بسم الله الرحمن الرحیم

۲۱۹

دو ماهنامهٔ کشاورزی
صنعتی، اقتصادی
چغندرقند و نیشکر
سال سی‌وهفتم،
شماره ۲۱۹،
مهر و آبان ۱۳۹۲

تهران، میدان دکتر فاطمی
خیابان شهید گمنام، شماره ۱۴
تلفن: ۸۸۹۶۵۷۱۵ – ۸۸۹۶۹۹۰۳
فاکس: ۸۸۹۶۹۰۵۵

صاحب امتیاز:
انجمن صنایع قندوشکر ایران

ناشر:
انجمن صنایع قندوشکر ایران

مدیر مسؤول:
علیرضا اشرف

سردبیر:
سیدمحمود کم‌گویان

هیأت تحریریه:
بهمن دانایی
محمدباقر باقرزاده
اسدالله موقری‌پور، غلامعباس بهمنی
حسن حمدی، عزت‌الله رضایی عراقی
رضا شیخ‌الاسلامی، سیدیعقوب صادقیان
ایرج علیمرادی، کاوه مختاری
و
محمدصادق جنان‌صفت

تصحیح:
زهره بابایی

امور فنی:
سعید رستمی

مسؤول وب‌سایت:
محمدرضا عبدوس

لیتوگرافی و چاپ:
ایران‌مصور

info@ISFS.ir
www.ISFS.ir

دراین شماره می‌خوانید:

سرمقاله / دولت یازدهم، متن و حاشیه ● ۲
معرفی نرم‌افزار عارضه‌یابی، کنترل هزینه‌های تولید، بهینه‌سازی مصرف انرژی و قیمت تمام‌شده در کارخانه‌های قند ● ۳
مدیریت جلوگیری از کاهش عملکرد در سیستم تولید نیشکر استرالیا ● ۵
پوسیدگی قرمز ● ۱۳
پنجاهمین سال شکر فراون‌فلد ● ۱۷
محاسبه قند انورت برمبنای غلظت گلوکز در چغندرقند ● ۲۲
بازار جهانی شکر تا سال ۲۰۲۱ ● ۳۰

❖ کلیه کارشناسان و صاحب‌نظران می‌توانند مقالات خود را در مجله صنایع قند به‌چاپ برسانند.
❖ حق ویرایش، حذف و اصلاح مطالب برای مجله محفوظ است.
❖ مقالات ارسالی به‌هیچ‌وجه مسترد نخواهد شد.
❖ مطالب مطرح شده در مقالات بیانگر نظرات نویسنده و مترجمان است.

دولت یازدهم، متن و حاشیه

محمدصادق جنان‌صفت

کارآفرینان صنعتی از جمله مدیران و صاحبان صنعت قدیمی و اصیل قندوشکر آرزوها و مسؤولیت‌های متفاوت، ریز و درشت در زندگی فردی و جمعی خویش دارند. کارآفرینان باید از همه تجربه، دانش و توانایی ذهنی و اجرایی خود با بالاترین بازدهی استفاده کنند تا در نیمه راه نمانده و به فرجامی نیکو برسند.

آرزوی خوشبختی بهروزی میهن و سرزمینی که در آن زاده و رشد کرده‌ایم بدون‌تردید از جمله آرزوهای عمومی و قابل‌ملاحظه همه فعالان صنعتی است و در مسیر این آرزو سختی‌ها و دشواری‌ها را به جان می‌خرند. آرزوی بهروزی و سعادت خود، خانواده و کارکنان بنگاه تحت مالکیت و مدیریت نیز از جمله آرزوهای همه مدیران است. اما رسیدن به این آرزوها در عمل با دشواری‌ها و پیچیدگی‌هایی مواجه است که باید با ورزیدگی و مهارت از آنها عبور کرد. یکی از شرایط و الزام‌ها برای عبور از سختی‌ها و رسیدن به آرزوها، بدون تردید شناخت امروز و فردای سرزمینی است که در آن زندگی و فعالیت می‌کنیم. در مسیر عبور از این راه نه‌چندان هموار باید چند مقوله بسیار با اهمیت در کانون توجه باشد.

یکی از این مقوله‌ها، شناخت متن در حاشیه فعالیت‌ها و اهداف و سیاست‌های نهاد دولت مستقر است. دولت یازدهم که کارش را از تابستان ۱۳۹۲ آغاز کرده است، آیا از این قاعده مستثنی است؟ آیا به صرف اینکه دولت تازه‌ای جایگزین دولت قبلی شده و شعارهای مناسبی داده، کافی است؟ واقعیت این است که چنین نیست. فعالان و صاحبان صنعت باید ضمن احترام به دولت جدید، با حوصله و بردباری و با دقت به برنامه‌های دولت توجه کنند.

برپایه ضرب‌المثل «سالی که نکوست از بهارش پیداست» می‌توان رفتارهای ماه‌های نخست دولت تازه را آینه اهداف میان‌مدت او تلقی کرد. در ماه‌های سپری شده کوتاهی که دولت یازدهم کارش را آغاز کرده، چند نشانی به فعالان صنعتی داده شده است: نشانی نخست را می‌توان تغییر رویکرد دولت به بخش خصوصی دانست. مسؤلان ارشد دولت از ریاست‌جمهوری گرفته تا معاون اول، معاون اجرایی، رییس دفتر رییس‌جمهور، وزیر اقتصاد، رییس‌کل بانک مرکزی، معاونان برنامه‌ریزی دولت، وزیران صنعت و جهادکشاورزی و... در این‌مدت کوتاه فعالیت خود بارها تأکید کرده‌اند، قصد دارند از توانایی‌های بخش خصوصی در اداره اقتصاد جامعه استفاده کنند. علاوه بر این، فعالان صنعت ایران توجه دارند که دولت جدید با ارائه مصوبه‌ای ۳۰ ماده‌ای که به «تسهیلات تولید» معروف شده است، قصد حمایت از تولید داخلی را دارد که این نشانه خوب و مثبتی است.

این‌ها نشان می‌دهد که دولت تازه رویکردش را تغییر داده و می‌خواهد تنظیم بازار با استفاده از توانایی داخلی ممکن شود. در حاشیه نیز چند مسأله وجود دارد که شاید با متن برابری کند. یکی از این حاشیه‌های بسیار بااهمیت تحول در نگاه دولت به جهان و تغییر در پارادایم سیاست خارجی است. دولت یازدهم در حرف و در عمل نشان داده که می‌خواهد به‌جای تنش با جهان با بخشی از آن که تا امروز مشکل داشته‌ایم گفت‌وگو کند. این گفت‌وگو با جهان به‌معنای برداشتن بخشی از سدها و بازشدن راه برای رشد و توسعه صنعت و اقتصاد کشور است.

یکی دیگر از حاشیه‌ها که بسیار بااهمیت است، تلاش دولت برای کاهش تحریم‌های خارجی علیه اقتصاد است که می‌تواند گرفتاری‌ها را کاهش دهد.

معرفی نرم‌افزار عارضه‌یابی، کنترل هزینه‌های تولید، بهینه‌سازی مصرف انرژی و قیمت تمام‌شده در کارخانه‌های قند

تهیه‌کننده: مهندس غلامرضا محمدی مقدم

مقدمه

به‌دلیل عمر طولانی و فرسودگی تجهیزات کارخانه‌های قند، باعث شده است امروزه مصرف بهینه انرژی و نگهداری ماشین‌آلات از مهمترین دغدغه مدیران تولید باشد و علاوه بر آن در صنعت قند بدلایل پیچیدگی خاص بین فرآیند تولید و ماشین‌آلات الزاماً باید در جهت به‌روزرسانی و اطلاع از وضعیت بهره‌برداری به‌صورت آنی و لحظه‌ای اقدامی صورت پذیرد که در این راستا با الگوگیری از کتاب (مدیریت و کنترل انرژی در صنعت قند) توانستم در قالب نرم‌افزاری دقیق از کل فرآیند تولید و مباحث انرژی موردنیاز را تهیه و در اختیار مدیران و متصدیان صنعت قندوشکر قرار بدهم.

اهداف

در اینکه تقریباً اکثر کارخانه‌های قند ایران کهنه و فرسوده هستند شکی نیست. باید مدل‌سازی انجام گیرد که قبل از شروع بهره‌برداری بتوانیم فرآیند تولید را تحلیل و لحظه به لحظه آن را کنترل و از نتایج نهایی آن اطلاع داشته باشیم برای نیل به این اهداف باید از تکنولوژی و علم روز کمک بگیریم با این نگرش برنامه (عارضه‌یابی و کنترل هزینه‌های تولید) تدوین شده است.

قابلیت‌های نرم‌افزار

- انجام مهندسی معکوس از کل فرآیند و محاسبات کامل از شرایط موجود (کشش، میزان محصولات نهایی، مبلغ درآمد، هزینه‌ها، سودخالص، سطوح حرارتی گرم‌کن‌ها و بدنه‌های اواپراسیون، سایز لوله‌ها، راندمان، ضریب استحصال و...)
- محاسبه کل فرآیند قند بر اساس Kg (x)/100kg (beet)- کنترل لحظه‌به‌لحظه از رفتار مصرفی و مقدار تولید محصولات نهایی
- تحلیل شرایط موجود و مقایسه با شرایط طراحی و تدوین برنامه هدف (انطباق با عملکرد واقعی)
- ارائه گزارش کامل از محصولات نهایی
- تحلیل و پیش‌بینی قبل از بهره‌برداری
- محاسبه انرژی موردنیاز و توزیع کامل بخار و آب کندانس
- ارائه شیوه مناسب از رفتار مصرفی چغندر و کنترل کامل مالی اعم از درآمد، هزینه و سود حاصله
- ارائه درصد سهم هزینه مواد اولیه، درصد سهم هزینه‌های ثابت و متغیر
- به‌دست آوردن نقطه سربه‌سر و ارائه قیمت تمام‌شده

نحوه استفاده از نرم‌افزار

- باز کردن فایل ورودی و تکمیل فرم با عوامل مؤثر در تولید به‌عنوان ورودی‌های واقعی در هر واحد تولیدی
- محاسبه و نتیجه‌گیری از هر قسمت به تفکیک در فایل مربوطه (سیلوی چغندر، دیفوزیون، تفاله، تصفیه (آهک‌خور ۱ و ۲ و اشباع ۱ و ۲، فیلتراسیون، اواپراسیون، طباخی، سانتریفوژ، شکر خشک‌کن، بسته‌بندی و انبار)

در اینکه تقریباً اکثر کارخانه‌های قند ایران کهنه و فرسوده هستند شکی نیست. باید مدل‌سازی انجام گیرد که قبل از شروع بهره‌برداری بتوانیم فرآیند تولید را تحلیل و لحظه به لحظه آن را کنترل و از نتایج نهایی آن اطلاع داشته باشیم

کاربرد در صنعت قندوشکر

۱. استفاده در قرارداد پیمان مدیریت در کارخانه قند جوین

۱-۱. افزایش تولید شکر از ۳۰۵ به ۶۵۸ تن در شبانه‌روز نسبت به میانگین سه سال قبل

۱-۲. کاهش مازوت از ۲۷۵ به ۱۳۵ لیتر نسبت به میانگین سه سال قبل

۱-۳. کاهش سنگ آهک از ۱۷۸ به ۵۶ کیلوگرم نسبت به میانگین سه سال قبل

۱-۴. کاهش کک از ۱۵/۷ به ۵/۱۳ کیلوگرم نسبت به میانگین سه سال قبل

۱-۵. کاهش دستمزد از ۱۰۲۰ به ۴۵۰ نفر نسبت به میانگین سه سال قبل

۱-۶. کاهش قند گل از ۳/۱۳ به ۲/۲۲ پوان نسبت به میانگین سه سال قبل

۱-۷. کاهش درجه خلوص ملاس از ۶۰/۱۳ به ۵۸/۲۵ درصد

۲. تدوین استاندارد مصرف انرژی در صنعت قند

۳. ممیزی انرژی در ۷ کارخانه و اخذ مقام اول

۳-۱. کارخانه قند لرستان

۳-۲. کارخانه قند مغان

۳-۳. کارخانه قند نقده

۳-۴. کارخانه قند هفت‌تپه

۳-۵. کارخانه قند تربت‌جام

۳-۶. کارخانه قند قهستان

۳-۷. کارخانه قند شیرین

خروجی‌های نرم‌افزار

۱. یک برگ گزارش توصیفی از کل فرآیند

۲. نُه‌برگ گزارش مربوط به رفتار مصرفی چغندرقند و تأثیر فاکتورهای مهم (درجه خلوص، ضریب تصفیه، ضریب استحصال، راندمان تجاری و...)

۳. سیزده برگ گزارش از تحلیل کامل تکنولوژی فرآیند قند (دیفوزیون تا انبار محصولات)

۴. یک‌برگ گزارش از توزیع بخار و آب کندانس

به‌عنوان نمونه تحلیل کامل فرآیند کارخانه قند به کمک نرم‌افزار عارضه‌یابی و کنترل آنلاین پروسس، نتایج بهره‌برداری سال ۱۳۹۲ به شرح ذیل با شاخص‌های شرایط موجود با عیار ۱۷/۲ درصد، و Q شربت‌خام ۸۸/۲، و Q شربت رقیق ۹۲/۳ درصد و Q ملاس ۶۲/۱۲ و ضریب تصفیه ۳۷/۶ درصد و ماده خشک تفاله خشک ۸۸/۰ و همچنین قیمت واحد چغندر ۱۸۰ تومان و شکر کیلویی ۱۹۵۰ تومان.

۱. برآورد چغندر تحویلی قابل پیش‌بینی حدود ۵۰۰/۰۰۰ تن در سال

۲. کارکرد مفید (متوسط) به تناسب ظرفیت روزانه ۴/۸۵۷ (t/day) که باید در طی مدت ۱۰۳ روز باشد درغیراین‌صورت سود سال شدیداً کاهش خواهد داشت.

۳. نقطه سربه‌سر که در هر فرآیند تولیدی مهم می‌باشد، بعد از ۵۶ روز کاری به شرط اینکه رفتار مصرفی چغندر یکنواخت باشد.

۴. مبلغ کل درآمد حاصل از محصول نهایی ۱۷۴,۶۳۲,۷۴۳,۹۶۲ تومان

۵. مبلغ کل هزینه‌های عمومی و فرآیندی ۱۰۶,۱۹۶,۷۳۵,۶۹۱ تومان

۶. مبلغ کل سود خالص ۶۸,۴۳۶,۰۰۸,۲۷۰ تومان

۷. هزینه‌های عمومی و فرآیندی که بعضاً در طول سال سربار می‌باشند (ضمناً در این بند جای تغییرات و بهینه کردن وجود دارد)

۷-۱. درصد سهم هزینه‌های مواد اولیه (Raw Material) ۸۴/۸ صرفاً خرید چغندرقند

۷-۲. درصد سهم هزینه‌های فرآیندی ثابت (Processing) ۷/۱ است.

۷-۳. درصد سهم هزینه‌های فرآیندی متغیر (Processing) ۷/۳ است.

۸. مقدار شکر تولیدی (محصول نهایی) ۶۷/۸۳۶ تن در سال

۹. مقدار ملاس تولیدی (محصول نهایی) ۲۱/۰۸۱ تن در سال

۱۰. مقدار تفاله خشک تولیدی (محصول نهایی) ۳۱/۰۰۳ تن در سال

۱۱. ضریب استحصال (محصول نهایی) ۸۶/۳ درصد.

نتایج نهایی انبار

بهره‌برداری		گزارش انبار			گزارش محصولات نهایی متوسط کل بهره‌برداری سال ۱۳۹۲					
کیسه (عدد)	ملاس (تن)	تفاله (تن)	شکر سفید (تن)	ملاس (تن)	تفاله خشک (تن)	تفاله‌پرس (تن)	تفاله تر (تن)	کیسه (عدد)	شکر سفید (تن)
۱,۳۵۶,۷۲۷	۱۸/۰۰۰	۳۱/۰۰۰	۶۷/۸۳۶	۲۱/۰۸۱	۳۱/۰۰۳	۷/۱۶۷	۱۰/۴۸۲	۱/۳۵۶/۷۲۷	۶۷/۸۳۶

ضمناً با توجه به شرایط کارکرد و انجام یک‌سری تغییرات در فاز اول بدون توقف می‌توان سود مذکور را افزایش داد.

مدیریت جلوگیری از کاهش عملکرد در سیستم تولید نیشکر استرالیا

نویسندگان: A. L. Garside[1]; M. J. Bell[2]; B. G. Robotham[1][4]; R. C. Magarey[1][5]; and G. R. Stirling[3]

ترجمه : مهندس احمد محمدی

اقدام مشترک صنعت نیشکر استرالیا در بررسی علل کاهش عملکرد نیشکر(۲۰۰۵-۱۹۹۳)

۱. اداره ایستگاه‌های تحقیقاتی نیشکر استرالیا (BSES) ایستگاه‌های تحقیقاتی تونز ویل(TOWNSVILLE)، بوندابرگ (BUNDABERG) و تولی (TULLY)

۲. بخش صنایع مادر و منابع طبیعی دولت ایالتی کوینزلند- استرالیا

۳. مرکز تحقیقات حفاظت بیولوژیکی از محصول موگیل (Moggill) ایالت کوینزلند- استرالیا

مقدمه و توضیح

پس از رکـود بهره‌وری ۲۰ساله (۱۹۹۰-۱۹۷۰) در صنعت نیشـکر اسـترالیا سـازمان اقدام مشترک Sydgy (Sugar yeild Decline joint Venture) متشـکل از سـازمان‌های مشروحه زیر جهت بررسـی موضوع کاهش عملکرد در سـال ۱۹۹۳ تشـکیل شد و فعالیت تحقیقاتی آن تا سـال ۲۰۰۵ ادامـه یافت و رهبری آن به‌عهده دکتر آلن‌گار ساید بود.

1.Sugar Research and Development Corporation Or SRDC

2. Burea Of Sugar Experiment Stations Or BSES

3. The Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO)

4. The Queens Land Government Department Of Primary Industries and Natural Resources joined in 1995

دستاورد مطالعاتی این سازمان طراحی سیستم جدید زراعی تولید نیشـکر اسـت که پایه و اسـاس آن شکستن سیستم تک‌محصولی تولید نیشـکر (کاربرد تناوب زراعی در نیشـکر) و نگهداری موادآلی از طریق برداشـت سبز و حفـظ بقایای محصول روی سـطح خاک، کم خاک‌ورزی، بی‌خاک‌ورزی و کنترل ترافیک[1] است.

چکیده

این مقاله خلاصه‌ای است از یافته‌های ده سال پژوهش سازمان اقدام مشترک صنعت نیشکر استرالیا درباره کاهش بازده نیشکر اسـت. گرچه یافته‌های آخرین پژوهش بیان می‌کنـد که کاهش بازده نیشـکر ممکن اسـت مربوط به اثرات زیانبار پاتوژن روی سیسـتم ریشه نیشکر باشد ولی کاهش بازده نیشـکر موضوع پیچیده‌ای است که به‌وسیله شـماری از عوامل نامتعادل‌کننده سیسـتم تولید نیشـکر به‌وجود می‌آید. تخریب خاک نتیجه سیستم تک‌محصولی تولید نیشـکر در طولانی مـدت و چگونگی انجام عملیات مختلف کشـاورزی مربوط به آن اسـت. یک پژوهش ویژه نشان می‌دهد که سیستم تک‌محصولی تولید نیشکر به‌مدت طولانی، عدم‌کنترل ترافیک در مزرعه و خاک‌ورزی بیش از حد مورد نیاز (خاک‌ورزی خشـن) همراه با عملیاتی که سبب تهی کردن خاک از موادآلی می‌شوند، همه در کاهش بازده تولید نیشکر نقش دارند. استدلال شده است تغییراتی در سیستم تولید نیشکر که باعث نگهداری موادآلی خاک، حذف شـیوه تک‌محصولی تولید نیشکر، کنترل ترافیک و اسـتفاده از شیوه کم خاک‌ورزی شود. مناسب‌ترین راهکار بـرای مبارزه با کاهش بازده تولید نیشـکر اسـت. اکنون تکنولوژی ترکیب تغییرات درون سیسـتم تولید نیشـکر در دسـترس است و پایداری بیشتر، سودآوری و سازگاری زیست‌محیطی سیستم تولید نیشکر مورد نظر است. هدف

گرچه یافته‌های آخرین پژوهش بیان می‌کند که کاهش بازده نیشکر ممکن است مربوط به اثرات زیانبار پاتوژن روی سیستم ریشه نیشکر باشد ولی کاهش بازده نیشکر موضوع پیچیده‌ای است که به‌وسیله شماری از عوامل نامتعادل‌کننده سیستم تولید نیشکر به‌وجود می‌آید

۱. Control Traffic : روشـی اسـت که به‌طور همیشـگی مسیر تردد ماشین‌آلات را از نواحی رشـد محصول جدا می‌کند و برای اجرای آن ضروری است فاصله چرخ‌های ماشین‌آلات و فاصله ردیف‌های نیشکر با هم سازگار باشند.

تجویز یک سیستم خاص نیست. بلکه خیلی از شیوه‌ها و راهکارهای متنوعی که اساس آنها حفظ موادآلی خاک، حذف سیستم تک‌محصولی تولید نیشکر، کنترل ترافیک و کم خاک‌ورزی می‌توانند مورد پذیرش باشند.

