‌هایی که زنده می‌مانند در اثر سمیت منگنز بعضی اوقات دارای برگها به رنگ زرد روشن خواهند بود. ریشه‌ها قهوه‌ای و سیاه می‌شود و ممکن است از بین بروند و ریشه‌های جدید تولید شده نیز اغلب ریشک‌دار خواهند بود.

مصرف کلسیم در فرم اکسید، کربنات، هیدروکسید یا سولفات، اسیدیته خاک را خنثی می‌کند. در مناطق مشخص، مواد آهکی محلی، سنگ‌های آهکی منیزیم هستند. نزدیک کارخانه‌های چغندر قند آهک به جای مانده از مراحل استحصال شکر یک منبع ارزان و مؤثر کلسیم می‌باشد.

۷-۵-۳ تعیین نیاز آهک خاک

مقدار آهک مورد نیاز برای افزایش pH خاک و رساندن آن به ۷ را می‌توان در آزمایشگاه و از روش تیتراسیون^۱ تعیین نمود. در گذشته نیاز مزرعه به آهک را با وزن مقدار CaO در واحد سطح تعیین می‌کردند. اندازه‌گیری pH خاک با دقت بیشتر در مزارع از دو طریق صورت می‌گیرد یا از طریق رنگ معرف و یا از طریق pH مترالکترونیکی، در هر دو حالت مقدار آهک مورد نیاز را می‌توان از روی جدول خواند (جدول ۷-۲). سنگهای آهکی و گچ هر دو از اشکال CaCO_3 می‌باشند و تقریباً نصف مقدار هر کدام به صورت CaO است. آهک کارخانه‌ها عمدتاً شامل مخلوط Ca(OH)_2 و CaCO_3 و آب می‌باشد که دارای ارزش خنثی‌کنندگی آن حدود $\text{CaO } 1/4$ می‌باشد.

۴-۵-۷ اشکال آهک

اشکال مختلف آهک و نقش آنها بر روی pH خاک و کیفیت چغندر قند مورد مقایسه قرار گرفته است. در دهه ۱۹۷۰ و براساس آزمایشهای انجام شده و نتایج مزرعه‌ای بدست آمده با مواد آهکی مقدار شستشوی کلسیم در هر زمستان به طور متوسط حدود ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار است. جذب کلسیم توسط گیاه معمولاً ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار است. بنابراین کل مقدار آهکی که بایستی در خاکهای غیر آهکی به مزرعه داده شود به طور متوسط ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار است. در یک دوره پنج ساله آهک کارخانه با گچ و سنگ آهک در چهار نوع خاک مختلف مورد مقایسه قرار گرفتند. در صورتی که مقدار ماده برای ارزش خنثی‌کنندگی مساوی تأمین شود، تمام فرمهای آهک، اثر مشابهی در بهبود pH خاک دارند. به محصول مقدار کافی مواد مغذی داده شده است و نوع آهک اثری در محصول چغندر قند ندارد (درایکوت و مسم^۱ ۱۹۷۹).

منبع آهک کارخانه، فرآیند تصفیه، تاریخچه و دوره عمل آنها به وسیله (نیدهام^۲ ۱۹۸۶) گزارش شده است. (آرمسترانگ و وودوارک^۳ ۱۹۸۷) اخیراً در مورد مواد تشکیل‌دهنده آهک مدرن کارخانه شرح داده‌اند. مقدار آب موجود ۴۳٪ و ارزش خنثی‌کنندگی آن ۲۴٪ CaO (کمتر از مقدار اولیه زیرا مقدار کمتری CaO اکنون در عملیات استحصال به کار گرفته می‌شود) و دارای مقادیر مفیدی از سایر عناصر غذایی است (به عنوان مثال ۱۰ تن آهک کارخانه محتوی ۲۷ کیلو ازت، ۷۲ کیلوگرم فسفر محلول در اسید سیتریک و ۳۲ کیلوگرم منیزیم است).

جدول ۷-۱۲ نیاز آهکی خاک که بوسیله pH و بافت خاک مشخص شده است

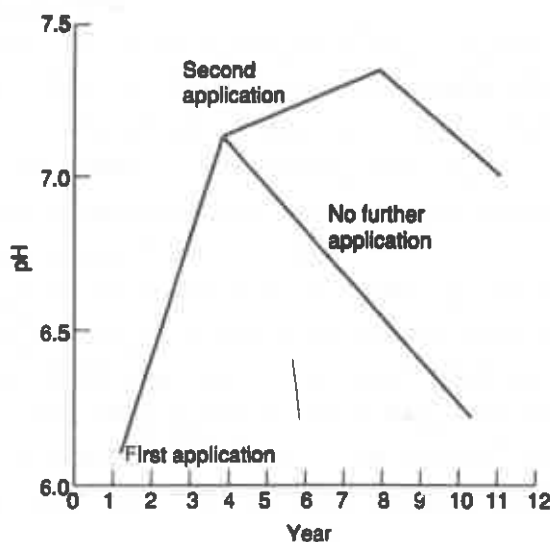
pH خاک	خاکهای سبک	خاکهای متوسط	خاکهای هوموسی شنی	خاکهای هوموسی پیت
آهک مورد نیاز برای ۲۰ سانتیمتر عمق خاک (تن در هکتار)				
۴/۰	۹	۱۵	۲۳	۳۹
۴/۵	۸	۱۲	۱۶	۲۶
۵/-	۷	۹	۱۰	۱۴
۵/۵	۵	۷	۵	۸
۶	۳	۴	*	*

۷-۵-۵ زمان و مقدار مصرف آهک

درایکوت و مسم (۱۹۷۹) در طول ۱۲ سال اثر آهک را بر روی pH خاک به طور متناوب اندازه‌گیری کردند که نتیجه آن در سطح وسیع برای تعیین زمان مصرف آهک برای چغندر قند استفاده شده است (شکل ۷-۱۱) بطوری که تاثیر کامل آهک بر روی pH خاک احتمالاً به دلیل آن شخم و عملیات زراعی و مخلوط شدن کامل آهک با خاک تنها بعد از دو تا سه سال به طور وضوح معلوم می‌شود. بهترین زمان مصرف آهک حداقل ۱۸ ماه قبل و دوبار شخم زدن زمین قبل از کشت چغندر باشد. در صورت نیاز به مقدار بیشتر آهک این عمل باید شش ماه قبل از کاشت انجام شود. در این طریق تمامی لایه عمق شخم در زمان کاشت چغندر قند به نزدیک حالت خشتی می‌رسد.

۷-۵-۶ علائم کمبود منیزیم

اولین علامت کمبود منیزیم، ظهور لکه‌های زرد رنگ به قطر ۱ تا ۲ سانتیمتری در لبه بالایی برگ‌های با سن متوسط می‌باشد. این حالت معمولاً در ماه‌های جولای (تیر) یا آگوست (مرداد) متعاقب یک دوره خشک اتفاق خواهد افتاد. بافت برگ در منطقه آسیب دیده، رشد غیرطبیعی دارد و لبه برگ راه‌راه می‌شود. قسمت زرد شده وسیع‌تر می‌شود به پائین و بین رگبرگ‌ها سرایت می‌کند و در چند هفته لبه برگ‌ها به صورت نکروزه درخواهد آمد. بافت نکروزه قهوه‌ای تیره یا سیاه شده و ترد و شکننده می‌گردد و در صورت تماس دست شکسته و به زمین می‌ریزد. بعضی اوقات قسمت انتهایی برگ قطع و برگ به طور مشخص سرچیده می‌شود.



شکل ۷-۱۱ اثر آهک بر روی pH خاک در سال اول و متعاقب آن در سال چهارم

۷-۵-۷ غلظت منیزیوم در گیاه

غلظت منیزیوم در ماده خشک برگ سالم معمولاً از ۰/۶٪ در بهار تا ۰/۲٪ در تابستان متغیر است. برگهایی که کمبود منیزیوم را نشان می‌دهند دارای ۰/۱ تا ۰/۲٪ منیزیوم در ماده خشک خود هستند.

۷-۵-۸ تلاش‌های اولیه در اصلاح کمبود

”بیماری“ کمبود منیزیوم حدوداً پنجاه سال قبل شرح داده شده است. (هال و همکاران ۱۹۴۶). تلاش‌های اولیه برای برطرف کردن کمبود با محلول‌پاشی منیزیوم بر روی سطح برگ صورت گرفته است. مصرف آن به عنوان یک ماده غذایی فرعی تا حدودی از مشکل کاشت و مقدار اندکی نیز افزایش در محصول حاصل شد. بعدها آزمایشات وسیع بر پایه این آگاهی که منیزیوم یکی از عناصر مغذی اصلی است سبب افزایش زیادی در عملکرد گردید (درایکوت و دورانت ۱۹۷۰).

اخیراً در انگلستان گرایش مصرف منیزیوم همانند سایر عناصر اصلی در خاک مد نظر قرار گرفته است. بدینوسیله هم سبب افزایش محصول شده و هم باعث بهبود منیزیوم قابل جذب خاک می‌گردد عملی که محلول‌پاشی بر روی برگ انجام نمی‌دهد. در صورتیکه به زمین چغندر قند در طول دو یا سه تناوب متوالی منیزیوم داده شود، بندرت کمبود شدید منیزیوم مشاهده خواهد شد.

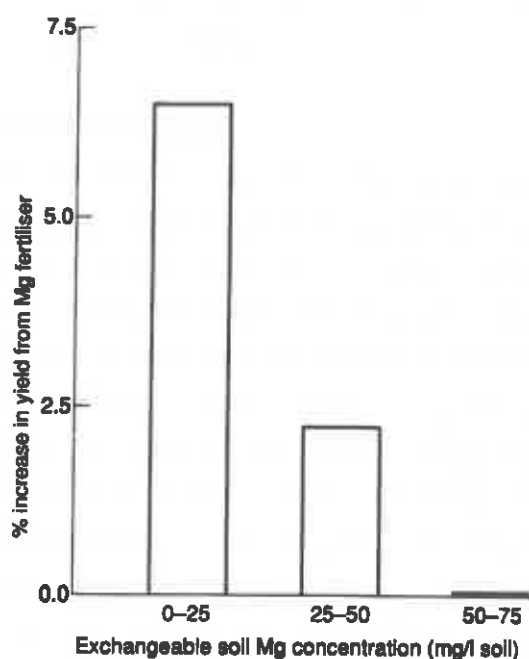
۷-۵-۹ منیزیوم در خاک

خاکهایی که کمبود منیزیوم نشان می‌دهند معمولاً شنی، لومی شنی و یا شنی لومی می‌باشند در چنین خاکهایی مقدار کمتری منیزیوم نسبت به خاکهای سنگین‌تر ذخیره می‌گردد. منیزیوم معمولاً در مواد آلی گیاهی و مواد معدنی رسی وجود دارد و هنگامی این مواد تجزیه گردند منیزیوم به صورت محلول در آب و یا فرم کامل تبادل درمی‌آید. این موقع است که امکان تجزیه خاک برای تعیین منیزیوم میسر می‌گردد و بدینوسیله می‌توان مشخص نمود که آیا برای زراعت چغندر نیاز به کود منیزیوم وجود دارد یا خیر.

معمولاً منیزیوم به وسیله بهم‌زدن نمونه خاک با محلول آبی نمک آمونیم نظیر نیترات آمونیم استخراج می‌گردد، شکل ۷-۱۲ نشان می‌دهد که مصرف نیترات آمونیم مولار به عنوان استخراج‌کننده منیزیوم، امکان تعیین مقدار مورد نیاز منیزیوم خاک را میسر می‌نماید. پیش‌بینی حجم واکنش مورد انتظار مشکل می‌باشد زیرا رابطه آن خطی نیست. تمام واکنش‌های زیاد عملکرد (تا ۱۵٪) در خاکهای با غلظت کمتر از ۲۰ واحد در میلیون^۱ منیزیوم دیده شد و به خاکهای با غلظت منیزیوم کمتر از ۴۰ واحد در میلیون بایستی کود منیزیوم داده شود.

۷-۵-۱۱ اثرات آنتاگونیستی سایر یونها در خاک

چغندر قند همانند سایر گیاهان از کاهش جذب منیزیم در مقابل مصرف بیش از حد سایر کاتیون‌ها نظیر سدیم و پتاسیم متاثر خواهد شد. جذب منیزیم موقعی بهبود خواهد یافت که مقدار منیزیم قابل تبادل با سایر کاتیون‌ها در توازن باشد. در گیاهان زینتی لازم است برای تعیین نیاز و مقدار مصرف منیزیم، سایر کاتیون‌ها (پتاسیم) مورد توجه قرار گیرد. در غلظت‌های بسیار پائین سایر کاتیون‌ها در خاک که معمولاً در مزارع چغندر قند مشاهده شده، شواهدی مبنی بر ضرورت این تعادل وجود ندارد. اندازه‌گیری منیزیم خاک راهنمای مناسبی برای تعیین نیاز به این عنصر می‌باشد.



شکل ۷-۱۲ اثر کود منیزیم بر روی محصول چغندر قند در مزارعی که براساس منیزیم قابل تبادل خاک طبقه‌بندی شده است

۷-۵-۱۱ اثر کود منیزیم بر روی عملکرد

منیزیم عنصر فلزی اصلی در مولکول‌های کلروفیل می‌باشد و همانطور که در قسمت ۷-۵-۶ نشان داده شده است اولین خسارت کمبود بر روی سبزینه برگ خواهد بود. در اثر کمبود فتوسنتز کاهش یافته و متعاقب آن از عملکرد ریشه کاسته می‌گردد. در تعدادی از آزمایش‌ها که

مقدار محصول ریشه را با کود منیزیوم و بدون آن اندازه گیری کرده اند، عملکرد ریشه تنها در جایی افزایش یافته است که علائم کمبود در کرت های بدون کود ظاهر شده باشند. این موضوع مغایر با بعضی عناصر مغذی اصلی نظیر فسفر و پتاسیم می باشد که اغلب افزایش محصول بدون اثرات آشکار و قابل مشاهده در گیاه صورت می گیرد.

در مزارعی که امکان بروز علائم کمبود وجود دارد با افزایش کود منیزیوم در صورتیکه خوب با خاک مخلوط گردد و به آسانی در دسترس گیاه قرار می گیرد یک افزایش عملکرد بین ۶ تا ۲۰٪ مورد انتظار است. واکنش وسیع این گیاه به منیزیوم قسمتی به خاطر تامین آب (در خاک های خشک واکنش بیشتر است) و قسمتی دیگر به خاطر سالم سازی و گستردگی سیستم ریشه آن است (خسارت نماتدها می تواند جذب را کاهش دهد).

۱۲-۵-۷ اشکال مختلف کود منیزیوم

آزمایش های اولیه به وسیله نمک های اپسون^۱ که قابل حل در آب هستند و می توان به صورت محلول پاشی بر روی گیاه بکار برد، صورت گرفته است. هنگامی که مصرف کود منیزیوم در مقدار وسیع مطرح باشد از کیسريت^۲ استفاده می شود. این کود کمتر قابل حل در آب و ناخالص تر از نمک اپسون بوده لیکن مقدار منیزیوم آن در حد وسیعی قابل دسترس گیاه است. کاینیت^۳ از مدت ها قبل به عنوان منبع اصلی تامین منیزیوم چغندر قند شناخته شده است.

سنگ های آهکی دولومیت^۴ یکی از اشکال ارزان منیزیوم می باشد، لیکن آزمایش های طولانی مدت نشان داده است که به استفاده این شکل منیزیوم در خاک های خنثی و قلیائی خیلی کمتر از سایر اشکال منیزیوم اشاره شده است. با وجود این اگر با دقت در خاک های اسیدی که کمبود منیزیوم مشاهده شده مصرف گردد، بهترین منبع منیزیوم و با کیفیت عالی و با دوام در شکل محلول در آب است.

مانیزیت^۵ همچنین یک منبع تغلیظ شده منیزیوم است. لیکن این عنصر در فرم معدنی آن قابل استفاده گیاه نیست. جدا کردن دی اکسید کربن به وسیله گرم نمودن سبب تولید اکسید قلیائی بنام مانیزیت کالسینه^۶ می گردد. مشروط بر اینکه برای خارج کردن CO₂ کالسینه کردن را با دقت و با حداقل حرارت مورد نیاز انجام داد. اکسید حاصله دارای واکنش بالائی در خاک و تقریباً دارای تمامی منیزیوم قابل استفاده گیاه خواهد بود (درایکوت و همکاران ۱۹۷۵).

1 - Epson(MgSO₄-10%Mg) 2 - Kieserite(MgSO₄-17%Mg)

3 - Kalnit(KCl,NaCl,MgSO₄-4.5%Mg)

4 - Dolomit(MgCO₃,CaCO₃-11%Mg)

6 - Calcined Magnesite(MgO-55%Mg)

5 - Magnesite(MgCO₃)

۷-۵-۱۲ استفاده عملی کود منیزیوم

سه گروه از خاکها است که نیاز به منیزیوم دارند. بدیهی است که قسمت اعظم خاکها نیازی به این عنصر ندارند زیرا مقدار کافی و به طور طبیعی برای تولید کامل محصول تأمین می‌گردد. خاکهای با بیش از ۵۰ واحد در میلیون منیزیوم قابل تبادل در محلول نیتрат آمونیم نیازی به مصرف کود منیزیوم ندارد.

خاکهای شنی مخصوصاً در مناطق مرطوب اغلب به کمتر از مقدار ۵۰ واحد در میلیون منیزیوم نیاز دارند. خاکهایی با کمتر از ۱۵ واحد در میلیون به مصرف کود نیاز دارند. زیرا در این حالت علامت شدید کمبود ظاهر شده و کاهش معنی دار محصول را بدنبال خواهد داشت. در خاکهای با ۱۵ تا ۵۰ قسمت در میلیون منیزیوم نیز مصرف کود منیزیوم برای بهبود (۱۵ تا ۲۵ قسمت در میلیون) و یا نگهداری منیزیوم خاک در حد (۵۰-۲۵ قسمت در میلیون) برای تولید محصول مناسب ضروری است (جدول ۷-۱۳). تعادل غذایی سایر عناصر نظیر پتاسیم و فسفر برای تعیین نیاز منیزیوم خاک مفید خواهد بود. برای خاکهای با ۰ تا ۵۰ قسمت در میلیون منیزیوم، مصرف دوره‌ای منیزیوم برای جلوگیری از کاهش منیزیوم قابل تبادل خاک و کاهش اتفاقی محصول مورد احتیاج است.

جدول ۷-۱۳- مقدار منیزیوم مورد نیاز چغندر قند که بوسیله مقدار منیزیوم قابل تبادل خاک مشخص شده است

مقدار مصرف منیزیوم کیلوگرم در هکتار	منیزیوم قابل تبادل خاک در نیترات آمونیم
۱۰۰	۵۰-۰
۷۵	۲۵-۱۵
۵۰	۵۰-۲۵
۰	بیش از ۵۰

۷-۶ مواد مغذی فرعی یا ریز مغذی‌ها

۷-۶-۱ کودهای فرعی یا کم مصرف

علاوه بر عناصر اصلی مشروحه بالا، چغندر قند همانند سایر گیاهان به سایر عناصر در مقدار کم نیازمند است. این عناصر فرعی یا کم مصرف که برای گیاه ضروری است عبارتند از: بر، کلسیم، کبالت، مس، آهن، منگنز، مولیبدن و روی. سایر عناصر نظیر ژرمانیوم، نیکل، روبیدیوم، سلنیوم و والادیوم، برای سایر گیاهان ضروری شناخته شده‌اند لیکن اهمیت آنها هنوز در تغذیه

چغندر قند بررسی نشده‌اند.

در بسیاری از خاکها، نیاز چغندر قند به کودهای فرعی از ذخیره خاک، تغییرات مواد معدنی، باران، آهک، کودهای شیمیایی و کودهای آلی تامین می‌گردد. مصرف یک بار کود دامی مایع بیش از نیاز مصرف چغندر قند، کودهای فرعی را در اختیار گیاه قرار می‌دهند. با وجود این در خاکهایی که تامین آن بطور طبیعی کم و یا عملیات زراعی باعث کاهش ذخیره خاک شده باشد، مصرف کودهای فرعی برای تولید حداکثر محصول ضروری است. در بسیاری از کشورها بر و منگنز تنها عناصر مهم چغندر قند می‌باشند. در مناطق خاص ممکن است گاهی دارای علائم کمبود آهن به صورت لکه‌ای دیده شود و بعضی زراعتها کمبود مس و روی نشان دهد. لیکن به نظر می‌رسد که در حال حاضر این کمبودهای اهمیت اقتصادی نداشته باشند. به هر حال به ترتیب که عملکرد افزایش یافته و عملیات زراعی تغییر می‌کنند مصرف این عناصر نیز اهمیت بیشتری خواهد یافت.

۷-۶-۲ علائم کمبود بر

بر از مهمترین عناصر مورد نیاز چغندر قند می‌باشد زیرا بدون مقدار کافی بر، محصول و کیفیت ریشه به شدت کاهش می‌یابد. کمبود بر نه تنها علائم مشخصه‌ای در برگ (همانند اثرات سایر عناصر) بوجود می‌آورد بلکه در دمبرگ، طوقه و ریشه نیز علائم کمبود مشاهده می‌شود. برادنبورگ^۱ (۱۹۳۱) برای اولین بار نشان داد که کمبود بر سبب بیماری پوسیدگی مرکزی^۲ و پوسیدگی خشک^۳ می‌گردد. پوسیدگی مرکزی به حالتی اتلاقی می‌گردد که جوانه مرکزی سیاه شده و می‌میرد. پوسیدگی خشک به پوسیدگیهایی گفته می‌شود که در اطراف طوقه و متعاقباً دیده می‌شود. شرح کامل تمامی علائم بوسیله درایکوت^۴ (۱۹۷۲) ارائه شده است. کمبود بر در سطح وسیع و در مناطق چغندرکاری جهان وجود دارد و علائم آن نیز در تمامی کشورها مشابه است. کمبود در زراعتهایی مشاهده می‌شود که در خاکهای معمولی و به خصوص در خاکهای با غلظت بر کمتر و با حالت قلیائی و بافت شنی و خشک کشت شده باشند.

در ارقام جدید چغندر قند بعضی اوقات علائم مشابه با کمبود بر به صورت لکه‌ای و در مزارع که در خاکهای حاصلخیز و مرطوب که برای سالهای متمادی کشت شده‌اند مشاهده می‌گردد. حفره‌های سیاه در طوقه توسعه می‌یابد که اغلب از آب پر می‌گردند. در محل جوانه مرکزی به جای یک جوانه تعداد زیادی جوانه اطراف طوقه ایجاد می‌شود. اندازه گیری بر در خاک و گیاه نشان داده است که این علائم ارتباطی با کمبود بر ندارد و به نظر می‌رسد که حالتی مرفولوژیکی از یک تیپ تک‌جوانه چغندر قند باشد و نبایستی با تغذیه بر اشتباه گرفته شود.

۷-۶-۳ غلظت بر در چغندر قند

گیاهان سالم معمولاً حاوی حدود ۴۰ قسمت در میلیون بر در ماده خشک برگ و ۱۵ قسمت در میلیون در ماده خشک ریشه‌اند. گیاهانی که علائم متعارف پوسیدگی مرکزی نشان می‌دهند ۳۰ قسمت در میلیون بر در برگها دارند اما غلظت عنصر در ریشه تغییر نمی‌یابد. تقریباً همیشه در حالتی که غلظت برگ زیر ۲۰ قسمت در میلیون باشد علائم کمبود مشاهده می‌شود.

۷-۶-۴ غلظت بر در خاک

تجزیه خاک نیز قادر است تا کمبود بر را در مزارع چغندر قند مشخص نماید. مقدار بر قابل استفاده گیاه به وسیله آب گرم و با استفاده از مقتول شیشه‌ای عاری از بر استخراج می‌گردد. گیاهان با علائم کمبود معمولاً در خاکهای با مقدار بر کمتر از ۰/۵ قسمت در میلیون دیده می‌شوند برای جلوگیری از بروز علائم، کودپاشی قبل از اواسط ماه ژوئن (خرداد) ضروری است. به خاطر ماهیت لکه‌ای بودن کمبود بر در مزارع، بایستی به خاکهای با مقدار ۰/۵ تا ۱ قسمت در میلیون بر داده شود (اسمایلند، ۱۹۷۰). هرگز علائم کمبود بر در خاکهای با مقدار بر بالای ۱ قسمت در میلیون دیده نشده است.

۷-۶-۵ کودپاشی برای کمبود بر

برخلاف کمبود منیزیم، کمبود بر در مزرعه چغندر قند را می‌توان به آسانی و تماماً^۱ با یک مرتبه کودپاشی برطرف نمود. اضافه نمودن بر به خاک، یا محلول‌پاشی هر دو اثر مساوی دارند. برات سدیم^۱ منبع معمولی این عنصر است. فرم مخصوص تصفیه شده که به آسانی و کاملاً^۲ در آب حل می‌گردد (سولور)^۲ مقدار زیادی بر را در اختیار چغندر قند قرار می‌دهد. برای اضافه نمودن بر به خاک، برات را به کودهای اصلی به میزان ۰/۱ تا ۰/۳ درصد اضافه می‌نمایند. این کودها را می‌توان در هر موقع چه پائیز سال قبل و چه بهار قبل از کاشت بذر به زمین داد، تا حدود ۳ کیلوگرم در هکتار بر در اختیار گیاه قرار گیرد. محلول‌پاشی بر روی برگهای چغندر تا اواسط ماه ژوئن (خرداد) می‌تواند ۲ کیلوگرم در هکتار بر را تامین کند. کودپاشی بایستی هر سال که چغندر قند کشت می‌گردد تکرار گردد.

۷-۶-۶ - علائم کمبود منگنز

برگهای بوته‌های دچار کمبود منگنز دارای علائمی است که به سادگی از سایر کمبودها قابل تشخیص می‌باشد. برگها رشد عمودی داشته و به داخل لوله می‌شوند. مشخصه بهتر آن این

است که برگ‌ها دارای لکه‌های رنگی گوشه‌دار می‌گردند که به اصطلاح (اسپکل‌دیلو)^۱ گفته می‌شوند. علائم می‌تواند در هر مرحله رشد از گیاهچه تا زمان برداشت ظاهر گردد لیکن بیشتر علائم از ماه‌های مه (اردیبهشت) لغایت آگوست (مرداد) می‌باشد.

۷-۶-۷ - اثر مواد آلی خاک و pH بر روی جذب منگنز

علائم کمبود منگنز معمولاً در خاک‌هایی ظاهر می‌گردد که pH بالای ۵/۶ باشد. هنگامی که درجه pH خاک با مواد آلی زیاد همراه باشد و این مواد چه به صورت طبیعی (خاک‌های پیت‌دار) و چه به صورت کود به زمین داده شده باشد، علائم بهتر ظهور می‌نمایند. برعکس بسیاری از عناصر غذایی که در بالا شرح داده شد، شیمی منگنز در خاک خیلی پیچیده است و تاکنون کاملاً شناخته نشده است. وضعیت ظرفیتی منگنز در جذب آن تأثیر زیادی دارد و خاک‌هایی که دارای مقدار زیادی منگنز کل هستند، اغلب مقدار کمی منگنز قابل جذب گیاه دارند زیرا اغلب در فرم دو ظرفیتی نیست.

۷-۶-۸ - غلظت منگنز در ماده خشک گیاه

برگ‌های گیاهان دارای علائم کمبود در اواسط فصل معمولاً دارای ۱۰ تا ۲۰ قسمت در میلیون منگنز می‌باشند در حالیکه در ماده خشک برگ‌های سالم با همان سن مقدار این عنصر ۵۰ تا ۲۰۰ قسمت در میلیون است.

مطالعات رادیو اکتیویته نشان داده است این عنصر دارای قابلیت جابجائی از برگ به برگ دیگر نیست (هنکنز^۲ و جونگمن^۳ ۱۹۸۶). بنابراین اگر گیاه با منگنز محلول‌پاشی شود تنها در برگ‌های محلول‌پاشی شده غلظت منگنز افزایش می‌یابد و برگ‌های جدید ظاهر شده از این محلول‌پاشی سودی نخواهند برد.

۷-۶-۹ - اصلاح کمبود منگنز

مطالعات زیادی نشان داده است که سولفات منگنز محلول آب به صورت محلول‌پاشی می‌تواند ظرف مدت چند روز غلظت منگنز را در گیاه بالا ببرد و علائم شدید کمبود را کاهش دهد. (درایکوت و فارلی^۴ ۱۹۷۳) افزودن یک ماده شیمیائی که محلول را بر روی برگ‌ها پخش نماید، به جذب منگنز کمک می‌کند (لاست و بین^۵ ۱۹۹۰).

اضافه کردن منگنز به خاک به صورت سولفات، اکسید و یا سیلیکات فعال شده تأثیر کمتری نسبت به محلول‌پاشی دارند. مصرف کلات منگنز در خاک گرچه تا حدودی موفق بوده است

1 - Speckled yellow

2 - Henkens

3 - Jongman

4 - Farley

5 - Bean

لیکن برای گیاهانی نظیر چغندر قند مقرون به صرفه نمی باشد. قراردادن منگنز در پوشش بذر نیز موفقیت کمی داشته است.

در سالهای اخیر کلات منگنز را در مزارع چغندر قند به صورت محلول پاشی مصرف نموده اند لیکن قضاوت اقتصادی و علمی بر روی این مصرف صورت نگرفته است. محلول سولفات منگنز ارزان تر و مؤثرتر بوده و مقادیر بیشتری منگنز را برای جذب در اختیار گیاه قرار می دهد و به نظر نمی رسد که فرم کلات بهتر از جذب سولفات باشد (لاست و بین ۱۹۹۰). با بروز اولین علائم کمبود مصرف مقدار ۱۰ کیلوگرم در هکتار سولفات منگنز همراه با یک ماده مرطوب کننده و پاشیدن آن بر روی برگهای چغندر، مطلوبترین حالت است. در خاکهایی که با کمبود شدید روبرو هستند دو تا سه بار محلول پاشی به میزان ۱ تا ۵ تن در هکتار لازم است.

۱۰-۶-۷ تجزیه خاک به منظور تعیین منگنز قابل جذب

آزمایش ساده ای همانند آنچه برای سایر عناصر انجام می شود وجود ندارد تا بتوان غلظت منگنز قابل جذب را در خاک اندازه گیری نمود. زیرا منگنز به اشکال مختلف در خاک وجود دارد. استخراج در آزمایشگاه معمولاً کمتر یا بیشتر از حد موجود را پیش بینی می نماید. فارلی و درایکوت (۱۹۷۶) روش های مختلفی را مورد آزمایش قرار دادند و دریافتند که استات آمونیم معمولی که با pH ۷ بهترین استخراج کننده منگنز است. این روش اعدادی را ارائه می دهد که تا حدودی مرتبط با علائم کمبود منگنز در بسیاری از گیاهان است.

۱۱-۶-۷ سایر عناصر فرعی

علائم کمبود آهن معمولاً به صورت لکه ای در زراعت چغندر قند که در خاکهای شنی و آهکی کشت شده است ظاهر می گردد لیکن شواهدی مبنی بر توجیه اقتصادی کود پاشی وجود ندارد. همچنین در مورد مس کمبود این عنصر علائم خاصی را در محصول ایجاد نمی نماید. گزارشهایی موجود است که عملکرد در بعضی از خاکها مخصوصاً خاکهای شنی سبک و پیت کاهش می یابد. در این خاکها اگر معلوم شود که غلظت مس خاک پائین است (کمتر از ۳ قسمت در میلیون)، اکسی کلرور مس را می توان قبل از کاشت چغندر قند به مقدار ۵ کیلوگرم در هکتار مصرف نمود.

فصل هشتم

مصرف آب و آبیاری

۱-۸ - مقدمه :

برای نخستین بار اجداد وحشی چغندر قند عمدتاً در اراضی کناره‌های ساحلی دریاها پدیدار شده‌اند و شاید از این رو نسبت به گیاهان زراعی دیگر پایداری آنها در خشکی و شوری بیشتر است. در مقایسه با سایر گیاهان، فقط پنبه و جو در مقابل شوری و خشکی نسبت به چغندر قند مقاومت بیشتری دارند. خصوصیتی که در چغندر قند باعث افزایش مقاومت آن نسبت به شوری و خشکی می‌گردد عبارتند از: طولانی بودن مرحله رشد رویشی بدون داشتن یک دوره حساس گلدهی، دارا بودن سیستم ریشه عمیق و داشتن قابلیت تعدیل اسمزی. گیاه چغندر قند معمولاً در شرایط ماندابی صدمه می‌بیند اما می‌تواند در اراضی که عمق سطح ایستایی آب زیرزمینی در فاصله یک متری از سطح زمین قرار دارد، مقاومت کند. باران سنگین و یا آبیاری بطور مستقیم در زمان استقرار گیاه در زمین به محصول صدمه وارد نمیکند. رطوبت زیاد موجب بروز مشکلاتی در امر برداشت این محصول، شیوع بیماریهای مختلف و آبشویی ازت در دسترس می‌گردد.

علی‌رغم انعطاف‌پذیری بالای این محصول نسبت به شرایط محیطی گوناگون معمولاً برای کشت از اراضی نسبتاً خوب زراعی استفاده میشود که احتمالاً دلیل آن ارزش بسیار بالای اقتصادی و صنعتی این نبات در مقایسه با سایر گیاهان می‌باشد. از کشت این گیاه در اراضی با زهکشی نامناسب اجتناب می‌شود و در نواحی خشکتر نسبت به آبیاری آن اقدام می‌گردد. ابتدا اصلاح این گیاه برای صفات مقاومت به خشکی و شرایط رطوبتی، مورد توجه اصلاح‌گران نبوده

است. (آمادوچی^۱ و همکاران ۱۹۷۶) مطالعاتی را در خصوص عکس العمل این گیاه نسبت به آبیاری انجام داده‌اند و اختلاف معنی‌داری از این حیث در بین واریته‌های مختلف، مشاهده نکرده‌اند.

در این فصل ابتدا به نقش آب و چگونگی محاسبه مقدار آب مورد نیاز چغندر قند، سپس تولید ماده خشک آن در رابطه با مصرف آب مورد بررسی قرار می‌گیرد و در خاتمه به راندمان آبیاری و منافع آن پرداخته خواهد شد.

۲-۸ گیاه چغندر قند و آب

در پدیده‌هایی که در گیاه اتفاق می‌افتد آب نقش اساسی و مهمی دارد. آب محیط مناسبی را برای انجام تغییرات شیمیایی فراهم می‌نماید و در فرآیند فتوسنتز برای احیاء دی‌اکسیدکربن یک ماده اساسی است. نیروهای اسمزی که باعث ایجاد فشار آماس در سلولهای آبدار می‌گردند، در طول شدن مکانیکی برگها و ریشه‌ها و باز و بسته شدن روزنه‌ها نقش مهمی دارند. در واقع بخش بزرگی از رشد برگهای چغندر قند و افزایش ذخیره قند ریشه‌ها در طول شب که فشار آماس زیاد است اتفاق می‌افتد.

(جانسون و دیویس^۲ ۱۹۷۱) و (والدرون^۳ و همکاران ۱۹۸۵). جابجایی و انتقال مواد در گیاهان عمدتاً^۴ به کمک محلولهای آبی صورت می‌گیرد. در فواصل کوتاه و در انتقال مواد فرآیند پخشیدگی^۵ نقش عمده‌ای ایفا می‌کند.

در فواصل طولانی‌تر جابجایی یونهای غذایی، هیدروکربنها، مواد شیمیایی و غیره به کمک پدیده کنوکسیون^۵ موجود و سیستم‌های انتقال مواد در گیاه نظیر آوندهای آبکش و چوبی و یا در فضاهای بین سلولی و یا دیواره‌های سلولی صورت می‌گیرد. اخیراً^۶ پدیده انتقال و نقش ترکیبات شیمیایی در آن، توجهات قابل ملاحظه‌ای را بخود معطوف ساخته است. هرچند که در این خصوص به چغندر قند توجه چندانی نشده است (دیویس و جفکوت^۶ ۱۹۹۰). تلفات آب به صورت تعرق به گیاه اجازه خنک شدن میدهد. مطالعات (آیدسو^۷ ۱۹۸۲)، (سپاسخواه^۸ و همکاران ۱۹۸۸) نشان دادند تعرق در چغندر قند می‌تواند دمای برگ را حدود ۱۰ درجه سانتیگراد نسبت به شرایط بدون تعرق کاهش دهد. گرم شدن برگها بدون تعرق موجب افزایش تنفس و تنش گرمائی (در آب و هوای گرم) می‌گردد.

وضعیت آب در گیاهان معمولاً^۹ با واژه پتانسیل آب () بیان میشود. مفهوم آن اختلاف انرژی آزاد بر حسب واحد حجم در یک قسمت مشخصی از گیاه و انرژی آزاد آب در یک ارتفاع معین

1 - Amaducci

2 - Johnson and Davis

3 - Waldron

4 - diffusion

5 - convection

6 - Davis and Jeffcoat

7 - Idso

8 - Sepaskhah

می باشد. پتانسیل آب از مولفه های متعددی تشکیل شده که آنها را میتوان بصورت معادله (۸-۱) نشان داد،

$$\Psi = \Psi_p + \Psi_m + \Psi_s \quad \text{معادله ۸-۱}$$

ملاحظه می شود Ψ_p ، Ψ_m و Ψ_s به ترتیب پتانسیل های فشار، ماتریک و محلول (یا اسمزی) می باشند (استالیر^۱ ۱۹۶۱). واحد پتانسیل آب (انرژی به حجم)، مشابه فشار است (بعنوان مثال در سیستم واحدهای MKS آنرا بر حسب مگاپاسکال بیان می کنند). پتانسیل فشاری اغلب پتانسیل آماس نیز نامیده میشود که عمدتاً به فشار هیدرواستاتیک (موازنه آبهای ساکن) موجود بین محتوای سلولی و دیواره آن مربوط می شود. پتانسیل های ماتریک و اسمزی، بدلیل ایجاد محدودیت در حرکت آزاد مولکول های آب (در پتانسیل ماتریک m بدلیل وجود سطح تماس در فازهای جامد - مایع و مایع - هوا و در مورد پتانسیل اسمزی بدلیل انحلال مواد حل شدنی) به وجود می آیند. هرچند که p معمولاً مثبت است ولی m و s منفی هستند و t نیز منفی خواهد شد. در صورت وجود اختلاف ارتفاع، پتانسیل ثقلی را میتوان به معادله ۸-۱ اضافه نمود. اهمیت نسبی اجزاء پتانسیل، در بخشهای مختلف گیاه و حتی در درون بخشهای مختلف سلول نیز تغییر می کند. از این رو پتانسیل ماتریک در درون سلولها و در مجاورت دیواره های سلولی بارز است ولی در واکوئلهای که Ψ به پتانسیل های فشاری و اسمزی بستگی دارد از اهمیت کمتری برخوردار نیست. وجود ارتباطات آبی در قسمتهای مختلف یک گیاه تحت تاثیر واکوئلهای آنها قرار می گیرد. بعنوان مثال پتانسیل آب در برگ یک گیاه را میتوان به شکل زیر ساده کرد.

$$\Psi = \Psi_p + \Psi_s \quad \text{معادله (۸-۲)}$$

در اینجا Ψ_p با فشار آماس و Ψ_s با منفی فشار اسمزی در واکوئلهای برابر است. هر دو پتانسیل های کل و اسمزی قابل اندازه گیری هستند. (بعنوان مثال بوسیله سایکرومتری (نم سنج) در محفظه هایی که دو نمونه گیاه کامل و بافتهای له شده مربوط به آن که آب از آنها خارج گردیده است). اندازه گیری مستقیم پتانسیل فشاری مشکل است و می توان آن را بصورت یک مجهول از حل معادله ۸-۲ بدست آورد.

رکت آب، در نتیجه وجود اختلاف پتانسیل کل در دو نقطه است و اغلب در جهت کاهش پتانسیل انجام می گیرد. پتانسیل آب در هوا معمولاً از برگهای بدون تنش خیلی کمتر است بنابراین هنگامیکه روزنه ها باز هستند یک شیب پتانسیل کاهشی از خاک، سطح ریشه ها به طرف ساقه ها، برگها و در حفرهای روزنه ای تا اتمسفر، ایجاد میشود. بیشترین تغییر پتانسیل آب هنگامی رخ میدهد که هدایت به حداقل مقدار خود میرسد (در اندودرم ریشه، در سلولهای

مزوفیلی برگها و در حفرهای روزنه‌ها). تغییرات پتانسیل در طول سیستم‌های هدایت کننده گیاه نسبتاً کم است.

۸-۲-۱ تنش آبی

به محض بازشدن روزنه‌ها و وجود تبخیر قابل توجه پتانسیل برگ همانند مقدار نسبی آب آن^۱، که بر حسب نسبت به مقدار آب موجود و مقدار آب برگها در حالت تورم کامل تعریف میشود، کاهش می‌یابد (شکل ۱۸-۸). میزان این کاهش به قابلیت دسترسی به آب برای سیستم ریشه و توانایی مسیر هدایت جهت انتقال آب از ریشه‌ها به برگها بستگی دارد. هم‌چنانکه خاک خشک میشود زمانی میرسد که کاهش بیشتر آب در دسترس و یا افزایش تبخیر در مقایسه با شرایطی که آب به مقدار فراوان وجود دارد موجب کاهش رشد گیاه می‌شود. پس از این نقطه گیاه دچار تنش آبی می‌گردد. طبق این تعریف، ابتدا گیاهان فقط برای بخشی از روز تحت تنش آبی قرار می‌گیرند، اما چنانچه قابلیت دسترسی به آب بیشتر نشود زمانی که گیاه در یک روز تحت تنش آبی قرار می‌گیرد بتدریج افزایش خواهد یافت تعیین دقیق زمان وقوع تنش به دلیل آنکه اولین اثرات تنش‌های موقتی اولیه بر روی رشد اندک می‌باشد بسیار مشکل است.

گرچه در ارتباط با بروز تنش آب در گیاهان مطالعات وسیعی صورت گرفته است لیکن تاکنون مطالعات خاصی توسط محققان در این زمینه بر روی گیاه چفندر قند انجام نشده است. تنها افرادی نظیر (اسالیر ۱۹۶۷)، (ترنر^۲ ۱۹۸۶) و (جونز^۳ و همکاران ۱۹۸۹) در این خصوص کارهای انجام داده‌اند. در زیر در زمینه برخی از تغییرات قابل توجه که در شرایط تنش رطوبتی در گیاه چفندر قند بوجود می‌آید بحث میشود.

فشار آماس را میتوان بصورت $\Psi^P = \Psi^S - \Psi^R$ بیان نمود (معادله ۸-۲ را ملاحظه کنید) در طول شب گیاهان مجدداً بطور کامل آبیگری می‌نمایند در نتیجه پتانسیل کل افزایش یافته و به صفر می‌رسد در این حالت $\Psi^P = \Psi^S$ می‌گردد و مقدار آن تقریباً برابر با ۰/۶ مگاپاسکال می‌شود (لاولور و میلفورد^۴ ۱۹۷۵). وقتی که در روز روزنه‌ها مجدداً باز شوند، ترقق شروع و متعاقب آن پتانسیل کل افت می‌نماید. در نتیجه کاهش RWC، غلظت املاح در سلول (فشار اسمزی) بالا می‌رود. این پدیده باعث کاهش پتانسیل اسمزی میگردد که سرعت انجام آن بسیار کمتر از کاهش مقدار پتانسیل کل است به همین دلیل اختلاف بین آنها نیز بتدریج کم می‌شود. (شکل ۸-۱-a). سرانجام وقتی که پتانسیل کل با پتانسیل اسمزی برابر شد، آماس وجود نداشته ($\Psi^P = 0$) (روزنه‌ها قبلاً بسته شده‌اند) و برگها پژمرده می‌گردند. وقتی پتانسیل فشاری کم شود نمو سلولها نیز کاهش می‌یابد. با افزایش تنش در چفندر قند و گیاهان بطور روزانه مدت

1 - RWC

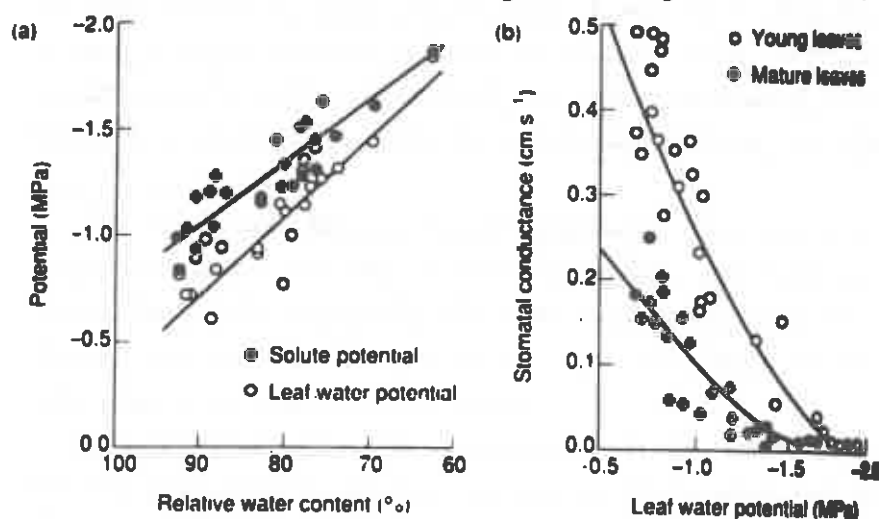
2 - Turner

3 - Jones

4 - Lawlor and Milford

طولانی‌تری در معرض کاهش پتانسیل فشاری و RWC قرار می‌گیرند در سرعت رشد برگها و ریشه‌های ذخیره‌ای در گیاه تنزل می‌یابد (جانسون و دیویس^۱، ۱۹۷۱، میلفورد و همکاران ۱۹۸۵b و والدرون^۲ و همکاران ۱۹۸۵). سرعت ظهور هر برگ فقط به مقدار کمی با تنش کاهش می‌یابد ولی عمر مفید تولیدیشان قبل از پیری، بطور قابل توجهی کوتاه میشود (میلفورد و همکاران ۱۹۸۵a).

تنش آبی در اکثر گونه‌های گیاهی موجب افزایش مطلق مقدار پتانسیل اسمزی سلولها و در نتیجه کاهش پتانسیل کل می‌گردد (ترنر ۱۹۸۶). زمانی که چغندر قند تحت تنش شوری قرار گیرد، مقدار زیادی سدیم (پلوت و هیور^۳ ۱۹۸۵(۹) بتائین (هانسون و وایز^۴ ۱۹۸۲) و املاح دیگر در برگها تجمع پیدا می‌کنند. در این حالت معمولاً از پدیده تعدیل اسمزی^۵ که عکس‌العمل گیاه در شرایط خشکی است جلوگیری می‌شود (براون^۵ و همکاران ۱۹۸۷a). ممکن است وجود بعضی از اسیدهای آلفا - آمینو^۶ و بتائین بعنوان ناخالصی در ریشه‌های ذخیره‌ای در گیاهان تحت تنش، در نتیجه تعدیل اسمزی باشد.



شکل ۸-۱ روابط آب و چغندر قند. (a) رابطه بین پتانسیل محلول و پتانسیل آب برگ و همبستگی درصد آب برگ. (b) رابطه بین هدایت روزنه‌ای و پتانسیل آب برگ برای گیاهان جوان و بالغ (از میلفورد و لالور ۱۹۷۶)

کاهش هدایت روزنه‌ای (اندازه‌گیری، وسیله روزنه‌سنج انتشاری) موجب تنزل پتانسیل برگها (شکل ۸-۱b) می‌شود. این حالت نشان می‌دهد که عموماً روزنه‌های چغندر قند در یک Ψ

1 - Johnson and Davis
4 - Hanson and Wyse

2 - Waldron
5 - Osmotic adjustment

3 - Plaut and Heuer
6 - amino acids

یا Ψp بحرانی بتدریج بسته می‌شوند. در زمانی که رطوبت هوا کم شود کاهش هدایت روزنه‌ای می‌تواند مستقل از پتانسیل برگ عمل نماید در این وضعیت نمی‌تواند از افزایش تلفات آب جلوگیری کند (میلفورد و لولر ۱۹۷۵). بسته شدن روزنه‌ها حرکت گازها را در دو جهت تحت تاثیر قرار می‌دهد. ورود دی‌اکسید کربن برای عمل فتوسنتز و خروج بخار آب به صورت تعرق هر دو بتدریجاً کاهش می‌یابد (لولر و میلفورد ۱۹۷۵) که یکی از دلایل ثابت ماندن نسبت وزن خشک به آب در یک دامنه از آب قابل استفاده است و در بند ۴-۸ شرح داده می‌شود.

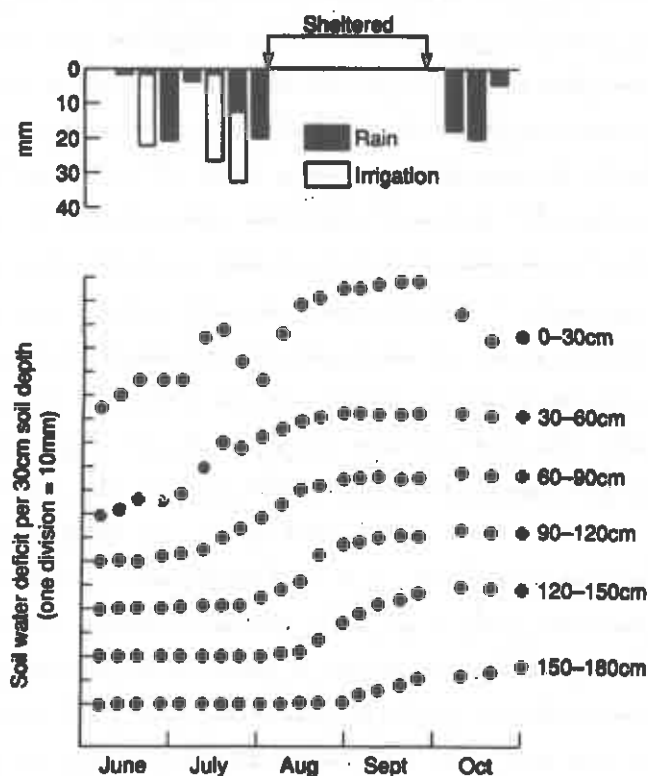
در شرایط تنش دو دلیل برای کاهش رشد برگها و ریشه‌های ذخیره‌ای وجود دارد که عبارتند از پتانسیل فشاری کم که موجب کندی توسعه سلولها می‌شود و کاهش هدایت روزنه‌ای که باعث کم شدن جذب دی‌اکسید کربن برای تولید ماده خشک می‌گردد. این وضعیت اگر در یک مرحله از رشد ادامه یابد موجب می‌شود نسبت اندازه به توده خشک برگها و ریشه‌ها تغییر نکند. این امر در حقیقت خصوصیت افزایش توده برگ با تنش می‌باشد (میلفورد و لولر ۱۹۷۵، پلوت و هیور ۱۹۸۵، هنگ و میلر^۱ ۱۹۸۶) این موضوع نشان می‌دهد که سطح برگ بیشتر از تولید ماده خشک تحت تاثیر قرار می‌گیرد. زمانی که پتانسیل برگ حدود $1/5$ - مگاپاسکال برسد روزنه در برگهای بالغ بسته می‌شود. (میلفورد و لولر ۱۹۷۵، غاریانی^۲ ۱۹۸۱، پلوت و هیور ۱۹۸۵، براون^۳ و همکاران ۱۹۸۷). پژمردگی زمانی اتفاق می‌افتد که پتانسیل باز هم کمی کاهش یابد. در صورتیکه گیاه آب دریافت نکند در اثر از دست دادن تدریجی آب، برگها پیر می‌شوند و از بین می‌روند.

برگهای جوان نسبت به برگهای پیرتر وضعیت عمودی (ایستاده) دارند در نتیجه این حالت از برخورد بیشتر تشعشع در واحد سطح برگ در اواسط روز جلوگیری می‌کند. آستانه بسته شدن روزنه در برگهای جوان و شروع پژمردگی آنها در سطح پائین‌تر، بترتیب حدود $1/8$ - و 2 - مگاپاسکال است. موقعی که برگهای پیرتر پژمرده یا از بین می‌روند برگهای کوچک که نقش فعالی در فتوسنتز دارند در مرکز روزت باقی می‌مانند.

تغییراتی که در برگهای منفرد در زمان تنش ایجاد می‌شود شامل تاخیر در ظاهر شدن، توسعه کند، کاهش در فرآورده‌های فتوسنتزی و تسریع در پیری است. اندازه‌گیریهایی از قبیل سایه‌انداز برگها، شاخص سطح برگ و دریافت تشعشع معلوم ساخته است که این اندازه‌ها در گیاهان تحت تنش، به کندی افزایش و به سرعت تنزل می‌یابند (غاریانی ۱۹۸۱، براون و همکاران ۱۹۸۷). کاهش شادابی برگها (جانسون و دیویس ۱۹۷۱) و افزایش استحکام خاک خشک رشد هر دو سیستم ریشه ذخیره‌ای و فیبری را محدود می‌کند (۲-۸). با این حال، عرضه هیدروکربن‌ها از برگها به ریشه، بعنوان عامل اصلی تعیین‌کننده رشد ریشه محسوب می‌شود. زمانی که تنش میزان آنرا کاهش دهد ناگزیر رشد ریشه تنزل می‌یابد.

۸-۲-۲ سیستم ریشه و جذب آب

سیستم کامل ریشه در گیاه چغندر رقت عمیق و بجز در فاصله نزدیک ریشه‌های ذخیره‌ای، عموماً پراکنده هستند. در انگلستان سیستم انتهایی ریشه در ابتدا ۱۰ میلیمتر در روز به سمت پایین رشد می‌کند. بعد از آن برای بیشتر فصل سرعت رشد سیستم ریشه حدود ۱۵ میلیمتر در روز افزایش می‌یابد (براون و دانهام ۱۹۸۹). شدت رشد ریشه ممکن است در نواحی گرمتر افزایش یابد اما میزان آن بیشتر از اکثر گیاهان زراعی نمی‌شود. عمق قابل توجه سیستم نهایی ریشه حداقل ۱/۵ متر، (ویور^۱ ۱۹۲۶، درایکوت و مسم^۲ ۱۹۷۷)، (شکل ۸-۲) مربوط به رشد سریع آن نیست بلکه بیشتر ناشی از طولانی بودن دوره رشد رویشی گیاه چغندر رقت می‌باشد.



شکل ۸-۲ کعبود آب خاک در عمق ۳۰ سانتی‌متری (اندازه‌گیری شده توسط رطوبت‌سنج نوترونی) در اثر جذب آب توسط چغندر رقت در خاک لومی-ماسه‌ای در ایستگاه آزمایشی برومبارن. برای افزایش جذب آب در عمق خاک، کرت‌ها از دریافت باران محروم و در ماه‌های آگوست و سپتامبر (اوایل مرداد ماه تا اوایل مهرماه) آبیاری شدند (مکاتبات شخصی، ای.بی. مسم^۳).

سیستم ریشه بالغ به پنج دسته جانبی منشعب می‌شود؛ فاصله متوسط بین ریشه‌های فرعی، غیر از ریشه‌های فرعی که از شیارهای ریشه ذخیره‌ای تکثیر شده، تقریباً ۲ میلی‌متر می‌باشد (ویور ۱۹۲۶، براون و دانهام ۱۹۸۹). در خاک سطحی، دسته اول ریشه‌های فرعی به صورت افقی و حدود ۴ میلی‌متر در روز رشد می‌کنند و ۸۰ روز پس از کاشت سیستم‌های ریشه‌ای بین ردیف‌های کشت به هم نزدیک می‌شوند (براون و دانهام ۱۹۸۹). اگر خاک به طور کامل خشک شود تعداد زیادی از ریشه‌های فیبری از بین می‌روند. اما در زمان خیس شدن مجدد خاک ریشه‌های تازه جایگزین آنها می‌گردند. ریشه‌های فرعی اولیه در عمق بیشتر به صورت مورب رشد می‌کنند و سرانجام به طرف پایین عمود می‌شوند. بنابراین برای سیستم ریشه‌های پائین‌تر یک شبکه اصلی ایجاد می‌کنند. بدنبال آن دسته‌های فرعی بالاتر، تمایل به نازک شدن و رشد خیلی کندی خواهند داشت (هرچند که تکثیر بیش از حد ریشه ممکن است در ناحیه‌ای اتفاق افتد که آب یا عناصر غذایی فراوان باشد). قطر ریشه‌های فیبری در دامنه بین ۰/۱ تا ۱ میلی‌متر و اکثراً بین ۰/۱ تا ۰/۳ میلی‌متر می‌باشد. ریشه‌های عمیق‌تر از ۵۰ سانتیمتر بطور متوسط ضخیم‌تر از ریشه‌های سطحی هستند (فیک^۱ و همکاران ۱۹۷۲، براون و بیسکوی^۲ ۱۹۸۵). تراکم ریشه‌ای معمول برای چغندر قند بالغ در خاک سطحی حدود ۲ سانتیمتر ریشه در میلی‌لیتر خاک است. در مقایسه، غلات بطور معمول دارای ۵ تا ۱۰ سانتیمتر ریشه در میلی‌لیتر خاک هستند. ریشه‌دهی کم پشت چغندر قند ناشی از سهم کمتر سیستم ریشه‌های فیبری از کل ماده خشک می‌باشد. تراکم ریشه در عمق به سرعت کاهش می‌یابد. توسعه ریشه در اوایل فصل رشد سریع است. زمانی که عمق یک متری پروفیل خاک خیلی خشک نباشد تراکم ریشه در حد کمتر از ۰/۵ سانتیمتر ریشه به میلی‌لیتر خاک است و ریشه‌دهی در جهت عمق تشویق می‌شود (براون^۳ و همکاران ۱۹۸۷b، براون و دانهام ۱۹۸۹).

در عمل تمام آب مورد استفاده توسط گیاه از طریق ریشه‌های فیبری جذب می‌گردد. جذب آب در پاسخ به شیب ایجاد شده توسط کاهش پتانسیل آب در برگ می‌باشد. قسمتی از تعرق که در روز اتفاق می‌افتد مقدار آب گیاه را کاهش می‌دهد (حتی موقعی که گیاه چغندر قند در حداکثر رشد خود باشد) این کاهش شامل ریشه‌ها هم می‌شود. کاهش آب در گیاه موجب کاهش ۰/۲ مقدار آب نسبی گیاه می‌شود این مقدار تنها ۲ میلی‌متر از آب مصرفی است. جذب آب از خاک در روز شروع و تا زمانی که گیاه مجدداً آبگیری کند ممکن است در طول شب هم ادامه یابد با ادامه فصل رشد، آب از اعماق پائین‌تر به بالا کشیده می‌شود (شکل ۲-۸).

تحقیق در خصوص قسمت‌های مختلف مسیر جریان تعرق هنوز ادامه دارد (ترنر^۴ ۱۹۸۶،

1 - Fick
4 - Turner

2 - Biscoep

3 - Brown

پاسیورا^۱ (۱۹۸۸). مسلماً روزنه‌ها دارای یک نقش اساسی می‌باشند (شکل ۱۵-۸) اما آب قبل از رسیدن به روزنه‌ها بایستی از خاک به طرف ریشه‌ها حرکت کند. حرکت در مسیر سلولهای آندودرمی ریشه‌ها شعاعی است و در مسیر حرکت آب از سمت ریشه به برگها، آوندهای چوبی قرار دارند که آب در آنها و در جهت طول بین بافتهای مجاور تبادل می‌شود. هنگامی که ریشه‌دهی تنک یا انبوه باشد مقاومت حرکت آب از خاک به سمت ریشه قابل توجه است این موضوع تاحدی عدم توانایی سیستم ریشه‌ای چغندر قند را برای استفاده از تمام آب قابل استفاده (حتی زمانی که تحت تنش است) تشریح می‌نماید (دورانت^۲ و همکاران ۱۹۷۳، برتون^۳ و همکاران ۱۹۸۶، براون و همکاران، ۱۹۸۷b). موقعی که آب آزاد در عمق ۲-۱ متری قرار گرفته باشد، در غیاب باران و آبیاری کافی، تعلق به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش دارد. (رایشمن و همکاران ۱۹۷۷)؛ بنز و همکاران (۱۹۸۵) که این موضوع اشاره به مقاومت درون گیاهی دارد.

با افزایش سن ریشه‌های فیبری توانایی آنها برای هدایت آب شدیداً کاهش می‌یابد (براون و بیسکو ۱۹۸۵) که احتمالاً ناشی از چوب پنبه‌ای شدن بافت آندودرمی است. در حقیقت چوب پنبه‌ای شدن تنها عامل محدود کننده استفاده از آب در مدل فیک^۴ و همکاران (۱۹۷۵) است. حرکت آب به سمت نیاز به اختلاف پتانسیل (به صورت معلوم در معادله ۱-۸) بالا دارد. که اگر متوسط فاصله بین ریشه‌های فیبری و برگها ۱ متر باشد این اختلاف پتانسیل تنها ۰/۱ مگاپاسکال است.

۳-۸- مصرف آب

اسامیا^۵ تعلق گیاه وابسته به تشعشع خورشیدی و سرعت باد است. در فنلاند که فصل رشد کوتاه است و هوا زودتر سرد می‌شود مصرف آب فصلی توسط چغندر قند حدود ۴۰۰ میلیمتر است. در حالیکه در شرایط فصل رشد طولانی و گرم بعنوان مثال در مراکش یا کالیفرنیا جنوبی، چغندر قند آبیاری شده می‌تواند بیش از ۱۵۰۰ میلی متر آب مصرف کند. مثالهایی از مصرف ماهیانه از شرق انگلستان و شمال کالیفرنیا در جدول ۱-۸ ارائه شده است.

جدول ۱-۸ مقدار تبخیر و تعلق متعارف (از خاک و زراعت) در شرایط غیرتنش برای زراعت چغندر قند و زراعتهای علوفه‌ای مرجع در برومبارن سافولک انگلستان و دیویس کالیفرنیا. تاریخ کاشت برای چغندر قند اول آوریل (۱۲ فروردین) تاریخ برداشت: ۳۱ اکتبر (۹ آبان) در برومبارن، ۳۰ سپتامبر (۸ مهر) در دیویس (اقتباس از ای. بی. مسم مکاتبه شخصی و پرویت^۵ و همکاران ۱۹۷۲)

1 - Passioura

2 - Durant

3 - Brereton

4 - Fick

5 - Pruitt

جدول ۱ - ۸ تبخیر از خاک و زراعت (ET) ماهیانه متعارف در زراعتهای بدون تنش چغندر قند و زراعت مرجع در پرومیزان، سافولک، انگلستان، دیویس.

کالیفرنیا

تاریخ کاشت بذر برای چغندر قند ۱۲ فروردین، تاریخ برداشت ۹ آبان

ماههای میلادی		پرومیزان		دیویس	
	چغندر قند	مرجع	چغندر قند	مرجع	
	mm	mm	mm	mm	
آوریل	۴۰	۵۵	۲۵	۱۱۵	
می	۵۰	۸۵	۷۵	۱۶۵	
ژوئن	۷۵	۱۰۰	۲۱۰	۱۹۵	
ژوئیه	۱۱۵	۱۰۰	۲۴۰	۲۱۰	
اوت	۱۰۰	۸۰	۲۰۵	۱۸۰	
سپتامبر	۶۰	۵۰	۱۲۵	۱۳۵	
اکتبر	۲۰	۲۰	---	---	
کل	۱۶۰	۲۹۰	۹۰۰	۱۰۰۰	

۱-۳-۸ اندازه‌گیری

روشهای زیادی برای تخمین سرعت مصرف آب توسط گیاه وجود دارد (دورنباس و پرویت^۱ ۱۹۸۴، شارما^۲ ۱۹۸۵) اکثر روشهای مستقیم، براساس محاسبه خالص جریان رو به بالای آب است که از اندازه‌گیریهای مکرر در شیب‌های رطوبتی و حرکت عمودی باد در بالای پوشش گیاهی، بدست می‌آیند. این روش فوق‌العاده ایده‌آل است ولی در حال حاضر بطور کامل توسعه نیافته است. روش مستقیم دیگری وجود دارد که بطور مستقیم مصرف آب را در لایسمتر^۳ وزنی تعقیب میکند. لایسمترها ابزار مفیدی هستند که در هر ساعت امکان انجام اندازه‌گیری دقیقی را فراهم می‌سازند. این تجهیزات مصرف آب را اغلب بصورت روزانه یا هفتگی اندازه‌گیری میکنند (پرویت^۴ و همکاران ۱۹۷۲، اهلیگ و لیمرت^۵ ۱۹۷۲) همچنین میتوان مصرف آب را بعنوان یک مجهول از تبخیر و تعرق از حل رابطه ۳-۸ که نشان‌دهنده پیلان آبی است محاسبه کرد.

$$\Delta S = (ET + RO + D + \Delta P) - (R + I) \quad \text{معادله ۳-۸}$$

در این معادله ΔS عبارتست از تغییرات در مقدار آب خاک تا عمق رشد ریشه (برابر با کمبود

1 - Doorenbos and Pruitt
4 - Pruitt

2 - Sharma
5 - Ehlig and Lemert

3 - Lysimeter

آب خاک، موقعی که تغییرات به صورت انحراف مقدار آب خاک از حد ظرفیت زراعی ثبت شود، ET برابر است تبخیر و تعرق (ترکیب تبخیر از سطح خاک و تعرق از شاخه و برگ گیاه)، RO عبارتست از روان آب سطحی خالص، D زهکشی زیر سطحی منطقه رشد و توسعه ریشه (اگر خالص جریان در منطقه ریشه بطرف بالا باشد این پارامتر منفی میشود)، ΔP برابر است با تغییرات مقدار آب اندام هوایی گیاه، R بارندگی و I آبیاری. RO و ΔP معمولاً آنقدر کوچک هستند که به راحتی میتوان از آنها صرفنظر نمود بنابراین اکثر برآوردهای مربوط به تبخیر و تعرق در گیاه چغندر قند معمولاً از طریق این معادله بدست آمده است.

$$\Delta S = ET + D - (R + I) \quad \text{معادله ۴-۸}$$

پارامتر ΔS از تخمینهای متوالی مقدار آب خاک در منطقه توسعه ریشه که بوسیله خشک کردن نمونه خاک (اهلیگ و لیمرت ۱۹۷۹، وینتر^۱ ۱۹۸۸)، یا اندازه گیری تانسیمتری^۲ (هدوک و همکاران ۱۹۸۸) و یا با استفاده از رطوبت سنج نوترونی^۳ انجام می گیرد. (فرنج^۴ و همکاران ۱۹۷۳، استیگمان و بائر^۵ ۱۹۷۷، غاریانی^۶ ۱۹۸۱، هنگ و میلر^۷ ۱۹۸۶، دوایدف و هنکس^۸ ۱۹۸۹). در معادله ۴-۸ مقدار D را در بعضی از مواقع میتوان با استفاده از لایسیمترها سطح آب زیرزمینی ثابت را اندازه گیری ولی در بیشتر مواقع مقدار آن آنقدر ناچیز است که میتوان از آن صرفنظر نمود (کالیاندرو و تارانتینو^۸ ۱۹۷۶، بنز^۹ و همکاران ۱۹۸۵). در نهایت تبخیر و تعرق را میتوان از پتانسیل خشکی موجود در شرایط محلی که بصورت تبخیر و تعرق پتانسیل از گیاه مرجع بیان میشود، بدست آورد. گیاه مرجع بصورت یک گیاه کوتاه، یکنواخت با رشد فعال که بخوبی آبیاری شده باشد تعریف میشود. تبخیر از مخزنهای استاندارد (طشتک E) را از طریق ضریب (طشتک K) میتوان به ET_{ref} تبدیل کرد.

$$ET_{ref} = K_{pan} \cdot E_{pan} \quad \text{معادله ۵-۸}$$

حتی در صورتیکه از اندازه گیریهای مستقیم مربوط به تعیین ET خودداری شود، معادلاتی وجود دارد که میتوان ET_{ref} را برحسب پارامترهای میکرومتروولوژیکال آنها بدست آورد. بعنوان مثال در معادله پنمن - مانتیس^{۱۰} که در حد وسیعی از آن استفاده میشود، انرژی لازم (در دسترس) برای تبخیر، و یا اختلاف تشعشع خالص ورودی و گرمای ورودی به خاک ($R_N - G$) با کمبود فشار بخار اشباع در دمای هوا ($e_s - e$) و تفاوتهای سطحی و آئرو دینامیکی گیاه مرجع، r و r_a با یکدیگر ترکیب شده اند:

1 - Winter

2 - Tensiometer

3 - Notrony

4 - French

5 - Stigman and Bauer

6 - Ghariani

7 - Davidoff and Hanks

8 - Caliendo and Tarantino

9 - Benz

10 - Penman - Monteith

$$ET_{ref} = \frac{s(R_N - G) + \rho C_p (e_s - e)/r_a}{\lambda(s + \gamma(1 + r_s/r_a))} \quad \text{معادله ۸-۶}$$

در این معادله S برابر است با شیب منحنی $(e_s - e)$ در برابر دما، در دمای هوا، ρ و CP به ترتیب عبارتند از وزن مخصوص و گرمای ویژه هوا، گسرممان نهان تبخیر، "گاما" عبارتست از ثابت سایکرومتری، r_s بطور عمده به خصوصیات روزنه ها و کرکدار بودن برگهای گیاه مرجع وابسته بوده و در مقایسه با r_a که به سرعت باد، ارتفاع و سخت بودن گیاه وابسته است تاثیر کمتری بر ET گیاه مرجع دارد.

۸-۳-۲ استفاده آب توسط گیاه

در هنگام جوانه زنی مقدار مصرف آب توسط گیاه بسیار اندک است و بیشترین تلفات آن بصورت تبخیر از خاک لخت می باشد که مقدار آن نیز به دفعات آبیاری و مقدار آب در خاک وابسته است. در ایالت کالیفرنیا گیاهان تازه جوانه زده، در ماه فروردین هیچگونه آبی را چه به صورت بارندگی و چه به صورت آب آبیاری دریافت نمی کنند. علی رغم زیاد بودن ET مرجع ET واقعی در این ایالت، کمتر از مناطقی در انگلستان است که دارای رگبارهای بهاره در فروردین ماه می باشند (جدول ۸-۱). با رشد بیشتر گیاه میزان تبخیر از خاک کاهش می یابد و به مقدار آب استفاده شده توسط گیاه اضافه میشود. با نگهداری آب در شرایط بدون تنش، مقدار ET واقعی نسبت به ET_{ref} مرجع فزونی می یابد (جدول ۸-۱)، که دلیل احتمالی آن افزایش سایه انداز بیشتر گیاه کامل چفندر قند در مقایسه با گیاه چمنی مرجع که یکنواخت ترو کوتا هتر است می باشد. ضریب گیاه (K_{crop}) به صورت معادله زیر تعریف می شود که با کاملتر شدن پوشش گیاهی مقدار آن افزایش یافته و به حداکثر ممکن خود می رسد.

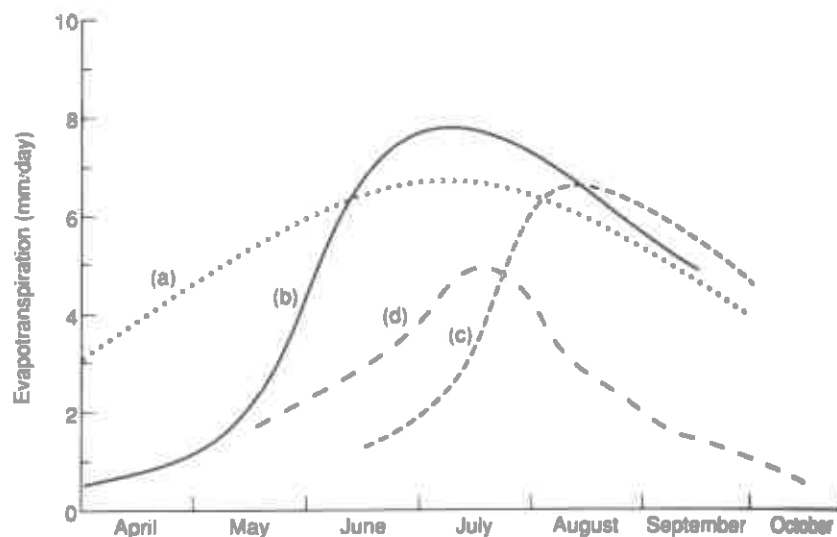
$$ET = K_{crop} \cdot ET_{ref} \quad \text{معادله ۸-۷}$$

(دورنباس و پرویت^۱ ۱۹۸۴) با استفاده از داده های لایسیمتر وزنی حداکثر K_{crop} را ۱/۰۵ تا ۱/۲ محاسبه کرده اند، و بیشترین مقدار آن در شرایط خشک و وجود باد بدست آمده است. در انگلستان ET از داده های مربوط به رطوبت سنج نوترون متر که از آنها در معادله بالانس (توازن) رطوبتی خاک استفاده شده بدست آمده است در حالیکه ET_{ref} مرجع معمولاً از معادله پنمن - مانیتیت حاصل می گردد است مقدار K_{crop} بدست آمده در پوشش کامل گیاهی از ۱/۲ تا ۱/۳ متغیر بوده است (فرنچ^۲ و همکاران ۱۹۷۳، براون^۳ و همکاران ۱۹۸۷b).

هنگامیکه تنش ایجاد می‌شود مصرف واقعی آب در مقایسه با نسبت پتانسیل مصرف در یک گیاه بدون تنش کاهش می‌یابد. مقدار این کاهش نحوه سریع بودن و مقدار افزایش تقاضای گیاه برای آب (تبخیر و تعرق) در مقایسه با فراهم شدن آب از منابع مختلف (بارندگی، آبیاری، آب قابل دسترس گیاه) می‌باشد. منحنی (d) در شکل ۳-۸ مثال جالبی برای کاهش شدید نیاز آبی گیاه در شرایط غیر آبیاری در هوای گرم و خشک فصل رشد و همچنین تشریح مصرف آن می‌باشد.

جدول ۲ - ۸ تخمین ماده خشک کل و تولید قند بازاری یک واحد آن در زراعت‌های چغندر قند در آزمایش

مکان و سال	مقدار تقریبی ET فصل برای چغندر قند آبیاری شده (mm)	تولید هر واحد برحسب آب مورد استفاده	چغندر قند (SET)		مرجع
			ماده خشک (qET)		
Bedfordshire, UK 1963-5	Sandy loam over sand	450	0.0100	0.0040	Penman (1970)
Suffolk, UK 1979-84	Sandy loam	450	0.0068	0.0040	Dunham (1989)
Jena, Germany 1984	Deep loess	500	0.0061	-	Roth <i>et al.</i> (1988)
North Dakota, USA	Sandy loam	550	0.0052	0.0024	Stegman and Bauer (1977)
Utah, USA 1980	Silt loam	650	0.0055	0.0022	Davidoff and Hunks (1989)
Nebraska, USA 1966	Very fine sandy loam	800	0.0058 (cloudy) 0.0027 (sunny)	-	Brown and Rosenberg (1971)
Washington State, USA 1979-81	Sand and loam	800	0.0049	0.0025	Hang and Miller (1986a)
Peshawar, Pakistan 1978-9	Clay loam	850	-	0.0011	Tariq and Aziz (1982)
California, USA 1980	Clay loam	900	0.0023	0.0013	Ghariani (1981)
California, USA 1983	Clay loam	1150	0.0021	0.0011	Howell <i>et al.</i> (1987)
California, USA 1972-3	Silty clay loam	1200	-	0.0017	Ehling and LeMert (1979)
Texas, USA 1976-9, 1982-5	Clay loam	1250	-	0.0011	Winter (1988)



شکل ۳-۸، تبخیر و تعرق در دیوس کالیفرنیا، (a) چمن با آبیاری کامل (b) و (c) چغندر قند با آبیاری کامل به ترتیب در زودکاشت و دیرکاشت، (d) زودکاشت بدون آبیاری در چغندر قند منحنیهای (a)، (b) و (c) براساس مطالعات پرویت و همکاران ۱۹۷۲، منحنی (d) براساس مطالعات غاریانی ۱۹۸۱ تهیه شده است.

افت در میزان آب مصرفی حتی زمانی بدتر خواهد بود که میزان آب قابل استفاده در خاک در ابتدای فصل رشد زیاد نباشد (غاریانی^۱ ۱۹۸۱). به عبارت دیگر جایی که فصل رشد مرطوب و خنک است کاهش در میزان مصرف آب در مقابل تنش معمولاً کمتر است. اطلاعات آب مصرفی برای حالت‌های غیر تنش و حالت‌های مختلف تنش گیاهان برای یک محدوده اقلیمی و انواع خاک‌ها را در مقالات ارائه شده در جدول ۲-۸ می‌توان پیدا کرد.

مادامیکه آب مصرفی تحت تاثیر تقاضای آب و بعضی فاکتورها از جمله اقلیم و نوع خاک، قرار دارد، گیاه خود بخود کنترلی روی سازش پیدا کردن با تنش نشان می‌دهد که در ۱-۲-۸ و ۲-۲-۸ تشریح شده است. بنابراین وقتی که روزنه‌ها شروع به بسته شدن می‌کنند تقاضا شروع به کاهش می‌نماید و مصرف آب کمتر می‌شود. همچنین وقتی که تنش توسعه برگ‌ها را کند و یا پیر شدن آنها را تشدید می‌کند مصرف آب بعنوان عکس العمل گیاه در مقابل محدودیت کاهش می‌یابد، در ارتباط با تامین آب مقدار آب قابل دسترس برای هر زراعت در یک پروفیل ویژه خاک، براساس توسعه سیستم ریشه گیاه تعیین می‌شود. بنظر نمی‌رسد که ایجاد شبکه ریشه بویژه شاخه‌های جانبی آنها توسط خشکی خاک جلوگیری شود (براون^۲ و همکاران ۱۹۸۷b) مگر اینکه

خاک قبل از تماس ریشه‌ها خشک شود مانند مثال "زمین خشک" و یور^۱ در سال ۱۹۲۶ و یا این که ماده خشک موجود بطور جدی تحت تاثیر تنش قرار گیرد. برتون^۲ و همکاران (۱۹۸۶) پیشنهاد کرده‌اند وقتی فشردگی خاک بیشتر از خشکی آن توسعه ریشه را محدود کند مصرف آب کاهش می‌یابد دلیل این کاهش محدودیت دسترسی به آب موجود در خاک نیست بلکه بیشتر در اثر کم شدن سطح برگها ایجاد می‌شود.

۳-۸ مدل‌های مصرف آب

فهرست‌بندی فرآیندهایی که آب مصرفی گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهند نسبتاً آسان می‌باشد ولی ترکیب آنها از نظر کمی بسیار مشکل است. برای این منظور چندین مدل مختلط آب مصرفی گیاه و رشد چغندر قند مورد بررسی قرار گرفته است. در بیشتر این مدلها فرض شده است که آب مصرفی بوسیله گیاهان غیر تنش می‌تواند بطور رضایت بخشی بوسیله معادل پنمن-ماتنیس (معادله ۶-۸) به کمیت درآورده شود. اما همانطور که مشاهده خواهند شد اختلافات زیادی در فرضیات مربوط به چگونگی توزیع آب مصرفی بعد از شروع تنش، وجود دارد.

اداره هواشناسی انگلستان از یک مدل به نام موریس^۳ استفاده می‌کند (تامپسون^۴ و همکاران ۱۹۸۱) که این مدل براساس معادله پنمن - ماتنیس تبخیر و تعرق هفتگی تعدادی از گیاهان را محاسبه می‌نماید. در حالی که خصوصیات روزنه‌ای چغندر قند بصورت مقاومت سطحی و شاخص سطح برگ اندازه‌گیری می‌شود تغییرات ارتفاع گیاه برای تعیین مقاومت اثرودینامیکی استفاده می‌گردد. زمانی که آب برای غلات، گوجه‌فرنگی و چغندر قند در مرحله پوشش کامل مزرعه محدود نباشد آب مصرفی همه آنها ۱/۲۵ برابر آب مصرفی چمن کوتاه بعنوان مرجع است. برای تعیین مدار محدودیت آب مدل موریس با مدل ساده آب قابل عصاره‌گیری ترکیب می‌شود. اکثراً آب قابل استفاده بوسیله نوع خاک و عمق ریشه تعیین می‌گردد تا زمانی که ۴۰ درصد از آب سهل‌الوصول استفاده شود مصرف آب محدودیت ندارد و بعد از این مرحله آب قابل استفاده بواسطه افزایش مقاومت سطحی محدود می‌شود این مقاومت با آب باقیمانده قابل استفاده نسبت عکس دارد.

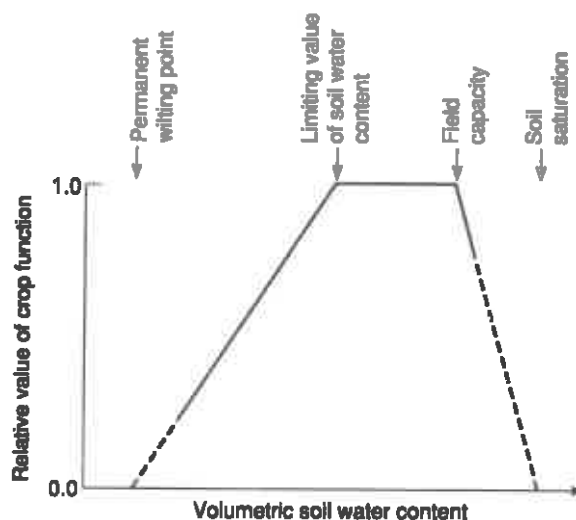
در مدل واندرد^۵ که توسط پلویگ^۶ و همکاران در سال ۱۹۷۸ تهیه شده است پروفیل ریشه به لایه‌های ۱۰ سانتیمتری تقسیم می‌شود و جذب آب از روی پتانسیل ماتریک خاک، هدایت هیدرولیکی خاک، پتانسیل ماتریک ریشه و تراکم ریشه در هر لایه محاسبه می‌گردد. در ابتدا پتانسیل ماتریک ریشه تصحیح می‌شود بطوریکه کل جذب آب، معادل پتانسیل تبخیر و تعرق محاسبه شده از معادله پنمن اصلاح شده باشد. بهرجهت موقعی که پتانسیل ماتریک ریشه که در سطح خاک محاسبه شده به ۱/۵ مگاپاسکال تنزل یابد، جذب آب بعد از آن توسط تراکم ریشه و

1 - Weaver
4 - Thompson

2 - Brereton
5 - Vander

3 - MORECS
6 - Ploeg

خصوصیات خاک کنترل می‌گردد. در بعضی از مدلها موقعی که خاک تا حد بحرانی خشک نشده باشد محدودیت آبی گیاه را تابعی از درصد حجمی رطوبت خاک می‌دانند و فرض می‌کنند رابطه بین این دو خطی باشد (شکل ۴-۸).



شکل ۴-۸ روابط ساده شده بین تابع یک گیاه مثل آب مصرفی یا تولید ماده خشک و میانگین رطوبت حجمی خاک از منطقه توسعه ریشه.

بنابراین در مدل مک‌استرس^۱ (توسط مک‌کری^۲ و همکاران ۱۹۹۰)، رشد برگ، هدایت روزنه‌ای و فاکتورهای پیری همگی بطور خطی با درصد حجمی رطوبت خاک نسبت دارند. این مدل که برای چغندرقند نیز بکار برده می‌شود شامل جزئیات اثرات محدودیت آبی روی فیزیولوژی گیاهی در اندامهای هوایی گیاه می‌باشد. برای محاسبه متوسط درصد حجمی رطوبت در منطقه ریشه از یک توازن آبی ساده استفاده می‌شود و منطقه ریشه بعنوان یک لایه منفرد رفتار می‌کند. در سال ۱۹۸۹ مدل پلانت‌گرو^۳ بوسیله داویدف و هنکس برای چغندر بکار برده شد. در این مدل موقعی که آب قابل استفاده باقیمانده، به کمترین حد معین ظرفیت آب قابل دسترس کل در منطقه ریشه برسد، تعرق بطور خطی کاهش می‌یابد.

روشی که در سال ۱۹۸۹ بوسیله پنینگ‌دی وریس^۴ و همکاران تشریح شد. جذب آب از همه لایه‌های پروفیل ریشه معادل با پتانسیل تعرق تقسیم بر تعداد این لایه‌ها فرض گردید. هر

1 - Mcstress

2 - McCree

3 - PLANTGRO

4 - Penning de vries

لایه که خشک‌تر از مقدار درصد حجمی رطوبت بحرانی باشد، مقدار جذب آب در فاکتور محدودیت تنش ضرب می‌شود. این فاکتور از عدد یک شروع و بطور خطی تا صفر برای نقطه پژمردگی دائم کاهش می‌یابد. (شکل ۴-۸ را ملاحظه کنید) کل جذب آب بطور ساده برابر مجموع جذب آب از تمامی لایه‌ها است. تاثیر تنش روی فتوسنتز ناخالص از لحاظ عددی معادل با نسبت کل جذب آب به تعرق پتانسیل فرض می‌شود.

در مدل ساب‌گرو^۱، (فیک^۲ و همکاران (۱۹۷۵) با ارائه جزئیات فاکتورهای متعددی را برای رشد چغندر قند در نظر گرفته‌اند در این مدل تنش آبی با محدودیت ذخیره آب در خاک به وجود نمی‌آید بلکه چوب پنبه‌ای شدن تدریجی ریشه‌ها مانع از جذب آب کافی برای جرابگویی به نیاز تبخیر و تعرق می‌شود. شدت رشد برگها، و ریشه‌های ذخیره و فیبری گیاهان تحت تنش در مقایسه با گیاهان عاری از تنش، همه در رابطه مستقیم با درصد نسبی آب برگها تغییر می‌کند. هیچ یک از این مدلها، تمامی پارامترهای شناخته شده را شامل نمی‌شود. همگی آنها از روشهای ساده سازی استفاده می‌کنند (فرضیاتی اعمال می‌کنند که مسئله ساده شود). برای دقت بیشتر نمی‌توان همه پارامترها را در این مدل‌ها گنجانند زیرا آنها با دقت زیاد قابل آزمایش نیستند. مک‌کری و همکاران (۱۹۹۰) ادعا کردند که بین مدلشان و داده‌های آزمایشی تطابق خوبی وجود دارد اما شبیه سازی آنها فقط شرایط پانزده روز اول را اندازه گیری می‌کند. مدل فیک و همکاران (۱۹۷۵) و مدل واندنر پلوگ^۳ و همکاران (۱۹۷۸) با جزئیات زیادی ارائه شدند. فیک و همکاران و واندنر پلوگ و همکاران بترتیب گیاه و خاک را مدنظر قرار دادند. اما تحقیقات آنها در دامنه وسیع مورد قبول واقع نشد. در مقابل مدل موریس که برای فرآیندهای گیاه و آب خاک نسبتاً ساده است، در جهت اهداف عملی بطور گسترده‌ای استفاده می‌شود. روش پنینگ دی وریس^۴ و همکاران بوسیله خیلی از مدل سازان تایید می‌شود، اما هنوز برای چغندر قند استفاده نشده است.

۴-۸ آب مصرفی و رشد گیاه

مشخص شده است که تولید ماده خشک گیاهی تقریباً متناسب با مقدار آب مصرفی بصورت تعرق است. ماده خشک (Y) و تعرق (T) در واحد سطح نسبت مستقیم دارند (و همبستگی مناسبی بین ماده خشک (Y) و تعرق (T) وجود دارد).

$$Y/T = q_T \quad \text{معادله (۸-۸)}$$

1 - SUBGRO

2 - Fick

3 - Vander Ploeg

4 - Penning de Vries

که مقدار q_T برای یک گونه بخصوص مقدار ثابتی است مشروط براینکه تغییرات شرائط اقلیمی گسترده نباشد. اساس این نسبت دو چیز است: اولاً "پتانسیل برای فتوسنتز و پتانسیل برای تهرق که هر دو بوسیله مقدار تشعشعات دریافت شده توسط سایه انداز بوجود می آید. ثانیاً "انتقال دی اکسید کربن از اتمسفر به فضای بین سلولی داخل برگها و انتقال بخار آب در جهت مخالف که هر دو توسط مقاومت سطحی برگها در برابر پخشیدگی گاز تنظیم می شوند. برخلاف غلظت دی اکسید کربن در اتمسفر، رطوبت بصورت متوسط کمبود فشار بخار $g_v(e - e_s)$ بیان می شود که در طول رشد گیاه بطور گسترده ای بین نواحی آب و هوایی و بین سالها در نواحی مخصوص تغییر می کند. (منظور این است که از ناحیه ای به ناحیه دیگر و از سالی به سال دیگر تغییر می کند) بهر جهت بطور آزمایشی و بطور تئوری نشان داده شد که Y/T با $g_v(e - e_s)$ نسبت عکس دارد (تانر و سینکلر^۱ ۱۹۸۳، مانتیس ۱۹۸۸).

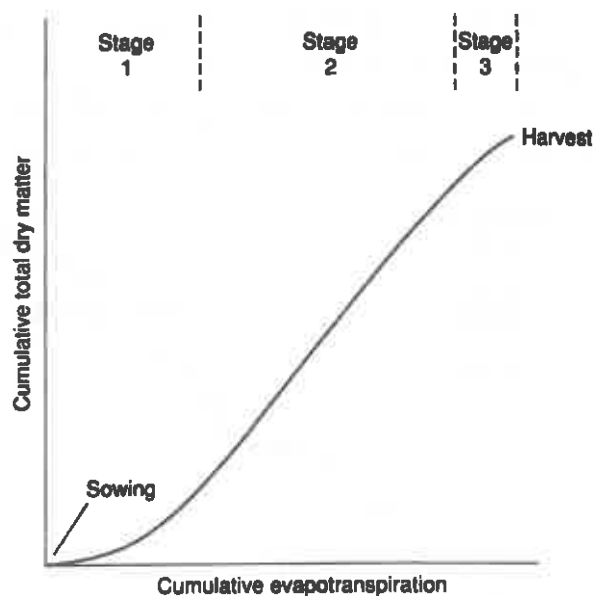
$$Y/T.(e_s - e)_{g_v} = q_T \quad \text{معادله (۸-۹)}$$

q' ثابتی است که واحد آن با واحد $(e - e_s)$ بعنوان مثال پاسکال یکسان است.

۱-۴-۸ مصرف آب و تولید ماده خشک

مقادیر q_T و q'_T برای گیاهان مختلف بوسیله تانر و سینکلر و برای جو بوسیله دی^۲ و همکاران (۱۹۸۷) پس از بدست آوردن نتیجه T و $g_v(e - e_s)$ محاسبه شده است. محاسبات مشابهی برای چغندر قند منتشر نشده است اما بعضی از مطالعات برای Y (ماده خشک، ریشه و اندامهای هوایی) و S (محصول شکر) را به ET نسبت داده اند بنابراین $SET = S/ET$ و $q_{ET} = Y/ET$ می شود (جدول ۲-۸). رابطه Y/ET چغندر قند در شکل ۵-۸ نشان داده شده است.

در مرحله اول تبخیر از خاک لخت بخش بزرگ ولی رو به کاهش ET را شامل می شود شکل نمودار در این مرحله بستگی به سرعت پیشرفت پوشش برگ و تناوب خیس شدن خاک سطحی در موقعی که هنوز پوشش کامل نیست دارد. در مرحله دوم، میزان تبخیر از خاک کم و جزء ثابتی از کل آب مصرفی است و تغییرات Y در مقابل ET خطی است. در مرحله سوم، روند افزایش کل ماده خشک به علت پیر شدن برگها و بروز بیماریهای آخر فصل نسبت به ET کند می شود.



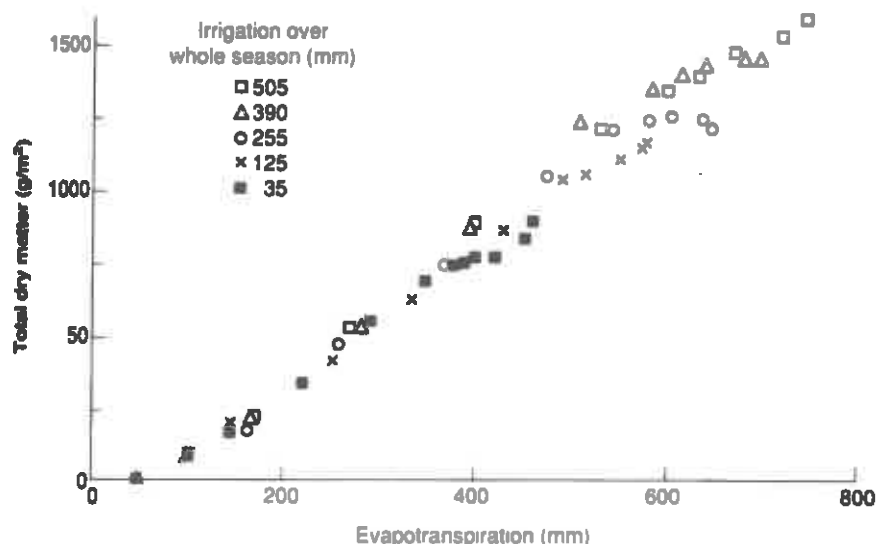
شکل ۸-۵ روابط مشخصه بین کل ماده خشک تولیدی و کل تبخیر و تعرق در چغندر قند در طول دوره رشد

همه مطالعات معرفی شده در جدول ۸-۲ (به جز براون و رزنبرگ^۱ ۱۹۷۱) دو یا چند رژیم آبیاری را با هم ترکیب می‌کنند. در بیشتر حالات، qET و SET فقط براساس اندازه‌گیریهای برداشت نهایی پایه‌گذاری شده است. بهرجهت در بررسیهای استیگمان و باثر^۲ ۱۹۷۷، غاریانی ۱۹۸۱ و دانهام ۱۹۸۹ qET و SET از نمودارهای Y و S در مقابل ET اندازه‌گیری شده و بطور مرتب و در طول فصل رشد نمایش داده‌اند (مانند شکل ۸-۶).

براون و رزنبرگ (۱۹۷۱) برای qET را از اندازه‌گیریهای کوتاه مدت جذب دی‌اکسیدکربن و از دست رفتن آب در روزهای انتخاب شده بدست آوردند. پنمن (۱۹۷۰) پنمن qET را براساس E_{tref} چمن کوتاه که حدود ۲۰-۱۰ درصد کمتر از چغندر قند آب مصرف می‌کند، محاسبه نمود و این امر علت بزرگ بودن ۸-۲ qET پنمن را در جدول ۸-۲ تشریح می‌نماید.

بغیر از براون و رزنبرگ مؤلفین دیگر، کمبود فشار بخار را بعنوان $(e_s - e)_{av}$ را گزارش نکرده‌اند و بنابراین ممکن نیست که $qEt = (Y/ET) \cdot (e_s - e)_{ev}$ و $SET = (S/ET) \cdot (e_s - e)_{av}$ پارامترهای پایدارند همانند آنچه تانر و سینکلر (۱۹۸۳) برای qT در نظر داشتند. گزارشهای

موجود در جدول ۸-۲ به ترتیب روند افزایش ET فهرست‌بندی شده که تقریباً می‌تواند نمایانگر افزایش (e_g-e) باشد. اگر qET و SET در شرایط اقلیمی مختلفی پایدار باشند انتظار می‌رود که Y/ET و S/ET به مقدار پایین (جدول ۸-۲) کاهش یابند. چنانچه این امر واقع شود و نشان دهد که qET و SET چهار برابر شده‌اند دامنه‌های qET و SET خیلی محدودتر می‌شوند.



شکل ۸-۶ رابطه بین کل ماده خشک تولید و تبخیر و تعرق در چغندر قند در اراضی رسی^۱ لومی دیویس کالیفرنیا که اندازه‌گیری برای پنج رژیم آبیاری و یازده تاریخ نمونه برداری بوده است.

مقادیر در qET و SET علاوه بر این که نسبت معکوس با کمبود فشار بخار آب دارند در روزهای پرتنش تحت تاثیر میزان اشباع نوری ظرفیت فتوسنتز گیاه قرار می‌گیرد. براون و رزنبرگ (۱۹۷۱) با استفاده از این امکان اختلاف بین qET روز ابری و روز آفتابی را از این طریق تشریح می‌کنند (جدول ۸-۲). در این جدول نواحی که ET و $(e_g - e)_{av}$ بیشتر هستند عموماً "آفتابی‌تر" می‌باشند و زراعت چغندر قند بیشتر در وضعیت اشباع نوری قرار می‌گیرد. در حالی است که بخشی از روند کاهش ماده خشک و تولید شکر در واحد آب مصرفی در جدول ۸-۲ ناشی از افزایش خشکی، بخش دیگری در اثر افزایش اشباع نوری است.

(روت^۱ و همکاران ۱۹۸۸) برای تعدادی از گیاهان qET را در لایسمتر اندازه‌گیری کرده‌اند. مقادیر اندازه‌گیری شده برابر با ۰/۰۵۴، ۰/۰۶۷ و ۰/۰۵۷ به ترتیب برای فصل رشد گندم پاییزه، جو بهار و سیب‌زمینی بود، که مشابه مقدار q ۰/۰۶۱ مربوط به چغندر قند در (جدول

۸-۲) می‌باشد. با این حال سه منبع دیگر که توسط آنها (۱۹۸۸) مطرح شده نشان می‌دهد q_{ET} برای چغندر قند بیشتر از گیاهان مزبور می‌باشد و بسیار نزدیک به q_{ET} ذرت است. برای آن که مقدار (جدول ۸-۲) با مقدار $q_T = Y/T$ بدست آمده توسط تانر و سینکلر (۱۹۸۳) مقایسه شود بایستی مقدار آن حداقل ۵٪ برای ریشه‌های فیبری (شکل ۲-۴-۸ را ملاحظه کنید) و حداقل یک ۵٪ دیگر برای کوچکتر بودن T نسبت به ET ، افزایش یابد. با در نظر گرفتن دو مورد فوق مقدار q_T برای چغندر قند بین ۰/۷۵ تا ۰/۲۵ می‌باشد. بشرطی که q_{ET} پهنمن که براساس ET محاسبه شده حذف شود. این دامنه q_T کمی بزرگتر از دامنه q_T برای ذرت و دیگر محصولات ارائه شده توسط تانر و سینکلر می‌باشد. این امر بار دیگر اشاره دارد که چغندر قند یک گونه C_3 است حتی در مقایسه با ذرت که یک گونه C_4 می‌باشد راندمان بالایی از آب را استفاده می‌کند.

۸-۴-۲ تسهیم ماده خشک

قبل از اینکه ریشه ذخیره‌ای بزرگ شود، سیستم ریشه‌های فیبری ممکن است حداقل ۳/۰ کل ماده خشک را تشکیل دهد. اما در زندگی گیاه این جزء تا حدود ۰/۰۵ کاهش می‌یابد (فیک و همکاران ۱۹۷۱، براون و بیسکوی ۱۹۸۵، براون و همکاران ۱۹۸۷، یاماگوچی و تاناکا ۱۹۹۰) این کاهش توسط تنش سریع می‌شود (براون و همکاران ۱۹۸۷). احتمالاً این امر بدان علت است موقعی که خاک سطحی خشک‌تر شود، ریشه‌های ظریف‌تر می‌میرند. در حقیقت، امکان جبران همه ریشه‌های فیبری از دست رفته یک گیاه در طول فصل رشد وجود ندارد. برای اثبات، موضوع اندازه‌گیری‌هایی که برای چغندر قند وجود دارد بدون شک مقدار درصد کل ماده خشک مربوط به سیستم ریشه را کمتر از مقدار حقیقی تخمین می‌زند.

موقعی که ریشه ذخیره‌ای شروع به بزرگ شدن می‌کند، سهم بزرگی به آن اختصاص می‌یابد. به هنگام برداشت نسبت ریشه به کل ماده خشک بطور معمول بین ۰/۶۵ تا ۰/۷۵ خواهد بود. تاثیر تنش بر روی این نسبت به طور وضوح مشخص نیست. در آزمایشهای غاریانی نشان داده شد که تنش، نسبت ریشه به کل ماده خشک را افزایش می‌دهد که اشاره به این مطلب دارد که تنش اندام هوایی گیاه را بیشتر از رشد ریشه ذخیره‌ای محدود می‌کند. هنگ و میلر (۱۹۸۶)، به عبارت دیگر دریافتند که نسبت ریشه به کل ماده خشک موقعی که گیاه کمتر از حد کفایت یا بیش از حد کفایت آبیاری شده باشد، کاهش می‌یابد و موقعی که ذخیره آب برای حداکثر رشد کافی بود این نسبت به ۰/۷۴ می‌رسید. این نتایج متناقض ممکن است در اثر کاهش ماده خشک بعلت برگهای مرده باشد. این تاثیر روی ریشه‌های فیبری نیز وجود دارد. به طوریکه تلاش در

جهت فهم چگونگی تاثیر رژیمهای مختلف آبیاری روی درصد ماده خشک را مشکل می‌کند. نسبت شکر به کل ماده خشک داخل ریشه‌های ذخیره‌ای خیلی زود به یک مقدار ثابت می‌رسد و بعد از آن با بزرگ شدن ریشه تقریباً تغییر نمی‌کند (تغییرات آنها ناچیز است). در ارقام جدید این مقدار به ۰/۷۵ می‌رسد. تغذیه به طور نسبی روی این نسبت تاثیر می‌گذارد. اما تنش آبی اثر قابل توجهی ندارد (غاربانی ۱۹۸۱، براون و همکاران ۱۹۸۷).

۵-۸- واکنش به آبیاری

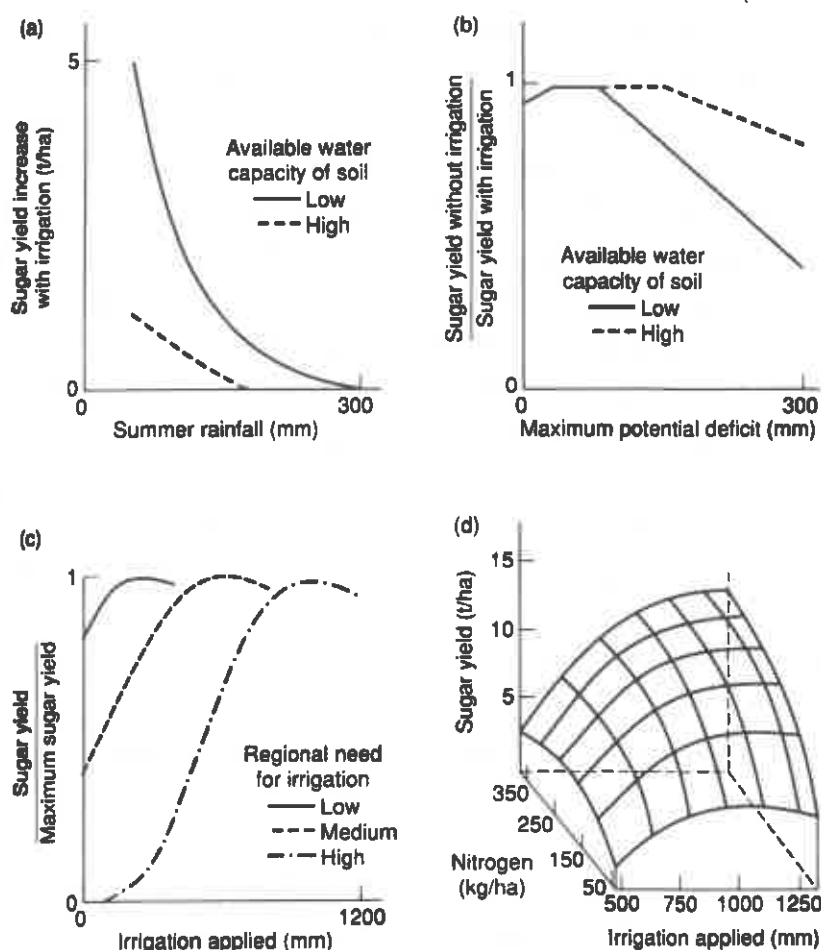
مقدار آبیاری چغندر قند در سراسر جهان بسیار متغیر است. در انگلستان و فرانسه آبیاری بعنوان مکمل بارندگی است و حدود ۲۰۰-۱۰۰ میلی‌متر آب به منظور اطمینان از عدم محدودیت رشد گیاه ناشی از کم آبی لازم است. در نواحی گرم برای مثال امریکا، نواحی مدیترانه‌ای و پاکستان تولید چغندر قند بدون آبیاری ممکن نیست.

در این مناطق معمولاً ۱۰۰۰-۵۰۰ میلی‌متر آب استفاده می‌شود. بنابراین حساسیت رشد به آبیاری بطور اساسی بستگی به مقدار آب اضافی مورد نیاز دارد. آبیاری برای حداکثر عملکرد باید حداقل آب مورد نیاز را بدون محدودیت تامین کند. اگر مقدار آب تامین شده در مقایسه با گیاهانی که آبیاری نمی‌شوند بصورت تعرق بیشتر درآید جوابگویی در واحد آب باید خیلی نزدیک به qET (جدول ۲-۸) محلی باشد. این امر در عمل بندرت حاصل می‌شود زیرا آبیاری معمولاً مقدار تبخیر از خاک را به طور نامتناسب افزایش می‌دهد به این معنی که افزایش نسبی در E بزرگتر از افزایش در ET است. بعلاوه مقدار قابل توجهی از آب بکار برده شده اغلب در زمان برداشت در پروفیل خاک استفاده نشده باقی می‌ماند. نسبت آب مصرفی به تولید ماده خشک (qET) غالباً به عنوان راندمان مصرف آب مطرح می‌شود.

۱-۵-۸ عملکرد قند

وقتی که، منافع آبیاری را در نظر می‌گیریم اولین نکته‌ای که جلب توجه می‌کند، بازده اقتصادی اجزاء مختلف محصول، مقدار ذخیره ریشه‌ها و به ویژه میزان قند در آن است. همانند qET ، راندمان مصرف آب برای تولید قند که آن را با SET (جدول ۲-۸) نمایش داده‌ایم باید میزان واکنش ممکن گیاه را در صورتی که تمام مقدار آبی که تامین شده به آب اضافی مصرف شده توسط زراعت تبدیل شود، نشان دهد. در عمل، جوابگویی عملکرد شکر به‌ویژه زمانی که مقدار آبیاری کم باشد کمتر از S است. هرچند امکان دارد که پاسخ به آبیاری بیش از SET شود. این مسئله زمانی اتفاق می‌افتد که زراعت تحت آبیاری در مقایسه با گیاهانی که آبیاری نشده‌اند امکان استفاده از آب باران و ذخیره آب در خاک را داشته باشند. بعنوان مثال آبیاری در شرایط خشکی شدید تا حد زیادی از مرگ برگ‌ها جلوگیری کرده و گیاه احتمالاً در مقایسه با زراعت‌های آبیاری نشده

امکان استفاده از بارندگیهای بعدی را بدست می آورد. آزمایشهای مزرعه‌ای برای تعیین کمی واکنش گیاه به آبیاری در اکثر نواحی کشت چغندر قند انجام گرفته است. روشهای زیادی مورد استفاده قرار گرفته و اکثر آزمایشها اغلب اطلاعات مربوط به رشد و عملکرد در ارتباط با تبخیر را به ما می دهد که قبلاً شرح داده شده اند. جائیکه آبیاری تکمیلی انجام می شود عموماً واکنش عملکرد با کاهش بارندگی فصلی افزایش می یابد (شکل ۸-۷a).



شکل ۸-۷ نمودارهای مختلف جهت نشان دادن واکنش عملکرد شکر به آبیاری (برای مرجع به ضمیمه مراجعه شود).

(روبلین و مینگائو^۱ ۱۹۷۰) و (دراپکوت و مسم^۲ ۱۹۷۷) مثالهایی را ارائه کرده‌اند. حداکثر کمبود پتانسیل بر اساس یک توازن ساده آب نسبت به بارندگی فصلی اندازه‌گیری بهتری می‌باشد (معادله ۴-۸ با ET_{ref} بجای ET). این اندازه‌گیری تعدادی از الگوهای فصلی باران و تبخیر و تعرق را در نظر می‌گیرد. پنمن در سال ۱۹۷۰ نشان داد که فوآتر از یک نقطه معین، عملکرد نسبی (عملکرد بدون آبیاری تقسیم به عملکرد با آبیاری کامل) بطور خطی نسبت به حداکثر کمبود پتانسیل، کاهش پیدا می‌کند (شکل ۷b-۸). روابطی از قبیل شکل‌های ۷a-۸ و ۷b-۸ می‌تواند در یک دوره کشت طولانی مورد استفاده قرار گیرد اما کاربرد آنها در مدیریت آبیاری در فصل رشد، دارای محدودیت می‌باشد زیرا بارندگی بعنوان یک متغیر غیر قابل پیش‌بینی اثر مهمی دارد.

وقتی نیاز آبی فصلی اکثراً از طریق آبیاری تامین می‌شود، منطقی است که عملکرد را به مقدار آب آبیاری بکار برده شده نسبت دهیم (شکل ۷c-۸). معادلات برازش داده شده با این نوع منحنی بعنوان تابع تولید شناخته می‌شود. بعلاوه اینکه پاسخ‌ها قابل پیش‌بینی‌تر از شرایط آبیاری تکمیلی هستند، این توابع می‌توانند برای برنامه‌ریزی آب مصرفی بهینه در مزرعه‌های انفرادی یا نواحی که شامل چند مزرعه باشند، استفاده شوند. توابع تولید اغلب شامل چندین ورودی مربوط به محدودیت عملکرد می‌باشد که معمولاً شامل آب و ازت می‌شود. در چنین حالاتی توابع تولید به صورت یک سطح محسوس که از منحنی بهتر است، تشریح می‌شود (شکل ۷d-۸) (۱۹۷۸ هکسم و هدی^۳ ۱۹۷۸).

یک مثال جدیدتر که برای استفاده در تگزاس ارائه شده است (لنسفورد^۴ و همکاران ۱۹۸۹) به صورت زیر بیان می‌شود.

$$Y_{\text{roots}} = a + bI^2 + cI^3 + dN + eN^2 + fN \quad (\text{معادله } 10-8)$$

که در آن Y_{roots} عملکرد ریشه‌ها، از a تا I^2 ضرایب ثابت، I اکل آبیاری فصلی، N میزان کود ازته می‌باشند.

۲-۵-۸ غلظت قند در ریشه

غلظت قند در گیاهان خوب آبیاری شده در طول فصل رشد بالا می‌رود. اغلب قبل از برداشت، مقدار محصول قند در دامنه بین ۱۵ تا ۱۸ درصد می‌باشد (مقدار قند در ۱۰۰ گرم ریشه تازه). در گیاهان تحت تنش غلظت قند خیلی سریع‌تر بالا می‌رود و تحت تنش شدید می‌تواند تا ۵۰

۱ - Robelin and Mingau
۴ - Lansford

۲ - Draycott and Messemer

۳ - Hexem and Hedy

درصد بیشتر از گیاهان بدون تنش باشد (هنگ و میلر ۱۹۸۶).

علی‌رغم این، دامنه گسترده‌ای از تیمارهای آبیاری معمولاً^۱ اثر کمی بر روی غلظت قند در برداشت نهایی دارد. (اهلیگ و لیمرت ۱۹۷۹، ویتتر ۱۹۸۸) این امر ممکن است ناشی از افزایش مقدار ناخالصی در ریشه گیاهان تحت تنش باشد که بر روی اندازه‌گیری کم غلظت قند نسبت به گیاهان غیرتنش در موقع برداشت‌ها مؤثر است. بهر جهت دلیل اصلی این است که تاخیر بارندگی فصلی به آبیاری مجدد در ریشه گیاهان تحت تنش کمک می‌کند و موجب کاهش غلظت قند می‌گردد. این موضوع توسط واکوف^۱ (۱۹۷۷) که معادلات رگرسیونی غلظت قند را در برابر بارندگی سپتامبر (شهریور ماه) در چند منطقه کشت چغندر قند در اروپا محاسبه و به خوبی نشان داده است.

$$C = C_0 - C_0 R_{\text{sept}} \quad \text{معادله (۸-۱۱)}$$

که ثابت C_0 غلظت قند بدون بارندگی در سپتامبر (شهریور) و C مساوی با کاهش غلظت قند در واحد بارندگی سپتامبر می‌باشد. بین آلمان، چکاسلوواکی و مجارستان، C_0 از ۱۷/۵ تا ۲۰ درصد و C از ۰/۲۴ تا ۰/۰۶۰ درصد بر میلی‌متر بارندگی متغیر بوده است.

۳-۵-۸ جذب عناصر غذایی و ناخالص ریشه

آب اضافی آبیاری با تسهیل حرکت مواد مغذی به سمت ریشه به روش پخشیدگی و افزایش تبدیل مواد آلی خاک به مواد معدنی می‌تواند از بین می‌روند از ریشه‌های موئین که در خاک خشک جلوگیری نماید. این عامل همچنین باعث انتقال بهتر آب در خاک می‌شوند، به عبارت دیگر آبیاری سبب رقیق شدن محلول خاک و بعضی مواقع سبب شستشوی عناصر مغذی از جمله ازت خارج از دسترس سیستم ریشه می‌شود. اثر کلی معمولاً^۲ بصورت افزایش جذب مواد مغذی می‌باشد، اما لزوماً^۳ غلظت را در گیاه افزایش نمی‌دهد، زیرا رشد اضافی در اثر آبیاری در جهت خلاف آن عمل می‌کند. بخاطر همین روند است که آزمایشهای مزرعه‌ای بر روی چغندر قند شواهد کمی از اثرات متقابل معنی‌دار بین آبیاری و کودها ایجاد می‌کند، به جز برای ازت که دو نوع از این اثر متقابل در مورد آن گزارش شده است. اول، وقتی که ازت محدود است گاهی آبیاری جوابگویی زراعت را به مقدار متوسط کود ازته افزایش می‌دهد (لاست^۲ و همکاران ۱۹۸۳). دوم، موقعی که ذخیره ازت فراوان است، در این حالت آبیاری می‌تواند اثرات معکوس کاربرد بیش از حد ازت را بوسیله کاهش تولید ناخالصی ازت آلفا آمینو در ریشه‌ها کاهش دهد (هدوک^۳ و همکاران ۱۹۷۴، لاست و همکاران ۱۹۸۵، ویتتر ۱۹۹۰).

وجود پتاسیم و سدیم در عصاره قند ریشه‌ها به علت دخالت در فرآیند استحصال قند،

می‌توانند به عنوان ناخالصی مطرح شوند. بغیر از کاهش ازت آلفا آمینونیتروژن، اثر آبیاری بر روی غلظت این ناخالصی‌ها، احتمالاً^۱ به دلیل اثر معکوس آبیاری بر روی جذب یونها است که قبلاً^۲ ذکر شد که بسیار کم اهمیت است.

۸-۶ عملیات آبیاری

تقریباً^۳ حدود یک‌پنجم از ۸ میلیون هکتار اراضی چغندرقند کاری جهان آبیاری می‌شوند. اما درصد آبیاری از منطقه‌ای به منطقه دیگر متفاوت است. در آمریکا، مدیترانه شرقی، خاورمیانه (مخصوصاً ایران) و شیلی ۸۰ تا ۱۰۰ درصد سطح زیرکشت چغندرقند آبیاری می‌شوند. در مدیترانه غربی ۲۰ تا ۸۰ درصد زراعتها آبیاری می‌شوند. در حالیکه در اروپای شمالی، شوروی سابق، چین و ژاپن کمتر از ۲۰٪ آبیاری می‌شوند. این اعداد از مطالعه کاوازا^۱ و همکاران در سال ۱۹۷۴ که در سی‌ونهمین کنگره زمستانی موسسه بین‌المللی تحقیقات چغندرقند، اقتباس شده است عملکرد این کنگره شامل ۲۴ مقاله بود که در زمان نگارش این کتاب جامعترین منبع اطلاعات در باره آبیاری چغندرقند در دنیا بودند. در انگلستان و آمریکا گزارش‌های جدیدتری توسط (دانهام ۱۹۸۹) و (هیلز^۲ و همکاران ۱۹۹۰) ارائه شده است. به‌رحال گردهمایی بعدی در سال ۱۹۹۳ بر روی آبیاری چغندرقند برگزار و مقالات در کتاب پنجاه و ششمین کنگره زمستانه منتشر می‌شود.

اقتصاد آبیاری چغندرقند نه تنها به پاسخ زراعت به آب اضافی (توضیح ۱-۵-۸) بلکه به ارزش آب بهاء و قیمت پرداخت شده برای چغندرقند و محصولات فرعی نیز بستگی دارد. این فاکتورها در نقاط مختلف تغییرات زیادی دارند این امر موجب گردیده تا تحلیل‌های اقتصادی در سطح وسیع غیر عملی باشد. همچنین هزینه‌ها به تقسیم هزینه عناصر ثابت و نصب و نگهداری یک سیستم روی سایر زراعتها بستگی دارد. گرچه آبیاری می‌تواند کیفیت محصول ریشه را بهبود بخشد (۳-۵-۸)، تاثیر اقتصادی آن کم است لیکن بدلیل افزایش ارزش محصول قابل توجه می‌باشد. بطور مثال در جامعه اروپائی تفاوت آن برابر قیمت سهمیه تعیین شده از قبل و قیمت کمتر چغندر اضافه بر سهمیه‌بندی شده است. به همین دلیل برای اجتناب از تولید مازاد بر سهمیه گاهی بهترین کار این است که به محض رسیدن زراعت به حد تولید سهمیه، آبیاری متوقف شود. صرفنظر از مسایل اقتصادی باقی این بخش به جنبه‌های فنی آبیاری مؤثر و به‌ویژه زمانبندی آبیاری می‌پردازد.

۱-۶-۸ روشهای آبیاری

عملاً تمام روشهای شناخته شده آبیاری در سطح دنیا برای چغندر قند مورد استفاده قرار می گیرند. در هر محل به خصوص روش آبیاری چغندر قند بیشتر با توجه به امکانات فنی و اقتصادی موجود در محل انتخاب می گردد و نیازهای ویژه چغندر قند در اهمیت دوم قرار دارد.

بنابراین آبیاری سطحی از طریق جوی پشته، کرتی و نواری در امریکا، ترکیه و ایران متداول است. در صورتیکه در ایتالیا، فرانسه و اروپای شمالی عملاً تمام چغندرهای آبیاری شده از طریق روشهای بارانی شامل گان، بوم و سنتریپوت و غیره صورت می گیرد. در اسپانیا بیشتر آبیاری بارانی جایگزین روشهای آبیاری سطحی سنتی شده است. در سال ۱۹۷۴ هذوک و همکاران برای انتخاب آبیاری سطحی - غیر سطحی، مقایسه ای بین روشهای آبیاری نشتی و بارانی انجام داده اند. اگرچه گیاهان تحت شرایط آبیاری بارانی دارای اندام هوایی بزرگتر و سبزتر بودند ولی در میزان قند ریشه تفاوتی ملاحظه نشد. عملکرد قند در هر دو روش مشابه بود از آنجائیکه در آبیاری نشتی حدود ۲۰ درصد آب نسبت به آبیاری بارانی بیشتر مصرف شد میزان عملکرد به ازاء واحد آب مصرفی کمتر بود.

برای چغندر قند با داشتن عادت ریشه دهی عمیق، آبیاری زیرزمینی مناسب تر است. یعنی با کنترل مصنوعی سفره آب زیرزمینی، موقعی که قسمت سطح بالای خاک خشک شود گیاه می تواند عناصر غذایی کافی خود را تامین نماید (بنز و همکاران ۱۹۸۵، هندرسون^۱ و همکاران ۱۹۶۸). از سوی دیگر آبیاری قطره ای اساساً برای محصولاتی که دارای ارزش بالایی هستند به ویژه محصولاتی که به کمبود آب حساس می باشند استفاده می شود. از آنجائیکه این روش گران است و آزمایشهای انجام شده در انگلستان نشان داد که تفاوتی در عکس العمل گیاه بین روش آبیاری قطره ای و بارانی وجود ندارد (درایکوت و مسم^۲ ۱۹۷۷). در روزهای خیلی گرم، حتی چغندر قندی که خوب آبیاری شده باشد ممکن است پژمرده شود. اگرچه آبیاری به صورت مه این تنش را رفع می کند، اما باید توجه داشت که آب اضافی بطور مشخص باعث افزایش عملکرد نمی شود (کوهل و کری^۳ ۱۹۶۹، میلفورد ۱۹۷۵) بهر حال این روش برای گیاهان زراعی عملی نیست.

هدف تمام روشها یکنواختی کاربرد آبیاری به منظور بهینه کردن آب قابل دسترس گیاه و اجتناب از به هدر رفتن آب در نتیجه ناهمواری و غیر یکنواختی آبیاری است. و از آنجائیکه مرحله حساس در رشد چغندر قند وجود ندارد و کیفیت محصول شدیداً تحت تاثیر تنش های ضعیف قرار نمی گیرد چغندر قند وجود ندارد. چغندر قند نسبت به تعداد زیادی از گیاهان زراعی کمتر تحت تاثیر غیر یکنواختی مزرعه قرار می گیرد. اثر متقابلی بین وزن و حجم در شرایط

غیر یکنواختی وجود دارد. (آیارس^۱ و همکاران ۱۹۹۰) بیشترین تغییرات را برای چغندر قند پیدا کردند که بالای ۲/۵ متر هیچ تاثیری به رشد آن ندارد، در حالیکه تغییرات کمتر از ۲/۵ متر دامنه وسیعی از تاثیر را روی محصول و آب مصرفی دارد. بطور معمول سیستمهای سطحی نسبت به بارانی از یکنواختی کمتری برخوردار هستند.

۲-۶-۸ زمانبندی آبیاری

بستر بذر می تواند در صورت نباریدن باران براحتی تا عمق ۱۰۰ میلیمتری خشک شود یا ممکن است قبل از کشت خشک باشد. در هر حالت یک یا چند آبیاری یا آبیاری سبک می تواند بطور حتم به جوانه زدن بذر و استقرار جمعیت مناسب گیاهی کمک کنند. در این مناطق آبیاری قبل از جوانه زنی ضروری است. در مراحل اولیه رشد سیستم ریشه ای گیاه می تواند بطور افقی و عمودی برای مدتی قبل از برخورد به ریشه گیاهان مجاور، توسعه یابد چون تقاضای مصرف قسمت هوایی کم است توسعه ریشه محدود نمی شود. به عنوان مثال: به غیر از حالت فشردگی یا خسارت آفات بعید بنظر می رسد گیاهان جوان در شرایط کمبود آب دچار تنش شوند. احتمالاً هشتاد روز بعد از کشت بذر ها در انگلستان موقعی که ریشه های بین ردیف ها بهم می رسند و سایه انداز گیاه به سرعت افزایش می یابد تنش شدید می شود.

همانطوری که در ۱-۲-۸ شرح داده شد، بسته شدن روزنه ها و به دنبال آن محدود شدن فتوسنتز از تاثیرات اصلی تنش می باشد. که توسعه برگها را کند می کند در نتیجه پیری و مرگ آنها تسریع می گردد. اثر کلی تنش در پایین آوردن عملکرد از طریق کاهش فتوسنتز برگها در نتیجه جذب کمتر اشعه خورشید می باشد. زمانی که محدودیت آب بر طرف گردد این فعل و انفعالات قابل برگشت است. زراعتی که قبلاً دچار تنش شده می تواند حداکثر ظرفیت تولید خود را بدست بیاورد وقتی که تنش در هر مرحله ای از رشد مجدداً تکرار شود برگشت بعدی، کاهش محصول را بدنبال خواهد داشت. چنانکه از بررسیهای (سلتر و گوود^۲ ۱۹۶۷) نتیجه گیری می شود مرحله رشد حساس به تنش در چغندر قند، مشابه آنچه که در گلدهی غلات یا بقولات و یا غده بستن در سیب زمینی دیده می شود، وجود ندارد. البته طولانی شدن تنش موجب می گردد که ظرفیت تولید کاهش یابد در صورتیکه مدت تنش طولانی نباشد، پس از تنش گیاه می تواند ظرفیت تولید کامل خود را به دست آورد. به دلیل تحمل نسبی چغندر قند، تنش آبی در این گیاه در مقایسه با سیب زمینی و سبزیجات بر روی عملکرد کیفیت محصول کمتر خسارت می رساند اما به هر حال داشتن جدول دقیق زمان آبیاری به منظور استفاده بهتر از ظرفیت آبیاری ضروری است. متناسب با روشهای مختلف تامین آب (روش آبیاری) راههای مختلف زمان بندی

برای آبیاری توجه به اولویت‌های محلی یا منطقه‌ای بسته به نیازهای ویژه چغندر قند مورد استفاده قرار می‌گیرند.

بسیاری از کشاورزان، زمان‌بندی و عمق آبیاری را براساس قضاوت خود از نیاز گیاه بدون استفاده از وسایل اندازه‌گیری تعیین می‌کنند. علاوه بر این روش سنتی که هنوز بطور وسیعی استفاده می‌شود، روشهایی وجود دارد که آبیاری زراعت را براساس اندازه‌گیری گیاه یا خاک و یا میزان بارندگی و تبخیر تعیین می‌کند. بسیاری از خصوصیات وابسته به تنش در گیاه را می‌توان از نظر کمی اندازه‌گیری نمود (اوتول^۱ و همکاران ۱۹۸۴) و باعث تعجب است که آبیاری‌ها بیشتر براساس آن انجام نمی‌گیرد. این اندازه‌گیریها به دلیل تغییرات موجود بین بوته‌ها و برگهای منفرد به ویژه در گیاهان تحت تنش مشکل‌ست و بستگی به زمان روز دارد. استیگمان و بوئر^۲ (۱۹۷۷) معلوم کردند که پتانسیل آب در برگ چغندر می‌تواند به $1/2$ - تا $1/5$ - مگاپاسکال برسد بدون اینکه عملکرد را تحت تاثیر قرار دهد. با این حال آنها با تهیه یک جدول براساس ارتباط پتانسیل برگ با دمای هوا در اواسط بعد از ظهر، برنامه‌ریزی آبیاری را به جای پتانسیل برگ، مطابق با دما پیشنهاد کردند.

تعدادی از تغییرات خاص گیاه در مقیاس کوچک می‌تواند با روش دورکاوی سنجیده شود. بنابراین با استفاده از اشعه مادون قرمز می‌توان دمای متوسط پوشش گیاهی زراعت (T_f) را اندازه‌گیری کرد در حالی که تفاوت بین دمای پوشش گیاهی و هوا ($T_f - T$) می‌تواند به عنوان یک شاخص تنش آبی گیاه تلقی شود. (جکسون^۳ ۱۹۸۲) و به عنوان اساس ایجاد یک برنامه‌ریزی آبیاری بکار رود. ایدسو^۴ در سال ۱۹۸۲ در آریزونا و (سپاسخواه^۵ و همکاران ۱۹۸۸) در ایران مشخص کردند که دامنه اختلاف دمای پوشش گیاهی و هوا برای ($T_f - T$) چغندر قند بدون تنش، با افزایش کمبود فشار بخار برگهای ($e_g - e$) از صفر به ۸- درجه کاهش می‌یابد. بر همین اساس ($T_f - T$) برای پوشش برگی تحت تنش همیشه بزرگتر است. در ایران حد بالای اختلاف دمای پوشش گیاهی با هوا برای گیاه چغندر قند تحت تنش شدید (بدون تعرق) حدود $4/5$ درجه سانتیگراد بدون توجه به ($e_g - e$) بود. در نواحی معتدله، تحت شرایط تشعشع خورشیدی کم و کمبود فشار بخار آب ضعیف، دامنه ($T_f - T$) کوچکتر است که به منظور برنامه‌ریزی آبیاری کمتر پیشنهاد می‌شود.

پتانسیل آب در خاک توسط تانسیومتر و در خاک خشک‌تر با بلوک‌های گچی (مقاومت الکتریکی) اندازه‌گیری می‌شود که عموماً شاخص بهتری برای خشکی خاک می‌باشد. زیرا نسبت به مقدار آب در خاک، گیاه را بیشتر تحت تاثیر قرار می‌دهد. تانسیومترها برای

1 - O'toole

2 - Stegman and Bauer

3 - Jacksonp

4 - Idso

5 - Sepaskhah

برنامه آبیاری بارانی و سطحی در چغندر قند استفاده شده است (کاسل^۱ و بوئر ۱۹۷۶، هذوک و همکاران، ۱۹۷۴). قرار دادن تانسیموتر فقط در یک عمق، برای مثال ۴۵ سانتیمتری دقت کافی دارد (کاسل و بوئر ۱۹۷۶)، اما به علت تغییرات افقی لازم است که تانسیموتر در قسمت‌هایی کار گذاشته شود که بیانگر شرایط مزرعه باشد.

در رهیافت توازن آب معادله‌ای مانند ۴-۸ استفاده می‌شود تا تغییرات میزان آب خاک را در محدوده عمق ریشه موثر دنبال نماید. نهاده‌ها (باران و آبیاری) بطور موضعی (محلی) باید اندازه‌گیری شود. اتلاف آب، ET، از طریق ET_{ref} مرجع بدست می‌آید که این خود یا از پوششک تبخیر یا از شاخص‌های هواشناسی با استفاده از یک معادله مناسب (۱-۳-۸) محاسبه می‌گردد. ET_{ref} که در مسافت‌های افقی نسبتاً آهسته تغییر می‌کند را می‌توان از یک شبکه هواشناسی منطقه‌ای مانند موریکس در انگلستان استفاده کرد (تامپسون^۲ و همکاران ۱۹۸۱). اگر باران یا آبیاری پروفیل خاک را بالاتر از ظرفیت مزرعه مجدداً مرطوب نماید آب اضافی به عنوان تلفات زمکشی در نظر گرفته می‌شود. دسترسی به توازن آب در یک برنامه‌ریزی آبیاری همچنین برای زمان آبیاری‌ها احتیاج به یک سری اطلاعات دارد. این اطلاعات از نظر زمانی برای جایگزینی ET یا کسر ثابتی از آن بمنظور نگهداری مقدار رطوبت خاک در دامنه حداکثر مجاز تخلیه رطوبتی، متفاوت است. کسر ثابتی از ET ممکن است کسر ثابتی از ظرفیت نگهداری آب قابل دسترس در عمق ریشه برای چغندر قند باشد (دورنباس و پرویت ۱۹۸۴)، هیلز و همکاران (۱۹۹۱) این کسر را بترتیب ۵/۰ و ۶/۰ برای چغندر قند تعیین نموده‌اند. برای برنامه‌ریزی آبیاری می‌توان یک حد از کمبود رطوبت خاک متناسب با نوع خاک و مرحله رشد گیاه استفاده کرد. موقعی که روش توازن آب به تنهایی استفاده شود مقدار زیادی خطا در ET_{ref} و ET_{ref} در معادله ۴-۸ ایجاد می‌کند. امتیازهای این روش آن است که وضعیت متوسط مزرعه را بهتر از چند اندازه‌گیری موضعی خاک یا گیاه نشان می‌دهد. اگر برآورد ET_{ref} منطقه‌ای در دسترس باشد برای به کارگیری این روش فقط احتیاج به اندازه‌گیری بارندگی و آبیاری خواهد بود.

آبیاری بیش از اندازه بدون شک بی‌مورد است همچنین می‌تواند عملکرد را به دلیل غرقابی شدن، آشفته‌ی عناصر مغذی، افزایش مشکلات بیماری و آفات و برداشت، کاهش دهد. به‌طور مطلوب آبیاری گیاه را قادر می‌سازد تا از مقدار قابل ملاحظه‌ای از آب در خاک در عمق ریشه استفاده کند و در اواخر فصل رشد محدودیتی در رشد ایجاد نشود (شکل ۲-۸) بر این ماهیت طبقه‌بندی برای کمبود رطوبت خاک در انگلستان است که با نزدیک شدن به انتهای فصل رشد افزایش می‌یابد (دانهام، ۱۹۸۹) در توصیه‌های قطع آبیاری در انگلستان مورد استفاده قرار

می‌گیرد (هاول^۱ و همکاران ۱۹۸۷). در آمریکا مانند دیگر کشورهای که آب آبیاری به ارزانی در دسترس است تمایل به مصرف بیش از حد آب وجود دارد. تعدادی از مطالعات و هدف آنها بطور خاص کاهش این مقدار بوده است برای مثال کاهش مصرف آب از طریق اعمال کسر کوچکتري از Etreff مرجع (میلر و آراستاد^۲ ۱۹۷۶، هنگ و میلر^۳ ۱۹۸۶a) یا بوسیله قطع به موقع آبیاری قبل از برداشت انجام شده است (هاول و همکاران ۱۹۸۷) بعضی اوقات زمانی که زمین خیلی سخت باشد یک آبیاری نسبتاً کوتاه قبل از برداشت بخاطر اینکه ریشه چقدر براحتی از زمین جدا شود، انجام می‌گیرد. این عمل در واقع تاثیری تا زمان برداشت ریشه بر روی رشد ندارد، اما ممکن است عملکرد قند را به دلیل کاهش تلفات در حین خارج کردن ریشه از خاک، افزایش دهد.

۳-۶-۸ مسائل متفرقه

آبیاری به طریق افزایش رطوبت علی‌رغم مساعد نمودن محیط، برای بقا و گسترش بعضی از عوامل بیماری‌زا و آفات، مانع رشد و گسترش بقیه می‌گردد. اگرچه رطوبت، محیط مساعدی برای پوسیدگی ریشه را فراهم می‌کند با این حال ریشه‌هایی که قبلاً در معرض خشکی قرار بگیرند آسیب و صدمه بیشتری می‌بینند. بنابراین با وجود این تناقض، آبیاری در طول فصل رشد منجر به کاهش تعداد ریشه‌های آلوده می‌گردد. قارچ^۳ عامل انتقال و پروس ریزومانیا^۴ در خاکهای مرطوب خیلی سریع توسعه پیدا می‌کند مخصوصاً جایی که آبیاری نامنظم باشد استفاده از آبهای آلوده به ناقل و پروس اغلب موجب انتشار بیماری از مزرعه‌ای به مزرعه دیگر می‌گردد. بیماریهای مشخص که به برگها حمله می‌کنند بویژه سرکوسپورا^۵ و رامولاریا^۶، با افزایش رطوبت خاک افزایش می‌یابد و به منظور کسب حداکثر راندمان آبیاری مبارزه بیشتر با آفات و بیماریها ممکن است مورد نیاز باشد.

به عبارت دیگر گسترش آفات عموماً توسط باران و آبیاری کاهش پیدا می‌کند (معمولاً در شرایط مرطوب گسترش قارچها و بیماریها بیشتر است).

خاکهای خیلی مرطوب از طریق ایجاد شرایط غیرهوازی محیط ریشه چغندر قند را تحت تاثیر قرار داده موجب تشدید مشکلات دیگری مربوط به بعضی از بیماریها و آفات می‌شود. بنابراین وقتی که سطح ایستابی در عمق یک متری باشد چغندر قند می‌تواند رشد کند ولی چنانچه عمق کمتر از ۰/۵ متر حتی اگر حالت غرقابی هم نداشته باشد، بطور جدی رشد را تحت تاثیر قرار می‌دهد (ریچمن^۷ و همکاران ۱۹۷۷، بنز و همکاران ۱۹۸۵) همانطوری که در بخش

1 - Hawell

2 - Miller and Aarastad

3 - Polymyxa betae

4 - Rhizomania

5 - Cercospora

6 - Ramularia

7 - Reichman

۱-۸ اشاره شد، چغندر قند در مقایسه با بیشتر گیاهان زراعی به شوری مقاوم است. از مطالعات رودز و لاودی^۱ در سال ۱۹۹۰ چنین نتیجه می‌شود که افزایش شوری و هدایت الکتریکی تا میزان ۷ dS/m زراعت چغندر قند را تحت تاثیر قرار نمی‌دهد. از آنجا که چغندر قند معمولاً در تناوب با گیاهانی با مقاومت کمتر قرار می‌گیرد و کنترل شوری برای زراعت گیاهان حساس پروفیل خاک را برای رشد چغندر قند از لحاظ شوری ایمن می‌سازد. بهر حال چغندر قند در مرحله جوانه‌زنی به شوری حساس است و شوری ۱۲-۶ dS/m جوانه‌زنی چغندر قند را تا ۵۰ درصد کاهش می‌دهد، پیاز و گوجه‌فرنگی نیز از همین حساسیت برخوردار می‌باشند. اگر خاک در عمق اطراف بذر خشک شود نمک موجود در محلول خاک و خطر آسیب‌رسانی افزایش می‌یابد جهت اطمینان از جوانه‌زنی ممکن است لازم باشد از طریق آبیاری، شوری محلول خاک را به نحوی از محیط بذر تا بعد از جوانه‌زنی دور کنیم (هیلز و همکاران ۱۹۹۰).

۴-۶-۸ آبیاری برای تولید بذر

ریشه‌های بذری یا در تابستان گذشته یا در اوایل بهار سال زراعی کشت می‌شوند. در هر حالت آبیاری سبک به ایجاد یکنواختی رشد کمک می‌کند تنش در اوایل تابستان با وجود اینکه وزن خشک ریشه‌ها را کاهش می‌دهد ولی معمولاً اثر کمی روی گلدهی دارند (لانگدن و جانسون^۲ ۱۹۷۵، ناردی^۳ ۱۹۹۰). در واقع هوای مرطوب در طول گلدهی از آزاد سازی گرده‌ها جلوگیری می‌کند و می‌تواند عملکرد و کیفیت بذر را کاهش دهد. مهمترین دوره حساس به تنش برای کمیت و کیفیت عملکرد چغندر قند بذری در موقع تشکیل بذر می‌باشد. در جنوب غربی فرانسه برای مثال، توصیه می‌شود که آبیاری بطور منظم از اواسط ژوئن (اوایل خرداد ماه) به بعد انجام شود، و دو هفته قبل از برداشت بذر در ماه اگوست (اواسط مرداد) متوقف شود (ناردی ۱۹۹۰).

