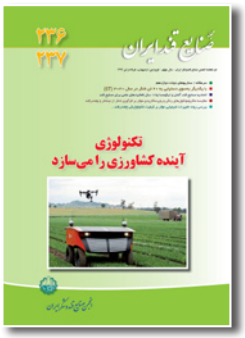
بسم الله الرحمن الرحیم

۲۳۶
۲۳۷



دو ماهنامهٔ کشاورزی
صنعتی، اقتصادی
چغندرقند و نیشکر
سال چهلم،
شماره ۲۳۶ و ۲۳۷،
فروردین، اردیبهشت، خرداد و تیر ۱۳۹۶

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 / سناریوهای دولت دوازدهم ● ۲
- تکنولوژی آینده کشاورزی را می‌سازد (قسمت اول) ● ۳
- با یکدیگر به‌سوی دستیابی به ۲۰ تن شکر در سال ۲۰۲۰ (5T) ● ۱۰
- اتحادیه صنایع قند آلمان و ایکومسا ۱۲۵ سال فعالیت‌های علمی برای صنایع قند ● ۱۳
- مقایسه ماکرومولکول‌های رنگی و پلی‌ساکاریدی مؤثر بر فرآوری شکر از نیشکر و چغندرقند ● ۲۳
- بررسی روند تغییرات شیمیایی مؤثر بر کیفیت تکنولوژیکی چغندرقند... ● ۲۸

- 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.

یادداشت

سناریوهای دولت دوازدهم

محمدصادق جنان‌صفت

اقتصاد در ایران با سیاست گره خورده است. اکثر فعالان صنعتی، بازرگانی، اقتصادی ایران این نکته را نیک می‌دانند و هرگز از یادشان نمی‌رود که با دگرگونی مدیران نهاد دولت و نهاد ریاست‌جمهوری سیاست‌های اقتصادی شکل و ماهیت تازه‌ای پیدا می‌کنند. تأثیرپذیری کسب‌وکار و اقتصاد کلان ایرانیان و ایران از سیاست و رفتارهای سیاسی را به عریان‌ترین شکل می‌توان از تفاوت گفتار و رفتار دولت دهم و دولت یازدهم دید. مدیران دولت دهم گروهی بودند که در باورشان نمی‌گنجید بخشی از قدرت را می‌توان به بخش خصوصی سپرده و به‌سوی فعالیت‌های حاکمیتی و کلان‌تر رفت. دولت دهم به‌لحاظ نگرش سیاسی که داشت انباشت همه قدرت در کف دولت را یک وظیفه می‌دانست و آن را در همه سطوح اجرا می‌کرد. این‌گونه بود که کارها از دست بخش خصوصی، نهادهای مدنی شامل خانواده، احزاب و بنگاه‌ها بیرون شد و یکسره در چنگ نهاد دولت قرار گرفت. پیامدهای تمرکز قدرت و کنار نهادن نهادهای مدنی در عرصه‌های گوناگون اثرات خوشایندی نداشت و در حوزه اقتصاد کشور با دردسرهای بزرگی مواجه شد. نرخ رشد تولید ناخالص داخلی روندی کاهنده پیدا کرد و سرمایه‌گذاری در کشور از رمق افتاد و انگیزه کار و توسعه نیز هر روز کمتر از دیروز می‌شد. این فضای ناامیدکننده بود که موجب شد شهروندان ایرانی در انتخابات سال ۱۳۹۲ ریاست‌جمهوری به کاندیدایی رأی دهند که با شعار تدبیر و امید به میدان آمده بود. در اردیبهشت ۱۳۹۶ سرنوشت کسب و کار ایرانیان به‌لحاظ اینکه در ذیل اراده کدام اندیشه سیاسی است مشخص خواهد شد. برای اقتصاد سیاسی ایران در پایان بهار ۱۳۹۶ چند سناریو می‌توان نوشت و چشم‌اندازها را تا اندازه‌ای در کلان‌ترین سطح دید. سناریوی نخست این است که حسن روحانی در انتخابات حاضر است و با رأی شهروندان دوباره به‌مدت ۴ سال کار را در دست می‌گیرد. در این صورت دو حالت می‌توان تصور کرد. حالت نخست این است که رأی وی بالاتر از دوره قبل باشد و او با استناد به آرای بیشتر شهروندان برنامه‌های خود را تدوین و اجرا کند. در این صورت نیز البته می‌توان تصور کرد وی با همین گروه فعلی از اعضای کابینه‌اش همکاری می‌کند و سیاست‌ها و آدم‌ها تداوم وضع فعلی است یا اینکه تصمیم به تغییر در برخی اعضای کابینه در حوزه سیاست و اقتصاد می‌گیرد. چشم‌انداز دیگر این است که رئیس دولت فعلی با رأی کمتر و حداقلی برای یک دوره ۴ساله دیگر کار را ادامه خواهد داد. در این صورت می‌توان این چشم‌انداز را دید که دولت آینده به‌لحاظ ترکیب مدیران اصلی تفاوت اساسی کرده و از طیف‌هایی خارج از جناح اعتدال هستند نمایندگانی به دولت راه یابند. در این صورت فضای اندیشه و عمل دولت تفاوت اساسی خواهد کرد. چشم‌انداز دیگر این است که رئیس دولت فعلی نتواند آرای کافی و لازم برای ادامه کارش را به‌دست آورد و فردی از جناح مخالف رئیس دولت شود. در این صورت نیز چشم‌انداز و سناریوهای متعددی وجود دارد. یک سناریو این است که فردی با دیدگاه‌های معتدل از جناح سیاسی مخالف سیاسی حاکم بر دولت فعلی رأی بیاورد. در این‌صورت می‌توان تصور کرد که اندیشه و عمل او در حوزه اقتصاد تفاوت ۱۸۰ درجه‌ای با شرایط فعلی ایجاد نخواهد کرد. چنین فرد یا گروهی با توجه به اینکه شرایط بهبود کسب‌وکار ایرانیان به‌لحاظ ذهنی و زیرساخت‌های نرم‌افزاری تا اندازه‌ای آماده شده است کار را گونه‌ای سامان می‌دهند که اوضاع بدتر از امروز نشود. در این سناریو می‌توان انتظار داشت شاید مجموعه نهادهای قدرت سیاسی در ایران با دولت سازگار شده و شرایط را به‌سوی همگرایی پیش ببرند و سطح تنش‌های فعلی کاهش یابد.

سناریو دیگر این است که رئیس‌جمهور فعلی رأی نیاورد و فردی که به‌لحاظ استراتژی و تاکتیک در میان جناح سیاسی مخالف دولت تندتر از بقیه است بتواند رئیس‌جمهور شود. در این صورت می‌توان تصور کرد که رفتار و گفتار و اقدام‌های نهاد دولت و نهاد رئیس‌جمهوری در همه عرصه‌ها تندتر شده و از حالت محافظه‌کاری خارج شویم. در این وضعیت می‌توان تصور کرد که کسب و کار مردم و اقتصاد کلان با دگرگونی‌های اساسی مواجه شده و روش‌های فعلی کنار گذاشته شوند و روش‌های انقلابی جایگزین شود. در این شرایط آزادی عمل حداقلی که بخش خصوصی به‌دست آورده است ممکن است به محاق رود و فضای تصمیم‌گیری‌ها این باشد که همه‌کارها از ریز و درشت باید از مسیر دولت عبور کند. در چنین وضعی شاهد تغییرات گسترده در مدیران و در سیاست‌ها خواهیم بود و تثبیت شرایط تا مدت‌ها موجب سردرگمی شود. یادمان باشد آنچه تا اینجا یادآور شدیم بدون‌لحاظ کردن معادلات مربوط به سیاست خارجی است. در هر کدام از سناریوهای «با روحانی قوی»، «با روحانی ضعیف»، «با اصولگرایان معتدل» و «با اصولگرایان انقلابی» سیاست خارجی دستکم در شعار و در حرف و در سطح میانی متفاوت خواهد بود. این شرایط را باید در نظر داشت و هر مدیری اگر قصد برنامه‌ریزی منسجم برای سال ۱۳۹۶ دارد، باید سناریوهای یادشده را مرور کرده و بهترین انتخاب را داشته باشد. تردیدی نیست که نهادهای مدنی نیز همانند بنگاه‌های تحت‌تأثیر شرایط یادشده قرار می‌گیرند و از کنش و واکنش‌های هر دولت با گرایش تازه از پاییز ۱۳۹۶ به بعد باید سازگار شود.

مدیران دولت دهم گروهی بودند که در باورشان نمی‌گنجید بخشی از قدرت را می‌توان به بخش خصوصی سپرده و به‌سوی فعالیت‌های حاکمیتی و کلان‌تر رفت

تکنولوژی
آینده کشاورزی را می‌سازد[1]

(قسمت اول)

◀نقل از مجله: اکونومیست، آگوست ۲۰۱۶
◀ ترجمه : دکتر ایرج علیمرادی

به نظر **جفری کار**، اگر بنا باشد که کشاورزی برای تغذیه جهان ادامه یابد باید به‌صورت صنعتی درآید که خوشبختانه تازه شروع شده است.

تام راجرز کشاورزی بادام کار در منطقه **مادرا** (Madera county) در دره مرکزی کالیفرنیا است. بادام محصولی خوشمزه و مغذی است. همچنین پر سود نیز می‌باشد. کشاورزان کالیفرنیا که ۸۰ درصد از این آجیل جهانی را تولید می‌کنند ۱۱میلیارد دلار از این کشت درآمد دارند.

لیکن بادام خیلی هم به آب نیاز دارد. محاسبه‌ای که توسط دو نفر از محققین هلندی در ۶ سال قبل صورت گرفته نشان می‌دهد که برای هر دانه آن حدود یک گالن آب مصرف می‌شود. این فقط یک گالن آمریکایی است با ۳/۸ لیتر نه گالن سلطنتی با ۴/۵ لیتر حجم که هنوز هم مقدار زیاد آب (H_2O) است که باید برای آن مصرف گردد.

تکنولوژی گرچه به کمک **راجرز** آمده است، مزرعه **راجرز** طوری سیم‌کشی شده که مثل یک موش آزمایشگاهی درآمده است. اگر دقیق‌تر گفته شود بی‌سیم است. حسگرهای رطوبتی در طول باغ مسیر رطوبت را تعقیب می‌کنند. حسگرها نتیجه را به کامپیوترها در ابرها (شبکه‌های خدمات وسیع کامپیوتری که توسط ابرکامپیوترها ارائه می‌گردد) می‌فرستند. نتایج مجدداً به سیستم شبکه لوله‌کشی تیپ (قطره‌ای) که وسیله پمپاژ پُرشده بازمی‌گردد.

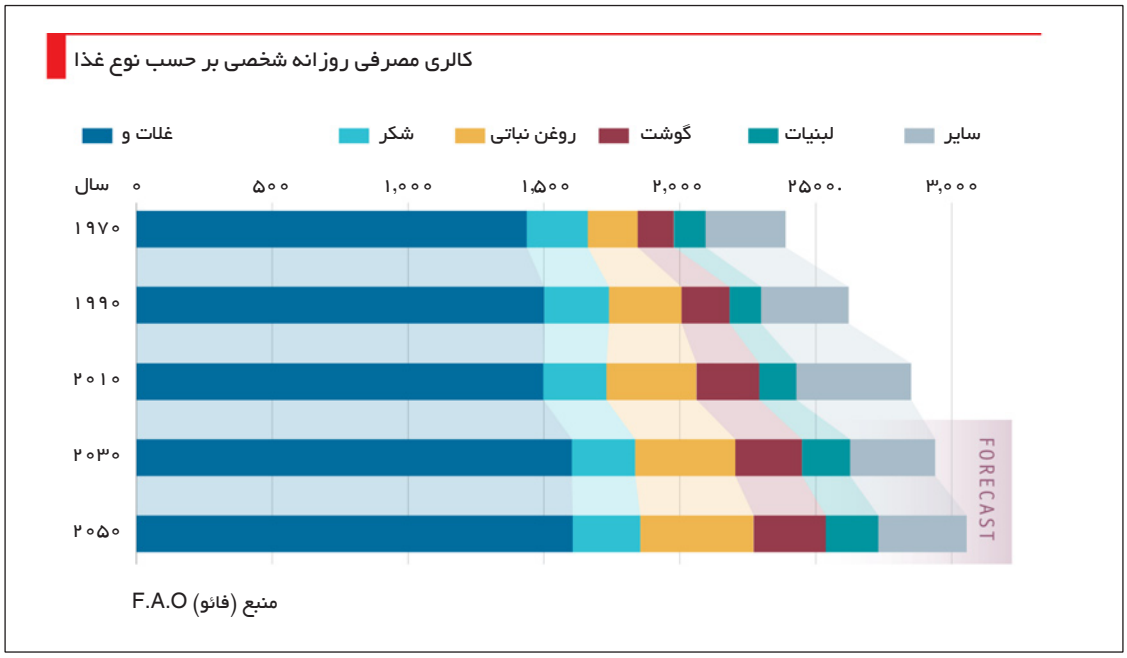
سیستم، مشابه استفاده از روش هیدروپونیک (Hydroponic) در پرورش سبزی در گلخانه است. هرنیم‌ساعت یک پالس آب به‌دقت کالیبره شده و برپایه محاسبات ابرکامپیوترها مخلوط با مقدار کود مورد نیاز از طریق تیپ‌ها برای هر درخت به‌دقت توزیع می‌شود.

شکل ۱: تکنولوژی آینده کشاورزی را می‌سازد

پالس‌ها به‌طور متناوب از یک‌طرف به طرف دیگر تنه درخت جایی که به تجربه نشان داده شده که نیاز به جذب آب دارد تعویض می‌شوند. قبل از نصب این سیستم راجرز مجبور بود باغ را هر هفته یک‌بار با یک سیستم کوچک ولی تکنیکی آبیاری نماید. او با این روش جدید ۳۰درصد کمتر آب مصرف می‌کند که خود سبب صرفه‌جویی در هزینه شده است؛ ضمناً باعث کسب اعتبار برای ایالت کالیفرنیا نیز شده که به‌مدت ۴سال دچار خشکسالی بوده و فشارهای اجتماعی، سیاسی و بالطبع اقتصادی برای ذخیره آب تحمل کرده است. مزرعه **راجرز** و مزارع مشابه با ارزش محصولات بالا و تشنه آب نظیر پسته، گردو و انگور در لبه هدایتی این نوع کشاورزی دقیق که به کشت هوشمند(Smart Farming) شناخته شده‌اند، قرار دارند. لیکن نه تنها باغداران و تولیدکنندگان آجیل از این روش دقیق بهره می‌برند بلکه زراعت‌های ردیفی مانند ذرت و سویا که در مناطق وسیعی از غرب میانه کشت می‌شوند، به

هر نیم ساعت یک پالس آب به‌دقت کالیبره شده و برپایه محاسبات ابرکامپیوترها مخلوط با مقدار کود مورد نیاز از طریق تیپ‌ها برای هر درخت به‌دقت توزیع می‌شود

1. Technology quarterly the future of agriculture.



شکل ۲: نمودار چیزی که در منوی غذای جهانی وجود دارد

این تکنولوژی رسیده‌اند. کشت، آبیاری، کوددهی و برداشت تمامی از طریق کامپیوتر کنترل می‌شود. حتی هر اینچ خاکی که در آن کشت صورت می‌گیرد، رصد می‌شود.

*** مزارع اغلب شبیه کارخانه می‌شوند:** عملیات کنترلی شدید برای تولید محصول با ارزش، حتی‌المقدور ایمن از نظر تغییرات طبیعی. با درک بهتر DNA، گیاهان و حیوانات را در مراحل پیشرفته و در مزرعه به‌شدت کنترل می‌کند. دستکاری دقیق ژنتیکی که به‌نام ویراستاری ژنتیکی(Genome editing) شناخته شده این امکان را به‌وجود آورده که تغییرات ژنوم محصولات زراعی و دام‌ها را در سطح یک حرف ژنتیکی تکی(Single genetic letter) انجام داد. امید است که این تکنولوژی نسبت به روش‌های اولیه مهندسی ژنتیک که تغییر مکان تمامی ژن‌های بین گونه‌ها بر آن پایه‌ریزی شده بود مورد قبول بیشتر مصرف‌کنندگان قرار گیرد. زیرا به‌سادگی از روند جهش ژنتیکی که اصلاح نباتات بر پایه آن قرار گرفته و کنترل بیشتری نیز بر روی آن وجود دارد تبعیت می‌کند.

شناخت نتایج DNA همچنین به این معنی است که کارهای اصلاحی به تنهایی نیز می‌توانند دقیق‌تر باشند. برای شناسایی صفات مورد نیاز به کشت و نگهداری گیاه تا مرحله رسیدگی کامل نیاز نمی‌باشد. نگاه سریع ژنوم گیاه در اختیار شما است.

این چنین تغییرات تکنولوژیکی در سخت‌افزاری، نرم‌افزاری و زندگی انفرادی در خدمت مزرعه، باغ و دامداری‌ها خواهد بود. پرورش ماهی نیز از آن بهره‌مند خواهد شد. هم‌اکنون گیاهان زینتی گلخانه‌ای از دقیق‌ترین و قابل‌کنترل‌ترین نوع محصولات کشاورزی است که هر روز نیز بیشتر می‌شوند.

در کوتاه‌ترین حرکت، این پیشرفت‌ها با افزایش تولید و کاهش هزینه باعث بهبود منافع کشاورزان می‌شود. همچنین منافع مصرف‌کنندگان غذا نیز در پی خواهد داشت. در زمان طولانی‌تر نیز کمک می‌کند تا به سؤال‌های فزاینده فوری پاسخ داده شود. بشر در آینده می‌تواند بدون آسیب‌های غیرقابل جبران به خاک، زمین و اقیانوس‌ها تغذیه شود در سال ۲۰۵۰ جمعیت کره‌زمین از ۷/۳ میلیارد فعلی به ۹/۷ میلیارد نفر افزایش خواهد یافت. این جمعیت نه‌تنها غذا می‌خواهد بلکه نیاز به تغذیه بهتری نسبت به مردم فعلی نیز دارد. زیرا درآمد بهتری خواهند داشت و دوست دارند بهتر زندگی کنند.

دفتر سازمان خواروبار و کشاورزی جهانی وابسته به سازمان ملل متحد در سال ۲۰۰۹ در این خصوص گزارشی منتشر کرده و در آن پیشنهاد می‌کند که در سال ۲۰۵۰ تولیدات کشاورزی باید ۷۰درصد افزایش یابد تا نیازهای بشر را تأمین کند. از آنجا که بیشتر زمین‌های مناسب کشاورزی هم‌اکنون زیر کشت می‌روند، بنابراین مزارع باید با افزایش تولید همراه باشند. کشاورزی در گذشته افزایش محصول محسوسی داشته است که از آن جمله قبل از جنگ جهانی اول از طریق مکانیزاسیون و در خلال انقلاب سبز در دهه‌های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ از طریق معرفی ارقام جدید و سموم شیمیایی بوده است. اکنون افزایش محصول ارقام

عملیات کنترلی شدید برای تولید محصول با ارزش، حتی‌المقدور ایمن از نظر تغییرات طبیعی. با درک بهتر DNA، گیاهان و حیوانات را در مراحل پیشرفته و در مزرعه به‌شدت کنترل می‌کند. دستکاری دقیق ژنتیکی که به‌نام ویراستاری ژنتیکی شناخته شده این امکان را به‌وجود آورده که تغییرات ژنوم محصولات زراعی و دام‌ها را در سطح یک حرف ژنتیکی تکی انجام داد

بهبودیافته نظیر برنج و گندم در مزارع بزرگ قسمت‌هایی از جهان متوقف شـده است. پدیده‌ای است که به‌نام توقف محصول نامیده می‌شـود. توزیع عملیـات مطلوب موجود بدون‌شک می‌تواند در سـایر دشت‌ها جواب بهتری بدهد. لیکن برای فائق آمدن به آن نیاز به تکنولوژی‌های پیشرفته است. این یک چالش است.

از آنجا که کشـاورزان برای چیزهایی که غلط به‌دست می‌آید هزینه بالایی می‌پردازند لذا آگاهانه و به‌طور مشهود برای تغییر شـکاک هسـتند. درعین حال اگر کشـاورزی دقیق و ژنومیک که امیدهای زیادی برای انجام آن اسـت به‌وقوع بپیوندد، تغییرات دیگری نیز در آینده نزدیک ایجاد خواهد شد.

مزارع هوشمند: دره سیلیکون به دره مرکزی می‌پیوندد

تکنولوژی اطلاعات در اشکال مختلف بر کشاورزی تأثیر می‌گذارد

یک راه برای نشـان دادن اینکه کشاورزی شاخه‌ای از ماتریکس جبری است؛ کشاورز باید به‌طور مداوم با یک‌سری متغیرها نظیر آب و هوا، سـطح رطوبت خاک، مقدار مواد غذایی، رقابت محصول با علف‌های هرز، تهدید سلامت گیاه از طـرف آفات و بیماری‌ها و هزینه‌هایی که باید برای این موارد انجام شـود در چالش باشـد که اگر با این چالش‌ها یا خود به‌دقت مقابله کند یا از طرف ایشـان انجام شـود، می‌تواند مناسب‌ترین محصول و حداکثر منفعت را به‌دست آورد، بنابراین پیشه کشاورزی هوشمند دو رو خواهد داشت، یکی اندازه‌گیری اقتصادی متغیرهایی که در این ماتریکس قرار دارند و روی دیگر اینکه کشاورز به‌خوبی اطمینان‌خاطر داشـته باشد که ماشین بتواند کارهای فرآوری اطلاعات را به‌راحتی انجام دهد.

یـک مثـال اولیـه از کشـاورزی دقیـق و اقتصادی تصمیمی بود که **جان‌دیر** (John Deer) بزرگترین سازنده ماشین‌آلات کشاورزی جهانی برای استفاده تراکتورها و سایر ادوات با حسگرهای سیستم موقعیت‌یاب جهانی (GPS) در سال ۲۰۰۱ اتخاذ کرد به‌نحوی که آنها می‌توانستند موقعیت خود را در هر گوشـه‌ای از زمین در اشل چند سانتی‌متری مشخص کنند.

این کار به آنها این امکان را داد که در صورتی‌که دستگاه درحال کار مسـیری را دو بار تکـرار کند و یا خطی را جا بگذارد متوقف کند. مشـکلی که بارها اتفاق افتاده اسـت. استفاده از این روش هم از میزان مصرف سوخت می‌کاهد (گاهی اوقات تا ۴درصد) و هم کارایی و یک‌نواختی عملیاتی نظیر کودپاشی و حشره‌کشی را بهبود می‌بخشد.