مقدمه

بیش از نیم قرن است که سیستم تولید نیشکر در سراسر دنیا با کاهش بازده روبه‌رو شده است. ابتدا کاهش بازده نیشکر به‌عنوان یک کاهش آشکار در ظرفیت تولیدی واریته‌های نیشکر به‌دلیل تغییر ژنتیکی در نظر گرفته شد (Arceneaux and Hebert, 1943; coleman, 1974). با این حال در بسیاری از اسناد ثبت شده بعدی آمده است که کاهش بازده تولید نیشکر مرتبط با بیماری کوتولگی راتون[۲] است (king and stindi,1953). زیرا هیچ‌گونه مدارک و شواهدی از تغییر ژنتیکی درون واریته‌های نیشکر ثبت نشد (Mangelsdorf, 1959; moore et al ,1993). در بیشتر سال‌های اخیر به روشنی مشخص شده است که کاهش بازده تولید نیشکر در ارتباط با شیوه تک‌محصولی تولید نیشکر و عملیات کشاورزی مرتبط با آنکه باعث تخریب خاک شده‌اند، می‌باشد. در صنعت نیشکر استرالیا کاهش بازده این‌گونه تعریف شده است: کاهش ظرفیت تولیدی خاک‌هایی که به‌مدت طولانی به‌صورت تک‌محصولی تحت‌کشت نیشکر بودند (Garside et al, 1997a). به‌نظر می‌رسد کاهش بازده تولید نیشکر بخشی از تاریخ نیشکر استرالیاست که از سال ۱۹۰۰ میلادی (Maxwell, 1900) به‌عنوان کاهش بازده تولید نیشکر تحت‌کشت تک‌محصولی ثبت شده است. در حالی که BELL (۱۹۳۵و ۱۹۳۸) کاهش بازده نیشکر را به کاهش حاصلخیزی خاک و پاتوژن‌های ریشه نسبت داده است با این حال اثر کاهش بازده در صنعت نیشکر به این گستردگی کاملاً مورد توجه قرار نگرفته بود تا اینکه تولید نیشکر با یک دوره رکود بهره‌وری بیست ساله (۱۹۹۰-۱۹۷۰) روبه‌رو شد (Srdc, 1995). تصور می‌شود که این رکود بهره‌وری، عمدتاً به‌دلیل تشدید و تداوم کشت تک‌محصولی نیشکر بود، که موجب شد از طریق ترویج پذیرش سیستم شخم زدن و کشت مجدد مزارع (آیش) و هزینه‌های آن، محدودیت‌های تعیین شده دوران رکود بهره‌وری دهه هفتاد قرن نوزدهم (Wegener, 1985) برچیده شوند. پیش از این نیشکرکاران هر ساله قادر بودند از ۷۵ درصد زمین اختصاصی خود نیشکر برداشت کنند و مجبور بودند ۲۵ درصد آن را آیش و به کشت لگوم جهت کود سبز اختصاص دهند. همزمان با افزایش آیش (شخم زدن و کشت مجدد) ناهنجاری ریشه نیشکر به نام سندروم ضعف ریشه[۳] نمایان شد. (Egan etal, 1984)

مطالعات برای شناخت ناهنجاری ریشه روی قارچ عامل پاتوژن متمرکز شد و منجر به جداسازی پاتوژن پاکی مترا کانوریزا (phachymetra chaunorhiza) از ریشه شد که به‌عنوان یکی از عوامل کاهش بازده نیشکر شناخته شده است. بازده نیشکر در واریته‌های مقاوم به قارچ پاکی‌مترا حدود ۴۰ درصد افزایش پیدا کرد (Magarey, 1994). هنگامی‌که خاک زراعی نیشکر در مدت طولانی با متیل برماید ضدعفونی شد بازده بالاتری (بیشتر از ۱۰۰ درصد) به‌دست آمد (croft et al,1984). با این حال زمانی‌که واریته‌های مقاوم و غیرمقاوم به قارچ پاکی‌مترا در خاک‌های ضدعفونی شده و ضدعفونی نشده با متیل‌برماید کشت شدند واریته‌های مقاوم به قارچ بازده بالاتری داشتند اما هنوز ۳۶ درصد افزایش بازده واریته‌های مقاوم به قارچ پاکی‌مترا مربوط به استفاده از قارچ‌کش بود. که به روشنی بیشتری، ارتباط ناهنجاری ریشه را با قارچ پاکی‌مترا نشان می‌دهد (A. P. Hurney,unpublished data). با وجود این برنامه پژوهش بعدی با هدف جداسازی سایر پاتوژن‌ها از ریشه با موفقیت کمی روبه‌رو شد. (Magarey etal, 1995). صرف‌نظر از مطالب فوق تردیدی وجود ندارد که عوامل بیولوژیکی یکی از اجزای مهم کاهش عملکرد بودند. در بررسی دقیق تغییرات در سیستم تولید نیشکر استرالیا در دهه ۶۰ و ۷۰ قرن نوزدهم میلادی به روشنی مشخص است که کلیه اجزا سیستم تولید نیشکر به غیر از شیوه تک‌محصولی در خلال این دوره تغییر کردند. برای نمونه گسترش قابل‌توجه کشت نیشکر روی زمین‌های فقیر، تردد ماشین‌های سنگین برداشت و حمل نیشکر جهت استفاده مورد پذیرش قرار گرفتند، تعداد راتون‌ها افزایش یافت، ماشین‌آلات برای کشت فشرده در دسترس قرار گرفت و مصرف کود ازته به شکل قابل‌توجهی افزایش یافت. سازمان اقدام مشترک صنعت نیشکر استرالیا (SYDJV) در ۱۹۹۳ با هدف پژوهش روی کاهش بازده نیشکر تأسیس شد و گرچه پژوهش‌های پیشین نشان داد که ریشه‌ها درگیر قارچ عامل پاتوژن هستند (Magarey and croft ,1995) اما به گروه پژوهش منشور گسترده‌تری نسبت به تحقیقات خاص روی پاتوژن داده شد همچنین ضروری بود که بدانیم کاهش بازده نیشکر به کشت یک گونه در یک دوره

گسترش قابل‌توجه کشت نیشکر روی زمین‌های فقیر، تردد ماشین‌های سنگین برداشت و حمل نیشکر جهت استفاده مورد پذیرش قرار گرفتند، تعداد راتون‌ها افزایش یافت، ماشین‌آلات برای کشت فشرده در دسترس قرار گرفت و مصرف کود ازته به شکل قابل‌توجهی افزایش یافت

۲. RSD : کوتولگی راتون.
۳. Poor Root Syndrome : بیماری قارچی ریشه نیشکر می‌باشد که باعث فساد و گندیدگی ریشه‌های ساقه اولیه نیشکر می‌شود. (Primary Shoot Roots) و در اراضی محدوده ساحلی ایالت کوینزلند استرالیا قارچ Phachymetra Chaunoriza به‌عنوان عامل این بیماری شناخته شده است.

طولانی، نوع عملیات کشاورزی یا به ترکیبی از هر دو عامل بستگی دارد.

SYDJV (سازمان اقدام مشترک صنعت نیشکر استرالیا) با این پیش فرض آغاز به‌کارکرد که کاهش بازده تولید نیشکر موضوع پیچیده‌ای است که به احتمال بسیار به‌شماری از خصوصیات تخریب‌شده خاک یا عدم‌تعادل در سیستم تولید نیشکر بستگی دارد.

این مقاله چکیده‌ای است از روش‌های به‌کار گرفته شده در بررسی یافته‌های بیش از یک‌دهه تحقیق و توسعه توسط SYDJV که نشان می‌دهد چگونه این دستاوردها اثرات عوامل کاهش‌دهنده بازده تولید را تعدیل کردند و در توسعه سیستم جدید تولید نیشکر که اساس آن پایداری بیشتر، سودآوری و سازگاری زیست‌محیطی است نقش ایفا کردند.

شناسایی خصوصیات تخریب شده خاک

ارزیابی خاک‌های قدیم و جدید

نخستین مطالعات SYDJV ارزیابی مقایسه‌ای یک خاک قدیم (حداقل ۲۰ سال تحت کشت نیشکر و سیستم برداشت سوخته قرار داشت) و یک خاک جدید (خاک دست‌نخورده یا نخستین سال بود تحت کشت نیشکر قرار داشت) بود که برای شناسایی تفاوت‌های خواص آنها انجام گرفت. اساساً نتایج نشان داد که خواص شیمیایی (Bramley etal, 1996; skiemstad etal, 1995)، فیزیکی (Ford and bristow, 1995) و بیولوژیکی holtend mayer ,1995; Pankhurst etal, 1996;) (Magarey etal ,1997 خاک قدیمی تحت کشت نیشکر تخریب شدند. هرچند خواص شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی خاک‌ها بین مکان‌های آزمایش بستگی به نوع خاک، شرایط اقلیمی و مدیریت متفاوت بودند. علاوه بر این بازده نیشکر در خاک‌های قدیمی کمتر بود (Garside and nable,1996; carside etal,1997). عوامل اصلی اختلاف بین خاک‌های قدیمی و جدید به‌وسیله گارساید و همکاران به‌طور مختصر بیان شدند(۱۹۹۷). این عوامل در خاک‌های قدیمی شامل اسیدیته بیشتر یا کربن آلی کمتر، ظرفیت تبادل کاتیونی کمتر، قابلیت تبادل آلومنیوم بیشتر، میزان مس و روی کمتر، نماتدهای پارازیت بیشتر، بیوماس میکروبی کمتر، مقاومت نفوذ بیشتر (فشردگی بیشتر) و میزان نفوذپذیری و ذخیره آب کمتری هستند. تغییرات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی که در اثر کشت طولانی مدت کشت نیشکر اتفاق افتادند به‌روشنی نشان می‌دهند که علت کاهش بازده نیشکر تخریب خاک است مشکل به‌وجود آمده پیچیده است و برای رفع آن باید کلیه عواملی که در تخریب خاک نقش داشتند در نظر گرفته شوند زیرا کسب دستاوردهای بزرگ در مقابله جداگانه و سنتی با این مشکلات (تخریب خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی) که پیش از این انجام می‌شده است امکان‌پذیر نیست و بعید به‌نظر می‌رسد که مشکلات در عمل حل شوند رویکرد اتخاذ شده توسط SYDJV بررسی راهکارهای عملی برای بهبود خصوصیات تخریب شده خاک بود. در این راستا تصمیم گرفته شد که اگر شیوه تک‌محصولی تولید نیشکر بر چیده شود (تناوب زراعی یا چرخش گونه‌های نیشکر)، خاک‌ورزی بیش از اندازه برای کشت کاهش یابد (کم خاک‌ورزی یا بدون خاک‌ورزی) و حرکت ماشین‌های سنگین(ماشین‌های برداشت و حمل نیشکر) از ردیف‌های نیشکر دور شوند سپس با کاهش فشردگی خاک از طریق اجرای کنترل ترافیک فرصت خوبی برای بهبود سیستم تولید نیشکر به‌وجود خواهد آمد. نخستین آزمایش‌ها در سه حوزه جداگانه انجام شد. پیش از آغاز به‌کار SYDJV روش سوختن مزارع نیشکر پیش از برداشت به‌عنوان یک عمل مناسب مورد پرسش قرار گرفته بود و برداشت سبز و حفظ تراش روی سطح مزرعه یعنی سیستم GCTB[۴] در بعضی نواحی به‌عنوان یک راهکار مورد قبول استقرار یافته بود. به‌نظر می‌رسد گنجاندن GCTB در سیستم تولید نیشکر از روند روبه کاهش موادآلی خاک حداقل در سطح خاک جلوگیری به‌عمل می‌آورد. (wood ,1986,1991)

پژوهش در مورد اجزای سیستم تولید نیشکر

برداشت سبز و حفظ تراش روی سطح مزرعه (سیستم GCTB)

از سال‌های ۱۹۳۰ به بعد، به‌منظور حفاظت از ساقه‌های برش یافته نیشکر در برابر بیماری ایجاد شده به‌وسیله لپتواسپیروزیس (Leptospirosis) یافت شده در ادرار موش برداشت سبز متوقف و برداشت سوخته در صنعت نیشکر استرالیا رایج شد زیرا این بیماری را مرتبط با برداشت سبز می‌دانستند.

با ظهور برداشت مکانیکی در مقیاس بزرگ در دهه هفتم قرن بیستم میلادی (۱۹۷۰) خطر لپتوالپیروزیس به شکل قابل‌توجهی کاهش یافت و نیاز به سوختن نیشکر کمتر شد. گرچه بعضی از نیشکرکاران در نواحی گرم و مرطوب ساحلی به‌دلیل نگرانی از تخریب خاک و کاهش

نخستین مطالعات SYDJV ارزیابی مقایسه‌ای یک خاک قدیم (حداقل ۲۰ سال تحت کشت نیشکر و سیستم برداشت سوخته قرار داشت) و یک خاک جدید (خاک دست‌نخورده یا نخستین سال بود تحت کشت نیشکر قرار داشت) بود که برای شناسایی تفاوت‌های خواص آنها انجام گرفت

۴. GCTB : Green Cane Trash Blanket.

بهره‌وری استفاده از سیستم برداشت سبز و نگهداری تراش روی سطح مزرعه را آغاز کردند (wood,1985). اما اکثریت بزرگ نیشکرکاران فقط به‌دلیل کاهش بارندگی و پایین بودن قیمت‌ها در اواسط دهه هشتاد این نظریه را پذیرفتند (wood, 1991). صرف‌نظر از انگیزه‌های اولیه برای پذیرش GCTB پیشرفت‌های قابل‌توجهی در سودآوری از طریق کاهش نیروی کار و صرفه‌جویی در هزینه‌ها، کاهش عملیات خاک‌ورزی و کاهش خسارت به محصول در برداشت با شرایط مرطوب از مزایای بارز این تغییر هستند (Smith, 1993). علاوه بر این سودمندی‌های فوق مزایای دیگری شامل بهبود موادآلی خاک، حفظ موادغذایی، تنوع زیستی بیشتر، افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک، کاهش هزینه‌های کنترل علف‌های هرز و آفات نیز شناسایی شدند. (Garside etal, 1997) همچنین عملیات خاک‌ورزی برای تولید محصول راتون از زمان استفاده از GTCB حذف شده است. از لحاظ تاریخی GTCB تغییر نسبتاً بزرگی در سیستم تولید نیشکر است و مزایای بسیاری مانند بهبود خصوصیات خاک و کاهش قابل‌توجه هزینه‌ها شناخته شدند. اما نتایج عملکرد اولیه این سیستم در مقایسه با سیستم برداشت سوخته با آمار و اطلاعات جهت دار و یکسویه متغیر بودند و این موضوع باعث سردرگمی نیشکرکاران شد. علاوه بر این نیشکرکاران نگرانی‌های خود را در مورد کاهش بهره‌وری، مشکلات برداشت و نیاز به تغییر در عملیات کشاورزی را بیان می‌کردند این نگرانی‌ها باعث کندی روند جایگزینی سیستم GCTB به‌جای سیستم برداشت سوخته شد. (Norish, 1996) با این حال اکنون تردیدی وجود ندارد که بنا نهادن GCTB در صنعت نیشکر استرالیا سودمندی‌هایی مانند افزایش قابل‌توجه در بهره‌وری و پایداری را به ارمغان آورد و مهارت نیشکرکاران در مدیریت برداشت سبز نیز افزایش یافت تقریباً ۸۰ درصد محصول نیشکر در کشور استرالیا به‌صورت سبز برداشت می‌شود. جالب است حدس بزنیم که چه میزان از بهره‌وری و پایداری ممکن است مستقیماً از سیستم GCTB به‌دست آمده است ولی باید اجازه داده شود این سیستم به‌طور پیوسته توسعه یابد و تغییرات در خصوصیات خاک به‌دقت تحت‌کنترل قرار گیرند حداقل برخی از خصوصیات تخریب شده خاک که در نخستین مطالعات SYDJV در دو مکان اندازه‌گیری شدند که در بالا مورد بحث قرار گرفتند ممکن است موضوع عمده در استقرار سیستم GCTB نبوده‌اند. احتمالاً این سیستم در مطالعات انجام شده به‌وسیله WOOD در سال (۱۹۸۵، ۱۹۸۶ و ۱۹۹۱) پیشنهاد شده است.

شکستن سیستم تک‌محصولی تولید نیشکر (استفاده از تناوب زراعی)

آزمایش‌های تناوب زراعی کوتاه مدت و دراز مدت با هدف شکستن سیستم تک‌محصولی تولید نیشکر و اندازه‌گیری اثر آن روی رشد و بازده نیشکر در سال‌های ۱۹۹۴،۱۹۹۳ به‌وسیله SYDJV آغاز شد. زمانی که بعد از آزمایش‌های تناوب زراعی نیشکر کشت شد بهبود بزرگی در بازده نیشکر (۳۰-۲۰ درصد) گزارش شد. در تناوب زراعی از سویا یا بادام زمینی، مرتع[۵] و زمین برهنه استفاده شده بود. (Garsid etal; 1999, 2000a, 2001, 2002a)

این افزایش بازده با بهبود یافتن خصوصیات شیمیایی (Moody etal ;1999)، فیزیکی (braunak etal ;2003) و بیولوژیکی (Pan Khurste 1996, 2001 etal) (Stirling 1999, 2000, 2003 etal) و به‌ویژه خواص فیزیکی خاک مرتبط بود. پس از اینکه نتایج آزمایش‌هایی تناوب زراعی در صنعت نیشکر آشکار شد بازده نیشکر در نواحی که تحت کشت لگوم[۶] قرار گرفتند و به خوبی مدیریت می‌شدند به شکل قابل‌توجهی افزایش یافت. همچنین علاوه بر آزمایش‌های تناوب زراعی SYDJV پژوهش‌هایی برای انتخاب مناسب‌ترین گونه‌های لگوم در تناوب زراعی نیشکر و بهترین شیوه‌های مدیریت برای بیشینه کردن مزایای لگوم‌ها را انجام داد. (Garside and bell, 2001) آیش‌های سنتی لگوم به شکل ضعیفی مدیریت می‌شدند. به‌طور مثال زراعت لوبیا چشم بلبلی از ضعف شیوه کشت، رقابت شدید علف‌های هرز، آبیاری به شیوه غرقابی و بیماری ریشه آسیب می‌دید. (Croft 1988, Garside etal; 1996) لگوم‌ها از یک‌طرف باعث تثبیت نیتروژن در خاک می‌شدند (یک‌محصول سویای خوب نیاز کود نیتروژن غیرآلی را برای محصول پلنت نیشکر تأمین می‌کند) و از طرف دیگر سلامتی خاک را بهبود می‌بخشند (تعادل خوب میان خواص شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی در خاک را سلامتی خاک گویند) (Garside etal;1996,1997,1998;Nobleand). اگر لگوم مخالف روش سنتی که آن را با خاک مخلوط می‌کردند به‌صورت مالچ روی سطح خاک باقی بماند فواید آن به حداکثر می‌رسد زیرا عمل معدنی شدن به آرامی بیشتری صورت می‌گیرد و قابلیت در دسترس بودن آن برای گیاه نیشکر در زمان مورد نیاز بیشتر است.

آزمایش‌های تناوب زراعی کوتاه مدت و دراز مدت با هدف شکستن سیستم تک‌محصولی تولید نیشکر و اندازه‌گیری اثر آن روی رشد و بازده نیشکر در سال‌های ۱۹۹۴،۱۹۹۳ به‌وسیله SYDJV آغاز شد. زمانی که بعد از آزمایش‌های تناوب زراعی نیشکر کشت شد بهبود بزرگی در بازده نیشکر (۳۰-۲۰ درصد) گزارش شد

۵. کشت مخلوطی از غلات و بقولات علوفه‌ای استوایی که پس از درو محصول روی زمین باقی می‌ماند و معمولاً بین ۲۰-۱۵ تن ماده خشک آلی به خاک اضافه می‌شود.

۶. گیاهان خانواده بقولات هستند که از طریق همزیستی با باکتری‌های ریزوبیوم باعث تثبیت نیتروژن در خاک می‌شوند.

(Garside etal; 1997;Noble and Garside, 2000; bell etal,2003; Garside and berthelsen ,2004)

علاوه بر این در توسعه زراعت‌هایی مانند سویا و بادام‌زمینی افزایش سودآوری وجود دارد و پول نقدی که از فروش این محصولات در تناوب زراعی نیشکر به‌دست می‌آید مفت است. (Bell etal ,1998) زمانی‌که هر یک از هشت آزمایش طولانی مدت تناوب زراعی به کشت نیشکر برگشتند، کشت نیشکر پس از انواع تناوب زراعی با سیستم مستمر تک‌محصولی و سیستم تک‌محصولی تولید نیشکر که خاک آن بین دوره‌های محصول به‌وسیله متیل برماید ضدعفونی می‌شد مورد مقایسه قرار گرفت. (Garside etal; 1999,2000; bell etal,2000) در بیشتر موارد آزمایش‌ها در مزارع راتون انجام گرفت و بالاترین بازده از مزارعی که طولانی‌ترین مدت تحت‌تناوب زراعی قرار داشتند به دست آمد گرچه در یک تناوب زراعی فقط ۶ ماهه تولید به شکل قابل‌توجهی افزایش پیدا کرد.

علاوه براین یک روند کلی وجود داشت که هنگام استفاده از مرتع در تناوب زراعی بازده محصول نیشکر نسبت به دیگر محصولات مانند سویا و بادام زمینی بیشتر بود.

زمانی که پس از مرتع محصول نیشکر کشت شد بازده محصول نسبت به آیش زمین به‌صورت لخت نیز بیشتر بود. (Garside etal 10, 1999, 2000 a, 20, 2a)

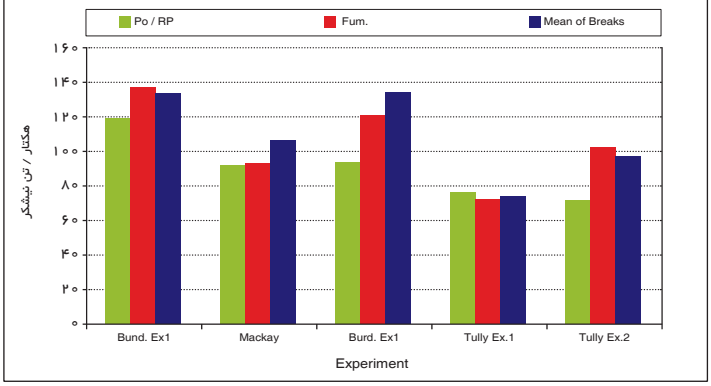
دلایل بازده‌های متفاوت به روشنی مشخص نیست اما ممکن است با شیوه‌های مختلف مدیریت خاک‌ورزی و ورودی موادآلی به خاک مرتبط باشد. هنگام استفاده از محصولات زراعی مانند سویا و بادام زمینی در تناوب، تهیه زمین به شکل مرسوم انجام می‌شود (خاک‌ورزی، رشد گیاه و ورود موادآلی به خاک)، مدیریت در تناوب زراعی مرتع. pasture بدین صورت است که محصول مرتع به شکل دوره‌ای برش و روی سطح خاک باقی می‌ماند (بدون خاک‌ورزی، رشد گیاه و ورود موادآلی به خاک) و مدیریت آیش زمین لخت bare fallow (بدون خاک‌ورزی، بدون رشد گیاه و بدون ورود موادآلی به خاک) بدین‌گونه صورت می‌گیرد که با استفاده از علف‌کش زمین عاری از هرگونه گیاه می‌شود. بازده محصول پلنت نیشکر در خاک ضدعفونی شده نسبت به تناوب محصولات زراعی بالاتر بود (شکل ۱) اما در محصول توان بازده محصول نیشکر در خاک ضدعفونی شده نسبت تناوب محصولات زراعی کمتر بود. (شکل ۲)

PO/RP: آیش مزرعه مسن و کم بازده نیشکر و کشت مجدد آن پس از انجام عملیات خاک‌ورزی (شیوه متداول در شرکت توسعه نیشکر)

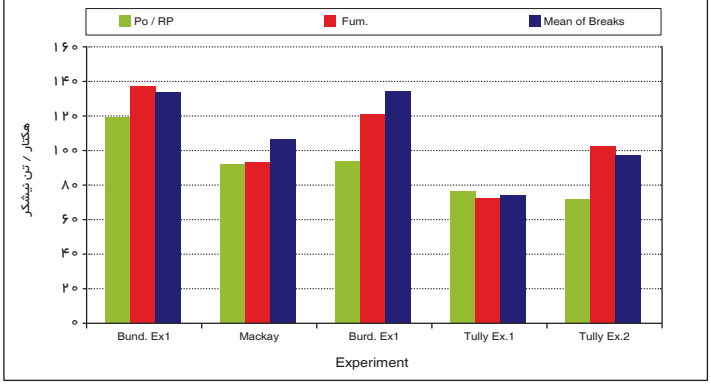
FUM: ضدعفونی کردن خاک زراعی با متیل برماید

Mean of Breaks: میانگین بازده نیشکر پس از انجام آزمایش‌های تناوب زراعی

شکل ۱: اثر کشت مستمر نیشکر، کشت مستمر نیشکر در مزارعی که خاک آنها با متیل‌برماید ضدعفونی شد و میانگین انجام شماری از تناوب‌های زراعی روی عملکرد پلنت نیشکر (تن در هکتار) در چندین آزمایش تناوب زراعی



شکل ۲: اثر کشت مستمر نیشکر، کشت مستمر نیشکر در مزارعی که خاک آنها با متیل برماید ضدعفونی شد و میانگین انجام شماری از تناوب‌های زراعی روی عملکرد راتون ۱ نیشکر (تن در هکتار) در چندین آزمایش تناوب زراعی



جدول ۱: درصد عکس‌العمل عملکرد نیشکر نسبت به ضدعفونی کردن خاک تحت کشت تک‌محصولی نیشکر با قارچ‌کش متیل برماید و سپس کشت آن و کشت نیشکر پس از اجرای تناوب زراعی

درصد عکس‌العمل عملکرد نیشکر نسبت به سیستم تک‌محصولی نیشکر		
نوع محصول	خاک ضدعفونی‌شده با قارچ‌کش	میانگین تناوب زراعی
پلنت	۴۲	۲۹
راتون	۱۶	۲۱

درصد پاسخ به ضدعفونی کردن و تناوب زراعی در (جدول ۱) نشان داده شده است. این نتایج احتمالاً با از بین بردن کلیه موجودات خاکزی biota سیستم به‌وسیله ضدعفونی کردن خاک مرتبط باشد اما محیط مساعدی نیز برای استقرار مجدد و سریع میکروارگانیزم‌های نیشکر فراهم کرد در حالی که در تناوب زراعی تنوع میکروارگانیزم‌ها در خاک بیشتر شدند و برای یک دوره طولانی‌تر پس از اینکه دوباره زمین تحت‌کشت نیشکر قرار گرفت زنده ماندند. (Pankhurst eta 10 , 1999)

Biota: تمام موجودات زنده جانوری،گیاهی، قارچها و میکروارگانیسم‌هایی که در یک زمان خاص در یک منطقه خاص یافت می‌شوند.