فصل نهم

ریزومانیا

۱-۹- مقدمه

بیماری ریزومانیا در سال‌های اخیر نسبت به هر بیماری موجود دیگر یا هر رویداد ناخوشایندی که زراعت چغندر قند را تهدید می‌نماید توجه بیشتری را به خود جلب نموده است. این موضوع ممکن است تعجب‌آور باشد که تاکنون بخش نسبتاً کوچکی از مزارع چغندر قند در اکثر کشورها آلوده شده باشد، به هر حال آگاهی از توانایی بیماری به کاهش شدید محصول و بقای نامحدود آن در خاکی که برای اولین بار مستقر شود همواره با مشکل پیشگیری از گسترش آن در نظام‌های کشاورزی مکانیزه و آبی روبرو بوده و در بین زارعین چغندرکار و کارخانه‌های قند نگرانی فزاینده‌ای را به وجود آورده است.

در واقع احتمال می‌رود بیماری مدت‌های مدید در اطراف و اکناف وجود داشته و گسترش و توسعه آن تا این زمان نسبتاً کند بوده است. اولین بار گزارش‌هایی از رشد ضعیف چغندر قند با علائمی شبیه به آنچه که امروزه ریزومانیا خوانده می‌شود از شمال ایتالیا منتشر گردید (کانووا^۱ ۱۹۵۹). در بسیاری موارد خسارت وارده به این زراعت‌ها آن‌چنان شدید بود که کشت و زرع متوقف شد. این موضوع بتدریج ثابت می‌کند که بیماری تقریباً در این نواحی از سال‌ها پیش وجود داشته است. کانووا (۱۹۶۶) به این خاطر بیماری را ریزومانیا یا دیوانگی ریشه نامید که ریشه‌های جانبی نکروتیک، سیاه و به طور غیرطبیعی تکثیر می‌شوند و برای اولین بار به ارتباط بین ویروس و قارچ پلی میکسایته^۲ در این گونه ریشه‌ها پی برد.

کشف نواحی وسیع آلوده به بیماری در سال ۱۹۶۵ در ژاپن (ماسودا^۱ و همکاران ۱۹۶۹) فعالیت‌های فشرده تحقیقاتی را موجب گردید به طوری که منجر به جداسازی - تعیین صفات و نام‌گذاری عامل ویروسی به وجود آورنده بیماری به نام ویروس زرد نکروتیک رگبرگ چغندر^۲ یا BNYVV شد (تامادا^۳ و همکاران ۱۹۷۱، تامادا و بابا ۱۹۷۴، تامادا ۱۹۷۵). انتقال گیاهچه روش متداول و استاندارد زراعت چغندر قند در ژاپن است؛ گفتنی است که گسترش وسیع و انتقال این بیماری در مزارع بزرگ به‌طور همزمان در طول یک سال نهایتاً به استفاده از خاکهای زائد و آلوده کارخانه‌های قند نسبت داده شد و مشخص گردید گیاهچه‌هایی که در این‌گونه خاک‌ها رویانده می‌شوند باعث انتقال بیماری به مزارع جدید می‌گردند (یوی^۴ ۱۹۷۳). متعاقب آن، اولین گزارش مبنی بر وجود بیماری در سایر کشورها از سراسر دنیا در (جدول ۱-۹) نشان داده شده است. بسیاری از گزارشها مبنی بر تأیید وجود بیماری همراه با تکامل و توسعه آزمون الیزا^۵ برای کشف ویروس‌ها در عصاره‌های گیاهی و دست‌یابی به یک آنتی‌سرم خاص بر ضد BNYVV که برای اولین بار در اواسط سال ۱۹۷۰ تولید گردید هم‌زمان شد، برای مثال احتمالاً در هلند در نواحی معینی حدود ۲۰ سال قبل از آنکه بیماری به‌طور وضوح تعیین و تشخیص داده شود در سطوح زیان اقتصادی وجود داشته است (های بروک^۶ ۱۹۸۹).

در اروپا بیماری تاکنون از کشورهای ایرلند و اسکاتلند، دانمارک، سوئد و فنلاند گزارش نشده است؛ گزارش مبنی بر عدم وجود بیماری در کشورهای فوق به‌نبود موقعیت برای ورود بیماری روی مواد گیاهی یا در خاک یا کلاً به اقلیم خنک‌تر در نواحی شمالی‌تر اروپا که مساعد بروز بیماری نیست مربوط می‌گردد.

برآورد وجود آلودگی به ریزومانیا به کشورهای محدود می‌شود که ارزیابی در آن کشورها انجام شده است (جدول شماره ۲-۹). در چنین برآوردهایی شدت آلودگی در نظر گرفته نشده و شامل آن دسته از مزارعی می‌شود که تنها یک یا دو لکه از بیماری در آنها مشاهده شده است. همچنین به‌خاطر ارزیابی انجام شده در یکسال به ناحیه‌ای که در آن سال خاص نسبت به کل زمین‌های نواحی آلوده به بیماری تحت کشت چغندر قند قرار گرفتند مربوط می‌شود. نهایتاً برای تغییر فصل و تغییر شرایط آب و هوایی هیچگونه کاهشی که احتمالاً تأثیر عمیقی روی بیان علائم بیماری داشته باشد در نظر گرفته نشده است. با این وجود این‌گونه ارزیابی‌ها بیانگر آن است که در بعضی از کشورها قسمت مهمی از ناحیه چغندرکاری تحت تأثیر بیماری قرار گرفته‌اند. بعلاوه بسیاری از این نواحی بیمار شده در مناطقی که در سیستم کشاورزی علمی که برای کارخانه‌های قند تک‌واحدی، چغندر تولید می‌کنند متمرکز گردیده است. در واقع نیاز به

1- Masuda

2- Beet Necrotic yellow Vein Virus

3- Tamada

4- Ui

6- Heijbroek

5- Eliza test

کشت چغندر قند در مناطقی که نزدیک به کارخانه‌های قند هستند اهمیت اقتصادی یک بیماری خاک زاد دائمی از قبیل ریزومانی را افزایش می‌دهد. هزینه‌های انتقال به نواحی جدید تولید اگر ممنوع نباشد اساسی خواهد بود و نیاز به تکامل روشهای کنترل از تمامی موارد مهم تر است.

۲-۹- علائم و خسارت

پس از تشخیص علائم مشخصه آلودگی که شامل زردشدن رگبرگ‌های برگ و نهایتاً نکروتیک و قهوه‌ای رنگ پریده بود، ویروس نامگذاری گردید (تامادا و بابا، ۱۹۷۳) از آنجائیکه این علامت نسبتاً کمیاب است بنظر میرسد که ویروس به‌طور کلی به ناحیه ریشه محدود گردیده و فقط در بعضی مواقع پس از بارندگی‌های شدید توأم با درجه حرارت بالا به صورت سیستمیک (فراگیر) همه بوته را در برگرفته و ظاهر می‌شود. معمولاً علائمی در جوانه‌های بوته‌های تحت تاثیر قرار گرفته ظاهر می‌شود که در نتیجه تغییر متابولیسم یا تغییر مرفولوژی ریشه‌های آلوده می‌باشد. برگ‌ها ممکن است به رنگ زرد متمایل به سبز رنگ پریده در آیند و طویل شوند و شکل آنها شبیه شلاق گردد، دمبرگها طویل می‌شوند و به طور مستقیم و راست شبیه به علائمی که کمبود ازت در بوته‌ها به وجود می‌آورد می‌گردند. ممکن است پژمردگی زودرس در لکه‌های متاثر شده از بیماری ظاهر شود که می‌توان آنرا به عنوان نتیجه‌ای از دریافت ناکافی آب توسط ریشه‌های خسارت دیده دانست.

جدول ۱-۹- ظهور بیماری ریزومانی در جهان (از بلونت ۱۹۸۹).

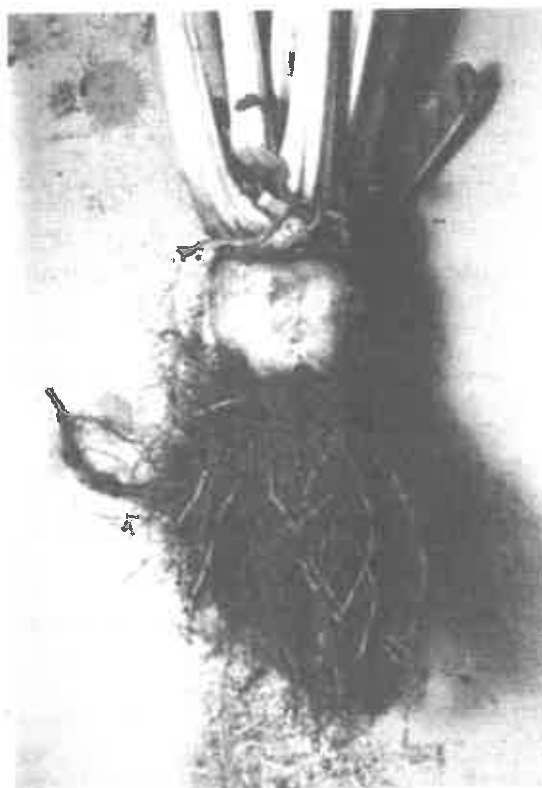
سال	کشور	ناحیه	منبع مورد استفاده
۱۹۵۲	ایتالیا	ونیز-نواحی شمالی ایتالیا، پادوا، روبیگو یودین و فراتاسال ۱۹۹۴. مرکز ایتالیا و دره پادلا، ایتالیا، جنوبی-آپولیا (۱۹۷۹)	کانووا، ۱۹۵۹ بونجیوانی و الانزونی ۱۹۶۴ کانووا، ۱۹۶۶
۱۹۶۵	ژاپن	هوکایدو، ناحیه توکاجی و اطراف اوبی هیروودیت	ماسودا و همکاران ۱۹۶۹ کانزاوا و یو، ۱۹۷۲ یو ۱۹۷۳
۱۹۷۱	یوگسلاوی	سرم تا سال ۱۹۷۸ به مناطق بانات، باکا پوموراولج، اسلاوینا و برانیا تا سال ۱۹۸۳، ۱۶/۶٪ از مزارع کشت چغندر قند در ناحیه سرم آلوده شده‌اند	سوتیچ و میلیوانوویچ ۱۹۸۱، ۱۹۷۸ توسیچ و همکاران ۱۹۸۵

سال	کشور	ناحیه	منبع مورد استفاده
۱۹۷۲	یونان	ناحیه تسالی، یانولی، ۱۹۷۶ زانته	کویه آس ۱۹۷۹
۱۹۱۳	فرانسه	ناحیه ارستین (باس-راین) ۱۹۷۳ آلساس ۱۹۷۷ آبرفت های پاریس، سینه - او-مارنه-لوار ۱۹۷۹ کوته دو-اور تا سال ۱۹۷۹، ۱۰۰۰ هکتار آلوده شده اند	یوتزوئی تنز ۱۹۷۴ وئی تنز ۱۹۸۰
۱۹۷۴	آلمان	بخش های جنوبی هسه نزدیک فرانکفورت تا سال ۱۹۷۸، در طول سواحل جنوبی رودخانه راین تالودویک شافن-مانهایم گسترش یافته است	هام دورف ۱۹۷۶ هام دورف و همکاران ۱۹۷۷ هام دورف ولز و مان ۱۹۷۹
۱۹۷۸	چک اسلواکی		پولاک، گفتگوی شخصی گزارش شده توسط وئی تنز ۱۹۸۰
۱۹۷۸	چین	هوه هوت و سایر مناطق مغولستان داخلی	گائو و همکاران ۱۹۸۳
۱۹۷۹	اتریش	دره دانوب در برلین لند گسترش یافته است	گراف ۱۹۸۱ مولر ۱۹۸۲ کرگزیر ۱۹۸۴
۱۹۷۹	رومانی		ریچارد مولارد ۱۹۸۴
۱۹۷۹	روسیه		ریچارد مولارد ۱۹۸۴
۱۹۸۲	سویاژ روسان		بوهانس ۱۹۸۵
۱۹۸۳	ایالات متحده		دفوس و همکاران ۱۹۸۴
۱۹۸۳	آمریکا		لیو و دفوس ۱۹۸۵
۱۹۸۳	سوئیس	هسی لاند، نور اتمی، شینلر س و ایل	هنی ۱۹۸۳، هنی و بروی ۱۹۸۳
۱۹۸۳	بلغارستان		یانکولوا و همکاران ۱۹۸۴
۱۹۸۳	هلند		های بروک ۱۹۸۴
۱۹۸۴	بلیزیک		وان استی و ورت ۱۹۸۵
۱۹۸۷	انگلستان		آشر ۱۹۸۷، هیل و تورانس ۱۹۸۹

در خود ریشه‌ها تغییرات زیادی ممکن است رخ دهد. در اوایل فصل به دنبال آلودگی شدید، ریشه‌ها خیلی کوچک می‌مانند و رشد ریشه اصلی متوقف گشته و در عوض ریشه‌های جانبی تکثیر یافته و ریشه حالت جارویی پیدا می‌نماید (شکل ۱-۹). این پدیده که در توده ریشه‌های فرعی به وجود می‌آید توسط کاتوا (۱۹۶۷) به عنوان دیوانگی ریشه شرح داده شده است که ویروس و قارچ ناقل بوفور تکثیر می‌شوند. به هرحال این علائم کلاً برای بیماری شاخص نیست زیرا سایر عوامل (مثل نماتد مولد سیست^۱، بیماری لکه‌ای بارنی^۲ و فشردگی خاک) چنین علائمی را روی ریشه چغندر قند ایجاد می‌کنند. آلودگی ملایم بعدی منجر به توسعه بیشتر ریشه می‌شود که غالباً با فشردگی مشخص همراه است و ریشه شلغمی شکل می‌شود که با جاروئی شدن معمولی ریشه همراه است. آلودگی‌های خفیف و ملایم یا آلودگی‌های بعدی ممکن است علی‌رغم وجود ویروس در ریشه علائم قابل رؤیتی وجود نداشته باشد. به هرحال اختصاصی‌ترین علائمی که در ارتباط با ریزومانی دیده می‌شود وقتی است که ریشه برش طولی داده شود (شکل ۲-۹). بی‌رنگ شدن داخلی دسته‌های آوندی و قهوه‌ای متمایل به زرد کم‌رنگ شدن آنها در نوک ریشه اصلی و ظهور غده‌هایی که بیش از حد رشد کرده‌اند درست در جایی که ریشه‌های فرعی زیادی به وجود آمده‌اند برای بیماری ریزومانی از علائم مشخصه است (پوتز^۳ و همکاران ۱۹۹۰).

جدول ۲-۹. توسعه آلودگی ریزومانی در کشورهای مختلف

کشور	نواحی آلوده	سال	منبع مورد استفاده
آلمان	۲۴۰۰۰	۱۹۸۲	ریچارد مولارد (۱۹۸۵)
ایتالیا	۳۰۰۰۰	۱۹۸۳	ریچارد مولارد (۱۹۸۵)
اتریش	۲۷۰۰	۱۹۸۳	ریچارد مولارد (۱۹۸۵)
ژاپن	۱۷۰۰۰	۱۹۸۶	آبه (۱۹۸۷)
فرانسه	۲۳۰۰۰	۱۹۸۷	آنون (۱۹۸۸)
ایالات متحده آمریکا	۳۰۰۰۰	۱۹۸۹	جانسون و همکاران (۱۹۸۹)
انگلستان	۵۰	۱۹۹۰	ابلز (گفتگوی شخصی)



شکل ۱-۹- علائم ریزومانیا: حالت جارویی شدن ریشه به واسطه تکثیر ریشه‌های فرعی

خسارت وارده به محصول توسط بیماری ریزومانیا بستگی زیادی به میزان ماده تلقیحی در خاک، شرایط آب و هوایی در طول فصل رویش و زمان آلودگی دارد. دستیابی به یک برآورده دقیق و آماری از حداکثر خسارت وارده به محصول مشکل است زیرا به یک مزرعه آزمایشی که در آن کورت‌هایی با آلودگی شدید و عاری از بیماری به طور تصادفی بدون آن‌که با هم تداخل داشته یا آنکه آلودگی به کورت‌های سالم سرایت کند در کنار هم قرار داشته باشد نیاز است. مشکل دستیابی به سطوح یکنواخت و میزان کافی آلودگی از طریق آلودگی مصنوعی مساله را حادثر می‌کند. کشت متوالی چغندر قند برای تکثیر ماده تلقیحی قبل از آزمایش معمولاً لازم و ضروری است (مثلاً کشت واریته‌های مقاوم). مورد دیگر استفاده از سموم تدریجی (بخارشونده) از قبیل متیل بروماید یا دی کلرو پروپن برای ریشه‌کشی و ویروس و ناقل آن حداقل از لایه سطحی خاک در کورت‌های آزمایشی داخل مزرعه می‌باشد که شدیداً به بیماری آلوده است. با چنین ضد عفونی خاک، محصول شکر در فرانسه از ۲/۱ تن در هکتار به ۶/۹ تن (ریچارد مولارد ۱۹۸۵) و در

کالیفرنیا از ۱/۳ تن به ۷/۹ تن در هکتار افزایش یافت. (ویتنی و مارتین ۱۹۸۸). تاثیر عمل غیر اختصاصی این ضدعفونی کننده‌های خاک روی محصول ممکن است اغراق‌آمیز باشد لیکن قطع نظر از کنترل سایر آفات و عوامل بیماری‌زا معلوم شده است که وضعیت مواد غذایی خاک ضدعفونی شده با تجزیه میکروفلور موجود در خاک افزایش می‌یابد. اجرای آزمایشگاهی در مکان‌های آلوده به منظور انجام مقایسه ارقام حساس و مقاوم که در غیاب بیماری با یکدیگر اختلاف کمی دارند نیز می‌تواند دلائلی مبنی بر پتانسیل خسارتی بیماری ارائه دهد. افزایش محصول شکر از ۳/۵ تن در هکتار در ارقام حساس به ۱۲/۲ تن در واریته‌های مقاوم توسط انستیتوی تکنولوژی فرانسه گزارش شده است (آنون ۱۹۹۰). به هر حال بخاطر اینکه مقاومت کامل نیست، ممکن است با این روش میزان خسارت به محصول کمتر از مقدار برآورد باشد.



شکل ۲-۹- علائم ریزومانیا: بی‌رنگی آوندهای داخلی ریشه، رشد زیاد برجستگی‌های غده مانند و فشرده شدن شکل ریشه اصلی

به طور کلی خسارت برآورد شده از نمونه‌های گرفته شده از داخل و خارج لکه‌های آلوده به ریزومانیا در مزرعه چغندر قند نشان می‌دهد که کاهش ۵۰ تا ۶۰ درصد محصول شکر غیرمعمول نیست. برای مثال به نظر می‌رسد هم‌چنان‌که شدت بیماری در کشت‌های متوالی چغندر قند در زمین‌های آلوده افزایش می‌یابد، عیار چغندر قند اولین پارامتری است که تحت تاثیر قرار می‌گیرد و موقعی که ماده تلقیحی به سطوح زیاد برسد یا آلودگی در اوایل فصل صورت گیرد وزن ریشه کاهش می‌یابد. پائین بودن عیار قند به طور غیرمعمول به عنوان اولین نشانه آلودگی به ریزومانیا در هلند (های بروک ۱۹۸۹) و بریتانیا (هیل^۱ و ابلز^۲ ۱۹۹۰) به خصوص وقتی که کاهش عیار همراه با کاهش سطح ازت آمینه باشد که علت آن می‌تواند دریافت کم ازت توسط ریشه‌های بیمار باشد مورد استفاده قرار گرفته است. افزایش سطوح ناخالصی‌های دیگر از قبیل یون سدیم (Na⁺) (پولاخ^۳ ۱۹۸۴، های بروک ۱۹۸۹، روسو^۴ و همکاران ۱۹۸۹) می‌تواند به ایجاد مسایلی در فرآیند استحصال شکر منجر گردد.

۳-۹ عوامل بیماریزا

۱-۳-۹- ویروس:

ویروس نکروز زردی رگبرگ چغندر قند (BNYVV) به عنوان عضوی از گروه فورو ویروس^۵ طبقه‌بندی شده است (ویروس‌های میله‌ای شکل که توسط قارچ منتقل می‌شوند). این گروه نسبتاً جدید شامل تعدادی از ویروس‌های دیگری است که سبب بیماری‌های جدی در اکثر گیاهان زراعی مهم جهان می‌شوند (کوپر^۶ و آشر^۷ ۱۹۸۸). BNYVV که احتمالاً از پیچیده‌ترین عضو گروه فورو ویروس است حاوی چهار پیکره میله‌ای شکل (۲۰ نانومتر عرض) با چهار اندازه طولی مختلف (۳۹۰، ۲۶۵، ۱۰۰ و ۸۵ نانومتر طول، پوتز^۸ ۱۹۷۷، پوتز و همکاران ۱۹۸۸) است (شکل شماره ۳-۹). RNA تمامی پیکره: با توجه به اختلاف طول آنها با نوکلئوتید؛ به ترتیب (RNA-1) ۶۷۴۶، (RNA-2) ۴۶۱۲، (RNA-3) ۱۷۷۴، (RNA-4) ۱۴۶۷ ردیف شده‌اند. (بوزوبا^۸ و همکاران ۱۹۸۵، ۱۹۸۶، ۱۹۸۷). با وجودیکه هر چهار پیکره در ریشه‌های چغندر قند که به طور طبیعی آلوده شده بودند دیده شدند (کونینگ^۹ و همکاران ۱۹۸۶) ولی دو عضو کوچکتر موقعی که ایزوله‌های جدا شده به روش تلقیح مکانیکی روی برگ‌های سلمک یا تتراگونیا^{۱۰} که عموماً به عنوان گیاهان میزبان برای تشخیص و نگهداری ویروس از آنها استفاده می‌شود مایه‌کوبی شوند از دست می‌روند. این روش بعضی از وظایف بیولوژیک پیکره‌های مختلف ویروس را روشن می‌سازد. RNA-1 و RNA-2 هر دو برای آلودگی و دوباره

1- Hill
4- Rosso
7- Asher
10- Tetragonia

2- Ebbels
5- Furovirus
8- Bouzoubaa

3- Pollach
6- Cooper
9- Koenig

سازی مورد نیاز است. به علاوه در کد کردن ذره کامل ویروس برای پوشش پرتینی نیاز است. RNA-3 بیماریزایی را با افزایش توسعه علائم و خسارت در ریشه افزایش می دهد (کوزالا^۱ و همکاران ۱۹۸۶، تامادا و همکاران ۱۹۹۰، کوینگ و همکاران ۱۹۹۱) و در همان زمان گسترش ویروس را از طریق سیستم ریشه میسر می سازد (تامادا و همکاران ۱۹۹۰). به نظر می رسد RNA-4 برای مؤثر بودن انتقال توسط قارچ ناقل و موفقیت آمیز بودن آلودگی طبیعی ضروری باشد (تامادا و آبه ۱۹۸۹). نهایتاً چنین پنداشته میشود که برای پایداری و مؤثر بودن ویروس در بیماریزائی در طبیعت بهر چهار جزء RNA نیاز باشد.

دستیابی و تشخیص ویروس در بررسی های روزمره به طور عادی به ووش سرولوژی توسط الیزا انجام می گیرد که در آن آنتی سرم پلی کلونال که به صورت کیت های تجارتي موجود است یا آنتی بادی های منوکلونال برای تسريع در تشخیص مورد استفاده قرار می گیرند (تورانس^۲ و همکاران ۱۹۸۸). در بوته های چغندر قند که به طور طبیعی آلوده شده اند ویروس معمولاً به ریشه محدود می شود و فقط برخی اوقات فراگیر است و عمدتاً در غلظت های نسبتاً پائینی وجود دارد (تامادا و بابا ۱۹۷۳). ویروس در ریشه های فرعی جانبی نسبت به ریشه اصلی به مقدار زیاد یافت می شود (گین چدی^۳ و همکاران، بوتنر^۴ و بورکی^۵ ۱۹۹۰). بیشترین غلظت ویروس در نوک ریشه اصلی بوته های بالغ و تکامل یافته دیده می شود. در شرایط طبیعی ویروس به تنهایی قادر به آلوده کردن ریشه چغندر نیست و به وارد شدن داخل زئوسپور قارچ پارازیت ناقل خود پلی میکسا بستگی دارد. هم چنین ویروس بدون حفاظت هاگ مقاوم قارچ قادر به زنده ماندن در ریشه نیست. معذالک ویروس قادر است به صورت یخ زده در بافت گیاه آلوده دوام آورده و تا حدی نیز در عصاره استخراج شده از گیاه باقی بماند. (تامادا و بابا ۱۹۷۳) که می توان با این روش آنرا نگهداری کرد.

دامنه میزبانان طبیعی ویروس به روشنی توسط ناقل ویروس معلوم شده است، بنابراین اصولاً به گونه های جنس Beta محدود می شود (به مطالب زیر توجه فرمائید) گر چه اسفناج و بعضی گونه های جنس سلمک نیز می توانند توسط قارچ پلی میکسا حاوی ویروس آلوده شوند (آبه و تامادا ۱۹۸۹). دامنه میزبانان ویروس که با تلقیح مصنوعی برگ معلوم شده است وسیع تر گردیده و تتراگونیا^۶، گم فرینا^۷ و نیکوتیانا^۸ را شامل می شود (تامادا و بابا ۱۹۷۳ کوزالا^۹ و پوتز ۱۹۷۷). با تلقیح مصنوعی برگ های ماکروکارپا و اسفناج، ویروس به آسانی و به طور فراگیر گسترش می یابد. تاکنون هیچ گونه شواهد و مدرکی دال بر تعیین نژادهای ویروس که دامنه میزبانی متفاوتی دارند معلوم نشده است.

1- Kuzala

2- Torrance

3- Guinchedi

4- Buttner

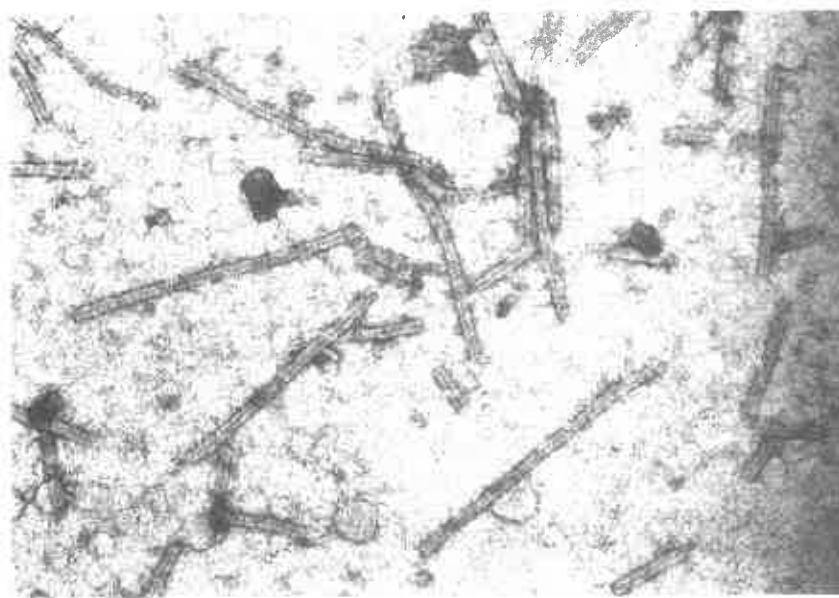
5- Burcky

6- Tetragonia expansa

7- Gomphrina globosa

8- Nicotiana SP

9- Koszala



شکل ۳-۹ پیکره‌های ویروس زردی نکروتیک رگبرگ چغندر

۲-۳-۹- ناقل

پلی میکسا اولین بار توسط (کسکین^۱ ۱۹۶۴) به عنوان یک قارچ انگل ریشه‌های چغندر قند تشخیص، نامگذاری و شرح داده شد و بزودی معلوم گردید که در ایتالیا با بوته‌هایی که دائماً علائم بیماری ریزومانی را نشان می‌دهند همراه است (الگیشی^۲ و دامبرا^۳ ۱۹۶۶، کانوا^۱ ۱۹۶۶). دلیل بیشتر برای اثبات نقش مستقیم قارچ به عنوان ناقل BNYVV از آزمونهای انجام شده توسط تاماداو با (۱۹۷۳)، تاماداو همکاران (۱۹۷۵) و آبه و تامادا (۱۹۸۶) برای تأیید انتقال ویروس و کشف پیکره‌های ویروس داخل زئوسپورهای قارچ با روش الیزا و میکروسکوپ الکترونی بدست آمد.

قارچ عضو از راسته پلاسمودیوفورومیست (قارچ‌های پست) است که همه گونه‌های آن عمدتاً "پارازیت اجباری گیاهان آوندی هستند که گسترش و آلوده‌سازی توسط زئوسپور و

1- Keskin

2- Alghisi

3- D'Ambra

هیف‌های نخ‌وش آن صورت می‌گیرد. سایر اعضای این راسته شامل پلاسمودیوئورا براسیکا^۱ عامل بیماری ریشه‌گریزی کلمیان، عامل اسکاب (جرب) پودری سیب زمینی و ناقل بیماری ویروسی مپ تاپ سیب‌زمینی و پلی‌میکساگرامی‌نیس^۲ ناقل ویروس‌های خاکزاد در بسیاری از گیاهان زراعی خانواده گرامینه در تمام دنیا می‌باشند (کوپر و آشر، ۱۹۸۸). رده‌بندی این گروه با هیچ وسیله‌ای معلوم و مشخص نمی‌شود (بار^۳ ۱۹۸۸). برای مثال بین گونه گرامی‌نیس و بته، مرفولوژی ثابت و مشخصی وجود ندارد و اصولاً بر اساس اختصاص میزبانی به ترتیب روی گونه‌های خانواده اسفناجیان و گندمیان طبقه‌بندی می‌شوند. به هر حال تعیین آنکه اختصاص میزبانی در سطح گونه بین گیاهان میزبان وجود داشته باشد و همچنین وجود برخی شواهد و مشاهدات دال بر مشترک بودن پارازیت‌ها و میزبان‌ها به روشن کردن روابط طبقه‌بندی شاید به کمک وسایلی از جمله تجزیه ژنومی نیاز باشد.

چرخه زندگی و فرآیند آلودگی به طور کامل توسط کسکین (۱۹۶۴) و کسکین و فوشز (۱۹۶۹) شرح داده شده است در این جا فقط خلاصه‌ای از آن ذکر خواهد شد. در ابتدا ریشه‌های مویی و یا سلول‌های اپیدرمی توسط زئوسپورهای دو تاژی (که حدوداً ۵ میکرون قطر دارند) آلوده می‌شوند که به نظر می‌رسد به محل رخنه (نفوذ) کرده و جلب می‌شوند. زئوسپورها قبل از نفوذ یک دوره کیستی را می‌گذارند که طی این دوره محکم به هم می‌چسبند و تاژک‌های خود را شل کرده و اندام حفرمانندی را به وجود می‌آورند که در داخل کیست قرار دارد. در فرآیندی که برای نفوذ قارچ به سلول گیاهی اختصاصی است، استاسل از طریق دیواره سلول میزبان به سلول وارد می‌شود و محتویات کیست از طریق سوراخ ایجاد شده به سلول وارد شده و از این رو اگر ویروس وجود داشته باشد به سلول میزبان وارد می‌شود. وقتی که ریشه‌های گیاهچه در سوسپانسیون‌هایی از زئوسپور قرار داده شوند، فرآیند انتقال ویروس از طریق آلودگی قارچی می‌تواند ظرف ده دقیقه صورت گیرد (پیترز^۴ و گادفری - ولت من^۵ ۱۹۹۰).

درون سلول‌های اپیدرمی آلوده شده تال قارچ در پلاسمودیوم اسپورانژ توسعه می‌یابد که ممکن است فضای سلول را پر کند و یا با پلاسمودیوم‌های دیگری که از آلودگی‌های مستقلی ناشی شده‌اند سهیم شوند. نهایتاً هر کدام از آنها به یک زئوسپورانژیم از تعداد متغیری زئوسپورهای ثانویه که توسط لوله کوتاه خارجی به خارج رها می‌شوند متمایز می‌گردند. این‌ها زئوسپورهای ثانویه‌ای هستند که در مزرعه چغندر قند شناکنان به طرف ریشه‌ها و بوته‌های مجاور می‌روند و آنها را آلوده می‌کنند این حالت مرحله فعال و شیوع بیماری است. چرخه‌های بسیاری از تولید زئوسپور ممکن است در طول دوره رویشی تکمیل شود و آلودگی سلول‌ها در لایه‌های عمیق‌تر پوسته نیز رخ دهد (ک.ج. بارگفتگوی شخصی) ولی در بعضی مراحل در

1- Plasmodiophora brassicae

2- P. graminis

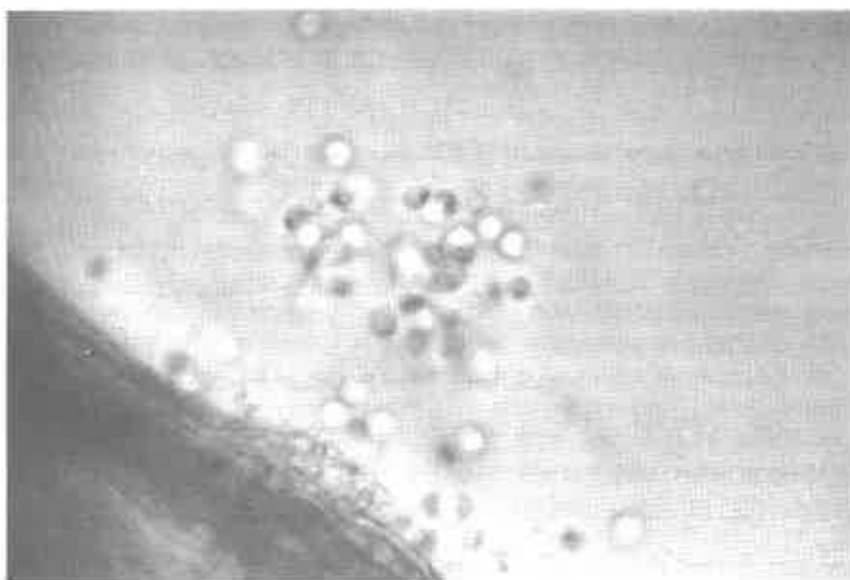
3- Barr

4- Peters

5- Godfrey - Veltman

این گونه ریشه‌های آلوده شده یک تغییر تدریجی از تولید اسپورانژ به سیتوزنوس پلاسمودیا وجود دارد. عواملی که سبب تحریک این فرآیند می‌شوند نامعلوم هستند ولی ممکن است تهاجم چرخه جنسی انگل یا واکنشی به تغییرات فیزیولوژیکی مرتبط با پیری زودرس یا تراکم زیاد آلودگی در ریشه‌های میزبان باشد. سرانجام سیتوزنوس پلاسمودیا به هاگ‌های مقاوم یا سیتوسورهایی که اندام‌هائی در اشکال و اندازه‌های مختلف می‌سازند تبدیل می‌شوند. هریک از آنها بین ۴ تا ۳۰ سیست با دیواره ضخیم ۶ وجهی یا چندوجهی (هریک ۴-۷ میلی میکرون قطری) که محکم به هم چسبیده شده‌اند به وجود می‌آورند. ممکن است در هر سلول یک یا چند هاگ مقاوم به وجود آید که شاخص مرحله بقاء قارچ در چرخه زندگی آن می‌باشد و وقتی که ریشه‌های فرعی در موقع برداشت از ریشه اصلی جدا می‌شوند در خاک رها شوند (شکل ۴-۹). دیرپایی و برگشت‌پذیری هاگهای مقاوم به زندگی دوباره معروف است به‌طوری‌که در خاکهایی که در معرض هوا خشک می‌شوند به مدت ۱۵ سال (آبه و تامادا ۱۹۸۶) و حتی ۲۰ سال (ایوانویچ و همکاران ۱۹۸۳) گزارش گردیده و جمعیت‌های فراوانی از قارچ توسط آشر و پاین (۱۹۹۰) در خاکهای مزارعی که بیش از ۱۷ سال هیچ گونه‌ای از گیاهان زراعی حساس کشت نشده یافت شده است. ترکیب ساختمانی دیواره اسپور هرچه که باشد به مجموعه قارچی موجود در خاک که به‌طور طبیعی تجزیه‌پذیری بالایی دارند چنان مقاومتی به اسپور می‌دهد که برای کنترل بیولوژیکی بیماری ریزومانیا از اهمیت خاصی برخوردار است.

در زمان جوانه‌زنی، هر سیست قادر است از هر هاگ مقاوم یک زئوسپور به وجود آورد که می‌تواند ریشه را آلوده و چرخه زندگی را آغاز نماید (کارلینگ ۱۹۶۸). از آنجائیکه این عمل در همه سیستهای یک هاگ مقاوم به‌طور همزمان انجام نمی‌گیرد، سؤالاتی را به وجود می‌آورد که آیا برای جوانه‌زنی محرک نیاز هست یا آنکه هاگهای مقاوم دارای یک مکانیسم توارثی دوره خواب شبیه به آنچه در بذره‌های بسیاری از گیاهان عالی وجود دارد می‌باشند. به‌خاطر آنکه جداسازی هاگهای مقاوم از خاک یا رها سازی آنها از ریشه مشکل است مطالعات کمی در مورد رفتار هاگ مقاوم انجام شده است. به‌رحال مشاهدات اولیه میکروسکوپی نشان داده است که حداقل بعضی از سیست‌ها در آب مقطر خالص جوانه می‌زنند (اچ.روسنر - گفتگوی شخصی). از این‌رو مورد فوق و تحریک جوانه‌زنی و آلودگی که گاهی اوقات با پیش حرارت دادن خاک تا ۴۰ درجه سانتیگراد بدست می‌آید (بیم‌استر و دوه‌ای ۱۹۸۷) به عنوان یک رویداد اتفاقی برای عواملی مثل خواب که با شستشو دفع می‌شوند مورد تفسیر قرار گرفته است. موقعیت و وضعیت اندامهای این قارچ مثل اندامهای قارچهای دیگر در خاک، ممکن است پیچیده باشد و چنانچه تعادلی بین محرکهای خارجی مورد نیاز برای غلبه بر حالت فونوستاتیک خاک و فاکتورهای داخلی ارائه نماید می‌تواند دانش ما را در مورد پایداری قارچ پلی میکسا افزایش دهد. به جرات می‌توان گفت هرچا که برای مدت طولانی چغندر قند کشت شود قارچ ناقل وجود دارد حتی در جمله کشورهای اسکاندیناوی (لینداستن ۱۹۸۹، برمر و همکاران ۱۹۹۰) و ایرلند شمالی و جنوبی (آسولیوان ۱۹۸۵) که تاکنون ریزومانیا در آنها دیده نشده است.



شکل ۴-۹ قارچ پلی میکسایته ناقل بیماری ریزومانیا (a) هاگهای مقاوم در ریشه و (b) زئوسپورهای رها شده از یک سلول ریشه

وقتی که نمونه‌های خاک تحت شرایط مطلوب مورد سنجش زیستی قرار گرفتند هرچند بعضی اوقات روی نمونه‌های گیاهی تهیه شده از مزارع خیلی کم بودند، ولی هر جا که ارزیابی به‌طور منظم انجام شده است معمولاً فراوانی ظهور قارچ خیلی زیاد است (برای مثال ۹۰٪ از ۱۴۰ مزرعه در بریتانیا (پاین و آش ۱۹۹۰) و ۷۵٪ از ۱۴۳۵ مزرعه در کالیفرنیا ایالت متحده آمریکا (جانسون و همکاران ۱۹۸۹). برآورد سطوح ماده تلقیحی قارچ در خاک با رقیق کردن متوالی نمونه‌های خاک در بعضی کشورها با استفاده از سنجش زیستی گیاهچه‌ها برای پیدا کردن پلی میکسا بته و در بعضی موارد برای BNYVV انجام شده است. روش آماری حداکثر مقدار احتمالی برای تخمین تعداد اندام‌های آلاینده در خاک از گیاهچه‌های آلوده در هر رقتی به کار برده شده است. مقادیر ۱۶ و ۴۸ واحد از پلی میکسا بته در هر میلی‌لیتر خاک در نمونه‌های مزارع آلوده به ریزومانی در هلند بدست آمد (تویی توت ۱۹۹۰) که این مقادیر مشابه مقادیر گزارش شده از شمال ایتالیا (جیافاردینی و ماروتا ۱۹۸۹) اما تا حدی بالاتر از مقادیری است که از بلژیک و خاکهای سالم انگلستان گزارش شده می‌باشد (بلونت ۱۹۸۹) در واقع حتی یک کرت که به مدت ۹ سال در جنوب انگلستان به‌طور مداوم در آن چغندر کشت شده است معدل جمعیت قارچ در هر میلی‌لیتر خاک تنها ۲ واحد بوده است (بلونت ۱۹۸۹). احتمال آنکه قارچ ناقل در حضور ویروس با سرعت بیشتری تکثیر می‌شود را نبایستی از نظر دور داشت. گریک و دافوس (۱۹۸۸) بیان داشته‌اند که حساسیت گیاه به ناقل با آلودگی به ویروس افزایش می‌یابد. به هر حال این مورد اتفاق بیفتد یا رخ ندهد تغییرات مرفولوژیکی همراه با ریزومانی به خصوص تکثیر ریشه‌های فرعی که محل اصلی فعالیت قارچ است سبب افزایش میزان تکثیر جمعیت ناقل آلوده به ویروس می‌شود. علی‌رغم این موضوع قسمتی از هاگهای مقاوم که حامل ویروس آلاینده هستند ممکن است نسبتاً پائین باشد همانطور که در ۱۵-۱۰٪ از نمونه‌های خاک هلند معلوم شده است (تویی توت ۱۹۹۰).

۴-۹- فاکتورهای مؤثر بر توسعه بیماری

قارچ پلی میکسا بته مانند هر قارچ مولد زئوسپور برای حداکثر فعالیت به رطوبت زیاد خاک نیاز دارد. آب برای جوانه زدن کیست‌ها و شنا کردن زئوسپورها برای رسیدن به ریشه، ماده‌ای اصلی و اساسی است. تاکنون محدودیت رطوبت خاک برای فعالیت زئوسپور به طور دقیق معلوم نشده و البته فعالیت زئوسپور با نوع بافت خاک متفاوت خواهد بود. گریک و همکاران (۱۹۹۰) آلودگی گیاهچه‌ها به BNYVV و پلی میکسابته را در خاک‌هایی که به‌طور طبیعی آلوده بودند در فشار کمتر از ۴۰۰- میلی بار یافته‌اند به نظر می‌رسد که آلودگی در خاک‌های سبک فراوان‌تر باشد. گونه براسیکا که قزایت نزدیکی با گونه بته دارد ریشه‌های موئین

را در فشار کمتر از ۸۰۰- میلی بار آلوده می کنند (دوبسون^۱ و همکاران ۱۹۸۲). از این رو حتی ممکن است دوره های بارندگی کوتاه در فواصل بهار و اوایل تابستان برای تحریک کردن زئوسپوره ها شدن در لایه های سطحی خاک کافی باشد (دوهی^۲ ۱۹۹۱) و نیاز رطوبتی برای رشد چغندر قند نیز احتمالاً برای توسعه گونه بته کافی است. البته تداوم رطوبت زیاد موجود در خاک یا بیش از حد بودن سطوح رطوبتی خاک فعالیت بیشتر قارچ را تحریک می کند و این موضوع ممکن است به خاطر رابطه ای بین شدت ریزومانی و فاکتورهایی مثل فقر ساختمان خاک، زهکشی ناکافی، بارندگی های سنگین و مکرر و کاربرد آبیاری (به ویژه آبیاری بیش از حد) در بعضی از کشورها باشد. در واقع شیوع بیماری در نواحی پست از قبیل دره های رودخانه ای که به عنوان مثال می توان به دره پودر شمال ایتالیا اشاره کرد (بون جیووانی^۳ و لانزونی^۴ ۱۹۶۴) و شاخه های فرعی رودخانه های راین و دانوب در جنوب آلمان (هیل مان^۵ ۱۹۸۴) و کلا^۶ در نواحی پست بیشتر به بالاتر بودن سفره آب آنها نسبت داده می شود. ارتباط آبیاری به طور آزمایشی که در ژاپن (آبه^۷ ۱۹۸۴)، کالیفرنیا (گریک و همکاران ۱۹۹۰)، یوگسلاوی (توسیچ و همکاران ۱۹۸۵) و ناحیه لوآره در فرانسه (کاریوله ۱۹۸۷، هوف میستر و ترئیتز ۱۹۸۹) مورد توجه قرار گرفته نشان داده است که آبیاری می تواند اثرات بیماری را وخیم تر کند.

احتیاج پلی میکسایته به حرارت نسبتاً زیاد توسط آبه (۱۹۷۴، ۱۹۸۷)، هوراک و شلوسر (۱۹۸۰) و بلونت و همکاران (۱۹۹۱) گزارش شده است. محققین اخیرالذکر نشان داده اند که روی گیاهچه های در حال رشد در خاک هایی که به طور طبیعی آلوده شده اند در یک دامنه درجه حرارتی ثابت زمان شروع شدن آلودگی کوتاهترین و تکثیر بعدی قارچ در درجه حرارتی حدود ۲۵ درجه سانتیگراد بیشترین بوده است (شکل ۵-۹).

در حرارت ۱۰ درجه سانتیگراد هیچ گونه آلودگی مشاهده نشده و به نظر می رسد حداقل درجه حرارت برای جوانه زنی کیست و آلودگی بین ۱۰ تا ۱۵ درجه سانتیگراد باشد که مشاهدات قبلی در مزرعه را تأیید می کند (هوراک^۶ و شلوسر^۷ ۱۹۸۰). بنابراین انتظار می رود که ریزومانی با سرعت بیشتر توسعه یابد و هرچاکه درجه حرارت خاک در طول فصل رویش زیاد باشد اثراتش در شدت بیماری بیشتر شود. به طور کلی چنین به نظر می رسد بدترین اثر در کشورهایی که اقلیم نوع قاره ای یا مدیترانه ای دارند موردی باشد. برای مثال در کالیفرنیا چغندر قند در زمان کشت در خاک هایی که تقریباً حرارت ۲۰ درجه سانتیگراد یا بیشتر دارند کشت می شود، از سال ۱۹۸۳ که بیماری کشف شد در بیش از ۳۰۰۰۰ هکتار با اثری نسبتاً شدید روی محصول توسعه و گسترش یافته است (نیسن و همکاران ۱۹۸۹). برعکس در نواحی چغندر خیز شمالی تر در دنیا از

1- Dobson

2- Deheij

3- Bonjiovanni

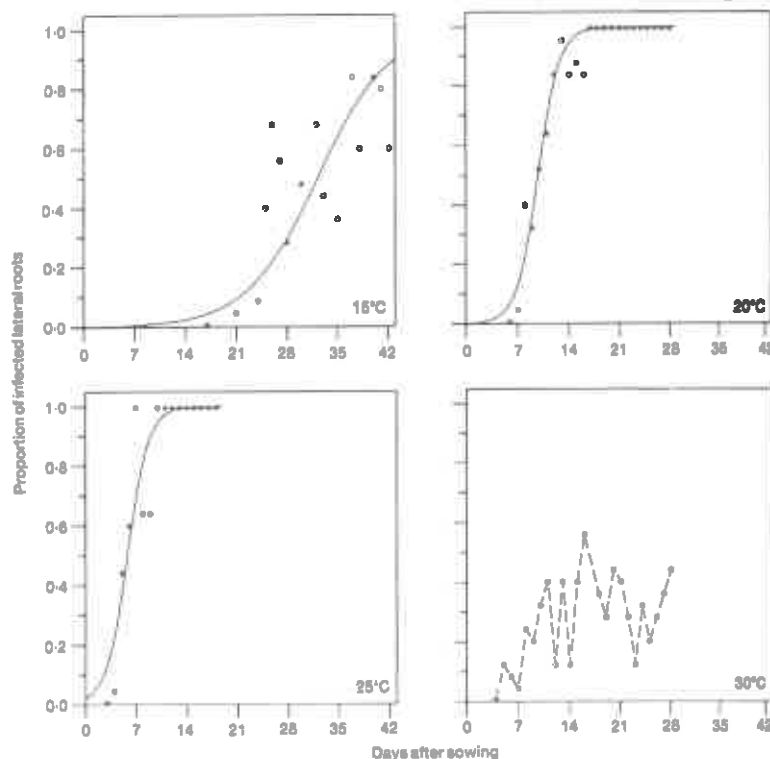
4- Lanzoni

5- Hillmann

6- Horak

7- Schlosser

قبیل انگلستان، ایرلند و کشورهای اسکاندیناوی تاکنون یا به بیماری اصلاً آلوده نشده‌اند و یا آلودگی کمی نشان داده شده است.



شکل ۵-۹ اطلاعات مربوطه همراه با منحنی‌های مربوط به پیشرفت آلودگی پلی‌میکسایته روی ریشه‌های جانبی گیاهچه‌های چغندر قند در حال رویش در خاکی که به‌طور طبیعی آلوده شده در چهار درجه حرارت مختلف

احتمال دارد درجه حرارت خاک در بهار و اوایل تابستان اهمیت ویژه‌ای داشته باشد زیرا بوته‌ها هرچه زودتر آلوده شوند خسارت شدیدتری از ریزومانیا حادث می‌شود (آبه ۱۹۷۴) چون به نظر می‌رسد برای آلودگی آستانه حرارتی ۱۵ درجه سانتیگراد باشد دلایل چندی وجود دارد که حداقل در کشورهایی با اقلیم قاره‌ای که از بهار خنک‌تری برخوردارند حرارت خاک نسبت به معدل حرارتی، کندتر گرم شده و منجر به کاهش توسعه آلودگی و کاهش کمتر محصول می‌شود (آهرنز ۱۹۸۸ و شونل ۱۹۸۹). تعیین مقدار این ارتباط طی سال‌های عدیده ممکن است منجر به یک مدل پیش‌آگاهی برای پیش‌بینی سالیانه شدت ریزومانیا در مناطق ویژه‌ای گردد. ارتباط شدت بیماری ریزومانیا با خاک‌های خنثی یا قلیایی به ترجیح قارچ ناقل به چنین شرایطی نسبت داده شده است. در آزمایش‌ها نشان داده شد پلی‌میکسایته شدیدترین و سریع‌ترین

آلودگی را در pH ۸ تا ۶ ایجاد می‌کند که در پائین‌تر از این حد توسعه کمتری دارد (یوای^۱ ۱۹۷۳، آبه ۱۹۷۴). pH ۵/۵ مانع جوانه‌زنی هاگ‌های مقاوم می‌شود ولی در pH ۶/۵ تا ۷ ادامه می‌یابد (یوای ۱۹۷۳) و فعالیت زئوسپورها در pH کمتر از ۵ "کلا" متوقف می‌شود (ایوانوویچ^۲ ۱۹۸۴). به هر حال هاگ‌های مقاوم در این شرایط زنده می‌مانند به طوری که اگر pH خاک‌های آلوده بالا رود و یا با اضافه کردن آهک افزایش یابد پتانسیل بیماری تجدید می‌شود. علاوه بر این شرایط اسیدی خاک که از توسعه بیماری ریزومانیا جلوگیری می‌کند برای کشت چغندر قند نامناسب است در حالیکه کنترل بیماری با تغییر pH خاک عملی عاقلانه نیست.

به خصوص در برنامه تناوب زراعی که کشت چغندر قند به دفعات در آن قرار می‌گیرد تاثیر مهمی روی سرعت توسعه بیماری ریزومانیا دارد و مدت‌ها است که به آن توجه شده است (یوای ۱۹۷۳، سوتیچ^۳ و میلووانوویچ^۴ ۱۹۸۱، ریچارد مولارد^۵ ۱۹۸۴). علی‌رغم عدم شواهد آزمایشی معتبر فرض شده است که مانند سایر آفات و بیماری‌های خاک‌زاد کشت مکرر یک گیاه زراعی حساس موجب شود تا ماده تلقیح اولیه سریعاً به سطوح خسارت برسد. در مورد بیماری ریزومانیا، بیماری اساساً به گونه‌های جنس بتا که گیاهان زراعی مهمی مثل چغندر قند، انواع مختلف چغندر علوفه‌ای، چغندر لوبی و چغندرهای برگ‌ی مثل سویس چارد را شامل می‌شود محدود می‌گردد. معذالک اسفناج میزبان خوبی است اگر شروع آلودگی توسعه یافته باشد عقیده بر این است که تکرار دو یا سه کشت چغندر قند احتمالاً قبل از آنکه سطوح ماده تلقیحی به حد کافی برای به وجود آوردن علائم بیماری حداقل در اقلیم معتدل‌تر لازم است. این موضوع علی‌رغم این واقعیت که ارتباط واقعی بین تراکم ماده اولیه تلقیحی و شدت بیماری (به ویژه حداقل آستانه مورد نیاز برای بیماری) هرگز به طور قاطع استقرار نمی‌یابد و بیشتر به خاطر مشکل بودن تخمین سطوح ماده تلقیحی به طور طبیعی در خاک می‌باشد. به هر حال روشن است وقتی بیماری ریزومانیا برای یک بار در مزرعه مستقر شد طولانی کردن دوره تناوب سبب سودآوری جزیی می‌شود. گرون‌والد^۶ و همکاران ۱۹۸۳ گزارش کردند که بخش قابل ملاحظه‌ای از مزارع آلوده که بیش از هفت سال در آنها چغندر قند کشت نشده است هنوز دارای پتانسیل بالایی برای ایجاد بیماری هستند و کاهش شدید محصول به واسطه بیماری ریزومانیا بعد از نکاشتن گیاهان زراعی حساس به مدت ۱۰ تا ۱۵ سال مشاهده شده است (شلوسر ۱۹۸۸).

1- Uj

2- Ivanovic

3- Sutic

4- Milovanovic

5- Richard - Molard

6- Grunewald

۵-۹- گسترش بیماری

بدون تعجب ظهور بیماری ریزومانیا در طول ۲۰ سال گذشته در بسیاری از کشورهای جدا از هم در دنیا تفکر و توجه شایان توجهی را برانگیخته است که چگونه یک بیماری خاک‌زاد توانسته سریمای^۱ چنین انتشار وسیعی داشته باشد. پیدایش اولیه بیماری در شمال ایتالیا در ناحیه‌ای که مدت‌های طولانی مرکز اصلاح نبات و تولید بذری بوده بر انتقال بیماری توسط بذری به عنوان وسیله پراکنش در فواصل طولانی دلالت دارد. به هر حال همه تلاش‌ها برای انتقال ویروس با بذری با شکست مواجهه شده است. در بوته‌های ورنالیزه شده‌ای که به بیماری ریزومانیا آلوده شده‌اند، معمولاً ویروس به ریشه محدود می‌شود (هیل‌مان و شلوسر ۱۹۸۶) در اکثر موارد بوته‌ها پوسیده شده و می‌میرند (های بروک ۱۹۸۸). حتی هر جا که ویروس فراگیر شود و گل‌آذین تولید گردد گلها به سمت ناباروری متمایل می‌شوند (شلوسر ۱۹۸۷). بذری زنده تنها روی دو بوته‌ای که به طور فراگیر آلوده شده و توسط های بروک (۱۹۸۸) به خاک آلوده انتقال یافته بودند تشکیل شد و ویروس در بوته‌های روئیده شده از این بذرها دیده نشد. به طور کلی می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که BNYVV نمی‌تواند به داخل بذری منتقل شود (شلوسر ۱۹۸۷). به هر حال امکان انتشار بیماری توسط بذری خام آلوده شده با خاکی که به ریزومانیا آلودگی دارد را نبایستی نادیده گرفت. در واقع های بروک (۱۹۸۸) قارچ پلی میکسبته (و احتمالاً BNYVV) را در خاک و مواد زائد حاصله از بوجاری بذری خامی که در مزارع آلوده به ریزومانیا در ایتالیا تولید شده بود پیدا کرده است. از این رو مصرف درست مواد زائد حاصله از بوجاری بذری وارداتی در کشورهایی مثل انگلستان که هنوز بیشتر مناطق آن توسط بیماری آلوده نشده است یک اقدام احتیاطی به شمار می‌رود (وزارت کشاورزی، ماهیگیری و جنگل ۱۹۸۴). می‌توان چنین نتیجه گرفت که بذری مورد استفاده برای تولید تجارتی ریشه که به منظور حذف لایه‌های خارجی و پوشش گل در اطراف بذری بوجاری شده و در اکثر موارد قبل از کشت با یک قارچ‌کش ضد عفونی می‌شوند، احتمال نمی‌رود که یک منبع آلودگی باشند. انتقال بیماری ریزومانیا تنها از طریق کرتهای آزمایشی به‌نژادگران که در گذشته از بذرها بوجاری و ضد عفونی نشده استفاده می‌کردند مشاهده گردیده است.

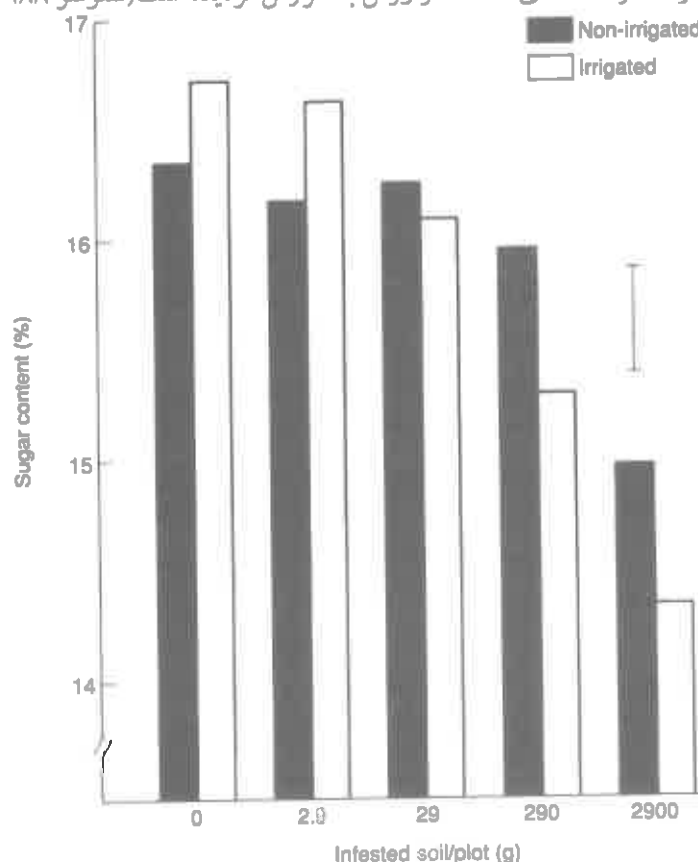
روش آسانی که با آن ماده تلقیحی بتواند در مقدار کم خاک انتقال یابد در راس کارهای تحقیقاتی اخیر (هاف‌میستر^۱ و توییتر^۲ ۱۹۸۹) قرار گرفته است. با پخش مقداری (۲/۹ گرم تا ۲/۹ کیلوگرم) خاک شدیداً آلوده در کرت‌های عاری از بیماری ریزومانیا و سپس کشت چغندر قند با آبیاری یا بدون آبیاری، توانستند اندازه‌های قطعی لازم برای تولید آلودگی قابل رؤیت و کاهش‌های معنی‌دار محصول در یک دوره فصل رویشی را به اثبات برسانند. آلودگی به ویروس در ریشه‌های نمونه‌گیری شده از تمام کرت‌ها در پایان فصل به روش الیزا یافت شد.

بعلاوه کاهشی در عیار قند که از نظر آماری معنی‌دار بوده است در ریشه‌های برداشت شده از کرت‌هایی که کمتر از ۲۹ گرم خاک آلوده برابر با ۵ کیلو خاک در هکتار دریافت داشته‌اند در هر کرت ۶×۱۰ متری پخش شده‌اند یافت شده است (شکل ۶-۹). مقادیر بسیار کم خاک از قبیل خاکی که به طور معمول به وسایل نقلیه کشاورزی و ماشین‌آلات می‌چسبند می‌توانند به آسانی بیماری را گسترش دهند. در واقع اکنون به‌طور کلی معلوم شده است گسترش ثانویه بیماری ریزومانی در نواحی آلوده به‌طور قطع از این طریق باشد (ریچارد مولارد ۱۹۸۵، کاریول^۱ ۱۹۸۷، های بروک ۱۹۸۸). حقیقت این است که چغندر قند معمولاً در نواحی کشاورزی و حاصلخیز که حرکت ماشین‌آلات بین مزارع زیاد صورت می‌گیرد متمرکز است به‌خصوص هرجا که برای برداشت و سایر عملیات کشاورزی از پیمانکاران استفاده شود مشکل وخیم‌تر خواهد شد. به‌همین دلیل در بعضی از کشورها به منظور جلوگیری از گسترش مخاطره‌آمیز این بیماری، ضد عفونی و تمیز کردن ماشین‌آلات و وسایل نقلیه‌ای که بین مزارع و کارخانه‌ها تردد می‌کنند اعمال می‌شود (کاریول ۱۹۸۷). به‌نظر می‌رسد انتشار بعدی ماده تلقیحی در یک مزرعه آلوده به بیماری بیشتر فرآیند مکانیکی داشته باشد (شافل^۲ و همکاران ۱۹۸۵) و باید توجه داشت گسترش بیماری به صورت نوارهای طولی یا با اشکال متقاطع اغلب بر عملیات مهم زراعی منطبق است.

حداقل از نظر تئوری گسترش بیماری به فواصل خیلی زیاد از طریق خاک چسبیده به ریشه‌های سبزیجات و سیب‌زمینی‌هایی که در نواحی آلوده به بیماری ریزومانی کشت می‌شوند نیز امکان‌پذیر است. به این دلیل قوانینی که اخیراً در بریتانیا به مرحله اجرا در آمده است بر آن تاکید دارند که بذر سیب‌زمینی‌های وارداتی از نواحی تأیید شده از نظر عاری بودن بیماری ریزومانی بدست آید و خاک زائد و مواد گیاهی همراه با سبزیجات و سیب‌زمینی‌های وارداتی برای فرآوری و بسته‌بندی به زمین کشاورزی برگشت داده نشوند (MAFF 1988) وزارت کشاورزی، ماهیگیری و جنگل) در طول سال‌های ۱۹۸۶ تا ۱۹۹۱ BNYVV در دو مورد در خاک چسبیده به سیب‌زمینی‌های وارد شده به بریتانیا یافت شده است (اس - آ - هیل گفتگوی شخصی). به هرحال در کشورهایی که بیماری تقریباً بومی شده ممکن است کنترل گسترش آن بدین طریق مشکل باشد (هخت^۳ ۱۹۸۸).

به‌نظر می‌رسد انتشار وسیع در ناحیه کارخانه‌های قند نیز در بعضی کشورها از طریق استفاده از خاک اضافی حاصله از فرآوری کارخانه‌ها برای منظورهای کشاورزی رخ دهد. برای مثال در ژاپن که گیاهچه‌های چغندر قند در گلدان‌های کاغذی رویانده می‌شوند و سپس به مزرعه منتقل می‌گردند در سال ۱۹۶۹ استفاده از خاک زائد آلوده در گلدان‌ها سبب شد بخش مهمی از ناحیه تولید چغندر قند در همان سال آلوده شود (یوای ۱۹۷۳). به‌همین نحو در فرانسه عمل برگرداندن

مقادیر جزیی از خاک زائد به زمین‌های کشاورزی طی سال‌های متوالی سهم زیادی در گسترش بیماری داشته است (ریچارد مولارد ۱۹۸۵، کاریول ۱۹۸۷). خاک‌هایی که اصولاً در طول دوره بهره‌برداری در کارخانه‌های قند انباشته می‌شوند خاک‌هایی هستند که به ریشه‌های چغندر قند چسبیده‌اند و قبل از عمل فرآوری شسته می‌شوند، چنین خاک‌های حاصله از ریشه‌های آلوده به بیماری ریزومانیا حامل ماده تلقیحی خیلی زیاد با توانایی ایجاد بیماری خواهند بود که امروزه معلوم شده است خاک زائد هر کارخانه بایستی فقط در اختیار مکان‌های غیر کشاورزی قرار گیرد (کاریول ۱۹۸۷). گسترش بیماری از مزرعه‌ای به مزرعه دیگر نیز ممکن است در نتیجه وزش باد روی خاک‌های نسبتاً سبک رخ دهد که امری غیرقابل اجتناب است. گرچه تاکنون این روش گسترش قارچ دقیقاً به اثبات نرسیده ولی حرکت سیست‌های خیلی زیادی از نماتد مولد سیست چغندر قند در خاک‌های حاصله از وزش باد گزارش گردیده است (شلوسر ۱۹۸۸).



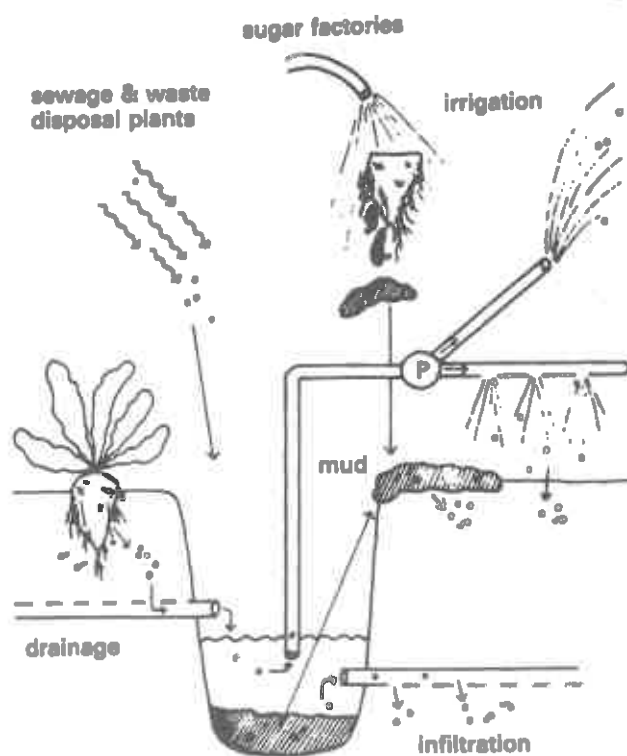
شکل ۹-۶ عیار چغندر کشت شده در کرت‌های (۱۰ x ۱ متر) که به‌طور مصنوعی با میزان‌های مختلف خاک آلوده قبل از سال ۱۹۸۹ آلوده شده‌اند (از هوف میستر و توتی‌ت ۱۹۸۹).

صرف نظر از حرکت خاک آلوده، آب وسیله مهم دیگری است که می تواند باعث انتشار بیماری گردد. های بروک (۱۹۸۷) راه های مختلفی را که هاگ های مقاوم قارچ پلی میکسبته می توانند داخل آب زهکشی شده و راه بازگشت خود را به درون لایه شخم خورده پیدا کنند شرح داده است (شکل ۷-۹).

راه های فوق شامل استفاده از آب زهکشی آلوده برای آبیاری یا پاشیدن روی مزارع یا بالآمدن سفره آب در طول فصل رشد می باشد. در هلند توسعه ریزومانی اغلب در حاشیه مزارع نزدیک زهکش ها به دنبال رسوب آب گل آلود حاصله از فعالیت های لایروبی نهرهای زهکشی شروع می شود. در کالیفرنیا گسترش منطقه ای و محلی بیماری را بیشتر به استفاده از آبیاری نشتی که آب اضافی از مزرعه ای به مزرعه دیگر جریان می یابد نسبت می دهند (باب ۱ و همکاران ۱۹۸۹). علی رغم اقدامات لازم به منظور کاهش فعالیت بیولوژیکی نظیر هضم هوازی و غیرهوازی و عمل رسوب گذاری طولانی مدت در فاضلاب ها، هاگ های مقاوم زنده قارچ نیز از فاضلاب کارخانه های قند که به آب راهها می ریزند کشف و پیدا شده است (ج-اس-دبلیو دیکنز^۲ گفتگوی شخصی). توانایی این گونه اسپورها به پایداری و استقامت در شرایط غیرهوازی (همراه با تعلیق خاک آلوده شده) به مدت بیش از یک سال به صورت آزمایشی توسط های بروک (۱۹۸۷) به اثبات رسیده است. به همین نحو هم قارچ پلی میکسبته و هم BNYVV می توانند در مواد دفعی گوسفندانی که از مزارع چغندر قند آلوده به بیماری ریزومانی عبور می کنند و از بقایای ریشه چغندر قند تغذیه می نمایند باقی بمانند (هیل مان ۱۹۸۴، هیچ بروک ۱۹۸۸). بنابراین استفاده از کود حیوانی مخلوط فضولات مایع دامها که می توانند حامل عوامل بیماریزا باشند خطری برای گسترش بیماری است این مورد خطر نیز برای چرای حیوانات در مزارع چغندر قند بعد از برداشت نیز وجود دارد. برعکس آهکی که در فرآیند استحصال شکر بکار برده می شود و بعد از بازیافت در زمین های زارعی مصرف می گردد خطر آلودگی به بیماری را به دنبال ندارد. درجه حرارت (بیش از ۷۰ درجه سانتیگراد) در زمان استحصال شکر برای کشته شدن هاگ های مقاوم قارچ پلی میکسبته کافی است.

چون میزبانهای دیگر قارچ پلی میکسبته کم اهمیت تر از چغندر قند نیستند، دامنه میزبانی آن در چندین کشور مورد مطالعه قرار گرفته است، به خصوص اگر میزبانها گیاهان خودرویی باشند سبب گسترش و تکثیر بیماری ریزومانی بین زراعت های چغندر در تناوب زراعی می شوند. گرچه گیاهان میزبان اصولاً به خانواده اسفناجیان محدود می شوند، معلوم شده است گیاهان دیگر خارج از این خانواده (مثل تاج خروس و خرفه) با آنچه که بنظر می رسد پلی میکسبته آلوده می شوند و سوا شده ها به فرم اسپیسپاله نسبت داده می شوند (بار ۱۹۷۹، آبه و یوئی ۱۹۸۶).

سوا شده‌های قارچ از خانواده میخکیان وضعیت مشابهی دارند (ایوانوویچ ۱۹۸۸، بار و آشر ۱۹۹۲). به هر حال تا آنجا که به گیاهان زراعتی خودرو مربوط می‌شود گونه‌های معینی از سلمک است که بیشترین تهدید را به وجود می‌آورند. علی‌رغم مفایرت نتایج که از کشورهای مختلف بدست آمده نشان‌دهنده اختصاصی بودن سوا شده‌های قارچ در سطح بسیار بالایی می‌باشند (بار ۱۹۷۹، آبه و یونی ۱۹۸۶، گریک و دافوس ۱۹۸۷، گوفارت و همکاران ۱۹۸۹، شلوسر ۱۹۸۸، بار و آشر ۱۹۹۲). چنین اختصاصی بودن، فرصت را برای انتقال ویروس به علفهای هرز یا از گیاهان زراعی خودرو محدود می‌سازد و احتمالاً نقش آنها را در همه‌گیری بیماری ریزومانیا حداقل در نظامهای کشاورزی توسعه یافته کم‌اهمیت می‌کند.



شکل ۹-۷: راه‌های مختلفی را که هاگ‌های مقاوم قارچ پلی‌میکسایته می‌توانند داخل آب زهکشی شده و راه بازگشت خود را به درون لایه شخم خورده پیدا کنند.

۹-۶- مبارزه

۹-۶-۱- عملیات کشاورزی

برای کاهش خسارت حاصله از ریزومانی در مزارعی که قبلاً به بیماری آلوده شده‌اند چندین عمل کشاورزی توصیه شده و در بعضی کشورها مورد قبول واقع شده است. شاید قابل توجه‌ترین آنها تکنیک انتقال است در این روش گیاهچه‌های چغندرقند در خاک استریل شده در گلدان‌های کاغذی رویانده و به‌طور مکانیکی به مزرعه انتقال داده می‌شوند. این روش زمان اولین آلودگی بوته‌ها را به تاخیر می‌اندازد علاوه بر این شروع رشد اولیه‌ای را برای آنها فراهم می‌کند و می‌تواند سودآوری محصول را سبب شود. در آزمایشهای انجام شده توسط ریچارد مولارد در فرانسه (۱۹۸۴) تولید محصول شکر از ۵/۶ تن در هکتار از گیاهچه‌های منتقل شده و رشد یافته در کرت‌های آلوده به بیماری ریزومانی در مقایسه با محصول ۲/۶ تن شکر در هکتار حاصله از کرت‌های کاشته شده در اواخر آوریل گزارش شده است. عمل انتقال گیاهچه‌های چغندرقند در اروپا به‌خاطر محدودیت‌های مالی مورد استفاده نیست. معذالک در ژاپن که تولید اقتصادی شکر ملموس است انتقال مکانیزه گیاهچه‌ها امری عادی است و با استفاده از این روش در ۲۳٪ از مزارع آلوده به بیماری سود قابل ملاحظه‌ای عاید شده است (آبه ۱۹۸۷).

کشت زود چغندرقند به عنوان یک اصل نیز برای استقرار بوته‌های سالم در مزرعه حداقل در کشورهای که درجه حرارت در زمان کاشت به حد کافی پائین است توصیه شده است. حداقل درجه حرارتی که قارچ پلی‌میکسایته فعال می‌شود و نهایتاً توانایی انتقال و پروس را پیدا می‌کند در دامنه حرارتی بین ۱۰ تا ۱۲ درجه سانتیگراد است (بلونت^۱ و همکاران ۱۹۹۱)، در حالی که جوانه‌زنی و رشد چغندرقند در حرارت کمتر از ۳ درجه سانتیگراد رخ می‌دهد (گومرسون^۲ و جاگارد^۳ ۱۹۸۵). در بریتانیا مشاهده افزایش آلودگی قارچ در بوته‌های دیرکاشت در آزمایشهای صحرایی به استناد مشاهدات بلونت و همکاران (۱۹۹۲) بوده و بیانگر این واقعیت است که کشت زود مجال استقرار بوته‌های چغندرقند را در حرارت‌هایی که برای فعالیت قارچ خیلی پائین است می‌دهد (شکل ۸-۹).

بنظر می‌رسد زمانی که خاک برای ظهور آلودگی به حد کافی گرم شود بوته‌ها درجه‌ای از مقاومت را بدست می‌آورند از چنین مشاهداتی می‌توان به منافع کشت زود در رابطه با کاهش محصول از بیماری ریزومانی اشاره نمود که تکثیر و پروس در ریشه ممکن است به طور معنی‌دار هر جا که آلودگی توسط قارچ ناقل کند یا به تاخیر افتد کاهش یابد. آزمایشهای صحرایی انجام شده در مزارع آلوده آلمان نشان می‌دهد کشت چغندرقند در آخر ماه مارس در مقایسه با کشت در اواخر آوریل، افزایش محصول شکر در واریته‌هایی که مقاومت جزئی دارند تا ۴۵٪ و در رقم

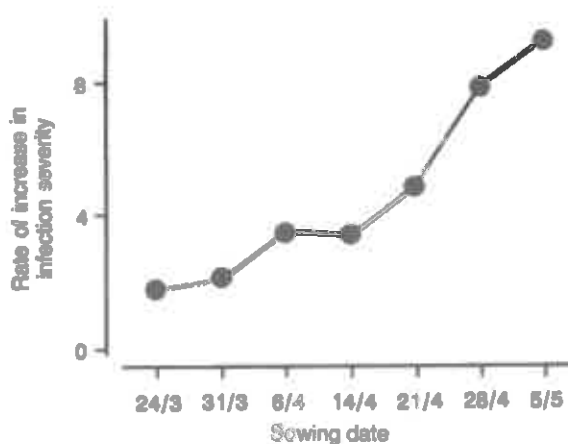
1- Blunt

2- Gummerson

3- Jaggard

حساس تا ۶۸٪ گزارش شده است (آهرنز^۱ ۱۹۸۶).

سایر اقدامات اصلاحی توصیه شده برای کم کردن آلودگی در نواحی که بیماری بومی شده است پرهیز از رطوبت خیلی زیاد در خاک است که شرایط مساعد را برای توسعه بیماری فراهم می‌سازد و کنترل سایر گیاهان میزبان بیماری است که احتمالاً در غیاب چغندر قند سبب تکثیر ماده تلقیحی می‌شوند. نگهداری مطلوب ساختمان خاک و زهکشی کافی در نواحی دارای بارندگی زیاد (مثل نواحی دریای آتلانتیک) یا رگبارهای متناوب شدید تابستانه دارای اهمیت خاصی است (مثل شمال شرقی فرانسه). هرجا که آبیاری برای رشد و نمو گیاه چغندر قند لازم باشد، به کشاورزان توصیه می‌شود از مصرف زیاد آب که نباید بیشتر از دو سوم ظرفیت مزرعه باشد خودداری نمایند و به هر قیمتی که ممکن است از جریان هرز آب سطحی که در گسترش و توسعه بیماری سهم بسزایی دارد اجتناب ورزند. کنترل گیاهان میزبان قارچ ناقل به‌ویژه در سایر زراعت‌ها که در تناوب زراعی با چغندر قند قرار می‌گیرند بیشتر روی گونه‌های خانواده اسفناجیان مثل سلمک متمرکز است که ممکن است به نژادهای قارچ پلی میکسایته که به چغندر قند حمله می‌کند حساس باشد. به هر حال حداقل در کشورهای که ساقه‌روی در زراعت چغندر قند مساله مهمی است احتمال دارد چغندرهای هرزی که از بذر حاصله توسط بوته‌های ساقه رفته به وجود می‌آیند، بتوانند تکثیر ویروس را همچنان تداوم بخشند. با این وجود در اکثر زراعت‌های غیر چغندری این گونه‌های گیاهی به آسانی توسط علف‌کش‌های انتخابی کنترل می‌شوند و عامل مهمی در اپیدمیولوژی بیماری نیستند.



شکل ۹-۸- تاثیر تاریخ کاشت روی میزان آلودگی بعدی بوته‌ها بوسیله پلی میکس در کرت‌های مزرعه (از بلونت و همکاران ۱۹۹۲).

۲-۶-۹- مبارزه شیمیایی

حساسیت زئوسپور قارچ به تغییر در محیط شیمیایی خود و منافع آشکار حفاظت بوته‌ها از آلودگی که در مراحل اولیه رشد و نمو شان بدست آمده (مثلاً از طریق انتقال گیاهچه) فعالیت تحقیقاتی زیادی را برای مبارزه شیمیایی موجب شده است (شافل ۱۹۸۷، آشر ۱۹۸۸). همانند اکثر بیماری‌های دیگر خاک‌زاد، مساله مبارزه بیشتر به خاطر نبودن ترکیبات مؤثر برای نفوذ و حفاظت مداوم منطقه توسعه ریشه نیست برعکس هاگ‌های قارچ ظاهراً به عمل مواد شیمیایی و تجزیه میکربی بسیار مقاوم هستند، اگرچه حرارت ۶۰ درجه سانتیگراد به مدت ده دقیقه کشنده است، (آبه ۱۹۸۷) لیکن به بعضی از ضد عفونی‌کننده‌های خاک حساسند و احتمالاً پیکره‌های ویروس به مدت طولانی در داخل اسپورها زنده باقی می‌مانند.

قارچ‌کش‌هایی که تاکنون بر علیه ریزومانی گزارش شده‌اند اخیراً به طور وسیعی مورد تجدید نظر و آزمایش قرار گرفته‌اند (شافل ۱۹۸۷، آشر ۱۹۸۸). در بین ترکیبات غیر آلی نمک‌های یون‌های فلزی مانند روی که به طور خیلی مؤثری بر ضد عوامل قارچی مولد زئوسپور بعضی گیاهان گلخانه‌ای در کشت هیدروپونیک مصرف شده‌اند (به مقاله آشر ۱۹۸۸ مراجعه شود) و مس که هیچ‌گونه کارایی در کنترل ریزومانی در مزارع آزمایشی در ایتالیا و فرانسه از خود نشان نداده است (کانووا و همکاران ۱۹۷۵، نون ۶-۱۹۸۰). حتی کالومل (کلرور جیوه) که بر علیه بیماری ریشه‌گریز خاجیان که توسط پلاسمودیوفورا براسیکا ایجاد می‌شود و نسبت خیلی نزدیکی با قارچ مولد ریزومانی دارد وقتی که به مقدار یک کیلوگرم در هکتار در مناطق آلوده به ریزومانی به کار برده شد هیچ‌گونه کارایی مؤثری از خود نشان نداده است (الگیشی و آمبرا ۱۹۶۶)، علی‌رغم آنکه به ظاهر آلودگی به پلی میکسایته را در آزمون‌های گلدانی کلاً متوقف نموده است (شافل ۱۹۸۷).

به نظر می‌رسد تاثیر گوگرد به کار برده شده در خاک اساساً به خاطر تاثیرش روی pH خاک باشد. دادن گوگرد به خاک در آزمایشهای صحرایی در ژاپن به منظور کاهش pH خاک تا زیر ۶ مانع آلودگی ریشه‌ها توسط قارچ پلی میکسایته گردید (آبه و تسوبوکی^۱ ۱۹۷۸) و خسارت وارده توسط بیماری ریزومانی را کاهش داده است (میاواکی^۲ و همکاران ۱۹۸۳). این رویه کنترل نیز در آزمایشهای انجام شده در ایتالیا مؤثر بوده است (کانووا و همکاران ۱۹۷۵ کاسارینی^۳ ۱۹۷۵) اکنون همراه با تدخین خاک به عنوان تیمار استاندارد برای لکه‌های مجزا شده مزارع آلوده به ریزومانی در ژاپن توصیه می‌شود (آبه ۱۹۸۷).

چندین ترکیب آلی که تاثیر قارچ‌کشی یا اثر کنندگی آنها بر رشد قارچ تایید شده است، به منظور تعیین قدرت اثر آنها در کنترل پلی میک در گلدانهای آزمایشی و یا کاهش علائم بیماری و ضایعات محصول ناشی از ریزومانی در مزرعه و یا هر دو آنها مورد آزمایش قرار گرفته‌اند. (برای مثال مقاله شافل ۱۹۸۷ را ملاحظه نمائید). در آزمون‌های گلخانه‌ای اکثر آنها تاثیر قابل رؤیتی روی آلودگی قارچی به میزانی که سبب نبات سوزی شوند نداشتند. به هرحال بعضی از آنها از

قبیل قارچ‌کش‌های گروه بنزیمیدازول، کینتوزین، فن آمینوسولف و پروتیوکارب اثراتی علیه این گروه قارچی نشان داده‌اند (بروئین و ادکینگتون^۱ ۱۹۸۳). وقتی که به خاک گلدان‌های آزمایشی در گلخانه بنومیل و هم تیوفانات متیل اضافه نمودند آلودگی گیاهچه‌های چغندر قند توسط پلی میکسا کاهش یافت (شافل ۱۹۸۷، آشر ۱۹۸۱) اما زمانی که در مزارع آلوده به ریزومانی در فرانسه و آلمان بکار برده شدند قارچ‌کش دوم در افزایش محصول موفقیتی نداشت (شافل ۱۹۸۷). قارچ‌کش کاربندازیم که با نام باوستین توسط (BASF) فرموله شده نیز در جلوگیری یا به تاخیر انداختن آلودگی توسط پلی میکسا هم در گلخانه و هم در کرت‌های آزمایشی کوچک تاثیر بسیاری داشته است (آشر ۱۹۸۸). به هر حال این موضوع بیشتر به مواد جانبی در فرمولاسیون سم نسبت داده می‌شود تا به مقدار ماده مؤثره موجود در سم (هاین ۱۹۸۷). حتی در آزمایشهای صحرائی مصرف سم تا بیش از ۴۵۰ کیلوگرم در هکتار در عمق ۱۰ سانتیمتری قبل از کشت نیز اثری روی توسعه بیماری نداشته است (هاین ۱۹۸۷).

تنها قارچ‌کش آزمایش شده‌ای که تا این تاریخ برای ضد عفونی بذر گزارش شده است پروتیوکارب می‌باشد. مصرف سم به میزان یک میلیگرم در هر بذر در گیاهچه‌های رویش یافته در آزمایشهای گلخانه‌ای با استفاده از خاک‌هایی که شدیداً به پلی میکسا آلودگی داشتند بهبودی حاصل شده است. مخلوط کردن سم با خاک نیز در آزمون‌های گلدانی سبب کاهش آلودگی شده است (هوراک و شلوشر ۱۹۸۷). ماده شیمیایی پروپاموکارب که رابطه نسبتاً نزدیکی با پروتیوکارب دارد مؤثر نبوده است (هاین ۱۹۸۷، شوفل ۱۹۸۷). سایر قارچ‌کش‌هایی که تا حدودی بر علیه پلی میکسا در خاک گلدان‌های آزمایشی از خود تاثیری نشان داده‌اند، فوزتیل آلومینیم (هیل مان ۱۹۸۴، هاین ۱۹۸۷، شافل ۱۹۸۷) تری سیکلده‌زول (شافل ۱۹۸۷) و قارچ‌کشی که تحت شماره WL105305 (هم‌نام با DSC 33520F, NK 483، هاین ۱۹۸۷، شافل ۱۹۸۷، آشر ۱۹۸۸) را می‌توان نام برد. گزارش شده است ترکیب آخری که یکی از مشتقات سالیسیل آمید می‌باشد در کنترل پلاسمودیوفورا براسیکا مؤثر بوده است (بوچاکی ۱۹۸۴، دیکسو و ویلسون ۱۹۸۴) ولی وقتی در زمین آلوده به بیماری ریزومانی به میزان ۳۰ کیلوگرم در هکتار بداخل شیارهای باز شده برای کشت بذر سمپاشی شد کمترین افزایش محصول مشاهده نشد (آرنز ۱۹۸۶). پس معلوم میگردد حتی امیدبخش‌ترین ترکیباتی که تا این تاریخ از آزمون‌های گلخانه‌ای بدست آمده برای کنترل بیماری ریزومانی در مزرعه با شکست روبرو شده‌اند. مساله حفظ سیستم ریشه برای طول مدت کافی با مواد شیمیایی هنوز به طور کامل "مشخصی بدست نیامده و باید منتظر به تکامل رسیدن قارچ‌کش‌های فراگیر که بر توده سلولی قارچ پلی میکسا تاثیر بگذارند بود.

برعکس، تمام ضد عفونی‌کننده‌های خاک که تاکنون آزمایش شده‌اند وقتی در پائیز در مزارع آلوده به بیماری ریزومانی به کار برده می‌شوند، در زراعت بعدی چغندر قند محصول قابل توجهی تولید خواهند کرد. این گونه ضد عفونی‌کننده‌های خاک شامل متیل پروماید (الگیشی و

همکاران ۱۹۶۴، ریچارد مولارد ۱۹۸۵، مارتین و ویتنی ۱۹۸۶) تمام سدیم (الگیشی و همکاران ۱۹۶۴، آنون ۶-۱۹۸۰، هوراک ۱۹۸۰)، کلروپیکرین (مارتین و ویتنی ۱۹۸۶) و نماتدکشی‌های دازومت (آبه ۱۹۸۷)، دی کلروپروپن (تلون، هس و شلوسر ۱۹۸۴، مارتین و ویتنی ۱۹۸۶) و مخلوط دی کلروپروپن با دی کلروپروپان (دی-دی، آبه و تسوبوکی ۱۹۷۸، شوفل ۱۹۸۷) میباشند. به هرحال ملاحظات اقتصادی و زیست محیطی سبب محدودیت استفاده از ضد عفونی‌کننده‌های خاک شده است. احتمالاً متیل بروماید مؤثرترین ضد عفونی‌کننده خاک باشد (جدول ۳-۹) ولی به خاطر سمیت بیش از حد و قیمت گران آن احتمال دارد، فقط به عنوان یک اقدام استثنایی بهداشتی در مزارعی که برای اولین بار به بیماری ریزومانی آلوده می‌شوند، (مثل انگلستان) استفاده گردد (اس - آ- هیل گفتگوی شخصی). در ژاپن برای ریشه‌کنی بیماری در لکه‌های داخل مزارعی که آلودگی خفیف دارند از مخلوط دی کلروپروپن و دی کلروپروپان توصیه شده است (آبه، ۱۹۸۷). این سم در مزارع آلوده کالیفرنیا در عمق ۱۷ سانتیمتری تقریباً "دو هفته قبل از کاشت به کار برده می‌شود. این ترکیب نسبت به ترکیباتی که ویتنی و مارتین (۱۹۸۸) آزمایش کرده‌اند اقتصادی‌ترین ترکیبی است که سبب افزایش متوسط وزن ریشه تا حدود ۱۳۷ درصد و عیار قند تا ۴۵٪ شده است (جدول ۳-۹). احتمال دارد چنین ترکیباتی در جاهائی که بیماری گسترش وسیع و شدید دارد و هیچ وسیله دیگری در دسترس نیست از نظر اقتصادی ارزشمند باشند. به هرحال این ترکیبات تا حدودی مؤثرند زیرا با وجودی که ممکن است هاگ‌های مقاوم در لایه‌های بالای خاک کشته شوند، احتمال می‌رود در طول فصل رشد آلودگی دوباره در لایه‌های پائین‌تری به وجود آید. عمل ضد عفونی بایستی هریار که زراعت کشت می‌شود مجدداً تکرار گردد.

جدول ۳-۹ تاثیر مصرف ضد عفونی‌کننده‌های خاک قبل از کشت روی محصول چغندر قند در مکان‌های آلوده شده به ریزومانی در کالیفرنیا

* سموم قلعین	* درصد بوته‌های آلوده	وزن ریشه (تن در هکتار)	** درصد قند	** محصول شکر (تن در هکتار)
متیل بروماید	۰	۶۹/۸	۱۱/۳	۷/۹
دی کلروپروپن (تلون II)	۰	۴۳/۴	۱۰/۶	۴/۶
شاهد	۱۰۰	۱۸/۳	۷/۳	۱/۳

* آلودگی ۱۲ هفته بعد از کاشت با روش الیزا معلوم شده است.

** در زمان برداشت

مواد شیمیایی در عمق ۱۷ سانتیمتری به خاک تزریق شده است. سطح خاک با فشردن یا پوشاندن، مستور شده است؟

۳-۶-۹ کنترل بیولوژیکی

تا این تاریخ به کنترل بیولوژیکی پلی میکسا توجه کمی شده است. ضد عفونی همراه با ریزوباکتری خاکزی^۱ برای کنترل پلی میکسا بر میزان آلودگی یا محصول در مزارع آزمایشی هیچ اثری نداشته است (آنون ۱۹۸۵). در محیط آزمایشگاه نتایج امیدبخش تری با تریکودرما^۲ که قادر به پارازیت کردن و تجزیه کامل هاگ های مقاوم پلی میکسا است بدست آمده است. این قارچ هیپر پارازیت بر سطح سترون شده ریشه های جانبی چغندر قند مستقر شده و به هاگ های مقاوم داخل ریشه های جانبی حمله ور می شود (دآمیرا و موتروتر ۱۹۸۶). شواهدی از کنترل بیولوژیکی پلی میکسابته توسط تریکودرما تحت شرایط کنترل شده و در خاکی که به طور طبیعی آلوده شده ارائه گردیده است (کامپوراتا و همکاران ۱۹۸۸). به هر حال برای دسترسی به چنین کاربردی احتمالاً به سال ها کار عملی در سطح وسیع نیاز است.

۴-۶-۹- مقاومت ژنتیکی

مقاومت ژنتیکی امیدبخش ترین وسیله برای کنترل بیماری ریزومانیا در دراز مدت است و انتخاب رگه های مقاوم یا متحمل به بیماری یک هدف مهم در برنامه های اصلاح چغندر قند در اروپا-آمریکا و ژاپن شده است. منابع مقاومت تعیین شده تا این تاریخ شامل بعضی از گونه های وحشی و هم چنین مواد اصلاحی مناسب تر که از طریق انتخاب طبیعی یا مصنوعی بدست آمده اند می باشند. (فوجی ساوا^۳ و سوجیموتو^۴ ۱۹۷۹) واکنش گونه های وحشی را هم به ویروس و هم به ناقل در ۱۲ گونه در سه بخش وولگاره، کورولینه و پاتلاره از چهار بخش جنس بتا را آزمایش نموده اند. معلوم شده است تمام رگه های بخش کورولینه و پاتلاره به پلی میکسا مقاومت دارند، در حالی که اکثر اعضای بخش وولگاره به قارچ ناقل حساس بودند و علائم بیماری ریزومانیا از جمله نکروز ریشه مشاهده گردیده است. وقتی که برگ های ۱۲ گونه به طور طبیعی با BNYVV تلقیح شدند علائم فراگیر بیماری در تمام بوته های چغندر قند توسعه پیدا نمود (از جمله در ریشه) در حالی که در گونه های وحشی آلودگی به برگ های تلقیح شده محدود گردید. کنترل ژنتیکی مقاومت به ناقل در بخش پاتلاره با آزمایش ۹ رگه متوسومی که در آنها کروموزوم های انفرادی گونه پروکامبنس به ژنوم گونه وولگاریس وارد کرده اند معلوم گردیده است. نتایج حاصله بیانگر آنند که مقاومت بدست آمده در این گونه به پلی میکسابته توسط ژن هایی کنترل می شود که اساساً روی دو کروموزوم از ۹ کروموزوم قرار دارند که نشان دهنده کنترل ژنتیکی نسبتاً ساده ای است (پائول^۵ ۱۹۹۰). به هر حال انتقال چنین مقاومتی از گروه پاتلاره به خاطر آنکه دورگ گیری موفقیت آمیز آن با گونه وولگاریس بندرت صورت می گیرد

1- *Pseudomonas fluorescens*
4- Sugimoto

2- *Trichoderma harzianum*
5- Paul

3- Fujisawa

احتمالاً بسیار مشکل باشد (وانگیت^۱ و همکاران ۱۹۹۰).

از طرف دیگر چغندر وحشی گونه ماریتیم (عضوی از بخش ولگاره) با چغندر قند سازگاری کاملی داشته و در گذشته به عنوان یک منبع اصلاح ژنتیکی مورد استفاده قرار گرفته است (وانگیت و همکاران ۱۹۹۰). مقاومت جزئی به ناقل (فوجی ساوا و سوجی موتو ۱۹۷۹، آش و بار ۱۹۹۰) و سطوح زیاد مقاومت به ویروس (ویتنی ۱۹۸۹) در رگه‌های این گونه معلوم و تعیین شده است. در واقع مقاومت به بیماری ریزومانی با مقدار نسبتاً زیادی (۲۷٪) از توده‌های وحشی از اروپا که توسط (ویتنی ۱۹۸۹) اسکرین شده یافت گردیده است. به نظر می‌رسد مقاومت در بعضی نمونه‌ها به آسانی منتقل شده و صفت غالبی می‌باشد. این نوع مقاومت تقریباً در برنامه‌های اصلاحی قرار گرفته‌اند (لولن^۲ و همکاران ۱۹۸۷).

در بین مواد اصلاحی در گونه ولگاریس که سازگاری بیشتری دارند اولین رگه‌ها با مقاومت نه چندان زیاد به بیماری ریزومانی از مواد چندجوانه‌ای که برای مقاومت به سرکوسپورا عامل بیماری لکه برگ در مزارع آلوده به ریزومانی در شمال ایتالیا انتخاب شده بودند ناشی شده‌اند. در سال ۱۹۷۸ برنامه دورگ‌گیری و انتخاب شروع شد. چند رگه تک‌جوانه در مزارع آزمایشی آلوده به ریزومانی که ۴ تا ۵ تن شکر در هکتار تولید می‌کردند در مقایسه با واریته‌های تجارتي موجود که کمتر از یک تن شکر هکتار تولید می‌نمودند به وجود آمد (ریچارد مولارد ۱۹۸۵). به هرحال محصول رگه‌های در حال اصلاح در شرایط کشت عاری از بیماری ناچیز بود (یوهانسن ۱۹۸۵). در پنج سال متوالی فعالیت پی‌گیر توسط شرکت‌های اصلاح نبات منتج به اصلاحاتی هم در شرایط آلودگی و هم در شرایط عاری از بیماری شد و در سال ۱۹۸۵ رقم دیپلوئید با مقاومت جزئی بنام ریزور^۳ در فرانسه در دسترس کشاورزان قرار گرفت. محصول شکر این رقم در مزارعی که آلودگی شدید داشتند به بیش از ۸ تن بالغ شد که این مقدار ۹۰٪ محصول بهترین رقم‌های تجارتي موجود در غیاب بیماری می‌باشد. گزینش‌های بیشتر سبب اصلاح این رقم و نتایج آن گردید (آنون ۱۹۸۸، دوبیاجی^۴ ۱۹۸۷) و معلوم شد که مقاومت تحت کنترل ژنتیکی نسبتاً ساده‌ای است (لولن و بیان‌کاردی^۵ ۱۹۹۰). تحقیقات اخیر (گین‌چدی^۶ و همکاران ۱۹۸۷، و گین‌چدی، پوچی - پولی‌نی^۷ ۱۹۸۸، بوتنر و بورکی ۱۹۹۰، کونیک واشتین ۱۹۹۰) نشان داده است که مکانیسم مقاومت اساساً یا به محدودیت تکثیر ویروس و یا ترانس لوکاسیون کروموزومی مربوط می‌شود.

چنین رقم‌هایی با مقاومت ناچیز هم‌اکنون در نواحی آلوده به بیماری ریزومانی در قاره اروپا به طور وسیعی کشت می‌گردد و در بعضی موارد منجر به کشت مجدد چغندر قند در نواحی که

1- Vangeyt

2- Lewellen

3- Rizor

4- Debiaggi

5- Biancardi

6- Giunchedi

7- Poggi - Pollini

قبلاً تولید محصول اقتصادی نبوده گردیده است. به عنوان مثال در سال ۱۹۹۰ رقم ریزور حدوداً در ۱۵۵۰۰ هکتار در فرانسه، ۴۰۰۰۰ هکتار در آلمان و ۱۵۰۰۰ هکتار در ایتالیا کشت گردیده است (گفتگوی شخصی با شرکت بذر Ici - ses). در سال ۱۹۸۹ رقم مقاوم توربو^۱ حدوداً در ۴۵۰۰۰ هکتار در ایتالیا کشت شده است (گفتگوی شخصی با کلوسن^۲). متأسفانه این رقم‌های مقاوم که می‌توان آنها را اولین نسل مقاوم به ریزومانیا دانست برای اقلیم اروپای مرکزی و جنوبی مناسب‌ترند و برای شرایط شمال اروپای غربی مناسب نمی‌باشند. این رقم مقاومت کمی به ساقه‌روی و به بیماری‌های برگ از قبیل سفیدک سطحی از خود نشان می‌دهند و برای این نواحی لازم است اقدامات به‌نژادی بیشتری انجام شود. معه‌ذا، آزمایش‌های اخیر با رگه‌های مقاوم امیدبخش در فرانسه (آنون ۱۹۹۱) و هلند (شکل ۹-۹) بی‌نهایت دلگرم‌کننده است.

در سال ۱۹۸۴ در سالیانس کالیفرنیا در آمریکا یک برنامه به‌نژادی برای مقاومت با استفاده از مواد اصلاحی ناشی شده از منابع مختلف آغاز گردید. امیدبخش‌ترین مواد اصلاحی از بعضی از رگه‌های در دست اصلاح از برنامه اصلاح نبات وزارت کشاورزی آمریکا در سالیانس، رگه‌های توسعه یافته در کلرادو برای مقاومت به پوسیدگی ریزوکتونیایی ریشه رگه‌های بدست آمده از آلباژرم پلاسما^۳ (از منشأ ایتالیایی) و به‌خصوص یک رگه اصلاح شده توسط شرکت شکرهولی که به طور غیرمعمول میزان مقاومت زیادی نشان می‌داد بدست آمده بود (لولن و همکاران ۱۹۸۷). این منبع مقاومت که به ظاهر با کنترل ژنتیکی نسبتاً ساده‌ای اداره می‌شود بعداً توسط به‌نژادگران اروپایی به طور بسیار گسترده مورد استفاده قرار گرفت. در واقع تقریباً رقم‌های نسل بعدی در آزمایش‌های اروپا (آنون ۱۹۹۱) نشان داد که باید مقاومت بالایی به بیماری ریزومانیا داشته باشند.

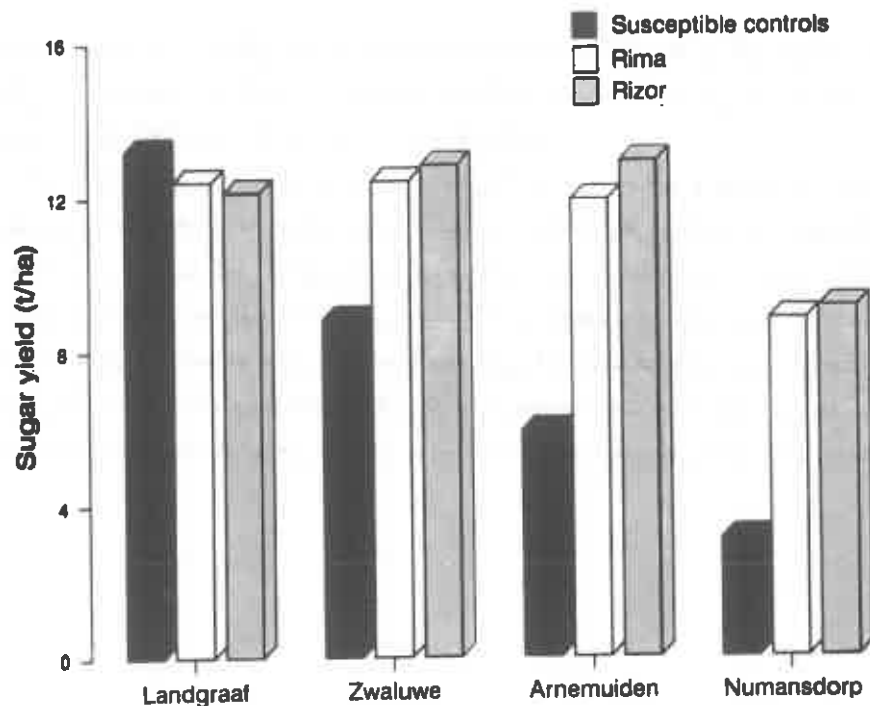
هدف نهایی و غایی به‌نژادگران بایستی تولید رقم‌هایی باشد که بتوانند هم در مزارع آلوده و هم در مزارع بدون آلودگی بدون هیچ‌گونه کاهشی از نظر محصول و کیفیت کشت گردند. ضمناً از تکنیک‌های مهندسی ژنتیک نیز به عنوان یک وسیله وارد کردن مقاومت به گیاه که اخیراً کشف شده است می‌توان نام برد. اکنون تلفیق ژن پوشش پروتئینی BNYVV به ژنوم ریشه‌های چغندر قند انجام شده است (کالر هوف^۴ و همکاران ۱۹۹۰) و سلول‌های گیاهی که این پروتئین را می‌سازند به نظر می‌رسد که به ویروس مقاومت داشته باشند. به طور معمول تنها اثبات موضوع باقی می‌ماند که بوته‌ها با ریشه‌هایی که ژن به آنها انتقال داده شده به ریزومانیا مقاوم باشند و هیچ‌گونه اثرات جانبی ناخوشایندی را نشان ندهند. به طور وضوح پیشرفت در اصلاح ژنتیکی مقاومت به ریزومانیا به روش سنتی و معمولی اصلاح نبات و یا روش‌های بیوتکنولوژی احتمالاً در چند سال آینده از شتاب سریع‌تری برخوردار خواهد شد.

1- Turbo

2- Clausen

3- Albi germplasm

4- Kallerhoff



شکل ۹-۹ میانگین محصول شکر ارقام حساس (میانگین سه رقم) و دو رقم چغندر قند با مقاومت ناقص (جزیی) در یک مکان عاری از بیماری ریزومانیا و سه مکان با سطوح افزایشی آلودگی در هلند (داده‌ها از های بروک موسسه تحقیقات چغندر قند هلند IRS)

۷-۹- بحث و نتیجه‌گیری

علی‌رغم گزارشهای اولیه بیماری از شمال ایتالیا، تنها در ۲۰ سال گذشته و به‌خصوص در ۱۵ سال اخیر بیماری ریزومانیا به عنوان یک مساله جدی در بسیاری از مناطق چغندرکاری دنیا گسترش یافته است. سهولت انتقال بیماری به خاک و تقریباً نامعلوم بودن بقای آن و شدت کاهش محصول می‌تواند به عنوان یکی از تهدیدهای مهم صنعت قند مطرح باشد. در نتیجه فعالیت‌های تحقیقاتی دامنه‌داری که انجام شده هم‌اکنون در باره عامل بیماری ریزومانیا نسبت به دیگر بیماری‌های ویروسی سایر گیاهان زراعی که ناقل قارچی دارند و از اهمیت برابری برخوردارند اطلاعات بیشتری کسب شده است. به‌هر حال تنها در سال‌های اخیر در جهت کنترل بیماری پیشرفت‌های کمی صورت گرفته است. آزادسازی و بهره‌گیری تجاری از رقم‌هایی که مقاومت کمی به ریزومانیا دارند راه حلی برای مساله مبارزه در مناطقی که تاکنون

راههای شیمیایی و بیولوژیکی ناموفق بوده، فراهم آورده است، تلاش‌های پی‌گیر شرکت‌های اصلاح نباتات بایستی این اطمینان را به وجود آورند که در چند سال آینده می‌توانند ارقامی با محصول بیشتر و مقاومت بالا در دسترس زارعین قرار دهند.

احتمال دارد بیماری ریزومانیا حداقل در مناطقی که در حال حاضر وجود دارد شدیداً گسترش یابد. مقدار خاکی که همراه با ریشه برداشت شده گیاهان زراعی ریشه‌ای مثل چغندر قند جابه‌جا می‌شود، تثبیت کامل آلودگی به بیماری، طولانی شدن زمان انکوباسیون بدنبال آلودگی مزرعه و قبل از ظهور علائم و بالاخره این حقیقت که این محصول در سطح وسیع در اراضی زراعی کشت می‌گردد همه مؤید این نظریه می‌باشند. علی‌رغم مطلب فوق اولویتی که به‌نژادگران به مبارزه با بیماری قائلند و سرعت پیشرفتی که در این مورد بدست آمده، بنظر می‌رسد که شدت بیماری در بسیاری از نواحی آلوده در ۱۰ تا ۱۵ سال آینده به‌طور معنی‌داری کاهش یابد.

فصل دهم

بیماریهای چغندر قند

۱ - ۱۰ - مقدمه

بیماریهای چغندر قند در پراکندگی فعلی این صنعت نقش بسیار مهمی داشته است. موفقیت چغندر قند به عنوان یک دست آورد علمی مدیون توانایی علم در کنترل بیماریهای زیان آور گیاهی است.

گیاه چغندر قند از اروپا به نواحی وسیعی از دنیا وارد شده و در نواحی توسعه خود با بسیاری از بیماریهای ناشناخته روبرو بوده است. در سال ۱۹۲۰ بیماری ویروسی کرلی تاپ (پیچیدگی برگ) صنعت چغندر قند را در غرب ایالات متحده آمریکا نابود کرد و تا سال ۱۹۴۰ به عنوان یک عامل اصلی محدود کننده تولید در این ناحیه مطرح بود بعلاوه فقدان روشهای کنترل (از جمله رقم های مقاوم و روشهای کشت)، زراعت چغندر قند تنها توانست در نواحی محدودی از غرب آمریکا کشت گردد. پژمردگی زرد که برای اولین بار در سال ۱۹۲۰ در آرژانتین مشاهده شد سبب اضمحلال کامل صنعت در آن کشور گردید به طوریکه گسترش کشت چغندر قند رادشیلی شدیداً محدود ساخت. به خاطر خسارت وارده توسط دو عامل پوسیدگی، یکی پوسیدگی ریزوکتونیائی^(۱) طوقه و دیگری پوسیدگی اسکروتینیائی ریشه^(۲)، تلاشهای انجام شده برای طولانی کردن دوره بهره برداری کارخانه های نیشکر در جنوب آمریکا با استفاده از ریشه های چغندر قند به عنوان یک ماده خام اضافی بی نتیجه بوده و با شکست کامل مواجه گردید. برای اولین بار بیماری ویروسی ریزومانیا^(۳) (در فصل نهم مورد بحث قرار گرفته است) در اوایل سال

۱۹۵۰ در جلگه‌های رودخانه پو^(۱) ایتالیا کشف و تا سال ۱۹۶۴ بیش از ۱۱۰۰۰ هکتار از مزارع چغندرقند را آلوده و از زیر کشت خارج نمود. پیدایش بیماری در سال ۱۹۸۳ در کالیفرنیا محرز و معلوم شد که قبلاً^(۲) در بیش از ۳۲۰۰۰ هکتار وجود داشته است. این بیماری سبب شده که بعضی از این نواحی از تولید چغندرقند خارج و در پاره‌ای نواحی تولید محصول را شدیداً تحت تاثیر قرار دهد.

۲-۱۰- بیماریهای مهم ویروسی

۱-۲-۱۰ ویروسهای زردی

برای اولین بار در سال ۱۹۳۴ زرد شدن مزارع چغندرقند توسط کوانجر^(۳) که این عارضه را از سال ۱۹۱۰ مشاهده کرده بود شرح داده شده است در سال ۱۹۳۶. توسط رونالد^(۴) و وان شرون^(۵) دخالت یک ویروس به عنوان یک عامل بیماری بیان شد، نامبرندگان نشان دادند عامل بیماری زردی توسط شته‌ها منتقل می‌شود. پتربریج^(۶) و استروب^(۷) (۱۹۳۵) به منظور تشخیص بیماری از سایر انواع زردشدگی نام ویروس زردی را پیشنهاد نموده و اظهار داشتند که ممکن است این بیماری در بریتانیا ظاهر شود.

در حال حاضر تمام زردی‌هایی که توسط ویروس به وجود می‌آید اصطلاحاً "ویروس زردی خوانده می‌شوند. واتسون^(۸) (۱۹۴۰) وجود بیماری را در بریتانیا قطعی دانست و آنرا زردیهای چغندر(قند) نامید. کلینچ^(۹) و لوکنان^(۱۰) (۱۹۴۸) دو بیماری زرد شدن چغندرقند را که در ایرلند عمومیت داشتند یافته‌اند، زردی ملایم ایرلندی و زردی شماره ۴۱ که توسط بذر منتقل می‌شود. آنها تصور کردند که احتمالاً این ویروسها نژادهایی از ویروس زردی چغندر باشند. واتسون (۱۹۵۲) برای اولین بار خاطر نشان کرد که احتمالاً زردی‌های ویروسی ممکن است توسط مخلوطی (آمیخته‌ای) از ویروسهای زردی ایجاد شوند. ایزوله‌های زردی ملایم از ایرلند به‌طور مشخصه‌ای با آنتی سرم ویروس زردی چغندر رسوب نمی‌کند و دلیل قاطعی بدست آمد که سوا شده‌ها در مقابل ویروس واقعی زردی چغندر حفظ نمی‌شوند.

بعلت فقدان یک واکنش سرولوژیک با آنتی سرم ویروس زردی چغندر، راسل^(۱۱) (۱۹۵۸) اهمیت اقتصادی ویروس زردی ملایم چغندرقند و پراکندگی گسترده آنرا در بریتانیا شرح داده است. طی همین دوره در آمریکا، دوفوس^(۱۲) (۱۹۶۰ و ۱۹۶۱) ابتدا ویروس زردی چغندر و بعد، ویروس زرد غربی چغندر(زردی تریچه) را که از نظر اقتصادی اهمیت داشت مشخص و براساس

1- Po

4- Van Shreven

7- Watson

10- Russell

2- Quanjer

5- Petherbridge

8- Clinch

3- Ronald

6- Stirrup

9- Loughnane

رابطه ناقل و دامنه میزبانی از ویروس زردی چغندر متمایز نمود. چندین ویروس عامل زردی روی چغندرقند و سایر گیاهان زراعی و علفهای هرز میزبان که از نظر سرولوژیکی با ویروس زرد غربی چغندر بسیار مشابه هستند در همین دوره شرح داده شده‌اند. این ویروسها شامل ویروس زردی شلغم (واندروال)^(۱) (۱۹۵۰) و ویروس زردی ملایم چغندر (راسل ۱۹۵۸) و ویروس زردی پنیرک (کوستا)^(۲) و همکاران (۱۹۵۹) می‌باشند.

ویروسهای زرد غربی چغندرقند

ویروس زرد غربی چغندرقند گسترده‌ترین و فراوانترین بیماری ویروسی چغندرقند بوده و هر جا که چغندر کشت می‌شود خسارتهای سنگینی به محصول وارد می‌آورد. این ویروس نژادهای متعددی دارد که از نظر دامنه میزبانی و شدت بیماری با هم متفاوتند. نژادهای مختلف ممکن است واکنشهای مشابهی در بعضی از گونه‌های گیاهی و واکنشهای مشخصی در گونه‌های دیگر به صورت حساسیت، کوتاه شدن و زردی بروز دهند.

تحقیقات اولیه در اروپا نشان داده است ویروس زرد ملایم چغندرقند از نظر دامنه میزبانی و اپیدمیولوژی از ویروس زرد غربی چغندر متمایز است (دوفوس و راسل، ۱۹۷۰). ایزوله‌های بررسی شده ویروس زرد ملایم که دارای دامنه میزبانی در بین گونه‌های مختلف خانواده اسفناجیان می‌باشند و نسبت به نژادهای حقیقی BWYV که در آن زمان بررسی شده‌اند در بین گونه‌های خانواده خاجیان و مرکبان گستردگی کمتری دارند. تحقیقات اخیر بیانگر آن است که طیف نژادی BWYV در نقاط مختلف دنیا و نژادهای BMV+BMYV در اروپا احتمالاً یکسان می‌باشند (هارتلب^(۳) ۱۹۷۵، پولاک^(۴) ۱۹۷۹، دوفوس^(۵) و جانستن^(۶) ۱۹۸۲). سایر بررسیها نشان می‌دهند که BMV, BWYV از نظر سرولوژیک مشابهند (گوویر^(۷) ۱۹۸۵، دوفوس و راسل ۱۹۷۵) و BMYV که در این فصل مورد بررسی قرار می‌گیرد احتمالاً نژادی از BWYV باشد. بهر حال اخیراً آنتی بادیهای منوکلونال در تکنیک ساندویچی آنتی بادی سه تایی الیزا به منظور تشخیص لوتوویروسها^(۸) به کار برده شده‌اند. این روش قادر است از نظر سرولوژیک بعضی از نژادهای BMYV را از بعضی نژادهای BWYV متمایز سازد (دی - ارسی^(۹) و همکاران ۱۹۸۹). چون تفاوتهای دامنه میزبانی روی استراتژیهای حفظ نبات تاثیر مهمی دارند، اکثر محققین اروپایی استفاده از ایزوله‌هایی مثل BMYV که اساساً "گونه‌های خانواده اسفناجیان را آلوده می‌کنند و ایزوله‌هایی مثل BWYV که اصولاً گونه‌های خانواده‌های خاجیان و مرکبان را آلوده می‌نمایند دنبال می‌کنند.

1- Vanderwalle

2- Costa

3- Hartleb

4- Polak

5- Duffus

6- Johnstone

7- Govier

8- Luteoviruses

9- D'Arcy

علائم

علائم اولیه روی اکثر گونه‌های گیاهی ۱۲ تا ۳۵ روز بعد از تلقیح ویروس توسط شته‌ها ظاهر می‌شود. زردی‌ها در برگهای مسن‌تر و جوان به صورت نقاط زرد کم رنگ در نواحی بین رگبرگی و در اکثر اوقات در نوک برگها به وجود می‌آیند، با پیشرفت بیماری زردشدگی پررنگ‌تر شده و بیشتر بافت‌های بین رگبرگی زرد می‌شوند. برگهای مسن‌تر که آلوده می‌شوند ضخیم و شکننده شده و بجز نواحی سبز در نزدیکی رگبرگها، بقیه برگها تقریباً به‌طور کامل زرد می‌شوند (دافوس ۱۹۶۰). برگهای چغندر قند آلوده شده با BWYV در مزرعه غالباً توسط گونه‌هایی از قارچ بیماری‌زای آلترناریا^(۱) مورد حمله قرار می‌گیرند (راسل ۱۹۶۰). مقدار کاهش محصول شکر بستگی به زمان آلودگی دارد. آلودگیهای آخر فصل (اواخر تیرماه) در کاهش محصول شکر اثر کمتری داشته در حالیکه آلودگی اول فصل می‌تواند محصول را تا حدود ۳۰٪ کاهش داده و همچنین میزان ناخالصی‌ها را در شربت قند افزایش دهد (های بروک^(۲) ۱۹۸۸، اسمیت و هالزورت^(۳) ۱۹۹۰).

عامل بیماری

BWYV عضوی از گروه لوتتو ویروس است که یک گروه فوق‌العاده مهم از ویروس‌هایی است که اکثر گیاهان زراعی مهم دنیا را آلوده می‌کنند. پیکره ویروس کوچک، ذرات کامل ویروس ایزومتریک ساده با تقارن بیست وجهی با قطری حدود ۲۵ نانومتر و ضریب رسوب پذیری ۱۱۵-۱۱۸. اکثر ایزوله‌ها حاوی یک جزء ترکیب‌کننده منفرد از RNA تک رشته‌ای است که وزن مولکولی نسبی (Mr) آن 10×10^6 می‌باشد. هر ایزوله حاوی دو جزء ترکیب‌کننده منفرد از RNA تک رشته‌ای است که 10×10^6 و 93×10^6 دالتون وزن دارند. ویرون‌ها حاوی دو نوع پروتئین با وزن مولکولی ۲۴۰۰ و ۶۱۰۰ دالتون است (فالک^(۴) و دوفوس ۱۹۸۴). تمام ایزوله‌های BWYV از نظر سرولوژیکی به همدیگر نزدیک بوده و نسبت به دیگر ویروس‌های گروه متفاوت هستند.

دامنه میزبانی BWYV خیلی گسترده است و نشان داده شده که بیش از ۱۴۶ گونه گیاهی در ۲۳ خانواده به ایزوله‌های مختلف حساسیت دارند. بنظر می‌رسد واریانت‌های متفاوت در بعضی از گونه‌های گیاهی غالب باشند و احتمالاً دامنه‌های میزبانی اختصاصی دارند. بعضی ایزوله‌ها (برای مثال، بعضی از ایزوله‌های جدا شده از سیب‌زمینی) چغندر قند را آلوده نمی‌کنند. بنظر می‌رسد سایر ایزوله‌ها، از قبیل تیپهای اروپایی BMVYV دامنه‌های میزبانی اختصاصی در خانواده‌های خاجیان و مرکبان داشته باشند. بعضی از ایزوله‌ها که اخیراً کشف شده‌اند دامنه میزبانی آنها کلاً در خانواده اسفناجیان است (دوفوس و لیو^(۵) ۱۹۹۱)، گونه‌های شاخص شامل: کیسه کشیش، شیخ‌الرربع، مونتیا پر فولیاتا^(۶) می‌باشد.

1- Alternaria
4- Falk

2- Heijbroek
5- Liu

3- Hallsworth
6- Montia perfoliata

اپیدمیولوژی^(۱)

ویروس حداقل توسط ۸ گونه شته که مهمترین آنها شته سبز هلو^(۲) است و در اروپا به شته هلو و سیب زمینی معروف است منتقل می شود. انتقال به روش پایا (گردشی) و پایداری ویروس در ناقلین به مدت حداقل ۵۰ روز صورت می گیرد. ناقلین توانایی انتقال ویروس را بعد از پوست اندازی حفظ می کنند ولی ویروس را به نتاج خود منتقل نمی نمایند. حداقل زمان تغذیه برای دریافت ویروس ۵ دقیقه و مدت زمان تغذیه برای تلقیح ویروس ۱۰ دقیقه و دوره نهفتگی ۱۲ تا ۲۴ ساعت است.

گسترده گی ویروس BWYV خیلی عمومی تر و نسبت به ویروسهای ناپایا و یا نیمه پایای چغندر قند گسترش بیشتری دارد. منابع ویروس در میان گیاهان زراعی معمولی از جمله چغندر قند، کلم بروکلی، کلم گل، تربچه، باقلا، اسفناج، کاهو، نخود فرنگی و سیب زمینی فراوان است.

میزبانهای از علفهای هرز که معمولاً آلوده می شوند شامل گونه های وحشی خانواده خاجیان از قبیل خردل، تربچه و شب بوی هراتی^(۳) و خانواده مرکبان از قبیل شیخ الربیع^(۴) و سایر علفهای هرز از جمله پیژوید^(۵)، فیدلنک^(۶) می باشد. دامنه ناقلین نژادهای مختلف BWYV (از قبیل ویروس زرد خفیف چغندر- ویروس زرد پنیوک، ویروس زرد شلغم) به طور قابل ملاحظه ای مشابهند ولی دامنه میزبانی آنها کاملاً متفاوت است. بنابراین بنظر می رسد بخاطر دامنه میزبانی خیلی محدود علفهای هرز در اپیدمیولوژی BMV در انگلستان نقش کمی داشته باشند.

مبارزه

کنترل ویروس زرد غربی چغندر قند بخاطر دامنه میزبانی وسیع و انتقال پایا توسط شته مشکل است. یکی از بهترین روشهای کنترل، کاشت بهاره و پائیزه گیاهان زراعی یا چغندر علفهای و چغندر قند بذری در مناطق مختلف است. با حذف مزارع چغندر قند همجوار آلوده به BWYV تنها بخشی از مشکل برطرف می شود زیرا سایر گیاهان زراعی و علفهای هرز نیز میزبان ویروس هستند. به هرحال کشتهای جدید حتی الامکان میبایست از نظر زمان و محل کاشت از گیاهان آلوده و علفهای هرز جدا باشند.

در یک برنامه اصلاحی توسط سرویس تحقیقاتی وزارت کشاورزی آمریکا ارقام نیمه مقاوم در مقابل BWYV، اصلاح شده اند (لن^(۷) و اسکوین^(۸) ۱۹۸۴). این ارقام بایستی در مناطقی مثل کالیفرنیا که خطر آلودگی به BWYV زیاد است کاشته شوند (شکل ۱-۱۰).

1- Epideology

2- Myzus persicae

3- Senecio vulgaris

4- Malva pariflora

5- Amsinckia douglasiana

6- Fiddleneck

7- Lewellen

8- Skoyen



شکل ۱۰-۱: ارقام متحمل (سمت چپ) و حساس (سمت راست) چغندر قند تلقیح شده با ویروس زرد غریبی

زردی‌های چغندر

ویروس عامل زردی چغندر اولین جزء در مجموعه بیماری‌های شناخته شده‌ای است که به عنوان ویروس زردی مشخص شده (واتسون ۱۹۴۰) و در سراسر مناطق چغندرکاری دنیا به طور وسیعی گسترش دارد. تعدادی از نژادهای ویروس که نسبتاً بهم نزدیکند در چغندر قند علائمی تولید می‌کنند که از زردی ملایم و خفیف تا سیاه شدن شدید رگبرگ و نکروز برگ تغییر می‌کند.

علائم

ایزوله‌های BYV که شدیداً بیماریزا هستند ابتدا سبب شفاف شدن رگبرگ یا زرد شدن رگبرگ در برگهای جوان بوته‌های آلوده می‌شوند. شفاف شدن رگبرگ ممکن است زرد خیلی روشن یا ظاهری نکروتیک داشته باشد. رگبرگهای ثانوی و میانی برگها غالباً فرو رفته و علامت سیاه شدگی را نشان می‌دهند. بافت مربوط به رگبرگها در برگهای بیمار شده در تشکیل برجستگی رگبرگها نقشی ندارند ولی مزوفیل به طور قابل ملاحظه‌ای ضخیم می‌شود (اسو^(۱) ۱۹۶۰). بعد از شفاف شدن رگبرگها علامت مشخص و عمومی بیماری که زردی همراه با رنگ پریده شدن تمام پهنک برگ یا بخش‌هایی از برگهای مسن تر است ظاهر می‌شود. برگها ضخیم، چرمی

و شکننده می‌شوند. افزایش در ضخامت مزوفیل در نتیجه هیپرتروفی سلولها ایجاد می‌شود. چرمی شدن بافت از فشردگی دیواره‌ها و نزدیک شدن سلولها بهم ایجاد می‌شود (اسو ۱۹۶۰). در بعضی موارد نقاط کوچک، شفاف، سرسنجاقی روی برگهایی که در حال بلوغ و تکامل هستند ظاهر می‌شوند (بنت^(۱) ۱۹۶۰). گاهی اوقات نقاط کوچک نکروتیک قرمز یا قهوه‌ای روی اکثر برگهای زرد و مسن به وجود می‌آید غالباً آمیزه‌ای از نقاط نکروتیک و زرد شده به برگها رنگ برنزی مشخص می‌دهند. نقاط نکروتیک و نواحی نکروتیک طویل شده، آلودگی گیاه با BYV را از سایر ویروسهای شناخته شده زردی چغندر قند متمایز می‌کند. این ویروس مانند ویروس زرد غربی چغندر قند بر اساس زمان آلودگی موجب کاهش محصول شکر می‌شود، آلودگی آخر فصل (اواخر تیرماه) اثر کمتری دارد، در حالیکه آلودگی اول فصل می‌تواند محصول را تا ۴۷٪ کاهش داده و خلوص شربت را نیز کاهش دهد (های بروک ۱۹۸۸، اسمیت و هالزورت ۱۹۹۰).

عامل بیماری

ویروس زردی چغندر قند یک کلسترو ویروس^(۲) است که پیکره‌های نخوش و قابل ارتجاع آن حدود ۱۲۵۰ نانومتر طول و ۱۰ نانومتر عرض دارند (لیون^(۳) ۱۹۵۱، براندز^(۴) و زیمر^(۵) ۱۹۵۵). پیکره‌های ویروس با ساختاری از زیر واحدهایی تشکیل شده است که در اطراف هاله‌ای مجوف (توخالی) به فواصل حدود ۳-۳/۴ نانومتر مرتب شده‌اند (هورن^(۶) و همکاران ۱۹۵۹، راسل و بل^(۷) ۱۹۶۳).

ویروس عامل زردی چغندر به صورت تعدادی از استرین‌های نزدیک به هم وجود دارند که علائمی از زرد شدن ملایم تا سیاه شدن شدید رگبرگ و نکروز برگ در چغندر قند تولید می‌کنند. تمام ایزوله‌هایی که تولید شفافیت رگبرگ می‌کنند ظاهراً از نظر سرولوژیک بهم مرتبط بوده و بنظر می‌رسد که حفاظت تقاطعی^(۸) کاملی بین آنها موجود است.

گسترده‌گی دامنه میزبانی ویروس عامل زردی چغندر متوسط است، گرچه حداقل، گونه‌های ۱۵ خانواده از دولپه‌ایها به ویروس آلوده می‌شوند ولی اکثر میزبانها تنها در چهار خانواده آمارانتاسه آی‌زوآسه، کاریوفیلاسه و به خصوص اسفناجیان وجود دارند (بنت و کوستا^(۹) ۱۹۵۴، کانوا^(۱۰) ۱۹۵۵، بی‌یورلینگ^(۱۱) ۱۹۵۸، بنت ۱۹۶۰). گونه‌های شاخص سلمک و موتیا پرفولیا تا هستند.

1- Bennett
4- Brandes
7- Bell
10- Canova

2- Closterovirus
5- Zimmer
8- Cross - Protection
11- Bjorling

3- Leyon
6- Horne
9- Costa

اپیدمیولوژی

گرچه ویروس حداقل توسط ۲۲ گونه شته منتقل می‌شود ولی شته سبز هلو و شته سیاه باقلا مهمترین ناقلین ویروس عامل زردی چغندر هستند. انتقال به طریق نیمه پایا ناقلین، ویروس را به مدت ۴-۱ روز نگه می‌دارند (سیلوستر^(۱) ۱۹۵۶). حداقل زمان تغذیه برای دریافت ویروس و تلقیح به میزبان ۵ تا ۱۰ دقیقه است و حداکثر انتقال بین ۶ تا ۱۲ ساعت بعد از تغذیه صورت می‌گیرد. تاکنون نشانه‌ای دال بر دوره نهفتگی مشاهده نشده است. ناقلین، ویروس عامل زردی چغندر را به نتاج خود انتقال نمی‌دهند و بعد از تعویض جلد عاری از ویروس می‌شوند. ویروس به روشهای مکانیکی به سختی منتقل می‌شود. خصوصیات انتقال سبب گسترش حاشیه‌ای ویروس است یعنی وقوع بیماری در نواحی مجاور منبع ویروس زیاد است ولی چنانچه از منبع ویروس فاصله زیادتر شود پیشروی ویروس تدریجا^(۲) کم‌تر می‌شود (دوفوس ۱۹۶۳). فواصل ۲ تا ۳ کیلومتر موانع مؤثری برای گسترش ویروس عامل زردی چغندر قند است.

بررسیهای انجام شده در اروپا (هول^(۲) و واتسون ۱۹۴۵، برودبنت^(۳) و همکاران ۱۹۴۹) و آمریکا (بنت ۱۹۶۰، دوفوس ۱۹۶۳) نشان داده است که خود بوته‌های چغندر منابع اصلی ویروس زردی‌های چغندر می‌باشند. منابع ویروس در اروپا شامل چغندرهای بذری (ریباندز^(۴) ۱۹۴۶) بوته‌های باقیمانده از زراعت قبلی (هول و واتسون ۱۹۴۵) و سیلوهای چغندر علوفه‌ای آلوده می‌باشند. در آمریکا منابع ویروس عبارتند از بوته‌های چغندر در حال رشد در زمینهای زیرکشت و مزارع چغندر قندی است که زمستان گذرانیده‌اند. اسفناج که به عنوان یک محصول زمستانی کشت می‌شود اغلب در پائیز آلوده می‌شود و ممکن است در طول زمستان دارای ویروس باشد و برای چغندر به عنوان یک منبع آلودگی در اواخر زمستان و اوایل بهار عمل کند. دلایل کمی وجود دارد که علفهای هرز به عنوان یک منبع مهم آلودگی ویروس عامل زردی‌های چغندر قند مستقیما^(۵) عمل کنند (بی‌پورلینگ ۱۹۵۸، بنت ۱۹۶۰، راسل ۱۹۶۵). ضمنا^(۶) تعداد محدودی از گونه‌های علف هرز زمستان گذرانده یافت شده که ممکن است بدون آنکه نقش مهمی در اپیدمیولوژی بیماری داشته باشند برای دائمی کردن بیماری در یک ناحیه عمل کنند (بی‌پورلینگ ۱۹۵۸، بنت ۱۹۶۰، هیت‌کوت^(۵) و همکاران ۱۹۶۵، راسل ۱۹۶۵).

کنترل

این حقیقت که خود چغندر مهمترین منبع BYV است و علف‌های هرز تنها نقش ناچیزی به عنوان منبع آلودگی دارند در تعیین خط مشای کنترل از اهمیت قابل ملاحظه‌ای برخوردارند.

1- Sylvester

2- Hull

3- Broadbent

4- Ribbands

5- Heathcote

حذف بوته‌های چغندر زمستان‌گذران کرده (در مزارع تولید ریشه، توده‌های چغندر، مزارع بسذگیری یا چغندرهای باقیمانده از سال قبل) در کاهش شیوع این ویروس مؤثر است (هول ۱۹۵۴، دوفوس ۱۹۶۳ و ۱۹۷۸). در اروپا کاربرد حشره‌کشها به منظور مبارزه با شته‌های ناقل در کاهش گسترش BYV در مزرعه مؤثر بوده‌اند (هول و هیت کوت ۱۹۶۷، دوار^(۱) ۱۹۸۸).

در بعضی از نواحی کالیفرنیا در طول ماههای گرم تابستان جمعیت شته سبز هلو تا سطوح پائینی تنزل می‌کند. به تعویق انداختن تاریخ کاشت به منظور اجتناب از پرواز شته‌ها منتج به زردی کمتر و محصول بیشتر شده است ولی باید توجه داشت این افزایش محصول بایستی در مقابل احتمال افزایش خسارتی که توسط ریزومانیا و کرلی تاپ یا نماتد مولد سنیست چغندر قند حادث می‌شود به حال تعادل درآید.

ویروس کوتوله‌گی زرد چغندر قند^(۲)

ویروس کوتوله‌گی زرد چغندر یک نوع ویروس زرد بالقوه زیان‌آور است. در کالیفرنیا روی گیاه شیرتیغک (دوفوس ۱۹۶۴، ۱۹۷۲) شیوع زیاد دارد و در بریتانیا نیز دیده شده است (رایت^(۳) و همکاران ۱۹۸۹). ویروس از جهات بسیاری به ویروس عامل زردی چغندر شباهت دارد ولی این دو ویروس از نظر سرولوژیکی بهم ارتباطی ندارند. از نظر دامنه میزبانی به خصوص در بین گونه‌های خانواده مرکبان تفاوت زیادی دارند، ویروس کوتوله‌گی چغندر، کاهو و شیرتیغک را که نسبت به ویروس عامل زردی چغندر مصون هستند نیز آلوده می‌کند. علامت متمایز کننده BYSV از سایر ویروسهای زردی، پیچیدگی کوتاهی است که در برگ ایجاد می‌کند (شکل ۲-۱۰).

علائم

علائم اولیه بیماری پیچش شدید، فنجانی شدن و برگشتن یک یا دو برگ که سن متوسطی دارند می‌باشد: دمبرگها کوتاه و برگها منقوط و زرد می‌شوند. برگهای جوان کوتاه بدشکل - پیچ خورده و تقریباً ابلق می‌شوند. همچنانکه برگها پیر می‌شوند نقاط تیره و روشن روی آنها فشرده شده و گاهی اوقات برگها کاملاً به رنگ زرد در آمده بوته‌ها شدیداً کوتاه و رشد آنها متوقف می‌شود و ممکن است مضمحل شده و بمیرند.

عامل بیماری

BYSV یک کلستروویروس^(۴) است پیکره‌های ویروس طویل، ارتجاعی، نخ‌وش

1- Dewar

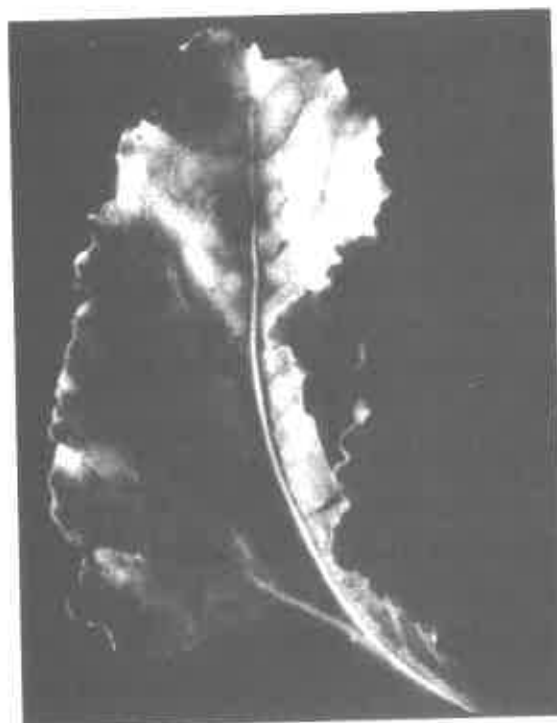
2- Beet yellow stunt virus

3- Wright

4- Closterovirus

حدود ۱۴۰۰ نانومتر طول و ۱۲ نانومتر قطر دارند (دوفوس ۱۹۷۹). این ویروس شبیه ویروس زرد چغندر است ولی از نظر دامنه میزبانی - سرولوژی و خصوصیات فیزیکی با هم متفاوتند. ویرونیهای (۱) BYSV (ذرات کامل ویروس) از یک پوشش زیر واحد پروتئین اصلی منفرد با وزن مولکولی تقریباً ۲۴۵۰۰ دالتون و از RNA تک رشته‌ای با وزن مولکولی تقریباً ۶۱ میلیون دالتون تشکیل شده است (رید و فالک (۲) ۱۹۸۹). گونه‌هایی از خانواده‌های اسفناجیان - مرکبان - شمعدانی - خرفه و سولاناسه دامنه میزبانی ویروس را شامل می‌شوند.

BYSV علائم مشخصه‌ای روی کاهور و کلای تونیا پرفولیاتا (۳) تولید می‌کند. بوته‌های کاهوی آلوده شدیداً کوتاه شده و برگهای آنها کاملاً زرد و به پشت تاخورد می‌شوند. بافت آوند آبکشی طوقه و ساقه شدیداً نکروزه می‌شوند.



شکل ۱-۲ تغییر شکل و پیچیدگی برگ در اثر آلودگی به ویروس کوتوله گی زرد چغندر قند

اپیدمیولوژی

BYSV به صورت نیمه پایا توسط شته‌ها منتقل می‌شود. شته گیاه شیرتیغک که عموماً روی گیاه شیرتیغک یافت می‌شود کارآمدترین ناقل ویروس است ولی تنها به صورت موقت و گذرا روی کاهو و بندرت روی چغندر قند تغذیه می‌کند. ویروس توسط شته سبز هلو و شته سیب‌زمینی کمتر انتقال می‌یابد. اکثر شته‌ها یک یا دو ساعت بعد از دریافت ویروس قادر به انتقال ویروس نیستند ولی انتقال جزئی تا بیش از چهار روز دیده شده است. انتقال BYSV توسط حشرات بعد از پوست‌اندازی صورت نمی‌گیرد. هر شته به تنهایی قادر است ویروس را دریافت و سه بار متوالی آنرا منتقل نماید.

شیر تیغک منبع اصلی ویروس است و تنها میزبان هایپر میزوس لاکتوکا^(۱) می‌باشد. یک گونه کاهوی وحشی^(۲) نیز معمولاً آلوده می‌شود. تاکنون هیچ گونه دلیلی دال بر بذر زاد بودن ویروس در چغندر یا کاهو یافت نشده است. شیر تیغک معمولاً در طول سال به BYSV آلوده می‌شود.