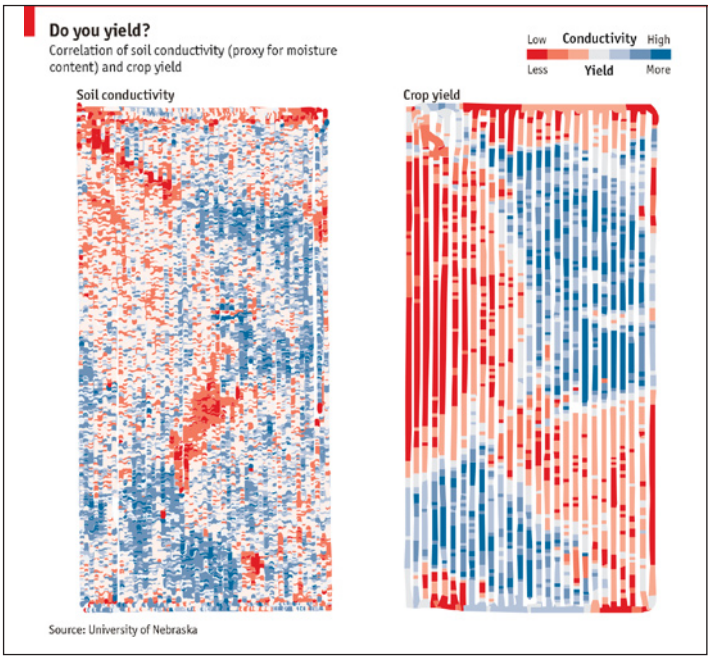
میکروارگانیسم‌ها در سیستم

باکتری‌ها و قارچ‌ها می‌توانند به محصول و خاک کمک کنند

میکروب‌هـا گرچه به‌عنـوان عامل بیمـاری‌زا تصویر مناسـبی ندارنـد لیکن نقـش مفیدی در کشـاورزی ایفا می‌کنند. به‌عنوان مثال آنها نیتروژن هوا را به شکل نیترات محلـول که به‌صـورت کود طبیعی عمـل می‌کند، تثبیت می‌نمایند. شـناخت و بهره‌برداری کردن از این موجودات در کشـاورزی به‌عنوان بخشـی از تکنولوژی توسعه یافته اسـت. در این مرحلـه هدایت کار با همکاری ۲ شـرکت مونسـانتو آمریکایـی(Monsanto) و نووزایـم دانمارکی (Novozymes) صورت می‌گیرد. این کنسرسـیوم به‌نام بیوآگ (BioAg) در سال ۲۰۱۳ شروع به‌کار کرد و دارای یک دوجین فرآورده‌های بر پایه میکروبی اسـت که شامل قارچ‌کش‌ها و حشره‌کش‌ها و میکروارگانیسم‌هایی است که ترکیبات نیتروژنی، فسفری و پتاسی را از خاک آزاد کرده و به‌صورت محلول درمی‌آورد تا جذب آنها توسط گیاه آسان‌تر شود. سال گذشته محققین این دو شرکت بیش از ۲۰۰۰ میکروب را مورد آزمایش قـرار دادند تا بتوانند گروه‌هایی پیدا کنند که در افزایش محصول ذرت و سویا مؤثر باشند. بالاترین نژاد توزیع شده نتوانست بیش از ۳درصد به افزایش محصول این دو گیاه کمک کند.

در نوامبر سـال ۲۰۱۵ شرکت سینجنتا با یک شرکت هلندی به‌نام DSM شراکت مشابهی انجام دادند. در اوایل امسـال در ماه آوریل شرکت دوپن(DuPont) یک شرکت میکروبی کالیفرنیایی به‌نام تاکسـون بیوساینس(Taxon Bioscience) خریداری و این کار را در سطح وسیع آغاز کرد. محققین یک گروه تحقیقاتی به‌نام ایندیگو (Indigo) آزمایش‌هایی را با حدود ۴۰۰۰میکروب برای کاهش تنش خشکی و شوری در پنبه، ذرت، گندم و سویا هدایت کردند. گروه دیگری شرکتی به‌نام تکنولوژی همزیستی‌های سازگار (Adaptive Symbiotic Technologies) در سـیاتل شـکل داده و قارچـی را مورد مطالعه قـرار داده‌اند که با گیاهان حالت همزیسـتی دارد. آنها باور دارند که یک‌گونه یافته‌اند که شـریک طبیعی آن علفی سـاحلی از خانواده سـورگوم که وقتی به برنج منتقل شود مقاومت به شوری را به آن منتقل می‌کند. موفقیت بزرگ وادار کردن ریشـه گیاهانی مثل گندم به مشارکت با باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن اسـت. این‌ها شبیه شـرکای طبیعی شکل‌گرفته توسط باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن به‌وسیله خانواده بقولات نظیر سـویا می‌باشـند. در خانواده بقولات ریشـه گیاه گره‌هایـی ایجاد می‌کنند که به‌عنـوان مخزنی برای

میکروب‌ها گرچه به‌عنوان عامل بیماری‌زا تصویر مناسبی ندارند لیکن نقش مفیدی در کشاورزی ایفا می‌کنند. به‌عنوان مثال آنها نیتروژن هوا را به شکل نیترات محلول که به‌صورت کود طبیعی عمل می‌کند، تثبیت می‌نمایند



شکل ۳: نمودار قابلیت هدایت الکتریکی خاک

باکتری‌ها است. اگر بتوان از طریق اصلاح ژنومی و یا به روش ویراستاری ژنومی ریزوم‌های گندم را وادار کرد که رفتاری شبیه خانواده بقولات داشته باشد، همه افراد به‌جز شرکت‌های کودی از آن بهره‌مند خواهند شد.

پس از آن، سایر تکنیک‌ها نیز اضافه شده است نمونه‌گیری خاک در سطح وسیع، که هر چندسال یکبار برای تعیین بافت خاک و مواد معدنی آن صورت می‌گیرد، می‌تواند حاصلخیزی خاک را در قسمت‌های مختلف مزرعه پیش‌بینی کند. نقشه‌برداری دوره‌ای به چگونگی حرکت آب در خاک کمک خواهد کرد. گیاهان شاخص می‌توانند سطح رطوبت خاک را در اعماق مختلف نشان دهند. برخی ردیاب‌ها نیز قادرند میزان مواد غذایی خاک و واکنش تغییراتی آن نیز در هنگام مصرف کود نشان دهند.

تمامی این‌ها به تغییرات مقدار بذر منجر می‌شود. منظور این است که تراکم بوته‌های کاشته شده تحت شرایط محلی صورت گیرد و به این ترتیب در کنترل دقیق قرار می‌گیرد. ماشین‌آلات **جان‌دیر** می‌توانند بذور را با دقت تمام و در فاصله سه سانتیمتری در زمین بکارند. به‌علاوه در هنگام برداشت محصول، مقدار غله یا حبوباتی که در مخزن کمباین وارد می‌گردد، هردقیقه اندازه‌گیری می‌شود. این اطلاعات هنگامی که با داده‌های (GPS) ترکیب گردد، نقشه محصولی به‌وجود می‌آورد که نشان می‌دهد کدام قسمت مزرعه کمتر یا بیشتر باروری دارد و بنابراین مشخص می‌شود که با چه دقتی پیش‌بینی‌های خاک که بر پایه حسگرها بوده، انجام شده است. این اطلاعات همچنین می‌تواند خوراکی برای کشت فصل زراعی آینده باشد. (شکل ۲)

کشاورزان با پرواز هواپیماها بر فراز مزرعه اطلاعاتی را جمع‌آوری می‌کنند. ابزارهای هوایی قادر به اندازه‌گیری پوشش گیاهی و همچنین تشخیص گیاه از علف هرز می‌باشند. استفاده از روشی به‌نام «**تجزیه چندموجی**» که تشخیص می‌دهد گیاه با چه شدتی نور خورشید را جذب می‌کند یا به طول موج‌های مختلف چه واکنشی نشان می‌دهد، می‌تواند مشخص کند که چه گیاهی در آن شرایط خوب رشد می‌کند یا خیر.

حسگرها که بر روی ماشین‌های در حال حرکت نصب می‌شوند حتی می‌توانند در حال حرکت نیز اندازه‌گیری را انجام دهند. برای مثال حسگرهای چند طیفی که بر روی **بوم** سمپاش تراکتور نصب می‌شوند قادر به تعیین نیاز ازت گیاه می‌باشند و در نتیجه مقدار مصرفی را بر این اساس تنظیم می‌کنند. مزارع بزرگ نیز خود به مقدار وفور داده تولید می‌کنند. لیکن نیاز به تفسیر دارند و برای آن تکنولوژی اطلاعات مورد نیاز است.

بلیط‌های پایگاه اطلاعاتی

در طول چند دهه گذشته، شرکت‌های بزرگی مخصوصاً در آمریکا و اروپا رشد کردند که نیازهای مزارع تجاری را برآورده می‌کردند. بعضی از آنها نظیر **جان‌دیر** سازنده ماشین‌آلات بودند و برخی دیگر بذور و سموم کشاورزی می‌فروختند. به‌نظر می‌رسد که این شرکت‌ها بزرگ‌تر هم می‌شوند. داو(Dow) و دوپونت دو غول آمریکایی در حال ادغام شدن هستند.

مونسانتو شرکت بزرگ دیگر آمریکایی به شرکت بایر آلمان پیشنهاد داده است و سینجنتا که یک شرکت سوئیسی است در پیشنهاد یک شرکت چینی به‌نام **چم‌چینا** (Chem China) است.

مدل‌های تجارت نیز در حال تغییر است. این شرکت‌ها برای مدت طولانی تنها به فروش ماشین یا بذر اکتفا نخواهند کرد و همگی سعی دارند پایگاه‌های اطلاعاتی چند متغیره را توسعه دهند که به‌صورت سیستم‌های مدیریت مزرعه عمل نماید. اولویت این پایگاه‌های اطلاعاتی جمع‌آوری داده‌ها از مزارع انفرادی و فرآوری آنها در ابرکامپیوترها است و به کمک تاریخچه مزرعه رفتارهای ارقام اختصاصی و پیش‌بینی وضع هوا حتی به کشاورزان توصیه‌هایی کرده و شاید هم توصیه کنند که در این مزرع محصول دیگری بکارند.

لیکن جایی که ماشین‌آلات ساخته می‌شود، ارقام جدید اصلاح می‌شود یا سموم جدیدی تولید می‌شود، همگی مانع

استفاده از روشی به‌نام تجزیه چند موجی که تشخیص می‌دهد گیاه با چه شدتی نور خورشید را جذب می‌کند یا به طول موج‌های مختلف چه واکنشی نشان می‌دهد، می‌تواند مشخص کند که چه گیاهی در آن شرایط خوب رشد می‌کند یا خیر

بزرگـی برای ورود دارند. سیسـتم مدیریت مزرعه بر پایه داده‌ها می‌تواند حتی بدون نیاز به آمار کشاورزی توسط هر تاجر صورت گیرد و تعدادی از آنها در این مسـیر هستند. برای مثال سیستم ناوبری تریمبل(Trimble) که در شهر سانی‌وال(Suunyvale) در دره سیلیکون کالیفرنیای‌جنوبی واقع است به‌عنوان شرکت اطلاعاتی – جغرافیایی تأسیس شده است و این شرکت برای ورود در بازار مزارع هوشمند با سیسـتمی به‌نام مزارع مرتبط(Connected Farm) به‌کار افتاد، توسـط شـرکت مشاوره کشـاورزی کانادایی غیرمرتبط با حـوزه فعالیت خود به‌نـام آگری‌ترند(Agri Trend) خریداری شد.

برعکس شـرکت فارمویل(Farmoil) در آورلندپارک (Overland Park) کانـزاس یـک شـروع تـازه اسـت. هدف‌گذاریش بر روی کسانی است که ارزش خصوصی دارند، و به‌نحـوی که تعدادی از سیسـتم‌های مدیریت مزرعه‌ای انجام می‌دهند این شرکت نیز سبمایی از خود ساخته است که برای فروش فرآورده‌هایش از داده‌های مشتریان استفاده نمی‌کند. شـبکه شغلی کشـاورزان (Farmer Business Network) در داون‌پـورت (Davenport) آیـوا از مدلی مخالف قبل اسـتفاده می‌کند و به‌عنـوان مخزن داده‌های تعاونی عمل می‌کند. تعاونی بی‌نام است و داده‌ها در مخزن ناشناس می‌باشند اما هر کسی که عضو شود تشویق می‌شود که اطلاعاتی را به مخزن اضافه و در برگشت در آن سهیم شود. ایده کلی این است که تمامی مشترکین از راه حل‌های بهتر این ماتریکس بهره‌مند شوند برخی شرکت‌ها مثل ITK که در مونپلیه فرانسه متمرکز شده است و اختصاصاً بر روی انگور فعالیت می‌کند، یک مدل ریاضی تهیه کرده که رفتار تمامی ارقام اصلی را شـرح می‌دهد. این مدل هم‌اکنون در کالیفرنیا نیز توسعه‌یافته است.

رشـد سریع نرم‌افزارهای مدیریت مزرعه، این امکان را به‌وجود آورده که اطلاعات هرچه بیشتری را برای استفاده بهتر نگهداری نماید، به‌شـرطی که حسگرهایی برای تهیه آنها در دسترس باشد و حسگرهای ارزان‌تر و بهتری نیز در راه باشند. به‌عنوان مثال حسگرهای رطوبتی هم ظرفیت آب و هم هدایت الکتریکی آن را اندازه‌گیری می‌کند. شـرکتی به‌نام **واتربیت** (Water Bit) در **سانتا کلارا** (Santa Clara) کالیفرنیا از تکنولوژی متفاوتی استفاده می‌کند که می‌گویند می‌تواند کاری را با یک‌دهم فرآورده‌های موجود انجام دهد. حسـگرهایی که توسط شرکت **جان‌دیر** به‌فروش می‌رسد، می‌توانند از طریق طیف‌سـنجی مقدار ترکیبات نیتروژنی، فسفری و پتاسی کودهای مایع مورد مصرف را اندازه‌گیری نمایند و اجازه می‌دهد که مقدار کود را در زمان مشـخص پخش کند. با توجه به اینکه کودهای مایع ضمن مناسـب بـودن، به‌دلیل اسـتاندارد نبودن آنها نسـبت به کودهای تجارتی که پخش آن خیلی مشـکل‌تر است بسیار دقیق‌تر و مطلوب‌تـر خواهد بود. سیسـتم‌های هوایی نیز در حال تغییر هسـتند. به‌عنوان تکرار مطالـب، در اولین روزهای پرواز با هواپیمای سرنشـین‌دار، سـازنده‌های هواپیماهای کشـاورزی بدون‌سرنشین، طرح‌های وسـیعی را به‌منظور یافتن اینکه کدام یک موقعیت بهتری را برای انجام وظیفه با دوربین‌های چند طیفی بر فراز مزارع دارند مورد بررسی قرار دادند. برخی شرکت‌ها نظیر آگری بوتیکس(Agribotix) در بولـدر(Boulder) کوادکوپترها (Quadcopter) را بر طرح مدرن چهار چرخشـی که برای هواپیماهای کوچک بدون‌سرنشین، به‌صورت استاندارد صنعتی شده را ترجیح دادند. گرچه از این مدل به تعداد محدودی تهیه شد. گزینه دیگر مردم‌پسند آجی‌پرون(Ag.Prone) است که به‌وسیله شرکت هانی‌کمب (Honey Comb) در شهر ویلسون‌ویل در ایالت آرگون ساخته شد. که یک بال یک‌موتوره در حال پرواز است که به‌نظر می‌رسد از نمایشگاه هوایی دهه ۱۹۵۰ فرار کرده اسـت. نمونه دیگر لانکاسـتر (Lancaster) از شرکت پرسـیژن‌هاوک (PrecisionHawk) است که در شهر رالی(Raleigh) کالیفرنیای‌جنوبی قرار دارد و به‌طور مبهم شـبیه مدل‌های بمب‌افکن جنگ جهانی دوم است. نمونه‌هایی که توسـط شـرکت دلر - تک در تولوز فرانسه ارائه‌شـده دارای بال‌های باریک شـبیه گلایدر است که به آن اجازه می‌دهد برای مدت طولانی در هوا بماند؛ بنابراین با هواپیماهای بدون‌سرنشـین متحمـل که با یک‌بار پرواز بتواند یک ایالت را پوشش دهد و با دید دسینوپتیکی این شرکت‌ها، کشـاورزان به ماهواره‌ها رو آورده‌اند. پلانت لب شـرکتی در سانفرانسیسکو خدماتی به‌نام کیوب‌ست ارائه می‌دهد که اندازه‌گیری‌هایی را در فاصله چند سانتی‌متری انجام دهد. این شرکت ناوگانی با ۳۰ فروند در مدار دارد که با از بین رفتن هر یک از نمونه‌های قدیمی نمونه جدیدی راه اندازی و در فضا جایگزین می‌کند. سیسـتم‌های جدید عکاسـی به‌نحوی است که می‌توان حتی بر روی ماهواره‌ها هـم یک دسـتگاه دوربیـن کوچک چندطیفـی با وضوح ۳/۵متـری (۱۰فـوت) بـرای هر نقطه را نصـب کرد. این دوربین‌ها برای فضاهای دیگر نیز مناسب است اما به‌خوبی دوربین‌هایی که بر روی هواپیماهای بدون‌سرنشـین نصب می‌شوند، نیست.

مزیت پوشـش‌های ماهـواره‌ای در فراوانـی آنها و ارائه خدمات در سـطح وسـیع اسـت. در حالی که هواپیماهای بدون‌سرنشـین می‌تواننـد تنها یک کار و یا سـایر کارهای اینچنینـی را انجـام دهند. شـرکت مشـاوره‌ای پلانت لب (Planet Lab) قادر خواهد بود که هفته‌ای یکبار عکس‌های

رشد سریع نرم‌افزارهای مدیریت مزرعه، این امکان را به‌وجود آورده که اطلاعات هرچه بیشتری را برای استفاده بهتر نگهداری نماید، به‌شرطی که حسگرهایی برای تهیه آنها در دسترس باشد و حسگرهای ارزان‌تر و بهتری نیز در راه باشند

شکل ۴: برخی شرکت‌ها نظیر آگری بوتیکس، کوادکوپترها را بر طرح مدرن چهار چرخشی که برای هواپیماهای کوچک بدون‌سرنشین به‌صورت استاندارد صنعتی شده را ترجیح دادند

کوچکی را از کره‌زمین بگیرد. بنابراین می‌توان مناطق مشکل‌دار را به‌سرعت شناسایی و آزمایش‌های دقیق‌تر را انجام داد. بهترین راه تلفیق روش‌های ماهواره‌ای و هوایی است. این کاری است که شرکت ماورکس (Mavrx) در سانفرانسیسکو انجام می‌دهد. به‌جای هواپیماهای بدون‌سرنشین، این شرکت با مدیریتی شگفت‌انگیز (شبیه اوبر(Uber-Lake)) دارای حدود ۱۰۰ هواپیمای خلبان‌دار است که تمامی خاک آمریکا را پوشش می‌دهد. هر یک از نقشه‌های قراردادی این شرکت با یکی از دوربین‌های چند موجی ثابت شده و آماده برای اجرای در خواست‌های ماورکس است. دوربین‌های ماورکس دارای وضوح ۲۰ سانتی‌متر در هر نقطه است. این به آن معناست که می‌توانند هر تک‌بوته‌ای را پوشش دهند. شرکت همچنین دارای عکس‌های ماهواره‌ای از منابع دیگر نیز است. موادخام توسط ماهواره‌های زمینی و سایر ماهواره‌ها دریافت و بررسی می‌شوند. آنها همچنین به برنامه‌های کتابخانه‌ای که دارای قدمتی ۳۰ساله هستند نیز دسترسی دارند و می‌توانند اجزای یک مزرعه بخصوص را پس از دهه‌ها ارزیابی و محاسبه کنند، که چه مقدار زیست توده(Biomass) در سال‌های مختلف محصول را حمایت کرده و نهایتاً با مقدار محصولی که در آن سال تولید می‌شود تصحیح می‌کند و نشان می‌دهد که گیاهان در آن سال تا چه اندازه بارور بوده‌اند. بنابراین با دانستن زیست توده در فصل جاری می‌توان مقدار محصول را پیش‌بینی کرد. روش ماورکس را می‌توان به تمامی منطقه حتی کل کشور توسعه داده و مقدار محصول را قبل از برداشت پیش‌بینی کرد. این یک سیستم قوی سیاسی و اقتصادی است. یک مزرعه شبیه کارخانه و دقیقاً اتوماتیک مجبور است که از تجمع تمامی افراد اطراف یک‌حلقه جلوگیری کند. این بدان معناست که روبات‌هایی را مشابه آنچه در هوا است در زمین نیز نصب می‌کنند. که امیدهای فراوانی را برای سازندگان روبات‌های کشاورزی ایجاد می‌کند و آنها این کار را انجام خواهند داد.

شرکت اسپانیایی آگروبات (Agrobot) روباتی را طراحی کرده به‌نام S.W.6010 که دارای یک دوربین بوده و قادر است توت‌فرنگی‌های رسیده را تشخیص داده و برداشت کند. همچنین آن‌هایی را که با دست برداشت شده و دارای دمبرگ‌های سختی می‌باشند قبل از رفتن بر روی تسمه نقاله جهت بسته‌بندی تشخیص دهد

مرکز روباتیک کشاورزی استرالیا در دانشگاه سیدنی ابزاری به‌نام RIPPA (روبات برای عملیات دقیق و درک هوشمند) (Robot for intelligent Perception and Precision Application) با چهار چرخ و انرژی خورشیدی طراحی کرده که می‌تواند علف‌های هرز مزارع سبزی را تشخیص و آنها را از بین ببرد. هم‌اکنون این کار با دقت زیاد و دقیقاً هدف‌گذاری شده با اندازه‌های مختلف علف‌کش انجام می‌شود. ولی این کار و سایر عملیات مشابه را می‌توان با اشعه با موج کوتاه و حتی با اشعه لیزر جایگزین کرد. این کار برای مشتریانی که سمپاشی شیمیایی را تأیید نمی‌کنند می‌تواند به‌عنوان محصولی ارگانیک تشخیص داده شود. برای تشویش کمتر کشاورزان، سیستم روباتیک مینا‌پولیس روباتی ساخته که می‌تواند بین ردیف‌های ذرت حرکت کرده و بدون آسیب به بوته‌ها در قسمت‌هایی که نیاز به کود دارند، عملیات کودکاری را انجام دهد. در حقیقت در آینده این امکان وجود دارد که نیاز تک‌بوته‌های مزرعه که توسط دوربین‌های چند طیفی هوایی ارزیابی شده برطرف کرد. روبات‌ها همچنین مورد استقبال باغداران و سبزیکارانی که هم‌اکنون با دست محصول را برداشت می‌کنند نیز قرار گرفته است. میوه‌چینی یک کار وقت گیر است که حتی خود کشاورزان نیز آگاهی کامل ندارند که اگر برداشت اتوماتیک انجام شود، سریع‌تر و ارزان‌تر خواهد بود. روبات‌های میوه‌چین در حال ظهور هستند.

شرکت اسپانیایی آگروبات (Agrobot) روباتی را طراحی کرده به‌نام S.W.6010 که دارای یک دوربین بوده و قادر است توت‌فرنگی‌های رسیده را تشخیص داده و برداشت کند. همچنین آن‌هایی را که با دست برداشت شده و دارای دمبرگ‌های سختی می‌باشند قبل از رفتن بر روی تسمه نقاله جهت بسته‌بندی تشخیص دهد. در دانشگاه واگنینگن هلند محققین بر روی روباتی کار می‌کنند که برای محصولات بزرگ‌تر نظیر فلفل مناسب است.