کنترل ترافیک و کم خاک‌ورزی و بدون خاک‌ورزی

همچنیـــن SYDJV پژوهش در مورد کم خاک‌ورزی و کنترل ترافیک را آغاز کرده به‌طور مثال فشردگی خاک که ناشـــی از تردد ماشین‌آلات سنگین مرتبط با برداشت و حمل نیشکر است به‌عنوان یک مشکل قابل‌توجه به‌رسمیت شناخته شد.

Braunack etal , 1999 , Braunack and MC Garry , 1998 ; Braunack , 1998 ; Braunack and peaty , 1999 , Garside etal , 2000 C).

آزمایش‌های بدون خاک‌ورزی با خاک‌ورزی متداول و سنتی مقایسه شـــدند و در آزمایش‌های بدون خاک‌ورزی کاهش بازده محصول نسبت خاک‌ورزی سنتی مشاهده نشد و ضمناً یک حالت آیش را نیز فراهم شد.

(Braunack etal, 1999, Garside etal, 2000C)

همچنین صرفه‌جویی قابل‌توجهی در مصرف سوخت، هزینه‌هـــای کارگری و ســـاعت کار تراکتور به‌دســـت آمد.

(Will cox etal, 2000)

علاوه بر این بهبود درخصوصیات فیزیکی و بیولوژیکی اندازه‌گیری می‌شد.

(Braunack and magavey , 2000).

در دیگـــر مطالعات اثر کنترل ترافیـــک در مورد مجزا کردن مسیرهای حرکت از ردیف‌های محصول مورد بررسی قرار گرفت و شماری از مزایا از جمله کاهش قابل‌توجه در فشردگی خاک به‌دست آمد.

آزمایش‌های بدون خاک‌ورزی با خاک‌ورزی متداول و سنتی مقایسه شدند و در آزمایش‌های بدون خاک‌ورزی کاهش بازده محصول نسبت خاک‌ورزی سنتی مشاهده نشد و ضمناً یک حالت آیش را نیز فراهم شد

(Braunack and peaty , 1999 ; Braunack and hurney , 2000 ; Bell etal , 2001).

یکـــی از مشـــکلات عمـــده ایجاد فشـــردگی خاک در سیســـتم تولید نیشـــکر استرالیا غیرهمســـان بودن فاصله چرخ‌های ماشین‌آلات (اندازه مرکز به مرکز چرخ‌ها) و فاصله ردیف‌های کشت است. در سیستم سنتی تولید نیشکر فاصله ردیف‌های کشت ۱/۵ متر است در حالی که فاصله چرخ‌های ماشـــین‌آلات برداشت و حمل نیشکر (اندازه مرکز به مرکز چرخ‌ها از نظر عرضی) بین ۱/۸ تا ۱/۹ متر هســـتند. لذا با نقشه کشت انطباق ندارند.

با ایـــن وضعیت و خطای اپراتورها چرخ‌ها روی نواحی رشـــد محصول حرکـــت می‌کنند و باعث فشـــردگی خاک می‌گردند کـــه تا حد زیادی کاهش محصول در راتون‌های بعدی اجتناب‌ناپذیر است.

(Norris etal, 2000; Bell etal, 2001; Robotham, 2003).

آثار زیانبار آن در برداشـــت با شـــرایط مرطوب بیشتر آشکار می‌شـــود (Garside, 2004). پافشاری روی کشت با فاصله ۱/۵ متر بر این باور اســـتوار اســـت که اگر فاصله ردیف‌های کشت افزایش یابد تولید نیشکر کاهش می‌یابد. بـــا این حـــال مطالعات اخیر روی فاصلـــه ردیف‌ها و تراکم محصول نشـــان می‌دهـــد که گیاه نیشـــکر دارای درجه‌ای از انعطاف‌پذیری زیســـت‌محیطی اســـت که افزایش فاصله ردیف‌های نیشـــکر و سازگار کردن آنها با فاصله چرخ‌های ماشـــین‌آلات را بـــدون کاهش محصول ممکن می‌ســـازد. همچنین با ســـازگارکردن فاصله ردیف‌های کشت و فاصله چرخ‌های ماشـــین‌آلات امکان اجرای کنتـــرل ترافیک نیز فراهـــم می‌شـــود. (Garside 2002; Garside 2004) (Robotham and Garside,2004).

ترکیبی از برداشت سبز، حفظ بقایا روی سطح خاک و شکســـتن سیســـتم تک‌محصولی تولید نیشـــکر، کم خاک‌ورزی و کنترل ترافیک در سیستم تولید نیشکر

مطالعات اخیر روی کشت دو ردیفه با فاصله ردیف‌های ۱۸۵ ســـانتی متری نشـــان می‌دهـــد که بـــازده محصول مانند کشـــت تک ردیفه با فاصله ۱۵۰ ســـانتی متر است.

(Garside, Robotham, un Published etal)

هر یک از موارد یعنی برداشت سبز، استفاده از لگوم در تناوب زراعی، کم خاک‌ورزی و کنترل ترافیک بازده نیشکر را بهبود بخشـــیدند و یا هزینه‌های تولید نیشکر را کاهش دادند بنابراین اگر همه آنها در یک سیســـتم تولید نیشکر ترکیب شوند احتمالاً سود قابل‌توجهی به‌دست خواهد آمد.

اساساً برنامه کنونی SYDJV اختصاص وقت زیادی برای توسعه چنین سیستم تولید نیشکر است و پایه این سیستم سازگار کردن فاصله ردیف‌های کشت نیشکر با فاصله چرخ‌های تجهیزات سنگین (ماشین‌های برداشت و حمل نیشکر) برای جلوگیری از خسارت به کنده‌های نیشکر و به حداقل رساندن فشردگی خاک در نزدیکی ردیف‌های نیشکر است. اکنون فاصله مناسب ردیف‌های کشت ۱/۸ – ۱/۹ است ولی فاصله ردیف‌های کشت و فاصله چرخ‌ها کاملاً بهم وابسته و باید سازگار باشند.

کم خاک‌ورزی یا کشت مستقیم در ترکیب با کنترل ترافیک (Robothom,2003) به‌منظور کاهش هزینه عملیاتی، حداقل کردن خسارت به‌خصوصیات فیزیکی خاک، حداقل کردن اثرات زیانبار روی موجودات زنده خاک و نگهداری موادآلی خاک است. بسترهای برجسته (پشته‌ها) در نواحی مرطوب‌تر به‌منظور به حداقل رساندن اثرات ممکن زیانبار غرقابی استفاده می‌شوند.

سودمندی‌های استفاده از لگوم در تناوب زراعی مواردی مانند شکستن سیستم تک‌محصولی تولید نیشکر، تجهیز نیشکر به سیستم ریشه توسعه‌نیافته، مدیریت پاتوژن‌های ریشه و تأمین یک منبع بیولوژیکی تثبیت ازت را شامل می‌شود. علاوه بر این با استفاده از سیستم کم خاک‌ورزی تراش بین دوره‌های (از پلنت تا آخرین راتون) محصول نیشکر روی سطح خاک نگهداری می‌شود و موادآلی و خصوصیات فیزیکی خاک را بهبود می‌دهد و همچنین ظرفیت آب نگهداری خاک را نیز افزایش می‌دهد.

نتایج آزمایش‌های انجام شده در مقیاس بزرگ به‌روشنی نشان می‌دهد که ترکیب این اجزا در یک سیستم زراعی تولید نیشکر امکان‌پذیر است و هیچ مانع بزرگی در اجرای سیستم پیشنهادی وجود ندارد. در این مرحله تنها محصول پلنت از این سیستم آزمایشی برداشت شد و گرچه بازده محصول به‌طور قابل‌توجهی افزایش پیدا نکرد (به‌جز در استفاده از لگوم در تناوب زراعی) ولی صرفه‌جویی قابل‌توجهی در هزینه‌ها با استفاده از لگوم در تناوب زراعی و پس از آن از طریق کشت نیشکر به روش کم خاک‌ورزی و کشت مستقیم به‌دست آمد (Garside 2002, 2004, Pell 2003). مزایای کنترل ترافیک مشخص است و چنانچه در راتون‌ها کنترل ترافیک اجرا شود منافع قابل‌توجهی به‌دست می‌آید.

تغییرات پیشنهادی در سیستم زراعی تولید نیشکر به‌وسیله توسعه تجهیزات مناسبی مانند شکل‌دهنده‌های بستر کشت، کارنده‌های شیار بازکن دو بشقابی کشت مستقیم نیشکر بدون خاک‌ورزی و هاروسترهای مناسب و

اصلاح شده جهت برداشت کشت دوردیفه و سازگار کردن فاصله ردیف‌های کشت و فاصله چرخ‌ها پشتیبانی می‌شود. (Norrish 2000, Robotham 2000). ماشین‌آلات کشت مستقیم لگوم در بقایای نیشکر در دسترس قرار دارد. هدف از تمرکز خاص روی برنامه توسعه ماشین‌آلات نگهداری ماشین‌آلات اولیه با تغییرات اندک است بنابراین به حداقل رساندن سرمایه‌گذاری در این زمینه و تسهیل پذیرش تغییرات موردنظر است. به گواه نیشکرکارانی که این تغییرات را انجام دادند هزینه‌های آن ناچیز است و با قبول سیستم پیشنهادی از طریق کوچک کردن اندازه تراکتورها و برچیدن تجهیزات خاک‌ورزی مازاد بر احتیاج امکان کاهش هزینه‌های ماشین‌آلات فراهم می‌شود.

مزایای تغییرات در سیستم زراعی تولید نیشکر

تغییر در سیستم تولید نیشکر در حال ترویج است و هنوز در مرحله توسعه قرار دارد اما باور کافی در بسیاری از نیشکرکاران استرالیا نیز برای به‌کارگیری برخی از اجزای این سیستم وجود دارد و شمار کمی از نیشکرکاران استرالیا در این مرحله از استقرار کامل این سیستم استقبال می‌کردند.

این سیستم (سیستم جدید تولید نیشکر) بر پایه اصول زراعی زیر استوار است:

* موادآلی کلید سلامتی خاک است
* سیستم تک‌محصولی تولید نیشکر نامطلوب است

تغییر در سیستم تولید نیشکر در حال ترویج است و هنوز در مرحله توسعه قرار دارد اما باور کافی در بسیاری از نیشکرکاران استرالیا نیز برای به‌کارگیری برخی از اجزای این سیستم وجود دارد و شمار کمی از نیشکرکاران استرالیا در این مرحله از استقرار کامل این سیستم استقبال می‌کردند

* تا آنجا که امکان‌پذیر است باید از فشردگی خاک جلوگیری بعمل آید
* خاک‌ورزی شدید مواداَلی و ساختمان خاک را تخریب می‌کند و موجودات زنده خاکزی را از بین می‌برد و همچنین بسیار پر هزینه است

سودمندی‌هایی که با پذیرش و استقرار چنین سیستمی می‌توان پیش‌بینی کرد شامل موارد زیر است:

* استفاده از لگوم در تناوب زراعی تعادل بیولوژیکی خاک را بهتر، پاتوژن‌های ریشه را کنترل و باعث تثبیت بیولوژیکی ازت می‌شود و تا حدود زیادی نیاز به کود ازته را کاهش می‌دهد و رشد و بازده نیشکر را بهبود می‌بخشد.
* جداکردن محل عبور ماشین‌آلات برداشت و حمل نیشکر از ردیف‌های نیشکر و حوزه فعالیت ریشه از طریق اجرای کنترل ترافیک جهت کاهش تأثیر فشردگی خاک
* کم خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی مواداَلی خاک را نگهداری می‌کند، ساختمان خاک را بهبود می‌بخشد، زندگی موجودات مفید خاک را مختل نمی‌کند و رواناب و فرسایش سطحی را نیز کاهش می‌دهد.
* نیاز به خاک‌ورزی جهت برچیدن فشردگی خاک وجود ندارد
* اثر بی‌هوازی را کاهش می‌دهد
* بهبود بهنگام انجام عملیات‌های کشاورزی
* صرفه‌جویی در هزینه‌های سوخت و نیروی کار
* نشان می‌دهد که با پوشش مستمر خاک به‌وسیله تراش نیشکر علف‌های هرز به مشکل کوچک‌تری تبدیل خواهند شد و مصرف علف‌کش‌ها نیز کاهش می‌یابد.

نتیجه گیری

سیستم پیشنهادی تولید نیشکر در حال توسعه است و این سیستم به‌وسیله تحقیقات بسیاری که در شناسایی عواملی که در کاهش تولید نیشکر نقش دارند و همچنین تحقیقاتی که بهترین شیوه مدیریت این عوامل را امکان‌پذیر ساخته است بیمه شده است.

سیستمی که در بالا مورد بحث قرار گرفت نباید به‌عنوان یک راهکار تجویزی در نظر گرفته شود. مبانی زراعی سیستم پیشنهادی نگهداری مواداَلی خاک، شکستن تک‌محصولی نیشکر، کاهش خاک‌ورزی و کنترل ترافیک است و هرگونه تغییری در اجزا سیستم تا زمانی‌که تقریباً و به‌طور قطع خروجی آن مشابه سیستم پیشنهادی باشد مورد توافق قرار دارد.

این سیستم عناصری از صرفه‌جویی در هزینه‌ها را نیز دربردارد و بنابراین سودآوری را بهبود می‌بخشد (Dent,2003,Garside, 2004). نگهداری منابع خاک را بهبود می‌دهد، خاک‌ورزی، میزان کود و مصرف سوخت را کاهش می‌دهد. همه این عناصر از نظر زیست‌محیطی دارای اهمیت هستند. همچنین نشانه‌های خوبی از بهبود عملکرد نیز وجود دارد.

در این مقاله کارآمدی این سیستم در صنایع نیشکر استرالیا مدنظر است و غیر از آن مطرح نیست زیرا صنعت نیشکر استرالیا دارای مکانیزه‌ترین سیستم تولید نیشکر در سراسر دنیا است و تا حدودی منحصر به فرد است و میزان قابل‌توجهی از مشکلات در مورد کاهش بازده نیشکر ناشی از عدم‌کنترل ماشین‌آلات سنگین در مزرعه روبه‌رو است. با این حال بسیاری از صنایع نیشکر دنیا در حال توسعه مکانیزاسیون هستند و هیچ‌دلیلی وجود ندارد باور کنیم که مشکلاتی که امروزه گریبانگیر صنعت نیشکر استرالیا است در صنایع دیگر رخ نخواهد داد.

بدیهی است اکنون بارگیری مکانیکی و حمل (تردد ماشین‌های سنگین در مزارع نیشکر) در بسیاری از نواحی کشت نیشکر مشترک است و خسارات ناشی از این عملیات بستگی به چگونگی اجرای کنترل ترافیک در مزرعه دارد زیرا اگر کنترل ترافیک به‌خوبی اجرا شود زیان‌های وارده به محصول در اثر فشردگی کاهش می‌یابد.

همچنین تمام صنایع نیشکر دنیا به‌شدت بر پایه سیستم تک‌محصولی قرار دارند و به احتمال زیاد کاهش عملکرد نیشکرنتیجه اثرات دراز مدت این سیستم است بنابراین سیستم مورد بحث در اینجا یا حداقل بعضی از اجزای آن در صنایع نیشکر سراسر دنیا اجرا شدنی هستند.

همچنین تمام صنایع نیشکر دنیا به‌شدت بر پایه سیستم تک‌محصولی قرار دارند و به احتمال زیاد کاهش عملکرد نیشکرنتیجه اثرات دراز مدت این سیستم است بنابراین سیستم مورد بحث در اینجا یا حداقل بعضی از اجزای آن در صنایع نیشکر سراسر دنیا اجرا شدنی هستند

پوسیدگی قرمز

آیا این بیماری در حال پیشرفت دارای اهمیت است؟

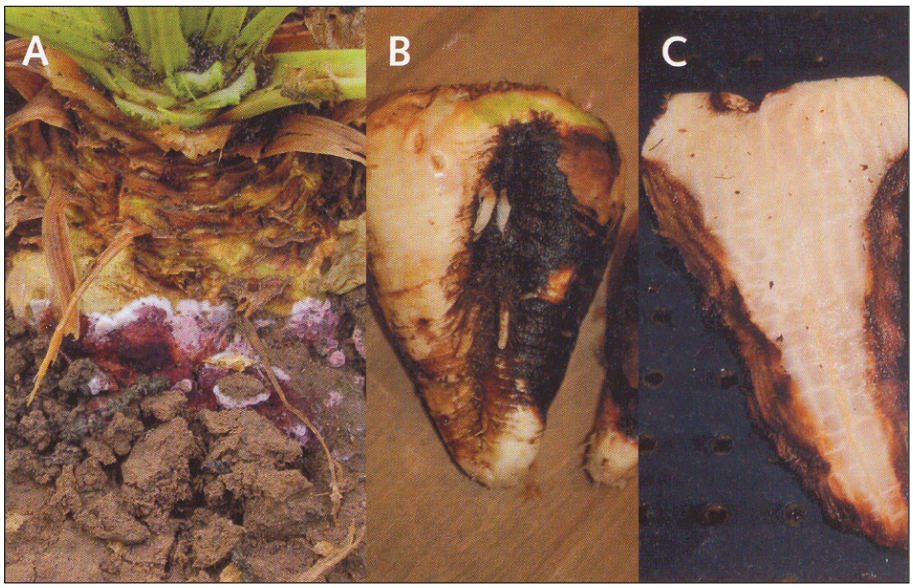
نقل از: Zückerrübe 2012/4

نویسندگان : فرانتس هسه، از شرکت قند شمال آلمان
و پروفسور – دکتر فرل من، از انستیتو تحقیقات چغندرقند، گوتینگن
ترجمه : دکتر محمد الهی

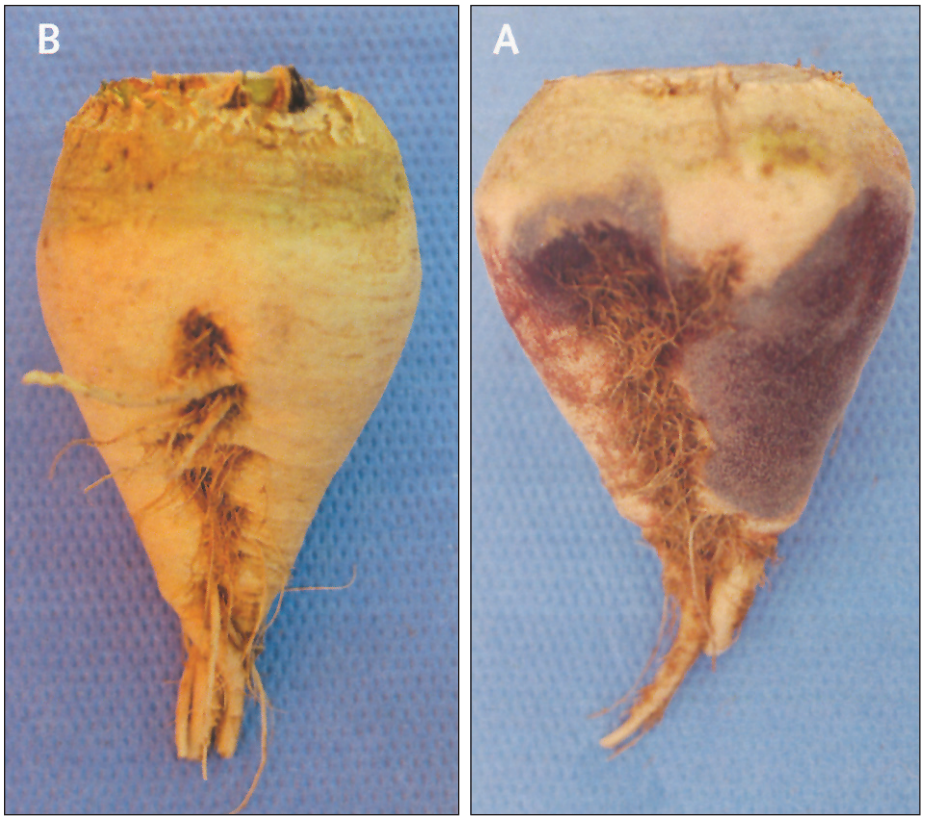
در مناطق شمالی و غربی کشت چغندرقند در آلمان، به‌خصوص در سال ۲۰۱۱ علائم بیماری پوسیدگی قرمز به‌طور فزاینده‌ای مشاهده شد (شکل ۱). افزایش و پیشرفت این بیماری سبب شد که سؤال‌های زیادی برای کشاورزان و تولیدکنندگان شکر در ارتباط با دلایل این بیماری، فاکتورهای مؤثر در ترویج آن، میزان خسارت حاصل از این بیماری و چگونگی امکان کنترل آن را پدید بیاورد. در این مقاله کلیه اطلاعات موجود در ارتباط با این بیماری و همچنین نخستین بررسی سیستماتیک و نتایج حاصل از فعالیت‌های انجام شده که در این باره جمع‌آوری شده است، ارائه می‌شود.

