بسم الله الرحمن الرحیم

۲۳۸
۲۳۹

دو ماهنامهٔ کشاورزی
صنعتی، اقتصادی
چغندرقند و نیشکر
سال چهل،
شماره ۲۳۸ و ۲۳۹،
مرداد، شهریور، مهر و آبان 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 / جامعه سالم و بالنده در تعامل دولت و نهادهای مدنی ۲
طرح پیشنهادی انجمن صنفی کارخانه‌های قندوشکر ایران ... ۳
تکنولوژی آینده کشاورزی را می‌سازد (قسمت دوم) ۷
بررسی روند دیفوزیون بر استخراج ناخالصی‌ها در فرآوری چغندر قند ۱۵
شبیه‌سازی و بهینه‌سازی اواپراتورهای چندبدنه‌ای از شربت نیشکر... ۱۹
واکنش میلارد در تانک ذخیره‌سازی ملاس ۲۳
مطالعه تغییرات کمی و کیفی و رسیدگی تکنولوژیک واریته CP73-21 ... 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

جامعه سالم و بالنده در تعامل دولت و نهادهای مدنی

محمدصادق جنان‌صفت

جان لاک یک فیلسوف دوره روشنگری است که دیدگاه‌هایش پس از گذشت دهه‌ها و سده‌ها به مرور از غبار آلودگی و هیاهوهای مکتب‌های مختلف بیرون آمده و در دهه‌های اخیر در کانون سیاست‌گذاری‌های حکمفرمایی قرار دارد. یکی از محوری‌ترین بحث‌های این فیلسوف تقسیم جامعه انسانی به دو نهاد اصلی است.

به‌نظر لاک نهادهای مدنی و نهاد دولت (به‌معنای اعم آن شامل قوه مجریه، قوه مقننه و قوه قضائیه) دو بال جامعه‌های انسانی هستند که باید با هم سازگار باشند تا حرکت ممکن و صعود به مراتب بالاتر با شتاب بیشتر اتفاق بیفتد. نهادهای مدنی شامل خانواده ، بنگاه‌ها، احزاب و تشکل‌های غیردولتی است که اکنون به‌مثابه یک سمت مهم در شکل‌گیری و ماهیت‌بخشی به جامعه نقش غیرقابل‌انکار دارد. جامعه سالم و جامعه نیرومند آن جامعه‌ای است که از نظر تقسیم قدرت میان نهاد دولت و نهادهای مدنی توازن و تعادل برقرار باشد. به‌میزانی که این توازن قدرت رخ دهد از شدت فساد، رانت‌خواری و بیم و هراس کاسته خواهد شد. نهادهای مدنی نیرومند با مشارکت جدی در تنظیم امور مرتبط با دولت و با نظارت سخت و محکم بر عملکرد نهاد دولت راه را بر هر خطایی تنگ و باریک می‌کند. احزاب، رسانه‌های خبری - تحلیلی و نهادهای کارگری و کارفرمایی می‌توانند در تنظیم مسائل مهم در جامعه نقش پررنگ داشته باشند. البته این اتفاق نمی‌افتد جز اینکه اولاً نهاد دولت قبول کند که نهادهای مدنی از جمله تشکل‌های کارفرمایی دارای توانایی کارشناسی بالایی هستند و ثانیاً این نهادها ضمن اینکه منافع صنفی و صنعتی گروه خود را در معادلات لحاظ می‌کنند به منافع ملی نیز توجه کافی دارند.

تجربه ۴ دهۀ اخیر نشان می‌دهد در هر مقطع از زمان وقتی نهاد دولت با انجمن صنفی کارخانه‌های قندوشکر به‌مثابه یکی از قدیمی‌ترین نهادهای صنفی غیردولتی سازگاری و تفاهم داشته‌اند شرایط صنعت و اقتصاد شکر به‌سوی بهبود و پیشرفت بوده است و بالعکس. اگر نخواهیم جای دوری برویم می‌توان با مقیاس و معیار تولید داخلی شکر در برابر واردات و همچنین شاخص آرامش و التهاب در بازار در مقطع ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۲ و نیمه دوم ۱۳۹۲ تا امروز را بررسی کرد. یادمان می‌آید که دولت نهم وقتی در برخورد اول با انجمن صنفی سنگ‌بنای عدم‌اعتماد را گذاشت و تا آخر بر همین روال حرکت کرد، چه بر سر صنعت آمد. تولید داخلی شکر که در سال ۱۳۸۴ به رقم ۱/۳ میلیون تن نزدیک شده بود با سقوط دهشتناک به نزدیک ۵۰۰ هزار تن رسید. در مقابل وقتی دولت یازدهم در نیمه دوم ۱۳۹۲ سنگ‌بنای اعتمادسازی با انجمن را بنا نهاد و این کار تا امروز ادامه داشته است به تولید داخلی شکر به ۲ میلیون تن در سال ۱۳۹۶ رسیده است. علاوه بر این، اگر به شاخص التهاب و آرامش بازار شکر نیز نگاه کنیم دو دوره متفاوت را مشاهده خواهیم کرد. بر همین اساس اعتماد به توانایی‌های انجمن صنفی است که دولت از این نهاد صنفی برای تدوین طرح ساماندهی و مدیریت غیردولتی بر تنظیم بازار قندوشکر کشور دعوت به مشارکت کرده و این نهاد صنفی نیز با مطالعه شرایط چنین طرحی را ارائه کرده است. دقت در این مسأله نشان می‌دهد که می‌توان به مرور زمان به سمتی رفت که نهاد دولت تنها به سیاست‌گذاری‌های کلان اکتفا کرده و بخشی از وظایف خود را به نهادهای مدنی مثل تشکل‌های کارفرمایی دهد. صنعت ایران برای توسعه کیفی و کمی و عبور از مدار توسعه‌نیافتگی به مسائل و امکانات نیازمند است که شاید مهمترین آنها اعتمادسازی گسترده، ژرف و پایدار میان دولت و تشکل‌هاست. وقتی می‌توان توسعه صنفی را در ایران محقق کرد که این اتفاق تمام و کمال رخ دهد و خوشبختانه پس از بهار ۱۳۹۲ در این مسیر حرکت کرده‌ایم. مهمترین هدف از مشارکت فعال دولت و نهادهای مدنی در صنعت قندوشکر رسیدن به نقطه امن در تولید و عبور از مدار وابستگی است. در طرح ارائه شده از طرف انجمن برخی از نکات بسیار مهم گنجانده شده است که در هر مقطع از زمان کاربرد دارد و می‌تواند به‌کار گرفته شود. یکی از این توصیه‌ها اجتناب از چندپارچگی در نهادهای تصمیم‌گیری در سطح ملی است که می‌تواند به تدوین مقررات و آیین‌نامه‌های متناقض منجر شود. طرح پیشنهادی در صفحه داخلی مجله تشریح شده است که می‌تواند محل بحث کارشناسانه باشد.

می‌توان به مرور زمان به سمتی رفت که نهاد دولت تنها به سیاست‌گذاری‌های کلان اکتفا کرده و بخشی از وظایف خود را به نهادهای مدنی مثل تشکل‌های کارفرمایی دهد. صنعت ایران برای توسعه کیفی و کمی و عبور از مدار توسعه‌نیافتگی به مسائل و امکانات نیازمند است که شاید مهمترین آنها اعتمادسازی گسترده، ژرف و پایدار میان دولت و تشکل‌هاست

طرح پیشنهادی

انجمن صنفی کارخانه‌های قندوشکر ایران

برای ساماندهی و مدیریت غیردولتی بر تنظیم بازار قندوشکر کشور

الف: مقدمه

خودکفایی در تأمین قندوشکر مصرفی کشور با تکیه بر استعدادهای موجود در زمینه‌های مختلف کشاورزی، صنعتی و نیروی انسانی، دور از دسترس نیست و در یک برنامه میان‌مدت درصورت وجود عزم و اراده ملی و جدی، امکان تأمین کلیه نیازهای کشور از محل تولیدات داخلی در بخش‌های چغندری و نیشکری وجود دارد.

بر اساس تجربیات و سوابق حاصل از مراجع و چگونگی تصمیم‌گیری در مورد مسایل اساسی و استراتژیک این صنعت و فراز و نشیب متعددی که در طول تاریخ حیات قندوشکر کشور وجود داشته است، متأسفانه به موضوع تولید قندوشکر صرفاً به‌عنوان تدارک یک کالا برای تأمین بخشی از نیاز کشور توجه شده و هیچ‌گاه گستردگی و ابعاد مختلف این صنعت از کشاورزی و اشتغال تا صنایع پایین‌دست و محصولات فرعی آن مورد عنایت قرار نگرفته است.

بر این اساس، صنعت قندوشکر کشور همواره با تصمیمات مقطعی، موردی و کوتاه‌مدت، آنهم از طریق مراجع متعدد و ناهماهنگ و بدون وجود متولی اصلی که مسئولیت عواقب‌ناشی از تصمیمات را برعهده داشته باشد، روبه‌رو بوده است. وجود مصوبات و قوانین مختلفی که هم برحسب شرایط مختلف زمانی و دیدگاه‌های مسئولین وقت تصویب یا تدوین شده نیز نتوانسته است عزم و اراده جدی و برنامه‌ریزی‌شده‌ای را به‌همراه داشته باشد، لذا این قوانین و مصوبات نیز کارایی لازم را در مرحله اجرایی نداشته و بی‌حاصل مانده است، متأسفانه در نتیجه چنین شرایطی، همواره سنگینی کفه ترازو در تصمیم‌گیری‌ها سمت و سوی واردات را به‌دنبال داشته است و این از مهمترین مشکلات صنعت قندوشکر کشور در طول سنوات اخیر بوده است.

بنابراین باید نگاه صرفاً «کالایی» از قندوشکر برداشته شده و مجموعه مسایل اقتصادی، اجتماعی و سیاسی ناشی از ویژگی‌های کشاورزی، صنعتی، اشتغال و تولید ملی، که در این محصول وجود دارد، به‌عنوان بخش اساسی در برنامه‌های آمایش ملی و کشوری، موردنظر قرار گیرد و به بحث تنظیم بازار قندوشکر نیز به‌عنوان یکی از ضرورت‌ها در مجموعه طرح و تصمیم ملی توجه شود؛ لذا انتظار اینکه با واگذاری مدیریت تنظیم بازار به بخش غیردولتی همه مسائل و مشکلات قندوشکر کشور حل خواهد شد، قطعاً انتظار درستی نیست.

اما تصمیم به واگذاری تنظیم بازار به بخش غیردولتی (انجمن صنفی کارخانه‌های قندوشکر ایران)، به‌عنوان یک اقدام ضروری و با اهمیت قابل‌توجیه است و این انجمن نه‌تنها در حال‌حاضر بلکه بر اساس پیشنهادهای مکرر و متعدد، همواره درخواست واگذاری تنظیم بازار قندوشکر به انجمن صنفی به‌عنوان یک نهاد غیردولتی در چارچوب

متأسفانه به موضوع تولید قندوشکر صرفاً به‌عنوان تدارک یک کالا برای تأمین بخشی از نیاز کشور توجه شده و هیچ‌گاه گستردگی و ابعاد مختلف این صنعت از کشاورزی و اشتغال تا صنایع پایین‌دست و محصولات فرعی آن مورد عنایت قرار نگرفته است

سیاســت‌های کلی دولت را ارائه کرده است، اگرچه شرایط فعلی کاملاً با شــرایط مربوط به زمان پیشــنهادهای اولیه متفاوت است، از جمله این‌که در سال‌های ۸۴ و ۸۵ میزان تولید شکر حدود ۱/۳ میلیون تن بوده و متأسفانه به‌دلایل مختلف در سال‌جاری حدود یک میلیون تن می‌باشد، معهذا این انجمن کماکان بر پیشنهاد اولیه با وجود همه مشکلات، تأکید و آمادگی اجرای آن را دارد.

اما مجدداً یادآوری می‌نماید، راه نجات صنعت قندوشکر کشــور از مشکلات روزمرگی و قرار گرفتن در جاده‌ای که ان‌شــاءالله به خوداتکایی و خودکفایی منجر شــود، تمرکز تصمیمات در نهادی واحد و قانونمند همچون کارگروه ماده یک آیین‌نامه ســاماندهی تولید، تأمین و توزیع قندوشکر خواهد بود.

ب: طرح پیشنهادی مدیریت تنظیم بازار

ب-۱: موضوع طرح

انتقال و واگذاری وظیفه تنظیم بازار قندوشــکر کشور به انجمــن صنفی کارخانه‌های قندوشــکر ایران در جهت حفظ حقوق و حمایت از تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان و بــا هدف جلوگیری از نوســانات و ایجاد تعادل پایدار در تأمین، تولید، ذخیره‌ســازی، توزیع و قیمت قندوشــکر در سطح کشــور در چارچوب سیاست‌های دولت به نحوی‌که در شرایط بازار رقابتی ضمن ایجاد زمینه و انگیزه تولید در بخش‌های صنعتی و کشاورزی، مصرف‌کنندگان قندوشکر اعم از خانوار، صنفی و صنعتی نیز بتواند با قیمت تعادلی و مورد انتظار، به‌صورت پایدار در طول سال نسبت به تأمین نیاز اقدام کنند.

ب-۲: ارکان طرح

ب-۲-۱: کارگروه ماده یک آیین‌نامه ساماندهی تولید، تأمین و توزیع قندوشکر

ب-۲-۲: ستاد تنظیم بازار قندوشکر در انجمن صنفی کارخانه‌های قندوشــکر ایران به‌عنوان مســئول و مدیریت اجرایی طرح تنظیم بازار

ب-۲-۳: حوزه معاونت توســعه بازرگانی داخلی وزارت صنعــت، معــدن و تجــارت به‌عنوان مســئول تنظیم بازار کلیه محصولات کشــور و رابط مدیریت غیردولتی طرح با سیاست‌های کلی دولت

ب-۲-۴: سازمان‌های صنعت، معدن و تجارت استان‌ها، شــرکت مادر تخصصی بازرگانــی دولتی ایران، ســازمان حمایت مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان به‌عنوان مراکز و سازمان‌های تخصصی و کارشناسی که از جنبه‌های مختلف سـخت‌افزاری و نرم‌افــزاری امکاناتی کــه در اختیار دارند مدیریت اجرایی را کمک و حمایت خواهند کرد.

ج: نیازهای طرح

۱- تصویــب مدیریــت و مســئولیت انجمــن صنفی کارخانه‌های قندوشکر ایران بر تنظیم بازار قندوشکر کشور در مراجع ذی‌ربط و قانونمند شدن فرآیند تصمیم‌گیری و ابلاغ به کلیه مراجع ذی‌ربط

۲- عضویــت رســمی و بــا حــق رأی انجمــن صنفی کارخانه‌های قندوشکر ایران در کمیسیون‌های تصمیم‌گیرنده راجــع بــه واردات، تعرفه‌هــای ورودی، تأمیــن اعتبارات، تسهیلات، سرمایه در گردش و قیمت‌گذاری

۳- تأمین تسهیلات نقدینگی به میزان ۵۰ درصد بهای تضمینی چغندرقند و ۵۰ درصد هزینه‌های کشت نیشکر با مدت بازپرداخت متناسب با دوره گردش کالا

۴- رقابتی شدن کامل قیمت قندوشکر در بازار

۵- تعیین قیمت کف و سقف شکر در کشور در جهت حمایت از مصرف‌کننده و تولیدکننده و رعایت سیاست‌های کنترل تورم دولت، که براســاس قیمت تضمینی چغندر و اتخاذ تصمیم در مورد تعرفه واردات شکرخام و سفید خواهد بود با هماهنگی وزارت صنعت، معدن و تجارت و ســازمان حمایت مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان

۶- برنامه‌ریزی اجرایی و هماهنگ شــدن کامل توزیع قندوشکر مربوط به سبدهای احتمالی با برنامه‌های تنظیم بازار توسط انجمن

۷- تأمین بخشــی از سود تســهیلات موضوع بند(۳) به‌عنــوان یارانــه دولــت از محــل صرفه‌جویــی ناشــی از هدفمندشدن یارانه‌ها

۸- حضور و مشارکت عضو ناظر دولت در ساختار اجرایی طرح تنظیم بازار غیردولتی

۹- برقراری امکانات واردات با تعرفه ترجیحی توســط کارخانه‌های قندوشکر به نسبت میزان تولید

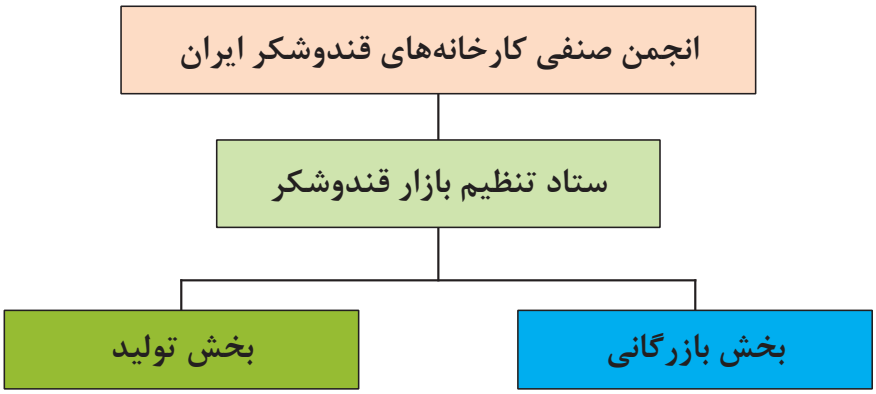
۱۰- اعلام‌نظــر در مورد واردات با تعرفه‌های ترجیحی کــه در حال حاضر از طریق تعاونی‌های مرزنشــین صورت می‌گیرد.

۱۱- هماهنگی و اخذ نظر از انجمن صنفی کارخانه‌های قندوشکر توسط وزارت صنعت، معدن و تجارت برای صدور هرگونــه پروانــه تأســیس و موافقت اصولی بــرای صنعت قندوشکر اعم از چغندری، نیشکری، تصفیه شکرخام و....

۱۲- هماهنگی و اخذ نظر از انجمن صنفی کارخانه‌های قندوشــکر توســط وزارت صنعت، معدن و تجــارت برای ثبت‌سفارش واردات شکرخام، سفید.

راه نجات صنعت قندوشکر کشور از مشکلات روزمرگی و قرار گرفتن در جاده‌ای که ان‌شاءالله به خوداتکایی و خودکفایی منجر شود، تمرکز تصمیمات در نهادی واحد و قانونمند همچون کارگروه ماده یک آیین‌نامه ساماندهی تولید، تأمین و توزیع قندوشکر خواهد بود

نمودار ساختار اجرایی



۱۳- رعایت موضوع بهم‌پیوسته بودن برنامه پیشنهادی و تصویب مجموعه پیشنهادات.

د: ساختار اجرایی

د-۱: اعضاء ستاد تنظیم بازار

۱- دبیر انجمن صنفی کارخانه‌های قندوشکر ایران به‌عنوان مسئول ستاد.
۲- دو نفر نماینده تام‌الاختیار کارخانه‌های چغندری.
۳- دو نفر نماینده تام‌الاختیار کارخانه‌های نیشکری.
۴- یک نفر نماینده کارخانه‌های تصفیه و تبدیل شکرخام.
۵- یک عضو ناظر دولت.
۶- یک نفر از تجار خوشنام در حوزه بازرگانی شکر (اعم از داخلی و وارداتی).

د-۲: برنامه بخش بازرگانی

۱- برآورد مصرف کشور در بخش‌های مختلف.
۲- برآورد تولید کشور.
۳- پیش‌بینی میزان واردات و صادرات.
۴- پیشنهاد تعرفه واردات اعم از تعرفه‌های حمایتی و یا تعرفه‌های فصلی و ترجیحی در قبال خرید از تولید داخل و برنامه‌ریزی صادرات بر حسب نیاز و شرایط بازار کشور.
۵- برقراری سازوکار مناسب جهت تمرکز آمار و اطلاعات تولید و واردات کشور به‌صورت مستمر در طول سال.
۶- برنامه‌ریزی برای نظارت بر توزیع منطقه‌ای و استانی قندوشکر بر حسب پراکندگی کارخانه‌های چغندری و تولید موجودی کارخانه‌های نیشکری.
۷- ایجاد هماهنگی و نظارت بر تأمین نیاز مصرف‌کنندگان عمده و مصارف صنفی و صنعتی.
۸- پیش‌بینی قیمت‌های کف و سقف در جهت حمایت از حقوق مصرف‌کنندگان و مبنای تصمیم‌گیری برای تعیین تعرفه واردات با هماهنگی وزارت صنعت، معدن و تجارت و سازمان حمایت مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان.
۹- هماهنگی با شبکه‌های تعاونی کارمندی، کارگری، روستایی، عشایری و محلی جهت حفظ موجودی و عرضه متناسب.
۱۰ - ذخیره‌سازی قندوشکر با استفاده از تسهیلات نقدینگی و مشارکت با بانک عامل جهت عرضه تدریجی و جلوگیری از انحصار توزیع که متأسفانه با توجه به اضطرار و پیش‌فروش کارخانه‌ها صورت می‌گیرد.
۱۱- بررسی امکان عرضه قندوشکر در بازار بورس.
۱۲- هماهنگی و همکاری با اتحادیه‌های صنفی که عرضه قندوشکر مصارف خانوار را برعهده دارند، از طریق ارتباط منطقه‌ای با کارخانه‌ها.
۱۳- ایجاد سامانه اطلاعاتی در زمینه جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل نوسانات قیمت‌ها و تهیه و تنظیم شاخص تغییرات قیمت در سطوح تولیدکننده، عمده‌فروشی و خرده‌فروشی و اتخاذ تدابیر مناسب جهت حفظ تعادل قیمت‌ها و پیشگیری از نوسانات.
۱۴- تدوین تغییرات فصلی تقاضا برای قندوشکر و تهیه برنامه مناسب جهت تأمین تقاضا، قبل از ایجاد نوسان در عرضه و قیمت.