با وجودیکه هایپر میزوس لاکتوکا ظاهراً روی چغندر یا کاهو تولید مثل نمی‌کند لیکن قادر است ویروس را به آسانی به کاهو منتقل نماید در حالیکه ویروس را بسیار جزئی و کم به چغندر قند منتقل می‌کند. شته سبز هلو ناقل نسبتاً ضعیفی برای ویروس است. به این دلیل احتمال رسیدن بیماری به حد شدید و جدی روی چغندر قند خیلی کم است مگر آنکه تراکم گیاه شیر تیغک زیاد باشد.

کنترل

انتشار BYSV در گونه‌های شیر تیغک وحشی در کالیفرنیا بحدی وسیع است که حذف ویروس واقعاً غیر ممکن خواهد بود. بهر حال باید توجه داشت کشت‌های جدید گیاهان حساس حتماً از نواحی وسیع علفهای هرز جدا شوند.

زردیهای مسری کاهو^(۳)

ویروس زردی‌های مسری یا عفونی کاهو (LIYV) عضوی از مجموعه ویروسهای عامل زردی است و فقط در نواحی بیابانی جنوب غربی آمریکا وجود دارد (دوفوس و فالک، ۱۹۸۲). ویروس عامل بالقوه خطرناکی برای کشت چغندر قند در نواحی گرمسیری و نیمه گرمسیری است زیرا ناقل آن که مگس سفید سبب زمینی شیرین است^(۴) به آن نواحی محدود می‌شود. ویروس می‌تواند اثرات جدی روی محصول چغندر قند داشته باشد. براساس آزمایشهای انجام شده در کالیفرنیا جنوبی ۲۰ تا ۳۰٪ به محصول چغندر قند خسارت وارد می‌آورد. (شکل ۳-۱۰)

1- *Hyperomyzus lactucae*2- *Lactuca serriola*

3- Lettuce infectious yellows

4- *Bemisia tabaci*



شکل ۳-۱۰ مگس سفید سیب زمینی شیرین، بمیزباتاباسی

علائم

زرد شدن بین رگبرگها یا قرمز شدن و کوتاه ماندن بوته‌های آلوده از صفات بارز LIYV روی تعداد زیادی از گیاهان زراعی و علفهای هرز میزبان است. تقریباً علائم روی اکثر میزبانها شبیه به علائم ایجاد شده‌ای است که ویروسهای مجموعه زردی دارند که توسط شته‌ها منتقل می‌شوند و می‌توان آنها را به آسانی با هم اشتباه نمود. علائم اولیه روی بوته‌های چغندر قند آلوده توسط LIYV شامل ابلقی خیلی ملایم و خفیفی است که به صورت زرد شدن بین رگبرگها توسعه می‌یابند.

عامل بیماری

ذرات LIYV طویل، قابل ارتجاع، میله‌ای نخ‌شوش است که اندازه‌ای حدود 1800×14 نانومتر دارند (دوفوس و همکاران ۱۹۸۶). ذرات کامل ویروس از یک پوشش پروتئینی با وزن مولکولی ۳۲۰۰۰ دالتون و از یک تک رشته RNA که ۷۰۰۰ باز وزن دارد تشکیل شده است (لارسن و همکاران ۱۹۸۸).

ویروس به کلسترو ویروسها شباهت دارد ضمائم درون سلولی شامل وزیکلهایی است که خیلی شبیه به وزیکلهایی که توسط کلسترو ویروسها ایجاد می‌شوند می‌باشد. بهر حال از نظر سرولوژیکی با BYV, BYSV یا هر گونه ویروس دیگری که توسط مگس سفید منتقل می‌شوند ارتباطی ندارد (شکل ۴-۱۰).

ویروس دامنه میزبانی وسیعی دارد که بیش از ۱۵ خانواده گیاهی را در برمی گیرد و گیاهان زراعی مهمی در خانواده اسفناجیان، کدوئیان و مرکبان را شامل می شود.



شکل ۴-۱۰ زردی بین رگبرگی برگ در اثر آلودگی به ویروس زرد عفونی کاهو

اپیدمیولوژی

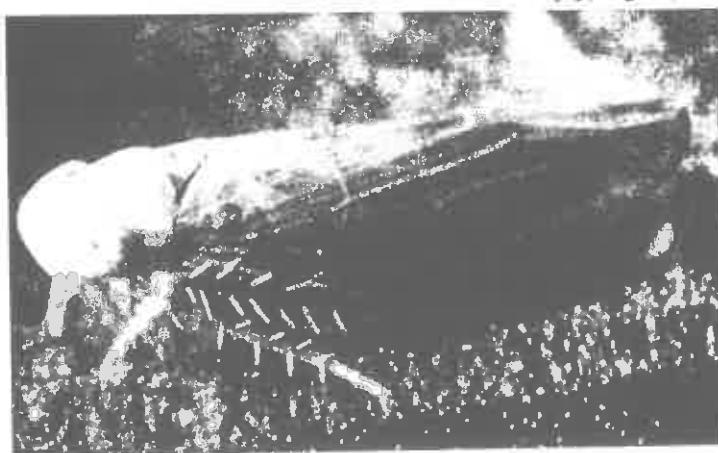
بیماری ایجاد شده توسط LIYV هر ساله در بیابانهای جنوب غربی آمریکا به صورت اپیدمی ظاهر می شود. زراعتهای آلوده توسط بیماری از جمله چغندر قند - کاهو - کدوئیان و هویج در اواخر تابستان و اوایل پاییز به طور واقعی تا ۱۰۰٪ آلوده می شوند. جمعیت مگس سفید از اوایل سال ۱۹۸۰ تاکنون بی نهایت زیاد بوده و تعداد بسیاری از علقهای هرز به عنوان منابع فراوان آلودگی برای زراعتهای حساس عمل کرده است. در بین گیاهان وحشی، آفتابگردان و کاهوی وحشی و فیزالیس رایتی^(۱) نقش بسیار مهمی در انتقال ویروس از فصلی به فصل دیگر داشته اند. پنبه به عنوان یک میزبان مهم مگس سفید بشمار می رود. کدوئیان پاییزه میزبان دیگری برای پرورش مگس سفید بوده و مهمترین منبع LIYV برای زراعتهایی است که در حال سبز شدن نیستند.

کنترل

حذف کدوئیان پائیزه، جمعیت مگس سفید و در حقیقت منبع مهم LIYV را شدیداً کاهش خواهد داد. اگر زراعت‌های کدوئیان که دوره رشد آنها در اوایل پائیز می‌باشد حذف یا کاهش نیابند، خسارت ویروس منتقل شده از میزبانها مثل آفتابگردان - کاهوی وحشی و گیاهی از خانواده تاجریزی از ژانویه تا اوت (دی تا مرداد) (بعد از آنکه جمعیت‌های مگس سفید کاهش پیدا می‌کند و نیز قبل از ظهور کدوئیان پائیزه) شیوع ویروس شدیداً کاهش خواهد یافت. تاکنون ژرم پلاسما و رگه‌های اصلاح شده چغندرقند که دارای مقاومت در مقابل LIYV می‌باشند معرفی شده و به صورت تجاری در آمده‌اند. این ارقام مقاوم بایستی در نواحی بیابانی کالیفرنیا کشت شوند.

پیچیدگی برگ چغندرقند

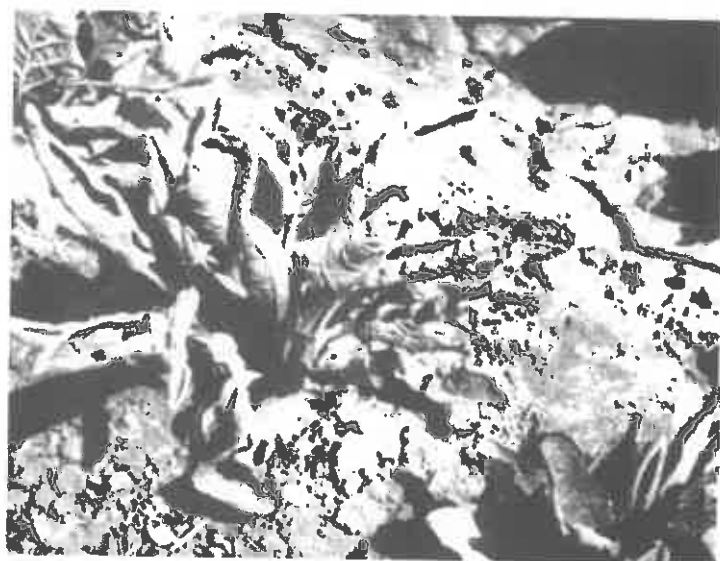
ویروس پیچیدگی برگ چغندرقند یا ویروس کرلی تاپ در سراسر غرب آمریکا گسترش دارد. همچنین این ویروس در جنوب غربی کانادا و مکزیک و تا حد نسبتاً محدودی در شیبهای شرقی کوههای راکی و بندرت در شرق رودخانه می‌سی‌سی‌پی یافت شده است. ظهور بیماری کرلی تاپ در شرق آمریکا - ویسکونسین، ایلینویز و ماری‌لند ظاهراً بخاطر مهاجرت زنجری ناقل سرکولیفرتنلوس^(۱) از فاصله‌های طولانی بوده است (شکل ۱۰-۵). ویروس، بومی حوزه مدیترانه است و تاکنون از ترکیه و یونان گزارش شده و ممکن است در نواحی نیمه خشک اروپا، آفریقا و آسیا وجود داشته باشد (بنت و تانریسور^(۲) ۱۹۸۵) و یرومهای مشابهی که توسط گونه‌های مختلفی از زنجریها منتقل می‌شوند از آمریکای جنوبی و استرالیا گزارش شده‌اند (بنت و کوستا ۱۹۴۹، توماس و بویر^(۳) ۱۹۸۰).



شکل ۱۰-۵ زنجریک چغندر، سرکولیفرتنلوس

علائم

علائم کرلی تاپ روی اکثر گونه‌های گیاهان حساس صفت مشخصه بیماری است. برگها کوچک و چین خورده و به طرف داخل و خارج پیچ خورده می‌شوند. رگبرگها در سطح زیرین برگها خشن شده و غالباً متورم می‌شوند و برآمدگی‌های خارمانندی روی آنها ایجاد می‌شود (شکل ۱۰-۶). ریشه‌ها کوچک شده و ریشکها پیچ خورده و بدشکل می‌شوند و غالباً می‌میرند. بعداً ریشکها سریعاً تکثیر می‌شوند (وضعیتی که به ریشه‌های موئی معروف است).



شکل ۱۰-۶ کرلی تاپ چغندر

بافت آوندهای آبکشی غالباً نکروتیک شده شکافها توسعه می‌یابند و ترشحات بافت آوندی روی ساقه‌ها و برگها ظاهر می‌شوند. نواحی تیره بافت نکروتیک را می‌توان با برش ریشه بیمار مشاهده نمود. نواحی نکروتیک در برشهای عرضی به صورت حلقه‌های تیره و در برشهای طولی به صورت نوارهای تیره دیده می‌شوند.

عامل بیماری

ویروس کرلی تاپ چغندر قند (BCTV) از گروه جیمینی ویروسهای تک رشته است که توسط زنجبرک منتقل می‌شود. ذرات جفتی یا dimers کوچک هستند و ۲۸×۲۰ نانومتر اندازه دارند. هر

دو ذره جفتی برای آلودگی مورد نیاز است (لارسن و دوفوس ۱۹۸۴). ویروس دارای مجموعه‌ای از نوادها است که از نظر بیماری‌زایی و دامنه میزبانی و سایر خصوصیات باهم متفاوتند. استرین‌ها شواهد کمی از تداخل یا حفاظت تقاطعی در میزبان یا در ناقل بروز می‌دهند. ویروس کرلی تاپ چغندر قند دامنه میزبانی گسترده‌ای دارد و بیش از ۳۰۰ گونه در ۴۴ خانواده گیاهی را شامل می‌شود.

اپیدمیولوژی

در آمریکای شمالی ویروس کرلی تاپ چغندر قند توسط زنجبرک چغندر قند بطریق پایا انتقال می‌یابد. این حشره، ناقل بسیار کارآمد و مؤثری در انتقال ویروس می‌باشد که ممکن است ویروس را در چند دقیقه دریافت کرده و آنرا به مدت یک ماه یا بیشتر در خود نگه دارد. دامنه میزبانی وسیع و تولید مثل زیادی دارد و می‌تواند صدها کیلومتر از محل پرورش و زاد و ولد به نواحی زراعی حرکت کند. رویشگاههای طبیعی غرب آمریکا مساعد تکثیر جمعیت‌های زیاد زنجبرک نیست (پی‌می‌سل^(۱) ۱۹۳۲) ولی بهر حال می‌تواند به آسانی روی خردل زاد و ولد و پرورش پیدا کند. در طول فصل تابستان روی شیرتیغک روسی و سایر علفهای هرز چندین نسل تولید می‌کند (کارتر ۱۹۳۰). برداشت و خشک شدن زراعت و علفهای هرز در پاییز، زنجبرک را مجبور به تجمع روی هر میزبان زنده‌ای می‌کند. همچنانکه این گیاهان خشک می‌شوند حشرات به نواحی پرورش در پای تپه‌ها حرکت کرده و روی گیاهان دائمی جمع می‌شوند. بارندگیهای زمستانه موجب جوانه‌زنی گیاهان یکساله متعددی می‌شود که به صورت متراکم در پای تپه‌ها رشد می‌کنند. زنجبرکها به طرف گیاهان یکساله حرکت نموده و روی آنها تجمع کرده و روی گیاهان در شیب‌های آفتابی و گرم تخم‌گذاری می‌کنند. خشک شدن گیاهان در نواحی پرورش در بهار و رسیدن و خشک شدن میزبانهای یکساله، نسل جدید حشره را وادار به مهاجرت به زمینهای کشاورزی می‌کند.

شدت حمله کرلی تاپ به عوامل اقلیمی که روی میزبانهای هرز تاثیر می‌گذارند، به شیوع و شدت بیماری‌زایی ویروس و قابلیت تولید مثل و مهاجرت زنجبرک بستگی دارد.

کنترل

در هر جا که روشهای کنترل اعمال نمی‌شود بیماری کرلی تاپ سبب خسارت‌های شدید به محصول چغندر قند می‌گردد. در سالهای اخیر در کالیفرنیا با برنامه جامع کنترل که در آن ارقام مقاوم به ویروس، عملیات کشت که آلودگی را به تاخیر می‌اندازد، مبارزه با ناقل خارج از نواحی تولید، کاهش نواحی پرورش زنجبرک و کاهش منابع ویروس در آن دیده شده است و در بخشهایی که بیماری کمتر خسارت وارد می‌آورد به اجرا در آمده است.

۳-۲-۱۰- موزائیک چغندر قند

ویروس موزائیک چغندر (BMV) یکی از گسترده‌ترین ویروس‌های چغندر قند است و احتمالاً در تمام نواحی مهم تولید چغندر قند دنیا وجود دارد. انتشار وسیع آن به علت وجود سایر گیاهان میزبانی است که در همه جا متداولند. هر جا که فصول کشت دو زراعت چغندر قند روی هم قرار گیرند (یعنی هر جا که چغندر بذری و زراعت چغندر برای تولید ریشه در یک ناحیه کشت شوند) و هر جا که شرایط اقلیمی اجازه زمستان‌گذرانی گیاهان آلوده را بدهد یا جائیکه چغندرهای وحشی در همان ناحیه از ریشه زراعت‌های قبلی روئیده شوند بیماری از اهمیت خاصی برخوردار است. اگر بوته‌های چغندر در ابتدای فصل آلوده شوند می‌توان کاهش محصول را تا بیش از ۱۰٪ پیش‌بینی نمود (بنت ۱۹۶۴).

علائم

ویروس موزائیک چغندر سبب بیماری ابلقی مشخصی شبیه به موزائیک روی سایر گیاهان می‌شود. علائم اولیه ظهور نقاط زرد رنگ روی برگ‌های جوان (که کم و بیش مدور و غالباً حاشیه‌های کاملاً مشخصی دارند) با حلقه‌های زرد رنگ با مراکز سبز می‌باشد. تغییرات زیادی در نوع ابلقی وجود دارد ولی طرح و شکل موزائیک معمولاً شامل لکه‌های نامنظم در سایه‌های مختلف سبز است. (شکل ۷-۱۰).



شکل ۷-۱۰ موزائیک چغندر

عامل بیماری

ذرات ویروسی قابل ارتجاع، میله‌ای نخ‌وش و حدود ۷۳۰ نانومتر طول و ۱۳ نانومتر قطر دارند. ویروس عضوی از گروه پوتی ویروس است که موجب تشکیل ضمامم سیتوپلاسمی داخل سلولی می‌شود و به آسانی با میکروسکوپ نوری قابل تشخیص هستند (هوتفرت^(۱) ۱۹۶۹).

دامنه میزبانی ویروس موزائیک چغندرنسبتاً گسترده است. اگر چه گونه‌های حدود ۱۰ خانواده از دولپه‌ایها توسط ویروس آلوده می‌شوند ولی اکثر گونه‌های میزبان ویروس در خانواده اسفناجیان - سولاناسه و لگومینوزه قرار دارد.

اپیدمیولوژی

ویروس موزائیک چغندرقند توسط بسیاری از گونه‌های شته بطریق غیر پایا منتقل می‌شود. آستانه‌های دریافت ویروس و تلقیح در حین تغذیه طی چندین ثانیه رخ میدهد که دوره نهفتگی را ندارد. شته‌های آلوده به ویروس، ویروس را حداکثر به مدت چند ساعت نگه میدارند. ویروس به آسانی با تلقیح عصاره نیز منتقل می‌شود (کوک‌بین و همکاران ۱۹۶۳). منابع اصلی آلودگی، سایر بوته‌های چغندرقند هستند و چون دوام ویروس موزائیک چغندر در ناقلین بسیار کم است ویروس در یک فصل قادر است فواصل نسبتاً کوتاهی را طی کند.

کنترل

حذف زراعت‌هایی که کشت آنها روی هم قرار می‌گیرند یا جدا کردن چنین زراعت‌هایی با فواصل حداقل دو کیلومتر مهمترین اقدام برای کنترل ویروس موزائیک چغندر است (دوفوس ۱۹۶۳). علاوه بر این از بین بردن چغندرهای وحشی و چغندرهای بجا مانده از زراعت قبلی در مجاورت مزارع تازه کشت شده چغندرقند سطوح خسارت را به حداقل می‌رساند.

۴-۲-۱۰ ویروس نکروتیک و زردی رگبرگ چغندرقند

این ویروس به‌طور مفصل در فصل نهم بحث شده است.

۳-۱۰ بیماریهای ویروسی کم اهمیت

۱-۳-۱۰ ویروس پنهان چغندرقند

ویروس پنهان چغندرقند (BCV) روی چغندرقند - چغندر علوفه‌ای و چغندر لبویی در همه

جاگسترش دارد. با آزمونهای انجام شده معلوم شده است که این ویروس روی اکثر واریته‌های اروپایی که کشت آنها متداول است ۸۰ تا ۹۰٪ آلودگی ایجاد می‌کند (کاسانیس^(۱)) و همکاران (۱۹۷۷). ویروس نیز روی ارقام چغندر قندهای آمریکایی انتشار دارد.

علائم

در اکثر موارد بوته‌هایی که با BCV آلوده شده‌اند بدون علامت بوده و یا علائم قابل شناسایی ندارند. بهرحال بعضی تحقیقات انجام شده نشان داده است که واریته‌های معینی یا رگه‌های اصلاح شده ممکن است زردشدگی ملایم یا زرد شدن بین رگبرگی نشان دهند و به توسعه ریشه آسیب وارد سازند.

عامل بیماری

ذرات کامل ویروس پنهان چغندر قند ایزومتریکی بوده و ۳۰ نانومتر قطر دارند. وزن مولکولی و پوشش پروتئینی آن $3/6 \times 10^4$ تخمین زده شده است ذرات کامل ویروس دارای دو رشته RNA خرد شده می‌باشد. ویروس به صورت دو یا سه پیکره که از نظر سرولولویک با هم اختلاف دارند وجود دارد (بوکاردو ۱۹۸۳).

اپیدمیولوژی

ویروس پنهان چغندر هم از طریق تخمک و هم از طریق دانه گرده به بذر منتقل می‌شود (کاسانیس و همکاران ۱۹۷۸). این ویروس از طریق مکانیکی با حشره و یا سایر ناقلین شناخته شده‌ای که مورد آزمایش قرار گرفته‌اند منتقل نمی‌گردد و چنین تصور می‌شود که برای نگهداری ویروس انتقال با بذر در ارقام چغندر قند کافی باشد.

کنترل

فقدان دانش و آگاهی از اهمیت اقتصادی ویروس پنهان چغندر سبب عدم تمایل به تحقیق روی روشهای کنترل آن شده است. تلاشهایی که به منظور عاری نمودن چغندر قند از پیکره‌های ویروس پنهان با روش گرما درمانی انجام پذیرفته ناموفق بوده است (پولن^(۲) ۱۹۶۸).

۲-۳-۱۰- بیماریهای ویروسی خاکزاد چغندر قند

ویروسهای خاکزاد که توسط پلی میکسبته^(۳) منتقل می‌شوند و از ویروس عامل نکروتیک

و زرد شدن رگبرگ چغندرقند متمایزند در اروپا و آمریکا گسترش فراوانی دارند (هنری و همکاران ۱۹۸۶، لزمان و همکاران ۱۹۸۸، لیوودوفوس ۱۹۸۹). این ویروسها که از نظر شکل ذرات شبیه به ویروس BNYVV هستند از نظر علائم - دامنه میزبانی، سرولوژی و ژنوم با آن مغایرت دارند.

علائم

مجموعه ویروسهای خاکزاد در اروپا ظاهراً هیچگونه علائمی روی چغندرقند ایجاد نمی‌کنند و یا آنکه موجب بروز علائم جزئی می‌شوند و تاکنون اینگونه ویروسها فقط از ریشه بوته‌های آلوده جدا شده‌اند. تاکنون سه تیپ مشخص سرولوژیک ویروس که روی چغندرقند علائم برگ‌ی ایجاد می‌کنند از تگزاس و کالیفرنیا گزارش شده است. ایزوله‌های آمریکایی سبب ظهور حلقه‌های درهم برهم، مخطط، نقاط زرد و نکروتیک و نوارهایی روی برگهای بوته‌هایی که به‌طور طبیعی و یا مصنوعاً در گلخانه آلوده شده باشند ایجاد می‌شود (شکل ۸-۱۰).



شکل ۸-۱۰ ویروس خاکزاد چغندر - تگزاس ۵

عامل بیماری

پیکره‌های ویروس حدود ۱۹ نانومتر عرض و بیش از ۳۰ نانومتر طول دارند. بنظر می‌رسد که پیکره‌های آنها شبیه پیکره‌های BNYVV باشد. تاکنون در اروپا دو نوع مشخص سرولوژیک تشخیص داده شده‌اند (لزمان^(۱) و همکاران ۱۹۸۸) و ظاهراً از نظر سرولوژیک با ایزوله‌های آمریکایی تفاوت دارند.

اپیدمیولوژی

انتشار ویروسهای این گروه مثل BNYVV توسط قارچ پلی‌میکسایته که ناقل آن است صورت می‌گیرد. این گروه ویروسی ممکن است از BNYVV جداگانه ظاهر شود یا در مخلوطی از مجموعه ویروسی وجود داشته باشند.

کنترل

چون در مجموع از نظر شیوع، انتشار و اهمیت این موجودات خاکی اطلاعات کمی در دست است هیچگونه تحقیقی روی کنترل آنها صورت نگرفته است.

۳-۱۰- موزائیک پیچیدگی برگ چغندر قند

ویروس موزائیک پیچیدگی برگ چغندر قند (BDMV) ویروسی خاکزاد است که پیکره‌هایی مارپیچ و طویل دارد. ویروس از نظر خصوصیات بی‌نظیر است و از این رو تاکنون فقط در ایالت تگزاس در آمریکا یافت شده است (لیو و همکاران ۱۹۸۷).

علائم

علائم BDMV با پیچیدگی شدید پهنک برگها مشخص می‌شود. رگبرگ میانی ممکن است پیچ خوردگی پیدا نماید و پهنک برگ نیز به قطعات پیچ خورده از هم جدا شوند. لکه‌های سبز بافت با نواحی منقوط سبز روشن احاطه می‌شوند. نواحی سبز روشن ضخیم‌تر شده و آوندهای ثانوی متورم و مشخص می‌شوند که به سطح زیرین برگ ظاهری فرو رفته و زیر و خشن می‌شوند. علائم ظاهری شبیه به چین و چروک خوردگی موزائیک خیار دارد ولی نواحی دارای رنگ روشن یا سبز روشن زیر و خشن هستند و ویروس بیشتر سبب پیچ خوردگی برگ می‌شود (شکل ۹-۱۰).



شکل ۹-۱۰ موزائیک پیچیدگی چغندر

عامل بیماری

پیکره‌های BDMV طولی، میله‌ای مارپیچی و حدود ۱۲ نانومتر عرض و ۲۰۰ تا ۲۴۰ نانومتر طول دارند. در عصاره برگ پیکره‌های ویروس، در دو اندازه طولی ۲۲۵ نانومتر و ۶۵۰ نانومتر وجود دارد. پیکره ویروس از نظر ظاهری شبیه به کلترو ویروسها است و وزیکل آن شبیه به ویروسهایی است که در آلودگی کلترو ویروسهای موجود شرح داده شده است (فیل^(۱) و هوته‌فرت^(۲) ۱۹۹۱). پیکره‌های ویروس نیز از نظر طولی شبیه به بعضی از پوتی ویروسها یا بایموویروسها^(۳) است، بهر حال تاکنون ضمام پین‌ویل^(۴) (فرقه‌ای) یافت نشده است.

اپیدمیولوژی

BDMV همراه با BNYVV یافت شده است. ویروس خاکزاد است و در بررسیهای اولیه نشان داده شده است که توسط قارچ پلی‌میکسباته منتقل می‌شود بهر حال تلاشهای بعدی در طول چندین سال به منظور انتقال ایزوله‌های ویروس از طریق مکانیکی ناموفق بوده است.

1- Fail

2- Hoefert

3- Bymovirus

4- Pinwheel

کنترل

در مجموع اطلاعات کمی از شیوع، پراکندگی و اهمیت BDMV وجود دارد و تاکنون هیچ گونه تلاش تحقیقاتی برای کنترل آن صورت نگرفته است.

۴-۳-۱۰- زرد شدن رگبرگ چغندر قند

زرد شدن رگبرگ چغندر قند یکی از بیماریهای چغندر قند است که سبب زرد شدن معلوم و آشکار رگبرگها، خمیدگی رگبرگ و کوتاه شدن بوته‌ها می‌شود، تاکنون در نیومکزیکو، کالیفرنیا، آریزونا، یوتا، کلرادو، کانزاس، نبراسکا، اکلاهما و تکزاس یافت شده است (ماکسون ۱۹۴۸، بنت ۱۹۵۶). تک بوته‌ها شدیداً تحت تاثیر قرار گرفته و وزن ریشه‌ها ممکن است تا بیش از ۵۰٪ کاهش یابد. در سال ۱۹۶۴ بعضی از مزارع در کانزاس آلودگی بیش از ۳۱٪ را نشان داده‌اند (گاسکیل^(۱) و اشنايدر^(۲) ۱۹۶۶) بهر حال در اکثر نواحی چغندر خیز شیوع آلودگی بحدی پائین است که خسارت قابل توجهی به محصول وارد نمی‌آورد.

علائم

کوتاه و زرد شدن رگبرگ برگهای جوان بوته‌های آلوده از علائم اولیه بیماری هستند. رگبرگ اصلی زرد می‌شود و تغییر رنگ غالباً تا درون بافتهای مجاور توسعه یافته و سبب خم شدن مشخص رگبرگ می‌شود (شکل ۱۰-۱۰). ممکن است نقاط زردی روی رگبرگهای کوچکتر آلوده شده ظاهر شوند که از سایر نواحی زرد جدا شده باشند. معمولاً کوتاه شدگی فقط در یک طرف بوته ظاهر می‌شود که سبب توقف و عدم تقارن رشد می‌شود.

عامل بیماری

تا به حال هیچگونه شواهد مشخصی دال بر آنکه یک ویروس عامل بیماری زرد شدن رگبرگ چغندر قند باشد وجود ندارد. عامل بیماری که تاکنون خالص نشده نسبتاً ناپایدار است، قدرت آلاینده‌گی خود را در رفته‌های کمتر از ۱٪ یا توسط حرارت بالای ۴۰ تا ۴۵ درجه سانتیگراد از دست میدهد. عامل بیماری دامن میزبانی محدودی دارد، تنها میزبانهای شناخته شده آن عبارتند از: گونه‌های وحشی چغندر: ماکروکارپا، ماری تیما، وولگاریس و علفهای هرز کنوپودیوم^(۳)، سنسیو^(۴) و هم‌چنین اسفناج

1- Gaskill

2- Schneider

3- Chenopodium

4- Sencio vulgaris



شکل ۱۰-۱۱ زردی رگبرگ چغندر

اپیدمیولوژی

عامل بیماری زرد شدن رگبرگ چغندرقند با پیوند زدن و تلقیح عصاره منتقل می‌شود (راپل و دوفوس ۱۹۷۱). انتقال آن توسط زنجبرک آسراتاگالیکا کالکاریس^(۱) گزارش شده است (استاپلز و همکاران ۱۹۷۰).

بنظر می‌رسد حشرات معمولی که روی چغندرقند تغذیه می‌کنند قادر به انتقال عامل بیماری نیستند. گسترش وسیع جغرافیایی بیماری بیانگر گسترش وسیع عامل و ناقل بیماری است، ولی شیوع کم و نادر آلاینده‌گی نشان دهنده آن است که ناقل یا خیلی کمیاب است و یا آنکه کارایی زیادی برای انتقال ندارد. بیماری شباهتهایی به خصوصیات بیماری جدید ریزومانیا ولی نه به‌طور کامل دارد، گرچه انتقال آن از طریق خاک تاکنون به اثبات نرسیده است.

کنترل

هیچگونه اقدامی جهت کنترل بیماری نمی‌توان پیشنهاد نمود تا آنکه اطلاعات و آگاهی بیشتری درباره عامل بیماری و نحوه انتقال و زمستان‌گذرانی آن بدست آید.

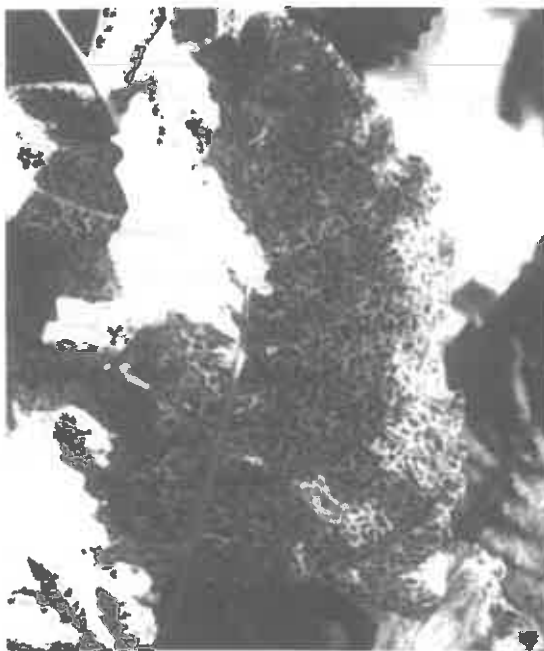
1- *Acerataglica calcaris*

۵-۳-۱۰- زردی مشبک چغندر قند

زردی مشبک چغندر قند که توسط مجموعه‌ای از ویروسها ایجاد می‌شود با زرد شدن بارز رگبرگ و رگبرگهای فرعی برگهای بوته‌های تحت تاثیر قرار گرفته تشخیص داده می‌شود. انتقال این مجموعه ویروس مشابه گروه لوتشو ویروسها است. بیماری تاکنون فقط از کالیفرنیا و انگلستان گزارش شده است.

علائم

علائم اولیه شامل یک یا چندین نقطه پراکنده زرد روی پهنک برگ می‌باشد. سپس مرحله زردی مشبک ظاهر می‌شود که زرد شدن بارز و یکنواخت رگبرگها و رگبرگهای فرعی را به دنبال دارد. وسعت و دامنه زردشدگی متفاوت است. گاهی فقط رگبرگهای بزرگتری که تحت تاثیر قرار گرفته‌اند را در برمیگیرد ولی در سایر موارد هر رگبرگ فرعی تحت تاثیر قرار گرفته را به طور واقعی در برمیگیرد (شکل ۱۱-۱۰) در بهار بوته‌های آلوده بخاطر رنگ زرد روشن و درخشانشان کاملاً مشخص هستند گاهی اوقات گروهی از بوته‌های آلوده بخاطر نواحی زرد روشنی که در مزرعه به وجود می‌آورند از فواصل دور قابل تشخیص هستند. در اواخر فصل ممکن است برگهای طبیعی ظاهر شوند (سیلوستر^(۱) ۱۹۴۸).



شکل ۱۱-۱۰ زرد مشبک چغندر

عامل بیماری

عامل بیماری BYN توسط شته سبز هلو منتقل می‌شود که یکی از اجزای مجموعه ویروسی ایجاد کننده بیماری BWYV است هنوز سایر اجزا از مخلوط ویروسها جدا نشده‌اند. ویروسها در تمام طول عمر ناقل، پایا هستند و به‌طور مکانیکی منتقل نمی‌شوند (سیلوستر ۱۹۵۸) واتسون (۱۹۶۲) بیان نموده است که دومین جزء مجموعه نمی‌تواند بدون وجود ناقل BWYV انتقال یابد. دامنه میزبانی گزارش شده BYN بسیار محدود است و تعدادی از گونه‌های جنس بتا و دو گونه توتون را شامل می‌شود.

اپیدمیولوژی

منابع آلودگی بهاره مزارع چغندر قند به‌طور واضح و معلوم مشخص نشده‌اند. بوته‌های چغندر قند که زمستان را سپری کرده‌اند در گسترش بهاره بیماری اهمیت دارند ولی گاهی شکل ظاهری مزرعه بیانگر آن است که علفهای هرز میزبان ممکن است به عنوان منابع ویروس محسوب گردند.

کنترل

در شرایط فعلی خسارت‌های حاصله از BYN آن‌قدر کم است که هیچگونه اقدامی جهت مبارزه با آن لازم بنظر نمی‌رسد.

۳-۶-۱۰ پیچیدگی برگ چغندر

ویروس پیچیدگی برگ چغندر که موجب پیچیدگی و کوتوله‌گی می‌شود در آلمان - لهستان - جمهوری چک و اسلواک و کشورهای اتحاد جماهیر شوروی سابق به‌طور معمول یافت می‌شود. این ویروس در تمام نقاطی که ناقل آن یعنی سن چغندر^(۱) وجود دارد دیده نمی‌شود. این ویروس در یک مقطع زمانی مسئله‌ای جدی بود ولی اکنون از اهمیت اقتصادی ناچیزی برخوردار است (پروسلر^(۲) ۱۹۸۳).

علائم

علائم اولیه بیماری شفاف شدن رگبرگ در برگ‌های جوان است برگ‌های تحت تاثیر قرار گرفته ابتدا به داخل پیچیده شده و ظاهری به بوته می‌دهند که بی‌شباهت به کاهو نیست. برگ‌ها چروک خورده و کوتاه می‌شوند. رشد قسمت‌های هوایی بوته و ریشه‌ها به‌طور بارز متوقف می‌شوند.

عامل بیماری

ذرات کامل ویروس BLCV^(۱) پیکره‌هایی باسیلی شکل دارند که اندازه آنها حدود ۲۲۵×۸۰ نانومتر است. آنها دارای یک پوشش فشرده الکترونی با یک کانال مرکزی و یک غشاء پوششی با برآمدگیهای کوچکی هستند (ایزین^(۲) ۱۹۷۳). ویروس فقط گونه‌های خانواده اسفنجیان و آیوزاسه^(۳) را تحت تاثیر قرار می‌دهد. چغندر قند و چغندر علوفه‌ای مهمترین میزبانهای ویروس میباشند (شماتر^(۴) و اهراردت^(۵) ۱۹۶۶).

اپیدمیولوژی

(BLCV) ویروس پیچیدگی برگ چغندر قند به روش پایا (تکثیری) توسط یک گونه سن کوادراتوم منتقل می‌شود. ویروس در بدن ناقل تکثیر شده و برای تمام عمر آلاینده باقی می‌ماند. حشره ممکن است در یک مدت زمان ۳۰ دقیقه‌ای تغذیه ویروس را دریافت دارد و در یک مدت زمان تغذیه در حدود همان مدت زمان دریافت پس از یک دوره نهفتگی ۷ تا ۳۵ روزه به بوته‌ها تلقیح نماید (پرواسلر^(۶) ۱۹۶۶).

سن در حاشیه بیشه‌ها در کنار نه‌رها و در سایر نواحی محافظت شده زمستان‌گذرانی می‌کند. در بهار بطرف مزارع چغندر حرکت کرده و ویروس را به بوته‌های جوان منتقل می‌نماید. حشره با خزیدن و یا با پروازهای کوتاه حرکت می‌کند به‌طوری‌که مزارعی که از نواحی زمستان‌گذرانی حشره دور هستند عاری از آلودگی می‌مانند.

کنترل

سمپاشی مزارع در نزدیک و مجاورت نواحی زمستان‌گذرانی حشره و کاشت چغندر، دور از نواحی آلوده از اقدامات مؤثر کنترل بشمار می‌روند.

۷-۳-۱۰- ساوی چغندر^(۶)

بیماری ساوی چغندر قند از سال ۱۸۹۰ در ایالت متحده شناسائی و از تمام ایالت‌های شرقی قاره آمریکا گزارش شده است.

میزان آلودگی بوته‌ها در مزارع تولید چغندر از میزان بسیار جزئی تا بیش از ۱۵٪ متغیر است. تاثیر بیماری روی تک بوته‌ها شدید است (کونز^(۷) و همکاران ۱۹۵۰).

1- Beet leaf curl virus

2- Eisbein

3- Aizoaceae

4- Schmutterer

5- Ehrhardt

6- Beet Savoy

7- Coons

علائم

شفاف شدن رگبرگهای فرعی از علائم اولیه بیماری است که به دنبال آن ضخیم شدن و کندی رشد رگبرگ است که سطح زیرین برگ ظاهری توری مانند پیدا می‌کند. برگها کوچک شده و از کناره‌ها به طرف پائین پیچ خورده می‌شوند. بافت آوندی ریشه بوته‌های آلوده نکروزه می‌شوند و تغییر رنگ آنها شبیه به علائم کرلی تاپ است. رشد قسمت‌های هوایی و ریشه بوته‌های آلوده به‌طور کاملاً مشخص متوقف می‌شود.

عامل بیماری

عامل بیماری ساوی توسط سن پیزماسینه‌را^(۱) منتقل می‌شود. عامل بیماری تاکنون توسط شته‌ها یا زنجرها و یا تلقیح عصاره منتقل نشده است. هیچ مدرکی دال بر اینکه عامل بیماری ساوی چغندر قند یک ویروس مشابه ویروس پیچیدگی برگ چغندر یا یک ریکتزیا شبیه به بیماری وزت پنهان که هر دو توسط سن چغندر پیزماکوادراتا منتقل می‌شوند وجود ندارد.

اپیدمیولوژی

سن در علفزارها، بوته‌زارها و نواحی جنگلی زمستان‌گذرانی می‌کند. حشره روی علف‌های هرز میزبان از قبیل تاج خروس زاد و ولد کرده و در فصل بهار به طرف مزارع چغندر قند حرکت می‌کند. عامل بیماری در سراسر ایالت‌های شرقی آمریکا و جنوب غربی کانادا که سوسک آلاینده ار روی علف‌های هرز میزبان جمع‌آوری شده‌اند به‌طور وسیعی گسترش دارد. پرواز ناقل کوتاه است و اکثراً آلودگی در حواشی مزارع نزدیک به نواحی زاد و ولد حشره صورت می‌گیرد (کونز و همکاران ۱۹۵۸).

کنترل

با حذف ناقل یا میزبانهای ناقل در نزدیکی مزارع چغندر قند احتمالاً بیماری می‌تواند تحت کنترل نگهداشته شود.

۸-۳-۱۰- موزائیک خیار^(۲)

ویروس موزائیک خیار (CMV) موجب موزائیک روشن و چین خوردگی چغندر قند و خیار و بسیاری دیگر از کدوئیان می‌شود این ویروس سبب سوختگی اسفناج، بادبزی شدن برگ گوجه‌فرنگی، موزائیک کرفس و موزائیک‌های بسیاری دیگر از گونه‌های گیاهان زراعی دولپه‌ای و تک‌لپه‌ای و علف‌های هرز می‌شود (دولیتل^(۳) ۱۹۲۰ بی‌هارگاوا^(۴) ۱۹۵۱). این ویروس در سرتاسر جهان گسترش دارد و تاکنون از هرجا که چغندر قند به‌عنوان یک گیاه زراعی کشت می‌شود گزارش گردیده است.

1- *Pisma cinerea*2- *Cucumber mosaic virus*3- *Doolittle*4- *Bhargava*

علائم

لکه‌های مختلف‌الشکل و اندازه زرد همراه با نقاط سبز و زرد روی برگ بوته‌های جوان ظاهر می‌شود. همچنانکه بیماری پیشرفت می‌کند نقاط سبز و زرد روی برگها بیشتر می‌شود برگها ممکن است کوچک و پیچ خورده شوند و جوشهای سبزی بر روی آنها نمایان شود. بسیاری از ایزوله‌های CMV روی برگهایی که به طور مکانیکی و یا توسط شته تلقیح شده‌اند لکه‌های کلروتیک به وجود می‌آورند. افزایش اندازه اینگونه لکه‌ها ادامه می‌یابد و ویروس ممکن است به‌طور فراگیر در تمام اندامهای بوته گسترش یابد.

عامل بیماری

ویروس موزائیک خیار دارای سه قطعه تک رشته‌ای RNA است که در سه گروه ذرات بیست وجهی که حدود ۳۰ نانومتر قطر دارند قرار می‌گیرند. تمام ذرات به یک میزان رسوب می‌کنند (اسکات^۱ ۱۹۶۳). ویروس دامنه میزبانی بسیار وسیعی دارد و بیش از ۱۹۰ گونه گیاهی در ۴۰ خانواده را شامل می‌شود.

اپیدمیولوژی

ویروس موزائیک خیار به آسانی به طریق مکانیکی و به صورت غیر پایا توسط بیش از ۶۰ گونه شته که از بین آنها فقط شته سبز هلو و شته سیاه باقلا که به طور گسترده‌ای روی چغندر قند تکثیر می‌شوند منتقل می‌گردد. دلیل کمی مبنی بر گسترش ویروس از یک بوته چغندر به بوته دیگر در مزارع آلوده وجود دارد و ظاهراً اکثر آلودگی‌ها از گیاهان میزبان خارج از مزرعه به داخل مزرعه سرایت می‌کند. حملات مخرب در مزارع چغندر قند از توسعه و تکثیر جمعیت‌های شته در نواحی وسیع علف‌های هرز و حرکت شته‌های بالدار بی‌شمار به مزارع چغندر قند است که پس از خشک شدن علف‌های هرز صورت می‌گیرد (بنت^۲ و همکاران ۱۹۵۸).

ویروس موزائیک خیار نیز توسط بذر گیاهان معینی از جمله بعضی از گونه‌های علف‌های هرز قابل انتقال است انتشار و پایداری در بذرهای علف‌های هرز ممکن است در اپیدمیولوژی ویروس با اهمیت باشد اگر چه به بذر چغندر قند منتقل نمی‌شود.

کنترل

مبارزه با علف‌های هرز اطراف مزارع چغندر قند مؤثرترین اقدام برای کنترل ویروس موزائیک خیار است.

۴-۱۰- بیماریهای مهم قارچی چغندر قند

۴-۱۰-۱- آفانومایسز^۱ عامل بیماری گیاهچه و پوسیدگی ریشه

آفانومایسز عامل بیماری گیاهچه که به نامهای سیاه شدن ریشه یا ساق سیاه نیز معروف است در آمریکا - کانادا - شیلی - آلمان - فرانسه - مجارستان - ژاپن - کشورهای اتحاد جماهیر شوروی سابق و انگلستان شایع است. قارچ عامل بیماری موجب پوسیدگی مزمن چغندرهای مسن نیز می‌گردد ولی بیشترین خسارت در مرحله گیاهچه‌ای به وجود می‌آورد.

علائم

عموماً گیاهچه‌هایی که تازه سبز شده‌اند تحت تاثیر قرار نمی‌گیرند ولی ۱ تا ۳ هفته بعد از سبز شدن، زخم سیاه متمایل به خاکستری و آبکی روی هیپوکوتیل، ظاهر می‌شود. زخم به سرعت توسعه یافته و بزودی تمام هیپوکوتیل، ظاهری سیاه متمایل به خاکستری یا قهوه‌ای تا سیاه پیدا می‌کنند و نخ‌وش می‌شوند. گیاهچه‌های آلوده از رشد باز می‌مانند و قدرت آنها بحدی کاهش می‌یابد که ممکن است بیافتند و بمیرند ولی غالباً زنده می‌مانند و تا حدی بهبودی می‌یابند.

بوته‌هایی که از مرگ گیاهچه سالم باقی مانده‌اند (جان سالم بدر برده‌اند) ممکن است پوسیدگی مزمن ریشه را نشان دهند که زرد شدن برگها، پژمردگی و عدم رشد قسمتهای هوایی از نشانه‌های آن می‌باشد. ریشه‌های جانبی فزوانی تشکیل می‌شود که سرعت سیاه شده و چروک می‌خورند (شکل ۱۰-۱۲). گاهی قارچ به قسمتهای پائین تر ریشه اصلی حمله می‌کند که موجب پوسیده شدن نوک ریشه می‌شود. بعداً ممکن است قسمت انتهایی ریشه فیبری شود یا ظاهری ریشکی نشان دهند.

عامل بیماری

آفانومایسز کوکلیوئیدز^۲ یک کپک آبی از رده اوومایست^۳، راسته ساپروولگنیال^۴ و خانواده ساپروولگنیاسه^۵ است (هاوکس وورث^۶ و همکاران^{۱۹۸۳}). درشلر^{۱۹۲۹} شرح کاملی از قارچ را تهیه کرده است. هیف‌ها در میزبان شفاف و چندهسته‌ای بوده و تولید اسپرانژهای استوانه‌ای نخ‌وش عمود بر هیف‌های والد می‌کند. زئوسپورها که ۱۱-۷ میکرون قطر دارند از داخل اسپرانژهای کیسه مانند خارج شده سپس از دیوارهای کیست آزاد می‌شوند زئوسپورهای اولیه که در داخل اسپرانژها متمایز شده‌اند خارج شده به صورت گروهی در

1- Aphanomyces

2- A. Cochlioides

3- Oomycetes

4- Saprolegniales

5- Saprolegniaceae

6- Hawksworth

7- Drechsler

کیسه‌هایی در انتهای لوله‌های توخالی طویل حاصله از اسپرنژها قرار می‌گیرند. طولی نخواهد کشید که زئوسپوره‌های دوتاژکی ثانویه از کیست‌های زئوسپور اولیه خارج شده بعد از مدتی تحرک دوباره کیستی در اطراف آنها تشکیل می‌شود و در نهایت جوانه می‌زنند و تولید لوله تندشی می‌کنند. مرحله تلثومورف^۱ در بافت‌های مسن پوسیده به‌صورت اوگونی نیمه کروی انتهایی - با دیواره صاف به‌وجود می‌آید که ۲۰-۲۸ میکرون قطر دارند و هریک حاوی ۱-۵ آنتریدی هستند که روی شاخه‌های پیچیده شده اطراف اوگونی تولید می‌شوند. بعد از لقاح یک اسپور صاف - منفرد - شفاف تا زرد رنگ که ۱۶-۲۴ میکرون قطر دارد داخل هر اوگونی به‌وجود می‌آید.



شکل ۱۰-۱۲ آفانومايسز کوكليوئيدز عامل پوسیدگی ریشه

بوخ هولتز^۱ (۱۹۴۴) گزارش کرده است که تاج خروس و سلمک میزبانهای طبیعی عامل بیماری هستند (اشنایدر^۲ ۱۹۵۶). ۲۸ گونه گیاهی در ۸ خانواده به عنوان میزبانهای جدید آزمایشی و ۱۹ گونه در ۶ خانواده را به عنوان میزبانهای طبیعی قارچ گزارش نموده است.

اییدمیولوژی

اسپورها مدتهای طولانی در خاک یا بقایای گیاه آلوده زنده می‌مانند. اسپورها در شرایط رطوبت زیاد خاک جوانه می‌زنند و تولید لوله تندشی نموده که می‌توانند مستقیماً گیاه را آلوده کرده یا تولید اسپورانژیوم انتهایی کنند (درشلر^۳ ۱۹۲۹). زئوسپورهایی که داخل اسپورانژیوم تشکیل شده‌اند رها می‌شوند و در انتهای اسپورانژیوم در اطراف آنها کیستی تشکیل می‌شود سپس متحرک شده و شناکنان به طرف میزبان می‌روند که مجدداً درون کیست قرار می‌گیرند و سرانجام جوانه زده و تولید لوله تندشی می‌کنند. نفوذ به داخل میزبان احتمالاً به طور مستقیم صورت می‌گیرد و ممکن است به کمک اندوپلی گالاکتوروناز^۴ که توسط قارچ تولید می‌شود انجام گیرد (هر^۵ ۱۹۷۷). قارچ می‌تواند در تمام مراحل رویشی به چغندر قند حمله ور شود ولی مرحله گیاهچه‌ای حساس‌تر از بوته‌های مسن می‌باشد (بوخ هولتز و مریت^۶ ۱۹۴۵).

شدت بیماری بستگی زیادی به حرارت و آب موجود در خاک دارد. رطوبت زیاد در خاک و آب آزاد برای تشکیل اسپورانژیوم و پراکنده شدن زئوسپورها نیاز است ولی اگر درجه حرارت خاک خیلی پائین باشد پیشرفت بیماری کم صورت می‌گیرد. وارن^۷ (۱۹۴۸) گزارش کرده است همچنان که درجه حرارت خاک از ۱۸ به ۳۲ افزایش یابد توسعه بیماری نیز افزایش می‌یابد و گیاهچه‌ها بندرت در کمتر از ۱۵ درجه سانتیگراد آلوده می‌شوند (ویندل^۸ و جونز^۹ ۱۹۸۹). بنابراین غالباً کشت چغندر قند در خاکهای خنک از آلودگی توسط آفانومایسز رهایی می‌یابند یا اگر خاک بعد از آلودگی اولیه خنک شود بوته‌ها رو به بهبودی خواهند رفت، اگر چه کوتاه باقی می‌مانند. در شرایط خشکی خاک آلودگی می‌تواند روی بوته‌های مسن‌تر که ریشه‌های اصلی آنها داخل مناطق حاوی رطوبت بیشتری قرار دارند منجر به پوسیدگی انتهایی ریشه گردد.

سایر شرایط محیطی ممکن است زوی شدت و پیشرفت بیماری اثر بگذارد. بایفورد^{۱۰} (۱۹۷۵) دریافت که بیماری در خاکهای اسیدی شیوع بیشتری دارد. اگر چه فینک^{۱۱} و بوخ هولتز (۱۹۵۴) یافته‌اند که بیماری در خاکهای سنگین بیشتر از خاکهای سبک رخ می‌دهد بیماری در خاکهای غیر حاصل خیز به خصوص خاک‌های که کمبود فسفر دارند شایع‌تر است (کونز و همکاران ۱۹۲۶).

1- Buchholtz

2- Schneider

3- endopolygalacturonase

4- Herr

5- Meredith

6- Warren

7- Windles

8- Jones

9- Byford

10- Fink

کنترل

کاشت زود در خاکهای خنک موجب خوب سبز شدن و جذب مواد غذایی و رشد قوی گیاهچه‌ها می‌شود که آنها را قادر می‌سازد قبل از آنکه خاک گرم شود و فعالیت عوامل بیماریزا افزایش یابد از مرحله بسیار حساس جلوتر روند. برای سبز شدن بایستی به میزان خیلی کم آبیاری انجام شود. حاصل خیزی زیاد خاک به خصوص میزان زیاد فسفر موجب تسریع در رشد گیاهچه‌ها شده و شدت بیماری سیاه شدن ریشه را کاهش می‌دهد (کونز و همکاران ۱۹۴۶، وارن ۱۹۴۸).

تناوب با گیاهان زراعی غیر حساس مثل ذرت - سوژا - سیب‌زمینی و غلات باعث کاهش شدت سیاه شدن ریشه در زراعت‌های بعدی چغندر قند می‌شود (آفاناسیو^۱ و همکاران ۱۹۴۲، کونز و همکاران ۱۹۴۶) گیاهان زراعی از قبیل یونجه - لوبیا - شبدر شیرین و شبدر شیوع و شدت بیماری را افزایش می‌دهند و نبایستی در تناوب قبل از کشت چغندر قند قرار گیرند (کونز و کوتیلا^۲ ۱۹۳۵).

مبارزه با برگ گیاهچه ناشی از قارچ آفانومایسز بوسیله ضد عفونی بذر از بیماریهای ایجاد شده توسط پی‌تیوم مشکل‌تر است. فن‌آمینوسولف^۳ در متوقف کردن بیماری سیاه شدن ریشه مؤثر بوده است (گونزالس^۴ ۱۹۷۵، بای فورد و پرنس^۵ ۱۹۷۶) ولی نبات‌سوزی نشان می‌دهد و در حال حاضر تولید نمی‌شود. متالاکسیل^۶ که در مقابل گونه‌های مختلف پی‌تیوم تاثیر خاصی دارد در مقابل آفانومایسز اثرات کمی از خود نشان داده است (ویندلز^۷ و جونز^۸ ۱۹۸۹). های‌مکسازول^۸ دارای تاثیر ویژه‌ای است (پاینه و ویلیامز ۱۹۹۰) و اکنون به عنوان یک قارچکش استاندارد در بعضی از کشورها مورد استفاده قرار می‌گیرد (کوک^۹ و همکاران ۱۹۸۹). پیشرفتهای اولیه به منظور ایجاد مقاومت در ارقام چغندر قند در مقابل این قارچ توسط دوکستاتور^{۱۰} و فینکنر^{۱۱} (۱۹۵۴) حاصل شده است. بعداً روشهایی برای تولید ماده تلقیح و انتخاب در مرحله گیاهچه‌ای در گلخانه به کار برده شد که منجر به اصلاح رگه‌هایی گردید که مقاومت نسبتاً بالایی داشتند (شنايدر ۱۹۵۴، کوو شنايدر ۱۹۶۶). به هرحال اکثر هیبریدهای تجارتي که مخلوطی از این ژرم پلاسماهای مقاوم است تاکنون برای شمال مرکزی آمریکا توسعه یافته‌اند.

1- Aphanasiev

2- Kotila

3- Fenaminosulf

4- Gonzales

5- Prince

6- Metalaxyl

7- Windlels

8- Hymexazol

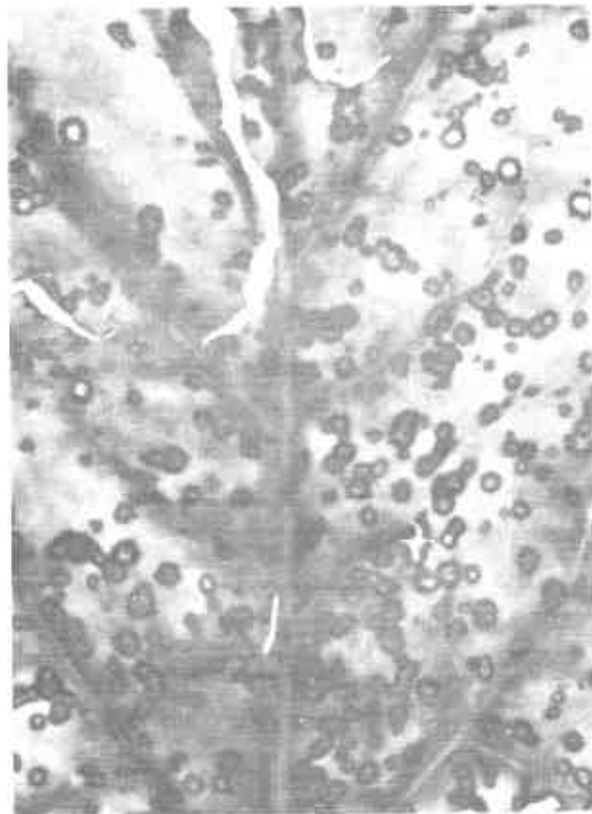
9- Cooke

10- Doxtator

11- finkner

۲=۴=۱۰= سرکوسپورا عامل بیماری لکه برگ

لکه برگ سرکوسپورا یکی از گسترده‌ترین و مخرب‌ترین بیماری‌های برگ چغندر قند است. اپیدمی‌های شدید بیماری در اطریش - جنوب فرانسه و آلمان - یونان - مجارستان - هندوستان - ایتالیا - رومانی - اسپانیا - ایالات متحده آمریکا و کشورهای اتحاد جماهیر شوروی سابق و یوگسلاوی شیوع دارد.

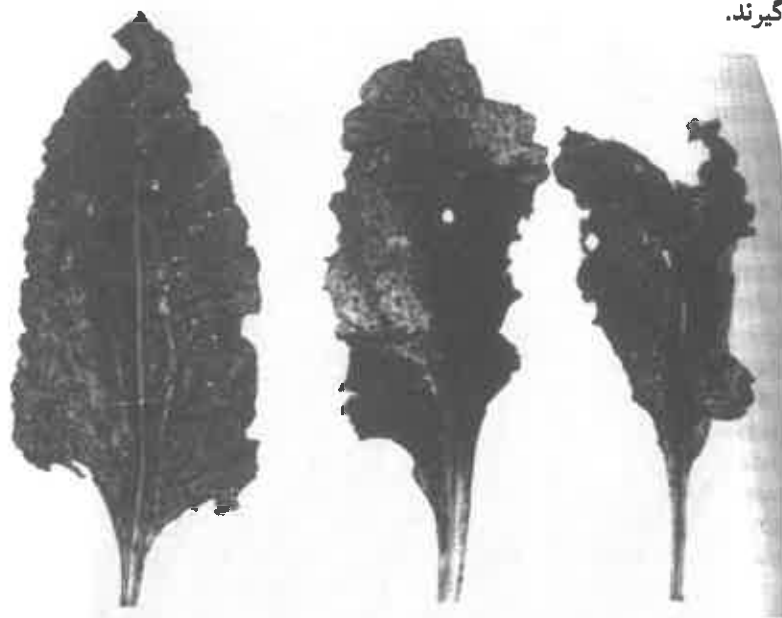


شکل ۱۰-۱۳ لکه برگ تیسک سرکوسپورا در مزرعه چغندر قند

علائم

لکه‌های میوه و محصور شده‌های گوجه‌ای زمانی پس از آنکه به ۲ میلیمتر می‌رسد روی برگ‌های مسن‌تر ظاهر می‌شود (۱۹۵۵) (شکل ۱۰-۱۳). لکه‌ها خرمایی تا قهوه‌ای روشن

با حاشیه‌های قهوه‌ای تیره یا قرمز متمایل به ارغوانی هستند. لکه‌های طویل روی دمبرگها ظاهر می‌شوند و ممکن است لکه‌های مدوری روی طوقه چغندر قند که خارج از خاک است نمایان گردند. (جیانوپلی تیس^۱ ۱۹۷۸). همچنان‌که بیماری پیشرفت می‌کند تک لکه‌ها به هم می‌پیوندند و نواحی بزرگی از برگها قهوه‌ای و نکروتیک می‌شوند (شکل ۱۴-۱۰). نقاط سیاه کوچکی (استرومای دروغی)^۲ که غالباً قابل رویت هستند در مرکز لکه‌های رسیده تشکیل می‌شوند. در شرایط مرطوب لکه‌های خاکستری و مخملی شده تولیدکنیدیوفر و کنیدی روی استرومای دروغی می‌کنند. سرانجام برگهای سوخته مضمحل شده روی زمین می‌افتند ولی به طوقه چسبیده باقی می‌مانند. برگهای جوان در مرکز بوته معمولاً سالم می‌مانند و عاری از هر گونه لکه‌ای می‌باشند. تمام اندامهای هوایی بوته‌های بذری از جمله کلاسترهای بذر تحت تاثیر قرار می‌گیرند.



شکل ۱۴-۱۰ دامنه شدت سرکوسپورا عامل بیماری لکه گرد برگ چغندر

عامل بیماری

سرکوسپورا بتی‌کولا^۳ در رده قارچ‌های ناقص دئوترومایست^۴ راسته مونیلیال^۵، خانواده

1- Gianopolitis

2- Pseudostromata

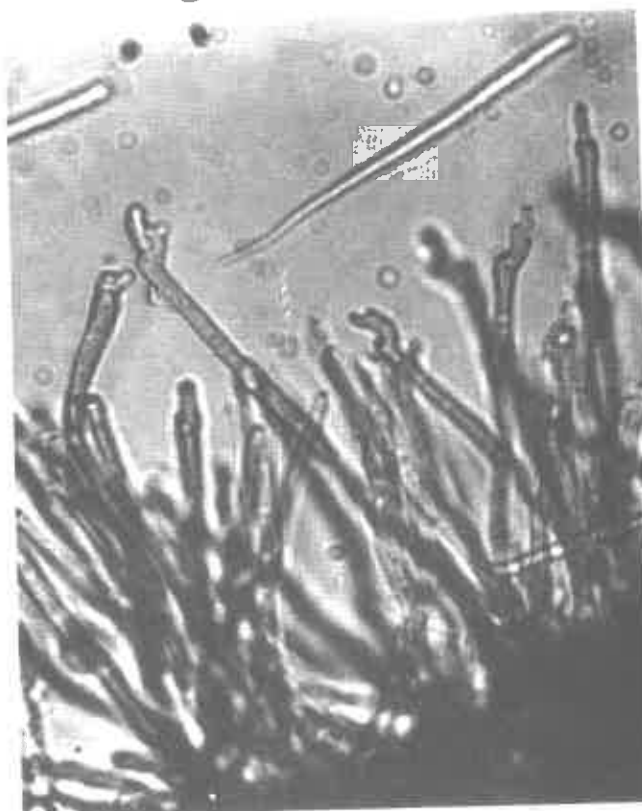
3- Cercospora beticola

4- Deutromycetes

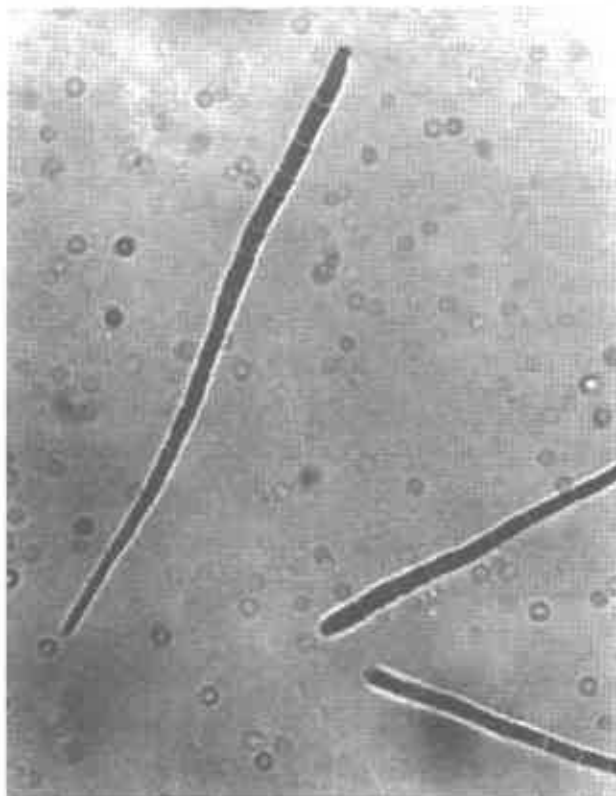
5- Moniliales

دماتیاسه^۱ بخش فتوفراکمو سپورا^۲ قرار دارد (چوپ^۳ ۱۹۵۳، بارت^۴ و هانت^۵ ۱۹۷۲). هیف‌ها شفاف تا قهوه‌ای زیتونی رنگ پریده، بین سلولی، بندبند، ۲-۴ میکرون قطر داشته و در حفره‌های زیر روزنه میزبان تشکیل استروماهای دروغی می‌دهد که از آنجا کنیدیوفرها به صورت گروهی به وجود می‌آیند.

کنیدیوفرها که فقط از روزنه‌های میزبان خارج می‌شوند ۱۰-۱۰۰ (اکثراً ۴۰-۶۰) $\times$ ۳-۵/۵ میکرون اندازه دارند، غیر منشعب، مستقیم یا نخ‌وش و دارای خمیدگی کم هستند. تا حدودی بندبند، در نزدیکی قاعده قهوه‌ای رنگ پریده، دارای خمیدگی و در راس شفاف است کنیدیهای کوچک مشخص در راس (شکل ۱۵-۱۰)، کنیدیها که ۲۰-۲۰۰ $\times$ ۲-۵/۵ میکرون (اکثراً ۱۰۷-۳۶ $\times$ ۲-۳ میکرون) اندازه دارند دارای دیواره صاف، راست تا کمی خمیده شفاف، باریک و نوک‌تیز، تدریجاً از قاعده باریک می‌شوند، ۳-۱۴ دیواره عرضی بندبند (گاهی تا بیش از ۱۴ دیواره عرضی) دارند (شکل ۱۶-۱۰). تاکنون مرحله جنسی قارچ شناخته نشده است.



شکل ۱۵-۱۰ کنیدیوفرهای قهوه‌ای کم رنگ و غیر منشعب سیکوسپورا بتی کولا



شکل ۱۶-۱۰ کینیدیهای شفاف چندسلولی سرکوسپورا بتی کولا

قارچ اکثر گونه‌های زراعی و وحشی جنس بتا، اسفناج و گونه‌های تاج خروس^۱ - آتریپلکس^۲ - کنوپودیوم^۳ و پلانتاگو^۴ را مورد حمله قرار می‌دهد (فرانسدن^۵ ۱۹۵۵). وستال^۶ (۱۹۳۳) ۲۴ گونه گیاهی را با تلقیح مصنوعی آلوده نموده است. چندین محقق نژادهای فیزیولوژیکی این قارچ را براساس تفاوت‌های فیزیولوژیکی و کشتی

1- Amaranthus

4- Plantago

2- Atriplex

5- Fransden

3- Chenopodium

6- Vestal

در محیط مصنوعی گزارش کرده‌اند (شلوسر^۱ و کخ^۲ ۱۹۵۷، نول^۳ ۱۹۶۰، هتزر^۴ و کیس^۵ ۱۹۶۴، سولل^۶ و وال^۷ ۱۹۷۱، ویتنی^۸ ولولن^۹ ۱۹۷۶، موک‌هوپاده‌می‌های^۹ و پال^{۱۰} ۱۹۸۱). به هر حال اهمیت نژادها مورد سوال است زیرا هیچگونه اثر متقابل بین ایزوله قارچ و ارقام بدست نیامده است (راپل ۱۹۷۷) ارقام دارای دامنه وسیعی از میزان مقاومت در مقابل واکنش عامل بیماریزا می‌باشند به همین دلیل وقتی ارزیابی در حضور بیوتیپهای متعدد در یونان، ایتالیا، اسپانیا و آمریکا انجام شده نتایج مشابهی بدست آمد (اسمیت ۱۹۸۵).

اپیدمیولوژی

کنیدیهای سرکوسپورا بتی‌کولا در بقایای برگهای آلوده فقط به مدت ۱-۴ ماه دوام دارند (پول^{۱۱} و مک‌کای^{۱۲} ۱۹۱۶) ولی استروماهای کاذب قارچ ممکن است به مدت ۱ تا ۲ سال باقی بمانند و به عنوان منابع اولیه ماده تلقیحی عمل کنند (پول و مک‌کای ۱۹۱۶: مک‌کای و پول ۱۹۱۸ کانوا^{۱۳} ۱۹۵۹). سایر منابع تولید ماده تلقیحی از جمله بذر آلوده (مک‌کای و پول ۱۹۱۸ کانوا^{۱۳} ۱۹۵۹) و علف‌های هرز میزبان (وستال ۱۹۳۳) دارای اهمیت کمی هستند.

درجه حرارت ۲۷-۳۲ درجه سانتیگراد در روز و درجه حرارت‌های بالای ۱۶ درجه سانتیگراد در شب و رطوبت نسبی بیش از ۶۰٪ حداقل به مدت ۱۵ تا ۱۸ ساعت در هر روز برای تولید کنیدی و آلودگی چغندر قند مناسب است (پول و مک‌کای ۱۹۱۶).

در زمانهایی که رطوبت نسبی بالا باشد (۹۸ تا ۱۰۰٪)، تولید اسپور می‌تواند بین ۱۰ تا ۳۵ درجه سانتیگراد یا با اپتیمم درجه حرارت ۳۰ درجه صورت گیرد (بلی‌هولدر^{۱۴} و ولتزین^{۱۴} ۱۹۷۲). وقتی که رطوبت نسبی یا بیش از ۹۶٪ به مدت ۱۰ تا ۱۲ ساعت در روز به مدت ۳ تا ۵ روز باقی بماند و درجه حرارت بیش از ۱۰ درجه باشد می‌توان اپیدمیهای شدیدی انتظار داشت (میشکه^{۱۵} ۱۹۶۰) باران و شبنم (مردیت ۱۹۶۷) رهایی و آزادی کنیدیها را فراهم کرده و توسط ترشحات باران (پول و مک‌کای ۱۹۱۶، کارلسون ۱۹۶۷) باد (مک‌کای و پول ۱۹۱۸، لورنس و مردیت ۱۹۷۰) آب آبیاری حشرات و کنه‌ها (مک‌کای و پول ۱۹۱۸، کانوا^{۱۳} ۱۹۵۹، مردیت ۱۹۶۷) پراکنده می‌شوند.

1- Schlosser

2- Koch

3- Noll

4- Hetzer

5- Kiss

6- Solel

7- Wahl

8- Lewellen

9- Mukhopadhyay

10- Pal

11- Pool

12- McKay

13- Bleiholder

14- Weltzien

15- Mischke

کنترل

برای کنترل و یا جلوگیری از سرکوسپورا عامل بیماری لکه برگی دستیابی به یک مبارزه تلفیقی که در آن عملیات زراعی، ارقام مقاوم و شیمی درمانی دخالت داشته باشند توصیه می شود (راپل ۱۹۸۶). یک برنامه تناوب ۲ تا ۳ ساله با گیاهان زراعی غیر میزبان همراه با برداشتن و حذف قسمتهای هوایی آلوده به منظور کاهش پتانسیل ماده تلقیحی برای زراعت بعدی چغندر قند بایستی اجرا شود (پول و مک کای، ۱۹۱۶؛ پوندهیر^۱ و موک و هوپادهی های، ۱۹۸۷). اجرای شخم عمیق سبب تشدید تجزیه اندام های هوایی آلوده می شود که منجر به مرگ قارچ می گردد (کانوا ۱۹۵۹). ارقام چغندر قند با مقاومت کم به عامل بیماریزا در دست می باشد و بایستی هرجا که بیماری بومی و مهم است کشت شوند در آزمون های انجام شده در اروپا و آمریکا مقاومت به چندین بیوتیپ سرکوسپورا بتی کولا به اثبات رسیده است.

چون هیچ گونه مصونیتی به بیماری وجود ندارد و سمپاشی تکمیلی با قارچکش موقعیکه شرایط برای توسعه لکه برگی بسیار مناسب است غالباً لازم و ضروری است. استفاده از ترکیبات سمی ارگانوتین ها^۲ یا دی تیوکارباماتها با برنامه زمانبندی شده ۱۰ تا ۱۴ روزه به شرطی که خیلی زود به کار برده شوند روی چرخه بیماری بسیار مؤثر بوده و قارچکش های حفاظتی ارگانوتین ها (تری فنیل تین استات و تری فنیل تین هیدروکساید) بهترین جلوگیری کننده بیماری شناخته شده اند (وی سونگ و همکاران ۱۹۶۸، کو و همکاران ۱۹۷۹).

بنزیمیدازولهای فراگیر (مثل: بنومیل، تیابندازول، تیوفانات متیل) بیماری لکه برگ را به نحو مؤثری کنترل می کنند (کاو^۳ و همکاران ۱۹۷۹، پرسیش^۴ و همکاران ۱۹۸۷). به هرحال استفاده مداوم از این مواد شیمیایی به مدت ۳ سال یا بیشتر منجر به انتخاب یا توسعه نژادهای مقاوم سرکوسپورا به بنزیمیدازل شده است (راپل و اسکات ۱۹۷۴، راپل و همکاران ۱۹۷۶).

استفاده متناوب از قارچکش ها یا مخلوط کردن قارچکش های محافظت کننده و فراگیر ممکن است توسعه نژادهای مقاوم عامل بیماریزا به قارچکش ها را به تاخیر اندازد (راپل ۱۹۸۶). یک مدل پیش آگاهی براساس مقدار ساعاتی که رطوبت نسبی در آن ساعات بالا باشد و با در نظر گرفتن میانگین درجه حرارت در دره رودخانه سرخ^۵ داکوتای شمالی و مینوسوتا به منظور تعیین برنامه زمانبندی سمپاشی با موفقیتی نه چندان زیاد مورد استفاده قرار گرفته است (شان^۶ و تنگ ۱۹۸۴).

1- Pundhir

2- Organotins

3- kaw

4- Percich

5- Red River Valley

6- Shane

7- Teng

۳-۴-۱۰- سفیدک دروغی چغندر قند

سفیدک دروغی یک مساله جدی برای چغندر قند در شمال اروپا و اتحاد جماهیر شوروی است (ماریک^۱ ۱۹۷۴). بیماری نیز در آرژانتین - مصر - ژاپن - فلسطین و دره‌های ساحلی غربی کالیفرنیا در آمریکا دیده شده است (لیچ^۲ ۱۹۳۱). از سال ۱۹۵۴ تاکنون بواسطه معرفی ارقام مقاوم شیوع بیماری و اهمیت آن در کالیفرنیا کاسته شده است (مک فارلین^۳ ۱۹۶۸).

علائم

گرچه ممکن است گیاهچه‌ها توسط قارچ بمیرند ولی عامل بیماریزا اکثر اوقات به برگهای جوان مرکزی بوته‌های مسن حمله‌ور می‌شود که کوتاه و کوچک ماندن کج و معوج و سبز روشن شدن برگها ضخیم و پیچ خوردن حواشی خارجی برگها بطرف پائین نتیجه حمله عامل بیماری است (لیچ^۲ ۱۹۳۱) (شکل ۱۷-۱۰).



شکل ۱۷-۱۰ برگهای زرد، ضخیم و پیچ‌خورده مغز بوته چغندر قند در اثر آلودگی به قارچ پرونوسپورا فارینوزا، زیرگونه، عامل سفیدک داخلی چغندر

بوته‌های بیمار غالباً "تعداد زیادی برگهای جوان کوچک تولید می‌کنند و در شرایطی که هوا مرطوب و خنک باشد، رشد سفید تا خاکستری متمایل به بنفش تیره قارچ در پشت برگ و گاهی

1- Maric

2- Leach

3- Mc.Farlane

روی پهنک برگها دیده می شود. چنین برگهای ممکن است خشک شده و بمیرند. اگر شرایط گرم و خشک غالب باشد پوسیدگی ثانویه جوانه مرکزی ممکن است به وجود آید و برگهای مسن تر زرد شوند و آلودگی به ویروس زرد را تداعی نماید. (بنت و لیچ ۱۹۷۱). بعضی از بوته ها ممکن است بهیودی یابند در حالیکه سایر بوته های آلوده می میرند، روی چغندره های بذری گل آذین فشرده می شود، تولید اندام های گل متوقف میگردد و تولید و تکثیر برگ تحریک می شود که شبیه جاروی جادوگر می شود هیف های قارچ و اسپور داخل کلاسترهای بذر تشکیل می شوند.

عامل بیماری

عامل بیماریزای سفیدک دروغی قارچ پرونوسپورافاری نوزا^۱ پارازیتی است اجباری و در رده آلمیسیت^۲ راسته پرونوسپورال^۳، خانواده پرونوسپوراسه^۴ قرار دارد (هاکس ورث^۵ و همکاران ۱۹۸۳). لیچ (۱۹۳۱) مرفولوژی عامل بیماریزا را خلاصه نموده است قارچ رشدی بین سلولی دارد و مواد غذایی را از طریق لکه های چند شاخه ای که به سلولهای میزبان نفوذ می کنند بدست می آورد (شکل ۱۸-۱۰). کنیدیوفرها که به صورت دو شاخه ای انشعاب پیدا می کنند (منشعب می شوند). دارای طولی متغیر از ۱۷۷ تا ۶۵۳ میکرون می باشند که به طور انفرادی یا گروه های دو تا سه تایی از روزه ها خارج می شوند. کنیدیها روی استریگمات های منشعب شده تولید می شوند. کنیدیها تخم مرغی - تک سلولی شفاف تا بنفش رنگ پریده و صاف بوده و ۲۴-۲۸×۱۷-۲۰ میکرون اندازه دارند و معمولاً با جوانه زنی تولید لوله تندشی می کنند. در مرحله تولید مثل جنسی اگونی و آنتریدیها تشکیل می شوند و بعد از لقاح اسپورهای بین سلولی در بافت های آلوده و پوششی بذرهائی تشکیل می دهند. قطر اسپورها ۲۶ تا ۳۸ میکرون است. با جوانه زنی تولید لوله تندشی می کنند یا تشکیل زئوسپورهای متحرک می دهند. قارچ فقط به گونه های جنس بتا شامل چغندر علوفه ای، چغندر قند، چغندرلبویی و چغندر سالادی حمله می کند (لیچ ۱۹۳۱، بایفورد ۱۹۶۷).

اییدمیولوژی

چرخه زندگی بیماری سفیدک دروغی چغندر قند توسط لیچ (۱۹۳۱) و بای نورد (۱۹۲۷) خلاصه شده است. قارچ در ریشه ها و طوقه های بجا مانده از مزارع بذرگیری در گونه های وحشی و خودروی جنس بتا و تا اندازه ای در بذر به صورت هیف یا اسپور دوام می آورد. در شرایط رطوبت و خنکی هوا اسپورها جوانه زده و تولید لوله تندشی می کنند که روی آنها کنیدیوفرها تولید می شوند، کنیدیوفرها نیز ممکن است روی میسلیمهای زمستان گذارنی کرده تولید

1- *Peronospora farinosa*

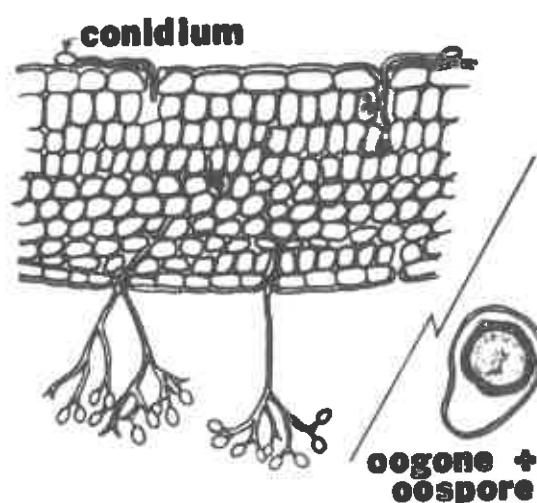
2- Oomycete

3- Peronosporales

4- Peronosporaceae

5- Hawksworth

شوند. کنیدیها روی کنیدیوفرها تولید می‌شوند و توسط باد بر روی برگ انتشار می‌یابند. کنیدیهای فراوان روی گیاهان آلوده به‌وجود می‌آید و این کنیدیها به عنوان ماده تلقیح اولیه و ثانویه عمل می‌کنند. کنیدیها جوانه زده تولید لوله تندشی کرده و فقط از طریق روزنه‌ها به میزبان نفوذ می‌کنند.



شکل ۱۸-۱۰ دیاگرام برش عرضی برگ آلوده چغندر به سفیدک داخلی

بیماری به سرعت در مزرعه از بوته‌ای به بوته دیگر انتشار می‌یابد (لیچ ۱۹۳۱). و غتیکه بوته‌های چغندر قند در اوایل فصل آلوده می‌شوند غالباً به طور کامل و سریع بهبودی می‌یابند. بوته‌هاییکه معمولاً در آخر فصل آلوده می‌شوند بهبودی کامل نمی‌یابند. (بایفورد ۱۹۶۷). فیزیولوژی قارچ شدیداً تحت تاثیر شرایط محیطی است (لیچ ۱۹۳۱، کارسنرو همکاران ۱۹۴۲). کنیدیها در حرارت بین ۵ تا ۲۰ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۸۰ تا ۹۰٪ با اپتیمم درجه حرارت ۸ تا ۱۰ درجه سانتیگراد رطوبت نسبی ۹۰٪ تولید می‌شوند. کنیدیها جوانه زده میزبان را در حرارتهای بین ۵/۰ تا ۳۰ درجه سانتیگراد با اپتیمم درجه حرارت بین ۴ تا ۷ درجه سانتیگراد آلوده می‌کنند.

کنترل

برای کاهش گسترش بیماری بایستی مزارع بذرگیری یا مزارع تولید ریشه چه (اشتکلینگ) حداقل ۴۰۰ تا ۱۵۰۰ متر از مزارع تولید ریشه چغندر قند جدا باشد (بایفورد و هول^۱ ۱۹۶۷). تراکم بوته یکنواخت، میزان مناسب کود ازته و کاشت زود نیز اشاعه بیماری را کاهش می دهد (بایفورد ۱۹۶۷). از بین بردن بقایای گیاهی باقی مانده در زمین و اجرای تناوب زراعی به کاهش ماده تلقیح اولیه برای زراعت بعدی چغندر قند کمک می کنند (بایفورد ۱۹۸۱).

کنترل سفیدک دروغی چغندر قند با قارچ کش ها تاکنون موفقیت آمیز نبوده است ولی بعضی از مواد شیمیایی اشاعه بیماری را کاهش داده اند (بایفورد و هول^۳ ۱۹۶۳، بایفورد ۱۹۷۵). سمپاشی اشتکلینگ های تازه سبز شده باماناب، اگر در نزدیکی مزارع تولید ریشه کشت شده باشند برای جلوگیری از شیوع بیماری توصیه می شود (بایفورد و هول^۱ ۱۹۶۳). ارقام مقاوم در ایالات متحده آمریکا و اروپا موجود می باشد (مک فارلین ۱۹۶۸، ماریک ۱۹۷۴، براون ۱۹۷۷). راسل (۱۹۶۹) مقاومت را در یک رگه تک ژنی و غالب گزارش کرده است در حالیکه هوارد و همکاران (۱۹۷۰) مقاومت چند ژنی برای آلودگی یا تولید اسپر را در چندین رگه گزارش نموده اند.

۴-۴-۱۰- بیماری حاصله از فوما

قارچ فوما^۲ (فرم جنسی پلئوسپورا بی یورلین جثی^۳ می تواند موجب مرگ گیاهچه، لکه برگی^۴ و پوسیدگی ریشه قبل از برداشت و بعد از برداشت ریشه چغندر قند در سیلو شود، مرگ گیاهچه و پوسیدگی در سیلو مهمترین بیماری است. غالباً به مرگ گیاهچه "ساق سیاه" نیز اطلاق می شود. قارچ و بیماریهای حاصله از آن تاکنون از اکثر نواحی چغندر خیز گزارش شده است (موک هوپادهی آی^۴ ۱۹۸۷).

علائم

در شرایط رطوبت و خنکی هوا قارچ می تواند موجب مرگ گیاهچه قبل از سبز شدن شود ولی معمولاً گیاهچه ها بعد از سبز شدن مورد حمله قرار می گیرند که نتیجه آن قهوه ای متمایل به سیاه تا سیاه شدن هیپوکوتیل ها و توقف رشد است (لیچ ۱۹۸۶). بعضی از گیاهچه ها می میرند ولی بسیاری از آنها به میزانهای مختلف بهبودی حاصل می کنند. غالباً پوسیدگی سطحی قهوه ای تیره در بافت طوقه گیاهچه هایی که از مرحله ساق سیاه بهبودی یافته اند ظاهر می شود (اشنایدر و ویتنی ۱۹۸۶). این قبیل ریشه ها ممکن است پوسیدگی شدید بعد از

1- Hull

2- Phoma betae

3- Pleospora bjoerlingii

4- Mukhopadhyay

برداشت را قبل از فرآیند و قتیکه در سیلو نگهداری می‌شوند ایجاد کنند (فصل ۴ را ملاحظه فرمائید).

برگهای چغندره‌های ریشه‌ای و ساقه‌های بوته‌های بذری نیز می‌توانند آلوده شوند. روی ساقه‌های بذری زخم‌های طولیل ظاهر می‌شود که پیکنیده‌های سیاه قارچ در مراکز خاکستری زخم فرو رفته‌اند (موک هوپاده‌های ۱۹۸۷). وقتی که برگها آلوده می‌شوند لکه‌های تکی، قهوه‌ای روشن مدور تا تخم‌مرغی که ۱-۲ سانتیمتر قطر دارند روی آنها ظاهر می‌شود (پول و مک‌کای ۱۹۱۵) (شکل ۱۹-۱۰).

در داخل لکه‌ها حلقه‌های هم‌مرکز قهوه‌ای در نزدیک پیرامون آنها ظاهر می‌شود که در آنها پیکنیده‌های سیاه که چک و و، آشکار می‌شوند.



شکل ۱۹-۱۰ زخمهای ایجاد شده روی برگ چغندر قند توسط فومابته

عامل بیماری

فرم جنسی قارچ پلئوسپورا یک آسکومسیت از راسته پلئوسپوراله^۱ و خانواده پلئوسپوراسه^۲ می باشد فومابته قارچی ناقص و معمولی ترین شکل قارچ در طبیعت است. اندام های باردهی (پیکنیدها) توسط فومابته تولید می شوند وقتی به مرحله بلوغ برسند سیاه هستند، دارای استیول بوده، عدسی شکل تا کروی می باشند و ۹۵ تا ۲۷۵ میکرون قطر دارند در بافت میزبان فرو رفته اند (شکل ۲۰-۱۰). کنیدیها که در پیکنیدها تولید می شوند شفاف، بیضوی، تک سلولی و $3/8-9/3 \times 1/6 \times 4/9$ میکرون اندازه دارند. مرحله جنسی در پائیز یا زمستان در سطح زیرین لکه ها و اصولاً روی ساقه های بوته های بذری ظاهر می شوند. قارچ در فرم جنسی تولید آسکوکارپ استرومایی نیمه کروی (۲۰۵-۳۴۰×۱۶۰-۲۳۰ میکرون) فرو رفته در بافت های خارجی ساقه های زمستان گذرانده بوته های بذری می کند (باگبی^۳ ۱۹۷۹). آسکها در آسکوکارپ استرومایی تشکیل می شود هر آسک ۸ آسکوسپور با جدارهای داخلی طولی و عرضی، سبز متمایل به زرد رنگ پریده در اندازه ۳۰-۱۳×۲۰-۱۰ میکرون تولید می کند. عامل بیماریزا می تواند به چغندر قند-چغندرلبویی و چغندر علوفه ای و همچنین به سلمک و یولاف حمله کند (باگبی و سوان^۴ ۱۹۷۴). خصوصیات فیزیولوژی در عامل بیماریزا گزارش شده است (باگبی ۱۹۷۹).

اییدمیولوژی

قارچ بذرزاد است و می تواند در بقایای گیاه زراعی در خاک بیش از ۲۶ ماه زنده بماند (باگبی و سوان^۴ ۱۹۷۴). وقتی که رطوبت فراوان و درجه حرارت خاک پائین باشد ممکن است مرگ گیاهچه قبل از سبز شدن حادث شود ولی معمولاً آلودگی بعد از سبز شدن رخ می دهد (لیچ^۵ ۱۹۸۴). به طور کلی شدت بیماری در حرارت های بین ۵ تا ۱۲ درجه سانتیگراد صورت می گیرد (نول^۶ ۱۹۶۰). می توان پوسیدگی طوقه یا پوسیدگی جوانه مرکزی را که در بوته های بالغ به وجود آمده از گیاهچه های زنده به خصوص بوته هایی که تحت تنش فیزیولوژیک در خاک های قلیایی قرار دارند مشاهده نمود. (pH>7.8) (باگبی^۳ ۱۹۸۶). وقتی که باران های سنگین روی خاک پخش شود و برگ های مسن پائینی بوته ها را به قارچ آلوده کند، لکه ها روی برگ ها ظاهر می شوند (پول و مک کاری^۷ ۱۹۱۵). همچنین لکه ها را می توان روی برگ ها و ساقه های بذر دهنده مشاهده نمود. در شرایط مرطوب (باران یا رطوبت زیاد)، کنیدیها از پیکنیدها به صورت توده های ژلاتینی خارج می شوند (تعداد بی شمار اسپور مخلوط با ماده لزج که به صورت نوار مارپیچی از عضو بارده قارچ خارج می گردد) که با ترشحات باران یا آبیاری

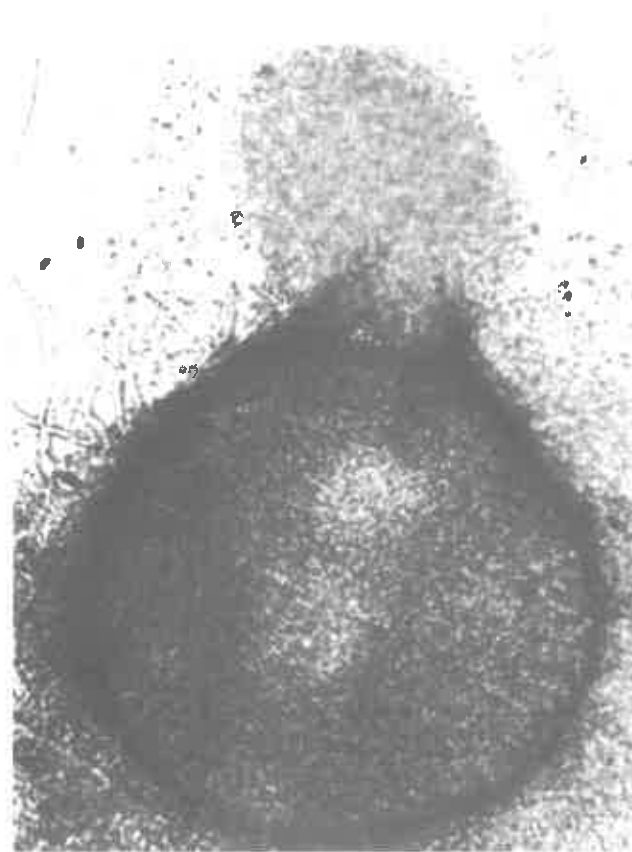
1- Pleosporales

2- Pleosporaceae

3- Bugbee

4- Soine

بارانی از بوته‌ای به بوته دیگر منتشر می‌شوند (لیچ و مک‌دونالد ۱۹۷۶). وجود دوره‌های بارانی ۶۰ روز قبل از برداشت بذر یا بعد از بریدن ساقه‌های بذر می‌تواند به درصد بالایی از آلودگی بذر منتج شود.



شکل ۲۰-۱. پیکنیدومایته باکنیدیهای خارج شده از روزنه

کنترل

به شرطی که بذر بدون آلودگی کاشته شود اجرای یک تناوب ۴ ساله و مبارزه با سلیمک توصیه می‌گردد (باگی و سواين ۱۹۷۳).
به منظور حذف بافت‌های خارجی اطراف بذر که غالباً توسط قارچ آلوده می‌شوند، بذر چغندر قند بایستی بوجاری شود (لیچ و مک‌دونالد ۱۹۷۶) و از عملیات زراعی و روش‌های

برداشت که رسیدگی بذر را به تاخیر می‌اندازند اجتناب کرد (بایفورد ۱۹۷۸). ضد عفونی بذر با قارچ‌کش‌ها به خصوص با مانب (بایفورد ۱۹۷۲) و تیرام (مائود^۱ و همکاران ۱۹۶۹) سبب کاهش شیوع بیماری می‌شود. در ضد عفونی بذر با تیرام خیساندن بذر به مدت ۸ تا ۱۶ ساعت در ۲۵ درجه سانتیگراد توصیه شده است (دورانت^۲ و همکاران ۱۹۸۸). سبز شدن و زنده ماندن گیاهچه‌های چغندر قند از بذرهائی که شدیداً به فوما آلوده بودند در آزمون‌های گلخانه‌ای به طور معنی‌داری با تیمار بذرها با قارچ پیتیوم آلیگاندروم^۳ افزایش یافته است (والتر^۴ و جین‌دارت ۱۹۸۷) بهر حال به منظور تعیین امکان عملی و کارایی این روش کنترل، به بررسیهای صحرائی و مزرعه‌ای نیاز است. ارقام مقاوم به مرگ گیاهچه، لکه برگی یا بیماریهای ساقه بذر دهنده تاکنون بدست نیامده است.

۵-۴-۱- سفیدک سطحی

سفیدک سطحی در اقلیم‌های خاورمیانه، اتحاد جماهیر شوروی در آسیای مرکزی، اروپا و جنوب غربی آمریکا یک بیماری جدی است (هوک هوپادهای ۱۹۸۷) اپیدمی‌های شدید بیماری در شمال یا غرب کشورهای اروپایی یا در مناطق معتدل ایالات متحده آمریکا بندرت وجود دارد.

علائم

۲ تا ۶ ماه بعد از کشت چغندر قند توده‌های کوچک پراکنده و منشعب شده سفید هیف‌ها و کنیدی‌ها ابتدا در سطح زیرین برگ‌های مسن ظاهر می‌شود (راپل ۱۹۷۴). قارچ بسرعت روی پهنک و گاهی اوقات سطح زیرین برگ‌ها تا زمانی که همه آنها از میسلیم و کنیدی‌های سطحی قارچ ظاهری سفید گرد مانند پیدا نمایند گسترش می‌یابد (شکل ۲۱-۱۰). بافت زیرین ممکن است زرد شده و نهایتاً رنگ قهوه‌ای متمایل به ارغوانی پیدا نماید. فرم جنسی قارچ که تاکنون در بعضی از مناطق دیده نشده است حاوی آسکوکارپ‌های^۵ کوچک مدور، نارنجی تا قهوه‌ای سیاه رنگ فرو رفته در هیف‌های قارچ است.

عامل بیماری

اریزیف پلی‌گونی^۶ (هم‌نام با اریزیف‌بته^۸، اریزیف‌کومونیس^۹، اوئیدیوم اریزیفوئید^{۱۰} و میکروسفرابته^{۱۱} آسکومیستی از رده اریزیفال و خانواده اریزیفاسه است. ولتزین^{۱۲} (۱۹۶۳) براساس اختصاصی بودن قارچ به گونه‌های جنس بتا و اختلاف در اندازه آسکوکارپ که از نظر

1- Maude	2- Durrant	3- Pythium oligandrum
4- Walther	5- Gindart	6- Ascocarp
7- Erisiphe Polygoni	8- E.betae	9- E.Communis
10- Oidium erysipoides	11- Microsphaera betae	12- Weltzien

اندازه‌ای برای پلی‌گونی گزارش شده بود دوباره قارچ را اریزیف‌بته نامید. چون اختصاص میزبانی برای تعیین گونه معیار معتبری نیست و نظر به اینکه اندازه‌های آسکوکارپ گزارش شده توسط ولتزین (۱۹۶۳) در دامنه تغییراتی که توسط محققین گزارش گردیده قرار می‌گیرد، کویر^۱ و همکاران (۱۹۷۵) نام اریزیف‌پلی‌گونی را برای عامل بیماریزای چغندر قند حفظ کرده‌اند.



شکل ۱۰-۲۱ برگ چغندر قند شدیداً آلوده به قارچ اریزیف‌پولی‌گونی (اریزیف‌بته)

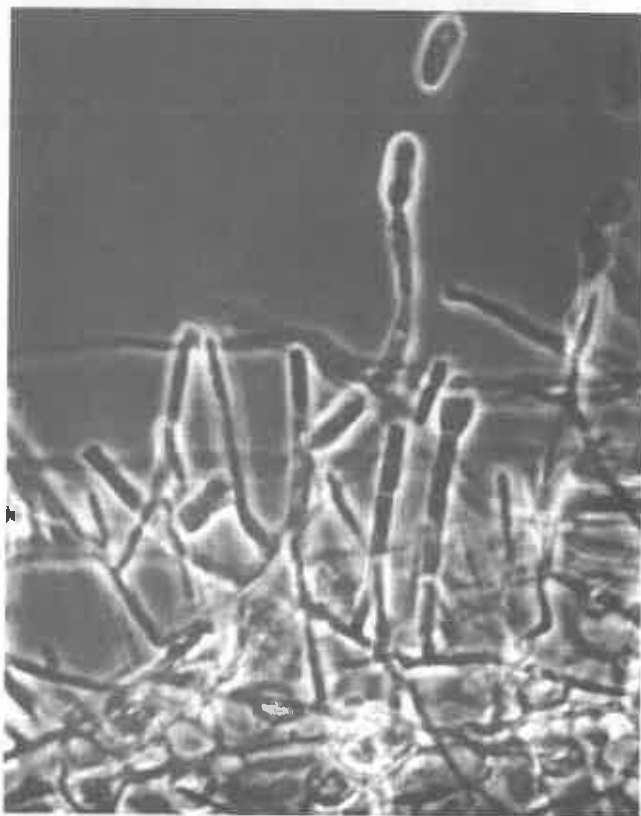
مرفولوژی قارچ توسط دران داروسکی^۲ (۱۹۶۹) خلاصه شده است. کنیدی‌های شفاف بیضوی - تک سلولی (۵۶-۳۰×۱۳ میکرون) زنجیروار روی کنیدیوفرهای ۶۰ تا ۱۰۰ میکرونی که از هیف‌های سطحی در سطح برگ‌ها برخاسته‌اند تشکیل می‌شوند (شکل ۱۰-۲۲)

1- Coyier

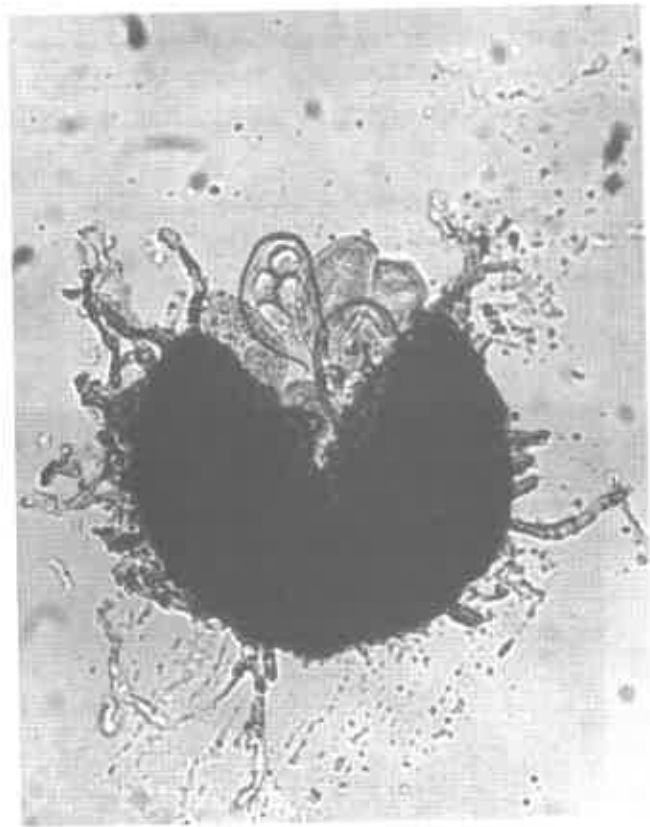
2- Drandarevsky

و قتیکه قارچ بعد بلوغ رسید پریسهای سیاه و مدور که ۷۵-۱۳۵ میکرون قطر دارند تشکیل می‌گردند. پریسها ضمامم، شفاف ساده شاخه‌ای شده به صورت پراکنده دارند که معمولاً حاوی ۴ تا ۸ آسک می‌باشند (شکل ۱۰-۲۳). آسکها ۸۵-۴۵×۵۰-۳۰ میکرون اندازه دارند. هر آسک دارای ۲ تا ۴ آسکوسپور شفاف، بیضوی با دیوارهای صاف است که ۱۲-۲۱×۱۸×۲۸ میکرون اندازه دارند.

دامنه میزبانی سفیدک حقیقی روی چغندر قند به گونه‌های جنس بتا محدود می‌شود (دران داروسکی ۱۹۶۹، راپل و تاماسوویچ^۱ ۱۹۷۷). راپل و تاماسوویچ (۱۹۷۷) نتوانستند از ۹ گونه جنس بتا، گونه پاتلاریس^۲ را آلوده سازند گرچه این گونه با موفقیت توسط دران داروسکی تلقیح شده بود (۱۹۶۹).



شکل ۱۰-۲۲: کنید پوفرها و کنیدی‌های اریزیف پولی‌گونی (اریزیف بته) در زیر میکروسکوپ



شکل ۱۰-۲۳: پرتس خرد شده اریزف پولی گونی (اریزف بته) با آسکهای آزاد شده حاوی آسکوسپور

اپیدمیولوژی

کنیدی‌ها زندگی کوتاهی دارند بنابراین احتمال می‌رود که قارچ در اقلیمهای معتدل به صورت هیف یا هوستار یا در بقایای گیاهی آلوده گونه‌های جنس بتا یا بذر چغندر قند باقی بماند و موقعیکه شرایط مناسب شد کنیدیوفر و کنیدی‌های جدید تولید کنند. در بریتانیا همه ساله وسعت اپیدمی به شرایط زمستان قبل مربوط می‌شود که احتمال دارد از طریق تاثیر روی ماده تلقیحی باقیمانده باشد (آشر^۱ و ویلیامز^۲ ۱۹۹۱). ظاهراً آسکوسپورها منابع مهم ماده تلقیحی

اولیه نیستند (مملوک^۱ ۱۹۷۰).

دران داروسکی در سال ۱۹۶۹ توسعه بیماری را مورد تحقیق و بررسی قرارداد و مملوک و ولترین تشکیل مرحله جنسی را بررسی نمودند. تولیدکنیدی به فراوانی در رطوبت نسبی ۳۰ تا ۴۰٪ صورت می‌گیرد به هر حال کنیدی در دامنه رطوبت نسبی ۰ تا ۱۰۰ درصد با تولید لوله تندشی جوانه می‌زند. همچنانکه رطوبت افزایش می‌یابد جوانه‌زنی نیز افزایش پیدا می‌کند. جوانه‌زنی بین ۱۵ تا ۳۰ درجه (اپتیمم ۲۵ درجه) انجام می‌گیرد. همچنانکه هیف عامل بیماریزا به طور سطحی روی سطح برگ رشد می‌کند آپرسوریومها^۲ شکل می‌گیرند (از هر هیف آلوده کننده یک آپرسوریوم) که مستقیماً به اپیدرم میزبان نفوذ می‌کند و آن را آلوده می‌نماید یا به‌طور اتفاقی وارد روزنه می‌شود. هوستوریوم‌هایی با ۱۴ تا ۱۶ لکه که در داخل سلولهای میزبان تشکیل می‌شوند مواد غذایی داخل سلول را جذب می‌کنند. از رشد کنیدی در سطح میزبان هیف‌های ثانویه تشکیل می‌شوند که آلودگی‌های ثانویه و تولید کنیدیوفر و کنیدی‌ها را شروع می‌کنند. کلیستوتسیوم‌ها در حرارت‌های بین ۱۲ تا ۲۲ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی حداقل ۳۰٪ تشکیل می‌شوند، فراوانی آنها با افزایش شدت بیماری افزایش می‌یابد. کلاً شدت بیماری با سن‌بوته در زمان آلودگی افزایش می‌یابد (راپل و توماسوویچ ۱۹۷۷) و اگر چه توسعه بیماری موقعیکه بوته‌ها از نظر آب تامین می‌شوند تندتر است ولی خسارت زیاده‌تر در بوته‌هایی که در تنش آبی قرار دارند دیده می‌شود و این به خاطر مرگ سریع برگ‌های آلوده است که کمتر حالت تورژسانس پیدا می‌کنند.

کنترل

گرچه تاکنون رگه‌های مقاوم چغندر قند در مقابل سفیدک حقیقی گزارش شده است (راسل ۱۹۶۹ ویتنی و همکاران ۱۹۸۳). لیکن کنترل بیماری منحصر با قارچ‌کش‌ها امکان‌پذیر است. ترکیبات گوگردی استفاده گسترده‌ای دارند (هیلز^۳ و همکاران ۱۹۷۵، بایفورد^۴ ۱۹۷۸) ولی سایر مواد شیمیایی فراگیر و محافظت‌کننده نیز هر جا که برای مصرف به ثبت رسیده‌اند بیماری را کنترل کرده‌اند (هیلز و همکاران ۱۹۷۵، فرایت^۵ و همکاران ۱۹۷۹، بورتچ^۶ و همکاران ۱۹۸۳). کاربرد به موقع قارچ‌کش‌ها، به محض مشاهده اولین نشانه قارچ روی برگ‌ها قاطع است، دو هفته تاخیر در سمپاشی چغندر قند با گوگرد از محصول شکر تا ۱۷٪ در کالیفرنیا کاسته شده است (هیلز و همکاران ۱۹۷۵). در آزمون دیگر (پائولوس^۷ و همکاران ۱۹۷۵) سمپاشی بعد از آنکه ۵۰ درصد بوته‌ها آلوده شدند نتیجه‌ای نداد.

۶-۴-۱۰- بیماریهای ریزوکتونیایی

بیماری پوسیدگی ریزوکتونیایی ریشه و طوقه - مرگ گیاهچه و سوختگی برگ از جمله بیماریهایی است که توسط قارچ خاکزی ریزوکتونیا سولانی ایجاد می‌شود (هم‌نام‌های قارچ،

1- Mamluk

2- Appressorium

3- Hills

4- Byford

5- Frate

6- Burtch

7- Paulus

کورتی سیوم سولانی^۱، های پوکنوس سولانی^۲ و ریزوکتونیا پراکتی کولا^۳ فرم جنسی تاناتفوروس کوکومریس^۴ پوسیدگی طوقه و ریشه جدی ترین بیماری های ریشه چغندر قند در ایالات متحده آمریکا است و هر جا که چغندر قند در اقلیم های گرم کشت شود وجود دارد. قارچ نیز موجب مرگ گیاهچه شده و نژادهای معینی می توانند در شرایط مرطوب مولد سوختگی برگ شوند.

علائم

قارچ می تواند موجب مرگ گیاهچه قبل از سبز شدن شود ولی معمولاً گیاهچه ها را بعد از سبز شدن تحت تاثیر قرار می دهد. یک لکه (زخم) قهوه ای دقیقاً در زیر سطح خاک شروع و تاهپوکوتیل توسعه می یابد که یک خط بین بافت بیمار و سالم آنها را از هم متمایز می کند. وقتی که عامل بیماری پیشرفت کرد و بافت هیپوکوتیل را احاطه نمود، گیاهچه ها مضمحل شده و می میرند.



شکل ۱۱-۲۴ علائم پوسیدگی ریزوکتونیایی ریشه (ریزوکتونیا سولانی AG2-2) روی اندامهای هوایی در مزرعه چغندر قند (ردیف پائین) در مقایسه با رگه اصلاح شده مقاوم (ردیف بالا)

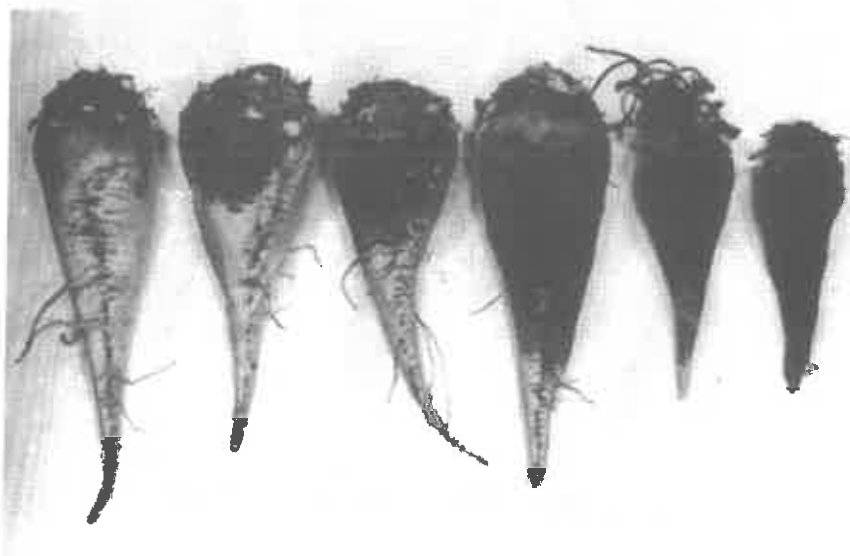
1- Corticium solani

2- Hypochnus solani

3- R.Practicola

4- Thanatephorus cucumeris

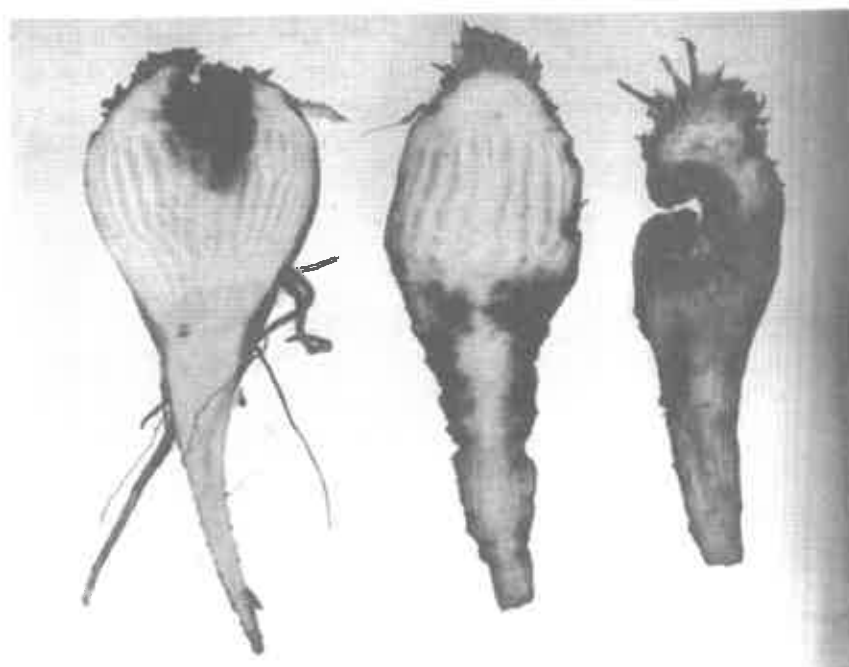
اولین نشانه پوسیدگی طوقه و ریشه پژمردگی ناگهانی و زرد شدن برگها، همراه با زخم‌های (لکه‌های) قهوه‌ای تیره در قاعده دمبرگها است. چنین برگ‌هایی مضمحل شده و می‌میرند ولی همچنان به طوقه می‌چسبند که تشکیل رزتی می‌دهند که برگهای قهوه‌ای دارد (شکل ۱۰-۲۴). ریشه‌ها درجه‌های متفاوتی از پوسیدگی قهوه‌ای تا سیاه را نشان می‌دهند که معمولاً از منطقه طوقه شروع و تا انتهای ریشه اصلی ادامه می‌یابد (شکل ۱۰-۲۵) شانکر یا شکاف‌های عمیق در ناحیه طوقه و در کنار ریشه‌های بیمار امری عادی است هیفهای قهوه‌ای قارچ ممکن است در داخل چنین حفره‌هایی دیده شود در داخل ریشه‌ها حاشیه مشخصی بین بافت بیمار و سالم به طور معمول وجود دارد. (شکل ۱۰-۲۶).



شکل ۱۰-۲۵ دامنه علامت خارجی پوسیدگی ریزوکتونیایی ریشه روی ریشه چغندر قند

پوسیدگی خشک شانکری نمونه‌ای از پوسیدگی ریشه است که توسط (ریچارد، ۱۹۲۱) در آمریکا گزارش شده است. تعداد زیادی زخم قهوه‌ای تیره، گرد و مشخص در قسمت بالای ریشه ایجاد می‌شود. شانکرهای عمیق محتوی هیف‌های قارچ در زیر این زخمها به وجود می‌آید. در باره این مرحله از پوسیدگی ریشه اطلاعات کمی وجود دارد. در شرایط گرم و مرطوب نژادهای معین قارچ ریزوکتونیا می‌تواند موجب سوختگی برگ

شود (کوتیلا^۱ ۱۹۴۷). رشد برگ‌های جوانه مرکزی کاهش یافته و به صورت دمبرگهای سیاه و کوتاه و پهنک پیچ خورده در می‌آید در هوای مرطوب نواحی بزرگ سوخته و نامنظم قهوه‌ای تا سیاه روی برگ‌های مسن‌تر دیده می‌شود.



شکل ۲۶-۱۰ علامت داخلی پوسیدگی ریزوکتونیایی ریشه

عامل بیماری

قارچ یک بازیدیومیست در راسته تولاسنالاز^۲ و خانواده سراتوبازیدیاسه^۳ است فرم (حالت) غیرجنسی قارچ توسط (پارمتر^۴ و ویتنی^۵ ۱۹۷۰) مشخص شده است. هیف‌ها رنگ پریده تا تیره متمایل به قهوه‌ای در نزدیک جدار سلولهای هیف منشعب، غالباً "اتشعاب حالت عمودی داشته و هیف منشعب در نقطه تولید فشرده شده است. همچنین سلولهای زنجیروار قهوه‌ای تیره با دیواره ضخیم به صورت گروهی تولید می‌شوند (سلولهای بشکهای عضو کوچک سختینه مانندی که از مقدار کمی یاخته تشکیل شده و غیرقابل تندش می‌باشد) سلولهای انفرادی چند هسته‌ای بوده و دارای زائده برجسته‌ای (درمحل) روی بندها

1- Kotila
4- Parmeter

2- Tulasnellales
5- Whitney

3- Ceratobasidiaceae

می باشند (براکر^۱ و بوتلر^۲ ۱۹۶۳). این قارچ هیچگونه اسپوری تولید نمی کند. روابط ژنتیکی ریزوکتونیا به توانایی یا عدم توانایی آنها به داشتن آناستاموز^۳ (هم دهانی) در کشت هایی از دو نژاد قارچ در یک محیط کشت تعیین شده است. ۹ گروه آناستاموزی مشخص شده اند (کارلینگ^۴ و همکاران ۱۹۸۷، اوگوشی^۵ ۱۹۸۷) اکثر ایزوله های بدست آمده از پوسیدگی ریشه و پوسیدگی طوقه در گروه AG-2-2 قرار دارند در حالیکه ایزوله های بدست آمده از مرگ گیاهچه یا سوختگی برگ در گروه AG-4 قرار می گیرند (راپل ۱۹۷۲، هر^۶ و روبرتز^۷ ۱۹۸۰). ایزوله های گروه AG-2-2 نیز می توانند مرگ گیاهچه را سبب شوند ولی مولد سوختگی برگ نیستند (راپل، منتشر نشده).

مرحله جنسی ریزوکتونیا در گروه های AG-2-2 و AG-4 گاهی اوقات روی دمبرگهای آلوده به صورت پودر خاکستری متمایل به سفید، که هیمینیوم^۸ آنها شبیه غشاء ظریف خارجی ساخته شده از بازیدی های شبکه ای شکل تا نیمه استوانه ای (۵×۳/۵×۱۲-۶)، در طول مدت زمانی که رطوبت نسبی بالا باشد ظاهر می شود (کوتیلا^۹ ۱۹۴۷، هر ۱۹۸۱). بیش از ۴ استریگمات روی هر بازیدی تشکیل می شود که هر بازیدیوسپور صاف با دیواره نازک، تخم مرغی و شفاف دارای زائده مرکزی است که توسط آن به استریگمات می چسبد، تولید می کنند (۹/۱۲×۸۰×۴/۸ میکرون) ایزوله های قارچ گروه AG-2-2 بدست آمده از چغندر قند موجب مرگ گیاهچه در جولو بیابذرت-ارزنیک نوع خربزه (طالبی) تاج خروس - چغندرلبویی - سوژا، چغندر قند و گندم می شود: مرگ گیاهچه در یونجه دیده نشده است (راپل ۱۹۷۲، لوکلرگ^{۱۰} ۱۹۳۴) گزارش کرده است که سه ایزوله بدست آمده از پوسیدگی ریشه موجب مرگ گیاهچه در یونجه - کلم - چغندرلبویی - نخودسبز - چغندر قند - شبدر شیرین - چغندر سالادی - چغندرلبویی - گوجه فرنگی و شلغم می شوند.

اپیدمیولوژی

قارچ به صورت هیف، سلولهای زنجیروار و اسکلروت در بقایای آلی گیاهی در خاک زنده - باقی می ماند (بوساليس^{۱۱} و شارن^{۱۲} ۱۹۵۹، ربرتز^{۱۳} و هر ۱۹۷۹) و وقتی که درجه حرارت خاک به ۲۵ تا ۳۵ درجه سانتیگراد برسد فعال می شوند (لوکلرگ ۱۹۳۹). اگر چغندر قند در خاک گرم کاشته شود ممکن است مرگ گیاهچه اتفاق بیافتد و ممکن است آلودگی در دمبرگها، طوقه ها یا ریشه های بوته های مسن زمانی که حرارت خاک افزایش یابد دیده شود.

1- Bracker
4- Carling
7- Roberts
10- Le Clerg
13- Roberts

2- Butler
5- Ogoshi
8- Hymenium
11- Boosalis

3- Anastamose
6- Herr
9- Kotila
12- Scharen

بات من^۱ در سال ۱۹۷۰ بیماریزایی را در بیماریهای ریزوکتونیائی مورد تجدید نظر قرار داده است. همچنانکه قارچ در سطح میزبان رشد می‌کند، توده‌های فشرده هیف، شکل می‌گیرند (بالمشک‌های آلوده کننده) از این بالمشک‌ها زوائد آلوده کننده به وجود می‌آید که با کمک آنزیم‌های تجزیه کننده دیواره سلول، مستقیماً^۲ به میزبان نفوذ می‌کنند. رشد قارچ درون بافت ریشه چغندرقند داخل یا بین سلولی است (راپل ۱۹۷۳) بوته‌های جوان شدیدتر از بوته‌های مسن تحت تاثیر قرار می‌گیرند (پیرسن^۳ و گاسکیل^۴ ۱۹۶۱). عامل بیماریزا با هر وسیله یا عاملی که خاک را حرکت می‌دهد مثل باد، آب آبیاری یا خاک چسبیده به ماشین‌آلات به مزارع غیر آلوده انتشار می‌یابد.

کنترل

بذرهای چغندرقند که در خاکهای گرم کاشته می‌شوند به یک قارچ‌کش محافظ نیاز دارند که مرگ گیاهچه را کنترل کند به همین منظور در ایالات متحده تیرام مورد استفاده قرار می‌گیرد. هیچگونه مواد شیمیایی برای کنترل پوسیدگی ریشه و طوقه مورد تأیید قرار نگرفته ولی اقداماتی در جهت رشد خوب بوته از طریق عملیات صحیح زراعی و کود دادن بایستی مورد توجه قرار گیرد و از انباشته کردن خاک در اطراف بوته‌ها در طول دوره زراعی خودداری گردد. (اشنایدر^۵ و همکاران ۱۹۸۲). اجرای تناوب زراعی ۳ تا ۵ ساله با غلات دانه‌ریز یا ذرت قبل از کشت چغندرقند سبب کاهش شیوع بیماری به خصوص در خاکهایی که از نظر مواد آلی فقیر هستند می‌شود (بابا^۶ و آبه ۱۹۶۶). پوسیدگی شدید ریشه در مزارعی که فقط چغندرقند کشت می‌شود یا اگر چغندرقند بعد از لوبیا یونجه یا سیب‌زمینی کشت شود ظاهر می‌گردد (بابا و آبه ۱۹۶۶). تاکنون هیچگونه اقدامی برای کنترل سوختگی برگ که ریزوکتونیاسولانی مولد آن است صورت نگرفته است.

مقاومت ناقص ولی غالب و چند ژنی در ژرم پلاسماهای چغندرقند برای ریزوکتونیا توسعه یافته است (هکروراپل ۱۹۷۷، ۱۹۸۸). تاکنون با استفاده از این ژرم پلاسما چندین رقم تجارتي با داشتن مقاومت متوسط بوسیله متخصصین اصلاح نبات شرکت‌های تولید کننده شکر تولید شده است.

پوسیدگی بنفش ریشه

پوسیدگی بنفش ریشه یک بیماری جدی در اسپانیا است و معمولاً در تمام کشورهای اروپائی دیده می‌شود اگر چه در آمریکا فقط به صورت دوره‌ای در اکثر نواحی کشت چغندرقند دیده شده است.

1- Bateman
4- Schneider

2- Pierson
5- Baba

3- Gaskill
6- Abe

علائم

بیماری ابتدا به صورت لکه‌های مجزا در مزرعه مشاهده می‌شود و بندرت تمام زراعت را تحت تاثیر قرار می‌دهد. رشد بوته‌ها متوقف شده و ممکن است تا حدی پژمردگی را نشان دهند. روی ریشه بوته‌های آلوده نقاط ارغوانی رنگی ظاهر می‌شود و رشد میسلیم نمدی شکل قرمز متمایل به ارغوانی که سطح ریشه را از نوک تا طوقه پیشروی کرده می‌پوشاند و باعث می‌شود مقداری خاک به ریشه‌های بیمار بچسبد (هول ۱۹۶۰، اشنایدر و ویتنی ۱۹۸۶). در ابتدا پوسیدگی زیر توده میسلیم سطحی است ولی بعداً به عنوان نتیجه‌ای از فعالیت ارگانسیم‌های ثانویه عمیق تر می‌شود (هول ۱۹۶۰).

عامل بیماری

بیماری توسط ریزوکتونیا کوروکوروم^۱ ایجاد می‌شود فرم جنسی هلیکو بازیدیوم پورپورئوم^۲ و هم‌نام‌های قارچ عبارتند از ریزوکتونیا ویولاسه^۳ ریزوکتونیا اسپارجی^۴ و مرحله غیر جنسی شبیه ریزوکتونیا سلوانی^۵ است با این استثناء که هیف‌ها بنفش رنگ هستند. اسکروتها که در خاک یا روی میزبان به وجود می‌آیند مدور یا پهن هستند که بامیسلیوم‌های مخملی و ضخیم پوشیده شده‌اند. قطر آنها بین ۱ تا ۲۰ میلی‌متر متغیر است گروهی از هیف‌های پوشش مانند، مشخص، کوچک، بنفش تیره تاسیاه در سطح میزبان تشکیل می‌شود و به عنوان بالشتک‌های آلوده کننده عمل می‌کنند که از آنها زوائد آلوده کننده به سطح میزبان نفوذ می‌نماید.

در انگلستان مرحله بازدی روی ریشه‌ها طی یک مدت محدود در بهار به صورت هیمنیوم نمدی شکل، ارغوانی تا بنفش در نزدیکی سطح خاک به وجود می‌آید (بودین^۶ و ویک‌فیلد^۷ ۱۹۲۷). بازدیوم شفاف، نوک طویل تدریجاً خم می‌شود تا جایی که جدار عرضی را تشکیل می‌دهد. ۲ تا ۴ استریگمات از هر سلول به وجود می‌آید که از نظر طولی متغیر و از ۱۰ تا ۳۶ میکرون اندازه دارند و بازدیوسپورهای شفاف تخم‌مرغی، بیضوی، مستطیلی یا کلیوی شکل به ابعاد ۷-۱۲×۶-۱۰ میکرون را تولید می‌کنند.

قارچ می‌تواند به گونه‌های زراعی متعددی از جمله هویج - سیب‌زمینی - شیدر سوئدی و یونجه حمله نماید (هول ۱۹۶۰). همچنین چندین گونه علف هرز چندساله از جمله لیک‌نیس‌آلبا^۸، سنخوس‌الراسئوس^۹ و آکیله‌آمیله‌فولیوم^{۱۰}، کیسه‌کیش و سنسیوولگاریس^{۱۱} به بیماری حساسند (اشنایدر و ویتنی ۱۹۸۶).

1- <i>Rhizoctonia crocorm</i>	2- <i>Helicobasidium purpureum</i>	
3- <i>R.violaceae</i>	4- <i>R.aspargi</i>	5- <i>R.solani</i>
6- <i>Buddin</i>	7- <i>Wakefield</i>	8- <i>Lychnis alba</i>
9- <i>Sonchus oleraceus</i>	10- <i>Achillea millefolium</i>	11- <i>Senecio vulgaris</i>

اپیدمیولوژی

عامل بیماریزا به صورت اسکروت و هیف در بقایای گیاهی در خاک یا روی ریشه‌های علف‌های هرز دائمی باقی می‌ماند. معمولاً در نیمه فصل و قتیکه درجه حرارت خاک به بیش از ۱۳ درجه سانتیگراد برسد (اپتیمم ۲۰-۲۵ درجه) قارچ فعال می‌شود و به ریشه‌های حساس حمله می‌کند. بیماری می‌تواند در اکثر خاکهایی که چغندر قند کشت می‌شود ظاهر شود. ولی خاک‌های شنی سبک یالوم و پیت مخصوصاً خاک‌های قلیایی مناسب ظهور بیماری هستند (هول ۱۹۶۰). قارچ می‌تواند با هر وسیله‌ای که سبب جابجایی خاک می‌شود انتشار یابد ولی گسترش آن در داخل مزرعه کم و محدود است و از اینرو بیماری معمولاً به لکه‌هایی در مزرعه محدود می‌شود. درباره اهمیت بازیدیوسپورها در چرخه بیماری اطلاعات کمی در دست است.

کنترل

اجرای تناوب زراعی و ریشه‌کن کردن علف‌های هرز از اقدامات اساسی توصیه شده برای کنترل بیماری است. نبایستی گیاهان زراعی حساس قبل از چغندر قند کشت شوند. شخم عمیق و آیش تابستانه با عملیات زراعی فراوان سبب کاهش جمعیت عامل بیماریزا در خاک می‌شوند و باید توجه داشت ریشه‌های آلوده با شخم به داخل خاک برگردانده شوند (هول ۱۹۶۰).

۷-۴-۱۰- بیماری‌های زنگ چغندر قند

زراعت چغندر قند تحت تاثیر دو بیماری زنگ قرار می‌گیرد، که مهمترین آنها زنگ چغندر قند است که توسط اورومایسزیت^۱ ایجاد می‌شود زنگ گیاهچه که مولد آن پوکسینیا سب نیتز^۲ است فاقد اهمیت اقتصادی است. زنگ چغندر قند در اکثر کشورهای اروپایی، کشورهای اتحاد جماهیر شوروی سابق، آسیا و غرب ایالات متحده وجود دارد. زنگ گیاهچه از ایالات متحده و کشورهای شوروی سابق گزارش شده است.

علائم

زنگ چغندر قند روی ساقه بذرنده، دمبرگها و دوطرف پهنک برگ به صورت جوشهای مدور و برجسته به قطر ۱ تا ۲ میلیمتر که ممکن است به طور پراکنده و انفرادی یا گروهی به شکل حلقه که غالباً هاله‌ای زرد رنگ اطراف آنها را احاطه کرده‌اند به وجود آید (هول ۱۹۶۰). با

1- *Uromyces betae tul.ex Kickx*2- *Puccinia Subnitens Diet*

تشکیل اوردیوسپورهای^۱ قرمز متمایل به قهوه‌ای در داخل جوشها، اپیدرم میزبان پاره می‌شود. در پایان فصل به خاطر تشکیل تلیوسپورها^۲ (تلئوسپورها^۳) جوشها ممکن است قهوه‌ای تیره شوند. ظهور لکه‌های آب سوخته قهوه‌ای متمایل به زرد در محور سطح برگهای بوته‌های جوان در بهار دلیل بر مرحله اسپرموگونی است. مرحله اسیدی با تولید اسیدیهای کوچک مجتمع فنجان‌ی شکل به رنگ زرد متمایل به نارنجی روی سطوح برگها به اثبات می‌رسد. برگهای مسن‌تر بوته‌های زنگ زده در شیوع شدید بیماری ممکن است قبل از بلوغ پیر شوند.

زنگ گیاهیچه معمولاً در سطح زیرین کوتیله‌دونها و گاهی روی اولین برگهای حقیقی گیاهیچه‌های چغندر قند به صورت جوشهای نارنجی زرد رنگ (اسیدیها) که به صورت حلقه‌هایی دور هم جمع شده‌اند ظاهر شود (پول و مک‌کای ۱۹۱۴). اسپرموگونی (پیکنی‌ها) ممکن است روی محور برگ یا سطوح کوتیله‌دونها وجود داشته باشند. مراحل یورودی^۴ و تولید تلئوسپور^۵ روی چغندر قند دیده نشده است.

عوامل بیماری

عوامل بیماریزای زنگ از باز دیومیسست‌ها در زیر رده هترو بازیدیومیسست و راسته اوردیال می‌باشد.

اورومایسز بته یک زنگ تک پایه است که تمام مراحل چرخه زندگی خود را روی چغندر قند کامل می‌کند. بوکسینیا ساب‌نیتنز یک زنگ دو پایه است که چغندر قند به عنوان میزبان ثانویه و علف شور^۶ به عنوان میزبان اولیه آن می‌باشد.

اوردیوسپورهای قارچ اورومایسز بته طلایی تا قهوه‌ای متمایل به قرمز - بیضوی تا تخم‌مرغی به ابعاد ۱۹-۲۳×۲۶-۳۳ میکرون می‌باشند (واکر ۱۹۵۲). آنها به صورت زیر اپیدرمی در جوشهای اوردیال شکاف خورده تولید می‌شوند. تلیوسپورها دارای پایه کوچک، بیضوی یا تخم‌مرغی به رنگ قهوه‌ای طلایی تیره و دارای یک منفذ کوچک در راس که توسط یک زائده سرپستانکی پوشیده می‌شود.

اسیوسپورها کروی هستند و اندازه آنها ۱۹-۲۴×۲۶-۲۳ میکرون است. اسیوسپورهای بوکسینیا کروی بوده و اندازه آنها ۲۰-۲۳×۱۳-۱۵ میکرون است و دیواره آنها دارای زگیل‌های ظریفی می‌باشد.

1- Urediospores

2- Teliospores

3- Teleutospores

4- Urodi

5- Teltospore

6- Distichlis stricta (Torry Rydb)

اپیدمیولوژی

چرخه زندگی بیماری زنگ چغندر قند تاکنون توسط (نیوتن^۱ و پترسن^۲ ۱۹۳۳)، (هول ۱۹۶۰) و (پوزار^۳ و آسول^۴ ۱۹۷۱) گزارش گردیده است. در بهار تلیوسپوره‌های باقیمانده روی بافت‌های مرده برگ چغندرهای خودرو- در توده‌های چغندر علوفه‌ای در اشتکلینگ‌های تولید بذری یا احتمالاً روی بذر (آگارکوف^۵ و آسول^۶ ۱۹۶۳) جوانه می‌زنند و تولید اسپوریدی (بازیدیوسپور) می‌کنند که برگ بوته‌های جوان را آلوده نموده و در محور سطح برگها تولید اسیدی می‌نماید. اسیدیوسپورها مجدداً بوته را آلوده کرده تولید جوشهای اوردیال و اوردیوسپور می‌کنند که به عنوان ماده تلقیح ثانویه عمل می‌نمایند. درجه حرارت جوانه‌زنی اوردیوسپور بین ۱۰ تا ۲۲ درجه سانتیگراد است و توسعه بیماری بین ۱۵ تا ۲۲ درجه سانتیگراد در هوای مرطوب صورت می‌گیرد. اوردیوسپورها اصولاً توسط باد منتشر می‌شوند ولی می‌توانند بوسیله باران یا ترشح آب نیز گسترش یابند. شدیدترین توسعه بیماری موقعی است که رطوبت حاصله از شبنم مدت طولانی دوام بیاورد و بیماری با بروز هوای گرم و خشک متوقف می‌شود. هر جا که زمستان خیلی ملایم باشد مرحله اسیدی بندرت ظاهر می‌شود و چرخه بیماری توسط اوردیوسپورها ادامه می‌یابد.

کنترل

اکثر کولتیوارهای اصلاح شده چغندر قند برای دره‌های ساحلی غرب آمریکا به اورومایسز بته مقاوم هستند (بنت^۶ و لیچ^۷ ۱۹۷۱) و هیچگونه اقدامی برای کنترل آن انجام نمی‌شود. اقدامات زراعی برای کنترل زنگ چغندر قند در اتحاد جماهیر شوروی سابق مورد استفاده می‌باشد (ماریک^۸ ۱۹۷۴). بوته‌های بذری آلوده چغندر قند به منظور کاهش ماده تلقیحی اولیه برای مزارع تولید ریشه چغندر قند کننده و سوزنده می‌شوند. مزارع تولید بذری از مزارع تولید ریشه حداقل به فاصله یک کیلومتر از هم جدا می‌شوند و بعد از برداشت بذری برای مدفون کردن مواد گیاهی آلوده شخم عمیق زده می‌شود. در بعضی از کشورهای اروپایی مخصوصاً "قارچ‌کش‌های نریازول و سورفولین‌ها به طور گسترده‌ای برای کنترل زنگ مورد استفاده قرار می‌گیرند (ام.ج.سی.آشر^۹ مصاحبه شخصی).

1- Newton

2- Peturson

3- Pozhar

4- Assaul

5- Agarkov

6- Bennett

7- Leach

8- Maric

9- M.J.C.Asher

۵-۱۰- بیماریهای قارچی محلی یا کم اهمیت

ممکن است چغندر قند به چندین بیماری قارچی دیگر که از اهمیت کمتری برخوردارند یا از نظر اقتصادی در نواحی محدود اهمیت دارند مبتلا شود.

۱-۵-۱- بیماریهای گیاهچه

پیش از این مرگ‌های گیاهچه چغندر قند که فوما، آفانومایسز و ریزوکتوتیا عوامل آنها است شرح داده شد. سایر عوامل بیماریزای مرگ گیاهچه شامل پی تیوم آفانی درماتوم^۱، اولتی موم^۲، دباریانوم^۳، سیلواتیکوم^۴ و سایلیندروکلا دیوم^۵ می باشند. رطوبت بالا و درجه حرارت بالای خاک مناسب پی تیوم آفانی درماتوم است در حالیکه سایر گونه‌ها در دامنه وسیعی از درجه حرارت‌های خاک به شرطی که رطوبت خاک مناسب باشد می توانند مولد مرگ گیاهچه باشند. همه قارچ‌های فوق فیکومیست هستند و تولید زئوسپورهای متحرک و اسپورهای جنسی می کنند که اسپورها منبع اصلی ماده تلقیح اولیه می باشند. علائم شبیه علائم مرگ گیاهچه است که توسط سایر قارچها ایجاد می شود ولی پوسیدگی بذر و مرگ گیاهچه قبل از سبز شدن نسبت به عوامل بیماریزای ذکر شده قبلی عمومی تر است. مدیریت صحیح و ذقیق آب در مزرعه و ضد عفونی بذر با قارچ کش های متالاکسیل، تیرام یا های مکسازول (پایته و ویلیامز ۱۹۹۰) از اقدامات مفید و مؤثر کنترل هستند. تاکنون سایلیندروکلا دیوم مولد سوختگی گیاهچه فقط از خاکهای مرطوب و گرم هندوستان گزارش شده است. کمی بعد از سبز شدن لکه های قهوه ای تیره تا سیاه، روی هیپوکوتیل و ریشه اصلی ظاهر می شود که چروکیده شده و قهوه ای می شوند و تا کوتیله دونها ادامه می یابند که سبب مرگ گیاهچه می شوند. ضد عفونی بذر با قارچ کش های محافظ تا حدودی شرایط کنترل را فراهم می کنند و اختلاف مقاومت در بین کولتیوارها نیز دیده شده است.

۲-۵-۱۰- بیماریهای برگ

رامولاریا مولد لکه برگ

یک نمونه لکه برگ توسط رامولاریا بیتی کولا در اقلیمهای خنک و مرطوب برتیش کلمبیا، بریتانیا، ایرلند، کشورهای اسکاندیناوی، شمال ایالات متحده و کشورهای اتحاد جماهیر شوروی سابق شایع است (هول ۱۹۶۰، بنت و لیچ ۱۹۷۱، راپل ۱۹۸۶). در مناطقی که شرایط اقلیمی برای توسعه بیماری مناسب است، از شایع ترین بیماری ها در زراعت چغندر قند بذری است.

1- *pythium aphanidermatum*2- *P. Ultimum*3- *P. debarianum*4- *P. Sylvaticum*5- *Cylindrocladium SP.*

علائم

عامل بیماریزا مانند سرکوسپورا برگ‌های مسن چغندر قند یا چغندر علوفه‌ای را وقتی که رطوبت نسبی زیاد باشد ولی درجه حرارت تاحدی کمتر از ۱۷ تا ۲۰ درجه سانتیگراد باشد مورد حمله قرار می‌دهد.

لکه‌های برگ قهوه‌ای روشن و نسبت به لکه‌هایی که توسط سرکوسپورا تشکیل می‌شود بزرگتر (۴-۷ میلیمتر قطر) و زاویه‌دارترند (شکل ۲۷-۱۰). لکه‌ها ممکن است حاشیه قهوه‌ای تیره تا قرمز متمایل به قهوه‌ای داشته یا نداشته باشند و مرکز آنها تا زمان اسپرزایی قارچ خاکستری نقره‌ای تا سفید می‌شوند.