تشخیص پوسیدگی قرمز از روی علائم حاصل از برگ‌های چغندرقند به‌سختی ممکن است و به‌ندرت مشاهده شده است، چرا که برگ‌های گیاه تنها با میزان درصد بالای آلودگی، واکنش نشان داده و مچاله یا پژمرده می‌شوند که در این هنگام مشخص می‌شود که گیاه در حال مردن است. درصورت درصد پیشرفت بالای بیماری، در مرز تماس چغندرقند با خاک یک لایه میسیلیوم بنفش رنگ قابل مشاهده است (شکل ۲: A) که تنها بعد از برداشت

شکل ۱: چغندرهای قند با علائم بیماری پوسیدگی قرمز در وسط تصویر



شکل ۲: A) میسیلیوم قارچ پوسیدگی قرمز، در مرز تماس چغندر با خاک، B) علائم پوسیدگی قرمز در پیگر چغندرقند بعد از شستشو C) نفوذ عمیق بیماری در بافت چغندر بعد از نگهداری در سیلو



شکل ۳: ایجاد آلودگی مصنوعی در چغندر در گلخانه با قارچ Helicobasidium purpureum
A) آلوده شده B) غیرآلوده

شکل ۴: آلوده کردن مزرعه آزمایشی با بیماری پوسیدگی قرمز (A)
و نتیجه حاصل از آلودگی (مچاله و پژمرده شدن برگ‌ها) در قسمت (B)

مشخص می‌شود به چه میزان چغندرقند با این توده میسیلیوم پوشیده شده است و اندازه این لایه قرمز متفاوت است. همچنین میزان خاک چسبیده شده به چغندر به‌دلیل ناهموارتر بودن سطح جدید گیاه، در چغندرهای آلوده شده به پوسیدگی قرمز افزایش پیدا کرده و تعداد ریشه‌های جانبی زیاد شده است. پوسیدگی زیر لایه میسیلیوم، حتی هنگامی که تمام سطح چغندر علائم بیماری را نشان می‌دهد، به‌طور غیرمنتظره‌ای به‌صورت سطح نازکی در چغندر نفوذ پیدا می‌کند.

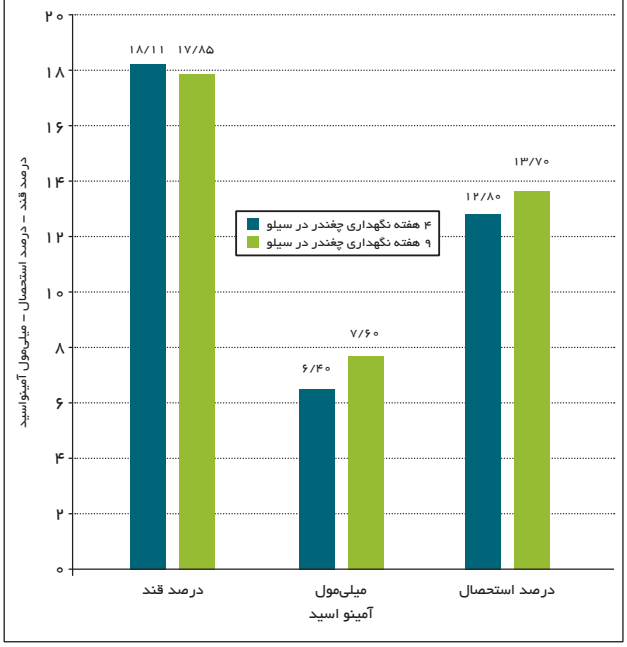
به‌دلیل پوشش قارچی و رنگ بنفش مانند این بیماری در هنگام پوسیدگی، تفاوت آن با سایر پوسیدگی‌های قارچی مشخص است (شکل ۲: B). بر خلاف سایر بیماری‌های قارچی، بیماری پوسیدگی قرمز از نوک ریشه شروع شده و در تمام سطح و جسم چغندر پخش می‌شود.

در مقایسه با سایر بیماری‌های انگلی، نظیر قارچ فوزاریوم، پوسیدگی قرمز می‌تواند در سیلوی نگهداری چغندر، به‌صورت عمیق در گیاه نفوذ پیدا کرده و سبب جمع و نرم شدن بافت چغندر شود. (شکل ۲: C).

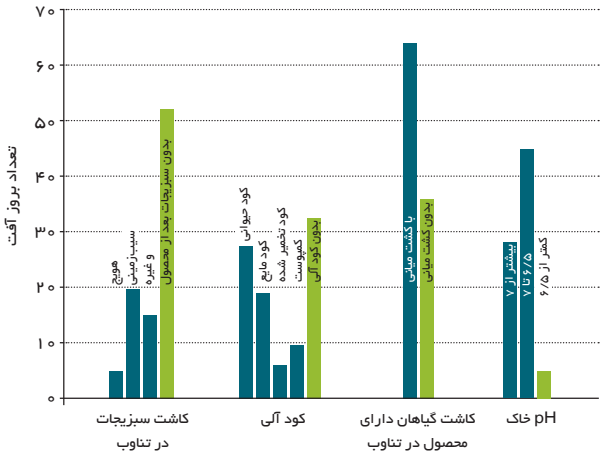
این بیماری در اثر قارچ خاکزی Helicobasidium purpureum ایجاد می‌شود که دارای میزان پخش‌شوندگی زیادی در خاک بوده و به‌جز چغندرقند سبب آسیب به سایر محصولات زراعی و غیرزراعی نظیر شبدر، یونجه، سیب‌زمینی، هویج، خار، گزنه و سایر علف‌های هرز می‌شود. این قارچ دارای مقاومت زیادی بوده و در شرایط نامساعد محیط می‌تواند زمانی طولانی به‌حالت غیرفعال (Sclerotium) باقی بماند و پس از مناسب بودن شرایط جوانه بزند و در گیاه پخش شود.

مناطق دارای آلودگی بالای این بیماری تاکنون در اروپا، انگلستان و فرانسه (Champagne) که دارای آب و هوایی گرم هستند، گزارش شده است. این بیماری در سال‌های اخیر در نیدر زاکسن و راین‌لند نیز اغلب مشاهده شده است، به‌طوری‌که

شکل ۵: اثر میزان زمان سیلو کردن چغندر آلوده به بیماری پوسیدگی قرمز اندک (۳ تا ۵ درصد از چغندر) روی میزان درصد قند (ZG)، میزان درصد کل استحصال (GA) و میزان اسیدهای آمینه به میلی‌مول (AmN)



شکل ۷: نتایج سؤال‌های پرسیده شده از کشاورزان (۱۱۲ پرسشنامه) در سال ۲۰۱۲ برای تعیین تأثیر فاکتورهای مختلف (تعداد تناوب، نوع گیاهان تناوبی، نوع کودآلی استفاده شده، pH خاک) بر میزان پخش بیماری پوسیدگی قرمز در مزارع چغندرقند کارخانه قند نورد اشتمن آلمان



آلمان نیز یکی از مناطق مهم آسیب‌خورده است. هنوز اطلاعات در ارتباط با فاکتورهای ترویج آلودگی بسیار محدود است.

از موارد پخش زیاد بیماری می‌توان: وجود زیاد علف‌های هرز، شخم زیاد، دمای بالایی زمین، کیفیت بد خاک و کشت گیاهان آسیب‌پذیر و میزبان را نام برد. تحقیقات سیستماتیک در این باره تاکنون وجود ندارد. در مزارع این بیماری مانند سایر بیماری‌های چغندر آشکار می‌شود. بروز این بیماری به‌صورت غیریکنواخت، سبب می‌شود که تحقیقات روی خصوصیات مقاومت گیاه طی رشد و همچنین بذرهای تجاری چغندرقند که به این بیماری مقاوم هستند، مشکل شود.

برای بررسی فاکتورهای مؤثر در پخش بیماری و خصوصیات مقاومتی گیاه، پاتوژن‌های قارچی از گیاهان آسیب‌دیده در گلخانه و مزارع، توسط انستیتو تحقیقات چغندرقند – گوتینگن جدا شده و برای نخستین‌بار یک روش جهت تولید ماده تلقیحی و همچنین ایجاد آلودگی در گیاه پیدا شد (شکل ۳).

در یک تحقیقات مشترک در مزارع با شرکت قند شمال آلمان در سال ۲۰۱۱ برای نخستین‌بار انواع بذرهای اصلی چغندرقند موجود در بازار تجاری برای کشت در دو نقطه مختلف به‌صورت موفق با این بیماری آلوده شد (شکل ۴). نتایج نشان دادند که نوع‌های مختلف بررسی شده، هیچ‌گونه تفاوتی در میزان آلودگی نداشتند اما دقیقاً مشخص شد که آلودگی سطحی با این قارچ، سبب کاهش میزان درصد قند به میزان قابل‌توجهی می‌شود، هرچند که تأثیر آن بر میزان وزنی چغندر برداشت شده، قابل صرف‌نظر کردن بود. پوسیدگی قرمز سبب افزایش میزان سدیم و پتاسیم می‌شود که نتیجه آن افزایش ضایعات ملاس در هنگام تولید شکر است. این تحقیقات در سال ۲۰۱۲ با توسعه بذرهای متفاوت چغندرقند ادامه پیدا کرد.

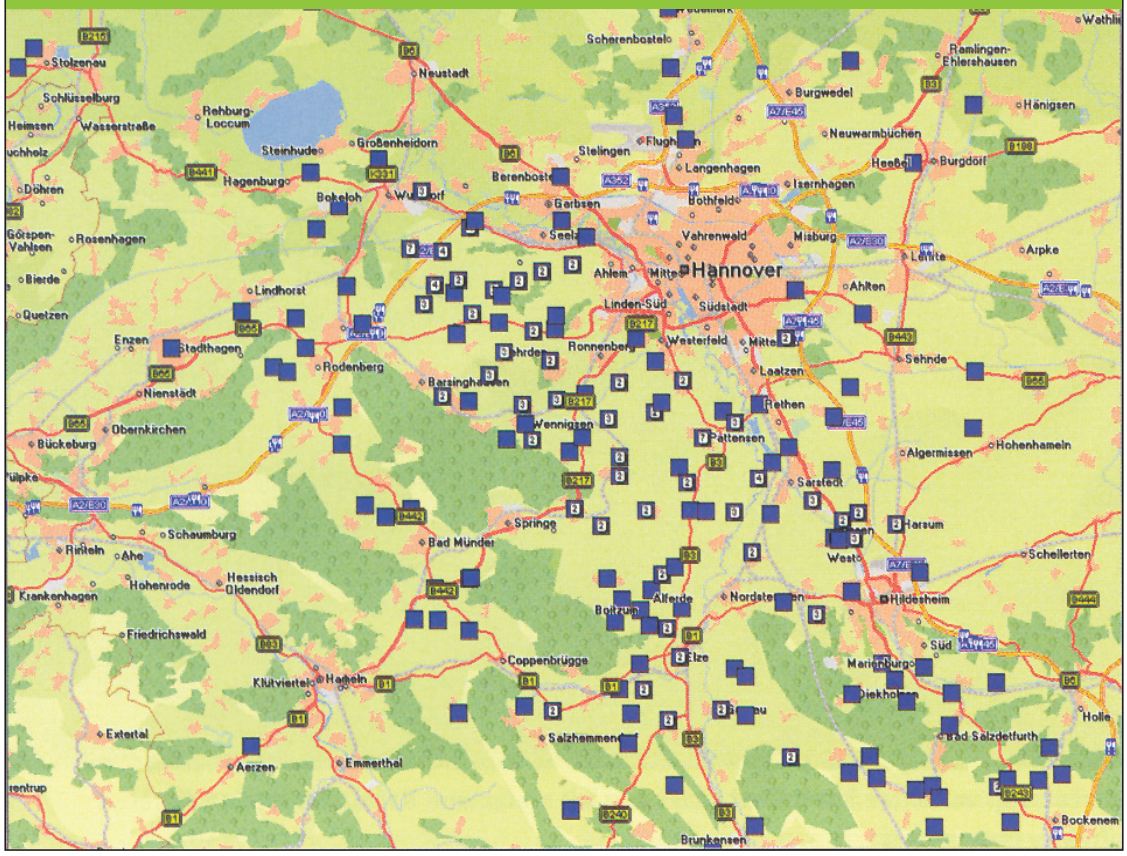
مشاهده و آزمایش‌های سال‌های گذشته نشان دادند که پخش کم بیماری پوسیدگی قرمز (تا ۵ درصد)، قابلیت نگهداری چغندر در سیلو را به‌طور محسوسی تغییر نمی‌دهد. اما مهم است که این نوع چغندرها به‌صورت خشک، خاک‌گیری شوند و سریعاً با پوششی از پشم جانوران پوشیده شوند تا رطوبت از میان توده خارج شده و چغندر سریعاً خشک شود.

توسط شرکت قند شمال آلمان در سال ۲۰۱۱ با آزمایش چغندرهای دارای بیماری پوسیدگی قرمز که سیلو شده بودند تأیید شد که چغندرهای قند دارای آلودگی اندک با این بیماری، حتی با نگهداری طولانی در سیلو، دارای مقدار کمی ضایعات و افزایش اسیدهای آمینه بوده و دارای درصد استحصال بالایی هستند (شکل ۵).

درصورت آلودگی بالای چغندر، میزان ضایعات قندی نیز به‌شدت افزایش پیدا می‌کند. به‌خصوص هنگامی‌که

مشاهده و آزمایش‌های سال‌های گذشته نشان دادند که پخش کم بیماری پوسیدگی قرمز (تا ۵ درصد)، قابلیت نگهداری چغندر در سیلو را به‌طور محسوسی تغییر نمی‌دهد. اما مهم است که این نوع چغندرها به‌صورت خشک، خاک‌گیری شوند و سریعاً با پوششی از پشم جانوران پوشیده شوند تا رطوبت از میان توده خارج شده و چغندر سریعاً خشک شود

شکل ۷: پخش بیماری پوسیدگی قرمز در مناطق کشت چغندرقند کارخانه قند نورد اشتمن آلمان در سال ۲۰۱۱



سطح آلوده شده چغندر بسیار زیاد است، چرا که چغندر آلوده، در تماس با چغندرهای سالم سبب انتشار بیماری می‌شود.

در نتیجه میزان آلودگی با سایر بیماری‌ها و پوسیدگی ثانویه افزایش پیدا می‌کند. برای کاهش خسارت در سیلو باید یک برنامه تحویل چغندر تنظیم شود تا میزان درجه پوسیدگی کاهش و تمیز کردن سیلو انجام شود. در این ارتباط باید کشاورزان هرچه سریعتر و حداکثر بعد از برداشت مناطق و چغندرهای آلوده شده را به دفتر چغندرکاری اطلاع دهند.

برای دانستن از میزان پخش بیماری پوسیدگی قرمز در نیدرزاکسن، در سال ۲۰۱۱ مناطق تحویل چغندر به‌کارخانه قند نورداشتمن (Nordstemmen) که دارای آلودگی به این بیماری بودند مشخص شدند. از اطلاعات جمع‌آوری شده مشخص شد که این بیماری از بعضی مناطق تا تمام مزارع تحویل چغندر به‌کارخانه قند نورداشتمن راه پیدا کرده است و آلوده‌ترین مزرعه کالن برگر (Calenberger) بوده است (شکل ۶).

در این ارتباط شرکت قند شمال آلمان در سال ۲۰۱۲ یک‌سری سؤالات به‌صورت کتبی از کشاورزان خود در ارتباط با تاریخچه تناوب زراعی، ترتیب تناوب زراعی، کود، آماده‌سازی زمین و میزان مواد مغذی خاک و میزان پخش بیماری پوسیدگی قرمز چغندرقند انجام داد. (شکل ۷)

نتایج نشان داد که تأثیر سبزیجات و گیاهان دارای محصول استفاده شده برای تناوب زراعی در کاشت چغندر را نمی‌توان در پخش این بیماری به‌صورت دقیق مشخص کرد. این امر برای استفاده از کودهای آلی نیز صادق است.

مزارع با تعداد تناوب زراعی بیشتر، دارای pH بالاتری هستند اما مزارعی که زمین آنها به‌خوبی آماده شده است در مناطق کشت کارخانه قند نورد اشتمن، نیز دارای pH بالاتر از ۶/۵ هستند.

برای بررسی تأثیر فاکتورهای مؤثر بر این بیماری باید در سال‌های آینده نیز اطلاعات فوق جمع‌آوری گشته و مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرند. برای این امر حمایت کشاورزان چغندرقند به‌صورت کامل لازم است. در کنار فعالیت‌های تاکنون انجام شده برای تشخیص فاکتورهای مستعد در پخش این بیماری، باید تلاش در جهت مشخص شدن پارامترهای گیاهی و یا استثناهای موجود انجام شود تا بتوان از پخش یک بیماری جلوگیری کرد و میزان بازرسی و کنترل‌های همه‌جانبه را افزایش داد.

در کنار فعالیت‌های تاکنون انجام شده برای تشخیص فاکتورهای مستعد در پخش این بیماری، باید تلاش در جهت مشخص شدن پارامترهای گیاهی و یا استثناهای موجود انجام شود تا بتوان از پخش یک بیماری جلوگیری کرد و میزان بازرسی و کنترل‌های همه‌جانبه را افزایش داد

پنجاهمین سال شکر فراون‌فلد

نقل از: Sugar Industry 2013/8

ترجمه : مهندس محمود ابطحی

شرح عکس: شمای کلی کارخانه قند فراون‌فلد (جانمائی) و محوطه ذخیره چغندر

۱. مقدمه

از صد سال قبل در سوئیس شکر تولید می‌شود. اولین شکر سوئیس که به‌صورت رسمی و بدون وقفه با کشت منظم چغندرقند و همه‌ساله عرضه شد، شکر کارخانه Aarberg بود. پس از یک آتش‌سوزی در سال ۱۹۱۲ کارخانه بازسازی شد. کارخانه قند آربرگ اولین کارخانه قند سوئیس است و دقیقاً ۵۱ سال قبل در اکتبر سال ۱۹۶۳ دومین کارخانه سوئیس در فراون‌فلد راه‌اندازی شد.

کارخانه Frauenfeld امسال پنجاهمین سال تأسیس خود را جشن گرفت. در سال ۱۹۹۷ هر دو کارخانه درهم ادغام شدند و به‌نام شرکت سهامی کارخانه‌های قند آربرگ، فراون‌فلد فعالیت می‌کند.

۲. شکر سوئیس

اولین اقدامات برای تولید شکر در سوئیس در سال ۱۸۱۱ در Basel انجام گرفت و سپس در Nyon در سال ۱۸۱۳ و در Neuenburg در سال ۱۸۱۵ در سال ۱۸۲۰ در ژنو Genf-Carouge آزمایشاتی انجام گرفت. تمام این کارخانه‌ها باید پس از مدت کوتاهی نتایج رقابت‌های خود را گزارش می‌دادند، به‌خصوص از جهت کمبود چغندر در مناطق مختلف. در ادامه تحقیقات بسیار متعددی نیز صورت گرفت تا بالاخره شکر سوئیس تولید شد. بین سال‌های ۱۸۳۶ و ۱۸۵۰ دولت سوئیس بارها طرح ساخت یک کارخانه قند در Granges را بررسی کرد که نهایتاً منصرف شد. در شمال‌شرق فراون‌فلد، Herdern، بانکدارهای بازل و زوریخ درنظر داشتند یک کارخانه قند احداث نمایند که در سال ۱۸۷۵ در ناحیه Muri/Aargou طرح ساخت یک کارخانه قند به‌دلایل اقتصادی توسط کمیته تصمیم‌گیری کنار گذاشته شد. بین سال‌های ۱۸۸۰ و ۱۸۸۴ همین کمیته تصمیم به ساخت کارخانه‌ای در Payerne گرفت

اولین اقدامات برای تولید شکر در سوئیس در سال ۱۸۱۱ در Basel انجام گرفت و سپس در Nyon در سال ۱۸۱۳ و در Neuenburg در سال ۱۸۱۵ در سال ۱۸۲۰ در ژنو Genf-Carouge آزمایشاتی انجام گرفت

که باز هم به‌دلیل مشکلات اقتصادی طرح‌شان کنار گذاشته شـد. تحقیقات سـال ۱۸۸۷ در Hochdorf برای ساخت کارخانه‌ای با کمک مالی اسـتان Luzern و Aargau نیز کنار گذاشته شـد. در چهارم دسامبر ۱۸۹۱ مسؤولین در بازل شـرکتی به‌نام Helvetia، کارخانه قند سـوئیس در Monthey (مرکز ایالت Valois) تأسـیس کردند که در ابتد به تولید شکرخام مشغول شد اما در سال ۱۸۹۵ به‌دلیل کمبود چغندر متوقف شد.

۲-۱. کارخانه قند در Aarberg

کارخانه قند Aarberg از بدو تأسیس نقش اساسی در اقتصاد شکر سوئیس ایفا کرده است ضمن اینکه از ضربه‌ها و فرازونشیب‌ها نیز مصون نمانده است. در سال ۱۸۹۹ برای اولین‌بـار فعالیت خود را شـروع کرده اما در سـال ۱۹۰۹ به‌دلیل کمبود چغندر مجبور به اعلام ورشکستگی شد. بانک ایالتی برن به کمک کارخانه شتافت و باعث نجات کارخانه شد. اما سـه سال بعد اولین کارخانه قند یعنی Aarberg متوقف شد. در روز ۲۸ ژانویه ۱۹۱۲ در ساعت ۱۶ به‌علتی که هرگز معلوم نشد دچار یک آتش‌سوزی بسیار وحشتناک و مخرب شـد - قسـمت بزرگی از ساختمان طعمه حریق شـد، و زحمات هدر رفته برای تأسیس کارخانه باعث شد که در همان سـال کانتونان بانک برای جبران و بازسـازی کارخانـه موافقت کند در ۱۶ نوامبـر ۱۹۱۲ (بیش از صد سـال قبل) کارخانه قند و تصفیه‌خانه Aarberg (ZRA) تأسـیس شد و بدین‌وسیله سـنگ‌بنای شروع تولید شکر در Aarberg نهاده شد و از آن زمان این کارخانه در کنار مشـکلات فراوان، دو جنگ جهانی را همراه با ایام بسـیار سـختی تجربه کرده است با وجود این تولید شکر سوئیس هیچ‌گاه متوقف نشد.

کارخانه قند آربرگ توانست در آن زمان یک‌بار ۱۵ درصد شکر مصرفی سوئیس را تأمین کند و این کمترین میزان تولید برای مصرف داخلی در بین همه کشورهای اروپایی بود

قسمت تحویل گرفتن چغندر کارخانه قند فراون‌فلد

۲-۲. کارخانه قند Frauenfeld

۲-۲-۱. تاریخچه

کشت چغندر بسیار آهسته جای پای خود را در سوئیس محکم کرد تا ساخت کارخانه دوم موردتوجه قرار گرفت. این بحث در ابتدای سال ۱۹۴۰ به‌صورت‌جدی‌تر مطرح شد - از سال ۱۹۳۴ نیز بحث ساخت کارخانه دوم در جریان بود که به‌علت وقوع جنگ جهانی دوم دنبال نشد.

در سـال ۱۹۴۵ پس از اتمام جنگ دوم جهانی، برنامه سیاسـت کشاورزی و هدف رسیدن به خودکفایی در رأس برنامه‌های دولت قرار گرفت و لذا مقرر شـد که زمین‌های کشاورزی موجود نگهداری و تا جایی‌که امکان دارد به آنها افزوده شود.