ذخیره‌سازی قندوشکر با استفاده از تسهیلات نقدینگی و مشارکت با بانک عامل جهت عرضه تدریجی و جلوگیری از انحصار توزیع که متأسفانه با توجه به اضطرار و پیش‌فروش کارخانه‌ها صورت می‌گیرد

۱۵- تهیه و تنظیم نرخنامه به‌صورت هفتگی به‌همراه آمار و اطلاعات مربوط به تولید، واردات، موجودی، ذخیره‌سازی، در سطح کشور از طریق سامانه الکترونیکی، به‌نحوی که مراجع ذی‌ربط دولتی از جمله وزارت بازرگانی نیز به‌صورت مستمر در جریان آمار اجرایی برنامه‌های تنظیم بازار قرار گیرند.

۱۶- تهیه برنامه تولید و توزیع با هماهنگی کامل کارخانه‌ها برای هر یک از واحدهای تولیدی در مناطق مختلف کشور و تدوین مسئولیت هر یک از کارخانه‌ها در حوزه اجرایی در چارچوب برنامه‌های کلی و توزیع در کشور.

۱۷- تدوین و پیشنهاد برنامه واردات و صادرات برای تأمین کسری و یا جذب اضافه تولید برای صادرات در زمان‌های مناسب.

۱۸- تهیه و تنظیم برنامه مشارکت با بانک عامل و هماهنگی با بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران در جهت تأمین منابع و تخصیص ارز مورد نیاز و اعتبارات برای سرمایه در گردش و منابع مالی در مورد نیاز جهت تنظیم بازار.

۱۹ - ایجاد سهولت تأمین شکر برای مصرف‌کنندگان عمده.

۲۰- ایجاد هماهنگی با انجمن‌های مصرف‌کننده عمده شکر و زمان‌بندی نیاز آنان.

د-۳: برنامه‌های بخش تولید

۱- تدوین برنامه تولید کشاورزی در بخش چغندرقند و نیشکر باتوجه به برنامه تأمین قندوشکر تولیدی مورد نیاز کشور.

۲- برقراری هماهنگی و ارتباط با وزارت جهادکشاورزی در انعکاس مسائل و مشکلات بخش کشاورزی در جهت ایجاد برنامه مناسب جهت تأمین نهادها و توسعه مکانیزاسیون به همراه ارایه پیشنهادات و راهکارهای اجرایی.

۳- برنامه‌ریزی و اقدام اجرایی در زمینه تأمین بذر بر اساس برنامه‌های تولید از منابع داخلی و خارجی از محل تسهیلات و اعتبارات مربوط به مشارکت با بانک عامل و تأمین بخشی از هزینه‌های مالی به‌عنوان یارانه از محل هدفمندن شدن یارانه قندوشکر.

۴- تهیه و تنظیم برنامه جامع بازسازی و نوسازی کارخانه‌های قندوشکر بخصوص بخش چغندری باتوجه به قدمت برخی از واحدها و نیاز اساسی که در این زمینه وجود دارد.

۵- هماهنگی و همکاری با وزارت صنعت، معدن و تجارت در جهت تأمین تسهیلات بازسازی و نوسازی کارخانه‌ها در چارچوب برنامه زمانبندی مشخصی که ارائه می‌شود.

۶- نظارت بر عملکرد کارخانه‌ها در جذب مواد اولیه و فرآیند تولید به‌منظور حفظ استمرار تولید.

۷- تدوین سامانه جامع اطلاعاتی از روند تولید از مرحله انعقاد قرارداد با کشاورزان، کاشت، داشت، برداشت، حمل و تحویل چغندرقند و نیشکر به کارخانه‌ها و تنظیم آمار روزانه تولید از طریق سامانه الکترونیکی.

۸- استفاده از امکانات ذخیره‌سازی قندوشکر در کارخانه‌ها مناطق مختلف کشور جهت تنظیم بازار بر اساس برنامه‌های تأمین و توزیع.

۹- بررسی راهکارهای مربوط به کاهش هزینه‌های تولید و افزایش سود مورد انتظار در بخش‌های کشاورزی و صنعتی از طریق توسعه منابع انسانی، توسعه تکنولوژی افزایش بهره‌وری و مجموعه سیستم‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری که منجر به افزایش تولید، کاهش ضایعات، صرفه‌جویی در هزینه‌ها و کاهش قیمت تمام‌شده و در نهایت افزایش درآمد مورد انتظار در بخش‌های کشاورزی و صنعتی با حفظ قیمت منطقی در دامنه کف و سقف تعیین شده، می‌شود.

بررسی راهکارهای مربوط به کاهش هزینه‌های تولید و افزایش سود مورد انتظار در بخش‌های کشاورزی و صنعتی از طریق توسعه منابع انسانی، توسعه تکنولوژی افزایش بهره‌وری و مجموعه سیستم‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری که منجر به افزایش تولید، کاهش ضایعات، صرفه‌جویی در هزینه‌ها و کاهش قیمت تمام‌شده و در نهایت افزایش درآمد مورد انتظار در بخش‌های کشاورزی و صنعتی با حفظ قیمت منطقی در دامنه کف و سقف تعیین شده، می‌شود

تکنولوژی
آینده کشاورزی را می‌سازد[1]

(قسمت دوم)

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

اسکن مغزی: کالپ‌هاربر

متخصصین اصلاح نباتات در خصوص دستکاری ژنتیکی گیاهی به‌طور قابل درکی شگفت زده هستند

محصولات آینده: ساختن و جمع و جور کردن

مزارع نیاز به تولید بیشتر دارند. دانش ژنومیک می‌تواند آنرا برآورده کند

شـنیدن کلمه چهار کربنی شـبیه اسـم ماشین‌های الکتریکی دهه ۷۰ اسـت که با شکسـت روبه‌رو شـد، در حقیقـت این یکی از مفاهیـم حیاتی در بیولوژی مولکولی گیاهـان اسـت. گیاهان قـدرت فتوسـنتزی خـود را از باکتری‌هایـی به ارث برده‌اند که میلیون‌ها سـال پیش با سلول‌های پیشـینیان خود همزیستی داشته‌اند. نسل این باکتری‌ها کلروپلاست نامیده شده‌اند که در داخل سلول‌ها نشسـته، نور خورشـید را جذب و با اسـتفاده از انرژی آن برای تجزیه آب به اکسیژن و هیدروژن استفاده می‌کردند. هیدروژن سـپس با دی‌اکسیدکربن ترکیب و مولکول‌های حد واسط کوچکی تولید می‌کردند که نتیجتاً قند را تولید می‌کرد. این شکل از فتوسنتز به‌نام سه کربنی(۳) شناخته شده است زیرا این مولکول‌های واسطه شامل سه اتم کربن می‌باشـند. از زمان ورود کلروپلاست‌ها، سـیر تکاملی راه دیگری از فتوسنتز را کشف کرد و آن استفاده از واسطه‌های چهار کربنی بود. فتوسنتز چهار کربنی‌ها به‌مراتب کاراتر از سه کربنی‌ها مخصوصاً در مناطق گرمسیری است. گیاهان متعدد مهمی‌که در مناطق گرمسـیری قابل‌توجه هستند شـامل ذرت، ذرت خوشـه‌ای، ارزن و نیشکر، چهار کربنی می‌باشند.

فتوسـنتز چهار کربنی‌ها از آنجا مفید است که حداقل در ۶۰ موقعیت جداگانه تکامل یافته‌اند. متأسفانه هیچ‌یک از این‌ها شـامل پیشینیان برنج، دومین محصول مهم بعد از گندم نمی‌شـوند. با وجودی که برنـج محصولی از قبل مشـخص شده گرمسیری اسـت بنابراین اگر چهار کربنی می‌بود می‌توانسـت ۵۰ درصد بیش از ارقام فعلی محصول تولیـد کرد. در مؤسسـه تحقیقات برنـج درلس‌بانوس در نزدیکی فیلیپین، محققین سـعی در نشان دادن چگونگی آن هستند.

پروژه برنج چهارکربنی که توسط پل‌کوییک هماهنگی می‌شود یک تلاش جهانی است. همچنین بیولوژیست‌هایی از ۱۸ آزمایشـگاه در آسیا، استرالیا، اروپا و آمریکای‌شمالی درگیر آن هسـتند. هدف آنها شامل اضافه کردن ۵ آنزیم خارجی اسـت که به آن یک مسـیر بیوشـیمیایی اضافی بدهد و سپس برخی سلول‌ها برگ‌های گیاه را در مسیری که مکانیزم‌های سـه کربنی نیاز نیست سازماندهی کند و محل خاصـی را خلق نماید تا دی‌اکسـیدکربن بتواند در آن متراکم شـود. هر دو این کارها به‌طور طبیعی در سایر محصولات اتفاق افتاده است. به همین دلیل انجام آن به‌طور مصنوعی سـؤال‌برانگیز نیست. گروه هم‌اکنون نژاد برنجی ایجاد کرده اسـت که شـامل ژن‌هایی از ذرت برای تولید آنزیم اضافی اسـت. هم‌اکنون درحال سرعت بخشیدن به کارآیی آن هستند. قسمت سخت کار ممکن است در دهه بعـد اتفاق بیفتـد و آن یافتن این که چه تغییرات ژنتیکی برای فضاسازی این آنزیم‌ها نیاز است.

هدف پروژه برنج چهار کربنی شکستن سطح محصولی و باز گشـت جهان به درجه رشدی که در ایام انقلاب سبز

1. Technology quarterly the future of agriculture.

بوقوع پیوست است. گروه دیگری با انگیزه‌های مشابه درحال کار بر روی تیپ‌های مختلف محصولی می‌باشند که مقاوم به خشکی، گرما، سرما و شوری، به‌منظور ایمنی بیشتر به آلودگی‌ها و عفونت‌ها و بهبود ارزش غذایی و کارآیی بیشتر استفاده از منابعی نظیر آب، فسفر و حتی وارد کردن صفاتی به گیاهانی که فاقد امکان تثبیت ازت هستند، تا بتوانند به‌جای مصرف کود نیتروژنه مستقیماً ازت را از هوا جذب کنند، هستند. این چنین نوآوری‌هایی بسیار با ارزش خواهد بود. متأسفانه به‌دلایل تکنیکی و اجتماعی هنوز این پیشرفت به‌دست نیامده ولی باید این تغییر به‌زودی صورت پذیرد.

در اوایل تولید محصولات با مهندسی ژنتیک دو موفقیت عظیم و یک شکست تماشایی مشاهده شد. موفقیت‌ها شامل انتقال دو تیپ ژن به گیاهان مختلفی مخصوصاً ذرت، سویا و پنبه بودند که هر دو این ژن‌ها از باکتری‌ها آمده بودند. یکی از آنها گیاه را از مزاحمت لارو حشرات محافظت می‌کرد و دیگری گیاهان را از رقابت علف‌های هرز حفظ می‌کرد، به این معنی که علف‌کش‌ها می‌توانستند با کارایی بیشتر مزرعه را از علف هرز پاک نگه دارند، هر دو آنها مورد تأیید کشاورزان بود.

شکست تماشایی این بود که هیچ‌کدام از این کارها مورد باور مصرف‌کننده قرار نگرفت. بعضی با آن بی‌تفاوت بودند و برخی دیگر فعالانه با آن خصومت ورزیدند. گرچه بعد از دهه‌ها هیچ شواهدی از مضر بودن مصرف محصولات دستکاری شده برای سلامتی مشاهده نشده و خسارت آن به محیط‌زیست نیز ناچیز بوده است لیکن متأسفانه هنوز منفور معرفی شده‌اند. از آنجا که مردم پنبه را نمی‌خورند و سویا و ذرت عمدتاً به مصرف خوراک دام می‌رسند، واکنش لابی‌های مخالف با ارقام دستکاری شده سکوت بوده است. ایده توسعه طیف وسیعی از ارقام دستکاری شده و یا طیف وسیعی از دستکاری‌ها به‌صورت تجارتی (به‌جز چند استثناء) خیلی ریسک‌پذیر است. به‌علاوه تراریخته‌ها به‌عنوان یک تکنیک جابجایی ژن‌هایی از یک‌گونه به گونه دیگر فاقد یک اصول آشکار است. از آنجا که کنترل ژن‌های جابه‌جا شده تا پایان خیلی سخت است لذا بهتر است این موضوع کارهای ژنی در مناطقی جدا از سایر مناطق انجام شود.

برای من هجی کنید

تحقیق برای یافتن روش‌هایی بهتر از تکنیک تراریخته انجام شده است و هم‌اکنون هم یکی از آنها درحال ظهور است و امید حمایت‌کنندگان این پروژه این است که با یک تیر دو نشان را بزنند. ویرایش ژنومی راه شناخته‌شده برای این منظور است که با دستکاری DNA در محل اصلی خود با اضافه یا کم کردن و یا جابه‌جایی یک قطعه که ممکن است به کوچکی یک حرف ژنتیکی تکی و یا نوکلئوتید باشد انجام می‌شود که نه‌تنها یک روش دقیق است بلکه شبیه روند طبیعی موتاسیون (جهش ژنتیکی) است که پایه اصلاح ارقام با روش سنتی است. این روش ممکن است سبب اعتراض کمتری نیز بین مصرف‌کنندگان گردد همچنین این امید وجود دارد که رفتاری متمایز از ارقام تراریخته به‌وجود آورد.

بعد از دو شروع دروغین بیشتر محققین بر این باورند که از تکنیکی به‌نام کریسپر/کاس۹ استفاده کنند. این تکنیک از روشی که باکتری‌ها ژن‌های ویروس‌های مهاجم را تکه‌پاره می‌کنند مشتق شده، راهی است که ویراستاری ژنومی را حقیقی‌تر نشان می‌دهد. تکنولوژی ترانس‌ژنیک یا تراریخته به‌راحتی به‌واسطه گندم کنار زده شد چون عمدتاً به‌وسیله انسان مصرف می‌شود؛ لیکن شرکت دو پونت که پیشرو در این امر است، اکنون سعی در استفاده از روش کریسپر/کاس۹ دارد تابا آن روش گرده‌افشان باز را در گندم متوقف و تولید دورگه (هیبرید)ها را آسان‌تر کند. مشابه همین کار محققین در آکادمی‌علوم چین با استفاده از همین روش سعی دارند بوته‌های گندمی تولید کنند که به بیماری سفیدک سطحی که یک بیماری خطرناک است مقاوم باشد.

تمامی تلاش‌های جاری در ویرایش ژنوم‌های کشاورزی به روش کریسپر/کاس۹ ختم نمی‌شود. به‌عنوان مثال کیبوس در سان‌دیه‌گو کالیفرنیا روش دیگری به‌نام روش سریع انتقال یک صفت به‌کار گرفته است. این یک مکانیسم جابجایی DNA سلول‌های طبیعی است که در نتیجه می‌تواند تغییرات یک نوکلئوتید در ژنوم را میسر کند. این روش هم‌اکنون یک محصول تجاری نیز تولید کرده است. یک نوع شلغم که مقاوم به یک کلاس از علف‌کش‌ها است که با روش تراریخته سنتی نمی‌توان بر آنها غلبه کرد. ولی در این لحظه به‌نظر می‌رسد که روش کریسپر/کاس۹ فراگیرتر از سایر روش‌های قبل از آن باشد و حتی اگر به هر دلیلی اختلالی در آن به‌وجود آید، سایر مکانیزم‌های باکتریایی ضد ویروسی به‌میدان می‌آیند.

آیا مصرف‌کننده قبول می‌کند که ویرایش ژنومی ادامه یافته و برای دیدن آن صبر می‌کند؟ هیچ‌کس مایل نیست در معرض یک روش دیگری از توسعه سریع بهبود محصول قرار گیرد: یک تکنیک اصلاحی پیشرفته‌ای به‌نام انتخاب ژنومیک: انتخاب ژنومیک نسخه برتر اصلاح با نشانگرها است. راهکاری که خود جایگزین روش اصلاح سنتی شده است. هر دو روش انتخاب ژنومیک و اصلاح به کمک نشانگرها بستگی به شناخت قطعه‌ای از DNA دارد که

تکنولوژی ترانس‌ژنیک یا تراریخته به‌راحتی به‌واسطه گندم کنار زده شد چون عمدتاً به‌وسیله انسان مصرف می‌شود؛ لیکن شرکت دو پونت که پیشرو در این امر است، اکنون سعی در استفاده از روش کریسپر/کاس۹ دارد تابا آن روش گرده‌افشان باز را در گندم متوقف و تولید دورگه (هیبرید)ها را آسان‌تر کند

به‌نام مارکر و یا نشـانگر شـناخته می‌شود و در داخل و یا کنار محل صفات کمی وجود دارد. این محل قسمتی از ژنوم گیاهی اسـت که به‌خاطر ژن و یا ژن‌هایی که در آنجا قرار دارد دارای اثرات فنوتیپی قابل پیش‌بینی و قابل‌اندازه‌گیری است. اگر نشانگر وجود داشته باشد، آن قطعه صفت کمی خواهد بود. با توسعه یک گیاه با نشانگر می‌توان اثر فنوتیپی محل صفات کمی را نشان داد.

اختلاف بین انتخاب به روش سنتی و با کمک نشانگرها و نسـخه جدید آن اصلاح ژنومیک این اسـت که در قبلی نیـاز به صدها نشـانگر بود (مشـابه مکان‌هایی که DNA تکرار می‌شـود) که می‌شـد با تکنولوژی‌های در دسترس جدا کرد. ولی اکنون روش‌های پیشـرفته‌ای آشـکار شده بـه این مفهوم کـه از یک نوکلئوتید چند شـکلی تکی یا اسـنیپس می‌توان به‌عنوان مارکر اسـتفاده کرد. اسنیپس قطعه‌ای‌ست که در آنجا یک حرف ژنتیکی در یک قسمت غیرقابل تغییر ژنوم متفاوت است و از آن هزاران نسخه وجود دارد. برای اتصال اسنیپس و قطعه با موقعیت صفات کمی و تجزیـه و تحلیل اثرات متقابل بین خودشـان به تنهایی و نتیجتاً سیسـتمی‌که بتواند به بهنژادگر بگوید کدام تک بوته را باید برای رسـیدگی نگه داشـت و کدامیک را باید برای نتیجه‌گیری بهتر با سـایرین تلاقی داد به انبوهی از کامپیوترهای موجود نیاز است.

نژادهـای گیاهـی که بدیـن روش به‌دسـت آمده‌اند هم‌اکنون در بازار اسـت. آکواماکس و آرتزین دو نژاد ذرت توسـعه‌یافته متحمل به خشـکی است که به‌ترتیب توسط شـرکت دوپونت و سـینجنتا تولید شـده‌اند. این دو رقم رقیب نژاد ذرت مقاوم به خشـکی دیگری اسـت که به‌نام درات گارد که توسط شرکت مونسانتو و به روش تراریخته تولید شده می‌باشـند. روش انتخاب ژنومیک برای اصلاح گیاهان، موقعیتی پیش پای محققین می‌گذارد که تاکنون شـرکت‌های بذری انجام نداده‌اند. پروژه کاساوای نکست ژن متعلـق بـه یک گـروه پان‌آفریکن درنظـر دارد، که با ایـن روش حساسـیت این گیاه را به ویـروس موزائیک از بیـن ببرد و به‌طور سیسـتماتیک محصول و ارزش غذایی آنرا بهبود بخشـد. محققین این پروژه ۴۰۰۰۰ اسـنیپس کاسـاوا را مشخص و هم‌اکنون در مرحله نسل سوم اصلاح ژنومیک آن هسـتند. به‌علاوه با تهیه رقم کاساوا مقاوم به ویروس آنها امیدوارند که محصول این نژاد به‌دست آمده و همچنین مقدار نشاسـته آن و در نتیجه ارزش غذایی آنرا دوبرابـر کنند. اگر روش‌های فوق را بتوان برای محصولات دیگر کمتر کار شـده نظیر ارزن و ذرت شـیرین که کمتر موردتوجه شـرکت‌های بذری بوده اسـت، به‌کار برد مقدار محصول بسیار زیاد خواهد شد.