شکل ۲۷-۱۰ لکه برگ‌ی رامولاریایی چغندر قند ایجاد شده توسط رامولاریایی کولا لکه‌ها بزرگتر و منظم‌تر از لکه‌های ایجاد شده توسط سرکوسپورایی کولا می‌باشند.

عامل بیماری

کنیدیوفرها شبیه کنیدیوفر قارچ‌های ناقص^۱ است که از روزنه‌های برگ به صورت کروی - کوتاه - نیمه شفاف تا شفاف خارج می‌شوند و کنیدی‌های برجسته دارند. کنیدیها (۱/۵×۸/۲ میکرون) شفاف، استوانه‌ای و غالباً به صورت زنجیرهای کوتاه تشکیل می‌شوند، دارای دو سلول مشخص ولی تعدادی از آنها تک سلولی و مقدار کمی سه سلول دارند.

اپیدمیولوژی

باد باعث انتشار کنیدی‌ها می‌شود و قارچ ممکن است بذر زاد باشد. احتمالاً کنیدیها و هیف در بقایای گیاهی آلوده زمستان‌گذرانی می‌کنند. در شرایط رطوبت نسبی بالا و حرارت کم (۱۷ تا ۲۰) کنیدیها جوانه می‌زنند و از طریق روزنه‌ها به برگها رخنه می‌کنند. تراکم زیاد بوته و کمبود گوگرد سبب افزایش شدت بیماری می‌شوند.

کنترل

بیماری لکه برگی حاصله از رامولاریا بندرت دارای اهمیت اقتصادی است و معمولاً برای مبارزه با آن اقدامی تجویز نمی‌شود. در انگلستان استفاده از تری‌فنیل‌تین هیدروکساید یا بنومیل فقط ۳٪ محصول بذر چغندر قند را افزایش داده‌اند (بایفورد ۱۹۷۲). در فرانسه قارچ‌کش‌های تریمازول و بنزیمیدازول برای کنترل بیماری در زراعت‌های تولید ریشه چغندر قند توصیه شده است (ام‌سی.ج. آشر گفتگوی شخصی).

آلترناریای مولد لکه برگی

آلترناریا براسیکا^۲ و آلترناریا آلترناتا^۳ می‌توانند در شرایط اقلیمی خنک و مرطوب روی برگ گونه‌های جنس بتا لکه‌هایی ایجاد کنند. گونه آلترناتا یک ارگانیزم ثانویه‌ای که تنها به نواحی کلروپیک برگها به خصوص بوته‌های چغندر قند که با BMYV یا BWYV آلوده شده باشند حمله می‌کند (راسل ۱۹۶۵). لکه برگی دیگری که عامل بیماریزای اصلی آن گونه براسیکا است توسط مک‌فارلین و همکارانش (۱۹۵۴) گزارش شده است.

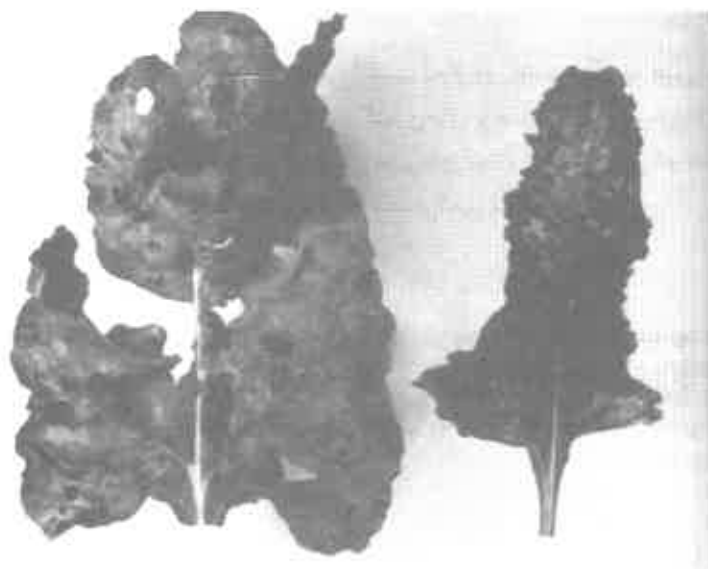
علائم

لکه برگی‌هایی که هر دو قارچ مولد آنها هستند لکه‌هایی مدور نامنظم - قهوه‌ای تیره تا سیاه و غالباً منطقه‌ای با قطر ۲ تا ۵ میلیمتر است (شکل ۲۸-۱۰). در شرایط آب و هوایی مرطوب کنیدیها و اندام‌های سیاه مانند قارچ غالباً لکه‌ها را می‌پوشانند.

1- Deutromycete

2- Alternaria brassica

3- A. alternata



شکل ۲۸-۱۰ لکه‌های بزرگ مدور و زاویه‌دار ایجاد شده توسط گونه‌های مختلف قارچ آلترناریا. آلترناریا آلترناتا قارچ ثانویه‌ای است که به نواحی زرد رنگ برگ حمله می‌کند. آلترناریا براسیکا عامل بیماری‌زای اولیه چغندر قند است.

عوامل بیماری

می‌توان دو گونه آلترناریا را از روی شکل کنیدی‌های آنها از هم متمایز کرد. ابعاد کنیدی‌های آلترناتا^۱، ۱۶-۴۲×۶-۹ میکرون هستند. کنیدیها دارای جدارهای داخلی عرضی و طولی، به صورت زنجیرهای طولی، به شکل دوک وارونه تا بیضوی یا تخم‌مرغی و سیاه‌رنگ و در انتها دارای گردن کوچک یا فاقد گردن می‌باشند. کنیدی‌های گونه براسیکا ۱۸-۱۰۰×۸-۲۰ میکرون دوکی وارونه، انفرادی (گاهی اوقات در محیط مصنوعی به صورت زنجیرهای دو تا سه تایی) دارای بندهای عرضی و طولی داخلی سیاه و دارای گردن‌های طولی در انتها می‌باشند.

کنترل

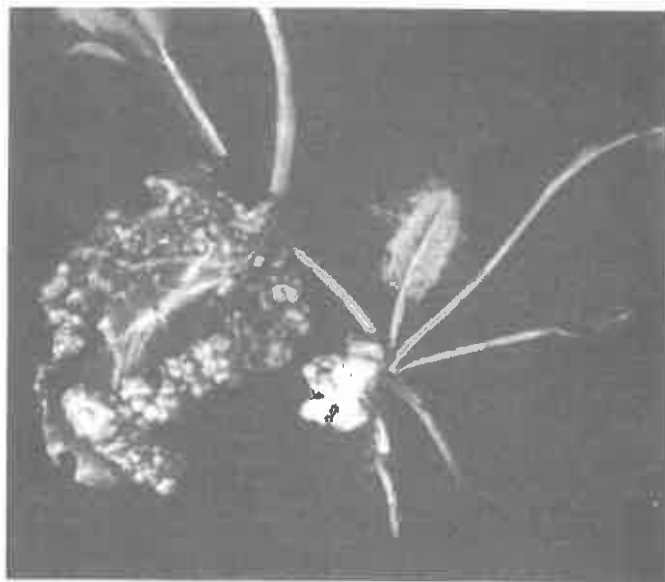
معمولاً هیچگونه اقدامی برای مبارزه لازم بنظر نمی‌رسد. به‌هرحال راسل (۱۹۶۵) با سمپاشی قارچ‌کش‌ها روی بوته‌های آلوده به ویروس که به آلترناریا نیز آلوده شده بودند محصول شکر بیشتری بدست آورد.

غده چغندر قند یا زگیل طوقه

گرچه این بیماری توسط گونه‌ای از قارچ‌های پست و ابتدایی (بدوی) راسته کایتريدیال^۱ بنام اوروفلایکتیس لپروئیدس^۲ و هم‌نام فایزودرمالپروئیدس^۳ ایجاد می‌شود و به طور وسیعی در اروپا گسترش دارد و تاکنون از آرژانتین - فلسطین - آفریقای شمالی و آمریکا گزارش‌هایی دریافت شده است. لیکن کمیاب‌تر از آن است که یک مساله جدی اقتصادی را به وجود آورد (ویتنی ۱۹۷۱).

علائم

کال‌های زبر و خشن، قهوه‌ای متمایل به سبز توسط قارچ روی پهنک‌های برگ ایجاد می‌شود. گالها کمتر از یک سانتیمتر قطر دارند ولی ممکن است گالها به هم پیوسته شده و مجموعه‌های بزرگتری را به وجود آورند (شکل ۲۹-۱۰). گالهای قرمز تا قهوه‌ای متمایل به سبز که ۸ تا ۱۰ سانتیمتر قطر دارند و با پایه‌های کوچکی به هم چسبیده‌اند نیز روی طوقه‌های چغندر قند ظاهر می‌شوند. با نصف کردن گالها حفره‌های کوچکی پر از اسپورهای قهوه‌ای عامل بیماری‌زا نمایان می‌گردد.



شکل ۲۹-۱۰ غده چغندر و کال برگی گیاهچه جوان چغندر قند آلوده به فیزودرمالپروئیدس که یک قارچ پست آبی است.

1- Chytridial

2- Urophlyctis leproides

3- Physoderma leproides

عامل بیماری

هیف‌های قارچ بین سلولی هستند و معمولاً به قسمت متورم شده هیف‌های رویشی محدود می‌شوند (۵/۱۵ تا ۷/۱۵ میکرون قطر) که ریزوئیدهای (عضوی شبیه ریشه) پرتاپ شونده‌ای دارند. اسپورانژهای زمستان‌گذران (در حال استراحت) (۴۰×۳۵×۳۰-۲۰ میکرون) قهوه‌ای روشن، نیمه‌کروی یا مقعر و غالباً دارای تاج همراه با برآمدگی‌هایی شبیه هوستوریا می‌باشند (ویتنی ۱۹۷۱). امکان دارد حفره توخالی متورم شده به اسپورانژ در حال استراحت چسبیده باشد.

کنترل

تاکنون دستورالعملی برای کنترل بیماری مولد غده چغندر قند ارائه نشده است.

۳-۵-۱۰- بیماریهای ریشه

پوسیدگی زغالی (پوسیدگی سیاه)

پوسیدگی زغالی (پوسیدگی سیاه) در دره‌های گرم کالیفرنیا بروز می‌نماید و تاکنون گزارش‌هایی از هندوستان و کشورهای شوروی سابق رسیده است. (هول ۱۹۶۰، اشنايدر و ویتنی ۱۹۸۶). قارچ عامل بیماری به لوبیا - ذرت - پنبه - سیب‌زمینی - توت‌فرنگی - سیب‌زمینی شیرین و بسیاری از گیاهان زراعی دیگر نیز حمله می‌کند.

علائم

اولین علامت آلودگی، پژمردگی برگ است. طولی نخواهد کشید که برگ‌ها قهوه‌ای شده و می‌میرند. لکه‌های قهوه‌ای متمایل به سیاه در سطح خارجی طوقه ظاهر می‌شود، در نهایت این لکه‌ها پاره شده و توده‌های اسکروت به رنگ زغال در حفره‌ها آشکار می‌شود. ریشه‌های آلوده ممکن است چروکیده چپن خورده و سخت شوند (تامکینز^۱ ۱۹۳۸).

عامل بیماری‌زا

عامل بیماری‌زای قارچ ماکروفومینا فازتولینا^۲ هم‌نام ماکروفومینا فازتولی^۳ می‌باشد که فرم غیرجنسی آن اسکروتیوم باتاتی‌کولا^۴ است واضح‌ترین نشانه عامل بیماری‌زا اسکروت‌ها هستند که صاف، سیاه براق کروی تا کروی نامنظم و با اندازه‌های متفاوت از ۵۰ تا ۱۵۰ میکرون قطر می‌باشند. مرحله پیکنیدی تاکنون روی چغندر قند یافت نشده است.

1- Tomkins

2- *Macrophomina phaseolina*

3- *M. phaseolei*

4- *Sclerotium bataticola*

اپیدمیولوژی

قارچ به بوته‌های چغندر قند که در استرس بوده و ضعیف یا زخمی شده‌اند حمله می‌کند. درجه حرارت زیاد (اپتیمم درجه حرارت ۳۱) برای توسعه قارچ مناسب است (تامکینز ۱۹۳۸).

کنترل

گرچه بیماری می‌تواند محصول ریشه و درصد قند را کاهش دهد. اما سطح کم شیوع بیماری اقدام خاصی را برای مهار آن ایجاب نمی‌کند.

فای‌ماتوتریکوم مولد پوسیدگی ریشه

فای‌ماتوتریکوم امنی‌وروم^۱ سبب خسارت‌های شدید روی پنبه - یونجه و سایر گیاهان زراعی می‌شود و تاکنون نیز در مورد چغندر قند از نواحی گرم و خشک جنوب غربی آمریکا گزارش شده است (اشنایدر و ویتنی، ۱۹۸۶).

علائم

علائم اولیه بیماری به دنبال پژمردگی ناگهانی بوته‌ها شامل زرد و برنزی شدن ملایم برگها است. قارچ به صورت یک لایه نمدی و ظریف از میسلیم‌های زرد در سطح ریشه گسترش می‌یابد. سرانجام در ریشه‌های آلوده پوسیدگی زرد تا کهریائی نسبتاً سطحی توسعه می‌یابد. (شکل ۱۰-۳۰).

عامل بیماریزا

سه مرحله قارچی شناسایی شده است (استریت^۲ و بلوس^۳ ۱۹۷۳). در مرحله رشد رویشی رشته‌های قهوه‌ای هیف قارچ در خاک رشد کرده زمانی که درجه حرارت خاک بیش از ۲۸ درجه سانتیگراد باشد به میزان حمله می‌کند. بعداً کنیدی‌های کروی تا تخم‌مرغی (میکرون ۵-۸×۴-۶) در سطح خاک به صورت توده‌های میسلیم‌می سطحی در حین بارندگی‌های تابستانه تولید می‌شود. در آخر اسکروت‌های سیاه با دیواره‌های ضخیم (۲-۴ میلیمتر قطر) تولید می‌شوند که بقای عامل بیماریزا را موجب می‌گردند.

اپیدمیولوژی

در باره اپیدمیولوژی این بیماری روی چغندر قند اطلاعات کمی وجود دارد. زمانیکه درجه حرارت بیش از ۲۸ درجه سانتیگراد باشد شدت بیماری افزایش می‌یابد.

1- *Phymatotrichum omnivorum*2- *Streets*3- *Bloss*



شکل ۳۰-۱ پوسیدگی ریشه که توسط فای ماتوریکوم امنی وروم ایجاد شده است

کنترل

تاکنون هیچگونه اقدامی برای کنترل بیماری تجویز نشده ولی کشت چغندر قند در مزارع آلوده توصیه نمی‌شود.

فای توفتورا مولد پوسیدگی ریشه

پوسیدگی فای توفتورا ریشه یا پوسیدگی تراز مزارع چغندر قند ایالات متحده و ایران گزارش شده است (تام‌کینز و همکاران ۱۹۴۶، استیروب^۱ ۱۹۳۹) و گاهی اوقات در انگلستان دیده می‌شود (هول، ۱۹۶۰).

علائم

وقتیکه رطوبت خاک زیاد باشد پوسیدگی توسط فایتوفتورا درشلری^۱ (یا مگاسپرما^۲ در بریتانیا) (هول ۱۹۶۰) دیده می شود. اولین علامت بیماری پژمردگی موقت بوته در طول گرمای روزانه است، بعداً بوته ها به طور دائم پژمرده می شوند. نقاط سیاهی در انتهای ریشه ظاهر می شود و در نهایت پوسیدگی تریه به طرف بالای ریشه اصلی گسترش می یابد. بافت های پوسیده قهوه ای هستند و حاشیه سیاه رنگی بین ناحیه سالم و بیمار به وجود می آید.

عامل بیماری

عامل بیماریزا از فیکومیست ها است و اگونی های کروی شفاف تا زرد یا قهوه ای روشن با دیواره ظریف (قطر اگونی ها ۲۷ تا ۴۰ میکرون) و آنتریدی های آمفی ژینوس تولید می کند (۱۰ تا ۱۴ میکرون قطر). اسپورهایی به طور تکی در اگونی به وجود می آید که کروی یا دیواره ضخیم و صاف هستند (۲۴ تا ۳۶ میکرون).

از داخل اگونی ها اسپورانژهای تکثیر شونده ای مستقیماً جوانه زده و تولید لوله تندشی می کنند یا به طور غیرمستقیم تشکیل زئوسپورهای متحرک می دهند (۱۰-۱۲ میکرون قطر زئوسپور). کلامیدوسپورها نیز تشکیل می شوند (۷-۱۵ میکرون قطر).

اپیدمیولوژی

بیماری در خاک های مرطوب و فاقد زهکشی مناسب دیده می شود. درجه حرارت زیاد مناسب توسعه قارچ است (تام کینز و همکاران ۱۹۳۶).

کنترل

عملیات زراعی خوب، زهکشی و مدیریت صحیح آب تنها اقداماتی هستند که برای کنترل بیماری پیشنهاد شده اند.

پی تیوم مولد پوسیدگی ریشه

در شرایط رطوبت و درجه حرارت زیاد خاک پی تیوم آفانی درماتوم موجب پوسیدگی تر (مرطوب) چغندر قند می شود (هاین و راپل ۱۹۶۹). تاکنون وجود بیماری از آریزونا، کالیفرنیا و کلرادو از ایالات متحده آمریکا و ایران گزارش شده است.

علائم

بوته‌های تحت تاثیر قرار گرفته پژمرده و زرد می‌شوند و برگ‌های پائین بوته می‌میرند. روی ریشه‌های اصلی پوسیدگی مرطوب و عمیق به رنگ قهوه‌ای تا سیاه ظاهر می‌شود که از قسمت پائین ریشه به طرف بالای ریشه پیشروی می‌کند (شکل ۱۰-۳۱). با کمک میکروسکوپ می‌توان اسپرانتهایی را که دارای چند بخش مختلف هستند، نخ‌وش و متورم شده‌اند و نیز آگونی‌ها (با ۲۲ تا ۲۷ میکرون قطر)، آنتریدی‌هایی که از پایه آگونی منشعب می‌شوند (۱۴-۱۰×۱۱-۹ میکرون) و اسپورهایی که آگونی‌ها را پر نمی‌کنند، بافت گوستی له شده ریشه‌های آلوده مشاهده نمود.



شکل ۱۰-۳۱ برش طولی ریشه اصلی آلوده به پی‌تیوم آفانی درماتوم، این قارچ در شرایط خیلی گرم و مرطوب سبب پوسیدگی خاکستری تا سیاه مرطوب که مرگ سریع بوته را به دنبال دارد می‌شود. علائم شبیه علائم پوسیدگی مرطوب فیتوفتورایی است که توسط فیتوفتورادرشلری و دیگر پوسیدگی پی‌تیوم ریشه است که توسط پی‌تیوم دینس ایجاد می‌گردد.

اپیدمیولوژی و کنترل

مانند پوسیدگی فیتوفتورایی ریشه، پوسیدگی ریشه حاصله از حمله پی تیوم در شرایط حرارت زیاد خاک و رطوبت زیاد موجود در خاک رخ می دهد (هاین و راپل ۱۹۶۹) اقدامات توصیه شده برای مبارزه با پوسیدگی فیتوفتورایی برای پی تیوم نیز قابل اعمال است.

ریزوپوس^۱ مولد پوسیدگی ریشه

پوسیدگی ریشه که توسط ریزوپوس ایجاد می شود در شرایطی که رطوبت خاک زیاد باشد می تواند خسارت قابل ملاحظه ای به بوته های چغندر قند وارد آورد (ادسون^۲ ۱۹۱۵ هیلدبراند^۳ و کوخ^۴ ۱۹۳۴ و استانگ هلینی^۵ و کرونلند^۶ ۱۹۷۷). آسیب وارده به طوقه های چغندر قند توسط حشرات راه ورود عامل بیماریزا بداخل ریشه را تسهیل می کند. بیماری توسط گونه ریزوپوس آریزوس^۷ و یا ریزوپوس استولونی فر^۸ قادر به ایجاد بیماری هستند. گونه اولی وقتی که حرارت خاک به ۳۰ تا ۴۰ درجه سانتیگراد برسد و دومی در خاک های خنک تر و قتی که درجه حرارت خاک ۱۴ تا ۱۶ درجه سانتیگراد باشد خسارت زای می شوند.

علائم

علائم با پژمردگی اندام های هوایی شروع می شود که کمی بعد به صورت برگ های خشک، رزت و شکننده اطراف طوقه را فرا می گیرند که شبیه به پوسیدگی ریزوکتونیایی ریشه و طوقه است.

لکه ها و زخم های خاکستری تا قهوه ای روی ریشه های اصلی ظاهر شده که بعداً ریشه ها سیاه و اسفنجی می شوند (شکل ۱۰-۳۲). در نهایت ریشه ها سیاه و هیف های سفید در سطح ریشه رشد می کند. گزارش شده است که ترشحات کف مانند سفیدی از طوقه های بوته های آلوده به گونه آریزوس خارج می شود (استانگ هلینی و کرونلند ۱۹۷۷). ریشه های پوسیده بوی اسیدی از خود منتشر می کنند. در مواردیکه سطح خاک رطوبت خیلی زیاد نداشته باشد ولی آب زیرزمینی به خاک سفت قسمت رسی یا صخره برخورد کند و در آنجا باقی بماند، نوک ریشه های اصلی چغندر قند هائی که در چنین خاک اشباع شده ای رشد می کنند می توانند آلوده شوند در این موقع است که پوسیدگی به طرف بالای ریشه تا طوقه پیشروی می کند.

1- Rhizopus

2- Edson

3- Hildebrand

4- Koch

5- Stanghellini

6- Kronland

7- Rhizopus arrhizus

8- Rhizopus stolonifer



شکل ۳۲-۱ ریشه‌های چغندر قند آلوده به ریزوپوس آریزوس

کنترل

مدیریت صحیح آب و اجتناب از صدمه زیاد و خسارت حشرات تنها اقدامات توصیه شده برای کنترل بیماری است.

اسکلروتیوم؛ مولد پوسیدگی جنوبی ریشه

پوسیدگی اسکلروتیومی جنوبی ریشه می‌تواند یک عامل محدودکننده در کشت و کار چغندر قند در جنوب ایالات متحده و در نواحی مرطوب و گرم‌تر اروپا - خاورمیانه - هندوستان و آسیا باشد.

علائم

قارچ اسکلروتیوم رالفسی^۱ فرم جنسی آتلتا رالفسی^۲ (تو^۳ و کیمبرو^۴) موجب عدم رشد اندام هوایی و پژمردگی می‌شود به طوری که این علائم دائمی می‌شوند، یک نوع

1- *Sclerotium rolfsii*

2- *Athelia rolfsii*

3- 'Tu

4- Kimbrough

پوسیدگی سیاه رنگ آبکی روی ریشه‌های اصلی به وجود می‌آید که با هیف‌های پنبه‌ای، رشته‌ای طناب مانند و ضخیم و تعداد بی‌شماری اسکروت کروی، سفید تا قهوه‌ای تیره که ۱ تا ۳ میلیمتر قطر دارند پوشیده می‌شوند (موک‌هوپاده‌های ۱۹۸۷). هیف‌های رشته‌ای و اسکروت‌ها می‌توانند در خاک یافت شوند و از ریشه‌های بیمار به طرف بیرون از ریشه خارج گشته و در همه جا پخش و منتشر گردند.

عامل بیماری

اسکروت‌ها ساختمان‌های دائمی و همیشگی عامل بیماریزا هستند. مرحله جنسی قارچ آپوتسی‌های قیفی شکل تولید می‌کنند که از آنها توده‌هایی از آسکوسپورهای تخم‌مرغی و شفاف آزاد می‌شوند. اهمیت آسکوسپورها در چرخه بیماری تاکنون مشخص نشده است. بیش از ۲۰۰ گونه گیاهی به قارچ حساسند.

اپیدمیولوژی

اسکروت‌ها که مدت طولانی در خاک باقی می‌مانند به عنوان منبع ماده تلقیحی اولیه عمل می‌کنند. اسکروت‌ها از طریق عملیات کشت و آبیاری گسترش می‌یابند. رطوبت خاک و حرارت‌های بین ۲۵ تا ۳۵ درجه سانتیگراد برای قارچ مناسب است (اشنایدر و ویتنی ۱۹۸۶).

کنترل

در هندوستان اصلاح برای مقاومت و استفاده از کاربوکسین و کلرونب مایع در خاک موفقیت چندانی نداشته است کودهای ازتسی در کالیفرنیا (لیچ و دیوی ۱۹۴۲) و هندوستان (موک‌هوپاده‌های ۱۹۸۷) خسارت را کاهش داده است در هندوستان اثر ازت تاحدی به تحریک قارچ تریکودرما هارزیانوم^۱ برای کنترل بیولوژیک مربوط می‌شود. چون عامل بیماریزا می‌تواند به بیش از ۲۰۰ گونه گیاه زراعی و علف‌های هرز حمله کند و نیز می‌تواند به طور نامحدود در خاک باقی بماند اجرای برنامه‌های تناوب زراعی ناموفق خواهد بود.

۴-۵-۱۰- بیماری پژمردگی آوند

عمدتاً بیماری‌های پژمردگی چغندر قند با مسایل مربوط به ریشه در ارتباط هستند ولی به خاطر آنکه ریشه‌های بوته‌های بالغ و رسیده غالباً علائم خارجی نشان نمی‌دهند، این گونه بیماریها در بخش خاصی قرار داده شده‌اند.

زردی های فوزاریومی

در نواحی محدودی از غرب ایالات متحده و در بلژیک، شرق آلمان، هندوستان و هلند زردی های فوزاریومی توسط فوزاریوم اکسیسس پوروم فرم اسپس بته^۱ ایجاد می شود که می تواند مساله جدی باشد.

علائم بیماری

نشانه های اولیه بیماری شامل زرد شدن بین رگبرگ های برگ های مسن است (شکل ۳۳-۱۰). همچنانکه بیماری پیشرفت می کند ممکن است برگ های جوانتر نیز علائم زرد شدگی را نشان دهند. و نواحی کلروتیک برگ های مسن تر ممکن است نکروتیک شوند. در نهایت تمام برگها در حالیکه به بوته چسبیده اند می میرند. در طول روز پژمردگی تاحدی در برگ ظاهر می شود ولی بوته ها دوباره در شب شاداب می گردند. رشد ریشه ها ممکن است متوقف شود ولی معمولاً هیچ نوع علائم خارجی نشان نمی دهند. به هر حال بیوتیپ هایی از عامل بیماریزا سبب یک نوع پوسیدگی سیاه نوک ریشه اصلی می شود که ممکن است با تکثیر ریشه های نابجا در طول ریشه اصلی همراه باشند (مارتین^۲ و همکاران ۱۹۸۹). در هر دو مورد علائم داخلی ریشه شامل تغییر رنگ آوندی به قهوه ای متمایل به خاکستری است (شکل شماره ۳۴-۱۰). همچنین قارچ سبب سوختگی ساقه بذردهنده در چغندر بذری می گردد (گوس^۳ و لیچ ۱۹۷۳).

گونه های دیگری از فوزاریوم با چغندر قند در ارتباط می باشند. فوزاریوم آکومیناتوم^۴ موجب علائم تیپک زردی بعد از تلقیح مصنوعی بوته های سه ماهه در گلخانه گردید، ولی این قارچ از بوته های چغندر قندی که علائم را در مزرعه نشان میدادند ندرتاً جدا شده است (راپل ۱۹۹۱). گونه های آناسنوم^۵ و مونلی فورم^۶ سبب مرگ گیاهچه می شوند (هوک هوپادهی های ۱۹۸۷) ولی گسترش وسیع این گونه ها حائز اهمیت نیست. در بریتانیا کراراً دیده شده است که فوزاریوم کولموروم^۷ به ریشه هایی که تحت تاثیر خشکی قرار گرفته اند حمله می کند (هول ۱۹۶۰).

عامل بیماریزا

فوزاریوم اکسیسس پوروم فرم اسپس گونه بسته در محیط، مصنوعی تولید میکروکنیدی (۱۵-۴×۶/۵) و ماکروکنیدی های (۳۵-۲۱×۵/۵×۳) راست تا کمی خمیده می کند کلامیدوسپورهای یک یا دو سلولی کروی تا تخم مرغی به قطر ۷ تا ۱۱ میکرون و به صورت انتهایی یا میانی تولید می نماید.

1- *Fusarium oxysporum* schlecht F.SP.betae

3- Goss

6- *F.moniliforme*

4- *Fusarium acuminatum*

7- *F.culmorum*

2- Martyn

5- *F.avenaceum*

اییدمیولوژی و کنترل

قارچ عمدتاً^۱ به صورت کلامیدوسپور در خاک باقی می ماند ولی به صورت کنیدی یا هیف در بقایای ریشه های آلوده نیز به حیات خود ادامه می دهد. درجه های حرارت زیاد برای بیماری مساعد است. چون قارچ مدت های طولانی باقی می ماند، اجرای تناوب با سایر گیاهان زراعی به عنوان یک اقدام جهت کنترل بیماری مشکوک و مورد تردید است. تاکنون چند ژرم پلاسما مقاوم به وجود آمده است (بوک استاهلر^۱ ۱۹۴۰ مک فارلین ۱۹۸۱).

پژمردگی ورتیسیلیومی

این بیماری که توسط ورتیسیلیوم آلبوآتروم^۲ ایجاد می شود به صورت محلی در آمریکا و بعضی از کشورهای اروپایی دیده می شود. این بیماری از درصد قند و خلوص شربت می کاهد ولی سبب خسارت^۳ نمی باشد.



شکل ۳۳-۱۰ پژمردگی خفیف و زردشدگی شدید بین رگبرگی برگ چغندر قند که توسط فوزاریوم اکسپس پوروم فرم اکسیس بته ایجاد شده است. نواحی زرد شده به سرعت قهوه ای نکروتیک می شوند.



شکل ۳۴-۱۰ معمولاً ریشه‌های آلوده به فوزاریوم اکسیس پورم فرم اسپس به هیچگونه علائم داخلی نشان نمی‌دهند. در داخل ریشه بی‌رنگی آوندی همراه با حمله ارگانیسم‌های ثانویه به وجود می‌آید و در بعضی موارد پوسیدگی می‌تواند ظاهر شود.

علائم بیماری

ابتدا برگ بوته‌ها تحت تاثیر قرار گرفته گاهی رنگ شده، سپس برگ‌های مسن‌تر پژمرده شده و می‌میرند. غالباً علائم فقط روی نیمی از پهنک برگ و دم‌برگ دیده می‌شود. برگ‌های مرکز بوته پیچ خوردگی پیدا کرده و بد شکل می‌شوند. عناصر آوندی ریشه‌های متاثر شده از بیماری به صورت رشته‌های قهوه‌ای ظریف نمایان می‌شوند اما این مورد بندرت اتفاق می‌افتد ولی اگر این حالت وجود داشته باشد منجر به پوسیدگی ریشه می‌گردد.

عامل بیماری

عامل بیماریزا، تولید هیفهای تیره و کنیدیوفرهای منشعب می‌کند که روی هر یک از آنها کنیدیهای شفاف (۱۲-۳×۱/۵ میکرون) و میکرواسکلروت‌های تیره به وجود می‌آید. قطر میکرواسکلروت‌ها ۳۰ تا ۶۰ میکرون است.

اپیدمیولوژی و کنترل

گرچه قارچ می‌تواند تقریباً به ۲۰۰ گونه گیاهی حمله ور شود ولی در مورد اپیدمیولوژی این بیماری روی چغندر قند اطلاعات کمی در دست است. کنترل علف‌های هرز و تناوب زراعی تنها اقدامات توصیه شده برای کنترل بیماری است.

۱۰-۶-۱- بیماری‌های حاصله توسط باکتری‌ها و ارگانیسم‌های شبیه باکتری
بیماری‌های باکتریایی چغندر قند به جز بیماری‌های پوسیدگی باکتریایی و نکروز آوندی که خسارت جزئی بیار می‌آورند بیماری‌های معمولی هستند. این بیماری‌ها سبب خسارت جزئی می‌شوند. پژمردگی زرد که توسط RLO^۱ ایجاد می‌شود سبب خسارت‌های مهمی در آرژانتین و شیلی شده‌اند.

۱۰-۶-۱-۱- پوسیدگی و نکروز آوندی چغندر قند

تاکنون این بیماری عمدتاً از نواحی محدود چغندرکاری در غرب آمریکا که می‌تواند تا بیش از ۴۰٪ به محصول خسارت وارد آورد (راپل و همکاران ۱۹۷۵ و تامسون^۲ و همکاران ۱۹۷۷) و هم‌چنین از اروپا به طور نادر گزارش شده است.

علائم

علائم برگ‌های شامل رگه‌های سیاه در طول دمبرگها، کف سفید در مرکز طوقه و به دنبال پوسیدگی شدید ریشه پژمردگی تولید می‌شود. علائم روی ریشه از پوسیدگی نرم تا پوسیدگی خشک متغیر بوده و دستجات آوندی، نکروتیک می‌شوند (شکل ۳۵-۱۰). وقتی که ریشه بریده شده و در معرض هوا قرار بگیرد اطراف نواحی دستجات نکروتیک شده آوندها فوراً ارغوانی یا قرمز می‌شوند.



شکل ۳۵-۱۰ نکرود باکتریایی آوند و پوسیدگی توسط اروی نیا کاروتوورم زیرگونه بتا و اسکولاروم ایجاد شده است. نواحی مجاور در پوسیدگی، نرم تر و برنگ صورتی یا قرمز تغییر رنگ می دهند.

عامل بیماری

راپل و همکاران (۱۹۷۵) براساس آزمون های مقایسه ای بیماری زایی، فیزیولوژیک و بیوشیمیایی عامل بیماری را به عنوان پاتوتیپی از اروینیا^۱ تشخیص دادند. تامسون و همکاران نژادهای باکتری چغندر قند را تا سطح زیرگونه بالا برده و باکتری را اروینیا کاروتوورا زیرگونه بتا و اسکولوروم^۲ نامگذاری کرد.

باکتری تک سلولی، میله ای راست (میکرون ۳-۱×۵/۰) دارای تاژک های محیطی و گرم منفی است. کلنی های باکتری سفید و دارای مرکزی زرد تا نارنجی و حواشی موج تا مرجان

1- *Erwinia carotovora* var. *atroseptica*

2- *E. carotovora* subsp. *betavasculorum*

مانند می باشند. گیاهان میزبان علاوه بر چغندر قند شامل گوجه فرنگی - سیب زمینی - گل داوودی و گونه های چغندر وحشی ماریتیما، ماکروکارپا، کورولی فلورا، پروکامبنس، ویبانا و پاتلاریس است و فوق العاده مقاومند (تامسون و همکاران ۱۹۷۷، ویتنی ۱۹۸۲).

اپیدمیولوژی

باکتری بیش از ۲ ماه بعد از برداشت در بقایای بوته های باقیمانده در زمین زمستان گذرانی کرده و از علف های هرز نیز جدا می شود (ویتنی ۱۹۸۶). احتمالاً انتقال بر اثر عملیات زراعی توسط خاک قرار گرفته در طوقه ها، حشرات یا ترشحات آب صورت می گیرد. ظاهراً برای ظهور آلودگی نیاز به زخمی شدن نبات است و درجه حرارت بین ۲۵ تا ۳۰ درجه سانتیگراد برای پیشرفت بیماری مساعد است. عامل بیماریزا بذرزاد نیست (تامسون و همکاران ۱۹۷۷). تامسون و همکاران (۱۹۸۱) عملیات زراعی را که اپیدمی پوسیدگی را تحت تاثیر قرار می دهند مورد مطالعه قرار داده اند. شیوع بیماری با افزایش مقدار کود ازته افزایش می یابد و سرعت رشد با فضای زیاد بین بوته ها، چغندر قند را به آلودگی مستعد می کند. بوته های جوان حساستر از بوته های مسن هستند.

کنترل

باید از عملیات زراعی که سبب زخمی شدن بوته ها می شوند خودداری کرد. مصرف عاقلانه و مدبرانه کود ازته و کاشت زود در روی ردیف ها به فاصله ۱۵ تا ۲۰ سانتیمتر بین بوته ها نیز به کاهش شیوع بیماری کمک می کنند. تاکنون ارقام مقاومی به وجود آمده و بایستی هرجا که بیماری بومی شده است مورد مصرف قرار گیرند (ویتنی ۱۹۸۶). ظاهراً دو نوع مقاومت وجود دارد: مقاومت به اروینیا تک ژنی و غالب است، در حالی که مقاومتی که میزان توسعه پوسیدگی نرم داخل ریشه را کنترل می کند ممکن است کمی باشد (لولن^۱ و همکاران ۱۹۷۸).

۲-۶-۱۰- لکه برگ یا باکتریایی یا سوختگی برگ

لکه برگ یا باکتریایی یا سوختگی گرچه در بسیاری از نواحی تولید متداول است ندرتاً در چغندر قند حائز اهمیت اقتصادی است. بیماری در غرب و نیمه غربی آمریکا، ژاپن و اروپای غربی وجود دارد.

علائم

لکه‌ها و نوارهای قهوه‌ای تیره تا تقریباً سیاه روی برگ‌ها و گاهی اوقات روی ساقه‌های بذری و دمبرگ‌ها دیده می‌شود، سوختگی گیاهچه نیز ممکن است دیده شود (براون و جامیسون^۱ ۱۹۱۳). ممکن است لکه‌ها به هم متصل شوند و ظاهری سوخته به برگ‌ها بدهند. غالباً ورود باکتری‌ها از طریق هیداتود صورت می‌گیرد که منتج به گسترش زخم نکروتیک با یک حاشیه زرد می‌شود (شکل ۱۰-۳۶).



شکل ۱۰-۳۶ برگ چغندر قند بالکه سیاه در نوک برگ که توسط پseudomonas syringae پوتی وار آبتاتا^۲ عامل سوختگی باکتریایی ایجاد شده است. لکه‌ها دارای حاشیه باریک و زرد هستند ولی ترشح باکتریایی دیده نمی‌شود.

عامل بیماریزا

عامل بیماریزا پزودوموناس سیرینگه^۲ (همنام پزودوموناس آبتاتا^۳ یک باکتری فلورسنت، متحرک ۰/۷-۱/۲×۱/۵-۳ میکرون اندازه‌مدارای تاژک‌های قطبی است. روی محیط مغذی آگار، کلنی‌ها سفید - مدور و صاف دارای حاشیه‌های کامل و پیوسته می‌باشند. میزبان‌ها عبارتند از: چغندر قند - لویا - بادنجان - کاهو و فلفل.

1- Jamieson

2- Pseudomonas Syringae

3- P. aptata

ایده‌میلوژی و کنترل

باکتری روی نباتات زنده یا مواد آلی در خاک، زنده می‌ماند و بذرزاد است (آرک^۱ و لیچ ۱۹۴۶). معمولاً آلودگی از طریق زخم ایجاد شده توسط حشرات یا عملیات زراعی به وجود می‌آید ولی ممکن است از هیداتودها نیز وارد گیاه گردد (شکل ۳۶-۱۰). شرایط گرم و مرطوب (۲۵ تا ۳۰ درجه سانتیگراد) برای فعالیت باکتری مساعد است. تاکنون هیچگونه اقدامی برای کنترل باکتری به وجود نیامده است.

۳-۶-۱۰- پژمردگی زرد

این بیماری مخرب و خسارت‌زا فقط در آرژانتین و شیلی که موجب خسارت‌های جدی زوی چغندر قند می‌شود یافت شده است. (بنت^۲ و همکاران ۱۹۶۷). عامل بیماری‌زا یک RLO است (اوربینا - ویدال^۳ و هیرومی^۴ ۱۹۷۴، هوفرت^۵ ۱۹۸۱).

علائم

بیماری ممکن است دو حالت مشخص از علائم داشته باشد (بنت و همکاران ۱۹۶۷) در اوایل فصل یا جاییکه شرایط آب و هوایی خنک و رطوبت بیشتر باشد کلروز ممکن است تمام بوته‌ها را فراگیرد. برگ‌های جدید ممکن است کوتوله شده و نوک‌هایشان به طرف پائین خمیده شوند. برگ‌های مسن ممکن است فقط دارای غشای زرد شده‌ای باشد و بعضی برگ‌ها نیز رگبرگ‌های کلروتیک داشته باشند. بوته‌هایی که مدت زمان طولانی آلوده شده‌اند نکروز برگ را به‌طور قابل ملاحظه‌ای نشان می‌دهند یا آنکه برگ‌ها باریک و تسمه‌مانند شوند (شکل ۳۷-۱۰). قطراتی از بافت آبکشی در طول رگبرگ‌های بعضی برگ‌هایی که زود زرد شده‌اند خارج می‌شوند. نوک‌های ریشه‌های جانبی می‌میرند و با توجه به اینکه ریشه‌های جانبی جدید تولید می‌شوند نوک آنها نیز می‌میرد که نتیجه‌اش تشکیل دسته‌هایی از ریشک در طول ریشه اصلی است. در حرارت‌های زیاد، بوته‌های آلوده شده ممکن است ظرف چندروز پژمرده شده و بمیرند بدون آنکه علائم مشخص دیگری در اندام‌های هوایی بوته ظاهر شود. (شکل ۳۸-۱۰). پژمردگی قبل از چروکیده و نرم شدن ریشه‌های اصلی است که معمولاً تا پوسیدگی کامل پیشروی می‌کنند.

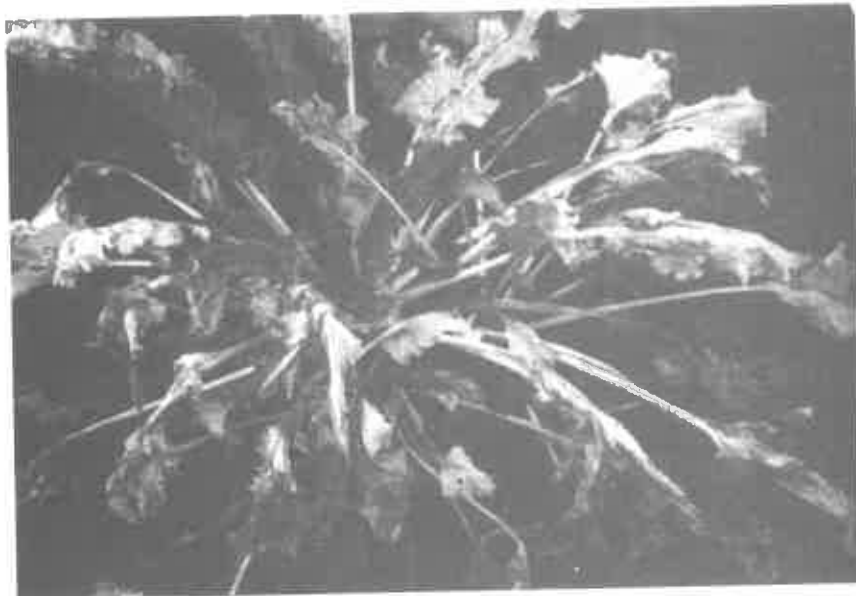
1- Ark

2- Bennett

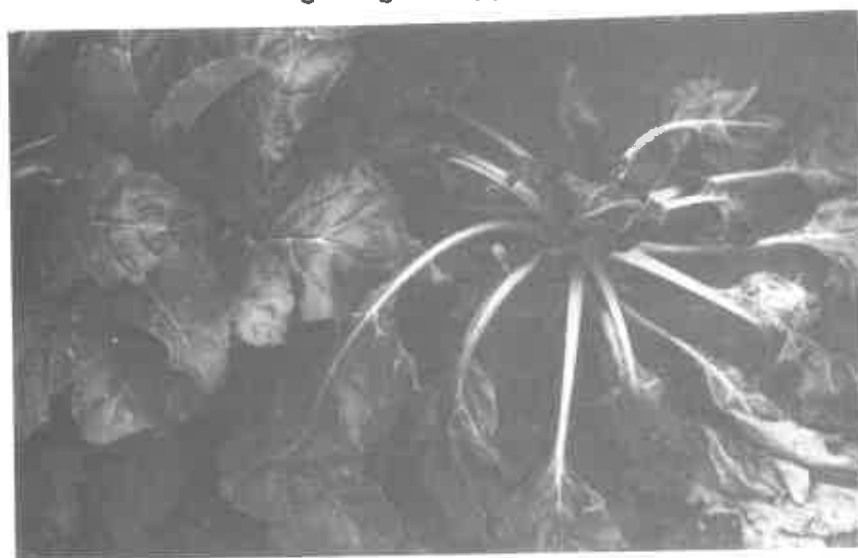
3- Urbina-vidal

4- Hirumi

5- Hoefert



شکل ۳۷-۱۰ مرحله زرد شدن بیماری پژمردگی زرد که توسط ارگانیسم‌های شبه‌اسپیروپلاسما ایجاد شده است. زردی عمومی با زردی قسمتی از برگ، پیچیدگی نوک برگ، بطرف پائین و باریک و شلاق مانند شدن برگ‌ها در شکل مشخص است.



شکل ۳۸-۱۰ مرحله پژمردگی بیماری پژمردگی زرد که توسط ارگانیسم‌های شبه‌اسپیروپلاسماها ایجاد شده است این مرحله در شرایط حرارت‌های زیاد و رطوبت نسبی کم ظاهر می‌شود. علائم زردی ممکن است آشکار نباشد.

عامل بیماریزا و اپیدمیولوژی

RLO^۱ توسط زنجره‌ای به نام پاراتانوس اکسی تیوسوس^۲ منتقل می‌شود. عامل بیماری نیز توسط گونه‌های مختلف سس (کالیفرنیکا^۳ و کامپستریس^۴) و پیوند منتقل می‌گردد و با عصاره گیاه انتقال نمی‌یابد (بنت و مونک ۱۹۴۵). زنجره‌ها می‌توانند عامل بیماری را به همه اندام‌های چغندر قند و به دیگر گیاهان خانواده اسفناجیان، آماراتاسه و سولاناسه منتقل نمایند که علامت زردشدگی معمولی‌ترین نتیجه آن است. عامل بیماریزا یک دوره ۲۴ تا ۳۰ روز نهفتگی در گیاه دارد. زنجره‌ها ناقل‌های نسبتاً ضعیفی برای انتقال هستند و ۲۰ تا ۵۰ زنجره برای سطح بالای انتقال در هر بوته احتیاج است. انتقال می‌تواند بعد از یک زمان تغذیه‌ای یک تا چهل و هشت ساعته رخ دهد، بعضی از زنجره‌ها می‌توانند بیش از ۱۱ روز آلاینده باقی بمانند. بنت و همکاران (۱۹۶۷).

کنترل

استراتژی فعلی کنترل، انتقال صنعت چغندر قند به خارج از نواحی مساعد برای زاد و ولد و تکثیر ناقل است. به هر حال این رویه کاملاً رضایت‌بخش نبوده و بیماری هنوز سبب خسارت‌های سنگینی می‌شود. تحقیقات در دست اجرا نشان می‌دهد که در چغندر قند ژن‌های مقاومت وجود دارد، اگرچه سطح مقاومت ظاهراً بالا نیست ولی دلایلی موجود است که نشان می‌دهد می‌توان به پیشرفت‌های بیشتری دست یافت.

۴-۱۰- رزت پنهان چغندر قند

این بیماری که تاکنون از آمریکا و غرب آلمان گزارش شده است به نام رزت چغندر قند نیز معروف است. مانند بیماری پژمردگی زرد توسط یک RLO ایجاد می‌شود. ظهور بیماری دوره‌ای است و معمولاً فقط تعداد کمی بوته تحت تاثیر قرار می‌گیرند.

علائم

در ابتدا برگ‌ها پیچ خورده و زرد می‌شوند و نوک آنها به طرف پائین خمیده می‌شود. (بنت و دوفوس ۱۹۵۷). همچنان که مرحله رزتی توسعه می‌یابد جوانه‌های انتهایی و جانبی با برگ‌های تسمه‌ای شکل تکثیر می‌شوند به طوریکه ظاهری شبیه به جاروی جادوگر پیدا می‌کنند. در نهایت برگ‌های مسن بدون علامت می‌میرند و فقط برگ‌های رزت مانند باقی می‌مانند.

1- Rickettsia-like organisme (RLO)

2- Paratanus exitiosus

3- Cuscuta californica

4- C. campestris

5- Munck

6- Duffus

عامل بیماری

چون علائم بیماری و انتقال توسط سس (کوسکو تا کامپستریس) و پیوند امکان پذیر بود، بنت و دوفوس (۱۹۵۷) چنین استنباط کردند که عامل بیماری باید یک ویروس باشد و لذا خصوصیات آن بعداً به ویروس نسبت داده شد. پس از آن وقتی که بیماری شناسان گیاهی میکوپلاسمای شبیه موجودات را به عنوان عوامل بیماریزای گیاهی شناسایی کردند (نماین هاوس و شـموتـور ۱۹۷۶) عامل بیماری را به عنوان یک RLO (۱۴۰۰-۱۵۰x۷۰۰ میکرون) که در چغندرقند و اسفناج بیمار و سن چغندر^۱ یافتند شناسایی نمودند.

اپیدمیولوژی و کنترل

عامل بیماری بجز آنکه چغندرقند و اسفناج را آلوده می کند در باره دامنه میزبان آن اطلاعات کمی در دست است. حشرات بالغ و پوره های سن چغندرقند می توانند به عنوان ناقلین عامل بیماریزا عمل نمایند. یک دوره نهفتگی ۱۰ تا ۳۰ روزه قبل از انتقال نیاز است. ناقل می تواند ظرف ۱۵ دقیقه عامل بیماریزا را بدست آورد و برای تمام عمر در بدن حشره دوام داشته باشد (پرتوسلر ۱۹۸۰). تاکنون هیچ گونه اقدامی جهت مبارزه انجام نگرفته است.

۵-۶-۱۰- سایر بیماری های باکتریایی

چغندرقند با سه بیماری باکتریایی دیگر به طور دوره ای در مزرعه مواجه می شود ولی از نظر اقتصادی برای چغندرقند اهمیت چندانی ندارند (بنت ولیچ ۱۹۷۱، ویتنی ۱۹۸۶). این بیماری ها عبارتند از گال طوقه (شکل ۳۹-۱۰) که توسط آگروباکتریوم تامفاسیانس^۲ بیماری باکتریایی پاکتی شدن چغندرقند (شکل ۴۰-۱۰) که توسط گزانتوموناس بتی کولا^۳ و اسکاب که توسط استرپتومایسز اسکابیس^۴ هم نام آکتینومایسز اسکابیس^۵ ایجاد می شود گال های تشکیل شده توسط آگروباکتریوم تامفاسیانس توسط یک بافت پل مانند به طوقه چغندر می چسبند، گال هایی که توسط گزانتوموناس بتی کولا ایجاد می شود بوسیله بافت پل مانند^۶ که تقریباً هم عرض گال می باشد و حاوی حفره های درونی یا پاکت های حفره مانند درون بافت گال هستند به چغندرقند می چسبند. اسکاب یا زخم های چوب پنبه ای، برجسته، دور تا تخم مرغی به صورت دسته هائی در اطراف ریشه اصلی تشکیل می شوند. توقف رشد به طور ملایم و آهسته در ریشه ها ممکن است دیده شود ولی بیماری به سطح بافت ریشه ها محدود می گردد.

1- *Pisma quadratum*

3- *Xanthomonas feticola*

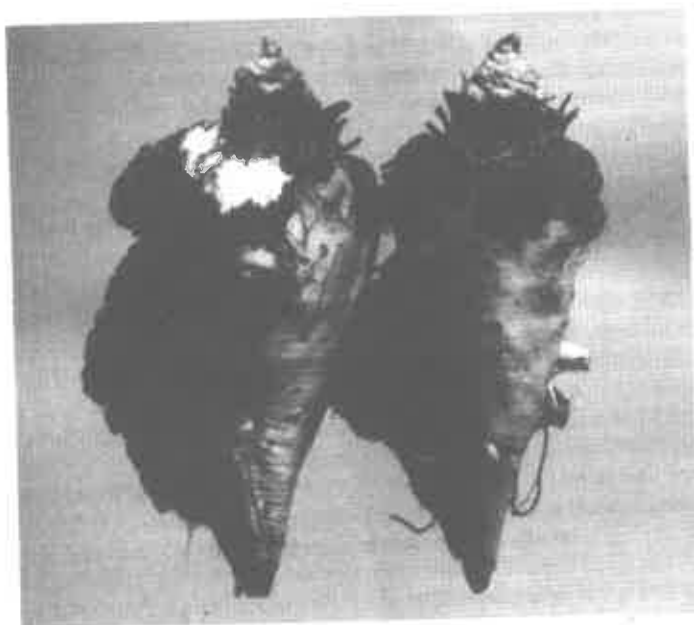
2- *Agrobacterium tumefaciens*

4- *Streptomyces scabies*

5- *Actionmyces Scabies*



شکل ۳۹-۱۰ گال طوقه که عامل آن آگروباکتریوم نومفاسینس است به طور اتفاقی روی طوقه چغندر قند ظاهر می شود. گالها با یک رابطه بافتی به ریشه چغندر قند متصل می شوند.



شکل ۴۰-۱۰ گالهای نامنظم متصل به طوقه چغندر قند توسط گزانتوموناس بتی کولا ایجاد شده است. این بیماری به بیماری باکتریایی پاکی معروف است زیرا غالباً گالها دارای حفره‌ها یا پاکتهای حفره‌مانند داخلی هستند.

فصل یازدهم

آفات

۱۱-۱- مقدمه

فهرست آفاتی که به چغندر قند خسارت می‌زنند بسیار طولانی و شامل انواع متفاوتی از جانوران می‌باشد (جدول ۱۱-۱). انواع چغندر زراعی، در طول رشد خود میزان تعدادی از این گونه‌ها می‌باشند، البته اهمیت نسبی هر گونه از این آفات در مزارع، کشورها و سالهای مختلف متغیر است. چنانچه در این فصل در باره هر کدام از آنها به‌طور مفصل شرح داده شود مبحث زیادی را در برمی‌گیرد. لوجیال^۱، داگیلار^۲ (۱۹۸۲) بنادا^۳ و همکارانش (۱۹۸۷) تصاویر و شرح کاملی در باره اغلب آنها، نحوه و میزان خسارتشان روی چغندر قند عرضه کرده‌اند، ولی اینگونه نشریات فاقد اطلاعاتی در مورد نحوه مبارزه است و تصمیم‌گیری جهت نحوه جلوگیری از خسارت آفت (مانند کاربرد آفت‌کش‌ها) بایستی براساس دستورالعمل‌های ملی و شرایط منطقه‌ای باشد، این قبیل اطلاعات را می‌توان از مشاورین مجرب محصول یا انتشارات آنها بدست آورد، مانند نشریات کوک و همکاران (۱۹۸۹)، یا جاگارد^۴ (۱۹۸۹) در بریتانیا، دوفوس^۵ و ویتنی^۶ (۱۹۸۶) در ایالات متحده آمریکا، جوریتسما^۷ (۱۹۸۵) در هلند. شرح بیشتر در زمینه اصول و روش‌های اساسی و مدیریت آفات توسط جونز و جونز^۸ (۱۹۸۴)، براون^۹ و کری^{۱۰} (۱۹۸۷) و هیل^{۱۱} (۱۹۸۷) ارائه گردیده است.

1- Lejealle

2- D'Aguilar

3- Benada

4- Jaggard

5- Duffus

6- Whitney

7- Jorritsma

8- Jones and Jones

9- Brown

10- Kerry

برنامه‌های توسعه و تحقیق به خصوص افزایش تعداد آفت‌کش‌ها باعث گردید که کشاورزان میزان خسارت وارده توسط آفات را به حداقل برسانند. ولی در سالهای اخیر عملاً توجه عموم تولیدکنندگان به مضرات این مواد و اثرات آنها بر روی زندگی وحوش، و باقیمانده سموم در محصولات برداشت شده و آبهای زیرزمینی، معطوف گردیده است. این توجه منجر به حذف بعضی از این مواد در سطح جهانی یا بازارهای ملی گردید و مقرراتی برای کنترل تولید و انبار این قبیل مواد که دارای باقیمانده بعد از مصرف هستند وضع شده است.

دست‌آورد بهتری که از گرایش به طرف مصرف حشره‌کش‌ها حاصل شده اهمیت سرمایه‌گذاری عمومی در برنامه تحقیقاتی و در جهت روشهای پیشرفته مدیریت مبارزه با آفات بوده است. سالهاست که پژوهشگران چغندرقند از کاربرد سیستمهای تلفیقی مدیریت آفات، توصیه روشهای زراعی (مثل تناوب‌های مناسب، برقراری دوره‌های کشت بدون چغندرقند، برای جلوگیری از انتقال بیماریها یا ناقلین آنها، زودکاشتن چغندرقند برای جلوگیری از وارد آمدن خسارت به بوته جوان) به منظور تکمیل یا جایگزین کردن مصرف آفت‌کش‌ها طرفداری کرده‌اند. پروژه‌های تحقیقاتی دیگری نیز جهت حفظ محصول مورد بررسی قرار گرفته‌اند، (مثل رگه‌های چغندرقند مقاوم به آفات و تکنیکهای کنترل بیولوژیکی) یا راههای بهبود روشهای زیستی (مثل پیش‌بینی بهتر حمله آفات جهت محدود کردن مصرف آفت‌کشها، فرمولاسیون‌های پیشرفته آفت‌کش‌ها یا تکنیکهای مصرف).

در پروژه‌های تولید میوه، برنامه‌های رایج استفاده از آفت‌کشها به تدریج با مصرف ترکیبات انتخابی سالم‌تر و یا آمیختن بیشتر روشهای جدید قابل قبول در قالب سیستمهای مدیریت مبارزه با آفات جایگزین می‌شوند. در آینده نزدیک کاربرد آفت‌کشها احتمالاً به عنوان اسلحه مهم کشاورزان در کنترل آفات باقی خواهد ماند.

در این فصل، اثرات حمله آفات روی عملکرد محصول در مراحل مختلف رشد و نمو گیاه و همچنین خسارت آنها در قسمت‌های مختلف بوته و نیز گروه‌های مهم آفات چغندرقند و استراتژی مدیریت آفات مورد بحث قرار می‌گیرد.

جدول ۱-۱ آفات چغندر قند

آفات چغندر قند	خانواده	راسته	(کلاس) شاخه
نماتد ساقه	Tylenchidae	Tylenchida	Nematoda نماتدها
(Ditylenchus dipsaci)			(Secernentea)
نماتد مولد غده کاذب	Pratylenchidae		
(Nacobbus aberrans)			
نماتدهای مولد سیست	Heteroderidae		
(Heterodera schachtii, H. trifolii)			
نماتدهای مولد غده در ریشه	Meloidogynidae		
(Meloidogyne incognita, M. javanica, M. arenaria, M. hapla, M. nassi)			
نماتدهای عامل سیخ شدن ریشه	Trichodoridae	Dorylaimida	Nematoda نماتدها
(Trichodorus spp*, Paratrichodorus spp*)			(Adenophorea)
نماتدهای سوزنی	Longidoridae		
(Longidorus spp*)			
حلزونها (رابها)	Arionidae		Mollusca نرم تنان
hortensis, A. fasciatus)			(Gastropoda) شکم پایان
حلزونها	Limacidae		
reticulatum)			
هزارپایان صاف	Polydesmidae	Polydesmoidea	Arthropoda بند پائیان
Brachydesmus superus)			
Snake millepedes (e.g. هزارپایان ماری شکل	Blaniulidae	Iuliformia	
Blaniulus guttulatus)			
Symphylids (e.g. هزارپایان ماری شکل	Scutigerellidae		Arthropoda بند پائیان
Scutigerella immaculata)			(Symphyla)
Springtails (e.g. هزارپایان ماری شکل	Onychiuridae	Collembola	Arthropoda بند پائیان

(Insecta)			Onychiurus armatus;
حشرات			Folsomia fimetaria)
		Sminthuridae	Springtails(e.g.
			Sminthurus viridis;
			Bourletiella hortensis)
	Orthoptera	Gryllotalpidae	Crickets(e.g.Gryllotalpa
			آبدزدک ها
			gryllotalpa)
		Acrididae	Locusts(e.g.
			ملخ ها
			Docostaurus
			maroccanus),
			grasshoppers(e.g.
			Melanoplus spp.)
	Dermaptera	Forficulidae	Earwig(Forficula
			گوش خیزک
			auricularia)
	Thysanoptera	Thripidae	تربس ها
تربس ها (پا حباب داران)			angusticeps, T.tabaci,
			Caliothrips fasciatus)
	Hemiptera	Miridae	سن ها
نیم بالان			norvegicus, Lygus
			rugulipennis, L. hesperus
			L.elisus, Lygocoris
			pabulinus)
		Piesmidae	سن های توری
			cinerea*. P.quadratum*)
		Aphididae	نشته ها
			M. ascalonicus. Aphis
			fabae*. Macrosiphum
			euphorbiae*. Pemphigus
			betae, P.fuscicornis,P.
			populivenae.
			Aulacorthum solani*.

			Hyperomyzus lactucae*)
		Cicadellidae	زنجره‌ها tenellus*, Paratanus exitiosus* Macrosteles laevis)
پروانه‌ها	Lepidoptera	Arctiidae	لاروهای پروانه‌ها
			(e.g. Ocnogyna bactica, O.loewi, Hyphantria cunea, Estigmenae acrea)
		Gelechiidae	Beet moth caterpillars کرم‌های پروانه‌های چغندر قند (Scrobipalpa ocellatella). sugar beet crown borer (Hulstia undulataella)
		Pyralidae	Beet webworm کرم تارتن چغندر قند caterpillars (Loxostege sticticalis, L.similis L. commixtalis)
		Caradrinidae	Potato stem borer کرم ساقه سیب زمینی (Hydraecia micacea)
		Noctuidae	Cutworms (Agrotis spp., کرم طوقه‌بر Buxia spp., Xestia c. nigrum, Peridroma saucia, Crymodes devastator, Feltia ducens), army worms (e.g. کرم‌های برگ‌خوار چغندر قند Spodoptera spp., Pseudaletia unipuncta)
سخت‌بالپوشان	Coleoptera	Elateridae	کرم‌های مفتولی spp., Limonius spp.,

		Athous spp., Corymbites spp.)
Chrysomelidae		سوسکهای برگ خوار چغندر قند (cassida spp.). beet flea beetle ککهای چغندر قند (Chaetocnema concinna). other flea beetles(e.g. Systema spp.)
Curculionidae		سرخرطومی ها palliatuS, Lixus junci, philopedon plagiatus Otiorynchus spp.. Bothynoderos punctiventris. Conorhynchus mendicus
Silphidae		سوسک چغندر قند پوسیده (Aclypea opaca)
Scarabaeidae		کرم چغندر قند melolontha. Amphimallon solstitialis. Phyllopertha horticola
Carabidae		Clivina fossor
Cryptophagidae		Pygmy beetle (Atomaria linearis)
Diptera	Tipulidae	Leatherjackets(Tipula paludosa, Tolermea)
	Anthomyidae	Beet leaf miner کرم برگ چغندر قند (Pegomya hyoscyami). other leaf miners (Liriomyza spp., Psilopa leucostoma)
	Bibionidae	Bibio larvae(Bibio hortulanus, Tetanops

Chordata	Galliformes	Phasianidae	myopaeformis)
		پرنده‌گان (Aves)	Pheasant(Phasianus colchinus), Partridge (Perdix perdix)
	Columbiformes	Columbidae	Pigeon(Columba palumbus)
		Passeriformes	Alaudidae
Chordata (Mammalia) پستانداران	Insectivora حشره‌خوارها	Ploceidae	Skylark(Alauda arvensis) چکاوک Sparrow(Passer domesticus) گنجشک
		Corvidae	Rook(Corvus frugilegus) کلاغ سیاه موش کور
	Artiodactylia	Taipidae	گوزن
		Cervidae	Cervus spp.) Wild boar (Sus scrofa)
	Rodentia خرگوش‌ها	Suidae	Coypu(Myocaster
		Capromyida	Vole'(Microtus spp. Arvicola terrestris). hamster(Cricetus cricetus)
	Lagomorpha	Cricetidae	موش‌ها norvegicus)
		Muridae	خرگوش cuniculus), hare(Lepus capensis)
		Leporidae	

* ناقلین بیماری‌های ویروسی

۱۱-۲ تاثیر آفات روی رشد و عملکرد محصول

۱۱-۲-۱ تاثیر روی استقرار گیاه

در این بخش گروهائی از آفات که موجب خسارت به گیاه می‌شوند مورد بحث قرار می‌گیرند. یک موش جنگلی^۱ قادر است به تنهایی در یک شب صدها بذر را نابود کند و با وجود تعداد نسبتاً کم آنها در فصل بهار (۳-۲ عدد در هکتار) خسارتشان روی بذر، واکاری را ضروری می‌سازد. پرندگان به روشهای گوناگون موجب کاهش جمعیت گیاه می‌شوند، برخی مانند چکاوک^۲ با از بین بردن مریستم‌های رشد در حین تغذیه از گیاهان جوان، عده‌ای مانند قرقاول‌ها^۳ با نوک زدن به ریشه‌های سطحی خاک و ایجاد خسارت روی اندامهای هوایی گیاهان مسن‌تر، به گیاه آسیب می‌رسانند. نرم‌تنان مثل دروسراسها^۴ با تغذیه از برگها، لپه‌ها و محور زیر لپه خصوصاً در خاکهای سنگین و مرطوب یا دارای هوموس بالا تعداد گیاهچه‌ها را کاهش می‌دهند. چرا، مخصوصاً توسط خرگوش‌ها^۵ یا خرگوش صحرایی^۶ موجب خسارت شدید به گیاهان مورد تغذیه می‌شوند. بیشترین خسارت ناشی از تغذیه تعداد زیادی از بندپایان خاکی متعلق به گروههای زیر می‌باشد: مهمترین آنها شامل هزارپا یا خرخاکی^۷، پادمان^۸، سمفی‌لیدها^۹، کرملهای مقتولی^{۱۰}، پشه‌های پابلند^{۱۱} و سوسک پیگمی^{۱۲} می‌باشند.

وجود آفت‌کش‌های بهتر و شناخت دقیق‌تر عوامل مؤثر روی ظهور و شدت خسارت، در کم کردن میزان خسارت به ماکمک می‌کند، با وجود این سالانه تعداد زیادی از گیاهان توسط آفات موجود در خاک نابود شده و صدمه می‌بینند. در صورتی که تولید قند معیار باشد، بهتر است چغندر را با تراکم بالا کشت کرده و متعاقباً با تنک کردن به وسیله وچین‌کن دستی تعداد آنها را به ۷۵۰۰۰ بوته در هکتار رسانید. به علت افزایش هزینه کارگر و نیز تولید ارقام تک جواته و اصلاح کیفیت بذر (قدرت جواته‌زنی)، تقریباً اکثر ارقام در ایالات متحده آمریکا و اروپای غربی در فواصل ردیف بیش از ۱۲ سانتی متر کشت شده و نیازی به تنک کردن مجدد ندارد. در صورت از بین رفتن برخی بوته‌ها، بقیه با رشد خود جبران می‌کنند، مشروط به آنکه اکثر بذرهای جواته زده و عملکرد بالقوه را نشان دهند.

تاثیر تراکم کمتر از حد مطلوب روی عملکرد، بسته به گیاهان به جا مانده و زمان وقوع خسارت فرق می‌کند. به علت وجود رابطه نزدیک میان عملکرد و میزان تشعشع جذب شده، مقدار آفت عملکرد تابعی از خسارت وارده به سایه‌انداز گیاه می‌باشد (شکل ۹-۶).

1- <i>Apodemus silvaticus</i> (L.)	2- <i>Alauda arvensis</i> L.	3- <i>Phasianus colchinus</i> L.
4- <i>Deroceras reticulatum</i> Muller		5- <i>Oryctolagus cuniculus</i> (L.)
6- <i>Lepus capensis</i> (L.)	7- <i>Brachydesmus superus</i> Latzel, <i>Blaniulus guttulatus</i> (BOSC.)	
8- <i>Onychiurus armatus</i> (Tullberg)		
9- <i>Scutigerella immaculata</i> Newport		10- <i>Agriotes</i> Spp.
11- <i>Tipula paludosa</i> Meigen	12- <i>Atomaria linearis</i> stephens	

از بین رفتن گیاه به صورت تصادفی (بیماریهای بذرزاد) یا به شکل موضعی (خسارت ناشی از آفات و بیماریها) یا در طول خط کاشت (خسارت موش) صورت می گیرد. خسارت زمانی شدیدتر است که بوته های از بین رفته در مزرعه یکنواخت نباشند، چه در غیر این صورت رشد و نمو گیاهان نزدیک به بوته های خسارت دیده می تواند جبران کننده باشند. جدول ۲-۱۱ تاثیر فواصل نامنظم (تفاوت فواصل بین ردیف به نسبت ۱:۴) و منظم در چهار تراکم مختلف را روی عملکرد نشان میدهد (اسکات^۱ و جاگارد^۲ ۱۹۸۵).

در اکثر مزارع با فواصل ردیف ۵۰ سانتی متر، گیاهان، قطر سیستم ریشه و نیز اندامهای هوایی خود را تا نیم متری توسعه می دهد. با افزایش فاصله روی ردیف به بیش از ۴۵ سانتی متر از عملکرد قند کم می شود (شکل ۱-۱۱، اسکات و جاگارد ۱۹۸۵). حدوداً ۶۷ درصد محصول چغندر قند انگلیس در فواصل ۱۸-۱۶ سانتی متری کشت می شود (اطلاعات بازرسی کشت چغندر قند بریتانیا). در صورتیکه در این فاصله ردیف، فاصله گیاهان روی ردیف بیش از ۴۵ سانتی متر شود و کمتر از ۷۰ درصد گیاهان کاشته شده در زمین مستقر شوند، عملکرد کاهش خواهد یافت و این موضوعی است که زارعین انگلیسی به آن توجه دارند.

در سایر فواصل کاشت، میزان کاهش عملکرد فرق می کند. در شکل ۱۸-۶ (با استفاده از تلفیق اطلاعات اندازه گیری شده و مدل سازی) تاثیر فواصل کاشت و استقرار گیاهچه روی عملکرد فرضی قند تابعی از توزیع تصادفی گیاهان صدمه دیده است (اسکات و جاگارد ۱۹۸۵). توزیع بی قاعده یا نامنظم گیاهان که حاصل حمله آفات است (براون^۳ ۱۹۸۱)، موجب کاهش بیشتر عملکرد می گردد.

۲-۲-۱۱ اثرات برگ زدائی

بعضی از آفات مطرح شده در بخش قبلی و آنهایی که به گیاهان جوان و رشد یافته حمله می کنند (خرگوش، خرگوش صحرائی، چکاوک، راب، سوسک پیگمی و پشه پابلند) نیز موجب از بین بردن برگهای گیاه به صورت نه چندان جدی می شوند. علاوه بر آنها، آفات دیگری نیز هستند که می توانند موجب از بین بردن برگها به طور کامل یا موضعی شوند، بعضی از آنها عبارتند از: حشرات کامل چندگونه از سرخ رطومی ها^۴، مگس چغندر قند^۵، سوسک های برگ خوار^۶، مگس چغندر قند^۷ و کرمهای چندین گونه از پروانه ها^۸.

1- Scott

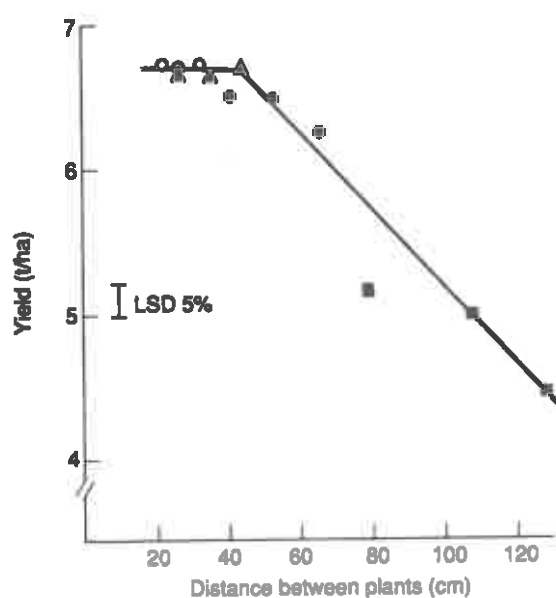
2- Jaggard

3- Brown

4- *Lixus junci* Boh., *Tanymecus palliatus* Fab5- *Pegomya hyoscyami* Panzer.6- *Cassida* Spp.7- *Chaetocnema concinna* (Marsh)8- *Spodoptera* Spp.

جدول ۱۱-۲ تاثیر توزیع گیاه بر روی رابطه میان عملکرد قند و تراکم گیاه

توزیع	تراکم گیاه (۱۰۰۰ بوته در هکتار)			
	۱۰۰	۷۵	۵۰	۲۵
محصول شکر (تن در هکتار)				
	۷/۳	۷/۵	۷/۲	۵/۷
منظم				
نامنظم	۷/۴	۷/۳	۶/۸	۴/۹



شکل ۱۱-۱ رابطه بین عملکرد قند و تراکم گیاه (داده‌های بدست آمده از سه آزمایش نمایانگر تاثیر تراکم‌های مختلف گیاه است)

۷۵ هزار بوته در هکتار
 ۱۰۰ هزار بوته در هکتار
 ۵۰ هزار بوته در هکتار
 ۲۵ هزار بوته در هکتار

توزیع به صورت منظم و نامنظم (فواصل گیاه متناوب به نسبت ۱:۲ و خیلی نامنظم (فواصل گیاه متناوب به نسبت ۱:۴) است.

تعیین تاثیر این خسارت نسبت به اثر استقرار ضعیف گیاه مشکل‌تر است. به علت عدم یکنواختی حمله آفات یا شدید نبودن حمله آنها و عدم امکان جمع‌آوری اطلاعات واقعی، تخمین دقیق خسارت عملکرد در مزارعی که از آفت‌کش‌ها برای کنترل خسارت استفاده می‌شود

بندرت امکان‌پذیر است. آفت‌کش‌ها کنترل آفت را به صورت ناقص انجام داده و غالباً تأثیر ثانویه دارند. به همین دلیل سعی می‌شود خسارت آنها در آزمایشهای برگ‌کنی به صورت مصنوعی مدل‌سازی شوند.

در این آزمایشها برگهای گیاه را در زمانهای متفاوت از اردیبهشت تا مهرماه حذف می‌کنند (دانینگ^۱ و ویندر^۲ ۱۹۷۲). حذف یک برگ لپه‌ای در اردیبهشت تأثیری روی عملکرد ندارد. در یک سال مشخص هنگامی که برداشت در اواخر آبان صورت گرفت، خسارت ناشی از برگ‌کنی کامل گیاه از حدود چهار درصد در اردیبهشت به ۳۶ درصد در مرداد ماه افزایش و در مهرماه تا ۹ درصد کاهش یافت (شکل ۲-۱۱). به علت رشد سریع برگهای جدید، برگ‌کنی اوایل فصل تأثیر کمی روی مقدار کل تشعشع جذب شده توسط گیاه داشت. در مقایسه، حذف کامل برگها در اواخر فصل، به علت افزایش میزان تشعشع ورودی و نیز شاخص سطح برگ گیاهان شاهد، تأثیر بیشتری روی عملکرد داشت. با استفاده از اطلاعات دانینگ و ویندر (۱۹۸۵)، اسکات و جاگارد محاسبه کردند که حذف کامل برگها در اواخر شهریور، موجب صدمه رساندن به گیاه و عملکرد در باقیمانده فصل رشد خواهد شد، زیرا سطح برگ جدید برای مدت کافی فعال نیست تا بتواند قند مصرف شده در دوره تولید برگ را جایگزین نماید.

آزمایشهای مختلف مربوط به حذف برگها، ظاهراً نتایج متناقضی داشته است. دانینگ و ویندر (۱۹۷۲)، جونر و همکاران (۱۹۵۵) دریافتند که کاهش عملکرد در نتیجه حذف برگهای اولیه در بهار ناچیز است، لیکن برگ‌کنی بعدی در تابستان، کاهش عملکرد بیشتری به دنبال خواهد داشت. به صورت کلی تأثیر برگ‌کنی جزئی، در مقایسه با برگ‌کنی کامل، ناچیز و قابل اغماض است. روبروک^۳ (۱۹۳۲) دریافت که حذف نیمی از سطح برگ در اواسط خرداد، موجب کاهش ۲۵ درصد از عملکرد ریشه می‌شود، لیکن حذف برگها در مراحل بعد اثر سوء کمتری داشته است. مشابه این آزمایش، آزمایشهای مربوط به تغذیه پرندگان با از بین رفتن برگ در زمان طولانی‌تر است. گرین (۱۹۷۸) دریافت که در نتیجه ایجاد ۶۰٪ خسارت به برگهای اولیه حدود ۲۵ درصد محصول قند کاهش می‌یابد. دانینگ و همکاران (۱۹۷۷) دریافتند که یک بار برگ‌زنی در مراحل اولیه در دیرکشت و زودکشت به ترتیب موجب ۶ و ۳۰ درصد کاهش عملکرد قند می‌شود. تکرار این عمل باعث افت عملکرد به میزان ۴۰ درصد در هر دو نوع کشت می‌گردد.

مشخص است که زمان و روش حذف برگها و نیز سایر عوامل محیطی، تأثیرات متفاوتی روی رشد، گیاه و عملکرد بجا می‌گذارد. گیاه به شرایط جوی نامناسب و متعاقب آن از آسیب برگها واکنش نشان می‌دهد. خسارت در سالهای خشک و با جذب تشعشعات کمتر، بیشتر است. شیوع بیماری نیز اثرات متفاوتی دارد. دانینگ و ویندر (۱۹۷۲) دریافتند که حذف زودهنگام

برگها احتمال بروز علائم زردی بیماری ویروسی را کاهش میدهد، در حالیکه از بین رفتن برگها در آخر فصل این مسئله را تشدید می‌کند. در آزمایش بعدی دایننگ و همکاران (۱۹۷۷) مشخص شد که حذف برگها تاثیر ناچیزی روی ویروس زردی دارد، اما شیوع بیماری ویروس موزائیک چغندر قند را تشدید می‌کند.

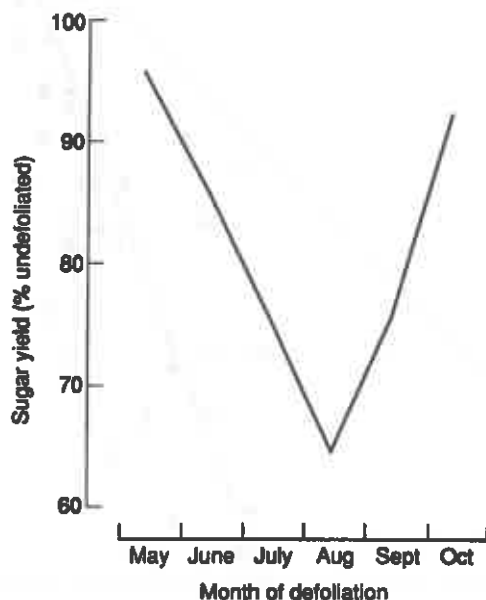
تخمین مقدار کاهش عملکرد قند در اثر حذف برگها یا از دست دادن آنها برای زارعین مهم است زیرا با آگاهی از این موضوع قادر به جلوگیری از ایجاد خسارت خواهند بود. ظاهراً لازم است که از حذف برگها در مرحله کوتیلدونی جلوگیری نمود زیرا اینکار از طرفی موجب کاهش عملکرد، و از سوی دیگر با صدمه رساندن به استقرار گیاه از طریق حمله آفات، تاثیر زیاد دیگری روی عملکرد به جا خواهد گذاشت. از بین رفتن زیاد برگها در اواسط فصل رشد می‌تواند موجب کاهش محصول شود و محاسبات نظری کاهش محصولی را براساس جذب تشعشع بایستی با احتیاط انجام داد، زیرا معلوم نیست که تاثیر برگهای از بین رفته روی تولید گیاه و یا روی کارایی برگهای باقیمانده است. از بین رفتن برگها در اواخر فصل رشد هنگامی که میزان جذب تشعشع خورشید کم است، تاثیر اندکی روی عملکرد دارد.

۱۱-۲-۳ تاثیر روی کارایی اندامهای هوایی

تعدادی از بیماریهای چغندر قند خصوصاً آنهاییکه موجب زردی اندامهای هوایی می‌شوند باعث کاهش کارایی فتوسنتز و عملکرد ریشه و قند می‌شوند (اسمیت^۱ و هالسورث^۲، ۱۹۹۰). آفات برگ مانند شته‌ها و زنجره‌ها به عنوان ناقلین بیماریها اهمیت زیادی دارند (رجوع کنید به بخش ۵-۲-۱۱). خسارت مستقیم آنها معمولاً اهمیت کمی دارد. خسارت ناشی از سایر آفات مانند لارومگس چغندر قند و زردی لبه برگهایی که توسط بعضی از سن‌های کاپسید (به عنوان مثال کالوکاریس نروژیکوس) مورد تغذیه قرار گرفته ممکن است باعث آسیب رساندن مستقیم به کارایی برگها شود، اما این امر ندرتاً موجب کاهش معنی‌دار محصول می‌گردد.

بعضی آفات خاکزی مانند نماتد مولد سیست چغندر قند با صدمه رساندن به ریشه و توانایی جذب آب و انتقال آن به برگ، ایجاد خسارت می‌کند. این امر می‌تواند باعث پژمردگی زود هنگام گیاه گردد، هرچند که پتانسیل آب خاک برای حفظ تورژسانس گیاهان سالم کافی باشد. با رسیدن پتانسیل آب برگها به حدود ۱۵- بار، برگها پژمرده و میزان رشد آنها به زیر صفر تنزل می‌یابد و توانایی فتوسنتز شدیداً کم می‌شود، زیرا در این حالت به علت بسته بودن روزنه‌ها، گاز کریبیک قادر به داخل شدن به گیاه و انجام قمرآیند فتوسنتز نیست (میلفورد^۳ و

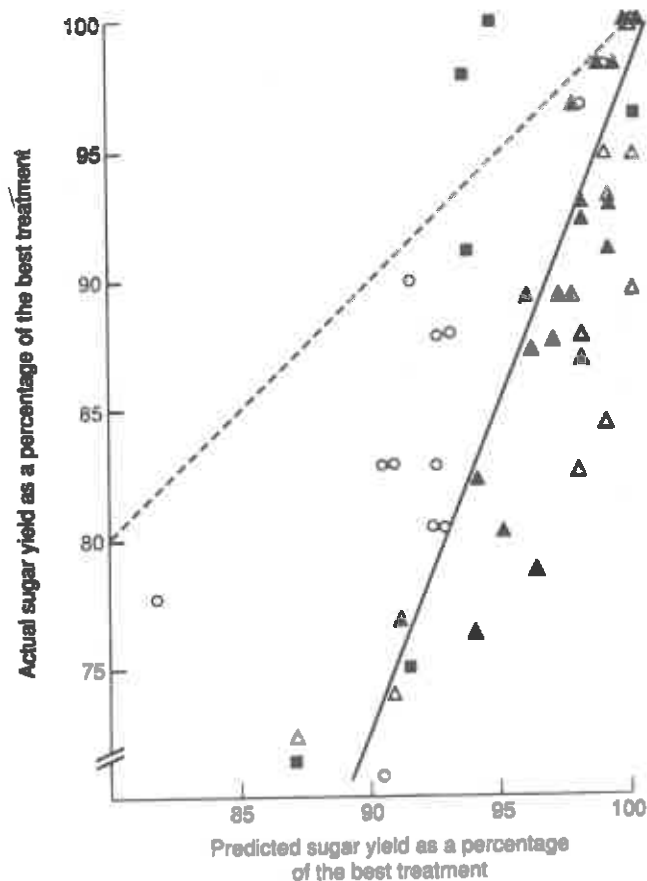
لاولور^۱(۱۹۷۹): اثرات ثانویه خسارت ریشه که نتیجه مستقیم آن کاهش رشد ریشه است سبب خسارت بیشتر به محصول ریشه می‌گردد. (رجوع کنید به بخش ۴-۲-۱۱).



شکل ۲-۱۱ درصد عملکرد قند کرتهای برگ کنده شده در زمانهای مختلف فصل رشد در مقایسه با کرتهای شاهد.

۴-۲-۱۱ تأثیر بر روی رشد ریشه

چندین نوع از بندپایان خاکزی که با تغذیه از ریشه گیاهچه موجب وارد آمدن صدمات غیرکشنده به گیاه می‌شوند نیز می‌توانند باعث نابودی آنها گردند هرچند که گیاهان مصون از حمله در این مرحله دارای چهار برگ حقیقی کامل هستند (جونز^۲ و دانیگ^۳ ۱۹۷۳). اثرات حاصل از تغذیه آفت طی مراحل اولیه رشد گیاه می‌تواند باعث بازماندن رشد گیاهچه‌های جوان و نهایتاً کاهش عملکرد قند شود. پروان (۱۹۸۵)، با استفاده از اطلاعات چاپ شده قبلی مربوط به مصرف چهار نوع آفت‌کش عملکرد قند را در کرتهای خسارت دیده مقایسه کرد و عملکرد را براساس میزان استقرار گیاهچه‌ها پیش‌بینی نمود. وی دریافت که کاهش واقعی محصول ۱۵٪ است در حالیکه خسارت تخمینی ۵٪ برآورد شده بود. نامبرده ده درصد اختلاف را نتیجه تأثیرات غیرکشنده تغذیه آفت و تأثیر آن روی استقرار گیاه دانست. (شکل ۳-۱۱)



شکل ۱۱-۳ رابطه بین عملکرد حقیقی و پیش‌بینی شده چغندرقند در کرت‌هایی که آلوده به آفات خاکری هستند (مدل جاگارد ۱۹۷۹).

نماتدهای آژاه در خاک فراوان بوده و به صورت پارازیت خارجی از سطح ریشه چندین گیاه زراعی منجمله چغندرقند تغذیه می‌کنند. نماتدهای عامل سیخ شدن و کلفتی ریشه با تغذیه از سلولهای اپیدرمی و تارهای کشنده موجب ایجاد گره و کلاف شدن آنها می‌شوند. صدمه خوردن ریشه اصلی در مراحل اولیه حالت شاخه‌شاخه به آن می‌دهد. نماتدهای سوزنی با استفاده از استایلت طویل خود به درون بافتهای آوندی ریشه نفوذ کرده و با تولید گال از رشد ریشه می‌کاهند. زمانی که شرایط خاک امکان تغذیه اولیه و طولانی این نماتدها را فراهم می‌کند، کاهش عملکرد ریشه تشدید می‌شود، هرچند رابطه مشخصی میان تعداد نماتد و عملکرد وجود ندارد. متعریف نماتدکش در مزارع آلوده منجر به افزایش عملکرد ریشه به بیش از ۱۵ تن در هکتار

گردید (کوک و درایکوت^۱ ۱۹۷۱، کوک و همکاران ۱۹۷۴، کوک ۱۹۷۶ و ۱۹۸۹).

نماتد مولد سیست چغندر قند عمده ترین آفت زراعت چغندر قند در سرتاسر دنیا می باشد. مهاجم آن به ریشه و مهاجرت متعاقب از طریق بافت بیرونی و استقرار و بهره برداری از محل های تغذیه، علائم مختلفی را نشان می دهد که عمده ترین آنها عبارتند از تکثیر سریع ریشه های جانبی، عدم رشد ریشه اصلی، کاهش رشد و رشد غیر عادی برگ ها و بالاخره پژمردگی پیش از موقع اندام های هوایی. رابطه بین جمعیت اولیه (Pi) نماتد و عملکرد ریشه (Y) به صورت معادله زیر توصیف شده است:

$$Y = Y_{\min} + (Y_{\max} - Y_{\min}) Z^{Pi-T}$$

Z = عدد ثابت و اندکی کوچکتر از ۱

$Y_{\min}$ = حداقل عملکرد

T = حد تحمل (حداکثر جمعیت نماتد خاک که

$Y_{\max}$ = حداکثر عملکرد در غیاب نماتد

تاثیری روی عملکرد نمی گذارد)

طی آزمایش های مجزای مزرعه ای و در شرایط محیطی مختلف، استفاده از ۱۰ گرم تخم و نماتد جوان منجر به کاهش یک تا ۶۴٪ از عملکرد ریشه گردید (کوک ۱۹۸۴ و ۱۹۹۱، کوک و تاماسون^۲ ۱۹۷۹ و گریکو^۳ و همکاران ۱۹۸۲).

خسارت بیشتر و مستقیم روی ریشه گیاهان مستقر شده توسط حشرات مختلف خاکزی صورت می گیرد. لارو کرم سفید ریشه^۴ با تغذیه مستقیم از ریشه گیاهان جوان می تواند باعث از بین رفتن آنها شود. تغذیه این لارو از گیاهان مسن تر ایجاد حفره هایی در اطراف ریشه می کند که خزد باعث سرایت بیماری های ثانویه خواهد بود. خوشبختانه خسارت آنها معمولاً معطوف به گیاهان منفرد در مزرعه بوده و ندرتاً اهمیت اقتصادی پیدا می کنند. مشابه این گونه خسارت توسط کرم های (اغلب طوقه بر نامیده می شوند) پروانه های خانواده نوکتوئیده^۵، ائوگزوا^۶ و آگروتیس^۷ نیز وارد می شود. آنها با تغذیه از ریشه ایجاد حفره یا سوراخ های بزرگ و نامنظم روی سطح ریشه می کنند. کرم های طوقه سیب زمینی با حفر تونل درون طوقه و قسمتهای بالائی ریشه چغندر می توانند گیاه را نابود سازند. آفت اغلب به تک بوته ها حمله می کند، اگرچه خسارت آن ناچیز است، اما خسارت شدید از اسکاندیناوی و فنلاند گزارش شده است. کرم های مفتولی، جنس های آگریوتس^۸ و لیمونیوس^۹ نیز درون ریشه های بزرگ تونل درست می کنند، هرچند که خسارت آنها روی گیاهچه شدیدتر است. (رجوع کنید به ۱-۲-۱۱). لارو برخی از

1- Draycott

2- Thomason

3- Greco

4- *Melolontha melolontha*

5- Noctuidae

6- Euxoa

7- Agrotis

8- Agrotis

9- Limonius

سرخوطومیها (سرخوطومی های ریشه) نیز می توانند روی ریشه های چغندر قند حفره ایجاد کنند و در بعضی مزارع قسمت بیشتری از محصول را مورد حمله قرار دهند. شته های ریشه به عنران انگل خارجی از ریشه های جانبی و ریشه اصلی تغذیه می کنند و در جذب آب و مواد غذایی تاثیر می گذارند، به طوری که گیاهان مورد حمله زرد و پژمرده می شوند. دامنه خسارت متفاوت است و در وضعیت حاد گیاهان از خشکی صدمه دیده و در مراحل بعدی از بین می روند.

۵-۲-۱۱ خسارت ناشی از انتقال بیماری

به ندرت می توان آفات و بیماریها را جدا از هم یافت. فعالیت تغذیه ای تمامی آفات مخصوصاً آنهاست که به سلولهای اپیدرمی طوقه یا بافت ریشه آسیب می رسانند، محلی برای ورود عوامل بیماریزای ثانویه می شوند. بیماریهای ویروسی توسط طیف وسیعی از حشرات، نماتدها و ناقلین قارچی منتقل شده و تهدید جدی برای اکثر کشورهای تولید کننده چغندر قند می باشند. این بیماریها به طور کامل در فصل دهم شرح داده شده است ولی لازم است که به طور اجمال اشاره ای کوتاه به مهمترین آفات ناقل آنها بشود. گونه های زیادی از شته ها از چغندر قند تغذیه می کنند و قادرند به طور مستقیم به ریشه و اندامهای هوایی آسیب برسانند، با اینحال اهمیت آنها به عنوان ناقل بیماریهای ویروسی مانند ویروس زردی چغندر (BYV)، ویروس زردی ملایم چغندر (BMYV)، ویروس زردی غربی چغندر (BWYV) اهمیت بیشتری دارند. شته هلو - سیب زمینی^۱ که در ایالات متحده شته سبز هلو نامیده می شود، عمده ترین ناقل ویروسهای زردی است. هرچند که هر سه نوع این بیماریها توسط چندین گونه شته دیگر نیز منتقل می شوند. شته سبز هلو همچنین به عنوان مهمترین ناقل بیماریهای ویروسی، ویروس موزائیک چغندر (BMV)، ویروس خالص زردی چغندر (BYNV) و ویروس موزائیک خیار (CMV) عمل می کند. ویروس کوتولگی زردی چغندر (BYSN) نیز غالباً توسط شته شیر تیغ^۲ منتقل می شود. زنجره چغندر قند^۳ ناقل بیماری ویروسی کرلی تاپ است که قادر به ایجاد بلاتی خانمانسوز برای مزارع چغندر قند همانند خسارتهای سنگین در دهه های ۱۹۲۰ و ۱۹۳۰ در ایالات متحده می باشد، ولی در حال حاضر این بیماری با استفاده از یک برنامه تلفیقی شامل ارقام مقاوم، تکنیکهای کشت و روشهای مبارزه با ناقل، تحت کنترل است. دیگر بیماری بالقوه ویرانگر، پژمردگی زردی چغندر است که توسط ارگاناسمی شبیه ریکتسیا^۴ (RLO) که به وسیله زنجره ها منتقل می شود، ایجاد می گردد ولی این بیماری فقط در آمریکای جنوبی مشاهده شده است.

1- Myzus persicae

2- Hyperomyzus lactucae

3- Circulifer tenellus

4- Rickettsia

سن پیزما^۱ دو بیماری ویروسی را که اهمیت محلی دارند منتقل می‌کند. پیزما کوادراتوم^۲ ناقل ویروس پیچیدگی برگ چغندر قند (فقط در اروپای شرقی یافت می‌شود) و پیزما سینه‌ره‌آ^۳ که ناقل پیچیدگی برگ چغندر قند است در ایالات متحده آمریکا وجود دارد. نماتدهای عامل سیخ‌سیخ شدن و کلفتی ریشه تریکودوروس و پاراتریکودوروس‌ها می‌توانند ویروس رتل تنباکو (TRV) را منتقل کنند. و نماتدهای سوزنی لانگی دوروس ویروس حلقوی سیاه گوجه‌فرنگی (TBRV) را منتقل می‌کنند. هر دو ویروس مذکور می‌توانند روی عملکرد یا کیفیت سایر محصولات نیز اثر بگذارند، ولی در هیچ حالتی تاثیر ویروس روی عملکرد قند به زیادی تاثیری که خسارت مستقیم ناقل دارد نیست و معمولاً گیاهان تنها در مزرعه علائم مربوطه را نشان می‌دهد.

۱۱-۳ پراکندگی، زیست‌شناسی و بیماری‌زایی آفات مهم
در این بخش، شرح آفات مهم چغندر قند همراه با توضیح مختصری از زیست‌شناسی آنها و خسارتی که به محصول وارد می‌آورند، مطرح گردیده است. مجموعه مصور این آفات توسط لجیل^۴ و آگوئی‌لار^۵ (۱۹۸۲) و نیز بنادا^۶ و همکاران (۱۹۸۷) و توضیحات دقیق‌تر بعضی از این آفات توسط دوار^۷ و کوک^۸ (۱۹۹۰) ارائه شده است. روشهای مبارزه در قسمتهای بعدی توضیح داده می‌شود (۴-۱۱).

۱۱-۳-۱ نماتدهای آفت

نماتد ساقه

نماتد ساقه^۹ یک پارازیت مهاجر داخلی است که از بافت پارانثیم ساقه‌ها و غده‌ها تغذیه می‌کند. این گونه مخلوط پیچیده‌ای از نژادهایی با دامنه میزبانی متفاوت است (وایت‌هد^{۱۰} و همکاران ۱۹۸۷)، بعضی از آنها (مثل نژاد یولاف و نژاد پیاز) قادرند به چغندر قند حمله کرده و در بعضی از کشورها به عنوان آفات جدی این محصول به شمار روند.

شرح و زیست‌شناسی

افراد بالغ کرمی شکل و معمولاً به طول ۱-۱/۳ میلیمتر هستند و بین جنس‌های آنها تمایز مشخصی وجود ندارد. استایلت (که جهت نفوذ و تغذیه از سلولهای گیاه میزبان به کار می‌رود)

- 1- Piesma
- 4- Lejealle
- 7- Dewar
- 10- Whitehead

- 2- P. quadratum
- 5- Aguilar
- 8- Cooks

- 3- P. Cinerca
- 6- Benada
- 9- Ditylenchus dipsaci

کوچک و دارای برآمدگی قاعده‌ای مشخص است. بدن باریک و دم نوک‌تیز است. چهار مرحله لاروی وجود دارد که از نظر شکل مشابه افراد بالغ است (فقط کوچک‌ترند) و با یک پوست‌اندازی در مرحله دوم که در تخم به وقوع می‌پیوندد.

تغذیه و تکثیر به‌طور پیوسته در بافتهای گیاه میزبان صورت می‌گیرد به‌طوری‌که تخم‌ها، لاروها و افراد بالغ همراه با هم دیده می‌شوند. برای تکثیر، جفت‌گیری ضروری است و یک ماده بارور شده قادر است صدها و یا حتی هزارها تخم بگذارد. چرخه زندگی از تخم تا بالغ در شرایط مطلوب حدود ۳-۴ هفته به طول می‌انجامد. گیاهچه‌های چغندر قند معمولاً توسط لاروهای مرحله چهارم مورد حمله قرار می‌گیرد. بلافاصله پس از جوانه‌زنی و به ویژه در شرایط سرد و مرطوب، نماتدها در محور زیر لپه، دم‌برگها، لپه‌ها و برگهای گیاهچه‌ها وجود دارند ولی پس از آن قادرند که به تاج گیاه حمله کنند و یا مجدداً وارد خاک شده و گیاهان هم‌جوار را مورد حمله قرار دهند. مرحله مقاوم نماتد مرحله چهارم لاروی است که می‌تواند در حالت خشک شده و اغلب در بقایای گیاهی، برای چندین سال باقی بماند.

پراکنندگی و خسارت

این گونه نماتد در مناطق معتدله پراکنش وسیعی داشته و به عنوان یک آفت بسیار معمول در بیشتر کشورهای اروپایی شناخته شده است، گرچه معمولاً بر تعداد کمی از گیاهان در هر مزرعه تاثیر می‌گذارد. در سوئیس این آفت در مقیاس بسیار وسیع‌تری خسارت می‌زند به‌طوری که در بعضی مواقع ضرورت پیدا می‌کند در بیشتر نواحی به منظور جلوگیری از آلودگی مجدد با استفاده از دانه‌های آلدیکارب در هنگام کشت و به دنبال آن استفاده از دانه‌های پاراتیون در ژوئیه - اوت (تیر و مرداد) مبارزه شیمیائی انجام شود.

آلودگی‌های اولیه موجب پیچیدگی، تورم و تغییر شکل لپه‌ها، دم‌برگها و لپه برگها می‌شود و ممکن است جوانه انتهایی گیاهچه از بین برود و جوانه‌های جانبی رشد کرده و گیاهی با چند تاج و برگهای تغییر شکل یافته کوچک پدید آورند. خسارت اصلی این نماتد در گیاهان جوان و به گیاه وارد شود، که ابتدا در پائین به صورت گریزی درختچه‌های سرخ دیده می‌شود و سپس به صورت اشکال پوسیدگی در می‌آید که گسترش یافته و ممکن است تاج را از بین ببرد و پناهگاهی برای عوامل بیماری‌زایی ثانویه ایجاد نماید. گیاهانی که خسارت جدی دیده‌اند بایستی در اولین فرصت برداشت شده و بدون انباشته کردن به کارخانه تحویل داده شوند.

نماتدهای کاذب مولد گره ریشه

نماتد کاذب مولد غده^۱، یک پارازیت داخلی انگل است که موجب گال ریشه، مشابه آنچه که گونه‌های مختلف ملوئیدوزاین ایجاد می‌کنند (به ۱۱-۳-۴ مراجعه شود) می‌گردد. این نماتد یک آفت جدی چغندر قند در بعضی از نواحی غربی ایالات متحده آمریکا است.

شرح و زیست‌شناسی

ماده‌های بالغ به طول ۱/۹-۰/۷ میلی‌متر، تخم‌مرغی شکل با بدنهای سفید و کرم‌رنگ هستند. نرها و لاروها کرمی شکل هستند، لاروها دارای استایلت بزرگی هستند که از شاخص خانواده‌ای که به آن تعلق دارند یعنی پراتیلن خیده^۲ می‌باشند. لاروهای سن دوم از تخم خارج شده به طرف خاک حرکت کرده و به ریشه‌های گیاه میزبان حمله می‌کنند. مراحل مختلف لاروی از طریق بافتهای ریشه مهاجرت کرده و می‌توانند ریشه‌ها را ترک و مجدداً به آن وارد شوند. ماده‌ها غیرمتحرک بوده پس از جفت‌گیری تخمهای بارور را در داخل یک توده ژلاتینی تخلیه می‌کنند. چرخه زندگی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، حدود ۴۸ روز تکمیل می‌شود (این سرا^۳ و همکاران ۱۹۸۳).

پراکنندگی و خسارت

این نماتد بومی آمریکای مرکزی و جنوبی و غرب ایالات متحده آمریکا است در نبراسکا، مونتانا، وایومینگ، داکوتای جنوبی، کلرادو و کانزاس به محصول چغندر قند خسارت می‌زند. مراحل لاروی، نکروزه و هیپرتروفی در سلولهای اپیدرمی و پوستی ایجاد می‌کند که منجر به برآمدگیهای کوچکی بر روی ریشه‌های جوان آلوده می‌گردد. تغذیه دائمی نماتد از ناحیه ثابت، باعث تشکیل گالهای بزرگ و پهن تر با ریشه‌های جانبی متعدد می‌شود. جذب آب و مواد غذایی کاهش می‌یابد به طوریکه گیاهان مبتلا، اغلب زردرنگ و رشد آنها متوقف می‌گردد. کاهش عملکرد بالای ۲۰ درصد گزارش شده است. کنترل و مبارزه را می‌توان به وسیله تناوب با محصولات غیر میزبان (مثل غلات، یونجه، سیب‌زمینی) و یا ضد عفونی خاک انجام داد.

نماتدهای مولد سیست

نماتد مولد سیست در چغندر قند^۴ مهمترین نماتد چغندر قند است و بیش از یکصد سال است که موضوع مطالعات گسترده‌ای می‌باشد. این تحقیقات اخیراً توسط کوک (۱۹۸۷) بازنگری شده است. جدیداً یک نژاد نماتد مولد سیست شبدر به نام نماتد زرد مولد سیست در

1- *Nacobbus aberrans*2- *Pratylenchidae*3- *Inserra*4- *Heterodera Schachtii*

چغندر قند یافت شده است که در هلند، سوئد، سوئیس و آلمان به محصول چغندر قند خسارت می‌زند (ماس^۱ و های بروک^۲، ۱۹۸۲، اندرسن^۳، ۱۹۸۴، والوتون^۴، ۱۹۸۵، شلانگ^۵، ۱۹۹۰).

شرح و زیست‌شناسی

مشخص‌ترین مرحله هترودراشاختی سیستم لیموئی شکلی است که از کوتیکول ماده مرده تشکیل شده و حاوی بیش از ۶۰۰ تخم است. لاروهای مرحله دوم از تخم‌ها خارج شده و از طریق شکاف تخمدانی یا دهانی از سیستم خلاصی یافته و به طرف خاک حرکت می‌کنند تا به ریشه گیاهان میزبان حمله کنند. تفریخ از تخم ممکن است بلافاصله در خاکی که گیاهان میزبان وجود ندارد صورت گیرد، لیکن در صورت وجود گیاهان میزبان، ترشحات ریشه آنها باعث تحریک بیشتر و خروج از تخم شده و لاروها را به مناطق تهاجم جلب کند. لاروها ریشه‌ها را مورد تهاجم قرار داده و از طریق پوست به طرف مناطق تغذیه‌ای ثابت در مجاورت استوانه آوندی، جایی که ترشحات بزاقی تشکیل سلولهای انتقالی را تحریک می‌کند حرکت می‌کنند. پس از نشوونما و تبدیل لاروهای مراحل سوم و چهارم به بالغ، نرهای کرمی شکل در خاک آزاد شده به طرف ماده‌های سفیدرنگی که متصل به ریشه‌ها باقی مانده‌اند جلب می‌شوند و موجب تورم و سپس شکاف پوسته که در معرض شکاف تخمدانی خلفی قرار دارد می‌شوند. پس از جفت‌گیری، نرها به زودی می‌میرند ولی ماده‌ها قهوه‌ای رنگ شده و از ریشه‌ها به داخل خاک می‌ریزند. دوره نشوونما بستگی به دمای خاک دارد. تکمیل چرخه زندگی در دمای بالای ۱۰ درجه سانتی‌گراد حدود ۳۰ روز به طول می‌انجامد. این بدان معنی است که در شمال اروپا دو نسل در جنوب اروپا سه و در فصل رویشی طولانی و خاکهای گرم جنوب کالیفرنیا ۵ نسل تولید می‌شود.

مناطق انتشار و خسارت

هترودراشاختی تقریباً در تمام مناطق چغندرکاری دنیا یافت می‌شود لیکن ویژه مناطقی است که چغندر قند یا دیگر گیاهان میزبان (اغلب در تناوبهای بسته) طی سالهای زیادی کشت می‌شوند (مثل بخش‌هایی از آلمان یا خاکهای آلی فنس در بریتانیا) و یا جایی که شرایط برای افزایش و پراکندگی جمعیت نماتد مساعد باشد (مثل دره امپریال در جنوب کالیفرنیا). خسارت به محصول زمانی توجه را جلب می‌کند که قسمتهایی از گیاهان مبتلا قبل از بوته‌های اطراف خود که کمتر آلوده هستند پژمرده شوند. گیاهان مبتلا، ریشه اصلی کوتاه و ریشه‌های فرعی

1- Maas
4- Vallotton

2- Heijbroek
5- Schlang

3- Andersson

متعددی ایجاد می‌کنند می‌توان نماتدها را به شکل سیست‌های سفید و کوچک بر روی آن مشاهده کرد. مبارزه معمولاً براساس تناوب گیاهان میزبان صورت می‌گیرد ولی در بعضی از کشورها تکنیکهای دیگری (مثل استفاده از ضد عفونی کردن خاک، نماتدکش‌های دانه‌ای یا گیاهان تله مقاوم به نماتد) مورد استفاده قرار می‌گیرند و تلاشهای انجام شده در مورد معرفی ارقامی از چغندر قند که به نماتد مقاوم هستند (و حداقل از ۳۰ سال پیش شروع شده) ممکن است بزودی به نتیجه برسد (به ۴-۱۱، ۵-۱۱، ۶-۱۱ و ۴-۱۱ مراجعه شود).

نماتد مولد غده در ریشه

نماتدهای مولد غده ریشه (ملوئیدوزاین^۱) مهمترین گروه نماتدهای گیاهی در سطح جهان هستند که تعدادی از گیاهان زراعی و باغی را به ویژه در نواحی گرمسیری مورد حمله قرار می‌دهند. فرانکلین^۲ (۱۹۷۸) یک گزارش عمومی از این جنس ارائه کرد که تا تاکسونومی آن اخیراً توسط جپسون^۳ (۱۹۸۷) بازنگری شده است.

شرح وزیست‌شناسی

نماتدهای ماده به رنگ سفید، متورم، به طول ۱-۲ میلی‌متر و یک گردن قدامی کوتاه دارند. ویژگیهای انتهای خلفی شامل شکاف تخمدانی، مقعد و کوتیکول‌های باریک، حالتی را در هنگام تفریخ تشکیل می‌دهد که در شناسایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. چرخه زندگی این نماتدها مشابه نماتدهای مولد سیست است. ماده‌ها تعداد زیادی

تخم (۵۰-۱۰۰)

عدد) می‌گذارند که در یک توده ژلاتینی قرار دارند. لاروهای مرحله دوم از تخم خارج شده و در داخل خاک حرکت می‌کنند تا به ریشه گیاهان میزبان حمله کنند و در آنجا نشوونمای لاروهای مراحل سوم و چهارم و تبدیل آنها به افراد نر و ماده اتفاق می‌افتد. نرها معمولاً در تولیدمثل نقشی ندارند و تکثیر همیشه به صورت بکرزائی انجام می‌شود. در شرایط مناسب چرخه زندگی ۲۵-۳۰ روز به طول می‌انجامد، بنابراین در کشورهای گرم در هر سال ۴ تا ۵ نسل و در مناطق سردتر تعداد نسل کمتری تولید می‌کنند.

مناطق انتشار و خسارت

گونه‌های مناطق گرم شامل ملوئیدوزاین این‌کوگنیتا^۴، ملوئیدوزاین ژاوانیکا^۵ و

1- Meloidogyne

2- Franklin

3- Jepson

4- Meloidogyne incognita

5- M.javanica

ملوئید و ژاین آرنا ریا^۱ قادرند به محصول چغندر قند به ویژه در خاکهای شنی درشت و در مناطق چغندرکاری در نواحی جنوبی تر اروپا (مثل یونان و ایتالیا) و در ایالات متحده آمریکا (مثل کالیفرنیا، آریزونا و جنوب کلرادو) خسارت وارد کنند. گونه های اقلیم معتدل مثل هاپلا^۲ و ناآسی^۳ هر دو پراکندگی بسیار وسیعی داشته و در شمال اروپا، ژاپن و ایالات متحده آمریکا به چغندر قند خسارت می زنند. گیاهان آلوده کوتاه هستند و در هوای گرم پژمرده می شوند. این نماتدها موجب تشکیل گالهای ویژه ای بر روی ریشه های جانبی می شوند، جایی که آلودگیهای اولیه و جدی اتفاق می افتد، گالها ممکن است روی ریشه های اصلی تشکیل شده و حتی موجب مرگ گیاه شوند. مبارزه را می توان با استفاده از تناوبهای محصولی مناسب و کشاورزی آگاهانه (مثل انتقال بقایای محصول آلوده، کنترل علفهای هرز میزبان، زودکاشتن محصول در زمانی که دمای خاک پائین تر از درجه حرارت لازم برای فعالیت نماتد باشد) انجام داد. در مزارع بسیار آلوده ممکن است مجبور به استفاده از سموم نماتدکش بشویم.

نماتدهای آزاد

چندین گونه از نماتدهای آزاد قادر به تغذیه از چغندر قند هستند. از این گروه نماتدهای عامل سیخ سیخ شدن و کلفتی ریشه (تریکودوروس) و نماتدهای سوزنی (لانگی دوروس) اهمیت فوق العاده ای دارند. این پارازیت های خارجی مهاجر در خاکهای شنی سبک فوق العاده شایع بوده و خسارت می زنند.

شرح و زیست شناسی

نماتدهای عامل سیخ سیخ شدن و کلفتی ریشه (تریکودوروس ها و پاراتریکودوروس ها) با داشتن استایلت خمیده خاص خود و نیز دم گرد مشخص می شوند. در کلیه مراحل کرمی شکل هستند و اندازه افراد بالغ بین ۰/۵ تا ۱/۵ میلیمتر تغییر می کند. نماتدهای سوزنی بلندتر بوده (افراد بالغ معمولاً ۵-۱۰ میلیمتر) و با وجودیکه ظریف و باریک هستند ولی با چشم غیر مسلح آنها را می توان به صورت قطعات کوتاهی از رشته سفید و ریز دید. آنها استایلت بلندی دارند که توسط آن ریشه های گیاهان را سوراخ کرده و از محتویات سلولی تغذیه می کنند. تخم های این نماتدها در خاک گذاشته می شود، مراحل لاروی و نماتدهای بالغ همراه با هم دیده می شوند و تغذیه و تکثیر در طول فصل رویش گیاه میزبان صورت می گیرد. کلیه گونه ها دامنه میزبانی وسیعی داشته و برخلاف نماتدهای مولد سیست، هیچ مرحله مقاومی در چرخه زندگی آنها وجود ندارد. افراد نر در بعضی از گونه ها مثل پاراتریکودوروس ترس^۴،

1- M.arenaria

2- M.hapla

3- M.naasi

4- P.terres

لانگی دوروس آتنواتوس^۱ و لانگی دوروس الونگاتوس^۲ نادر بوده و تکثیر به صورت بکرزایی است، در حالیکه در بقیه گونه‌ها پاکی درموس^۳ و پری می تیوس^۴ وجود نرها معمول بوده و تکثیر جنسی صورت می‌گیرد. در مناطق معتدله چرخه زندگی نمادهای عامل سیخ سیخ شدن و کلفتی ریشه در طول ۶-۷ هفته تکمیل می‌شود در حالیکه در مورد نمادهای سوزنی ۱-۲ سال زمان لازم است.

نمادهای عامل سیخ سیخ شدن و کلفتی ریشه قادر به انتقال ویروس رتل تنباکو و نمادهای سوزنی قادر به انتقال ویروس حلقوی سیاه گوجه‌فرنگی به گیاه چغندر قند هستند. هیچ یک از بیماریهای مذکور عملکرد را به طور جدی به مخاطره نمی‌اندازد ولی علائمی که اغلب بر روی شاخ و برگ (معمولاً بر روی گیاهان جدا شده ایزوله) در داخل یک مزرعه دیده می‌شوند، وجود نماد ناقل را نشان می‌دهد.

پراکندگی و خسارت

با وجود آنکه بعضی از گونه‌ها دامنه‌های جغرافیایی محدودتری دارند ولی در مجموع هر سه جنس دارای گسترش جهانی هستند. بیشتر گونه‌های نماد عامل سیخ سیخ شدن و کلفتی ریشه عمدتاً در خاکهای سبکتر فعالیت دارند (گرچه گونه پری می تیوس قادر است در یک محدوده وسیعی از خاکها وجود داشته باشد). نمادهای سوزنی در انواع خاکها دیده می‌شوند ولی خاکهای دست نخورده را ترجیح می‌دهد (مثل اراضی چمنی، حاشیه پرچین‌ها و هم چنین گیاهان چند ساله را به یک ساله‌ها ترجیح می‌دهد). نمادهای عامل سیخ سیخ شدن و کلفتی ریشه به صورت توده‌ای در انتهای ریشه‌های جوان انباشته شده و موجب قهوه‌ای و متلاشی شدن سلولهای اپیدرمی می‌شوند. توقف رشد ریشه منجر به ایجاد علائم ویژه‌ای در ریشه انتهایی می‌گردد (شکل ۴-۱۱): خسارت جدی اولیه قادر است نقطه رشد راس ریشه را از بین ببرد و باعث شود ریشه‌های چندشاخه محصول کمی داشته باشند. نمادهای سوزنی که از نوک ریشه تغذیه می‌کنند اغلب در اطراف نقطه ورود استایلر تورم و حالت نکروزه ایجاد می‌کنند.

خسارت روی چغندر قند به خاکهای شنی و سبک محدود می‌شود و بیشترین آسیب در شرایط مرطوب بودن خاک و بعد از چندین هفته که از مرحله جوانه‌زدن می‌گذرد وارد می‌آید. این عارضه در انگلستان بنام داکینگ^۵ و در هلند به نام بیماری تی^۶ معروف است. تنها راه مطمئن کنترل آن، مصرف نمادکش به منظور پیشگیری است (کوک، ۱۹۸۹).

1- L.attenuatus

2- L.elongatus

3- P.pachydermus

4- T.primitivus

5- Docking disorder

6- T.disease

۲-۳-۱۱- حلزون‌ها:

انواع حلزون‌ها مخصوصاً دروسراس رتی‌کولاتوم^۱ و نیز اریون‌هورتن‌سیس^۲ و آریون‌فاسیاتوس^۳ در اروپا پراکنده‌اند. این آفات در خاکهای سنگین یا فاقد زهکش مناسب و نیز بعد از بارندگی‌های پائیزه و بهار به چغندر قند آسیب می‌رسانند. آنها از قسمتهایی از گیاه در زیر خاک (هیپوکوتیل) یا بالای خاک (ساقه و برگهای جوان) تغذیه کرده و باعث زخمی شدن و ایجاد حفره‌هایی روی سطح گیاه می‌شوند. استفاده از طعمه بهترین راه مبارزه با آنها است.



شکل ۱۱-۴- خسارت وارده به چغندر قند توسط نماتد ریشه انتهایی (پاراتریکودوروس و تریکودوروس). گیاهچه سمت چپ مربوط به کرتی است که با گاز ضد عفونی شده و گیاهچه سمت راست از کرتی است که بصورت مصنوعی با جمعیت فراوانی از نماتد ریشه انتهایی آلوده شده است.

آفات چغندر قند (از شاخه بندپایان)

هزارپایان

دو گروه از هزارپایان در مزارع چغندر قند یافت می‌شوند. (هزارپای ماری شکل خالدار^۴) و هزارپای پهن^۵.

1- *Deroceras reticulatum*

2- *Arion hortensis*

3- *A. fuscatus*

4- *Blaniulus guttulatus*

5- *Brachydesmus superus*

شرح و زیست‌شناسی

گونه بلانیولوس گوتولوس دارای بدن باریک و سفیدرنگ به قطر حدود یک میلی‌متر و طولی بیشتر از ۲۰ میلی‌متر که از قسمت‌های مختلف (بیش از ۶۰ قسمت) تشکیل شده است. هر قسمت دارای دو جفت پا و یک نقطه قرمز متمایل به نارنجی در هر طرف می‌باشد. بدن براکی‌دسموس به رنگ قهوه‌ای روشن یا خاکستری بوده با قطر یک و طول ۱۰ میلی‌متر و مرکب از ۱۹ قسمت است. هر قسمت دارای یک جفت پرامدگی جانبی و یک جفت پا می‌باشد. نشوونمای هزارپایان در بهار و تابستان کامل شده و ماده‌ها تخم‌های خود را به صورت خوشه‌ای در حفره‌هایی که از ذرات خاک ساخته‌اند قرار می‌دهد. هزارپای جوان فقط سه جفت پا دارد و در ادامه نشوونما، تعداد پندهای بدن افزایش می‌یابد و ممکن است تا کامل شدن نشوونما بین دو تا سه سال طول بکشد.

پراکندگی و خسارت:

خاکهای رسی مرطوب با بافت باز که حاوی کاه و کلش یا سایر مواد آلی است مورد علاقه هزارپایان می‌باشد. این موجودات در خاکهای اروپای شمالی به صورت غالب قسمت مهمی از آفات را تشکیل می‌دهد. تعداد آنها می‌تواند بی‌اندازه زیاد باشد (تعداد ۱۶ میلیون هزارپای ماری شکل خالدار در هکتار ثبت شده است). هزارپایان غالباً تمایل دارند تا در محیط اطراف ریشه‌ای که توسط سایر آفات مورد حمله قرار گرفته است، تجمع کنند، اما بعضی اوقات عامل اولیه ایجاد خسارت نیز هستند.

هزارپای ماری شکل خالدار معمولاً از قسمت قدامی محور و سطح زیرین بذر تغذیه می‌کند، حال آنکه هزارپایان پهن قسمت بالای بذر را مورد حمله قرار می‌دهد، در اینحالت ریشه گیاهچه آسیب دیده جدا شده و در موارد شدید باعث از بین رفتن گیاهچه می‌شوند، شدت خسارت بعد از مرحله چهار برگی کم می‌شود. مبارزه با آنها مشکل بوده ولی کاهش ماده آلی تازه خاک و سفت بودن بستر مانع تشکیل جمعیت‌های بزرگ از آنها می‌گردد. استفاده از آفت‌کش‌ها مخصوصاً اندکی بعد از کاشت راه مطمئن‌تری جهت کنترل آنها است.

سمفی‌لیدها^۱

بندپایان کوچک و فوق‌العاده فعال با چندین جفت پا هستند. یک گونه از آنها با نام علمی اسکاتی‌کرلا ایماکولاتا^۲ در انگلستان و آمریکا به ترتیب نوع گلخانه‌ای و نوع باغی نامیده شده و آفت چغندر قند محسوب می‌شود و غالباً همراه با سایر بندپایان مجموعه آفات خاک را تشکیل می‌دهد.

شرح و زیست‌شناسی

نوع گلخانه‌ای آن اکثراً در مزارع و گلخانه‌ها یافت می‌شود. افراد بالغ بدن باریک و سفیدرنگ دارند. طول بدن آنها ۵ تا ۷ میلی‌متر و دارای ۱۲ جفت پا و یک جفت شاخک متحرک طویل می‌باشند. تخم‌ها در دسته‌های ۲۰ عددی یا بیشتر در طول سال داخل خاک قرار داده می‌شود. این تخم‌ها یک تا سه هفته بعد تفریح شده و در این مدت افراد بالغ از آنها مراقبت می‌کنند. افراد جوان خارج شده از تخم تنها سه جفت پا دارند. اولین پوست‌اندازی طی مدت سه هفته انجام می‌شود و پوست‌اندازهای بعدی هر ۲ تا ۶ هفته صورت خواهد گرفت و در هر مرحله یک جفت پا اضافه می‌شود تا تعداد پاها به ۱۲ جفت برسد. بعد از دو تا سه پوست‌اندازی اضافی افراد از نظر جنسی بالغ شده و ماده‌ها شروع به تخم‌گذاری می‌کنند، اما پوست‌اندازی آنها تا پایان عمر ادامه می‌یابد. چرخه کامل زندگی حداقل سه ماه طول می‌کشد (معمولاً طولانی‌تر است) و در شرایط مناسب تا چندین سال زنده می‌مانند.

محدوده حرکت آنها معمولاً در داخل شکاف و ترکهای خاک است ولی در شرایط مطلوب قادر به حرکت عمودی بوده و تا ۱/۸ متری زیر خاک جابجا می‌شوند. در شرایط گرم و مرطوب مخصوصاً زمانی که گیاه مورد علاقه آنها کشت شده، به لایه‌های بالای خاک حرکت کرده و در بهار و اوایل تابستان به وفور در سطح خاک دیده می‌شوند.

پراکندگی و خسارت

گونه ایماکولاتا در کشورهای مهم تولیدکننده چغندر قند (مانند ایالات متحده آمریکا) گسترش وسیعی دارد، اما ظاهراً بیشترین خسارت آنها به نواحی معتدله مربوط می‌شود. در کشور انگلستان به سایر محصولات زراعی مانند سیب‌زمینی، گوجه‌فرنگی و کاهو نیز حمله می‌کند. سمفی‌لیدها مخصوصاً در خاکهای سیلتی و گچی غالب بوده و تراکم تا ۶۰۰ عدد در مترمربع از آنها ثبت شده است.

سمفی‌لیدها به گیاهچه‌های تازه سبز شده حمله کرده و از ریشه، تارهای کشنده و هیپوکوتیل تغذیه می‌کنند. بدین طریق بعضی گیاهچه‌های آسیب دیده از بین رفته و رشد سایر بوته‌ها کاهش می‌یابد. علائم خسارت به صورت لکه‌های سیاه‌رنگ روی ریشه است که از آنها قطعات کروی از بافت ریشه بیرون زده است. این زخمها ممکن است توسط عوامل بیماری‌زای قارچی یا سایر موجودات که موجب پوسیدگی ریشه می‌شوند مورد حمله قرار گیرند. آغشته کردن بذر با آفت‌کش یا کاربرد آفت‌کش‌های دانه‌ای هنگام کاشت، بهترین راه مبارزه با آنهاست.

پادمان^۱

پادمان مهمترین حشرات اولیه بی بال بوده که دارای اندام فتری چنگال مانند (فورکولا) روی چهارمین قسمت شکمی هستند. این اندام به آنها کمک می کند تا مسافت های نسبتاً طولی را بپروند. برخی گونه ها مانند بوزلتیلا هورتان سیس^۲ و اسمینتوروس ویریدیس^۳ از ساقه ها و برگها تغذیه می کنند ولی اهمیت اقتصادی کمی دارند. گونه های دیگر مانند فولسومیافی متاریا^۴ و مخصوصاً اونی کیوروس آرماتوس^۵ با تغذیه از ریشه چغندر قند، خسارت بیشتری وارد می کنند.

شرح و زیست شناسی

گونه آرماتوس سفید رنگ، فاقد چشم و برخلاف معمول فاقد اندام فتری است. بدن کشیده به طول ۰/۸ تا ۲ میلی متر و به تعداد زیاد در خاک یافت می شود ۵×۱۰^۷ تا ۸×۱۰^۸ عدد در هر هکتار خاکهای زراعی): در مزارع چغندر قند انگلستان تعداد آنها در دو نوبت، نوبت اول اواخر بهار و نوبت دوم در پائیز و زمستان فزونی می یابد (براون، ۱۹۸۲).

پراکنندگی و خسارت

گونه های فوق الذکر به صورت گسترده پراکنده شده اند. تنها گونه آرماتوس است که به عنوان آفت چغندر قند در نواحی اروپای شمالی مطرح است. این آفت در دمای پائین با حمله به گیاهچه های تازه سبز شده که هنوز از خاک بیرون نیامده اند، ایجاد خسارت می کند. در اثر تغذیه حفره های گرد کوچکی بر روی ریشه یا هیپوکوتیل به وجود می آید که می تواند محل ورود عوامل بیماریزای ثانویه قارچی شود. این آفت به عنوان یک جزء مهم در مجموعه آفات موجود خاک می تواند باعث نابودی گسترده گیاهچه ها شده و استفاده از آفت کش ها برای پیشگیری از حمله آنها لازم است.

ملخ ها و سیر سیرکها

این گروه از حشرات بندرت آفت چغندر قند می شوند، هر چند که بعضی از انواع ملخ ها مانند ملخ مراکشی^۶ به گیاهان زراعی در حوزه دریای مدیترانه حمله می کند. پوره های بعضی از ملخ های شاخک کوتاه مانند ملانوپلوس^۷ و سیر سیرکها (مانند گریلوس کامپستریس^۸) با تغذیه از گیاهچه های چغندر در امریکای شمالی به عنوان یک آفت احتمالی گزارش شده اند.

1- Springtails

2- Bourletiella hortensis

3- Sminthurus viridis

4- Folsomia fimetaria

5- Onychiurus armatus

6- Dociostaurus maroccanus

7- Melanoplus sp.

8- Gryllus campestris

گوش خیزک‌ها

گوش خیزک معمولی فورفی کولا اوری کولاریا^۱ از برگهای وسطی چغندر قند تغذیه می‌کند، اما خسارتش در مقایسه با الرات مفید آن به عنوان شکارچی سایر حشرات مخصوصاً انواع لاروها ناچیز می‌باشد.

تریپس‌ها

تریپس‌ها یا مگس‌های طوفان^۲، حشرات کوچک با قطعات دهان ساینده و مکنده هستند. برخی گونه‌ها (مخصوصاً گونه‌های آنگوستی سپس^۳، تاباسی^۴ و فاسیاتوس^۵ از برگهای چغندر قند تغذیه می‌کنند.

شرح و زیست‌شناسی

گونه آنگوستی سپس مهمترین گونه‌ایست که از چغندر قند تغذیه می‌کند و زمستان را به صورت مراحل مختلف نشوونما در خاک سپری می‌کند. افراد بالغ نسل زمستانه بالهای کوتاه داشته^۶ و قادر به پرواز نیستند، در بهار تنها می‌توانند مسافت‌های کوتاه تا رسیدن به گیاه میزبان را طی نمایند. آنها پنج سن پورگی دارند. افراد بالغ (سن پنجم) که در تابستان پدید آمده‌اند، دارای بالهای باریک و طویل با لبه‌های ریشک‌دار بوده و می‌توانند از روی محصول پرواز نمایند.

پراکندگی و خسارت

گونه‌های آنگوستی سپس و تاباسی به صورت گسترده در سراسر اروپا پراکنده‌اند، ولی خسارت شدید آنها محدود به قسمت‌های شمالی است. گونه فاسیاتوس در ایالات متحده یافت می‌شود. تریپس‌ها عموماً روی برگهای جوان‌تر و با نفوذ به سطح سلول و مکیدن محتویات آنها تغذیه کرده و باعث ایجاد نقاط نقره‌ای، قهوه‌ای یا قرمز رنگ روی سطح برگها می‌شوند. خسارت روی برگهای مرکزی باز نشده می‌تواند شدید باشد، زیرا مانع رشد و باز شدن آنها می‌شود اما شواهد اندکی در مورد مبارزه اختصاصی با آنها در دست است.

سن‌های کاپسید^۷

این نوع سن‌ها شکل تخم‌مرغی، پهن و غالباً رنگهای جذابی دارند. چند گونه معدود از آنها (مانند لیگوس روگولی پنیس^۸، لیگوکوریس پابولی‌نوس^۹ و کالوکوریس نروژیکوس^{۱۰} به عنوان آفت چغندر قند شناخته شده‌اند.

- 1- *Forficula auricularia*
- 4- *T. tabaci*
- 7- *Capsid*
- 9- *Lygocoris pabulinus*

- 2- thunder flies
- 5- *Calliothrips fasciatus*
- 8- *Lygus rugulipennis* Popius
- 10- *Calocoris norvegicus*

- 3- *Thrips angusticeps*
- 6- *Brachypteros*

شرح ویبولوجی

طول افراد بالغ جنس روگولی پنیس^۱ حدود شش میلیمتر و به رنگ قهوه‌ای می‌باشند. آنها در پناهگاههای مختلف از جمله پرچین‌های سبز اطراف مزارع زمستان‌گذرانی می‌کنند و در بهار جهت تغذیه از بوته‌های جوان به طرف مزارع چغندر و سایر گیاهان زراعی پرواز می‌کنند. این آفت تخم‌های خود را در ناحیه مرستمی و در حال رشد و دمبرگها می‌گذارند. پوره‌های حاصل از تفریخ تخم‌ها بعد از پنج مرحله پوست‌اندازی به شفیره تبدیل و در اواسط تابستان افراد بالغ ظاهر می‌شوند. در انگلستان معمولاً نسل دوم در اواخر تابستان کامل می‌شود. دو گونه لیگوس پابولینوس و کالوکوریس نروژیکوس به صورت تخم زمستان را روی گیاهان دائمی (مانند پرچین‌های سبز و یا باغات میوه) می‌گذارند. پوره‌های بی‌بال در طول فصل تابستان به روی محصولات زراعی مهاجرت می‌کنند.

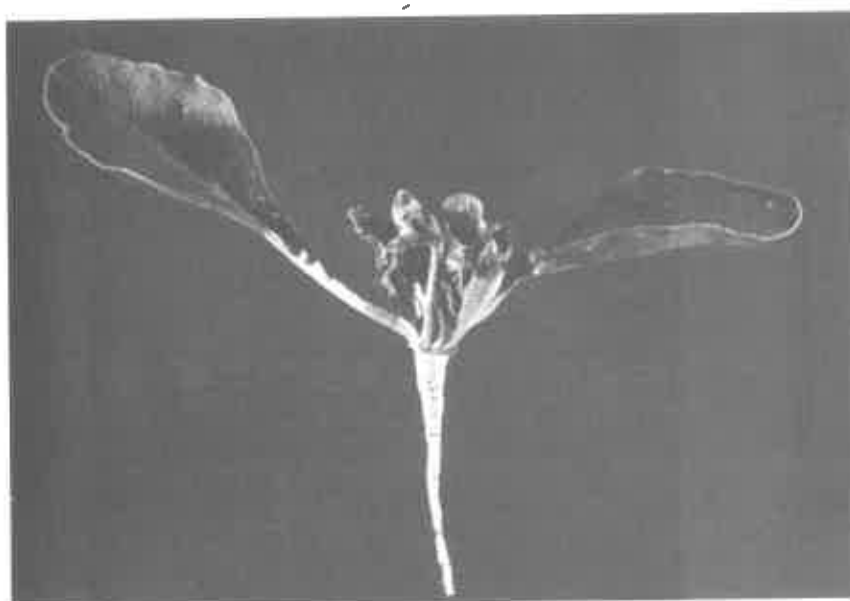


شکل ۵-۱۱- تغییر شکل برگهای کوتیلدونی و برگهای گیاه جوان چغندر قند توسط میزوس آسکالونیکوس^۲ چنین خسارتی به ندرت صورت می‌گیرد و تأثیر اندکی روی عملکرد نهایی دارد.

پراکندگی و خسارت

سه گونه یاد شده در سرتاسر اروپا یافت می‌شوند. در ایالات متحده امریکا گونه‌های دیگری از جنس لیگوس (مانند هسپروس^۱ و الیسوس^۲ شایع است که آفات محصولات بذری می‌باشند.

سن‌های کاپسید مانند شته‌ها توسط قطعات دهانی طویل خود بدرون سلول نفوذ کرده و با تزریق بزاق، محتویات سلول را می‌مکند. بزاق سمی بوده و باعث مرگ یا تغییر شکل سلولهای اطراف محل تزریق می‌شود. هنگام مهاجرت اولیه، گونه بالدار روگولی پنیس با ایجاد خسارت، باعث مرگ قسمت انتهایی گیاهچه‌های جوان می‌شود، در نتیجه در محل طوقه، گیاه منشعب شده و بوته‌های حاصله عملکرد ضعیفی خواهد داشت (شکل ۶-۱۱).



شکل ۶-۱۱- خسارت وارده توسط سن لیگوس روگولی پنیس به برگهای مرکزی چغندر قند که با از بین رفتن جوانه انتهایی، طوقه حالت منشعب پیدا می‌کند.

خسارت دو گونه لیگوس پابولینوس و کالوکورس نروژیکوس در تابستان به گیاهان رشد کرده وارد می‌شود و معمولاً گیاهان حاشیه مزرعه که در مسیر حرکت و تردد سن‌ها قرار دارند بیشتر مورد حمله واقع می‌شوند. این گونه‌ها با تغذیه از رگبرگها آسیب بارزی روی گیاهچه‌ها بجا می‌گذارند. در پی این خسارت‌ها قسمت پشته برگها چین خورده و زرد می‌شوند. بسیاری از

آفت‌کش‌های دانه‌ای که در هنگام کاشت به کار می‌روند، خسارت اولیه به گیاهان جوان را کنترل می‌کنند، ولی روش مبارزه مشخصی برای جلوگیری از خسارت آفت در مراحل بعدی وجود ندارد.

سن‌های برگ‌ی شکل:

سن‌های برگ‌ی شکل همانند سن‌های کاپسید تغذیه می‌کنند، با این وجود خسارت مستقیم به گیاه بندرت وارد می‌شود. این گروه از حشرات به جهت انتقال ویروس بیماری‌هایی مانند پیچیدگی برگ چغندر قند در اروپای شرقی (توسط گونه پی‌ازما کادراتوم^۱ و بیماری ساووی در ایالات متحده آمریکا (توسط گونه پی‌ازماسینه‌را^۲) اهمیت دارند.

شته‌ها

امکان انتقال ویروس‌های بیماری‌زا توسط شته‌ها، آنها را به مهمترین آفات چغندر قند مبدل ساخته است. چندین گونه از آنها روی برگ‌های چغندر قند مشاهده شده‌اند. گونه میزوس پرسیکه^۳ مهمترین ناقل ویروس زردی و سایر بیماری‌های ویروسی چغندر قند است (فصل ۱۰)، سایر گونه‌ها مانند آفیس فابه^۴، میزوس آسکالونیکوس^۵، اولاکورتوم سولانی^۶ و ماکروزیفوم یوفور بیه^۷ نیز گاهی اوقات ولی با شدت کمتر به عنوان ناقل عمل می‌کنند. خسارت شدید به اندام‌های هوایی گیاهان ریشه‌ای و بذری به صورت مستقیم خصوصاً توسط آفیس فابه^۸ وارد می‌شود و ریشه‌های چغندر قند مورد حمله شته‌های ریشه‌های پمفیگوس^۹ قرار می‌گیرند.

شته سیب‌زمینی - هلو

در فرم بالدار، شته سبز هلو دارای سرو قفسه سینه سیاهرنگ و شکم سبز زیتونی با خطوط سیاه در قسمت فوقانی می‌باشد. ماده‌های بالدار در اواخر بهار و اوایل تابستان در مزارع چغندر قند پرواز می‌کنند در صورتی که قبلاً از گیاهان آلوده تغذیه کرده باشند، قادر به انتقال بیماری‌های ویروسی هستند. آنها افراد بی‌بال تولید می‌کنند که معمولاً سبز کم‌رنگ (یا متمایل به قرمز) با برجستگی‌های جلویی کاملاً مشخص می‌باشند. کورنیکولها متورم و نسبتاً بلند (که

1- *Piesma quadratum*

2- *P. cinerea*

3- *Myzus persicae*

4- *Aphis fabae* Scopoli

5- *Myzus ascalonicus* Doncaster

6- *Aulacorthum solani* (Kaltenbach)

7 - *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas)

8- *Aphis fabae*

9- *Pemphigus* spp.

می‌توانند فرومونه‌های هشدار دهنده ترشح کنند) و دم برجسته است. در طول تابستان نسلهای متعددی از افراد بی‌بال به صورت پارتنوژن (بکرزایی) تولید می‌شوند که در صورت عدم کنترل آنها از گیاهی به گیاه دیگر مهاجرت کرده و باعث انتشار ثانویه بیماری‌های ویروسی می‌گردند. در نواحی معتدل مانند انگلستان، شته سبز هلو زمستان را به صورت اشکال بالغ بالدار یا پوره‌های بی‌بال روی محصولات چغندر قند بذری، گلزای روغنی، کلم بروکسلی، در محلهای نگهداری چغندر قند (مخصوصاً در محل بارگیری/شستشو)، روی علفهای هرز میزبان، در توده‌های چغندر گاوی یا در روی محصولات باغی (مانند Seakale beet و اسفناج) سپری می‌نماید. در کشورهایی که میزبان اولیه آنها فراوان هستند، در پائیز ماده‌های بالدار و افراد نر تولید می‌شوند. ماده‌ها به سوی میزبان اولیه (درختان هلو) پرواز می‌کنند و ماده‌های تخم‌گذار را به وجود می‌آورند، که توسط نرهای بالدار که از روی گیاهان میزبان ثانویه آمده‌اند بارور شده و متعاقباً تخم‌های خود را روی شاخه‌های نازک جهت زمستان‌گذرانی قرار می‌دهد. شته سبز هلو پراکندگی جهانی دارد. بسیاری از نژادهای فیزیولوژیک با میزبانهای ترجیحی مشخص گزارش شده است. این نژادها متجاوز از ۱۰۰ نوع بیماری ویروسی را به بیش از ۳۰ تیره گیاهی منتقل می‌کنند. مصرف آفت‌کش‌ها چندان مؤثر نمی‌باشد، بنابراین برنامه‌های مبارزه باید دربرگیرنده مجموعه‌ای از تکنیکهای مدیریت فشرده در زمینه کنترل آفات باشند.