پـس از این، زمین‌های کشـاورزی به‌دقت محافظت و نگهداری شدند و تا حد امکان به آن‌ها اضافه شد.

برای حاصلخیز شـدن زمین‌ها مقرر شـد که نسـبت مطلوب تناوب کشـت غلات و محصولات ریشه‌ای (غده‌ای - ذرت و سـبزیجات) به بهترین وجهی و با دقت زیاد هر ساله رعایت شود.

میزان کشـت غلات در آن زمان بنا به‌دلایل جنگی در (مرز) قرار داشت و به‌میزان قابل‌توجهی شرایط آب و هوایی نیز در این مورد مؤثر بود - همچنین کشت سیب‌زمینی که به دسـته محصولات غده‌ای تعلق دارد، در کشور سوئیس در حد امکانات موجود افزایش یافت.

کارخانـه قند آربرگ توانسـت در آن زمان یک‌بار ۱۵ درصد شـکر مصرفی سوئیس را تأمین کند و این کمترین میـزان تولید برای مصرف داخلی در بین همه کشـورهای اروپایی بود.

گسـترش کشـت چغندر و همچنین افزایش سـطح زیرکشـت، حتی در نقاط دوردست، تحت شرایط موجود، در دسـتورکار قرار گرفت - همزمان برای مصرف چغندر بیشـتر که قرار بود کشـت شود احداث کارخانه دوم ضرورت داشـت. در ابتدا برای کشت چغندر منطقـه Andelpingen در ایالـت زوریخ درنظر گرفته شـد. اما تصمیم‌گیرندگان به‌دلیل مصوبه ۲۸ ژوئن ۱۹۴۶ در مورد واردات شـکر، برای ساخت کارخانه از خود مقاومت نشان می‌دادند - نهایتاً یک همه‌پرسی انجام شـد. در همه‌پرسی ۱۸ مارس ۱۹۴۸ دولتی‌ها شکسـت سختی را متحمل شـدند و ایالات فریبورگ و

تجزیه چغندر در کارخانه فراون‌فلد (آزمایشگاه عیارسنجی)

ژنو برای ساخت کارخانه موافقت کردند. مردم از اقتصاد نامطلوب پس از جنگ خسته شده بودند و رأی آنها پیام‌آور آزادشدن از تنگنای اقتصادی بود.

مردم از بخشنامه‌ها و مقررات و افزایش قیمت‌های مکرر دل‌خوشی نداشتند و زمان آن فرارسیده بود که دولت با اختیارات جدید اقدامات تازه‌ای انجام دهد.

تولید شکر در کشور و رسیدن به‌خودکفایی و گسترش کشت آرزوی مردم بود. مقداری از نمایندگان مجلس اقدام به فعالیت جهت تأسیس کارخانه قند دوم کردند.

اقدام بسیار ارزشمندی که در ۱۵ ماه مارس ۱۹۵۶ انجام شد، ایجاد انجمنی به‌نام (انجمن اقتصادی شکر) بود که وظیفه حمایت مالی و جلب‌توجه مردم به این امر، همچنین تبلیغات و توجیه مردم و آماده‌سازی برای سرمایه‌گذاری و تأسیس شرکت بورس شکر را عهده‌دار شده بود. به این انجمن در پایان سال ۱۹۵۷ بیست ایالت پرجمعیت و اداره‌هایی از تجارت و صنعت، همچنین بانک و افراد خصوصی ملحق شدند و نهایتاً یک نمایندگی ایجاد شد.

در مورد سرمایه‌گذاری برای کارخانه دوم تجارب تأسیس کارخانه اول بسیار مفید بود. دخالت دولت در نحوه تقسیم سهام مطلقاً ممنوع اعلام شده بود، همچنین افزایش قیمت شکر.

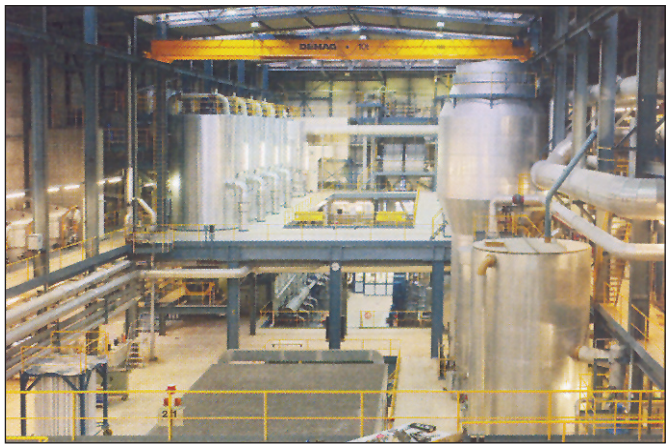
در ۳۰ دسامبر ۱۹۵۷ مجلس تأسیس کارخانه دوم را در قسمت شرق ایالت بازل Solothurn و Bern بدون هیچ رأی منفی تصویب کرد و در سال ۱۹۵۹ قابل اجرا شد.

و بدین‌ترتیب راه برای ساخت کارخانه دوم همراه شد. متعاقباً انجمن اقتصادی شکر پس از سال نو ۱۹۵۹ مبلغ ۲۸/۵ میلیون فرانک برای تأسیس کارخانه در اختیار داشت. در همان سال، در ۲۱ ماه مه در کنگره زوریخ جلسه‌ای برای تأسیس این کارخانه تشکیل شد و در آنجا قرار بود که در مناطق بازل و Solothurn و برن مکانی تعیین شود. در این مورد باید امکانات استخدام کارگر، رفت‌وآمد تأمین آب و دیگر امکانات درنظر گرفته می‌شد. پس از بررسی‌های بسیار دقیق و همه‌جانبه بالاخره در ۸ فوریه ۱۹۶۰، توسط مسؤولین دولتی منطقه Frauenfeld روی ساخت کارخانه تعیین شد و در ۲۶ ژوئن ۱۹۶۰ دوسوم اهالی فراون‌فلد برای سرمایه‌گذاری یک میلیون فرانکی رأی مثبت دادند.

۲-۲-۲. نهادن اولین سنگ بنای کارخانه و راه‌اندازی

در ۱۴ سپتامبر ۱۹۶۱ با حضور نمایندگان دولت و ایالت Thurgou و شهر فراون‌فلد سنگ‌بنای کارخانه (کلنگ‌زنی) انجام شد. در همان سال حفاری‌های لازم و همچنین کانال‌کشی و ساخت خیابان‌های مرتبط به کارخانه طبق برنامه زمان‌بندی شده به‌پایان رسید. در سال ۱۹۶۲ ساختمان کوره بخار و ساختمان اصلی و ساختمان اداری ساخته شد.

ماه به ماه تصویر ساختمان عظیم کارخانه در قسمت غرب فراون‌فلد در حال تغییر بود و تقریباً هزار کارگر در آنجا مشغول فعالیت بودند. همزمان مونتاژ ماشین‌آلات سنگین در جریان بود و پیشرفت کار روزبه‌روز شتاب بیشتری می‌گرفت. در زمستان سال ۶۳-۱۹۶۲ لوله‌گذاری و نصب ماشین‌آلات برقی آغاز شد. در ابتدای سال ۱۹۶۳ بالاخره ساخت سیلوهای شکر ۱ و ۲ به‌پایان رسید و به‌موازات این اقدامات، کشت چغندر در مزارع با جدیت دنبال می‌شد، چغندری که باید در پاییز همان سال در کارخانه مصرف می‌شد. در ۹ اکتبر ۱۹۶۳ بالاخره زمان آن فرارسیده بود که در ساعت ۶ اولین چغندر وارد مرحله تولید شکر شد. ظرفیت مصرف چغندر کارخانه قند Frauenfeld در ابتدا ۱۶۰۰ تن در روز بود.



در ۳۰ دسامبر ۱۹۵۷ مجلس تأسیس کارخانه دوم را در قسمت شرق ایالت بازل Solothurn و Bern بدون هیچ رأی منفی تصویب کرد و در سال ۱۹۵۹ قابل اجرا شد

جدول ۱: افزایش ظرفیت کارخانه قند فراون‌فلد از سال ۱۹۶۳ تا ۱۹۹۶

سال	سطح زیرکشت هکتار	مصرف چغندر تن در روز	مصرف چغندر کل (تن)	شکر تولیدی (تن)
۱۹۶۳	۱۷۵۶	۱۶۲۶	۱۰۳۱۲۷	۱۴۵۰۰
۱۹۶۵	۲۵۲۲	۱۸۸۳	۱۲۹۴۸۱	۱۸۲۰۰
۱۹۷۰	۲۶۳۴	۲۶۵۰	۱۷۳۰۳۱	۲۴۴۱۴
۱۹۷۵	۳۹۴۲	۳۵۱۹	۲۴۶۳۴۵	۳۱۰۵۸
۱۹۸۰	۵۰۸۰	۴۷۱۶	۳۱۳۶۱۶	۴۴۸۴۶
۱۹۸۲	۵۶۷۸	۵۱۸۴	۳۸۸۷۷۸	۵۲۰۴۱
۱۹۸۵		۵۲۰۳	۳۶۴۱۹۶	۵۸۷۹۰
۱۹۹۰		۵۷۷۹	۴۲۷۶۶۴	۶۶۵۴۰
۱۹۹۵		۶۰۸۶	۳۴۹۹۶۳	۵۴۲۸۷
۱۹۹۶		۶۱۰۹	۵۱۵۶۲۸	۸۳۶۵۴

۳-۲-۲. بالا بردن ظرفیت کارخانه از سال ۱۹۶۳ تا ۱۹۸۳

کارخانه‌ای که برای مصرف چغندر ۱۶۰ هزار تن چغندر ساخته شده بود، برای اولین‌بار در سال ۱۹۶۶ این مقدار چغندر را تحویل گرفت و با مصرف روزانه ۲۲۰۰ تن به ظرفیت اسمی خود دست یافت. تا سال ۱۹۶۹ اما ظرفیت کارخانه به‌تدریج افزایش یافت. مصوبه‌های مجلس در مورد اقتصاد شکر محدودیت‌هایی برای مصرف چغندر قائل شده بود. با اجرایی شدن یک مصوبه جدید به‌تاریخ ۲۷ ژانویه ۱۹۶۹ که اجازه می‌داد سطح زیرکشت چغندر تا ۱۰ هزار هکتار افزایش یابد و آزمایش این مهم که مقدار چغندر به ۵۰۰ هزار تن برسد، اولین اقدامات برای آماده‌سازی فنی کارخانه شروع شد. به‌اتکای شرایط موجود، بالا بردن تدریجی ظرفیت کارخانه در هر سال به‌خوبی امکان‌پذیر بود - تا سال ۱۹۷۰ ظرفیت مصرف چغندر کارخانه به ۲۵۰۰ تن در روز رسید و در سال ۱۹۷۳ مصرف روزانه کارخانه ۳۰۰۰ تن در روز بود. (جدول ۱) در ۲۸ ژوئن ۱۹۷۴ مصوبه دیگری به اجرا درآمد که به‌موجب آن مقرر شده بود سطح زیرکشت چغندر به ۱۴ هزار هکتار و مقدار چغندر به ۷۰۰ هزار تن افزایش یابد. پس از یک هماهنگی با کارخانه قند آربرگ و مسؤولین ذیربط، به مسؤولین کارخانه قند فراون‌فلد مأموریت داده شد که اقدامات ضروری جهت بالا بردن ظرفیت کارخانه انجام گیرد. با صرف هزینه حدود ۸ میلیون فرانک در سال‌های ۱۹۷۵ و ۱۹۷۶ ظرفیت روزانه مصرف چغندر به ۴۲۰۰ تن افزایش یافت و در سال ۱۹۷۸ با مصرف روزانه ۴۳۰۰ تن چغندر، جمعاً ۳۰۰/۰۰۰ تن چغندر مصرف شد. در روز ۲۳ ماه مارس ۱۹۷۹ پس از ابلاغ مصوبه جدیدی در مورد اقتصاد شکر سوئیس، سطح زیرکشت مجموع چغندر به ۱۷ هزار هکتار و چغندر ۸۵۰ هزار تن تعیین شد.

در سال ۱۹۸۳ ظرفیت روزانه کارخانه به ۵۴۰۰ تن رسید و بین سال‌های ۱۹۸۴ و ۱۹۹۵ بستگی به‌میزان کشت، مقدار شکر تولیدی از ۵۱ هزار تن تا ۶۶ هزار تن در سال بود. مصوبه جدیدی در سال ۱۹۹۶ میزان چغندر کل در کشور سوئیس را ۱/۱ میلیون تن تعیین کرد.

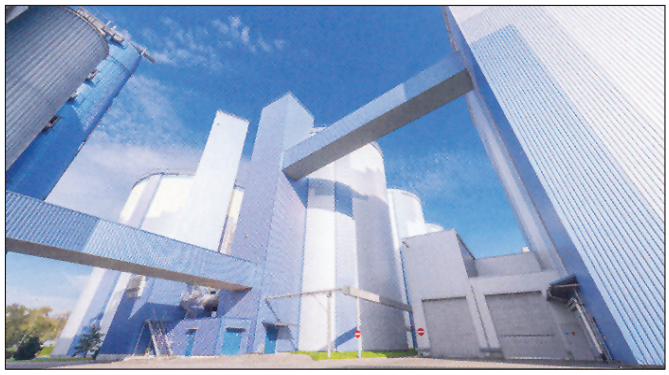
۳. ادغام ۱۹۹۷

در سال ۱۹۹۳ علائمی پدید آمد که به‌دلیل قراردادهای بین‌المللی برای اقتصاد شکر سوئیس نیز سیاست‌های جدیدی باید اعمال می‌شد. در همان سال و به‌همین مناسبت رؤسا و اعضای کارخانه‌های Aarberg و Frauenfeld برای تصمیم‌گیری آینده صنعت قند تشکیل جلسه دادند - در این جلسه به این نتیجه رسیدند که برای بقای هر دو کارخانه بهترین راهکار ادغام دو کارخانه در یکدیگر است. در پایان سال ۱۹۹۴ هر دو کارخانه یک قرارداد همکاری امضاء کردند و یک کارگروه ویژه مأموریت تدوین برنامه و بررسی امکانات موجود برای این همکاری را عهده‌دار شد. در سپتامبر ۱۹۹۶ مجوز عقد قرارداد ادغام صادر و توسط وزیر و معاون وزیر و مدیران کارخانه به امضاء رسید. در ۲۳ ژانویه ۱۹۹۷ سهامداران کارخانه فراون‌فلد در کنگره با ادغام ۹۸/۲ درصد سهام کارخانه موافقت کردند و از آن زمان هر دو کارخانه تحت‌نام شرکت سهامی کارخانه‌های آربرگ - فراون‌فلد (ZAF) فعالیت می‌کند - طبق قرارداد دفتر مرکزی شرکت سهامی در فراون‌فلد و دفتر تجاری آن در آربرگ قرار دارد.

۴. شرایط جدید سیاست کشت

مسؤولین و مدیران پس از بررسی و کارشناسی‌های دقیق در سال ۱۹۹۳ مصمم به وارد شدن به پیمان GATT (موافقتنامه عمومی درباره تعرفه‌های گمرکی و تجارت) General Agreement on Tariffs and Trade شدند و متعاقباً از تاریخ یکم ژوئیه ۱۹۹۵ کشور سوئیس به سازمان جهانی تجارت WTO پیوست. این موضوع تغییرات اساسی زیادی برای کشت چغندر و مصرف آن در سوئیس ایجاد می‌کرد. رفع تدریجی محدودیت برای واردات شکر برای اقتصاد سوئیس تا سال ۲۰۰۲ سالانه ۶۵ میلیون فرانک از بابت قطع حمایت‌های مالی برای دولت سود داشت. کسر درآمد احتمالی کارخانه ها که تا آن زمان توسط دولت تضمین شده بود در یک قرارداد تأمین چهارساله از طرف دولت واگذار به کارخانه‌ها شد. سهمیه شکر سالانه ۱۸۵ هزار تن تعیین شد. (با تأمین کشت چغندر ۱/۳ میلیون تن). در سال ۲۰۰۴ قرارداد ۴ ساله به ۶ سال افزایش یافت. در سال ۲۰۰۹ تمامی حمایت‌های دولتی از شرکت قند آربرگ - فراون‌فلد قطع شد.

سهمیه شکر سالانه ۱۸۵ هزار تن تعیین شد. (با تأمین کشت چغندر ۱/۳ میلیون تن). در سال ۲۰۰۴ قرارداد ۴ ساله به ۶ سال افزایش یافت. در سال ۲۰۰۹ تمامی حمایت‌های دولتی از شرکت قند آربرگ - فراون‌فلد قطع شد



نمای کارخانه فوق مدرن فراون‌فلد

در ضمن این شرکت همزمان موظف شد که قیمت شکر را به سطح قیمت اتحادیه اروپا تنزل دهد تا بتواند قدرت رقابت خود را حفظ کند که البته این موضوع تنزل قیمت چغندر را نیز به‌دنبال داشت - دولت در واگذاری زمین به کشاورزان برای کشت چغندر انعطاف لازم را به‌کار برد.

۵. کارخانه فوق‌العاده مدرن

از بدو تأسیس کارخانه فراون‌فلد همواره برای تکنولوژی مدرن سرمایه‌گذاری کرده و بهره‌وری آن دائم در حال افزایش بوده است (جدول ۲) - مصرف انرژی این کارخانه در طی ۲۵ سال ۴۰ درصد کاهش داشته از لحاظ بهره‌وری و حفظ محیط‌زیست در مقایسه با استانداردهای جهانی کارخانه فراون‌فلد همراه با کارخانه آربرگ در بهترین جایگاه قرار دارند. برای خرید دستگاه‌ها و قطعات ضروری از پیمانکاران محلی استفاده می‌شود. کارخانه قند فراون‌فلد سهم بزرگی در بهبود اقتصاد محلی دارد.

۶. نقش اقتصادی کشت چغندر

امروزه کشت چغندر سوئیس نقش بسیار مهمی در اقتصاد ایفا می‌کند. متجاوز از ۶۰۰۰ کشاورز در زمین‌هایی به سطح ۲۰/۰۰۰ هکتار کشت می‌کنند - (چغندر بقا و موجودیت کارخانه را تضمین می‌کند). دو کارخانه قند در سال ۲۵۰ هزار تن شکر تولید می‌کند - قیمت این کالا ۲۵۰ میلیون فرانک است که برای ۳۰۰۰ کارگر تمام‌وقت ایجاد کار می‌کند. خودکفایی شکر در سوئیس ۱۰۰درصد است. ۸۵ درصد این شکر در صنایع غذایی مصرف می‌شود و ۱۵ درصد آن مصارف گوناگون دارد. ZFA محصولات خود را همواره با شرایط مصرف بازار تطبیق می‌دهد. شکر کریستال در اندازه‌های مختلف تولید می‌شود (بسیار ریز - ریز و متوسط) و در بسته‌های مختلف عرضه می‌شود. (کیسه، جعبه، نایلون، کیسه‌های کوچک برای رستوران و هواپیما) قسمت عمده شکر به صورت فله بفروش می‌رسد، مقدار قند حبه و شکر مایع ناچیز است. شکر پودر و نبات برای مشتریان ویژه و طبق سفارش تولید می‌شود. سیاست‌های مدبرانه و دوراندیشانه تمام موانع را به کنار می‌زنند و اکنون این دو کارخانه قند مدرن در سوئیس با موفقیت کامل در خدمت اقتصاد و کشاورزی کشور هستند.

جدول ۲: نگاهی به اهم سرمایه‌گذاری‌های ۲۵ سال گذشته در کارخانه فراون‌فلد

سال	سرمایه‌گذاری
۹۳-۱۹۹۲	نوسازی‌های سیستم اقتصاد گرمایی
۱۹۹۴	نصب یک دستگاه تصفیه آب بی‌هوازی
۲۰۰۲-۱۹۹۹	نوسازی قسمت کریستالیزاسیون
۲۰۰۲	ساخت یک سیلوی جدید شکر به ظرفیت ۴۰ هزار تن
۲۰۰۳	نوسازی بخش دیفوزیون
۲۰۰۶-۲۰۰۲	نوسازی انبار و قسمت دانه‌بندی شکر
۲۰۱۳	ساخت یک سیلوی شکر دوم با ظرفیت ۴۰ هزار تن

نظری اجمالی به کارخانه قند فراون‌فلد

تأسیس: ۲۱ ماه مه ۱۹۵۷، راه‌اندازی ۹ اکتبر ۱۹۶۳

کارکنان: ۱۰۵ نفر، هنگام بهره‌برداری ۱۵۵ نفر

زمان بهره‌برداری روزانه ۱۰/۰۰۰ تن چغندر مصرفی می‌شود و از این مقدار چغندر محصولات زیر به‌دست می‌آید:

۱۵۰۰ تن شکر کریستال

۳۲۰ تن ملاس

۱۴۰۰ تن تفاله پرس‌شده

۱۷۰ تن تفاله خشک

۹۰ هزار تن ظرفیت ذخیره‌سازی شکر سفید در سیلوها

محصولات: شکر سفید فله و کیسه‌ای، شکر بیو، ملاس، تفاله پرس‌شده و تفاله‌خشک. کارخانه دارای دستگاه تفاله خشک‌کنی است و تفاله در کارخانه خشک می‌شود.

تصفیه آب: دستگاه تصفیه آب مخصوص فاضلاب کارخانه دارای دستگاه مکانیکی تصفیه آب و یک رآکتور بیوگاز برای تصفیه مقدماتی آب گل‌آلود است. فاضلاب کارخانه پس از چند مرحله تصفیه مقدماتی وارد شبکه عمومی آب فراون‌فلد می‌شود.

قسمت بسته‌بندی تمام‌اتوماتیک (به‌طور کامل خودکار) کارخانه فراون‌فلد

محاسبه قند انورت
برمبنای غلظت گلوکز
در چغندرقند

نقل از : Sugar Industry 2013/7

نویسندگان: کانت هارینا شنپل و کریستا هوفمن

ترجمه : دکتر رضا شیخ‌الاسلامی

کلید واژه: چغندرقند، سیلو، گلوکز، فروکتوز، قند انورت، ارزیابی کیفیت

غلظت قند انورت در چغندرهای سیلوشده در رابطه با طول دوره نگهداری و دمای سیلو افزایش یافته و کیفیت مصرف آنها اصولاً کاهش می‌یابد. قند انورت به‌روش تجزیه آنزیماتیک، ساکاروز، گلوکز و فروکتوز تولید می‌شود. روش‌های معمول تعیین قند انورت در چغندرقند زمان‌بر و هزینه‌بر می‌باشد. بنابراین این اندازه‌گیری‌ها تاکنون نتوانسته است در آزمایش‌های معمول روزانه کارخانه‌های قند مورد استفاده قرار گیرد.