برای دراز مدت برخـی محققین هدف‌های جاه‌طلبانه بیشتری دارند. در مانیفستی که سال گذشته توسط دونالد اورت از مرکـز تحقیقات کشـاورزی آمریـکا و همکارانش منتشـر شـده اسـت، آنها نه‌تنها یک دوره تکامل را تکرار می‌کنند بلکه راه‌های تکاملی در فتوسنتز که تاکنون کشف نشـده بود دنبال می‌کنند. دکتر اورت پیشنهاد دستکاری ملکول کلروپلاسـت می‌دهد تـا بتواند مـواد متعددی را جذب کرده وکیفیت جذب انرژی بیشتر را افزایش دهد. او همچنین در جستجوی بهبود راه‌هایی برای افزایش جذب دی‌اکسیدکربن است. که امیدوارند نتیجه آن رشد سریع‌تر گیاه و افزایش محصول باشد.

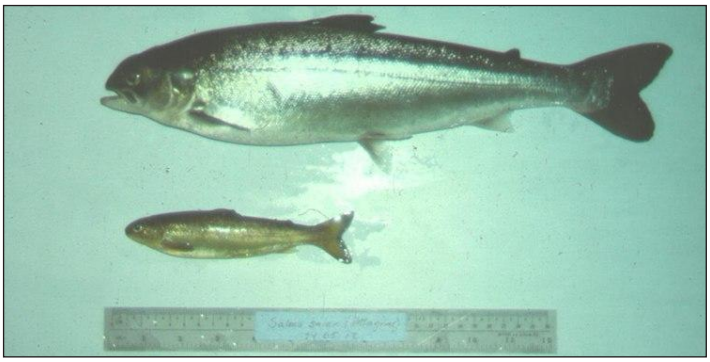
اینچنیـن فکری خیلـی بحث برانگیز اسـت و دهه‌ها برای به‌ثمر رسـیدن آن زمان لازم اسـت. ولی خارق‌العاده نیست. ترکیب جدیدی از تراریخته (بهبود فرم‌های جدید کلروپلاسـت از باکتری‌های فتوسنتزی)، ویرایش ژنومیک (افزایش بیش از اندازه آنزیم‌های گیاهی) و اصلاح ژنومیک (به‌حد مطلوب رساندن مخلوط نتایج به‌دست آمده) ممکن است دستیابی به آنرا میسر نماید. آنهایی که این موضوع را غیر طبیعی می‌پندارند، شاید حتی این راه‌ها را خارق‌العاده برای بهبود محصول بدانند، لازم به‌ذکر که این دقیقاً همان اتفاقی است که برای پیشینیان این ارقام مدرن و از طریق ترکیب یک باکتری و میزبانش و به‌دنبال آن تنظیم توافق: دوطرفه برای همزیسـتی افتاده است. این تکامل تدریجی بوده که زمین را در اولین مرحله سبز کرد. چیزی شبیه آن چه ممکن است دوباره سبز شود ارزش توجه را دارد.

روش انتخاب ژنومیک برای اصلاح گیاهان، موقعیتی پیش پای محققین می‌گذارد که تاکنون شرکت‌های بذری انجام نداده‌اند. پروژه کاساوای نکست ژن متعلق به یک گروه پان‌آفریکن درنظر دارد، که با این روش حساسیت این گیاه را به ویروس موزائیک از بین ببرد و به‌طور سیستماتیک محصول و ارزش غذایی آنرا بهبود بخشد.

پرورش ماهی: حال را دریاب

پرورش ماهی در جزیره‌های آبی برای کاهش فشار بر اقیانوس‌ها

در طبقه همکف ساختمانی در دهانه بندر والف بالتیمور یـک گروه از آبزی‌پروران در مؤسسـه تکنولوژی دریایی و محیط‌زیسـت سـعی در آفرینش اکوسیسـتم‌های زیست بـوم مصنوعی دارند. یوناتان زهـر و همکارانش امیدوارند



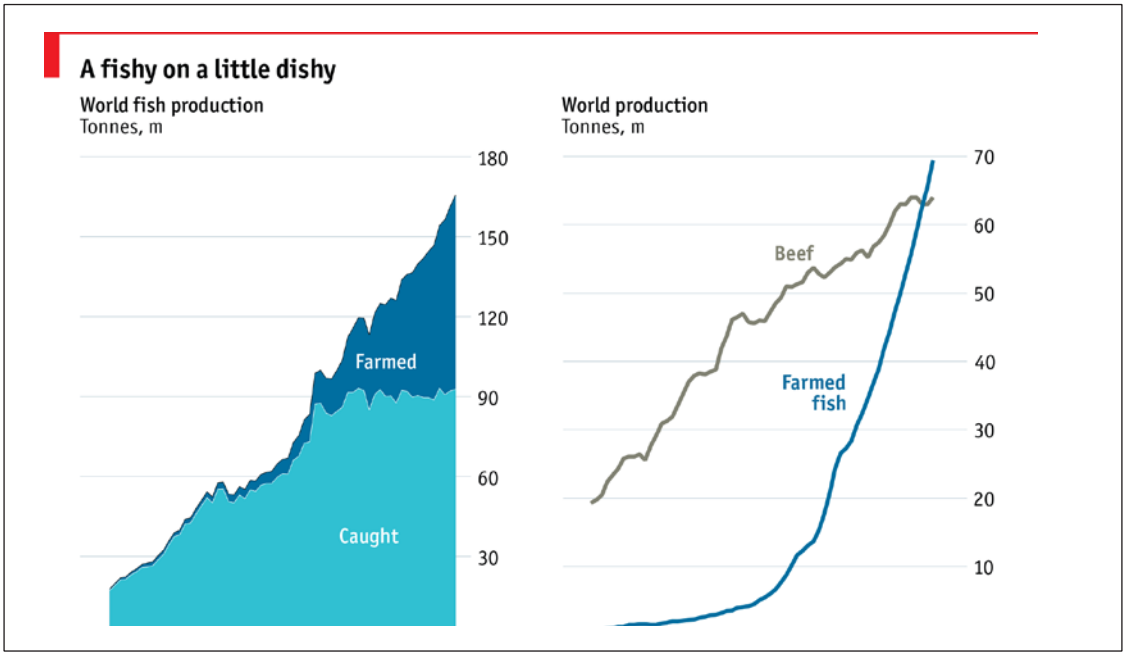
از وابســتگی به افزایش تعداد ماهی‌هــا در اقیانوس‌ها آزاد شده و آن‌ها را در مزارع پرورش ماهی در خشکی‌ها ازدیاد کنند. ماهی تازه‌ای که هر روز سرو می‌شود و خارج از آب شــور تولید می‌گردد، (هرچند که آب شــور مصرف شــده مخلوطی از آب شهری و نمک باشد)، باید به‌صورت یخ زده در دســترس میلیون‌ها نفردر مناطقی دور از ساحل برسد. با اهمیتی برابر، تولیدکنندگان ماهی‌های دریایی نبایستی مجبور باشــند برای زمانی که ماهی‌ها به اندازه بازار پسند رســیدند مناطق ساحلی مناسب را برای نگهداری آن پیدا کننــد، تا در معرض بیماری‌های انبــوه جانوران و آلودگی محیط دریایی نیز نباشند. مردم از زمان‌های قدیم ماهی را در حوضچه‌ها پرورش داده‌اند. لیکن پرورش گونه‌هایی نظیر ســالمون که تنها در آب شور زندگی می‌کند به چند دهه قبل بر می‌گردد که همزمان با تولید ماهی در آب تازه برای مصارف صنعتی استفاده شد. اکنون پرورش ماهی در حال رونق گرفتن اســت. همان‌طوری که در نمودار صفحه‌های بعد مشاهده می‌شود، مصرف ماهی پرورش یافته از مصرف گوشــت گاو پیشی گرفته است. در حقیقت یکی از راه‌های تأمین پروتئین حیوانی کافی برای انسان در آینده از طریق آبزی پروری است. برای حفظ این رونق، تکنولوژیست‌هایی مثل دکتر زهر باید ابتکارهای بیشتری به‌عمل آورند.

زیست بوم ایشان که در حال آزمایش‌های تجارتی است، به‌طور طبیعی و مرتباً همان آب‌نمک مصرفی را با سه دسته باکتــری تصفیه و بازیافت می‌کند. یک دســته باکتری گاز آمونیاک دفع شده توسط ماهی‌ها را به یون نیترات تبدیل می‌کند، دسته دوم این یون‌ها را به نیتروژن (گاز بی‌ضرری کــه ۷۸درصد جو زمین را شــامل می‌شــود) و آب تجزیه می‌کند و دسته سوم بر روی ضایعات جامد صاف شده از آب فعالیت می‌کند و آنها را تبدیل به متان می‌کند که ازطریق ژنراتورهای مخصوص، قســمتی از انرژی لازم برای چرخه تولید را تأمین می‌کند. سیســتم بسته‌ای است که می‌توان در هــر کجا نصب کرد، آلودگــی ایجاد نمی‌کند و می‌توان آنرا عاری از بیماری نگه داشــت. ضمناً امکان فرار ماهی‌ها هم نیست. این بدان‌معنی است که گونه‌های قدیمی‌جهان نظیر ماهی خــاردار و یک نوع ماهی اروپایی که هم‌اکنون به‌دلیل امکان خارج شــدن آن و تلاقی با گونه‌های وحشی امکان پرورش آن در آمریکا نیست را می‌توان به‌صورت تازه به هرجا توزیع کرد. علاوه بر طرح انتقال استخرهای پرورش ماهــی، دکتر زهر در حــال کار بر روی گونه‌های متعددی است که قابل پرورش می‌باشند. نامبرده برای دهه‌ها بر روی سیســتم هورمونی کار کرده که محرک تخم‌ریزی است و می‌توان آنرا بر حسب نیاز تحریک کرد. او همچنین در حال آزمایش بر روی نیاز بچه ماهی‌های تازه‌تفریخ شده است که اغلب کاملاً با نیاز ماهی‌های بالغ متفاوت اســت، و بایستی هنگام تفریخ تخم‌ها در اختیار داشت. ایشان اکنون این کار را بر روی برترین گونه ماهی تن باله آبی انجام می‌دهد که اگر موفق شــود و راهی برای کاهش جمعیت حیات‌وحش این ماهی پیدا کند دوســتداران سوشی را در گوشه و کنار جهان مدیون خود خواهد کرد.

رفته ماهیگیری

تولیدکننــدگان ماهی در رؤیای افزایش درآمدشــان با رشد سریع گونه‌های تراریخته هستند. در حقیقت در طول دو دهــه گذشــته محققین ۳۵گونه ماهــی را به این روش آزمایش کرده‌اند. آنها به‌نحو چشــمگیری موفق بوده‌اند ولی تنها یک شــرکت تا مرحله تصویب رســمی‌ادامه داده است. ماهی ســالمون تراریخته شرکت آکوابونتی آتلانتیک که در آمریکا و کانادا تأیید شــده دارای رشــد ایده‌آلی بوده است. ژن تراریخته آن از ماهی ســالمون چینوک گرفته شــده که باعث شــده ماهی نه تنها در فصل بهار و تابســتان، بلکه در طول سال رشد کند و زمان رسیدن به اندازه بازار پسند را به نصف کاهش دهد. اگر مردم بخواهند از این نتیجه استفاده کنند این آزمایش در مســیر درســتی است. در مقابل سایر محققینی که به‌دلیل آگاهی از عدم‌پذیرش وسیع محصولات تراریخته، تمایلی به انجام آن ندارند. این ممکن است عاقلانه باشد. تنوع طبیعی فراوانی در ماهی‌های وحشی وجود دارد که می‌تواند بدون‌مداخله تکنولوژی‌های بالا، اختلافات زیادی را در آنهابه‌وجود آورد. با مراجعه به گزارش‌های سال ۲۰۰۷ محققین شرکت آکوافورسک که هم‌اکنون بخشی از مؤسسه تحقیقات غذا، ماهیگیری و آبزی‌پروری نروژ است، مشاهده می‌شود که ۳دهه اصلاح انتخابی به‌وسیله پرورش‌دهندگان ســالمون باعث افزایش دوبرابری رشــد نسبت به پیشینیان خود شده است. پذیرفتن اینکه پرورش‌دهندگان از پایه شروع کرده‌اند، نتایج به‌دست آمده همان است که شرکت آلوا بونتی بدون کمک ژن‌های تراریخته به‌دست آورده است.

با مراجعه به گزارش‌های سال ۲۰۰۷ محققین شرکت آکوافورسک که هم‌اکنون بخشی از مؤسسه تحقیقات غذا، ماهیگیری و آبزی‌پروری نروژ است، مشاهده می‌شود که ۳دهه اصلاح انتخابی به‌وسیله پرورش‌دهندگان سالمون باعث افزایش دوبرابری رشد نسبت به پیشینیان خود شده است



منبع: FAO

شکل ۲: نمودار

اگر روش اصلاح سنتی بتواند چنین پیشرفتی را به‌دست دهـد، انجام ندادن آن با روش‌هـای پیچیده جالب به‌نظر می‌رسـد. جالب ولی غلط. استفاده از نوعی اصلاح ژنومیک کـه در گیاهان به‌کار می‌رود، برای به‌کارگیری در ماهی‌ها نیاز به شـناخت نحوه بهبود DNA ماهی داریم. محققین پرورش سـالمون در برگن نروژ این تکنیک را نه‌تنها برای خلق ماهی‌های بزرگ‌تر با رشد سریع‌تر، بلکه برای مبارزه با دو عامل آلودگی و عفونت محدودکننده پرورش این ماهی‌ها به‌کار گرفته‌اند. با دستکاری اسنیپس (تک نوکلئوتیدهای چند شـکلی تنوعی از تک‌حـرف ژنتیکی در ژنوم به‌عنوان مارکر) توانسـته‌اند یک‌گونه سالمون تولید کنند که مقاوم بـه کنه آبی و همچنین به بیمـاری پانکراس که یک نوع بیماری ویروسـی است. آنها اکنون در حال بررسی سومین مشکل به‌نام آمئوبیک برانشی هستند. در ژاپن مشابه همین کار را برای ایجاد مقاومت به لمفوسـیت‌های ویروسـی در ماهی فلوندر، ایمنی به آب‌سـرد در قزل‌آلا که یک بیماری باکتریایی اسـت و پرورش ماهی‌هایـی عاری از گروهی از پارازیت‌های کرمی به‌نام مونوجنیا شـده‌اند. طبیعت متغیر برای موفقیت پرورش ماهی از اهمیت زیادی برخوردار است. لیکن طبیعت می‌تواند دست کمکی هم باشد. برای مثال با متعادل کردن اینکه چه چیزی برای تغذیه حیوانات مناسب است؛ همانند هر فرآورده‌ای دیگر یکی از کلیدهای موفقیت کاهش قیمت اسـت و در اینجـا نیز ملاحظات اقتصادی و زیست محیطی با هم در ارتباطند. یک شکایت عمومی که توسط گروه‌های سـبز مطرح است اینکه بر پرورش ماهی فشـاری بیش از آنچه که براقیانوس‌ها وارد می‌شود وجود دارد. زیرا مقدار زیادی از غذاهایی که پرورش آنها مصرف می‌شـود از خوراک ماهی است. که این خود فشار تولید را از گونه‌ای که انسـان مصرف می‌کند مسـتقیماً به آنهایی منتقل می‌شود که برای این خوراک استفاده می‌شوند ولی خوراک ماهی گران اسـت لذا محققین سعی در جایگزین کردن مقدار مصرفی با مواد گیاهی نظیر سـویا هستند. در این راه موفق هم شده‌اند. بر اساس مقاله‌ای که سال گذشته توسط محققین در نوفیا منتشر شده، ۹۰درصد غذایی که ماهی سالمون در سال ۱۹۹۰ مصرف کرده از خوراک ماهی بوده. در سـال ۲۰۱۳ این مقدار به ۳۰درصد کاهش یافته. در حقیقت مقاله‌ای که در سال ۲۰۱۴ توسط اتحادیه اروپا منتشر شده، مصرف خوراک ماهی در حوضچه‌های پرورشی در سال ۲۰۰۵ به اوج خود رسیده است.

در سال ۲۰۱۳ این مقدار به ۳۰درصد کاهش یافته. در حقیقت مقاله‌ای که در سال ۲۰۱۴ توسط اتحادیه اروپا منتشر شده، مصرف خوراک ماهی در حوضچه‌های پرورشی در سال ۲۰۰۵ به اوج خود رسیده است

آن یک گاز است

پرورش ماهیان گوشـتخواری نظیر سالمون در مزارع، یکی از راه‌های کاهش هزینه و همچنین خطرات زیسـت محیطـی اسـت. موضوع دیگـری که در اولیـن نگاه غیر متعارف بنظر می‌رسـد، تهیه غذای ماهـی از گاز طبیعی است. این یک کار پیشنهادی شرکت کالیستا در کالیفرنیا اسـت. کالیستا باکتری‌هایی به‌نام ملانوتراپس را با گاز و یا ترکیـب اصلی آن متان تغذیه می‌کند. در این متابولیسـم باکتری‌ها از متان انرژی اسـتحصال و از اتم‌های آزاد شده آن همراه با اکسـیژن آب و ازت هوا برای سـاخت بدنشان

اســتفاده می‌کنند. کالیســتا این لاشــه‌های ســلولی را به پلت‌های پروتئین تبدیل و به‌عنوان خوراک ماهی به فروش می‌رساند. فرآوری که هیچ فشاری نه بر دریا و نه بر مزارع پــرورش ماهی وارد نمی‌کند. در مقایســه با خوراک دام‌ها حتــی برای تهیه غذای ماهی‌ها به‌روش ســنتی نیز دارای فشــار کمتری است. زیرا ماهی خونسرد است ولازم نیست برای گرم شدن غذا بخورد. بنابراین بیشتر غذایی که مصرف می‌کند به گوشت تبدیل می‌شود. برای محافظه‌کارانی که نگراننــد در آینده غذای کافی برای تغذیه جمعیت انســان وجود دارد یا نه؟ ماهی فرم جالبی از پروتئین حیوانی است. معهذا تقاضا برای گوشت قرمز و مرغ در حال افزایش است. تکنولوژی‌های جدید برای دامپروری نیز به‌خوبی کاربرد دارد و برخی محققین خیال پرداز سعی در تولید گوشت و سایر فرآورده‌های حیوانی در کارخانه‌ها هستند که رابطه‌شان را با آنچه در گذشته بوده قطع می‌کند.

دامپروری: پاسخ به ذخیره

تکنولوژی نه تنها باروری و محصول را افزایش می‌دهد بلکه ســبب رفاه حیوانات هم می‌شود. اگر آینده کشاورزی بیشتر صنعتی و ماشینی گردد، برخی نیز معتقدند که برای انجــام این کار حیوانات ذخیره‌ای نظیــر مرغ‌ها و خوک‌ها پیشــرو خواهند بود. آنهایی که در رده بعدی هســتند فعلاً خوشــحال خواهند بود. برای آنهایی کــه از تکنولوژی‌های مدرن نگران هستند، گیاهان محصولی به‌دلیل غیرحساس بودن‌شــان، تردیدی رفاهی ایجاد نمی‌کنند. حتی ماهی‌ها کــه برای مدت طولانی ســالم نگهداری می‌شــوند، بندرت خشــم تظاهرکننــدگان را برمی‌انگیزند. پرنــدگان و دام‌ها متمایز هستند. یک محدودیت در مرگ‌ومیر برای چگونگی تیمار کردن آنها وجود دارد. آنها به‌طور انفرادی هم با ارزش هســتند. درحالی که گیاهان و ماهی‌ها این‌طور نیســتند. باتوجه به این دو دلیل این ارزش را دارد که برای یکبار به‌اجرا درآید. دام‌ها به‌طور خاص حسگرهای خصوصی خودشان را می‌طلبند. وسائلی که در داخل شکمبه حیوانات قرار بگیرد و اسیدیته معده آنها را اندازه‌گیری کند و مشکلات هضمی آنها را مشاهده کند سال‌ها است که تهیه شده و هم‌اکنون به ردیاب‌های متحرکی مشابه آنچه که در شرکت کوچکی به‌نام اســمارت بل که در کمبریج انگلســتان توسعه یافته وصل شده است؛ این ردیاب‌ها به گردن گاو آویزان می‌شوند تحرکات آن را ثبت و این اطلاعات را به ابرکامپیوترها منتقل می‌کنند. ســطح فعالیت عمومی هر حیوان شاخص خوبی برای تناســب آن است. بنابراین سیســتم، هر خطری را از پیش اخطار می‌کند. به‌طور کلی قبل از اینکه گاو لنگ بزند، حتی قبل از اینکه یک دامدار هوشــیار متوجه چیز عجیبی در حیوان گردد، فوراً اخطار می‌کند. مشــکلی که یک‌پنجم گاوهای بریتانیا در مقطعی از زندگیشان با آن مواجه هستند. اگر مشــکل زود متوجه شــوند حیوان زنده می‌ماند در غیر این‌صورت ممکن است دام تلف شود.