شته سیاه باقلا

زمستان‌گذرانی این نوع شته (آفیس فابه^۱) روی شمشاد رسمی و بوداغ و به صورت تخم‌های سیاه و براق می‌باشد. تخم‌ها در بهار تفریخ شده و از آنها ماده‌های بی‌بال تولید می‌شود که آنها نیز از طریق بکرزایی و زنده‌زایی تکثیر می‌یابند. حداقل بعد از یک نسل فرمهای بالدار با بدنهای سیاه براق و پا‌های کم‌رنگ‌تر به وجود می‌آیند. این گروه با پرواز بر روی میزبانهای تابستانه (مانند چغندر قند) پراکنده شده پس از تغذیه، نسلهای بیشتری از شته‌های بی‌بال را با بدنهای سیاه یا سبز تیره و پا‌های کم‌رنگ‌تر تولید می‌کنند. در سالهای شیوع، اجتماعات فراوانی بوجود می‌آورند که نقطه اوج آن در اواسط تابستان است و به دنبال آن به علت شکار و پارازیت شدن، تعداد آنها سریعاً کاهش می‌یابد.

در طول پائیز ماده‌های بالدار و به دنبال آن افراد نر، تولید می‌شوند که به سوی گیاهان میزبان زمستانه پرواز می‌کنند. مانند شته سبز هلو، ماده‌ها افراد تخم‌گذار تولید می‌کنند که با نرهایی که بعداً می‌رسند جفت‌گیری می‌کنند. سپس تخم‌ها در شکافهای پوست درختان گذاشته می‌شود. در اثر تغذیه این حشره، برگها پیچ خورده، حالت نکروز بوجود می‌آید و گیاه آلوده به ویروس

1- Aphis fabae

می شود و کارایی گیاه از بین می رود که این امر احتمالاً مربوط به رشد قارچ روی عسلک ترشح شده از شته ها می باشد. می توان با استفاده از حشره کش مانع ایجاد خسارت شد، اما این حشره کش ها بایستی از نوعی انتخاب شوند که موجب از بین رفتن شکارچیان شته ها نشود. شته سیاه باقلا در تمام دنیا پراکنده بوده و مخصوصاً در نواحی معتدله به وفور یافت می شود.

سایر شته های برگ

چندین گونه از شته ها مانند شته سیب زمینی گلخانه ای^۱ و شته شالوت^۲ (میزوس آسکالونیکوس^۳)، گاهی اوقات در بهار و اوایل تابستان روی چغندر قند دیده می شوند. در اثر تغذیه، برگها باد کرده و تغییر شکل می دهد (شکل ۱۱-۵).

شته های ریشه

شته های ریشه (پمفی گوس^۴) به تعداد زیاد روی ریشه های فرعی چغندر قند مستقر شده و با تغذیه موجب کوتولگی و پژمردگی گیاه می شوند. در ماههای خرداد تا اواخر مرداد اشکال بالدار از درختان تبریزی (محل زمستان گذرانی) به مزارع چغندر قند پرواز کرده و فرمهای بی بال تابستانه را که بدنی به رنگ زرد کم رنگ دارند تولید می کنند. انواع بی بال از خود ماده مومی ترشح می کنند که حالت آرد آلودی به رنگ سفید به ریشه های آلوده می دهد. افراد بالدار در پاییز به روی درختان تبریزی مراجعت کرده و تخم گذاری می کنند. شته های ریشه در اروپای شمالی مشکل چندان جدی نمی باشند، ولی گونه پمفی گوس فوزی کورنیس^۵ در اروپای مرکزی و شرقی و گونه پمفی گوس پوپولی ونه^۶ در ایالات متحده امریکا و گونه پمفی گوس بته^۷ در کانادا خسارت وارد می کنند. مبارزه با این آفت مشکل است زیرا حشره کش های معدودی هستند که پس از مصرف به سمت ریشه حرکت کرده و باعث نابودی شته های ریشه می شوند.

زنجیره ها

این گروه از حشرات مکنده از نظر فراوانی بعد از شته ها قرار دارند. آنها مستقیماً به چغندر قند خسارت وارد می کنند، اما نقش مهمتر آنها به عنوان ناقل بالقوه بیماری کرلی تاپ در ایالات متحده امریکا (انتقال توسط سیرکولی فر تنلوس^۸ و پژمردگی زرد در امریکای جنوبی (انتقال توسط پاراتانوس اگزتیوسوس^۹ می باشد).

1- *Aulacorthum solani*

2- Shallot

3- *Myzus ascalonicus* Donc

4- *Pemphigus* spp.

5- *P. fuscicornis*

6- *P. populiveneae*

7- *P. betae*

8 - *Circulifer tenellus*

9 - *paratanus exitiosus* Beamers

شرح و زیست‌شناسی

این حشرات دارای بدنهای باریک و کوچک بوده و در مزارع فراوان هستند. آنها جهت استراحت روی گیاهان نشسته و هر لحظه آماده پرش هستند، به مجرد مزاحمت پریده و پروازکنان دور می‌شوند. چندین گونه از این حشرات در اروپا روی چغندرقند یافت می‌شوند که اکثراً به رنگ زرد متمایل به سبز تا قهوه‌ای و به طول ۳ تا ۴ میلی‌متر می‌باشند. افراد بالغ دارای میزبانهای متعدد بوده و در تابستان تخم‌های خود را به صورت ردیفی روی ساقه و برگهای گیاهان مختلف می‌گذارند. این حشرات شش سن پورگی داشته و بعضی گونه‌ها در یک فصل دو یا حتی سه نسل تولید می‌کنند. زمستان‌گذرانی آنها به حالت تخم یا حشره کامل می‌باشد. در ایالات متحده آمریکا زنجره چغندرقند گونه تنلوس به صورت بالغ در مزارع غیرزراعی در نواحی خشک و نیمه خشک زمستان‌گذرانی نموده و از علف‌های هرز میزبان متعدد (مانند انواع خردل و بارهنگ صحرایی) تغذیه می‌کنند. با شروع بهار و آغاز رشد این گیاهان، افراد ماده تخم‌گذاری کرده و نشوونمای نسل بهاره آغاز می‌شود. با بالغ شدن حشرات و بعثت خشک و نایاب شدن گیاهان میزبان زمستانه، آنها به سمت گیاهان تابستانه مانند چغندرقند حرکت می‌کنند. در هر سال سه نسل از حشره در نواحی شمالی آمریکا و ۵ نسل یا بیشتر در کالیفرنیا و آریزونا کامل می‌شود.

پراکندگی و خسارت

در اروپا، اکثر گونه‌های موجود خسارت چندانی روی چغندرقند وارد نمی‌کنند با اینحال در صورتی که جمعیت گونه ماکروس تنلس لیویس^۱ بالا باشد در اثر تغذیه از برگ‌ها و کوتیلدونها به طور مستقیم به گیاهچه‌های جوان خسارت وارد می‌کند، در قسمتی از برگ که مورد تغذیه قرار می‌گیرد در اثر خالی شدن محتویات سلولها، نقاط فراوان رنگ پریده مشاهده می‌شود. در اروپای شمالی به علت ظهور دیر هنگام این گونه تاثیر چندانی روی رشد گیاه بجا نمی‌گذارد. زنجره چغندرقند گونه تنلوس به صورت گسترده در نواحی گرمتر چغندرکاری ایالات متحده آمریکا، اروپا، آسیا و شمال آفریقا پراکنده است. در اوایل قرن بیستم این آفت به عنوان ناقل بیماری کرلی تاپ مخصوصاً در ایالات متحده آمریکا اهمیت فوق‌العاده‌ای داشت، اما اصلاح روشهای مبارزه خطرات این بیماری را کاهش داد. سایر گونه‌های زنجره فرمهای وابسته بیماری کرلی تاپ را در آمریکای جنوبی انتقال می‌دهد.

۱- *Macrostelus laevis*

کرمهای طوقه‌بر و سایر کرمها

کرمهای طوقه‌بر یا کرمهای سطحی، لاروهای پروانه‌های مختلف از خانواده بروکیده^۱ (مانند آگروتیس^۲، اگزوآ^۳ و گزستیا^۴ در اروپا و امریکا و گونه‌های پری‌دروماسوسیا^۵، کریمودز دواستاتور^۶ و فلتیادوسنس^۷ در امریکا) و چندین گونه خسارت‌زا روی چغندر قند می‌باشند که از طوقه یا قاعده دمبرگ‌ها تغذیه می‌کنند. لارو تعداد دیگری از شب‌پره‌ها مانند هیدرسیامیکاسه^۸، لوگزوستیج‌اسستیک‌تیکالیس^۹، اسکروبی‌پالپاوسلاتلا^{۱۰}، پسودولتیاونی‌پونکتا^{۱۱} و اسپودوپترا^{۱۲} نیز قادر به ایجاد خسارت روی برگها و قاعده دمبرگهای چغندر قند می‌باشند. در اینجا به اختصار بعضی از مهمترین گونه‌های این آفات شرح داده می‌شود.

شب‌پره شلغم

این شب‌پره آگروتیس سه‌گتوم^{۱۳} تخمهای خود را در اواسط تابستان بر روی سطح گیاهان و سطح زباله‌ها می‌گذارد که طی یک تا چهار هفته تفریخ می‌شوند. کرمهای جوان از برگها تغذیه می‌کنند، اما در سنین بعد وارد خاک شده و طوقه و قسمتهای بالای ریشه را مورد حمله قرار می‌دهد. خسارت این آفت اکثراً معمولی است اگرچه بندرت در اروپای مرکزی و کشورهای سابق اتحاد شوروی خسارت شدید می‌باشد، این آفت در اروپای شمالی از اهمیت کمتری برخوردار است.

شب‌پره گاردن دارت^{۱۴}

تخمهای این حشره (اگزوآنیگریکانس)^{۱۵} در اواخر تابستان گذاشته شده و در بهار سال بعد تفریخ می‌شوند. لاروها در شب تغذیه کرده و با سائیدن قسمتهای پائین ساقه و طوقه باعث از بین رفتن بوته‌های جوان می‌شوند. این آفت در سراسر اروپا پراکنده است.

کرم برگخوار چغندر قند یا کارادرینا

این آفت بانام علمی اسپودوپترا اگزیگوا^{۱۶} چند میزبان بوده و پراکندگی وسیعی دارد، و قادر

1- Bruchidae	2- Agrotis	3- Euxoa
4- Xestia	5- Peridroma saucia	6- Crymodes devastator
7- Feltia ducens	8- Hydraecia micacea	9- Loxostege sticticalis
10- Scrobipalpa ocellatella	11- Pseudaletia unipuncta	12- Spodoptera spp.
13- Agrotis segetum	14- Garden dart	15- Euxoa nigricans
16- Spodoptera exigua		

است در آب و هوای گرم تا هشت نسل در سال تولید کند. لارو کوچک و سبزرنگ (بعداً به رنگ‌های مختلف از سبز تا قهوه‌ای در می‌آید) است و معمولاً یک نوار جانبی دارند. کرم‌های جوان از بافت زیربرگها تغذیه می‌کنند؛ لاروهای سنبلین بالاتر تمامی پهنک برگ را مورد تغذیه قرار می‌دهد.

کرم تارتن چفندر^۱

نام علمی این آفت لوگزوستیج استیک تیکالیس^۲ است. لارو حدود ۴۰ میلی‌متر طول دارد و به رنگ سبز زیتونی با یک نوار تیره‌تر در پشت و دو نوار روشن‌تر در طرفین بدن. آنها به سرعت حرکت می‌کنند و روی برگهای بجای مانده و معمولاً در نزدیک طوقه تار می‌تنند. این گونه همراه با گونه‌های دیگر این جنس جزء آفات مهم چفندرقند مخصوصاً در غرب ایالات متحده امریکا محسوب می‌شوند و قادرند که در زمانی کوتاه بوته را به‌طور کامل عاری از برگ کنند، گرچه اهمیت آنها با روی کار آمدن آفت‌کش‌های جدید کمتر شده است.

کرم طوقه‌بر سیب‌زمینی

این آفت به نام شب‌پره روسی‌روستیک^۳ نامیده می‌شود (هیدرسیامیک‌آسه^۴). طول لارو ۳۵ میلی‌متر، به رنگ صورتی با نوار پشتی قرمز رنگ و نقاط بزرگ قهوه‌ای در قسمت جانبی بدن. بعد از تفریخ تخم‌ها در بهار (تخم‌هایی که در پائیز سال قبل گذاشته شده‌اند) لاروها درون طوقه و سر ریشه‌های بوته‌های جوان تونل ایجاد کرده به طوری که این حمله زود هنگام ممکن است منجر به مرگ گیاه جوان شود. این آفت پراکندگی وسیعی دارد و از مهمترین آفات چفندرقند در فنلاند و اسکاندیناوی محسوب می‌شود.

کرم‌های مفتولی

کرم‌های مفتولی لارو سوسک پشتک‌زن (مخصوصاً آگریوتس^۵ در اروپا و لیمونیوس^۶ در ایالات متحده امریکا) هستند. چندین گونه از آنها می‌توانند به چفندرقند خسارت وارد کنند.

شرح و زیست‌شناسی

طول افراد بالغ بین ۶ تا ۲۰ میلی‌متر و رنگ گونه‌های آفت قهوه‌ای یا سیاه است. آنها

1- beet webworm

4- *Hydraecia micacea*

2- *Loxostege sticticalis*

5- *Agrotis* spp.

3- *Rosyrustic*

6- *Limonius* spp.

می‌توانند با تکانهای شدید به هوا پریده و در صورت به پشت افتادن صدای ناگهانی کلیک مانندی از خود تولید کنند و این دلیل انتخاب نام کلیک‌بیتل^۱ می‌باشد. تخم‌ها در اوایل تابستان در زیر قسمت سطحی خاک گذاشته می‌شود و حدود یک ماه بعد تفریخ می‌شوند. کرمهای جوان مفتولی به رنگ سفید بوده و فقط ۱/۳ میلی متر طول دارند، اما با ادامه رشد (که به حداکثر ۲۵ میلی متر می‌رسند) رنگ آنها به مرور تیره شده به رنگ قهوه‌ای طلایی درمی‌آیند، سر به رنگ قهوه‌ای و قطعات دهانی آنها گزنده و دارای سه جفت پای کوتاه می‌باشد. نشوونمای آنها به کندی انجام می‌شود، به طور نمونه در انگلیس چهار سال در داخل خاک زندگی می‌کند (هرچند این مدت در کشورهای گرمتر تنها ۲ تا ۳ سال به طول می‌انجامد). تغذیه اکثراً از قسمت ریشه گیاهان صورت می‌گیرد. لاروها پس از نشوونما به عمق بیشتری فرو رفته و در یک حفره کوچک در داخل خاک تبدیل به شفیره می‌شوند و ۳-۴ هفته بعد نیز حشرات کامل ظاهر می‌گردند. دوره نشوونمای نسبتاً طولانی و حساسیت به شرایط خشک، باعث شده که در چمنزارهای دست نخورده طی دو سال بعد از شخم‌زدن گیاهان علفی مساعدترین محیط برای حمله و ایجاد خسارت روی گیاهان زراعی به وجود آید. با این حال وجود کرم مفتولی در تمامی تناوبهای زراعی مخصوصاً در خاکهای گچی همواره مشکل‌زا می‌باشد.

پراکنندگی و خسارت

کرمهای مفتولی به صورت گسترده در سرتاسر اروپا، آسیا و آمریکای شمالی پراکنده شده‌اند. گونه‌های آگریوتس اوبس‌کوروس^۲، آگریوتس اسپوتاتوس^۳ و آگریوتس لینه‌آتوس^۴ در اروپا و لیمونیوس^۵ در آمریکای شمالی مهمترین آفات چغندرقتد می‌باشند. این آفات در طول سال معمولاً در دو دوره (بهار و پائیز) شدیداً تغذیه می‌کنند.

در بهار با تغذیه از ریشه اصلی یا قسمتهای زیرزمینی هیپوکوتیل زخمهای نسبتاً کوچکی وارد می‌کنند که باعث پژمردگی و مرگ بوته‌های جوان می‌شود (شکل ۷-۱۱).

در پائیز خسارت به صورت حفره‌های سیاه‌رنگ سطحی است که تاثیر اندکی روی عملکرد دارند. کشت کرپه و اطمینان از رشد سریع گیاه در طول دوره خطر، از وسعت میزان خسارت می‌کاهد. ضدعفونی بذر با حشره‌کش‌ها شدت خسارت را کاهش میدهد ولی در صورت بالا بودن تراکم جمعیت کرم مفتولی، استفاده بیشتر از حشره‌کش‌ها (برای مثال گرانول‌های حشره‌کش) جهت حفظ محصول ضروری است.

1- Click beetle
4-A.lineatus

2- Agriotes obscurus
5- Limonius spp.

3- Asputatos



شکل ۷-۱۱- خسارت وارده به گیاهچه چغندر قند توسط کرم مفتولی

ککهای نباتی

این سوسک‌ها معمولاً کوچک هستند، اما به دلیل داشتن پاهاى عقبى بلند مى‌توانند در هنگام لزوم بجهند. گیاهان خانواده چلیبائی‌ان میزبانهای مناسبی برای این آفت بشمار می‌روند، این آفت به گیاهان زیادی حمله می‌کند، ولی چغندر قند توسط کک چغندر (کتوک‌نما کانسینا)^۱ در اروپای شمالی و تعداد زیادی گونه‌های دیگر در آمریکای شمالی مورد حمله قرار می‌گیرد.

شرح و زیست‌شناسی

افراد بالغ گونه کانسینا به طول دو میلی‌متر با بالهای جلویی به رنگ برنزی متالیک و ردیف‌های نقطه‌چین عمیق در روی بالپوش. زمستان‌گذرانی آنها در پناهگاههای مختلف (برای

1- *Chaetocnema concinna*

مثال درون پرچین‌ها) بوده و در بهار پس از ظهور، از برگهای چغندر قند یا چغندر علوفه‌ای و علفهای هرز خانواده ریواس (پلی‌گوناسه^۱) تغذیه می‌کند. تخم‌گذاری در اواخر بهار صورت گرفته و لاروها قبل از شفیره شدن در خاک روی ریشه گیاهان میزبان تغذیه می‌کنند. دو تا سه هفته بعد افراد بالغ خارج شده و برگهای گیاه میزبان را مورد حمله قرار می‌دهد. خسارت گونه کانسینا بوسیله حشرات کامل زمستان‌گذران وارد می‌شود که از قسمت فوقانی یا تحتانی برگهای کوتیلدونی، برگهای حقیقی یا دمبرگها تغذیه می‌کنند که منجر به تشکیل نقاط کوچک و کروی می‌شود که در نهایت توسعه یافته و مبدل به حفره‌های بزرگتر روی برگها شده و ظاهر توری شکل و آسیب دیده‌ای به گیاه می‌دهد. این موضوع روی استقرار و رشد گیاه مخصوصاً آنهایی که قبل از کاشت با حشره کش سمپاشی نشده‌اند تاثیر شدیدی گذاشته و لزوم استفاده از حشره کش‌ها را توجیه می‌کند.

در ایالات متحده امریکا مهمترین خسارت توسط لارو سیستمنا بلاندا^۲ وارد می‌شود که با تغذیه از قسمت زیرزمینی گیاهچه‌های جوان، عمل واکاری را ضروری می‌سازد.

سوسکهای لاک‌پشتی چغندر قند

خسارت ناشی از لارو و افراد بالغ این آفت (کاسیدا^۳) بر روی برگها، مشابه خسارت ککهای چغندر قند است. خسارت این آفت در اروپای شمالی تاکنون مشاهده نشده است ولی در نواحی جنوبی‌تر اروپا که بهار گرمتری دارند خسارت این حشره می‌تواند شدید باشد.

سوسکهای کاریون^۴

تغذیه افراد بالغ و لاروهای این آفت از برگها و اندامهای هوایی چغندر قند ممکن است نابودی کامل گیاه را در پی داشته باشد. خسارت گسترده توسط این آفت به ندرت اتفاق می‌افتد، اما گونه آکلی‌په‌آوپا^۵ از نظر اقتصادی مهم بوده و در نواحی شمالی ایالات متحده امریکا و کانادا سوسک کاریون اسفناج^۶ با نام علمی سیلفابی‌توبروزا^۷ یک آفت اتفاقی می‌باشد.

سرخرطومی‌ها

این آفات سوسکهایی با سرهای طویل و خرطوم می‌مشخص هستند که روی آن شاخک قرار گرفته است. افراد بالغ و لارو چندین گونه قادر به ایجاد خسارت در نواحی مرکزی، شرقی و

1- Polygonaceae

2- Systema blanda

3- Cassida spp.

4- carrion

5- Aclypea opaca

6- spenach carrion

7- Silpha bituberosa

جنوبی اروپا، آفریقای شمالی و خاور نزدیک هستند. سرخرطومی شنزاز^۱ با نام علمی (فیلوپدون پلاجیاتوس^۲) مهمترین نوع این سرخرطومی‌ها در اروپای شمالی است. این آفت به خاکهای شنی محدود می‌شود. افراد بالغ بعد از زمستان‌گذرانی در اواسط فروردین ظاهر شده و از برگ‌ها و برگهای کوتیلدون گیاهچه تغذیه می‌کنند. تخم‌گذاری از اواسط اردیبهشت تا اواسط خرداد در خاک انجام می‌شود. لاروها تا ۱۸ ماه بعد که تبدیل به شفیره می‌شوند، از ریشه‌ها تغذیه می‌کنند. شدیدترین خسارت در مزارع عاری از علف هرز که فاقد هرگونه میزبان دیگری است وارد می‌آید.

کرم سفید ریشه:

این آفت لارو سوسک چافر^۳ است. در ایالات متحده آمریکا این آفت همراه با لارو سوسکهای اسکاوتجر^۴ به عنوان کرمهای سفید شناخته می‌شوند. این آفت چندین گونه دارد که به ریشه چغندر قند حمله می‌کنند، اما مهمترین گونه آنها مخصوصاً در اروپای شمالی سوسک طلایی یا کرم ریشه یا ملولونتا ملولونتا^۵ است.

شرح وزیست‌شناسی

افراد بالغ سوسکهای بزرگ به طول ۲۵ میلی‌متر به رنگ قهوه‌ای مایل به قرمز بوده و دارای سرسیاه‌رنگ هستند. سوسکها در ماه اردیبهشت از خاک خارج و به طرف جنگلها پرواز می‌کنند تا از برگ، میوه و گل درختان مختلف تغذیه کنند و هنگام غروب به حرکت گروهی خود ادامه می‌دهند. تخم‌گذاری آنها در خاک و معمولاً در چمن‌زارها و مزارع غلات، در طول تابستان انجام می‌شود و رشد کامل لاروها سه سال طول می‌کشد. در سال سوم لاروها خیلی بزرگ شده (تا ۶۰ میلی‌متر) و به شکل U با انتهای بدن متورم مشاهده می‌شوند. لاروها تبدیل به شفیره شده و افراد کامل حاصل از شفیره‌ها در خاک زمستان‌گذرانی می‌کنند.

پراکنندگی و خسارت

گونه ملولونتا در سرتاسر اروپا پراکنده است. لاروها در سالهای دوم و سوم و در طول تابستان با تغذیه از ریشه چغندر قند خسارت وارد می‌کنند. محل تغذیه لارو به صورت حفره‌های بزرگ سیاه‌رنگ است که محلی برای ورود عوامل بیماری‌زا شده و ممکن است ریشه را به‌طور کامل آلوده کرده و منجر به پژمردگی و مرگ گیاه شود. حمله آفات پراکنده و موضعی بوده و معمولاً به تعداد نسبتاً کمی از گیاهان محدود می‌شود. به این دلیل مبارزه اختصاصی با این آفت توجیه اقتصادی ندارد.

1- Sand Weevil.

2- Philopodon plagiatos

3- chafer

4- Scavenger

5- Melolontha melolontha

سوسک کلیوینا^۱

سوسکهای کارابید (سوسکهای زمینی) به جهت آنکه شکارچی شته‌ها و دیگر آفات هستند از نظر کشاورزی مفید تلقی می‌شوند. با این حال گونه کلیوینا فوسور^۲ به جهت تغذیه از قسمت‌های نزدیک به سطح خاک و ریشه‌هایی به قطر یک تا دو سانتی‌متر، در بعضی از کشورهای اروپایی مخصوصاً سوئد به عنوان آفت چغندر قند شناخته شده است.

سوسکهای پیگمی^۳

گونه آتوماریالینه آریس^۴ آفت مخرب چغندر قند در انگلستان است. به جهت استفاده بیشتر از تناوب زراعی از اهمیت آن کاسته شده است، ولی در کشورهای بلژیک، فرانسه و بخش‌هایی از هلند هنوز اهمیت دارد.

شرح زیست‌شناسی

افراد بالغ بدنهای کوچک و باریک (کمتر از دو میلی‌متر) به رنگ قهوه‌ای تیره یا سیاه دارند که زمستان را در خاک می‌گذارند و در بهار با گرم شدن هوا به سطح خاک می‌آیند. چغندر قند و گیاهان نزدیک به آن میزبان این آفت هستند بنابراین حشرات کامل بایستی جهت تغذیه به مزارع چغندر کاری پرواز کنند مگر اینکه گیاهان میزبان آفت همه ساله و به صورت پی در پی کشت شوند. تخم‌گذاری در اواخر بهار و در خاک اطراف گیاهچه‌های چغندر قند صورت می‌گیرد. در طول تابستان لاروها خارج شده و با تغذیه از ریشه‌ها خسارت اندکی وارد می‌کنند.

پراکندگی و خسارت

گونه لینه آریس در سراسر اروپا پراکنده است و به عنوان یک آفت در کشورهای اروپای شمالی از اهمیت نسبی برخوردار می‌باشد. هنگامی که بعد از چغندر قند گیاه دیگری از این خانواده کشت شود خسارت شدیدتر خواهد بود، در این شرایط تعداد آنها زیاد شده و از گیاهچه‌های در حال خارج شدن از خاک تغذیه می‌کنند. خسارت آنها به صورت حفره‌های مشخصی در هیپوکوتیل و ریشه‌ها و سوراخ‌های مدور کوچک در روی برگ‌های وسطی و کوتیلدونی است که گاهی می‌تواند منجر به نابودی کامل گیاه شود. حرکت حشرات کامل از مزارعی که سال قبل زیر کشت چغندر قند بوده‌اند به زمین‌هایی که حتی در آنها تناوب رعایت می‌شود نیز می‌تواند به بوته‌های جوان خسارت وارد کند. خسارت آفت در مرحله بعد یعنی زمانی که گیاه در مرحله شش برگی است نسبتاً بی‌اهمیت است. رعایت تناوب معقول بهترین

1- Clivina

2- Clivina fossor

3- pygmy

4- Atomaria linearis

روش مبارزه است، اما از حشره کش های دائمی، مایع و مخصوصاً ضد عفونی بذر نیز می توان به عنوان راههای کمکی استفاده نمود.

پشه های پابلند

این آفات، لارو پشه های پابلند یا بابالنگ دراز هستند. چندین گونه از آنها به عنوان آفت شناخته شده اند اما مهمترین آنها روی چغندر قند دو گونه تی پولاپالودوزا^۱ و تی پولاولراسه^۲ می باشد.

شرح و زیست شناسی

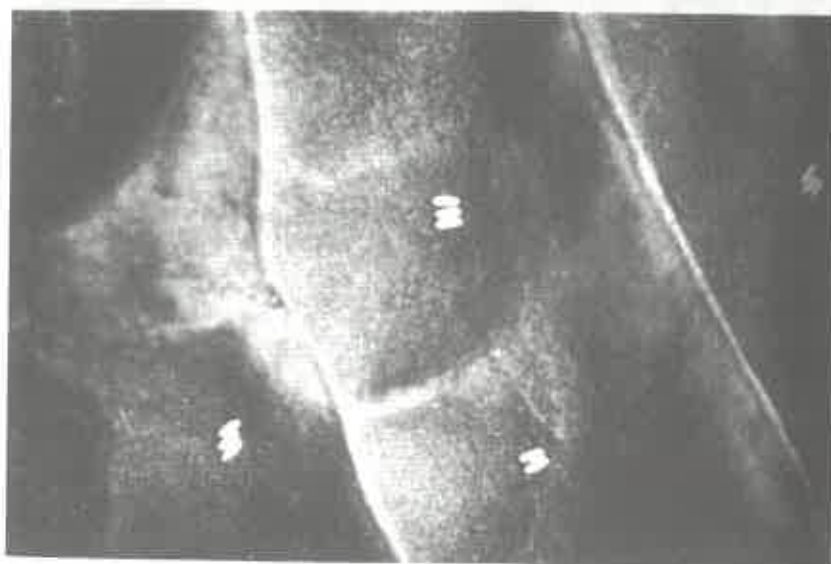
حشرات کامل این آفت پاهای بلند و بدنهای باریکی دارند که به آسانی قابل شناسایی هستند. آنها در اواخر تابستان و اوایل پاییز برای جفت گیری از خاک خارج شده و مخصوصاً در خاک چمنزارها تخمگذاری می کنند. بعد از ۱۰ الی ۱۴ روز تخمها تفریخ شده و لاروهای فاقد پا و خاکستری رنگ با پوست چرمی ظاهر می شوند که به خشکی بسیار حساس هستند و برای ادامه حیات به شرایط مرطوب و خنک نیازمندند. لاروها در تمام طول پاییز، زمستان و بهار از ریشه گیاهان میزبان تغذیه کرده و در تابستان به شفیره تبدیل می شوند، به این ترتیب چرخه زندگی خود را در یک سال تکمیل می کنند.

پراکندگی و خسارت

این آفت به صورت گسترده در سراسر اروپا، شمال آسیا و آمریکای شمالی پراکنده است، اما خسارت گونه پالودوزا روی چغندر قند عمدتاً محدود به اروپای شمالی است. این آفت با تغذیه از برگ، دمبرگ یا ساقه گیاهان جوان اغلب جوانه انتهایی یا قسمتی از گیاه که در زیر قسمت سطحی خاک قرار گرفته از بین می برد که گاهی منجر به نابودی کامل میزبان می شود. در صورت کشت چغندر قند بعد از یک گیاه علفی و همچنین در مزارع پست و مرطوب خسارت به مراتب بیشتر است. به جهت آنکه چرخه زندگی حشره در یک سال کامل می شود، معمولاً خسارت در سال بعد از شخم زدن چمنزار، شدید می گردد. با شخم زدن زود هنگام کشت قبلی (از طریق کاهش رطوبت و افزایش میزان شکار آنها بوسیله پرندگان) و یا برگردان خاک می توان از تراکم جمعیت آفت کاست، ولی در صورتیکه هنوز جمعیت آفت بالا باشد، استفاده از حشره کش مسموم و سمپاشی ممکن است لازم گردد.

مینوز برگ چغندر قند
مینوز برگ چغندر قند لارو پگومیا هیوسیامی^۱ (مگس چغندر یا مگس چغندر علفه‌ای) است.

شرح و زیست‌شناسی
طول بدن مگس کامل حدود شش میلیمتر (اندازه مگس‌های خانگی) به رنگ خاکستری و دارای موهای فراوان (شکل ۸-۱۱) می‌باشد.



شکل ۸-۱۱- حشره کامل و تخم مگس چغندر قند.

حشرات کامل در بهار از شفیره‌های زمستان‌گذران خارج شده بعد از جفت‌گیری، تخم‌های سفید و کشیده خود را در دستجات ۳ تا ۱۲ عددی، به موازات یکدیگر در سطح زیرین برگ گیاه میزبان قرار می‌دهند (شکل ۸-۱۱). تخم‌ها سه تا پنج روز بعد تفریخ شده و لاروها درون بافت برگ نفوذ کرده و از قسمت مزوفیل تغذیه می‌کنند، در اثر تغذیه دالان‌هایی در درون برگ ایجاد می‌شود که با پیوستن آنها به یکدیگر تاولهای بزرگتری تشکیل می‌گردد (شکل ۹-۱۱).



شکل ۹-۱۱- خسارت شدید حاصل از تغذیه لارو مگس چغندر قند روی برگ‌ها که به نام مینوز برگ چغندر قند معروف شده است.

بعد از ۱۰ تا ۱۵ روز لارو در داخل خاک افتاده و به شفیره تبدیل می‌شود. در اروپای شمالی این آفت ۲-۳ نسل ایجاد می‌کند ولی حدود دوره نسل‌ها از یکدیگر مشخص نیست.

پراکندگی و خسارت

گونه هیوسيامی در سراسر اروپا و بسیاری از نقاط شمالی آسیا و آمریکای شمالی پراکنده است. شدیدترین خسارت توسط لاروهای نسل اول مخصوصاً در زراعت کربه که هنگام تفریخ تخم‌ها، بوته‌ها سطح برگ کمی دارند وارد می‌شود. خسارت حاصل از حمله نسل‌های بعدی تاثیر کمی روی عملکرد محصول دارد. گذار بره حشره کش‌های دانه‌ای هنگام کاشت، میزان خسارت

اولیه را کاهش میدهد (ویندر و دانینگ^۱ ۱۹۸۶)، در صورتیکه مجموعه تعداد تخم‌ها و لارو آفت از مربع تعداد برگهای حقیقی بیشتر باشد می‌توان از حشره‌کش‌ها جهت کنترل آفت استفاده کرد.

کرم ریشه چغندر قند

این آفت با نام علمی تتانوپس میوپه فرمیس^۲ مهمترین آفت چغندر قند در مرکز و غرب ایالات متحده آمریکا و کانادا می‌باشد.

شرح زیست‌شناسی

رنگ مگس‌های بالغ سیاه براق و اندازه مگس خانگی است. حشرات کامل طی ماههای فروردین تا خرداد از شفیره خارج و به سمت مزارع چغندر قند مجاور پرواز کرده و در اطراف ریشه گیاهان جوان تخم‌گذاری می‌کنند. هر مگس ماده متجاوز از ۲۰۰ تخم را در دسته‌های ۶ تا ۲۰ عددی می‌گذارد. تخم‌ها در مدت یک تا سه روز تفریخ شده کرمهای خارج شده از تخم تا حدود مرداد ماه یعنی تا زمان کامل شدن نشوونما، از ریشه تغذیه می‌کنند. آنها زمستان را به حالت خواب باقی مانده و در بهار سال بعد به شفیره تبدیل می‌شوند.

پراکندگی و خسارت

گونه میوپه فرمیس (مخصوصاً در آلبرتا) و ایالات متحده آمریکا (در کلرادو، نبراسکا، وایومینگ، آیداهو، مونتانا، مینوسوتا و داکوتای شمالی) یافت می‌شود. در اثر تغذیه لاروها، خسارت شدیدی به ریشه‌های جوان وارد می‌شود. گیاهان بزرگتر نیز ممکن است به صورت مستقیم یا غیرمستقیم در اثر حمله عوامل بیماری‌زای ثانویه آسیب ببینند. در آیداهو، آستانه خسارت براساس شمارش مگس‌هایی که توسط تله‌های رنگی چسبنده شکار می‌شوند تعیین شده است. حدود آستانه خسارت بسته به هزینه سمپاشی گیاه و قیمت محصول از ۳۸ تا ۶۱ مگس در هر تله تغییر می‌کند (بچینسکی^۳ و همکاران ۱۹۸۹).

۴-۳-۱۱- آفات مهره‌دار

پرنده‌گان:

چندین گونه پرنده از چغندر قند تغذیه می‌کند. حمله این پرنده‌گان مخصوصاً در هنگام خروج گیاهچه‌ها از خاک باعث بروز مشکلات جدی برای زارعین می‌شود. با این حال می‌توان از

1- Winder and Dunning

2- *Tetanops myopaeformis* (Roder)

3- Bechinski

روشهای مختلفی برای کاهش خسارت پرندگان استفاده نمود که تعارضی با کار پرنده‌شناسان، محافظان محیط زیست و ورزشکاران (برخی از پرندگان توسط زارعین برای تفریح و سرگرمی یا درآمد اضافی پرورش داده می‌شوند) نداشته باشد. توصیف گونه‌های آفت بنظر زائد می‌رسد ولی مختصری در مورد اثرات آنها روی محصول چغندر قند توضیح داده می‌شود.

چکاوک:

چکاوک‌ها (آلودا آرونسیس^۱) از برگهای کوتیلدونی و برگهای اولیه گیاهچه‌های چغندر قند تغذیه کرده و باعث از بین رفتن اعظم برگهای گیاه می‌شوند. گیاهچه‌ها معمولاً می‌توانند دوباره رشد کنند (گرچه بعضی گیاهان که خیلی زود و در مراحل اولیه رشد خسارت می‌بینند از بین می‌روند) اما آزمایشها مزرعه‌ای که در آن با کلیه آفات جز پرندگان مبارزه شده نشان می‌دهد که آفت عملکرد در اثر از بین رفتن برگها توسط پرندگان حدود ۱۹ تا ۳۹ درصد می‌باشد (گرین^۲ ۱۹۷۸).

گنجشک خانگی:

خسارت گنجشک خانگی با نام علمی پاسردومستیکوس^۳ مشابه چکاوک است ولی معمولاً این خسارت به مزارع نزدیک ساختمان‌ها و انبارها محدود می‌شود.

کبک:

کبک پا قرمز (پردیکس پردیکس^۴) با تغذیه از برگهای گیاهچه چغندر قند خسارتهائی مشابه چکاوک وارد می‌کند (گرین ۱۹۷۸). تعداد آنها اغلب در مزارع چغندر وحشی بیشتر است، در این مزارع منابع غذایی جایگزین شونده تعداد زیادی پرندگان را که باعث ایجاد خسارت می‌شوند جبران می‌کند.

کبوتر جنگلی:

این آفت (کلمبا پالمبوس^۵) با تغذیه شدید از گیاهچه‌های چغندر قند، خسارت وارد می‌کند. در تابستان بر اثر تغذیه از پهنک برگهای مسن‌تر (نه رگبرگها) مانع از رشد گیاه می‌شود ولی بندرت باعث از بین رفتن بوته می‌گردد.

1- *Alauda arvensis*

2- Green

3- *Passer domesticus*(L.)

4- *Perdix perdix*(L.)

5- *Columba palumbus* L.

قر قاول:

حضور این آفت (فازیانوس کولکینوس)^۱ و در مزارع چغندر قند خصوصاً نزدیک جنگلها امری عادی است. این پرنده با سوراخ کردن ریشه در سطح خاک و خسارت شدید به برگها، صدمات موضعی زیادی را باعث می شود و در صورت وارد آمدن خسارت شدید، تراکم جمعیت گیاه میزبان شدیداً کاهش می یابد.

کلاغ سیاه:

کوروس فروجیلگوس^۲، هنگام جستجوی کرمهای مفتولی یا سایر بی مهرگان خاک، با از ریشه درآوردن گیاهان میزبان موجب نابودی آنها می شوند. اهمیت آنها در سالهای اخیر کمتر شده است.

پستانداران:

پستانداران متعددی از موش صحرایی تا گراز با تغذیه از برگها و ریشه چغندر قند خسارت وارد می کنند. با اینحال مهمترین آفات این دسته، موش مرتع، خرگوش و خرگوش صحرایی است.

موش مرقع:

این جانور با نام علمی آپودموس سیلواتیکوس^۳ که گاهی اوقات بنام موش دم بلند مزرعه نیز نامیده می شود قادر است با استفاده از حس بویایی خود محل دقیق بذرهای سبز نکرده چغندر قند را در عمق حداقل ۳ سانتی متری خاک پیدا نماید و با جدا کردن پوشش و پوسته بذر، آندوسپرم آن را مورد تغذیه قرار دهد. طی یک شب تعداد زیادی بذر به این طریق از بین می رود و چون این خسارت در طول یک خط کاشت صورت می گیرد لذا از طریق رشد گیاهان اطراف، زیان وارده قابل جبران نیست، شدیدترین خسارت در مزرعه زود کاشت وارد می شود (جائی که جمعیت موش فراوان تر و جوانه زدن به تاخیر افتاده باشد)، در بستر کاشت خشک یا کلوخ دار (موقعی که بذر به خوبی پوشانده نشده و جوانه زدن به تاخیر افتاده باشد)، همچنین در مزارعی که بذرها به صورت تصادفی در سطح خاک ریخته شده است (برای مثال، در انتهای ردیفها، هنگامی که دستگاه بذرکار از سطح خاک جدا می شود) به موشها این امکان را میدهد که بوسیله حس بویایی خود منبع غذا را تشخیص داده و به آن دسترسی پیدا کنند (گرین، ۱۹۷۸).

1- *Phasianus colchinus*2- *Corvus frugilegus*3- *Apodemus sylvaticus*

خرگوش:

خرگوش (اوریکتوکو لاگوس نیکولوس^۱) از برگهای کوتیلدونی، برگهای حقیقی، دمبرگها و طوقه چغندر قند تغذیه می کند. در مناطق آلوده قسمت زیادی از محصول بدین طریق از بین می رود (این گیاهان اغلب در حاشیه مزارع مخصوصاً نزدیک جنگل قرار دارند)، به طوریکه خسارت وارده قابل جبران نیست.

خرگوش صحرایی:

خسارت خرگوش صحرایی (لپوس کانن سیس^۲) مشابه خرگوش معمولی است اما خسارت معمولاً به صورت یکنواخت تری در مزرعه مشاهده می شود. بنابراین رشد جبرانی بوته های اطراف قسمت آسیب دیده باعث می شود تا عملکرد کمتر تحت تاثیر قرار گیرد.

۴-۱۱- کاهش میزان خسارت ناشی از آفات**۱-۴-۱۱- پیش بینی**

پیش بینی دقیق حمله آفات می تواند تاثیر زیادی روی برنامه های مدیریت آنها داشته باشد. این کار به ویژه می تواند به منطقی کردن کاربرد آفت کش ها از طریق بهبود زمانهای سمپاشی و نیز بوسیله تشویق کشاورزان به کنار گذاشتن سمپاشی های پیش گیری کننده غیر ضروری کمک کند. پیش بینی خسارت ناشی از نماتد مولد سیست چغندر قند با نمونه گیری از خاک مزرعه قبل از کاشت و تعیین میزان جمعیت آنها امکان پذیر است. جمعیت براساس تعداد تخم ها و لاروهای نابالغ به ازاء واحد وزن خاک برآورد می شود نه براساس سیست ها یا سیست های قابل رؤیت که رابطه کمتری با عملکرد محصول دارند (گریفن^۳ ۱۹۸۱). طی آزمایشی در یک مزرعه آلوده در کالیفرنیا، آستانه تحمل (حرف T در معادله ۱-۱۱) معادل ۱۰۰ تخم در گرم و حداکثر عملکرد (Y_{max}) ۶۲ تن در هکتار و Z معادل ۰/۹۹۸۸۶ بود. تخمین هزینه سمپاشی مؤثر با استفاده از نماتد کش (A) بازاء ۳۰ دلار برای هر تن محصول، آستانه اقتصادی (TE) تعدیل شده در معادله ۱۱-۲ که بالاتر از آن سمپاشی اقتصادی خواهد بود معادل ۱۴۳ تخم بازاء هر گرم می باشد (کوک و توماسون^۴ ۱۹۷۹).

$$TE = \log \frac{(Y_{max} - A/B)}{(Y_{max})} \times \frac{1}{\log Z} + T \quad \text{معادله (۱۱-۲)}$$

مشابه این محاسبات را در نواحی دیگر می توان استفاده کرد، اما تخمین اقتصادی بایستی با

1- *Oryctolagus cuniculus*2- *Lepus capensis*

3- Griffin

4- Cooke and Thomson

احتیاط صورت گیرد، زیرا رابطه میان جمعیت اولیه نماتد و عملکرد ریشه در همان ناحیه متغیر است. این امر احتمالاً بیشتر مربوط به تفاوت در زمان کاشت است، اما سایر عوامل نیز مانند رطوبت موجود در خاک هنگام تفریح تخم‌ها و حمله لاروها به گیاه، شدت فعالیت نماتدها و تفاوت ذاتی میان قدرت تهاجمی جمعیت نماتدهای مختلف نیز در این امر مشارکت دارند (کوک، ۱۹۹۱). در هلند براساس جمعیت موجود نماتد در نمونه‌های خاک، استفاده از تناوب یا نماتدکشی توصیه می‌شود (های بروک^۱، ۱۹۷۳). با توجه به نوع خاک، میزان جمعیت، نماتدها را در هفت دسته قرار داده‌اند (برای مثال وجود تعداد ۱۵ الی ۳۰ تخم در هر گرم خاک سبک، آلودگی شدید تلقی می‌شود و با در نظر گرفتن خطر خسارت بایستی مدت ۴ الی ۵ سال از کشت چغندر قند خودداری کرد. این زمان در صورت استفاده از نماتدکشی به دو سال تقلیل می‌یابد).

تعیین آستانه خسارت برای نماتدهای آزاد براساس استفاده از نمونه خاک در زمان کاشت یا بعد از آن امکان‌پذیر نیست زیرا دامنه خسارت رابطه نزدیکی با سطوح رطوبت خاک بعد از جوانه‌زنی دارد تا جمعیت نماتد قبل از کاشت (کوک، ۱۹۷۳). مؤثرترین نماتدکشی‌ها هنگام کاشت بکار می‌روند. بنابراین سمپاشی سالیانه به منظور پیشگیری در نواحی پرخطر جهت جلوگیری از خسارت ضروری است.

تفاوت‌های گسترده مزارع از نظر فراوانی بندپایان در مجموعه آفات خاک نشان می‌دهد که نیاز به انجام بررسیهای صحرائی بیشتر از استفاده از روش‌های پیش‌بینی وضعیت آنها است. کارهایی جهت پیش‌بینی خسارت هزارپایان و پادمان با استفاده از سیستم تله‌های طعمه‌ای صورت گرفته است (برای جذب این دو دسته آفت از ساقه‌های سوراخ‌دار پر شده از مخلوط سیوس و گوشت خشک شده استفاده شده است)، نتایج اولیه بدست آمده از تعداد محدودی مزرعه، مشخص کرد که تعداد سه عدد از پادمان یا هزارپا به ازاء هر تله طعمه‌ای سطح آستانه خسارت است (براون^۲، ۱۹۸۴)، با اینحال میزان موفقیت این تکنیکها هنگامی که سطح وسیعی از خاکها آزمایش می‌شود، کم شده و چشم‌انداز موفقیت آنها در سایه شک و تردید است (دور و کوپر^۳، ۱۹۸۵).

در انگلستان، پیش‌بینی شیوع ویروس زردی با کمک طرح اخطاردهنده پاشیدن شته‌ها طی سالیان متمادی صورت گرفته است. در معادله معمول پیش‌بینی (معادله ۳-۱)، درصد شیوع ویروس آنژل^۴ مورد نظر در ناحیه ایسترن در اواسط شهریور (V_E)، به درصد شیوع ویروس آنژل در اواسط شهریور قبل (V_P)، تعداد روزهای یخبندان زمین $[log_1(n+1)]$ در ناحیه "برومز بارن" در دی و بهمن ماه (F) و زمان به تله افتادن نخستین شته سبز هلو در تله مکنده در منطقه "برومز بارن" بستگی دارد (تعداد روزهای بعد از یازدهم دی ماه، A):

1- Heijbroek

2- Brown

3- Dewar and Cooper

4 - Angles

$$V_E = 0.37 V_P - 25.7F + 0.0092A^2 - 3.125A + 306.1 \quad \text{معادله ۱۱-۳}$$

حدود ۸۷٪ این پیش‌بینی‌ها، تغییرات شیوع ویروس را در ناحیه شرقی توجیه می‌کند، تخمین‌های جداگانه‌ای نیز برای دو ناحیه مهم چغندرکاری کشور بکار می‌رود (هرینگتون^۱ و همکاران ۱۹۸۹).

۱۱-۴-۲- تناوب زراعی:

چغندر قند تقریباً همیشه در تناوب زراعی با سایر گیاهان بکار می‌رود. دلایل مختلفی برای آن وجود دارد که مهمترین آنها براساس احتیاج به کاهش خطر انواع علفهای هرز (شامل چغندر قند علفی)، بیماریها (مانند ریزومانیا) و برخی از آفات بنا شده است. استفاده از تناوب زراعی قادر به حفظ محصول در مقابل آفات بسیار متحرک مانند شته‌ها یا پرنده‌ها نیست، اما مخصوصاً علیه آفات نسبتاً کم تحرک که میزبانهای کمی دارند (مانند نماتد مولد سیست چغندر قند) یا حشرات زیان‌آوری که حداقل یک مرحله از زندگی خود را در خاک می‌گذرانند (مانند سوسک پیگمی و کرم مفتولی) تاثیر ویژه‌ای بجا می‌گذارد.

در سالهای اولیه کشت گسترده چغندر قند در آلمان که بعنوان یک گیاه زراعی تک کشت در مجاورت کارخانه‌ها جا باز کرده بود، جمعیت فراوانی از نماتد سیست چغندر شکل گرفت که مبارزه با آن ناممکن شده و برخی اوقات منجر به تعطیل شدن کارخانه‌ها گردید. علت آن تشکیل جمعیت نماتد سیستی عنوان گردید (شاخت^۲ ۱۸۵۹) و معلوم شده که با توجه به محدود بودن میزبان و میزان تفریح نسبتاً بالا در مزارع غیر میزبان (حدود ۵۰ درصد در هر سال) تناوب زراعی می‌توانست راه مؤثری برای کنترل نماتد باشد. تناوب مهمترین و اساسی‌ترین راه مبارزه علیه این آفت بوده و در انگلستان کشت با توافق میان زارعین و کارخانه‌داران و به وسیله قوانین پارلمان^۳ تنظیم شده است.

تناوب معقول می‌تواند میزان خسارت وارده توسط سایر نماتدها را نیز به حداقل برساند. جمعیت نماتد ملوئیدوژاین هاپلا را با کشت غلات می‌توان کنترل کرد، چرا که این محصول میزبان مناسبی برای نماتد نمی‌باشد (هاجینک و کوئی پر ۱۹۶۴)، تعداد نماتد ناسی با کشت غلات افزایش و با کشت سیب‌زمینی کاهش می‌یابد (آلن و همکاران ۱۹۷۲). جمعیت نماتد ناکوبوس آبرانس با کشت گیاهان غیر میزبان مانند غلات، یونجه و سیب‌زمینی کاهش می‌یابد (آلتمن و توماسون ۱۹۷۱). وجود گیاهان میزبان فراوان برای نماتد دی‌تیلنکوس دیپ‌سای مبارزه با آنرا از طریق استفاده از تناوب مشکل کرده است. محصولات خانواده چغندر قند را نباید بعد از آلودگی شدید نباتاتی مانند یولاف، لوبیا یا پیاز کشت نمود. وجوه تعداد بسیار زیادی از

1- Harrington

2 - Schacht

3- The Beet Belworm orders

گیاهان میزبان برای نماتدهای آزاد مانند تریکودوروس، پاراتریکودوروس و لانگی دوروس نشان می‌دهد که امکان برقراری هیچ نوع تناوب مطمئنی در خاکهای آلوده به این نماتد وجود ندارد، باینحال علفها میزبان خوبی مخصوصاً برای انواع نماتدهای سوزنی لانگی دوروس هستند و وسیله مبارزه مناسبی نیز برای چغندرهای کشت شده در خاکهای شنی و سبک محسوب می‌شوند.

سوسکهای پیگمی^۱ (آتوماریالینه آریس)^۲ در مزارع چغندرقند و سایر گیاهان خانواده اسفناجیان و در تمام طول فصل رشد مشغول تغذیه و تولید مثل است و به تعداد فراوان زمستان را در خاک می‌گذرانند. در صورتی که میزبان ثانوی کشت شود، به مجرد خروج گیاهچه‌ها از خاک سوسکها شروع به تغذیه از آنها نموده و باعث نابودی کامل محصول می‌شوند. با استفاده از تناوب زراعی از وقوع چنین بلایائی می‌توان جلوگیری نمود. معذالک ممکن است خسارت‌های نسبتاً شدیدی به مزارع بزرگ با پرواز از مزارع قبلی به این مزارع و در صورتیکه زود صورت گیرد و همچنین به مزارع با رشد کم وارد آید.

عموماً در مرغزارهای دائمی جمعیت‌های بالایی از کرم‌مفتولی (مانند آگریوتس مشاهده می‌شود. با شخم زدن این نقاط کرم‌های مفتولی از اندامهای در حال رشد محصولات کشت شده (از جمله چغندرقند) در زیر خاک تغذیه و خسارت گسترده‌ای وارد می‌کنند. به جهت طولانی بودن چرخه زندگی این آفت، بروز خسارت تا سه سال بعد از شخم زدن نیز می‌تواند صورت گیرد، اما سنگین‌ترین خسارت مربوط به سال دوم است. بنابراین در هنگام تهیه برنامه تناوب و استفاده از آفت‌کش‌ها در مزارع مورد تهدید بایستی این نکته مورد توجه قرار گیرد. لیدرجکت‌ها^۳ (مانند تی‌پولا^۴) نیز به تعداد زیاد در چمنزارها (یا محصولات زراعی همراه با تراکم شدید علف‌های هرز گندمی) مخصوصاً در مزارع پست و مرطوب یافت می‌شوند. چرخه زندگی آنها در یک سال کامل می‌گردد، با این وجود خسارت آنها تنها محدود به چغندرقندی است که پس از شخم زدن زمین کاشته شده‌اند.

۳-۴-۱- سایر روشهای مبارزه زراعی:

چندین نوع آفت بالقوه وجود دارد که در صورت توجه به بهداشت محصول و استفاده از روشهای کشت مناسب می‌توان از آنها اجتناب نمود.

بهداشت زراعت

از بین بردن مکانهای زمستان‌گذرانی آفات و بیماریها (مانند محلهای نگهداری، بارگیری و

1- pygmy

2- Atomaria linearis

3- leatherjackets

4- Tipula spp.

تمیز کردن چغندر قند در مزارع سال قبل) به صورت بارز نقش مهمی در مبارزه با ویروس زردی دارند. با این وجود از بین بردن بقایای آلوده محصول قبلی نیز برای جلوگیری از گسترش خسارت مربوط به بعضی نماتدها (مثل ملوئیدوزاین و نماتد ساقه یونجه دی-تیلوکوس دیپساسی) می تواند سودمند باشد. همچنین ریشه کنی علفهای هرز میزبان بین دو کشت چغندر قند می تواند موجب کاهش منابع بیماری و جمعیت آفات گردد. مزارع غیر آلوده باید از هر گونه عوامل آلوده کننده خاکری مانند نماتد سیست چغندر قند عاری باشند. به عنوان مثال خاک موجود در محلهای بارگیری و تمیز کننده، بایستی به همان مزارع بازگردانده شود و نیز دقت کافی در زمینه وسایل کار مانند ماشینهای پیمانکاران که از سایر مزارع یا نواحی آلوده به مزارع می آیند، مبذول گردد.

آماده کردن بستر کاشت

خسارت موش مرتع آپودموس سیلواتیکوس در سالهای اخیر به وضوح بیشتر شده است. این امر مخصوصاً در مزارعی که بستر کاشت از ذرات درشت خاک یا کلوخه ای تشکیل شده، بارزتر است. این مشکل در خاکهایی که عمق کاشت بذرم است و مخصوصاً در خاکهای خشک نیز وجود دارد. هنگامی که بذرهایی پوشش دار با خاک پوشانده نشده اند، مخصوصاً زمانی که بذركار، بذرها را در سطح خاک رها کرده است، موش ها از آنها به عنوان ماده غذایی استفاده کرده و بدنبال آن حتی بذرهائی را که کاملاً توسط خاک پوشیده شده اند، با استفاده از قدرت بویایی یافته و با حفر خاک در طول ردیف، آنها را بیرون می آورد.

بعضی از راههای محدود کردن خسارت موش عبارتند از: آماده کردن بستر کاشت خوب و محکم و اطمینان از کاشت بذرها روی ردیف های کاشت و داخل خاک مرطوب است. همچنین محدود کردن فعالیت آفت و اطمینان از استقرار سریع گیاه نیز خسارت آفت را کاهش میدهد، بهمین جهت وجود خاک فشرده ضروری است زیرا این نوع خاک مانع حرکت بعضی از آفات (مانند نماتدهای آزاد در خاکهای شنی و هزارپایان و سمفی لیدها در خاکهای سیلتی) میگردد. در مزارع آلوده به این آفات، بوته های کاشته شده در قسمتهایی که خاک فشرده است (محل تردد تراکتور یا ابتداء خطوط کاشت) از رشد بهتری برخوردارند.

تاریخ کاشت

شدت خسارت اکثر آفات چغندر قند در مراحل مختلف رشد و نمو محصول متفاوت است. عموماً گیاهان مسن تر با سیستم ریشه ای محکم تر، در مقایسه با گیاهان جوانتر حساسیت کمتری به آفات دارند. بعضی از آفات نسبتاً دیر یعنی در اواخر بهار یا در تابستان به گیاه حمله می کنند، برای مثال نماتد مولد سیست چغندر که تخمهایش تا زمانی که حرارت خاک به بیش از

۵-۴-۱- گیاهان تله‌ای مقاوم

کشت گیاهان تله‌ای جهت مبارزه با نماتد مولد سیست چغندر که با تحریک و تفریح تخم‌های نماتد آنها را از بین برده و مانع از کامل شدن چرخه زندگی آفت می‌شود؛ حدود یک قرن پیش مورد آزمایش قرار گرفت (کوهن^۱ ۱۸۸۱) از اشکالات کشت گیاهان تله‌ای، هزینه زیاد جهت کاشت و از بین بردن گیاه تله می‌باشد و تنها نتیجه ممکن آن مبارزه با نماتد است و خطر تاخیر در انجام کشت اصلی نیز ممکن است نه تنها جمعیت نماتد را کم نکند بلکه باعث افزایش آن نیز بشود.

این مشکلات با کشت ارقام مقاوم به نماتد، از خانواده چلیپاییان به عنوان کود سبز برطرف شده است. کشت گیاهان به عنوان کود سبز (در اوایل مرداد ماه و برگرداندن آنها دو تا سه ماه بعد) به صورت وسیع در بعضی نواحی اروپا جهت حفظ ماده آلی و ازت قسمت سطحی خاک بکار گرفته می‌شود. گیاهان زراعی از خانواده چلیپاییان که به آسانی در خاک مستقر شده و رشد می‌کنند برای این منظور مناسب هستند؛ ولی میزبان نماتد مولد سیست چغندر قند بوده و موجب افزایش جمعیت آن می‌شوند. ارقام بسیار مقاوم خردل سفید و تربچه روغنی که در حال حاضر کشت می‌شوند علاوه بر مزایای سایر کودهای سبز، موجب کاهش نماتد مولد سیست چغندر نیز می‌گردند (استودل^۲ و مولر^۱ ۱۹۸۳، مولر^۱ ۱۹۸۶).

کودهای سبز، کودهای آلی و مخلوط کاه با تامین مواد غذایی جانشین شونده اثرات ناشی از مجموعه آفات خاک را کاهش می‌دهد.

۶-۴-۱- آفت‌کش‌ها

استفاده از آفت‌کش‌ها در مزارع چغندر قند از پایان جنگ دوم جهانی رایج گردید، هرچند که بعضی از این مواد (مانند آرسنات سرب، سبز پاریس، پیرتروم دریس و نیکوتین) مدت‌ها قبل از آن تاریخ مورد مصرف قرار می‌گرفتند. شرح کامل مصرف آفت‌کش‌ها در کشت چغندر قند در اینجا امکان‌پذیر نیست. مواد مؤثره، زمان و روش مصرف، فرمولاسیون، گونه‌های حساس به آنها و آئین‌نامه‌های مقرر قراردادی، همگی از سالی به سال دیگر و از منطقه‌ای به منطقه دیگر تغییر می‌کند. به غیر از سموم تدخینی (به قسمت زیر توجه فرمائید)، اکثر آنها در چهار گروه قرار می‌گیرند:

۱- ترکیبات کلره: در طول اواخر دهه ۱۹۴۰ و دهه ۱۹۵۰ موادی مانند د.د.ت، ایزومرگاما گامکسان (لیندین)، آلدین و دیلدرین به صورت گسترده و در فرمولاسیونهای مختلف برای مبارزه با آفات مختلف چغندر قند مصرف گردید. پایداری مواد در محیط زیست و تجمع آنها در

بدن جانداران آخرین زنجیره‌های غذایی موجب حذف آنها و یا محدودیت زیاده‌شان از نظر مصرف گردید. در حال حاضر از این گروه تنها ایزومرگاما گامکسان به صورت گسترده مصرف دارد.

۲- ترکیبات فسفره: درجه سمیت این دسته از مواد برای پستانداران فوق‌العاده زیاد است، اما پایداری کمتر و خاصیت انتخابی بیشتری در مقایسه با ترکیبات کلره دارند، به این جهت خطر آنها برای حیات وحش کمتر است. در طول دهه ۱۹۵۰ میلادی برای اولین بار مورد استفاده قرار گرفتند و بسیاری از ترکیبات این گروه (مانند دیمتون - اس متیل، دیمتوات، کلروپیریفوس، تریازوفوس) هنوز به عنوان حشره‌کش مخصوصاً پس از سبز شدن گیاه اصلی مصرف می‌شوند. ۳- کاربامات‌ها: کاربامات‌ها همانند ترکیبات فسفره به عنوان متوقف‌کننده‌های استیل کولین استراز عمل می‌کنند، این آفت‌کش‌ها طی سالهای ۱۹۶۰ ساخته و آزمایش شدند و از اوایل دهه ۱۹۷۰ به صورت گسترده‌ای روی محصولات مختلف مورد استفاده قرار گرفتند، آنها علیه تعداد زیادی از آفات شامل بندپایان و نماتدها کاربرد دارند و به صورتهای مختلف فرموله و مصرف شده‌اند، با این وجود بعضی از آنها برای پستانداران بسیار سمی می‌باشند و تنها به صورت گرانول ساخته می‌شوند.

۴- پیرتروئیدها: پیرتروئیدهای مصنوعی جدیدترین گروه آفت‌کش‌ها هستند که به طور وسیع روی گیاهان زراعی به کار می‌روند. این دسته شامل حشره‌کش‌هایی مانند سپرمترین، دلتامترین و فن‌والریت است که بعد از رویش محصول به عنوان حشره‌کش مصرف می‌شوند و یا تفلوترین که عمدتاً جهت ضدعفونی بذر و علیه آفات خاک استفاده می‌شود.

آفت‌کش‌ها جزء مهمی در برنامه مبارزه با آفات چغندررقد بوده و تنها آفات معدودی هستند که علی‌رغم کاربرد صحیح یک یا تعداد بیشتری از ترکیبات متعلق به گروه‌های فوق قادر به مبارزه با آنها نیستیم. با این حال مشکلات فزاینده‌ای در مورد مصرف آنها در مرحله مناسب، ظهور مقاومت در بعضی از آفات نسبت به آفت‌کش‌ها (رجوع کنید به صفحه....) و تشدید تخریب بعضی مواد در خاکهای مورد استفاده (رجوع کنید به صفحه....) وجود دارد. اتخاذ بعضی تصمیمات در مورد مصرف آفت‌کش‌ها خارج از اختیار زارع است (برای مثال تمامی بذرهای تجارتي قابل دسترس احتمالاً توسط حداقل یک ماده ضدعفونی شده‌اند)، تصمیماتی که زارع می‌تواند اخذ کند بایستی برپایه شرایط محلی و نیز ملاحظات اقتصادی باشد. در بخش‌های بعدی فرمولاسیون آفت‌کش‌های قابل دسترس برای کنترل مهمترین آفات، مورد بحث قرار می‌گیرد.

طعمه‌های مسموم و تله‌ها

جمعیت موش مرتع در طول زمستان معمولاً حدود ۲۰ عدد در هکتار است که این تعداد در

تابستان گاه تا ۹۰ درصد افزایش می‌یابد (گرین ۱۹۷۸) این تعداد می‌تواند خسارت سنگینی به محصول وارد کند، لیکن کمتر از حدی است که بتوان با تله برگ‌بک^۱ یا طعمه‌های مسموم آنها را از بین برد. حدود ۵ تله برگ‌بک در هکتار لازم است که بایستی به طور مرتب بازرسی شده و در مقابل پرندگان محافظت گردند. تله‌های حاوی طعمه مسموم (۳ تا ۶ عدد در هکتار) احتمالاً مؤثرتر خواهند بود، یک سم ضد انعقاد خون (مانند وارفارین یا کلوفاکسینون) را با دانه‌های خرد شده یا بلغور مخلوط کرده سپس ۱۰۰ تا ۱۵۰ گرم از مخلوط در تله‌هایی که در جهت حفظ طعمه مسموم طراحی شده قرار داده می‌شود تا از دسترس پرندگان و پستانداران دور باشد و توسط باد جابجا نشود.

طعمه پوشش‌دار حاوی میتوکارب را برای مبارزه با پشه‌های پابلند یا حلزون‌ها می‌توان بکار برد، حلزون‌ها را همچنین می‌توان با استفاده از یک حلزون‌کش بسیار اختصاصی بنام متاآلدئید کنترل کرد.

ضد عفونی بذر

بیش از ۴۰ سال است که زارعین چغندرکار بذرها را علیه بندپایان آفت ضد عفونی می‌کنند. استفاده از این روش اخیراً توسط دوار و همکاران (۱۹۸۸) و دورانت و همکاران (۱۹۸۶) مورد تجدید نظر قرار گرفته است. آزمایش‌های انجام شده بر روی ایزومرگامای گامکسان در دهه ۱۹۴۰ منجر به معرفی بذره‌ای تجارتي ضد عفونی شده گردید که عمدتاً^۲ جهت کنترل کرم‌های مقتولی مصرف گردید، هرچند به علت خاصیت گیاه‌سوزی و نیز فقدان چسبندگی آن به بذر مشکلاتی پدید آمد لیکن قسمتی از این مشکلات با معرفی سم دیلدرین که تعداد زیادی از بندپایان آفت را در خاک کنترل می‌کند برطرف گردید. این سم را می‌توان با اطمینان خاطر روی بذر برهنه یا پوشش‌دار مصرف نمود. حذف سموم کلره با دوام توسط مقامات رسمی شرایط را برای جایگزین کردن سموم کاربامات و میتوکارب بجای دیلدرین فراهم ساخت که این سموم از سال ۱۹۸۰ جهت ضد عفونی بذر چغندر قند در اکثر کشورهای شمال اروپا بکار گرفته شد. هرچند که میتوکارب روی سوسک‌های پیگمی مؤثر است، ولی بر علیه سایر موجودات خاک تاثیر کمتری دارد و باید سریعاً^۳ جایگزینی برای آن پیدا کرد. میزان مصرف میتوکارب محدود است (برای مثال دو گرم ماده مؤثر در کیلوگرم و شش گرم در کیلوگرم به ترتیب در انگلستان و آلمان) زیرا مقادیر بالای آن باعث گیاه‌سوزی می‌شود، اما سایر آفت‌کش‌ها را می‌توان با مقادیر نسبتاً بالا مصرف نمود (برای مثال مصرف بیش از ۶۰ گرم ماده مؤثر در هر کیلوگرم) بدون اینکه تاثیری روی خروج گیاهچه و قدرت آنها داشته باشد در یک سری آزمایشات انجام شده در انگلستان روی چندین نوع ماده ضد عفونی کننده با مقادیر مختلف مشخص شد که پیروتروتید تفلوترین به میزان ۳۰ گرم ماده مؤثر در کیلوگرم بهترین نتیجه را داده و بعد از آن به ترتیب کاربامات کاربوسولفان به مقدار ۳۰ تا ۴۵ و فوراتیوکارب به میزان ۶۰ گرم ماده مؤثر نتایج بهتری نشان

^۱ breakback

دادند، اما در کنار آن مضراتی نیز به همراه داشتند، تفلوترین هیچ نوع خاصیت سیستمیک ندارد تا گیاهچه را در برابر آفات برگ‌ی حفاظت کند و کارباماتها نیز بنظر میرسد که تاثیر کمی روی آفات خاک دارند (این امر احتمالاً به خاطر سرعت تجزیه شدن نسبتاً پائین آن در مقایسه با قدرت حشره‌کشی کاربوفوران است). جهت ساخت سموم بهتر در آزمایشهای اخیر از مخلوط مولد مؤثره با روشهای کار مختلف ولی کامل‌تر استفاده شده، و نیز از ترکیبات جدیدی که آفات خاک را کنترل می‌کنند و در عین حال خاصیت سیستمیک داشته و آفات برگ‌ی را نیز کنترل می‌کنند استفاده شده است (دوار و رید^۱، ۱۹۹۰، اشمیر^۲ و همکاران ۱۹۹۰).

حشره‌کش‌های ضد عفونی کننده یا پوشش دهنده بذر، اغلب تحت شرایط خاصی، تاثیر منفی روی استقرار یا رشد گیاه بجا می‌گذارند. این مواد اغلب به عنوان ضد عفونی یا حتی به صورت انتخابی روی حجم زیادی از بذر مصرف می‌شوند و به این صورت مورد استفاده زارعین قرار می‌گیرند، زیرا به جهت طبیعت غیر قابل پیش‌بینی آفات، اغلب حتی اگر خسارتی در کار نباشد، از آنها استفاده می‌شود. بنابراین باید خاصیت گیاه‌سوزی آنها را به حداقل رسانید. با این وجود اتخاذ تصمیم در مورد میزان مصرف سم ناچاراً به نحوی باید باشد که حداکثر تاثیر را روی آفات و کمترین خطر گیاه‌سوزی را ایجاد کند. به جهت تنوع اندازه بذر و وزن مواد پوشش‌دهنده برای هر بذر و در نتیجه مصرف یکتواخت حشره‌کش‌ها روی بذر، این تصمیم‌گیری پیچیده است (دورانت^۳ و همکاران ۱۹۸۶). علاوه بر این گزارش‌هایی در مورد تاثیر متقابل حشره‌کش‌ها و قارچ‌کش‌های مورد استفاده در مواد پوشش‌دهنده بذر عنوان شده است، برای نمونه تاثیر هیمگسازول هنگامی که با کارباماتها مصرف می‌شود کمتر می‌باشد (آشر و پین^۴ ۱۹۸۹، های بروک ۱۹۸۹، هوی برگتس و گایزل^۵ ۱۹۸۹).

علی‌رغم این مشکلات از بسیاری جهات، ضد عفونی بذر روش مناسبی برای کاربرد آفت‌کش‌ها است. به این طریق، آفت‌کش با اطمینان در محیط رشد گیاهچه قرار گرفته و میزان مصرف ماده مؤثره در هکتار کمتر می‌شود و بالاخره خطر مسمومیت زارعین و جانداران دیگر کاهش می‌یابد (هرچند که انجام این کار خود خطرناک می‌باشد). اصلاح این روش بسیاری از زارعین را برای استفاده از آفت‌کش‌های گرانولی متقاعد خواهد کرد و فوائد اقتصادی و محیطی به همراه خواهد آورد. بعضی از روشهای موجود ضد عفونی بذر هم‌اکنون به اندازه کاربرد آفت‌کش‌های گرانولی بر علیه بندپایان خاک مؤثر می‌باشد (دوار و همکاران ۱۹۸۹a، ریچارد - مولارد^۶ ۱۹۸۹ و شوافلد^۷ ۱۹۸۹)، و مواد جدید باعث تاثیر آنها روی آفات اندامهای هوایی مانند شته‌های ناقل ویروس زردی هستند (اشمیر و همکاران ۱۹۹۰). با این وجود پیشرفت کمی در امر مبارزه با نماتدهای آزاد یا مولد سیست از طریق ضد عفونی بذر حاصل شده است.

1- Read

2- Schmeer

3- Durrant

4- Asher and Payne

5- Huijbregts and Gijssels

6- Richard - Molard

7- Shaufeld

گرانول‌ها:

در اکثر کشورها به طور معمول بذریه یا مواد پوشش‌دهنده بذریه چغندر قند به آفت‌کش‌ها آغشته می‌شود. با این حال، بسیاری از زارعین از آفت‌کش‌های دانه‌ای به عنوان مکمل مبارزه با انواع آفات استفاده می‌کنند، این دانه‌ها هنگام کاشت درون جوی ریخته می‌شوند هرچند که بعضی مواد قبل از کاشت و بعد از خروج گیاهچه در موقعیت‌های خاص مصرف می‌گردند. ساخت گرانول‌ها راحت و مصرف و جابجایی آنها مطمئن می‌باشد، گرانول‌های مصرف شده در جوی‌ها، آفت‌کش را در محیط ریشه گیاهچه‌های تازه روئیده قرار می‌دهد. این مرحله به خسارت تعداد زیادی از آفات بسیار حساس است و از این رو با استفاده از این روش حداقل مقدار مصرف و نیز حداقل تاثیر روی سایر جانداران صورت می‌گیرد.

در دهه‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ میلادی ساخت گرانولی بعضی آفت‌کش‌های گروه‌های کلره و فسفره امکان‌پذیر گردید، برای مثال هپتاکلر جهت مبارزه با آتوماریا (یون مزون و لیون^۱ ۱۹۶۸) و پاراتیون برای کنترل دی‌تیلنکوس دیپ‌سای (گراف و مایر^۲ ۱۹۷۳). با این حال، دهه ۱۹۶۰، زمان ظهور آفت‌کش‌های متیل کاربامات و اوگزیم کاربامات بود و از دهه ۱۹۷۰ به بعد تاثیر عمده‌ای روی مدیریت اقتصادی آفات بجا گذاشته شده است. آنها تاثیر خود را در مبارزه با نماتدهای آزاد (کوک، ۱۹۸۶)، نماتد مولد سیست چغندر (گریفین ۱۹۸۸) مجموعه بندپایان مضر خاک (دوار و کوک ۱۹۸۶)، کرم ریشه چغندر قند (برگن و ویت‌فیلد^۳ ۱۹۸۷) و سایر آفات (ویندر و داتینگ ۱۹۸۶) نشان داده‌اند. گرانول‌ها همچنین موجب کاهش بیماری‌های ویروس زردی (دوار، ۱۹۸۸ و ۱۹۸۹b) و کرلی‌تاپ (بلیکن‌استاف^۴ و همکاران، ۱۹۸۲) از راه کنترل حشرات ناقل آنها گردیدند.

از سال ۱۹۹۰ در انگلستان، شش فرمولاسیون دانه‌ای آفت‌کش‌های کارباماتی جهت مصرف روی چغندر قند مورد تایید قرار گرفته است (آلدی کارب، بندیکارب، بن‌فورا کارب، کاربو فوران، کاربوسولفان و اگزامیل). سطح زیر کشت چغندر قند در انگلستان که یکی از مواد فوق‌الذکر در آنها مورد مصرف قرار می‌گیرد بین سالهای ۱۹۷۳ (زمانیکه برای اولین بار به صورت محدود به کار گرفته شدند) و سال ۱۹۹۰ (هنگامی که ۵۵ درصد از گیاهان کشت شده زیر پوشش آنها رفتند) به صورت مستمر افزایش یافته است. علی‌رغم توصیه در مورد مصرف غیر ضروری این مواد به صورت پیش‌گیری، هنوز شواهدی مبنی بر کاهش این روند مشاهده نمی‌شود. با این وجود امکان دارد به علت کم‌شدن اثر آنها و محدودیت دسترسی به آنها مصرفشان کاهش یابد. چندین اجلاس بین‌المللی برای کاهش مصرف این مواد تشکیل شده است و سایر کشورها نیز ممکن است از این روند پیروی کنند. پایداری بعضی از مواد موجود در نتیجه تخریب سریع آنها توسط موجودات ذره‌بینی خاک کاهش یافته است (سوئت^۵ ۱۹۸۶ - سوئت و جوکز^۶ ۱۹۸۸ و ۱۹۹۰)، تعداد مواد جدید در بازار با افزایش هزینه‌ها و مقررات سخت‌تر و تاخیر در اجرای

1- Bonnemaison and Lyon

2- Graf and Meyer

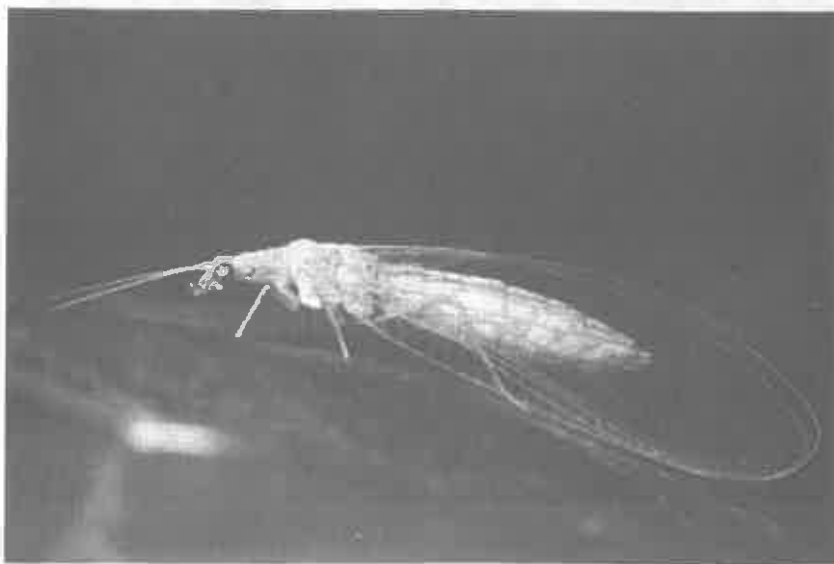
3- Bergen and Whittfield

4- Blickenstaff

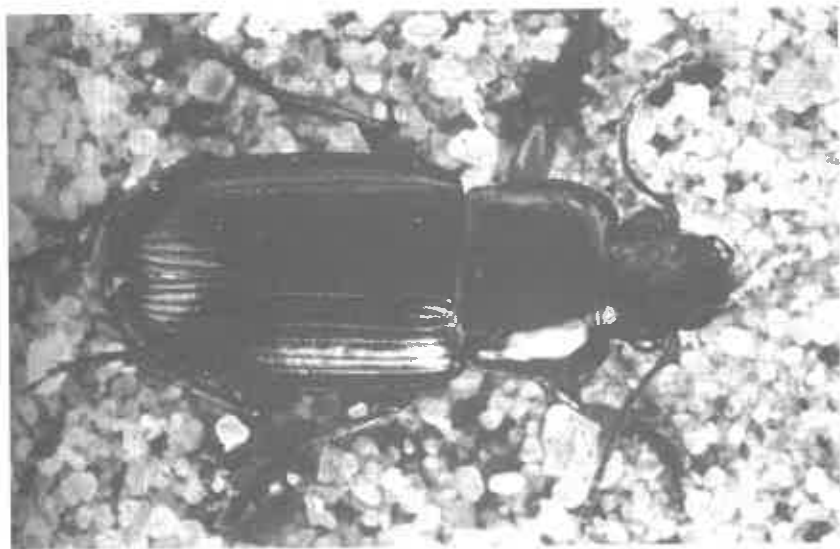
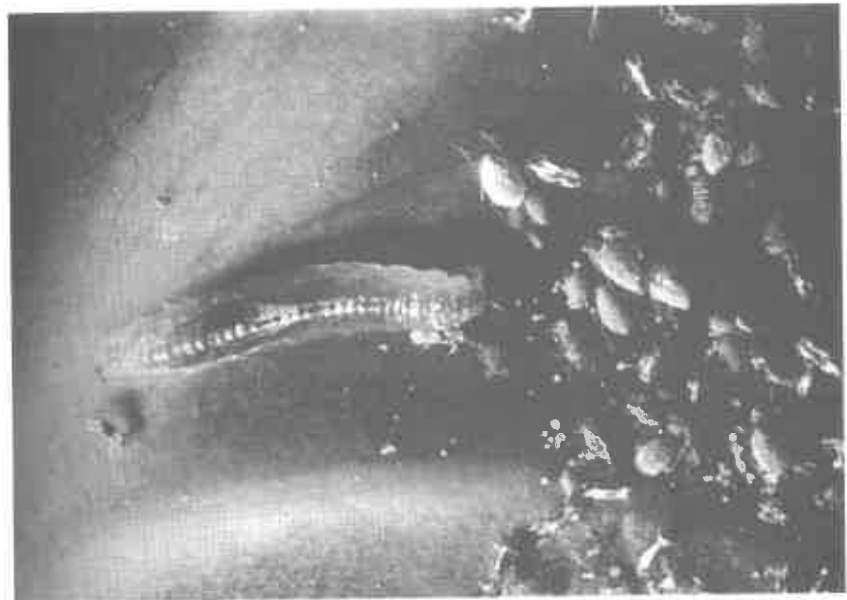
5- Suet

6- Jukes

دستورالعمل ثبت این مراد محدود شده است.



شکل ۱۰-۱۱. حشرات مفید. چندین گونه از حشرات مفید شکارچی آفات چغندر قند می باشند (مخصوصاً شته ها) و می توانند به طور مؤثر جمعیت آفت را کاهش دهند. بعضی از مهمترین این شکارچی ها کفشدوزک ها (بالا) همراه با یک شته سبز هلو بی بال و بالتوریه ها (پائین) می باشد.



شکل ۱۱-۱۰- دو گروه از حشرات مفید. لارو هاویرفلای^۱ (بالا) و سوسکهان کارایید (پائین).

سموم تدخینی

بیش از چهل سال پیش سموم تدخینی مثل نیکوتین برای مبارزه با شته‌ها و از مخلوط (DD) یا ۳۰۱- دی‌کلورو پردین و ۲۰۱- دی‌کلوروپروپان^۱ یا کلروپیکرین برای کنترل نماتد مولد سیست چغندر قند به صورت آزمایشگاهی و گاهی اقتصادی به کار رفته است (دانینگ^۲ ۱۹۸۲). سموم تدخینی گران بوده، کاربردشان پیچیده و کارآئی آنها توسط عوامل متعددی کاهش می‌یابد، در خاکهای سنگین و غرقاب شده، یا در درجه حرارت‌های پائین، پخش شدن سموم تدخینی محدود می‌شود، در خاکهای رسی و خاکهای دارای مواد آلی بخش زیادی از سم توسط ذرات خاک یا مواد آلی جذب می‌شود و موجب افزایش مقدار مطلوب سم می‌گردند، در صورت استفاده این مواد در لایه سطحی خاک، به علت فرار سریع بخار، و وارد شدن آن به جو، مبارزه با آفات ممکن است ناقص بماند. سموم تدخینی خاصیت گیاه‌سوزی دارند و بایستی قبل از ظهور گیاهچه‌هایی که ممکن است دیر آشت شده باشند، از خاک خارج شوند.

در انگلستان مصرف مقادیر کم سموم تدخینی میان ردیف‌ها در هنگام کاشت یا اندکی قبل از آن در مساحت‌های کوچک جهت مبارزه با نماتدهای آزاد مقرون به صرفه است. بعد از مصرف سموم تدخینی استفاده از آفت‌کش‌های دانه‌ای کاربامات مطمئن و اقتصادی خواهد بود (کوک، ۱۹۷۵). با این وجود در بخش‌های دیگر اروپا از سموم تدخینی برای مبارزه با نماتد مولد سیست چغندر قند در سطح گسترده مخصوصاً در مزارعی که کاربرد آنها در سلامت سایر گیاهان موجود در تناوب نیز مؤثر باشد استفاده می‌شود (برای مثال در مناطق زیرکشت سیب‌زمینی که به نماتد مولد سیست سیب‌زمینی لئو نیز گلوبودرا نیز آلوده می‌باشد). معمولی‌ترین دستگاه تزریق‌کننده گاز تشکیل شده از یک غلطک قوی که در قسمت عقب دستگاه سوار شده و چرخش آن در جهت چرخش ماشین ولی سریعتر است، در اثر عبور غلطک یک سطح فشرده باقی می‌ماند که نسبتاً غیر قابل نفوذ است و از خروج سریع گاز جلوگیری می‌کند. در ایالات متحده آمریکا سموم تدخینی در سطح گسترده یا در بستر کاشت برای مبارزه با نماتد مولد سیست چغندر یا نماتد مولد غده ریشه به کار می‌رود (روبرتس و توماسون^۳ ۱۹۸۱).

سموم پاشیدنی:

علی‌رغم مصرف بعضی سموم در مرحله قبل از کاشت روی زمین (برای مثال گامکسان برای مبارزه با هزارپا، سوسکهای پیگمی، کرمهای مفتولی و پشه‌های پابلند)، اکثر این سموم به عنوان حشره‌کش روی محصولاتی که تازه از خاک بیرون آمده‌اند مصرف می‌گردند. سموم پاشیدنی برای مبارزه با اکثر آفات اندامهای هوایی گیاه در دسترس می‌باشد و در اروپای شمالی هدف معمولی سمپاشی، شته سبز هلو - سیب‌زمینی است که مهمترین ناقل ویروس زردی می‌باشد. رعایت زمان سمپاشی اهمیت دارد، در انگلستان براساس اطلاعات حاصله طرحهایی جهت هشدار دادن به زارعین در مورد میزان جمعیت شته‌ها اجرا می‌شود (هارینگتون و همکاران ۱۹۸۹، دوار و اسمیت^۴ ۱۹۹۰) سم‌پاشی ممکن است به دفعات به اجرا در آید و مراقبت لازم باید به کار رود تا از مصرف موادی که پرداتورهای طبیعی شته‌ها مانند کفش‌دوزک‌ها،

1- 1,3-dichloropropene - 1,2-dichloropropane

2- Dunning

3- Roberts and Thomason

4- Dewar and Smith

سوسکهای کارابید و بالتوری‌ها را نیز از بین می‌برند اجتناب گردد. کارایی برخی از مواد (به ویژه ارگانوفسفاتها و پیرتروئیدها) در اثر مقاوم شدن شته‌ها در سالهای اخیر کاهش یافته است (اسمیت و فوک^۱، ۱۹۸۹؛ اسمیت و همکاران^۲، ۱۹۹۰) پیدایش و آزمایش حشره‌کش‌های جدید به‌طور مستمر ادامه دارد (دوار، ۱۹۹۰) و در آینده هدف سیستم‌های مدیریت آفات بایستی به حداکثر رساندن زمان کارایی این مواد باشد.

۷-۱-۲= موجودات مفید و مبارزه بیولوژیکی

گونه‌های مختلف آفات توسط تعداد زیادی از شکارچی‌ها، انگل‌ها و عوامل بیماریزا مورد حمله قرار گرفته و در نتیجه از شدت خسارت و طول دوره خسارت روی گیاه میزبان کاسته می‌شود. با حفظ و افزایش جمعیت این موجودات مفید میتوان آنها را جایگزین یا مکمل دیگر روشهای مبارزه نمود.

شته‌های ناقل بیماری ویروسی در چغندر قند تعداد زیادی حشرات شکارچی دارند که شامل لارو و حشره کامل چندین نوع کفش‌دوزک (برای مثال آدالیابی پونکتاتا^۳، آدالیداسمپونکتاتا^۴، کوکسی نلا سپ تمپونکتاتا^۵ و پروپی له آکو آتوردسمپونکتاتا^۵ لارو چندین گونه هاورفلای (مخصوصاً در جنس‌های پلاتی کی روس، اسکوا، مراحل لارو و حشره کامل بالتوریاها) (مخصوصاً در خانواده‌های کریزو پیده و همرو بیثیده و سوسکهای زمینی) (خانواده کارابیده)، سوسکهای روو (استافیلی تیده) و کنه‌ها می‌باشند (شکل‌های ۱۰-۱۱ و ۱۱-۱۱). انتخاب زمان و نوع حشره‌کش برای انجام سمپاشی کمک می‌کند تا جمعیت این یاران متحد زارعین چغندر قند نابود نشده و اثرات مفیدشان را نشان دهند. در صورتی که استفاده از سموم پاشیدنی ضروری باشد آنهایی که مثل پریمی کارب تاثیر کمی روی این حشرات مفید دارند، ارجح می‌باشند.

پارازیت‌های شته‌ها و سایر گونه‌های آفت شامل زنبورهای پارازیت ایکنتومونیده، پراکونیده، کالسبیده که تخم‌هایشان را در داخل بدن میزبان می‌گذارند و سرانجام در اثر نشوونمای لارو باعث نابودی میزبان می‌شوند، مگس پارازیت (تاکی نیده) که بسیاری از لاروهای پروانه‌ها را مورد حمله قرار می‌دهد، نماتدهای پارازیت (مثل مرمی تیده) که به حشرات داخل خاک مانند پشه‌های پابلند حمله می‌کنند و قارچها (مثل انتومو فقتورا)، باکتریها (مانند باسیلوس تورن جین سیس) و ویروسها می‌باشند.

در حال حاضر کوشش جهت ایجاد تغییراتی در جمعیت طبیعی این موجودات مفید، واره کردن آنها به محیط ریشه یا وارد نمودن بعضی مواد ژنتیکی آنها به داخل ژرم پلاسما گیاهان صورت گرفته است (کری^۶، ۱۹۸۸، کرامپ^۷، ۱۹۹۱، توماس^۸، ۱۹۹۱). تدریجاً سهم این کارها در استراتژیهای مدیریت جمعیت آفات در قرن بیست و یکم افزایش خواهد یافت.

1- Smith and Furk

2- Adalia bipunctata

3- A.decompunctata

4- Coccinella septempunctata

5- Propylea quatuordecimpunctata

6- Kerry

7- Crump

8- Thomas

فصل دوازدهم

علفهای هرز و مبارزه با آنها

۱۲-۱- مقدمه

کشت چغندر قند در اواخر سده ۱۷۰۰ میلادی آغاز گردید، از همان هنگام، علفهای هرز از مشکلات عمده این زراعت به شمار می‌رفت. آشارد^۱ (۱۷۹۹) بر ضرورت کنترل علفهای هرز قبل از کشت چغندر قند تاکید داشت. وی همچنین متذکر شد در صورت پاک کردن مزرعه از علفهای هرز، گیاه اصلی قویتر شده و در مراحل بعدی علفهای هرز دیر رشد را خفه خواهد کرد. توصیه‌های جدید مبارزه نیز براساس تجربیات آشارد است و ضروریست در اوایل رشد، چغندر قند برتر از علفهای هرز باشد. گرچه هنوز در بسیاری از مناطق تولید چغندر قند جهت کنترل علفهای هرز از کولتیواتور تراکتوری و وجین دستی استفاده می‌شود ولی از اوایل دهه ۱۹۵۰ کاربرد علفکش‌ها از راههای اولیه کنترل علفهای هرز بوده است (شوینز و دکستر^۲ ۱۹۷۸). این فصل به طور کلی به مسایل مربوط به علفهای هرز و کنترل آنها در زراعت چغندر قند اختصاص دارد. با این وجود، زیست‌شناسی و اکولوژی علفهای هرز مهم چغندر قند در حدی که به مبارزه با آنها مربوط می‌شود نیز مطرح شده است. جهت کسب اطلاعات بیشتر در مورد بیولوژی می‌توان به آلدریچ^۳ ۱۹۸۴، گوین^۴ و مورائی^۵ ۱۹۸۵، هیل^۶ ۱۹۷۷، رادوزویچ^۷ و هولت^۸ ۱۹۸۷ مراجعه نمود.

1 - Achard

2 - Dexter

3 - Aldrich

4 - Gwynne

5 - Murray

6 - Hill

7 - Radosevich

8 - Holt

۲-۱۲- علف‌های هرز

۱-۲-۱۲- پراکنش و اهمیت علفهای هرز از نظر کشاورزی

مشکل علفهای هرز برخلاف حشرات، بیماریها و نماتدها به حدی است که در صورت عدم مبارزه با آنها زراعت چغندرقند را از بین خواهد برد (جانسن^۱ ۱۹۷۲). در دنیا حدود ۲۵۰ گونه علف هرز مهم وجود دارد که ۶۰ گونه از آنها در اکثر نواحی زیرکشت چغندرقند یافت می‌شوند. حدود ۷۰ درصد علفهای هرز مزارع چغندرقند پهن برگ و بقیه باریک برگ می‌باشند. معمولاً کمتر از ۱۰ گونه از علفهای هرز مهم در تمامی مزارع چغندرقند یافت می‌شوند. دو گونه علف هرز دائمی آگروپرون^۲ و پیچک صحرایی^۳ و ده گیاه یک ساله، علفهای هرز مهم مزارع چغندرقند را در جهان تشکیل می‌دهند (هولم^۴ و همکاران ۱۹۷۷). پهن برگهای یک ساله عبارتند از: تاج خروس وحشی^۵، سلمک^۶، بابونه^۷ معمولی، علف هفت‌بند^۸، فالوپیا^۹، خردل وحشی^{۱۰} و گندمک^{۱۱}، باریک برگهای یک ساله نیز شامل^{۱۲} سورف، پوآ^{۱۳} و چسبک^{۱۴} می‌باشد. از سلمک که جزء خانواده اسفناجیان است، مکرراً به عنوان علف هرز در زراعت چغندرقند یاد شده است. همچنین بذر چغندرقند که توسط گیاه بگل رفته تولید و یا توسط زارع به مزرعه وارد شده باشد نیز جزء علفهای هرز مهم منظور می‌شود. فهرست کاملی از علفهای هرز مهم در جدول ۱-۱۲ آمده است.

جدول ۱-۱۲- اسامی علمی و عمومی مهمترین علفهای هرز زراعت چغندرقند که در این فصل از آنها نام برده شده است.

نام فارسی یا انگلیسی	نام علمی
گاو پنبه	Abutilon theophrasti Medic
آگروپرون - مرغ	Agropyron repens (L.) Beauv.
آگروپرون - مرغ	(=Elymus repens)
دم روباهی صحرایی	Alopecurus myosuroides Huds
تاج خروس خوابیده	Amaranthus blitoides S.wats.
Powell amaranth	Amaranthus powellii S.wats.
تاج خروس وحشی	Amaranthus retroflexus L.
امبریز - Common rigweed	Ambrosia artemisiifolia L.
بولاف وحشی	Avena fatua L.
کلزا - منداب	Brassica napus L.
کیسه کشیش	Capsella bursa-pastoris (L.) Medic

1 - Jansen	2 - Elymus repens	3 - Convolvulus arvensis
4 - Holm	5 - Amaranthus retroflexus	6 - Chenopodium album
7 - Matricaria camomilla	8 - Polygonum aviculare	9 - Fallopia convolvulus
10 - Sinapis arvensis	11 - Stellaria media	12 - Echinochloa crus-galli
13 - Poa annua	14 - Sclaria viridis	

نام علمی	نام فارسی یا انگلیسی
<i>Chamomilla suaveolens</i> (L.) Rauschert	Pine appleweed
<i>Chenopodium album</i> L.	سلجک
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	کنگر وحشی
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	پیچک صحرایی
<i>Cyperus esculentus</i> L.	اویارسلام
<i>Datura stramonium</i> L.	تاتوره
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) Beauv	سورف
<i>Elymus repens</i> (L.) Gould	آگروپرون
<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) A. Love (= <i>Polygonum convolvulus</i>)	(= <i>Agropyron repens</i>) علف هفت بند
<i>Gallium aparine</i> L.	بی تی راخ - علف شیر
<i>Helianthus annuus</i> L.	آفتابگردان معمولی
<i>Kochia scoparia</i> (L.) Schrad.	جاروی زینتی
<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	چچم ریشکدار
<i>Malva neglecta</i> Wallr.	پنیرک
<i>Malva parviflora</i> L.	پنیرک
<i>Matricaria chamomilla</i> L.	بابونه گاوی
<i>Mercurialis annual</i>	مرکروج - سلمه تره
<i>Physalis</i> spp	عروسک پشت پرده
<i>Poa annua</i> L.	چچم یک ساله
<i>Polygonum aviculare</i> L.	علف هفت بند
<i>Polygonum convolvulus</i> L. (= <i>Fallopia convolvulus</i>)	علف هفت بند
<i>Polygonum persicaria</i> L.	علف هفت بند
<i>Polygonum lapathifolium</i> L.	علف هفت بند
<i>Polygonum</i> spp	خرفه
<i>Portulaca oleracea</i> L.	ارزن وحشی
<i>Setaria glauca</i> (L.) Beauv.	انواع ارزن وحشی
<i>Setaria</i> spp.	دم روباهی
<i>Setaria viridis</i> (L.) Beauv	خردل وحشی
<i>Sinapis arvensis</i> L.	تاجریزی
<i>Solanum nigrum</i> L.	تاجریزی کرکدار
<i>Solanum sarrachoides</i> Sendtner	سیب زمینی
<i>Solanum tuberosum</i> L.	شیر تیغک
<i>Sonchus arvensis</i> L.	قیاق
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	گندمک
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	گزنه
<i>Urtica urens</i> L.	بنفشه کوهی
<i>Viola arvensis</i> Murr.	توق
<i>Xanthium strumarium</i> L.	

۲-۲-۱۲- زیست‌شناسی علفهای هرز مهم

مخازن بذر

مخازن بذر شامل ذخیره بذرهای علفهای هرز می‌باشند که تحت شرایط مطلوب ممکن است با جوانه زدن سر از خاک در آورده و با چغندر قند رقابت کنند. این مخازن در اکثر خاکهای زراعی حاوی مقدار زیادی از بذر علفهای هرز هستند که تعداد آنها از ۴۱۰۰ تا ۱۳۷۰۰ عدد بذر در متر مربع تغییر می‌کند (ویلسون^۱ ۱۹۸۷). تعداد و ترکیب بذر علفهای هرز در هر خاکی متفاوت است ولی رابطه نزدیکی با شرایط آب‌وهوایی، خاک، نوع کشت، آماده نمودن زمین و عملیات مدیریت علفهای هرز دارد.

مخازن بذر دارای بذرهائی با سنین متفاوت هستند. طول عمر بذر بر اثر دفن شدن در خاک یا پوشیده شدن توسط بقایای گیاهی افزایش می‌یابد. تعیین تعداد و گونه‌های علف هرز سالیانه مزارع و تشخیص قوه نامیه بذرهائی که نزدیک به سطح زمین قرار دارند به مدیریت علفهای هرز بستگی دارد.

محدود نمودن احیاء مخازن بذر در جهت تدوین صحیح برنامه‌های مربوط به مدیریت علفهای هرز، اهمیت فراوانی دارد. برنامه‌های تلفیقی مانند مناسب‌ترین تناوبهای زراعی، مصرف علف‌کش‌ها و عملیات آماده کردن زمین و کاشت، نقش مهمی در محدود نمودن تعداد و تنوع بذر علفهای هرز این مخازن دارند. گزارش شوایزر و زیمدال^۲ (۱۹۸۴) نشان داد استفاده از تناوب و علف‌کشیهای مختلف در یک دوره ۶ ساله، میزان بذر گیاهان هرز یک ساله را تا ۹۶ درصد کاهش می‌دهد (شکل ۱-۱۲). زیر کشت بردن زمین در مقایسه با آیش گذاردن آن نیز می‌تواند با سرعت مضاعف ذخیره بذر خاک را کاهش دهد. رابرتس^۳ (۱۹۷۰) اظهار داشت کاهش سالانه بذر برای بعضی گونه‌ها تصاعدی و برای اکثر گونه‌ها بین ۳۰ تا ۶۰ درصد می‌باشد، باین حال این میزان کاهش می‌تواند برای یولاف وحشی و سوروف به ترتیب تا ۸۰ و ۹۰ درصد باشد (الدريج ۱۹۸۴).

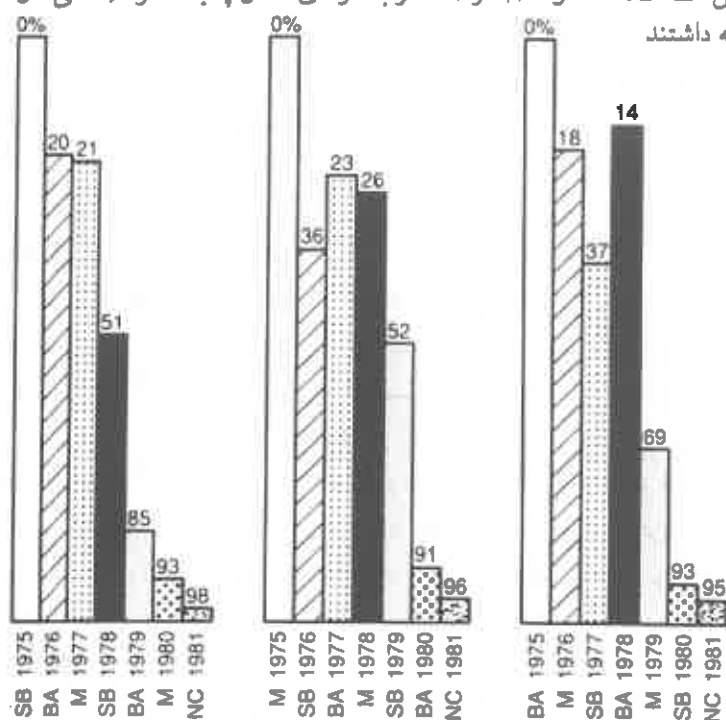
در نواحی با مخازن بذر علف هرز زیاد بایستی یک سیستم قوی مدیریت علف هرز را به مدت دو تا چهار سال اعمال نمود و زمانیکه میزان ذخیره بذر تا حد زیادی کم شد، می‌توان این مقدار کم را با مصرف مرتب مقادیر مناسب علف‌کش و بکار بستن عملیات آماده نمودن و کاشت، ثابت نگاه داشت. با وجود این گاهی اوقات میزان ذخیره بذر به علل زیر افزایش می‌یابد:

- ۱- هنگامی که به خاطر شرایط نامساعد، کشت کرپه، عدم مصرف علف‌کش در زمان مناسب و کاهش کارایی علف‌کش، علفهای هرز باقیمانده به بذر می‌نشینند.

- ۲- ورود بذرهائی جدید علف هرز توسط باد، آب، کود دامی و یا بذر آلوده سایر گیاهان زراعی
- ۳- مقاوم شدن بعضی از علفهای هرز به علف‌کش‌ها.

طول عمر بذر

در برنامه‌ریزی و طراحی سیستم مدیریت علفهای هرز در زراعت چغندر چند مدت زمان خواب بذر علفهای هرز از اهمیت بالایی برخوردار است. به جهت خطر جوانه‌زدن و سبز شدن بذر علف‌های هرز داخل خاک بایستی با آنها مبارزه کرد. عواملی مانند نوع گیاه، عملیات کاشت و سایر عوامل مؤثر در جوانه‌زنی، روی طول دوره خواب بذر مؤثر هستند. بذر اکثر علفهای هرز در زمینهای زیرکشت عمر طولانی ندارند، متوسط طول دوره زنده ماندن برای بسیاری گونه‌ها کمتر از ۶ سال است. در یک بررسی روی طول دوره زنده ماندن بذرهای دفن شده سوروف^۱ در خاک، مشخص شد که تمامی بذرها در مدت ۵/۵ سال از بین رفته و کمتر از یک درصد بذر گیاهانی مانند توق^۲، خرفه^۳ و تاج خروس وحشی^۴ قوه نامیه خود را حفظ کرده‌اند، با این وجود طی همین مدت، حدود ۳۶ درصد از بذرهای گاو پنبه^۵ قوه (اگلی^۶ و چاندلر^۷ ۱۹۸۳). نامیه داشتند



شکل ۱-۲- درصد کاهش تعداد کل بذر علفهای هرز طی دوره شش ساله بدنبال مصرف میزان معمول علف‌کش در تناوب کشت جو (Ba) ذرت (M) و چغندر (SB) در سال ۱۹۸۱. زمین آیش بود (NC) (شویر و زیمدال ۱۹۸۴).

1 - E. cruss-galli

2 - Xanthium Strumarium

3 - Portulaca oleracea

4 - A. retroflexus

5 - Abotilon theophrasti

6 - Egley

7 - Chandler

در صورت مساعد بودن شرایط محیط برای جوانه زدن بذرها، طول عمر آنها کمتر می شود. بالطبع کشت و زرع نقش تعیین کننده در جوانه زدن سریع آنها دارد، زیرا این عمل، بذرها را به سمت شرایط محیطی محدود سوق می دهد. روبرتس (۱۹۷۰) دریافت که جمعیت بذرهای زنده علف هرز در صورتی که در یک سال، زمین چند نوبت شخم بخورد سریعتر از هنگامی که زمین در آن مدیریت، بایر بماند، کاهش خواهد یافت.

طول عمر بذر تابع درصد بذرهای جوانه زده و تعداد بذر تولید شده توسط علف هرز است. در صورتیکه سالانه ۵۰ درصد بذرها از بین رفته و بذر جدیدی نیز تولید نشود، بعد از ۶ سال میزان بذر زنده موجود دو درصد مقدار اولیه خواهد بود. به شرط سبز شدن ۹۸ درصد بذرها، این مقدار کاهش در همان سال اول بدست خواهد آمد.

در صورت ادامه روند جوانه زنی به این شکل، در پایان سال ششم، تمامی بذرهای زنده، از خاک ریشه کن خواهند شد (انیس^۱ ۱۹۷۷). مشخص شده است که افزایش میزان جوانه زدن به همراه ممانعت از تولید بذر می تواند زمان لازم جهت کاهش جمعیت علف هرز را تا حد باورنکردنی کمتر نماید.

تولید بذر

علف های هرز زراعت چغندر قند از نظر توانایی بالقوه تولید بذر تفاوت زیادی با یکدیگر دارند. به عنوان مثال توانایی تولید بالقوه بذر برای بعضی علف های هرز یک ساله مانند یولاف وحشی^۲، تاج خروس وحشی^۳، سلمک^۴ و سوروف^۵ به ترتیب ۲۵۰، ۱۷۴۰، ۷۲۴۵۰ و ۷۱۶۰۰ عدد به ازاء هر بوته می باشد (استیونس^۶ ۱۹۳۲). تولید حقیقی بذر هر گیاه از سالی به سال دیگر و بسته به عوامل مختلف از قبیل رقابت بین گونه ای و درون گونه ای، شرایط محیطی، اثر بازدارنده علف کشها و زمان سبز کردن، تفاوت زیادی دارد. برنامه های مدیریت علف هرز عملاً "میزان تولید بذر را کم می کند ولی قادر به توقف کامل آن نیست چرا که بعضی از این عوامل از کنترل ما خارج هستند. در آینده، میزان تولید بذر علف های هرز به جهت تاکید بر روی کشاورزی آلی و پایدار و مدل سازی زیست - اقتصادی علف های هرز و گیاهان زراعی احتمالاً به جای کاهش، افزایش خواهد یافت.

زمان جوانه زدن

دوره سبز شدن بعضی از علف های هرز یک ساله کاملاً^۷ مشخص شده است (اگلی ۱۹۸۶). برای مثال اوج زمان سبز کردن تاج خروس وحشی و سلمک از اواسط بهار تا اوایل تابستان است.

1 - Ennis
4 - Calbun

2 - A.fatua
5 - E.crus-galli

3 - A.retroflexus
6 - Stevens

حال آنکه این دوره برای علف هرز هفت‌بند از اواخر بهار الی اواسط تابستان می‌باشد (هیل ۱۹۷۷). زمان سبز کردن علفهای هرز در زراعت چغندر قند نقش کلیدی در برنامه‌های مدیریت علفهای هرز ایفا می‌کند (رجوع کنید به ۱-۳-۱۲ و ۲-۳-۱۲).

۱۲-۲-۳- رقابت علفهای هرز و تاثیر زمان حذف آنها

علفهای هرز برای استفاده از نور، مواد غذایی و آب با گیاه چغندر قند رقابت می‌کنند. در اراضی فاریاب و دیمی که از نظر آب و مواد غذایی کمبودی وجود ندارد، نور اولین عامل محدود کننده است (زیمدال ۱۹۸۰). علفهای هرز یک‌ساله خصوصاً انواع پهن برگ به جهت آنکه همزمان یا اندکی بعد از چغندر قند سبز می‌شوند و با رشد طولی بیشتر روی گیاه اصلی سایه می‌اندازند، بیشترین قدرت رقابت را دارند. ارتفاع این گیاهان مزاحم غالباً تا اواسط تابستان دو الی سه برابر چغندر قند می‌شود. با افزایش تراکم علفهای هرز، نور محدودتر و در نتیجه عملکرد ریشه و ساکارز شدیداً نقصان می‌یابند. میزان این اکت، بسته به توانایی رقابت، تراکم و طول زمانی که علف هرز با چغندر قند رقابت می‌کند، تغییر می‌یابد. امکان دارد که آلودگی شدید علفهای هرز در طول فصل رشد و عدم مبارزه با آنها، منجر به از بین رفتن کامل محصول شود. عدم مبارزه با علف هرز طی چهار هفته بعد از کاشت یا چهار هفته بعد از آنکه محصول به مرحله دوبرگی رسید، قادر است باعث کاهش عملکرد ریشه به میزان ۲۶ الی ۱۰۰ درصد شود (شوایزر و دکستر ۱۹۸۷). علفهای هرزی که هشت هفته بعد از کاشت محصول یا خصوصاً بعد از مرحله هشت برگی چغندر قند، سبز می‌شوند تاثیر کمتری روی کاهش عملکرد دارند.

(اسکات^۱ و همکاران ۱۹۷۹) نشان دادند که قدرت رقابت علفهای هرز یک ساله پهن برگ در مقایسه با باریک برگها معمولاً بیشتر است. بدیهی است که با افزایش تعداد علف هرز، میزان عملکرد کاهش بیشتری می‌یابد. آنچه که جای شگفتی است اینکه با وجود جمعیت کم علف هرز، باز اکت عملکرد داریم با توجه به صرف زمان و هزینه زیاد جهت کنترل علفهای هرز، معمولاً یک الی پنج درصد علفهای هرز جوانه زده، زنده مانده و با گیاه اصلی رقابت می‌کنند. وجود یک الی دوازده عدد از یک گونه علف هرز پهن برگ در طول هر ردیف ۳۰ متری و رقابت آنها با چغندر قند طی تمامی دوره رشد و نمو منجر به ۶ الی ۱۲ درصد کاهش در عملکرد می‌شوند همین مقدار علف هرز از گونه‌های مختلف به همین نحو باعث ۱۱ الی ۲۴٪ کاهش محصول می‌گردد (شوایزر و دکستر ۱۹۸۷). چغندر علفی^۲ با تراکم یک گیاه در هر متر مربع، عملکرد ریشه را یازده درصد کاهش می‌دهد (لانگدن^۳ ۱۹۸۹).

سیستمهای مدیریت علفهای هرز را به گونه‌ای باید اعمال نمود که رقابت علفهای هرز حداقل و تولید محصول و درآمد خالص در حد مطلوب باشد. برای این منظور لازم است تا محدوده علفهای هرز تعیین و همچنین ترکیب علف‌های هرز مشخص گردد. این محدوده یا مرزها بسته به تفسیر یا تعاریف، متفاوت هستند (کوزنز^۱ و همکاران ۱۹۸۵)، ولی اطلاعات لازم را در مورد تراکم علف هرز که از نظر مبارزه ترجیح اقتصادی دارد، در اختیار زارع قرار میدهد. جهت تعیین این حدود، عوامل زیادی مانند تاثیر علف هرز روی کمیت و کیفیت محصول، برگشت بذر علف هرز به خاک و هزینه مبارزه دخالت دارند (کوزنز ۱۹۸۶). پیش‌بینی تاثیر جمعیت علف‌های هرز از نظر صرف هزینه مناسب برای مبارزه با آنها، تولیدکنندگان را یاری می‌دهد تا پیش‌بینی تخمین افت عملکرد چغندر قند براساس تعداد علفهای هرزی که در تمام مراحل رشد و نمو با محصول اصلی رقابت می‌کنند را تعیین نمایند. (شکل ۲-۱۲) مشخص می‌کند که قدرت رقابت آفتابگردان معمولی^۲ سه برابر سلمک^۳ و جاروی زیتنی^۴ و پنج برابر تاج خروس^۵ وحشی و گاو پنبه^۶ میباشد (شوینر و لوریدسون^۷ ۱۹۸۵).

ممکن است تعداد علف هرز در مقایسه با وزن آن، شاخص مناسبی برای تعیین رقابت علف هرز نباشد، چرا که رابطه تعداد علف هرز با عملکرد محصول اساساً غیرخطی (زیگموئیدی)^۸ است، حال آنکه رابطه وزن علف هرز با عملکرد محصول از نوع خطی میباشد (آلدريج^۹ ۱۹۸۴). همچنین در صورت سمپاشی علفهای هرز با علفکش‌ها و توقف رشد آنها در طول فصل زراعی، تعداد علفهای هرز با افت عملکرد ریشه رابطه مناسبی ندارد (شوینر ۱۹۸۱). معیاد تعیین و شمارش گیاهچه علفهای هرز، راه ساده، سریع و غیر مخربی جهت تعیین کاهش بالقوه عملکرد در نتیجه رقابت با علف هرز می‌باشد.

تعیین زمان مناسب جهت حذف هرچه سریعتر علفهای هرز همچنین زمانی که حذف آنها از مزرعه نتیجه‌ای ندارد، در پی‌ریزی برنامه‌های مدیریت علف‌های هرز دارای نقش اصلی است. چغندر قند می‌تواند علف هرز را از دو الی هشت هفته بعد از سبز شدن تحمل نماید که این امر بسته به نوع علف هرز، زمان کاشت، زمان سبز شدن علف هرز در مقایسه با محصول اصلی و شرایط محیطی متغیر است (اسکات و همکاران، ۱۹۷۹). این دوره معمولاً برای علف‌های هرز پهن برگ کوتاه‌تر از انواع باریک برگ می‌باشد. شکل ۳-۱۲ نشان‌دهنده تاثیر جاروی زیتنی^{۱۰} بر روی عملکرد ریشه و یک سری روابط میان چغندر قند و علف هرز است. با شروع رقابت جاروی زیتنی و حضور مستمر آن در مزرعه، عملکرد ریشه شدیداً کاهش می‌یابد. منحنی

1 - Cousens

2 - Helianthus annuus

3 - Calbum

4 - Kochia Scoparia

5 - A.Powellii

6 - Abotiton theophrasti

7 - Lauridson

8 - Sigmoidal

9 - Aldrich

10 - D.scoparia

عملکرد ریشه در غیاب علف هرز نشانگر افزایش قدرت رقابتی محصول است. تفاوت طول این دو دوره در آزمایشهای مربوط به مدیریت علفهای هرز کاربردهای مهمی دارد. دوره بحرانی مبارزه با علفهای هرز مزرعه چغندر قند بین مراحل چهار الی دوازده برگی محصول است (داوسون^۱ ۱۹۷۴، اسکات و همکاران ۱۹۷۹). اسکات و همکاران (۱۹۷۹) تخمین زدند زمانی که محصول به مرحله چهار تا شش برگی می‌رسد، میزان افت عملکرد در شش هفته بعدی یک ونیم درصد به ازاء هر روز می‌باشد.

Helianthus annuus 36

Kochia scoparia 12

Chenopodium album 12

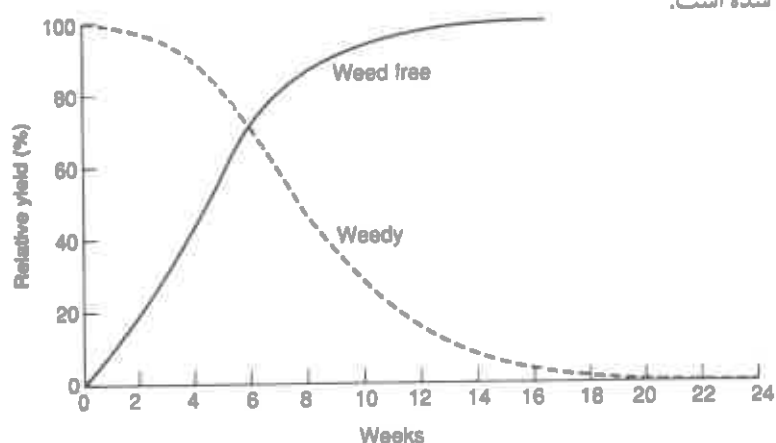
Amaranthus powellii 7

Abutilon theophrasti 7

شکل ۱۲-۲. تخمین افت عملکرد ریشه چغندر قند توسط پنج نوع علف هرز پهن برگ با تراکم درون گونه‌ای شش گیاه در ردیفهای ۳۰ متری. اعداد با استفاده از معادلات رگرسیون پلی‌نومیل برای هر نوع علف هرز بدست آمده و نمایانگر میانگین دوسال میباشد (داده‌ها از شویزر ۱۹۸۳).

شناخت تاثیر طول دوره رقابت علفهای هرز در زمانهای مختلف بر روی افت عملکرد چغندر قند، امکان تعیین زمانهای مناسب مبارزه با آنها را فراهم می‌نماید. دوره مزاحمت علفهای هرز در مزارع چغندر قند امریکا در سه مقطع زمانی مشخص دسته‌بندی شده است (داوسون ۱۹۷۴). دوره اول از زمان کاشت تا مرحله تنک کردن. دوره دوم از مرحله تنک کردن تا حداکثر زمانی که تراکتور می‌تواند وارد مزرعه شود و دوره سوم از انتهای مرحله دوم به بعد. این سه دوره در هر ناحیه چغندرکاری وجود دارد، اما طول مدت و زمان شروع هر دوره بسته به شرایط محل و نحوه مبارزه متفاوت است. در اراضی قاریاب، علفهای هرز در هر سه مرحله سبز می‌شوند، لیکن در اراضی دیم این امر صادق نیست. کنترل علف هرز در یک مرحله تاثیری روی سبز شدن آنها در مراحل بعدی ندارد، مگر آنکه از علف‌کش‌هایی که در خاک با دوام هستند، استفاده شود. با توجه به استفاده از بذر تک جوانه در اروپای شمالی و عدم نیاز به تنک کردن، مبارزه با علفهای هرز اکثراً در مرحله اول صورت می‌گیرد و تاکید کمتری روی مبارزه در مراحل

بعدی می‌شود. بالطبع استفاده از علف‌کش در مراحل بعدی متاثر از نوع علف‌کشی است که قبلاً استفاده شده است.



شکل ۳-۱۶. اثرات دوره‌های عاری از علف و علفی بودن مزرعه بعد از سبز شدن چغندر قند بر روی محصول ریشه. علف هرز جاروی زیتنی بوده است (اطلاعات و دراسپون و شوازر)

به جهت حساسیت گیاهچه‌های چغندر قند به علف‌کش و مدفون شدن آنها زیر خاک توسط ادوات کاشت، مبارزه با علفهای هرز در مرحله اول بسیار مشکل است. طی مرحله دوم، گیاهچه‌های چغندر قند بزرگتر شده و مقاومتشان در برابر ادوات مکانیکی و علف‌کش‌ها بیشتر می‌شود. عمده‌ترین مشکل در دو مرحله اول و دوم سبز شدن علف‌های هرز روی ردیف‌ها است. علف‌های هرز موجود در وسط ردیف‌ها را به آسانی می‌توان با عملیات کاشت مهار نمود. رشد گیاه چغندر قند در مرحله سوم به حدی می‌رسد که علف‌های هرز تازه سبز کرده را به راحتی خفه می‌کند (داوسون، ۱۹۶۵). در صورت استقرار ناقص گیاه اصلی یا فقدان بوته‌های سالم و قوی چغندر قند در مرحله سوم، تعیین شدت مبارزه ضروری است.

کاربرد یکی از روشهای مبارزه با علفهای هرز در مرحله بحرانی (زمانی که حذف علف هرز سودمندترین تاثیر را روی عملکرد محصول دارد) ممکن است محدود گردد. استفاده از وجین دستی مستلزم پیدا کردن کارگر می‌باشد. در صورت کاربرد علف‌کشها بایستی در مرحله مناسبی از رشد محصول و علف هرز از علف‌کش‌های پس از رویش استفاده نمود، در این حالت ممکن است این مرحله مصادف با دوره بحرانی نباشد. استفاده از روش مبارزه مناسب برای پاک کردن مزرعه از علف هرز تنها به جهت جلوگیری از افت عملکرد نیست، بلکه اهداف دیگری مانند برداشت راحت‌تر و تمیزتر محصول نیز اهمیت دارند.

علفهای هرز چند ساله مانند کنگر صحرایی^۱، پیچک صحرایی^۲، شیر تیغک^۳ و آگروپرون^۴ غالباً مزارع چغندر قند را آلوده می کنند (سولیوان^۵ و فیشر^۶ ۱۹۷۱، شکل ۴-۱۲). این گیاهان می توانند موجب کاهش عملکرد شوند، اما خسارت آنها را کمتر مزارع جزئی است، زیرا رشد و نمو شان تا هنگام رشد کامل چغندر قند بوسیله عملیات زراعی محدود می گردد.



شکل ۴-۱۲. آلودگی مزرعه چغندر قند به علف آگروپرون

۴-۱۲. مبارزه با علفهای هرز

۴-۱۲-۱. روشهای فیزیکی

وجین دستی

در هنگام نگارش اولین راهنما توسط آشارد در سال ۱۷۹۹، روشهای اصلی کنترل علفهای هرز، استفاده از کج بیل و وجین دستی بود. وجین کار در مرحله ای که گیاهچه چغندر قند کوچک و ضعیف بود انجام می شد و استفاده از کج بیل تنها بعد از استقرار قطعی گیاه صورت می گرفت. استفاده از فوکا (کج بیل) تا دهه ۱۹۶۰ که بذر تک جوانه معرفی شد، جزء اساسی

1 - *Cirsium arvense*

2 - *Convolvulus arvensis*

3 - *Sonchus arvensis*

4 - *Elymus repens*

5 - Sullivan

6 - fischer

عملیات مربوط به کشت و کار چغندر قند بود (شکل ۵-۱۲). با ورود بذر تک جوانه وامکان استفاده بیشتر از علف‌کشیهای مناسب‌تر و همچنین افزایش هزینه کارگر، استفاده از فوکا برای مبارزه با علفهای هرز در اکثر کشورها کمتر و کمتر گردید. در کشت با بذر تک جوانه، بایستی هنگام وجین علفهای هرز نزدیک گیاهچه چغندر قند دقت زیادی نمود، زیرا در صورت از بین رفتن گیاه اصلی، فاصله میان آنها زیاد می‌شود، به این دلیل وجین دستی ضروری بود. در هر حال در کشت بذر تک جوانه، استفاده از فوکای دسته بلند در مقایسه با دسته کوتاه نیاز به زمان کمتری دارد. در نواحی یا کشورهایی که نیروی کارگر فراوان و ارزان است، هنوز استفاده از کارگر، اقتصادی و با صرفه است (ویلاریاس مورادیلو^۱ ۱۹۸۶، شویز رودکستر ۱۹۸۷). در بعضی کشورها خصوصاً کشورهای شمال اروپا به خاطر هزینه بالای کارگر، استفاده از نیروی انسانی تنها در مزارع کوچکی که از نیروی کار اعضاء آن خانواده استفاده می‌شود، مقرون به صرفه می‌باشد. معمولاً استفاده از فوکا با وجین‌کن موتوری و علف‌کشها همراه است. با این وجود اکثراً آب و هوا در تعیین میزان نیروی کارگر جهت کنترل علفهای هرز اهمیت دارد. غالباً در صورت کاهش فعالیت علف‌کش و عدم تاثیر کامل آن مبارزه دستی ضرورت پیدا می‌کند (نئورورر^۲ ۱۹۸۵).



شکل ۵-۱۲- وجین دستی علفهای هرز با فوکای دسته بلند و دسته کوتاه

1 - Villarias Moradillo

2 - Neururer

هنوز در بعضی کشورها استفاده از نیروی کارگر و وجین دستی برای کنترل علف هرز در قطعات دارای چغندر علفی یا به ساقه رفته توصیه می‌شود. روش جایگزین جهت حذف این گیاهان مزاحم، قطع آنها از سطح خاک با استفاده از بیل تیز یا وسیله‌ای مشابه آن می‌باشد. در صورتیکه چغندرقند علفی بذر نداده باشد کافی است که آنها را قطع و در مزرعه رها نمود، ولی اگر بذر تولید شده باشد، حتماً بایستی بعد از حذف گیاه، آنها را به خارج از مزرعه انتقال داد (لانگدن ۱۹۸۷).

عملیات زراعی مکانیکی

در اواسط قرن نوزدهم فوهلینگ^۱ (۱۸۵۹) به استفاده از کج‌بیل‌های مکانیکی برای کار در مزارع چغندرقند اشاره کرد. این وسیله توسط اسب یا گاو کشیده و خاک میان ردیفها را برهم می‌زد. در آن زمان استفاده از فوکا در بین ردیفهای کاشت و نیز وجین دستی علفهای هرز نزدیک چغندرقند ضروری بود. با این وجود، حتی در اواخر نیمه دوم قرن نوزدهم، استفاده از نیروی کارگر در اراضی وسیع زیر کشت چغندرقند بعلت کمبود کارگر بدون اشکال نبود (ورنر^۲ ۱۸۸۸). یکی از طرق اولیه برای مبارزه با علفهای هرز، استفاده از فن بستر کشت مانده^۳ بود. در این روش، مزرعه را برای کشت آماده می‌کردند، ولی بجای کشت چغندرقند، آنرا برای مدتی رها می‌نمودند تا علف هرز در آن سبز شود آنگاه مجدداً عملیات آماده نمودن زمین را انجام می‌دادند. علی‌رغم اینکه استفاده از این روش تا حدی علفهای هرز را کنترل می‌کرد ولی بجهت تاثیر منفی روی بستر کاشت، افزایش هزینه و کمره شدن کشت، در حال حاضر منسوخ شده است. زارعین کشورهای شمال اروپا و ایالات متحده آمریکا، به مجرد رفع خطر سرما که ساقه‌رفتن را در پی دارد به خوبی از تاثیر کشت هراکشت، در بهبود عملکرد آگاهی کافی دارند. این زارعین به جای استفاده از روش بستر کشت مانده، ترجیح می‌دهند تا در اولین فرصت اقدام به کشت نمایند. در کشورهایی که از نظر زمان کاشت محدودیت وجود ندارد و شرایط خاک نیز مناسب است، این روش راه مناسبی برای کاهش جمعیت علفهای هرز می‌باشد.

در حال حاضر در خاکهای سبکتر اروپا، استفاده از فاروهای فشاری همراه با شخم رایج است. این طریقه شکل دیگری از روش بستر کشت مانده است که در آن امکان استفاده از علف‌کش‌های قبل و بعد از کاشت جهت کنترل علف‌های هرز سبز شده قبل از گیاه اصلی فراهم می‌گردد.

تهیه بستر کاشت تاثیر زیادی روی سبز کردن علفهای هرز دارد. آماده نمودن زمین موجب خرد شدن کلوخه‌ها و نرم‌تر شدن خاک می‌شود. در این حال در مقایسه با بستر نامناسب، امکان سبز شدن تعداد بیشتری علف هرز فراهم می‌شود (ترپسترا^۴ ۱۹۸۶). هر نوع مبارزه علیه علف

1 - Fuhling

2 - Werner

3 - Stale Seedbed

4 - Terpstra

هرز (مکانیکی یا شیمیایی) بر روی علف‌های هرز کوچک تاثیر بیشتری دارد. بنابراین استفاده از روشهای مختلف مبارزه قبل از ظهور بوته‌های چغندر قند می‌تواند بسیار مؤثر باشد. در اکثر کشورها جهت از بین بردن علف هرز در بستر کاشت از هرس دندان‌ه مستقیم استفاده می‌شود زیرا دندان‌ه آن عمیقاً در خاک فرو نمی‌رود هرچند که انواع دیگر هرس مانند هرس دندان‌ه فتری وجود دارند که با علفهای هرز بهتر مبارزه می‌کنند ولی چون عمق کارشان زیاد است با خشک کردن رطوبت خاک موجب کاهش میزان استقرار گیاه در خاک می‌شوند (نئورورر^۱، ۱۹۷۷).

در اکثر کشورها تا دهه ۱۹۷۰ جهت از بین بردن علفهای هرز بین ردیف‌های چغندر قند استفاده از هرس مکانیکی ابتدا با اسب و گاو و بعداً با تراکتور معمول بود (شکل ۶-۱۲). ولی امروزه در اکثر کشورهای تولید کننده چغندر قند از هرس‌های کاملاً سوار بر تراکتور استفاده می‌شود. استفاده از هرس تراکتوری شامل این موارد می‌باشد.

۱- برای از بین بردن علفهای هرز بین ردیف‌ها، هنگامی که علفهای هرز روی ردیف‌ها توسط علف‌کش کنترل شده باشد.

۲- زمانی که استفاده از علف‌کش دیر شده باشد یا آلودگی علف هرز ناچیز باشد و بالاخره آنکه بعضی از علفهای هرز چنان بزرگ شده باشند که از بین بردن آنها با علف‌کش ممکن نباشد.

۳- مبارزه با علفهای هرز مهمی مانند چغندر علفی و انواع علفهای هرز چند ساله

۴- درآوردن شیارهایی مانند جوی آبیاری



شکل ۶-۱۲. یک هرس با نیروی کششی اسب

در هر سهای مهم از تیغه‌های ثابت استفاده می‌کنند (شکل ۷-۱۲) با این وجود برخی از آنها تیغه‌های دواری دارند که علف‌های هرز بزرگتر را کاملاً خرد می‌کنند. کولتیواتورهای دوار پر قدرت سرعت کارشان کمتر و هزینه نگهداریشان بالا است. به منظور جلوگیری از خفه شدن گیاهچه‌های چغندر قند در اوایل رشد توسط خاک می‌بایست از گاردها، دیسکها یا تیغه‌های بلند قلمی استفاده نمود. با این حال نباید گیاهچه‌ها را در پشته رها کرد، زیرا اینکار موجب خشک شدن آنها توسط هوا یا باد می‌شود. باید توجه داشت به محض بزرگ شدن گیاهچه‌ها لازم است گاردها و دیسکها را برداشته تا به برگهای قدیمی تر آسیب نرسانند. در زمانی که خطر فشردن خاک اطراف ریشه‌های در حال رشد به حداقل رسید، بایستی تراکتور را به چرخهای باریک مجهز نمود.

حتماً هرس را بایستی با تعداد ردیفهای کاشت هماهنگ نمود. در غیر این صورت هرس زدن باعث از بین رفتن بعضی ردیفها خواهد شد. افزایش فاصله بین ردیفها منجر به ساخت هرس‌هایی با عرض کار بیشتر گردید. همچنین نیاز به سرعت کار زیاد تر باعث تکامل هرس‌های خود کنترل شده است. معمولی‌ترین سیستم خود کنترل مجهز به دندانه نشان داری در روی ماشین کاشت است که با گذاردن شیار در چرخ پیرونی، موجب کنترل حرکت هرس می‌شود. سرعت کار این نوع هرس‌ها در مقایسه با هرس‌هایی که بادست کنترل می‌شوند به ترتیب ۸ و ۳/۵ کیلومتر در ساعت می‌باشند (مک‌کلین^۱ و می^۲ ۱۹۸۶).

۲-۴-۱۲- روشهای شیمیایی

معرفی علفکش‌ها

در اواخر قرن نوزدهم با افزایش مشکلات تهیه نیروی کارگر، نیاز به استفاده از روشهای شیمیایی جهت کنترل علف‌های هرز آشکار گردید. در دهه ۱۸۹۰ میلادی در فرانسه برای اولین بار استفاده از اسید سولفوریک در مورد مبارزه شیمیایی با علفهای هرز مزارع چغندر قند، گزارش شد (گودون^۳ ۱۹۲۸). ون آنورت^۴ (۱۸۹۹) از موفقیت کاربرد سولفات آهن در مبارزه با علفهای هرز در سیلزی خبر داد، هر چند که شولتز (۱۸۹۹) اظهار نمود که اعمال این روش باعث ایجاد آسیب شیمیایی روی چغندر قند گردید. در سالیان متمادی گزارشهای فراوانی در رابطه با استفاده از مواد معدنی در کنترل علفهای هرز چغندر قند ارائه شده است، با این وجود برخی از این مواد مانند سولفات آهن چندان موفقیت آمیز نبوده‌اند. از سیانامید کلسیم به عنوان علفکش قبل از کاشت برای کنترل علفهای هرز استفاده شد (مارکوس^۵ ۱۹۴۰). کاربرد علفکشهای آلی به صورت خلاصه و به عنوان یک راهنمای عملی در اواخر دهه ۱۹۳۰ ارائه شده است. پنتاکلروفنل^۶ (۱۹۳۷)، پروفام^۷ (۱۹۴۶)، اندوتال^۸ (۱۹۵۱) و دالاپون^۹ (۱۹۵۴) اولین مواد شیمیایی آلی مورد استفاده جهت کنترل علفهای هرز قبل از سبز شدن چغندر قند بودند.

1 - McClean

2 - May

3 - Guedon

4 - Von Unwerth

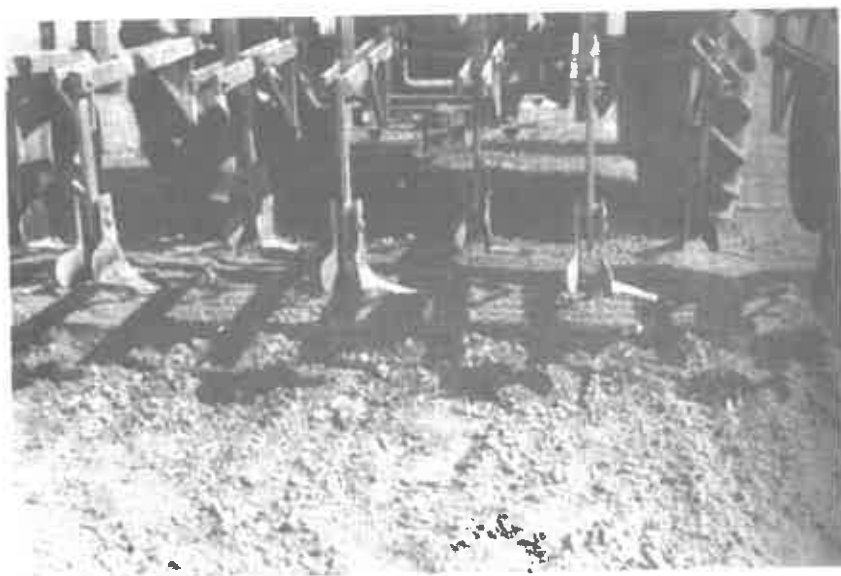
5 - Markus

6 - Pentachlorophenol

7 - Prophan

8 - endothal

9 - dalapon



شکل ۷-۱۶- تیغه‌های L مانند مستقر در عقب تراکتور



شکل ۸-۱۶- هرس تراکتوری با دیسکهای محافظ گیاهچه‌های چغندر قند

چند علف کش جدید که در دهه ۱۹۶۰ برای کنترل علفهای هرز مزارع چغندر قند مورد ارزیابی قرار گرفتند عبارت بودند از: کلریدازون (پیرازون)، کلرپرو فام، سیکلوآت، دسمدیفام، دی-آلات، ای پی تی سی، پیولیت، فن مدیفام، پرو فام، تی سی آ و تریفلورالین. در دهه ۱۹۷۰ علف کش های دیکلوفوپ، دی اتاتیل، اتوفومسات و متامیترون در دسترس بودند. طی دهه ۱۹۸۰ اکثر علف کش های جدید چغندر قند گرامینه کش بودند. فهرست علف کش های مهم، موارد کاربرد و نوع علف های هرزی که کنترل می کنند در جدول ۲-۱۲ آمده است.