غلظت قند انورت می‌تواند برمبنای غلظت گلوکز محاسبه گردد، البته در صورتی‌که نسبت گلوکز به فروکتوز در چغندرهای تازه، سیلوشده و همچنین شرایط مختلف سیلو ثابت بماند. بدین‌جهت هدف این کار عبارت بود از: ۱. آزمایش تعیین نسبت گلوکز به فروکتوز در چغندرهای تازه و سیلوشده در شرایط مختلف سیلو، ۲. تعیین رابطه یا فرمولی که به‌وسیله آن بتوان قند انورت را براساس غلظت گلوکز محاسبه کرد. نسبت گلوکز به فروکتوز در چغندرهای تازه و چغندرهایی که تحت‌شرایط مختلف نگهداری شده بودند تفاوت چندانی نداشتند. یک همبستگی خطی با پراکنش کم بین غلظت گلوکز و قند انورت در چغندرهای تازه و سیلوشده به‌دست آمد. با این فرمول غلظت قند انورت در نمونه‌های مختلف محاسبه شد. قند انورت محاسبه‌شده همبستگی بالایی با قند انورت تعیین‌شده به‌وسیله HPLC نشان داد. غلظت قند انورت در چغندرهای تازه و سیلوشده طبق این فرمول به‌دست آمده محاسبه شد. هر زمان که روش جدید تعیین گلوکز جزء آزمایش‌های معمول روزانه قرار گیرد، ارزیابی کیفیت چغندر بهبود چشمگیری خواهد یافت.

مقدمه

قبل از اصلاح رژیم شکر بازار مشترک اروپا، بهره‌برداری کارخانه‌های قند آلمان از اواسط سپتامبر تا اواخر دسامبر طول می‌کشید. در سال ۲۰۰۶ این اصلاح باعث شد که کارخانه‌های زیادی تعطیل شوند و هزینه‌های ثابت بهره‌برداری کاهش یابد. از آنجایی‌که برداشت چغندر باید اواسط نوامبر خاتمه یابد. دوره سیلوی چغندر غالباً به بیش از هشت هفته رسید.

فرایند کارآمد کارخانه قند نیاز به چغندر با عیار بالا و مواد غیرقندی کم دارد تا راندمان خوبی حاصل شود.

در آلمان ارزیابی کیفیت چغندرقند براساس عیار و ضایعات استاندارد ملاس که با فرمول برانشوایگ براساس کار بوخ‌هولتس تعیین می‌گردد، انجام می‌شود. در این فرمول پتاسیم، سدیم و ازت مفره (نیتروژن آمینو) مهم‌ترین ناخالصی هستند که بازیافت شکر را کاهش می‌دهند ولی قند انورت (گلوکز + فروکتوز) هم می‌تواند اثر منفی روی فرایند از طریق کاهش قلیایی ذخیره شربت و تولید رنگ در خلال فرایند داشته باشد. غلظت بالای قند انورت به‌ویژه وقتی حادث می‌شود که چغندرها سیلو شده باشند. تحت شرایط نامطلوب سیلو غلظت قند انورت می‌تواند تا ۸۰۰۰ درصد بیشتر از چغندر تازه افزایش یابد که اثر نامطلوبی روی فرایند دارد. در سیلو ساکاروز تجزیه می‌شود و علت آن تأمین فرایندهای فیزلوژیکی ادامه حیات در چغندرقند است که باید مدیریت شود. در سوخت‌وساز کربوهیدرات‌ها، ساکاروز به‌وسیله آنزیم (سوکروز سینتاز و اینورتازهای مختلف) به گلوکز و فروکتوز تقسیم می‌شود.

در سیلو ساکاروز تجزیه می‌شود و علت آن تأمین فرایندهای فیزلوژیکی ادامه حیات در چغندرقند است که باید مدیریت شود. در سوخت‌وساز کربوهیدرات‌ها، ساکاروز به‌وسیله آنزیم (سوکروز سینتاز و اینورتازهای مختلف) به گلوکز و فروکتوز تقسیم می‌شود

جدول ۱: ویژگی‌های آزمون سیلو

آزمایش	سال	محل	واریته	سیلو		
				نوع سیلو	طول دوره (روز)	میانگین دما (سانتی‌گراد)
A	۲۰۰۳	پارنزن	A, B, C, D, E	گلخانه	۲۵	۲۰ | ۱۰
B	۲۰۰۳	پارنزن	A, B, C	مخزن تهویه‌دار	۶ | ۳	۲۰ | ۵
C	۲۰۰۳	پارنزن	A, B	مخزن تهویه‌دار	۱۱۱ | ۸۳	۲۰ | ۷
D	۲۰۰۳	پارنزن	A	مخزن تهویه‌دار	۲۵ | ۶	۲۰ | ۱۰ | ۵
E	۲۰۰۴	پارنزن	A, B	مخزن تهویه‌دار	۵۶ | ۴ | ۲۸	۲۰ | ۸
F	۲۰۰۴	پارنزن	A, B	مخزن تهویه‌دار	۶ | ۳	۲۰ | ۵
G	۲۰۰۴	پارنزن	A, B	مخزن تهویه‌دار	۱۱۰ | ۸۴	۲۰ | ۶
H	۲۰۰۹	بارن اشتات	F	مخزن تهویه‌دار	۵۶ | ۲۸	۲۰ | ۸
				توده	۵۶ | ۲۸	متغیر
I	۲۰۰۹	هونزن	G	مخزن تهویه‌دار	۸۴ | ۳۵	۲۰ | ۸
				توده	۸۴ | ۳۵	متغیر
J	۲۰۰۹	پارنزن	H	مخزن تهویه‌دار	۸۴ | ۳۵	۲۰ | ۸
				توده	۸۴ | ۳۵	متغیر
K	۲۰۱۰	ورب‌سیک	I	مخزن تهویه‌دار	۷۰ | ۳۵	۲۰ | ۸
				توده	۷۰ | ۳۵	متغیر
L	۲۰۱۰	ابرن‌یسا	J, F	مخزن تهویه‌دار	۸۴ | ۳۵	۲۰ | ۸
				توده	۸۴ | ۳۵	متغیر
M	۲۰۱۱	ابرن‌یسا	۳۶ واریته	مخزن تهویه‌دار	۸۴ | ۵۶	۲۰ | ۸
		زلینگن اشتات	۳۶ واریته	مخزن تهویه‌دار	۸۴ | ۵۶	۲۰ | ۸

بیشتر این هگزوها در اثر تنفس اکسیده می‌شوند، ولی قسمت قابل‌ملاحظه‌ای هم به‌عنوان قند انورت در سلول ذخیره می‌شوند. هر دو فرایند با افزایش دوره نگهداری و دما باعث افزایش غلظت قند انورت می‌شوند. در نتیجه منابع مصرفی و عملیاتی و انرژی مصرفی در کارخانه به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابند. بنابراین ضرورت تأثیر قند انورت در ارزیابی کیفیت چغندر اساساً باید مورد بحث و بررسی قرار گیرد.

تعیین غلظت قند انورت می‌تواند با استفاده از روش‌های مختلفی مثل فتومتری، اسپکتروسکپی ماوراء قرمز، فلورومتری، آنزیماتیک از طریق تعیین گلوکز و یا کروماتوگرافی (ایکومزا ۲۰۰۳) انجام شود. البته همه این روش‌ها هزینه‌بر، نیاز به هزینه سرویس بالا، بهره‌گیری از متخصص و زمان زیاد دارد و به‌همین علت آنها جزء آزمایش‌های معمول روزانه کارخانه نمی‌توانند قرار گیرند.

به این دلیل است که قند انورت تاکنون در تعیین کیفیت چغندر در آلمان موردتوجه قرار نگرفته است. بنابراین لازم است که روشی سریع برای تعیین قند انورت در یک نمونه مورد بررسی قرار گیرد. بدین‌منظور از بیوسنسور آنزیماتیک ثابت می‌توان برای تعیین غلظت گلوکز در نمونه‌های مختلف با دقت نمونه‌برداری بالا، زمان واکنش کوتاه و هزینه آزمایش کم استفاده کرد. از این سنسورها هم‌اکنون در تجهیزات کارخانه‌ها برای آنالیز دقیق ترکیبات موادغذایی در حین فرایند استفاده می‌شوند. پیشنهاد این است که از این روش برای تعیین گلوکز در چغندرقند در آزمایش‌های معمول روزانه کارخانه قند (عیارسنج) استفاده شود. غلظت قند انورت می‌تواند براساس غلظت گلوکز محاسبه شود. البته این‌کار نیاز به عملیاتی دارد که نسبت گلوکز به فروکتوز برای چغندر تازه برداشت‌شده و چغندرهایی که مدتی سیلو شده‌اند، ثابت نگهداشته شود.

پیشنهاد این است که از این روش برای تعیین گلوکز در چغندرقند در آزمایش‌های معمول روزانه کارخانه قند (عیارسنج) استفاده شود

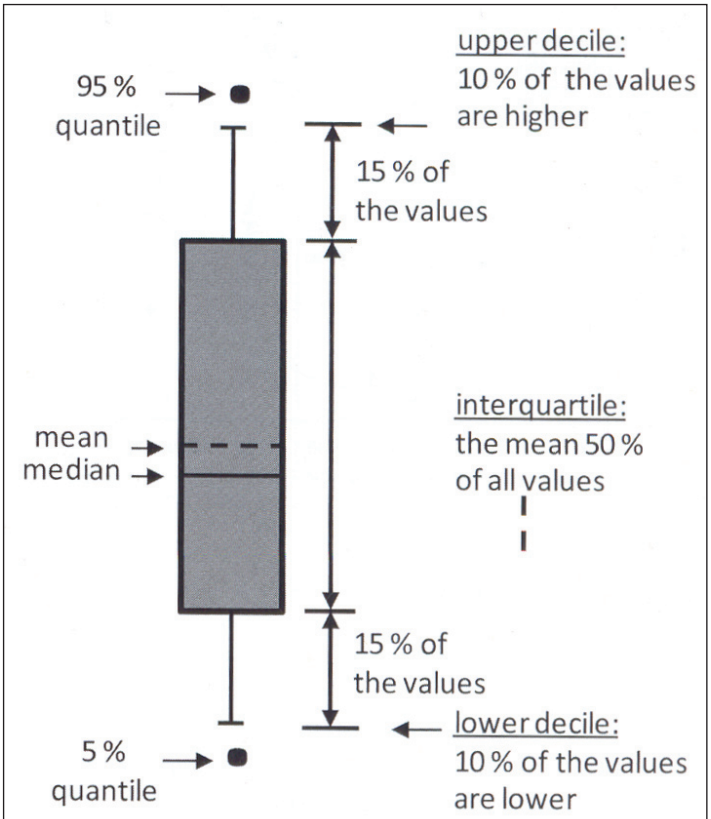


Fig. 1: Illustration of the boxplot presentation

مارتیـــن و همکاران گزارش داده‌اند که غلظت فروکتوز در چغندرهای تازه برداشت‌شده از غلظت گلوکز کمتر است ولی در دوره نگهداری غلظت افزایش می‌یابد. از آنجایی که اطلاعات بیشـــتری در رابطه با نسبت گلوکز به فروکتوز در چغندر قند، به‌ویژه درباره اثر شـــرایط مختلف سیلو وجود ندارد، هدف این بررسی عبارت است از:

۱. آنالیـــز نســـبت گلوکز بـــه فروکتـــوز در چغندر تازه برداشت‌شده و چغندرهایی که تحت‌شرایط مختلف (طول دوره سیلو، دما و کیفیت سرزنی) نگهداری شده‌اند.

۲. تعیین رابطه‌ای که بتوان غلظت قند انورت را برپایه غلظت گلوکز در چغندرقند محاسبه کرد.

۲. مواد و روش - طرح عملی

۲-۱. طرح آزمایش و کشت

این بررســـی براساس ۸ سری طرح آزمایشی سیلوهای مختلف طی ۵ سال، ۶ منطقه، ۴۶ واریته، ۴ کیفیت سرزنی، ۱۲ دوره سیلو و ۷ دمای سیلو در آلمان انجام گرفته است. (جدول ۱).

واریته‌های آزمایش‌های A-L واریته تجارتی چغندرقند (تیپ قندی و محصولی Z و E) بودند و ۳۶ واریته آزمایش M کیفیت را پوشش می‌دادند، کشت چغندر با ۴ تا ۶ تکرار در مزرعه آزمایشی با تراکم بوته حدود ۱۰۰/۰۰۰ بوته در هکتار انجام شـــد. کشت و داشـــت با عملیات زراعی خوب همراه بود. در آزمایش A و D چغندرهای یک واریته به‌طور مصنوعی با ریزوکتونیا سولانی تلقیح شده بود.

عـــلاوه بر ایـــن در آزمایـــش A برای یک واریته ســـه ســـطح نیتروژن اســـتفاده شـــد. کود نیتروژن استاندارد به ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار (شـــامل نیتروژن معدنی خاک ۶۱ کیلوگرم در هکتار) رســـید. سطح دیگر نیتروژن مورد نیاز بـــدون نیتـــروژن معدنی (نیتروژن صفـــر) و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار شـــامل نیتروژن معدنی خاک (۲۰۰ N) بود. در آزمایش D اثر اســـترس خشکی روی سیلوپذیری یک نوع واریته چغندر مورد بررسی قرار گرفت.

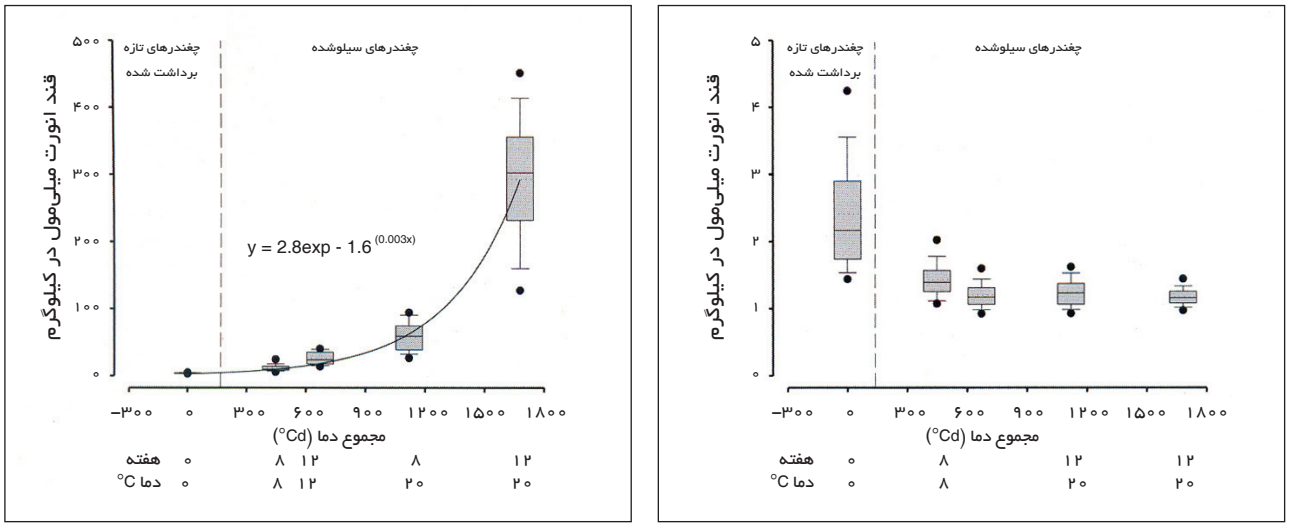
۲-۲. برداشت

چغندرها به‌طور مکانیکی از اواســـط ســـپتامبر تا اواخر اکتبر برداشت شـــدند. همه چغندرها کاملاً سرزده شدند، به‌جـــز چغندرهای آزمایش‌های H به I. به‌صورت دســـتی کیفیت سرزدن‌های مختلف اعمال شد. عملیات با چغندرها با دقت کامل به‌ویژه در موقع برداشت، بارگیری و حمل‌نقل انجام گرفت. چغندرهای مصدوم، پوسیده و بد سرزده قبل از ســـیلو جداگانه سیلو شـــدند. همه تیمارها دارای ۶ یا ۸ تکرار متشکل از ۲۰ تا ۲۵ ریشه در تور قابل نفوذ هوا بودند. نمونه‌های شاهد با همان شرایط و ابعاد برای تعیین کیفیت چغندرهای تازه برداشت‌شده اعمال گردید.

۲-۳. سیلو

در رابطه با طرح آزمایشی سیلو چغندرها یا تحت‌شرایط محیـــط به‌صورت توده و یا تحـــت دمای ثابت در گلخانه و جعبه‌هـــای قابل‌کنترل دما برای دوره‌های مختلف ســـیلو نگهداری شدند (جدول ۱). علاوه بر این برای جلوگیری از خشک‌شدن و یخزدگی نمونه‌ها به‌وسیله کیسه‌های توری پوشیده شده بود. توده‌های چغندر در بیرون به‌طور متناوب با پارچه پولی‌پروپلین از نوامبر به بعد پوشیده شدند. دمای متوســـط آزمایش‌های سیلو بین ۵ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد در نوسان بود. طول دوره سیلو ۳ تا ۱۱۱ روز بود. مجموع دمـــا (°Cd) از دمـــای میانگین روزانه بیـــش از صفر درجه ســـانتی‌گراد در توده چغندر و تعداد روزهای سیلو محاسبه می‌شـــود. وقتی‌که عملیات مختلف سیلو مورد مقایسه قرار گیرد با مجموع دما فرایند آنزیماتیک مثل تجزیه ساکاروز پایه و اســـاس کار می‌باشد. رطوبت هوا در تمام دوره سیلو ۹۹ درصد بود.

در رابطه با طرح آزمایشی سیلو چغندرها یا تحت‌شرایط محیط به‌صورت توده و یا تحت دمای ثابت در گلخانه و جعبه‌های قابل‌کنترل دما برای دوره‌های مختلف سیلو نگهداری شدند



شکل ۲: اثر مجموع دما روی قند انورت (چپ) و نسبت گلوکز به فروکتوز (راست) در چغندرهای تازه برداشت‌شده و سیلوشده، در دو منطقه سال ۲۰۱۱، ۳۶ واریته، دمای ثابت سیلو ۸ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد در مخزن تهویه‌دار به‌مدت ۸ و ۱۲ هفته (آزمایش M)

۲-۴. آزمایش یا آنالیز

نمونه‌های شاهد (چغندرهای تازه برداشت شده) و نمونه‌های سیلو شده شسته، توزین و از آنها خمیر تهیه شد و تا زمان آزمایش در دمای ۲۶- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. طبق دستورالعمل ایکومزا (۲۰۰۷-۱۹۹۴) خمیر با ۰/۳ درصد محلول سولفات آلومینیم مخلوط و عصاره‌گیری شد. غلظت گلوکز و فروکتوز به‌وسیله HPLC (ایکومزا ۲۰۰۳) اندازه‌گیری و به‌صورت ارقام مطلق بر پایه مواد تازه (میلی‌مول در کیلوگرم) ارائه شده است. علاوه بر این نسبت گلوکز به فروکتوز از ارقام مطلق محاسبه شد.

۲-۵. آمار

تجزیه و تحلیل آماری به‌وسیله برنامه SAS (انستیتو SAS, USA) برای تست مدل ارائه‌شده (پراکندگی معمول، یکنواختی واریانس) انجام گرفته است. نتایج با استفاده از boxplots برای شرح و تحلیل پراکندگی غلظت قند انورت و نسبت گلوکز به فروکتوز از حداقل به حداکثر ارائه شده است. (شکل ۱)

ارقام هر تکرار میزان پراکندگی را نشان می‌دهد. فقط در شکل ۲ (چپ) آنجایی که از میانگین هر واریته (۶ تکرار در واریته و مجموع دما) برای نشان دادن پراکندگی بین واریته‌ها تحت عملیات مختلف استفاده شد. بخش میانی میانگین ۵۰ درصد ارقام را دربرمی‌گیرد.

۲۵ درصد ارقام بیشتر و ۲۵ درصد کمتر از ارقام داخل بخش میانی قرار دارند. ۹۵ درصد و ۵ درصد بخش میانی به صورت نشانه مشخص شده است.

اگر میانگین ارقام به ارقام میانی بهم نزدیک باشند، می‌توان فرض کرد که پراکندگی ارقام در حد نرمال است. همبستگی بین گلوکز و قند انورت و غلظت قند انورت محاسبه و اندازه‌گیری شده به‌وسیله رگریسیون خطی بیان شده است. متغیرهای رگریسیون (y=a+bx) و ضریب مربوطه از برنامه Sigma plot گرفته شده است. ارقام هر تیمار شامل ارقام تکرار هم می‌شود.

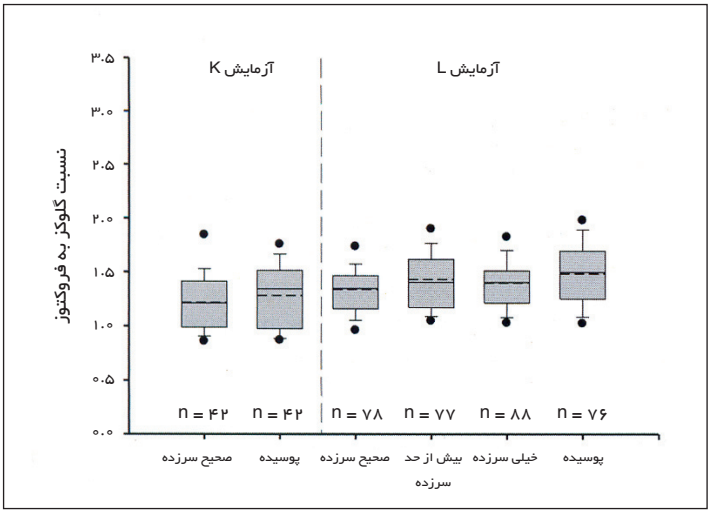
۳. نتایج

۳-۱. تجمع قند انورت در خلال سیلو

اثر مجموع دما روی غلظت قند انورت در خلال سیلو به طور مثال در تیمار M با مخزن تهویه شده شرح داده شده است (شکل ۲ چپ). در خلال ۸ و ۱۲ هفته سیلو در دمای ثابت (۸ و ۲۰ درجه سانتیگراد) غلظت قند انورت تصاعدی است و با افزایش مجموع دما افزایش می‌یابد. غلظت قند انورت در چغندرهای تازه برداشت‌شده بسیار پایین و حدود ۴ تا ۶ مول در کیلوگرم است. بعد از ۱۲ هفته سیلو در دمای ۸ درجه سانتی‌گراد غلظت قند انورت به ۲۶ مول در کیلوگرم (میانگین ۳۶ واریته) می‌رسد. در دمای ثابت ۲۰ درجه سانتی‌گراد برای ۱۲ هفته غلظت قند انورت به‌طور متوسط به ۲۹۲ میلی‌مول در کیلوگرم می‌رسد. بنابراین نوسانات تجمع قند انورت در ۳۶ واریته با افزایش مجموع دمای سیلو افزایش می‌یابد.

در حالی‌که چغندرهای تازه برداشت‌شده فقط ۲/۷ میلی‌مول در کیلوگرم قند انورت داشتند، در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد بعد از ۱۲ هفته بعضی از واریته‌ها ۶۰ تا ۱۰۰ میلی‌مول در کیلوگرم و در بعضی تا ۵۰۰ میلی‌مول در کیلوگرم غلظت قند انورت افزایش نشان می‌داد.