ردیاب‌هــای متحرک حتی آمادگی حیوان برای تلقیح نیــز اعلام می‌کنند. وقتی که دام آماده جفت‌گیری اســت شــاخص حرکتی او نیز تغییر می‌کنــد و ردیاب این تغییر را گرفتــه و بــه صاحب آن اعلام می‌کند. اصلاح نژاد خوب در دامپــروری حیاتی اســت و انتخــاب ژنومیک با کمک نشــانگرها این اطمینان را می‌دهد که اسپرم استفاده شده برای این تلقیح‌ها ســبب تولید نتایج بهتری خواهد شــد. آنچه کمتر روشــن شــده و فعالانه بحث‌برانگیز است، این اســت که آیا ویراســتاری ژنومیک در این کار نقشــی ایفا می‌کند. تراریخته‌ها در حیوانات خشــکی نسبت به آبزیان کمتر عمل شــده است و به‌همین دلیل مصرف‌کنندگان با احتیاط بیشــتر رفتارمی‌کنند. بعضی‌هــا امیدوارند که این احتیــاط کاری‌ها در مورد حیواناتی که در آنها تنها DNA بهینه‌سازی شده، نسبت با آنهایی که از گونه دیگر صفاتی وارد می‌گردد حتی اگر این ویراســتاری در تئوری موجب رفاه حیوان گردد وجود نداشــته باشــد. به‌دنبال این خط فکری ریکامبینتیکز شــرکتی در ســنت‌پول مینســوتا در تلاش برای اســتفاده از ویراستاری ژنومیک مشابه آنچه در گیاهــان به‌کار می‌رود برای خلق نژادی از گاو هولشــتاین هســتند که بدون شــاخ باشد. هولشــتاین نژادی است که برای تولید شــیر اصلاح شده اســت، ولی شاخ‌ها برای کار کردن باآن خطرناک اســت و به‌طور معمول شاخ گوساله‌ها هنگام زایش برداشته می‌شوند که این عمل ضمن نامنظم بودن برای حیوان نیز دردناک اســت. اسکات فاهرن کروخ بنیانگذار این شــرکت در حــال وارد کردن DNA به نژاد هولشتانی است که نتیجه آن ایجاد گاوهای گوشتی بدون شــاخ باشد. این عمل شــامل حذف ۱۰ توالی نوکلئوتید و جایگزینی آن با ۱۲ نوکلئوتید دیگر است.

بروس ویت‌لا در مؤسســه رزلین اسکاتلند کار مشابهی را بــا ویرایش کردن مقاومــت تب‌خوکی آفریقایی از طریق جابه‌جایی ژنی که کمــک به تنظیم ایمنی در این بیماری می‌کند و مشابه ژنی است که درگرازهای وحشی وجود دارد در بین خوک‌ها کرده است. این خوک‌های وحشی آفریقایی همراه با ویروس تکامل‌یافته و بنابراین نســبت به حیوانات اهلی غیرآفریقایی حساسیت کمتری به آن دارند. راندال پارتر در دانشــگاه میسوری خوک‌هایی تولید کرده است که فاقد ناراحتی تناسلی و همچنین سندروم تنفسی هستند. بیماری که برای کشاورزان آمریکایی سالانه ۶۰۰ میلیون دلار هزینه دارد. در مؤسسه تحقیقات دامپروری نایروبی در کنیا، استیو

ردیاب‌ها به گردن گاو آویزان می‌شوند تحرکات آن را ثبت و این اطلاعات را به ابرکامپیوترها منتقل می‌کنند. سطح فعالیت عمومی هر حیوان شاخص خوبی برای تناسب آن است

کمــپ و همکارانش تلاش خود را متوجه ویرایش مقاومت بــه بیماری خواب دام‌ها، یکی از کشــنده‌ترین بیماری‌های دام‌های آفریقایی کرده‌اند. تمامی این کارها ســبب می‌شود تا دام‌ها سالم‌تر و از این‌رو شادتر باشند. نه تنها تمامی این کارهای رفاهی جهت‌دار می‌باشــند بلکه دکتر فارن کروک بر روی مشهورترین جهش ژنتیکی کار می‌کند که افزایش توده ماهیچه‌ای را دنبال خواهد داشت؛ این جهش ژنتیکی بر روی ژن پروتئینی اســت که مایوستاتین نامیده می‌شود و به‌طور طبیعی در گاوهای گوشــتی نژاد آبی بلژیکی پیدا شده است. مایوستاتین توسعه سلول‌های ماهیچه‌ای را مهار می‌کند. جهش ژنتیکی نژاد آبی بلژیکی ساختار مایوستاتین را برهم زده و عمل آنرا مختل می‌کند. از این‌رو حیوان توسعه ماهیچه‌ای بیش از اندازه می‌کند. در سال گذشته دکتر فارن کروک با همکاری دانشــگاه آندام‌تگزاس ژن مایوستاتین را به همراه سایر صفات به دام‌ها ویرایش کرد.

جایگاه گوشت گاو کجا هست

ممکن اســت راه‌هــای بهتری برای پــرورش ماهیچه باشــد، بافت‌های حیوانی که بیشــتر از خود حیوان توسط مصرف‌کننــده طرفــدار دارد. حداقــل دو گــروه محققین فکــر می‌کنند که می‌توانند مســتقیماً آنرا تولید کنند. در ســال ۲۰۱۳ مارک پست از دانشگاه ماســتریخت هلند از اولین همبرگر ساخته شده از سلول‌های ماهیچه‌ای که در آزمایشگاه کشت داده بود پرده برداشت. در فوریه همان سال شرکت کالیفرنیایی به‌نام ممفیس میتز کار را دنبال کرد.

همبرگر واقعی دکتر پســت که ۱۴۰ گرم وزن داشت، از رشــته‌های ســلولی ماهیچه‌ای پرورش یافته در ظروف آزمایشــگاهی ســاخته شــده بود. با در نظر گرفتن تمامی هزینه‌ها گفته شــده که قیمت آن ۳۵۰۰۰۰ دلار و یا ۲/۵ میلیون دلار به‌ازای هر کیلو بوده اســت. تولید در مقیاس بالا قیمت آن را به‌مقدار زیاد کاهش می‌دهد. این بدان‌معنی است که ســلول‌ها را در مخازن راکتور که با آب‌گوشت پر شــده‌اند رشد داده شــود. اما با توجه به اینکه این سلول‌ها بخشی از اندام‌ها می‌باشند، نمی‌توانند به‌عنوان مثال مانند ســلول‌های مخمر که در بیوتکنولوژی تولید می‌شوند، در آب‌گوشت پراکنده شوند و آنها برای رشد، باید به چیزهایی متصل شــوند. بنابراین فکر این اســت که آنها را در داخل اجســام کروی معلق در مخازن رشد داده شوند. سلول‌های چربی که برای آبدار کردن گوشــت بــه‌کار خواهند رفت، باید جداگانه رشد داده شوند. با محاسبه دکتر پست، انجام موفقیت‌آمیز ایــن کار، هزینه‌ها را به ۶۵ دلار در کیلوگرم کاهش خواهد داد. با اضافه کردن پیشرفت‌های تکنولوژیکی که در راه است، می‌توان تراکم سلول‌های ماهیچه‌ای را که

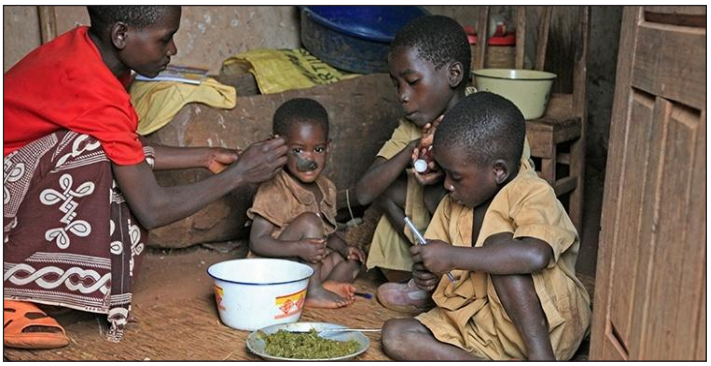
در راکتورها کشت می‌شوند افزایش داد. او امیدوار است که شرکت موسامیت که او برای کارهای تجارتی تأسیس کرده است قطعات همبرگر خود را در ۵ سال آینده برای فروش آمــاده کند. در این هنگام محققین شــرکت کلارا فود در سان‌فرانسیسکو در حال ساخت سفیده تخم‌مرغ با استفاده از مخمرهای تراریخته برای رمزگشایی پروتئین‌های مورد نیاز می‌باشند. در حقیقت آنها امیدوارند که با بهبود سفیده تخم‌مرغ از طریق دستکاری پروتئین، بتوان آن را به‌عنوان مثال برای تهیه مرینکو (غذای مخلوط ســفیده تخم‌مرغ و شکر) به‌کار برد و به‌راحتی بهم زد. آنها همچنین امیدوارند که این سفیده‌های سنتز شده بتوانند مورد قبول افرادی از جمله گیاهخواران که تخم‌مرغ نمی‌خورند قرار گیرد.

به‌سوی سال ۲۰۵۰

تکنولوژی زندگی کشاورزان را در دنیای غنی و فقیر تغییر خواهد داد

یکــی از بزرگتریــن پیروزی‌های ســتایش نشــده در پیشــرفت‌های بشر این است که بیشتر مردم کمتر بر روی زمیــن کار می‌کنند. ایــن رفتار بدی با کشــاورزی نبوده اســت. این نسبتاً ستایشی از رشــد تولید ثابت در صنایع اســت که تماماً به‌وســیله به‌کارگیری تکنولــوژی در فرم ماشین‌های کشاورزی، کودها و سایر مواد شیمیایی همراه با پیشرفت‌های علمی‌محصولات ودام‌ها است. در سال ۱۹۰۰ در حدود ۴۱درصد مــردم آمریکا در مزارع کار می‌کردند، امروزه این نســبت به کمتر از ۲درصد رســیده اســت. اثر تکنولوژی در کشورهای فقیر کمتر مشخص است. ولی مسیر کار مشابه است. در سال ۲۰۰۷ تعداد افراد شهرنشین از کل جمعیــت جهان حدود ۵۰درصد بود و هنوز هم بدون‌وقفه افزایش می‌یابد. هنوز هم با کاهش افرادی که بیرون شهرها زندگی می‌کنند قادر به تأمین غذای اکثریت جامعه شهری می‌باشند. هیچ گوی شیشه‌ای نمی‌تواند پیش‌بینی کند که که این کار ادامه خواهد یافت. اما بر اســاس روند گذشــته و نظر ســازمان خوار و بار و کشــاورزی بنظر میرسد که در

مایوستاتین توسعه سلول‌های ماهیچه‌ای را مهار می‌کند. جهش ژنتیکی نژاد آبی بلژیکی ساختار مایوستاتین را برهم زده و عمل آنرا مختل می‌کند. از این‌رو حیوان توسعه ماهیچه‌ای بیش از اندازه می‌کند. در سال گذشته دکتر فارن کروک با همکاری دانشگاه آندام‌تگزاس ژن مایوستاتین را به همراه سایر صفات به دام‌ها ویرایش کرد



سال ۲۰۵۰ کره خاکی نسبت به سال ۲۰۰۹، ۷۰درصد غذای بیشتر نیاز داشته باشد. گرچه بعضی محصولات در قسمت‌هایی از جهان به سطح باروری مناسب رسیده‌اند، تولید غلات ۶ سال بعد از پیش‌بینی سازمان خواروبار وکشاورزی جهانی ۱۱درصد افزایش داشته است. طرفداران نظریه مالتوس که می‌ترسیدند افزایش جمعیت از تولید غذا پیشی بگیرد هنوز که ۲۱۸ سال از آن می‌گذرد به حقیقت پیوسته است. آیا همان‌طوری‌که توماس مالتوس‌پوزش مدرن امروزی خود را دارد، اسطوره معاصرش ند لودهم این کار را انجام می‌دهد. تفکرنئولودیسم یک تهدید همیشه مطرح است که حقیقتاً می‌تواند توسعه تکنولوژی‌های نو را کُند نماید، همان‌طوری‌که برای تراریخته‌ها اتفاق افتاد. اما در هنگامی‌که آنهایی که خوب تغذیه شده‌اند و از عدم‌مصرف غذاهای محتوی مواد دستکاری شده حرف می‌زنند، همچنان ترس‌شان بر محصولات تراریخته سایه افکنده که آیا ممکن است بتواند به آنهایی که می‌خواهند شکم‌شان سیر شود کمک کنند این امری نامعقول است. خوشبختانه نسل جدید محصولات ویراستاری ژنتیکی شده و حتی ممکن است حیوانات اصلاح شده به این روش نیز این واکنش‌ها را تحریک نخواهد کرد بدون توجه به اینکه آیا این کار انجام شود و یا در آینده روندهای دیگری که به حقیقت نزدیک تر است ادامه یابد. کشاورزی دقیق از قلب آمریکای‌شمالی به اروپا و آمریکای‌جنوبی نظیر برزیل که اراضی بزرگ غالبیت دارند توسعه خواهد یافت. شاید بعضی‌ها در چین بر این فکر باشند که چگونه از تکنولوژی‌های دقیقی که هم‌اکنون برای محصولاتی نظیر سویا، ذرت و سایر محصولات استفاده می‌کنند در آینده برای برنج نیز به‌کار برند.

منطق تکنولوژیکی باید برای مزارع دقیق پیشنهادی ادامه یافته تا تثبیت شود. اگر چه در یک صنعت که در آن پیوستگی خانوادگی و احساسی نقش بزرگی بازی کرده به‌طوری‌که تجزیه وتحلیل خالص اقتصادی ممکن است پیشنهاد غیر منطقی باشد، لذا ممکن است با آن سرعتی که انتظار می‌رود اتفاق نیفتد. بدون توجه به اینکه با چه سرعتی اتفاق بیفتد، این هولدینگ بزرگ می‌رود که هر چه بیشتر شبیه یک کارخانه عمل کند و آخرین کارائی زمین و ماشین را بهم نزدیک کند. این چنین مزارع در اندازه بزرگ احتمالاً باید توسعه یابد. تا به‌وسیله شرکت‌های بزرگی که تهیه‌کننده بذر، کود، سم، ماشین‌آلات و برنامه ریزی‌های مدیریتی می‌باشند ارائه خدمات شود. اما در خصوص برنامه‌های مدیریتی، رشته‌هایی برای شرکت‌های جدید باز خواهد شد که ایده بهتری دارند و باید زودتر دست به‌کار شده و سهم بیشتری از بازار را نصیب خود کنند.

رشته دیگری نیز برای کارآفرینان هست. هر دو پروژه پرورش ماهی در خشکی و پروژه مزارع عمودی شهری، در مقایسه با مزارع سویای مید وسترن و پرورش ماهی سالمون سیلاک اسکاتلند، امواجی از آینده در خدمت سفسطه‌های شهرنشینی می‌باشند و در این تجارت ایده کشاورزی شبیه کارخانه به نتیجه قانونی خواهد رسید.

در مناطق فقیرتر جهان است که جنگ برای سیر شدن برنده یا بازنده خواهد داشت و در آفریقا بخصوص، محدوده تغییرات در هر دو حالت عظیم و غیر قابل پیش‌بینی است. گرچه مشکلات آفریقا به‌هیچ‌وجه تکنولوژیکی نیست، ولی روش‌های بهتر، آموزش بهتر و حکومت بهتر همگی به‌مقدار زیاد کمک خواهند کرد. تکنولوژی با این اوصاف نقش بیشتری را بازی می‌کند. سازمان‌هایی نظیر پروژه کاساوا و نکست‌ژن که آخرین تکنولوژی‌های اصلاحی را برای کاهش حساسیت محصول به بیماری‌ها و افزایش محصول و ارزش غذایی آن به‌کار برده است، این موقعیت را پیشنهاد می‌کند که در آینده به‌راهی بروند که به‌جای تلفن ثابت مستقیماً از موبایل استفاده کنند. محصول نیز می‌تواند در مدت یک سال از قرن ۱۸ به قرن ۲۱ پرش نماید. حتی اگر تبدیل پتانسیل به باروری نیاز به عوامل توسعه‌ای قبلی باشد.

در نگاه بیشتر به آینده تصویر نامشخص است مهندسی ژنتیک در سطح وسیع به قسمی‌که برای خلق برنج چهار کربنی و تولید گندم تثبیت کننده ازت و افزایش مسیرهای فتوسنتزی در نظر است، ممکن است تردیدهایی را نه تنها در بین نئولودیت‌ها که در بقیه نیز به‌وجود آورد و ممکن است موردنیاز هم نباشد. یک حقیقت تکنولوژیکی عمومی وجود دارد که ایده‌ها بیشتر از عمل است و در واقع شایسته‌ترها به حاشیه‌ها رانده می‌شوند چون دیگران ابتدا به‌دست آورده‌اند. ولی بهتر است بدانیم که ایده‌های بزرگ باید برای بر طرف کردن دیگر تهدیدهای مناطق محصولی که برای تأمین نیازهایی غذا لازم است به‌کار گرفته شود. این بدان مفهوم است مردم در سال ۲۰۵۰ چه در لوس آنجلس باشند ویا لاکنو و لوزاکا حداقل قادر باشند که بدانند با چه مشکلاتی بعد از سیری با آن مواجهه می‌شوند.

در مناطق فقیرتر جهان است که جنگ برای سیر شدن برنده یا بازنده خواهد داشت و در آفریقا بخصوص، محدوده تغییرات در هر دو حالت عظیم و غیر قابل پیش‌بینی است. گرچه مشکلات آفریقا به‌هیچ‌وجه تکنولوژیکی نیست، ولی روش‌های بهتر، آموزش بهتر و حکومت بهتر همگی به‌مقدار زیاد کمک خواهند کرد

بررسی روند دیفوزیون بر استخراج ناخالصی‌ها در فرآوری چغندر قند

◀ نویسندگان: بهاره صالحیان دهکردی* و دکتر محمد حجت‌الاسلامی**
*دانشجوی کارشناسی ارشد و **استادیار صنایع غذایی واحد شهرکرد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرکرد، ایران

کلید واژه: دیفوزیون، ناخالصی‌ها، pH

چکیده

انتشـار قند طبـق تمام واکنش‌های انتشـار از قانون فیک تبعیـت می‌کند. از آن جایی که اسـتخراج قند از خلال به صورت انتخابی نیسـت و سایر ناخالصی‌ها نیز همراه قند از سلول خارج می‌شوند و حضور ناخالصی‌ها در شربت میزان ضایعات کارخانه‌های قند را افزایش می‌دهد و عملیات تصفیه را مشـکل‌تر می‌کند لذا اهمیت استخراج کمتر ناخالصی‌ها در مرحله دیفوزیون بسیار بیشتر خودنمایی می‌کند. حضور املاح، اسـیدهای آلی و پکتیـن در مراحل تصفیه می‌تواند مشکل‌ساز باشد. این مقاله با مطالعه مقالات ملی و بین‌المللی تـلاش دارد تا با مروری بر روش‌های مختلف و عوامل مؤثر بر اسـتخراج به بهبـود روش‌های متداول اسـتخراج برای جلوگیری از ورود ناخالصی‌ها به شربت‌خام بپردازد.