تمامی این روش‌ها و روش‌های مشابه، شمه کوچکی از کارهیت رابینسون (Heath Robinson) است. ولی دانش روباتیک به‌سرعت در حال رشد است و سیستم‌های کنترلی که مانند اتومبیل به‌سرعت پیش می‌روند باید هر روز بهتر و ارزان‌تر باشند. برخی فکر می‌کنند که در یک دهه تمامی مزارع بزرگ کشورهای غنی باید روباتیک شوند. عده‌ای دیگر تعجب می‌کنند که کشاورزان چقدر مشتاقند که مزارع‌شان روباتیک باشد. ماشین‌آلات خودکار که شرکت جان‌دیر در بازار به فروش رسانده کامل است ولی تازه روباتیک شده. این کار فعلاً شبیه پرواز هوایی است که خلبان تنها هنگام بلند شدن و نشستن کاری را انجام می‌دهد و بقیه طول مسافرت کامپیوترها هدایت می‌کنند.

هنوز جان‌دیر برنامه کاملی در ابرکامپیوترها ندارد زیرا این چیزی نیست که هنوز کشاورزان بخواهند.

چشم‌انداز تونل

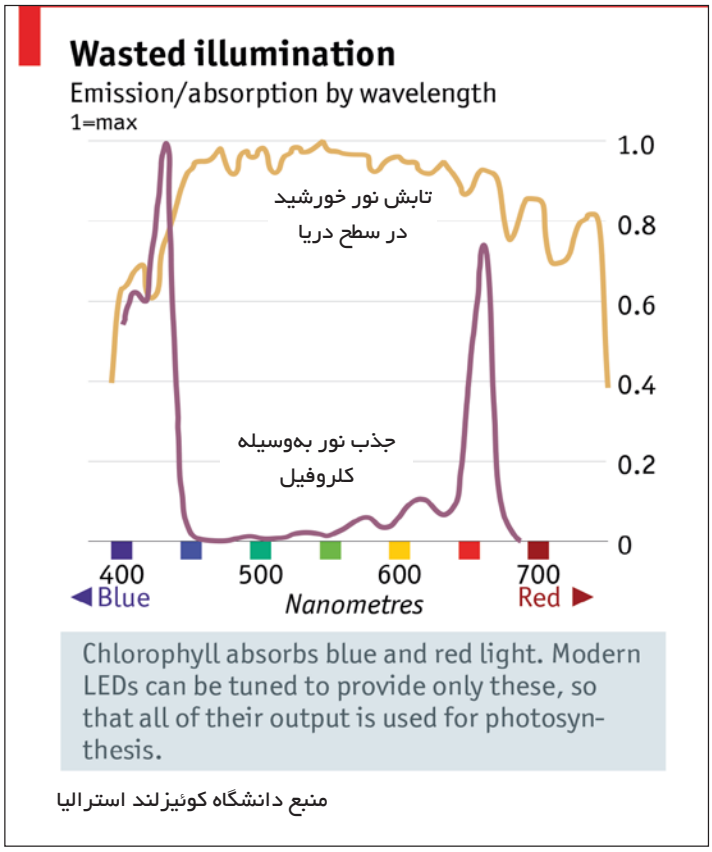
اگـر به‌نظر می‌رسـد که هنوز کنتـرل کامل مزارع باز دور از دسـترس باشـد، امـا برای محصـولات تولیدی در محیط‌هـای کنترل شـده خیلی نزدیک اسـت. در محل تونل‌های زیرزمینی کلافام (Clapham) در جنوب لندن، کشـت زیرزمینی دقیقاً همان کاری را انجام می‌دهد که از اسم آن پیداسـت. در زیرزمین‌های متروکه جنگ جهانی دوم که به‌عنوان پناهگاه اسـتفاده می‌شـد، در حدود ۲۰ رقم از سبزیجات سالادی به‌منظور فروش در رستوران‌ها و ساندویچ‌فروشی‌ها پرورش داده می‌شود.

در بیشتر روش‌ها، کشـت مزارع زیرزمینی شبیه سایر عملیات هیدروپونیک داخل محیط‌های کنترل شده است، تنها یک اختلاف وجود دارد در کشت‌های گلخانه‌ای سنتی دیواره‌هـای شیشـه‌ای و یا پلی‌کربناتی‌هـا طوری طراحی شده‌اند که حداکثر نور خورشید را جذب می‌کنند. کشت‌های زیرزمینی از این امکان محروم هستند. در حقیقت روشنایی لازم از لامپ‌های LED تأمین می‌شود. در اینجا برای یک حد مناسـب هیدروپونیکی مقدار اشـعه‌ای که برای انجام عملیات فتوسنتز نیاز است در اختیار قرار می‌گیرد.

همانطورکه انتظار می‌رود، حسگرها همه‌چیز را نظارت می‌کنند. نور، حرارت، رطوبت و سـایر داده‌ها مستقیماً به بخش مهندسـی دانشـگاه کمبریج ارسال و همراه با سایر اطلاعـات رشـدی گیاهان کـه برای تعییـن رژیم غذایی محصولات آینده نیاز است تجزیه و تحلیل می‌شوند.

هم‌اکنون اسـتیون درینگ (Dring) سرپرست کشت زیرزمینـی گیاهـان دارویی و سـبزیجات، فعالیت خود را به کشـت محصولاتی نظیر کاهوهای کوچک و رازیانه که به‌سرعت رشد کرده و برداشت می‌شوند محدود کرده است. ایشان دوره رشد گشنیز را از ۲۱ روز به ۱۴ روز کاهش داده اسـت. آزمایش‌ها نشان داده‌اند که این سیستم برای سایر محصولات غده‌ای نیز کاربرد دارد. هویج و تربچه هم‌اکنون با موفقیت تولید می‌شـوند. گرچه شاید فرصت کافی برای کامل کردن کیفیت آن به‌نحوی که بازارپسـند باشد وجود نداشته باشد.

پاک‌چوی که یک نوع سـبزی مردم‌پسند چینی است و در اطراف لندن نظیر کلافام کشـت می‌گردد نیز قابلیت پرورش به روش فوق را دارد. در حال حاضر دوره رشـد از کاشـت تا برداشت، ۵ هفته به‌طول می‌انجامد. کاهش این مدت به ۳ هفته به‌نحوی که درینگ فکر می‌کند امکان‌پذیر بوده و با منفعت خواهد بود.



شکل ۵: نمودار جذب کلروفیل (مجله اکونومیست)

شـرکت‌هایی که لامپ‌های LED تولید می‌کنند، در مسـیر خوبی قرار دارند. درینگ از شـرکت ولگا در فنلاند است. در سوئد شـرکت هلیوسپکترا (Heliospectra) در همین شـغل است. فیلیپس غول الکتریکی هلندی به این شغل پیوسته است. در گلخانه‌های سنتی نیز این نورها در حال جایگزین شدن نور خورشید هستند و به‌طور فزاینده‌ای همانند درینگ وظیفه بدون پنجره کردن را انجام می‌دهند. متأسـفانه برخلاف اشعه خورشید که مجانی وارد می‌شود این نورها مجانی نیسـتند ولی کارایی زیادی داشـته و در درازمدت امتیازاتی خواهند داشت.

ایـن نوع مزارع الزامـاً نباید در زیرزمیـن قرار گیرند. عملیاتی شـبیه کارهای درینگ می‌تواند در ساختمان‌ها و روی دیوارها انجام شود. کشتارگاه‌های قدیمی، کارخانه‌ها و انبارها در سراسر جهان می‌تواند به مزارع عمومی تبدیل گردنـد. گرچه با این روش‌ها هرگز نمی‌توان تمام جهان را سیر کرد و اکنون چیزی جز یک ایده‌آل نیست. این‌ها نسبتاً شاخه مدرن باغچه‌های بازاری هستند که یک‌باره در حاشیه شهرها شکوفا خواهند شد. در جاهایی نظیر کلافام، قبل از اینکه زمین‌های پراکنده توسـط شبکه شهری اشغال شود و بـا کنترل دقیق ورودی و خروجی آنها و اینکه دقیقاً چه محصولاتی کشت شوند، شکوفا خواهند شد.

حسگرها همه‌چیز را نظارت می‌کنند. نور، حرارت، رطوبت و سایر داده‌ها مستقیماً به بخش مهندسی دانشگاه کمبریج ارسال و همراه با سایر اطلاعات رشدی گیاهان که برای تعیین رژیم غذایی محصولات آینده نیاز است تجزیه و تحلیل می‌شوند

با یکدیگر
به‌سوی دستیابی به ۲۰ تن شکر در سال ۲۰۲۰
(5T)[1]

◀ نویسندگان: Dr. kathrin Bornemann, Nordzucker AG, Hohenhameln
◀ ترجمه : مهندس محمود ابطحی
Zuckerrübe 2017/1

برخلاف بسیاری از محصولات کشاورزی چغندرقند در سال‌های اخیر به‌طور متوسط سالانه ۲/۵ درصد افزایش داشته است.

در ۳ بهره‌برداری گذشته بیشترین مقدار شکر در هکتار در دوران این صنعت استحصال شده است، نه فقط به‌دست کشاورزان بلکه با فراهم کردن شرایط مناسب می‌توان به بالاترین راندمان دست یافت.

دکتر کاترین لورمن از شرکت شکر شمال Hohenhameln گفت: هستند کشاورزانی که درحال حاضر ۲۰ تن شکر در هکتار برداشت می‌کنند، اما هدف این است که در سال‌های آتی، تعداد زیادی از کشاورزان به این هدف برسند، ضمن اینکه قادر باشند موانع احتمالی قابل پیشگیری را نیز از سر راه خود بردارند.

برای دستیابی به این هدف، کشت چغندرقند نیاز به یک سیستم بسیار دقیق و حساس دارد که در این سیستم، برنامه و پیش‌بینی‌های منظم شده زیادی باید مورد استفاده قرار گیرد. (شکل ۱)

به‌طور مثال اتفاقات پیش‌بینی نشده در حین تولید، فاکتورهای کشت از جمله مسائلی هستند که باید توسط این تنظیم‌ها اصلاح شوند، اما متأسفانه اغلب مواقع وقت کافی برای این تنظیم‌ها وجود ندارد.

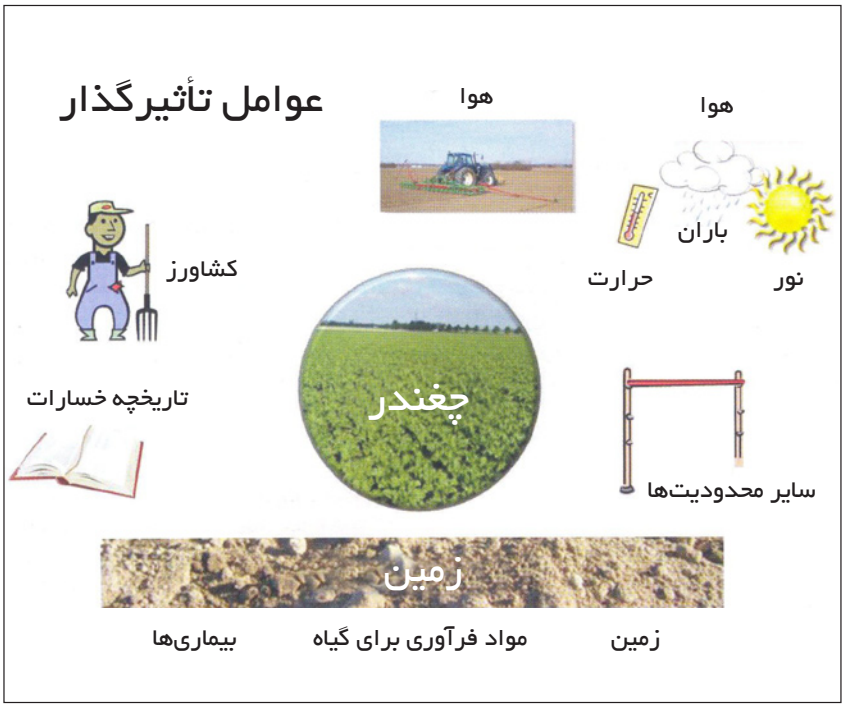
هدف از طرح 5T زیر ذره‌بین قرار دادن این موانع و مشکلات و برطرف کردن به‌موقع آنها می‌باشد.

5T در دانمارک و سوئد: این پروژه در سال ۲۰۱۴

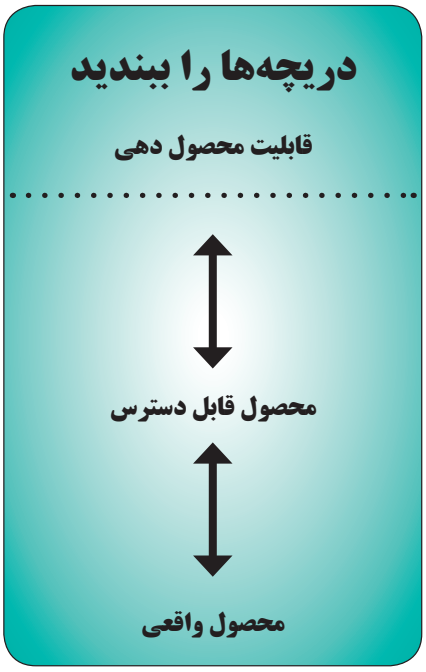
شکل ۱: عوامل تأثیرگذار برای محصول باید آنالیز شوند تا ضایعات مشخص شوند

هستند کشاورزانی که درحال حاضر ۲۰ تن شکر در هکتار برداشت می‌کنند، اما هدف این است که در سال‌های آتی، تعداد زیادی از کشاورزان به این هدف برسند، ضمن اینکه قادر باشند موانع احتمالی قابل پیشگیری را نیز از سر راه خود بردارند

1. Together to Twenty Tons sugar in Twenty Twenty (2020)



شکل ۱: عوامل تأثیرگذار برای محصول باید آنالیز شوند تا ضایعات مشخص شوند



شکل ۲: بین توانایی بالقوه زمین و محصول واقعی، حفره‌ای ایجاد می‌شود که باید مسدود شود

توسط انستیتو تحقیقات چغندر (Nord Beet Research) NBR به‌منظور آنالیز کردن دقیق روند تکامل و افزایش درازمدت محصول آغاز شد (جدول).

از هر دو کشور دانمارک و سوئد هر کدام ۵ کارخانه تعیین شدند. آنچه موردنظر است، رفع تمام موانعی است که به‌طور غیرمنتظره در روند تولید تأثیر منفی بگذارند. برای دستیابی به این هدف، فقط تبادل اطلاعات بین مشاوران کشت کافی نیست، بلکه این همکاری بین همه پنج شرکت و میان هر دو کشور دانمارک و سوئد باید انجام گیرد و به این منظور یک گروه Whats App با نشانی www.projext5T.nv تشکیل شده است.

مسدود کردن دریچه‌هایی که ایجاد مشکلات می‌کنند

توانایی محصول‌دهی هر زمین و میزان محصول قابل محاسبه، توسط یک مدل مشخص می‌شود.

در این مدل فاکتورهای استاندارد مانند نوع زمین، مواد موجود در زمین برای رشد گیاه و همچنین مشخصات آب و هوایی ثبت می‌شوند. محصول قابل برداشت (به‌صورت دستی) معمولاً چندتن کمتر است. وظیفه این پروژه، یافتن دلایل بروز مشکلات و از بین بردن آنها تا سرحد امکان، در جریان تولید است.

محصول واقعی بنابر مساحت زمین و مقدار چغندر موجود در آن زمین، پس از کسر ضایعات برداشت و بارگیری به‌دست می‌آید. (شکل ۲)

واضح است که کشاورزانی که در حین بارگیری و برداشت ضایعات کمتری داشته باشند، محصول بیشتری عایدشان می‌شود. در این مورد باید به رانندگان برداشت نیز آموزش‌های لازم داده شود، ماشین‌های برداشت به‌دقت تنظیم شوند و حتی‌المقدور برداشت در روزهایی که زمین خشک است، صورت گیرد.

5T در آلمان: در سال گذشته دو شرکت دیگر به این پروژه پیوستند. در محدوده کارخانه Schladen شرکت Birgitt Lütgering و در سالزگیتر Reppner.

شرکت ۴۰ هکتار زمین را زیرکشت برد – این زمین دارای بهترین امکانات برای محصول بالا بود – دقیقاً تحت‌شرایط مشابه شرکت Stephen Baumgarten از Rossing که مقابل کارخانه قند Nordstemmen قرار دارد، همین کشت را انجام داد.

هر دوی این شرکت‌ها در گذشته به راندمان قابل‌توجهی دست یافته بودند، اما این توانایی را برای راندمان بالاتر در خود سراغ داشتند.

چغندرقند محصولی است که در کنار آن محصولات دیگری قابل‌فروش است، بنابراین به محصولات جانبی مانند تفاله و ملاس و گل آهک نباید کم‌توجهی شود.

راندمان بالا، علاوه بر استحصال شکر، محصولات جانبی را نیز افزایش می‌دهد. از ابتدای کشت، از هر مزرعه نمونه‌برداری و موادغذایی گیاه و خواص خاک آزمایش

چغندرقند محصولی است که در کنار آن محصولات دیگری قابل‌فروش است، بنابراین به محصولات جانبی مانند تفاله و ملاس و گل آهک نباید کم‌توجهی شود

می‌شوند. تمام اقدامات بعدی از کشت تا برداشت، به‌صورت عادی انجام می‌گیرد.

پس از کشت در هر مزرعه یک ایستگاه هواشناسی نصب و تمام مختصات آب و هوا ثبت می‌شود (حرارت هوا، دمای زمین، بارندگی و تابش آفتاب، سرعت باد و رطوبت نسبی هوا) و... تمام این مشخصات در آخر کار به نرم‌افزاری داده می‌شود که به کمک آن می‌توان توانایی محصول‌دهی زمین را محاسبه کرد.

نتایج سال ۲۰۱۶: در مورد شکر چهار شرکت از دوازده شرکت این پروژه، به بیش از ۲۰ تن شکر در هکتار دست یافتند، بالاترین راندمان به شرکت BirgittLatgering

جدول ۱: پروژه 5T چند هدف را دنبال می‌کند در وهله اول افزایش شکر در هکتار

اهداف پروژه 5T
افزایش راندمان شکر در هکتار
شناسایی دلایل خسارات و برطرف کردن آن‌ها
افزایش آگاهی و حساسیت کشاورزان برای رفع مشکلات اطلاعات به‌دست آمده را محققین و متخصصین در اختیار کشاورزان قرار دهند تبادل اطلاعات فراتر از مرزهای کشورها

تعلق داشت (۲۱/۵ تن شکر در هکتار)، این نتیجه آخرین کشت دستی اواسط نوامبر، با ۲۲۸ روز دوره رشد و ۱۱۷ تن چغندر در هکتار بود. البته از این مقدار چغندر، ضایعات برداشت محصول و بارگیری و شست‌وشوی چغندر کسر می‌شود... در مجموع همه شرکت‌ها از محصول امسال راضی بودند.

فاز دوم پروژه: امسال فاز دوم پروژه 5T شروع می‌شود. در این فاز از اطلاعات و تجارب به‌دست آمده به‌خوبی استفاده می‌شود. هدف اصلی در این فاز، یافتن دلایل و عوامل تأثیرگذار در محصول می‌باشد. ابتدا در شروع سال رنگ‌برگ اندازه‌گیری می‌شود. رنگ‌برگ تعیین‌کننده قدرت گیاه در جذب موادغذایی، بخصوص ازت است. به کمک یک دوربین مخصوص مواد موردنیاز گیاه در خاک، در مزارع پروژه 5T و در اوایل تابستان ثبت می‌شود. به کمک مشخصات تصاویر، نقاطی که در آنها رشد چغندر متوقف و یا کُند شده‌اند، مشخص می‌شوند.

طبق یک لیست دقیق، قسمت‌هایی از زمین که از ابتدا دلیل رشد نکردن محصول در آنها مشخص نبوده، مورد آزمایش قرار می‌گیرند و تا سر حد امکان عوامل عدم رشد مشخص می‌شوند، این عوامل می‌تواند مربوط به خاک باشد، به‌طور مثال تراکم و یا رطوبت نامطلوب، کمبود مواد ضروری برای گیاه و یا آفات شناخته نشده... شرایط نامناسب آب و هوا و یا سموم ضدآفات باقی‌مانده در زمین می‌توانند دلایل کمبود محصول باشند.

در این مورد داشتن تاریخچه زمین، برای کشاورزان بسیار مؤثر و مفید است، لیست این عوامل و دلایل آن طولانی است و باید با دقت مورد آزمایش و بررسی قرار گیرند، زیرا بعضاً چندین عامل همزمان باعث افت محصول می‌شوند. هرچند که این اقدامات بسیار مشکل است، اما ارزش آن را دارد که در مورد آنها به اندازه کافی بحث و گفت‌وگو و آزمایش صورت گیرد.

نتیجه:

با پروژه 5T مایلیم که کشاورزی زیادی را در مسیر تولید ۲۰ تن شکر در هکتار در سال ۲۰۲۰ با خود همراه کنیم و آنها را در مورد ضرر و زیان‌هایی که به آنها در کشت وارد می‌شود آگاه سازیم و تفکر برداشت ۲۰ تن شکر در هکتار را به همه آنها در آینده القاء کنیم.

آگاهی‌های به‌دست آمده از این پروژه باید منتشر و در دسترس همگان قرار گیرد، متخصصین باید دانش خود را به کشاورزان منتقل کنند، حتی فراتر از مرزها....

در سال ۲۰۱۷، در آلمان، شرکت‌هایی که در پروژه فعال هستند، به چهار شرکت افزایش پیدا کردند.