جدول ۲-۱۲. علف کش های مورد استفاده در زراعت چغندر قند

علف کش	نوع علفهای هرزی که کنترل می کند
<u>علف کشهای تباه از کاشت جهت ناشیدن روی اندامهای هری:</u>	
دالاپون	علف های هرز گرامینه
گلوفوسینات	گرامینه ها و پهن برگ های یک ساله و دائمی
گلیفوسیت	گرامینه ها و پهن برگ های یک ساله و دائمی
پارا کوآت	گرامینه ها و پهن برگ های یک ساله
دی کوآت (معمولاً با پارا کوآت مصرف میشود)	علف های هرز پهن برگ یک ساله
<u>علف کش های تباه از کاشت جهت مخلوط کردن با خاک</u>	
کلریدازون (پیرازون)	پهن برگ های یک ساله
سیکلوآت	گرامینه ها و پهن برگ های یک ساله
دی-آلات	بولاف (<i>Avena fatua</i>)
لناسیل (فقط خاکهای آلی)	پهن برگ های یک ساله
متامیترون	پهن برگ های یک ساله
پرو فام	گرامینه ها و پهن برگ های یک ساله
ت-مس-آ	گرامینه ها
تری-آلات	گرامینه های یک ساله
<u>علف کشهای مورد استفاده برای زمان کاشت و ناشدن جهت ناشیدن روی اندامهای هری:</u>	
گلوفوسینات	گرامینه ها و پهن برگ های یک ساله و دائمی
گلیفوسیت	گرامینه ها و پهن برگ های یک ساله و دائمی
پارا کوآت	گرامینه ها و پهن برگ های یک ساله
دی کوآت (معمولاً با پارا کوآت مصرف میشود)	پهن برگ های یک ساله
<u>علف کشهای مورد استفاده برای زمان کاشت و ناشدن جهت ناشیدن در خاک:</u>	
کلریدازون (پیرازون)	پهن برگ های یک ساله

کلرپروفام (معمولاً با پروفام و یافنورون مصرف می شود)	پهن برگهای یک ساله
دی اتاتیل	گرامینه ها و پهن برگهای یک ساله
اتوفوسات	گرامینه ها و پهن برگهای یک ساله
فنپرون (معمولاً با کلرپروفام و پروفام مصرف می شود)	پهن برگهای یک ساله
لناسیل	پهن برگهای یک ساله
متامیترون	پهن برگهای یک ساله
پروفام (هنگامی که با کلرپروفام و یافنورون مصرف می شود)	پهن برگهای یک ساله

علف کشهای مزود استفاده برای کنترل انواع گراس ها جهت پاشیدن روی اندامهای هوایی:

آلوکسی دیم	گرامینه های یک ساله و دائمی
دالاپون	گرامینه های یک ساله و دائمی
دیکلوفوب	گرامینه های یک ساله
فنوکسپروپ	گرامینه های یک ساله و دائمی
فلوآزی فوب	گرامینه های یک ساله و دائمی
هالوکسی فوب	گرامینه های یک ساله و دائمی
کوئی زالوفوب	گرامینه های یک ساله و دائمی
ستوکسی دیم	گرامینه های یک ساله و دائمی

علف کش های مورد استفاده برای کنترل انواع پهن برگها جهت پاشیدن روی اندامهای خاکی:

کلویی رالید	پهن برگهای دائمی و علفهای هرز یک ساله
کلریدازون (معمولاً بصورت مخلوط با سایر فرآورده ها بکار می رود)	پهن برگهای یک ساله
دن دریتیک سالت	پهن برگهای دائمی و علفهای هرز یک ساله
دس مدیفام (معمولاً با فن مدیفام مصرف می شود)	پهن برگهای یک ساله
اندوتال	پهن برگهای یک ساله
اتوفوسات (معمولاً با سایر فرآورده ها مصرف می شود)	گرامینه ها و پهن برگهای یک ساله
لناسیل (معمولاً با سایر فرآورده ها مصرف می شود)	پهن برگهای یک ساله
متامیترون	پهن برگهای یک ساله
فن مدیفام (معمولاً با سایر علف کش ها مصرف می شود)	پهن برگهای یک ساله
تری آلات (معمولاً با فن مدیفام یا متامیترون مصرف می شود)	پهن برگهای یک ساله

علف کش های مورد استفاده در زمان استقرار کامل گیاه جهت پاشیدن در خاک

ای پی تی سی	گرامینه ها
تریفلورالین	پهن برگهای یک ساله

علفکش‌های یاد شده توسط BSI مصرف می‌شوند و هر جا که اسامی آنها با WSSA متفاوت باشد در پرانتز آمده‌اند. کلیه علفکش‌ها و توصیه‌های ذکر شده در کشورهای تولیدکننده چغندر قند قابل تهیه یا اجراء نمی‌باشد و اکثر به صورت مخلوط با سایر علفکش‌های فهرست شده به کار می‌روند.

روش‌های مصرف

در اوایل کار، علفکش‌ها بندرت می‌توانستند تمامی علف‌های هرز سبز شده را کنترل کنند، به همین جهت استفاده از کارگر و هرس تراکتوری جهت مبارزه کامل ضروری بود. به مرور با ورود علفکش‌های بیشتر و به علت قیمت بالای آنها، استفاده از کارگر و هرس بعنوان وسایل مکمل معمول شد. در خلال دهه ۱۹۶۰، سمپاشی ردیفی با پاشیدن سم روی ردیفهای چغندر قند، نقش مهمی در کاهش هزینه مصرف مواد شیمیایی بازی نمود، در حالیکه علفهای هرز بین خطوط بوسیله عملیات زراعی کنترل می‌شدند. نتیجتاً تا اوائل دهه ۱۹۸۰ سمپاشی ردیفی، در بیشتر کشورها بمنظور پائین نکه داشتن هزینه علفکشی در سطح وسیع مورد استفاده قرار گرفت.

در اواخر دهه ۱۹۷۰ در بعضی از کشورهای شمال اروپا، جهت مبارزه با علفهای هرز پهن برگ استفاده از علفکشها با حجم و مقدار پائین در مراحل بعد از رویش رایج گردید (اسمیت^۱ ۱۹۸۳). استفاده از این تکنیک موجب کاهش مصرف علفکش‌های رایج به میزان ۲/۳ در انگلستان و بعضی کشورهای شمال اروپا گردید (بعنوان مثال ۰/۴ کیلوگرم ماده موثر فن مدیفام در هکتار در مقایسه با ۱/۱۴ کیلوگرم ماده موثر در هکتار). در انگلستان مقدار کمی از علفکش‌ها با رعایت زمان مناسب طوری مصرف گردید که نتیجه مطلوب (و نیز زمان مناسب سمپاشی) حاصل آمد و چنین بنظر رسید که باید مقدار ایزوفرون را که در فرآورده‌های فن مدیفام مصرف دارد در حد مطلوبی نگهداشت تا مانع از تبلور ماده مؤثر (فن مدیفام) شود. در این آزمایش جهت کسب نتیجه مطمئن از نازل‌های خوبی استفاده شد.

مقدار سم معمول مورد استفاده از کشوری به کشور دیگر فرق می‌کند (برای مثال ۸۰ و ۱۸۰ لیتر در هکتار به ترتیب در کشورهای انگلیس و دانمارک). یکی از مزایای مهم این روش امکان مبارزه تقریباً کامل و مقرون به صرفه با علف‌های هرز می‌باشد. نکته اساسی در این تکنیک، مصرف علفکش در مرحله‌ای است که علف هرز برگهای لپه‌ای خود را دارا می‌باشد (موج^۲ ۱۹۸۲)، هر چند که میزان علف کش مورد استفاده از کشوری به کشور دیگر متفاوت است لیکن جهت پوشش کامل گیاهچه‌های علف هرز به نازل‌های ظریف نیاز می‌باشد. در آغاز از فشار اسپری

بالا (پنج اتمسفر) در انگلستان و فرانسه برای تهیه ذرات ریزسم استفاده می‌شد، اما بعداً معلوم گردید در صورت استفاده از نازل‌هایی با سوراخهای ریز، به فشارهای بالا نیاز نمی‌باشد (می، ۱۹۸۲) فشار معمول مورد استفاده ۲ و ۴ اتمسفر است. امکان پوشش کامل سطح علف هرز در مرحله برگ لپه‌ای با علف‌کش نکته مهمی است. سمپاشی مجدد مزرعه با هر بار سبز شدن علف هرز از معایب این روش می‌باشد.

با ورود سمپاشهای نواری خودگردان (شکل ۹-۱۲) مقدار علف‌کش مورد نیاز در روش سمپاشی با حجم کم و مقدار پائین، کم است (مک کلین، ۱۹۸۲). مک کلین و می (۱۹۸۶) عنوان نمودند که استفاده از روش سمپاشی نواری با مقدار پائین هزینه را تا حدود ۴۰ درصد کاهش می‌دهد، هر چند که زمان کار نیروی کارگر نسبت به سمپاشی سراسری سه برابر زیادتر می‌شود. لیکن مقایسه یک سمپاش با عرض ۱۲ متر (۲۴ ردیف) و یک سمپاش ۶ متری (۱۲ ردیف) و یک هرس تراکتوری نشان داده که سمپاش بزرگتر و هرس تراکتوری مدت زمان کمتری لازم دارند ولی در عوض سرمایه لازم جهت تهیه ماشین‌آلات آنها بیشتر می‌شود. در دهه ۱۹۸۰ برای بعضی زارعین کاهش هزینه‌های آینده ضروری بود، در نتیجه آنها تعداد زیادی از کارگران مزارع را کم کردند. از آنجائیکه سمپاشی نواری با حجم و غلظت پائین به کارگر اضافی، ادوات مخصوص و همچنین زمان مناسب و به موقع نیازمند بود، لذا این روش در سطح وسیع مورد استفاده قرار نگرفت.

بعضی زارعین استفاده از سیستم نازل دوتایی سمپاش نواری را ترجیح می‌دهند، در این سیستم یک نازل در هر طرف از ردیف کاشت به صورت مایل و روبه ردیف چغندر قرار می‌گیرد. این سیستم خصوصاً هنگام چهار یا پنج برگه شدن چغندرقند مفید است. ولی به مقدار بیشتری علف‌کش نیاز دارد. زارعین معمولاً تمایل به استفاده از روش سمپاشی با حجم بالا را دارند (زیرا این کار خطر گرفتگی نازلها را کاهش می‌دهد)، ولی باید اطمینان حاصل نمود که تولیدات فن مدیقام در تانک متبلور نمی‌شوند.

علف هرزهایی که روی چغندرقند سایه می‌اندازند موجب افت شدید عملکرد می‌شوند (رجوع کنید به ۳-۱۲). سمپاشهای انتخابی مختلفی جهت کار در ارتفاعهای متغیر علفهای هرز، چغندر علفی و بساقه‌رفته و محصول اصلی در حال رشد ساخته شده‌اند. علفهای هرز به‌طور معمول تا ارتفاع یک متری رشد می‌کنند، حال آنکه ارتفاع معمول چغندرقند ۶۰ سانتی‌متر است. انواع سمپاشها شامل باز چرخشی (مک هورتر^۱ ۱۹۷۰)، متحرک (ویز^۲ و هبستری^۳ ۱۹۷۷) و (دیل^۴ ۱۹۷۹)، در هنگام سمپاشی بالاتر از تاج محصول قرار گرفته و علف‌کش را روی علفهای هرز پخش می‌کنند. هنگام کار با سمپاشهای اختصاصی جهت مبارزه

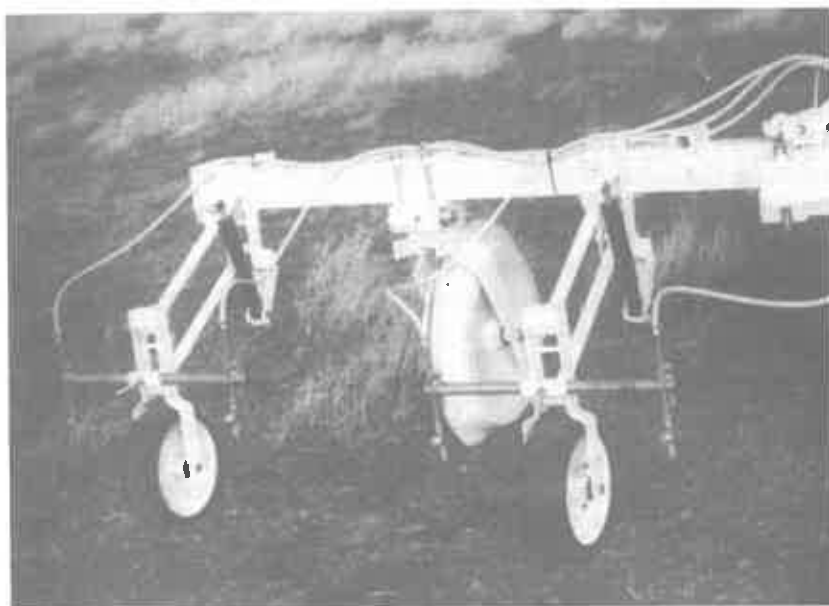
1 - Mc. Whorter

2 - Wyse

3 - Habstritt

4 - Dale

با انواع علفهای هرز، چغندر علفی یا چغندر به ساقه رفته از علفکش گلایفوسیت استفاده می‌شود. در آمریکا استفاده از این سم برای این منظور، به خاطر خسارت شدید به چغندرقند مرسوم نیست. این خطر به جهت ریزش قطرات سم روی بوته اصلی نیست، بلکه احتمالاً مربوط به تبادلات زیرزمینی میان ریشه علف هرز و چغندرقند می‌باشد (ایوانز^۱ و دکستر، ۱۹۸۱). مشابه این مشکل در انگلستان ثبت نشده است.



شکل ۹-۱۲- سمپاش نواری خودگردان

اولین سمپاش متحرک نسبتاً گران و شعاع کارش نیز محدود بود به‌طوری‌که خیلی زود جایش را به نوع روب‌ویک داد. این سری ماشین‌ها ارزان و به طرز باورنکردنی ساده بودند، اما مهارت و حوصله زیادی جهت سوارکردن صحیح و به جریان انداختن مقدار کافی گلایفوسیت در لوله دستگاه برای کنترل علفهای هرز لازم بود، با این وجود ریزش قطره قطره در حدی نبود که

به چغندرهای حساس آسیب برساند و آنها را از بین ببرد. از آنجائیکه جریان مواد شیمیایی تابع دما و رطوبت است، بنابراین دستگاه جهت برقراری فشار مناسب و تغییر شدت جریان مواد شیمیایی، بسته به تغییرات روزانه آب و هوایی، به تنظیم مستمر نیاز داشت. معرفی یک سمپاش از نوع شلنگ متحرک باعث کاهش مشکلات تنظیم دستگاهها شد، اما این ادوات نسبتاً گران بوده و با توجه به میزان استفاده محدود از آنها در مزارع متوسط اروپایی بکار میروند. اکثر علفکشها توسط سمپاشهای هیدرولیک مرسوم پاشیده می‌شوند، لیکن مصرف آنها به صورت نواری یا گسترده به هزینه‌های نسبی، دسترسی به مواد شیمیایی، کارگر و نیز وضع هوا بستگی دارد. در فصول مرطوب یا روزهای محدود مناسب برای سمپاشی، ممکن است که زارعین اقدام به سمپاشی گسترده و بموقع نمایند. در ایام خشکی به علت وجود موم بیشتر روی سطح برگ علفهای هرز، از بین بردن آنها مشکل‌تر است. به همین جهت، استفاده از سمپاش نواری و هرس تراکتوری جهت کنترل علفهای هرز بین ردیفها ارجحیت دارد. همچنین استفاده از هرس تراکتوری در شرایط خشکی هوا به خاطر آنکه ریشه دوانی علفهای هرز کمتر صورت می‌گیرد، ترجیح داده می‌شود.

علف‌کشی قبل از کاشت یا قبل از رویش

علف‌کشیهای مزارع چغندر قند به دودسته قبل از کاشت و قبل از سبز شدن تقسیم می‌شوند. انواع دسته اول تماسی و عمومی بوده و کلیه علفهای هرز را قبل از سبز شدن محصول از بین می‌برند. دسته دوم قبل یا بعد از کاشت و در خاک استفاده می‌شوند. در صورت پیش‌بینی و وجود مشکل علفهای هرز، بایستی نوع علفکش را از نظر مصرف در قبل یا بعد از کاشت مشخص نمود. معمولاً زمانی از علفکش عمومی و تماسی در قبل از کاشت استفاده می‌شود که علف هرز در مرحله برگ‌پهای باشد و یا عملیات آماده کردن زمین برای مبارزه با علفهای هرز کامل نباشد و یا اینکه در زمان کاشت محصول، علف هرز کاملاً زیر خاک مدفون نباشد. در صورتیکه زمان مصرف علفکش‌های تماسی عمومی تا بعد از کاشت به تاخیر بیفتد، بیشتر علفهای هرز ظاهر شده و در نتیجه از بین خواهند رفت، با این وجود تعلل در مصرف علفکش تا زمانی که ظهور بوته‌های چغندر قند نزدیک باشد، امکان دارد که به گیاهچه‌های محصول آسیب برسد. پاراکوات (همراه یا بدون دیکوات)، گلیفوسبت و گلو فوسینات مهمترین علفکش‌های تماسی هستند که در اکثر نقاط جهان مصرف می‌شوند. مهمترین امتیاز مصرف علفکش‌های عمومی تا قبل از سبز شدن چغندر قند، کنترل تقریباً تمامی گونه‌های علفهای هرز از جمله چغندر علفی می‌باشد.

در صورت مصرف علفکش‌ها در خاک قبل از کاشت چغندر قند، بایستی آنها را با خاک مخلوط نمود. در این صورت باید از صدمه زدن مکانیکی به بستر کاشت اجتناب کرده و از ترکیب

علفکش با خاک سطحی تا عمق پنج سانتی متری اطمینان حاصل نمود. مخلوط کردن علفکش با خاک، از طریق کاهش اثر آب و هواری فعالیت سم موجب تاثیر یکنواخت علفکش می شود. مخلوط نمودن علفکش با خاک در مورد ترکیبات فرار و در نواحی خشک لازم می باشد. از آنجائیکه این روش نیازمند وسایل خاصی جهت مخلوط کردن علفکش با خاک، تراکتورهای قوی و زمان بیشتر است، چندان مورد استفاده قرار نمی گیرد.

همانند علفکش های تماسی، انواع پردوام را نیز بایستی با خاک سطح الارض و قبل از سبز شدن گیاهچه های چغندر قند به کار برد. در غیر این صورت موجب صدمه به محصول اصلی می شوند. به علت آنکه در بعضی شرایط، مخلوط کردن علفکش های با دوام با خاک باعث افزایش خسارت به چغندر قند می شود (بعنوان مثال، لناسیل روی املاح معدنی خاک) نمی توان تمامی آنها را با خاک مخلوط نمود. مزیت مهم علفکشهای بادوام مورد استفاده در خاک، کاهش شدید علفهای هرزی است که همزمان با چغندر قند سبز می شوند و همچنین باعث حساس شدن سایر علفهای هرز سبز شده می گردند (دکستر^۱ ۱۹۷۱، دانکن^۲ و همکاران ۱۹۸۲). بعضی محققین عقیده دارند که تاثیر رقابت علفهای هرز روی عملکرد، تا هنگامی که در مراحل اولیه رشد چغندر قند است ناچیز است. آنان مصرف علفکش ها را در مراحل قبل از کاشت و سبز شدن به دلایل اکولوژیک قبول ندارند (میر^۳ و همکاران، ۱۹۸۶). با این وجود اکثر زارعین مصرف علفکش های قبل از سبز شدن را مهم و مکمل مصرف علفکش های بعد از ظهور گیاه اصلی می دانند.

در دهه ۱۹۸۰ در نواحی شمال اروپا جهت کنترل علفهای هرز استفاده از روش سمپاشی با مقدار پائین بعد از مرحله جوانه زدن باعث تغییر مقدار مصرف علفکش های قبل از رویش گردید. آزمایشها نشان داد قابلیت اعتماد به مصرف زودتر علفکش با مقدار پائین بعد از مرحله رویش افزایش یافته و باعث شده تا بتوان از علفکش های قبل از رویش با مقدار کمتری برای مبارزه با پهن برگ ها استفاده کرد.

(می^۴ و هیلتون^۵ ۱۹۸۵) متعاقباً برخی سازندگان، علفکش های قبل از رویش و بدنبال آن انواع علفکش های بعد از رویش را با مقادیر پائین معرفی نمودند. پائین آمدن مقدار مصرفی و در نتیجه کاهش هزینه، منجر به مصرف برخی علفکشهای قبل از رویش توسط زارعین شده است که از یک طرف با حساس نمودن علفهای هرز به علفکش های بعد از رویش و از طرف دیگر اطمینان یافتن از مصرف دیر هنگام علفکشهای بعد از رویش، به مبارزه با علفهای هرز کمک نمایند. مهمترین علفکش های بادوام که قبل از سبز کردن علفهای هرز پهن برگ بکار می روند عبارتند از: کلریدازون (پیرازون)، سیکلوآت، دی اتاتیل، اتوفومسات،

1 - Dexter

2 - Duncan

3 - Meyer

4 - May

5 - Hilton

لناسیل و متامیترون.

قبل از کاشت برای مبارزه با علف‌های هرز باریک برگ می‌توان از علف‌کش‌های سیکلوآت، دالاپون، دی‌آلات، ای پی تی سی، تی سی آ و تری - آلات استفاده نمود. با وجود ارزان بودن این علف‌کش‌ها خصوصاً دالاپون و تی سی آ، بعضی کشورها آنها را با علف‌کشهای باریک برگ انتخابی بعد از رویش که خسارت کمتری به زراعت اصلی می‌زنند، جایگزین نموده‌اند.

جهت انتخاب علف‌کشهای قبل از رویش، عوامل زیادی را باید در نظر گرفت. نوع علف‌های هرزی که باید کنترل شوند در درجه اول اهمیت است. جهت اطمینان از کنترل کامل علفهای هرز، بایستی تاثیر علف‌کش‌های پس از رویش را در انتخاب علف‌کش‌های قبل از رویش در نظر داشت. نوع خاک و مواد آلی از عوامل مهمی هستند که در تعیین سموم قابل مصرف، مقدار و قیمت آنها تاثیر می‌گذارند. سازندگان بر تاثیر مصرف متوالی بعضی علف‌کش‌ها روی محصول تاکید دارند (بعنوان مثال: متامیترون قبل از رویش و بدنبال آن لناسیل بعد از رویش). مصرف پشت سرهم علف‌کشهای قبل از رویش و آفت‌کش‌ها نیز می‌تواند خسارت وارد نماید، برای مثال مصرف کار بوفوران و متامیترون در یک زراعت باعث گیاه‌سوزی می‌شود، هر چند با پوشانیدن بذر قبل از مصرف کار بوفوران میتوان تا حدی این مسئله را برطرف نمود.

بعضی اوقات جهت مبارزه با فرسایش بادی لازم است در انتخاب علف‌کش‌های قبل از رویش دقت نمود. مالچ معدنی بای تومن^۱ و زراعت پوششی جو، دو روش رایج حفاظت محصول در برابر فرسایش بادی هستند. مالچ بای تومن می‌تواند فعالیت علف‌کش‌های قبل از رویش را کاهش دهد (تورور^۲ ۱۹۸۴). وجود جو در زراعت چغندر قند، کار مبارزه را دشوار می‌کند زیرا در انتخاب مصرف علف‌کش بایستی دقت نمود که به رشد و نمو جو آسیبی وارد نیاید. در انگلستان تنها مصرف مقادیر کم کلریدازون (پیرازون) بوده که تاثیر معکوس روی رشد جو نداشته است. (به قسمت ۵-۷ مراجعه کنید)

علف‌کش‌های بعد از رویش

این علف‌کش‌ها را می‌توان به سه دسته اصلی زیر تقسیم کرد: آنهایی که جهت کنترل پهن‌برگها مصرف می‌شوند، آنهایی که باریک برگها را کنترل می‌کنند و دسته سوم آنهایی که پس از استقرار گیاه مصرف می‌شوند.

علف‌کش‌های دسته اول به جهت تنوع، مخلوط شدن با همدیگر و وجود موادی که بعد از آنها استفاده می‌شود فراوان می‌باشند، به این دلیل شرح کامل این دسته میسر نیست. مهمترین علف‌کشهای این دسته عبارتند از: کلریدازون (پیرازون)، کلوپپ‌رالید، دس‌مدیفام، اندوتال،

اتوفومسات، لناسیل، متامیترون و فن مدیفام، هر چند که علفکش متامیترون غالباً همراه با روغن معدنی و بدون فن مدیفام و علفکش کلوپیرالید به تنهایی مصرف می‌شود. در غالب کشورهای مصرف کننده، آنها را بصورت مخلوط با فن مدیفام استفاده می‌کنند. به جهت آنکه علفکش‌های چغندر قند بندرت قادرند تمامی علفهای هرز را از بین ببرند و یا باقیمانده آنها قدرت فعالیت زیادی ندارند. استفاده از مخلوط آنها و همچنین علفکش‌های مکمل برای مبارزه کامل الزامی است. آب و هوا، شدت فعالیت بعضی علفکشهای پس از رویش را تحت تاثیر قرار می‌دهد. بعنوان مثال، مصرف فن مدیفام در دما و شدت نور زیاد، به چغندر قند صدمه وارد می‌کند (بتلن فالوی^۱ و نوریس^۲ ۱۹۷۷)، (پرستون^۳ و بیسکو^۴ ۱۹۸۲). در سال ۱۹۸۶، نورور در اتریش روش استفاده از دیسک‌های یرگی را جهت تعیین مقدار موم برگها ابداع کرد. در این روش میزان گسترش ورقه مومی، راهنمایی جهت پیش‌بینی حساسیت محصول به علفکش می‌باشد.

جهت کاهش خسارت برخی از سموم مخلوط شونده مانند فن مدیفام در اتوفومسات، سازندگان سم، مواد مخلوط دیگری را فرموله نموده‌اند (مارشال^۵ و همکاران ۱۹۸۷). این مواد حاوی مقادیر کمتر چسبنده‌ها و فرآورده‌های فرموله شده در مقایسه با سموم مخلوط شونده بوده و عموماً برای محصول خطر کمتری دارند.

مواد افزودنی با افزایش میزان چسبندگی برخی علفکشها روی سطح گیاه، باعث افزایش کارایی آنها می‌شوند. استفاده از این مواد خصوصاً در شرایط خشک آب و هوایی که هم علف هرز و هم محصول تمایل به مومی کردن برگها دارند، سودمند است. به عنوان مثال، متامیترون عمدتاً در خاک فعال است، ولی از طریق تماسی نیز مؤثر می‌باشد. به این جهت در اغلب کشورها توصیه می‌شود تا در زمان مصرف متامیترون بعد از رویش محصول حتماً از روغن افزودنی استفاده شود. مهمترین مواد افزودنی که به صورت محلول‌پاشی درزراعت چغندر قند استفاده می‌شوند براساس روغنهای معدنی ساخته شده‌اند، لیکن در بعضی کشورها از روغنهای نباتی، تالوآمین‌ها^۶ و خیس‌کننده‌ها همراه با علفکش‌های کنترل کننده پهن برگها استفاده می‌شود.

افزودنی‌های پاشیدنی خصوصاً برای بعضی از گراس‌کش‌های جدیدتر مهم هستند. روغنهای معدنی معمولاً همراه با آلوکسی دیم، سیکلوسی دیم، کوئی زالفوپ و ستوکسی دیم و همراه با فلوآزی فوپ، معمولاً روغنهای معدنی و خیس‌کننده‌های غیر یونی توصیه می‌شود. اکثر گراس‌کش‌های مورد مصرف در مرحله بعد از رویش را بایستی تقریباً در اواخر دوره رشد محصول استفاده نمود، چرا که علف هرز به رشد کامل رسیده و به علت اندازه بزرگش، هدف

1 - Bethlenfalvay

2 - Norris

3 - Preston

4 - Biscoe

5 - Marshall

6 - Tallowamines

خوبی برای علف‌کش خواهد بود. گراس‌کش‌هایی مانند ستوکسی دیم و هالوگزی فوپ جهت کنترل کامل گرامینه‌های دائمی مانند آگروپیرون، باید به خوبی در اندامهای هوایی و ریزوم آنها جایجا شده و حرکت نمایند (دکر^۱ و هارکر^۲ ۱۹۸۵). اسامی گراس‌کش‌های مورد استفاده در زراعت چغندر قند در جدول ۱۲-۲ آمده است.

مهمترین علف‌کش مورد مصرف در زمان استقرار کامل گیاه تریفلورالین است که توسط کولتیواتور هرس و یا کولتیواتور چرخشی با خاک میان ردیف‌ها مخلوط می‌شود. این علف‌کش نسبتاً ارزان است و مانع سبز شدن علف‌های هرزی مانند سلمک در نواحی شمال اروپا و تاج خروس وحشی، سوروف و انواع ستاریا در ایالات متحده می‌شود. گاهی اوقات از ای پی تی سی خصوصاً هنگامی که امکان مزاحمت علف‌های هرز باریک برگ در مراحل آخر رشد محصول می‌رود، استفاده می‌گردد.

تریفلورالین به عنوان علف‌کش قبل از کاشت با بستر کاشت آماده مخلوط می‌شود. اکثر زارعین از علف‌کشهایی با مقدار معمول طی دو نوبت برای مبارزه با علفهای هرز پهن برگ استفاده می‌کنند، ابتدا یک علف‌کش قبل از رویش و بدنبال آن مصرف علف‌کش بعد از رویش. در روش استفاده از سموم علف‌کش با مقدار پائین، معمولاً سه نوبت سمپاشی صورت می‌گیرد، ابتدا مصرف علف‌کش قبل از رویش و در مراحل دوم و سوم مصرف علف‌کش بعد از رویش یا اینکه در هر سه نوبت از علف‌کش‌های بعد از رویش استفاده می‌شود.

۱۲-۴-۳ مبارزه بیولوژیکی

مدیریت و دخالت در وضعیت موجودات زنده، اساس مبارزه بیولوژیک با علفهای هرز می‌باشد و از اواسط قرن نوزدهم قسمتی از برنامه مدیریت علفهای هرز کشاورزی بوده است. علف‌های هرز موجود در اکوسیستم‌های نسبتاً پایدار مانند چمن‌زارها و محیط‌های آبی بخوبی تحت کنترل درآمده‌اند. مبارزه بیولوژیک تنها در مورد گیاهان هرز پهن برگ چندساله و دو نوع یک ساله به نامهای تریبولوس^۳ و کاردووس^۴ موفقیت‌آمیز بوده و گزارشی مربوط به کنترل انواع باریک برگ با استفاده از این روش ارائه نشده‌است (چاروداتان^۵ و دیلوچ^۶ ۱۹۸۸). از آن گذشته، هیچ‌یک از این دسته علف‌های هرزی که کنترل شده‌اند، مشکلی در زراعت چغندر قند ایجاد نمی‌نمایند.

دو هدف اساسی از مبارزه بیولوژیک علیه علفهای هرز دنبال می‌شود، اول تحقیق مرتب و منظم در مورد روشهای کنترل مربوط به نقاط دیگر و دوم تحقیق وسیع‌تر و گسترده‌تر در مورد علف‌کش‌های بیولوژیک با استفاده از تولید انبوه موجودات زنده یا سایر روشهای دخالت در

1 - Dekker

2 - Harker

3 - Tribulus terrestris

4 - Carduus nutans

5 - Charudattan

6 - Delosch

اکوسیستم. در سالهای اخیر از روش مبارزه بیولوژیک علیه علفهای هرز مزارع چغندر قند استفاده نمی‌شود و انتظار تغییر و تحول عمده‌ای نیز در سالهای آخر قرن بیستم نمی‌رود. به همین دلیل استفاده از این روش مبارزه در مزارع چغندر قند با شروع قرن بیست و یکم ممکن است امکان پذیر گردد.

تحقیقات اخیر در مورد این روش نشان داد وارد نمودن یک عامل زیستی کنترل کننده به مزرعه در مقیاس وسیع، انواع حساس را نابود می‌کنند (تمپلتون^۱ و همکاران، ۱۹۸۶). چندین نوع قارچ، باکتری و ویروس دارای توانایی بالقوه جهت کنترل علفهای هرز می‌باشند، لیکن در حال حاضر تنها دو نوع قارچ در سطح تجارتي تولید می‌شوند که عبارتند از: یک گونه کولتوتریکوم^۲ جهت کنترل علف هرز آسکاینوم^۳ در مزارع برنج و سویا و فایتوفتورا^۴ برای کنترل علف مورینا^۵ در باغات مرکبات. کسب موفقیت کاربرد این دو علفکش زیستی تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر روی تمرکز منابع به سمت تحقیقات مربوط به مبارزه زیستی در دهه آینده خواهد داشت.

در حال حاضر چندین نوع قارچ بیماریزا جهت مبارزه با علفهای هرز مزارع مختلف (به استثناء چغندر قند) تحت مطالعه می‌باشند (چاروداتان و دولچ ۱۹۸۸) که امکان استفاده از پنج نوع قارچ بیماریزا برای کنترل علفهای هرزی مانند گاو پنبه، سلمک، تاتوره، سوروف و قیاق را فراهم می‌آورد.

استفاده بالقوه از این روش محدودیت‌هایی نیز به همراه دارد، از جمله زمان طولانی لازم جهت ثبت روش در ادارات دولتی، زمان طولانی مورد نیاز جهت توقف رشد واز بین رفتن گیاهان مزاحم، تاثیر عوامل محیطی مانند دما و رطوبت روی عملکرد این علفکش‌ها و تعداد کم میزبانهای اختصاصی (خاچاطوریان^۶ ۱۹۸۶، تمپلتون و همکاران، ۱۹۸۶، چاروداتان و دولچ، ۱۹۸۸). یک روش ممکن جهت بالابردن تعداد علفهای هرزی که تحت تاثیر عوامل بیماریزا قرار می‌گیرند، تهیه عامل زیستی است که دامنه فعالیتش تابع عامل خارجی اضافه شده به محیط باشد. در اینصورت زمانی که آن عامل خارجی در محیط عمل نباشد، علفکش زیستی فعالیت کمی داشته واز بین خواهد رفت (سندز^۷ و همکاران ۱۹۸۹).

با توجه به موانع ذکر شده و سایر تنگناهای اقتصادی، جوتسوم^۸ (۱۹۸۸) عنوان نمود این روش در جائیکه مبارزه شیمیایی کافی نباشد یا مواد شیمیایی گران بوده و یا دولت مصرف آنرا ممنوع کرده است، کاربرد خواهد داشت. احتمالاً به خاطر توجه بیشتر دولت به آلودگی آبها، هوا و انقراض موجودات در معرض خطر، ممکن است که در آینده علفهای هرز بیشتری در مزارع چغندر قند با استفاده از این روش تحت کنترل درآیند.

1 - Templeton

2 - Colletotrichum gloeosporioides SSP Aeschynom

3 - Aeschynomene virginica

4 - Phytophthora palmivora

5 - Morrenia odorata

6 - Khachatourians

7 - Sands

8 - Jutsum

۵-۱۲- کنترل علف هرز در خارج مزارع چغندر قند

۱-۵-۱۲- تناوب

یک روش اولیه جهت کنترل علفهای هرز، کشت چغندر قند، در سالهای متوالی بود. رومر^۱ (۱۹۲۷) گزارش داد که کشت متوالی چغندر قند به مدت ۷-۱۲ سال در بعضی نقاط آمریکا و سه سال پی در پی در هلند موجب کاهش جمعیت علف هرز گردید. با این وجود به علت تجمع نماتدها، عملکرد کاهش یافت (رجوع به قسمت ۳-۱۱). سیستم تک کشت چغندر قند هنوز در بعضی کشورها مانند فنلاند اجرا می شود. آزمایش جدیدی نشان می دهد که سیستم تک کشت با افزایش برخی از علفهای هرز بسیار مزاحم موجب تشدید مشکلات در مبارزه با آنها می شود. امروزه استفاده از تناوب، بیشتر به دلایل اقتصادی مد نظر است تا کنترل علفهای هرز. با این حال استفاده از تناوب جهت مبارزه با علفهای هرز چغندر قند در هر نقطه ای می تواند موفقیت آمیز باشد. در نواحی که از علفکش انتخابی استفاده می شود بایستی چغندر علفی را که در زمین مزرعه سبز میشود مهار نمود. در صورت توصیه می توان از علف کش قبل از برداشت گلیفوسیت جهت مبارزه با علفهای چند ساله استفاده نمود. این کار در زمانی که علف هرز کاملاً رشد کرده بسیار موفقیت آمیز می باشد (به عنوان مثال سیب زمینی سبز شده در غلات) درحالی که پس از برداشت محصول، چندان کارایی نخواهد داشت. کشت درکلس نیز موجب کاهش تعداد بذر علف هرز در خاک و کنترل آن می شود (ویورز^۲ و همکاران ۱۹۸۶).

گیاهان زراعی کشت قبل در مزرعه چغندر قند مخصوصاً در صورت عدم مبارزه، قادرند ایجاد مزاحمت نمایند. مبارزه با سیب زمینی حاصل از سبز شدن غده، حتی با وجود استفاده از مخلوط اتوفوسات با سایر علف کش ها یا کلوپیرالید، مشکل است. سیب زمینی های حاصل از سبز شدن بذر را می توان با مصرف مخلوط فن مدیفام و کلریدازون (پیرازون) یا هرس تراکتوری راحت تر از بین برد. جهت مبارزه با سیب زمینی های حاصل از غده، تکرار استفاده از هرس تراکتوری برای جلوگیری از هرگونه رشد مجدد غده ها ضروری است. در صورتیکه برای مدت کوتاهی اختلاف ارتفاع بین بوته های سیب زمینی و چغندر قند وجود داشته باشد، می توان با استفاده از گلیفوسیت مزرعه را از علف هرز پاک نمود. (در مرحله قبل از برداشت) یا با استفاده از فلوروکسی پیر در مزارع غلات می توان تعداد زیادی سیب زمینی سبز کرده را از بین برد.

(بویس^۳ و جول^۴ ۱۹۸۶) وجود کلزا به عنوان علف هرز هنگامی که در تناوب وارد می شود، خود مشکل دیگری است. از علفکش های مخصوص چغندر قند می توان برای مهار آن استفاده نمود، ولی باید دقت نمود، کلزا فقط در مراحل سبز شدن و رشد به علفکش حساس است، که بسیار سریع می گذرد. بنابراین استفاده مجدد از علفکش یا عملیات مکانیکی ضروری است.

۱ - Roemer

2 - Wevers

3 - Bevis

4 - Jewel

بذر کلزا تا چند سال نیز در خاک به حالت خواب زنده می ماند. در مزارع انگلستان به کرات مشاهده می شود که تا پنج سال یا بیشتر بعد از کاشت کلزا، ناگهان جمعیت زیادی از آن در زمین ظاهر می شوند. به همین دلیل بایستی در زمینی که سال قبل زیر کشت کلزا بوده، با استفاده از عملیات آماده کردن زمین و کاشت، آنرا مهار نمود.

نوع محصولات در تناوب و شدت مبارزه با علف های هرز روی جمعیت علف هرز تاثیر می گذارد. بری^۱ و هیلتون^۲ (۱۹۷۵) گزارش دادند که بین سالهای ۱۹۵۰ و ۱۹۷۴ در مزرعه ای در انگلستان جمعیت پوآ در تناوب سیب زمینی، غلات و چغندر قند افزایش یافت. در حالیکه جمعیت علف های استلاریا و هفت بند کاهش یافتند علف کش های مورد استفاده در این مزرعه، دو علف هرز آخری را کنترل نموده، ولی به علت عدم تاثیر بر پوآ این گیاه به گل رفت و به بذر نشست. در اواخر دهه ۱۹۷۰، بسیاری از علف کش های غلات از مهار جمعیت های فراوان ویولا^۳ عاجز شدند و در حال حاضر این علف هرز جزء گیاهان مزاحم کشت چغندر قند در انگلستان میباشد. تئوروور^۴ (۱۹۷۵) با بررسی علف های هرز در چهار ناحیه اتریش طی سالهای ۱۹۶۵ الی ۱۹۷۵ عنوان نمود، تا زمانی که تغییرات تراکم علف هرز خیلی ناچیز بود، تعداد علف های هرز بسیار مزاحم مزارع چغندر قند (مانند آگروپیرون، بی تی راخ و هفت بند و بعضی از باریک برگ های یک ساله) افزایش یافتند. با این وجود مصرف علف کش های پایدار در اراضی مردابی باعث کاهش کلی جمعیت آنها گردید.

زمان شخم تحت تاثیر عواملی مانند نوع خاک و کشت قبلی، روی زمان سبز کردن علف های هرز تاثیر می گذارد. شخم دیر هنگام عموماً "علف هرز کمی را در پی دارد" ویورز و همکاران (۱۹۸۶).

بدیهی است که مهار علف هرز می بایست در مورد تمامی محصولات حاضر در تناوب صورت گیرد تا از افزایش علف هرز خاصی که ایجاد مشکل می کند و یا موجب برهم خوردن تعادل میان جمعیت علف های هرز مختلف می شود، جلوگیری نمود.

۲-۵-۱۲- آیش

دو نوع آیش وجود دارد، اول آیش معمول که به مدت یک سال در زمین کشتی صورت نمی گیرد، دوم آیش بین دو کشت که در این حالت زمین در فصول پاییز و زمستان کشت نمی شود (در زمان بین برداشت محصول قبلی و کاشت محصول بعدی، زمین به صورت نکاشت رها می شود). استفاده از آیش سنتی در بسیاری از کشورها منسوخ شده است، زیرا زارعین توانایی رها نمودن زمین را ندارند. در نواحی که این نوع آیش به کار می رود لازم است تا عملیات

آماده کردن زمین برای حذف علف‌های هرز سبز شده و تحریک بذرهاى موجود در خاک برای جوانه زدن و همچنین ظهور اندامهای هوایی انواع چندساله صورت گیرد. با این وجود چون عمق عملیات آماده نمودن زمین کم است، طبیعتاً تنها علف‌های هرز یک ساله واقع در نیمه بالائی عمق شخم تحریک به جوانه زدن شده و از بین می‌روند.

در دهه ۱۹۸۰، به جهت اضافه تولید برخی محصولات دولت کشاورزان را ترغیب نمود تا برای مدتی زمینهای خود را به صورت نکاشت نگه دارند. به خاطر تخلیه زمین از ازت در این نوع سیستم آیش، استفاده از آن مناسب نمی‌باشد. بنابراین جهت مبارزه با علف‌های هرز از گیاهان خفه کننده استفاده می‌شود و بایستی به موقع علف هرز را همراه با گیاه خفه کننده برداشت نمود. روش مدیریت زمینهای نکاشت روی جمعیت علفهای هرزی که متعاقباً در کشت آبی سبز خواهند نمود، تاثیر می‌گذارد (کلارک^۱ و فرود^۲ ویلیامز^۳ ۱۹۸۹).

در آیش کوتاه مدت نیز عملیات آماده کردن زمین را می‌توان مانند آیش یک ساله انجام داد. آیش پائیزه، تنها علفهای هرزی را که در پائیز ظاهر می‌شوند، تحت کنترل در می‌آورد. مهار علف‌های هرز یک ساله‌ای که در پائیز سبز می‌شوند، ممکن است برای کشت بهار سال بعد در مقایسه با پائیز سال آبی از اهمیت کمتری برخوردار باشد. با این وجود برای کاهش جمعیت علفهای هرز چند ساله فرصت مناسبی است.

برخی کشورها خصوصاً "اعضاء اتحادیه اقتصادی اروپا (EEC) جهت ممانعت از خروج ازت در اراضی حساس به نیترات، کشت محصولات پوششی پائیزه را توصیه می‌کنند. در صورت استفاده از این گیاهان دیگر نمی‌توان عملیات آماده نمودن زمین را اجراء نمود، حال آنکه گیاه پوششی آشکارا رشد علف هرز را متوقف خواهد کرد. مبارزه با محصول پوششی، قبل از کاشت چغندر قند در بهار نیز ممکنست موجب اشکال شود. این مسئله خصوصاً در خاکهایی با بافت متوسط یا سنگین که هنگام شخم بهاره زمان کافی برای هوا خوردن خاک، قبل از کاشت نیست، بروز می‌کند.

۶-۱۲- مقاومت به علف کش

۱-۶-۱۲- ارقام چغندر قند

در مقایسه با سایر گیاهان زراعی، اطلاعات کمی راجع به عکس‌العمل ارقام چغندر قند به علف‌کش‌ها وجود دارد (فالکنر^۴ ۱۹۸۲)، با این وجود یکی از راههای ممکن، استفاده از ارقام خیلی زودرس برای کاهش مصرف علف‌کش می‌باشد.

1 - Clarke

2 - Froud

3 - Williams

4 - Faulkner

(لوتز^۱ و همکاران ۱۹۹۱). در اواخر دهه ۱۹۵۰، پیشرفت کمی در زمینه افزایش مقاومت به اندوتال (نلسون^۲ و همکاران، ۱۹۶۰) و در سالهای اخیر، تهیه ارقام مقاوم به گلایفوسیت بدست آمده است (برون کلاوسن^۳ ۱۹۸۹). تنوع ژنتیکی از نظر تحمل به علفکشها در چغندر قند نشان داده که چند ژنوتیپ دارای دامنه بردباری به علفکشها هستند (شويزر و دکستر ۱۹۸۷). با این وجود اصلاح و ارزیابی ارقام متحمل به علفکش، با توجه به اثرات متقابل علفکش × رقم، سال × علفکش و رقم × سال، تنها براساس آزمایشهای صحرایی مشکل می باشد. جهت حذف تاثیر عوامل محیطی در آزمایشهای صحرایی سالیانه، دانشمندان جهت شناسایی ژنوتیپهایی از جمعیت هتروژن متحمل به علفکشها از تکنیکهای کشت بافت استفاده می نمایند. آنها با استفاده از فرآیندهای کلونیک مریستمی، کلونهای مصنوعی متحمل به علفکشها را تهیه می کنند (اسمیت^۴ و موزر^۵ ۱۹۸۵). همزمان با تکامل روشهای مهندسی ژنتیک، می توان با انتقال ژن یا ژنهای مقاوم، ارقام مقاوم به علفکش را تولید نمود.

۲-۶-۱۲- علفهای هرز

بسیاری از آفات، سازش پذیری اکولوژیکی و بیوشیمیایی به مواد شیمیایی از خود نشان داده اند، این سازش پذیری، گاهی اوقات در مرتبه مواجهه با این مواد بروز کرده است. مقاومت حشرات به حشره کشها و عوامل بیماریزا به قارچ کشها و علفهای هرز به علفکشها (اس - تریازینها^۶) برای اولین بار به ترتیب در سالهای ۱۹۰۸، ۱۹۴۰ و ۱۹۷۰ گزارش شدند^۷ (گرسل و لوبارون^۸ ۱۹۸۲). امروزه معلوم گردیده که ۵۳ گونه علف هرز شامل ۳۸ گونه پهن برگ و ۱۵ گونه باریک برگ، دارای بیوتیپهای مقاوم به تریازین می باشند (هولت و لوبارون، ۱۹۸۹). علفهای هرز مقاوم به تریازین در ۳۲ ایالت از ایالات متحده آمریکا، چهار استان کانادا، ۱۲ کشور اروپایی، اسرائیل و نیوزلند مشاهده شده اند. در این کشورها عموماً از علفکشهای یکسان و مشابه با مقدار بالا به صورت مکرر و سیستم زراعی تک کشت یا تناوب زراعی محدود استفاده شده است. غلبه بر علفهای هرز مقاوم به اس - تریازین نیز ممکن است ولی اینکار محتملاً موجب افزایش هزینه می گردد.

مقاومت به علفکشها در گیاهان سایر خانواده ها و کلاسها محدود بوده ولی در حال گسترش است. علفهای هرز به علفکشهای خاصی در کلاسهای بی پی ریدیل، دی فنیل اتر، دی نیتروآنیلین، ایمیدزولینون، فنوکسی و سولفونیلوراً مقاوم شده اند. علفکشهای دیکلوفوپ و تریفلورالین مربوط به زراعت چغندر قند در این گروهها هستند.

1 - Lotz

2 - Nelson

3 - Bruun clausen

4 - Smith

5 - Moser

6 - S-Triazine

7 - Gressel

8 - Lebaron

تاریخچه مقاومت آفات و بیماریها به سموم و افزایش گزارشهای مربوط به مقاومت علف هرز به علفکشها منجر به توجه بیشتر به علفهای هرز مقاوم به علفکشهای مخصوص چغندرقند گردیده است. با این حال تنها گزارش از این دست به علف هرز مهم سلمک مربوط است. یک بیوتیپ سلمک از سوئیس به کلریدازون و کمی نیز به متامپترو (لوبارون و گرسل ۱۹۸۲) و بیوتیپ دیگری از مجارستان به لناسیل مقاومت نشان داده‌اند.

(میکولکا^۱ ۱۹۸۸). در میان سایر علفهای هرز مزارع چغندرقند بعضی از گونه‌های جنس آماراتوس و پلی‌گونوم نیز نسبت به علفکشها از خود مقاومت و تحمل نشان داده‌اند. علی‌رغم ۳۵ سال مصرف شدید علفکش در انگلستان اثر کمی از مقاومت به علفکش در مزارع چغندرقند مشاهده شده‌است (گورین^۲ و موری ۱۹۸۵).

در این ارتباط چندین فرضیه مطرح می‌شود. یکی از آنها چنین می‌گوید که بیوتیپهای مقاوم به علفکشهای چغندرقند درصد خیلی ناچیزی از توده طبیعی این گیاه را تشکیل می‌دهند و این بیوتیپهای مقاوم در مقایسه با انواع حساس از نظر اکولوژیک سازگاری کمتری دارند (گرسل و سگل^۳ ۱۹۷۸). با مصرف مکرر علفکشها در مزرعه چغندرقند می‌توان بیوتیپهای مقاوم را شناسایی نمود. نظریه دیگری می‌گوید که عملیات داشت در اکثر کشورها با بکارستن برنامه‌های مبارزه تلفیقی با علفهای هرز شامل: کشت ردیفی، شخم مرسوم و تناوب محصول و علفکش منجر به حداقل رساندن مقاومت به علفکشها گردیده است.

۷-۱۲- بقایای علفکشها در خاک

رشد و نمو چغندرقند توسط اثر چندین علفکش که در خاک به جا می‌مانند یا جابجا می‌شوند، می‌تواند متوقف شده یا باعث نابودیشان گردد (جدول ۳-۱۲). این علفکشها را می‌توان بر اساس شباهت‌های شیمیایی دسته بندی کرد: بنزوتیکها (دایکامپا)، بی‌پی‌ری دیلیومها (دای کوآت، پاراکوات)، دی‌نیترو آنیلینها (اتال فلورالین، فلوکلورالین، پن دیمتالین، تریفلورالین)، ایمیدازولینونها (ایمازاگوئین، ایمازا تاپیر)، پیریدینها (پیکلورام)، سولفونیلورآها (کلوری مورون اتیل، گلورسولفورون، فومسافن، مت سولفورون) و تریازینها (آترازین، سیانازین، متربوزین) (شوایزر و دکستر ۱۹۸۷). شدت خسارت معمولاً به میزان علفکش مصرفی، نوع خاک، اسیدیته و ماده آلی خاک بستگی دارد. اکثر علفکشها و همچنین انواع بادوام آنها در خاک، در خاکهای فقیر از نظر مواد آلی و خاکهایی با بافت شنی یا شنی لومی موجب صدمه به گیاه اصلی می‌شوند. خسارت وارده به چغندرقند به صور مختلف مشاهده می‌شود. اپی ناستی^۴ یا همان پیچیدگی شدید گیاه، کوتوله گی، خم شدن ساقه و برگها،

1 - Mikulka

2 - Gwyn

3 - Segel

4 - Epinasty

معمول‌ترین علائم علف‌کش‌های شبه اکسینی مانند توفوردی، دی کامپا، ام سی پ و پیکلورام می‌باشد. پیچیدگی ریشه‌های اولیه، رشد بسیار شدید تارهای کشنده، کوتله‌گی ریشه‌های فرعی یا گالزائی در ناحیه طوقه، عمومی‌ترین علائم خسارت علف‌کش‌های گروه دی نیتروآیلین می‌باشد. گروه‌های ایمیدازولینون، سولفونیلور و تریازین‌ها، باعث ایجاد کلروز و در موارد شدیدتر نکروز شده که نهایتاً به مرگ گیاه می‌انجامد.

جدول ۱-۲-۳- اسامی شیمیایی علف‌کش‌هایی که به صورت مقطعی یا مداوم به چغندر قند آسیب می‌رسانند.

نوع خسارت	علف‌کش
دائمی، موقتی	آترازین
دائمی	بنتازون
دائمی، موقتی	کلریمورون اتیل
دائمی، موقتی	کلرسولفورون
دائمی، موقتی	کلومازون
موقتی	سیانازین
دائمی، موقتی	دی کامپا
موقتی	دی کوآت
دائمی	اتال فلورالین
دائمی	فلوکلرالین
دائمی	فومسافن
موقتی	گلی فسفات
دائمی، موقتی	ایمازاگوئین
دائمی	ایماز متابنزمیتیل
دائمی، موقتی	ایماز تاپیر
دائمی، موقتی	مت سولفورون
دائمی، موقتی	متری بوزین
موقتی	ام ت پ آ، توفوردی و سایر فنوکسی‌ها
موقتی	پارا کوآت
دائمی	پندیمتالین
دائمی، تموقتی	پیکلورام
دائمی	تری فلورالین

خطر نایای علف‌کش‌های گروه بنزوئیک و دی نیتروآیلین را می‌توان با شخم توسط گاواهن بر-ان دار در مرحله قبل از کشت و اجتناب از مصرف مقادیر بالای علف‌کش در سال قبل از کشت چغندر قند کاهش داد. در خاکهایی که پیکلورام، ایمیدازولینون، سولفونیلور و تریازین‌ها مصرف شده‌اند، بایستی تا زمانیکه از تجزیه آنها مطمئن نشده‌ایم، از کشت چغندر قند خودداری نمائیم. بقایای سولفونیلورها (مثل کلرسولفورون) و برخی از سموم گروه ایمیدازولینون ممکن است برای سه سال یا بیشتر در خاک دوام داشته باشند. در تناوب‌های

مورد استفاده در کشورهای مختلف محصولات گوناگونی قبل از چغندر قند کشت می‌شوند. بنابراین کشاورزان بایستی از علف‌کش‌هایی استفاده کنند که دوام آنها در خاک زیاد نباشد و تاثیر سوء روی چغندر قند نداشته باشند. اطلاعات فراوانی در مورد بقایای علف‌کش‌ها در خاک، خسارت و شناسایی علائم آنها در یک مجموعه جمع‌آوری و چاپ شده است (شویزر و فیشر، ۱۹۸۶).

۸-۱۲- خلاصه فصل و دیدگاه‌های آینده

با توجه به اینکه چغندر قند به عنوان یک محصول درجه دوم در بسیاری از کشورها کشت می‌شود و همچنین مقاومت کمی به علف‌کش‌های ثبت شده دارد، پیشرفت در زمینه کنترل علف‌های هرز آن طی سی سال اخیر قابل ملاحظه بوده است. علی‌رغم این مشکلات در حال حاضر متجاوز از ۳۰ نوع علف‌کش ثبت شده مصرف می‌شود. این علف‌کش‌ها به تنهایی یا همراه با انواع دیگر، قبل از کاشت، بلافاصله بعد از کاشت، پس از ظهور چغندر قند و علف هرز و در زمان استقرار کامل گیاه مصرف می‌شوند. در اکثر کشورها تمایل به مصرف علف‌کش‌های بعد از رویش، در مقایسه با علف‌کش‌های مورد استفاده در خاک بیشتر است.

در دهه آینده مبارزه با علف‌های هرز چغندر قند بر پایه تلفیق عملیات آماده کردن زمین، وجین دستی، تناوب زراعی و استفاده از علف‌کش‌ها (خصوصاً علف‌کش‌های پس از رویش) خواهد بود. پیشرفت‌های اخیر در مورد تکنولوژی کنترل علف‌های هرز در زمینه‌های بیوتکنولوژی (هانت‌زیوز^۱ ۱۹۸۷)، کاربرد و ساخت علف‌کش‌ها (مک‌پرتتر^۲ و همکاران ۱۹۸۶)، علف‌کش‌های قارچی (تمپلتون و همکاران، ۱۹۸۶)، علف‌کش‌های طبیعی (دوک ۱۹۸۶)، مهندسی ژنتیک (فیش هولف ۱۹۸۹) و مدل سازی گیاه زراعی - علف هرز (شریبز و همکاران ۱۹۹۰، کروف ۱۹۸۸) می‌باشد. پیشرفت‌های حاصله در تکنولوژی کنترل علف‌های هرز می‌بایست صرف اصلاح زمان مصرف علف‌کش، کاهش مقادیر مصرفی از کیلوگرم به گرم در هکتار، توزیع بهتر علف‌کش در مجموعه گیاه زراعی - علف هرز و گسترده نمودن دامنه مبارزه با علف هرز گردد. با استفاده از این دست آوردها باید برنامه‌های مربوط به کنترل علف هرز را به نحوی تنظیم نمود که بازدهی خالص مطلوب داشته و ضمناً میزان آلودگی آبهای زیرزمینی را نیز کاهش دهند.

فصل سیزدهم

دست‌ورزی در رشد و نمو گیاه

۱-۱۳- مبانی تنظیم رشد

نخستین مورد مهم استفاده از یک ماده شیمیایی به منظور رشد گیاه در کشاورزی به کارگیری اتیلن برای القاء گلدهی در گیاه آناناس در سال ۱۹۳۲ بوده است. با وجود تلاش گسترده‌ای که در سالهای پس از آن به کار رفت و با آن که در برخی از شرایط زراعی ویژه، مواد تنظیم کننده رشد مرتباً به کار گرفته می‌شد، موارد دیگر استفاده از این مواد نسبتاً محدود بود. به عنوان مثال در پی انتشار گزارشهایی در تائید اثر مطلوب کلرید کلرمیکوات^۱ بر روی گندم، تولبرت^۲ (۱۹۶۰) از خاصیت بازدارندگی رشد این ماده و دیگر مواد شیمیایی در کوتاه نگهداشتن ساقه به منظور جلوگیری از خوابیدگی در غلات سالها در سطح تجاری در اروپا استفاده می‌گردید. همچنین از سال ۱۹۷۰، چند ماده بازدارنده رشد و اتفن^۳، ماده آزاد کننده گاز اتیلن، بر روی بسیاری از محصولات باغی و زراعی از جمله نیشکر به کار گرفته شده است. در سال ۱۹۷۶، هودسن^۴ پیش‌بینی کرد که در آینده تعداد بیشتری مواد تنظیم کننده رشد با کاربرد وسیع در کشاورزی جهان ایجاد خواهد شد و به این وسیله بر تحقیقات و توسعه دهه‌های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ به طور کامل صحنه گذاشت. لیکن این پیش‌بینی برای اغلب گیاهان زراعی از جمله چغندر قند تحقق نیافت.

یکی از مهم‌ترین محدودیت‌ها در امر توسعه مواد تنظیم کننده رشد گیاهی، اثر انتخابی این مواد بر فرآیندهای ویژه گیاه، در مقایسه با اغلب مواد شیمیایی مورد مصرف در کشاورزی است. تاکنون مواد شیمیایی معدودی تولید شده که بدون ایجاد تغییر در جنبه‌ای از رشد و نمو گیاه و

1- Chlormequat chloride

2- Tolbert

3- Ethephon

4- Hudson

غالباً در جهت معکوس، بتواند بر ظرفیت تولید آن مؤثر واقع شود. مسئله مهم این است که مواد تنظیم کننده رشد موجود با ایجاد اثرات متعدد، بر بیش از یک فرآیند مرتبط با عملکرد گیاه تأثیر می گذارند. شکی نیست که موفقیت آتی در تنظیم شیمیایی رشد گیاهان قویاً به تولید موادی بستگی خواهد داشت که بتواند به صورت انتخابی بر فرآیندهایی چون کارایی فتوسنتز، تنفس، توزیع مواد پرورده، پیری برگ و مصرف املاح در گیاه اثر کند. اما تولید مواد شیمیایی با خصوصیات فوق مستلزم شناخت دقیق عوامل بیوشیمیایی و ژنتیکی کنترل کننده این فرآیندها، مکانیسم های هورمونی مداخله کننده و نحوه عمل آنها در سطوح مختلف در گیاه است. متأسفانه به نظر می رسد در گیاهان برخلاف حیوانات تمایز ناچیزی میان محل سنتز هورمون های داخلی و محل تأثیر آنها وجود داشته باشد و علاوه بر آن هورمونهای گیاهی برخلاف مواد مشابه حیوانی فاقد اثر اختصاصی هستند.

از دهه ۱۹۸۰، از میزان فعالیت اختصاص یافته به کشف مواد شیمیایی تنظیم کننده رشد گیاهی در صنایع مواد شیمیایی کشاورزی کاسته شده است. در حال حاضر شرکتهای معدودی در این زمینه فعالیت دارند که سیاست کاری خود را بر پایه شناسایی گیاهان زراعی هدف و فرآیندهای بیوشیمیایی و فیزیولوژیک محدود کننده عملکرد در این گیاهان قرار داده اند. در دهه ۱۹۶۰ این روش در کنار انتخاب تجربی بسیاری از مواد شیمیایی و قابلیت آنها در تنظیم فرآیندهای مرتبط با اکثر مراحل رشد و نمو، گیاه از زمان کاشت تا برداشت، در صنعت نیشکر پذیرفته شد (نیکل^۱، ۱۹۷۶). این روش دسترسی دوگانه از دهه ۱۹۷۰ منجر به توسعه موفقیت آمیز مواد تنظیم کننده رشد برای کنترل گلدهی، رشد طولی ساقه و رسیدگی که در برخی از بخشهای صنعت نیشکر این مواد به کار گرفته شده بود گردید. در مقابل، با وجود تحقیقات مفصلی که در همین دوران در زمینه فیزیولوژی و بیوشیمی چفندر قند انجام شد با این که به کارگیری بالقوه مواد تنظیم کننده رشد مورد توجه بسیار قرار گرفت لیکن هنوز هیچ ماده شیمیایی مؤثر تجارتي برای این گیاه بدست نیامده است.

با این همه پیشرفت قابل ملاحظه ای در آشکار شدن پیچیدگی های کنترل هورمونی و ژنتیک مولکولی در گیاهان حاصل شده و اندوخته گرانبهایی از اطلاعات در باره چرخه های بیوشیمیایی مداخله کننده در سنتز متابولیسم هورمونهای گیاهی مهم و نحوه تأثیر مواد تنظیم کننده رشد مصنوعی به دست آمده است. در حال حاضر، ما با تحقیق در مورد نیاز هورمونی، حساسیت بافت و کنترل ژنی در حال دستیابی به مکانیسم های اثر هورمونها هستیم. بدون تردید یک روش دسترسی جامع با به کارگیری جوانب مختلف بیوتکنولوژی می تواند نیروی محرک تازه ای برای روشن ساختن مکانیسم کنترل هورمونی، فرآیندهای فیزیولوژیک و تسلسل متابولیک فراهم آورد. چنین اطلاعاتی می تواند منجر به تولید مواد تنظیم کننده رشد مؤثر و مهندسی ارقام گیاهی جدید با صفات مطلوب از طریق روشهای بیولوژی مولکولی و انتقال ژنهای خارجی گردد (الیوت و همکاران ۱۹۷۸).

۲-۱۳- تنظیم شیمیایی رشد و نمو

با وجود کوشش بسیاری که در سالهای اخیر برای آشکار ساختن مکانیزم کنترل رشد در گیاه، سنتز و ذخیره سازی قند در چغندر قند (فصل ۲) انجام گرفته و همچنین مواد شیمیایی که در این فرایندها دخالت دارند به طور متمرکز مورد آزمایش قرار گرفته است، اما تاکنون هیچ ماده تنظیم کننده رشد برای استفاده در این زراعت قابل توصیه نیست. منابع اطلاعاتی وسیعی در ارتباط با مبحث فیزیولوژی و بیوشیمی چغندر قند تدوین شده و تلاش های متعددی برای یافتن راههای افزایش عملکرد قند بدون افزایش ناخالصی شیر صورت گرفته است.

یک روش دسترسی برای تولید مواد تنظیم کننده رشد گیاهی چغندر قند توسط لنتون^۱ و میلفورد^۲ ارائه شد که براساس آن شناخت محدودیت های ویژه رشدی برای هر یک از مراحل رشد ضرورت داشت. یک فرضیه مقدم این است که عملکرد قند را می توان با بهبود جذب و کارایی مصرف تابش خورشیدی برای تولید قند قابل استحصال افزایش داد. جذب حداکثر تابش خورشیدی مستلزم استقرار زودتر گیاه در خاک و رشد سریع پوشش سبز گیاهی است. فرایندهایی چون فتوسنتز، تسهیم در قسمت های هوایی ریشه ذخیره ای گیاه، رشد ریشه و ذخیره سازی قند، در استفاده مؤثر از تشعشع دریافت شده دخالت دارد. شرایط مشابهی در مورد محصولات ریشه ای دیگر مانند هویج، تربچه، هویج وحشی و لبو نیز صدق می کند (توماس و همکاران ۱۹۸۲، هول^۳ و همکاران ۱۹۸۴) با این وجود در برخی از موارد فوق علاوه بر ساکارز ممکن است مقدار زیادی از قند به صورت گلوکز و یا فروکتوز ذخیره شود (مکی^۴ و همکاران ۱۹۸۴).

۱-۲-۱۳- استقرار گیاه در خاک

برای دستیابی به استقرار سریع گیاهان قوی و پیکناخت در زراعت چغندر قند، بذر مرغوبی مورد نیاز است تا به سرعت و همزمان جوانه بزنند. در انگلستان، شرایط استقرار گیاه در دهه ۸۰ میلادی با بهبود زیادی روبرو شد به طوری که متوسط آن از ۶۰٪ در سال ۱۹۸۱ به ۷۴٪ در سال ۱۹۸۸ رسید (دورانت و گامرسون^۵ ۱۹۹۰). قوه نامیه آزمایشگاهی در برخی از ارقام حدود ۱۰۰٪ است. این پیشرفت ها ناشی از ترکیب دست آوردهای به نژادی و بهبود امر تولید بذر، فرآوری و تکنیکهای پوشش دادن بذر (پلت کردن) است.

با این همه، در حال حاضر هنوز پتانسیل بیشتر برای بذرپاشی زودتر وجود دارد، و با وجود بهبود حاصل شده در همزمانی جوانه زنی بذر، هنوز در اندازه جوانه بذری اختلاف قابل توجهی (حتی در میان جوانه های بذری که در یک روز سبز می شود) وجود دارد که ممکن است با شرایط محیطی و خاک تشدید شود (شکل ۱-۱۳) علت بروز تفاوت های زیادی که بین محموله های بذر از یک رقم، به هنگام جوانه زنی مشاهده می شود باید شناخته شده و در صورت امکان تیمارهایی را برای از میان بردن این تفاوت ها به کار گرفت.

در سالهای اخیر، تکنیکهای زیادی در جهت بهبود جوانه زنی بذرهای گونه های زراعی و باغی مورد بررسی قرار گرفته اند (توماس ۱۹۶۱). در چغندر قند فوایدی در شستشوی مواد

1- Lenton

2- Milford

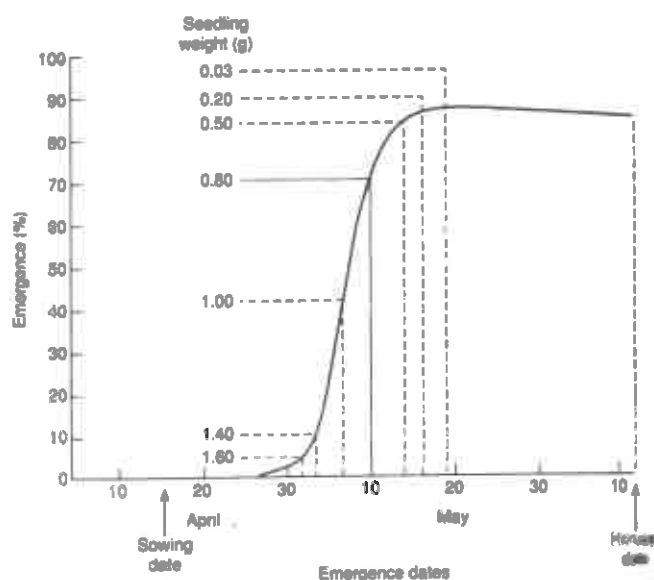
3- Hole

4- Mc Kee

5- Gummerson

بازدارنده جوانه‌زنی با استفاده از آب (اسکات^۱ و همکاران ۱۹۷۲) حاصل شده، در حالی که خیساندن بذر چغندر قند در محلول رقیق جیبرلین و سیتوکینین (اسکات و همکاران ۱۹۸۴) و فوسی کسین (نلسون^۲ و شارپلز^۳ ۱۹۸۰، نلسون ۱۹۸۴) جوانه‌زنی را در شرایط نامطلوب بهبود بخشیده است، حتی خیساندن بذر به مدت کوتاهی در محلول اسید رقیق مفید، به فایده بوده است (آکسون^۴ و همکاران ۱۹۸۰ و ۱۹۸۱) اگرچه این تیمارها در سطح تجارتي مورد بهره‌برداری قرار نگرفته‌اند لیکن دلیل اصلی آن را می‌توان عدم توانایی در خیساندن مقادیر زیاد بذرها، هزینه برخی از مواد شیمیایی و طول شدن نامطلوب هیپوکوتیل در اثر تیمار جیبرلین‌ها ذکر کرد.

برخی از این مشکلات اخیراً برطرف شده است. نخست اینکه، در حال حاضر روشهایی برای خیساندن توده‌های بزرگ بذر وجود دارد، در انگلستان، خیساندن بذر در محلول ۰/۲٪ تیرام برای کنترل قارچ فوما و کاهش مواد بازدارنده رشد (پوسته بذر) به صورت یک عمل استاندارد درآمده است (دورانت و همکاران ۱۹۸۸). دوم اینکه، ماده فعال جیبرلین^۵ می‌تواند جوانه‌زنی بذر را بدون اثرات ثانویه نامطلوب بر روی رشد طولی هیپوکوتیل، تحریک نماید (گات^۶ و توماس ۱۹۸۶).



شکل ۱-۱۳- میزان ظهور جوانه بذری چغندر قند و تاثیر تاریخ جوانه‌زنی در قدرت اولیه گیاهچه، ۱۹۷۹ (مکاتبه شخصی، باگ^۷).

- 1- Scott
- 4- Akesson
- 6- Gutt

- 2- Nelson
- 5- 1-(3-Chlorophthalimido)-Cyclohexane carboxamide
- 7- Bugg

- 3- Sharples

جدول ۱-۱۳. اثر تیمار بذر با ماده تنظیم‌کننده رشد^۱ بر روی جوانه‌زنی در مزرعه و وزن خشک گیاهچه‌های چغندرقد (اسکات و همکاران ۱۹۷۲). با وجود آن که اعمال این نوع تیمارها میسر گردیده، اما به دلیل افزایش بسیار زیاد قدرت بذرهای امروزی، از ارزش آنها کاسته شده است (دورانت و گامرسون ۱۹۹۰).

PGR mg/l					
تیمار نشده	آب	اسیدجیرلیک (۱۰۰)	کینیتن (۴۰)	بنزیل آدنین (۱۰)	تغییرات
جوانه‌زنی	۲۵	۲۹	۳۳	۲۷	+۱/۵
درصد					
وزن خشک	۶۸۵	۶۷۹	۱۱۴۵	۱۱۴۷	+۱۳۱

استقرار و رشد گیاه چغندرقد با استفاده از تکنیک "بذرپاشی روان"^۲ (شامل بذرهای آماده جوانه زدن در پوشش ژلاتینی) و یا بذر "پیش‌رس"^۳، و یا خیس‌اندن و خشکاندن مجدد بذر پیش از بذرپاشی توسط لانگدن^۴ و همکاران (۱۹۷۹) بررسی شده است. تکنیک "بذرپاشی روان" امتیازها و دقت تنظیم فاصله را که در محصولات باغبانی حاصل شده به همراه نداشت (سالتر^۵ ۱۹۷۸). اما تیمار "پیش‌رس" کردن امیدوارکننده بوده و از آن زمان توسط دورانت و جاگارد (۱۹۸۸) به صورت اصلاح شده در آمده است. "پیش‌رس" کردن موجب جوانه‌زنی زودتر و استقرار بهتر گیاهچه می‌شود و در رشد پوشش برگی تأثیر می‌گذارد (شکل ۲-۱۳)، در نتیجه بذرپاشی زودتر را ممکن می‌سازد و از این رو کاهش خطر ساقه‌روی (بولتینگ) را که در اثر دمای پائین در اوایل فصل کشت واقع می‌شود و در پی آن عملکرد محصول به میزان ۰/۷٪ به ازای هر ۱٪ گیاه به ساقه رفته کاهش می‌یابد (جاگارد و همکاران ۱۹۸۳) به همراه خواهد داشت. منافع اقتصادی بالقوه در اعمال این تیمارها قابل توجه است. در انگلستان بذرپاشی زودتر با استفاده از بذرهای "پیش‌رس" شده توانسته است تا ۱۰٪ افزایش عملکرد به همراه داشته باشد (دورانت و مش^۶ ۱۹۸۹). مطالعات به منظور بهبود روش برای تعیین مناسب‌ت گنجاندن تیمار اسیدشویی و مصرف تنظیم‌کننده رشد در برنامه پیش‌رس کردن بذر در دست اقدام است (دورانت و مش ۱۹۹۱).

یکی از راههای دیگر بهبود قدرت گیاهچه، بهبود کیفیت بذر با استفاده از تغییرات شیمیایی

1- Plant Growth Regulator(PGR)

2- Fluid drilled

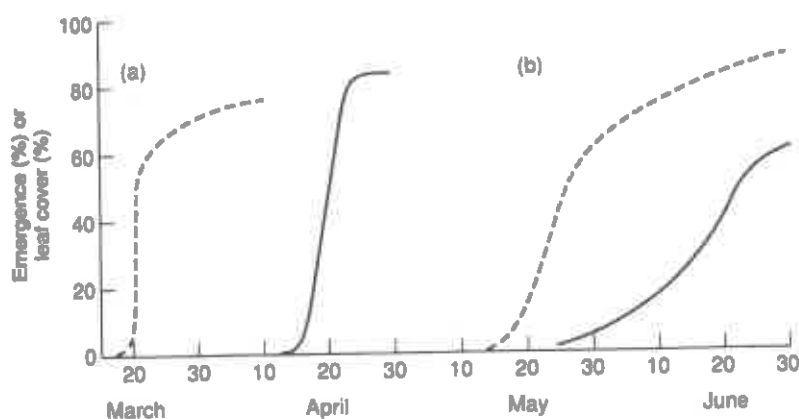
3- Advanced

4- Longden

5- Salter

6- Mash

در زراعت بذری است. چغندر قند مانند اغلب گیاهانی که ریشه ذخیره‌ای دارند، دارای یک گل آذین با رشد نامحدود است، بذرهایی که در ابتدا بر روی آن ظاهر می‌شوند، کاملاً رسیده و درشت‌ترین. از این بذرها قوی‌ترین گیاهچه‌ها بدست می‌آید و به گیاهانی تبدیل می‌شوند که بالاترین عملکرد شکر را دارند. در نتیجه تا ۷۵٪ از بذرهایی برداشت شده از پایه بذری در مرحله درجه‌بندی بذرها براساس اندازه، حذف می‌شوند. رشد محدود و کوتاه یک گل آذین می‌تواند منجر به تولید بذرهایی یکنواخت‌تر شود.



شکل ۲-۱۳- الف) ظهور و ب) پوشش برگ‌ها در تیمار بذر با تیرام استاندارد (—) بذر پیش‌رس (....) (مکانته شخصی با جاگارد، مش و دورانت).

یک فایده دیگر ایجاد تغییر در رشد گل آذین، برداشت زودتر بذر برای جلوگیری از ورنالیزه شدن آن روی پایه بذری و در نتیجه پیشگیری از ساقه‌روی زودرس و گلدهی در زراعت چغندر قند است. با این همه، تلاش در جهت استفاده از تیمارهای شیمیایی، به ویژه مواد بازدارنده رشد، در مورد چغندر قند ناموفق بوده است، زیرا تیمارها با دارای تاثیر کم و یا موجب کاهش تولید و جوانه‌زنی بذر شده است (لانگدن ۱۹۷۴).

۲-۱۳-۲- رشد رویشی

زراعت چغندر قند، در یک فصل رشد کامل، در انگلستان فقط ۶۰٪ از تابش خورشید را جذب می‌کند. علت اصلی آن عدم رشد برگ‌ها تا ماه ژوئیه (خرداد) است که در این زمان، تابش خورشید حد ماکزیمم خود را گذرانده است (اسکات و همکاران، شکل ۳-۱۳). متأسفانه، کوششهایی که در جهت سرعت بخشیدن به رشد پوشش برگ‌ها با استفاده از کود شیمیایی بیشتر و یا افزایش تراکم بوته در هکتار صورت گرفت با موفقیت روبرو نبود، زیرا ماده خشک اضافی

تولید شده در برگها باقی می‌ماند و مقدار کمی به ریشه منتقل می‌شود (درایکوت^۱ و وب^۲ ۱۹۷۱). تولید برگ و گستردگی زود آن در فصل رشد در اثر دمای پائین محدود می‌شود و توفیق چندانی در یافتن مواد شیمیایی برای افزایش رشد در شرایط فوق بدست نیامده است. در دمای پائین، تیمار اسید جیبرلیک رشد بخش ذخیره قند را در گیاه نیشکر افزایش می‌دهد (لنتون و میلفورد ۱۹۷۷)، اما این اثرات معمولاً به افزایش تراکم قند در ریشه ذخیره‌ای گیاه منجر نمی‌شود.

جالب توجه است که در تعدادی از گیاهان از جمله چغندر قند (میلفورد و لنتون ۱۹۷۸) هویج (تورناس^۳ ۱۹۸۱) و تربچه (وستون^۴ ۱۹۸۲)، کیفیت نور و مدت آن به‌طور مستقل از دما بر روی رشد برگ تاثیر می‌گذارد. طولانی شدن دوره روشنایی روز با استفاده از نور پراثری به ویژه در طول موجهای قرمز و فراقرمز به علت ایجاد تغییر در تولید هورمونهای داخلی، مخصوصاً جیبرلین‌ها مؤثر است (لنتون و میلفورد ۱۹۷۷). به طریق نظری، باید بتوان این تیمارهای نوری را با تیمارهای مواد تنظیم‌کننده رشد جایگزین کرد و شاید این راهی برای تسریع رشد زود برگها در فصل کشت باشد.

ادامه رشد برگی در پائیز ممکن است از حداکثر ظرفیت بالقوه تراکم قند در ریشه جلوگیری کند. در کشورهایی که زراعت چغندر قند در شرایط گرم به مرحله برداشت می‌رسد، به کار بردن مراد بازدارنده رشد، مانند مالئیک هیدرازید، در اواخر فصل می‌تواند از تشکیل برگهای جدید جلوگیری کند و موجب افزایش ماده خشک در ریشه شود (ویتور^۵ و هنسن^۶ ۱۹۵۲). همچنین به کار بردن مالئیک هیدرازید^۷ پیش از برداشت، از رشد مجدد ساقه در انبار جلوگیری کرده و این تیمار در برخی از کشورها توصیه شده است.

در سالهای دهه ۷۰ میلادی و اوائل ۸۰ اثرات کلی بسیاری از مواد تنظیم‌کننده رشد بر روی عملکرد ریشه چغندر قند در آزمایشهای مزرعهای بررسی شد. موادی که مورد آزمایش قرار گرفت شامل ترغیب‌کننده‌های رشد، بازدارنده‌های رشد و محرکهای زیستی مختلف بوده است. این که هیچ یک از این مواد در سطح تجارتي مورد استفاده گسترده قرار نگرفته است، حاکی از عدم کارایی آنها در شرایط آزمایش است. به عنوان مثال، در انگلستان از چهار نوع ماده تنظیم‌کننده رشد بررسی شده در آزمایشهای مزرعهای تنها دامینوزاید^۸ بر رشد و گستردگی زود پوشش برگی گیاه تاثیر داشته و حتی در این مورد هم اثر آن ناپایدار و حاشیه‌ای بوده است، کلرمیکوات^۹، اتفن و اسید جیبرلیک^{۱۰} بی‌تاثیر بودند (گرین^{۱۱} و همکاران، جدول ۴-۱۳).

1- Draycott

2- Webb

3- Thomas

4- Weston

5- Wittwer

6- Hansen

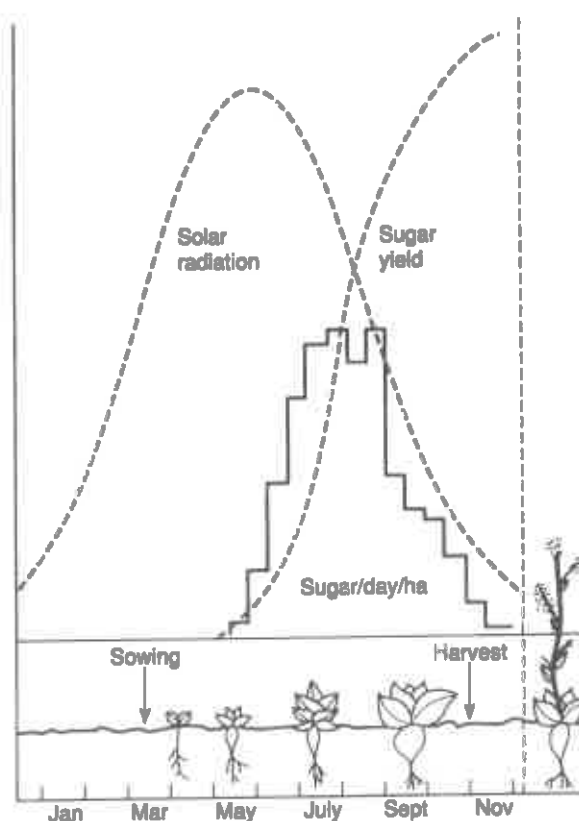
7- Maleic hydrazide

8- daminozide

9- chlormequat

10- GA 4/7

در حال حاضر، عصاره جلبکهای دریایی مورد توجه قرار گرفته است، به ویژه اگر به کاربرد آنها به کاهش مصرف کود شیمیایی که از نظر محیط زیست مورد درخواست است منجر شود. گزارشهای بسیار متناقضی از اثرات عصاره جلبکهای دریایی بر روی چغندر قند وجود دارد که شامل تصحیح کمبودهای عناصر فرعی در خاک و بهبود فراوان رشد اولیه در فصل کشت می شود. با این وجود آزمایشهای انجام شده در سالهای ۱۹۸۵-۱۹۸۲ در انگلستان نشان می دهد که نه عصاره جلبکهای دریایی و نه هیچ محرک زیستی دیگری دارای تاثیر با ارزش بر روی کیفیت ریشه و یا عملکرد محصول چغندر قند نبوده است (می^{۱۲} و پالمر^{۱۳} ۱۹۸۶).



شکل ۳-۱۳. ارتباط تابش خورشید، رشد چغندر قند، ذخیره سازی و عملکرد قند (در شمال غرب اروپا).

۳-۲-۱۳- کارایی فتوستتز

دو روش اصلی برای ایجاد تغییر در گیاهان در جهت استفاده بیشتر از نور جذب شده وجود داشته است: ۱) کوشش برای بهبود کارایی فتوستتز ۲) کوشش برای افزایش شاخص برداشت از طریق ایجاد تغییر در تسهیم مواد پرورده در جهت بهره‌مندی اجزاء عملکرد. با وجود آن که در مواردی به اثر مثبت بعضی از هورمونهای گیاهی بر روی فتوستتز به ویژه در شرایطی که میزان آن در محدودیت قرار می‌گیرد، اشاره شده (تری‌هارن^۱ ۱۹۷۸) اما هیچ ماده تنظیم کننده رشد که بتواند مستقیماً بر روی کارایی فتوستتز اثر داشته باشد تولید نشده است. معلوم نیست آیا هورمونهای گیاهی به طریق انتخابی بر روی کلروپلاستها و روزه‌ها اثر می‌کنند یا اینکه تاثیر آنها از طریق توسعه دستگاه فتوستتز و یا سنتز، فعالیت و یا میزان تجزیه آنزیم‌هاست. به علاوه، روشن نیست که آیا هورمونهای مختلف مشابه و یا به طرق مختلف عمل می‌کنند. تا زمانی که چنین دانشی به دست نیامده است، ایجاد یک روش منطقی برای تعیین مواد شیمیایی تحریک کننده امکان‌پذیر نیست.

با این که به نظر می‌رسد، مواد تنظیم کننده رشد به خودی خود تاثیر کمی بر روی فرآیند فتوستتز داشته باشد اما ادعا شده است برخی از مواد بازدارنده رشد می‌تواند به واسطه افزایش تولید کلروفیل به کارایی فتوستتز بیافزاید. این نظرات بر پایه این مشاهده مطرح گردید که برگ گیاهان تیمار شده با این مواد، در مقایسه با گیاهان تیمار نشده، ضخیم‌تر و به رنگ سبز تیره است. بوته‌های چغندر قند که با ماده بازدارنده رشد پاکلوبوترازول^۲ تیمار شده‌اند، افزایش میزان فتوستتز خالص در واحد سطح را در آزمایشهای گلخانه‌ای نشان داده‌اند (جاگارد و همکاران، جدول ۳-۱۳).

جدول ۳-۱۳- اثرات مواد تنظیم کننده رشد بر روی اجزاء عملکرد در چغندر قند
(گرین و همکاران ۱۹۸۶).

تغییرات	مواد تنظیم کننده رشد گیاهی				
	شاهد	کلرمیکوات	دیامینوزاید	کلرید می پیکوات GA4/7	
میزان قند ریشه (% وزن تر)	۱۷/۳	۱۷/۴	۱۷/۵	۱۷/۹	۱۷/۲
وزن کل توده زنده (بیوماس تن / هکتار وزن خشک)	۲۰/۲	۱۸/۵	۱۹/۳	۱۸/۱	۲۰/۳
عملکرد ریشه (تن / هکتار وزن خشک)	۱۴/۷	۱۲/۸	۱۳/۳	۱۲/۴	۱۴/۲
عملکرد شکر (تن / هکتار وزن خشک)	۸/۵	۷/۵	۷/۸	۷/۵	۸/۱

با این حال گیاهان تیمار شده با پاکلوبوترازول در مزرعه به رنگ سبز تیره درآمدند، اما افزایش میزان تبدیل انرژی تابشی به ماده خشک که براساس نتایج قبلی پیش‌بینی شده بود، حاصل نشد. تیمار پاکلوبوترازول با این که میزان فتوسنتز را افزایش داد اما موجب کاهش عملکرد ریشه شد و بر درصد قند تأثیری نداشت (گلوورت^۱ و بیسکو^۲ ۱۹۸۵). به این همه، به دلیل این که اغلب مواد بازدارنده رشد گستردگی برگها را محدود می‌کنند، می‌توان نهایتاً آنها را در استفاده مشترک با فاصله کاشت کمتر (جاگارد و همکاران ۱۹۸۲) و یا در شرایطی که رشد برگی زیاد مشاهده می‌شود، مثلاً در خاکهایی که دارای مزاد آلی زیاد و بسیار حاصلخیز هستند به کار گرفت.

جدول ۳-۱۳. اثر پاکلوبوترازول بر چغندر قند در آزمایشهای آزمایشگاهی به صورت درصدی از گیاهچه‌های تیمار نشده (جاگارد و همکاران ۱۹۸۲)

سه هفته پس از تیمار*		اندازه‌گیری برگ ۱۲**	
وزن خشک ساقه‌ها	۸۲	سطح برگ	۶۸
وزن خشک ریشه‌ها	۱۲۷	وزن خشک	۹۲
نسبت ریشه: ساقه	۱/۵	ضخامت	۱۴۰
		کلروفیل	۱۴۵
		فتوسنتز خالص:	
		سطح برگ	۱۲۲
		کلروفیل	۸۵
		مجموع برگ	۸۴
اسپری با ۴۰۰۰ g/ml		** اسپری با ۱۰۰۰ g/ml	
در مرحله چهاربرگی			

۴-۲-۱۳- تسهیم مواد پرورده

جنبه‌های بنیادی انتقال مواد پرورده در بخش ۲-۳-۲ شرح داده شده است. تحقیق‌های زیادی در مورد فرایندهای کنترل حرکت مواد پرورده درون گیاه، با امید به یافتن مواد شیمیایی که بتواند توانایی "ذخیره‌سازی"^۳ را افزایش دهد، انجام شده است. نقش هورمونها و جنبه‌های مختلف مصرف کربن، شامل انتقال تحت کنترل هورمونی و توانایی تحرک به مخزن اندام مقصد (ریشه) معین شده است. نقش اسید جیبرلیک (GA) در افزایش تحرک مواد خالص از

فرآیند فتوسنتز به خارج از برگها (دباتا^۱ و مارلی^۲، ۱۹۸۱)، دخالت اسید اندول استیک^۳ (IAA) در فرآیند انرژی طلب انتقال از آوندهای آبکشی و اثر اسید ابسیسیک^۴ (ABA) در جلوگیری از انتقال قند توسط آوندهای آبکشی (مالک^۵ و بیکر^۶، ۱۹۷۸، هو^۷ و بیکر^۸، ۱۹۸۲، دی^۹ و وایز^۹، ۱۹۸۳) شناخته شده است. اخیراً دی (۱۹۸۷) دلایلی برای کنترل هورمونی آنزیمهای متابولیسم قند در برگها بدست آورده و اظهار کرده است که ABA، GA و IAA می‌توانند نقش مهمی در تسهیم کربن در این بافت داشته باشند. از این طریق یک عمل دو منظوره ایجاد تغییر در میزان سنتز قند در سطح آنزیمی و همچنین میزان حمل قند متوافق با مقدار موجود برای انتقال حاصل می‌شود.

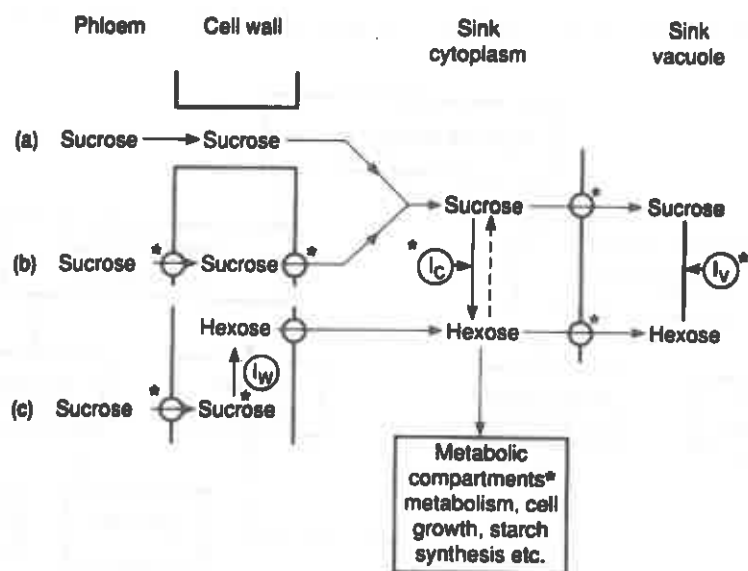
به علاوه دلایلی وجود دارد که انتقال از پائین به بالای مواد پرورده تحت تاثیر مستقیم اکسین در فرآیند انتقال در مسیر آوندهای آبکش افزایش می‌یابد (پاتریک^{۱۰} و ویرینگ^{۱۱}، ۱۹۸۰). به نظر نمی‌رسد که تخلیه قند از اجزاء آوند آبکش، یک فرآیند انرژی طلب باشد، و مرحله محدود کننده میزان ورود قند به اندام مقصد از جمله فعالیتهای متابولیکی است که برای فرآیند تخلیه از آوند آبکش واقع می‌شود.

در ارتباط با مسئله ذخیره سازی قند در اندام "مقصد - ذخیره"، به نظر می‌رسد تخلیه قندها از آوند آبکش با مکانیزمهای متفاوتی در اندامهای مختلف گیاه صورت می‌گیرد. در همین رابطه حداقل چهار مکانیزم شناسایی شده است. (گیگر^{۱۲} و فوندی^{۱۳}، ۱۹۸۰) که در روشن عبور از موانع آوند آبکش و راههای حفظ یک شیب ساکارز برای برقراری جریان تراوش از آوند آبکش با یکدیگر تفاوت دارند (شکل ۴-۱۳). از این رو میزان ذخیره سازی قند در نیشکر بستگی به فعالیت انورتاز اسیدی موجود در فضای آزاد بافت دارد که ساکارز را پیش از سنتز دوباره در بافت ساقه هیدرولیز می‌کند، درحالی که در ذخیره سازی قند در ریشه چغندر قند عمل هیدرولیز دخالت ندارد. در گیاهان زراعی ذخیره کننده قند ساکارز، فعالیت انورتاز اسیدی در اندامهای در حال رشد با شروع ذخیره سازی قند به سرعت کاهش می‌یابد (ریز^{۱۴}، ۱۹۸۴)، درحالی که فعالیت انورتاز قلیایی طی رشد گیاه حفظ و یا افزوده می‌شود. در چغندر قند، سنتتاز ساکارز به عنوان یک آنزیم تنظیم کننده در ذخیره سازی ساکارز مطرح است (جیوکیوتا^{۱۵}، ۱۹۷۹). رابطه میان هورمونهای گیاهی و آنزیمهای تبدیل قند روشن نیست و تا زمانی که اطلاعات بیشتری در دسترس نباشد، کنترل شیمیایی فعالیت آنزیمی از طریق یک روش منطقی غیر ممکن است.

1- Debata	2- Murly	3- indole-3-acetic acid (IAA)
4- Absciscic acid (ABA)	5- Malek	6- Backer
7- Ho	8- Daie	9- Wyse
10- Patrick	11- Wareing	12- Geiger
13- fondy	14- Rees	15- Gioquinta

در ریشه ذخیره‌ای چغندرقند، جذب ساکارز به درون واکوئل‌های سلول در مقابل یک تدرج غلظت ساکارز واقع می‌شود در نتیجه مداخله یک فرآیند انرژی طلب الزامی است (وایز ۱۹۷۹). در این ارتباط، امکان انتقال همزمان ساکارز با پتاسیم و مبادله آن با پروتون از ورای غشاء تونوپلاست سلولهای مقصد مطرح شده است (سافتنر^۱ و وایز ۱۹۸۰). ظاهراً این فرآیند توسط هورمونهای IBA و IAA تحریک می‌شود (وایز و همکاران ۱۹۸۰). از آنجا که در جنبه‌های متعددی از رشد ریشه ذخیره‌ای، متابولیسم ساکارز و ذخیره‌سازی ساکارز، واسطه هورمونی وجود دارد (شکل ۵-۱۳) ایجاد تغییر در این فرآیندها از طریق شیمیایی باید امکان‌پذیر باشد. در عمل، مشارکت مهم مواد تنظیم‌کننده رشد در این زمینه وجود نداشته است، اما پاکلوبوترازول می‌تواند در نسبت وزن ساقه به ریشه ذخیره‌ای چغندرقند تغییراتی ایجاد کند (جاگارد و همکاران ۱۹۸۲). اندام هوایی عملکرد ریشه و غلظت قند مستقیماً با یکدیگر مرتبط نیستند زیرا این دو تحت تاثیر نحوه تسهیم مواد حاصل از فتوسنتز برای رشد و قندسازی در اندام ریشه قرار دارند (ر.ک. فصل دوم). سلولهای کوچک و جوان نزدیک به لایه زاینده در ریشه چغندرقند که دارای لایه زاینده ثانویه است از نظر جمع‌آوری ساکارز در واحد حجم و وزن پربازده‌تر از سلولهای بزرگتر هستند. از این جهت، غلظت قند تابع اندازه‌های نسبی سلولهای بزرگ و کوچک است و یک ریشه ذخیره‌ای که از سلولهای کوچک زیاد تشکیل شده، در مقایسه با ریشه‌ای که از سلولهای درشت و معدودتر تشکیل شده در جمع‌آوری قند بازده بیشتری دارد (میلفورد ۱۹۷۳). از این مطلب چنین برداشت می‌شود که بتوان به جای استفاده از مواد بازدارنده رشد که تقسیم سلولی و گسترش سلول را محدود می‌کند، از روش شیمیایی (الیوت و همکاران ۱۹۸۶) و یا بیولوژی مولکولی برای ایجاد تغییر در موازنه هورمونهای داخلی (الیوت و همکاران ۱۹۸۷) استفاده کرد و در مراحل اولیه رشد با ایجاد اصلاح در تشکیل لایه زاینده و فعالیت آن قدرت تولید را به طریق موثرتری افزایش داد.

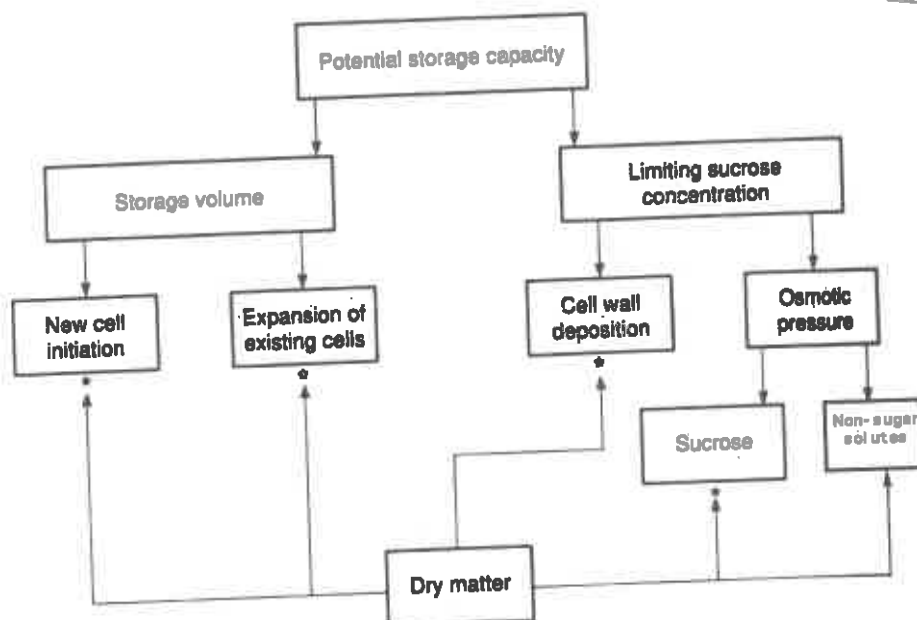
IW و IC و IV به ترتیب انورتازهای دیواره سلولی، سیتوپلاسم و واکوئل هستند. مکان احتمالی سیستم انتقال در غشاء پلاسما و واکوئل به صورت -> نشان داده شده است. این سیستم ممکن است به صورت منفعل و یا فعال با صرف انرژی در مقابل یک تدرج غلظت، عمل انتقال مولکول‌های قند را انجام دهد. مراحل سیستم انتقال قند که ممکن است به صورت مستقیم یا غیرمستقیم توسط هورمون‌ها یا مواد تنظیم‌کننده رشد کنترل شود، به صورت (*) مشخص شده است (موریس^۲ ۱۹۸۳).



شکل ۴-۱۳- شمای ساده شده برای نشان دادن مسیرهای احتمالی انتقال ساکارز از ورای مرز میان آوند آبکش سلول مقصد، و ورود قندها به قسمت‌های متابولیک و ذخیره در سلول مقصد.
 الف) انتقال همزمان از طریق پلاسمودسم در برگ‌های جوان و انتهای ریشه
 ب) انتقال مولکول‌های ساکارز از طریق دیواره سلولی حد واسطه در چغندر قند
 ج) انتقال قندهای هگزوز در سلول مقصد در پی هیدرولیز ساکارز توسط یک انورتاز متصل به دیواره سلول در نیشکر.

ظرفیت بالقوه ذخیره‌سازی در ریشه چغندر قند به حجم موجود برای ذخیره‌سازی و گنجایش حداکثر میزان قند در این حجم وابسته است. افزایش در حجم ذخیره‌سازی بستگی به ایجاد سلول‌های جدید و میزان واکوئل‌سازی بعدی آنها دارد. سلول‌های ریشه چغندر قند، در طول فصل رشد، تدریجاً به جمع‌آوری ساکارز تا حداکثر یک غلظت ۷۰۰-۶۰۰ میلی‌مول/لیتر می‌پردازند، به کارگیری مواد تنظیم‌کننده رشد بر این غلظت تاثیر نمی‌گذارد. (استین‌گروور^۱ ۱۹۸۱) نشان داده است پتانسیل اسموزی در بافت ریشه تربچه، در زمانهای قبل و در حین ذخیره‌سازی قندها، به واسطه یک موازنه موجود بین پتاسیم، نیترات‌ها و قندها، بخوبی تنظیم شده و یکتواخت باقی می‌ماند. به نظر می‌رسد که سلول‌های ذخیره‌کننده همیشه در حال تعادل قرار دارند و قادرند پتانسیل اسموزی کافی برای گسترش خود ایجاد کنند. به این دلیل به نظر

می‌رسد عوامل دیگری، مانند فعالیت آنزیمی و انرژی طلب، در حرکت قندها محدودکننده باشند.



شکل ۵-۱۴- برخی محدودیت‌ها در تسهیم ماده خشک در ریشه ذخیره‌ای، ستاره‌ها نشانه فرآیند با تأثیر هورمونی است.

یک روش دیگر برای افزایش اندازه اندام مقصد، تسریع عمل ذخیره‌سازی در این اندام از طریق افزایش میزان جذب و در نتیجه رسیدگی و برداشت زودتر است. همانطور که پیش از این اشاره شد، به نظر می‌رسد که تحویل قند از لوله‌های آوندی و حرکت آن به داخل واکوئل‌های ذخیره‌کننده، تحت کنترل فعالیت آنزیمی و مکانیزم‌های حمل انرژی طلب باشد. این سؤال مطرح می‌شود که آیا واقع‌گرایانه خواهد بود که بخواهیم با به‌کارگیری مواد تنظیم‌کننده رشد این فرآیندها را به ظرافت کنترل کنیم. موریس (۱۹۸۳)، در بررسی گسترده‌ای که روی تنظیم هورمونی تسهیم مواد اسیمیلات انجام داده است دلایلی ارائه می‌دهد که سنتز و فعالیت انورتازها می‌تواند توسط هورمون‌های داخلی تنظیم شود. در نتیجه به نظر می‌رسد استفاده از مواد تنظیم‌کننده رشد با هدف تأثیرگذاری بر سطوح انورتاز در اندام‌های مقصد رقیب برای ایجاد تغییر در خطوط جریان و الگوی اسیمیلات‌ها امکان‌پذیر باشد. با این همه، مرحله محدودکننده میزان حمل قند ممکن است یک فرآیند حمل انرژی طلب باشد که بر روی یکی از سیستم‌های

غشایی کمپلکس آوند آبکش/اندام مقصد واقع شده باشد. در حال حاضر اطلاعات، در مورد سیستم‌های حمل آن قدر نیست که بتوانیم در مورد نقش هورمون‌های گیاهی در تنظیم این سیستم‌ها حدسیات خود را توجیه کنیم. اما معلوم شده است که ABA و IAA موجب افزایش ذخیره‌سازی در اندام مقصد گیاه چغندر قند می‌شود (وایز و همکاران ۱۹۸۰).

برخی از اثرات مواد تنظیم‌کننده رشد گیاهی بر روی فعالیت انورتاز در آزمایش‌های انجام شده با قطعات ریشه و نیز در آزمایش‌های مزرعه‌ای در گیاه هویج نشان داده شده است. در مورد اول، فعالیت انورتاز توسط GA افزایش و توسط کینتین کاهش یافت و اندازه این اثرات بستگی به سن ریشه‌ها داشته است (ریکاردو^۱ ۱۹۷۶). در مورد دوم، استفاده از GA روی برگ‌های گیاهان هویج مزرعه نسبت ریشه/ساقه، درصد هگزوز و فعالیت انورتاز قلیایی و اسیدی و سنتز ساکارز را کاهش داد، در حالی که ماده بازدارنده رشد کلرید کلر میکوات، با وجود ایجاد افزایش در نسبت ریشه/ساقه تاثیر کمی بر فعالیت آنزیم داشت (مک‌کی و همکاران ۱۹۸۴). در گیاه چغندر قند، دستیابی به جذب سربتر ساکارز در آزمایش‌های آزمایشگاهی که بر روی دیسک‌های بافت برگ و کشت‌های سلولی، که با مواد بازدارنده رشد BAS 106W و PIX (دی ۱۹۸۷) تیمار شدند، میسر شده است، لیکن در منابع علمی به انجام این آزمایش‌ها بر روی گیاهان مزرعه اشاره‌ای نشده است. در بهترین شرایط، چنین آزمایش‌هایی می‌تواند به عنوان یک دستورالعمل برای انتخاب مقدماتی مواد تنظیم‌کننده رشد گیاهی مورد استفاده قرار گیرد. مشکلات نشانه‌گیری مناطق مقصد، ارسال مواد شیمیایی در مراحل حساس رشد گیاه و سپس مشخص نمودن روش عمل دقیق آنها هنوز لاینحل باقی مانده است. به طور کلی، تحقیقات محدودی در باره اثرات مستقیم مواد تنظیم‌کننده رشد بر روی فعالیت قند - آنزیم یا حمل انرژی طلب قند انجام شده است. البته این یک زمینه تحقیقاتی ارزشمند است زیرا در آینده ممکن است افزایش تولید قند وابسته به دست‌ورزی شیمیایی مستقیم بر روی وقایع متابولیک باشد.

۳-۱۳- بیولوژی مولکولی برای تنظیم رشد و نمو

۳-۱۳-۱- هورمون‌های گیاهی و رشد ریشه ذخیره‌ای

به‌نژادی و عملیات به‌زراعی درصد قند ساکارز را در ریشه چغندر قند به بالای ۱۸٪ رسانده است. ادامه کار سلکسیون و کنترل شیمیایی می‌تواند باز هم این درصد را افزایش دهد اما پیشرفت در زمینه ترکیب عملکرد بالای ماده خشک و درصد قند بالا روند کندی خواهد داشت زیرا میان درصد قند و ماده خشک یک همبستگی منفی شدید وجود دارد. این وضعیت در

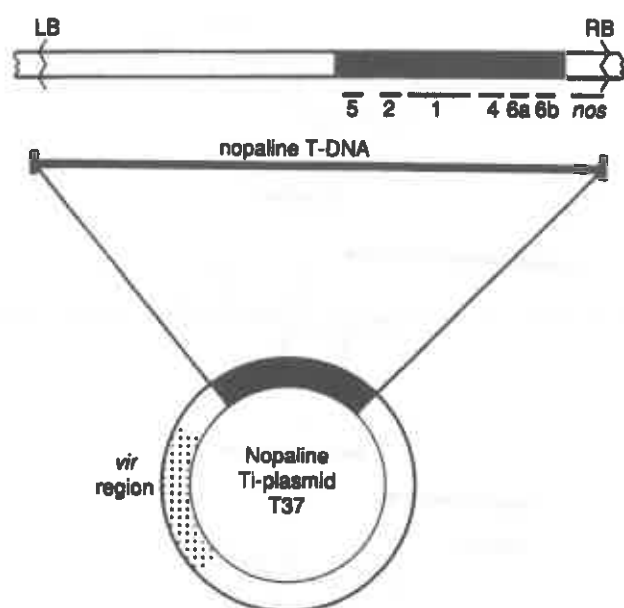
ارتباط با آناتومی ریشه ذخیره‌ای و ماهیت فرآیند ذخیره‌سازی قند، که پیش از این توضیح داده شد (به: ۲-۲-۲، ۲-۲-۳، ۲-۲-۴ و ۱۳-۲-۴ مراجعه شود) به خوبی شناخته شده است. از این اطلاعات چنین استنباط می‌شود که محتمل‌ترین راه دستیابی به درصد‌های قند و عملکرد بالا، طراحی ریشه‌های بزرگ با حلقه‌های آوندی بیشتر در مقایسه با ارقام موجود و مسیرهای کوتاه‌تر حمل قند از آوند آبکش به سلول‌های ذخیره‌کننده در منطقه پارانشیمی خواهد بود.

برای تولید چنین ریشه‌هایی، باید نسبت تقسیم سلول به گسترش سلول اصلاح شود (الیوت و همکاران ۱۹۸۴). در طول رشد ریشه تغییرات وضعیت هورمون‌های داخلی با تشکیل لایه زاینده ثانویه و تقسیم و گسترش سلول‌های آنها مرتبط می‌شود (هاسفورد^۱ و همکاران ۱۹۸۴). پس از شروع رشد لایه زاینده، افزایش شدید هورمون‌های داخلی GA و IAA از دوره گسترش سلولی سریع، پیشی می‌گیرد. در نتیجه سطوح IAA در ریشه‌ها به همراه سطوح فزاینده سیتوکینین همچنان افزایش می‌یابد تا در دوره حداکثر تقسیم سلولی به بالاترین مقدار برسد. پس به نظر می‌رسد که یک همبستگی میان سطوح بالای GA و IAA (با سطوح پائین سیتوکینین) و فاز گسترش سلول، و سطوح بالای IAA و سیتوکینین (با سطوح پائین GA) و فاز حداکثر تقسیم سلولی وجود داشته باشد (به شکل ۷-۲ مراجعه شود). امکان این که تغییرات در وضعیت هورمون‌ها تصادفی نباشد بلکه تعیین‌کننده تغییرات رشدونمو و یا ناشی از این تغییرات باشد در مطالعاتی که با ارقام دیگر گونه بتا و ولگاریس^۲ و کشت‌های سوسپانسیون سلولی انجام شده تأیید گردید (الیوت و همکاران ۱۹۸۶). در کشت‌های سلولی بسیار همزمان از ریشه چغندر قند، بالاترین حد فعالیت سیتوکینین سلولی، پیش از تقسیم سلولی مشاهده شده است (مراجعه شود به شکل ۸-۲). در نتیجه اصلاح سطوح هورمون‌های داخلی یک وسیله قابل توجه برای دست‌ورزی رشدونمو است. تعمیم این روش به منظور تولید چغندر قند با رعایت اثرات زیست محیطی (ضایعات کمتر) در بند ۴-۲-۲ توضیح داده شده است.

۲-۳-۱۳- تغییر در سطوح هورمون‌های داخلی

در سال ۱۹۸۷، الیوت و همکاران سعی کردند با دست‌ورزی سطوح هورمون‌های داخلی ظرفیت ذخیره‌سازی ساکارز را به حد بهینه برسانند. آنها دو روش مکمل به کار بردند، یکی با ورود DNA بیگانه (شامل ژنهای کدکننده آنزیمهای یبوستت سیتوکینین واکسین) به داخل ژنوم چغندر قند، و دیگری با دست‌ورزی ژنهای تقسیم سلولی که هر دو مستلزم جداسازی ترادفهای کنترل‌کننده ژنهای مخصوص ریشه و جاسازی آنها درون یک ساختمان شیمریک است (الیوت و همکاران ۱۹۸۷، براون و همکاران ۱۹۹۰، گارتلند و همکاران ۱۹۹۰).

با استفاده از ژنهای T-DNA از باکتری آگروباکتریوم تومفاسینس^۱ می‌توان ظرفیت سنتز اکسین‌ها و سیتوکینین‌ها را در برنامه‌های اصلاح نژاد به مواد گیاهی منتقل کرد (شکل ۶-۱۳). ترانسکریپت‌های ۲۱ از T-DNA در سنتز IAA گیاهان ترانسفرم شده دخالت دارند (شکل ۷-۱۳). فرآورده پروتئین ژن ۱، تریپتوفان ۲- منواکسیژناز^۲ را به اندول ۳- استامید^۳ تبدیل می‌کند. این ماده توسط فرآورده پروتئین ژن ۲، اندول ۳- استامید هیدرولاز^۴، به IAA تبدیل می‌شود به طوری که ظرفیت بیوسنتز IAA سلول گیاهی افزایش می‌یابد.



شکل ۶-۱۳. پلاسمید T37: منطقه ویروالانس Vir برای انتقال T-DNA اساسی است، DNA منتقل شده به ژنوم گیاه = T-DNA به حاشیه راست و چپ T-DNA با ۲۵ bp ترادف RB و LB. ترانسکریپت‌های ۲۱ در بیوسنتز اکسین و ترانسکریپت ۴ در تشکیل سیتوکینین توسط سلول‌های ترانسفرم شده با پلاسمید Ti، ژن ستر نوپالین = nos ترانسکریپت‌های 5 و 6a در تولید تنظیم‌کننده رشد گیاهی دخالت ندارد. محل نقطه‌چین در نقشه T-DNA متلاشی شده، در پلاسمید Ti از نوع اکتوپین هم یافت می‌شود.

پلاسمید Ri از باکتری آگروباکتریوم ریزوژنز^۵ دو جزء T-DNA دارد، TL-DNA و TR-DNA. لوکوس‌های بیوسنتز اکسین روی جزء TR-DNA پلاسمید Ri قرار دارد. اما لوکوس

1- *Agrobacterium tumefaciens*

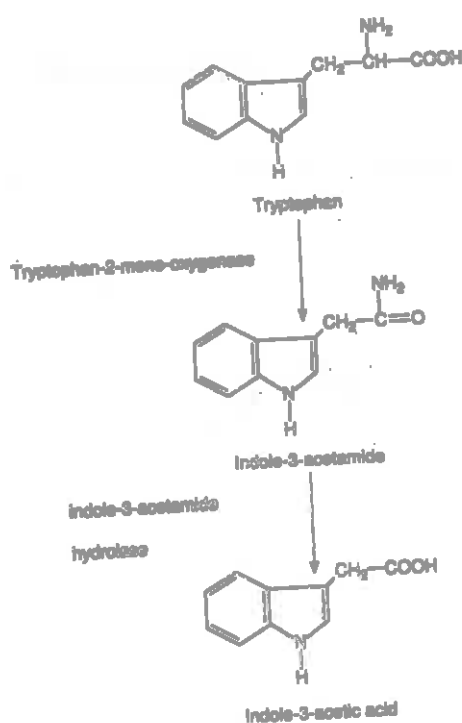
2- Tryptophan-2-mono-oxygenase

3- indole-3-acetamide

4- Hydrolase

5- A-rhizogenes

بیوسنتز سیتوکینین در آن وجود ندارد. براون و همکاران (۱۹۹۰) از Ri A4b برای ایجاد تغییر در میزان IAA در چغندر قند استفاده کردند. تغییرات قابل توجهی از میزان نظر میزان سه کلون ریشک‌دار در حدود $3/85-32/74 \text{ ng/g}$ وزن تر مشاهده شد. در حالی که مقدار آن در وزن تر ریشه‌های جوانه بذری $5/20 \text{ ng/g}$ بود. این تفاوت در میزان IAA ممکن است در اثر تعداد نسخه یا اثرات موقعیت ژن و یا در نتیجه تاثیر TL-DNA ژنهای rol باشد که با تغییر دادن مقام پذیرنده ۱ و افزایش میزان حساسیت به اکسین، بر غلظت IAA تاثیر می‌گذارد. مطالعاتی برای جدا کردن اثرات TL-DNA و TR-DNA بر میزان IAA در دست اجرا است.



شکل ۷-۱۳. بیوسنتز اکسین توسط T-DNA. تریپتوفان ۲-منواکسیژناز، فرآورده ترانسکریپت ۱ از T-DNA، تشکیل اندول ۳-استامید را از تریپتوفان در سلولهای گیاهی ترانسفرم شده توسط پلاسمید Ti کاتالیز می‌کند. اندول ۳-استامید هیدرولاز، پروتئین ترانسکریپت ۲، از اندول ۳-استامید، اکسین اسید اندول ۳-استیک را فراهم می‌سازد.

میزان سیتوکینین در چغندر قند را می‌توان با استفاده از ژن ۴ پلاسمید Ti که کدکننده ایزوپانتیل ترانسفراز^۱ دست‌ورزی کرد. این ژن می‌تواند سنتز سیتوکینین را با ایجاد تسلسل

نشان داده شده در شکل ۸-۱۳، افزایش دهد. هیچ گزارشی از تغییرات کمی سنتز سیتوکینین در گیاهان چغندر قند ترانسژنیک برای این ژن ارائه نشده، اما تا ۱۰ برابر افزایش در گیاهان دیگر بدست آمده است. نمود ژنهای بیوسنتز هورمونهای گیاهی متعلق به TDNA، با پروموتورهای طبیعی، منجر به ایجاد رشد توموری می‌شود (الیوت و همکاران ۱۹۸۸). با این همه، استفاده از ساختمانهایی با عناصر تنظیم‌کننده دیگر (ویژه مکانی^۱) امکان تاثیرگذاری بر رشد و نمو ریشه ذخیره‌ای را از طریق ایجاد تغییر در تقسیم، گسترش و تمایز سلولی فراهم می‌کند.

۳-۳-۱۳- ژنهای کنترل‌کننده چرخه تقسیم سلولی: یک روش دیگر پیشرفتهای بدست آمده اخیر در امر شناخت مکانیزمهای کنترل‌کننده چرخه تقسیم سلولی، استراتژیهای دیگری را برای هم‌آهنگی تقسیم سلولی طی رشد ریشه ذخیره‌ای پیش رو می‌نهد. نتایج کاری که در ابتدا با مخمر شیزو ساخارومایسزیمبه^۲ انجام گرفت، مکانیزمهایی را که پیشرفت چرخه تقسیم سلولی را تنظیم می‌کند نمایان ساخت (لک^۳ و نرس^۴ ۱۹۸۸). این مکانیزمها در دو نقطه از چرخه تقسیم سلولی یعنی در مرحله گذر از فاز S (شروع) و در آغاز فاز M، عمل می‌کند به نظر می‌رسد که این‌ها همان نقاط کنترل‌کننده اصلی باشند که توسط ونت‌هوف^۵ و کوآکس^۶ (۱۹۷۲)، برای ارائه توضیح در باره رفتار سلولهای گیاهی کم تغذیه شده در شرایط کشت سلولی، مطرح شده است. در مرکز این نقاط کنترل‌کننده فرآورده 34KD از ژن *cdc2* قارچ شیزو ساخارومایسزیمبه (*P34cdc2*) و یک گروه از پروتئین‌ها به نام سیکلین‌ها قرار دارند که الگوی ذخیره‌سازی را در چرخه سلولی نشان می‌دهد. مطالعات گسترده‌ای که در ارتباط با نقش ژنها در مرحله گذر بین فاز G2 و فاز M انجام شده است منجر به طرح یک مکانیزم کنترل‌کننده عمومی برای تنظیم آغاز میتوز گردید (نرس ۱۹۹۰).

در قارچ شیزو ساخارومایسزیمبه فرآورده‌های ژنهای *cdc13* و *cdc2* یک کمپلکس به نام MPF (یا فاکتور تحریک رسیدگی) مشابه فاکتورهایی که در موجودات عالی شناسایی شده است، تشکیل می‌دهد. MPF دارای فعالیت آنزیمی پروتئین کیناز^۷ است و می‌تواند مواد متعددی را، از جمله هیستون لایمین‌های هسته نوکلئولین و RNA پلی‌مراز I را فسفریلیزه کند (مورنو و نارس ۱۹۹۰). چنین نتیجه گرفته شده است که این آنزیم فسفریلاز ممکن است در وقایع میتوز، مانند ضخیم شدن کروموزمها، از هم پاشیدن هسته و سازماندهی مجدد سیتوپلاسم، نقشی داشته باشد. تنظیم فعالیت MPF به اثرات مرکب تعدادی از فرآورده‌های ژنی بستگی دارد که به طور مستقیم یا غیرمستقیم اثر محرک (*cdc 25, nmi*) و یا بازدارنده (*Wee*)

1- site-specific

2- *Schizosacharmyces pombe*

3- Lec

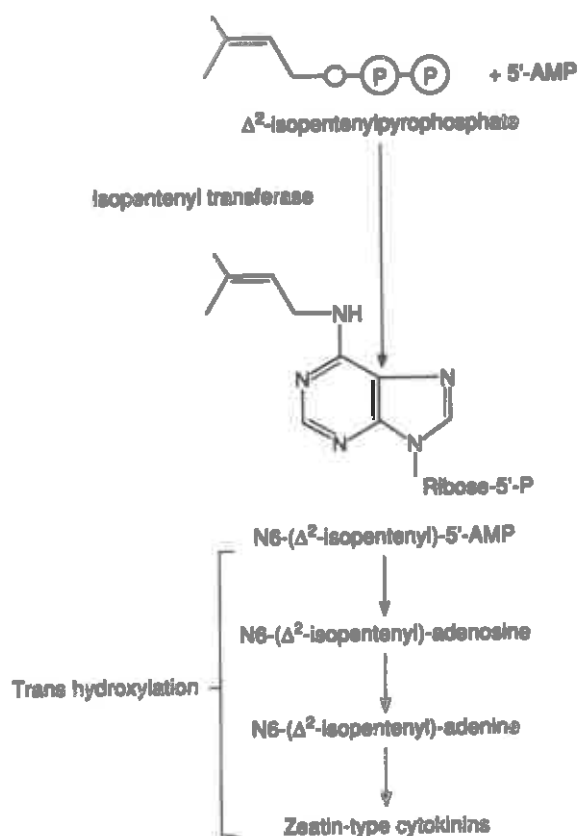
4- Nurse

5- Van't Hof

6- Kovacs

7- protein-kinase

(suc) 1 بر فعالیت MPF دارد.



شکل ۸-۱۳. بیوسنتز سیتوکینین در گیاهان ترانسفرمه توسط پلاسمید TI، ایزوپانتیل ترانسفراز فرآورده ترانسکریپت ۴ از T-DNA، کاتالیزور تشکیل مولکول N6-(2-isopentenyl-5-AMP) از مولکولهای 2-isopentenylpyrophosphate و 5-adenosine monophosphate است. این ماده ممکن است پس از ترانس هیدروکسی لاسیون به سیتوکینین های نوع زآتین (Zeatin) تبدیل شود.

شناسایی پروتئینهای معادل P34 cdc2 در کلایدوموناس^۱ و آرابی دوپسیس^۲، گندم (جان و همکاران ۱۹۸۹ و ۱۹۹۰) و نخودها (فیلر و جاکوب ۱۹۹۰) و کلونینگ ترادفهای ژنی مشابه cdc2 و cdc13 در نخودها (فررا^۳ و همکاران ۱۹۹۱، همری^۴ و همکاران ۱۹۹۲)، قویاً

1- Chlamydomonas sp.

2- Arabidopsis thaliana

3- Ferrere

4- Hemerley

نشان می‌دهد که در گیاهان مکانیزمهای کنترل‌کننده مشابهی عمل می‌کند. تنظیم تقسیم سلولی در موجودات چند سلولی پیچیده مانند پستانداران، ممکن است به صورت شبکه‌ای از مسیرهای علائم واسطه باشد که مبداء آن فاکتورهای رشد متفاوت و فرآیندهای دیگر منشعب از نقاط کنترل‌کننده در مراحل آخر فاز G1 رشد سلولی است (لی و نرس ۱۹۸۸). برخی از این مسیرها در سلولهای پستانداران، به ویژه در ارتباط با نقش فاکتورهای نسخه‌برداری برای ژنهای پروتو-انکوژن و پروتئین کیناز به طور گسترده مورد مطالعه قرار گرفته است (بسرگا^۱ و سورماژ^۲ ۱۹۸۴، پردی^۳ ۱۹۸۹).

با این که مسیرهای علائم واسطه برای فاکتورهای رشد مشابه در گیاهان: مانند اکسین‌ها و سیتوکینین‌ها از وضوح کمتری برخوردار است اما این مدل را می‌توان برای گیاهان نیز به کار برد. به هر حال، نقش اکسین‌ها در تنظیم نمود ژن مرتبط با شروع تقسیم سلولی، (واندر زال^۴ و همکاران ۱۹۸۷، تاکاهاشی^۵ و همکاران ۱۹۸۹) با این مدل مطابقت دارد.

روشنگری بیشتر در خصوص دستگاه کنترل تقسیم سلولی در گیاهان باید امکان دست‌ورزی فرآیندهای مرکزی را به طور مستقیم فراهم آورد. نتایج اولیه نشان می‌دهد ترادفهای مشابه با cdc13 و cdc25 در قارچ شیزوساکارومایسز ژنوم چغندر قند قابل تشخیص است (الیوت و همکاران ۱۹۹۱). امکان ترانسفرم کردن چغندر قند با استفاده از ژنهای کنترل‌کننده چرخه تقسیم سلولی در باکتری مخمر و دست‌ورزی ژنهای کنترل‌کننده مشابه در چغندر قند در حال حاضر در دست برنامه تحقیقات فشرده‌ای قرار دارد.

۴-۳-۱۳- جداسازی پروموتورها و ژنهای ویژه ریشه

برای باززایی گیاه از مواد ترانسفرم شده، توسط پلاسمیدهای حاوی ژن cdc و یا ژنهای سازنده آنزیمهای بیوستنز سیتوکینین و/یا اکسین، باید این ژنها شامل ترادفهای تنظیم‌کننده باشند و برای یک محل نمود ویژه حلقه‌های لایه‌های زاینده خارجی در ریشه در ساختار ژنوم قرار بگیرند.

اولین قدم برای جداسازی ترادفهای ژنی مخصوص ریشه، به کمک مولکولهای نشان‌دار بیوتین در mRNA برگ و ریشه چغندر قند و ایجاد یک مجموعه از cDNA برای ترادفهای mRNA چغندر قند به نتیجه رسیده است. بیست و شش کلون بالقوه ویژه نمود در ریشه سلکسیون شده که دو کلون آن RS1 و RS2 متعاقباً شناسایی و ترادف‌بندی شده است (الیوت و همکاران منتشر نشده). اما اطلاعات بدست آمده از ترادفها نشان داد که این کلون‌ها دارای شباهت ترادفی نیستند. با مقایسه داده‌های ترادفها در RS1 و RS2 با داده‌های ترادف اسید

1- Baserga

2- Surmacz

3- Pardee

4- Vander Zaal

5- Takahashi

نوکلئیک و پروتئین، شناسایی مفیدی از هیچ یک از کلون‌ها میسر نشد. هر دو کلون، الگوی نمود مشابه دارند. نمود آنها در سطوح بالا در ریشه ذخیره تشخیص داده می‌شود در حالی که در بافت‌های دیگر سطح نمود آنها در مراحل اولیه رشد اندام ذخیره در گیاه کم است، اما سپس مقدار آن افزایش می‌یابد و نقطه اوج آن در مرحله نیمه رشد قرار دارد و با رسیدگی گیاه از میزان آن کاسته می‌شود.

هر دو کلون cDNA به عنوان پروب به منظور شناسایی مجموعه ژنوم چغندر قند با هدف جداسازی ترادف‌های تنظیم‌کننده مخصوص ریشه چغندر قند به کار می‌روند. این ترادف‌ها برای جهت دادن به نمود ژنهای بیگانه در گیاهان ترانسفرمه استفاده می‌شود. هدف از این کار تولید چغندر قند با ساختار بهینه است تا نسبت به ارقام موجود دارای غلظت‌های قند بالاتر باشد و یا خسارات زیست محیطی کمتری تولید شود (مراجعه شد به فصل ۲). این وسیله می‌تواند به عنوان یک مدل برای وارد کردن صفات جدید مفید دیگر به گیاهان زراعی و برای ازدیاد فرآورده‌های هدف، به جز قند نیز، به کار گرفته شود.

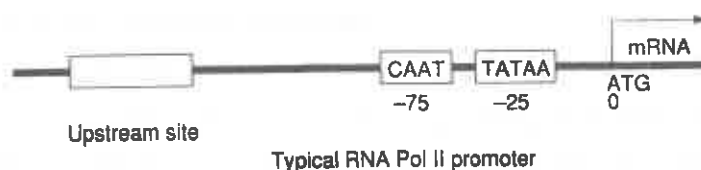
۵-۳-۱۳- مقایسه قدرت پروموتور و الگوهای نمود ژن

مناطق کدکننده که تصور می‌رود بر رشد ریشه اثر می‌گذارند، پس از جداسازی باید در بخش‌های ویژه‌ای از گیاه و/یا در مراحل ویژه رشد گیاه، نمود کنند. در صورتی که بخواهیم رشد و نمود را به طور کامل کنترل کرده و مورد دست‌ورزی قرار دهیم ممکن است سطوح دقیق نمود ژن نیز مورد نیاز باشد.

متخصصین بیولوژی مولکولی گیاهان، پروموتورهای متفاوتی کشف کرده‌اند که الگوهای نمود، شامل الگوهای مخصوص اندامها و بافت‌های ویژه در گیاهان مدل را کنترل می‌کنند. همراه با بهبود شناخت از اساس مولکولی فیزیولوژی سنتز قند حمل و ذخیره‌سازی آن، به احتمال زیاد، الگوهای تنظیم شده نمود ژن مثلاً نمود ویژه آوند آبکش برای ژنهای تاثیرکننده بر انتقال ساکارز، مورد نیاز خواهد بود. ممکن است یک عمل متفق برای نمود ویژه - ریشه، برای ژنهای تاثیرگذار بر ذخیره‌سازی قند لازم باشد و اگر نمود ژن باید تا این اندازه تنظیم شود، مقایسه دقیق تاثیر پروموتورها یا عناصر تنظیم‌کننده گوناگون (شکل ۹-۱۳) بر ژنهای گزارشگر در چغندر قند، مورد نیاز خواهد بود.

سیستم ژن گزارشگر بتا-گلوکورونیداز^۱ (GUS) روشن‌ترین افق را در چنین آنالیزهای دقیق ممکن می‌سازد. فعالیت GUS در کلونهای ریشک‌دار در کولتیوراسالوئیل مورد مطالعه قرار گرفته است (فیلیپس^۲ و همکاران ۱۹۹۲)، تا اطمینان حاصل شود که تغییرات گزارش شده (تا

۲۰۰ برابر) در سطوح نمودن در میان گیاهان ترانسفرم شده، در اثر تعداد نسخه و اثر موقعیت ژن بوده یا این که به زمینه ژنوتیپی متغیر گیاه بستگی داشته است. هشت کلون از این کولتیوار بدست آمده از یک بذر مشابه که دارای نمود فعالیت GUS با پروموتور CaMV 35S بودند، مورد مقایسه قرار گرفت. مشاهده تفاوت‌های معنی‌دار، حتی در میان کلون‌های یک بذر، نمایانگر آن است که این تغییرات در اثر زمینه ژنوتیپی متغیر نبوده است.



TATAA ●

اتصال فاکتور نسخه‌برداری

نخستین نسخه‌برداری را تعیین می‌کند.

RNAPOI 11 با فاکتورهای نسخه‌برداری متقابلاً عمل می‌کند

CAAT/AGGA ●

شناسایی پروموتور توسط RNAPOL 11

اتصال فاکتور نسخه‌برداری

● تقویت‌کننده‌های جهت صعودی جریان

می‌توانند محل نمود را تغییر دهند.

شکل ۹-۱۳ یک پروموتور نمونه که توسط مولکول RNA polymerase II در گیاهان شناسایی می‌شود. اعداد برای نشان دادن محل جفت‌های باز، در مسیر بالا دست منطقه شروع نسخه‌برداری ATG است.

به کارگیری این روش برای مقایسه‌های دیگری در باره فعالیت GUS با پروموتورها و عناصر تنظیم‌کننده متفاوت در چغندر قند ریشک‌دار رقم سالوهیل^۱ تعمیم داده شد. این پروموتورها شامل CaMV 35S سنتاز آموپین، سنتاز نوپالین و پروموتورهای rolc و عناصر تنظیم‌کننده زیر کلون از این ترادفها است. تحلیل اولیه داده‌ها نشان‌دهنده یک سلسله مراتب در قوه پروموتورها در چغندر قند است و تجزیه هیستوکیماکال نمایانگر آن است که عناصر تنظیم‌کننده می‌توانند دارای

الگوهای متفاوت نمود در این بافتها باشند.

رهیافتی که در اینجا توضیح داده شد، می‌تواند برای مقایسه‌های معتبر، میان تاثیر عناصر تنظیم‌کننده در تعدیل نمود ژن در چغندر قند استفاده شود. با شناسایی اهداف بعدی و سطوح مشخص نمود ژن، ارزش روش فوق برای اصلاح دقیق نمود ژن و تنظیم رشد و نمو چغندر قند افزایش خواهد یافت.

۶-۳-۱۳ تولید گیاه چغندر قند ترانسژنیک

برای کسب مزایای اقتصادی از شناخت فزاینده چگونگی دست‌ورزی ژنتیکی در رشد ریشه ذخیره، باید مقدار زیادی گیاه ترانسژنیک باززایی شود. برای دستیابی به این مهم، داشتن یک سیستم مناسب برای سلکسیون مواد ترانسفرم شده امری اساسی است. اما در چغندر قند برخلاف گیاهان زراعی دیگر چون توتون، گوجه‌فرنگی و سیب‌زمینی، دسترسی به آن با مشکلات همراه است. در این ارتباط، حداقل سه ژن مارکر قابل سلکسیون با نتایج متغیر ارزیابی شده است.

استفاده از ژن کدکننده آمینوگلیکوزید فسفو ترانسفراز^۱، توسط لیندسی^۲ و گالوا^۳ (۱۹۹۰)، باززایی گیاهان ترانسفرمه، شامل: کانامایسین، نشومایسین و G418 را به گیاه منتقل می‌سازد. صفت مقاومت در اثر مسمومیت‌زدایی آنتی‌بیوتیکها (مطابق شکل ۱۰-۱۳) پس از انتقال یک گروه فسفات پدید می‌آید.

لیندسی و گالوا جوانه‌های مقاوم به کانامایسین را از کالوس حاصل از قاعده جوانه بدست آوردند، اما تعدادی از محققان دیگر دریافتند که در سلکسیون با کانامایسین تعداد زیادی از جوانه‌ها از شرایط کنترل می‌گریزند؛ یعنی در حالی که مقاوم به کانامایسین به نظر می‌رسند، ترانسفرمه نیستند.

در سال ۱۹۹۲ توسط الیوت و همکاران مقاومت به هایگرومایسین^۴، برای دستیابی به جوانه‌های ترانسفرمه از قطعات دمبرگ در کولتیوار بلا^۵ به کار رفت. در این بررسی ناقل دوگانه PGIT73، فعالیت گلیکو رونیداز (GUS) را که توسط سنجش فلوئورومتري نشان داده شد، نیز به جوانه‌های مقاوم به هایگرومایسین انتقال داد. با این حال یک بار دیگر، استفاده از هایگرومایسین برای سلکسیون به طور کامل کارایی نشان نداد زیرا در تعدادی از جوانه‌ها که در ظاهر مقاوم به هایگرومایسین بودند فعالیت GUS مشاهده نشد.

یک ژن مارکر دیگر که تاکنون با موفقیت به کار رفته، کدکننده مقاومت به عفون کش

1- amino glucoside phosphotransferase

2- Lindsey

3- Gallois

4- Hygromycin

5 - C.V.Bella

فسفینوتریسین^۱ است. این ژن که در اصل توسط شرکت هوخست^۲ جداسازی شد، توسط شرکت «پلنت ژنتیک سیستم»^۳ برای تولید گیاهان مقاوم به علف‌کش باستا مورد استفاده قرار گرفته است. مقاومت به فسفینوتریسین، توسط شرکت‌های دانیسکو^۴ و مونسانتو^۵ برای تولید یک رقم چغندر قند دست‌ورزی شده برای مقاومت به ریزومانیا به کار رفته است. مقاومت به فسفینوتریسین می‌تواند به عنوان یک وسیله مؤثر برای سلکسیون جوانه‌های ترانسفرم از غیر ترانسفرم در شرایط کشت بافت مطرح شود. به کارگیری آن، این امتیاز اضافه را دارد که علف‌کش باستا برای سلکسیون در مزرعه قابل استفاده خواهد بود.

با این وجود، حتی پس از سلکسیون با فسفینوتریسین، تنها ۳٪ از جوانه‌های باقیمانده در کشت، ترانسفرم بوده‌اند. آزمایش‌های مشابهی با استفاده از کلر سولفورون^۶ بسیار رضایت‌بخش بوده است و حدود ۹۰٪ از جوانه‌هایی که از سلکسیون زنده ماندند پس از محلول‌پاشی این ماده در شرایط کشت «درون شیشه» ترانسفرم بودن آنها به اثبات رسید. اما باید تأکید کرد در همه روش‌های سلکسیون به کار رفته، تا حدودی «گریز» امکان‌پذیر است. این نتایج نشان می‌دهد که افزایش کارایی در فرآیند ترانسفرمایسیون و باززایی در چغندر قند مورد نیاز است. این افزایش کارایی انتقال و نمود ژنهای مؤثر در رشد و نمو و مقاومت به بیماری را در چغندر قند میسر می‌سازد.

۷-۳-۱۳- کنترل ساقه‌روی و گلدهی

کنترل ژنتیکی یا شیمیایی ساقه‌روی و گلدهی، به کمک متوقف کردن ورنالیزاسیون، دورنالیزاسیون گیاهان ورنالیزه یا حذف گل یا بذر تولید شده می‌توان مسئله چغندرهای علفی در مزرعه که در حال حاضر تا حدودی به وسیله عملیات زراعی کنترل می‌شود، از میان برد (لانگدن ۱۹۸۷). این امر کشت پائیزی بذر چغندر قند را در عرض جغرافیایی شمالی به منظور بهبود تولید و یا حفظ فعالیت کارخانه‌ها را به مدت طولانی‌تر (لانگدن و توماس ۱۹۸۹). بدون خطر ساقه‌روی و گلدهی در فصل بعدی ممکن می‌سازد کشت بذر در پائیز همچنین می‌تواند یکی استراتژیها برای جلوگیری از نفوذ ازت از لایه‌های بالاتر خاک به مناطق ذخیره آب باشد. در آینده پتانسیل کشت بذر در پائیز احتمالاً در اثر گرم شدن کره زمین افزایش خواهد یافت (توماس ۱۹۸۹). همزمانی گلدهی به وسیله تیمار مواد شیمیایی، به تنهایی و یا در ترکیب با تیمارهای محیطی می‌تواند انعطاف‌پذیری بیشتری در برنامه‌های اصلاحی تولید بذر تأمین کند.

هدف تحقیقاتی اصلی باید شناسائی مکانیزم‌ها و ژنهای مسئول در آغاز القاء ساقه‌روی (علامت ورنالیزاسیون) و جنبه‌های گوناگون رشد گل باشد. به این ترتیب روش‌های

1- Phosphinothricin

2- Hoechst AG

3- Plant Genetic System

4- Danisco

5- Monsanto

6- chlorsulphuron

مهندسی ژنتیک با امکان دست‌ورزی گلدهی در تولید گیاهان پدید می‌آید. مطلوب‌ترین استراتژی ایجاد یک کلید روشن/خاموش است که به صورت شیمیایی کنترل شود، به طوری که اگر تولید بذر مورد نیاز باشد بتوان فاز زایشی را در گیاهان کاملاً غیر ساقه‌رونده روشن و یا در زمان مناسب ساقه‌روی را در گیاهان خاموش کرد. اگر یک علامت برای ورنالیزاسیون شناسایی شود با اجرای روشهایی که دربرگیرنده تیمارهایی از مواد تنظیم‌کننده رشد، تیمارهای دما برای بذر یا استفاده از ترانسفرماسیون برای جاسازی ژنهای anti-sense برای پروتئین‌های دخالت‌کننده در علامت ورنالیزاسیون در ژنوم گیاه باشد، می‌توان از شرایط گلدهی جلوگیری نمود.