تجزیه و تحلیل آماری به‌وسیله برنامه SAS (انستیتو SAS, USA) برای تست مدل ارائه‌شده (پراکندگی معمول، یکنواختی واریانس) انجام گرفته است. نتایج با استفاده از boxplots برای شرح و تحلیل پراکندگی غلظت قند انورت و نسبت گلوکز به فروکتوز از حداقل به حداکثر ارائه شده است



شکل ۳: نسبت گلوکز به فروکتوز در چغندرهای تازه و سیلوشده با ۴ نوع کیفیت سرزده،
آزمایش K: یک منطقه، ۲۰۱۰، یک واریته، دو دوره سیلو، سه دمای سیلو،
آزمایش L: یک منطقه، ۲۰۱۰، دو واریته، دو دوره سیلو، سه دمای سیلو

۳-۲. نسبت گلوکز به فروکتوز بعد از عملیات مختلف

در آزمایش M نسبت گلوکز به فروکتوز در چغندرهایی که در مجموع دماهای مختلف نگهداری شده بودند، ثابت و حدود ۱/۲ بود (شکل ۲، راست). نسبت گلوکز به فروکتوز در چغندرهای تازه برداشت شده از این رقم بیشتر و معادل ۲/۵ بود. میانگین غلظت در چغندرهای تازه برداشت‌شده و سیلوشده برابر ۱/۵ بود. علاوه بر این غلظت فروکتوز نسبت غلظت گلوکز در خلال سیلو شدیدتر افزایش می‌یابد. پراکندگی بین بالاترین و پایین‌ترین غلظت در چغندرهای تازه‌برداشت شده، (۴/۳-۱/۵) که به‌مراتب بالاتر از چغندرهای سیلوشده است. (۲/۰-۱/۱)

کیفیت سرزنی اثری روی نسبت گلوکز به فروکتوز در چغندرهای تازه و سیلوشده نداشت. (شکل ۳)

به‌طور میانگین دوره سیلو و دمای آزمایش K، نسبت گلوکز به فروکتوز در چغندرهای سرزده صحیح ۱/۲ و چغندرهای برگزده ۱/۳ بود. پراکندگی بین کمترین و بالاترین نسبت خیلی پایین وحدود ۰/۹ تا ۱/۹ بود. در آزمایش L چغندرهای خوب سرزده، برگزده، خیلی سرزده و بیش از حد سرزده مورد بررسی قرار گرفتند. البته اختلاف کوچکی در نسبت گلوکز به فروکتوز و در پراکندگی در نسبت وجود داشت. (۱ به ۲)

پراکندگی بین کمترین و بالاترین نسبت خیلی پایین وحدود ۰/۹ تا ۱/۹ بود. در آزمایش L چغندرهای خوب سرزده، برگزده، خیلی سرزده و بیش از حد سرزده مورد بررسی قرار گرفتند. البته اختلاف کوچکی در نسبت گلوکز به فروکتوز و در پراکندگی در نسبت وجود داشت

۳-۳. تعیین فرمول محاسبه غلظت قند انورت

همبستگی بین غلظت قند انورت و گلوکز در آزمایش I برای چغندرهای سیلوشده بدون توجه به دوره سیلو و دما تقریباً ثابت بود (شکل ۴a-d). نوسانات غلظت قند انورت می‌تواند با بیش از ۹۷ درصد به‌وسیله غلظت گلوکز در هر تیمار سیلو بیان شود. این بدین‌معنی است که از همبستگی خوبی برخوردار است. عدد ثابت و شیب معادله رگریسیونی برای نمونه‌هایی که در دمای ۸ درجه سانتی‌گراد سیلوشده بودند تقریباً در دوره‌های مختلف مشابه و به‌ترتیب ۱/۶- و ۲ بودند (شکل b و ۴a). عدد ثابت نمونه‌های سیلوشده در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد کاملاً بالاتر از آنهایی که در دمای ۸ درجه سانتی‌گراد قرار داشتند، بالاتر ولی شیب آنها مشابه بود (شکل d و ۴c).

در چغندرهای تازه برداشت شده r^2 برابر ۰/۹۳ و شیب برابر ۱/۰ کاملاً کمتر بودند ولی عدد ثابت (۱/۱) تیمار سیلو در دمای ۸ درجه سلسیوس بالاتر بود (شکل ۴e). بنابراین شیب کاملاً کمتر و عدد ثابت چغندرهای تازه برداشت شده تقریباً با تیمار سیلو در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد برابری می‌کند.

غلظت قند انورت و گلوکز چغندرهای تازه برداشت‌شده و آنها که در دمای ۸ درجه سانتی‌گراد سیلوشده بودند، همبستگی بالایی دارند (شکل ۴f). ۹۹ درصد نوسانات غلظت قند انورت را می‌توان با غلظت گلوکز بیان کرد. شیب معادله رگریسیون برابر ۲/۰ و عدد ثابت برابر ۱/۵- بود. بنابراین غلظت قند انورت Win[1] را می‌توان بر مبنای غلظت گلوکز W_G به‌وسیله فرمول یک محاسبه کرد:

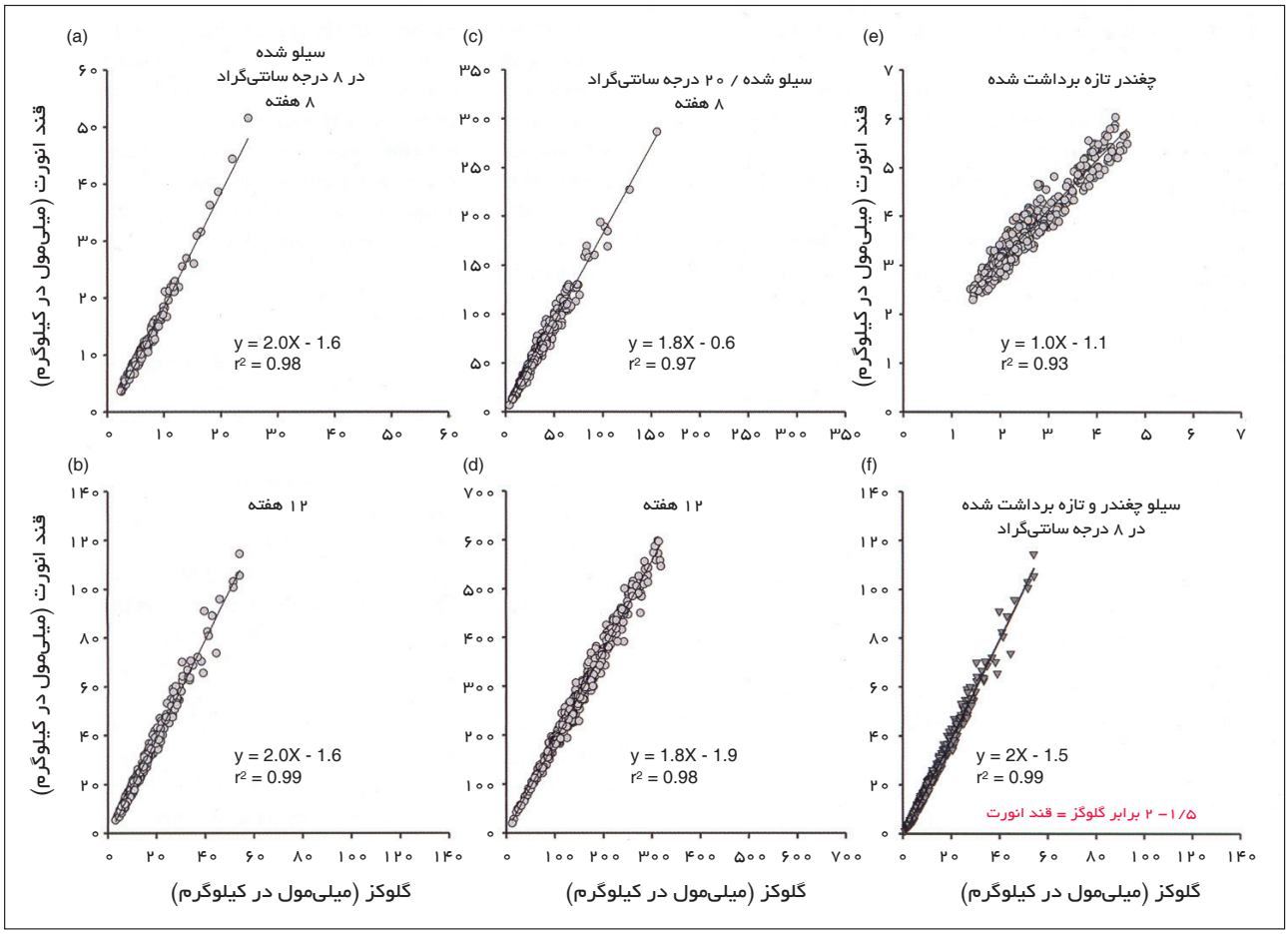
$$Win = 2.\ W_G - 1.5 \quad mmol\,kg^{-1} \qquad (۱)$$

۳-۴. اعتبار فرمول برای محاسبه غلظت قند انورت

برای اعتبار فرمول / غلظت قند انورت مربوط به ۲۰۷۶ نمونه آزمایش‌های مختلف اندازه‌گیری (A-L) و با غلظت قند انورت محاسبه شده بر مبنای غلظت گلوکز مقایسه شد(شکل۵). با نوسانات غلظت قند انورت در نمونه‌های چغندر تازه برداشت‌شده و سیلوشده را می‌توان با ۹۹ درصد غلظت گلوکز تعیین شده با HPLC بیان کرد. شیب معادله رگریسیون یک و عدد ثابت ۰/۴- بود. در صورت استفاده فقط از ارقام چغندرهای تازه برداشت‌شده و سیلوشده در دمای ۵ تا ۱۰ درجه سانتی‌گراد و دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد r^2 و شیب به ترتیب برابر ۰/۹۹ و ۱/۰ بود. فقط عدد ثابت قدری تفاوت داشت.

۴. بحث و بررسی

هدف این بررسی، الف: آزمایش نسبت گلوکز به فروکتوز در چغندرهای تازه برداشت‌شده و سیلوشده در شرایط مختلف (مثل طول دوره سیلو، دما و کیفیت سرزدن). ب: توسعه فرمولی که بتوان غلظت قند انورت را برپایه غلظت



شکل ۴: رابطه بین قند انورت و گلوکز چغندر سیلو شده در دمای ۸ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد و مدت ۸ سیلو شده در ۸ و ۱۲ هفته

گلوکز در چغندرقند محاسبه کرد. برای به‌دست آوردن یک فرمول عملی، لازم است که ارقام زیادی با شرایط متغیر سیلو و بنابراین کیفیت متفاوت مورد بررسی قرار گیرد. برای این‌کار ارقام زیادی از ۹ سری آزمایش مختلف سیلو، طی ۵ سال، در ۶ منطقه، ۴۷ واریته، ۴ کیفیت سرزنی، ۱۲ دوره سیلو و ۷ دمای سیلو در آلمان در این مطالعه جامع مورد استفاده قرار گرفته است.

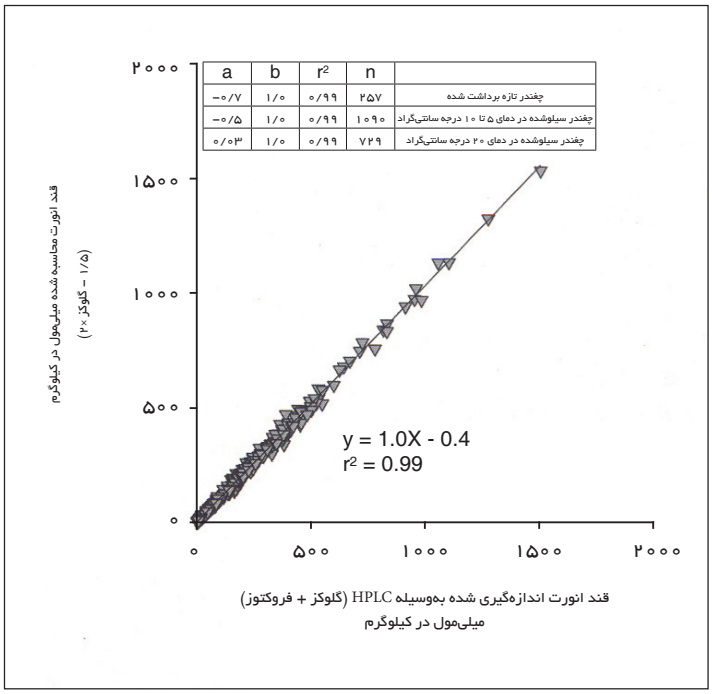
پیاده کردن عملی آزمایش‌های مزرعه‌ای، برداشت چغندر و شرایط سیلو اختلاف چندانی با کشت تجارتی چغندرقند و نگهداری چغندرها به‌صورت توده نداشتند. به‌علت این‌که لازم بود برای معرفی اثرات فاکتورهای مختلف به‌ویژه دمای سیلو، عملیات برداشت تا سیلو با دقت زیاد انجام گرفت. در توده چغندر در مزرعه دما در طبقات مختلف توده متفاوت است. بنابراین در توده چغندر در مزرعه مشکل است که بتوان اختلافات معنی‌داری را بین تیمار شناسایی کرد. دمای سیلو عملاً هرگز دمای ثابت ۲۰ درجه سانتی‌گراد را ندارد. با وجود این به‌علت شرایط عملی بحرانی می‌توان تصور کرد که همه شرایط موجود عملاً در آزمایش‌ها هم وجود دارند، به طوری‌که نتیجه‌گیری می‌تواند به چغندرهای تجارتی هم تعمیم داده شود.

۱-۴. تجمع قند انورت در خلال سیلو

بعد از برداشت / غلظت قند انورت به‌طور تصاعدی با افزایش مجموع دما افزایش می‌یابد. یاگارد و همکاران خاطرنشان می‌کنند که غلظت قند انورت با افزایش دوره سیلو و دما افزایش می‌یابد.

آیا غلظت قند انورت می‌تواند واقعاً به‌وسیله مجموع دما که در آزمایش‌های پیش‌تر تأیید شده است، تعبیر شود. غلظت قند انورت در چغندرهای تازه برداشت‌شده بسیار کم است (۴ تا ۶ میلی‌مول در کیلوگرم) در حالی‌که مقدار قند انورت در چغندرهای سیلوشده به‌مدت ۱۲ هفته در دمای ۸ درجه سانتی‌گراد و میانگین همه واریته‌ها ۲۶ میلی‌مول در کیلوگرم می‌باشد. دمای ۸ درجه سانتی‌گراد دمایی نزدیک دمای متوسط هوا در ماه‌های اکتبر و نوامبر

بعد از برداشت / غلظت قند انورت به‌طور تصاعدی با افزایش مجموع دما افزایش می‌یابد. یاگارد و همکاران خاطرنشان می‌کنند که غلظت قند انورت با افزایش دوره سیلو و دما افزایش می‌یابد



شکل ۵: همبستگی بین غلظت قند انورت (۱/۵- گلوکز × ۲) محاسبه شده و اندازه‌گیری شده به‌وسیله HPLC (گلوکز به فروکتوز) در چغندرهای تازه و سیلوشده در ۵ منطقه، ۴ سال، ۱۰ واریته، ۱۲ دوره سیلو و ۷ دمای سیلو
تعداد نمونه n = ۲۰۷۶ (آزمایش A - L)

در کشور آلمان می‌باشد و بنابراین برای سیلوی توده چغندر تحت شرایط محیطی قابل‌مقایسه است. بعد از دوره سیلو به‌مدت ۱۲ هفته در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد غلظت قند انورت به‌طور قابل‌توجهی افزایش می‌یابد و به ۵۰۰ میلی‌مول در کیلوگرم می‌رسد. این مطلب با کار سایر محققین هم‌خوانی دارد. گزارش شده است که غلظت قند انورت در دماهای بالای سیلو افزایش می‌یابد. بعد از برداشت ساکاروز به‌وسیله هیدرولیز آنزیماتیک تبدیل به گلوکز و فروکتوز (قند انورت) می‌شود که به‌عنوان ماده اولیه برای تنفس و تولید انرژی برای ادامه حیات و برقراری ساختار گیاه به‌کار می‌رود. معمولاً مقدار ساکاروزی که در چغندرهای تازه برداشت‌شده تجزیه می‌شود بستگی به مقداری دارد که برای تنفس و برقراری ساختار گیاه لازم است. در حالی‌که فعالیت سوکرولوتیک افزایش یابد، مقدار کمی قند انورت به‌وسیله آنزیم درونی چغندر که موردنیاز بیوسنتز و تنفس می‌باشد، ذخیره می‌گردد. نرخ تجزیه آنزیماتیک و تنفس با افزایش دما شدت می‌گیرد. هیدرولیز ساکاروز و تجمع قند انورت فقط به‌وسیله آنزیم‌های چغندر انجام نمی‌شود، بلکه فعالیت میکروبی نیز به‌خصوص وقتی‌که شرایط سیلو مناسب نباشد، به تجزیه ساکاروز منجر می‌شود. در خلال سیلو، چغندرقند مورد هجوم Pathogens و Saprophytes که برای حیات خود ساکاروز را تجزیه می‌کنند، قرار می‌گیرد.

تجمع قند انورت و نرخ تنفس همبستگی مثبت با حمله Pathogens دارد. بنابراین اظهار شده است که افزایش غلظت قند انورت تا حد زیادی بستگی به فعالیت آنزیم Pathogens و به مقدار کمی بستگی به آنزیم‌های خود چغندر دارد.

۲-۴. نسبت گلوکز به فروکتوز در تیمارهای مختلف

نسبت گلوکز به فروکتوز در چغندرهای تازه برداشت‌شده به‌طور میانگین برابر ۲/۵ است. بعد از سیلو این نسبت کمی کاهش می‌یابد. این‌ها با اظهارات سایر محققین نیز هم‌خوانی دارد. یاگارد و همکاران گزارش داده‌اند که در موقع برداشت غلظت فروکتوز نسبت به غلظت گلوکز کمتر است ولی در دوره سیلو نرخ رشد فروکتوز به‌مراتب بیشتر است. در این آزمایش‌ها نسبت گلوکز به فروکتوز از برداشت به بعد با مجموع دمای ۲۸۰°Cd کاهش می‌یابد ولی بعد در حد ۱/۲ ثابت می‌ماند و در خلال ادامه سیلو تغییر نمی‌یابد.

این بدین‌معنی است که قند انورت چغندر تازه برداشت شده به‌صورت غالب از گلوکز تشکیل می‌شود در حالی‌که در چغندرهای سیلوشده مقدار گلوکز و فروکتوز تقریباً برابر هستند.

معهذا اختلاف مطلق در نسبت گلوکز به فروکتوز در چغندرهای تازه برداشت‌شده و سیلوشده به‌قدری کم هستند که می‌توان مقادیر آنها را برابر دانست. کیفیت سرزدن چغندر اثری روی مقدار قند انورت چغندرهای سیلوشده ندارد. چغندرهای صدمه خورده و یا بیش از حد سرزده باشند نسبت به چغندرهایی که به‌طور صحیح سرزده شده‌اند، دارای قند انورت بیشتری می‌باشند. معهذا کیفیت سرزدن هیچ‌گونه اثری روی نسبت گلوکز به فروکتوز آن‌طوری‌که در این بررسی نشان داده شده است، ندارد. نسبت گلوکز به فروکتوز کیفیت‌های مختلف سرزدن چغندر تقریباً برابر ۱/۴ و پراکندگی در تیمارها خیلی کم بود.

۳-۴. ارائه فرمول برای محاسبه غظت قند انورت

هدف این بررسی ارائه فرمولی برای محاسبه غلظت قند انورت برپایه غلظت گلوکز در چغندرقند بود. برای اینکه فرمولی عمومی ارائه شود، ارقام زیادی از دو منطقه در یک سال و ۳۶ واریته با نوسانات غلظت قند انورت در چغندرهای تازه برداشت شده و سیلوشده در ۴ مجموع دمای سیلوی مختلف (n = ۱۹۳۷ تعداد نمونه‌ها) مورد استفاده قرار گرفت. بدواً همبستگی بین قند انورت و گلوکز

در این آزمایش‌ها نسبت گلوکز به فروکتوز از برداشت به بعد با مجموع دمای ۲۸۰°Cd کاهش می‌یابد ولی بعد در حد ۱/۲ ثابت می‌ماند و در خلال ادامه سیلو تغییر نمی‌یابد

در چغندرهای تازه برداشت شده و سیلو شده در دماها و دوره‌های مختلف سیلو جداگانه مورد آزمون قرار گرفت تا برای آنالیز برقراری تیمارهای مختلف مورد استفاده قرار گیرد. همبستگی گلوکز و قند انورت در تمام تیمارهای سیلو خیلی خوب بود (۹۹ تا ۹۷% = r^2). علاوه بر این همبستگی کاملاً مشابه شیب و عدد ثابت (بدون درنظر گرفتن دوره و دمای سیلو در چغندرهای سیلوشده) بود.

چغندرهای تازه برداشت شده در مقابل چغندرهای سیلوشده به‌علت بالا بودن نسبت گلوکز به فروکتوز دارای شیب کمتر و عدد ثابت بالا می‌باشد. البته غلظت قند انورت در چغندرهای تازه برداشت شده به‌قدری کوچک است که تفاوت در شیب و عدد ثابت بین چغندرهای تازه برداشت شده و چغندرهای سیلوشده در دمای ۸ درجه سلسیوس اثری روی محاسبه غلظت قند انورت ندارد.

بنابراین همبستگی‌ها حتی در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد خیلی مشابه بود. برای محاسبه قند انورت فقط از ارقام چغندرهای تازه و سیلو شده در دمای ۸ درجه سانتی‌گراد استفاده شد. علت آن نزدیک بودن این ارقام با شرایط عملی سیلو.

این همبستگی می‌تواند به‌خوبی به‌وسیله رگریسیون خطی (۰/۹۹ = r^2) نشان داده شود. بنابراین ۹۹ درصد نوسانات قند انورت می‌تواند براساس این فرمول با غلظت گلوکز بیان شود. در مجموع غلظت قند انورت را می‌توان براساس غلظت گلوکز با استفاده از این فرمول محاسبه کرد.

۴-۴. اعتبار فرمول برای محاسبه غلظت قند انورت

برای اعتبار این فرمول غلظت قند انورت اندازه‌گیری شده از نمونه‌های دیگری (۲۰۷۶ = n) با غلظت قند انورت محاسبه شده با این فرمول مورد مقایسه قرار گرفت. تطابق بین قند انورت اندازه‌گیری شده و محاسبه شده خیلی خوب بود. ضریب همبستگی (۰/۹۹ = r^2)، شیب رگریسیون برابر ۱/۰ و عدد ثابت نزدیک صفر دلالت بر این امر دارد. بنابراین از این فرمول می‌توان به‌طور جداگانه هم برای چغندر تازه برداشت شده و هم سیلو شده در دماهای مختلف استفاده کرد. توافق بین ارقام محاسبه و اندازه‌گیری شده خیلی خوب بود و بنابراین دامنه وسیعی از تیمارهای مختلف را مثل واریته‌های مختلف، کیفیت‌های مختلف سرزنی، مقادیر مختلف کود نیتروژنه، استرس خشکی و حمله رزکتونیاسولانی که عملاً در شرایط مختلف بروز می‌کند، دربرمی‌گیرد.