مقدمه

عمل استخراج قند از خلال در دستگاه دیفوزیون یا دیفیوزر و با استفاده از خاصیت انتشار و فشار اسمزی که مربوط به اختلاف غلظت در داخل وخارج ازسـلول‌های خلال است، صـورت می‌گیرد. برای خروج بهتر مواد قندی از حرارت و به‌هم زدن نیز کمک گرفته می‌شـود. معمولاً در دیفیوزر، آب گـرم و خلال در دو جهت مخالف هم، حرکت کرده و مواد قندی به‌تدریج از خلال استخراج می‌شود و در نهایت از یک‌طرف دستگاه، شربت‌خام و از طرف دیگر تفاله خارج می‌شود. تفاله در حقیقت خلالی است که قند و دیگر مواد محلـول در آب موجـود در آن تا حد امکان گرفته شـده است، البته معمولاً مقدار کمی قند در آن باقی می‌ماند که جزء ضایعات قندی کارخانه محسوب می‌شود. (مصباحی، ۱۳۸۹)

در (۱۹۹۳) ونگو همکاران استفاده از $CaCl_2$ متانولی برای اسـتخراج غیرآبی سـاکارز از چغندرقند، با تأکید بر اثرات غلظت $CaCl_2$، زمان اسـتخراج، و درجه حرارت را مورد بررسـی قرار دادند. عصـاره متانولی $CaCl_2$ خلوص بالاتر و ثبات ساکارز بیشتری در مقایسه با شربت دیفوزیون آبی داشـته اسـت. (Randall, Wong, Camirand & Edwards, 1993)

در مجموعـه‌ای از مقـالات (Susie, Race) تحقیقی سوسی و ریس آهکی کردن خلال چغندر را توصیه کرده‌اند و عقیده دارند با این عمل استحصال قند از خلال به‌اندازه ۰/۲۵ تـا ۰/۵۰ و درجـه خلـوص به انـدازه ۲درصد بهتر می‌شود. pH دیفوزیون به ۸/۴ می‌رسد. آهک‌زنی ترجیحاً بایـد بر روی خلال چغندر ثابـت و بدون حرکت، مثلاً در دیفوزیون دسـمیت صورت گیرد (گینس. م، ۱۳۶۵). اما با توجه به گرانی حامل‌های انرژی و نیروی انسانی توجه به این نکته لازم است که در مرحله تصفیه نسبتی از ناخالصی‌ها حذف می‌شـود. بنابراین هرچه ناخالصی‌ها بیشـتر باشـد نسبت حذف آن‌ها در تصفیه کمتر خواهد بود لذا باید این

در دیفیوزر، آب گرم و خلال در دو جهت مخالف هم، حرکت کرده و مواد قندی به‌تدریج از خلال استخراج می‌شود و در نهایت از یک‌طرف دستگاه، شربت‌خام و از طرف دیگر تفاله خارج می‌شود

میزان را قبل از ورود به تصفیه کاهش داد و عدم‌استخراج ناخالصی‌ها کم‌هزینه‌تر و راحت‌تر از حذف آن‌ها در مراحل بعدی خواهد بود. (اسدی، ۲۰۰۷)

از آنجایی که مرحله دیفوزیون نقطه شروع جداسازی است. متأسفانه دیفوزیون نمی‌تواند ساکارز را انتخاب کند و مواد دیگر را حذف کند و در عوض هم مواد قندی هم مواد غیرقندی در پایان دیفوزیون منتقل می‌شوند. اگر بتوانیم ترکیبات غیرقندی را حذف کنیم خلوص شربت‌خام خیلی بیشتر از آن است که در حال‌حاضر است (۸۵ تا ۸۸ درصد) که این امر می‌تواند فرآوری چغندرقند را سریع‌تر و آسان‌تر کند. (اسدی، ۲۰۰۷)

خلوص شربت استخراج شده چغندر قند برای صنعت فرآوری قند نقش حیاتی دارد چرا که ترکیبات غیرساکارزی محلول، که ترکیبات ناخالصی نیز نامیده می‌شوند، مانع کریستاله شدن و بنابراین استحصال (استخراج) ساکارز را کاهش می‌دهند (G.A. Smith, Martin, 1989). شربت دیفوزیون حدود ۱۵ درصد ماده خشک و ۰/۵ تا ۱/۵ درصد مواد نامحلول دارد. (اسدی، ۲۰۰۷)

از آنجایی که هر سیستم تصفیه قادر به جداسازی تمامی بار آنیونی و کاتیونی موجود در شربت‌خام از دید اقتصادی نیست لذا هرچه بار ناخالصی‌های کمتری به این قسمت راه یابد شربت حاصله ضمن این‌که کیفیت شیمیایی بهتری خواهد داشت در قسمت فیلتراسیون و سدیمان‌تاسیون نیز با مشکلات کمتری روبه‌رو خواهد شد (گینس، م. ۱۳۷۸) شربت چغندر حاوی اسیدهای آلی و غیرآلی متنوع است. و به‌عنوان آنیون‌ها موجود هستند. این آنیون‌های اسیدی به‌عنوان جزء اساسی ثابت ترکیبات غیرقندی به حساب می‌آیند. اسیدهای آلی به‌عنوان سیستم بافری در تعادل اسید و باز درسلول گیاه، به‌منظورحفظ تعادل pH در بافت گیاه عمل می‌کنند. (Shiweck, Vander Pol & Shwatz, 1998)

روا و همکارانش در ۱۹۸۳ جذب غیرقندی‌های شربت‌خام را طی پیش‌آهک‌زنی مورد مطالعه قرار دادند از آنجایی که اگزالات آنیون غالب در شربت‌خام است لذا جذب پروتئین روی اگزالات کلسیم را مورد بررسی قرار داد و دریافت که شرایط پیش‌آهک‌زنی جذب در ۲۰ درجه سانتی‌گراد و به‌دنبال آن حرارت دادن شربت به ۸۵ درجه‌سانتی‌گراد موجب برداشت ۳۵درصد در مقایسه با برداشت ۲۰درصد در ۸۵ درجه سانتی‌گراد می‌شود. (Rava et 1983)

در ۱۹۴۶شربت دیفوزیون به‌دست آمده از کارخانه‌های آمریکا برای تعیین اسیدهای آلی مورد بررسی قرار گرفت. تفاوت قابل‌توجه در ترکیبات، نشان‌دهنده تنوع شرایط رشد است. (STARK, GOODBAN, &OWENS, 1946)

در (۱۹۸۱) اثر آهک بر شیمی بافت خلال توسط کامرند بررسی شد. ماندن پکتین در تفاله پس از تیمار آهکی خلال، بهبود یافته بود. ۱۰ تا ۳۰ درصد افزایش در مواد جامد در تفاله نشان داده شد. در خلال‌های آغشته به دوغاب آهک وزن تفاله در حدود ۲۷درصد افزایش کلی داشت. افزایش ۱۰ تا ۳۰ درصد می‌تواند یک مزیت اقتصادی قابل‌توجهی را ایجاد کند. میزان سرعت استخراج خلال‌های آهکی به‌طور قابل‌توجهی کاهش می‌یابد. (Camirand & Randall, 1981)

در (۲۰۱۳) یون‌های آلومینیوم و کلسیم به‌منظور جذب پکتین در شربت چغندرقند به‌کار برده شد. کاتیون‌های چندتایی Al3+ نسبت به کاتیون‌های دو ظرفیتی Ca2+ تأثیر بیشتری روی پتانسیل زتا پکتین دارد. اهمیت این روش این است که در مقایسه با روش‌های معمول راندمان تصفیه شربت چغندر به‌طور قابل‌توجهی بالا است. (Kuljanin, Jevrić, . Ćurčić1 , Nićetin, Filipović, &Grbić 2, 2013)

گاززدایی از شربت دیفوزیون منجر به جریان مداوم شربت در pH بالاتر می‌شود در نتیجه میزان مصرف آهک در طی تصفیه شربت و هزینه‌های مرتبط کاهش می‌یابد که این قابلیت با یک واحد آزمایشی کارخانه قند در غرب ایالات‌متحده اثبات شده است. علاوه بر کاهش آهک مصرفی بهبود رنگ شربت رقیق و خلوص را نشان می‌دهد. مطالعات میدانی نشان می‌دهد که تیمار شربت دیفوزیون قبل از آهک‌زنی به‌طور قابل‌توجهی کیفیت شربت نهایی را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد. (DENNIS&DANG 2005,)

عوامل مؤثر بر استخراج:

حرارت:

برای چغندرهای خراب و یخزده درجه حرارت را باید در حد ۷۰ تا ۷۵ درجه سانتی گراد نگه‌داشت حتی برای چغندرهای سالم صلاح این است که از بالا بردن حرارت بیش از ۸۰ درجه سانتی‌گراد خودداری شود تا این که بهترین کیفیت شربت به‌دست آید. (سیلین، ۱۳۶۲)

آزمایشات کارخانه‌ای نشان داده است که افزایش ۴ تا ۸ درصد در مقدار نرمه باعث آزاد شدن کلوئیدها به بیش از ۲برابر حالت عادی خواهد شد و این امر اثر افزایش دمای دیفوزیون از ۷۰ به ۸۰ درجه سانتی‌گراد است. (Oleinik & Polishchu, 1976)

در (۲۰۰۹) مطالعه سیستماتیک تأثیر میدان‌های

گاززدایی از شربت دیفوزیون منجر به جریان مداوم شربت در pH بالاتر می‌شود در نتیجه میزان مصرف آهک در طی تصفیه شربت و هزینه‌های مرتبط کاهش می‌یابد که این قابلیت با یک واحد آزمایشی کارخانه قند در غرب ایالات‌متحده اثبات شده است

پالس الکتریکی در سینتیک استخراج ساکارز از چغندر قند در دماهای مختلف (۲۰تا ۷۰ درجه سانتیگراد) توسط لاورز بررسی شد.که بر این اساس تیمار ۲۰ پالس در (KV/Cm(9/3Kj/Kg 7 اجازه می‌دهد حرارت برای به دست آوردن ۸۰ درصد ساکارز از ۷۰ درجه سانتی گراد به ۴۰ درجه سانتی‌گراد در ۶۰ دقیقه کاهش یابد. این کاهش دما علاوه بر ایجاد شربت زلال‌تر و پایدارتر میزان انرژی حرارتی را تا بیش از ۵۰ درصد کاهش می‌دهد. (Lvarez, Lopez, Puertolas & Cond 2009)

شربت‌خام به‌دست آمده از خلال‌های پالس الکتریکی شده در ۲۰ درجه سانتی گراد خلوص بالاتر از ۹۳/۵ درصد و در ۵۰ درجه سانتی گراد ۹۲/۹ درصد و در ۸۰ درجه سانتی گراد ۹۲/۳ درصد بیان شده است. افزایش دما منجر به افزایش مواد کلوئیدی (تا ۳۵درصد) در شربت می‌شود. شربت تصفیه شده در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد، خلوص بالاتر ۹۶ درصد نسبت به شربت در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد است و به‌طور قابل‌توجهی رنگ کمتر است. علاوه بر این مواد کلوئیدی و پروتئین در شربت ۲۰ درجه سانتی‌گراد پایین‌تر است. (Grimi, Bals, Mhemdi & Vorobiev, 2013)

pH آب دیفوزیون:

pH آب دیفوزیون باید در حد بهینه باشد تا میزان خلوص شربت افزایش یابد اگر pH اسیدی شود باعث ایجاد قند اینورت و خوردگی در دستگاه‌ها می‌گردد از سوی دیگر افزایش pH نیز باعث هیدرولیز ترکیبات پکتیکی شده و خلوص شربت را کاهش می‌دهد و در پرس تفاله مشکل ایجاد می‌کند. (اسدی، ۲۰۰۷)

زمان استخراج:

در یک دستگاه آزمایشگاهی استحصال قند زاگادوسکی و کوبیاک اثر دما و زمان را بر پلاسمولیز بافت چغندر و ضریب دیفوزیون مورد مطالعه قرار داده‌اند. آنها نتیجه گرفتند که شرایط مطلوب پلاسمولیز در مدت ۴۰ دقیقه در دمای ۷۵ درجه سانتی گراد به دست می‌آید. (گینس، م. ۱۳۶۵)

در حرارت‌های بالا زمان تأثیر آب نیز بسیار مهم است و تقریباً پپتیزاسیون با طول زمان تناسب دارد. به این معنی که دیفوزیون سریع میزان مواد پکتیکی وارده به شربت را کاهش می‌دهد. (سیلین، ۱۳۶۲)

کشش شربت:

کشش وزنی یا سوتیراژ یا در افت نشان‌دهنده نسبت وزن

شربت‌خام حاصل در دیفیوزر به وزن خلال چغندر ورودی به دیفیوزر می‌باشد. با افزایش کشش وزنی، معمولاً مقدار ضایعات قندی تفاله کمتر می‌شود، اما اگرچه کشش وزنی بالاتر رود و آب وارد شده به شربت‌خام بیشتر می‌شود، اما ناخالصی‌های زیادتری هم وارد شربت‌خام می‌شوند. (اسدی ۲۰۰۷، مصباحی ۱۳۸۹)

لوگینووا و همکاران در (۲۰۱۱) با تیمار میدان پالس الکتریکی با قدرت E بین ۱۰۰-۶۰۰ v/Cm. اثرات پارامترهای اساسی استخراج (حرارت، آب استخراج و کشش وزنی) روی روند استخراج و همچنین روی ویژگی‌های خلال(تفاله و شربت) را مورد بررسی قرار داد. حرارت استخراج خلال‌های تیمارشده با پالس الکتریکی از ۳۰ تا ۷۰ درجه سانتی‌گراد متفاوت است. کشش وزنی از ۱۰۰ تا ۱۲۰ درصد متفاوت است. خلوص شربت به‌دست آمده به‌وسیله استخراج با حرارت متوسط (۵۰-۶۰ درجه) و سرد (۳۰ درجه) پایین‌تر از خلوص شربت به‌دست آمده از روش استخراج رایج یعنی دمای ۷۰ درجه نبود. Loginova, Loginov, Vorobieve & Lebovka (2010); Loginova, Vorobiev, Bals & Lebovka ((2011)

فعالیت میکروارگانیسم‌ها:

مزایای آهکی‌کردن خلال چغندر قبل از فرآیند

در حرارت‌های بالا زمان تأثیر آب نیز بسیار مهم است و تقریباً پپتیزاسیون با طول زمان تناسب دارد. به این معنی که دیفوزیون سریع میزان مواد پکتیکی وارده به شربت را کاهش می‌دهد

دیفوزیون توسط ولوشانکو و بوروینک و ساپرونو توصیف شد. آهک‌زنی به خلال چغندر به‌میزان ۵ درصد کلسیم اکسید نسبت به چغندر مصرفی در دمای ۲۰ تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد در مدت ۲۰ دقیقه توصیه می‌شود. با این عمل کلسیم پکتات تشکیل می‌شود که ساختار خلال چغندر را در دماهای بالا در دیفوزیون تثبیت می‌کند و چون فرآیند دیفوزیون در pH بزرگ‌تر از ۷ صورت می‌گیرد نرمه خلال‌ها به‌حالت کلوئیدی تبدیل نمی‌شود. به‌علاوه قلیائیت ناشی از آهک فعالیت میکروبیولوژیک را متوقف می‌کند. (گینس، م. ۱۳۶۵)

روش‌های مختلف استخراج شربت‌خام:

در (۱۹۸۲) زارگوسا اثر خلال‌های آهکی بر استخراج را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که افزودن آهک به خلال‌های منجر به صرفه‌جویی انرژی در چند مرحله فرآیند می‌شود. از جمله کاهش کلی آهک مصرفی و کاهش انرژی حرارتی موردنیاز برای خشک کردن تفاله است. چغندر آهکی ماده جامد کل را افزایش می‌دهد به‌علت این که پکتین به‌جای این که تجزیه شود و به شربت نشت کند در تفاله باقی می‌ماند. شربت دیفوزیون از چغندرهای آهکی روشن‌تر است نسبت به شربت چغندرهای شاهد و شربت حاوی مواد کلوئیدی کمتری است. شربت حاصل از دیفوزیون آهکی می‌تواند بدون افزودن آهک تصفیه شود و خلوص شربت حاصل ازدیفوزیون آهکی احتمالاً به‌دلیل وجود متانول و استات تولید شده به‌وسیله آهک کمی پایین بود. این ناخالصی‌ها حتی پس از مراحل تصفیه باقی می‌ماند. با این حال متانول باید در طی تغلیظ تبخیر شود و اثرات زیان‌آور استات به علت فاکتور ملاس زایی منفی آن کم باشد. (Zaragosa, John Randall & Wayne, 1982)

در (۲۰۱۳) حسینی و همکاران کاربرد پالس الکتریکی E=600 V.Cm-1, PET=10 ms, (T=20 C) و به‌دنبال آن پرس خلال‌ها در فشار ۵ بار و در مدت ۱۵ دقیقه انجام شد که راندمان شربت ۶۶/۵ درصد است که خلال‌های پیش گرم شده در ۸۰ درجه سانتی‌گراد و تیمار نشده راندمان ۶۴ درصد بود (Hoseni et 2013).

در ۲۰۰۲ اشتیاقی و نورو تیمار میدان‌های پالس الکتریکی بالا (HELP) بر روی خلال‌ها را انجام دادند. که یک فرآیند غیرحرارتی است و می‌تواند تخریب سلول‌های چغندر را بهبود بخشد. اثر HELP وابسته به‌قدرت میدان و تعداد پالس که بر روی تخریب سلول تأثیر می‌گذارد. استخراج از چغندر می‌تواند به‌وسیله تیمار HELP برای به‌دست آوردن حداکثر عملکرد فرآیند شربت در حرارت محیط و فشار (2 تا 5 μpa) و ۱تا۲ بار آب به قطعه‌های چغندر اضافه می‌شود. (M., Eshtiaghi, D. Knorr, 2002)

در (۲۰۱۲) توسط تامی و همکاران از اسید سیتریک تفاله چغندر قند اصلاح شده به‌عنوان جاذب جدید تبادل یونی برای حذف کاتیون‌های فلزی و رنگ از شربت استفاده شد. داده‌های تجربی در حذف کاتیون‌های فلزی نشان داد که فرآیند جذب سریع بود و در ۶۰ دقیقه به تعادل رسیده است. مواد اصلاح شده به شکل اسیدی باعث کاهش قابل‌توجه pH در شربت رقیق می‌شود، که می‌تواند منجر به ایجاد اینورت گردد. جذب کاتیون‌های فلزی با درجه حرارت افزایش یافته درحالی که از رنگ کاهش یافته است. آزمون تأیید کرد که تفاله چغندرقند اصلاح‌شده ویژگی‌های پایداری بیشتری را نشان می‌دهد و ظرفیت تبادل کاتیونی را افزایش می‌دهد و افزایش قابل‌توجه در حذف یون‌ها و رنگ را نشان می‌دهد. (Arslanoglu & Tumen, 2012)

فرنز (۲۰۱۰) اثرات شربت‌خام قلیایی برکیفیت شربت رقیق بررسی کرد. شربت‌خام قلیایی بر کیفیت شربت رقیق (رنگ و مقدار نمک کلسیم) اثرات قابل‌توجهی دارد. رنگ شربت رقیق با افزایش دمای آهک‌خور اولیه کاهش می‌یابد. رنگ شربت رقیق با قلیائیت شربت‌خام کاهش می‌یابد. اثرقلیایی شربت‌خام در کاهش رنگ شربت رقیق به درجه حرارت آهک‌زنی اولیه وابسته است: کاهش رنگ شربت رقیق در حدود 200IU (برای دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد آهک‌زنی اولیه) و کاهش از رنگ شربت رقیق حدود 500IU (در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد آهک‌زنی اولیه) است. (Ajdari Rad, Frenze & Shahidizenouz, 2010)

هدایتی و همکاران (۱۳۹۲) تأثیر فرکانس امواج فراصوت، دما و زمان موج‌دهی بر روی خواص مکانیکی و میزان استخراج قند از چغندر قند با رطوبت پایه‌ی ۷۵درصد مورد بررسی قرار دادند. به این منظور در یک دستگاه حمام فراصوت در مقیاس آزمایشگاهی تأثیر فاکتورهای فرکانس (بدون موج‌دهی، ۲۵و ۴۵ کیلوهرتز) دما (۲۵، ۵۰ و ۷۰ درجه سانتی‌گراد) در زمان موج‌دهی (۱۰، ۲۰و ۳۰ دقیقه) بر روی نمونه مطالعه شد و با نمونه شاهد مقایسه شد. نتایج نشان داد که فاکتورهای فرکانس، دما و زمان تأثیر معنی‌داری بر افزایش استخراج قند داشته است و می‌تواند نسبت به نمونه شاهد راندمان قندگیری را با ۶۵درصد افزایش دهد. میزان مدول الاستیک و مدول برشی روند کاهشی داشتند. (هدایتی، عمادی، خجسته‌پور و بیرقی طوسی، ۱۳۹۲)

اثرات شربت‌خام قلیایی برکیفیت شربت رقیق بررسی کرد. شربت‌خام قلیایی بر کیفیت شربت رقیق (رنگ و مقدار نمک کلسیم) اثرات قابل‌توجهی دارد. رنگ شربت رقیق با افزایش دمای آهک‌خور اولیه کاهش می‌یابد

شبیه‌سازی و بهینه‌سازی

اواپراتورهای چندبدنه‌ای از شربت نیشکر: مصرف انرژی و ضایعات انورت

◀ نویسندگان: Daniela Galatro & Elisa Venuschi Roberto Guillen

◀ مترجمان: سلیمان احمدی اقدم * مهری موسی‌زاده **

* کارشناس ارشد شیمی تجزیه، کارشناس تولید کارخانه قند نقده

** مهندسی علوم و صنایع‌غذایی، مدیر کنترل کیفیت و رئیس آزمایشگاه کارخانه قند نقده

یک مدل شبیه‌سازی با استفاده از نرم‌افزار PRO جهت برآورد نسبت انورت ساکارز در شربت نیشکر در یک سیستم اواپراتور سه بدنه‌ای انجام شد. شبیه‌سازی شامل پارامترهای دکستروز و فروکتوز است. یک مجموعه از ارتباط تخمین نسبت انورسیون ساکارز بر پایه اطلاعات تجربی تهیه شده از منابع معتبر است. تمامی نتایج به‌دست آمده به‌وسیله این مدل فرعی با مقادیر آزمایشی مقایسه شد و در حالت کلی خطاهای نسبی زیر ۵ درصد به‌دست آمد.