پس از کشت در هر مزرعه یک ایستگاه هواشناسی نصب و تمام مختصات آب و هوا ثبت می‌شود (حرارت هوا، دمای زمین، بارندگی و تابش آفتاب، سرعت باد و رطوبت نسبی هوا) و... تمام این مشخصات در آخر کار به نرم‌افزاری داده می‌شود که به کمک آن می‌توان توانایی محصول‌دهی زمین را محاسبه کرد

اتحادیه صنایع قند آلمان و ایکومسا

۱۲۵ سال

فعالیت‌های علمی برای صنایع قند

◀ نویسنده: Hango Puke
◀ ترجمه : دکتر رضا شیخ‌الاسلامی
Sugar Industry 2017/1

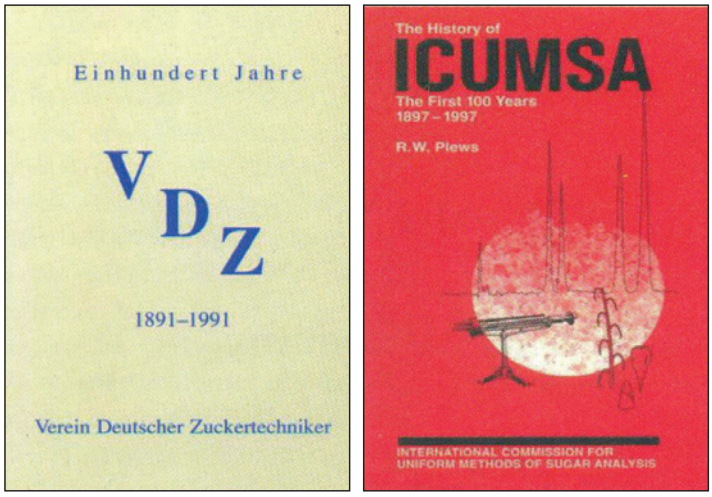
با شروع ریشه مشترک اتحادیه کارشناسان قند آلمان (VDZ) و کمیسیون بین‌المللی برای یکنواخت کردن روش‌های آنالیز شکر (ICUMSA) که در آزمایشگاه برلین اتحادیه متمرکز بود و در سال‌های متمادی تحت نظارت پروفسور دکتر الکساندر هرتس فلد برمی‌گردد، در قالب یک‌سری از مثال‌های توسعه مداوم روش‌های آنالیز که به‌وسیله ایکومسا در سطح جهانی یکنواخت و استاندارد شده بودند به‌عنوان یک پیش‌شرط مهم در این کار برای کار مشترک و تبادل اطلاعات بین همه اعضا ملی و بین‌المللی موردتوجه قرار گرفت. یک نیاز واقعی که هم‌اکنون در کلیه اصول مربوطه، هم توسط VDZ و هم ICUMSA به‌عنوان هدف تعیین شده است.

اولین و مهم‌ترین کار ایکومسا استاندارد بین‌المللی تعیین درصد قند در سال ۱۹۰۰ است که در سال ۱۹۹۴ توسعه‌یافته است. بین شاخص‌های روش‌های مختلف تعیین کیفیت شکر به‌ویژه تعیین رنگ است که از همان اول ایکومسا به‌شدت با آن درگیر بود.

استاندارد کردن روش‌های آزمایشگاهی توسط ایکومسا امروزه شامل اعتبار آماری بر اساس آزمایش‌های حلقه‌ای است که با پروتکل‌های اتحادیه بین‌المللی برای خلوص مواد شیمیایی کاربردی (IUPAC) مطابقت دارد.

۱. مقدمه

این درخواست که بایک سخنرانی درباره روند توسعه تاریخی اتحادیه کارشناسان قند آلمان و کمیسیون



شکل ۱: انتشارات یکصد سال سابقه VDZ و ICUMSA

بین‌المللی یکنواخت کردن روش‌های تعیین درصد قند (ایکومسا) در جشن ۱۲۵ سالگی اتحادیه کارشناسان قند آلمان انجام گرفت، نویسنده با کمال میل قبول کرد که در رابطه با پیشرفت‌های تحقیقاتی هر دو سازمان مطالبی را مورد بحث و بررسی قرار دهد.

اتحادیه کارشناسان قند آلمان و همچنین ایکومسا در زمانی به‌وجود آمدند که رشد و توسعه تجهیزات فنی به اوج خود رسیده بود. شروع تأسیس اتحادیه برای صنعت قند چغندری در اول سپتامبر ۱۸۵۰ در اتحادیه تسول متعلق به اتحادیه امروزی صنعت قند و همچنین تأسیس آزمایشگاه اتحادیه به‌وسیله دکتر کارل شیبلر در سال ۱۸۶۷ انجام شد.

اولین و مهم‌ترین کار ایکومسا استاندارد بین‌المللی تعیین درصد قند در سال ۱۹۰۰ است که در سال ۱۹۹۴ توسعه‌یافته است

شکل ۲: انستیتو قند برلین، خیابان امرومر ۳۲ برلین ۱۹۰۴-۲۰۰۸

پروفسور هرتس فلد

ساختمان آزمایشگاه اتحادیه در خیابان Invalid ۴۲، زمان تأسیس با مدیریت پروفسور هرتس فلد

در حالی‌که در دوره قبل از شیب‌لر تولید شکر براساس تجربی استوار بود او بود که اصول علمی را برای کنترل آنالتیکی سیستماتیک خط تولید، پایه‌گذاری کرد.

اتحادیه و کمیسیون از آن زمان تاکنون روی روش‌های مدرن جدید به کار خود ادامه داده‌اند. در این مجال مطالب من محدود به دوره‌ای است که هر دو سازمان در صدسال اول فعالیت‌شان در جشنواره خود به‌طور مبسوط به آن پرداخته‌اند. (شکل ۱)

به‌عنوان دبیر اداری ایکومسا نویسنده بیش از همه اهمیت کارهای آزمایشگاهی – شیمیایی را نشان داده است که با تأسیس VDZ و ICUMSA اهمیت والایی یافته است.

۲. تأسیس VDZ و ایکومسا

امروزه کنترل خط تولید شکر و کنترل درجه خلوص و کیفیت در تجارت شکر تولیدی و سایر محصولات بدون شیمی آنالتیک و روش‌های آنالتیکی قابل‌تصور نیست. البته هنوز راه زیاد و مشکلی پیش‌رو می‌باشد. در سال ۱۸۷۶ پس

امروزه کنترل خط تولید شکر و کنترل درجه خلوص و کیفیت در تجارت شکر تولیدی و سایر محصولات بدون شیمی آنالتیک و روش‌های آنالتیکی قابل‌تصور نیست

جلسه VDZ (۱۸۹۱)

پاراگراف یک. اتحادیه تکنولوژیست‌های قند با تحصیلات آکادمی باید نقطه‌نظرات شاغلین صنعت قند، شیمیست‌ها و تکنسین‌ها را نمایندگی و پیشرفت آنها را با تبادل اطلاعات علمی مربوطه تسهیل نمایند.

اوراق اطلاع‌رسانی شماره یک (۱۸۹۱)

بهترین راه برای رسیدن به هدف که مورد قبول تکنسین‌های قند آکادمی واقع گردید باید در اوراق اطلاع‌رسانی منعکس گردد. از یک طرف باید تحت‌نظر اتحادیه، توان علمی اعضا، سبب پیشرفت علمی گردد و از طرف دیگر امکان تبادل آزاد نقطه‌نظرات فراهم گردد و در نهایت همچنین به موقعیت علمی خدمت نماید.

ایکومسا (۱۸۹۷)

باید روش‌های آزمایشگاهی یکنواخت برای صنعت قند چغندری در تمام کشورهای عضو اعمال گردد.

برای محاسبه قند (ساکاروز) باید فقط نتایجی که توسط شیمیست‌های پذیرفته شده و با امضایشان خود را موظف کنند که آزمایش قند را طبق ضوابط کمیسیون بین‌المللی عمل نمایند، مورد قبول قرار گیرد.

مصوبات ایکومسا (۱۹۳۶)

بند۲. هدف. کمیسیون مشغول به بررسی موارد زیر است: ۱- تشکیل یک کمیته بین‌المللی برای کلیه سؤال‌های مربوط به آزمایش قند. ۲- پشتیبانی تحقیقات در رابطه باکلیه سؤال‌های مطروحه با روش‌های آزمایشگاهی و پشتیبانی طرح‌های تحقیقاتی در زمینه آزمایش قند. ۳- ایجاد تبادل تجربه‌های عملی بین کشورهای مختلف. ۴- توافق و اعلام پیشنهادهای بین‌المللی برای روش‌های یکنواخت آزمایش قند.

شکل ۳: مستخرجه از مصوبات VDZ و ICUMSA

از تشکیل جلسه‌ای برای صنعت قند چغندری شاهنشاهی اتریش و مجارستان ثابت شد که «ارزش دقیق یک جنس در اثر تبادل آن در سطح بین‌المللی تعیین می‌گردد.»

هر دو سازمان مذکور کم و بیش ریشه خود را در آزمایشگاه اتحادیه در برلین که منظور اتحادیه صنعت قند آلمان (تأسیس ۱۸۵۰) معروف به اتحادیه بزرگ است، می‌دانند. (شکل ۲)

اتحادیه تکنولوژیست‌های تحصیلکرده قند (VDZ) توسط کارآموزان و همکاران این آزمایشگاه تأسیس شد. هدف این اتحادیه آموزش شیمیست‌ها برای صنعت قند بود. پروفسور هرتس فلد، رئیس وقت آزمایشگاه اگرچه به‌طور رسمی عنوان مؤسس این اتحادیه را نداشت ولی در تأسیس آن بسیار مؤثر بود و در اولین مجمع عمومی به‌عنوان عضو افتخاری معرفی شد. تأسیس کمیسیون روش‌های یکنواخت آزمایش‌های قند (ICUMSA) هم ایده هرتس فلد بوده است. هدف این کار رفع مشکلات تجارت شکر بوده است که در اثر روش‌های آزمایشگاهی مختلف شکرخام در کشورهای مختلف وجود داشت و نتایج به‌دست آمده با یکدیگر غیرقابل مقایسه بودند.

هرتس فلد معتقد بود که هدف اولیه در سومین جلسه کمیسیون در پاریس در سال ۱۹۰۰ منجر به نتیجه شده و با انحلال کمیسیون توسط هروی‌ویلی (آمریکا) و مخالفت او تصمیم گرفته شد که کمیسیون کماکان به کارش ادامه دهد.

سی‌امین جلسه کمیسیون در ورشو در سال ۲۰۱۶ به وضوح اعلام کرد که جدیت در راستای توسعه و بهبود روش‌های آزمایشگاهی در محدوده شکر به‌هیچ‌وجه به‌پایان نرسیده است.

هدف VDZ و ICUMSA که برای هریک تعریف شده است از آن زمان تقریباً بدون هیچ تغییری برقرار است و مرکز ثقل مشترک در تبادل تجارب علمی در سطح ملی و بین‌المللی را می‌باشد. (شکل ۳)

در مصوبات VDZ سال ۱۸۹۱ موارد فوق منظور شده است. تبادل اطلاعات باید به یک اندازه در جلسات اتحادیه و همچنین اعلام در اوراق منتشره اتحادیه همچنان پشتیبانی گردد. ایکومسا تازه در سال ۱۹۳۶ در نهمین جلسه خود مصوبه‌ای داشت که در بند ۲ آن هدف کمیسیون به شرح زیر تعیین شده است:

۱. یک کمیته برای سؤالات آزمایش قند تشکیل گردد.

۲. پشتیبانی تحصیلات و تحقیقات علمی در زمینه آزمایش قند.

۳. تبادل تجربه و اطلاعات بین کشورها.

۴. انتشار پیشنهادهای بین‌المللی برای روش‌های آزمایشگاهی یکنواخت.

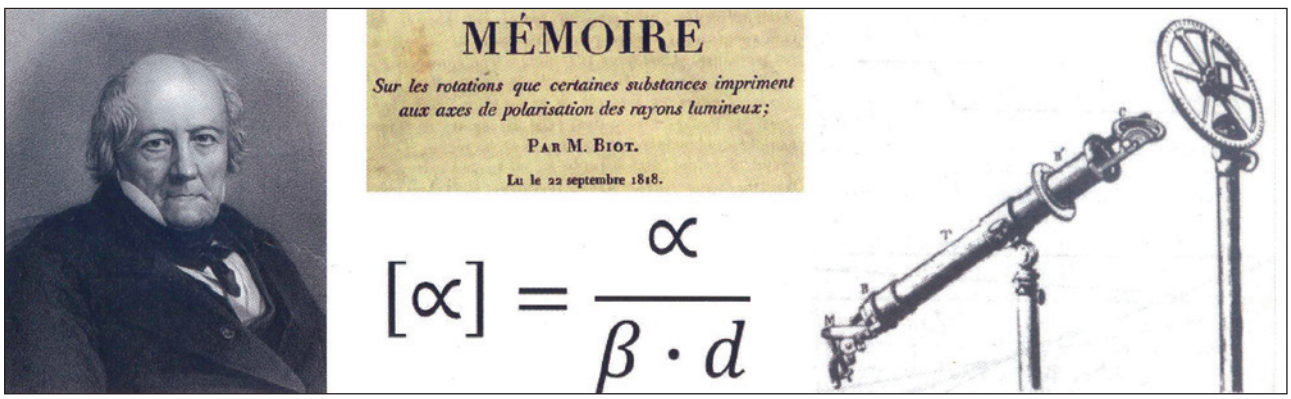
در جریده یکصدمین سال VDZ (۱۹۹۱) نویسنده دکتر گونتر براش اظهار کرده است:

«چون صنعت قند در وضعیت خوشی است، کمبود تجربیات، تفکر رقابتی و پیشرفت می‌تواند به‌راحتی کاملاً بی‌پرده و رو راست تبادل شود. این در حالی است که در سایر صنایع این کار غیرقابل تصور است. برنامه سخنرانی‌ها در یکصدمین سال شامل پیشرفت یا فنی و علمی است؛ البته امروزه تحت نظارت و کنترل ادارات دولتی نمی‌تواند این وضع ادامه یابد ولی در رابطه با همکاری و تبادل اطلاعات علمی و آزمایشگاهی در سطح ملی و بین‌المللی موفقیت‌هایی به‌دست آمده است.»

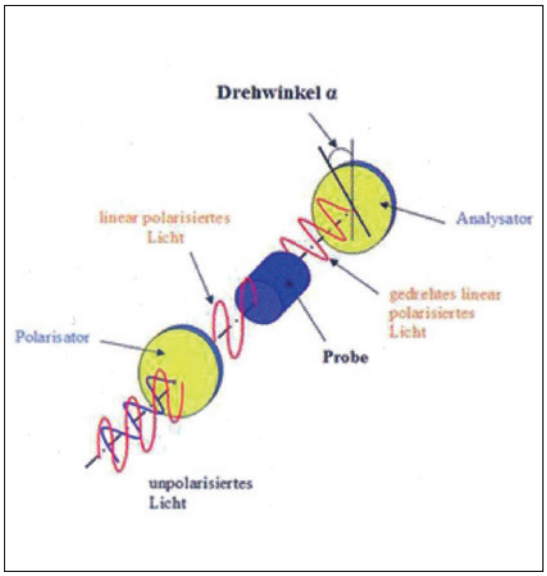
اتحادیه تکنولوژیست‌های تحصیلکرده قند (VDZ) توسط کارآموزان و همکاران این آزمایشگاه تأسیس شد، هدف این اتحادیه آموزش شیمیست‌ها برای صنعت قند بود

۳. عوامل مؤثر در تعیین درصد قند

اگرچه فیزیکدان فرانسوی بیوت بعد از ارائه قانون چرخش نوری که به‌نام او معروف است در سال ۱۸۱۷ اساس و پایه تعیین درصد قند در محلول‌ها را به‌وسیله پولاریمتری تعیین کرد (شکل ۴). ولی در سایر کشورها توسعه پیدا کرد و در گروه‌های کاری علمی مختلف تجربیات علمی و عملی مختلف وجود دارد و تا زمانی‌که در مورد عوامل مؤثر توافق



شکل ۴: جین باپ تیست ۱۹۷۴-۱۸۶۲، (شکل راست): دستگاه پولاریمتر بیوت

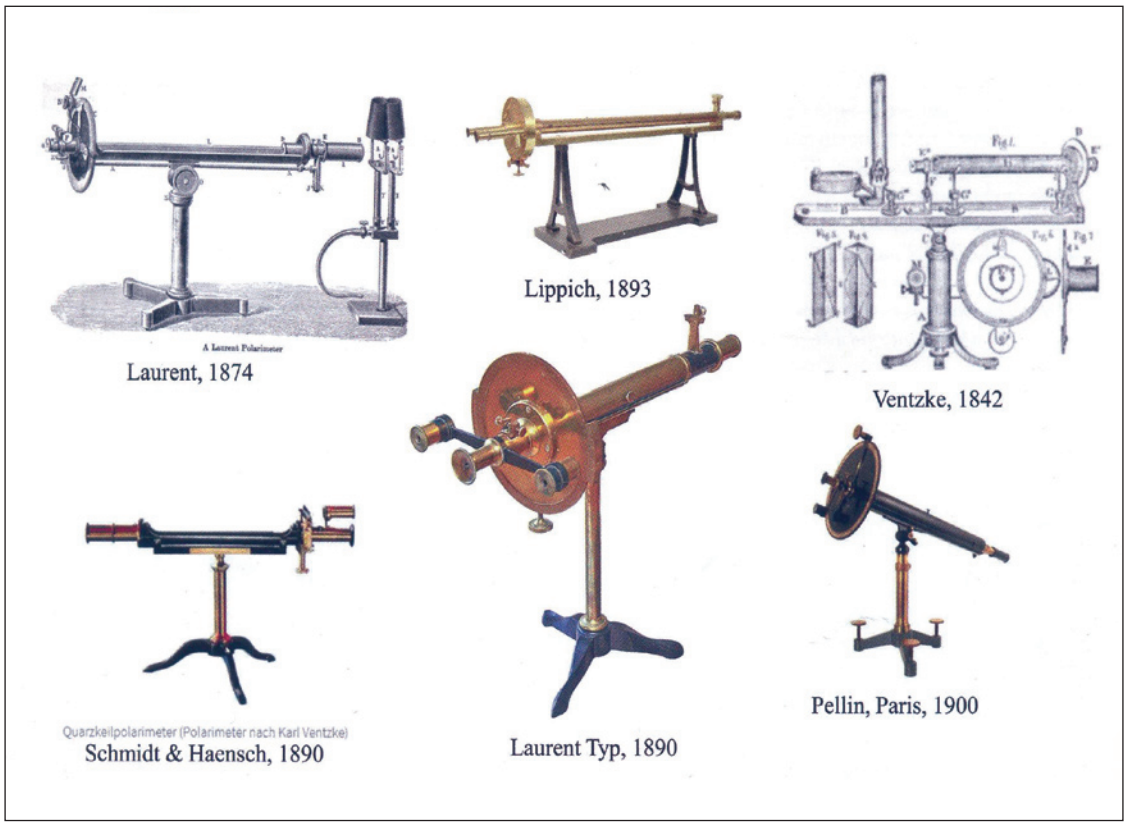


شکل ۵: نمایش اندازه‌گیری پولاریمتری

کلی به‌دست نیاید این مشکل وجود خواهد داشت. چرخش سطح پولاریزه شده اشعه خطی که از محلول ماده فعال نوری عبور می‌کند و تحت‌تأثیر آن قرار می‌گیرد بستگی به عوامل زیادی دارد. (شکل ۵)

تعیین غلظت یک چنین ماده‌ای در محلول در صورتی مقدور است که این عامل ثابت باشد و مطابق با آن دستگاه مربوطه کالیبره و استاندارد باشد. این مورد اساس تأسیس ایکومسا بوده است. برای کالیبره شدن ساکاریمترها باید از خالص‌ترین ساکاروزها استفاده شود. البته قبلاً شناخته شده بود که کوارتس خیلی شبیه ساکاروز است و رفتار نوری یکنواخت دارند. در نتیجه ممکن شد که از صفحات کوارتس استانداردشده به جای محلول ساکاروز خالص برای کالیبره کردن ساکاریمترها استفاده نشود.

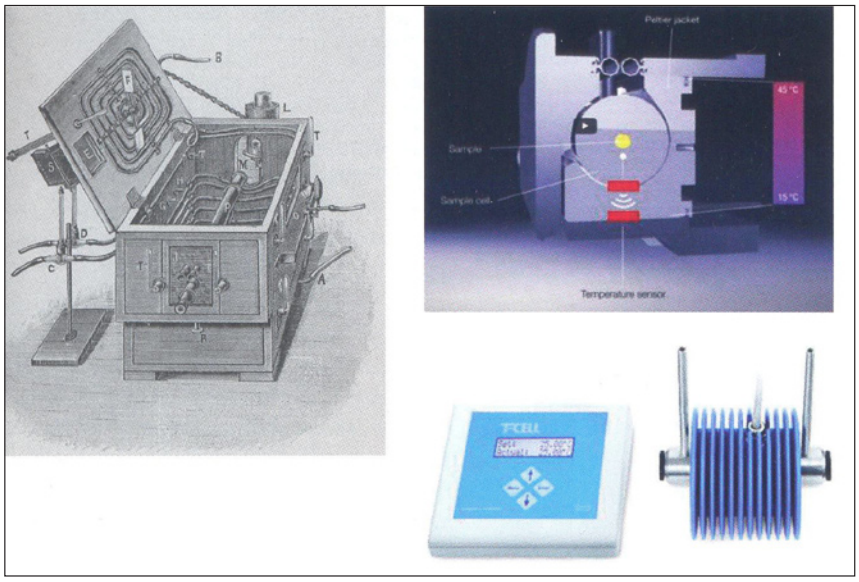
در اولین جلسه ایکومسا سال ۱۸۹۷ در هامبورگ براساس پیشنهاد هرتس فلد تصمیم گرفته شد که آزمایش صفحات به همان روشی باید اعمال شود که قبلاً توسط کمیسیون شیمیست‌های تجاری تحت‌نظر اتحادیه صنعت قند چغندری رایش آلمان با همکاری کمیسیون استاندارد شاهنشاهی انجام می‌شده است. از آن زمان ایکومسا تنگاتنگ با مؤسسه شاهنشاهی فیزیک کاربردی همکاری داشته است. این همکاری امروزه با مؤسسه فیزیک کاربردی آلمان ادامه دارد. همکاران مختلفی از انستیتو مترولوگی (علم اوزان و مقادیر) دولتی هم‌اکنون عضو ایکومسا هستند. انواع و اقسام دستگاه‌ها با اصول مختلف اندازه‌گیری (پولاریمتر، پولاریمترصفحه‌ای کوارتس) از سال ۱۹۰۰-۱۸۹۰ ساخته شده و پیشنهاداتی در رابطه با وزن نمونه، دما و طول موج ارائه شده است. (شکل ۶)



شکل ۶: نمونه‌ای از پولاریمترهای قدیمی

در اولین جلسه ایکومسا سال ۱۸۹۷ در هامبورگ براساس پیشنهاد هرتس فلد تصمیم گرفته شد که آزمایش صفحات به همان روشی باید اعمال شود که قبلاً توسط کمیسیون شیمیست‌های تجاری تحت‌نظر اتحادیه صنعت قند چغندری رایش آلمان با همکاری کمیسیون استاندارد شاهنشاهی انجام می‌شده است

به‌ویـــژه در آلمان و فرانســـه روش‌های مختلفی معمول بودند. در فرانســـه صحبت از درجه شکر فرانسوی و در آلمان براساس کار شیمیســـت کارخانه قندســـازی برلین کارل ونتســـکه درجه شکر ونتسکه معمول بود؛ مانند روش‌های آزمایشگاهی زیادی در روش‌های پولاریمتری و یا ساکاریمتری هم دما اثر قابل‌توجهی روی نتایج اندازه‌گیری دارد، این بدان معنی است که برای به‌دست آوردن نتایج قابل مقایسه باید دما کنترل و استاندارد شود. در زمان هرتس فلد تنظیم دما در دســـتگاه‌های سنجش براساس کار مکانیســـین جونیوس انجام می‌شد. امروزه تولیدکننـــدگان به‌نـــام، این دســـتگاه‌ها را براســـاس المانت‌هـــای پل‌تیـــر و کنتـــرل الکترونیکی می‌ســـازند (شکل ۷). در شکل ۸ دستگاه‌هایی بـــا کارایـــی بالا در آن زمان با ترکیـــب ۱۲ لوله پولاریمر و یک صفحه کوارتس در مقابل دســـتگاه‌های مدرن امروزی مقایســـه شده اســـت. در این بین تقریباً ۱۰۰ سال توسعه فنی قرار دارد.