گراست‌ویت^۱ و جنکینز^۲ تغییرات نمود ژن در چغندر قند دوساله، که برای گلدهی به ورنالیزاسیون نیاز دارد و چغندر یکساله که احتیاج به سرما ندارد، را مورد مقایسه قرار داده‌اند. برای آزمایش از میزان متراکم شدن پروتئین‌ها در برگ و فرآورده‌های کپی شده از RNA در شرایط "درون شیشه" با استفاده از الکتروفورز دو بعدی استفاده شد. پس از دو روز تیمار سرما، دو پروتئین، که حداقل دوماه پایدار بودند، در برگ‌ها در همه مراحل سنی ظاهر شد این پروتئین‌ها در گیاهان چغندر قند دوساله و یکساله در اثر سرما ایجاد گردید اما معلوم نیست که آنها در شوک ورنالیزاسیون دخالت داشته باشند. از آنجا که در پی ایجاد زخم نیز تجمع می‌یابند. فرآورده‌های کپی شده از RNA که در شرایط "درون شیشه" از برگ‌های جوان گیاهان دوساله استخراج شد نیز تغییرات متعددی در پاسخ به سرما نشان می‌دهد، و این پروتئین‌ها در حال حاضر با استفاده از روش کلونینگ مولکولی مورد مطالعه قرار دارد.

دخالت هورمونهای داخلی در ساقه‌روی و گلدهی چغندر قند روشن نیست. با این حال چنین به نظر می‌رسد که جیبرلین‌ها در این امر دخالت داشته باشند زیرا غلظت آنها در نقاط رشد انتهایی یک لاین حساس به ساقه‌روی بسیار بیشتر از مقدار آنها در لاین مقاوم بوده است و به طور کلی به کارگیری GA منجر به ساقه‌روی می‌شود (پوکوک^۳ و لنتن^۴ ۱۹۷۹). مقاومت زیاد به ساقه‌روی در برخی از ژنوتیپهای چغندر قند با حضور مقادیر زیاد پروتئین (Hydrophobic) غشایی غنی از سولفویدریل و سولفوردی سولفید پیش از ورنالیزاسیون همراه است. این تغییرات در ترکیب پروتئین غشاء می‌تواند بر فرآیندهایی که به نمود ژن طی ورنالیزاسیون منتهی می‌شود تاثیر بگذارد، در بیوسنتز ژیبرلین‌ها که بخشی از آن مرتبط با پذیرنده^۵ است، ایجاد تغییر کند و یا محلهای پذیرنده (محلهای دریافت) پاسخ به جیبرلین را تغییر دهد (لکساندر ۱۹۷۵). هر ماده شیمیایی که بر پروتئین‌ها تاثیر بگذارد و یا هر یک از این فرآیندهای متابولیک ویژه را که در فاصله ساقه‌روی و گلدهی واقع می‌شود، تا پاسخ به ژیبرلین در ناحیه زیر انتهایی ساقه را که معمولاً منجر به رشد زایشی می‌شود متوقف سازد، قادر خواهد بود کنترل مؤثر

1- Grossthaite

2- Jenkins

3- Pocock

4- Lenton

5- receptor bound

ساقه‌روی را تامین نماید. با این همه، تلاشهایی که برای متوقف ساختن و یا جلوگیری از گلدهی با استفاده از مواد شیمیایی در دسترس صورت گرفته کاملاً ناموفق بوده است (می و هیلتن ۱۹۸۹، بروک و همکاران، لانگدن ۱۹۸۰، وود و اسکات ۱۹۷۵) (جدول ۴-۱۳). در بهترین شرایط، برخی از بازدارنده‌های رشد بسیار قوی که دارای فعالیت ضدجیرلین هستند قادر خواهند بود به طور موقت ساقه‌روی را متوقف سازند، اما این مواد معمولاً تأثیر زیان‌آوری بر عملکرد و درصد قند می‌گذارند.

رابطه بین درصد قند در سلولهای چغندر قند و حساسیت به ساقه‌روی مورد بررسی قرار گرفته و یک درصد قند بهینه برای ساقه‌روی مشخص شده است (لکساندر ۱۹۸۷). همچنین معلوم شده که مصرف قند با تشکیل گل همراه است و به نظر می‌رسد قند برای این فرآیند عامل محدودکننده باشد. همبستگی‌های بدست آمده بین ساقه‌روی و درصد ماده خشک هیپوکوتیل رویشی و ریشه جوان نمایانگر اهمیت سطح مواد اسمیلات برای ساقه‌روی است. با این حال، از آنجا که رابطه دقیق میان کنترل اسمیلات و رشد زایشی هنوز بسیار نامشخص است، کنترل ساقه‌روی با ایجاد تغییر در جذب کربن به روش شیمیایی یا ژنتیکی هدف واقع‌گرایانه‌ای به نظر نمی‌رسد.

عملیات رایج برای کنترل انتخابی آلودگی چغندرهای هرز در مزرعه، شامل استفاده از علف‌کن غیر انتخابی گلیفوزات است که به وسیله یک اپلیکاتور فتیل‌ای روی گیاهان به ساقه رفته پاشیده می‌شود. با این حال، جلوگیری از آلودگی مجدد بستگی به جلوگیری از بذردهی در گیاهان به ساقه رفته در زراعت چغندر قند دارد. یکی از راههای دستیابی به این مهم استفاده از مواد بازدارنده ساقه‌روی در زمانی است که محل، تاریخ بذرپاشی و یا شرایط آب‌وهوایی پیش‌بینی شده احتمال خطر ساقه‌روی بالا در زراعت چغندر قند نشان می‌دهد (لانگدن ۱۹۸۷).

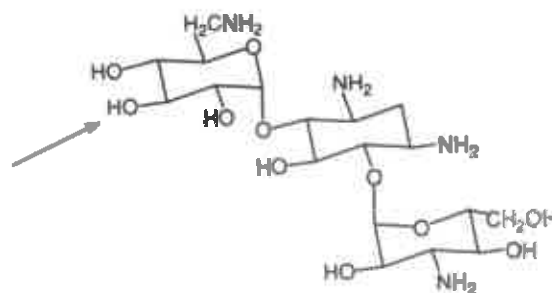
۴-۱۳- نتیجه‌گیری

استفاده بالقوه از مواد تنظیم‌کننده رشد برای چغندر قند، در پی استفاده موفقیت‌آمیز آنها بر روی نیشکر علاقه زیادی را برانگیخت. با این حال، به جز مصرف جزئی مالٹیک هیدرازید برای جلوگیری از رشد مجدد در انبار، هیچ ماده شیمیایی مؤثر تجاری دیگر پدید نیامده است. بخش اعظم تلاش تحقیقاتی برای تنظیم رشد گیاه در گیاهان قندساز منحصر به انتخاب تجربی مواد شیمیایی طراحی شده برای گیاهان زراعی دیگر بوده است، با این حال، برخی از شرکت‌های تولیدکننده مواد شیمیایی کشاورزی اکنون برخورد جهت‌دار و منطقی‌تری در پیش گرفته‌اند. برای آنکه یک ماده شیمیایی برای گیاهان زراعی قندساز مؤثر باشد باید بتواند موجب افزایش عملکرد و درصد قند یا هر دو بدون کاستن از خلوص شیره گردد. یک عنصر اساسی در طراحی مواد تنظیم‌کننده رشد گیاهی در شناخت محدودیت‌های فیزیولوژیک ویژه رشد هر

مرحله از رشد گیاه کنترل بیوشیمیایی این وقایع است. چنین اطلاعاتی در توسعه روشهای بیولوژی مولکولی که اخیراً امیدواری زیاد برانگیخته نیز اهمیت دارد. این ملاحظات چه در حالتی که گیاهان زراعی قندساز تنها برای تولید ساکارز کشت شوند و یا به روش بیوتکنولوژی تغییر یابند، تا فرآورده‌های بسیار باارزش دیگری تولید کنند همچنان قابل اجرا خواهد بود.

جدول ۳-۱۳. اثر مواد تنظیم‌کننده رشد، که به روش محلول‌پاشی روی برگها بر روی ساقه‌روی چغندر قند (بروک و همکاران ۱۹۸۵)

محلول‌پاشی در مرحله		تیمار
۴+۸+۱۲ برگ	۳ برگ	
۸۹	۹۲	اسید ژبیرلیک (GA)
۹۸	۶۹	اتفون (Ethephon)
۹۱	۶۷	کلرید کلرمیکوات (Chlormequat Chloride)
۷۴	۶۴	2/4-D
۹۵	۹۱	IAA
۴۸	۳۵	دامینو زاید (Daminozide)
۶۴	۴۸	2/chlor-N-N diathacetamid
۱۰۰	۱۰۰	شاهد



شکل ۱۰-۱۳ ساختار کانامایسین، ژئومایسین فسفوترانسفراز II، گروه هیدروکسیل نشان داده شده را فسفرلیزه می‌کند و در گیاهان ترانسفرمه دارای ساختمان نمود NPTII، فعالیت آنتی‌بیوتیک را خنثی می‌کند.

فصل چهاردهم

سیلو کردن چغندر قند

۱-۱۴- مقدمه

چغندر قند معمولاً در مناطقی از جهان با آب و هوای ملایم (به عنوان مثال اکثر مناطق غرب اروپا) به طور مستقیم، و یا پس از چند روز نگهداری به صورت توده های کوچک، از مزرعه به کارخانه قند حمل می شود.

برداشت چغندر قند به منظور کسب حداکثر عملکرد ریشه در مناطقی با زمستان های سرد (مثلاً ایالات شمالی آمریکا) تا قبل از فرارسیدن یخبندان، به تاخیر می افتد. عملیات برداشت با توجه به زمان از پیش تعیین شده تقریباً به موقع آغاز و ادامه می یابد. صدها هزار تن ریشه چغندر قند از زمین خارج می شود و در فضای باز تحت شرایط محیطی، پیش از زمان مصرف بر روی هم انباشته می گردد. نگهداری مقادیر زیادی چغندر در شرایط غیر قابل کنترل محیطی می تواند با مسائل بیشماری همراه باشد. در بهترین شرایط، چغندر بایستی در ۴ تا ۶ درجه سانتیگراد و بدون گل و چغندرهای یخ زده تحویل گردد، در بدترین شرایط ریشه های تحویل شده دارای گل و شاخ و برگ بوده و چغندرهای مخصوصاً قبل و یا بعد از برداشت یخ زده می باشند. مدیران کارخانه های قند میتوانند از دریافت چغندرهای با کیفیت ضعیف امتناع ورزند ولی در صورت ادامه به این کار زمان بهره برداری کوتاه شده، سود کاهش یافته و کارخانه، تولیدکنندگان چغندر را از دست می دهد. در هنگامی که شرایط نگهداری سیلو نامناسب است، انجام عملیات اصلاحی عبارت است از هوا دادن، فاصله انداختن بین توده ها، تشخیص و حذف نقاط داغ شده در سیلو می باشد. ضایعات قندی از زمان برداشت و در سرتاسر دوره ذخیره سازی، حتی در بهترین شرایط نگهداری، به علت زنده بودن سلول های ریشه ادامه دارد. ضایعات با

پیدایش پوسیدگی، ابتدا بوسیله قارچ‌های بیماری‌زا افزایش می‌یابد. در این فصل علل کاهش عیار چغندر قند در زمان نگهداری، و عملیاتی که می‌تواند سبب کاهش ضایعات شود مورد بحث قرار می‌گیرد.

۲-۱۴- مقدار ضایعات

همانطور که انتظار می‌رود مقدار ضایعات قندی در مدت نگهداری به عوامل محیطی و بیولوژیکی متعددی بستگی دارد. البته درجه حرارت در میزان تنفس و تبدیل مکرر قند (تولید قند انورت) مؤثر است. هانسن^۱ طی یک دوره نگهداری چهار ماهه چغندر قند به‌طور متوسط ضایعات قندی را برابر ۵۰ گرم برای هر تن در روز برآورد نمود. (بار^۲ و همکاران ۱۹۴۰) در یک دوره ۴۷ روزه نگهداری چغندر قند ضایعات را در ۳ درجه سانتیگراد برابر ۵۰ گرم برای هر تن در روز، و در ۳۵ درجه سانتیگراد برابر ۸۹۱ گرم برای هر تن در روز گزارش نمودند. در نتیجه در منطقه دره سرخ در ایالت داکوتای شمالی و مینه‌سوتا متوسط ضایعات ۲۵۰ گرم برای هر تن در روز محاسبه گردید.

در مدت نگهداری چغندر قند ناخالصی‌های غیرقندی افزایش می‌یابد به همین دلیل با کاهش قابل ملاحظه درجه خلوص شربت خام مواجه می‌شود. واکر^۳ و همکاران (۱۹۶۰) طی یک دوره ۹۰ روزه نگهداری چغندر قند در ۱۰ درجه سانتیگراد، کاهش درجه خلوص شربت از ۹۲/۲ به ۸۷/۵ درصد را اندازه‌گیری نمودند. تراکم قند انورت بیشترین عامل مؤثر در کاهش درجه خلوص شربت محسوب گردید.

مقدار ضایعات قندی حاصل از پوسیدگی‌های بیماری‌زا عمدتاً^۴ از طریق اطلاعات و ارقام به دست آمده از سیلوی کارخانه‌های قند واقع در منطقه دره رودخانه سرخ برآورد شده است. باگی و کول^۴ (۱۹۷۶) طی یک دوره ۱۲۸ روزه از نوامبر ۱۹۷۴ الی مارچ ۱۹۷۵ در روزهای متناوب تعدادی نمونه ریشه چغندر قند را از روی سکوی تخلیه یک کارخانه واقع در شهر «مورهد» در ایالت مینه‌سوتا جمع‌آوری نمودند. ۱/۲ درصد از وزن نمونه به دست آمده پوسیده بود. تنها در این کارخانه این مقدار پوسیدگی، هرچند بظاهر کم، سبب پیدایش ضایعات مستقیم، برابر ۵۰۰ تن شکر، و همچنین ضایعات غیرمستقیم به‌صورت قند در ملاس معادل ۸۰۰ تن شکر (به علت خاصیت ملاس‌زائی بافت‌های پوسیده) طی یک دوره ۱۲۸ روزه گردید. ۱۰٪ از ۲۵۰ گرم/تن/روز ضایعاتی که برای این منطقه در نظر گرفته می‌شود، به عامل پوسیدگی اختصاص دارد. منحنی ۱-۱۴ افزایش میزان متوسط وزن نسوج پوسیده را در بهره‌برداری روزانه در سال‌های ۵-۱۹۷۴ و ۶-۱۹۷۵ نشان می‌دهد. در انتهای بهره‌برداری، بدون توجه به میزان

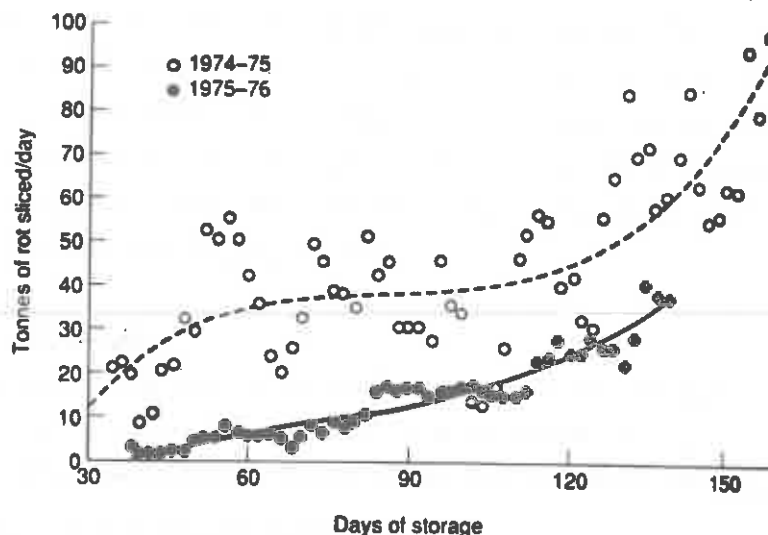
1- Hansen

2- Barr

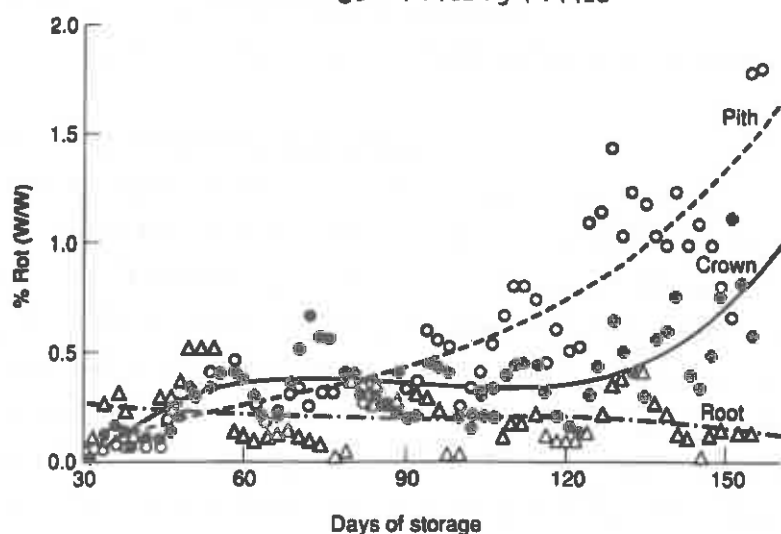
3- Walker

4- Cole

نسوج پوسیده در شروع بهره‌برداری، می‌توان انتظار افزایش ناگهانی نسوج پوسیده را داشت. منحنی ۱۴-۲ نشان می‌دهد که با افزایش زمان نگهداری چغندر در سیلو، میزان پوسیدگی در طوقه و مغز ریشه افزایش می‌یابد. بافت طوقه چغندر به پوسیدگی حساس می‌باشد همین دلیل در هنگام برداشت این قسمت از چغندر را جدا می‌کنند. در این مورد بعداً بحث خواهد شد.



شکل ۱۴-۱ - مقدار چغندر پوسیده‌ای که در طول بهره‌برداری در کارخانه قند مورخید و طی سالهای ۱۹۷۴-۵ و ۱۹۷۵-۶ خلال شده است.



شکل ۱۴-۲ درصد پوسیدگی، تاج، طوقه و ریشه اصلی به کل کل پوسیدگی در سال ۱۹۷۴-۵

مدل‌های آماری بسیاری برای پیش‌بینی میزان ضایعات ساکارز در دوران ذخیره‌سازی چغندر قند ارائه شده است. بارنز^۱ و همکاران (۱۹۷۴) از پارامترهای طول مدت بهره‌برداری، انحراف از درجه حرارت متوسط، و بارندگی در ماههای سپتامبر تا نوامبر استفاده کردند. آنها برای پیش‌بینی میزان ضایعات از روش تجزیه و تحلیل رگرسیون چندمنظوره در یکصد توده ریشه سیلو پس از رسیدن به ۱۴ درجه سانتیگراد و کمتر، و در یکصد توده ریشه پس از رسیدن به ۷- درجه سانتیگراد و کمتر، استفاده کردند. آکسون^۲ (۱۹۸۱) پس از مقایسه شش مدل، به این نتیجه رسید که با استفاده از رگرسیون خطی براساس میزان تنفس، قند انورت و مقدار رافینوز، می‌توان مقدار ضایعات را پیش‌بینی کرد. در حال، ده‌ها سال تجربه به ما آموخته است که میزان واقعی ضایعات قند در چغندر سیلو شده، تا زمانی که آخرین کیلوگرم شکر کریستال شده، در کیسه ریخته نشود، قابل پیش‌بینی نیست.

۳-۱۴ علل ضایعات

ریشه چغندر قند سیلو شده برای ادامه حیات، قند موجود در خود را در هنگام تنفس، مصرف می‌کند. این عمل معمولاً بین ۵۰٪ تا ۶۰٪ از کل ضایعات قند را در برمی‌گیرد (وایز و دکستر^۳ ۱۹۷۱). ضایعات بیش از حد ساکارز، به استثناء آنچه در هنگام تنفس به‌طور طبیعی از بین می‌رود، به سه عامل زیر مربوط می‌شود:

- ۱- عواملی که قبل از برداشت و پس از آن روی حالت فیزیولوژیکی ریشه اثر می‌گذارند.
- ۲- فعالیت میکروب‌ها که باعث فساد شربت می‌شوند.
- ۳- صدماتی که در اثر برداشت مکانیزه، و در هنگام تمیز کردن چغندر به ریشه وارد می‌گردد.

۱-۳-۱۴ علل فیزیولوژیکی/بیوشیمیایی

حالت فیزیولوژیکی گیاه چغندر قند در هنگام برداشت بر قابلیت انبار شدن آن اثر می‌گذارد. قدرت باروری خاک و رطوبت کافی از عوامل عمده در افزایش خاصیت سیلوپذیری ریشه چغندر می‌باشد. کود فسفات کافی، از آنجا که میزان تنفس ریشه را کاهش می‌دهد، از میزان ضایع شدن ساکارز در ریشه‌های انبار شده می‌کاهد. (لارمر^۴ ۱۹۳۷). کاشتن چغندر در خاکهایی که با کمبود عنصر بر رویه هستند موجب می‌شود ریشه را به نوعی ناهنجاری فیزیولوژیکی، که به آن پوسیدگی طوقه^۵ گفته می‌شود، مبتلا کند. این بیماری به برگ‌هایی که در وسط و هسته مرکزی طوقه قرار دارند آسیب می‌رساند (براندن برگ^۶ ۱۹۳۱). ریشه‌هایی که در چنین خاکهایی رشد کرده‌اند، بر اثر قارچ‌های بیماری‌زا زودتر می‌پوسند این پوسیدگی در مدت زمانی که ریشه

1- Barnes

2- Akeson

3- Whyse and Dexter

4- Larmer

5- rot heart

6- Brandenburg

در سیلو قرار دارد نیز ادامه پیدا می‌کند (گامان^۱ ۱۹۲۵).

مقدار مصرف کود شیمیائی از ته نیز مهم است زیرا بر درجه خلوص شربت اثر می‌گذارد (تراکم مواد غیرقندی) این مسئله به نوبه خود بر کریستاله شدن ساکارز اثر دارد (دکستر و همکاران ۱۹۶۶). در ضمن به فصل ۱۶ توجه کنید). شرایط مطلوب آن است که در اکثر دوران رشد گیاه خاک دارای نیتروژن کافی باشد تا گیاهی سالم داشته باشیم، و مقدار نیتروژن در خاک باید به اندازه‌ای باشد که گیاه بتواند تا اواخر دوره رشد قسمت اعظم آن را مصرف کرده و انرژی خود را صرف ذخیره‌سازی قند نماید و به رشد سبزینه‌ای منجر نگردد. در ضمن ریشه‌ای که در چنین شرایطی رشد کرده باشد ناخالصی کمتری دارد و در نتیجه بهتر انبار می‌شود، یعنی ساکارز کمتری از دست می‌دهد (دکستر و همکاران ۱۹۶۶). در اکثر مناطق چغندر خیز جهان که مقدار نیتروژن خاک با دقت اندازه‌گیری می‌شود، می‌توان با تنظیم مقدار صحیح نیتروژن، ریشه‌ای با کیفیت مطلوب به وجود آورد. ریشه‌هایی که در خاک با کود کافی، رشد می‌کنند، در هنگام انبار شدن در مقابل پوسیدگی که بر اثر قارچ بیماری پوسیدگی **خاکتری**^۲ به وجود می‌آید مقاومت بیشتری دارند (خوواتسکایا^۳ ۱۹۶۲)، و ریشه‌هایی که در خاک با نیتروژن کم رشد کرده‌اند در هنگام انبار شدن تمایل بیشتری به پوسیدگی در اثر قارچ بیماری زای فومابته^۴ از خود نشان می‌دهند (گاسکیل^۵ ۱۹۵۰). در هر صورت، ارزش افزوده ریشه با کیفیت بالا و ناخالصی کم، به مراتب بیشتر از ضایعات حاصله از حساسیت به پوسیدگی در سیلو می‌باشد. حالت فیزیولوژیکی ریشه برداشت شده، به خصوص با توجه به مقاومت آن در مقابل حملات میکروبی، تحت تاثیر مقدار آب در آن می‌باشد (ترزینسکی^۶ ۱۹۶۹). ریشه‌ای که در مدت انبار شدن تازه و ترد باقی می‌ماند نسبت به چغندری که آب از دست می‌دهد در مقابل پوسیدگی از مقاومت بیشتری برخوردار است (گاسکیل ۱۹۵۰، کورماک، موفات^۷ ۱۹۶۱). خشکی قبل از برداشت نیز قابلیت انبار شدن را کاهش می‌دهد، و پوسیدگی در اثر فوما در دوران انبار شدن با کمبود باران در دوران رشد گیاه رابطه دارد. (ریچاردز ۱۹۲۲، باگی و کول ۱۹۷۹) نشان دادند که رگه حاصل از ژرم پلاسما جهت مقاومت در مقابل پوسیدگی تا وقتی که ۹٪ وزن ریشه به دلیل از دست دادن آب کم می‌شود، اثر مقاومت در رگه محفوظ است، اما وقتی کمبود وزن به ۲۴٪ می‌رسد پوسیدگی شدت می‌گیرد. کمبود وزن در حدود ۲۵ تا ۳۰٪ بر اثر از دست دادن آب، اعمال حیاتی ریشه را مختل می‌سازد (واینا^۸ ۱۹۶۲) از بین رفتن مقاومت در برابر عفونت‌های میکروبی را تشریح نمود. در شرایط خشک تبدیل ساکارز به گلوکز و فروکتوز (انورت شدن) شتاب می‌گیرد. «واینا» نشان داد که در ریشه‌های پلاسیده انورت شدن با سرعت بیشتری انجام

1- Gauman

2- Botrytis cinerea

3- Khovanskaya

4- Phoma betae

5- Gaskill

6- Trzenbinski

7- Cormack and Moffatt

8- Vajna

می‌شود. میزان ساکارز در ریشه پلاسیده معادل یک سوم ساکارز در ریشه سالم است. خشک شدن یکی از عوامل اصلی از دست دادن ساکارز ریشه چغندرهایی است که در قسمتهای سطحی توده به عمق ۶۰ سانتیمتری از بالای توده چغندر در سیلو قرار دارند. با وجود آنکه چغندر موجود در عمق ۶۰ سانتیمتری از بالای توده چغندر در سیلو حداکثر ۱۷٪ از وزن کل چغندر سیلو را تشکیل می‌دهد، اما ساکارز ضایع شده در این مقدار چغندر می‌تواند تا ۴۰٪ از ضایعات کل سیلو را در برگیرد. بنابراین، در سیلو بیش از همه سعی در محافظت از لایه بالای چغندر می‌شود. حرکت منطقی آن است که اجازه ندهیم ریشه‌هایی که به منظور انبار شدن برداشت می‌شوند، در دوران کوتاه انبار شدن در مزرعه، و یا در دوران حمل چغندر به سیلو اصلی، و قبل از رسیدن به آن، خشک شوند.

محققین در شوروی متوجه شدند که برگ‌های گیاه چغندر قند مقاوم به پوسیدگی خاکستری طی دوره بی‌آبی، نسبت به گیاهانی که مقاومت کمتری دارند، بیشتر رشد می‌کند، و به این نتیجه رسیدند که می‌توان از این عکس‌العمل گیاه نسبت به استرس خشکی برای انتخاب گیاهی که در مقابل پوسیدگی مقاومت بیشتری دارد استفاده کرد (شوچنکو^۱ و توپوروفسکایا^۲ ۱۹۷۵).

۲-۳-۱۴ علل میکروبیولوژیکی

ریشه چغندر قند صدمه ندیده در مقابل قارچ‌ها مقاومت قابل توجهی از خود نشان می‌دهد. اما بندرت ممکن است ریشه‌ای که در سیلو ریخته شود به هیچوجه صدمه ندیده باشد. بنابراین قارچ‌های بیماری‌زا در هر حال راه خود را از میان زخم‌هایی که ریشه در هنگام برداشت و ورود به سیلو برداشته است پیدا کرده و آن را فاسد می‌کند. باکتری‌ها بندرت ممکن است چغندر را در دوران انبار شدن بیمار کنند. مگر آنکه اکسیژن موجود در توده چغندر تمام شود. چنانچه اکسیژن تمام شود باکتری‌ها و قارچ‌ها شروع به تخمیر چغندر کرده و در نتیجه حرارت به وجود می‌آید. مهمترین قارچ‌های بیماری‌زا که در دوران انبار شدن باعث پوسیدگی ریشه می‌شوند عبارتند از: قارچ بیماری‌زای فوما و پوسیدگی خاکستری و گونه‌های مختلف پنی‌سیلیوم، به خصوص گونه کلاوی‌فرم می‌باشند (باگی ۶-۱۹۷۵، باگی و نلسن ۱۹۷۸). فوما نوعی قارچ بیماری‌زا است که از طریق بذر اشاعه یافته و شدیداً باعث از بین رفتن گیاه در هنگام رشد می‌شود (به فصل ۱۰ توجه کنید). این قارچ به حالت غیرفعال در نسوج گیاهانی که از بیماری‌های دوران رشد جان سالم به در برده‌اند باقی مانده سپس دوباره فعال شده و باعث فساد ریشه‌های برداشت شده در دوران انبار می‌شود (ادسون^۳ ۱۹۱۵). پوسیدگی بر اثر قارچ «فوما» متخصصین اصلاح نباتات را با مشکلات به خصوصی مواجه می‌کند و ممکن است ریشه‌های مادری با ارزش را بر اثر این

بیماری از دست بدهند. پوسیدگی خاکستری مخرب‌ترین قارچ در سراسر جهان است که در دوران انبار شدن، باعث پوسیدگی ریشه می‌شود (هال^۱ ۱۹۵۱، اورسلوسکا^۲ ۱۹۶۳، توپوروفسکایا^۳ ۱۹۶۶). البته شدت این بیماری در آمریکا به گستردگی سایر نقاط جهان نیست (باگی و کول ۱۹۷۶). علت عدم گسترش این بیماری در آمریکا احتمالاً به قدرت مقابله پنی‌سیلیوم کلاوی‌فرم مربوط می‌شود. این قارچ که خود باعث پوسیدگی ریشه در سیلو می‌شود، از رشد قارچ پوسیدگی خاکستری جلوگیری کرده در حالیکه هر دو قارچ در توده چغندر حضور دارند، بر آن غلبه می‌نماید (باگی ۱۹۷۶). تصویر ۳-۱۴ فساد و پوسیدگی خاکستری و فوما را نشان می‌دهد.

میزان تنفس و به وجود آمدن قند انورت در ریشه فاسد شده بر اثر قارچ‌ها در سیلو بسیار زیادتر است. مامفورد و وایز^۳ (۱۹۷۶) نشان دادند که میزان تنفس ریشه در انباری که فقط ۲۰٪ از سطح توده چغندر آن آلوده شده است تا ۱۰۰٪ افزایش پیدا می‌کند. این افزایش نه تنها در ناحیه‌ای که عفونی شده است، بلکه در تمام ریشه‌ها بوقوع می‌پیوندد. قند انورت در ریشه‌ای که فقط ۱۵٪ از سطح آن عفونی شده است تا سه برابر افزایش پیدا می‌کند. این افزایش در عین حال در درون ریشه هم دیده می‌شود.

وجود خاک و خاشاک در توده چغندر جریان هوا را محدود می‌کند و در نتیجه ریشه به دلیل نرسیدن اکسیژن می‌میرد و تخمیر آغاز می‌گردد. حرارت ناشی از تخمیر شدن، نقاط جزّاتی را در سیلو به وجود می‌آورد. حرارت درونی ناشی از ریشه‌های تخمیر شده به ۵۵ درجه سانتیگراد می‌رسد. حرارتی که از این نقاط متصاعد می‌شود حرارت چغندرهای مجاور را بالا برده و در نتیجه میزان تنفس آنها زیادتر می‌شود و به همین دلیل ساکارز با شدت بیشتری مصرف می‌شود. عامل تخمیر، اجتماع میکروب‌هایی هستند که در سطح و درون ریشه‌ها وجود دارند. باگی و همکاران در سال ۱۹۷۵ نشان دادند که ریشه در نسوج درون خود دارای اجتماعی از باکتری‌ها است که در شرایط مناسب، یعنی ۶-۴ درجه سانتیگراد و ۹۸٪ رطوبت نسبی تکثیر می‌شوند. بسیاری از این باکتری‌ها می‌توانند ساکارز را هیدرولیز کنند. با به وجود آمدن قندهای انورت، باکتری تکثیر می‌شود و pH ریشه به دلیل محدود شدن اکسیژن پائین می‌آید (کول و باگی ۱۹۷۶). شواهد نشان می‌دهند که ریشه در درون خود تخمیرکننده‌هایی دارد که به محض ضعیف شدن مکانیزم دفاعی به دلیل کمبود اکسیژن، سرعت شروع به مصرف ساکارز می‌کند.

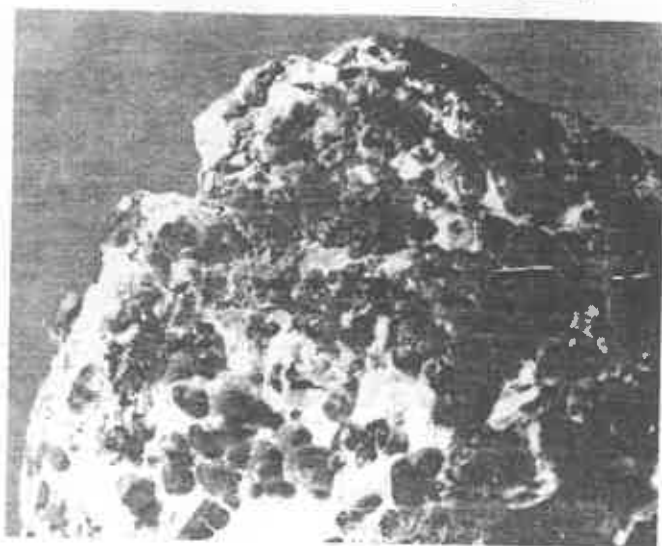
۳-۲-۱۴ عوامل مکانیکی

امروزه برداشت مکانیزه سریع، به ریشه چغندر قند که در سیلو انبار می‌شود آسیب می‌رساند

و این آسیب بسیار زیاده‌تر از آسیبی است که در زمان گذشته که چغندر با دست برداشت می‌شد به چغندر وارد می‌آمد. کشاورزان امروزه برای جدا کردن برگ‌ها و طوقه، و بیرون آوردن ریشه از خاک، و انتقال آن به کامیون، و حمل آن به سیلو به ماشین‌آلات مکانیکی وابسته هستند. اولین آسیب مکانیکی در زمان جدا کردن طوقه چغندر، قبل از برداشت ریشه، به آن وارد می‌آید. این کار از قدیم انجام می‌شود، زیرا طوقه چغندر در مقایسه با سایر قسمت‌های ریشه دارای مقادیر ناچیز ساکارز و ناخالصی‌های زیادی است. جدا ساختن طوقه، در صورتی که چغندر پس از چند روز مصرف شود، کار درستی است، اما اگر چغندر به مدتی طولانی در سیلو باقی بماند، با مشکل مواجه خواهیم شد زیرا ضایعات ساکارز در چغندر بدون طوقه در سیلو بیش از ضایعاتی است که در اثر وجود طوقه چغندر به وجود می‌آید (استات^۱ و اسمیت^{۱۹۵۰}، اکسن و همکاران^{۱۹۷۰}، وایز^{۱۹۷۸}). اکسن و همکاران در سال ۱۹۷۴ با استفاده از نمونه‌های تجارتي نشان دادند که قند استحصال شده از ریشه‌های طوقه‌دار ۵٪ تا ۱۰٪ بیشتر از قند به دست آمده از ریشه‌های بدون طوقه پس از انبار شدن است، و به این ترتیب نتایج تجربی به دست آمده سابق را تایید کردند. جدا کردن طوقه ضایعات ساکارز را افزایش می‌دهد. زیرا میزان تنفس، بر اثر آسیبی که به چغندر رسیده است، بسیار زیاده‌تر می‌شود (وایز و پترسون^{۱۹۷۹}). سطح وسیع طوقه بریده شده که در معرض هوا قرار می‌گیرد به قارچ‌های بیماری‌زا امکان می‌دهد که به آسانی به نسوج فاسد شدنی دسترسی پیدا کنند. ریشه‌های بدون طوقه که در سیلو به قارچ آلوده شده‌اند سریع‌تر از ریشه‌های آلوده طوقه‌دار فاسد می‌شوند (تامپکینز^۳ و نوکولز^۴ ۱۹۷۰، دکستر^{۱۹۷۰}، اکسن و همکاران^{۱۹۷۴}، کول^{۱۹۷۷}). (شکل ۴-۱۴) هرچند ریشه‌های طوقه‌دار حاوی جوانه مرکزی بیش از ریشه‌های بدون طوقه بیماری را توسعه می‌دهند، در بعضی از نواحی آمریکا روش انتخاب شده به صورت جدا ساختن برگ و دم‌برگ (با استفاده از Flails بجای چاقوی سرزنی) به‌طوری‌که ایجاد یک دایره به قطر ۳ تا ۵ سانتیمتر در قسمت بالای طوقه نمایان می‌گردد.

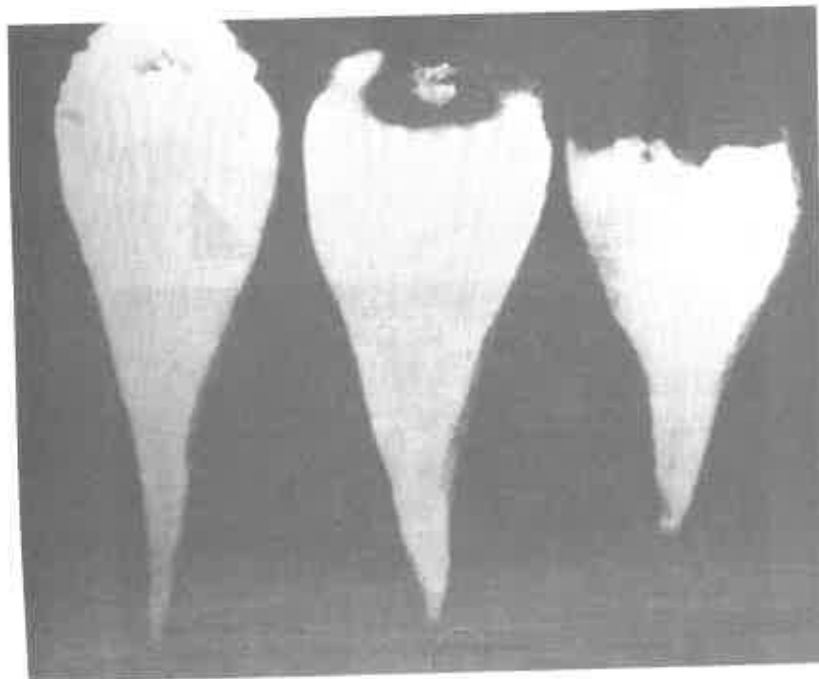
به منظور جلوگیری از حجم خاکی که به سیلو وارد می‌شود باید از روش‌های مؤثری برای *سازگاری چغندر استفاده کرد* *برای این منظور ماشین‌آلاتی برای برداشت و جمع‌آوری چغندر* *ساخته شده است که برای جدا کردن خاکی که به مقادیر بسیار زیاد با چغندر همراه است، آن را* *بشدت تکان می‌دهند. در نتیجه بر اثر آسیبی که به ریشه می‌رسد میزان تنفس در تمامی دوران* *انبار کردن زیاد می‌شود. براساس گزارش وایز و پترسون در سال ۱۹۷۸، میزان تنفس در* *ریشه‌های ترک خورده یا شکسته بیشتر از ریشه‌های سالم بود در نتیجه ساکارز بیشتری از دست* *دادند. اثر منفی و ماندگار دیگر این است که در سطح ریشه‌های ترک خورده یا شکسته در سیلو،*

پوسیدگی و آلودگی میکروبی بیشتری نسبت به ریشه سالم مشاهده می شود (مامفورد و وایز
۱۹۷۶، آکسن و استات ۱۹۷۸).



شکل ۴-۱۴ پوسیدگی بر اثر قارچهای فوما در سیلو (تصویر a) و (پوسیدگی خاکستری تصویر b). پوسیدگی ناشی از فوما دارای مشخصات نسج سیاه رنگ و قسمت های مجوف که دور آن قارچ سفید رنگ در حال رشد دیده می شود، می باشد. پوسیدگی در اثر قارچ پوسیدگی خاکستری دارای مشخصات دایره های قهوه ای مایل به سیاه و توده های قارچ در حال رشد در سطح خارجی ریشه می باشد.

در شرایط آزمایشگاهی، یک روز پس از ایجاد ترک یا شکستگی میزان تنفس شدیداً زیاد شده و پس از ده روز به میزان ثابتی می‌رسد که چهار بار بیشتر از میزان تنفس در ریشه سالم است (دیلی^۱ و همکاران ۱۹۷۰). افزایش میزان تنفس، میزان قند انبورت تولید شده، و ضایعات ساکارز قابل بازیافت در هر روز، پس از ۱۲۰ روز نگهداری از ریشه‌هایی که در زمان برداشت و از ارتفاع ۹۰ تا ۱۸۰ سانتیمتری در سیلو پرتاب شده اندازه‌گیری شدند (آکسن و استات ۱۹۷۸). کول (۱۹۷۷) نمونه‌هایی از ریشه را از چهار نقطه در جریان حمل از مزرعه تا سیلو، برداشت و گزارش کرد که ۲۰ تا ۲۴٪ افزایش در میزان تنفس در برداشت ماشینی نسبت به برداشت دستی بوده است این مسئله حتی پس از ۱۵۰ روز نگهداری در شرایط ایده‌آل مشاهده گردید.



شکل ۴-۱۴ شدت اثر قارچ سیلوی فوما بر روی ریشه طوقه‌زده (چپ) در مقایسه با ریشه‌ای که کمی تا قسمتی از طوقه آن برداشته شده است (وسط) و ریشه طوقه‌دار (راست)، در شرایط ۴ تا ۶ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۹۸٪ پس از ۱۰۰ روز نگهداری در سیلو را نشان می‌دهد.

به منظور جلوگیری از حجم خاکی که به سیلو وارد می‌شود باید از روش‌های مؤثری برای تمیز کردن چغندر استفاده کرد. برای این منظور ماشین‌آلاتی برای برداشت و جمع‌آوری چغندر

طراحی شده است که برای جدا کردن خاکی که به مقادیر بسیار زیاد با چغندر همراه است، آن را بشدت تکان می دهند. در نتیجه بر اثر آسیبی که به ریشه می رسد میزان تنفس در تمامی دوران انبار کردن زیاد می شود. براساس گزارش وایز و پترسون در سال ۱۹۷۸، میزان تنفس در ریشه های ترک خورده یا شکسته بیشتر از ریشه های سالم بود در نتیجه ساکارز بیشتری از دست دادند. اثر منفی و ماندگار دیگر این است که در سطح ریشه های ترک خورده یا شکسته در سیلو، پوسیدگی و آلودگی میکروبی بیشتری نسبت به ریشه سالم مشاهده می شود (مامفورد و وایز ۱۹۷۶، آکسن و استات ۱۹۷۸). در شرایط آزمایشگاهی، یک روز پس از ایجاد ترک یا شکستگی میزان تنفس شدیداً زیاد شده و پس از ده روز به میزان ثابتی می رسد که چهار بار بیشتر از میزان تنفس در ریشه سالم است (دیلی^۱ و همکاران ۱۹۷۰). افزایش میزان تنفس، میزان قند انورث تولید شده، و ضایعات ساکارز قابل بازیافت در هر روز، پس از ۱۲۰ روز نگهداری از ریشه هایی که در زمان برداشت و از ارتفاع ۹۰ تا ۱۸۰ سانتیمتری در سیلو پرتاب شده اندازه گیری شدند (آکسن و استات ۱۹۷۸). کول (۱۹۷۷) نمونه هایی از ریشه را از چهار نقطه در جریان حمل از مزرعه تا سیلو، برداشت و گزارش کرد که ۲۰ تا ۲۴٪ افزایش در میزان تنفس در برداشت ماشینی نسبت به برداشت دستی بوده است این مسئله حتی پس از ۱۵۰ روز نگهداری در شرایط ایده آل مشاهده گردید.

۴-۱۴- کاستن از ضایعات سیلو

تاکنون به منظور دستیابی راههایی برای کاستن از مقادیر بسیار زیاد ضایعات ساکارز که در فاصله زمانی انبار کردن ریشه چغندر قند تا زمان مصرف از بین می رود، تحقیقات قابل توجهی انجام شده است. محققین اصلاح نباتات و بیماری گیاهی موفق به یافتن رگه ژرم پلاسما و ارقامی از چغندر شده اند که در مقابل حملات میکروبی مقاوم بوده و درصد تنفس پائین تری دارند. به منظور جلوگیری از پوسیدگی بر اثر قارچ در هنگام انبار شدن، و تغییر درصد تنفس ریشه به مقدار مطلوب از نوعی مواد شیمیایی استفاده شد. مهندسین و گیاه شناس ها شرایط محیطی مناسب برای انبار کردن ریشه با حداقل ضایعات را تعیین کرده اند. ما یاد گرفته ایم که چگونه از علم ژنتیک، مواد شیمیایی و عوامل محیطی برای استحصال حداکثر ساکارز در شرایط نامطلوب، که در آن گاهی ریشه انبار می شود، به نفع خود استفاده کنیم.

۴-۱۴-۱ کنترل محیط توده چغندر در سیلو

شرایط محیطی مناسب برای انبار کردن چغندر قند، درجه حرارت ۴ تا ۶ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۹۸٪ می باشد. شکسته شدن مولکول ساکارز، به وجود آمدن رافینوز، رشد باکتری ها و قارچ ها و جوانه زدن ریشه نیز در محیطی با ۰.۶٪ گاز کربنیک و ۰.۵٪ اکسیژن در ۲ درجه

سیانیدگزارد. به طور قابل توجهی کباهش پدید می آید (تکاونیک^۱ و هتیکازان^۱، ۱۹۷۰). این در سنبلوهای صنعتی می توانیم درجه حرارتی و تا حدودی رطوبت توده اینار شده را کنترل نماییم. کباهش سریع درجه حرارت ریشه برداشت شده در صد تیغش ریشه را کاهش داده و فعالیت میکروبی را به تعویق می اندازد. رطوبت کافی، خشک شدن ریشه را به تعویق انداخته و زخم های روی ریشه را بهبود می بخشد. کنترل صحیح و مناسب دوجه حرارت و رطوبت، بیش از هر عامل دیگری از شکسته شدن مولکول سیاکارو دو هنگام انبار کردن ریشه جلوگیری می کند. مسئله اینجاست که باید با در نظر گرفتن مسائل اقتصادی بتوانیم توده های مختلف چغندر را که از چند کامیون تا ۳۰۰۰۰ تن روی هم انبار می شود بسرعت سرد کرده و او خشک شدن آن جلوگیری کنیم.

چنانچه به طریقی از نوعی پوشش برای پوشاندن توده چغندر استفاده کنیم، شرایط محیطی بهتر کنترل می شود. ریشه چغندر را می توان با کاه و کلس^۲ پلاستیک، پلاستیک با سبقت به صورت ظاقی و محفوظه های پلاستیکی که بوسیله هوائ فشرده در جای خود باقی می مانند پوشاند. در آمریکا پوشاندن توده ها از کاه نخرده شده به ضخامت ۱۵ ÷ ۱۰ سانتی متر در اطراف و ۳ ÷ ۲ سانتی متر در بخش فوقانی موجب ۲۴٪ کاهش در ضایعات قند قابل استحصال گردیده است (اکسون و همکاران ۱۹۷۴، اکسون و فاکس^۲ ۱۹۷۴). در انگلستان پوشش توده با کاه به ضخامت ۱۵-۷/۵ سانتی متر، برای حفاظت ریشه ها در برابر یخبندان توصیه شده است (الدیلد^۳ و داتن^۴ ۱۹۶۹).

از انواع مختلف ورقه های پلاستیک نیز به عنوان پوشش استفاده شده است: کیسه های پلی اتیلن و پلی پروپیلن نتایج مشابهی با کاه داشته اند. در انگلستان از میان مزاد آزمایش شده، کیسه پلی پروپیلن به علت داشتن خواص چند منظوره، خصوصاً از نظر کارایی بالا و قیمت مناسب برای سیلو کردن در آب و هوای ملایم انتخاب شده است (باستو^۵ ۱۹۸۳، داتن و هاوتن^۶ ۱۹۸۶، پری^۷ ۱۹۸۹). در آب و هوای سردتر، در صورت نیاز به چغندر استفاده از این پوشش برای محافظت در برابر یخبندان میسر نبوده و ریشه ها کاملاً منجمد می شوند. نیاز اولیه برای سیلو کردن، روش خنک کردن هرچه زودتر آنها پس از تکمیل توده است (وایز و هولدرج^۸ ۱۹۸۲). بدون در نظر گرفتن محل جغرافیایی محوطه سیلو کردن، عمل تهویه بایستی تسریع گردد. سرعت حرکت هوا برای خنک کردن صحیح تعیین شده است، کنیازف^۹ (۱۹۷۳) گزارش کرد که سرعتی برابر با ۱-۸ متر مکعب/دقیقه/تن در پائیز و سرعت ۱/۷-۱/۳ متر مکعب/دقیقه/تن، برای منجمد کردن ریشه ها در شرایط فصل سبیل در شوروی مورد نیاز است. وایز و هولدرج (۱۹۸۲) یک مدل کامپیوتری ساختند و محاسبه کردند که سرعت جریان هوا برابر ۶/۰ متر مکعب/دقیقه/تن، برای ۲۰ روز نخست سیلو کردن، سپس

1- Karnick

2- Fax

3- oldfield

4- Dutton

5- Bastow

6- Howghton

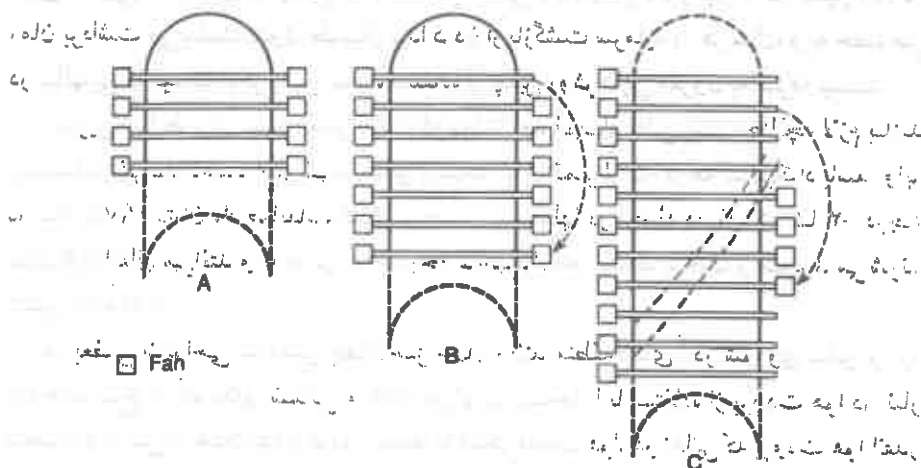
7- Parry

8- Holdredge

9- Khnyazev

تصفیه این شرابخانه یا حلقه‌ها، لجن‌خانه هوای برای باقی‌نمودن نگهداری لازم است. این عملیات را در هریت منطقه از آمونیکال‌ها جدا کردند و دریافتند که تهویه مصنوعی در مناطقی به ویژه در منطقه بیناگنیای میشیگان که دمای محیط همراه با تهویه طبیعی در این تو از دمای ریشه‌ها نمی‌باشد ارزشمند است. آنها هم چنین استفاده بیشتر از پنکه‌های تهویه در اوایل دوره نگهداری چغندر را به صورت شمای ترسیمی در شکل ۵-۴ پیشنهاد کردند که ملاحظه مهمی در سرمایه‌گذاری برای سیستم تهویه سیلو است.

در این سیستم تهویه سیلو، دانه‌ها در لوله‌های عمودی از طریق یک دریچه در پایین سیلو به پایین احداث کانالهای تهویه به صورت قابل حمل و استفاده مجدد از مسایل صنعت قند است. شرکت آمریکایی کریستال، در این راستا کانالهای خاصی را طراحی و به مورد اجرا گذاشته است که به طور موفقیت آمیزی طی چندین سال مورد استفاده قرار گرفته است. کانال از لوله‌های قطور ۱/۳۵ متر از قطر کانال‌های ساخته شده است که در جهت طول به درون سیلو تقسیم می‌شود. در کانال‌های لوله‌ای با زاویه‌ای برابر با شیب شیب‌ها قرار می‌گیرد و اجازه می‌دهد که لجن‌خانه هوای بیشتر اکثراً به درون توده چغندر برآید. (شکل ۶-۱۳). در دوره‌های زمانی ۱۹۹۱-۱۹۹۲ و ۱۹۹۳-۱۹۹۴ سیلوی چغندر تهویه شده مورد استفاده قرار گرفت. دیواره‌های جانبی به هم‌راه سلیولان، جایی که در بخش فوقانی سیلو امکان پوشش و تسهیل در رفت و آمد در قسمت فوقانی توده چغندر را فراهم می‌سازد. بدین ترتیب با تهویه در چنین توده چغندر امکان کاهش دوجه حرارت را به طور یکپارچه می‌سازد. بدین ترتیب به پیش‌بردن توده‌ها به سمت ریشه‌ها.



شکل ۵-۱۴ نقشه استفاده از حداکثر هوای در دوران اولیه انبار کردن
 دانه‌ها در هر دو انتهای کانال‌ها مجموعاً ۱۶ متر مکعب بر ثانیه هوا می‌دمند. در وقتی ریشه‌هایی که در آغاز کار انبار شده‌اند، خشک شدند، یک دمنده به ریشه‌هایی که تازه انبار شده‌اند هوای می‌دهد. با گذشت زمان به دلیل خنکی هوا در شب می‌توان با استفاده از یک دمنده، یا گردش هوای آزاد دمای توده ریشه را کنترل کرد.

نگهداری چغندر در سیلوی تهویه در مقایسه با توده هوای آزاد به همراه کاهش ارجحیت دارد و حدود ۵۰ گرم در روز برای هر تن چغندر صرفه جویی به دنبال خواهد داشت. (یاردین و استولر ۱۹۷۵) در اواسط سال ۱۹۷۰ چندین صدهزار تن چغندر در آمریکا با پوشش طاقی محصور گردید.

در سال ۵-۱۹۷۴ در شهر تاپنیش^۱ واقع در ایالت واشنگتن، به منظور مقایسه عملکرد سیلوها، ریشه چغندر را در سه سیلو با ساختمان‌های متفاوت، و مجهز به سیستم‌های هوا دهنده انبار کردند. (فاکس^۲ و واتز ۱۹۷۵) سیلوی اول به صورت طاقی بود. سیلوی دوم یک انبار ایزوله و محکم بود. سیلوی سوم حباب پلاستیکی بزرگی بود که با فشار هوا در جای خود ایستاده و از ریشه‌های چغندر محافظت می‌کرد. برای ورود و خروج کامیون دری با هوای بسته تعبیه شده بود. در هریک از سه سیلو ۱۳۵۰۰ تن ریشه (مقداری که از لحاظ اقتصادی قابل ملاحظه است) به مدت ۱۰۰ روز انبار شد. در نتیجه ۱۰۴ گرم ضایعات قابل بازیافت ساکارز برای هر تن در روز در سیلوی طاقی شکل و انبار ایزوله، و ۱۱۰ گرم ضایعات قابل بازیافت ساکارز برای هر تن در روز در حباب پلاستیکی محاسبه گردید. این مقدار ضایعات معادل نیمی از ضایعاتی بود که از محیط غیرپوشیده انتظار می‌رفت. از آنجا که پوشاندن توده چغندر از یخ زدگی و خشک شدن جلوگیری می‌کند، فواید آن واضح است، اما کلیه روش‌های بکار رفته دارای معایبی مانند هزینه‌های مربوطه، صدمات ناشی از باد و طوفان و نیاز به کار بسیار زیاد در زمان برداشت می‌باشند. بدون اطمینان پیدا کردن از بازگشت سرمایه در هر سال، و به خصوص در سالهایی که قیمت شکر پائین است، استفاده از چنین روش‌هایی مقرون به صرفه نیست. بدترین شرایط برای سیلو زمانی است که دما تا حد انجماد پائین بیاید چنانچه لازم باشد ریشه‌ها در شرایط انجماد انبار شوند دمای ریشه‌ها نباید کمتر از ۵- درجه سانتیگراد باشد. و این در سال ۱۹۷۸ نشان داد ضایعات قندی و خسارت سلولها در فاصله دمای ۱- تا ۳- درجه سانتیگراد اتفاق می‌افتد و تا دمای ۱۸- درجه سانتیگراد که ریشه‌ها سخت و منجمد می‌شوند تنفس ادامه دارد.

در بعضی از نواحی سردسیر چغندر خیز جهان مانند منطقه آلتای^۳ در شوروی سابق و دره رودخانه سرخ در آمریکای شمالی و کانادا می‌توان ریشه‌ها را با استفاده از برودت هوا در انبار منجمد کرد. پس از خنک کردن توده ریشه‌ها با کمک دمیدن هوا، در زمانی که برودت هوا آنقدر پائین می‌آید که ریشه‌ها در هوای آزاد سرعت منجمد می‌شوند، دمنده‌ها را روشن می‌کنند. روش دوم برای منجمد کردن ریشه‌ها در توده‌های بدون هوای فشرده، تقسیم کردن توده بزرگ است. توده‌های بزرگ دارای پایه‌ای با عرض ۶۶ متر هستند. قسمتی که در وسط به عرض ۱۵ متر

قبلاً برداشته شده مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد و دو توده کوچکتر باقی می‌ماند که هر کدام حدود ۲۳ متر عرض دارند (تصویر ۷-۱۴). ریشه‌های باقی مانده در توده‌های کوچکتر در معرض گردش هوای آزاد قرار گرفته منجمد و سخت می‌شوند. کارخانه‌داران روش بهره‌برداری از ریشه منجمد را فرا گرفته‌اند و فقط وقتی با مشکل روبرو می‌شوند که ریشه‌های از انجماد خارج شده با ریشه‌های منجمد مخلوط شده باشند (سوئیفت^۱ ۱۹۷۵).

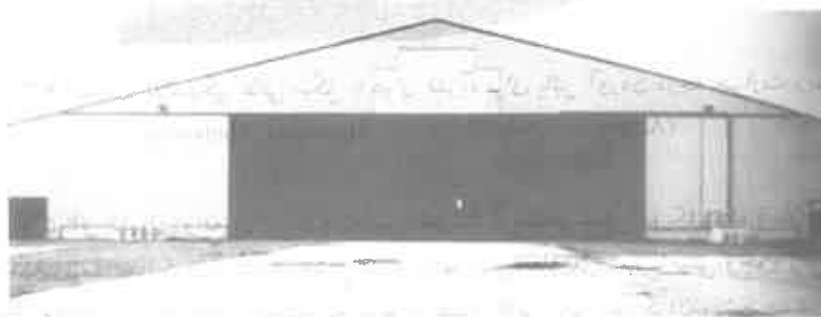


تصویر ۶-۱۴ سقف پلاستیکی طاقی شکل با هوای فشرده برای پائین آوردن درجه حرارت ریشه.
(American Crystal Sugar Co. Moorhead, Minnesota)

در داکوتای شمالی واقع در ایالت مینه‌سوتا شرکت کریستال شکر آمریکا روش انبار کردن ریشه منجمد را اتخاذ کرده است. در حالی که از سالها پیش انبارهای سیب‌زمینی وجود داشت، اما فقط تعدادی از مردم عقیده داشتند که سیلو با فضای کافی برای انبار کردن ریشه چغندر قند ساخته شود. انبارهای شرکت کریستال شکر آمریکا دارای ۵۴ متر عرض و ۵۰۴ متر طول و ۵۳ متر ارتفاع مرکزی است. (شکل ۸-۱۴)



شکل ۷-۱۴ تصویر هوایی توده‌های بزرگ در داکوتای شمالی در آمریکا. در تصویر قسمت وسط که برای مصرف به کارخانه می‌رود مشخص است. دو توده کوچکتر باقی می‌ماند که برای حفظ کیفیت ریشه کاملاً منجمد می‌شود. توده‌های کوچک باقیمانده بعداً به کارخانه حمل خواهد شد. این روش فقط در نقاطی از دنیا موفقیت‌آمیز است که درجه دمای متوسط هوا در زمستان ۹- درجه سانتیگراد باشد.



شکل ۸-۱۴ انباری با ظرفیت ۴۵۰۰۰ تن چغندر در مورهد، مینه‌سوتا. کانال‌هایی که در کف انبار ساخته شده‌اند در هنگام انبار کردن ریشه چغندر آن را خنک کرده و بعداً، وقتی درجه هوا به اندازه کافی پایین می‌آید ریشه‌ها منجمد و سخت می‌شوند. (شرکت کریستال شکر آمریکا. مورهد، مینه‌سوتا)

۶-۴-۲ افزودن مواد شیمیایی به توده انبار شیرواژه تعلیف شده ۶/۶-۶/۶

[illegible]

که مخلوط شیر آهک و آهک کلرینه بهتر از شیر آهک کیفیت ریشه انبار شده را حفظ می‌کند. قارچ‌کش فوندازول^۱ (بنومیل^۲؛ مشتق از بنزی‌میدازول) نیز همین‌طور عمل می‌نماید (زرادنیسک و همکاران ۱۹۸۶).

قارچ‌کش‌هایی که دارای پایه بنزیمیدازول هستند در کاستن ضایعات در اثر پوسیدگی قارچی در سیلو مفیدند. تجارب آزمایشگاهی نشان می‌دهد که بنومیل و تیابندازول^۳ می‌توانند به‌طور مؤثر با قارچهای فوزاریوم، پنسیلیوم و بوتریتیس مبارزه کنند، اما اثری روی ریزوپوس ندارند. (مامفورد و وایز ۱۹۷۶، مایلز^۴ و همکاران ۱۹۷۷). تیابندازول همانند مقاومت ژنتیکی در کاهش ضایعاتی که بر اثر فوما، بوتریتیس و پنسیلیوم در شرایط کنترل شده تجربی در آزمایشگاه به‌وجود می‌آید مؤثر است (یاکی و کول ۱۹۷۶). و برای استفاده در آمریکا، با خلط ۱۵۰۰ قسمت در میلیون در ۸/۴ لیتر بر تن ریشه، مورد تایید قرار گرفته است. سایر موادی که در آزمایشگاه استفاده موفقیت‌آمیز داشته‌اند عبارتند از اسید پروپیونیک^۵، سدیم اوفینیل فئات^۶ (خلمسکی^۷ و همکاران ۱۹۷۲). قارچ‌کش‌ها می‌توانند خطر پوسیدگی بر اثر قارچ‌ها را در انبار کاهش دهند اما فقط وقتی باید به کار روند که احتمال پوسیدگی بر اثر قارچ زیاد باشد.

۲-۴-۱۴ کاهش ضایعات مکانیکی

طراحی و ساخت ماشین‌آلات برداشت و سیلو کردن و جدا ساختن خاک از چغندر، به‌صورتی که اقتصادی بوده و حداقل آسیب را به چغندر وارد آورد مشکل است. پترسون و همکاران (۱۹۸۲) با تغییراتی روی ماشین‌آلات برداشت استاندارد، پیشرفت‌هایی در ساخت ماشین برداشت با ضایعات ناچیز به دست آوردند. با استفاده از این ماشین برداشت میزان ضایعات ریشه در حدود ۰.۸۸٪-۰.۶۲٪ کاهش یافت. ایجاد تغییرات در ماشین بارکن نیز مد نظر قرار گرفته است.

۴-۴-۱۴ رهیافت به‌نژادی

دو مشخصه مهم که ارقام چغندر قند برای کارایی مناسب در شرایط سیلوی طولانی باید داشته باشند عبارتند از: مقاوم بودن به عوامل پوسیدگی و میزان تنفس کمتر. مقاومت در مقابل پوسیدگی در انبار در درجات مختلف در میان ارقام وجود دارد که هیچکدام به تنهایی کافی نیستند (پاین^۸ ۱۹۷۶، دامبروت^۹ ۱۹۷۰، باگی ۱۹۷۳). مقاومت ژنتیکی در مقابل پوسیدگی بر اثر قارچ‌ها، همانند سایر بیماریها، در منابع ژنی چغندر وجود دارد. محققین در شوروی سابق

1- Fundazole 50 WP

2- Benomyl

3- Thiabendazole

4- Miles

5- Propionic acid

6- Sodium-o-phenyl phenate

7- Khelemskii

8- Payen

9- Dambroth

صنایع را بسوی یافتن و استفاده کردن از مقاومت ژنتیکی در مقابل پوسیدگی در سیلو راهنمایی کرده‌اند. نتیجه کارشان موفقیت در ایجاد ارقامی از چغندر بود که پس از ۶۵ روز در تماس مستقیم با قارچ پوسیدگی خاکستری فاسد نشدند، در حالیکه نسوج ارقام حساس ظرف ۸ تا ۱۲ روز فاسد می‌شوند (شوچنکو ۱۹۵۹، ژیگایلو^۱ ۱۹۶۹). چغندرهایی که ۲-۱/۵ برابر بیش از چغندره‌های معمولی در مقابل ضایعات سیلو مقاومت می‌کنند در شوروی سابق کاشته می‌شود (پوپووا^۲ ۱۹۶۱، کورنینکو^۳ ۱۹۷۵).

اصلاح چغندر مقاوم به پوسیدگی در دهه ۵۰ در آمریکا شروع شد و در دهه ۷۰ شتاب یافت (گاسکیل ۱۹۵۰-۱۹۵۲). نتیجه کار آمریکایی‌ها به معرفی رگه‌های ژرم پلاسما متعدد مقاوم به فوما، بوتریتیس و پنسیلیوم بود. باگی ۱۹۷۸، کامپبل^۴ و باگی ۱۹۸۵. تحقیقات انجام شده در آمریکا روی توارث برای کاهش میزان تنفس و روش‌های سلکسیون (نلسون^۵ و اولدمیر^۶ ۱۹۵۲، تورر^۷ و همکاران ۱۹۷۸، وایز و همکاران ۱۹۷۹) منجر به یک برنامه به‌نژادی برای ایجاد ژنوتیپهایی با میزان تنفس کم گردید. رگه‌های ژرم پلاسما با میزان تنفس کم، و همچنین رگه‌های ژرم پلاسما با تنفس کم و مقاومت به پوسیدگی در انبار ایجاد و معرفی شد (کامپبل و باگی ۱۹۸۸، کامپبل و کول ۱۹۸۸). این تحقیقات به دلیل تصمیم بخش صنعت به تاکید روی روش‌های فیزیکی، مانند هوادهی و انجماد در جهت کاهش ضایعات در سیلو، بتدریج کنار گذاشته شد.

نقطه نظرهای متعددی در خصوص کاستن ضایعات ساکارز چغندر قند انبار شده به بحث گذاشته شده است. در مورد به کارگیری این نقطه‌نظرها باید با توجه به شرایط اقلیمی، و پیش‌بینی بازگشت سرمایه لازم برای عملی کردن هر نظریه تصمیم‌گیری نمود.

1- Zhigaylo
4- Campbell
7- Theurer

2- Popova
5- Nelson

3- Kornienko
6- Oldemeyer

1998). The results of the present study are in line with the findings of the previous studies. The results of the present study show that the mean age of the participants was 21.5 years, which is similar to the mean age of the participants in the previous studies (e.g., 21.5 years in the study of Kozlov et al., 2010). The results of the present study also show that the mean age of the participants was 21.5 years, which is similar to the mean age of the participants in the previous studies (e.g., 21.5 years in the study of Kozlov et al., 2010).

The results of the present study also show that the mean age of the participants was 21.5 years, which is similar to the mean age of the participants in the previous studies (e.g., 21.5 years in the study of Kozlov et al., 2010). The results of the present study also show that the mean age of the participants was 21.5 years, which is similar to the mean age of the participants in the previous studies (e.g., 21.5 years in the study of Kozlov et al., 2010). The results of the present study also show that the mean age of the participants was 21.5 years, which is similar to the mean age of the participants in the previous studies (e.g., 21.5 years in the study of Kozlov et al., 2010). The results of the present study also show that the mean age of the participants was 21.5 years, which is similar to the mean age of the participants in the previous studies (e.g., 21.5 years in the study of Kozlov et al., 2010).

The results of the present study also show that the mean age of the participants was 21.5 years, which is similar to the mean age of the participants in the previous studies (e.g., 21.5 years in the study of Kozlov et al., 2010). The results of the present study also show that the mean age of the participants was 21.5 years, which is similar to the mean age of the participants in the previous studies (e.g., 21.5 years in the study of Kozlov et al., 2010).

فصل یازدهم

کیفیت و قرآنیّت پیغمبر(ص)

١-١٥ مقدمة

در این مرحله بین دو تا چهار نوع شکر تولید می شود، معمولاً از دو مین محصول به بعد شکر به

اندازه کافی خالص نیست و چون قابل فروش نمی باشد لذا مجدداً به خط تولید برگردانده می شود. غالباً برای حل کردن آنها از شربت غلیظ استفاده می کنند. شربت حاصل از درجه خلوص بالاتری برخوردار بوده و در نهایت تبدیل به شکر پخت یک با درجه خلوص بالا (۹۹/۶٪) می شود. این شکر پس از خشک شدن به بازار عرضه می گردد.

شیره ای که از آخرین پخت بدست می آید ملاس نامیده می شود. تولید شکر از ملاس از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نیست. ملاس را غالباً با تفاله چغندر قند (مواد غیر محلول در آب چغندر قند که از دیفوزیون خارج می شود) مخلوط کرده و پس از خشک کردن به عنوان خوراک دام به فروش می رسانند (بخش ۱۶). از ملاس می توان به صورت خوراک دام و یا به عنوان ماده اولیه برای صنایع تخمیری استفاده کرد.

تا جائیکه فرآیند به کیفیت بستگی دارد این گزارش کافی است ولی برای کسب اطلاعات بیشتر از سه منبع استاندارد سیلین^۱، ۱۹۶۴، شنایدر^۲، ۱۹۶۸، مک گینس^۳ ۱۹۸۲ می توان استفاده کرد.

۲-۱۵- مروری بر تاریخچه کیفیت فنی چغندر قند

برای درک رابطه بین کیفیت ریشه و کارایی فرآیند، شناخت ترکیبات شیمیایی ریشه چغندر قند و شربت خام ضروری است. این امر در گذشته اولین هدف آزمایشگاههای بسیاری از کارخانه های قند بوده است.

در سال ۱۹۶۰ کمیسیون بین المللی صنعت قند^۴ در گردهم آیی خود ارزش فنی چغندر قند را به عنوان شاخص ترین موضوع انتخاب نمود. فرهارت و اولد فیلد^۵ (۱۹۶۲) از خلاصه مذاکرات سه نتیجه مهم زیر را اعلام کردند (ریاتیم^۶ با کسب مجوز از اولد فیلد و موسسه انتشاراتی علمی الس ویر^۷ آمستردام):

۱- مهمترین فاکتورهائی که مبین کیفیت تکنولوژیکی چغندر قند می باشند و روی میزان شکر سفید قابل استحصال و قند در ملاس اثر می گذارند بایستی مورد بررسی و مطالعه بیشتر قرار گیرند.

۲- با استفاده از اطلاعات کنونی می توان با ملحوظ کردن میزان دقیق سدیم و پتاسیم، رابطه بین خاکستر و ملاس تولیدی را تعیین کرد. به علت سهولت و سرعت عمل در اجرای این تجزیه ها می توان یک فاکتور را تعیین و در محاسبه پرداخت بهای چغندر در نظر گرفت.

۳- تعدادی از شرکت کنندگان عقیده داشتند که نه خاکستر و نه سدیم و پتاسیم به تنهایی برای پیش گوئی دقیق میزان ملاس کافی نیست بلکه برای تعیین دقیق میزان ملاس بایستی میزان کل

1- Silin 1964

2- Schneider

3- McGinnis

4- (CITS)

5- Ferhart, Oldfield

6- Verbatim

7- Elsevier

مواد غیرقندی، ترکیبات از ته (مخصوصاً اسیدهای آمینه) و یا قلیائی را هم به حساب آورد. از آن تاریخ بیش از سی سال می‌گذرد و امروزه ثابت شده که نتیجه‌گیری‌های آن زمان صحیح بوده است. به منظور ارزیابی سهم مواد غیرقندی در ضایعات بالقوه قندی در ملاس بایستی اثر اسیدهای آمینه و همچنین سدیم و پتاسیم در محاسبات ملحوظ گردد (کاروتر^۱ و همکاران ۱۹۶۲، آندرسن^۲، و اسمد^۳ ۱۹۶۳، وینگر و رابنفلد^۴ ۱۹۷۴، دویله^۵ و همکاران ۱۹۷۶، کوبادینوف^۶ ۱۹۷۱، هیلد^۷ و همکاران ۱۹۸۰، آکیار^۸ ۱۹۸۰، ون‌گین^۹ و همکاران ۱۹۸۳).

اخیراً پولاخ^{۱۰} (۱۹۸۹) گزارش داده است که در اتریش میزان اسیدهای آمینه در حد بسیار کمی کاهش یافته است که برای تعیین میزان ملاس بالقوه، سدیم و پتاسیم کافی است. بنابراین ممکن است سومین نتیجه‌گیری فرهارت و اولدفیلد در حقیقت به میزان اسیدهای آمینه بستگی پیدا کند که در آن زمان به اندازه کافی پائین بوده‌اند. نهایتاً چنین نتیجه می‌گیریم که تمام محاسبات انجام شده در مورد پیش‌بینی میزان بالقوه شکر در ملاس تا قبل از سال ۱۹۹۱ در بهترین شرایط نیمه کیفی بوده است (۲-۴-۱۵). در سال ۱۹۹۱ پولاخ و همکاران طرح جدیدی برای محاسبه شکر ملاس ارائه کردند که در این طرح به فرمول همبستگی^{۱۱} با تاکید بر اهمیت اسیدهای آمینه و در نتیجه به تاثیر سهم قندانورت نیاز است. البته باید خاطر نشان کرد که دقت فرمول آنها تاکنون به‌طور جامع مورد آزمایش و بررسی قرار نگرفته است.

در سال ۱۹۶۰ از موارد مورد بحث در گردهمایی کمیسیون بین‌المللی صنعت قند (CTIS) تاثیر خواص فیزیکی چغندر (وکوف)^{۱۲} و نقش بی‌رنگ کردن شربت در بهبود کریستالیزاسیون (پری^{۱۳} ۱۹۶۲) بودند که در حال حاضر هر دو مورد از اهمیت بسزائی برخوردارند. پس از آن وکوف (۱۹۷۷) علاوه بر ترکیب شیمیایی، روی اهمیت خواص فیزیکی و یا مکانیکی نسوج چغندر قند نیز تاکید داشت. با توجه به رنگ‌زدائی (یا دقیق‌تر، رنگ شربت و شکر سفید) شکر خالص بایستی از استاندارد خیلی دقیقی در رابطه با انعکاس، سفیدی و رنگ محلول پیروی کند (ماوخ و فرهودی^{۱۴} ۸۰-۱۹۷۹). ترکیبات چغندر قند گرایش زیادی به رنگ دارند مثل قندانورت (به ۳-۴-۱۵ مراجعه شود) که با کارائی فرآیند مقابله می‌کنند. اولاً به علت رنگ، نبایستی ناخالصی‌ها در محصول باشند. ثانیاً مواد رنگین مطمئناً همگی ملاس را می‌باشند (آنها ساکارز را در محلول نگه میدارند به‌طوری‌که در نهایت در ملاس باقی می‌ماند، پری ۱۹۶۲). تصور کلی در مورد ملاس زائی بیشتر در بخش ۳-۱۵ و ۳-۴-۱۵ مورد بررسی قرار گرفته است.

1- Carruther

4- Wieninger & Reinefeld

7- Hilde

10- Pollach

13- Prey 1962

2- Anderson

5- Devillers

8- Akyar

11- Regression

14- Mauch, Farhondi

3- Smed

6- Kubadinow

9- VanGeijn

12- Vukov

موسسه بین‌المللی تحقیقات چغندر قند^۱ در رابطه با ارزش تکنولوژیکی چغندر قند نقش مهمی را بازی کرده است (دوویتر ۱۹۸۴). موسسه مذکور در سال ۱۹۷۱ گروه مطالعاتی کیفیت و سیلو را تشکیل داد و امکاناتی برای تبادل نظر در سطح بین‌المللی بین متخصصین کلیه شاخه‌های علوم فراهم نمود. در جلسه مقدماتی سمپوزیوم IIRB موضوع "اثر و چغندر قند" (IIRB 1983) با عنوان اثر ترکیبات ازتی روی فرآیند صنعتی چغندر قند مورد بحث و بررسی قرار گرفت.

۳-۱۵ تصور کلی از کیفیت خوب چغندر قند

کیفیت چغندر قند تنها یک صفت نیست که بتوان با استفاده از ارزشهای عددی منفرد، به شکل کیفی ارائه نمود بلکه ترکیبی است از تمام حالات فیزیکی و شیمیایی ریشه چغندر قند که روی فرآیند تولید و یا محصول شکر و یا محصولات جانبی اثر می‌گذارد (اولد فیلد ۱۹۷۴). حالت مطلوب آن است که چغندر در صد قند بالائی داشته باشد اما درصد قند به‌طور کامل میزان و یا مقیاس کیفیت چغندر قند نمی‌باشد. بنابراین با توجه به اینکه شکر قابل استحصال به مواد غیر قندی مهم بستگی دارد باید میزان نانتالصبی‌ها را نیز در نظر گرفت (در بندهای ۱ تا ۳، فرهارت و اولد فیلد، ۱۹۶۲ ذکر گردیده است).

به منظور تعیین میزان شکر سفید قابل استحصال در آزمایشگاههای چغندر قند (عیار سنج) بر مبنای سدیم و پتاسیم و ازتهای آمینه فرمولهای متعددی به کار گرفته شده است (التمن^۲ و همکاران ۱۹۸۴). این فرمولها که بعضی از آنها بعداً مورد بررسی قرار خواهد گرفت (۲-۴-۱۵)، فقط به عنوان شاخص^۳ شکر قابل استحصال می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. برای تشخیص بهتر توان شکر قابل استحصال (کیفیت شیمیایی واقعی چغندر قند) لازم است که فرآیند تولید در کارخانه و اندازه‌گیری درجه خلوص شربت و همچنین میزان مواد غیر قندی ویژه هم‌زمان تعیین و مورد استفاده قرار گیرد آسل برگ^۴ و همکاران ۱۹۶۲، کاروتر و اولد فیلد ۱۹۶۲، دکس تر^۵ و همکاران ۱۹۶۷، فلمسکی و شوی فت^۶ ۱۹۶۸، مانتوانی و واکاری^۷ ۱۹۸۹.

نسبت قند به درصد مواد جامد را درجه خلوص می‌نامند. در مثال زیر همواره ضریب ملاس زائی مواد غیر قندی برابر ۱/۵ است (یعنی ۱/۵ قسمت شکر توسط یک قسمت مواد غیر قندی در ملاس نگهداشته می‌شود) کاهش درجه خلوص شربت غلیظ از ۹۴٪ به ۹۲٪ با درجه خلوص ملاس ۶۰٪ باعث می‌شود که ضایعات قندی ملاس از ۹/۶٪ به ۱۳٪ افزایش یابد (آندرسن و اسمد ۱۹۶۳):

۱۰۰ کیلوگرم ماده خشک شربت غلیظ ۱۰۰ کیلوگرم ماده خشک شربت غلیظ

1- IIRB

2- Oltmann

3- Indices

4- Asselbergs

5- Dexter

6- Khelemskii and Shoikhet

7- Mantovani and Vaccari

فقدانورت) گلوکز و فروکتوز) به عنوان یکی از پارامترهای کیفیت معرفی گردید، آکیار و همکاران (۱۹۸۰)، سهم فقدانورت را در فرمولشان برای تعیین قند قابل استحصال در چغندرهای بزرگه مورد استفاده قرار داده‌اند (۲-۴-۱۵ مراجعه شود). از طرف دیگر دوبریلز (۱۹۸۸) سهم گلوکز را در فرمول جدیدش برای تعیین قند ملاس در چغندره‌های فرانسوی منظور نموده است. علاوه براین پولاخ برای تعیین قند ملاس در چغندره‌های که مبتلا به مرض دی‌زومایا بودند فرمولی تهیه نموده و خاطرنشان کرد سهم فقدانورت مربوط به این چنین چغندرها بوده و احتمالاً ممکن است تمام چغندرها را نیز شامل شود. هم‌اکنون فرایند تولید میوان فقدانورت در چغندره‌های سالم بین ۰/۴ تا ۰/۶ گرم در صد گرم شکر می‌باشد. در صورتیکه این مقدار از ۰/۶ گرم در صد گرم شکر تجاوز نکند در آن صورت چغندرها فاسد شده‌اند (۱۵-۱۶ مراجعه شود).

می‌باشند (اولد فیلد و همکاران ۱۹۷۷، دنی^۱ و وان دن هیل^۲ ۱۹۸۹) که بعداً به آن خواهیم پرداخت. (۱۵-۴-۱۰). کیفیت فیزیکی و ظاهری چغندر، مارک چغندر (موادی هستند که در آب غیر محلول می‌باشند و پس از عصاره‌گیری شکر باقی می‌مانند) و بعضی از مواد غیرقندی (دکستروز، لوان، رافینوز و بتائین) و مهمترین ناخالصیها (سدیم، پتاسیم، ازت مضره و قند انورت) بیش از سی سال است که کمتر از درصد قند چغندر مورد بحث و بررسی قرار گرفته‌اند و با توجه به کیفیت و مواد محیطی، لازم است اطلاعات بیشتری در باره پارامترهای تعیین کیفیت در آینده بدست آید. اهمیت آنزیم‌های چغندر (انورتاز، آنزیم پکتولی تیک و پولی فنل اکسیداز) و کمپلکس‌های شیمیائی تولید رنگ هم می‌بایست مورد رسیدگی قرار گیرند.



۱۵-۴ پارامترهای کیفیت

۱۵-۴-۱ عیار

دلائل مرغوبیت ظاهری عیار بالا توسط اولد فیلد برای شرایط سال ۱۹۶۰ شرح داده شده است. در حقیقت او خاطر نشان می‌کند در صورتیکه عیار افزایش یابد کارگر، سرمایه و هزینه حمل و نقل به انضمام ضایعات فرآیند همه کاهش می‌یابند. بنابراین در انگلستان همانند خیلی از کشورها در صورتیکه عیار افزایش یابد طبق قرارداد با کشتکاران متناسب با افزایش عیار، مبلغ بیشتری برای هر تن شکر پرداخت می‌شود بنابراین اصلاح نبات‌گر در چند سال اخیر، عیار واریته‌های مختلف را افزایش داده است. از این گذشته کاروتر (۱۹۶۲) از تجزیه ۱۲۲۴ نمونه چغندر از ۱۷ واریته مختلف که در مناطق ۱۸ کارخانه قند انگلستان کشت شده بود نشان داد، درجه خلوص آزمایشگاهی بالا برای شربت تصفیه شده، با عیار بالا هم‌آهنگی دارد و به یک معادله رگرسیون معنی‌دار رسیده است:

$$x = 0.39; \quad (درصد قند \times 0.61) + 82/8 = \text{درجه خلوص} \%$$

بنابراین به‌طور متوسط برای این نمونه‌ها در چغندره‌ای با ۱۷٪ عیار قند شربتی با خلوص ۹۳/۱۷ تولید کرده است در حالیکه نمونه‌هایی با ۱۶٪ قند شربتی با درجه خلوص ۹۲/۵۶٪ می‌دهد در این بررسی‌ها مشخص گردید شیب معادله رگرسیون مذکور با دو خط رگرسیون دیگر هماهنگی دارد.

(درصد درجه خلوص به هر یک درصد عیار) $0.37 = \text{شیب واریته}$

(درصد درجه خلوص به هر یک درصد عیار) $0.99 = \text{شیب منطقه‌ای کارخانه}$

از این قرار سود حاصل از افزایش درجه خلوص که با افزایش ۱ درصد عیار هم‌خوانی دارد کوچکتر است از تغییر سهم واریته‌ها از تغییر سهم اثر زراعی و جوی که بوسیله مناطق مختلف کارخانه‌ها نشان داده شد ولی نکته مهم رابطه مثبتی بود که در اوائل سال ۱۹۶۰ وجود داشت. اخیراً لوالیه^۳ و برانده^۴ ۱۹۸۹ تأکید بر آن داشتند که این همبستگی سنتی بین عیار و

1- DeNie

2- Van den Hil

3- Loilier

4- Bruandet

درجه خلوص برای واریته‌های فرانسوی قدری نامطمئن است. آنها قند ملاس را با استفاده از فرمول دوویلر (۱۹۸۸) محاسبه کرده و نتایج بدست آمده مخالف همبستگی سنتی بود (جدول ۱-۱۵). برای چهار واریته آزمایش شده عیار میانگین و یا عیار بالا با درجه خلوص پائین هم‌خوانی داشتند (یعنی قند ملاس بالا) در حالیکه واریته سیبل^۱ با عیار پائین درجه خلوص نسبتاً بالائی داشت (یعنی قند ملاس پائین). در ارزشیابی واریته‌های جاری به یقین نمی‌توان گفت عیار بالا با درجه خلوص بالا برابر است. از آنجا که به‌نژادگران بذریه هر صورت پارامترهای درجه خلوص و یا درجه ناخالصی را تعیین می‌کنند ممکن است این نتیجه‌گیری غیرضروری بنظر برسد. ولی ضرب‌المثل‌های قدیمی غالباً "بسختی از بین می‌روند و فراموش می‌شوند".

عیار معمولاً به روش پلاریمتری تعیین می‌شود ولی این روش می‌تواند محدودیتهائی داشته باشد. برای مثال، عیاری که با استفاده از این روش در عیارسنج کارخانه برای پرداخت بهای چغندر تعیین می‌شود معمولاً حدود ۰/۱٪ در اثر وجود رافینوز بیشتر تعیین می‌گردد (اولدفیلد ۱۹۷۷) اگر چغندرها در اثر یخ زدگی صدمه دیده باشند، حضور دکستران و سایر مواد راست گردان می‌توانند پلاریزاسیون بالاتری را که حدود ۱٪ خواهد بود نشان دهند (شور^۲ و همکاران ۱۹۸۳) و یا حتی در نمونه‌های فرانسوی رقمی بیش از آن دیده شده است (دوویلر ۱۹۸۶). پلاریزاسیون چغندره‌های سیلو شده در ایتالیا در دمای روز بین ۳۲ تا ۳۴ درجه سانتیگراد در مدت ۴ تا ۲۲ روز بین ۱ تا ۲٪ کاهش داشته است. وقتی که این پلاریزاسیون را نسبت به وزن چغندر تازه و ماده خشک آن محاسبه کردیم، دیده شد که ضایعات قندی بوقوع پیوسته است (مانلوانی^۳ و واکاری ۱۹۸۹). برای غلبه براین محدودیت که مخصوصاً برای چغندره‌های آسیب‌دیده و یا خشک شده مشکلاتی ایجاد می‌کند دوویلر (۱۹۸۶) اندازه‌گیری ساکارز به روش آنزیماتیک (اندازه‌گیری ویژه بالا) همراه با اندازه‌گیری ناخالصیهای مهم مثل پتاسیم، سدیم و ازت آمینه را پیشنهاد می‌کند.

اندازه‌گیری عیار قند در چغندره‌های معمولی اولین قدم اصولی در تعیین کیفیت است، هرچند که برای درک صحیح کیفیت ریشه اندازه‌گیری عیار به تنهایی کافی نبوده و سایر مواد (مثل ماده خشک، مواد غیرقندی و یا درجه خلوص شربت) نیز بایستی انجام شود.

۲-۴-۱۵ مهمترین مواد غیرقندی

ترکیب ریشه چغندر قند و شربت خام تولیدی از پیچیدگی زیادی برخوردار است (کاروتر و همکاران ۱۹۶۰). مواد غیرقندی محلول نسبت به وزن چغندر تازه فقط حدود ۲٪ است. ولی بعلت اینکه بعضی از آنها مهمتر از دیگری می‌باشند. پراکنش نسبی آنها است که در فرایند شکر می‌باشد. جدول ۲-۱۵ مقایسه ارقامی را که در سال ۱۹۶۰ از آزمایشگاه تحقیقاتی شکر

انگلستان بدست آمده است نشان می‌دهد (اطلاعات بیشتری در دسترس نبود). فقط حدود ۳۰٪ وزنی این مواد غیرقندی در تصفیه شربت (اشباع) حذف می‌شوند (۰/۷۵ گرم از گروه ۲ و ۲/۰۵ گرم از گروه ۳). گلو تامین تا اندازه‌ای تبدیل به اسید کربوکسیلیک پی‌رولیدون (PCA) و آمونیاک می‌شود. تمام قندانورت تقریباً به اسید و مواد رنگین تبدیل می‌شود. گلو تامین غیرفعال، قندانورت، PCA و تولیدات بدست آمده از قندانورت از تصفیه شربت گذشته و در بقیه فرایند اثر می‌گذارند.

جدول ۱-۱۵ رابطه بین درصد قند و قند ملاس در چغندره‌ای قند مختلف فرانسه

نوع	درصد قند میانگین واریته‌های	درصد ملاس مختلف آزمایش شده
سیبل	۹۹/۳	۹۶/۱
اکرین	۱۰۰/۱	۱۰۴/۷
یونی‌ورز	۱۰۱/۶	۱۰۳/۱
لیزا	۱۰۲/۵	۱۰۷/۰

جدول ۲-۱۵: میزان تقریبی مواد غیرقندی (گرم/۱۰۰ گرم شکر) در شربت خام در بهره‌برداری سال ۱۹۶۰

۱- حذف و یا تجزیه نشده (D) در کریئاتاسیون	۲- تا اندازه‌ای حذف شده در کریئاتاسیون	۳- حذف شده در کریئاتاسیون
بتائین ۱/۶	سبترات ۰/۸	زاپونین ۰/۵
پتاسیم ۱/۲	مالات ۰/۲	پروتئین ۰/۵
گلو تامین ۱/۲ (D)	سولفات ۰/۱	اکسالات ۰/۴
قندانورت ۰/۶ (D)	جمع ۱/۱	پکتین ۰/۳
اسید آمینه ۰/۴*		فسفات ۰/۲
رافینوز ۰/۴		منیزیم ۰/۱
نیترات ۰/۳		کلسیم ۰/۰۵
سدیم ۰/۲		جمع ۴/۰۵
لاکتات ۰/۱		
اینوزیتول ۰/۱		
گالاکتینول ۰/۱		
کلرید ۰/۱		
آرابان ۰/۰۵		
موتکثورید** ۰/۰۵		
جمع ۶/۴		

* گلو تامین شامل دهی شود

** شامل پورین و پیریمیدین

این تغییرات برای تراز اسیدی و بازی حالت بنیادی دارد. با حذف مواد آنیونی (اکسالات فسفات، سیترات، مالات، سولفات و پکتین) بازها آزاد می‌شوند و تعادل بوسیله تولید اسید از گلوتامین و تجزیه قندانورت برقرار می‌شود. علاوه بر آن آمونیاکی (به عنوان باز) که از تجزیه گلوتامین آزاد می‌شود در دمای بالا و در خلال کریناتاسیون به صورت گاز از بین می‌رود. آندرسون و اسمد ۱۹۶۳ از اختلاف بین مجموع سدیم و پتاسیم (به عنوان قلیایی کننده) و اسیدهای آمینه (با گلوتامین اسیدی کننده) برای محاسبه قلیایی مؤثر استفاده کرده‌اند. اولدفیلد و همکاران (۱۹۷۰) قبلاً بر اهمیت تراز اسید - باز و تعادل طبیعی این تراز تاکید داشته و بعداً نشان دادند که همبستگی معنی‌داری بین میزان PCA در کارخانه و مقدار قلیایی که به صورت سودا به سیستم باید اضافه نمود وجود دارد (اولدفیلد و همکاران ۱۹۷۷) بنابراین در آن وقت گلوتامین موجود در چغندر علت اصلی تولید اسید در فرآیند بود (و همچنین آزاد شدن آمونیاک در هوا).

با مراجعه مجدد به جدول ۲-۱۵ در رابطه با مواد غیرقندی میتوان چنین گفت:

- ۱- کاتیون‌های پتاسیم و سدیم همراه با گلوتامین همگی از اهمیت کمی و کیفی برخوردارند.
- ۲- تمام مواد غیرقندی که در کریناتاسیون حذف نمی‌شوند (در اینجا شامل ۶/۷۵ گرم در هر صد گرم شکر) بایستی سهمی در ضایعات قندی ملاس داشته باشند. بنابراین نه فقط سدیم و پتاسیم و اسیدهای آمینه بلکه بتائین، قندانورت و تولیدات تجزیه ساکارز، رافینوز - نیترات و غیره و باقیمانده نیترات، مالات، سولفات نیز بایستی از زمره مواد ملاس‌زا به حساب آیند. باید متذکر شد که میزان هر کدام از مواد غیرقندی در جدول ۲-۱۵ میتواند بسیار متنوع و متغیر باشد (اولدفیلد ۱۹۷۹) لذا پیچیدگی آن افزایش می‌یابد. کاروتر و همکاران (۱۹۶۲) نشان دادند که برای پیش‌بینی ضایعات قندی ملاس در کارخانه‌های قند انگلستان بهترین راه استفاده از مجموع مواد غیرقندی (از طریق درجه خلوص) در شربت تصفیه شده که از خمیر چغندر (عیارسنج) همانند روش تصفیه در کارخانه بدست آمده می‌باشد. آنها خاطر نشان می‌کنند همبستگی معنی‌دار بالایی بین درجه خلوص شربت تصفیه شده (CJP) و مواد غیرقندی پتاسیم، سدیم و ازت آمینه که در محلول دی‌سیون استات سرب تعیین و به صورت ۱۰۰ گرم شکر/ میلی گرم نشان داده شده است وجود دارد.

CJP=97/0-0/0008(2/5 K+3/5 Na+10 amino-N)

آنها پیشنهاد کردند نظر به اینکه تولید شربت تصفیه شده نیاز به زمان زیادی دارد از پتاسیم، سدیم و ازت آمینه که در محلول دی‌سیون استات سرب اندازه‌گیری می‌شوند میتوان عملاً برای تعیین کیفیت چغندر در عیارسنج استفاده کرد. استفاده از درجه خلوص شربت تصفیه شده برای تجزیه کلیه ارقام توسط موسسه ملی کشاورزی گیاه‌شناسی ادامه داشت تا اینکه ثابت گردید نتیجه بدست آمده از مجموعه مواد غیرقندی همانند نتیجه بدست آمده از درجه خلوص شربت

تصفیه شده می‌باشد (ویلی^۱ ۱۹۷۴). بخشی از منحنی معادله رگرسیون بالا ناخالصی اندازه‌گیری شده نامیده می‌شود و به صورت گرم در یکصدگرم شکر بیان می‌شود. استفاده از آن به عنوان یک روش مشخص توجیه‌پذیر است اما در بررسی یافته‌های بعدی در رابطه با ارتباط متنوع بین این مواد غیرقندی مهم و درجه خلوص شربت تصفیه شده (لاست و درایکوت ۱۹۷۷) هیچ کوششی برای تبدیل ناخالصی اندازه‌گیری شده و یا ترکیبی از این مواد غیرقندی برای محاسبه "قند ملاس" و یا شکر قابل استحصال بعمل نیامده است.

در اطریش یک پیشرفت نسبی مختلف در این رابطه انجام شده است و نینگر و کوبادینوف ۱۹۷۱ و پولاخ ۱۹۸۴، جائیکه بعلت زنگ‌زدگی اوپراتورها در سال ۱۹۶۰، یک ضریب قلیائی (AC) از مواد غیرقندی مهم مثل پتاسیم، سدیم و ازت آمینه (به صورت میلی‌اکی‌والنت در ۱۰۰ گرم شکر بیان شده) طبق رابطه زیر تعیین گردید:

$$AC = \frac{K + Na}{\alpha\text{-amino-N}}$$

کاروتر از روش «عدد آبی» برای روش نین‌هیدرین تقسیم بر هیدرین دانتین برای تعیین ازت آمینه استفاده نمود دو روش نتایج جزئی متفاوتی می‌دهند. روش نین‌هیدرین به هیدرین دانتین با لاندآ آمینو بوتیریک اسید^۲ (اسید آمینه نیست) که مثل اسیدهای آمینه در روند تولید از طریق ایجاد رنگ میلارد تاثیر می‌گذارد، واکنش نشان می‌دهد (کاروتر)، ولی این روش هم‌چنین با هر مقدار از یون آمونیوم موجود در محیط که معمولاً بعلت قابل تبخیر بودن آن در روند تولید کمتر دیده می‌شود واکنش نشان می‌دهد. تاکنون هیچکس موفق نشده است روشی برای نزدیکی عملی و معنی‌دار بین این اختلاف‌ها بدون توجه به ضریب قلیائی و یا ملاس‌زائی نشان دهد.

ونینگر و کوبادینوف اظهار می‌دارند فاکتور قلیائی نباید کمتر از ۱/۸ بشود اگر pH شربت غلیظ در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد به زیر ۸/۶ برسد (سبب خوردگی لوله‌ها در دمای بالا در اوپراسیون خواهد شد). این فکر هم مانند فکر آندرسون و اسمد (۳-۱۵) است، که آنها می‌خواستند قلیائی شربت را در حد نیاز تامین نمایند. در اتریش فاکتور قلیائی برای درجه بندی محموله‌های چغندر مورد استفاده قرار می‌گرفت تا از طریق مخلوط کردن قسمت‌هایی از نمونه‌ها، بتوانند قلیائیت کارخانه را تامین نمایند. این عمل پایه توصیه‌های اولیه برای چغندرکاران بود. بدین ترتیب که ضریب قلیائی کمتر از ۱/۸ یعنی زیاده‌روی در مصرف کود ازته و نتیجه آن افزودن قلیائی در کارخانه آزمایشگاه‌های عیارسنجی در اطریش برای این تجزیه‌ها و محاسبه قند ملاس از رابطه‌ای که برای ملاس‌های اطریش بدست آمده است استفاده می‌کنند:

$$\frac{\text{میلی‌اکی‌والنت شکر}}{\text{میلی‌اکی‌والنت سدیم باضافه پتاسیم}} = ۱/۰۲ \pm ۰/۰۲۴$$

این رابطه (که در اصل از ددک^۱، ۱۹۲۷ می باشد) احتمالاً به طور کامل تجربی است (هنری^۲ و همکاران ۱۹۶۱) ولی با وجود این برای محاسبه قند ملاس در چغندرهائی که ضریب قلیائی آنها بیش و یا برابر ۱/۸ است از آن استفاده می کنند و از سال ۱۹۷۸ اساس پرداخت کیفیت برای چغندرکاران قرار گرفته است. برای چغندرهائی که ضریب قلیائی آنها از ۱/۸ کمتر است، برای محاسبه قند ملاس از ازت آمینه هم استفاده می شود. اخیراً ضریب قلیائی کمتر از این دیگر دیده نشده است و قند ملاس در همه نمونه ها بوسیله فرمول بالا و با ملحوظ کردن سدیم و پتاسیم محاسبه می شود. پولاخ (۱۹۸۹) تاکید داشت اگر بخواهیم قند ملاس را به دقت محاسبه کنیم بایستی از فرمول تلفیق شده زیر استفاده نمائیم:

$$\text{قند ملاس (\% چغندر)} = (K + Na) \times 0.86 \times 0.342$$

فاکتور ۰/۸۶ از فاکتور ۱/۰۲ بالا ضریب ۰/۸۴۵ بدست آمده است. ضریب انتقال سدیم و پتاسیم شربت خام به طور میانگین برابر ۵/۸۴٪ از میزان مقادیری است که در محلول دیوسیون استات سرب برای پولاریزاسیون وجود دارد. در اینجا لازم است که برای پرداخت براساس کیفیت، میزان ازت آمینه نیز مورد استفاده قرار گیرد و پیشنهاد شده که از سال ۱۹۹۱ سیستم پرداخت در اطریش نیز همانند سایر کشورها که عبارت بود از پرداخت بر مبنای عیار، در محموله های مختلف انجام گیرد. ظهور آلودگی ریزومانی در چغندرهائی اطریش باعث شد که تغییری در این روش داده شود و به کیفیت جدیدی (پولاخ و همکاران ۱۹۹۱) که بعداً در همین بخش به آن خواهیم پرداخت دسترسی پیدا نمائیم.

راین قلد و همکاران (۱۹۷۴) اظهار داشت که اکثر فرمولهای استفاده شده برای تعیین قند ملاس بر پایه درجه خلوص شربت غلیظ و ملاس قرار دارد با این فرض که هیچگونه تغییری در مواد غیرقندی از شربت غلیظ تا ملاس به وجود نیاید:

$$\text{قند ملاس (\% چغندر)} = (\text{ضایعات قندی} - \text{عیار}) \times \frac{100 - PTj}{PTj} \times \frac{PM}{100 - PM}$$

$$PTj = \text{درجه خلوص شربت غلیظ}$$

$$PM = \text{درجه خلوص ملاس}$$

این فرمول توسط اولدفیلد و همکاران (۱۹۷۹) برای تحلیل بهبود درجه خلوص شربت غلیظ استحصالی در کارخانه های قند تعاونی در انگلستان مورد استفاده قرار گرفت. راین قلد و همکاران (۱۹۷۴) از ۵۸ نمونه چغندر کاملاً مختلف، شربت غلیظ همانند روش کار در کارخانه، تولید و طبق فرمول بالا قند ملاس احتمالی را در شرایط آلمان محاسبه نمودند. پس از آن از طریق تجزیه رگرسیون چند متغیره فرمولی دیگری در رابطه با مواد غیرقندی چغندر مثل

پتاسیم، سدیم و ازت آمینه (بیان شده برحسب میلی اکسی والنت درصد گرم چغندر تعیین شده از همان ۵۸ نمونه) با قند ملاس محاسبه شده بدست آوردند:

$$Z_M = 0.343(K + Na) + 0.094 N_{BI} - 0.31$$

Z_M = قند ملاس (% چغندر)

N_{BI} = ازت آمینه تعیین شده با روش عدد آبی

برعکس عیار تصحیح شده در چغندر توسط راین فلد با در نظر گرفتن ضایعات قندی فرآیند نسبت به درصد چغندر برابر ۰/۶ تعیین و بالاخره فرمول زیر بدست آمد

$$Z_B = Pol - [0.343(K + Na) + 0.094 N + 0.29]$$

Z_B = عیار تصحیح شده به درصد چغندر

این فرمول به عنوان معیار رسمی برای قضاوت درباره کیفیت چغندر در آلمان پذیرفته شد (التمن ۱۹۸۴).

در فرانسه دوویلر و همکاران (۱۹۷۶) فرمول خودشان را برای محاسبه قند ملاس ارائه نمودند. اندازه گیریهای این فرمول در کارخانه انجام گرفت

$$0.124K + 0.117 Na + 0.408 \alpha - \text{amino} - N = \text{قند ملاس (\% چغندر)}$$

در اینجا ازت آمینه معادل عدد آبی راین فلد است.

اهمیت نسبی که این نویسندگان برای پتاسیم و سدیم همراه با ازت آمینه قائل شده اند کاملاً متفاوت از آن است که راین فلد و همکاران (۱۹۸۶) و دوویلر و همکاران (۱۹۸۴) قائل شده اند. هر کدام دلالی برای اوزان خودشان که به عنوان فاکتور در سدیم، پتاسیم و ازت آمینه ضرب می شوند ارائه داده اند.

در شرایط ترکیه آکیار و همکاران (۱۹۷۰) سهمی هم برای قند انورت در فرمول قند قابل استحصال در نظر گرفته است:

$$Z_B = Pol - [0.19 (K + Na) - 0.274 N_{BI} - 1.145 I - 0.576]$$

$N_{BI} = I$ = گرم قند انورت / ۱۰۰ گرم چغندر

آنطور که مدنظر آکیار بود مادامی این فرمول صحیح است که قند انورت در چغندره های مصرفی کارخانه تعیین شده باشد، چون معمولاً فرض بر این است که قند انورت مزاج آزمایشی چندان زیاد نیست (طرحهای آزمایشی وارته). با این استثناء در فرانسه، جائیکه دوویلر اظهار میدارد که سهم گلوکز در آخرین فرمول IRIS برای تعیین قند ملاس در نظر گرفته شده است.

$$0.14(K + Na) + 0.25 \alpha - \text{amino} - N + 3.3G + 0.30 = \text{قند ملاس (\% چغندر)}$$

G = گرم گلوکز / ۱۰۰ گرم چغندر

واندریک^۱ و های بروک ۱۹۸۸ پنج معادله مختلف را برای تعیین سهم مواد غیرقندی آنها در میزان شکر قابل استحصال از چغندر قند با یکدیگر مقایسه کرد. قابلیت استحصال به عنوان میزان محصول شکر سفید نسبت به درصد عیار محاسبه گردید. میزان آن از نظر عددی به معادله‌ای که از آن استفاده شده است بستگی دارد، اما به‌طور کلی گرایش کاهش قابلیت استحصال در مصرف کود ازته بیش از ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار در چهار نقطه مختلف در هلند وجود داشته است.

دنی و وان دن هیل (۱۹۸۹) رابطه نزدیکی بین فرمول وان گین^۲ و همکاران (۱۹۸۳) و فرمول واین‌گر و کوبادینوف (۱۹۷۱) برای محاسبه "قند ملاس" نشان دادند ولی آنها خاطر نشان می‌کنند که اندیس بازیافت شکر آنها (WI) محاسبه شده از قند ملاس Sm بوسیله رابطه

$$WI = 100 - Sm$$

در حقیقت فقط یک اندیس است. بنابراین تا وقتی که این اندیس با شکر قابل استحصال در کارخانه به‌طور وسیعی هم‌آهنگی داشته باشد هیچ چیز با آن برابری نمی‌کند.

به‌طور خلاصه فرمولهای زیادی برای محاسبه قند ملاس و از طریق آن تعیین قابلیت استحصال و یا درصد قند تصحیح شده وجود دارد. مثلاً برای ارقام طبقه‌بندی شده و یا سیستم پرداخت بهای چغندر. هر کشور و یا شرکت تصمیم می‌گیرند که چطور از این فرمولها استفاده کنند اما این ارقام تا حد زیادی متکی به ارقام تجربی است و میتوانند فقط به عنوان نیمه کمی^۳ مورد توجه قرار گیرند. لاست و درایکوت (۱۹۷۷) در مزارع آزمایشی انگلستان متوجه شدند که طبق فرمول همبستگی رابطه بین درجه خلوص شربت تصفیه شده با پتاسیم و سدیم و ازت آمینه از محل به محل، در طول سال و بین سالها تفاوت می‌کند این امر باعث دلسردی تحقیقات بیشتر و دقیق‌تر برای فرمولی که براساس سه مواد غیرقندی مهم مذکور باشد گردید. تاکنون منافع حاصل از بهبود کیفیت ارقام مختلف و بهبود در تجربه چغندرکاران در رابطه با مصرف کود هم لزوماً نیاز به یک فرمول ویژه را ایجاد نکرده است (۶-۱۵).

اخیراً صنعت قند اطریش را ظهور چغندره‌های آلوده به ریزومانی تحت فشار کامل قرار داده است. استفاده از این روش که برای محاسبه "قند ملاس" در چغندره‌های آلوده به ریزومانی شرح داده شده است نتیجه نامعقولی برای درجه خلوص ملاس نشان می‌دهد. در نتیجه پولاخ و همکاران (۱۹۹۱) فرمول اصلی را در رابطه با درجه خلوص برای استفاده از مواد غیرقندی در شربت غلیظ و ملاس به صورت زیر تعدیل نمود (راین‌فلد و همکاران ۱۹۷۴، پولاخ ۱۹۸۹).

$$MZR = (Z_R - V) \times NZD/ZD \times ZM/NZM$$

$$MZR = \text{درصد قند ملاس به چغندر}$$

$Z_R = \text{عیار } \%$

$V = \text{ضایعات قندی غیر ملاس در کارخانه و مساوی است با } ۰/۶$

$NZD/ZD = \text{نسبت مواد غیرقندی به قندی در شربت غلیظ}$

$Z_M/NZM = \text{نسبت مواد قندی به غیر قندی در ملاس}$

آنها ضریب f_D برای نسبت مواد غیر قندی به قندی در شربت غلیظ ضربدر F_M نسبت مواد قندی به غیرقندی در ملاس را بکار بردند. از هر دو نوع چغندر مصرفی آلوده شده و سالم در اطریش شربت غلیظ تهیه گردید. تجزیه رگرسیون همبستگی خوبی به F_D و مواد غیرقندی مهم پتاس، سدیم و ازت آمینه و همچنین GF (گلوکز+فروکتوز) مطابق فرمول زیر نشان دادند.

$$f_D = \frac{2.06 + 0.085K + 0.068 Na + 0.16 \alpha-N + 0.23 GF}{100}$$

(مواد غیرقندی برحسب میلی مول در صد گرم ساکارز در چغندر بیان شده است)

بنظر میرسد که f_D در مناطقی مانند اطریش و بسیاری از کشورها میزان کلسیم به طور غیر معمول بالا نباشد، برابر $۱/۴$ باشد. معهذا آنها یک فرمول کلی برای f_M که مناسب با کلیه شرایط شربت، شامل کلسیم کم و یا زیاد بدست آوردند که در آن ارزش کلسیم ملاس و پتاس و ضریب F_D چغندر وارد می شود. این فرمول به ویژه برای چغندرهائی که در شرایطی غیر از شرایط اطریش رشد کرده باشند نیاز به بررسی بیشتری دارند.

از نقطه نظر ضایعات قندی ملاس (سیلین ۱۹۶۱ و دوویلر و همکاران ۱۹۸۴) روشن است که نمکهای سدیم و پتاسیم نسبت به ترکیبات ازت، ملاس زائی بیشتری دارند. با وجود این یک گرم ترکیبات ازتی مثل بتائین $۱/۱۷$ گرم ساکارز را در محلول نگه می دارد (دوویلر و همکاران ۱۹۸۴). بنابراین تا وقتی که بتائین بالاترین مقدار را در مواد غیرقندی دارد، نمی توان آنرا در رابطه با ملاس زائی نادیده گرفت. علاوه براین مواد رنگین هم مطمئناً ملاس زائی می باشند (۳-۴-۱۵). ولی تاکنون راهی برای توصیف اثر آنها و یا راهی که در آن منبع رنگ در چغندر شناسائی و یا وجود و یا میزان این مواد در محصول نهائی کارخانه منجر گردد و جوء ندارد. طبق آزمایش های آزمایشگاهی رافینوز به زحمت در رابطه با حلالیت ساکارز اثر ملاس زائی دارد (به ۸-۳-۱۵ مراجعه شود) اما روی سرعت کریستالیزاسیون اثر می گذارد (به ۷-۴-۱۵ مراجعه شود مانتوونی ۱۹۶۳). بنابراین هر نوع کوشش برای فرمولی مطلوب که بتوان قند ملاس را با استفاده از ترکیبات ملاس زائی نمکها، اسیدهای آمینه و یا سایر مواد تشکیل دهنده شربت و یا از راه مجمره آنها تعیین کرد غیر عملی بنظر می رسد.

۳-۴-۱۵- قندهای احیاکننده^۱

گلوکز و فروکتوز عمده‌ترین قندهای احیاءکننده در چغندر هستند که در رابطه با فرآیند، مورد بحث قرار خواهند گرفت. هرچند که بوریا^۲ و نیشکه^۳ (۱۹۷۳)، گزارش داده‌اند گالاکتوز هم در قندهای احیاءکننده حضور دارد. یک مولکول گلوکز و یک مولکول فروکتوز را به نام "قندانورت" می‌شناسند که از هیدرولیز ساکارز بوسیله اسید و یا آنزیم (انورتاز) بدست می‌آید:

$$\text{فروکتوز} + \text{گلوکز} > \frac{\text{اسید یا آنزیم}}{\text{آب}} + \text{ساکارز}$$

قندانورت

۱۸۰ گرم ۱۸۰ گرم ۱۸ گرم ۳۴۲ گرم

در حالیکه ساکارز در شرایط معمولی فرآیند، کاملاً پایدار است، گلوکز، فروکتوز و گالاکتوز که دارای واکنش آزاد کاربونیل ($>C=O$) هستند، پایدار نمی‌باشند اولدفیلد (۱۹۵۷) پیدا کرده اسید فرمیک و اسید استیک از قند انورت در کریئاتاسیون تولید می‌شوند و شور (۱۹۵۷) نشان داد که اسید استیک تقریباً نصف اسیدهای تولیدی از قند انورت را در آهک خور با دمای ۸۰ درجه سانتیگراد (همچنین در کریئاتاسیون) تشکیل می‌دهد.

بوریا و نیشکه (۱۹۷۳) پیدا کردند که در چغندره‌های تازه میزان گلوکز معمولاً در حد دو برابر میزان فروکتوز است و در گزارش پس از آن شیوک^۴ و بوشینگ^۵ (۱۹۷۴) اعلام کردند که نسبت گلوکز به فروکتوز در دوره بهره‌برداری بین ۱/۵ به ۱ و ۱/۷ به ۱ بوده است. بنابراین اظهار نظرهای کلی که به قند انورت چغندر قند نسبت می‌دهند درست نمی‌باشد. معه‌ذا از نقطه نظر فرآیند معلوم شده است که میزان قندهای احیاءکننده معمولاً در چغندره‌های تازه بین ۰/۲ تا ۰/۶ گرم در صد گرم شکر می‌باشد و در صنعت به عنوان قند انورت و یا قندهای احیاءکننده نامیده می‌شوند. ووکوف^۶ و هانگیال^۷ (۱۹۸۵) خاطر نشان می‌کنند که فرآیند پاتولوژیکی مثل صدمات مکانیکی، پژمردگی، یخ‌زدگی و صدمات میکروبیولوژیکی، تا حد زیادی به قند انورت از طریق واکنش‌های آنزیمی همانطوری که در پائین ذکر می‌شود (۹-۴-۱۵) اضافه خواهد شد. اولدفیلد و همکاران (۱۹۷۱) هم نشان دادند که یخ‌زدگی و باز شدن یخ و کپک، صدمات ناخوشایندی روی میزان قند انورت در چغندر دارند.

بعلت اثرات شدید جنبی در تولید رنگ (شکل ۱-۱۵) و در نهایت در میزان شکر تولیدی

1- Reducing

2- Burba

3- Nitzschke

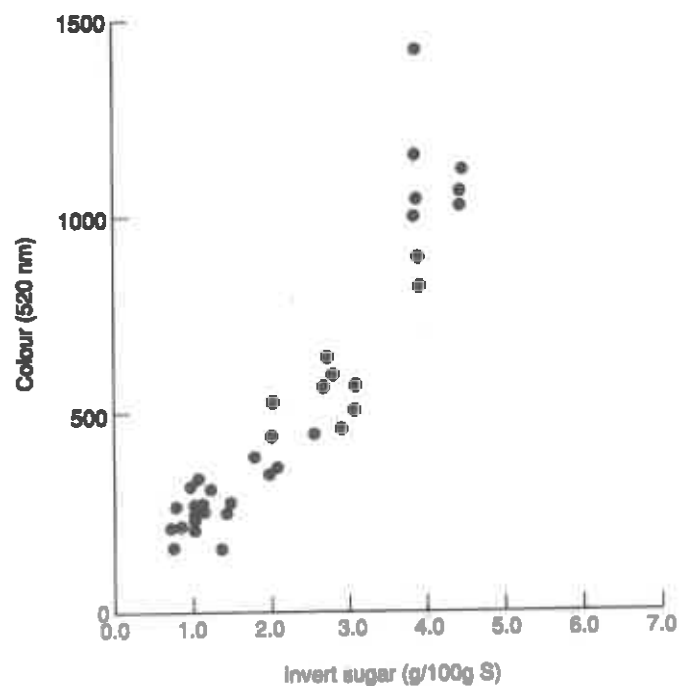
4- Schiweck

5- Busching

6- vukov

7- Hangyal

اولدفیلد و همکاران (۱۹۷۱) خاطر نشان کردند که عیارسنجی با سیستم حذفی باید ساخته شود که سرعت بتوان قند انورت را تعیین کرد و حد میزان حذفی را ۲ گرم قند انورت در صد گرم شکر تنظیم نمود (شور و همکاران ۱۹۸۳). این سیستم در بریتیش شوکر مورد استفاده قرار گرفته اما بعداً به ارزیابی ظاهری برای تکه‌های چغندر ارجحیت داده شده است (به ۶-۴-۱۵ مراجعه شود).



شکل ۱-۱۵ رابطه میان سطح قند انورت در شیر خام و رنگ، فیلتر دومین کربناتاسیون

اولدفیلد و همکاران (۱۹۸۲) تاکید دارند که میزان قند انورت در ریشه فقط راهنمایی برای رنگ شربت است و عمل دیگری در این رابطه انجام نمی‌دهد. سایر مواد احتمالاً پولی ساکاریدهای چغندر و پروتئین چغندر و تولیدات تجزیه شده از آنها مهمترین شرکای رنگ شربت می‌باشند. قند انورت بدو سبب افزایش نمکهای کلسیم شده و در اوپراسیون سبب جرم‌گرفتگی لوله‌ها می‌شود این امر مستلزم مصرف مقادیر زیادی کربنات سدیم در کارخانه برای نگهداشتن pH شربت بیش از هفت خواهد بود. تجزیه شیمیائی فروکتوز و گلوکز به‌خصوص همیاری آنها در تولید رنگ به ویژه در واکنش

مای لارد^۱ با اسیدهای آمینه (به ۲-۴-۱۵ مراجعه شود) موضوع ادامه تحقیقات هستند (راین فلد و همکاران ۱۹۷۸، دوبرون ۱۹۸۷) اینها همه سؤالات پیچیده‌ای در رابطه با رنگ شربت و شکر می‌باشند (کوفود نیلسون^۲ و همکاران ۱۹۷۹، راین فلد ۱۹۸۲، شور و همکاران ۱۹۸۴، پراوتون و همکاران ۱۹۸۷، بابرووینک^۳ و رودینکو^۴ ۱۹۸۸).

کمپسیون بین‌المللی صنعت قند (CITS) کمیته فرعی تشکیل داده است که موضوع رنگ و علت نامعلوم آن را در این رابطه بررسی نماید. کریستودول^۵ و همکاران (۱۹۸۸) به کمیته فرعی گزارش دادند نه فقط قند انورت بلکه مواد غیرقندی مهم سدیم، پتاسیم و ازت آمینه دو شاخص ملاس‌زائی و رنگ شربت رقیق در یونان می‌باشند. پیشنهاد آنها مبنی بر این که مواد رنگین عکس‌العمل ملاس‌زائی دارند همانند نکته‌ای است که توسط پری^۶ (۱۹۶۲) و زائورسکا^۷ (۱۹۷۹) اعلام شده است.

به عنوان نتیجه‌گیری کلی قند انورت بعزل زیر یک پارامتر کیفی نامطلوب می‌باشد:

۱- قند انورت در حد معمولی در کریستالیزاسیون تجزیه شده، اسید و بعضی از رنگها تولید می‌شوند. هر دو ملاس‌زا هستند و هر مقدار کریستال سدیم که توسط کارخانه و برای بحداقل رساندن نمکهای آهک و نگه‌داری pH شربت بالای ۷ اضافه گردد باز باعث تولید ملاس اضافی خواهد شد.

۲- در مقادیر بیشتر باعث ضایعات قندی شده و اسید و رنگ بیشتر تولید می‌شود. در صنعت قند انگلستان اگر قند انورت از ۲ گرم در صد گرم شکر تجاوز کند، تولید شکر سفید آسان نخواهد بود.

۴-۴-۱۵- خواص فیزیکی

دو خواص کمی مهم فیزیکی قابل توصیف در فرایند عبارتند: ۱- ارتجاعی بودن چغندر ۲- مقاومت در مقابل برش. خواص مرفولوژیکی از قبیل ریش‌دار بودن و عمق شیار بعداً مورد بررسی قواز می‌گیرد (به ۱۰-۴-۱۵ مراجعه شود)، زیرا مهمترین اثر آنها انتقال خاک و گل و در نهایت صدمه‌زدن به ریشه است.

حالت فیزیکی ارتجاعی ریشه چغندر قند هم برای تولیدکننده و هم مصرف‌کننده از اهمیت زیادی برخوردار است مواد محلول داخل سلول و یا کاتابولسم میکروبی شکر در موقع برداشت، سیلو، حمل و مصرف به آنها بستگی پیدا می‌کند. ووکوف (۱۹۷۷) و ووکوف و هانگیال (۱۹۸۵) از تغییرات ارتجاعی تکه‌های بافت چغندرهای تازه و سیلو شده برای

1- Maillard reaction

2- Kofod Nielson

3- bobrovink

4- Rudenko

5- Christodoula

6- Prey

7- Zaorska

تقسیم‌بندی آنها استفاده کرده و آنها را در یک تابلو چهار قسمتی قرار داده‌اند (جدول ۳-۱۵). آنها اعلام کردند که با ضایعات وزنی از طریق بی‌آب شدن تغییراتی در وضعیت متورمی ریشه و ارتجاعی بافت به وجود می‌آید.

تجربه نشان می‌دهد چغندره‌های تازه معمولاً از تردی یا شکننده‌گی بیشتری نسبت به چغندره‌های سیلو شده (حتی برای مدت کوتاهی) برخوردار هستند. دو ولته^۱ و وان‌گیل^۲ این مسئله را در مطالعاتشان در رابطه با ضایعات قندی ریشه کامل چغندر که از ارتفاعات مختلف پائین افتاده و صدمه دیده‌اند تعیین نمودند و دریافتند که این ضایعات در چغندره‌های تازه ۱/۶ برابر بیشتر از چغندره‌های سیلو شده بود.

پترسون^۳ و هال^۴ مطالعاتی در مورد خسارات و صدمه خوردن با دستگاه‌های کشاورزی تجاری و آزمایشی چغندر قند به روش سقوط و برخورد^۵ انجام داده‌اند. جسمی به وزن ۲ کیلوگرم و قطر ۶ سانتیمتر از ارتفاع ۴۳ و یا ۵۷ سانتیمتر به چغندر برخورد می‌کند، میزان صدمه از طریق اندازه‌گیری حداکثر عرض عمودی و افقی و حداکثر عمق جراحت ایجاد شده در تمام ریشه تعیین گردید. اختلاف معنی‌داری بین ماشین‌آلات مختلف تعیین ولی هیچ همبستگی بین ضربه خوردن و عیار قند وجود نداشت. ضایعات قندی که در اثر صدمات مکانیکی به وجود می‌آیند قابل ملاحظه می‌باشند. در هلند که سالیانه ۵ میلیون تن چغندر به مصرف تولید شکر میرسد دو ولتر و وان‌گیل (۱۹۷۶) تعیین کردند که اگر وضع عملی متوسط به وضع عملی خوب تبدیل شود می‌توان ۳/۶ کیلوگرم شکر در هرتن چغندر به راندمان شکر اضافه کرد (۸-۵-۱۵).

جدول ۳-۱۵ اثر ضایعات آب بر روی وضع ارتجاعی چغندر

وضع ارتجاعی MN/m ²	در رابطه با حالت تورمی	نشانه ظاهری	ضایعات وزنی در اصل آب
۷/۰-۱۴/۰	تازه	ترد و شکننده	۰-۴
۴/۲-۷/۰	خشک شده	ارتجاعی	۴-۱۰
۱/۸-۴/۱	پژمرده	نرم	۱۰-۲۰
< ۱/۸	خیلی پژمرده	خیلی نرم	> ۲۰

این جدول با اجازه کی. ررکوف، فقید و انتشارات السویر چاپ شده است.

1- De Vletter

2- Van Gils

3- Peterson

4- Hall

5- drop-impact

مقاومت در مقابل برش یکی از خواص فیزیکی و کلیدی مهم در فرآیند آسیاب خلال می‌باشد. انتشار یا نفوذ آسان شکر از خلال احتمالاً همبستگی مثبت با ضخامت خلالها دارد. ولی خلال‌ها بایستی باندازه کافی کشیده و حالت ارتجاعی در مقابل فشار و حرکات متلاطم در دیفوزیون داشته باشند سیلین و ووکوف (۱۹۷۷) عددی را اعلام کردند که به صورت متر در هر صدگرم خلال بیان می‌شود که هر چقدر این رقم بیشتر باشد مقاومت خلال بیشتر خواهد بود. این عمل در صورتیکه بافت چغندر صدمه دیده و نرم شده باشد میسر نیست. در این صورت به منظور جلوگیری از هم پاشیدگی بعدی در دیفوزیون‌ها و در دستگاه پرس و خشک‌کن بایستی ورقه‌های کلفت‌تری بریده شود. از طرف دیگر چنانکه بافت چوبی باشد خلال کردن بعلت کند شدن تیغه‌ها در اثر بافت فیبری زیان‌آور خواهد بود و میبایست مرتباً آنها را تعویض کرد. این مسئله را میتوان ابتدا با جدا کردن چغندرهاى بساقه رفته از مزرعه کنترل نمود. تقسیم‌بندی ووکوف در رابطه با مقاومت برشی مختلف در جدول ۴-۱۵ نوشته شده است.

جدول ۴-۱۵ درجه‌بندی چغندر قند برپایه مقاومت به برش

مشخصات	مقاومت به برش $\frac{N}{cm}$
نرم	کمتر از ۸
معمولی	۸-۱۴
کمی خشبی	۱۴-۱۸
چوبی	۱۸-۳۰
خیلی چوبی	بیش از ۳۰

در حالیکه مقاومت برشی مورد مقیدی است. درات^۱ و همکاران راهی تلفیق شده برای اندازه‌گیری مقاومت برشی با استفاده از ماشین آزمایش فرانک نوع ۸۱۵۵۸ پیدا کردند. در این ماشین به جای سوراخ‌کن‌های عمودی معمول از چاقو استفاده شده که برای اندازه‌گیری خمیدگی و نقطه خرد شدن بافت چغندر مورد استفاده قرار می‌گیرد. با این دستگاه آنها توانستند پارامترهای زیر را تعیین کنند:

- ۱- میزان از هم گسیختگی برحسب نیوتن (N) در تکه‌های بافت
- ۲- حداکثر خمیدگی (mm) به وسیله حرکت سوراخ‌کن عمودی از نقطه‌ای که تماس برقرار می‌شود تا زمان از هم پاشیدگی
- ۳- مقاومت خلال کردن (N/cm)، وجود نیروی لازم در تیغه‌ها به‌طوری که بتواند از هر نمونه ورقه‌ای بطول ۳ سانتیمتر بردارد.

آنها همبستگی خوبی بین مقاومت خلال کردن خودشان و مقاومت برشی و وکوف که در نمونه‌های مختلفی تعیین شده بود پیدا کردند. معهذا آنها روش خودشان را برای تعیین خواص شکل‌پذیری ترجیح می‌دهند، زیرا اعمال قدرت برای شکستن نمونه هر دو خاصیت شکل‌پذیری و ارتجاعی را در برمی‌گیرد، در حالیکه روش وکوف فقط شامل خواص ارتجاعی است.

مطالعات درات و همکاران (۱۹۸۴) یادآور تکرار مشکلات مربوط به شکستگی چغندر در کارخانه قند پلات‌لینگ^۱ آلمان در سالهای ۷۷-۱۹۷۵ بود. آزمایشهای صحرائی آنها نشان می‌دهد که مصرف کود ازته زیاد (۲۵۰ تا ۳۵۰ کیلوگرم ازت در هکتار) نسبت به مصرف کود ازته کمتر (۱۵۰ کیلوگرم ازت در هکتار و یا کمتر) خواص مکانیکی بدی به چغندر می‌دهد. بار شکستگی به‌طور اختصاصی ارزش ویژه‌ای را می‌طلبد و به این نتیجه رسیدند که خلال از بافت چغندر با بار شکستگی کمتر از ۶۰۰ نیوتن مشکلات بیشتری برای دیفوزیون دارند.

در سال ۱۹۷۷ کرونهاوتس^۲ در کارخانه قند پلات‌لینگ آلمان کارهای بیشتری انجام داد. او کیفیت خلال و نتیجه فرآیند آن را در دو دوره در بهره‌برداری ۱۹۷۶ با یکدیگر مقایسه کرد. در دوره اکتبر بار شکستگی بافت حدود ۶۸۰ نیوتن و در ماه نوامبر بار شکستگی بافت حدود ۵۹۰ نیوتن بود. خلالهای چغندره‌های ریز زیادی از چغندرهائی با بار شکستگی کمتر در مقایسه با چغندرهائی با بار شکستگی بالاتر (۱۶٪ در مقابل ۶٪) نتایج زیر تولید گردید:

۱- افزایش کشش شربت

۲- بدی پرس تفاله

۳- ضایعات تفاله به صورت گرد

۴- آلودگی میکروبی بالا در گردش تفاله

۵- کاهش میزان محصول شکر که نتیجه حلالیت مواد جامد تفاله است

ضایعات مادی حدود یک میلیون مارک برای یک میلیون تن خلال تخمین زده شد. در این مبلغ ضایعات غیرقابل اجتناب سیلو و یا هزینه‌هایی که مربوط به خروج مواد قندی است ملحوظ نشده است.

در مطالعه دیگری کوزرت^۳ (۱۹۷۹) از طریق عکاسی توده خلال که دارای ساختمانی محکم بود با آنهایی که از ریشه‌های نرم تهیه شده بودند مقایسه نمود. خلالهای اول دارای سطحی با خلل و فرج بودند در حالیکه خلالهای بعدی خلل و فرج کمتری داشتند به‌طوری‌که باعث بسته شدن توریهای دیفوزیون می‌شدند. او نشان داد که فرآیند تلفیقی پکتین و همچنین ضایعات آب در نرم شدن بافت دخیل هستند، این نکته توسط وکوف و هانگیال (۱۹۸۵) نیز

تائید شده است. آنها همبستگی معنی داری بین فعالیت آنزیم پکتولیتیک و ساختمان شکل پذیری، تردی و درجه جراحت ریشه های چغندر قند نشان دادند.

درات و همکاران (۱۹۸۵) گزارش دادند چغندر قندهائی که در فشار پائین (۶۰۰ < نیوتن) شکسته می شوند دارای ازت آمینه و سدیم بیشتر هستند. علاوه بر این تاثیر مثبت کود منیزیم و کلسیم را روی خواص مکانیکی چغندر قند نیز گزارش نمودند، هر چند که از نظر آماری معنی دار نبود. علی رغم این کار و کار ووکوف و هانگیال (۱۹۸۵) همبستگی بین خواص شیمیائی و بیوشیمیائی و فیزیکی چغندر قند، بنظر می رسد که در بعضی موارد بدون تحقیق باقی مانده است. در حالیکه مطالعات دیگری در مورد خواص فیزیکی چغندر در رابطه با شرایط ایتالیا (واکاری و همکاران ۱۹۸۱) و لهستان (استروسکا^۱ و وزورک^۲ ۱۹۸۰)، بیلوگا^۳ و بزوسکا-باکالارز^۴ (۱۹۸۰) انجام شده است، شکی نیست که توجه بیشتری بایستی در راه بهبود خواص فیزیکی چغندر قند اعمال گردد.

ضریب دیفوزیون همانند خواص مکانیکی، روی کارآیی استحصال شکر از خلال، مؤثر است (ووکوف ۱۹۷۷) برای مثال پژمردگی روی این ضریب اثر منفی دارد که باید بیشتر مورد تحقیق قرار گیرد.

۵-۴-۱۵ مواد خشبی (مارک)^۵

مارک معمولاً از مواد غیر محلول در ریشه چغندر ناشی می شود. بیشتر این مواد غیر محلول (بجز سلولز، لیگنین و مقداری خاکستر) به سختی در آب حل می شوند لذا این تعریف تا حدی نادرست است. کلاسن^۶ (۱۹۱۶) طرحی برای عصاره گیری شکر از خمیر با استفاده از آب داغ همانند روش دیفوزیون کارخانه ارائه داد، آنچه باقی ماند مبارک بود. بنابه تعریف فرهنگ لغات، مواد باقی مانده مارک (مارک دوپوم^۷) نامیده می شود که شامل مقداری خاکستر نیز می باشد. هر چند که بعضی از محققین اشاره به این دارند که مارک برابر است با مواد غیر محلول منهای خاکستر: بنا به این تعریف در این جا مارک به صورت "خاکستر-مارک" خواهد بود.

مارک دومین محصول باارزش در چغندر قند بعد از شکر است. تفاله چغندر که یا به عنوان خوراک دام و یا اخیراً به عنوان فیبر رژیمی غذائی انسان (به بخش ۱۶ مراجعه شود) مورد استفاده قرار می گیرد از مارک تشکیل می شود. از نقطه نظر کیفیت در جائیکه فرآیند تولید به خاطر تفاله سودآور باشد افزایش مارک چغندر پیش از بیش مورد توجه قرار می گیرد.

1- Ostrowska

2- Wzorek

3- Bieluga

4- Bzowska-Bakalarz

5- Mark

6- Claassen

7- Marc de pommes = Pomace

ترکیب مارک در جدول ۵-۱۵ نشان داده شده است. سایر محققین (سیلین ۱۹۶۴ و مک‌کریدی^۱ ۱۹۶۶) در مورد ترکیب مارک نیز گزارشهایی داده‌اند که با این ارقام مطابقت دارند. ووکوف (۱۹۷۷) اعلام داشت که ارتباط بین مقدار مارک و مقاومت برشی چغندر قند رابطه ضعیفی است. مارک بالا دلالت بر مقاومت برشی بالا ندارد.

جدول ۵-۱۵ ترکیبات مارک چغندر (%) (از ووکوف و هانگیال ۱۹۸۵)

۳۲ - ۲۴	پنتوزان
۳۲ - ۲۴	پکتین
۳۰ - ۲۲	سلولز
۶ - ۳	لیگنین
۵/۵-۴/۵	پروتئین خام
۴/۵-۲	مواد معدنی سخت شده

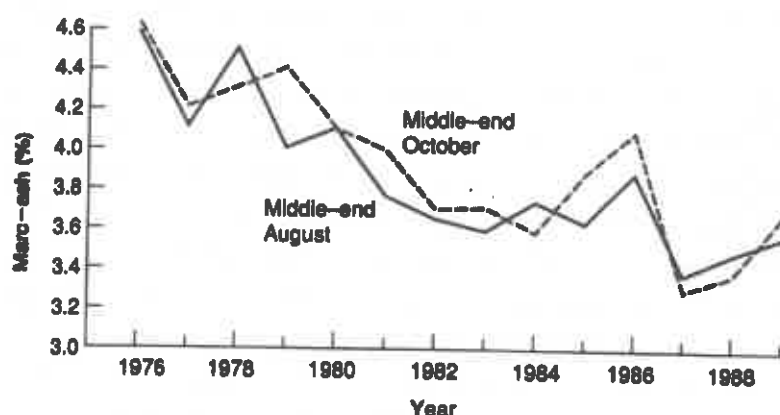
ووکوف و هانگیال (۱۹۸۵) اظهار می‌دارند بعلت تبدیل آنزیمی پروتوپکتین غیر محلول به پکتین محلول در حین سیلو، میزان مارک کاهش می‌یابد. بنابراین بعلت پکتین و مواد معدنی حل شده مقدار نسبی سلولز در مارک زیاد شده و به موازات آن مقاومت برشی بافت چغندر نیز افزایش می‌یابد که علت آن وجود سلولز و لیگنین در مارک است (ووکوف ۱۹۷۷). این مطلب نیز که مقاومت خلال‌گیری و کیفیت خلال ممکن است در اثر حلالیت مواد تشکیل‌دهنده مارک چغندرهای سیلو شده بدتر شوند وجود دارد. این همبستگی بین ترکیبات شیمیایی و خواص فیزیکی و اثر حلالیت چنین ترکیباتی در تصفیه شربت از ضرورت‌های تحقیقاتی است. راجع به کاهش میزان مارک چغندر که در ده سال اخیر اتفاق افتاده گزارشهایی نیز وجود دارد (های برگت^۲ مکاتبات شخصی). مارک منهای خاکستر در چغندرهای هلندی بین سالهای ۱۹۷۶ و ۱۹۸۸ کاهش داشته که نتایج آن در شکل ۲-۱۵ نشان داده شده است.

عوامل محیطی (مثل خاک و شرایط جوی) خیلی مهم هستند و روی مارک اثر می‌گذارند. تاثیر آنها در صورتی کاهش می‌یابد که میزان کود از ته مصرفی بالا و وزن متوسط ریشه‌ها کم باشد (های برگت ۱۹۸۶ و مکاتبات شخصی، بیس^۳ ۱۹۸۶). های برگت (۱۹۸۶) در رقم قدیمی پلی‌پلوئید "کاپولی" نسبت به بعضی از ارقام جدید تک‌جوانه (مثل منوهیل، رجینا، بینگو و یلا) مارک بیشتری پیدا کرد و همبستگی بین مارک - خاکستر، ماده خشک و عیار قند چغندرهای هلندی را در یک دوره از سال ۱۹۷۸ تا ۱۹۸۸ نشان داده است.

یک قانون تجربی در صنعت قند وجود دارد که می‌گوید "عیار بالا مساوی است با مارک بالا"

که تا حدی حقیقت دارد به خصوص وقتی که در یک منطقه مشخص یک سال با سال دیگر مقایسه شود. اما اگر وارته‌ها با یکدیگر مقایسه شوند کاربرد چندانی ندارد زیرا میزان مارک در طوقه ممکن است بین ۷/۷-۶٪ و در چغندر سرزده بین ۵/۵-۴/۱٪ باشد (بئیس ۱۹۸۸)، لذا تنوع مقدار در بافت طوقه روی میزان مارک اثر خواهد داشت.