استرس خشکی و حمله ریزکتونیاسولانی به‌شدت ترکیب قند انورت را تغییر می‌دهند، ولی این امکان وجود دارد که غلظت قند انورت را علی‌رغم شرایط نامطلوب محاسبه کرد. چغندرهای صدمه‌خورده در اثر سرما به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای با چغندرهای تازه و سیلو شده تفاوت دارند.

در چغندرهای یخزده غلظت قند انورت با افزایش دما و طول دوره سیلو به‌شدت افزایش می‌یابد. در خلال سیلو در چغندرهای یخزده دکستران در اثر فعالیت باکتری اسیدلاکتیک تشکیل می‌شود و این پولیمر گلوکز است. بنابراین گلوکز تا حد زیادی کم و فروکتوز افزایش می‌یابد. تحقیقات منتشر شده نشان می‌دهد که غلظت فروکتوز نسبت گلوکز از نرخ رشد بیشتری برخوردار است، به‌طوری‌که فروکتوز در قند انورت نسبت به گلوکز می‌چربد و نسبت گلوکز به فروکتوز در خلال سیلو افزایش می‌یابد و بدین‌علت است که غلظت قند انورت را با این فرمول نمی‌توان در چغندرهای یخزده محاسبه کرد.

معهذا در شرایط بحرانی در عمل بهتر است چغندرها را در توده نگهداری نمایند تا فقط سطح خارجی آنها یخ بزند. بنابراین این‌طور به‌نظر می‌رسد که با این فرمول بتوان قند انورت چغندرهایی که در توده یخزده و صدمه دیده باشند را محاسبه کرد.

۵. جمع‌بندی

تاکنون روش‌های تعیین قند انورت زمان‌بر و هزینه‌بر بوده است. بدین‌جهت قند انورت تاکنون در تعیین کیفیت چغندر مدنظر قرار نگرفته است. سال‌هاست که این بحث مطرح است اگر قند انورت در تعیین کیفیت مدنظر قرار گیرد، پیشرفت قابل‌ملاحظه‌ای در تعیین کیفیت چغندرقند حاصل می‌شود.

اخیراً پیشنهادهایی در رابطه با تهیه روشی برای تعیین غلظت گلوکز در چغندرقند به‌عنوان آزمایش‌های معمول روزانه شده است.

اگر تعیین غلظت گلوکز در آزمایش‌های روتین کارخانه مقدور شود، غلظت قند انورت در چغندرهای تازه و سیلو شده با فرمول ارائه شده می‌تواند تعیین گردد. اگر برای چغندرهای سیلو شده اطلاعات بیشتری در رابطه با کیفیت فرایند در دسترس قرار داشته باشد، تعیین کیفیت تا حد زیادی پیشرفت خواهد داشت.

معهذا آن‌طوری‌که گفته شد باید این موضوع مورد بررسی قرار گیرد که آیا غلظت قند انورت می‌تواند در فرمول تعیین کیفیت فنی چغندرقند مورد استفاده قرار گیرد؟

اگر برای چغندرهای سیلو شده اطلاعات بیشتری در رابطه با کیفیت فرایند در دسترس قرار داشته باشد، تعیین کیفیت تا حد زیادی پیشرفت خواهد داشت

بازار جهانی شکر تا سال ۲۰۲۱

نقل از کتاب: بازار جهانی شکر ۱۰ سال آینده
توسط: مؤسسه تحقیقات و آموزش توسعه نیشکر و صنایع جانبی خوزستان

پیش‌بینی کردن یکی از کارهای مورد علاقه انسان‌ها و جامعه‌هاست. افرادی می‌خواهند تا جایی که ممکن است بدانند چه سرنوشتی در انتظارشان است تا خود را برای رویدادها آماده سازند. سازمان‌ها و نهادهای گوناگون اقتصادی، بازرگانی و سیاسی نیز علاقه‌مندند بدانند در دوره‌های کوتاه و میان‌مدت آتی چه وقایعی رخ می‌دهد. علاقه‌مندان و ذینفعان صنعت شکر در جهان نیز از این قاعده مستثنی نیستند و به‌مناسبت‌های گوناگون و با استفاده از اطلاعات قبلی و گزارش‌های آینده‌نگر، رفتار بازار شکر تا سال ۲۰۲۱ را برآورد کرده‌اند. نوشته حاضر فصل ۹ از کتاب «بازار جهانی شکر ۱۰ سال آینده» است که توسط «مؤسسه تحقیقات و آموزش توسعه نیشکر و صنایع جانبی خوزستان» در سال‌جاری ترجمه و منتشر شده است.

مصرف، محرک اقتصاد جهانی شکر است. روی‌هم رفته، تمام شکرهای تولیدشده باید در یک زمان مشخص به‌مصرف برسند تا برای بازار ایجاد دردسر نکند و فشاری روی قیمت‌ها بوجود نیاید. اقتصاددانان معتقدند عوامل متعددی بر تقاضای شکر تأثیر می‌گذارند. مهم‌ترین آنها به قرار زیر است:

* قیمت شکر و شیرین‌کننده‌های جایگزین
* درآمد سرانه
* رشد جمعیت
* میزان دسترسی
* ترجیحات مصرف‌کننده
* پیشرفت‌های تکنولوژیکی
* سیاست‌های دولت

از میان موارد مذکور رشد جمعیت و درآمد سرانه به‌عنوان مهم‌ترین عوامل در نظر گرفته شده‌اند. تحقیقات نشان می‌دهد که رشد جمعیت سهم بیشتری از افزایش را توضیح می‌دهد. باتوجه به این حقیقت که میزان تقاضا، چشم‌انداز رشد را تعریف می‌کند، لذا هرگونه پیش‌بینی طولانی‌مدت در زمینه مصرف شکر، عامل بسیار مهم در تصمیمات سرمایه‌گذاری در این بخش خواهد بود.

تاریخچه مصرف شکر

برخلاف رکودهای اخیر، افزایش کل مصرف شکر در قرن بیستم شگفت‌انگیز بوده و به بیش از ۱۰۰ میلیون تن رسیده است. جای تعجب است که در اوایل قرن گذشته این مقدار حتی به بیش از ۱۱ میلیون تن (ارزش خام) هم نمی‌رسید. در سال ۵۰-۱۹۴۹ این ارقام سه برابر شد و به ۳۶/۵ میلیون تن رسید. این روند رشد مصرف شکر ادامه یافت به‌طوری که در سال ۸۶-۱۹۸۵ به ۱۰۰/۵ میلیون تن رسید. در سال ۲۰۰۰-۱۹۹۹، کل مقدار مصرف برابر با ۱۲۹ میلیون تن بود و برآورد می‌شود که این رقم در سال ۱۳-۲۰۱۲ به حدود ۱۷۰ میلیون تن (به‌غیر از مصارف ثبت‌نشده) برسد.

این روند رشد مصرف در سال‌های گذشته، توضیح مختصری از تغییرات منطقه‌ای بزرگ را نشان می‌دهند. به‌عنوان مثال، در برخی از کشورهای توسعه‌یافته طی چندسال گذشته مشخص شد که افزایش آگاهی فردی باعث کاهش مصرف شده است. در این خصوص، دلایل متعددی شناسایی شده است، از جمله:

* قابلیت دسترسی به شیرین‌کننده‌های جایگزین
* نگرانی از بروز مشکلات سلامتی ناشی از مصرف شکر

از سوی دیگر، شکر همواره به‌عنوان یک ماده غذایی ضروری مطرح و در بسیاری از جوامع یارانه می‌گیرند. در چنین کشورهایی سطح مصرف سرانه بسیار بالا است. در گروه دیگری از کشورها (اکثراً کشورهای درحال توسعه)، اختلاف الگوهای تقاضای بیشتر بازتاب سطح پیشرفت اقتصادی است، خواه این کشورها تولیدکننده باشند یا

در برخی از کشورهای توسعه‌یافته طی چندسال گذشته مشخص شد که افزایش آگاهی فردی باعث کاهش مصرف شده است. در این خصوص، دلایل متعددی شناسایی شده است

نباشـــند. به‌طور کلی می‌توان دید که رابطه نسبتاً نزدیکی بین اســـتانداردهای بهبود زندگی و افزایش ســـطح مصرف شکر در این کشورها وجود دارد.

شرایط کنونی

در اواخر قرن بیســـتم مصرف شکر در کشورهای عضو **اتحادیه اروپا** (که امروزه تعداد آنها به ۲۷ کشور رسیده) رو به گسترش بوده است، البته با نرخ متوسط اندکی کمتر از ۱ درصد این حداقل سطح رشد، کم‌وبیش بازتاب حداقل نرخ افزایش جمعیت و کشش درآمدی پایین بود. با ورود به قرن حاضر، در برخی از سال‌ها میزان مصرف نسبت به سال قبل آن کاهش داشته است با این حال، این موارد بیشتر استثناء بوده‌اند تا قاعده. احتمالاً این رویه در سال‌های آینده، تغییر خواهد کرد. به استثناء بعضی کشورهای عضو اتحادیه اروپا در مناطق شرقی و جنوبی، احتمالاً میزان مصرف شکر در ســـایر کشورهای این اتحادیه تا ســـال ۲۲-۲۰۲۱ با رکود روبه‌رو خواهند شد.

در بحث شـــکر، روسیه در زمره کشورهای اروپایی غیر عضو اتحادیه اروپا تقریباً نیمی از کل مصرف این منطقه را به‌خود اختصاص داده است. به‌دلیل کاهش جمعیت، تقاضای این کشور درحال رکود است و انتظار می‌رود که این روند در سال‌های پیش‌رو ادامه پیدا کند.

بعد از روسیه، ترکیه دومین مصرف‌کننده بزرگ شکر این گروه است. اما ضابطه‌مند نبودن بخش شکر این کشور و در نتیجه دسترسی کمتر شکر، به‌طور مؤثری باعث محدودیت رشد شده اســـت. اما بعد از اصلاحات، این صنعت می‌تواند گســـترش یافته و انتظار می‌رود که رشـــد شدید جمعیت، میزان مصرف را در طول دهه آینده تقویت کند.

آفریقا، قاره‌ای اســـت که بعضی از فقیرترین کشورهای جهان را می‌توان در آن یافت. از این‌رو اکثر آنها دارای سطح نســـبتاً پایینی از مصرف سرانه هستند. ممکن است در دو دهه منتهی به ســـال ۲۰۰۰، پیشرفت‌هایی صورت گرفته باشـــد. با این حال، این موارد کافی نبوده است. درحالی‌که مصرف سرانه در نیمه دهه ۸۰ معادل ۱۵/۶ کیلوگرم بوده، با تغییر قرن به ۱۴/۷ کیلوگرم کاهش یافته است. در قرن حاضر، علائم بهبود در مصرف سرانه آفریقا مشهود است و پیش‌بینی می‌شود در ۱۳-۲۰۱۲ به ۱۵/۶ کیلوگرم برسد. با این وجود شاید مناسب است که دو دهه اخیر را به‌عنوان «فرصت از دست رفته» شکر آفریقا نام نهاد. این مسئله برای دهه آینده زیانبار خواهد بود. فرض می‌کنیم که اصولاً سطح کل مصرف تابع رشد جمعیت باقی خواهد ماند.

مکزیک، پویاترین بازار شکر در **آمریکای شمالی و مرکزی** است. در سال ۹۰-۱۹۸۹ مصرف این کشور به رقمی کمتر از ۴ میلیون تن رسید. اما سال بعد به بیش از ۴/۵ میلیون تن افزایش یافت. در اوایل سال ۱۹۹۰، مجوز واردات شکر منسوخ و سازمان‌های تجاری و رسمی، مقادیر قابل‌توجهی شـــکر وارد کردند. این وضعیت باعث مازاد عرضه نسبت به تقاضا نتیجتاً منجر به تنزل قابل توجه قیمت شد. در سال ۲۰۰۴-۲۰۰۳، مصرف سرانه به رکورد بیش از ۵۳ کیلوگرم رسید. تا سال ۲۰۰۶-۲۰۰۵ و به‌دنبال افزایش قیمت داخلی شـــکر، مصرف به کمتر از ۵۰ کیلوگرم کاهش و مجدداً در سال بعد به بالای ۵۰ کیلوگرم افزایش یافت. مکزیک یک بازار پویا باقی خواهد ماند و اهمیت زیاد آن می‌تواند به‌دلیل رشـــد مداوم جمعیت باشد. از این‌رو پیش‌بینی می‌شود که کل مصرف این منطقه تا ســـال ۲۲-۲۰۲۱ به ۶/۶ میلیون تن برســـد درحالی که این رقم در سال جاری ۶/۴ میلیون تن برآورد شده است.

ایالات متحده، مصرف‌کننده اصلی در این منطقه است. در اواخر دهه ۱۹۷۰ و در طول دهه ۱۹۸۰، بازارهای شکر طبیعی با جانشـــینی روبه افزایش ســـایر شیرین‌کننده‌ها، به‌ویژه شربت ذرت با فروکتوز بالا (HFCS) روبه‌رو شدند. ایـــن فرآیند جایگزینی تا حد زیـــادی تا اواخر دهه ۱۹۸۰ کامل شـــد. پس از آن، بازار شـــکر این کشور رشد سالیانه خود را به میزان ۱/۵ درصد از سرگرفت اما در سال ۲۰۰۱ یک تغییر اساسی رخ داد زمانی که تقاضا شروع به کاهش کرد تا به‌حال، دلیلی خاص برای توضیح رکود بازار شناخته نشـــده اســـت لیکن قطعاً تغییر در ســـبک زندگی و میزان جمعیت، در این مورد مؤثر بوده است. با این وجود، افزایش واردات شکر نیز، نقشی عمده را بازی کرده است. خبر خوب برای تولیدکنندگان شـــکر این است که شکاف قیمتی بین تولید آنها و HFCS کم شـــده است. این موضوع می‌تواند فرصت‌هـــای بازاریابی جدیدی را در آینده باز کند. در حال حاضر به‌نظر می‌رسد بازار ایالات متحده به‌قدر کافی اشباع شده و روزهای رشد مصرف سرانه شکر روبه پایان است.

در **آمریکای جنوبی**، مصرف ســـرانه بعد از نوسانات ۳۹ تـــا ۴۲ کیلوگرمی نیمه دهه ۸۰ تـــا نیمه دهه ۹۰، به‌طور فزاینده‌ای در طول ۱۵ ســـال گذشته رشد داشته است. در اوایل قرن بیست‌ویکم، متوسط مصرف سرانه به حدود ۵۰ کیلوگرم رســـید. براساس آمار منتشر شده، آشکار است که رشـــد قابل‌توجهی در این قاره وجود داشـــته است. میزان تقاضا در ســـال ۲۰۰۰-۱۹۹۹ به ۱۵/۶ میلیون تن رسید. درحالی‌که پیش‌بینی می‌شود این رقم در سال ۱۳-۲۰۱۲ به ۲۱/۵ میلیون تن افزایش یابد که بیانگر نرخ رشد مرکب سالیانه حدود ۲/۵ درصد است.

در بحث شکر، روسیه در زمره کشورهای اروپایی غیر عضو اتحادیه اروپا تقریباً نیمی از کل مصرف این منطقه را به‌خود اختصاص داده است. به‌دلیل کاهش جمعیت، تقاضای این کشور درحال رکود است و انتظار می‌رود که این روند در سال‌های پیش‌رو ادامه پیدا کند

برزیـل حـدود ۶۰ درصـد از مجمـوع مصرف شـکر آمریکای‌جنوبی را به‌خود اختصاص داده اسـت و از سـال ۹۱-۱۹۹۰، سالانه ۳ درصد رشد داشته است. بنابراین رشد تدریجی مصرف شکر برزیل ثابت می‌کند که کاملاً تأثیرپذیر اسـت چرا کـه به قیمت، سیاسـت اجتماعـی و وضعیت اقتصادی این کشـور وابسته اسـت. سال‌های کاملاًضعیف بین ۲۰۰۴ تا ۲۰۰۶ به این معناست که تقاضای سرانه در حدود ۵۶ کیلوگرم ثابت مانده است. در سال ۲۰۰۷-۲۰۰۶ برای اولین‌بار، قیمت‌های نسبتاً پایین و اقتصاد داخلی قوی، مصرف سرانه را به بیش از ۶۰ کیلوگرم افزایش داد.

آرژانتین دومیـن مصرف‌کننده بزرگ آمریکای‌جنوبی اسـت که هیچ الگوی آشـکاری را در سال‌های اخیر نشان نداده اسـت. بحران اقتصادی اوایل قـرن حاضر، منجر به کاهش مصرف سرانه در سال‌های ۲۰۰۱ و ۲۰۰۲ شد اما از آن به بعد، مصرف بهبود یافت و ممکن است در ۱۳-۲۰۱۲ به بیش از ۲ میلیون تن برسد. کلمبیا، سومین مصرف‌کننده بزرگ آمریکای‌جنوبی با بیش از ۱/۵ میلیون تن اسـت که رشـد نامنظمی از مصرف سـرانه را در دهه اول قرن اخیر داشته است. با توجه به روند رشد کنونی، پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۲۱، تقاضا از مرز ۲ میلیون تن عبور کند.

۶۰ درصـد از کل جمعیـت جهـان در **آسـیا** زندگی می‌کنند. سابقاً مصرف سرانه این قاره کمتر از سایر قاره‌ها بود اما از سال ۲۰۰۳، مصرف سرانه آن از آفریقا پیشی‌گرفته اسـت. با این حال برای سـال ۱۳-۲۰۱۲، مصرف سـرانه آسـیا کمتر از ۱۹ کیلوگرم برآورد می‌شود. از این‌رو هنوز این منطقه از نظر مصرف سـرانه بسـیار پایین‌تر از منطقه آمریکای شـمالی و مرکزی با بیش از ۳۶ کیلوگرم اسـت. پویایی اقتصادی و سـطح نسـبتاً پایین مصـرف این قاره، حاکی از آن است که این منطقه بیشترین پتانسیل را برای افزایش تقاضا داراست.

درجه توسـعه اقتصادی بین کشورهای این قاره تا حد زیادی با یکدیگر متفاوت است. تغییرات قابل‌توجهی در سطح مصرف شکر این قاره وجود دارد. در سال ۱۳-۲۰۱۲، متوسط مصرف سرانه شکر آسیا می‌توانست به ۱۸/۳ کیلوگرم برسد که از رقم ۱۴ کیلوگرمی ۱۵ سـال قبل بالاتر اسـت. با این اوصاف، رشد مصرف سرانه در ۱۰ سال اخیر به حدود ۲ درصد رسیده است. این را می‌توان با نرخ رشد مطلق تقاضای ۳/۴ درصد مقایسـه کرد. این شاخص نشان می‌دهد که برخلاف تغییرات عادت غذایی، افزایش جمعیت تا حدی در توسـعه سریع مصرف شکر آسیا مؤثر و قوی بوده است.

آسـیا دربرگیرنده بعضی از بزرگترین مصرف‌کنندگان مطلق است. هند در سال ۱۳-۲۰۱۲ در حدود ۲۵/۱ میلیون تن شـکر مصرف کرده اسـت که در مقایسه با رقم ۱۷/۵ میلیون تن سـال ۲۰۰۰-۱۹۹۹، نرخ رشـد ۳/۴ درصد را بیان می‌کند. علی‌رغم پیش‌بینی‌های انجام شده درخصوص افزایـش جمعیت چین و آزادسـازی تدریجی اقتصاد و باز شـدن درهای ورودی برای شیرین‌کننده‌ها در این کشور، مصرف شکر تا سال ۲۰۰۰ میلادی به کُندی افزایش یافت اما از آن سـال به بعد، تقاضای شـکر این کشور خیز کاملاً شـدید برداشـته اسـت و انتظار می‌رود که مصرف از ۸/۵ میلیـون تن در سـال ۲۰۰۰-۱۹۹۹، به ۱۶/۶ میلیون تن در سال ۱۳-۲۰۱۲ برسد. با این حال پیش‌بینی‌های اخیر حاکی از آن است که مصرف در آینده، سالانه یک میلیون تن رشد خواهد کرد. مصرف‌کنندگان چینی، همچنان به قیمت حساس هستند و زمانی که احساس کنند شکر بیش از اندازه گران شـده است، شکر را با شیرین‌کننده‌های مصنوعی یا شیرین‌کننده‌های نشاسته‌ای جایگزین می‌کنند.

مصرف شکر در پاکستان به‌سرعت درحال گسترش بوده و تخمین زده می‌شـود در سال ۱۳-۲۰۱۲ به ۴/۸ میلیون تن برسـد در حالی‌که این رقم در سـال ۲۰۰۰-۱۹۹۹ در حدود ۳/۵ میلیون تن بوده اسـت. نرخ رشد سالانه مصرف این کشـور طی ۱۰ سال گذشـته در حدود ۳ درصد بوده است. از سوی دیگر، مصرف سرانه نیز به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای افزایش یافته و از ۲۴ کیلوگرم در سـال ۲۰۰۰-۱۹۹۹ به کمی بیش از ۲۶/۵ کیلوگرم رسیده است.

اندونزی، چهارمین متقاضی برتر شکر در این قاره است. این کشـور رکود ناشی از بحران اواخر دهه ۱۹۹۰ آسیا را به‌خوبی بهبود بخشـیده است. کل مصرف شکر اندونزی از ۳/۵ میلیون تن در ۱۵ سال قبل به حدود ۶/۱ میلیون تن در سال ۱۳-۲۰۱۲ افزایش یافته است. رشد سالانه مصرف سرانه به‌طور متوسط حدود ۲ درصد طی بیش از ۱۰ سال گذشته بوده است.

تایلنـد، پنجمین مصرف‌کننده بزرگ شـکر در آسـیا اسـت. پیش‌بینی می‌شود مصرف شـکر این کشور از ۱/۸ میلیون تن در سـال ۲۰۰۰-۱۹۹۹ به ۲/۹ میلیون تن در سـال ۱۳-۲۰۱۲ افزایش یابد که بیانگر نرخ رشـد سالانه ۳/۷ درصد است. بخش زیادی از این توسعه به‌علت مصرف سـرانه بالا (+۳/۱ درصد در سال) در بسیاری از کشورهای دیگر آسیا بوده است. این می‌تواند به‌دلیل قیمت‌های نسبتاً پایین شـکر باشد که میزان تقاضا را افزایش داده است. اما دولت مکرراً قیمت‌های شـکر را در سال‌های اخیر افزایش داده اسـت به‌طوری که قیمت‌هـای داخلی همتراز قیمت بازار جهانی شـده است. از این‌رو ممکن است رشد مصرف در آینده کاهش یابد.

اندونزی، چهارمین متقاضی برتر شکر در این قاره است. این کشور رکود ناشی از بحران اواخر دهه ۱۹۹۰ آسیا را به‌خوبی بهبود بخشیده است. کل مصرف شکر اندونزی از ۳/۵ میلیون تن در ۱۵ سال قبل به حدود ۶/۱ میلیون تن در سال ۱۳-۲۰۱۲ افزایش یافته است. رشد سالانه مصرف سرانه به‌طور متوسط حدود ۲ درصد طی بیش از ۱۰ سال گذشته بوده است