یک آنالیز پینچ با مدل اکسل که به نرم‌افزار PRO لینک شده بود انجام گرفت. حداقل انرژی موردنیاز سیستم بر پایه مصرف بخار محاسبه شده با نرم‌افزار PRO تخمین زده شد. این عملیات میزان کاهش مصرف انرژی با شرایط حفظ میزان درصد انورت ساکارز زیر مقدار مشخص شده (حداکثر ۰/۲ درصد در هر بدنه) را به مقدار ۲۰ درصد ممکن می‌سازد.

مقدمه

در طول تبخیر محلول شربت با اعمال حرارت تغلیظ می‌شود؛ اواپراتور شکر یک مبدل گرمایی (بدنه لوله‌ای) است: بخار (قسمت گرم) اطراف لوله‌ها را احاطه می‌کند و شربتی که تبخیر می‌شود در داخل لوله‌ها جریان می‌یابد. در یک اواپراتور چندبدنه‌ای آب در مخازن سری و پشت سر هم می‌جوشد و بخار حاصل از جوشیدن در یک بدنه برای گرم کردن بدنه بعدی استفاده می‌شود؛ به‌جز بدنه اول که یک منبع گرمایی خارجی با فشار بالاتر مورد نیاز است.

Panpae و گروه وی در سال ۲۰۰۷ نشان دادند که نظارت (مانیتورینگ) کل کاهش قند (کاهش قند به‌علاوه ساکارز هیدرولیز شده) برای صنعت کشت نیشکر خیلی مهم است. چرا که این اطلاعات ارزیابی مواد اولیه خام و کنترل کیفیت فرآیند تولید شکر را میسر می‌سازد. انورسیون ساکارز به‌وسیله تقسیم شدن (تبدیل) این دی‌ساکارید به اجزای تشکیل‌دهنده خود یعنی دکستروز و فروکتوز اتفاق می‌افتد.

آنها همچنین نتیجه گرفتند که قند انورته وابستگی شدید به آب و رطوبت محصول ساخته شده دارد؛ در کار آنها تغییرات مهم‌ترین عوامل پروسه در شربت نیشکر مورد مطالعه قرار گرفت و با دلیل نشان داد که انورسیون ساکارز به‌شدت به pH، دما و مواد جامد محتوی وابسته است.

افزایش مواد جامد محتوی (شربت آهکی)، pH و دما در طول حرارت و نگهداری در دمای اتاق نسبت انورسیون ساکارز را افزایش می‌دهد.

کنترل کاهش انورسیون در اواپراسیون مبتنی بر سنجش نسبت کاهش قند به ساکارز در شربت می‌باشد. مقدار کاهش انورسیون در اواپراسیون نباید از ماکزیمم ۰/۲ درصد ساکارز تجاوز کند. بر اساس تحقیقات Hugot در سال ۱۹۸۶.

Saska (2008) یادآوری کرد که توسعه مدل‌های ریاضیات عمومی و شبیه‌سازی‌ها عموماً به‌وسیله نرم‌افزار

در یک اواپراتور چندبدنه‌ای آب در مخازن سری و پشت سر هم می‌جوشد و بخار حاصل از جوشیدن در یک بدنه برای گرم کردن بدنه بعدی استفاده می‌شود؛ به‌جز بدنه اول که یک منبع گرمایی خارجی با فشار بالاتر مورد نیاز است

شبیه‌سازی Aspen, Chemcad, Hysys و... مساعدت شـد. او همچنین شـرح داد که نرم‌افزار Sugar امروزه به سهولت در دسـترس صنایع قند است. به هرحال با اینکه یک نرم‌افزار ویژه در واحد عملیات شکر با ارزش است این نرم‌افزار به‌دلیل پرهزینه بودن و پیچیدگی گسترش نیافته است. از سوی دیگر نرم‌افزار Hysys شامل یک صفحه کاری برای اواپراتور چند مرحله‌ای در نیشـکر است. هر اواپراتور با اسـتفاده از فلاش‌تانک مدل‌سازی شده است. بسیاری از پارامترهای فرآیند این کار از کارگاه‌های Hysys گرفته شده است. معادله حالت مورد استفاده در شبیه‌سازی هایسیس Wilson/ideal می‌باشـد و فقط موازنه بخار - مایع برای مخلوط دوتایی ساکارز - آب آنالیز شد. دکستروز و فروکتوز در لیست ترکیبات بانک اطلاعاتی نرم‌افزار وجود ندارند.

Abderafi and Bounahmidi (1994) فعل و انفعال (اثر متقابل) پارامترهای دوگانه برای معادلات حالت Peng Robinson, Lee-Kesler و NRTL از مقادیر داده‌های تجربی در ترکیبات دوگانه سـاکارز - آب و گلوکز - آب و فروکتوز - آب را به‌دسـت آوردند. تجزیـه و تحلیل نتایج پارامترها نشـان داد که مدل Peng-Robinson بهترین مـدل بـرای پیش‌بینی مقادیر VLE می‌باشـد. یک مدل با برنامه PRO برای شبیه‌سـازی اواپراتور سـه مرحله‌ای شـربت نیشکر توسـعه یافت. مقادیر VLE ساکارز - آب، دکسـتروز - آب و فروکتـوز - آب در مدل وجود دارد. که برای ارزیابی نسبت انورسیون ساکارز در هر بدنه اواپراسیون بر پایه اطلاعات به‌دست آمده از منابع معتبر می‌تواند مفید باشد.

آنالیز پینچ

اولین کلید در مفهوم آنالیز پینچ تنظیم انرژی بر اساس نظریه Kemp (2007) موردنظر است. اهداف به‌دست آمده با آنالیز پینچ اهداف ترمودینامیکی هستند که نشان‌دهنده طراحی صحیح سیسـتم گرمایش و سرمایش است (شبکه تبادل حرارتی). در کار حاضر یک مدل آنالیز پینچ در برنامه اکسل که با برنامه PRO لینک شده بود برای ارزیابی حداقل انرژی موردنیاز اجرا شده است.

مدل شبیه‌سازی اواپراتور چندبدنه‌ای

ترکیبات شیمیایی مورد بررسی در این مدل شبیه‌سازی عبارت بودند از: آب - ساکارز و قندهای وارونه مثل دکستروز و فروکتـوز - دکسـتروز در بانک اطلاعاتـی اصلی برنامه PRO (SIMSCI) موجود اسـت. به هرحال فروکتوز باید توسـط کاربر به‌صورت ترکیب فرضی تعیین شود؛ بنابراین نرم‌افزار شـامل تمـام اطلاعـات ترمودینامیکی و فیزیکی ترکیب است.

همچنین لازم اسـت معادله تعادل - بخار برای معادله حالـت Peng Robinson از حالت EOS با اضافه کردن تأثیر متقابل پارامترهای دکسـتروز - آب و فروکتوز - آب تغییر داده شود.

جدول ۱: پارامترهای فیزیکی و ترمودینامیکی مربوط به فلودیاگرام

	Tc, K	PC, atm	ω	VDV	ROG, mm	MW	Std Density, kg/m^3	Liq. Solubility Parameter (cal/cc)$^{0.5}$
Sucrose	805.95	26.54	0.369	7.90	6.55 X 10^{-7}	342.30	1514.4	8.75
Dextrose	884.61	47.53	2.208	4.84	4.75 X 10^{-7}	180.16	1490	10
Frunctose	884.35	47.67	2.210	4.84	4.75 X 10^{-7}	180.16	1490	10

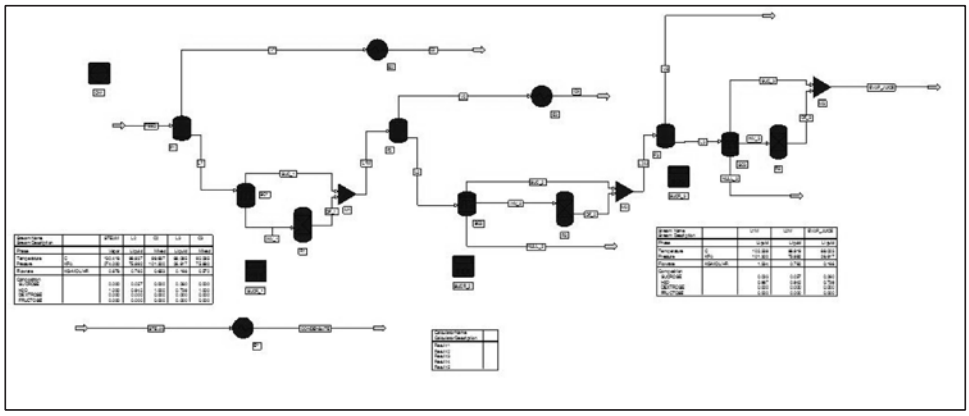
Tc, Pc, ω were taken from adberafi and Bounahmidi (1994).
VDV and ROG of Fructose were assumed same as Dextrose (Pro II database).
MW of Fructose is the same as Dextrose.
Where:
* Tc and Pc: Critical properties (temperature and pressure).
* ω: acentric factor.
* VDV: Van der Waals parameters.
* ROG: radius of Gyration.
* MW: Mlecular weight.

واکنش‌هـای متقابل برای معادلات Peng Robinson از تحقیـق Adberafi and Bounahmidi (1994) گرفته شده است. فلودیاگرام پروسس شبیه‌سازی شده در (شکل ۱) نشان داده شده است.

هر اواپراتور با استفاده از فلاش‌تانک مدل‌سازی شده است. بسیاری از پارامترهای فرآیند این کار از کارگاه‌های Hysys گرفته شده است. معادله حالت مورد استفاده در شبیه‌سازی هایسیس Wilson/ideal می‌باشد و فقط موازنه بخار - مایع برای مخلوط دوتایی ساکارز - آب آنالیز شد

اواپراتـور چندبدنـه‌ای بـا استفاده از برنامه PRO به‌صورت سه مرحله یا سه بدنه شبیه‌سازی شد. اواپراتور شامل شش عملیات است:

سـه بدنه مدل‌سـازی شده به‌صورت فلاش‌تانک‌ها (عملیات واحـد فلـش ۱، ۲ و ۳) و سـه خنک‌کننده (۱، ۲ و ۳). خوراک جریـان (50Kg/h) متشـکل از مخلـوط ۳۰ درصـد حجمی



فلودیاگرام پروسس شبیه‌سازی شده

سـاکارز و ۷۰ درصد حجمی آب در فشـار 101/30kpa است.

حرارت مورد استفاده در بدنه اول گرمای محاسبه شده در بخار مبدل حرارتی ۱ است. سرد کننده ۱ بخار اشباع را بـه کندانس تبدیل می‌کند. گرمای موردنیاز برای دو بدنه بعدی به‌ترتیب از گرمای حاصل از کندانسور ۲ و ۳ تأمین می‌شود. سردکننده ۲ و ۳ بخار خروجی از هر فلاش V1، V2، V3 به‌ترتیب توسـط سـردکننده‌های C1، C2، C3 تبدیل به کنداکس می‌شـود. دمای فلش ۲ و ۳ ثابت است و به‌ترتیب برابر اسـت با ۳درجه سانتی‌گراد کمتر از دمای کندانس سردکننده C2، C3.

مایع جداشده از هر فلش برای جریان محاسبه‌شده واحد فلش بعدی برای تشـخیص سـاکارز انورت شده از ساکارز فرستاده می‌شود. ساکارز انورت شده در بدنه اول به راکتور (حالت تبدیل) جایی که به دکستروز و فروکتوز تبدیل شده اسـت (۵۰:۵۰) و به‌صورت مخلوط با شربت ساکارز جهت تأمین جریان بدنه بعدی اواپراسـیون فرسـتاده می‌شـود. شبیه‌سازی برای بدنه ۲ و ۳ نیز مقایسه می‌شود.

نسبت جریان ساکارز تبدیل‌شده و pH در تمرین‌های زیر بر اساس اطلاعات تهیه شده توسط Chi chou (2000) and Hugot (1986) محاسبه شده است.

این ارتباطات درصد انورت سـاکارز در هر سـاعت در سیستم اواپراسیون را نشـان می‌دهد. این درصد وارونگی بسـتگی به دما و pH در هر بدنه ارتباطات به‌دسـت آمده به‌وسـیله برنامه اکسـل (ابزار امتدادیابی خطی - نمودار) و همگـی آنها ضریب همبسـتگی r>0.998 را دارند. این معادلات شامل محاسبات انجام شده در PRO است.

همگرایـی با تکـرار کنترل‌کننده تـا اینکه ۱۳ درصد حجمی آب در شربت نهایی تغلیظ شود (مشخصات) (تفاوت نسبت فلوی بخار). حل مشکل یکسان‌سازی انرژی برای به حداقل رساندن مصرف انرژی (جریانات گرما) در سیستم با استفاده از آنالیزهای پینچ انجام گرفت. بر اساس مطالعات Cortes و همکاران در سـال ۲۰۱۰ یک صفحه گسـترده اکسل برای وارد کردن جریانات سرد و گرم استفاده می‌شود. در شبیه‌سـازی و خروجی آن بـا منحنی‌های اصلی مقدار حداقل انرژی موردنیاز را مشخص می‌کند.

$$pH = (0.0326T + 2.1613)\ \%\ INV - 0.067 \quad (2)$$

$$T< 105\ ^{o}C:\ \%\ INV = (0.0165\%\ S - 0.06387)\ T + 0.0991\ in\ (\%S) - 0.4751 \quad (3)$$

$T \geq 105\ ^{o}C$:

$$10\%\ S \rightarrow \%INV = 3E\text{-}05T4 - 0.0155\ T3 + 2.6459\ T2 - 200.59T + 5697.1 \quad (4)$$

$$20\%\ S \rightarrow \%INV = 1E\text{-}05T4 - 0.0061T3 + 1.0343T2 - 77.624T + 2184 \quad (5)$$

$$30\%\ S \rightarrow \%INV = -7E\text{-}06T4 - 0.0033T3 - 0.5793T2 + 45.493T - 1333.6 \quad (6)$$

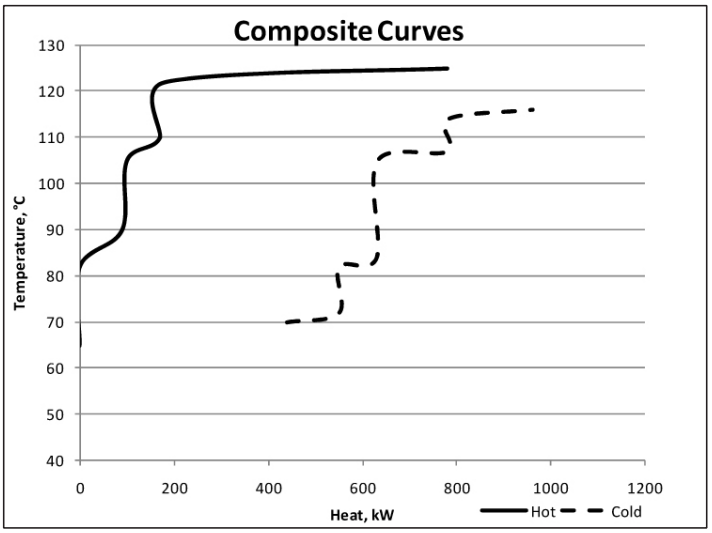
$$40\%\ S \rightarrow \%INV = -1E\text{-}05T4 - 0.0047T3 - 0.8271T2 + 64.7T + 1890 \quad (7)$$

$$50\%\ S \rightarrow \%INV = -1E\text{-}05T4 - 0.0061T3 + 1.0834T2 + 84.567T - 2465.7 \quad (8)$$

Where:

* T is temperature in ºC.
* % S: weight percentage of sucrose (composition).
* % INV: Weight percentage of inverted sucrose per hour.

ساکارز انورت شده در بدنه اول به راکتور (حالت تبدیل) جایی که به دکستروز و فروکتوز تبدیل شده است (۵۰:۵۰) و به‌صورت مخلوط با شربت ساکارز جهت تأمین جریان بدنه بعدی اواپراسیون فرستاده می‌شود



نتایج

نتایج PRO در جدول ۲ و ۳ نشان داده شده است.

جدول ۲: Stream Properties

Stream	FEED	STEAM	EVAPORATED JUICE
Rate. kg/h	50.000	12.223	17.242
Temperature. °C	101.324	130.418	89.022
pH	-	-	6.20
Pressure, kPa	101.300	274.000	26.617

جدول ۳: Stream Flowrates

Stream	FEED	STEAM	EVAPORATED JUICE
Sucrose, kg/h	15.000	-	14.9742
Water, kg/h	35.000	12.223	2.2419
Dextrose. kg/h	-	-	0.0128
Fructose, kg/h	-	-	0.0128

سرعت مقدار جریان موردنیاز برای رسیدن به غلظت شربت از ۱۳ درصد حجمی آب ۱۲,۲kg/h بود.

مقدار قند انورت با کاهش pH افزایش می‌یابد. بدین‌ترتیب در بدنه سوم نسبت جریان دکستروز و فروکتوز مقدار ۰,۰۲۵۶kg/h است که از بدنه اول و دوم بیشتر است. این مقدار از قند انورت بیانگر یک ۰,۱۵ درصد کمتر از درصد ماکزیمم توصیه شده از ۰,۲ درصد است، لذا کنترل pH جهت به حداقل رساندن ضایعات ساکارز مهم است. افت pH بین بدنه‌ها معمولاً ۰,۲ می‌باشد. در این مورد افت pH ما بین بدنه دوم و سوم ۰,۲۴ بود. سرعت اواپراسیون ۱۱,۸kg/h (بدنه اول و ۱۰,۳kg/h (بدنه دوم) و ۱۰,۷kg/h (بدنه سوم) بود. مقدار قند (مجموع ساکارز + دکستروز + فروکتوز) در جریان اواپراتور شده در هر بدنه چشمگیر نبود. (در بدنه سوم <0.0021%wt) تمام نتایج به‌دست آمده به‌وسیله این مدل فرعی با مقادیر تجربی مقایسه شدند و در تمام موارد خطای نسبی کمتر از ۵ درصد بود. مجموع ۸ جریان گرم و ۳ جریان سرد برای آنالیز تبادل حرارتی مورد بررسی قرار گرفت: جریان خوراک، جریان بخار ورودی و خروجی، جریان کندانس شده و جریانات تبخیرشده، گزینه‌های ممکن برای ترکیب جریانات گرمایی در منحنی مرکب (شکل ۲) نشان داده شده است. رویهم‌رفته جریانات سرد و گرم مقدار ماکزیمم تبادل گرمایی پروسس (یا مقدار حداقل موردنیاز) را نشان می‌دهند. حداقل اختلاف دما در ۱۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد (محدود به نقاط تثبیت شده پینچ). نقطه پینچ در ۱۱۴ درجه سانتی‌گراد تخمین زده شد. مقدار حداقل گرمای مورد نیاز از ۸,۴KW به ۶,۷KW حدود ۲۰- درصد)، بدین‌معنی که بخار اضافی کاهش یافته از ۲۰ درصد در پروسه به‌وسیله پیکربندی جدید می‌تواند بهبود یابد با محاسبات مجدد ضایعات انورسیون با استفاده از پیکربندی جدید انرژی بیشتر از ۰,۲ درصد نخواهد بود.