روش تعیین مارک خیلی وقت‌گیر است و این موضوع هر نوع بررسی و تغییرپذیری را محدود کرده است. موسسه تحقیقات قند در هلند یکی از مراکزی است که روشهای مختلفی را از قبیل تجزیه با اشعه مادون قرمز (NIR) و یا محاسبه مارک از طریق ماده خشک، عیار و خاکستر مورد بررسی قرار داده است (هایبرگت ۱۹۸۶ و مکاتبات شخصی).



شکل ۲-۱۵ - تغییرات مقدار مارک - خاکستر در چغندر قندهای هلند

۶-۴-۱۵ دکستران و لوآن

جدی‌ترین مشکلات در فرآیند کارخانه می‌تواند در اثر حضور صمغ دکستران که در چغندرهای یخ‌زده به وجود می‌آید ناشی شود (آترسون^۱ و همکاران ۱۹۶۳، اولدفیلد و همکاران ۱۹۷۵، شور و همکاران ۱۹۸۳، دنی و همکاران ۱۹۸۵).

راین‌فلد اظهار می‌دارد که لوآن نیز همان مشکلات فرآیند را سبب می‌شود. در چغندرهای سالم دکستران و لوآن وجود ندارند ولی هر دو در اثر فعالیت میکروارگانیسمها که در بافت چغندر وقتی که از هم گسیخته و شیره قندی آن خارج شده باشد تشکیل می‌شود. این از هم گسیختگی سلولها غالباً در اثر دوران یخ‌زدگی و باز شدن یخ حادث می‌شود. بنابراین اگر

چغندرها یخ زده شده باشند ولی اجازه داده نشود که یخها باز شوند، سلول‌های چغندرقند صدمه نمی‌بینند و ضایعات میکروبی شکر بوجود نمی‌آید. یخ زدن شدید روشی برای نگهداری چغندرقند در بعضی مناطق آمریکا است بی‌شسل^۱ (۱۹۸۸) و همین عمل در مناطق سرد شوروی سابق هم انجام میشد (ووکوف و هانگیال ۱۹۸۵). دکستران و لوان در چغندرها سیلو شده و در شرایط غیرهوازی (شور و همکاران ۱۹۸۳) تشکیل می‌شود، در حالیکه در انگلستان که بیشتر چغندرها با تهویه کافی سیلو می‌شوند، صمغ لوان و دکستران معمولاً در چغندرهائی دیده شده که یخ زده‌اند و یخ آنها باز شده باشد. ضایعات چغندر در انگلستان مخصوصاً در سال ۳-۱۹۶۲ وقتی که ۳۰۰۰۰۰ تن چغندر در ایام کریسمس در زمین ماند و برداشت نشد سنگین بود. چغندر در زمین بدون هوا نگهداشته شده بود و برای فرآیند قابل استفاده نبودند. در این خصوص انگلستان خیلی آسیب‌پذیر است و غالباً آمادگی مقابله با این وضعیت را ندارد (اولدفیلد ۱۹۸۰). هرچند که همانند این مسائل در سایر کشورها هم اتفاق می‌افتد (اسکوگمان^۲ ۱۹۷۱، دوویلر و همکاران ۱۹۷۴، دنی و همکاران ۱۹۸۵).

رسوب‌های ریز کریئات کلسیم در مرحله کریئاتاسیون کارخانه بعلت حضور صمغ تبدیل به مولکول‌های بزرگ شده و باعث ناتوانی فیلتراسیون، و غالباً منجر به توقف کارخانه می‌شود (مخصوصاً دکستران). غلظت دکستران در شربت خام بایستی از ۷۰۰ میلی‌گرم در لیتر تجاوز نماید، در غیر اینصورت مشکلات فیلتراسیون به وجود خواهد آمد. میزان دکستران در چغندر را میتوان به روش لایه نازک کرما توگرافی (شنایدر^۳ ۱۹۷۹) و یا اخیراً بوسیله روش فیلتراسیون ژل (سایاما^۴ و کاماتا^۵ ۱۹۸۸) در مدت دو ساعت تعیین کرد اما این روشها را نمی‌توان در قسمت تحویل چغندر اعمال نمود. لذا روشهای چشمی توصیه می‌شود. (شور و همکاران ۱۹۸۳، دنی و همکاران ۱۹۸۵). شکل‌های ۳-۱۵ و ۴-۱۵، راهنمای مورد استفاده "برتیش شوکر" برای دریافت و یا برگرداندن چغندرها با ظاهری چسبنده نشان می‌دهد، به این صورت که G/F و B بایستی برگشت داده شوند، درحالی‌که J قابل قبول و D فقط در صورتی قابل قبول است که بدون اینکه در محوطه کارخانه سیلو شود مستقیماً به مصرف برسد.

از آنجائیکه پیدا کردن همه چغندرها یخ زده غیرممکن است، کارخانه‌ها بایستی هزینه اضافی برای مصرف این چغندرها که به کارخانه وارد می‌شوند متحمل گردند. شور و همکاران (۱۹۸۳) در سال ۸۲-۱۹۸۱ اضافه هزینه‌ای حدود ۱۰۰۰۰۰ پوند را برای کریئات کلسیم به عنوان مواد کمکی فیلتراسیون شربت تولید شده از ۲۵۰۰۰۰ و ۵۰۰۰۰۰ تن چغندر تعیین نمودند. در حالیکه احتمالاً در سالهای قبل، این چغندرها برگشت داده می‌شدند. این هزینه فقط مربوط به دکستران بود ولی ممکن است که هزینه‌های اضافی دیگری نیز در رابطه با چغندرها فاسد شده دیگر حاصل شود. درهلند، (دنی و همکاران ۱۹۸۵-۱۹۸۹) دو شرکت

1- Bichsel

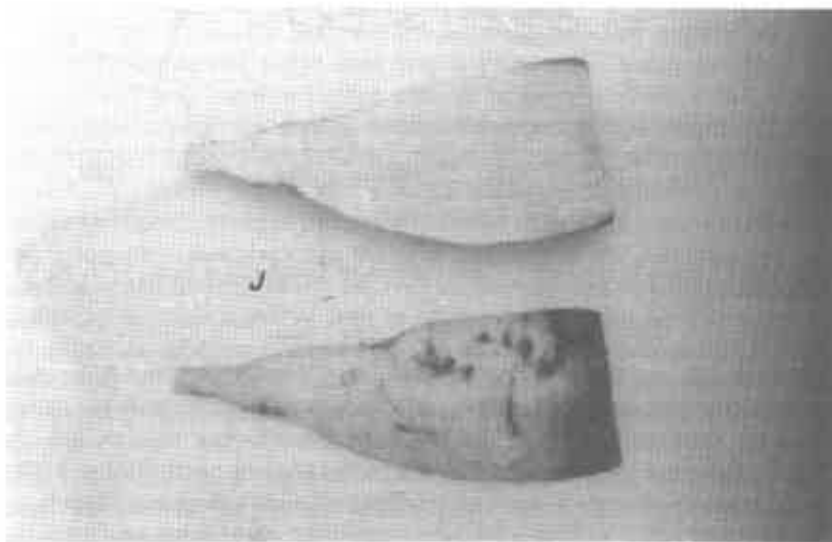
2- Skogman

3- Schneider

4- Sayama

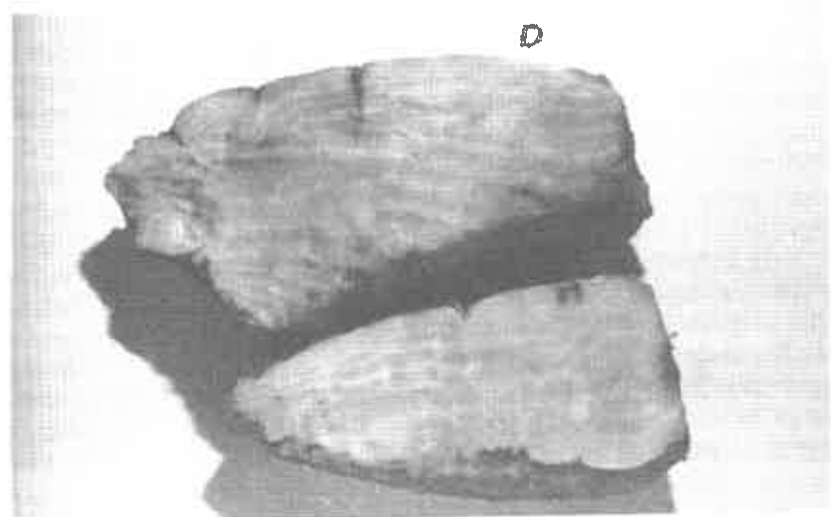
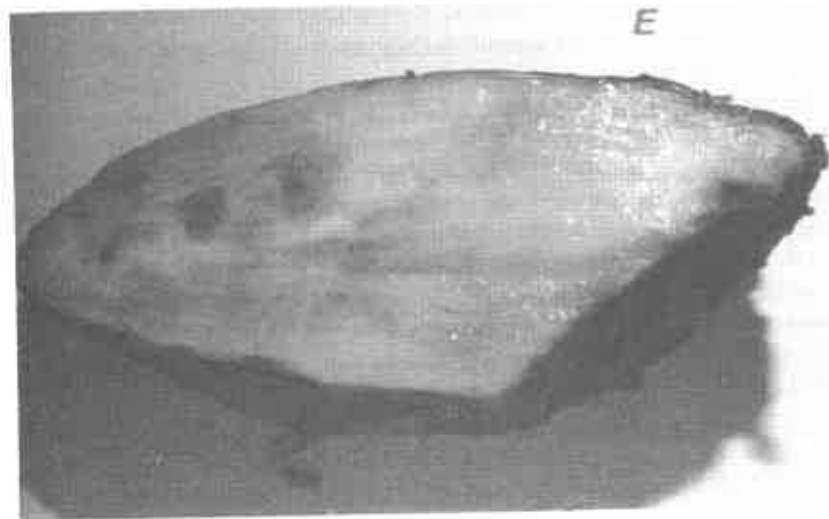
5- Kamata

قند سعی کردند که چغندرها را یخ زده را بعلت نیاز اضافی به اکسیژن بیولوژیکی از طریق فاضل آب کارخانه خارج کنند. برای این منظور در صورت کشف این چنین چغندرهائی در محموله های چغندر جریمه نقدی در نظر گرفتند (به ۶-۱۵ مراجعه شود).



شکل ۳-۱۵: بریتیش شوکر برای دریافت با برگرداندن چغندرها با ظاهر چسبنده، به اینصورت که G/F و I: بایستی برگشت داده شوند، در حالیکه J قابل قبول و D فقط در صورتی قابل قبول است که بدون اینکه در محوطه کارخانه سیلو شود مستقیماً به مطرف برسد.

در ژاپن مسائل دکستران را در فرآیند کارخانه با استفاده از آنزیم دکستراناز خنثی می‌کنند. این عمل فقط در شربت خام سرد (۶۰ درجه سانتیگراد) انجام می‌شود. بنابراین در کارخانه‌هایی که شربت داغ دارند قابل اعمال نیست. مشابه این روش در دانمارک هم انجام شده است (بارفورد و مولگارد) ولی یک چنین عملیاتی که غیر قابل اجتناب نیز است باعث افزایش هزینه تولید می‌شود (۲-۵-۱۵).



۱۵-۴

شکر ۲-۵-۱۵
 این تصویر یک نمونه از چغندر قند است که در فرآیند تولید شکر استفاده می‌شود.

۷-۴-۱۵ رافینوز

رافینوز یک آلفا-د-گالاکتوزیل - ساکارز^۱ می باشد. در صورت تجزیه آن به وسیله آنزیم ملی یاز^۲ آلفا-د-گالاکتوزیداز (یامان^۳ ۱۹۷۱) می توان محصول شکر بیشتری بدست آورد

$$\text{گالاکتوز} + \text{ساکارز} \longrightarrow \text{آب} + \text{رافینوز}$$

۱۸۰ گرم ۳۴۲ گرم ۱۸ گرم ۵۰۴ گرم

در ژاپن از چنین فرآورده های آنزیمی استفاده می شود. در آنجا قندگیری از ملاس به روش استفن^۴ و یا به روش جدا کردن مواد معدنی اعمال می شود (سایاما، مکاتبات شخصی). بعلت اینکه رافینوز تمامی فرآیند ساکارز را طی می کند لازم است تجزیه شود. رافینوز با ۵٪ ساکارز (مقداری که در این فرآیند پیدا شده) اثر ناخوشایندی روی سرعت کریستالیزاسیون و شکل کریستالها می گذارد (اسمایت^۵ ۱۹۶۷، ۱۹۷۱، او بار^۶ ۱۹۷۶ و واکاری و همکاران ۱۹۸۶). حتی مقدار کمی رافینوز در حد ۲ گرم در صد گرم آب محلول فوق اشباع آبکی ساکارز با ضریب فوق اشباع تقریباً ۱/۱۰ سرعت کریستالیزاسیون را در مقایسه با محلول ساکارز خالص در همان فوق اشباع نصف می کند. مانتوانی و فاگیولی^۷ نشان داده اند که رافینوز در ترکیب ساختمان کریستال اثر گذاشته (شیوک^۸ و باشینگ^۹ ۱۹۷۰) و سبب می شود که شکل کریستال عوض شده و حالت سوزنی شکل بخود بگیرد. شاه^۹ و دلاویه^{۱۰} (۱۹۷۴) اظهار میدارند که این تغییر ساختمانی کریستال سبب مشکلاتی در موقع جدا کردن شیر از کریستال شده و عملیات تولید شکر نهائی را مشکل و ضایعات قندی ملاس را افزایش می دهد.

در ژاپن عمل آنزیمی اصلی توسط کپک مورتیه رلا ویناسه واریته رافینوز اوتی لیزه^{۱۱} صورت می گیرد (او بار^۶ و همکاران). این فن در جای دیگر که میزان رافینوز در آخرین پخت یک گرم در صد گرم ساکارز است در مقایسه با ژاپن که پنج برابر این مقدار می باشد پذیرفته نشده است. معهد از نظر اثر سرعت کریستالیزاسیون (مانتوانی و فاگیولی^{۱۲} ۱۹۶۴) طبق آخرین گزارش دسترسی به آلفا گالاکتوزیداز مقاوم به حرارت میسر شده است (گانتر^{۱۳} و همکاران ۱۹۸۸). بنابراین بنظر می رسد بررسی بیشتر در رابطه با پتانسیل سودآوری از هیدرولیز رافینوز حتی در مقادیر کم که در کارخانه های قند بدون قندگیری از ملاس یا به روش استفن و یا تعویض یونی وجود دارد مقرون بصرفه باشد. علاوه براین ممکن است مقدار رافینوز در چغندر

1- α -D-galactosyl Sucrose	2- melibiäse	3- Yamane
4- Steffen	5- Smythe	6- Obara
7- Fagioli	8- Schiweck	9- Shah
10- Delavier	11- <i>Mortierella vinacea</i> var. <i>raffinose utilis</i>	
12- Fagioli	13- Ganter	

در اثر سیلو کردن طولانی در هوای سرد (وایز^۱ و دکستر^۲ ۱۹۷۱)، دو تا سه برابر افزایش یابد به طوریکه پس آب آخرین پخت مطمئناً هیدرولیز رافینوز سردآوری خواهد داشت. گالاتوز که در حین هیدرولیز رافینوز تولید می شود همانند گلوکز عمل می کند.

۸-۴-۱۵ بتائین^۳

بتائین ماده ای ازت دار و خنثی، (کربوکسی متیل^۴) تری متیل هیدراکسید آمونیم^۵ و یک نمک درونی است. بتائین نزدیک به اسیدهای آمینه است اما برخلاف آنها دارای گروه آمینه غیر آزاد (و بنابراین واکنش زا) نمی باشد.

جدول ۲-۱۵ نشان می دهد که در دهه ۱۹۶۰ بتائین شایع ترین مواد غیرقندی در شربت خام بوده است. همان احتمال هم امروزه وجود دارد، لیکن توجه به بتائین از طرف صنایع به سه دلیل اصلی زیر ناچیز است.

۱- بتائین در فرآیند اثر چندانی ندارد به طوریکه ضریب ملاس زائی آن ۱/۱۰ می باشد دوویلر و همکاران (۱۹۸۴) که در مقایسه با ضریب ملاس زائی سایر مواد غیرقندی ۱/۵ در ملاسهای معمولی با درجه خلوص ۶۰ خیلی کم است.

۲- بوسمارک^۶ و آرویدسن^۷ پیشنهاد کردند با توجه به تنوع میزان بتائین در واریته های مختلف لازم نیست که آنرا در ارزشیابی ارقام دخالت داد. کاروتر و اولد فیلد (۱۹۶۲) اعلام کرده اند که ارزش ناخالصی تعیین شده توسط آنها با استفاده از پتاسیم، سدیم و ازت آمینه به اندازه کافی دقیق می باشد.

۳- اندازه گیری بتائین تا حدی خسته کننده است و عملاً مشکلات قابل ملاحظه ای در تطبیق مثلاً جداسازی به روش HPLC برای تعیین بتائین متحمل گردیده است (کوبادینوف ۱۹۸۶). با وجود این کوبادینوف اظهار می دارد که می توان براین مشکلات فائق آمد و یک روش کرماتوگرافی یونی قابل استفاده را معرفی نمود (استنکووا^۸ و همکاران ۱۹۸۸). تعیین بتائین برای آزمایشهای روزمره راهی است که در آینده باید دنبال شود.

شواهدی وجود دارد که بتائین در فرآیند بی اثر نیست. بوپروونیک و همکاران (۱۹۸۴) گزارش داده اند که در کارخانه آزمایشی یاگوتین^۹ در روسیه، بتائین (درصد به ساکارز) از شربت خام به شربت غلیظ و همچنین مقدار آن (درصد به مواد غیرقندی) از شربت غلیظ تا ملاس کاهش می یابد. این نویسندگان گزارش دادند که ضایعات بتائین در حضور قند انورت و ساکارز در شرایط قلیائی و در دمای ۱۱۰ درجه سانتیگراد با جزئی تغییرات در حداکثر جذب ۳۳۵

1- Wyse

4- carboxymethyl

7- Arvidsson

2- Dexter

5- trimethyl

8- Stechova

3- Betaine

6- Dosemark

9- Yagotin

نانومتر. نشانگر تشکیل ترکیبات رنگی ملانوئیدن است.

در سالهای ۸-۱۹۸۷ و ۸۹-۱۹۸۸ میزان بتائین در ملاسهای انگلستان در رابطه با ملاس زائی بین ۴/۵ تا ۶٪ بود. همین میزان در فرانسه (لسکور^۱، مکاتبات شخصی)، و در چک (استه شورا و همکاران ۱۹۸۸) کمی تفاوت داشت (۷/۱-۴٪). با فرض اینکه:

۱- اگر ۱/۱۷ گرم شکر بوسیله یک گرم بتائین در ملاس نگهداشته شود.

۲- میزان ملاس تولیدی ۳/۳٪ چغندر باشد.

بنابراین ضایعات قندی ملاس در شرایط حاد با دامنه نوسان زیاد بدین قرار است:

۴ گرم بتائین در صد گرم ملاس = ۱۵۴٪ شکر در چغندر

۷/۱ گرم بتائین در صد گرم = ۲۷۴٪ شکر در چغندر

از این محاسبات چنین نتیجه می شود که بعثت حضور بتائین مقدار ۱۵۰۰ تا ۲۷۰۰ تن شکر از هر یک میلیون تن خلال چغندر در اروپا نمی تواند به کریستال تبدیل شود. با توجه به نظر بوبرونیک که بتائین در تولید مواد رنگی مؤثر است ضایعات قندی واقعی احتمالاً زیاد خواهد بود.

با توجه به تغییرات ارقام، ترزینکسی^۲ گزارش داد که رگه های اصلاح شده با عیار بالا نسبت به داشتن بتائین گرایش بیشتری دارند. علاوه بر آن برینگار^۳ و همکاران (۱۹۸۶) دریافتند که میزان بتائین به طور معنی داری به سدیم و پتاسیم و غلظت ساکارز بستگی دارد و به این نتیجه رسیدند که بتائین در تنظیم فشارهای سیتوپلاسمی بافت چغندر نقش مهمی را ایفا می کند. اسمد (مکاتبات شخصی) اظهار کرد که با افزایش دسترسی گیاه به نمک بتائین افزایش و اسیدهای آمینه کاهش می یابد.

در آینده ممکن است صنعت اهمیت بیشتری برای بتائین قائل شود و در باره نقش فیزیولوژیکی و اثر آن در فرآیند، اطلاعات بیشتری بدست آید.

۹-۴-۱۵ آنزیم ها

آنزیم ها برای فرآیند مهم هستند به طوری که در ضایعات قندی اثر گذاشته، از هم گسیختگی بافت و تولید رنگ را هدایت می کنند. سه گروه از آنزیم ها (شامل آنزیم های دوطرفه^۴ نمی باشند) به صورت زیر تقسیم بندی شده اند.

۱- آنزیم های ضایعات قندی: انورتاز اسیدی و خنثی و سنتزکننده ساکارز (بوریو ۱۹۸۰، اولد فیلد ۱۹۶۹، واکاری و همکاران ۱۹۸۸، ووکوف و هانگیال ۱۹۸۵، داتلون و وایز ۱۹۸۲).

۲- آنزیم های از هم گسیختگی بافت: آنزیم های پکتولیتیک (وکوف و هانگیال ۱۹۸۵).

1- Lescure

2- Trzebiniski

3- Beringar

4- mutually

۳- آنزیم‌های مسنادی رنگ: تایروزیتاز^۱ (گروس^۲ و کومبز^۳ ۱۹۷۵) و پلی‌فنولوکسیداز^۴ (ووکوف و هانگیال ۱۹۸۵).

آنزیم‌های ضایعات قندی بسیار مهم می‌باشند. واکاری و همکاران (۱۹۸۸) دریافتند که هر سه آنزیم احتمالاً در ضایعات قندی در سیلو درگیر می‌باشند، لیکن مکانیسم بیوشیمیایی این فرآیند تاکنون به‌طور کامل روشن نشده است (ووکوف و هانگیال ۱۹۸۵). انورتاز اسیدی در ضایعات قندی فرآیند وقتی که دمای خلال برابر و یا زیر ۷۰ درجه سانتیگراد باشد نیز درگیر است (اولدفیلد ۱۹۷۹) در خیلی از کشورها به‌عنوان بخشی از سیاست‌های انرژی اقتصادی بالا بردن دمای خلال بتدریج انجام می‌شود (داد^۵ ۱۹۸۹، دگست^۶ و دبرو^۷ ۱۹۸۷) بنابراین احتمالاً ضایعات قندی مربوط به انورتاز اسیدی در چغندر افزایش می‌یابد، این چنین ضایعات با وجود طوقه و سبزینه بیشتر خواهند شد (۱۰-۴-۱۵ مراجعه شود).

آنزیم‌های پکتولیتیک در سیلو وارد عمل می‌شوند. ووکوف و هانگیال (۱۹۸۵) همبستگی بین آنها و خواص فیزیکی ریشه را پیدا کرده‌اند. نتیجه از هم‌گیختگی پکتین به‌طور کامل روشن نشده است اما مثل اینکه عمل انعقاد در کرینتاسیون و رنگ و کیفیت شربت تحت تاثیر آن قرار می‌گیرد. در این باره لازم است مطالعات بیشتری انجام شود.

پیچیدگی تولید رنگ در ۳-۴-۱۵ مورد بحث قرار گرفته است. نقش تایروزیتاز و پلی‌فنولوکسیداز در سیاه شدن شربت خام کاملاً محرز است (گروس و کومبز ۱۹۷۵ و کوفودنیلسن ۱۹۷۹) ولی اخیراً بوخ‌هولتز^۸ و میخائل^۹ (۱۹۸۹) پی بردند که این آنزیم‌ها می‌توانند با اکسیداسیون ناقص ماده سبب تولید ملاتین محلول شوند و از این طریق می‌توان پدیده سیاه شدن غیرعادی شربت بعد از تصفیه را توجیه کرد؛ بنابراین ممکن است نقش و اهمیتی را که این آنزیم‌ها در فرآیند بعده خواهند داشت در آینده روشن شود. آنچه که به اصلاح نباتات مربوط می‌شود و نقطه شروعی برای آینده است، کارهای لئی^{۱۰} و همکاران (۱۹۷۹) می‌باشد. نامبردگان اشاره می‌کنند درصد قند بالا با فعالیت کم آنزیم‌های انورتاز اسیدی در واکوئولهای بافت چغندر قند همبستگی دارد.

۱۰-۴-۱۵ مواد زائد^{۱۱}

افت طوقه یا تاج چغندر

مطالعات زیادی در مورد کیفیت طوقه ریشه چغندر قند انجام گرفته است. بعضی از آنها

1- Tyrosinase

2- Gross

3- Coombs

4- Polyphenoloxidases

5- Dodd

6- Degeest

7- Debroux

8- Buchholz

9- Mikhale

10- Leigh

11- Tare

توسط دوویلر (۱۹۸۲) بررسی شده است. دو نکته مهم از آنها:

- ۱- کیفیت طوقه همیشه بدتر از کیفیت چغندر بدون طوقه است.
- ۲- برای سیلو کردن مطلوب در کشورهای مختلف ممکن است مقررات متفاوتی وجود داشته باشد (ووکوف و هانگیال ۱۹۸۵).

مقررات زیر می بایست برای تعیین کیفیت طوقه مدنظر قرار گیرند:

- ۱- طوقه برای آزمایش بایستی به طریقی آماده شود که بتوان از دستگاههای برداشت معمولی و در دسترس استفاده کرد. به خصوص بایستی طوقه دارای رشته های آوندی کوتاه بوده و با دست کنده نشده باشند (کاروتر و همکاران ۱۹۶۲).
- ۲- شربت تصفیه شده بایستی بطرز صحیحی آماده و درجه خلوص آن تعیین شود (اولدفیلد و همکاران ۱۹۷۷).

۳- اگر درجه خلوص شربت تصفیه شده غیر قابل تعیین باشد بنابراین ارزیابی کیفیت فقط براساس پتاسیم، سدیم و ازت مضره ممکن نیست. امکان پیش بینی قند ملاس با هر فرمولی که شامل ترکیب این مواد غیرقندی باشد غیرممکن است. (به ۲-۴-۱۵ مراجعه شود) و این کار با بافت طوقه به دلائل زیر به مراتب مشکل تر است.

الف: قند انورت و بتائین هردو از مواد غیرقندی مهم هستند که در بافت طوقه به میزان زیادی وجود دارند (وینر^۱ و فیرایند^۲ ۱۹۷۱) بنابراین بایستی در ارزیابی کیفیت لحاظ شوند.
ب: راقینوز در طوقه تقریباً باندازه دو برابر مقدار راقینوز در ریشه است (اوکانر^۳ ۱۹۸۴).
ج: فعالیت انورتاز در بافت طوقه بیشتر از بافت ریشه و خیلی بیش از آن در ساقه و برگها است.
د: میزان پلی فنول (ملاتین منادی رنگ) در طوقه به مراتب بیشتر از میزان آن در ریشه است (کوفودنیلسن و همکاران ۱۹۷۹).

در اکثر کشورها بعلت این مشکلات طوقه (بالای پائین ترین نشانه برگ) را به حساب افت منظور کرده و بابت آن مبلغی پرداخت نمی شود، مثل سیستم روش "سویکریونی"^۴ (دنی و وان دن هیل ۱۹۸۹) که برای هر تن چغندر ۷۵ کیلوگرم افت طوقه در نظر می گیرند. این قسمتی از یک قرارداد مکمل جدید است و یک چنین مسئله ای در جاهای دیگر هم باید باشد.

آیا برای سیلو کردن، چغندرها را بایستی سرزد، یا خیر؟ براساس توصیه های کشاورزی در کشورهای مختلف ضوابط مختلفی وجود دارد. در انگلستان معمولاً دما در شروع برداشت به میزانی است که چغندرها با طوقه شروع به جوانه زدن می کنند و این امر باعث افزایش ضایعات قندی سیلو می شود (اولدفیلد و همکاران ۱۹۸۱) در حالیکه چغندرها قبل از برداشت یخ زده باشند به منظور حذف صدمات وارده به طوقه در اثر یخ زدن لازم است که چغندرها را سر بزنند.

افت خاک و خاشاک

خاک و خاشاک از نظر کمی برای کارخانه‌های قند حالت منفی دارند لذا باید توسط چغندرکاران رعایت شود. در پنجاه و دومین کنگره زمستانی IIRB فوشر^۱ (۱۹۸۹) به معرفی کاهش افت خاک که یکی از موضوع‌های مهم ITB بود پرداخت. ثابت شده است که خاک و خاشاک بیش از حد در سیلوهای کوتاه مدت و به صورت توده‌های کوچک باعث ضایعات قندی زیاد می‌شود. مثالی که چندان هم مشهور نیست، می‌گوید: هزینه‌هایی که کشاورزان به مناسبت جابجایی مواد آلی و غذایی خاک پرداخت می‌کنند معادل ۱۸ فرانک فرانسه در هر تن چغندر قند است (سوانه^۲ ۱۹۸۱).

ضریب خطا در تعیین وزن چغندر تمیز شده با افزایش میزان افت افزایش می‌یابد (دویلر ۱۹۸۶) هزینه کل صنایع قند فرانسه از بابت هرتن خاک و خاشاک برابر ۸۷/۵ فرانک تعیین شده است (بوکری^۳ و گرن^۴ ۱۹۸۶).

اکثر کارخانه‌های قند با مسائل زیر که مربوط به خاک و خاشاک می‌باشد روبرو هستند:

- ۱- افزایش ضایعات در سیلو مربوط به گرم شدن بیش از حد است (اولدفیلد و همکاران ۱۹۷۹).
- ۲- شکستن و ضربه خوردن چغندرها منجر به ضایعات قندی در محموله‌ها می‌شود. تولید دم به ویژه با چغندره‌های جارویی در اثر شکستن باعث افزایش خرده چغندر در خلال چغندر می‌شود (وکوف ۱۹۷۷) ۳- جدا کردن خاک و تیمار کردن آنها و همچنین مایعات جاری شده از سیلو.

اظهار شده است که باقی مانده خاک و گل اگر در دستگاه شستشو از بین نرود، مصرف تیغه‌های آسیاب خلال را افزایش می‌دهد، مخصوصاً وقتی که میزان خاک رس خیلی بالا باشد باعث ضایعات قندی بالا در کرینتاسیون خواهد شد (اولدفیلد و همکاران ۱۹۷۷). دنی و وان دن هیل (۱۹۸۹) هزینه کارخانه را در رابطه با خاک و گل ۲۸ کرون هلندی در هر تن خاک تعیین کرده‌اند. شوکر یونی طبق بخشی از قرارداد جدیدش برای هرتن خاک تحویلی ۲۲ کرون هلندی به حساب بدهکاری چغندرکاران منظور می‌کند. هدف این است کشاورزانی که طالب کاهش هزینه‌ها هستند، خاک و گل را در مزرعه حذف نمایند.

۵-۱۵ عوامل مؤثر کیفیت

۱-۵-۱۵ مقدمه

عوامل متعددی، نظیر رقم، محیط و عملیات زراعی روی کیفیت چغندر تاثیر می‌گذارند. برای مثال ۲۸ مورد توسط ووکوف جمع‌آوری شده است. بعضی از آنها که بیشترین اثر را روی پارامترهای کیفیت دارند و تاکنون اعلام شده‌اند در زیر مورد بحث قرار می‌دهیم.

1- Fauchere

2- Soignet

3- Bouquert

4- Guerin

۲-۵-۱۵ شرایط جوی

چغندر قند به علت تغییرات ژنتیکی و خواص موروثی که دارد به سادگی می تواند خود را با عوامل مختلف محیطی و شرایط جوی وفق دهد. هرچند که شرایط جوی می تواند روی خواص ریشه اثر بگذارد.

معمولاً اگر بذر زودتر و در شرایط جوی و خاک مناسب کشت شود ریشه هائی با کیفیت خوب تولید خواهد شد. وان در بیک و های برگت بین سالهای ۵-۱۹۸۲ مهمترین عامل راکشت زود و شرایط جوی مناسب در رابطه با "قابلیت استحصال" محصول در هلند می دانند. برعکس کشت زود و هوای سرد ممکن است سبب به ساقه رفتن شود که نتیجه آن کاهش مقاومت برشی است.

کم آبی و دمای بالا در دوره رشد اثرات مختلفی روی کیفیت ریشه دارد، افزایش میزان اسیدهای آمینه، ترکیبات دیگر ازتی و قندانورت را افزایش می دهد (کاروتر و همکاران ۱۹۶۰b، ووکوف ۱۹۷۷، اولدفیلد و همکاران ۱۹۷۹b).

بدون شک عامل کلیدی شرایط جوی در افت کیفیت چغندر یخبندان است (به ۶-۴-۱۵ مراجعه شود) که غالباً زمان وقوع آن نامشخص است (دوویلر و همکاران ۱۹۷۴). تمام شرکت های چغندر قند برنامه هائی برای به حداقل رسانیدن این صدمات در نظر دارند و بر کشاورزان فرض است که به توصیه ها و هرنوع برنامه ریزی در این رابطه عمل نمایند (شور و همکاران ۱۹۸۲، دویز ۱۹۸۷، دنی و وان دن هیل ۱۹۸۹).

۳-۵-۱۵ ارقام

التمن (۱۹۸۴) و همکاران عقیده دارند که عیار ارقام رایج به حد بالائی نزدیک شده است به طوریکه بهتر است برای بهبود بیشتر کیفیت میزان مواد غیرقندی کاهش یابد. پس از آن بود که کر^۱ و مک کولاگ^۲ (۱۹۸۹) از کاهش محسوس میزان مواد غیرقندی مهم مثل پتاسیم، سدیم و تا اندازه ای ازت آمینه در ارقام انگلیسی گزارش دادند.

در طرح های تحقیقاتی در آمریکا پاین^۳ و همکاران (۱۹۶۹) به این نتیجه رسیدند که میزان بتائین بیشتر متأثر از ژنوتیپ می باشد تا کودپاشی احتمالاً رافینوز یکی دیگر از مواد غیرقندی مهم است که در آینده به منظور دستیابی به ارقام پر محصول و حاوی ۳۵٪ و یا بیشتر رافینوز نسبت به ارقام قندی بالا بایستی مورد توجه اصلاح کنندگان قرار گیرد (بوریا و نیشکه ۱۹۷۳). اسمیت پیشنهاد کرد که از طریق سلکسیون برای اجزاء تشکیل دهنده خلوص ممکن است راهی پیدا کنیم که بتوان میزان قندی که در مزرعه تولید شده به صورت شکر سفید بدست آوریم.

مشاهدات لثی و همکاران دلالت بر آن دارد که قند بالا در واکوئل با فعالیت انورتاز اسیدی هم‌آهنگی دارد و برای صرفه‌جویی انرژی در کارخانه‌های قند بایستی مورد توجه خاص قرار گیرد، اگرچه توسعه روشهای آزمایشگاهی جاری به منظور تعیین انورتاز اسیدی ممکن است مشکلاتی را ایجاد خواهد کرد.

پیشرفت در اصلاح چغندره‌های گرد (مسکن^۱، کو^۲ و تور^۳ ۱۹۸۷ و تور^۴ ۱۹۸۹) قدم مهمی در جهت کمک به صنعت است که بر مسائل مربوط به افت خاک و گل مذکور فائق آیند. لیست منتشره ارقام هلندی که اطلاعاتی در باره افت خاک و گل می‌دهد (دنی و وان دن هیل ۱۹۸۹) هم برای تولیدکننده و هم برای مصرف‌کننده حائز اهمیت است. یک مورد که از برنامه‌های اصلاحی انجام نشده چنانچه مد نظر قرار گیرد برای تمامی صنایع قند مفید خواهد بود وارد کردن صفت ارتجاعی توام با خلال پذیری مناسب است که در نهایت با یک آزمایش فیزیکی جاری امکان تشخیص ارقام جدید میسر می‌باشد.

۴-۵-۱۵ نوع خاک و کودهای شیمیائی

اگر مصرف کودهای شیمیائی براساس توصیه صورت می‌پذیرفت، مشکلات معدودی برای کارخانه‌های قند ایجاد می‌شد. هرچند در خاکهای آلی انگلستان (Fens) برای مثال به علت وجود میزان بالای ازت قابل تبدیل به ازت معدنی همیشه چغندرهائی با کیفیت پائین تولید می‌شود و بعضی از چغندرکاران طالب مقادیر زیادی کود ازته می‌باشند (آی‌آی‌آر بی^۴ ۱۹۸۳، شپر^۵ و سنت‌فورت^۶ ۱۹۸۸، سنت‌فورت و همکاران ۱۹۹۰)، زیاده‌روی در مصرف کود ازته و تداوم مصرف آن مساله بزرگی برای کارخانه‌های قند بیار می‌آورد. نه تنها بیشتر مواد غیرقندی مهم و تاحدی ازت آمینه را افزایش می‌دهد (ویک‌لیکی^۷ ۱۹۷۱، بوریا و همکاران ۱۹۸۴) که نتیجه آن کاهش میزان شکر قابل استحصال (دویلر ۱۹۸۲) و قلیائی است بلکه اثر زیان‌بار روی عیار و مارک (وینگر و کوبادینوف ۱۹۷۳) قند انورت، اصلاح آهکی و رنگ (راین‌فلد و کوبادینوف ۱۹۷۵)، رافینوز (بوریا و نیشکه ۱۹۷۳) و مقاومت فیزیکی بافت چغندر دارد (بورکای و همکاران ۱۹۷۸، درات و همکاران ۱۹۸۴) زیاده‌روی در مصرف ازت چه به صورت نیترات به خاطر نفوذ در آب آشامیدنی و چه به صورت آمونیاک (ماده‌ای فرار با بوی تند) که از تجزیه گلاتامین در فرآیند شکر تولید می‌گردد، تهدیدی برای محیط زیست خواهد بود (هویسمن^۸ و همکاران ۱۹۸۷).

بررسی مسئله مصرف ازت به علت اهمیت تعیین میزان مطلوب آن تداوم دارد و در کنگره

1- Mesken

2- Coe

3- theurer

4- IIRB

5- Schepers

6- Saint-Fort

7- Wickdicky

8- Huisman

ازت و شکر (IIRB 1983) توسط شیر و سنت فورت (۱۹۸۸) و سنت فورت و همکاران (۱۹۹۰) مورد بحث قرار گرفته است. مصرف زیاد کود ازته سایر مسائل فرآیند را تحت الشعاع قرار می‌دهد. یکی از این مسائل همبستگی آن با نمک طعام است که درجه خلوص شربت را (۱۹/۳۷+۰ واحد) کمتر کرده و مقدار سدیم و پتاسیم، کلر و میزان ازت کل در شربت را افزایش می‌دهد (کاروتر و همکاران ۱۹۵۶) از طرف دیگر در مزارع تحقیقاتی که روی اثر استعمال کروم پتاسیم و کروم سدیم تحقیق شده است، فارلی و درای کوت (۱۹۷۵) به این نتیجه رسیدند که غلظت پتاسیم و سدیم به ترتیب در شربت خام چغندر افزایش یافته و کاهش نسبی در میزان ازت آمینه به وجود می‌آید ولی اثری روی درجه خلوص تعیین شده ندارد. کلر هم اثر چندانی ندارد. هرچند که نمک طعام برای بالا بردن محصول شکر کاملاً مورد نیاز است ولی خاصیت ملاس‌زائی بالائی دارد و ضریب آن تقریباً دو برابر کلوتامات سدیم و یا پایرولیدونات^۱ می‌باشد (دویلر و همکاران ۱۹۸۲). استعمال نمک طعام ممکن است برای کارخانه‌های قند از آنچه فارلی و درای کوت اظهار داشته‌اند اثر بدتری داشته باشد. اثر نمک روی میزان یتائین نسبت به ازت آمینه نامعلوم است و باید در طرحهای آینده اندازه‌گیری شود (به ۸-۴-۱۵ مراجعه شود). نظریه‌ای برای بهبود خواص مکانیکی چغندر با استفاده از کود منیزیم و یا کلسیم وجود دارد (درات و همکاران ۱۹۸۴). کلسیم همچنین باعث تولید تفاله بیشتر و سود بیشتر می‌شود (جان ۱۹۸۸^۲) این اثرات نیاز به بررسی بیشتری دارد.

۵-۵-۱۵ عوامل زراعی عمومی

عوامل زراعی متعددی از قبیل تراکم، کشت و آبیاری روی محصول، عیار و درجه خلوص بخوبی تحقیق شده است ولی اثرات آنها روی افت، خواص فیزیکی (آنطوریکه توسط درات و همکاران ۱۹۸۴، پترسون و هال ۱۹۸۳ تعریف شده است) و مورفولوژی (تغییرات ارتفاع طوقه بالای سطح خاک و یا جاروئی شدن ریشه) کمتر شناخته شده و لازم است در این مورد بیشتر بررسی گردد.

امراض دوره رشد

اکثر امراض باعث کاهش عیار می‌شوند (ووکوف ۱۹۷۷). اگر مواد غیرقندی چغندر تغییر نیابند، درجه خلوص این چغندرها نسبت به چغندره‌های سالم کمتر خواهند بود. در بعضی موارد مواد غیرقندی نیز تغییر می‌یابند، به عنوان مثال اولدفیلد و همکاران در چغندرهائی که با ویروس زرد آلوده شده بودند میزان ازت آمینه را دو برابر میزان آن در چغندره‌های سالم پیدا

کردند. گزارشی نیز وجود دارد که ویروس زرد میزان قند انورت را افزایش می دهد (ووکوف ۱۹۷۷) در سال ۱۹۷۳ در انگلستان ۷۶٪ مزارع به ویروس زرد مبتلا بودند و میزان قند انورت در مزارع تحقیقاتی یک گرم در صد گرم شکر بود و این رقم از حد معمول خیلی بیشتر بود (لاست، مکاتبات خصوصی). تغییرات دیگر در کیفیت فرآیند بستگی به زمان آلودگی ویروس زرد دارد (هی بروک ۱۹۸۸).

گزارشهایی در مورد کاهش واقعی قند انورت بعثت سفیدک دروغی (ووکوف ۱۹۷۷) و در مواردی افزایش قابل ملاحظه سدیم (پولاخ ۱۹۷۴، برتوزی^۱ و زاوانلا^۲ ۱۹۸۸) وقتی که آلودگی ریزومانی وجود داشته باشد دیده شده است. پولاخ برای تشخیص علائم ریزومانی در چغندره‌های آلوده به این بیماری در تجزیه چغندره‌های اطریش از افزایش اندک سدیم با کاهش ازت آمینه استفاده کرد، در حالیکه محققین ایتالیائی فقط به میزان سدیم در چغندر استناد می کنند.

سموم شیمیائی کشاورزی

به منظور دستیابی به کیفیت مطمئن و فروش ملاس جهت استفاده حیوانات و صنایع تخمیری، لازم است به طور فزاینده‌ای مراقبت و مواظبت‌های لازم را در مصرف مواد شیمیائی اعمال نمود تا اثراتی از این مواد (قسمتی از علفکش‌ها) در چغندره‌هایی که به مصرف می‌رسند باقی نمانده باشد.

اگر این محصولات طبق ضوابط استاندارد تهیه شده باشند مسئله‌ای پیش نخواهد آمد (این^۳ ۱۹۸۹)، ولی عاقلانه‌تر است که راه‌های دیگری را برای استفاده علفکش‌ها جستجو نمود (زایمزاک-نواک^۴، مکاتبات شخصی).

۵-۵-۶ برداشت و سرزدن

برای سیلو کردن و فرآیند رضایت‌بخش ریشه‌های چغندر قند، لازم است که طوقه و قسمت سبز سر ریشه جدا شوند (۱۰-۴-۱۵). ریشه‌های برداشت شده باید دارای کمترین خاک و گل و حداقل لهیدگی و شکستگی باشند. IIRB توسط گروه فرعی برداشت مکانیزه این نیازها که موضوع اصلی چهل و هفتمین کنگره زمستانی سال ۱۹۸۴ بود مشخص کرده است.

یکی از آخرین توسعه‌ها که برای کارخانه‌های قند عواقبی بدنبال دارد دستگاه‌های برداشت چغندر با سرزنهای تیغه‌ای^۵ است. آنها پروفیل طوقه را روی ریشه چغندر بجا

1- Bertuzzi

4- Szymczak-Nowak

2- Zauanella

5- Skew-bar toppler

3- Oien

می‌گذارند (بری^۱ ۱۹۸۶). طوقه چغندر قند حتی اگر به وسیله چاقو تا آشکار شدن بافت سفید بریده شود، مسلماً از کیفیت پائین‌تری نسبت به باقیمانده ریشه برخوردار است (زیلک^۲ ۱۹۷۳). بنابراین استفاده از چنین دستگاه‌هایی کیفیت طوقه‌های تحویلی را بهبود داده و وزن چغندرهای تحویلی را افزایش می‌دهد. در این حالت دوره بهره‌برداری طولانی‌تر شده و کیفیت معمولی چغندر کاهش می‌یابد. در شرایط جوی که ممکن است چغندرهای در زمین یخ بزنند، به منظور حذف کامل طوقه یخ زده سرزدن که همواره ضروری است بایستی بطرز صحیحی انجام شود.

از نقطه نظر کارخانه‌های قند حداقل افت مطلوب است و ابتکار عمل تمیز کردن چغندر در مزرعه باید مورد تشویق و تقدیر قرار گیرد (ویگورو ۱۹۸۹). یکی از این روش‌ها که بعضی از کارخانه‌ها به آن عمل مینمایند جایزه‌ای است که برای تمیز کردن در نظر گرفته‌اند (دنی و وان دن هیل ۱۹۸۹). تمیز کردن و جابجا کردن ریشه‌ها ممکن است به آنها صدمه برنند که نتیجه آن کاهش میزان شکر قابل استحصال خواهد بود. اگرچه این صدمات خیلی دست‌کم گرفته می‌شوند ولی از بزرگترین نگرانیها است و توجه زیادی را در جاهایی مثل ایتالیا، که برداشت چغندر در دمای بالا انجام می‌شود جلب کرده است (مانتوانی ۱۹۸۱، واکاری و همکاران ۱۹۸۱، مانتوانی و واکاری ۱۹۸۹).

۷-۵-۱۵ سیلو

بخش ۱۴ اختصاص به سیلو داشت. اطلاعات خوبی از وضعیت علوم جاری مربوط به سیلو و اثر آن روی کیفیت فرایند توسط (دویلر ۱۹۸۲، ووکوف و هانگیال ۱۹۸۵) منتشر شده است. علی‌رغم انتشار این مطالب و مقالات (اولدفیلد و دوتون^۳ ۱۹۶۹) سیلو کردن چغندر در مزرعه هنوز هم آنطوریکه مورد نظر است عملاً انجام نمی‌شود. نتیجه آن ضایعات قندی غیر ضروری بالا، در اثر یخ‌زدن و گرم شدن است. سیلو کردن در کارخانه هم با آنچه که باید فاصله زیادی دارد، بعضی از سیستم‌های تحویل چغندر با توجه به حداقل ضایعات در محوطه سیلو طراحی شده‌اند.

سؤالات ویژه‌ای که غالباً توسط چغندرکاران مطرح و جواب دقیقی برای آنها نمیتوان داد شامل موارد زیر است:

- ۱- در مورد چغندرهای برداشت شده که با پوششی چسبناک و گل‌دار پوشیده شده‌اند چه باید کرد
- ۲- چغندرهای را باید خنک نگاهداشت، اما در چه دمائی، مطمئناً در هر صورت از یخ زدن

چغندرها بایستی پرهیز کرد. بنا به توصیه ووکوف و هانگیال دمای مناسب سیلو باید کمتر از ۴+ درجه سانتیگراد باشد.

۳- آیا دسترسی به مواد شیمیائی مؤثر جهت کنترل کپک وجود دارد و اگر این طور است چه موقع باید از آن استفاده کرد.

یک مشکل اساسی که در انگلستان پیش آمده، توسعه "نقاط گرم" روی چغندرها بوده است که در اثر تجمع خاک و خاشاک در سیلو بروز می‌کند (اولدفیلد و همکاران ۱۹۷۹). یک راه حل پیشنهادی این بود که روشهای تلفیقی برای سیلو کردن در کارخانه پیدا شود و این نتیجه بدست آمده است که در تاسیسات جدید سطح سیلو را مسطح اختیار کنند.

یک پیشنهاد نهائی برای سیلو کردن بهتر نگهداری کیفیت خوب ریشه چغندر است: تولید قند انورت در حد بالائی در چغندرهائی دیده شده که کود ازته زیادی در اختیار داشته‌اند (وکوف و هانگیال ۱۹۸۵) و پوسیدگی در سیلو در چغندرهائی دیده شده که شربت رقیق آنها از درجه خلوص پائین تری برخوردارند (باگی^۱ و کله^۲ ۱۹۸۶).

۸-۵-۱۵ حمل و نقل چغندر در کارخانه

صدمه دیدن ریشه در موقع حمل و نقل در کارخانه از دو راه منجر به کاهش کیفیت می‌شود:

- ۱- از هم گسیختگی بافت سلول، خروج محتوای سلول و حمله میکروارگانیسمها.
- ۲- تولید دم چغندر که ارزش کمی داشته و مواد قندی آن سریعتر از خود ریشه خارج می‌گردد، یا بایستی آنها را جدا کرده و حذف نمود، و یا به فرآیند فرستاد که نتیجه آن محصول کم و هزینه بالائی خواهد بود.

مطالعات (ولتر و وانگیل ۱۹۷۶) به دوره بهره‌برداری توجه داشته و به این نتیجه رسیده‌اند که سرچشمه ضایعات سیلو صدمات مکانیکی است که به چغندرها وارد می‌شود. بررسیهای مارتوس^۳ و اولدفیلد ۱۹۷۰ نشان می‌دهند که توسعه سیلو در کارخانه و یا سیلوی میانی به صورت توده چغندر ضایعات را بدتر خواهد کرد.

در مجله زوکر ایندوستری سالهای ۱۹۷۹ تا ۱۹۸۷ در باره سمپوزیوم ماشین‌آلات تحویل چغندر گزارشاتی چاپ شده است آخرین گزارش در باره سیستم‌های دستگاه تخلیه، تمیز کردن چغندر، طراحی سیلو، پل متحرک و نوارهای نقاله تحویل و هوادهی سیلو می‌باشد (گرلاخ^۴ ۱۹۸۷، هارتمن^۵ ۱۹۸۷، هوگل^۶ ۱۹۸۷، لیپه^۷ ۱۹۸۷، میلک^۸ ۱۹۸۹) از بالا بردن ظرفیت تحویل چغندر به میزان ۴۰۰۰ تن در روز در کارخانه‌ای در آمریکا

1- Bugbee

2- Cole

3- Martens

4- Gerlach

5- Hartmann

6- Kugel

7- Lippe

8- Mielke

گزارش میدهد. سود حاصله از طریق صرفه‌جویی از دم، کارگر و نیروی الکتریکی تامین و نهایتاً بهبود خلال و عصاره‌گیری هزینه این سرمایه‌گذاری را می‌پوشاند. از این طریق یک شرکت موفق شده است که در نهایت کیفیت ضایعات را طبق مورد ۲ بالا کاهش دهد.

روشهای تمیزکردن چغندر در سمپوزیوم آلمان سال ۱۹۸۷ مورد بحث قرار گرفت و توسط ووکوف و هانگیال ۱۹۸۵ یافته‌های مختلفی در رابطه با تمیز کردن خشک و نیز قبل از سیلو گزارش گردید. بدون شک در دهه‌های بعد کاهش هزینه در اولویت قرار خواهد گرفت.

۶-۱۵ تکامل کیفیت چغندر

تغییرات درجه خلوص شربت غلیظ که در اطریش و فرانسه بین سالهای ۱۹۷۹-۱۹۶۳ اتفاق افتاد توسط دوویلر (۱۹۸۲) مورد بحث قرار گرفت. سقوط منظم درجه خلوص تا سال ۱۹۷۱ در اطریش ناشی از زیاده‌روی در مصرف کود ازته، استفاده از ارقام با راندمان بالا و درجه خلوص پائین و برداشت مکانیزه بود. در هر دو کشور کیفیت چغندر تقریباً بعد از پنج سال که از شروع تحقیقات می‌گذشت رو به بهبودی نهاد. علت آن علاقه شدیدی برای تولید چغندر در این راستا بود.

این چنین تغییرات در سایر کشورهای چغندرخیز نیز رخ داد. برای اینکه بقاء صنایع قند چغندر در رقابت با سایر شیرین‌کننده‌ها را تامین گردد لازم است بهبود کیفیت چغندر قند هرچه بیشتر تحقق یابد. برای مثال در مجارستان در سالهای ۶-۱۹۷۵ عیار چغندر تا ۱۱/۵٪ کاهش یافت، نخست زیاده‌روی در مصرف کود ازته به خاطر اینکه پرداخت چغندر فقط بر مبنای وزن انجام می‌شد. این وضع بتدریج بهبود یافت مخصوصاً از وقتی که پرداخت بهای چغندر بر مبنای عیار شروع گردید (ویگ^۱ ۱۹۸۴). در ژاپن از سال ۱۹۸۶ که پرداخت بهای چغندر بر مبنای عیار شروع شد در کیفیت چغندرهاى تحویلی به شرکت قند نیپون تغییراتی به وجود آمد. درجه خلوص شربت حدود دو واحد افزایش یافت و به ۹۲٪ رسید (سایاما، مکاتبه شخصی). تجربه اطریش احتمالاً بهترین اطلاعات است. شروع آن وقتی بود که کاهش قلیائی و خوردگی در سال ۱۹۶۰ دیده شد (به ۲-۳-۱۵ مراجعه شود). بنابراین برنامه‌ای که در آنجا طراحی و اجرا گردید، درجه خلوص شربت بیش از ۳ واحد از متوسط ۱۵ سال افزایش یافت و تقریباً به ۹۴/۵٪ رسید. معه‌ذا این برنامه خیلی هزینه‌بر بوده برای تاسیس آزمایشگاه تجزیه خاک در تولن حدود ۳۰ میلیون شلینگ هزینه شد (پولاخ مکاتبات شخصی).

روشهای دیگری برای بهبود درجه خلوص شربت در سایر مناطق نیز مورد استفاده قرار گرفته است. برای مثال زودزوک^۲ در آلمان مبلغی به عنوان جایزه اضافه بر سیستم پرداخت بازار

مشترک اروپا به چغندرکاران پرداخت نمود این سیستم سبب شده است درجه خلوص بین ۱/۵ تا ۲ واحد از وقتی که این برنامه اجرا شد افزایش یابد (شیوک مکاتبات شخصی). در روشهای سوگرونی^۱ (۲-۴-۱۵) و آمریکن کریستال^۲ (هوبیس^۳ و همکاران ۱۹۸۲) مبنای پرداخت ارقام تعیین شده سدیم، پتاسیم و ازت آمینه در عیار سنج است. اندازه گیری این مواد غیرقندی در صورتی برای بهبود کیفیت چغندر مفید است که برای مشاوره با کشاورزان مورد استفاده قرار گیرد زیرا چغندرکاران از نظر پیش بینی کیفیت شربت خام محدودیت دارند (اوهلن بروک^۴ مکاتبات شخصی). نهایتاً شرکت های زیادی از عیار سنج برای اندازه گیری مواد غیرقندی فقط با هدف راهنمایی چغندرکاران استفاده می کنند (ینزن^۵ و همکاران ۱۹۸۳، شو و همکاران ۱۹۸۴، ملین^۶ و همکاران ۱۹۸۹، مسنارد^۷ و وان در پول^۸ مکاتبات شخصی).

در فرانسه اندازه گیری عیار سنج که بیش از سه سال انجام شده بود، براساس تئوری پروفیسور هبرت^۹ در رابطه با ازت در خاک تعبیر و تفسیر شده بود (مشارد، مکاتبات شخصی). این تشریک مساعی در یک مدار بسته بین چغندرکاران، کارخانه های قند، موسسه تحقیقاتی بنام "دایره کیفیت" انجام گرفت. در انگلستان تصمیم گرفته شد که میزان ازت آمینه بدو به طور تقریبی در چغندرها تعیین گردد (شور و همکاران ۱۹۸۴) سپس با ازت پیش بینی شده و مدل سازی (پوکوک^{۱۰} و همکاران ۱۹۸۸) به تنظیم و وضع دقیق تری رسیدند. در هر دو کشور میانگین درجه خلوص شربت خام بین سالهای ۸۸-۱۹۸۴ یک واحد بهبود یافت. بخشی از این بهبودی در اثر کاهش مصرف کود ازته با حدود ۳۰ کیلوگرم ازت در هکتار در هر کشور، (ترنر ۱۹۸۹ و لسکور مکاتبات شخصی) و بخشی نیز در اثر بهبود رقم حاصل گردید (به ۳-۵-۱۵ مراجعه شود). اپریل ۱۹۹۱ مقاله ای برای چغندرکاران ایتالیائی نوشت و سیستم پرداخت بهای چغندر در هلند و اطریش و اثر آن را روی بهبود کیفیت چغندر قند، و راندمان صنعتی، در برابر احتمال کاهش بهای چغندر قند در آینده را مورد بحث و بررسی قرار داده است. درخواست و طراحی یک چنین سیستمی برای بدست آوردن بالاترین کیفیت ممکن با حداقل هزینه بدون شک گام بزرگی در آینده خواهد بود. معهذاً همانطوریکه در این کتاب اشاره شده است با تنوع انواع خاک ها بهای چغندر نیز همگام با آن تغییر خواهد یافت به طوریکه پرداخت منصفانه بهای چغندر براساس "شکر قابل استحصال" همانطوریکه چریمه برای خاک در نظر گرفته شده، ممکن است در کشورهاییکه چغندر در انواع مختلف خاک کشت می شود با مشکلاتی مواجه گردد. با توجه به گزارش یکی از کارخانه های قند در آمریکا که درجه خلوص

1- Suiker unie
4- Uhlenbrock
7- Mesnard
10- Pocock

2- American Crystal
5- Jensen
8- Vander poel
11- Oreel

3- Hobbis
6- Melin
9- Hebert

شریت خام بیش از یک درصد افزایش یافته، احتمالاً در آنجا هم بهبود کیفیت شریت بدست آمده است (ملین و همکاران ۱۹۸۹).

با توجه به سایر صور کیفیت، گزارشهای در خصوص بهبود جدا کردن مواد سبز چغندر در دانمارک (مدسن^۱ مکاتبات شخصی)، خاک و خاشاک در آلمان (بوخ هولتز و شیفاک ۱۹۸۹) نیز وجود دارد. معه‌ذا این طور بنظر می‌رسد که کمبود اطلاعات و آمار در راه پیشرفت کیفیت فقط آنهایی که در سی سال اخیر از نظر اهمیت در الویت بوده‌اند وجود دارد (ترکیبات شریت که روی محصول شکر تاثیر دارند).

۷-۱۵ اظهار نظر نهائی

عیار چغندر قند مهمترین پارامتر کیفیت برای کارخانه‌های قند است. معه‌ذا اطلاعات در مورد عیار بایستی معمولاً بوسیله اطلاعات در مورد مواد غیرقندی، در بعضی موارد از دست دادن آب چغندر (۱-۴-۱۵) و مواد خشک چغندر تکمیل شود.

عیار از نظر فیزیولوژیکی احتمالاً به بالاترین حد رسیده است (۳-۵-۱۵). بنابراین اصلاح‌کنندگان بایستی هدفشان تولید چغندری با مواد غیرقندی کم باشد و با توجه به این مطلب نکات زیر باید در نظر گرفته شوند:

۱- ممکن است محدودیتهائی برای حداقل اسیدهای آمینه باشد زیرا برای رشد ضروری هستند. علاوه بر آن در صورتی که کاهش کلوتامین بیش از پتاسیم و سدیم باشد ممکن است مسئله قلیائیت بیش از حد پیش آید (اولد فیلد و همکاران ۱۹۷۰) و طباحی در اثر pH بالا با مشکلاتی مواجه گردد.

۲- بتائین و رافینوز هم به عنوان مهمترین مواد غیرقندی (۸-۴-۱۵، ۷-۴-۱۵) باید در اندازه‌گیری کیفیت بیش از گذشته به حساب آیند.

با توجه به قابلیت فرآیند و پیچیدگی ترکیب چغندره‌های سیلو شده در دمای بالا (۱-۴-۱۸) و چغندره‌های فاسد شده (۶-۴-۱۵) و یا بافت طوقه (۱۰-۴-۱۵) نسبت به ریشه چغندره‌های سرزده صحیح برای تعیین درجه خلوص شریت بجای تعیین مواد غیرقندی به‌طور منفرد باید از شریتی که بطرز صحیحی تصفیه شده است استفاده نمود (جور تیس ما و اولد فیلد ۱۹۶۹). همین طور بایستی اعتراف کرد که پتاسیم، سدیم و ازت آمینه بیش از این نمیتوانند مبین میزان قند ملاس باشند. پیش‌بینی درست فقط میتواند با استفاده از درجه خلوص شریت غلیظ انجام شود. تحقیقات برای تعیین فرمولی بهتر که بتوان قند ملاس را با توجه به مواد غیرقندی مهم بیان نمود دیگر ضروری نیست اگر که اندازه‌گیری‌های خودکار درجه خلوص که هم اکنون در بعضی از

کارخانه‌های قند مورد استفاده قرار گرفته‌اند برای رفع نیاز اصلاح کنندگان نباتات و یا طرحهای آزمایشی نیز مورد استفاده قرار گیرد.

در آینده همراه با بهبود در تخمین مواد غیر قندی بایستی به بهبود خواص فیزیکی (۴-۴-۱۵)، افت خاک و برگ (۱۰-۴-۱۵) و عملیات حاصلخیزی، مخصوصاً همراه با نمک و احتمالاً با کلسیم و منیزیم (۴-۵-۱۵) توجه بیشتری معطوف داشت. نگرانی محیط زیست افزایش خواهد یافت (۵-۵-۱۵) و مهندسی ژنتیک که برای مثال چغندره‌های مقاوم به علف‌کش را تولید می‌کند (دهالوئین^۱ ۱۹۸۹) لازم است توجه دقیق‌تری نموده و مسئله‌ای در رابطه با کیفیت فرآیند به وجود نیاورد.

کارخانه‌های قند به رسیدگی بیشتر در راه پائین آوردن هزینه (روش مؤثر هزینه) محصول شکر یا بوسیله پوست کندن چغندر و جدا کردن بخشی از مواد غیر قندی (ادوارد^۲ و همکاران ۱۹۸۹) با استفاده از روش تصفیه‌ای مناسب برای قند انورت بالا و ازت آمینه بالا ادامه خواهند داد (سوروس^۳ و هانگیال ۱۹۸۷) این مطالعات نیاز به رسیدگی دقیق به تمامی جوانب کیفیت خواهد داشت. مطالعات کشت چغندر در مناطق گرم و نیازمندیهای ویژه با توجه به آگرونومی و سیلو (بینز^۴ و نارانگ^۵ ۱۹۸۸، آگراوال^۶ و سریواستاوا^۷ ۱۹۸۷) کمک خواهد کرد که کیفیت فرآیند در حد رضایتبخشی برای چنین شرایطی تامین گردد.

تحقیقات برای بهبود کیفیت ریشه چغندر قند با هدف اقتصادی نمودن فرآیند شکر ادامه خواهد یافت. این امری است حیاتی برای تامین بقاء صنعت قند چغندر که در مقابلش رقبای روزافزونی از شیرین‌کننده‌های دیگر قرار دارند.

1- D'Halluin

2- Edwards

3- Soros

4- Bains

5- Narang

6- Agrawal

7- Srivastava

فصل شانزدهم

فرآورده‌های جانبی چغندر قند

۱-۱۶ مقدمه

از ریشه چغندر قند علاوه بر شکر محصولات جانبی که می‌توانند به عنوان مواد غذایی دامی مورد استفاده قرار گیرند تولید می‌شود. پس از برداشت ریشه از بزرگها به تنهایی و یا همراه با طوقه (به روش برداشت بستگی دارد) می‌توان خوراک مناسبی برای تعلیف حیوانات نشخوارکننده تهیه نمود. در فرآیند تولید شکر از ریشه چغندر قند دو غذای با ارزش و مقوی مانند تفاله و ملاس تولید می‌شود. در فرآیند تخمیری ملاس علاوه بر الکل غذای با ارزش دیگری بنام ویناس^۱ (ملاسی تغلیظ شده لیت‌دار) تولید می‌گردد. از تفاله و ملاس می‌توان مستقیماً و یا مخلوط با سایر مواد، به صورت خشک شده و یا با استفاده از فرآیندهای مختلف انواع خوراک دام را با کیفیت مطلوب تهیه نمود. در این فصل به تجزیه، ارزش غذایی و جیره غذایی مطلوب این تولیدات و اهمیت آنها در تغذیه دام می‌پردازیم.

۲-۱۶ سربزرگ چغندر قند

سربزرگ چغندر قند در رابطه با نوع کمباین استفاده شده ممکن است شامل برگ و یا برگ و طوقه باشد. در این فصل از کلمه سربزرگ استفاده خواهد شد تا ترکیب برگ و طوقه مشخص گردد. از سربزرگ می‌توان علوفه ارزانی برای انواع مختلف دام تهیه نمود. از آنها ممکن است به صورت تازه و یا پژمرده برای تعلیف حیوانات استفاده کرد و یا اینکه سیلو نمود و در طول

زمستان به مصرف رسانند. وزن سربرگ تقریباً معادل وزن ریشه است ولی در رابطه با زمان برداشت، دوره رشد و نوع (رقم) فرق می‌کند. در انگلستان حداکثر محصول سربرگ که معمولاً در خلال ماه سپتامبر حاصل می‌شود، حدود ۵۰ تن در هکتار (۵ تا ۶ تن. ماده خشک در هکتار) است. سربرگ تازه می‌تواند برای چرای حیوانات در مزرعه استفاده شود. راه عملی آن است که اگر بخواهند گوسفندها را در مزرعه می‌چرانند و یا سربرگها را از مزرعه به محل تعلیف حیوانات نشخوارکننده حمل می‌کنند.

سربرگهایی که سیلو می‌شوند باید دارای حداقل آلودگی خاکی باشند. به همین منظور بایستی آنها را با دستگاههایی برداشت نمود که مجهز به تجهیزات جمع‌آوری سربرگها به‌طور مستقیم هستند.

چهار شرط اصلی برای تولید یک سیلاژ (علوفه سیلویی) خوب از این قرار است:

۱- برای اینکه ترشحات سیلو را کاهش داده و از تراکم و بهم چسبیدگی جلوگیری شود بایستی مطمئن شد که سربرگها پژمرده شده‌اند.

۲- آلودگی خاکی باید در حداقل ممکن باشد.

۳- برای خروج فاضلاب سیلو تمهیدات لازم مطابق اصول و قاعده معمول گردد.

۴- برای دفع هوا، سیلو بایستی پر باشد.

در مورد سیلوکردن سربرگ چغندر قند تحقیقات وسیعی توسط نوتال و استیونس (۱۹۸۳)^۱

انجام شده است. آنها گزارش کرده‌اند ضایعات ترشحاتی که از سیلو خارج می‌گردد بین ۱۹۴ تا ۳۳۳ لیتر در هر تن بوده است.

اولین ترشحات طی دو روز اول بعد از پرکردن سیلو به وقوع می‌پیوندد و بیشترین آن در خلال هفت روز اول ایجاد می‌شود. استفاده از افزودنی‌های اسیدی سیلاژ اثر چندانی روی تولید ترشحات و کیفیت علوفه سیلویی ندارد. سیلاژ سربرگ چغندر قند دارای وزن مخصوصی بین ۱/۲۵ تا ۱/۳ تن در متر مکعب (۰/۷ تا ۰/۸ متر مکعب هر تن) است.

۱-۲-۱۶ تجزیه و ارزش غذایی

برگهای چغندر قند ۱۲ تا ۱۴٪ و برگها با طوقه ۱۶ تا ۱۸٪ ماده خشک (DM) دارند. برگ تازه مقادیر متفاوتی آبهای سطحی دارد که در موقع تعیین ارزش غذایی بایستی مورد توجه قرار گیرد. میزان آلودگی خاکی در ارزش غذایی سربرگهای چغندر قند رل مهمی را بازی می‌کند. زمانی که برداشت در شرایط مرطوب و بارانی انجام شود تا ۲۵٪ ماده خشک ممکن است ناشی از سیلیکات خاک باشد که تا حد زیادی قابلیت هضم و توان انرژی سوخت و ساز (متابولیسم) برگ

را کاهش می‌دهد (جدول ۱-۱۶):

تجزیه برگهای تازه، سیلو شده و برگ و طوقه چغندر قند در جدول ۲-۱۶ نشان داده شده است. سربرگهای تازه و سیلو شده چغندر هردو خوراکی مطبوع هستند و ممکن است برای تعلیف همه حیوانات پستاندار نشخوارکننده مورد استفاده قرار گیرند. از نظر انرژی ۱۰ کیلوگرم سربرگ سیلو شده معادل ۱/۵ کیلوگرم جو انرژی دارد.

جدول ۱-۱۶ اثر مقادیر مختلف سیلیکات در برگ چغندر سیلو شده (تخمیر شده) روی قابلیت هضم (ارزش هضمی D-Value) و توان انرژی سوخت ساز (ME)

سیلیکات به درصد ماده خشک	ارزش هضمی	انرژی سوخت و ساز مگاژول به کیلوگرم ماده خشک
۵	۶۵	۱۰/۱
۱۵	۵۷	۸/۸
۲۵	۴۹	۷/۶

جدول ۲-۱۶ تجزیه طوقه و برگ چغندر قند تازه و سیلو شده

تازه		سیلو شده	
برگ	برگ و طوقه	برگ	برگ و طوقه
۱۲-۱۴	۱۴-۱۶	۱۶-۱۸	۱۵-۱۹
خشتی	خشتی	۳/۸-۴/۰	۳/۸-۴/۲
ماده خشک (DM)			
pH			
در ماده خشک			
۱۴-۱۶	۱۳-۱۵	۱۴-۱۸	۱۲-۱۶
پروتئین خام %			
۵-۱۵	۵-۱۳	۱۰-۲۵	۷-۲۵
سیلیکات %			
۲۰-۳۰	۲۴-۴۵	۲۵-۳۵	۲۸-۴۸
MAD فیبر %			
۸/۵-۱۰/۱	۸/۱۰-۹/۵۰	۸/۱۰-۹/۵	۷/۸-۹/۲
(MJ/Kg DM) ME			
۵۵-۶۵	۵۵-۶۵	۵۰-۶۰	۵۰-۶۰
ارزش هضمی			

فیبر اصلاح شده با اسید = MED

۲-۲-۱۶ تغذیه سربزرگ چغندرقند

گاوهای شیری

در صورتی که سربزرگ چغندرقند برای تغذیه گاوهای شیری در نظر گرفته شود بایستی بتدریج به جیره غذایی آنها اضافه گردد. نظرات و داستانهای زیادی در مورد اینکه برگ چغندرقند باعث آلودگی شیر می شود وجود دارد. آقای اندرسون^۱ در تحقیقاتی که در ۴۴۴ مزرعه در سوئد انجام داد اظهار داشت که برگ چغندرقند هیچگونه اثری روی کیفیت شیر، بهداشت و مزه و یا بوی شیر ندارد. میزان جیره غذایی برای هر راس گاو در اوائل و اواسط شیردهی ۲۰ کیلوگرم در روز می باشد. البته از مقادیر بیشتری می توان برای گاوهایی که در اواخر دوره شیردهی و یا به هنگام خشک شدن شیر می باشند استفاده کرد.

گاوهای گوشتی

مطالعات زیادی در مورد تغذیه گاوهای گوشتی با برگ چغندرقند در ایستگاه کشاورزی نورفولک^۲ انجام شده است (نوتال و استیونس^۳ ۱۹۸۳). گاوهائی را که بین ۳۰۰ تا ۳۵۰ کیلوگرم وزن زنده دارند می توان بدون هیچ محدودیتی با برگ چغندر تغذیه نمود، سیلاژ همراه با ۲ تا ۳ کیلوگرم کنسانتره یا انرژی بالا برای هر راس دام می تواند باعث افزایش وزن بین ۰/۹ تا ۱/۳ کیلوگرم در روز بشود و حتی گزارش شده است نرخ افزایش وزن زنده در دامهای هرفورد و فریزن^۴ با وجود مصرف کمتری از مکمل کنسانتره (۱/۲۵ کیلوگرم/راس/روز) در حد معقولی بوده است. مقادیر زیادی از برگهای تخمیر شده بدون اینکه اثر منفی در هضم و یا در ترکیب بدن و یا لاشه دام داشته باشد می تواند به تغذیه دام برسد.

گوسفند

معمولاً تعلیف گوسفندا با برگ چغندرقند در مزرعه و بلافاصله بعد از برداشت انجام می شود. به منظور جلوگیری از تجمع باکتریها در معده آنها بایستی مدت تعلیف با برگ چغندر را محدود نمود. تقریباً پس از ده روز بدون هیچگونه عوارض ناخوشایندی، می توان گوسفندان را تعلیف کرده و در هر هکتار ۱۲۵ تا ۱۷۵ میش را چراند. از چغندرقند سیلو شده می توان برای تعلیف میش های شیرده و یا گوسفند پرواری استفاده کرد. نرخ متوسط تعلیف بین ۳ تا ۵ کیلوگرم وزن تازه برای هر راس است.

1-Andersson

2-Norfolk

3-Nuttal and Stevens

4-Hereford and Friesion

خوک

خوکها فقط می‌توانند از برگهای چغندر قند در حد محدودی استفاده کنند. طبق تحقیقات اسمیتز و هاگسما (۱۹۸۰)^۱ فقط ۵۵٪ پروتئین خام (CP) و ۷۰٪ مواد آلی (OM) برگ چغندر قند قابل هضم است. بنابراین برگ چغندر در جیره غذایی خوکها بایستی در نهایت صرفه‌جویی و دقت انجام شود.

۳-۱۶ تفاله چغندر قند

بعد از برداشت، ریشه چغندر قند به کارخانه تحویل داده می‌شود. پس از شستن ریشه‌ها در کارخانه، آنها را به صورت رشته‌های باریکی بنام خلال در می‌آورند. سپس خلالها را با آب داغ مخلوط کرده و شکر آن را بوسیله دیفوزیون استخراج و محلول شکر برای تولید به مرحله بعدی هدایت می‌شود. خلال عاری از قند که به تفاله آبدار معروف است پایه غذایی پرارزشی برای حیوانات می‌باشد. تفاله آبدار را می‌توان به‌طور مستقیم و یا پس از جدا کردن آب آن بوسیله پرسهای سنگین به صورت تفاله تر به چغندرکاران فروخت. همچنان می‌توان برای تعلیف، تفاله تر را تازه و سیلاژ شده و یا آنرا خشک کرده و به صورت تفاله خشک درآورد. در بعضی کشورها تفاله تر را ابتدا با ملاس مخلوط کرده سپس خشک می‌کنند. تفاله خشک ملاس‌دار در انگلستان و ایرلند تا حدی طالب دارد. تجزیه کامل و ارزش غذایی آن در بخش ۲-۵-۱۶ گزارش شده است.

۱-۳-۱۶ ویژگیهای تفاله چغندر قند

تفاله چغندر قند در سیستم غذایی حیوانات به یکی از سه صورت زیر که فقط اختلاف آنها در میزان ماده خشک آنها است مصرف می‌شود:

تفاله آب‌دار	۱۲-۶٪ ماده خشک
تفاله تر یا پرس شده	۳۰-۱۸٪ ماده خشک
تفاله خشک	۹۲-۸۷٪ ماده خشک

تفاله آبدار

ماده خشک کم تفاله آبدار بدان معنی است که میزان آب آن زیاد است. بنابراین نگهداری و جابجایی آن همواره با مشکلاتی همراه خواهد بود. از صفات بارز آن قابلیت هضم و انرژی‌زایی آن است که می‌توان آنرا به صورت تازه برای تعلیف حیوانات نشخوارکننده و خوکها مورد

استفاده قرار داد. تفاله آب‌دار در حد بسیار زیادی در دانمارک تولید و همراه با سایر علوفه‌های کشت شده در مزرعه مصرف می‌شود. اگر بخواهند تفاله آب‌دار را به حالت تخمیر در آورند بهتر است که آنرا در گودالی سیلو کنند و از آنجائیکه دارای میزان قند بالایی است و عمل تخمیر به خوبی انجام می‌شود به افزودنی‌های تخمیری نیازی نیست.

تفاله پرس‌شده، یا تر

تفاله تر در تمام اروپا تولید و غذای مطلوبی برای دامهای کشاورزان است. همانند تفاله آب‌دار صفت بارز تفاله تر میزان انرژی و قابل هضم بودن آن است. تراکم بالای ترکیبات تفاله تر پرس شده که ناشی از رطوبت کم آن می‌باشد، برای حیوانات با نیاز غذایی بیشتر نیز مناسب‌تر می‌باشد. اگر بخواهند تفاله تر را به صورت تازه مصرف کنند، بایستی تعلیف طی ۵ تا ۷ روز انجام شود. سطح خارجی تفاله تر که با هوا در تماس است شروع به کپک زدن کرده و فاسد می‌شود این فساد در شرایط گرم و مرطوب در زمان سیلو کردن سریعتر انجام می‌شود.

انبار کردن تفاله پرس‌شده یا تر

به منظور نگهداری صحیح تفاله تر رعایت یک سری موارد الزامی است به‌طوری که با رعایت این موارد ضایعات توده تفاله تر به حداقل می‌رسد. مهمترین نکاتی که بایستی مورد توجه قرار گیرند:

۱- انبار تفاله بایستی طوری ساخته شود که دارای زهکش یا راه آب اختصاصی در کف انبار باشد.

۲- انبار تفاله بایستی بسرعت پر شود.

۳- در زمان پر کردن سیلو تفاله بایستی فشرده شود تا هوای داخل آن کاملاً خارج گردد.

۴- سطح انبار را بایستی بلافاصله بعد از پر شدن با ورقه پلاستیکی پلی‌اتیلن پوشانید و وزنه‌هایی روی آن قرار داد تا هوایی که در سطح انبار وجود دارد خارج گردد.

۵- به منظور جلوگیری از تخمیر ثانوی در زمان استفاده از سیلو، بایستی محل برداشت تفاله ترش شده را در حداقل ممکن نگاهداشت.

با رعایت این ضوابط سیلاژی با کیفیت مطلوب حاصل می‌شود به‌طوری که می‌توان تا ۹۰٪ ماده خشک تفاله پرس شده اولیه را در سیلو حفظ کرد (هارلند ۱۹۸۱). وزن مخصوص تفاله تر سیلو شده حدود یک تن در متر مکعب است.

تفاله تر معمولاً نیازی به مواد افزودنی تخمیری ندارد. درصد قند ۶ تا ۱۲٪ برای تخمیر

خوب کافی است. آلودگی میکروبی بسرعت بوسیله لاکتوباسیلها^۱ شروع و تولید اسید لاکتیک فوراً انجام می‌شود که این امر باعث کاهش PH تا ۴/۲-۳/۶ و پایداری سیلاژ می‌گردد. از آنجا که معمولاً تخمیر بسرعت صورت می‌گیرد و اسید لاکتیک معمولاً غالب است، لذا تخمیر بوتیریک سیلاژها بندرت اتفاق می‌افتد.

گاهی که تفالیه تر در سیلو نگهداشته شود، تفالیه‌ای با بافت و تاروپود چرب تولید می‌شود. علت آن است که بعضی از ترکیبات فیبری در هم ریخته و در نتیجه ساختمان آن از هم پاشیده شده است (هاکسما ۱۹۸۸). تصور می‌شود علت این در هم ریختگی فعالیت باکتری‌های گرمادوست باشد. در صورتی که ماده خشک تفالیه تر پائین باشد حرارت را بسختی منتقل نموده و دمای بالا در سیلو می‌تواند باعث از هم پاشیدگی شود. سیلاژهای چرب کمتر مطبوع حیوانات قرار می‌گیرند به علاوه جابجا کردن آن با مشکلاتی همراه است. در یک سیلوی خوب تخمیر شده، ممکن است توده‌های خاکستری تا سبز رنگ به بزرگی توپ فوتبال به وجود آید که علت تولید آنها روشن نیست و بهتر است از تغذیه حیوانات با آنها صرف‌نظر شود.

تفالیه خشک چغندر قند

در صورتی که تفالیه تر خشک شود، ماده غذائی پایداری بدست می‌آید که بدون این که اثرات ناخوشایندی در ارزش غذائی آن به وجود آید می‌توان مستقیماً مصرف نموده و یا اینکه تا یکسال در سیلو نگهداشته شود. معمولاً تفالیه خشک به صورت پلت^۲ با قطر ۸ میلی‌متر تولید می‌شود. پلت برای استفاده در سیستم‌های اتوماتیک بسیار مناسب است. براساس ماده خشک تفالیه تر و تفالیه خشک دارای ارزش غذائی برابر می‌باشند. انتخاب هریک از آنها بستگی به شرایط و سیستم تغذیه دامها دارد.

۲-۳-۱۶ تجزیه و ارزش غذائی تفالیه چغندر قند

تفالیه چغندر قند تامین‌کننده دو انرژی مورد نیاز حیوانات است که در مرحله نخست بستگی به ساختمان کربوهیدراتهای چغندر قند و فیبر قابل هضم آن دارد. هرچند حیوانات فاقد آنزیم لازم برای شکستن فیبر و تولید انرژی می‌باشند ولی در شیر معده آنها میکروارگانیسمهایی مثل باکتریها وجود دارد که این عمل را انجام می‌دهند. این باکتریها در شکمبه (معده نخستین) گوساله و گوسفند و در روده خوکها و اسبها (مونوگاستریک^۳) وجود دارند که برای حیوانات اهلی فیبر را قابل جذب می‌کنند.

رشته‌های فیبر در ریشه چغندر قند به طور کامل به حالت خشبی در نمی‌آیند. تفاله چغندر قند از پکتین و پلی‌همی سلولز و پلی‌سلولز تشکیل شده است که تقریباً همه آنها بوسیله باکتریها قابل هضم می‌شوند. درجه هضم فیبر چغندر قند برای گروه نشخوارکنندگان (آداس^۱ ۱۹۷۶) و خوکها (لانگ‌لند^۲ همکاران ۱۹۷۸) تقریباً ۹۰٪ است. در رژیم غذایی حیوانات تفاله چغندر قند بخاطر بالابودن میزان فیبر و نداشتن اثر منفی در میزان انرژی رل مهمی را بازی می‌کند.

ترکیب دو عامل انرژی زیاد و فیبر در تفاله چغندر قند آن را در میان سایر اجزاء تشکیل دهنده خوراک دام از مقام بالائی برخوردار می‌سازد. هضم‌پذیری تفاله چغندر قند در مقایسه با سایر غذاها در جدول ۳-۱۶ نشان داده شده است. در این جدول ارقام مربوط به تفاله‌تر با ارقام منتشره در سایر منابع مطابقت دارد (هاکسما^۳ ۱۹۸۸). مقایسه ارزش غذایی تفاله‌تر و تفاله خشک در جدول ۴-۱۶ دیده می‌شود.

۳-۳-۱۶ تغذیه تفاله چغندر قند

در مرحله اول تفاله چغندر قند به عنوان یک منبع انرژی در جیره غذایی چهارپایان اهلی استفاده می‌شود. معه‌ها پیشنهاد شده است که مثل علوفه‌های خشک (یونجه خشک) و یا کاه که درجه هضم‌پذیری کمتری دارند به جیره غذایی نشخوارکنندگان اضافه شود تا ارزش هضمی آنها افزایش یابد. تفاله تعداد و نوع باکتری‌های حلال فیبر در شکمبه حیوانات را افزایش داده و در نتیجه هضم منظم و استفاده از تمام فیبر در جیره غذایی میسر می‌گردد. این امر گوسفند را قادر می‌سازد که کاه بیشتری مصرف کرده و مقدار آن از ۴۱۴ گرم به ۵۰۵ گرم ماده خشک در روز افزایش یابد (زیلویا و اورسکو^۴ ۱۹۸۵). مطالعات گروه آبردین^۵ هم نشان می‌دهد که تفاله خشک چغندر قند همراه با مقدار زیادی کاه که با آمونیم آغشته شده باشد اثر کاهنده کمتری روی هضم جو روی کاه دارد (قامی^۶ و همکاران ۱۹۸۴).

بنابراین تفاله چغندر قند هم هضم‌پذیری و هم کیفیت علوفه‌های کم‌ارزش را از نظر غذایی مثل کاه بهبود می‌بخشد. سایر فیبرهائی که اثر قابل رقابتی داشته باشند هنوز شناخته نشده‌اند و این سهم منحصر بفرد و پراهمیت مختص فیبر چغندر قند است که می‌تواند جزء جیره غذایی چهارپایان قرار گیرد.

1-ADAS
4-Silvia and Orskov

2-Langland
5- Aberdeen

3- Haaksma
6- Fahmay

جدول ۳-۱ مواد آلی قابل هضم در ماده خشک بعضی از خوراکهای معمولی حیوانات

نوع خوراک	مواد آلی قابل هضم در ماده خشک
خوراک چغندر قند ملاس دار خشک	۸۲
تفاله خشک چغندر	۸۰
تفاله تر	۸۱
ملاس (چغندر)	۸۳
ملاس (نیشکر)	۷۰
پاتال عصاره جو	۷۱
جو	۸۲
خوراک گلو تن ذرت	۷۷
کاه (جو)	۴۵
کاه آغشته شده به NaOH هیدروکسید سدیم	۵۸
ماخذ * استگ و واندرمیر (۱۹۸۵) ** واینمن، دوی و بریور (۱۹۸۴)	

جدول ۴-۱ تجزیه و ارزش غذایی تفاله تر و تفاله خشک

تفاله خشک	تفاله تر	
۸۷-۹۲	۱۸-۳۰	ماده خشک %
		در ماده خشک:
۹۹	۱۰۴	پروتئین خام گرم در کیلوگرم
۸	۹	روغن گرم در کیلوگرم ماده خشک
۲۴۴	۲۸۳	فیبر (با اسید تخمیر شده باشد) ^۱ MAD گرم/کیلوگرم
۱۲/۷	۱۲/۳	انرژی قابل سوخت و ساز ^۲ ME مکازول در کیلوگرم

گاوهای شیری

معمولاً چنین فرض می‌شود که جذب ماده خشک برابر از تفاله تر و تفاله خشک در صورتی که به مصرف چهارپایان اهلی برسد رفتار مشابهی دارند. در یکی از چندین طرحهای مقایسه‌ای مشاهده گردید که گاوهای شیری آزمایش شده وقتی ۵ کیلوگرم ماده خشک به یکی از دو صورت (تفاله تر یا خشک) به آنها خورانده شد دیگر تمایلی به خوردن نداشتند. همچنین نشان داده شد کاهش پروتئین در تفاله خشک و تفاله تر به ترتیب حدود ۰/۰۷ و ۰/۰۶ بود که

1 - Modified acid detergent 2 - Metabolisable energy

تفاوت قابل ملاحظه‌ای است (همینگوی^۱ و همکاران ۱۹۸۶) بنظر می‌رسد قابل استفاده بودن پروتئین تفاله در معده به‌طور معنی‌داری در اثر خشک شدن تغییر یابد، هرچند که روشن نیست در عمل هم این تغییر معنی‌دار است یا خیر. جذب تفاله در این آزمایش نماینده حدود ۲۵٪ کل ماده خشک بود ولی پروتئین خام هم سهم کمی در آن داشت.

در یک آزمایش دیگر جیره برابر از تفاله تر و خشک خورانده شد. تفاوت دو خوراک اثری روی تولید شیر و یا ترکیبات آن نداشت. لیکن گاوهای که تفاله تر مصرف کرده بودند در اوایل دوره شیردهی ماده خشک کمتری جذب نمودند که در نتیجه دارای انرژی منفی بودند و وزن بیشتری از دست دادند (ویسر و تامینگ^۲ ۱۹۸۷) ۲۵٪ ماده خشک جذبی گاوهای شیری را می‌توان بطرز رضایت‌بخشی با خوراندن تفاله چغندر قند تامین نمود (استگ و همکاران ۱۹۸۵) و در این صورت می‌توان با بالا بردن میزان انرژی در جیره غذایی تا اندازه‌ای کیفیت بد علوفه‌ها را جبران نمود.

گاوهای گوشتی

تفاله چغندر قند خوراک مناسبی برای گاوهای گوشتی و مکملی برای پروتئین و مخلوط ویتامین‌ها و مواد معدنی در حد نیازهای معمولی است. بنابراین تفاله می‌تواند سهم بزرگی از جیره غذایی را تشکیل دهد. اگر در اواخر رشد به گاوهای گوشتی تا میزان ۴۰ کیلوگرم تفاله تر در روز معادل ۱۰ کیلوگرم ماده خشک و حدود ۸۰٪ ماده خشک جذبی خورانده شود، بخوبی رشد کرده و روزانه هر راس بین ۱/۵-۱/۲ کیلوگرم اضافه وزن زنده خالص خواهند داشت (هارلند ۱۹۸۱). گاوهای تر با وزن زنده ۶۲۱-۲۹۷ کیلوگرم در صورتی که با تفاله تر و یا تفاله خشک (۷۵/۰ کیلوگرم ماده خشک نسبت به ۱۰۰ کیلوگرم وزن بدن) همراه با کنسانتره پروتئین تغذیه شوند اضافه وزن پیدا خواهند کرد. اختلاف معنی‌داری در بین گروه‌هایی که با تفاله تر، و آنهایی که با تفاله خشک تغذیه شده بودند وجود نداشت (بوک^۳ و همکاران ۱۹۸۴) تفاله تر برای گوساله‌های سه ماهه هم مطبوع است و برای تمام حیوانات به خوبی قابل قبول بوده و هیچگونه اثر ناخوشایندی روی روند رشد و یا روی وزن خالص آنها ندارد (نوتال ۱۹۸۱).

گوسفند

در جیره غذایی بره‌های پرواری و در حال رشد می‌توان از مقادیر زیادی تفاله چغندر قند استفاده کرد. وقتی که تفاله چغندر قند جایگزین ۸۱٪ غله در جیره غذایی بره‌های پرواری گردید، افزایش وزن زنده بدست آمده مشابه شاهد بود و کارآئی جیره غذایی و همچنین کیفیت لاشه رو به بهبود نهاد (تری و برون^۴ ۱۹۸۳).

1- Hemingway

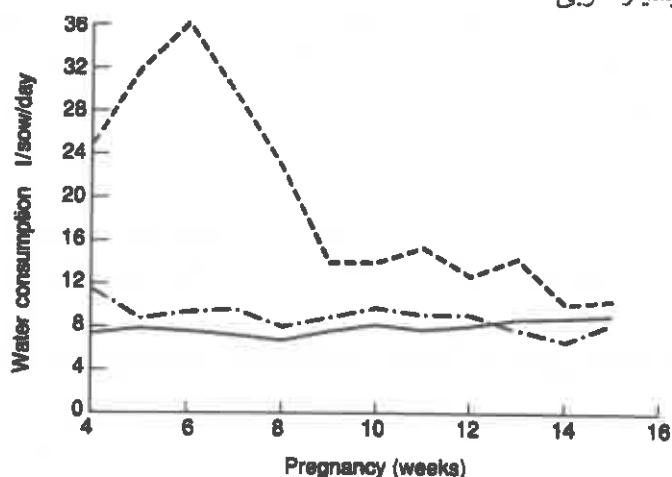
2-Visser and Tamminga

3-Boucq

4-Therie and Brunn

خوک

در گذشته عقیده بر این بود که خوکها فقط به میزان محدودی می‌توانند از خوراکهای فیبری استفاده کنند. ولی اخیراً مدارکی ارائه شده است که در جیره غذایی خوکهای در حال رشد بدون اینکه اثرات سوئی در رشد و ضریب استفاده از انرژی آنها به وجود آید می‌توان تا ۱۵٪ تفال تر و یا تفال خشک منظور نمود (لانگ‌لند و همکاران ۱۹۸۸، اسمیتز و سی‌بک^۱ ۱۹۸۷، هاکسما ۱۹۸۸). از این گذشته ادواردز^۲ و همکاران (۱۹۹۱) و لو^۳ و همکاران (۱۹۹۰) نشان داده‌اند که مصرف ۱۵٪ تفال خشک چغندر قند در جیره غذایی بچه خوکها که فقط سه هفته از عمر آنها گذشته نتیجه بسیار خوبی داده است.



دوره آبستنی (هفته)

شکل ۱-۶ مصرف متوسط آب (در غذا و آب شرب) به لیتر برای یک خوک ماده در روز و تئیکه تفال تر مصرف شده باشد

— ۷/۵ کیلوگرم تفال تر

--- ۳/۷۵ کیلوگرم تفال تر

... صفر کیلوگرم تفال تر

در ماده خوکهای اصلاح شده ضریب استفاده از فیبر بیشتر از خوکهای در حال رشد می‌باشد و مصرف تفال چغندر قند در جیره غذایی خوکهای ماده نتیجه خوبی داده است (اسمیتز و سی‌بک ۱۹۸۷، ادواردز و همکاران ۱۹۸۹، کلوز^۴ و همکاران ۱۹۹۰).

1- Smits and Sebek

2- Edwards

3- Law

4- Close

در آزمایشهایی که در آنها $3/75$ و یا $7/5$ کیلوگرم تفاله تربه جیره غذایی ماده خوکها اضافه شده بود. همچنانکه مصرف تفاله افزایش می یافت مصرف آب کاهش پیدا می کرد (هاکسما ۱۹۸۸، شکل ۱-۱۶). کاهش مصرف آب همچنین باعث می شود تولید فضولات دامی که از نظر زیست محیطی مسئله بسیار مهمی مخصوصاً برای کشورهای مثل هلند است، کاهش پیدا کند.

یکی دیگر از منافع اضافه کردن تفاله چغندرقند به غذای ماده خوکها، مصرف زیاد غذا در دوره شیردهی است که موجب افزایش وزن بچه خوکها در موقع تولد، رشد سریع آنها و سیری دام در دوره بارداری می شود (ادواردز و همکاران ۱۹۸۹، کلوز و همکاران ۱۹۹۰). حد اعتدال میزان مناسب تفاله چغندرقند تا 15% ماده خشک جذبی می تواند با موفقیت در جیره غذایی خوکهای پرواری اضافه شود اما بیش از آن برای ماده خوکهای اصلاح شده (تا 40% به ماده خشک جذبی) مناسب است. تحقیقات در این زمینه و تعیین منافع مصرف تفاله چغندرقند لازم است مورد بررسی بیشتر قرار گیرد.

۴-۳-۱۶ مصارف دیگر تفاله چغندرقند

اخیراً تفاله چغندرقند به عنوان غذای فیبردار و خوشمزه جزء غذاهای انسان قرار گرفته است. اضافه کردن فیبر چغندرقند به جیره غذایی اشخاصی که مورد آزمایش قرار گرفته اند تغییرات فیزیولوژیکی معنی داری در آنها سبب شده است از قبیل کاهش میزان پلاسما، گلوکز و کلسترول خون (مورگان^۱ و همکاران ۱۹۸۸). اثر فیزیولوژیکی فیبر چغندر اخیراً توسط هارلند (۱۹۸۹) مورد بررسی قرار گرفته است.

با علاقه مندی که اخیراً به وجود فیبر در رژیم غذایی انسان نشان داده شده است و با توجه به تلفات ناشی از گرفتگی عروق کرونر، فیبر چغندرقند در آینده سهم معنی داری در رژیم غذایی و سلامت انسان خواهد داشت.

۴-۳-۱۶ ملایس چغندرقند

آخرین پس آب در فرآیند چغندرقند ملایس نامیده می شود. با استفاده از روشهای معمولی از ملایس نمیتوان شکر را به صورت کریستال بدست آورد. ملایس مایعی سیاه و چسبنده است که برای تغذیه دام و یا تولید فرآورده های تخمیری به مصرف میرسد. ملایس تولیدی در کارخانه $85-80\%$ ماده خشک دارد و دارای گرانیروی (ویسکوزیته) بالائی است به همین دلیل کارکردن با آن در دمای معمولی خیلی مشکل است و برای فروش آن بمنظور مصرف در مزرعه و یا آسیابهای تهیه خوراک دام، آنرا تا بریکس 75% رقیق می کنند.

۱-۴-۱۶ تجزیه و ارزش غذایی ملاس چغندر قند

ترکیب شیمیایی که برای ملاس گزارش شده است از تنوع زیادی برخوردار است. این موضوع را در جدول ۵-۱۶ می‌توان دید. این جدول تجزیه تعداد مختلفی جیره‌های غذایی دامی در اروپا را نشان می‌دهد. آخرین ارقام حاکی است که قابلیت هضم پروتئین حدود ۷۷٪ و قابلیت هضم ماده خشک حدود ۹۰٪ است. که نشان می‌دهد حیوانات نشخوارکننده به راحتی می‌توانند از ملاس استفاده کنند. ترکیب پروتئین ملاس، دارای سه جزء اصلی است: بتائین ۲۷٪، اسیدهای آمینه ۳۳٪ و سایر مواد ۳۵٪. اعتقاد بر این است که ترکیبات ازته، به ملاس طعم و بوی خاک ویژه‌ای می‌دهد.

جزء عمده مواد خشک ملاس را، ساکارز تشکیل می‌دهد که میزان آن حدود ۵۰٪ است. همچنین مقدار اندکی قندهای احیاء کننده و رافینوز در ملاس وجود دارد. آخرین جزء مهم مواد بدون ازت ملاس خاکستر است. پتاسیم و سدیم بیشترین سهم را در مواد مغذی ملاس دارند. میزان آنها نسبتاً بالا است (به ترتیب ۵۵ و ۱۱ گرم در کیلوگرم) و ممکن است در صورت زیاده‌روی در مصرف ملاس موجب اسهال در دامها شود. مقدار ویتامین ملاس کم است و کمک چندانی در تامین ویتامین مورد نیاز دامها نخواهد کرد. تشخیص واقعی ارزش غذایی ملاس خیلی مشکل است، زیرا از ملاس فقط می‌توان به عنوان مکمل جیره غذایی، که میزان آن حدود ۲۰٪ است استفاده نمود.

جدول ۵-۱۶ میزان ماده خشک، خاکستر، پروتئین و قابلیت هضم ملاس چغندر قند مطابق با جدول غذایی اروپایی

ماده خشک	خاکستر	پروتئین خام	درصد قابلیت هضم	پروتئین خام	ماده خشک
(گرم در کیلوگرم)	(گرم در کیلوگرم ماده خشک)		%		%
۷۵۰	۹۰	۶۹	۷۹	۳۴	انگلستان ۱
۷۶۳	۱۳۶	۱۱۷	۸۸	۷۷	انگلستان ۲
۷۷۵	۱۰۳	۱۱۶	۸۹	۶۰	فرانسه ۳
۷۷۰	۱۳۷	۹۹	۹۴	۷۱	دانمارک ۳
۷۶۴	۱۴۰	۱۱۰	۹۰	۶۵	هلند ۲
۸۰۳	۱۴۸	۹۰	۹۲	۷۶	هلند ۳
۷۷۰	۱۳۱	۱۰۸	۸۶	۵۸	آلمان ۳

منابع: ۱ MAFF(1986)
 ۲ Given
 ۳ Steg et al.(1985)

در تغذیه گوسفند با ۲۰٪ ملاس، گیون^۱ (مکاتبه شخصی) میزان انرژی قابل هضم (DE) را ۱۳/۵ مگاژول در کیلوگرم ماده خشک بدست آورد، در حالیکه استگ و واندرمیر^۲ (۱۹۸۵) در یک بررسی دیگر که در آن ۱۵ تا ۳۰٪ ملاس در جیره غذایی (یونجه خشک) استفاده شده بود رقم بالاتری برابر ۱۴/۹ مگاژول در کیلوگرم ماده خشک بدست آوردند. بررسی منابع توسط هارلند^{۱۹۸۸} نشان می دهد که مصرف ملاس در حد متوسط ۱۰٪ ارزش غذایی برابری با غلات دارد و رقمی که توسط استگ پیشنهاد شد به ارزش واقعی نزدیک تر است.

۲-۴-۱۶ میزان خوراک ملاس چغندر قند

گاوهای شیری

ملاس چغندر غذایی است پرانرژی و خوشمزه، و به نظر میرسد مصرف آن در حد ۱۰ تا ۱۵٪ در جیره غذایی اثر سوئی نداشته باشد. مصرف بیش از حد ممکن است در اثر تجزیه بتائین به تری متیل آمین (طعم ماهی دارد) موجب طعم بد شیر گردد. معهذاً به عنوان یک ماده افزودنی در تهیه سیلاژ عملاً مسئله ای نخواهد داشت.

اخیراً استفاده از ملاس در کنسانتره غذایی گاوهای شیری مورد بررسی قرار گرفته و توصیه شده است که افزودن قند می تواند موجب بهبود سنتز میکروبی پروتئین بشود (نیوبلد^۳ و همکاران ۱۹۸۸) مصرف ملاس معادل ۱۴۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک نشان داده است که میزان خوراک گاوهای شیری افزایش یافته و نتیجه آن افزایش کیفیت و محصول شیر بوده است (نیوبلد و همکاران). منافع این کار قبل از اینکه استفاده از این جیره غذایی توسعه یابد نیاز به بررسی و تحقیق بیشتری دارد.

گاوهای گوشتی

در جیره غذایی گاوهای گوشتی میزان قند در ملاس تعیین کننده مقدار مصرف آن است. این بدان علت است که تخمیر شکر در اثر توانائی بالائی که میکروارگانیسمها دارند افزایش می یابد و در نتیجه میزان تولید اسید بوتیریک افزایش یافته و میزان اسید پروپیونیک کاهش می یابد. پیشنهاد شده است صرف نظر از توانائی دام در مصرف هر نوع اسید از آنجائیکه از نظر فیزیولوژیکی، دام توانائی آن را ندارد که میزان بالای اسید بوتیریک را تحمل کند، ممکن است غلظت بالای اسید بوتیریک منجر به تولید ذرات کتون^۴ شده و ضریب مصرف انرژی را برای رشد و چاق شدن کاهش دهد. همچنین افزودن اوره به جیره غذایی ممکن است بر شدت تولید

1-Gyiven

2- Steg and Vander Meer

3- Newbold

4- Ketone

پروپونات^۱ بیافزاید و میزان کتوجنیک و اسیدهای چرب فرار را کاهش داده و برای چاق شدن منجر به استفاده بیشتر از ملاس بشود (خیدیر^۲ و همکاران ۱۹۸۲). وقتی که مقدار ملاس قابل ملاحظه‌ای به گاو خورانده شود، برای آسان کردن نشخوار بایستی قسمتی از جیره غذایی به صورت علف خشک باشد. در این رابطه در آزمایشها، کیفیت علوفه یونجه، نسبت به پوست دانه جو دوسر و کنجاله پنبه تا حدودی بالاتر بود (بورج و لنگ^۳ ۱۹۸۱).

در طرحی که در آن گاوهای نر، وزنی حدود ۴۰۰ کیلوگرم داشتند و روزانه ۰/۶ تا ۲/۴ کیلوگرم ملاس چغندر در هر ۱۰۰ کیلوگرم وزن زنده به آنها خورانده شده بود، هیچگونه اثر ناخوشایندی در سلامتی آنها حتی در بالاترین میزان به وجود نیامد (رویز^۴ و همکاران ۱۹۸۰). کارالزوس و سوان^۵ (۱۹۷۰) اظهار میدارند که ملاس را می‌توان تا ۲۰٪ ماده خشک جیره غذایی متشکل از غله و علوفه بدون هیچگونه اثر ناخوشایندی و یا کاهش قابلیت هضم برای دامهای نشخوارکننده داشته باشد اضافه نمود. این موضوع اخیراً نیز مورد تأیید قرار گرفته است. جیره غذایی که دارای ملاس باشد، از قابلیت هضم ماده خشک بالاتری برخوردار و دارای ضریب سنتز میکروبی ازت بالایی نیز است. وجود ملاس دامنه pH را در معده افزایش می‌دهد و به کاهش زمان عقب افتادگی تجزیه ماده خشک علوفه خشک و سیلو شده کمک می‌کند (هوتی تانن^۶ ۱۹۸۸). این موضوع تحقیقات هیتنر و دی‌هوریتی^۷ (۱۹۸۳) را که در آزمایشگاه کاهش میزان سلولز در کشت خالص باکتری معده را مشاهده کردند تأیید می‌کند. بنابراین تا ۲۰٪ ملاس را می‌توان به علوفه خشک و جیره غذایی مخلوط گاوهای گوشتی بدون هیچگونه اثر ناخوشایندی اضافه نمود و حتی تا اندازه‌ای برای دامها منافع هم دارد.

اسب

چندین سال پیش گزارش شده بود که میزان مطمئن ملاس در جیره غذایی اسبها ۱۰ تا ۱۶/۵٪ است. موريسون^۸ (۱۹۳۶). با این حال اخیراً میزان ملاس مصرفی توصیه شده به مراتب کمتر است.

تحقیقاتی در کالج وارویکشایر^۹ در این رابطه انجام گرفته است. تعدادی اسب و یابو تاتوتی در یک دوزه با ملاس تا حداکثر یک کیلوگرم ملاس برای هر راس در روز تغذیه شدند. میزان ملاس به طور متوسط معادل ۱۰٪ خوراک دریافتی بود. مقادیر بیشتری ملاس موجب خوردن آب بیشتر و رقیق شدن مدفوع می‌شود هرچند که این موضوع چندان جدی نیست که

1- Propionate

2- Khidir

3- Bereridge and Leng

4- Ruiz

5- Karalzos and Swan

6- Hutitanen

7- Hitner and Dehrority

8- Morrison

9- Warwickshire

سبب پریشانی اسبها شود (پیل نر^۱ و هارلند، مشاهدات به چاپ نرسیده). افزودن ملاس به جیره غذائی اسبها امروزه به اندازه‌ای که موریسون ۱۹۳۶ توصیه کرده است بنظر غیرممکن می‌رسد. بنابراین حداکثر میزان ملاس تا ۱۰٪ احتمالاً قابل قبول خواهد بود.

غیرنشخوارکنندگان

میزان استفاده از ملاس در جیره غذائی خوکها، مرغ و خروسها معمولاً بخاطر ریسک رقیق شدن مدفوع و یا اسهال از محدودیت خاصی برخوردار است. این موضوع نه بخاطر اثر قند موجود در ملاس بلکه بیشتر بخاطر وجود پتاسیم و سدیم زیادی است که در ملاس وجود دارد. اوینگ^۲ (۱۹۶۳) اظهار میدارد که نمکهای قلیائی در ملاس چغندر قند اثر ملینی در مرغ و خروسها می‌گذارد. کوئرو^۳ و همکاران (۱۹۷۳) اظهار داشتند که ملاس نیشکر فاقد مواد معدنی است ولی اثر ملینی دارد. بنابراین پیشنهاد شده است چنانچه این موضوع مربوط به خود ملاس باشد ممکن است الیگوساکاریدها، رافینوز و یا ترکیبات ازته موجب آن باشند. از ملاس چغندر برای تغذیه جوجه‌های رو به رشد و مرغ‌های تخمی از ۱۰ تا ۲۰٪ بدون هیچگونه اثر ناخوشایندی استفاده شده است (کشاورز^۴ و همکاران ۱۹۸۰) و تا ۳۴/۵٪ ملاس چغندر در جیره غذائی مرغ و خروسها می‌توان استفاده کرد. میزان اسیدهای آمینه و مواد معدنی در جیره غذائی بایستی دقیقاً با میزان آنها در ملاس برابری داشته باشد (والدراپ^۵ ۱۹۸۱). برای مرغ‌های تخمی افزودن ملاس در مقادیر بالا از حساسیت کمتری برخوردار است و مصرف ملاس تا ۱۵٪ اثر ناخوشایندی روی مزه تخم مرغ نداشته است ولی در اثر مصرف ملاس ۲۰ تا ۳۰٪ تخم مرغ‌ها ترک کمی بومیدارند که این در حد قابل قبولی است (والدراپ ۱۹۸۱). توصیه شده است که می‌توان به جیره غذائی جوجه‌های رو به رشد ۱۰٪ و به جیره غذائی مرغ‌های تخمی ۲۰٪ ملاس اضافه نمود.

برای خوکها سطح مطمئن اضافه نمودن ۵٪ به رژیم غذائی خوکهای در حال رشد و ۱۰٪ به رژیم غذائی خوکهای بالغ (یانگ و لی ۱۹۸۲). مقدار بیشتر ممکن است مصرف گردد لیکن ممکن است مشکلاتی از نظر روان شدن مدفوع بوجود آید.

۴-۱۶ سایر موارد مصرف ملاس چغندر قند

از ملاس غالباً به عنوان افزودنی سیلاژ استفاده می‌شود. افزودن شکر به علفهای چمنی که دارای کیفیت پائین هستند موجب بهبود کیفیت می‌گردد. برای سیلو کردن موفقیت‌آمیز علفهای چمنی لازم است که ۲/۵٪ قند (معادل ۵ تا ۷/۵٪ ملاس) اضافه گردد. نرخ مصرف ملاس

1- Pillner
4- Keshavarz

2- Ewing
5- Waldrup

3- Cuervo

معمولاً^۱ از این بیشتر است و به ۷/۵ تا ۱۵٪ می‌رسد. نرخ دقیق مصرف ملاس به مقدار قند و رطوبت موجود در علوفه بستگی دارد. بنابراین مصرف ملاس در بعضی سیستم‌ها با مشکلاتی مواجه است، حسن ملاس سالم بودن و غیرخورندگی^۱ آن است.

تعدادی از غذاهای مایع بر پایه ملاس ساخته شده‌اند. بیشتر آنها دارای یک منبع پروتئینی و یک مکمل غذایی ویتامینه و معدنی می‌باشند. این مایعات ممکن است برای بهبود بخشیدن به خوش خوراکی غذاهائی با کیفیت پائین از قبیل کاه و همچنین کنترل کرم در دام مورد استفاده قرار گیرند.

از ملاس می‌توان برای تهیه غذاهای جامد که شامل مواد معدنی مختلفی است و برای جاهای دوردست غذایی مناسب و راحت است استفاده کرد. در منطقه هیل انگلستان در حد زیادی از آن استفاده می‌شود ولی هم‌اکنون میزان تولید در حد بسیار کمی است.

فروش عمده دیگر ملاس در صنایع خوراک دام است. در آنجا طبق فرمولهای زیادی بویژه در حد ۵ تا ۱۰٪ در تهیه خوراک دام مصرف می‌شود. مزیت عمده افزودن ملاس در مواد غذایی دام عبارتند از:

۱- افزایش تراکم انرژی

۲- بهبود مزه و طعم

۳- کاهش گردوغبار

۴- بهبود کیفیت و کاهش هزینه

۵- افزایش کیفیت فیزیکی محصول

۶- پوشاندن اجزاء بی مزه

۷- اقتصادی کردن هزینه

به‌طور خلاصه در وهله اول ملاس چغندر قند به عنوان جزئی از خوراک دام و یا ماده اولیه تخمیر مورد استفاده قرار می‌گیرد. ارزش انرژی و مزه مطبوع ملاس مهمترین مزیت آن است، وقتی که به مصرف خوراک دام می‌رسد، معمولاً دامها به جیره غذایی که حاوی ۱۰٪ ملاس باشد واکنش مثبتی نشان می‌دهند. در گذشته مصرف مستقیم ملاس در مزرعه به علت مشکلاتی که در کار کردن با آن وجود دارد محدود بوده است. اما دسترسی وسیع به موادی که با ملاس مخلوط شوند تا حد زیادی این مشکل را مرتفع کرده است.

۵-۱۶ تفاله ملاس‌دار چغندر قند

در چندین کشور اروپائی که مصرف کننده ملاس و تفاله تر هستند تفاله به صورت خشک

ملاس‌دار و تفاله تر ملاس‌دار تولید می‌شود. ابتداء در کارخانه قند تفاله تر را با ملاس گرم مخلوط کرده و محصول نهائی به‌طور مستقیم در مزرعه به صورت تفاله تر ملاس‌دار فروخته و مصرف می‌شود و یا تفاله خشک ملاس‌دار به صورت تکه‌های خشک شده استوانه‌ای شکل در قطرهای ۸-۶ و یا ۱۴-۱۲ میلی‌متر تهیه و در اختیار مصرف‌کننده قرار داده می‌شود. اگرچه در خلال خشک کردن تفاله واکنش قابل ملاحظه‌ای رخ نمی‌دهد لیکن ممکن است بین قند و پروتئین واکنش میلارد^۱ اتفاق افتد. مزیت این امر آن است که در شکمبه گاو و گوسفند انرژی ملاس به کندی آزاد می‌شود، ولی برای حیوانات تک معده‌ای مفید نیست زیرا برخی از پروتئین‌ها به حالت غیرقابل جذب در می‌آیند. محصول خشک شده ممکن است بین ۵ تا ۵۰٪ ملاس داشته باشد.

در انگلستان خوراکهای خشک حدود ۲۰٪ شکر دارند. این رقم ممکن است در بعضی از کشورها مثل سوئد بیشتر و یا مثل آلمان کمتر باشد. نسبت ملاس در تفاله بر خواص غذایی فرآورده تاثیر دارد، برای مثال می‌توان نسبت انرژی سریعاً قابل استفاده را به انرژی دیر جذب‌تر تغییر داد.

۱-۵-۱۶ تفاله تر ملاس‌دار

تفاله تر ملاس‌دار چندان متداول نیست و دارای مقدار کمی ملاس است. افزایش مقدار ملاس موجب می‌شود تولید اسید لاکتیک در سیلو افزایش یافته و ضایعات مواد آلی کاهش یابد (کم‌فوس^۲ و همکاران ۱۹۸۳). در انگلستان مقادیر نسبتاً زیادی ملاس مصرف می‌شود. مشخصه‌های سیلو و کارکرد تفاله تر ملاس‌دار بسیار شبیه تفاله تر است بنابراین بیش از این بدان نمی‌پردازیم.

تحقیقات کمی روی مشخصه‌های این ماده انجام شده است ولی به‌طور کلی براساس تحقیقات ماف^۳ (۱۹۸۶) مقدار انرژی، پروتئین و ماده آلی قابل هضم در ماده خشک (DOMD) به ترتیب ۱۲/۲ مگاژول در کیلوگرم ماده خشک، ۱۲۳ گرم در کیلوگرم ماده خشک و ۸۳۱ گرم در کیلوگرم ماده خشک می‌باشد.

در یکی از چندین آزمایشی که تفاله تر با تفاله تر ملاس‌دار مقایسه گردید، تولید شیر گاوهایی که روزانه با ۵ کیلوگرم ماده خشک بصورت تفاله تر تغذیه شده بودند نسبت به آنهایی که با تفاله تر و ملاس تغذیه شده بودند بیشتر بود (۲۱/۶ گرم در کیلوگرم در روز در مقایسه با ۲۰/۸ کیلوگرم در روز). و غلظت چربی شیر در گاوهایی که با تفاله تر ملاس‌دار تغذیه شده بودند به طور قابل ملاحظه‌ای بیشتر بود (۴۱/۲ گرم در کیلوگرم در مقایسه با ۳۹/۵ گرم در کیلوگرم

شیر). در هردو رژیم میزان چربی خالص تقریباً $0/85$ و $0/86$ کیلوگرم در روز برای تفاله تر و تفاله تر ملاس‌دار) برابر بود. تولید پروتئین شیر اختلاف چندانی نداشت (همینگوی^۱ و همکاران ۱۹۸۶) بنظر می‌رسد افزودن ملاس تقسیم انرژی توسط دام را تغییر می‌دهد که در نهایت تاثیر آن جزئی است. بهر حال موقعیتهائی وجود دارد که تولید کمتر شیر با مواد جامد بالاتر از نظر سهمیه‌بندی بازار مشترک اروپا اقتصادی تر خواهد بود.

در تغذیه گاوهای گوشتی با سیلاژهایی که حاوی صفر، $15/8$ ، $2/7$ و یا $27/2$ قند بودند و قندشان از ملاس تامین شده بود. با افزایش مقدار قند هم دریافت غذا و هم وزن زنده افزایش داشت. و بیشترین راندمان تولید دام وقتی بود که سیلاژ تفاله حاوی $15/8$ قند بود. زمانی که میزان مصرف ملاس بالا بود، دریافت غذا کندتر و در طول روز به وعده‌های زیادی تقسیم شده بود (کم‌فوس و همکاران ۱۹۸۳).

به‌طور خلاصه از مقادیر زیادی تفاله تر ملاس‌دار می‌توان در تغذیه دام‌های نشخوارکننده استفاده کرد و تا میزان حداکثر 25% ماده خشک دریافتی نتیجه خوبی می‌دهد. ممکن است مقادیر بیشتری از این ماده را به جیره غذائی دامها اضافه کرد بدون اینکه اثر سوئی داشته باشد.

۲-۵-۱۶ تفاله خشک ملاس‌دار (DMSBF)^۲

تجزیه و ارزش غذائی

تجزیه تفاله خشک ملاس‌دار در جدول ۶-۱۶ نشان داده شده است. عموماً^۳ فرض بر این است که ارزش انرژی تفاله خشک ملاس‌دار مشابه ارزش انرژی جو می‌باشد و وقتی که در مزرعه مصرف می‌شوند نسبت آنها یک به یک است. دلیل اصلی مصرف تفاله خشک ملاس‌دار آن است که برای دامها منبع انرژی خوبی است. سهل الوصول بودن انرژی از قند و به کندی در دسترس قرار گرفتن انرژی از الیاف قابل هضم از مزایای مهم تفاله خشک ملاس‌دار بشمار می‌رود. به علاوه قند موجود در آن، ماده را خوش خوراک کرده و در بسیاری موارد از این ماده فقط می‌توان به عنوان غذای کنسانتره استفاده کرد.

تفاله خشک ملاس‌دار در تغذیه دامهای نشخوارکننده تک معده‌ای مثل خوک و اسب مورد استفاده قرار می‌گیرد.

گاوهای شیری

کارهای اولیه انجام شده در جیره غذائی گاوهای شیری که حاوی تفاله خشک ملاس‌دار بود موجب ایجاد اطلاعات بنیادی شد که نمایانگر برابری ارزش غذائی جو و تفاله ملاس‌دار است و

در کلیه موارد می توان هر کدام از آنها را بر مبنای وزنی جایگزین دیگری کرد. نشان داده شده است که به راحتی می توان مقادیر زیاد تفاله خشک ملاس دار را به تغذیه گاوهای شیری اضافه نمود. مقدار ۲۰ پاوند (حدود ۹ کیلوگرم) رقمی است که در گاوهای آیرشایر^۱ ثبت شده و نیازی به خیساندن تفاله نبود (کاسل^۲ و همکاران ۱۹۸۶ و ۱۹۷۲). اخیراً تا ۱۰ کیلوگرم تفاله خشک در روز به گاوهای شیری خورانده شده بدون اینکه کوچکترین اثر ناخوشایندی در آنها دیده شود (لیس^۳ و همکاران ۱۹۸۲).

واضح است که تفاله خشک ملاس دار برای تغذیه گاوهای شیری مناسب است اما اخیراً تحقیقاتی به منظور تعیین ارجحیت تفاله ملاس دار به جو انجام گرفته است. سه مطلب اصلی مورد بررسی و تحقیق قرار گرفتند که عبارتند از: کیفیت شیر، خورد و خوراک علوفه و تغییرات غذائی و شیردهی در خلال شیردادن.

بنا به تحقیقاتی که در مزارع مختلف به عمل آمده، چنین بنظر میرسد تفاله خشک ملاس دار غلظت چربی شیر را افزایش داده اثر چندانی روی تولید پروتئین و لاکتوز در شیر ندارد. بنابراین موجب بهبود کیفیت شیر می شود (جدول ۷-۱۶)، (همینگوی^۴ و همکاران ۱۹۸۶، بی ساتن^۵ و همکاران ۱۹۸۸) بنظر میرسد که ترکیبات نشاسته ای تولید شیر و پروتئین آن را افزایش می دهند، در حالیکه کنسانتره الیاف بر تولید شیر و چربی آن می افزاید. واضح است که تفاله خشک ملاس دار مشخصه های زیادی از ترکیبات الیاف را در این رابطه نشان می دهد.

تحقیقاتی که در انستیتو تحقیقاتی لبنی هانا^۶ انجام گرفته نشان می دهد که هرچقدر نرخ جایگزینی علوفه بیشتر باشد قابلیت هضم علوفه نیز بیشتر خواهد شد. این امر تا حدی به مکمل نشاسته بستگی دارد. چهار سیلاژ با مقادیر ۱۸۲، ۲۳۷، ۱۴۹ و ۱۳۱ گرم پروتئین خام در کیلوگرم ماده خشک و تفاله خشک با مقادیر ۷۷۰، ۷۶۰، ۶۹۰ و ۶۰۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک به ترتیب با مواد مکمل بر پایه جو و یا تفاله خشک به مصرف دامها رسید. با بالاترین کیفیت سیلاژ، دریافت ماده خشک بر پایه مکمل تفاله خشک ملاس دار ۱۱٪ بیشتر از موقعی بود که مکمل بر پایه جو قرار داشت. با سایر سیلاژها تفاوت معنی داری ثبت نشده است (آنون^۷ ۱۹۸۴).

در یک سری آزمایش در رابطه با کنسانتره نشاسته و یا الیاف نشان داده شد، وقتی که کنسانتره به خوراک چغندر قند اضافه شود میانگین روزانه جذب ماده خشک سیلاژ ۰/۷ تا یک کیلوگرم افزایش می یابد. از طرفی در یک مقایسه جذب مواد خشک سیلاژ بین گاوهای شیرده که با ۱۰ کیلوگرم کنسانتره جو و گاوهای که با ۱۰ کیلوگرم چغندر قند تغذیه شده بودند تفاوت

1- Ayrshire

2- Castel

3- Lees

4- Hemingway

5- Bisutton

6- Hannah Dairy Research Institute

7- Anon

معنی داری وجود نداشت (مین و گوردن^۱ ۱۹۸۴) با وجود این بنظر می‌رسد در تراز کنسانتره الیاف و به ویژه تفاله خشک ملاس دار جذب مواد خشک علوفه در گاوهای شیری حدود ۰/۷ تا یک کیلوگرم هر راس در روز افزایش می‌یابد. شواهدی در دست است که اثر آن در جلو انداختن زمان شیردهی محسوس تر است (بی‌ور^۲ ۱۹۸۸).

جدول ۱۶-۶ ارزش غذایی تفاله خشک ملاس دار (۱)

۹۰ - ۸۷٪	ماده خشک
	در ماده خشک
۱۱۰	پروتئین خام (گرم در کیلوگرم)
۸	عصاره اتر (گرم در کیلوگرم)
۱۴۰ - ۳۳۰	قند کل (گرم در کیلوگرم)
۲۹۵	الیاف شسته شده خنثی (گرم در کیلوگرم)
۱۷۰	الیاف شسته شده اسیدی تلفیق شده (گرم در کیلوگرم)
۸۰	خاکستر کل (گرم در کیلوگرم ماده خشک)
۱۲/۵	انرژی قابل متابولیسم (مگاژول در کیلوگرم)
۱۳/۵	انرژی قابل هضم خوکها (مگاژول در کیلوگرم ماده خشک)

* وینمن و همکاران (۱۹۷۸) ** کلوز^۳ و همکاران (۱۹۸۹)

گزارش شده است جیره غذایی بر پایه تفاله چغندر قند تولید شیر را افزایش داده و موجب کاهش وزن گاوهای شیری می‌شود. نشانه‌هایی وجود دارد که تغذیه در طعم و سنتز شیر به شدت اثر دارد (تی‌رل^۴ و همکاران ۱۹۷۳، لیس^۵ و همکاران ۱۹۸۲) تحقیقات بیشتری که این موضوع را تأیید نماید موفقیت آمیز نبودند (بی‌ور و همکاران ۱۹۸۸) بنابراین آخرین بررسی نشان می‌دهد که تفاوت‌هایی در جذب انرژی و تراز انرژی که اندازه گیری نشده بود تا هفته یازدهم شیردهی وجود دارد.

به طور خلاصه واضح است که تفاله خشک ملاس دار غذای خوبی برای گاوهای شیری است و می‌توان تا ۴۰٪ مواد خشک قابل جذب به آن اضافه کرد و غالباً نتیجه آن موجب افزایش غلظت چربی شیر و یا مقدار شیر و همچنین افزایش جذب مواد خشک علوفه می‌شود.

1- Mayne and Gordon

2- Beever

3- Clowse

4- Tyrell

5- Lees

گوساله

معمولا^۱ گوساله‌ها در مراحل اولیه زندگی با یونجه و سایر علف‌های خشک و بلند به منظور پرورش و توسعه معده‌شان تغذیه می‌شوند. ولی میزان خوراک و نرخ رشد معمولا^۲ خیلی متفاوت است که نیاز به بررسی و تحقیق دارد. آزمایش‌های متعددی نشان داده‌اند که افزودن علوفه خشک به خوراک گوساله‌ها مقرون به صرفه است (توماس و هیکس^۱ ۱۹۸۳ و ویلیامز^۲ و همکاران ۱۹۸۵). و از آنجائی که معمولا^۳ گاه اضافه می‌شود با وجود این که جذب خوراک در حد خوبی تامین شده است، pH معده بالاتر و غلظت مولاریته استات و بوتیرات افزایش یافته، در حالی که میزان پروپیونات کاهش یافته بود (داخل معده از ثبات بیشتری برخوردار است) ولی در وضع وزن زنده بهبودی حاصل نگردید. تصور می‌رفت که این امر ناشی از کاهش جذب مواد انرژی‌زا در اثر ترکیب علوفه دیر هضم باشد.

یکی دیگر از جوانب مصرف علوفه که کمتر مورد توجه قرار گرفته است بافوری شدن روده در اثر پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای در دیواره‌های سلولی است. شبدر همانند تفاله چغندر دارای ظرفیت بافوری قابل ملاحظه‌ای می‌باشد، که قدرت تبادل کاتیونی بالایی از بافت الیافی با یون تیدروژن در اثر تخمیر دارد، که در نتیجه آن یک اکوسیستم اعتدالی ایجاد می‌گردد (مک‌برنی^۳ و همکاران ۱۹۸۳).

ویلیامز و همکاران (۱۹۸۷) در تحقیقی که بر روی رژیم‌های غذایی گوساله انجام دادند، نشان دادند که با جایگزینی مقادیر متفاوت از خوراک جو با تفاله چغندر قند و کنجاله مرکبات، جذب ماده خشک به صورت خطی افزایش یافت ($P < 0.05$). در آزمایش‌های بعدی، جایگزینی مصرف جو با DMSBF جذب ماده خشک تا ۰/۳ کیلوگرم در روز بهبود بخشید. افزایش وزن زنده از ۰/۷۲ کیلوگرم/راس دام/روز برای رژیم‌های بر مبنای غلات به ۰/۸۲ کیلوگرم/راس دام/روز با رژیم‌های غذایی بر مبنای DMSBF افزایش یافت. دامنه مطلوب مصرف DMSBF دام ۱۵-۵٪ از ماده خشک خوراک دام بود (فراست و همکاران ۱۹۸۹).

گاوهای گوشتی

تغذیه گاوها با تفاله خشک ملاس‌دار سابقه عملی طولانی دارد. جایگزین کردن فراگیر تفاله خشک ملاس‌دار بجای غلات منجر به همان وزن زنده می‌شود ولی تغییر جیره غذایی معمولا^۴ در مقادیر بالای تفاله خشک ملاس‌دار آسیب میرساند (فراست^۴ ۱۹۸۹). مقادیر مطلوب و مناسب، افزودن تفاله خشک ملاس‌دار به جیره غذایی بین ۱۵ تا ۲۵٪ ماده خشک جذبی است. در یک روش نیمه متراکم دیگر، تفاله خشک ملاس‌دار و جو را با هم مخلوط و به عنوان

1- Thomas and Hicks

2- Williams

3- McBurney

4- Frost

مکمل سیلاژ علف چمن در فاز چاق شدن و تربیت گاوهای نرگوشتی مصرف نمودند. وقتی که مکمل غذایی به میزان ۴ کیلوگرم در روز مصرف شد عملکرد مشابهی بدست آمد ولی عملکرد تفاله خشک ملاس‌دار وقتی که مکمل غذایی فقط ۲ کیلوگرم در روز بود خیلی کم شد. گنجاندن ۲۰۰ گرم غذای ماهی در میزان کمتری از مکمل‌های کنسانتره منجر به همان عملکردی می‌شود که با تفاله خشک ملاس‌دار و جو بدست می‌آید (کای و هارلند^۱ ۱۹۸۸).

گوسفند

تحقیقاتی که برای گاوهای گوشتی انجام شده بود در مورد رشد و چاق شدن بره‌ها نیز ادامه داشت یافته‌ها با توجه به مصرف تفاله خشک ملاس‌دار در یک سیستم متراکم یا بر پایه مصرف علوفه مثبت‌تر بوده است.

در بررسیهای انجام شده با ترکیبات متعددی از تفاله خشک ملاس‌دار و جو در رژیم بره‌های پرواری، افزودن ۲۵٪ تفاله خشک ملاس‌دار نتیجه مطلوبی در وزن لاشه و غلظت پروتئین داشت (گل‌برات^۲ و همکاران ۱۹۸۹). مصرف تفاله خشک ملاس‌دار بیش از همه (تقریباً ۷۵٪) عملکرد تبدیل انرژی از رژیم غذایی به لاشه را کاهش می‌دهد. تصور این است که کاهش جذب انرژی نتیجه افزودن علوفه با قابلیت هضم پایین بوده است. جنبه دیگر افزودن علوفه که تا اندازه‌ای هم جلب توجه کرده است جلوانداختن بوفری روده است که بوسیله پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای در دیواره سلول نباتات حاصل می‌شود. یونجه از ظرفیت بوفری قابل ملاحظه‌ای برخوردار است. تفاله چغندر قند هم نشان می‌دهد که از توانایی قابل ملاحظه‌ای برای تعویض کاتیون از ماتریکس الیاف با یون H که در خلال تخمیر منجر به اکوسیستم معتدلی در معده می‌شود برخوردار است (بورنی^۳ و همکاران ۱۹۸۳).

در مورد جیره غذایی گوساله (ویلیامز^۴ و همکاران ۱۹۸۷) نشان داده‌اند که جایگزین کردن مقداری از جو با تفاله چغندر قند و یا تفاله مرکبات، جذب مواد خشک را به طور قطعی افزایش می‌دهد ($P < 0.05$). در آزمایشهای اخیر که از تفاله خشک ملاس‌دار بجای جو استفاده شد جذب ماده خشک بهبود یافت و به بیش از ۰/۳ کیلوگرم در روز رسید. وزن زنده از ۰/۷۲ کیلوگرم، راس/روز با جیره غذایی غلات به ۰/۸۲ کیلوگرم، راس/روز با جیره غذایی که بر پایه تفاله خشک ملاس‌دار تهیه شده بود افزایش یافت. میزان مطلوب تفاله خشک ملاس‌دار در جیره غذایی ۱۵-۵٪ ماده خشک می‌باشد (فراست و همکاران ۱۹۸۹).

1- Kay and Harland

2- Galbrath

3- MC.Burney

4- Williams

جدول ۱۶-۷ اثر افزودن ملاس به تفاله چغندر قند و مقایسه آن با جو در شیردهی گاوهای شیری (Sutton et al. 1988).

پارامتر	افزودن ملاس	گرم در کیلوگرم ۴۰۰	جو	SE
شکر در تفاله چغندر قند %	۶	۲۲	غیر قابل دسترسی	
میزان شیر کیلوگرم در روز	۲۵/۹	۲۴/۴	۲۶/۰	۰/۷۱
چربی شیر گرم در کیلوگرم	۳۷/۹	۳۹/۴	۳۶/۴	۱/۱۱
کیلوگرم در روز	۰/۹۸	۰/۹۶	۰/۹۵	
پروتئین شیر گرم در کیلوگرم	۲۸/۷	۲۹/۹	۳۰/۰	۰/۳۸
کیلوگرم در روز	۰/۷۴	۰/۷۳	۰/۷۸	

جسور ۸ - ۱۶ تاثیر وزن زنده و سودمندی تامین خوراک (FCE) با تغذیه ۱۰ الی ۱۵ درصد ملاس خشک چغندر قند به خوکها

وزن زنده خوک (کیلوگرم)	سطح DMSEF	افزایش وزن زنده در مقایسه با کنترل (گرم)	FCE در مقایسه با (کیلوگرم)	FCE ⁺ معنی دار P < 0.05	مرجع
۱۸ - ۷۷/۵	۱۵	+۶۷	+۰/۱۲	معنی دار نیست	لانتکلند و همکاران ۱۹۸۷
۱۸ - ۷۷/۵	۱۵	+۷	-۰/۰۶	معنی دار نیست	بالمن و همکاران ۱۹۸۹
۱۵ - ۳۵	۱۵	+۳۰	-۰/۱۱	معنی دار است	کای و همکاران ۱۹۹۰
۳۵ - ۹۰	۱۵	+۸	+۰/۱	معنی دار نیست	کای و همکاران ۱۹۹۰
۳۵ - ۹۰	۲۰	+۳۴	+۰/۲۶	معنی دار است	کای و همکاران ۱۹۹۰
۳۵ - ۹۰	۲۵		+۰/۱۳	معنی دار نیست	کای و همکاران ۱۹۹۰
۷ - ۱۵	۱۵	-۳۱	+۰/۰۸	معنی دار نیست	لار و همکاران ۱۹۹۰
۷ - ۱۵	۱۰	+۲۴	+۰/۰۴	معنی دار نیست	ادواردس و همکاران ۱۹۹۱
۷ - ۱۵	۱۵	-۲۰	-۰/۰۱	معنی دار نیست	ادواردس و همکاران ۱۹۹۱

سایر دامها

در بررسی جیره غذایی بزهای شیرده بر پایه ۷۰٪ تفاله خشک و یا ۷۰٪ جو هیچ اختلافی در مورد جذب مواد خشک کل و یا میزان شیر مشاهده نشد ولی میزان چربی شیر و پروتئین بزهایی که با تفاله تغذیه شده بودند تا حدی بالاتر بود هرچند که هیچیک از این اختلافها معنی دار نبودند چنین نتیجه گرفته شد تفاله خشک ملاس دار و جو هردو به یک اندازه موجب افزایش میزان جذب یونجه و تولید شیر و پروتئین بزها می شوند (سوتون^۱ و همکاران ۱۹۵۹) سالها بود که مقدار کمی از تفاله خشک ملاس دار خیس شده به جیره غذایی اسبها اضافه می شد. در اواسط

دهه ۸۰ تحقیقاتی در کالج کشاورزی وارویک-شایر^۱ در مورد تعیین میزان تفاله خشک ملاس‌دار برای مصرف اسبها با سن و دوره آبستنی مختلف انجام گرفت. در اولین دوره آزمایشها مقدار ۲۵٪ ماده خشک تغلیظ شده تفاله خشک ملاس‌دار به جیره غذائی اسبها اضافه شد و هیچگونه اثر ناخوشایندی در رابطه با توانائی و قدرت کاری آنها دیده نشد. در دومین دوره آزمایشها تفاله خشک ملاس‌دار جایگزین علوفه شد. بجای هر کیلو یونجه یک کیلو تفاله خشک ملاس‌دار مصرف گردید. حداکثر مصرف تفاله خشک ملاس‌دار خیس شده ۲/۵ کیلوگرم در روز (وزن خشک) بود که ۲۵٪ ماده خشک کل مواد جذبی را تشکیل می‌داد. مصرف این حجم زیاد خیلی به کندی انجام می‌گرفت. ۱۵٪ ماده خشک جذبی توصیه‌ای مناسب و عملی است. آزمایشهای مربوط به مصرف تفاله خشک ملاس‌دار برای خوراک خرگوشها در مقادیر صفر، ۱۰، ۱۵، ۲۰٪ تفاله خشک ملاس‌دار به عنوان قسمتی از جیره غذائی پرواری در ماههای زمستان و یا تابستان انجام گرفته است. در خلال تابستان اختلافی بین جیره‌های غذائی دیده نشد ولی در خلال زمستان جیره غذائی با ۲۰٪ تفاله خشک ملاس‌دار نسبت به صفر درصد بهتر بود و علاوه بر این تغذیه با تفاله خشک ملاس‌دار می‌تواند مطمئن‌تر و مؤثرتر برای خرگوشها باشد (گولاکیس و اکسوفیس^۲ ۱۹۸۳).

جدول ۹-۱۶ نرخ توصیه شده افزودن تفاله خشک ملاس‌دار در جیره غذائی دامها

دام	افزایش تفاله خشک ملاس‌دار در جیره غذائی %
خوک	
خوکهای در حال رشد	۲۰-۱۰
ماده خوکهای آبستن	۴۵-۱۰
طیور	
طیورهای اصلاحی و پرواری	۵-۰
گاو	
گاوهای شیری	۵۰-۱۰
گوساله‌ها تا سه ماهگی	۲۵-۱۵
گاوهای پرواری ۳ تا ۱۸ ماهه	۳۰-۱۵
گوسفند	
میش شیری	۴۰-۱۰
بره در حال رشد و پرواری	۴۰-۱۰
بز	
بز شیری و پرواری	۳۰-۱۰
اسب	
یابو و اسب	۱۵-۵

۶۵۶

۶-۶

و
به طور
این ما
خاکست
توسط

۶-۷

خو
کننده و
در
انرژی به
موقعیت