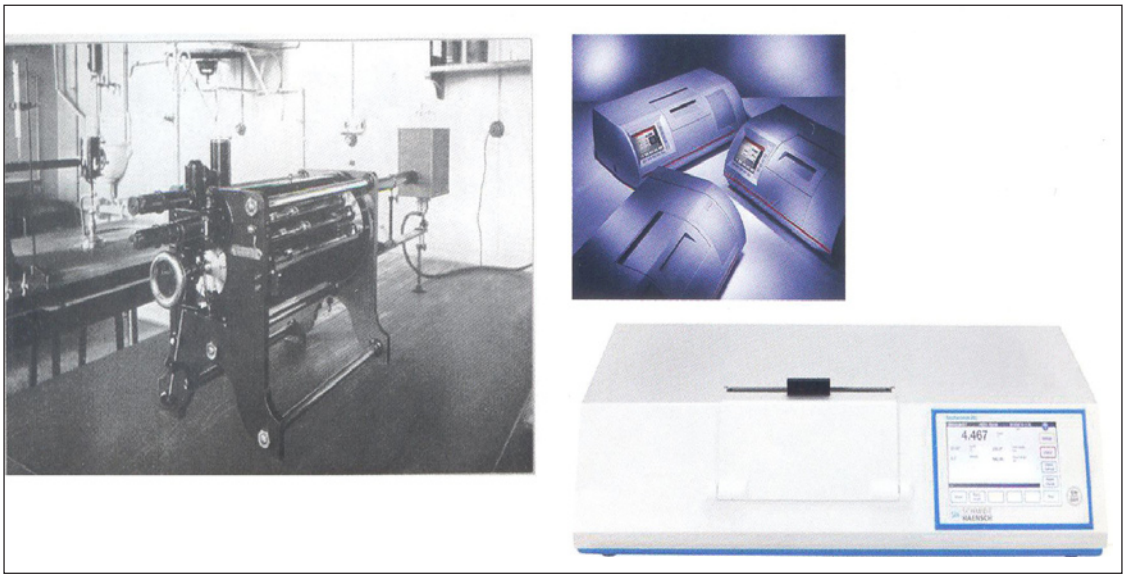
شکل ۷: کنترل دما در پولاریمتری

۴. استاندارد تعیین درصد قند

در سومین جلسه ایکومسا ۱۹۰۰ (۱۹ شرکت‌کننده از ۸ کشـــور) برای اولین‌بار استاندارد بین‌المللی برای تعیین درصد قند به روش پولاریمتری تعیین شد. هرچند که دقت فرمولاسیون هنوز در حد انتظار نبود.

«کمیسیون تصویب کرد که برای ۱۰۰ سانتی‌متر مکعب متریـــک در دمای ۲۰ درجه ســـانتی‌گراد در هوا با وزنه‌های برنزی وزن نرمال ۲۶/۰۰ گرم در نظرگرفته شود. کمیسیون لازم می‌دانـــد کـــه به‌عنوان اســـاس ســـاکاریمتری چرخش شـــکر خالص شیمیایی مورد اســـتفاده قرار گیرد. به‌طورکلی اندازه‌گیری باید در دمای ۲۰ درجه ســـانتی‌گراد انجام شود. باطل کردن ۲۶ گرم شکر خالص (برای دستگاه‌های وزن نرمال ۲۶ گرم) در بالون اندازه‌گیری ۱۰۰سانتی‌مترمکعب، وزن شده بـــا وزنه‌های برنزی و اندازه‌گیـــری در اتاقی که دمای کنترل شده ۲۰ درجه سانتی‌گراد دارد باید انجام شود. در این حالت دســـتگاه باید دقیقاً عدد ۱۰۰/۰۰ را نشـــان دهد. با چرخش شکر شیمیایی خالص طبیعتاً منظور چرخش سطح پولاریزه شده اشعه پولاریزه شده خطی در موقع عبور از محلول شکر

در زمان هرتس فلد تنظیم دما در دستگاه‌های سنجش براساس کار مکانیسین جونیوس انجام می‌شد. امروزه تولیدکنندگان به‌نام، این دستگاه‌ها را براساس المانت‌های پل‌تیر و کنترل الکترونیکی می‌سازند



شکل ۸: پولاریمتر یا توان بالا در صد سال

است. اولین درجه‌بندی ساکاریمتر به عبارت دیگر درجه‌بندی شکر توسط ایکومسا در زمان خودش همان‌طوری‌که ذکر شد درجه ونستکه (V) بود. این درجه‌بندی تا سال ۱۹۳۲ برقرار بود. اگرچه از سال ۱۹۱۲ آزمون‌های دقیق بیشتری انجام شد که در نهایت در سال ۱۹۳۲ به درجه‌بندی شکر بین‌المللی جدید با درجات S (برای شکر) منجر شد و ۱۰۰/۰۰ درجه S مطابق ۹۹/۹۰ درجه ونستکه (V) بود. این درجه‌بندی هم در اثر سعی و کوشش دانشمندان در راستای بالاترین دقت به‌وسیله درجه‌بندی جدید جایگزین شد. در سال‌های ۱۹۶۲ تا ۱۹۷۴ باهمکاری PTB و انستیتو قند برانشوایک درجه‌بندی جدید با درجات °Z (برای شکر) که در سال ۱۹۸۶ توسط ایکومسا مورد قبول واقع شد و از سال ۱۹۸۸ اجرایی شد، زمان با طول موج اندازه‌گیری ۵۴۰ تا ۶۳۳ نانومتر انجام شد، البته توسعه همچنان ادامه داشت. عدم‌استفاده از محلول‌های صاف‌کننده برای نمونه‌های ناخالص‌تر و به‌شدت رنگین منجر به توسعه پولاریمتر با طول موج ماوراء قرمز شد. به‌وسیله آزمایش‌های دقیق‌تر و بیشتر در همکاری با PTB درجه‌بندی موجود در سال ۱۹۹۴ در طول موج ۸۸۰ نانومتر (تا ۹۰۰ نانومتر) به ثبت رسید. نویسنده کاملاً مطمئن است که با این صد سال توسعه هنوز به هدف نهایی نرسیده‌ایم و تکنیسین‌های قند و شیمیست‌ها باید در این راستا فعالیت خود را ادامه دهند.

عدم‌استفاده از محلول‌های صاف‌کننده برای نمونه‌های ناخالص‌تر و به‌شدت رنگین منجر به توسعه پولاریمتریا طول موج ماوراء قرمز شد

۵. سایر عوامل کیفیت

کیفیت شکر یا به‌عبارت دیگر خواص کلی، به‌وسیله ارزش محصول که به‌وسیله خریدار و مصرف‌کننده سنجیده می‌شود فقط درصد قند تعیین‌شده به‌وسیله پولاریمتری نیست. مصوبات دیگر در سومین جلسه در سال ۱۹۰۰ سایر عوامل کیفیت شکرخام را اعلام کرده است. روش تعیین مقدار آب در همان‌موقع در قالب یک بند تعیین شد. (شکل ۹)

آب:

برای شکر چغندر دمای تعیین درصد آب دمای ۱۰۵–۱۱۰°C تعیین شده است.

برای شکر چغندر غیرنرمال و همچنین شکر مستعمره برای تعیین مقدار آب روش تجاری وجود ندارد.

شکل ۹: روش‌های تعیین آب در شکر (ایکومسا ۱۹۰۰)

روش‌های رایج ایکومسا GS2/1/3/9-15 سال ۲۰۰۷ شامل دو صفحه می‌باشد. این به آن معنی نیست که موارد تزئینی به آن اضافه شده است. بلکه شرایط آزمون به‌صورت کامل شرح داده شده است. البته در این روش‌ها تاکنون نتوانسته‌اند نتایج متقن و دقیق تعیین کنند. درصد رطوبت نمونه‌های شکر تقسیم شده بین مراکز مختلف تقریباً غیرممکن است چون همواره ثابت نیستند، بنابراین در آزمایش‌های حلقوی قابل‌اجرا نیست. آنچه در رابطه با تعیین درصد آب گفته شده در مورد مقدار خاکستر هم صدق می‌کند. (شکل ۱۰)

خاکستر:

در رابطه با مقدار خاکستر در شکرخام باید طبق روش شایب‌لر با استفاده از اسیدسولفوریک خالص و غلیظ آن را خاکستر کرد. خاکستر کردن باید در ظروف پلاتین در کوره مخصوص حتی‌المقدور در دمای پایین انجام شود (کمتر از ۷۵۰°C).

قبل از تعیین وزن خاکستر سولفاته باید ۱۰ درصد کسر شود و بر مبنای مقدار خاکستر تصحیح شده گواهی صادر شود.

شکل ۱۰: روش‌های تعیین مقدار خاکستر در شکر (ایکومسا ۱۹۰۰)

در روش‌های رایج ایکومسا GS1-10 (۱۹۹۸): «تعیین خاکستر در شکرخام از طریق سولفاتاسیون یک‌مرحله‌ای» برمبنای اعتبار نتایج آزمایش‌های حلقوی نتایج دقیقی ارائه می‌شود. اختلاف بین ۲ نتیجه آزمون در شرایط تکرارپذیری نباید از ۰/۰۳۰ درصد بیشتر باشد و نتایج آزمون تحت شرایط یکسان نباید بیش از ۰/۰۵۴ درصد خاکستر باشد.

روش‌های ایکومسا برای ابد نوشته نشده‌اند، بلکه همواره تحت آزمون و در صورت لزوم توسعه قرار دارند. در این

شکل ۱۱: دستگاه‌های تعیین خاکستر به روش کندوکتومتریک

Invertzucker.
Die quantitative Bestimmung des Invertzuckers in Rohzuckern ist nach der Methode Dr. A. Herzfeld's ("Zeitschrift des Vereines Fur die Rübenzuckerindustrie des Deutschen Reiches", 1886, pag. 6 und 7) auszuführen.

شکل ۱۲: ارجاع ایکومسا به روش‌های تعیین قند انورت در شکرخام به روش هرتس‌فلد

صورت است که پیشرفت فنون جدید آزمون تا جایی که مقدور است ممکن و ضروری به‌نظر می‌رسد. سال‌هاست که آزمایشگرها سعی می‌کنند روش‌های آزمایشگاهی را با استفاده از فنون جدید موجود و دستگاه‌های اندازه‌گیری مدرن بسیار ساده و راحت کنند. بر این اساس تعیین مقدار خاکستر در شکر با استفاده از اندازه‌گیری قابلیت هدایت الکتریکی توسعه پیدا کرد. البته نتایج به‌دست آمده نمی‌تواند کاملاً با خاکستر کردن اصلی برابری کند. (شکل ۱۱)

برای تعیین مقدار قند انورت (به‌عبارت بهتر مقدار قندهای احیاکننده) که در سال ۱۹۰۰ فقط به یک بند اکتفا شده بود (فقط به یک منبع مرجوع شده بود). امروزه ایکومسا بیش از ۹ روش آزمون رایج که هرکدام برای شرایط

شکل ۱۳: استاندارد هلندی برای تعیین رنگ ظاهری شکر

مختلفی (ماتریکس نمونه، غلظت و غیره) توسعه‌یافته و مطابقت داده شده است در اختیار دارد. رنگ شکر هم اگرچه در شروع کار کاملاً تعریف نشده بود ولی در سال ۱۹۰۳ در چهارمین جلسه ایکومسا در برلین مورد بحث و بررسی قرار گرفت.

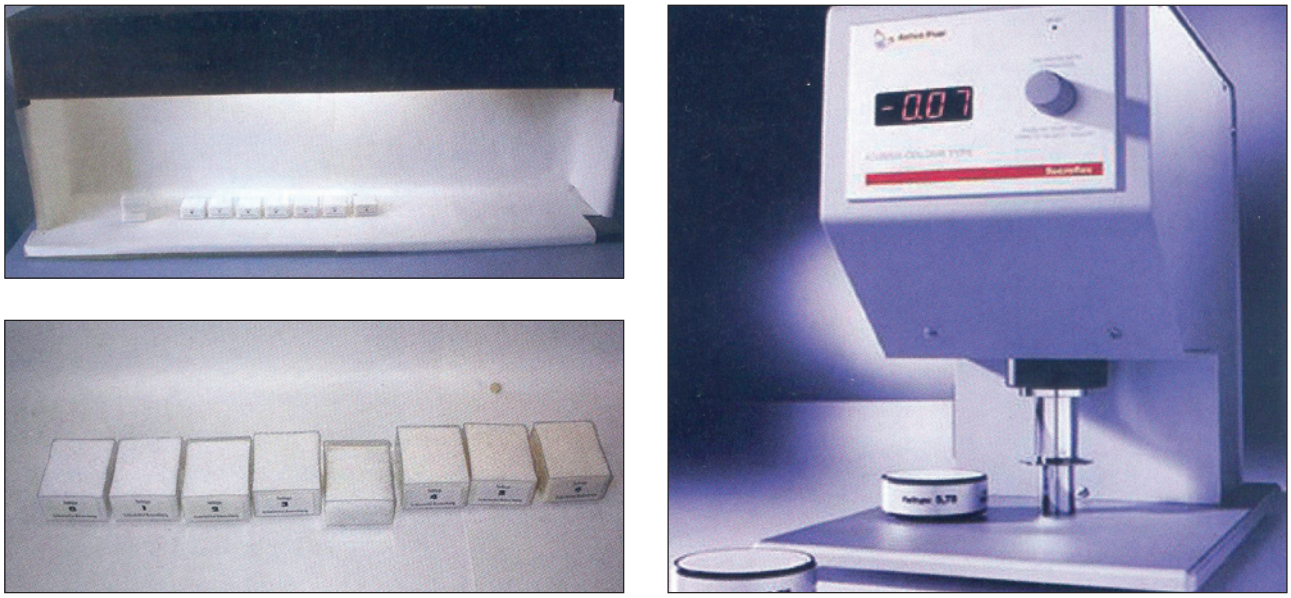
در اینجا باید تفاوتی بین ظاهر شکر و رنگ محلول آن در اثر ناخالصی قایل شد. برای ارزیابی کیفیت شکرخام در سال ۱۸۵۰ از روش استانداردی به‌نام هلندی که در آن تعدادی شکر نمونه با رنگ‌های مختلف با نمونه مورد آزمون به‌طور ظاهری مقایسه می‌شود استفاده می‌گردد. (شکل ۱۳)

این روش برای ارزیابی رنگ به‌شدت مورد انتقاد قرار داشت، زیرا غالباً نتایج به‌دست آمده نظری و قابل مقایسه نبودند. در آمریکا روش هلندی تا سال ۱۸۶۱ به‌عنوان روش استاندارد مورد قبول واقع شد، تا اینکه کنگره قانون افزایش تعرفه و گمرک روی چای، قهوه و شکر را تصویب کرد.

در پنجمین جلسه ایکومسا در سال ۱۹۰۶ در برن **هرتس فلد** گزارشی ارائه داد که در آن استاندارد هلندی به‌وسیله شیشه‌های رنگین جایگزین شده بود، اگرچه اصولاً قابل‌قبول به‌نظر می‌رسد ولی او آن را رد کرد زیرا اصولاً اشتباه است که رنگ شکر را غیر از محلول آن روش دیگری تعیین کرد.

کمیسیون بر این اساس، این خواسته را با اکثریت آراء تأیید کرد که از نظر عملی و علمی باید رنگ شکر در محلول آن تعیین شود، البته در این مورد هم تاریخ چیز دیگری به ما آموخت. در چهاردهمین جلسه ایکومسا در سال ۱۹۶۶ در کپنهاک تصمیم گرفته شد که یک کمیته فرعی تشکیل شود و این کمیته ارزیابی ظاهری شکر و

در چهاردهمین جلسه ایکومسا در سال ۱۹۶۶ در کپنهاک تصمیم گرفته شد که یک کمیته فرعی تشکیل شود و این کمیته ارزیابی ظاهری شکر و همچنین روش‌های رفلکسومتری (انعکاسی) را مورد مقایسه و بررسی قرار دهد



شکل ۱۴: تیپ رنگ برای تعیین رنگ ظاهری شکر، دستگاه‌های جدید ارزیابی رنگ ظاهری

همچنین روش‌های رفلکسومتری (انعکاسی) را مورد مقایسه و بررسی قرار دهد.

این کمیته فرعی در پانزدهمین جلسه در سال ۱۹۷۰ در لندن توصیه نمود که روش تیپ رنگ برانشوایک (۷ نمونه استاندارد از صفر تا ۶)که برای شکر سفید از آن استفاده می‌شد و در اقتصاد اتحادیه اروپا وارد شده بود، به‌طور آزمایشی مورد قبول قرار گیرد. (شکل ۱۴)

در این رابطه یک‌سری نمونه‌های شکر رنگ شده نیز مورد استفاده قرار داشت شدت رنگ‌ها به‌طور دقیق معلوم بود و نتایج با یک‌دستگاه رفلکسومتریک (انعکاسی) هم با دقت بررسی می‌شد. از طریق قرار دادن نمونه آزمون در ردیف تیپ‌های شکر رنگ ظاهری نمونه را تعیین می‌کردند. روش تولید و استفاده این استانداردها که در کتاب روش ایکومسا توسط **اشنایدر** سال ۱۹۷۹ شرح داده شده است، در سال ۱۹۸۲ حالت رسمی یافت و درسال۱۹۹۴ به‌عنوان روش ایکومسا GS2-11 در کتاب جدید روش‌های ایکومسا پذیرفته شده است. انتقال نتایج تعیین‌شده رنگ ظاهری به روش‌های دستگاهی در سال ۱۹۷۰ مورد بحث و بررسی قرار گرفت و با روش ایکومسا GS2-13 (۱۹۹۴) به‌طور آزمایشی مورد قبول واقع شد. رفلکسومتر ساخت شرکت **رایس** (شکل ۱۵، چپ) که با روش برانشوآیک مورد آزمون قرار گرفت و اساس مقایسه برای تعیین رنگ ظاهری و یا رفلکسومتری را تشکیل می‌دهد، مربوط به سال ۱۹۵۰ است. اگرچه آن بسیار پایدار و مورد قبول قرار گرفته ولی درصورت صدمه خوردن قطعات یدکی برای تعمیر در اختیار نیست. بدین جهت ایکومسا در سال ۲۰۱۲ یک پروژه تعریف کرد و مسؤولیت آن را به PTB واگذار و سرمایه‌گذاری کرد. هدف این پروژه این بود که در زمان معینی دستگاهی ساخته شود که همان اندازه‌گیری را مقدور سازد.

در این دستگاه جداسازی طول موج که در دستگاه رایس به‌وسیله صافی رنگ انجام می‌شود، به‌وسیله داتاکالر (شکل ۱۵، راست) «سیگنال‌های دریافتی از تنظیم‌کننده دیودی» باید صورت گیرد. حل این مسئله درحال حاضر در مراحل پایانی است. امروزه برای افراد بی‌شماری ستاره ایکومسا همانند رنگ شکر است. این بدان معنی است که رنگ محلول همان‌طوری که ذکر شد مهم‌ترین عامل کیفیت شکر می‌باشد. (شکل ۱۶)

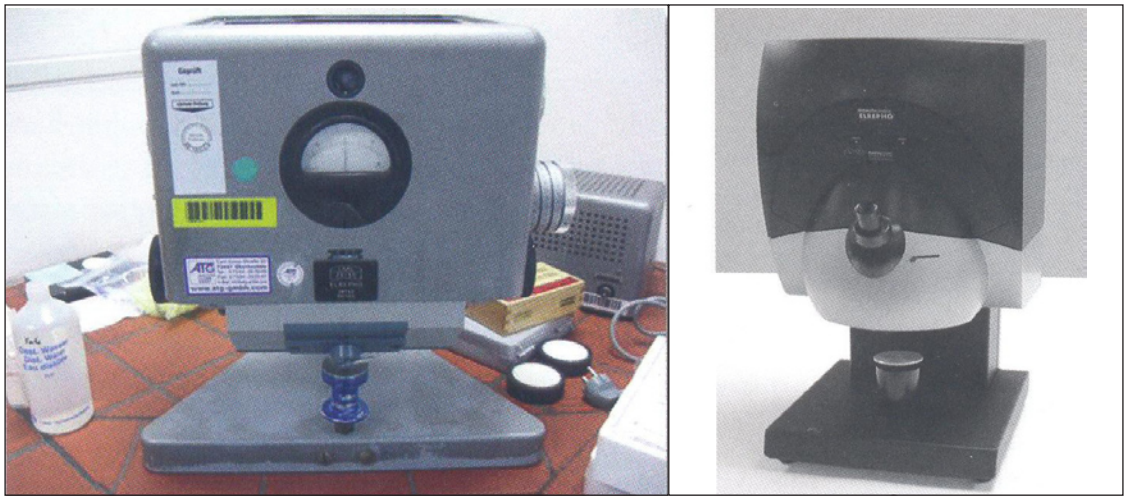
روش کار طی سال‌ها تغییرات زیادی در رابطه با غلظت محلول، صاف کردن، PH، طول کووت، طول موج و غیره یافته است. مخصوصاً بحث درباره تنظیم PH (بله یا خیر و اگر بله، چه PH) از سال ۱۹۸۸ تا ۲۰۱۲ به‌شدت پیگیری شده و درحال حاضر موضوع خاتمه یافته است.

۶. روش‌های ایکومسا

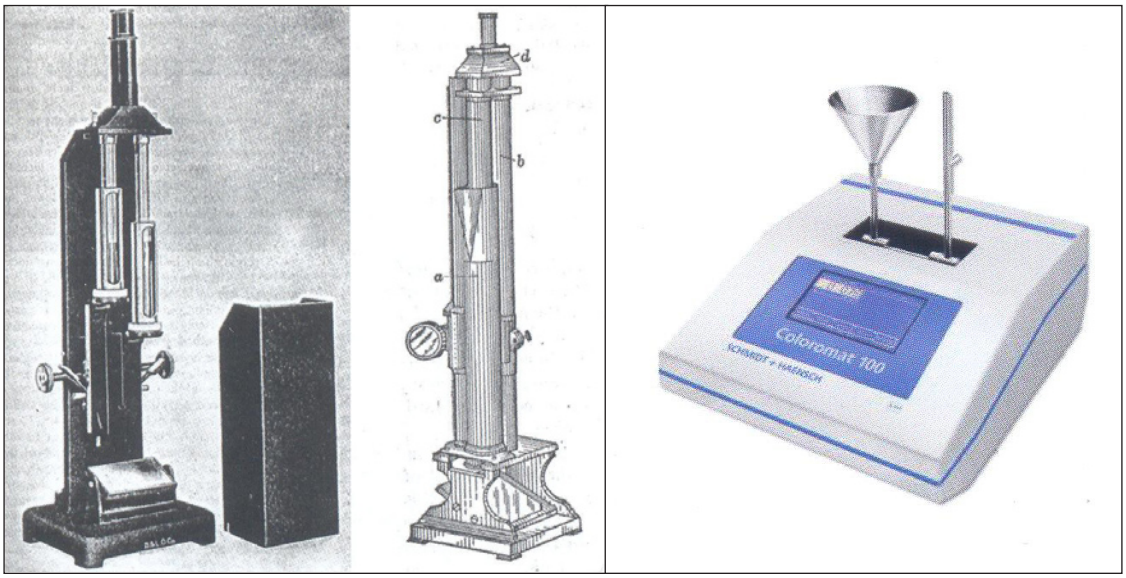
قبلاً روش‌های آزمایشگاهی ایکومسا غالباً در پروتکل‌های جلسات منعکس می‌شد و باید از منابع مربوطه، استخراج شود. به مرور زمان این وضع تغییر یافت و کم و بیش شرح کامل روش‌های آزمایشگاهی در صورتجلسات منتشر می‌شود. تازه در سال ۱۹۶۴ تحت‌مدیریت دِولی روش‌های آزمایشگاهی ایکومسا موجود به‌صورت کتاب منتشر شد (شکل ۱۷، چپ). چاپ جدید بازبینی شده توسط **اشنایدر** انستیتوی برانشوایک منتشر شد (شکل ۱۷، وسط). در زمان مدیریت پلی‌میر (استرالیا) کتاب روش‌های آزمایشگاهی به شکل امروزی چاپ شد (شکل ۱۷ راست) که به‌صورت رینگ فرم تهیه شده است و به‌طور مرتب مطابق با مصوبات جلسات ایکومسا دستورالعمل‌ها جایگزین و تکمیل می‌شوند.