نتیجه‌گیری

یک مدل شبیه‌سازی شده با استفاده از برنامه PRO برای تخمین نسبت ساکارز انورت شده در یک اواپراتور سه‌بدنه‌ای از شربت نیشکر توسعه یافت. این مدل با آنالیز پینچ لینک‌شده بود به‌عبارت دیگر برای بهبود پیکربندی انرژی شبکه تبادل حرارتی (مصرف بخار) مورد استفاده قرار گرفت. معادله حالت Peng Robinson در تعادل مایع - بخار برای اضافه کردن پارامترهای واکنش متقابل دوگانه دکستروز - آب و فروکتوز - آب اصلاح شد. یک مجموعه ارتباط متقابل برای تخمین درصد ساکارز انورت شده در ساعت در سیستم اواپراسیون به‌عنوان تابعی از دما و pH در هر بدنه به‌دست آمد. این ارتباط به‌وسیله برنامه صفحه گسترده اکسل به‌دست آمد و همه آنها یک ضریب همبستگی r>0.998 داشتند. مصرف بخار اضافه حدود ۲۰ درصد در پروسه به‌وسیله آنالیز پینچ تخمین زده شد. این مصرف می‌تواند به‌وسیله پیشنهاد پیکربندی انرژی بهبود یابد. ضایعات انورسیون مجدد محاسبه شده به‌وسیله این پیکربندی جدید نباید از ۲ درصد تجاوز کند (مقدار توصیه‌شده)؛ ترکیب شبیه‌سازی پروسس با استفاده (یک ترمودینامیکی دقیق) و آنالیز پینچ پیکربندی انرژی در این شبکه تبادل حرارتی مصرف بخار و ضایعات انورت را بهبود می‌بخشد

ضایعات انورسیون مجدد محاسبه شده به‌وسیله این پیکربندی جدید نباید از ۲ درصد تجاوز کند (مقدار توصیه‌شده)؛ ترکیب شبیه‌سازی پروسس با استفاده (یک ترمودینامیکی دقیق) و آنالیز پینچ پیکربندی انرژی در این شبکه تبادل حرارتی مصرف بخار و ضایعات انورت را بهبود می‌بخشد

واکنش میلارد
در تانک ذخیره‌سازی ملاس

◀ نویسنده: امیره طُریفی
* کارشناس شیمی کارخانه سلمان فارسی

خواص فیزیکی ملاس

مواد خشک درون ملاس و حرارت، فاکتورهای اصلی ویسکوزیته ملاس هستند. با افزایش درجه حرارت نسبت به ویسکوزیته محلول‌های خالص قندی کاهش می‌یابد؛ به‌خاطر اینکه کاتیون‌های موجود در ملاس تحت‌تأثیر قابل‌ملاحظه‌ای در مقدار ویسکوزیته هستند و به خوبی می‌دانیم که ویسکوزیته ملاس با محتوای عناصر قلیایی خاکی افزایش پیدا می‌کند (Mg^{2+} و Ca^{2+}).

ویسکوزیته بیشتر با حذف قند در همان دانسیته کاهش پیدا می‌کند. ملاس ثانویه تغلیظ شده (توسط خروج یون و یا فیلترهای Steffen) دارای ویسکوزیته بسیار پایین‌تری نسبت به محلول‌های خالص قندی دارد.

«واکنش میلارد» واکنشی است شیمیایی میان یک آمینواسید و یک قند احیاکننده که معمولاً در حضور گرما انجام می‌گیرد. این واکنش نقش مهمی در تهیه بسیاری از موادغذایی دارد و همانند کاراملیزاسیون، نوعی از قهوه‌ای شدن غیرآنزیمی است.

«لوئیس میلارد» این واکنش را در دهه ۱۹۱۰ هنگام سنتز بیولوژیک پروتئین‌ها کشف کرد؛ با وجود این، بشر با این واکنش از دوران ماقبل تاریخ آشنایی داشته است.

لوئیس میلارد

در سال ۱۹۱۲ مطالعاتی را در زمینه واکنش میان پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌ها آغاز کرد؛ این مطالعات و نتایج آن که جزو مهم‌ترین دستاوردهای وی هستند منجر به کشف واکنش قهوه‌ای شدن غیرآنزیمی میلارد شد.

فرآیند میلارد

کربونیل‌های فعال در قندها با آمین‌های الکترون‌دوست و اسیدهای آمینه واکنش داده و منجر به تشکیل مولکول‌هایی با جرم بسیار بزرگ و تولید گاز کربن دای‌اکساید می‌گردند و عامل Molasse exhaustion است و در نتیجه باعث افزایش رنگ و افزایش ویسکوزیته و ایجاد انواع گوناگونی از عطرها و طعم‌ها در موادغذایی هستند. به‌دلیل جدا شدن پروتون‌ها از آمین‌ها و افزایش خاصیت الکترون‌دوستی آنها، در محیط بازی سرعت این واکنش افزایش می‌یابد. نوع آمینواسیدی که در این واکنش شرکت می‌کند عامل تعیین‌کننده در عطر و طعم ایجاد شده است.

در تولید طعم‌دهنده‌ها، «واکنش میلارد» که طی آن صدها ترکیب با طعم‌های گوناگون ساخته می‌شود مهم‌ترین بخش فرآیند است. ترکیبات حاصله نیز شکسته‌شده و به‌ترکیبات جدید تبدیل می‌شود و فرآیند به‌همین ترتیب ادامه پیدا می‌کند. متخصصین برای تولید انواع مختلفی از طعم‌دهنده‌های مصنوعی از این واکنش استفاده می‌کنند.

واکنش قهوه‌ای شدن مسؤول ایجاد عطر و طعم در بسیاری از موادغذایی است از جمله، نان تست‌شده، بیسکوئیت، مالت تولیدشده از جو، پیاز، گوشت کباب‌شده، شیرخشک یا کندانس‌شده، قهوه، بادام‌زمینی، شکلات، شربت افرا (مایعی شیرین و چسبناک که از برخی گونه‌های درخت افرا به‌دست می‌آید)، و....

۶- استیل-۲،۳،۴،۵-تترا هایدروپیریدین مسؤول ایجاد طعم بیسکوئیت مانند در محصولاتی مانند نان،پاپ‌کورن و تورتیلا (نوعی نان نازک که در مکزیک از آرد ذرت یا

«واکنش میلارد» واکنشی است شیمیایی میان یک آمینواسید و یک قند احیاکننده که معمولاً در حضور گرما انجام می‌گیرد. این واکنش نقش مهمی در تهیه بسیاری از موادغذایی دارد و همانند کاراملیزاسیون، نوعی از قهوه‌ای شدن غیرآنزیمی است

گندم پخته می شـود) اسـت- ۲. استیل پیرولین ترکیبی است با ساختار تقریباً مشابه و مسؤول ایجاد عطر در برنج بـوده و به‌طور طبیعی بدون‌نیاز به هیچ واکنشـی در برنج یافت می شود.

کاراملیزاسیون و تفاوت آن با واکنش میلارد

اگرچه نتیجه واکنش‌های میلارد و کاراملیزاسـیون با چشـم غیرمسلح یکی است اما واکنش دوم فرآیندی کاملاً متفاوت اسـت. کاراملیزه شـدن ممکن اسـت در مواردی که «واکنش میلارد» اتفاق می‌افتد موجب قهوه‌ای شـدن گردد اما این دو واکنش کاملاً از هم مجزا هسـتند. هر دو واکنـش در حضـور گرما اتفاق می‌افتد امـا همان‌طور که در بالا اشـاره شـد در فرآیند میلارد آمینواسیدها دخیل هسـتند در حالی‌که در واکنش کاراملیزه‌شدن تنها قندها شرکت دارند.

فاکتورهای تأثیرگذار در انجام واکنش میلارد

عوامل‌تأثیرگذار در سرعت «واکنش میلارد» عبارتند از دمای بالا، رطوبت پایین و قلیائیت بالای‌محیط.

پنتوزها از هگزوزها و هگزوزها نسبت به دی‌ساکاریدها با سهولت بیشتری در«واکنش میلارد» شرکت می‌کنند.

همچنین هرآمینواسـیدی که در این واکنش شـرکت می‌کند عطر و طعم مخصوص به خود را تولید می‌کند.

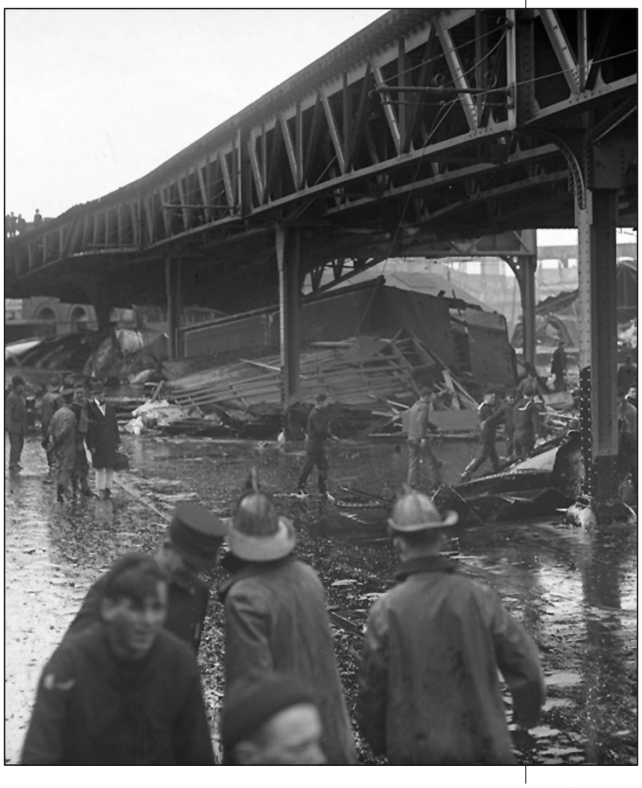
مبحث اصلی

واکنش‌میلارد در تانک ذخیره‌سـازی ملاس در اواخر ۱۹۹۴ در فصل خردکردن نیشـکر در کارخانه شکر جزیره موریـس و در سـال ۱۹۱۹ در ۱۵ ژانویـه در یک مخزن نگهـداری ملاس کارخانـه الکل‌صنعتی مربـوط به ایالت بوستون آمریکا و در سال ۱۹۳۲ در یک کارخانه چغندری در آلمان و در سال ۱۹۴۹ در یک کارخانه قند در فرانسه و در سال ۱۹۸۴ در مخزن ملاس کارخانه قند در چکسلواکی و چهار مورد دیگر در کارخانه نیشکری مصر در سال ۱۹۳۸ و در پورتوریکـو «plato» در سـال ۱۹۵۲ و در هاوایی و پورتوریکو «fajardo» درسـال ۱۹۵۳ و دو کارخانه دیگر در کشـور خودمـان هم اتفـاق افتاد که بـا عکس‌العمل سـریع خوشـبختانه مهار شـد ولـی ضایعاتی هـم برجا گذاشت.

واکنـش میـلارد در بوسـتون باعث کشـتن ۲۱نفر و ۱۵۰زخمی و به دام‌انداختن آتش‌نشانان و کارگران در سیلی از ملاس و خراب‌کردن خانه‌های اطراف و یک قسـمتی از قطار هوایی شـد. عکس‌هایی‌که در ادامه مشاهده می‌کنید مربـوط به کارخانه‌هایی اسـت که دچـار چنین حادثه‌ای شدند.

اقداماتی جهت تعیین برآورد خسارت بر اثر این حوادث فاجعه‌انگیز را ارزیابی‌کردند و به بررسـی مکانیسم واکنش میلارد و اقداماتی جدی برای پیشگیری از آن پرداختند.

واکنش میلارد در بوستون باعث کشتن ۲۱نفر و ۱۵۰زخمی و به دام‌انداختن آتش‌نشانان و کارگران در سیلی از ملاس و خراب‌کردن خانه‌های اطراف و یک قسمتی از قطار هوایی شد



تهمیدات

در زمانی‌که هنوز ملاس به مخزن نگهداری انتقال پیدا نکرده بریکس ملاس را تا ۸۳ رقیق‌کرده و سرد می‌کنند و بعد به سمت تانک ملاس هدایت می‌کنند. زمانی‌که دمای ملاس به ۵۵ درجه سانتی‌گراد افزایش پیدا کرد آلارم به‌صدا درآمده و اولین ورودی و اولین خروجی بسته و سیستم را تحت اختیار خود گرفته و از میزان بخار آبی که به سانتریفیوژها تزریق می‌شود هر لحظه مواظبت می‌کند.

پس از حادثه گزارش‌شده در کارخانه قند موریس، مـلاس بعد از پخت در یک برج خنک‌کننده، هوا سرد می‌شود و برای سـرمایش بیشـتر به کریسـتالیزور برده می‌شود.

ملاس با دمای ۶۰ درجه سـانتی‌گراد به محفظـه توزیـع بـرج خنک‌کننده با سـرعت ۷-۶ تن در ساعت و تحت‌نیروی جاذبه‌زمین تمایل پیدا می‌کند که از یک محل به محل دیگر منتقل‌شده و از طریق هوای خنک به دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد می‌رسد.

پس از آن به کریسـتالیزور آب سـرد برده شده تا به دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد برسد.

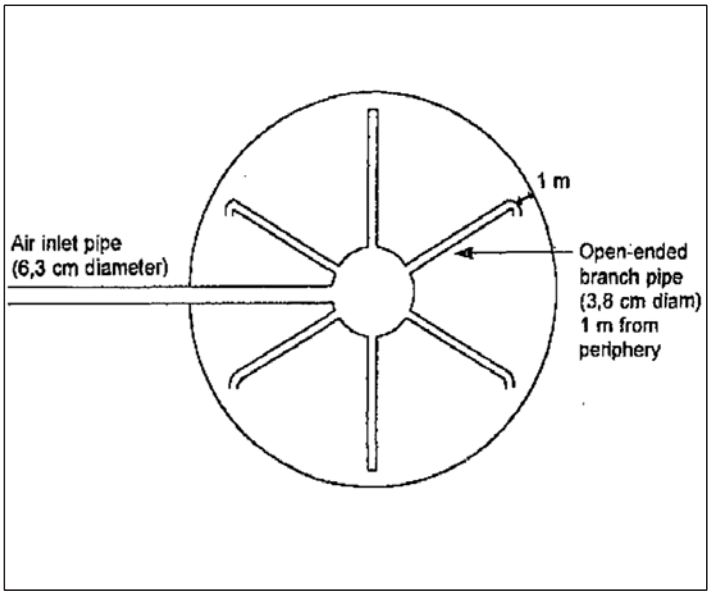


Figure 1: Top view of the air injection system 20cm above the base of molasses storage tank

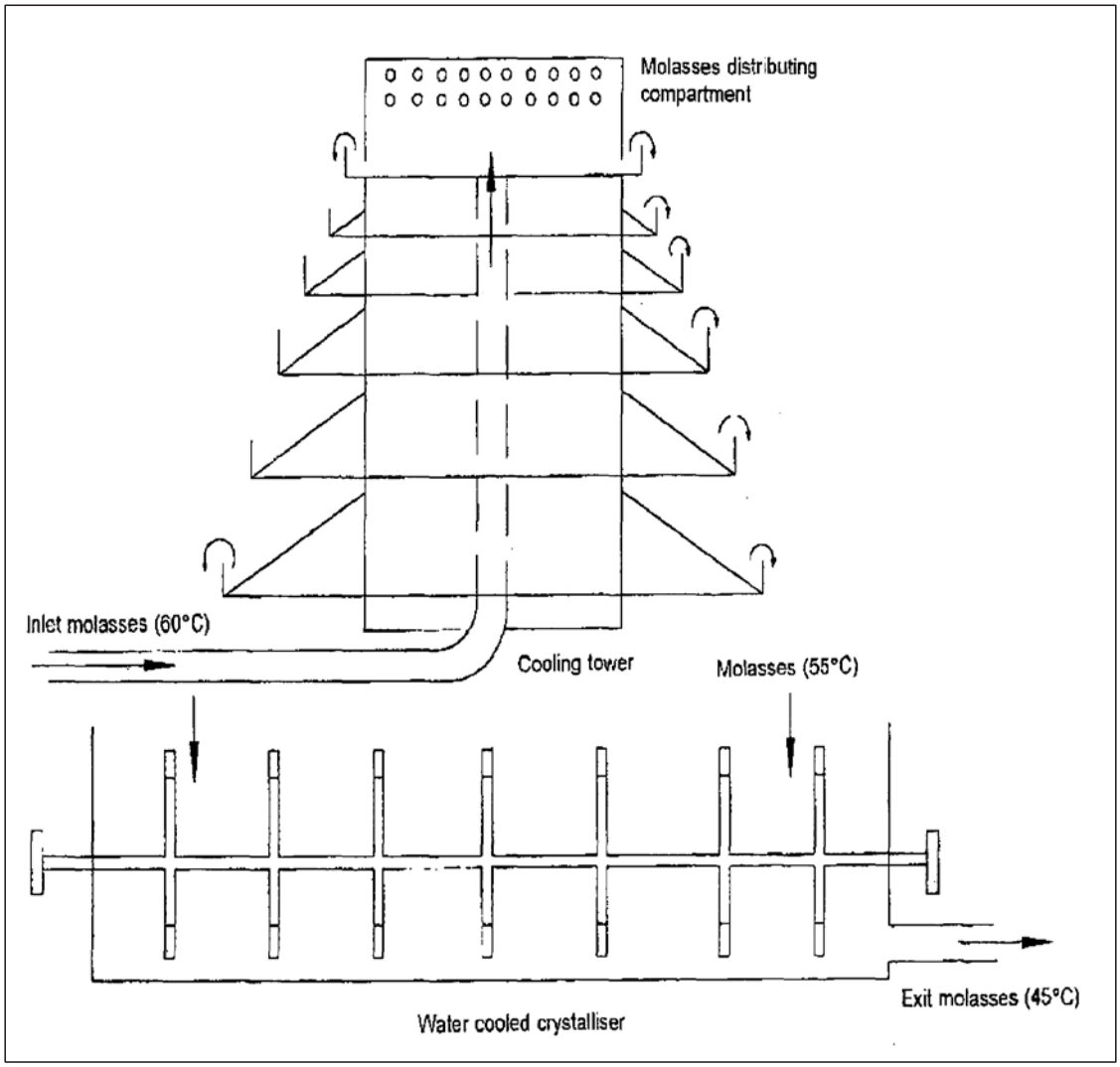


Figure 2: Molasses Cooling system at FUEL factory after modification

ملاس با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به محفظه توزیع برج خنک‌کننده با سرعت ۷-۶ تن در ساعت و تحت‌نیروی جاذبه‌زمین تمایل پیدا می‌کند که از یک محل به محل دیگر منتقل‌شده و از طریق هوای خنک به دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد می‌رسد

در سال ۱۹۹۰ دو محقق به نام‌های جولین و مونسامی صفحه‌های مبدل حرارتی و لوله خنک‌کننده را بکار گرفتند. در همان سال یک فیلتر گل دوار دور انداخته را تبدیل به یک کولر روتاری درام خنک‌کننده کردند.

گزارش‌های بسیاری از واکنش میلارد گسترده مربوط به مخزن ملاس وجود دارد:

برای به حداقل رساندن تخریب قند تخمیرشده در ذخیره‌سازی باید دمای ملاس را در یک حالت پایین مطلوب نگهداشت.

جدول ۱: مقایسه تخریب قند تخمیر شده در ذخیره‌سازی ملاس

نوع مواد	ملاس	
	تخریب کردن	؟
بریکس (درصد)	۵۱,۷۲	۸۳,۴۶
پل (درصد)	۱,۸۵	۳۰,۴۰
کاهش شکر (درصد)	۱۵,۹۵	۱۲,۹۳
ساکارز (درصد)	۲,۱۷	۳۷,۸۰
مجموع شکر (درصد)	۱۸,۱۲	۵۰,۷۳
خاکستر کربنات (درصد)	۸,۱۹	۱۰,۲۷
کلسیم (درصد)	۰,۵۰	۱,۰۲
منیزیم (درصد)	۰,۴۱	۰,۴۳
نیتروژن (درصد)	۰,۳۴	۰,۶۴
فسفر (درصد)	۰,۰۸	۰,۱۰

جدول ۲

روز	تاریخ	بریکس (درصد)	ساکارز (درصد)	کاهش شکر	دما
۱	۹۴/۱۱/۲۸	۸۶,۴	۱۲,۷	۱۷,۳	۶۳
۲	۹۴/۱۱/۲۹	۸۶,۲	۱۳,۳	۱۷,۱	۶۳
۳	۹۴/۱۱/۳۰	۸۴,۷	۱۳,۵	۲۰,۸	۶۴
۱۲	۹۴/۱۲/۰۹	۸۴,۲	۱۰,۲	۲۱,۱	۶۹

جدول ۳

کاهش حرارت (درصد)	۸۲,۸
جامدات غیر قابل حل در HCl (درصد)	۰,۵۷
سیلیکا (درصد)	۰,۳۸
مخلوط اکساید (درصد)	۰,۹۴
سدیم (درصد)	۲,۰۰
کلسیم (درصد)	۱,۸۲
منیزیم (درصد)	۰,۸۱

در یکی از کارخانه‌ها وقتی که واکنش در مخزن فروکش کرده بود و درجه حرارت کاهش یافته بود؛ رسوب‌های استخراج شده را بنا به دلایلی به نزدیکی محیط ذخیره‌سازی باگاس بردند که در همان زمان احتراق خود به خودی صورت گرفته بود که می‌تواند به‌عنوان سوخت در دیگ‌های بخار استفاده شود.