این مجموعه شامل ۱۰۵ روش‌های آزمایشگاهی است.

روش‌های آزمایشگاهی ایکومسا غالباً در پروتکل‌های جلسات منعکس می‌شد و باید از منابع مربوطه، استخراج نشود. به مرور زمان این وضع تغییر یافت و کم و بیش شرح کامل روش‌های آزمایشگاهی در صورتجلسات منتشر می‌شود



شکل ۱۵: رفلکسومتر دقیق برای کالیبره کردن استاندارد تیپ رنگ

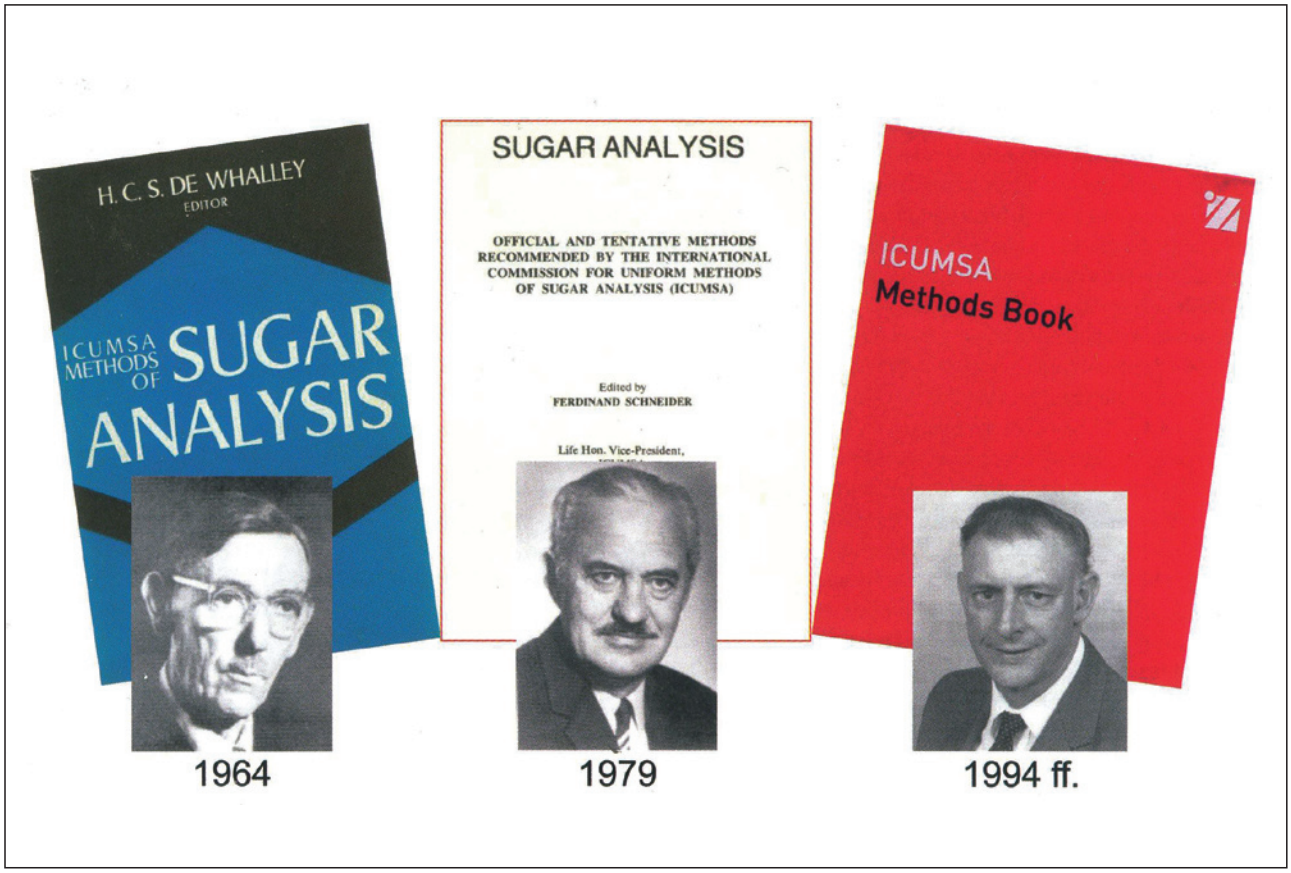


شکل ۱۶: کالریمتری (رنگ‌سنجی) برای تعیین رنگ در محلول شکر

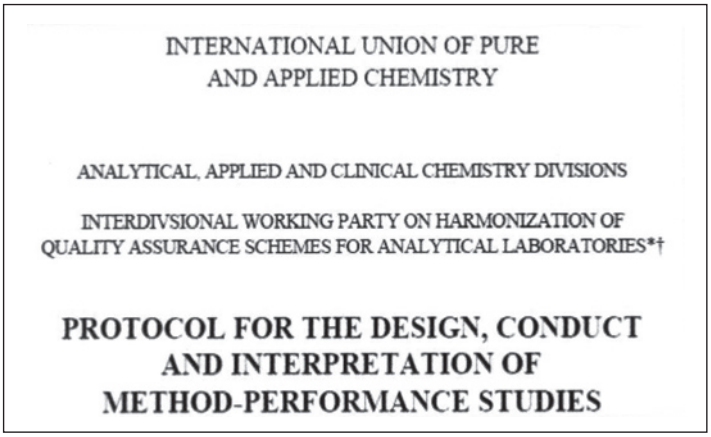
این به آن معنی نیست که دیگر کار ایکومسا کامل و پایان یافته اســت. امروزه کیفیت و دقت روش‌های آزمایشگاهی همواره توسعه بیشتر را ایجاب می‌کند. البته روش‌هایی هم از ایکومسا هستند که به‌طور آزمایشی پذیرفته شده‌اند.

۷. آزمایش‌های حلقوی

روش‌های آزمایشــگاهی مخصوصــاً آن‌هایی که برای تعییــن فاکتورهای کیفیت اقلام تجــاری در صنایع قند و موادغذایی مورد استفاده قرار دارند باید امروزه اعتبارسنجی



شکل ۱۷: کتاب‌های منتشره توسط ایکومسا



INTERNATIONAL UNION OF PURE
AND APPLIED CHEMISTRY

ANALYTICAL, APPLIED AND CLINICAL CHEMISTRY DIVISIONS

INTERDIVSIONAL WORKING PARTY ON HARMONIZATION OF
QUALITY ASSURANCE SCHEMES FOR ANALYTICAL LABORATORIES*†

PROTOCOL FOR THE DESIGN, CONDUCT AND INTERPRETATION OF METHOD-PERFORMANCE STUDIES

شکل ۱۸: عنوان پروتکل IUPAC برای اجرای آزمون‌های حلقوی

شـوند. ضوابط قدیمی نمونه‌برداری که در آزمایشگاه‌های اسـتاندارد توسط خریدار و یا فروشـنده اعمال می‌شود از دقت کافی برای تکرار و قابل مقایسـه برخوردار نیسـت و درنهایت باید تصمیم گرفته شود که آیا نتایج ۲ آزمون که در آزمایشـگاه‌های مختلفی تعیین می‌شود، از نظر آماری برابر و یا نابرابر ارزیابی می‌شوند.

روش تعییـن دقـت روش‌هـا را ایکومسـا به‌وسـیله آزمون‌هـای حلقـوی کـه اجـرای آن دارای قواعـد و ضوابط اسـتاندارد بین‌المللی است، شرح داده است (شکل ۱۸).

کمترین شرایط برای آزمون حلقوی عبارتند از:

- **تعداد آزمایشگاه‌ها:** ۸ و یا بیشتر (درحد مطلوب ۱۰)
- **تعداد و نوع نمونه‌ها:** ۵ نمونه تکرار و شاهد (۱۰ ماده) برای دامنه سنجش معمولی باید کفایت کند.
- نمونه‌های یکنواخت، هر سنجش یک نمونه
- آماری: آنالیز واریانس یک‌طرفه برای هر نمونه
- آزمایشگاه‌های شرکت‌کننده نباید بیش از ۲/۹ باشد.

در بعضی روش‌ها انجام آزمون حلقوی مقدور نیست، چون مثلاً نمونه‌ها در تقسیم بین آزمایشگاه‌های همه کشورهای دنیا پایدار نیستند و مقادیر و خواص آنها تحت‌تأثیر تغییراتی قرار می‌گیرند.

در این شـرایط اعتبار هر آزمایشگاه به‌تنهایی مورد بررسی قـرار می‌گیـرد. البته بر ایـن کار پروتکل رسـمی به نام «Single Laboratory Validation» وجود دارد.

روش‌های آماری برای تعیین دقت روش‌های آزمایشگاهی دقیقاً تعیین شده‌اند و مهمترین نتایج در اینجا تکرارپذیری و قابل مقایسه‌ای بودن آنهاست.

ضوابط قدیمی نمونه‌برداری که در آزمایشگاه‌های استاندارد توسط خریدار و یا فروشنده اعمال می‌شود از دقت کافی برای تکرار و قابل مقایسه برخوردار نیست و درنهایت باید تصمیم گرفته شود که آیا نتایج ۲ آزمون که در آزمایشگاه‌های مختلفی تعیین می‌شود، از نظر آماری برابر و یا نابرابر ارزیابی می‌شوند

Sample (by concentration range)	A	B	C	D	E
Number of laboratories retained					
Number of laboratories rejected					
Mean value					
(Ture or accepted value, if known)					
Repeatability standard deviation (S_r)					
Reproducibility standard deviation (S_R)					
Repeatability relative s.d. (RSD_r %)					
Reproducibility relative s.d. (RSD_R %)					
Repeatability, r (2.8 × S_r)					
Reproducibility, R (2.8 × S_R)					
Howiz value, calculated (H)					
Horwiz ration * (RSD_r/H)					

* Should not exceed 2
H = Horwiz value to eveluate $RSD_R = 2^{(1-0.5 \log C)} = 2C^{0.1505}$
C = Concentration as a decimal unit (mass fraction)

شکل ۱۹: نمایش اختصاصی نتایج آزمون حلقوی

مقایسه ماکرومولکول‌های رنگی و پلی‌ساکاریدی مؤثر بر فرآوری شکر از نیشکر و چغندرقند

◀ نویسندگان: دکتر بیوک آقافرمانی* و مهندس حبیب نویدی‌فر**
*استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی اهر، دانشگاه تبریز
** کارشناس ارشد صنعت قند و رئیس آزمایشگاه کارخانه قند میاندوآب

کلید واژه: پلی‌ساکارید، ترکیبات رنگی، شربت‌خام، خالص‌سازی، قند انورت

خلاصه

ماکرومولکول‌های عمده در فرآوری شکر شامل ترکیبات رنگی و پلی‌ساکاریدها، همراه با مقادیر جزیی پروتئین، لیگنین محلول، سیلیکات‌های کلوئیدی و احتمالاً کمپلکس‌های کلسیمی می‌باشند. ترکیباتی با وزن مولکولی بالا تأثیر منفی در فرآوری شکر دارند که با ورود ماکرومولکول‌ها به‌داخل کریستال‌های شکر، تشکیل رنگ در طی نگهداری، مشکلات فرآوری و کیفیت محصول نهایی مانند بوجود آمدن کدورت و توده‌های رسوبی در نوشابه‌های اسیدی می‌شوند برای مدت‌طولانی پذیرفته شده است که ترکیباتی با وزن مولکولی بالا سخت‌ترین ترکیبات جهت حذف در طی تصفیه هستند. جالب توجه است که انتقال رنگ (از سیروپ به کریستال) در فرآوری شکر نیشکر نسبت به فرآوری شکر چغندرقند خیلی بالاتر است. شکر سفید چغندرقند با رنگ 20-30IC می‌تواند از سیروپ با رنگ 2000-3000IC پخته شود. درحالی که شکر سفید نیشکر با رنگ 20IC می‌تواند از سیروپ با رنگ بالاتری پخته شود.

در این مقاله، نتایج نشان می‌دهد که ترکیب رنگی چغندرقند و نیشکر به‌طور پایه‌ای متفاوت هستند. ترکیبات رنگی چغندرقند تمایل به بوجود آمدن طی فرآوری داشته که به‌طور عمده از تجزیه قلیایی قند انورت حاصل می‌شوند، حال آن‌که ترکیبات رنگی نیشکر با منشأ رنگدانه‌های گیاهی وارد شربت نیشکر شده و بعد همراه با پلی‌ساکارید وارد مسیر فرآیند می‌شوند. به‌خاطر شرایط ملایم‌تر در فرآوری نیشکر، این ترکیبات در طی فرآوری خیلی کم تغییر می‌یابند.

۱. مقدمه

در فرآیند تولید شکر مشکل عمده جداسازی ترکیبات غیرقندی است. ترکیبات غیرقندی مانند موادرنگی و پلی‌ساکاریدها تمایل ورود به‌داخل کریستال شکر یا جذب سطحی دارند. کورتویس (۲۰۰۱) اظهار داشت، «صنعت قند شامل فعالیت ویژه‌ای از ماکرومولکول‌ها است»، که اشاره به اهمیت مولکول‌های با وزن مولکولی بالا و انتقال رنگ از سیروپ به کریستال‌های شکر در فرآوری شکر است. بررسی روی ترکیبات رنگی چغندرقند بیش از یک قرن با تأکید بر پیش‌سازهای رنگ، نقش آنزیم‌ها روی ترکیبات فنولی، گسترش رنگ در طی نگهداری و توزیع رنگ در داخل کریستال مطالعه شده است.

در سال‌های اخیر، علاقه زیادی در مقایسه طبیعت ترکیبات رنگی نیشکر و چغندرقند بوجود آمده است تا تفاوت‌های میان این دو نوع در انتقال رنگ به داخل کریستال‌ها فهمیده شود. تکنیک‌های جدیدی مانند طیف‌سنج فلورسنسی برای مطالعه ترکیبات رنگی چغندر به‌کار گرفته شده است.

به‌طور کلی پذیرفته شده است که ترکیباتی با وزن مولکولی بالا تمایل بیشتری برای ورود به داخل کریستال شکر داشته و در نتیجه کیفیت شکر تصفیه‌شده را تحت‌تأثیر قرار می‌دهند. گزارش‌ها نشان می‌دهد که ترکیبات رنگی شکر نیشکر به‌طور قابل‌توجهی وزن مولکولی بالاتری نسبت به ترکیبات رنگی شکر چغندر دارند. محدوده وزن مولکولی برای ترکیبات رنگی شکر چغندر ۴۰۰۰۰ - ۵۰۰۰ دالتون و برای ترکیبات رنگی شکر نیشکر محدوده ۱۰۰۰۰۰۰ - ۳۰۰۰۰ دالتون گزارش شد.

بررسی روی ترکیبات رنگی چغندرقند بیش یک قرن با تأکید بر پیش‌سازهای رنگ، نقش آنزیم‌ها روی ترکیبات فنولی، گسترش رنگ در طی نگهداری و توزیع رنگ در داخل کریستال مطالعه شده است

نقش پلی‌ساکاریدها در فرآوری چغندر و نیشکر برای سالیان طولانی مورد علاقه بوده است. پلی‌ساکارید عمده در فرآوری چغندر پکتین است که بین ۲-۱ درصد وزن چغندرها را تشکیل می‌دهد. در استخراج شربت چغندر برای جلوگیری از انتشار بیش از حد پکتین به درون شربت، از لحاظ دما و قلیائیت بهینه‌سازی شده است، این کار از مشکلات شدید در طی مراحل خالص‌سازی و تصفیه خواهد کاست.

وگل و شویک (۱۹۸۸) نشان دادند که پکتین‌ها در طی فرآوری تجزیه‌شده یا به‌طور کامل در فرآیند خالص‌سازی حذف می‌شوند. طیف وسیعی از پلی‌ساکاریدها مانند گالاکتان و آرابان در شربت چغندر گزارش شده‌اند، اما در مورد همی‌سلولز محلول به‌طور واضح این کار صورت نگرفته است.

پلی‌ساکاریدهای عمده در فرآوری نیشکر شامل نشاسته و پلی‌ساکارید طبیعی نیشکر همراه با دکستران است، دکستران پلی‌ساکارید رایج میکروبی بوده و گاهی اوقات به‌طور فراوان در طی فرآوری نیشکر وجود دارد.

گودشال و بونس‌گارد (۲۰۰۰) اشاره کردند که پلی‌ساکاریدها در فرآوری چغندر تمایل بیشتری به کاهش و حذف شدن نسبت به نیشکر دارند، در این حالت ممکن است میزان انتقال ترکیبات رنگی چغندر به‌داخل کریستال در مقایسه با ترکیبات رنگی نیشکر پایین‌تر باشد. نشان داده شده است که پلی‌ساکاریدهای نیشکر با پلی‌فنل‌ها واکنش داده و در تشکیل رنگ شربت نیشکر شرکت می‌کنند.

فارس و همکاران (۲۰۰۱) گزارش دادند که حضور منومرهای اسید گالاکتورونیک در شربت چغندر تشکیل رنگ را در طی فرآوری افزایش می‌دهد. گودشال وجود ۲ترکیب با وزن مولکولی بالا در شکر سفید چغندر، یکی از آنها با وزن مولکولی حدود ۲۰۰۰۰ دالتون، با طبیعت پلی‌ساکاریدی و زرد رنگ نشان داد.

۲. نتایج و بحث

جدول ۱، مقایسه‌ای از محتوای پلی‌ساکارید کل در نمونه‌های فرآوری نیشکر و چغندر می‌باشد. از آنجا که تولید شکر تصفیه‌شده از نیشکر فرآیند دو مرحله‌ای است، داده‌های نیشکر در اینجا نخستین مرحله یعنی از شربت‌خام به شکرخام را نشان می‌دهد. مقدار نشان داده شده برای شکر سفید مقادیر متوسط شکرهای سفید می‌باشد. جدول۲ رنگ موجود برای فرآوری چغندر و نیشکر می‌باشد.

داده‌های موجود در جدول ۱ و ۲ تفاوت‌های چشمگیری در سطوح پلی‌ساکارید و رنگ در فرآوری نیشکر و چغندر را

جدول ۱: مقادیر رنگ در فرآوری شکر چغندر و نیشکر

Sample / Process	Beet	Cane
Raw Juice / mixed juice	1405	14.848
Thin / clarified juice	1373	14.388
Thick juice/ evaporator syrup	1635	14.131
Raw sugar (cane)	-	1005
White sugar	23	20
Molasses	37.038	81.298

جدول ۲: مقادیر پلی‌ساکاریدها در فرآوری شکر چغندر و نیشکر

Sample / Process	Beet	Cane
Raw Juice / mixed juice	4067	8237
Thin / clarified juice	918	4812
Thick juice/ evaporator syrup	932	4148
Raw sugar (cane)	-	712
White sugar	77	169
Molasses	4518	18.411

نشان می‌دهد. چغندر در هر دو مورد خیلی پایین‌تر است. شربت‌خام نیشکر دوبرابر شربت‌خام چغندر پلی‌ساکارید داشته و در فرآیند شفاف‌سازی تا نصف کاهش می‌یابد، درحالی که پلی‌ساکارید چغندر تا ۷۵ درصد کاهش یافته است. شکر سفید نیشکر حدود ۲برابر شکر سفید چغندر پلی‌ساکارید دارد.

قضیه رنگ هم مثل پلی‌ساکارید، حتی بیشتر از آن است. شربت‌خام نیشکر ۱۰ برابر بیشتر از شربت‌خام چغندر رنگ دارد. اساساً هیچ تغییری در سطح رنگ در طی فرآیند شفاف‌سازی و تبخیر در فرآوری نیشکر و چغندر وجود ندارد. تفاوت رنگ میان سیروپ اواپراتور و شکرخام نیشکر ۱۴ به ۱ و در چغندر ۷۱ به ۱ است. رنگ ملاس نیشکر بیش از دو برابر رنگ ملاس چغندر است.

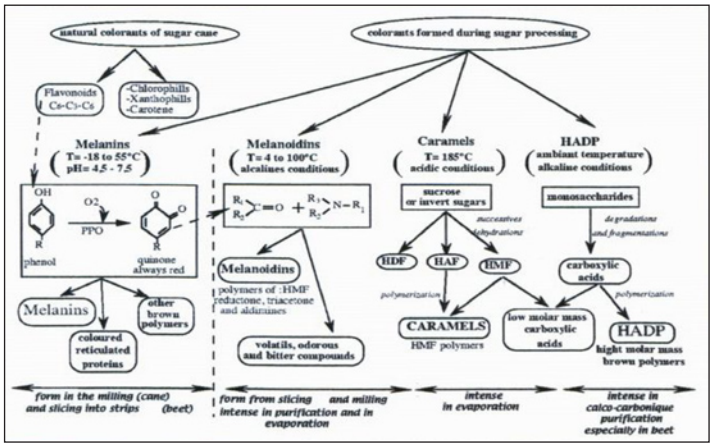
داده‌های جدول ۱، اساساً هیچ تغییری در رنگ شربت‌خام چغندر و شربت رقیق نشان نمی‌دهد. اگرچه رنگ هر دو یکسان است، اما ویژگی رنگ شربت‌خام از شربت رقیق متفاوت است. رنگ شربت‌خام چغندر بنفش‌کم‌رنگ بود، اما به‌خاطر اکسیداسیون ترکیبات پلی‌فنولی رنگ شربت چغندر، ارغوانی تیره تا سیاه گزارش شده است. طی کربوناسیون اول، رنگ به 2145IC افزایش می‌یافت که یک افزایش ۱۵۰ درصد در رنگ بود. بعد از خالص‌سازی، رنگ به 1375IC کاهش می‌یافت، اما ویژگی کاملاً متفاوتی از رنگ شربت‌خام داشت. رنگ قهوه‌ای روشن، به‌خاطر تشکیل ترکیب رنگی حاصل از واکنش‌های تجزیه

پلی‌ساکاریدهای عمده در فرآوری نیشکر شامل نشاسته و پلی‌ساکارید طبیعی نیشکر همراه با دکستران است، دکستران پلی‌ساکارید رایج میکروبی بوده و گاهی اوقات به‌طور فراوان در طی فرآوری نیشکر وجود دارد

قلیایی قند انورت طی کربوناسیون بود. هیچ تغییری از نظر تجزیه قند انورت طی فرآوری شربت نیشکر به‌خاطر فرآیند شفاف‌سازی خیلی ملایم و pH حدود ۶/۸-۶/۵ بوجود نیامده و برای جلوگیری از تجزیه قند انورت اضافی خیلی تلاش می‌شود. سطوح انورت به‌طور قابل‌توجهی در نیشکر بالاتر از چغندر است. در شربت‌خام نیشکر، قندهای گلوکز و فروکتوز هرکدام حدود ۲/۵-۲ درصد براساس مواد جامد (مجموع ۵ درصد انورت) هستند. در شربت‌خام چغندر، حدود ۱/۲ درصد گلوکز و ۰/۶۵ درصد فروکتوز می‌باشد. بعد از شفاف‌سازی در نیشکر تغییر کمی در سطح انورت وجود دارد، اما بعد از شفاف‌سازی در چغندر، فروکتوز کاملاً تخریب شده و گلوکز بدون تغییر مانده یا به مقدار جزئی کاهش می‌یابد.

شکل ۱، به‌طور شماتیک‌وار تشکیل ترکیبات رنگی در طی فرآیند شکر را نشان‌می‌دهد. شرایط مطلوب برای تشکیل واکنش ملانوئیدینی pH بالای ۱۱ و دمای حدود ۸۵°C، برای محصولات حاصل از تجزیه قلیایی هگزوزها در محیط قلیایی pH برابر ۱۱ و دمای ۸۵°C لازم می‌باشد که این شرایط قلیایی در تصفیه شربت‌خام نیشکر تأمین نمی‌شود. بنابراین این نوع ترکیبات رنگی در صنعت قندسازی نیشکر قابل‌توجه نبوده ولی در فرآوری شکر چغندر مهم می‌باشند.

ترکیباتی رنگی با وزن مولکولی بالا در نیشکر و چغندر



شکل ۱: انواع روش‌های موجود در تشکیل ترکیبات رنگی در صنایع قند نیشکر و چغندرقند

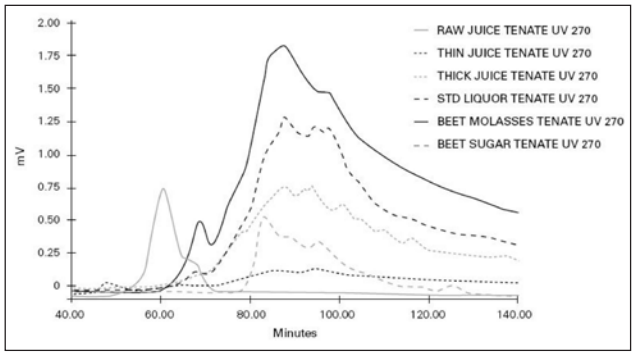
پایین‌تر تشکیل‌شده بودند. این روند در سرتاسر فرآیند ادامه می‌یافت، افزایش ترکیبات رنگی در طی اواپراسیون و تجمع در ملاس بود. مجموعه مشابهی از ترکیبات رنگی، احتمالاً با وزن مولکولی کمی بالاتر در کریستال شکر سفید دیده می‌شد. این الگو در سرتاسر فصل بهره‌برداری ثابت بود و تغییرات کمی در جزییات الگو، مخصوصاً برای شربت‌خام بودند، که برای سرتاسر تصویر صدق نمی‌کرد. شکل ۲ نشان می‌دهد، که ترکیباتی رنگی با وزن مولکولی بالا در شربت‌خام و شکر سفید در طول فصل بهره‌برداری به‌طور مشخص دیده می‌شوند.

مقایسه ترکیبات پلی‌ساکاریدی

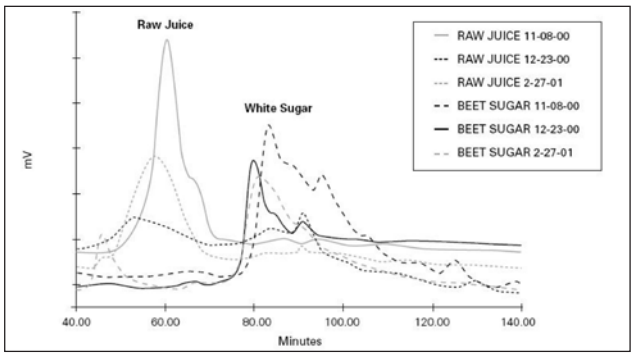
جدول ۳، ترکیبات منوساکارید انواع مختلف نمونه‌های فرآیندی چغندر و نیشکر نشان می‌دهد. هر دو محتوی مواد آرابینوگالاکتو همی‌سلولز (Hemicellulosic arabinogalactan) هستند. نمونه شربت به‌دست آمده از ساقه خردشده نیشکر که بسیار خالص‌سازی شده بود عمدتاً پلی‌ساکارید آرابینوگالاکتان را نشان می‌داد.

کارهای بعدی حضور اسید آکونیتیک که به‌طور محکم

در شربت‌خام چغندر، حدود ۱/۲ درصد گلوکز و ۰/۶۵ درصد فروکتوز می‌باشد. بعد از شفاف‌سازی در نیشکر تغییر کمی در سطح انورت وجود دارد، اما بعد از شفاف‌سازی در چغندر، فروکتوز کاملاً تخریب شده و گلوکز بدون تغییر مانده یا به مقدار جزیی کاهش می‌یابد



شکل ۲: تشکیل ترکیبات رنگی با وزن مولکولی بالا در فرآوری چغندر



شکل ۳: مقایسه ترکیبات رنگی با وزن ملکولی بالا در شربت‌خام چغندر و ترکیبات رنگی که بعداً در کریستال شکر سفید وارد می‌شود

جدول ۳: ترکیبات منوساکارید انواع مختلف نمونه‌های فرآیندی چغندر و نیشکر

Cane	Rha	Ara	Xyl	Man	Gal	GLc	Aconitic
72-370*	0.3	13.5	7.1	9.2	4.5	46.8	11.2
70-321*	0.7	11.0	2.1	5.1	7.1	51.6	11.7
65-357**	8.8	33.2	10.1	4.9	35.2	7.8	-
Beet	**Rha**	**Ara**	**Xyl**	**Man**	**Gal**	**GLc**	**Aconitic**
Thin Juice1	3.3	48.8	0.3	1.3	36.2	8.8	-
Thin Juice2	-	44.8	2.4	0.93	34.1	17.7	-

* بخش غیرقابل دیالیز، پلی‌ساکارید طبیعی خالص‌سازی نشده نیشکر
** پلی‌ساکارید طبیعی خالص‌سازی شده نیشکر
1. From Vogel and Schiweck, 1988.
2. From Clarke, et al., 1989 (depectinated raw juice).

جدول ۴: ترکیب منومری پلی‌ساکاریدی در قسمت غیر قابل دیالیز نمونه‌های فرآوری چغندر

Sample	Rhamnose	Arabinose	Xylose	Mannose	Galactose	Glucose
Raw Juice	2.1	65.1	3.6	4.2	23.1	2.0
Thin Juice	1.9	61.5	1.2	2.8	29.3	3.3
Thick Juice	1.1	59.5	0.8	6.8	28.4	3.5
Std. liquor	1.1	62.4	0.8	5.0	27.7	3.2
White Sugar	2.2	48.6	1.5	7.6	27.4	10.3
Molasses	0.9	57.4	0.8	3.6	31.7	5.8

جدول ۵: ترکیب منومری بخش پلی‌ساکاریدی قسمت غیرقابل دیالیز در شکرخام نیشکر

Cane	Rha	Ara	Xyl	Man	Gal	GLc	Aconitic
Lvory Coast	0.2	5.2	2.01	5.0	2.7	65.7	9.8
Brazil	0.6	5.5	3.1	3.4	4.1	77.7	0.7
Florida	0.5	5.5	2.5	2.2	4.5	78.0	1.7
Louisiana	0.2	3.6	2.0	1.4	2.7	80.7	5.2
Dom. Rep.	0.7	8.8	5.2	4.2	5.9	71.3	0.5
Australia	1.0	7.8	4.3	3.8	7.2	56.8	10.7

جدول ۶: مقایسه ترکیب منومری بخش غیرقابل دیالیز شکرهای سفید نیشکر و چغندر

Cane	Rhamnose	Arabinose	Xylose	Mannose	Galactose	Glucose
Louisiana	1.90	1.37	1.60	3.22	3.07	88.8
Florida	1.04	2.66	2.50	2.93	3.75	86.2
South Africa	0.81	1.29	1.80	2.06	2.36	91.7
Central Am.	2.08	3.30	0.21	0.98	4.51	89.9
Beet	**Rhamnose**	**Arabinose**	**Xylose**	**Mannose**	**Galactose**	**Glucose**
Nov. 8, 2000	3.1	46.9	1.4	8.1	29.3	11.3
Dec. 23., 2000	1.86	49.2	1.74	7.60	27.1	12.6
Feb. 27, 2001	2.64	53.5	1.32	7.41	27.5	7.68

جدول ۷: توزیع مونومرهای پلی‌ساکارید بین شستشودهنده و احیا شده از ستون رزین تبادل آنیونی قوی از نوع IRA-900

Sample	Rhamnose	Arabinose	Xylose	Mannose	Galactose	Glucose
Eluate	1.65	2.96	1.69	1.94	1.78	90.0
Regenerate	4.73	23.6	5.87	4.34	34.0	27.5

با پلی‌ساکارید طبیعی باند شده در بعضی از ارقام رویشی نیشکر در لوئیزیانا را نشان می‌داد.

جدول ۴، ترکیب نمونه‌های فرآوری چغندر را نشان می‌دهد به‌طوری که تغییر کمی در سرتاسر فرآیند وجود دارد. شکر سفید افزایش مقدار گلوکز و کاهش مقدار آرابینوز را نشان می‌دهد، اما در اصل پلی‌ساکارید آرابینوگالاکتان ترکیب اصلی می‌باشد.

جدول ۵، ترکیب منوساکارید بخش غیرقابل دیالیز چندین نمونه شکرخام نیشکر را نشان می‌دهد. در مورد شکرهای خام در سراسر دنیا ثبات عمومی به این نتایج وجود دارد. بخش پلی‌ساکاریدی عمدتاً از گلوکز بوده، با مقادیر قابل‌توجهی از قندهای پلی‌ساکارید طبیعی و اسیدآکونیتیک در بعضی موارد، نه در همه، شکرهای‌خام است. مطالعه قبلی نشان داده است که همبستگی بین مقدار غلظت اسید آکونیتیک با رسیدگی نیشکر در موقع برداشت وجود دارد. همچنین حضور نشاسته و دکستران به مقدار بالاتر گلوکز در بخش‌های شکرخام کمک می‌کند.

جدول ۶، ترکیب منومری بخش غیرقابل دیالیز شکر نیشکر و چغندر را مقایسه می‌کند. شکرهای نیشکر ترکیبات مشابهی با شکرخام نشان می‌دهد که تغییرات کمی در فرآیند تصفیه اتفاق می‌افتد. قسمت پلی‌ساکارید طبیعی کاهش یافته، درحالی‌که قسمت گلوکزی تا نزدیک به ۹۰درصد افزایش یافته است. در مقابل، شکرهای چغندر الگوی شبیه به شربت‌خام، با مقدار گالاکتوز بالاتر نشان می‌دهند.

جدول ۷، توزیع منومرهای پلی‌ساکاریدی شکرخام نیشکر لوئیزیانای تیمار شده با رزین تبادل یونی بازی قوی با ستون IRA900 در شکل کلرایدی نشان می‌دهد. شستشودهنده رزین محتوی بخش ساکاروزی است. این نشان می‌دهد که بسیاری از پلی‌ساکاریدها اسیدی آرابینوگالاکتان نیشکر توسط رزین حذف شده بود، همچنین پلی‌مرهای غنی از گلوکز، احتمالاً دکستران و نشاسته محلول، همراه با مقدار ناچیز آرابینو گالاکتان و همی‌سلولز بود. پلی‌ساکاریدهای باقی‌مانده در شستشودهنده میل ورود به کریستال ساکاروز داشتند. در انتهای شکر نیشکر تصفیه‌شده، در داخل کریستال‌های شکر تصفیه‌شده ترکیب مواد پلی‌ساکاریدی بسیار شبیه به موارد فوق دیده شده است. (مطابق جدول ۶)

تفاوت‌ها در وزن مولکولی چغندر و نیشکر

نتایج به‌دست آمده از کروماتوگرافیک نشان می‌دهد که ترکیبات رنگی شکر نیشکر دارای طیف وسیع‌تری از وزن

جدول ۸: محدوده‌های وزن مولکولی انواع نمونه‌های فرآوری نیشکر و چغندر			
Cane Crusher Juice		**Raw Beet Juice**	
MW Ranges	% of Total	MW Ranges	% of Total
782.000	5.2	231.000 - 538.000	77
15.000 - 211.000	49.9	141.000	18
97.000	14.7	23.000	2
18.000 - 31.000	17.1	14.500	2
<12.000	13.0	<12.000	1
Raw Cane Sugar (Gabon)		**Beet Thin Juice**	
MW Ranges	% of Total	MW Ranges	% of Total
840.000	0.2	900.000	7
170.000 - 264.000	19.5	119.000 - 31.3.000	10
23.800 - 37.000	40.0	20.000 - 40.000	28
13.300	16.6	12.000	19
<12.000	23.6	<12.000	35
White Cane Sugar		**White Beet Sugar**	
MW Ranges	% of Total	MW Ranges	% of Total
>1.000.000	8.9	200.000.000.000	2
700.000	2.1	20.000 - 30.000	58
27.000 - 57.000	66.3	12.000	22
12.000 - 18.000	12.2	<12.000	18
<12.000	11.0		

مولکولی، به‌طور کلی وزن مولکولی بالاتر از شکر چغندر دارد. جدول ۸ فهرستی از محدوده وزن مولکولی انواع نمونه‌های فرآوری نیشکر و چغندر می‌باشد. به‌طور کلی، داده‌ها نشان می‌دهد که وزن مولکولی ترکیبات رنگی در نیشکر نسبت به ترکیبات رنگی چغندر بالاتر می‌باشد.

۳. نتیجه‌گیری

این بررسی مرور کلی بر برخی از تفاوت‌های میان مواد با وزن مولکولی بالا در فرآوری نیشکر و چغندر اشاره کرده است. ترکیبات رنگی (در طول موج 270nm) و پلی‌ساکاریدها (با رزین تبادل یونی) مورد مطالعه قرار گرفته‌اند.

در فرآوری نیشکر به‌طور قابل‌توجهی مقادیر بالاتر رنگ و پلی‌ساکارید ورودی نسبت به فرآوری چغندر دارد، این ممکن است دلیلی بر حذف بسیار بالای رنگ چغندر نسبت به نیشکر، تقریباً ۱۰۰ به ۱ در چغندر و ۱۰ به ۱ در نیشکر باشد. در این بررسی، حذف پلی‌ساکارید در چغندر (از شربت غلیظ به شکر سفید) ۱۲ به ۱ و در نیشکر (از شربت اواپراتور به شکرخام) فقط ۶ به ۱ بود. بنابراین، حذف پلی‌ساکارید در فرآوری چغندر ۲ برابر نیشکر است. در این مطالعه، حذف رنگ ۷۱ به ۱ در چغندر و ۱۴ به ۱ در نیشکر بود.

پلی‌ساکاریدهای نیشکر و چغندر آرابینوگالاکتان‌ها هستند، اما طبیعت پلی‌ساکارید ورودی به شربت‌خام چغندر تغییر کرده و به‌صورت ترکیبات رنگی درمی‌آیند، که در فرآیند کربوتاسیون و خالص‌سازی، ترکیبات رنگی باقی‌مانده با وزن مولکولی پایین‌تر بیشتر و به‌راحتی حذف می‌شود. به‌احتمال زیاد از محصولات تجزیه قلیایی قند انورت ساخته شده‌اند و قسمتی از این ترکیبات رنگی به داخل کریستال شکر سفید چغندر وارد می‌شود.

اساسی‌ترین تفاوت میان ترکیبات رنگی نیشکر و چغندر آن است که رنگ ورودی به شربت نیشکر عمدتاً در اثر فرآیند ملایم ساخت شکرخام در سراسر فرآیند بدون تغییر باقی می‌ماند. آنها عمدتاً رنگدانه‌های گیاهی متصل‌شده با پلی‌ساکارید هستند. این رنگدانه‌ها به‌نظر می‌رسد که تمایل بسیار زیادتری برای داخل شدن به کریستال شکر سفید نسبت به ترکیبات رنگی تولید شده طی فرآوری چغندر دارند.

اساسی‌ترین تفاوت میان ترکیبات رنگی نیشکر و چغندر آن است که رنگ ورودی به شربت نیشکر عمدتاً در اثر فرآیند ملایم ساخت شکرخام در سراسر فرآیند بدون تغییر باقی می‌ماند. آنها عمدتاً رنگدانه‌های گیاهی متصل‌شده با پلی‌ساکارید هستند

بررسی روند تغییرات شیمیایی مؤثر بر کیفیت تکنولوژیکی چغندرقند در طی برداشت و نگهداری در شرایط مزرعه

نویسندگان: مجید آقایی[۱] مسعود هنرور[۲] مریم میزانی[۳] محسن بذرافشان[۴]
۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، ۲. استادیار و ۳. دانشیار دانشکده علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران ۴. مربی بخش تحقیقات چغندرقند مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس

کلید واژه: رقم، درصد قند، چغندرقند، کیفیت تکنولوژیکی ، مدت زمان نگهداری، مزرعه

چکیده

درحال‌حاضر ظرفیت کارخانه‌های قندوشکر کشور کمتر از میزان چغندری است که روزانه برداشت می‌شود، بنابراین تعداد زیادی از کشاورزان جهت کشت گندم در زمین چغندر اقدام به برداشت محصول می‌کنند و ریشه‌ها را تا تحویل توسط کارخانه در کنار مزرعه سیلو می‌کنند. با انجام آزمون فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی، تأثیر فاکتورهای مستقل زمان نگهداری (۰، ۱، ۲، ۳ و ۴ هفته)، اندازه چغندرها (ریز، متوسط و درشت) و رقم محصول (روزیر و ایزه‌لا) بر روی ویژگی‌های شیمیایی چغندرها در طی برداشت و نگهداری مورد بحث و بررسی قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر اندازه ریشه و مدت نگهداری برای همه صفت‌های مورد بررسی $P<0.05$ معنی‌دار است. بین درصد قند و اندازه ریشه رابطه منفی وجود داشت اما بین درصد ناخالصی‌ها و اندازه ریشه رابطه مثبت وجود داشت. با افزایش مدت ماندگاری ریشه‌ها در کنار مزرعه تا دو هفته اول درصد قند، ماده خشک، قند قابل استحصال، سدیم، پتاسیم، نیتروژن آمینه ریشه‌ها به‌دلیل از دست دادن رطوبت و پلاسیدگی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت اما در هفته سوم و چهارم نگهداری به‌دلیل کاهش دما، وجود بارندگی در منطقه و افزایش رطوبت نسبی محیط و در نتیجه افزایش رطوبت ریشه‌ها مقدار ترکیبات مذکور کاهش یافت. باتوجه به نتایج ذکر شده، تغییرات کمی و کیفی چغندرقند در طی نگهداری در شرایط طبیعی مزرعه مرتبط با شرایط آب و هوایی در منطقه و اندازه چغندرها است، به‌طور کلی نگهداری چغندرها در کنار مزرعه سبب پلاسیدگی ریشه‌ها می‌شود و کیفیت تکنولوژیکی ریشه‌ها را کاهش می‌دهد.

باتوجه به نتایج ذکر شده، تغییرات کمی و کیفی چغندرقند در طی نگهداری در شرایط طبیعی مزرعه مرتبط با شرایط آب و هوایی در منطقه و اندازه چغندرها است، به‌طور کلی نگهداری چغندرها در کنار مزرعه سبب پلاسیدگی ریشه‌ها می‌شود و کیفیت تکنولوژیکی ریشه‌ها را کاهش می‌دهد

مقدمه

یکی از مؤثرترین پارامترها در فرآیند تولید شکر، کیفیت ماده اولیه یعنی چغندرقند است. کارآیی کارخانه‌های قند به‌طور وسیعی وابسته به کیفیت چغندرقند است. پژوهش‌ها نشان داده است که عوامل زیادی باعث کاهش کیفیت چغندرقند می‌شوند؛ کاهش کیفیت باعث افزایش ضایعات قندی و وزنی چغندرقند هنگام نگهداری و کاهش استحصال در فرآیند می‌شود.

درحال حاضر ظرفیت کارخانه‌های قندوشکر کشور کمتر از میزان چغندری است که به‌صورت روزانه برداشت می‌شود. گاهی اوقات در روزهایی که هوا مناسب است، تعداد زیادی از کشاورزان جهت کشت گندم در زمین چغندرقند اقدام به برداشت محصول می‌کنند. درصورتی که در این دوره با بارندگی‌های فصلی مواجه شوند، مدت

زمان نگهداری ریشه‌های برداشت شده در مزرعه طولانی‌تر می‌شود.

Klotz و همکاران (۲۰۰۹) دو واریته چغندرقند را به مدت ۴ هفته در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی‌های بالا (۸۵ درصد) و پایین (۴۰ درصد) نگهداری کردند آنها به این نتیجه رسیدند که نگهداری چغندرها در رطوبت نسبی پایین سبب کاهش ۵۰ درصد از وزن می‌شود که این کاهش وزن سبب تغییر وضعیت فیزیولوژی چغندر شده و میزان تنفس در چغندر را افزایش می‌دهد.

Swaaij و Huijbregts (۲۰۱۰) به نگهداری ۱۲ واریته چغندرقند در شرایط مختلف در ۶ کشور پرداختند. تمام نمونه‌ها قبل و بعد از نگهداری وزن شدند و مورد تجزیه شیمیایی قرار گرفتند. نتایج تجزیه شیمیایی آن‌ها نشان‌دهنده تفاوت بین واریته‌ها در کاهش کیفیت چغندر بعد از نگهداری بود که این کاهش کیفیت نه‌تنها به‌خاطر کاهش درصد قند بلکه به‌خاطر افزایش قند انورت و نیتروژن محلول بود.

بهزاد و همکاران (۱۳۸۹) دریافتند که اندازه و رقم چغندرقند در کنار ارتفاع ذخیره‌سازی در سیلو می‌تواند در تغییرات وزنی و قندی مؤثر باشد. با این حال، بهینه‌سازی این شاخص‌ها تا میزان قابل‌توجهی موجبات کاهش افت وزنی و تغییر در عیار چغندرقند به‌عنوان یکی از مهم‌ترین شاخص‌های کیفی طی نگهداری در سیلو را فراهم می‌کند. تحقیقات بسیار زیادی اثبات کرده‌اند که کاهش عیار باعث ضایعات قندی مستقیم و غیرمستقیم شده و منجر به افت استحصال می‌شود.

نوقابی و همکاران (۱۳۸۸) به اثر روش نگهداری ریشه در سیلوی کنار مزرعه بر ضایعات وزنی و کیفیت تکنولوژیکی چغندرقند در مدت زمان‌های مختلف پرداختند آنها اثر دو روش نگهداری به‌صورت کپه در مزرعه و سیلوی کنار مزرعه را روی کیفیت تکنولوژیکی چغندرقند مورد بررسی قرار دادند مقایسه ضایعات شکر در دو روش نگهداری نشان داد که به‌طور متوسط ضایعات شکر در روش نگهداری چغندرقند در سیلوی کنار مزرعه کمتر از نگهداری به‌صورت کپه در سطح مزرعه است.

نتایج آزمایشات بابایی و همکاران (۱۳۸۱) نشان داد بین میانگین وزن تک‌ریشه و درصد قند آن یک همبستگی منفی وجود داشت به‌طوری که هرچه چغندرقند ریزتر بود درصد قند آن بیشتر بود و درصد قند در چغندرهای خیلی درشت پایین بود و ناخالصی‌های سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره برای چغندرهای خیلی درشت و خیلی ریز بالا بود.

هدف از این تحقیق بررسی روند تغییرات برخی از ویژگی‌های شیمیایی دو رقم چغندرقند در طی برداشت و نگهداری در شرایط طبیعی مزرعه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق با هدف بررسی روند تغییرات برخی از ویژگی‌های شیمیایی چغندرقند در طی برداشت و نگهداری در شرایط مزرعه در سال ۱۳۹۱ در قالب آزمایش فاکتوریل (A×B) بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتور A شامل دو رقم تجارتی چغندرقند به نام روزیور و ایزیلا و فاکتور B زمان تحویل به کارخانه (فاصله برداشت تا تحویل) شامل:

۱. زمان برداشت
۲. یک هفته پس از برداشت
۳. دو هفته پس از برداشت
۴. سه هفته پس از برداشت
۵. چهار هفته پس از برداشت بود.

کاشت مزرعه در نیمه دوم اردیبهشت در منطقه اسفندران شهرستان مرودشت در استان فارس انجام شد. کلیه عملیات داشت براساس روش‌های متداول به‌زراعی این محصول انجام شد. عملیات برداشت در نیمه دوم آبان‌ماه همان سال صورت گرفت.

درصد قند به روش پلاریمتری، مقدار سدیم و پتاسیم به روش فلیم‌فتومتری، مقدار نیتروژن آمینه به‌روش عدد آبی، قند ملاس بر اساس مقدار سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره به‌وسیله یکی از فرمول‌های تجربی متداول و ماده خشک هر نمونه با قرار دادن قسمتی از نمونه خمیر در آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن ثابت انجام شد.

داده‌های به‌دست آمده با استفاده از روش تجزیه واریانس تجزیه آماری شدند و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح معنی‌داری ۵ درصد انجام شد. تمامی این مراحل با نرم‌افزار آماری SAS و دستورات مرتبط صورت گرفت.

نتایج و بحث

بررسی نتایج تجزیه واریانس در جدول یک نشان داد که اثر رقم بر صفات ناخالصی‌های ریشه (سدیم، پتاسیم و نیتروژن آمینه) و قند ملاس در سطح معنی‌داری ($P<0.05$) دارای تفاوت آماری می‌باشد. ولی از لحاظ سایر صفت‌های کمی و کیفی تأثیر معنی‌داری را نشان نداد. (جدول ۱)

اندازه ریشه روی تمام صفات مورد بررسی ($P<0.05$) تأثیر معنی‌داری داشت بدین مفهوم که ریشه‌های با

بین میانگین وزن تک‌ریشه و درصد قند آن یک همبستگی منفی وجود داشت به‌طوری که هرچه چغندرقند ریزتر بود درصد قند آن بیشتر بود و درصد قند در چغندرهای خیلی درشت پایین بود و ناخالصی‌های سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره برای چغندرهای خیلی درشت و خیلی ریز بالا بود

اندازه‌های مختلف دارای مقادیر مختلفی از درصد قند بودند و از طرف دیگر ناخالصی‌های سدیم، پتاسیم و نیتروژن آمینه نیز در اندازه‌های مختلف ریشه متفاوت بود که همه این عوامل بر شکر قابل‌استحصال و ضریب استحصال شکر تأثیرگذار بودند. میزان درصد قند در چغندرهای درشت پایین بود و ناخالصی‌های سدیم، پتاسیم و نیتروژن آمینه آن‌ها نیز بالاتر بود. (جدول ۲)

بررسی نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر زمان نگهداری بر تمام صفات مورد بررسی در سطح ۵ درصد معنی‌دار است؛ اثر متقابل نگهداری در مزرعه در رقم بر صفات سدیم، پتاسیم، نیتروژن آمینه، ضریب استحصال و قند ملاس در سطح ۵ درصد و اثر متقابل مدت ماندگاری در اندازه ریشه بر صفات سدیم، ضریب استحصال، قند ملاس و ماده خشک معنی‌دار شد. (جدول ۱)

تأثیر رقم، اندازه ریشه و زمان نگهداری بر روی صفات شیمیایی درصد قند(عیار)

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین دو رقم مورد بررسی از نظر درصد قند تفاوت آماری وجود ندارد. (جدول ۱)

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که رقم ایزیلا با۲۲/۳۳ دارای کمترین و رقم روزیور با ۲۲/۵۲ دارای بیشترین مقدار قند بود. (جدول ۲)

بین اندازه ریشه و درصد قند رابطه منفی وجود داشت به‌طوری که درصد قند در ریشه‌های کوچک بالا بود و ریشه‌های بزرگ دارای کمترین درصد قند بودند و ناخالصی‌های سدیم و پتاسیم و نیتروژن مضره در ریشه‌های بزرگ بیشتر بود. (جدول ۲)

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر زمان نگهداری بر درصد قند معنی‌دار($P<0.05$) می‌باشد. (جدول ۱)

جدول مقایسه میانگین نشان می‌دهد که مقدار عیار در هفته اول افزایش و سپس در هفته‌های بعد روند نزولی از خود نشان داده است. (جدول ۲)

مطالعات نشان داده است در طی نگهداری ساکاروز کاهش می‌یابد لیکن آزمایشات انجام شده در چغندرهای نگهداری شده این واقعیت را نشان نمی‌دهد دلیل عمده این مغایرت این است که ضایعات آبی منجر به تغلیظ ساکاروز شده و افزایش عیار را در هفته اول نگهداری را در پی داشته است.

همچنین در اثر نگهداری چغندر مقدار گلوکز، فروکتوز و دکستران در نمونه‌ها افزایش می‌یابد و چون گلوکز، رافینوز و دکستران راست‌گردان و فروکتوز چپ‌گردان است، لذا ساخته شدن این مواد روی پلاریمتر اثر گذاشته و عیار واقعی را پس از ذخیره‌سازی نشان نمی‌دهد.

نتایج مربوط به مقایسه مدت زمان نگهداری چغندر نشان می‌دهد که افزایش عیار هفتگی ریشه چغندر در هفته اول بیشتر از هفته‌های بعد می‌باشد. که دلیل بیشتر بودن عیار در هفته اول احتمالاً به‌دلیل بالاتر بودن دمای هوا در هفته اول نگهداری ریشه‌ها و همچنین به‌علت بیشتر بودن مقدار تنفس ریشه‌ها بلافاصله پس از برداشت در اثر صدمات وارد شده و سپس کاهش مقدار تنفس می‌باشد.

قند قابل استحصال

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین دو رقم از نظر قند قبل استحصال تفاوت آماری وجود ندارد. (جدول ۱)

میانگین قند قابل استحصال ارقام ایزیلا و روزیور به ترتیب ۱۹/۱۶ و ۱۹/۲۷ درصد بود. (جدول ۲)

بین اندازه ریشه و درصد قند قابل‌استحصال رابطه منفی وجود داشت. (جدول ۱)

بدین‌ترتیب که ریشه‌های کوچک دارای قند قابل‌استحصال بالایی بودند که اولاً به‌دلیل بالا بودن درصد قند در ریشه‌های کوچک می‌باشد و ثانیاً درصد ترکیبات ملاس‌زا در ریشه‌های کوچک پایین است که سبب افزایش قند قابل استحصال در ریشه‌های کوچک شده است.

با افزایش مدت ماندگاری تا یک هفته قند قابل‌استحصال به‌دلیل افزایش عیار که در نتیجه خشک شدن ریشه‌ها بود افزایش یافت و در هفته‌های بعد به‌دلیل افزایش رطوبت نسبی محیط روند کاهشی را از خود نشان داد و باتوجه به این‌که قند قابل‌استحصال از تفاضل درصد قند با قند ملاس به‌دست می‌آید این نتیجه منطقی به‌نظر می‌آید تحقیقات نیز نشان داده است در طی نگهداری ترکیبات شیمیایی چغندر تغییر می‌کند و در نتیجه آن مقدار قند قابل‌استحصال تغییر می‌یابد.

ضریب استحصال

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین دو رقم از نظر ضریب استحصال تفاوت آماری وجود ندارد. (جدول ۱)

میانگین ضریب استحصال در دو رقم ایزیلا و روزیور به ترتیب ۸۵/۶۴ و ۸۵/۳۳ درصد بود. (جدول۲)

ریشه‌های بزرگ به‌دلیل پایین بودن درصد قند از یک‌سو و بالا بودن ناخالصی‌ها از سوی دیگر راندمان استحصال پایینی دارند که ضریب استحصال شکر در کارخانجات قند را کاهش می‌دهد. (جدول ۲)

با افزایش مدت ماندگاری تا یک هفته ضریب استحصال

با افزایش مدت ماندگاری تا یک هفته قند قابل‌استحصال به‌دلیل افزایش عیار که در نتیجه خشک شدن ریشه‌ها بود افزایش یافت و در هفته‌های بعد به‌دلیل افزایش رطوبت نسبی محیط روند کاهشی را از خود نشان داد و باتوجه به این‌که قند قابل‌استحصال از تفاضل درصد قند با قند ملاس به‌دست می‌آید این نتیجه منطقی به‌نظر می‌آید

به‌دلیل افزایش عیار که در نتیجه خشک شدن ریشه‌ها بود افزایش یافت و در هفته‌های بعد به‌دلیل افزایش رطوبت نسبی محیط روند کاهشی را از خود نشان داد.

درصد قند ملاس

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین دو رقم مورد بررسی از نظر میزان قند ملاس تفاوت آماری وجود دارد. (جدول ۱)

همچنین مقایسه میانگین نشان داد که میانگین درصد قند ملاس در رقم ایزیلا و روزیور به ترتیب ۲/۶۹ و ۲/۵۶ درصد می‌باشد. (جدول ۲)

ریشه‌های بزرگ به‌دلیل دارا بودن ناخالصی‌های بیشتر دارای قند ملاس بیشتری بودند. (جدول ۲)

با افزایش مدت ماندگاری قند ملاس افزایش یافت. نگهداری چغندر در سیلو علاوه بر مصرف ساکاروز با دیگر تغییرات بیوشیمیایی همراه است که می‌تواند بر مقدار قند ملاس تأثیر بگذارد.

ماده خشک

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین دو رقم مورد بررسی از نظر میزان ماده خشک تفاوت آماری وجود ندارد (جدول ۱). میانگین ماده خشک در دو رقم ایزیلا و روزیور به ترتیب ۳۱/۴۸ و ۳۱/۲۸ درصد بود. (جدول ۲)

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین اندازه ریشه از نظر ماده خشک تفاوت آماری وجود دارد. (جدول ۱)

به این‌صورت که ریشه‌های کوچک‌تر دارای ماده خشک بیشتری بودند که این موضوع منطقی به‌نظر می‌رسد زیرا چغندرهای ریز دارای سطح نسبی بالاتری می‌باشند که در نتیجه سبب افزایش ضایعات بیشتری در طی نگهداری می‌شود که سبب افزایش ماده خشک بیشتری شده است.

با افزایش مدت نگهداری در سیلو طی هفته اول ماده خشک افزایش و سپس به‌دلیل افزایش رطوبت نسبی محیط روند کاهشی از خود نشان داد.

صفت ماده خشک در ارتباط مستقیم با کاهش وزن چغندر است به‌طوری که کاهش وزن چغندر موجب افزایش ماده خشک می‌شود.

تأثیر رقم، اندازه ریشه و زمان نگهداری بر روی ناخالصی‌های ریشه شامل (نیتروژن آمینه، سدیم و پتاسیم)

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که از نظر ناخالصی‌ها در دو رقم مورد بررسی تفاوت آماری در سطح ۵درصد وجود دارد. (جدول ۱)

از نظر میزان ناخالصی‌ها میانگین مقدار سدیم ارقام ایزیلا و روزیور به ترتیب ۲/۱۴ و ۱/۹۱ میلی‌مول در ۱۰۰ گرم خمیر چغندر بود. (جدول ۲)

میانگین مقدار پتاسیم ارقام ایزیلا و روزیور به ترتیب ۵/۵۱ و ۵/۸۷ میلی‌مول در ۱۰۰ گرم خمیر چغندر بود. (جدول ۲)

میانگین مقدار نیتروژن آمینه ارقام ایزیلا و روزیور به‌ترتیب ۲/۶۷ و ۳/۰۷ میلی‌مول در ۱۰۰ گرم خمیر چغندر بود. (جدول ۲)

ناخالصی‌های ریشه در ریشه‌های بزرگ بیشتر و درصد قند آن‌ها پایین بود. (جدول ۲)

نتایج آزمایشات بابایی (۱۳۸۲) نیز نشان می‌دهد درصد قند در ریشه‌های بزرگ پایین و درصد ناخالصی‌های آن‌ها نیز بالاتر می‌باشد.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر زمان نگهداری بر ناخالصی‌های ریشه شامل (سدیم، پتاسیم و ازت آمینه) معنی‌دار ($P<0.05$) می‌باشد. (جدول ۱)

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که مقدار سدیم و پتاسیم در دو هفته اول افزایش و سپس کاهش یافته است. (جدول ۲)

ضایعات وزنی که در نتیجه ضایعات آبی است در چغندرها، طی دو هفته اول بیشتر بوده است. این ضایعات آبی باعث افزایش غلظت عصاره چغندرقند شده و در نتیجه مقدار سدیم و پتاسیم افزایش یافته که مطابق با تحقیقات کنتر و هافمن در سال ۲۰۰۶ است.

با توجه به این‌که سدیم ساخته و یا هیدرولیز نمی‌شود بنابراین علت افزایش سدیم ضایعات قندی چغندر بوده که باعث تغلیظ عصاره چغندر شده است.

مطالعات تحقیقات مارتین و همکاران (۲۰۰۱) و جاگارد و همکاران (۱۹۹۷) نشان داده است افزایش مقدار کمی در نیتروژن آمینه در طی نگهداری اتفاق می‌افتد.

در این مطالعه نیز مقدار نیتروژن آمینه تا هفته سوم نگهداری افزایش و سپس فرآیند کاهشی را نشان داده است که دلیل آن را می‌توان به هیدرولیز ترکیبات پروتئینی نسبت داد که توسط وکوو و هانگیال نیز در سال ۱۹۸۵ ثابت شده است و فرآیند کاهشی در هفته چهارم را می‌توان به تولید آمینواسید از ترکیبات نیتروژن آمینه نسبت داد.

در طی نگهداری در نتیجه فرآیندهای آنزیمی ترکیبات غیرساکاروزی در ریشه تجمع پیدا می‌کنند ترکیبات نیتروژنی نامحلول مانند پروتئین به آمینواسیدها هیدرولیز

مقدار نیتروژن آمینه تا هفته سوم نگهداری افزایش و سپس فرآیند کاهشی را نشان داده است که دلیل آن را می‌توان به هیدرولیز ترکیبات پروتئینی نسبت داد که توسط وکوو و هانگیال نیز در سال ۱۹۸۵ ثابت شده است و فرآیند کاهشی در هفته چهارم را می‌توان به تولید آمینواسید از ترکیبات نیتروژن آمینه نسبت داد

جدول ۱: مقایسه میانگین* سطوح رقم، اندازه ریشه و زمان ماندگاری ریشه‌های چغندر برای صفات درصد قند، سدیم، پتاسیم، نیتروژن آمینه، آلکالیتی، قند قابل‌استحصال، ضریب استحصال و قند ملاس

سطوح تیمار		مقدار قند	سدیم	پتاسیم	نیتروژن آمینه	آلکالیتی	قند قابل استحصال	ضریب استحصال	قند ملاس	ماده خشک
		درصد		میلی اکی والان در ۱۰۰گرم خمیر چغندرقند	درصد					
رقم	ایزیلا	۲۲/۳۳a	۲/۱۴a	۵/۵۱b	۲/۶۷b	۲/۸۹a	۱۹/۱۶a	۸۵/۶۴a	۲/۵۶b	۳۱/۴۸a
	روزیور	۲۲/۵۲a	۱/۹۱b	۵/۸۷a	۳/۰۷a	۲/۵۲b	۱۹/۲۷a	۸۵/۳۳a	۲/۶۵a	۳۱/۲۸a
اندازه ریشه	ریز	۲۳/۶۲a	۱/۵۱c	۵/۱۱c	۲/۵۹c	۲/۵۸c	۲۰/۸۱a	۸۸/۰۶a	۲/۲۱c	۳۳/۱۵a
	متوسط	۲۲/۹۱a	۱/۹۹b	۵/۶۱b	۲/۸۶b	۲/۷۰b	۱۹/۷۴b	۸۶/۰۸b	۲/۵۶b	۳۱/۷۲b
	درشت	۲۰/۷۴b	۲/۵۷a	۶/۳۴a	۳/۱۶a	۲/۸۴a	۱۷/۰۹c	۸۲/۳۲c	۳/۰۴a	۲۹/۲۷c
زمان نگهداری	تازه	۲۰/۷۷c	۱/۷۹b	۵/۹۷a	۲/۵۹d	۳/۰۵a	۱۷/۵۷c	۸۴/۳۹c	۲/۶۰ac	۲۹/۰۱d
	یک هفته	۲۳/۵۷a	۱/۸۹b	۵/۴۸c	۲/۸۲c	۲/۶۴b	۲۰/۴۸a	۸۶/۷۶a	۲/۴۸c	۳۳/۲۷a
	دوهفته	۲۳/۳۹a	۲/۲۳a	۵/۷۱c	۳/۰۱a	۲/۶۳b	۲۰/۰۹a	۸۵/۷۳b	۲/۶۹a	۳۲/۲۷a
	سه هفته	۲۲/۳۰b	۲/۱۰a	۵/۸۰a	۳/۰۵a	۲/۵۹b	۱۹/۰۱b	۸۵/۱۷b	۲/۶۸ba	۳۱/۷۳b
	چهارهفته	۲۲/۰۸b	۲/۱۰a	۵/۴۹c	۲/۸۹c	۲/۶۲b	۱۸/۹۱b	۸۵/۳۷b	۲/۵۷bc	۳۰/۰۷c

اعدادی که با حروف غیرمشابه نشان داده شده اند دارای اختلاف آماری معنی‌داری می‌باشند ($P<0.05$).

جدول ۲: مقایسه میانگین* سطوح رقم، اندازه ریشه و زمان ماندگاری ریشه‌های چغندر برای صفات درصد قند، سدیم، پتاسیم، نیتروژن آمینه، آلکالیتی، قند قابل‌استحصال، ضریب استحصال و قند ملاس

سطوح تیمار		مقدار قند	سدیم	پتاسیم	نیتروژن آمینه	آلکالیتی	قند قابل استحصال	ضریب استحصال	قند ملاس	ماده خشک
		درصد		میلی اکی والان در ۱۰۰گرم خمیر چغندرقند	درصد					
رقم	ایزیلا	۲۲/۳۳a	۲/۱۴a	۵/۵۱b	۲/۶۷b	۲/۸۹a	۱۹/۱۶a	۸۵/۶۴a	۲/۵۶b	۳۱/۴۸a
	روزیور	۲۲/۵۲a	۱/۹۱b	۵/۸۷a	۳/۰۷a	۲/۵۲b	۱۹/۲۷a	۸۵/۳۳a	۲/۶۵a	۳۱/۲۸a
اندازه ریشه	ریز	۲۳/۶۲a	۱/۵۱c	۵/۱۱c	۲/۵۹c	۲/۵۸c	۲۰/۸۱a	۸۸/۰۶a	۲/۲۱c	۳۳/۱۵a
	متوسط	۲۲/۹۱a	۱/۹۹b	۵/۶۱b	۲/۸۶b	۲/۷۰b	۱۹/۷۴b	۸۶/۰۸b	۲/۵۶b	۳۱/۷۲b
	درشت	۲۰/۷۴b	۲/۵۷a	۶/۳۴a	۳/۱۶a	۲/۸۴a	۱۷/۰۹c	۸۲/۳۲c	۳/۰۴a	۲۹/۲۷c
زمان نگهداری	تازه	۲۰/۷۷c	۱/۷۹b	۵/۹۷a	۲/۵۹d	۳/۰۵a	۱۷/۵۷c	۸۴/۳۹c	۲/۶۰ac	۲۹/۰۱d
	یک هفته	۲۳/۵۷a	۱/۸۹b	۵/۴۸c	۲/۸۲c	۲/۶۴b	۲۰/۴۸a	۸۶/۷۶a	۲/۴۸c	۳۳/۲۷a
	دوهفته	۲۳/۳۹a	۲/۲۳a	۵/۷۱c	۳/۰۱a	۲/۶۳b	۲۰/۰۹a	۸۵/۷۳b	۲/۶۹a	۳۲/۲۷a
	سه هفته	۲۲/۳۰b	۲/۱۰a	۵/۸۰a	۳/۰۵a	۲/۵۹b	۱۹/۰۱b	۸۵/۱۷b	۲/۶۸ba	۳۱/۷۳b
	چهارهفته	۲۲/۰۸b	۲/۱۰a	۵/۴۹c	۲/۸۹c	۲/۶۲b	۱۸/۹۱b	۸۵/۳۷b	۲/۵۷bc	۳۰/۰۷c

اعدادی که با حروف غیرمشابه نشان داده شده اند دارای اختلاف آماری معنی‌داری می‌باشند ($P<0.05$).

شده و در نتیجه ممکن است غلظت نیتروژن آمینه افزایش پیدا کند.

نتیجه‌گیری

بـا توجه به نتایج ذکر شـده، تغییـرات کمی و کیفی چغندرقنـد در طی نگهـداری در شـرایط طبیعی مزرعه مرتبط با شـرایط آب و هوایی در منطقه و اندازه چغندرها می‌باشـد، به‌طور کلی نگهداری چغندرهـا در کنار مزرعه سبب پلاسیدگی ریشه‌ها می‌شـود و کیفیت تکنولوژیکی ریشه‌ها را کاهش می‌دهد.