نتیجه

برای جلوگیری از واکنش میلارد در تانک ذخیره‌سازی هنگامی که ملاس را وارد مخزن می‌کنند باید دمایی زیر ۴۰ درجه سانتی‌گراد داشته باشد. در خیلی از کارخانه‌های نیشکری به‌منظور تسهیل در پمپاژ، ملاس حرارت داده می‌شود که این امر ممکن است حادثه بزرگی بوجود آورد.

یک مخزن ملاس با طراحی مطلوب باید مجهز به امکانات گردش هوا بر پمپاژ ملاس از یک مخزن به مخزن دیگر باشد. ضمناً باید دارای یک سیستم تزریق هوا و مهم‌تر از آن باید دارای یک تهویه مناسب در بالای بام مخزن داشته باشد. همچنین باید دارای یک سیستم دوزینگ مهارکننده باشد.

مواد شیمیایی ضدکف «anti-foam» مانند دی‌اکسیدگوگرد، سدیم سولفیت و ترکیبات مرتبط با صنعت قند استفاده شده است و عمل بازدارنده خود را بر روی واکنش میلارد گزارش داده است؛ همچنین محققین دریافتند ترکیب بی‌سولفیت‌سدیم و دی‌اکسید گوگرد می‌تواند عملیات بازدارنده بر روی browning داشته باشد.

برای جلوگیری از واکنش میلارد در تانک ذخیره‌سازی هنگامی که ملاس را وارد مخزن می‌کنند باید دمایی زیر ۴۰ درجه سانتی‌گراد داشته باشد. در خیلی از کارخانه‌های نیشکری به‌منظور تسهیل در پمپاژ، ملاس حرارت داده می‌شود که این امر ممکن است حادثه بزرگی بوجود آورد

مطالعه تغییرات کمی و کیفی و رسیدگی تکنولوژیک واریته CP73-21 نیشکر در استان خوزستان

نویسندگان: عزیز کرملاچعب[1و2]، عبدالمهدی بخشنده[2]، محمدرضا مرادی تلاوت[2]، فواد مرادی[3]، محمود شمیلی[1]

۱. کارشناس محقق و مدیر بخش بهزراعی مؤسسه تحقیقات و آموزش توسعه نیشکر خوزستان
۲. دانشجوی دکترا، استاد و استادیار گروه زراعت دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان
۳. استادیار پژوهشی بخش بیوتکنولوژی مؤسسه تحقیقات کشاورزی ایران

کلید واژه: بریکس، رسیدگی، فیزیولوژی، اینورت

چکیده

به‌منظور بررسی روند تجمع مواد تشکیل‌دهنده ساقه و رسیدگی تکنولوژیک نیشکر در طول فصل رشد، یک تحقیق در شرکت توسعه نیشکر استان خوزستان در سال ۱۳۹۳ انجام شد. واریته مورد بررسی CP73-21 به‌عنوان واریته زودرس که در شهریورماه ۱۳۹۲ کشت و در آذر ماه ۱۳۹۳ برداشت شد. گیاه در شرایط طبیعی و بر اساس مدیریت‌های زراعی مرسوم منطقه رشد یافته و تیماری روی آن اعمال نگردید. نمونه‌برداری از یک مزرعه با درجه یکنواختی بالا، به‌صورت هفتگی و از سه ایستگاه به‌عنوان تکرار صورت گرفت. در آغاز دوره رشد فعال گیاه در تابستان میزان رطوبت ساقه بالا (۸۵ درصد) و بریکس و فیبر به یک اندازه به میزان حدود ۷/۵ درصد بوده است. در زمان رسیدگی میزان رطوبت به ۷۲ درصد کاهش یافت و بریکس و فیبر به ترتیب ۲/۳ و ۱/۶ برابر شدند. همچنین بیشترین رشد صولی ساقه گیاه در تیرماه و بیشترین شیب افزایش پل همزمان با کاهش هفتگی ارتفاع در مهرماه به‌دست آمد. به‌علاوه مشخص شد روند تجمع و ذخیره‌سازی قند از میانگره‌های پایین به سمت بالاست و نسبت یک‌سوم بالایی ساقه به یک‌سوم پایینی آن می‌تواند شاخصی از رسیدگی گیاه باشد به‌طوری که هرچه این نسبت به عدد یک نزدیک‌تر باشد، حداکثر تجمع قند نی را نشان می‌دهد.

روند تجمع و ذخیره‌سازی قند از میانگره‌های پایین به سمت بالاست و نسبت یک‌سوم بالایی ساقه به یک‌سوم پایینی آن می‌تواند شاخصی از رسیدگی گیاه باشد به‌طوری که هرچه این نسبت به عدد یک نزدیک‌تر باشد، حداکثر تجمع قند نی را نشان می‌دهد

مقدمه

نیشکر گیاهی است که در مرحله رسیدگی با هدف تولید شکر، برداشت و رسیدگی آن به‌لحاظ درصد قند از سه‌جنبه فیزیولوژیک، تکنولوژیک و اقتصادی تعریف می‌شود. رسیدگی فیزیولوژیک عبارت از رسیدن به حداکثر ذخیره قند ساکارز در ساقه، به‌عبارتی تا زمان تساوی فتوسنتز و تنفس، رسیدگی تکنولوژیک مرحله‌ای که حداقل ۱۳ درصد وزن تر ساقه را ساکارز تشکیل دهد و رسیدگی اقتصادی مرحله‌ای که برداشت آن از نظر اقتصادی قابل‌توجیه باشد (Silva and Caputo 2012). رشد نیشکر در مناطق مختلف جهان متغیر و بسته به شرایط محیطی از ۱۲ تا ۲۴ ماه در بیشتر مناطق رشد می‌کند تا از نظر عملکرد کمی و کیفی جهت برداشت تکنولوژیکی به حد قابل‌قبول برسد (Clements 1980). در طی دوره رشد گیاه، اجزای مختلف و مهم ساختار آن که شامل فیبر، بریکس و رطوبت است، ساخته و در ساقه ذخیره می‌گردد (Van Dillewijen 1952). وزن خشک ساقه نیشکر شامل فیبر و بریکس است، به‌طوری که بیش از ۸۵ درصد بریکس را در زمان رسیدگی، پل (قند راست‌گرد ساکارز) تشکیل می‌دهد (karmollachaabet al. 2015). مواد فتوسنتزی در نیشکر به‌صورت گلوکز و فروکتوز می‌باشد که بخشی از آن مصرف و مابقی آن در ساقه به‌فرم ساکارز ذخیره می‌گردد. بعد از ذخیره موقت قندهای مونوساکارید (گلوکز و فروکتوز) در حاشیه رگبرگ و قاعده و غلاف برگ، توسط آنزیم‌های ساکارز سنتاز و ساکارز فسفات سنتاز ترکیب و با تولید مولکول آب به قند دی‌کارکارید ساکارز تبدیل و از طریق آوند آبکش به ساقه منتقل می‌شود (Minor and Schaffer 1991). بر اساس گزارش اتکس‌بریا و کنزالز (Etxebrria and Gonzalez 2005) مواد فتوسنتزی ساخته شده در برگ، در شرایط رشد سریع گیاه، به‌صورت قند مونوساکارید صرف رشد و گسترش اندام هوایی و در شرایط کاهش یا توقف رشد، بیشتر در ساقه ذخیره شده و باعث افزایش قطر آن می‌گردد. البرستون و گروف (Alberston and Grof 2007) یافتند که برای رسیدن به رسیدگی تکنولوژیک و حداکثر تولید ساکارز در واحد سطح، نیاز به یک دوره رشد سریع و شکل‌گیری بخش اعظمی از عملکرد کمی و بعد از آن کاهش درجه حرارت و تشکیل عملکرد کیفی وجود دارد. بنابراین در شرایطی که سرعت رشد گیاه زیاد و یا میزان فتوسنتز گیاه به هردلیل کم باشد میزان ذخیره قند کم و به اصطلاح گیاه از نظر درصد قند نارس محسوب می‌گردد (Alexander 1973). بنابر یافته‌های سیلوا و کاپوتو (Silva and Caputo 2012)، در

مناطقی که دوره رشد نیشکر یکساله است، جهت تسریع در رسیدگی و تولید میزان ساکارز بیشتر در واحد سطح، کاهش میزان آبیاری در مرحله بعد از رسیدن به حداکثر تولید روزانه وزن تر ضروری است، چون باعث کاهش درصد رطوبت در گیاه و در نتیجه ترکیب قندهای ساده و تولید آب و ساکارز و کاهش اینورت می‌شود. بنابراین شناخت فیزیولوژیکی فرآیندهای مهم گیاه در طول دوره رشد می‌تواند، در انجام مدیریت‌های زراعی مختلف و تعیین زمان رسیدگی و نیازهای گیاه مفید واقع شود. میزان تولید نیشکر در واحد سطح در استان خوزستان بیش از میانگین جهانی است (FAO 2013).

تاکنون مطالعه جامعی در زمینه شناخت فرآیندهای فیزیولوژیک و تعیین مراحل رسیدگی گیاه در طول دوره رشد صورت نگرفته و این بررسی با هدف مطالعه روندهای فیزیولوژی، تجمع مواد تشکیل‌دهنده ساقه در طول دوره رشد فعال و رسیدگی تکنولوژیکی و فیزیولوژیکی نیشکر به‌صورت مطالعه مزرعه‌ای و تحت‌شرایط اقلیمی منطقه خوزستان و مدیریت‌های زراعی مرسوم صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی فیزیولوژی رشد، روند تجمع قند و سایر مواد تشکیل‌دهنده ساقه نیشکر و در نتیجه تعیین تغییرات عملکرد کمی و کیفی، تحقیق حاضر در کشت و صنعت دهخدا، استان خوزستان در سال ۱۳۹۳ صورت گرفت. مطالعه به‌صورت نمونه‌برداری هفتگی در طول دوره رشد فعال واریته CP73-21 مزرعه پلنت (Plant) بود و بدون اعمال تیمار خاص، گیاه در شرایط طبیعی و بر اساس مدیریت‌های زراعی مرسوم در کشت و صنعت مورد بررسی قرار گرفت. مزرعه مورد نظر از یکنواختی نسبی بالایی برخوردار بود و نمونه‌برداری از سه نقطه صورت گرفت. نتایج تجزیه فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه و آب آبیاری در (جدول ۱) و مشخصات اقلیمی در (جدول ۲) ارائه شده است. در مرداد ماه ۱۳۹۲ عملیات زیرشکنی، شخم عمیق، دیسک، تسطیح و ایجاد فارو انجام گرفت و در شهریورماه کشت قلمه‌های بذری به طول ۵۰ سانتی‌متر، با دو تا سه میانگره و تراکم ۴ تا ۵ قلمه در متر مربع در عمق ۵ تا ۱۰ سانتی‌متر انجام گرفت. فاصله فارها ۱۸۳ سانتی‌متر و روی هر پشته دو خط کشت با فاصله ۴۵ سانتی‌متر قرار دارد. اولین آبیاری در ۵ شهریور بود و کود اوره به‌صورت سرک در سه مرحله به میزان ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار در طول فصل رشد به‌صورت محلول در آب به گیاه داده شد.

نمونه‌برداری از نقاط مشخص و با فاصله ۱۰ متر از حاشیه مزرعه از مساحت یک متر طولی صورت گرفت. جهت تعیین روند تغییرات ارتفاع گیاه از ۱۰ بوته در هر تکرار و از طریق مشخص‌کردن ساقه‌های مورد نظر، به‌طور هفتگی از سطح زمین تا یقه آخرین برگ توسعه‌یافته اندازه‌گیری شد. رطوبت ساقه از طریق اندازه‌گیری وزن تازه و خشک (خشکاندن در دمای ۷۵ درجه به مدت ۷۲ ساعت) ۱۰ ساقه سالم و تمیز و تعیین اختلاف وزن آن‌ها به‌دست آمد. همچنین هر هفته ۲۰ ساقه برداشت و به آزمایشگاه منتقل گردید و درصد بریکس و پل (قندهای راست‌گرد) آن‌ها از طریق روش‌های زیر تعیین شد. عصاره ۲۰ ساقه با استفاده

جدول ۱: نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه و آب آبیاری محل اجرای آزمایش

بافت خاک	نیتروژن (درصد)	فسفر ($mg.g^{-1}$)	کلر (meq.lit-1)	پتاسیم (meq.lit-1)	منیزیوم (meq.lit-1)	کلسیم (meq.lit-1)	ماده آلی (درصد)	pH	هدایت الکتریکی (dS.m-1)	عمق خاک (cm)
سیلتی رسی	۰/۰۶۳	۸/۵۲	۹/۵	۰/۲۱۳	۱۲/۲	۱۰/۴	۰/۶۴	۷/۴۰	۲/۶۳	۳۰-۰
رسی	۰/۰۳۸	۷/۰۴	۱۰/۸	۰/۱۷۷	۱۲/۹	۱۴/۳	۰/۴۸	۷/۶۶	۳/۴۱	۶۰-۳۰
رسی	۰/۰۲۴	۵/۴۳	۱۳/۰	۰/۱۵۹	۱۶/۴	۱۹/۸	۰/۳۲	۷/۸۳	۴/۰۲	۹۰-۶۰
–	–	–	۶/۸	۰/۰۵۱	۱۰/۰۴	۷/۴۱	–	۷/۴۶	۲/۳۲	آب

جدول ۲: مشخصات هواشناسی مزرعه مورد نظر در طول دوره مورد بررسی

ماه	درجه حرارت (°C)		رطوبت نسبی (درصد)		تبخیر (mm)
	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	
فروردین	۱۴/۶	۳۰/۴	۲۰/۷	۷۵/۱	۷/۸
اردیبهشت	۲۰/۸	۳۸/۹	۱۵/۸	۵۶/۳	۱۲/۶
خرداد	۲۳/۹	۴۳/۹	۱۴/۶	۴۹/۸	۱۵/۳
تیر	۲۵/۳	۴۶/۲	۱۷/۲	۵۴/۹	۱۵/۵
مرداد	۲۵/۷	۴۶/۱	۲۰/۲	۶۳/۶	۱۴/۶
شهریور	۲۳/۲	۴۳/۹	۲۰/۳	۶۷/۵	۱۰/۵
مهر	۱۹/۴	۳۷/۱	۲۲/۴	۶۵/۳	۸/۱
آبان	۱۱/۶	۲۸/۴	۳۱/۴	۷۵/۳	۴/۴
آذر	۹/۵	۲۲/۲	۴۹/۹	۸۶/۳	۲/۱

مطالعه جامعی در زمینه شناخت فرآیندهای فیزیولوژیک و تعیین مراحل رسیدگی گیاه در طول دوره رشد صورت نگرفته و این بررسی با هدف مطالعه روندهای فیزیولوژی، تجمع مواد تشکیل‌دهنده ساقه در طول دوره رشد فعال و رسیدگی تکنولوژیکی و فیزیولوژیکی نیشکر به‌صورت مطالعه مزرعه‌ای و تحت‌شرایط اقلیمی منطقه خوزستان و مدیریت‌های زراعی مرسوم صورت گرفته است

از دستگاه سه غلطکی Cuban Mill استخراج و پس از صاف کردن ۵۰ میلی‌لیتر از آن با استفاده از کاغذ صافی واتمن ۴۰، درصد بریکس (مقدار مواد جامد محلول) آن با استفاده از دستگاه رفراکتومتر (SCHMIDT, Dur-Sw, Schmi, Schmidt, Canada) با دقت ۰/۰۱ درصد قرائت شد. سپس ۱/۵ گرم استات‌سرب قلیایی دوظرفیتی با سه مولکول آب به ۱۰۰ میلی‌لیتر عصاره اضافه و پس از مخلوط و صاف کردن، درصد پل با استفاده از پلاریمتر (Schmidt, SaccharomatNir W2, Schmidt, Canada) با دقت ۰/۰۱ درصد اندازه‌گیری شد (ICUMSA 1999).

درصد قند اینورت عصاره ساقه به‌روش تیتراسیون با استفاده از دو محلول فهلینگ و براساس روش پیشنهادی رین (Rein 2007) اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری میزان فیبر ساقه، مقدار یک کیلو نی کاملاً خرد و بریکس آن قرائت شد و ۱۰۰ گرم از آن جدا و به مدت چهار ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد خشکانده شد. مقدار بریکس قرائت شده از ماده خشک نمونه کسر و باقی‌مانده آن به‌عنوان فیبر گیاهی ثبت شد (ICUMSA 1999). میانگین داده‌های حاصل از نمونه‌برداری‌ها و آزمایش‌های کیفی و رسم منحنی آن‌ها نسبت به زمان و درجه روز-رشد توسط نرم افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج بررسی‌ها نشان داد که در ابتدای دوره رشد فعال گیاه (دوره رشد فعال گیاه نیشکر در خوزستان ماه‌های گرم سال است) میزان رطوبت ساقه گیاه حدود ۸۵ درصد وزن آن بود و وزن خشک (شامل فیبر و بریکس) ۱۵ درصد بود. در طول دوره رشد از میزان رطوبت ساقه کاسته و به درصد ماده خشک آن افزوده شد. به‌طوری که در زمان رسیدگی تکنولوژیک محصول، درصد رطوبت آن حدود ۱۵/۳ درصد کاهش و از طرفی میزان بریکس و فیبر ساقه به ترتیب ۱۳۰ و ۵۲ درصد افزایش یافت. بیشترین کاهش در رطوبت ساقه در مرداد ماه و بیشترین افزایش در بریکس ساقه در شهریور ماه اتفاق افتاد. در نهایت اجزای مختلف ساقه شامل ۷۱/۳، ۱۶/۴ و ۱۲/۳ درصد به‌ترتیب رطوبت، بریکس و فیبر بودند. در تمام دوره رشد گیاه درصد فیبر دارای روند صعودی نسبتاً پایدار و تا زمان رسیدگی و توقف رشد گیاه در حال افزایش بود. از طرفی افزایش بریکس، در زمان رشد سریع گیاه و کاهش رطوبت، افزایش زیاد و در زمان کاهش دما به زیر صفر فیزیولوژیک گیاه متوقف گردید. بنابراین وزن خشک گیاه در طول دوره رشد در حال افزایش بود، لیکن افزایش ابتدا بیشتر ناشی از بریکس و در انتها ناشی از فیبر است. طول دوره رشد گیاه حدود ۴۶۴ روز بود که در این مدت، گیاه حدود ۴۶۰۰ درجه روز-رشد دریافت کرده (جدول ۳) و عملکرد حاصل از مزرعه ۱۰۰ تن ساقه در هکتار بوده است. چیسمن (Cheesman 2004) گزارش کرد که در دوره رشد گیاه نیشکر از میزان رطوبت ساقه به‌دلیل افزایش تولید و ذخیره‌سازی قند در واکوئل سلول‌های پارانشیم ساقه و همچنین افزایش سن گیاه و خشبی شدن میانگره‌های پایین، کاسته می‌شود. در انتهای دوره رشد گیاه، به‌دلیل کاهش میانگین دمای محیط (۱۰ درجه سانتی‌گراد) به زیر صفرفیزیولوژیک گیاه (۱۲-۱۱ درجه سانتی‌گراد (Cheesman 2004))، افزایشی در میزان بریکس ساقه مشاهده نشد اما درصد فیبر گیاه روند صعودی داشته است. چندرا و همکاران (Chandra et al. 2012) بیان نمودند که با تنزل دما به زیر صفر فیزیولوژیک گیاه، میزان تنفس بیش از فتوسنتز شده، و علاوه بر عدم ذخیره مواد فتوسنتزی، در شرایط بحرانی گیاه از مواد ذخیره شده استفاده می‌نماید. بیشترین تجمع ماده خشک و تر گیاه در تابستان و به‌ویژه در تیر و مرداد ماه صورت گرفته است. به طوری که ۵۰ درصد وزن تر گیاه در مدت ۴۹ روز و از ۱۲ تیر لغایت ۳۰ مرداد و ۵۰ درصد وزن خشک در مدت ۵۷ روز و از تاریخ ۲۰ تیر لغایت ۱۵ شهریور ماه تشکیل شده است. بنابراین بر اساس نتایج این بررسی به‌لحاظ عملکرد کمی گیاه، دو ماه تیر و مرداد دارای اهمیتی معادل مجموع سایر روزهای دوره

جدول ۳: روند تغییرات هفتگی اجزای مختلف ساقه نیشکر (درصد) در طول دوره رشد فعال گیاه بر اساس زمان و درجه روز- رشد- ۱۳۹۳

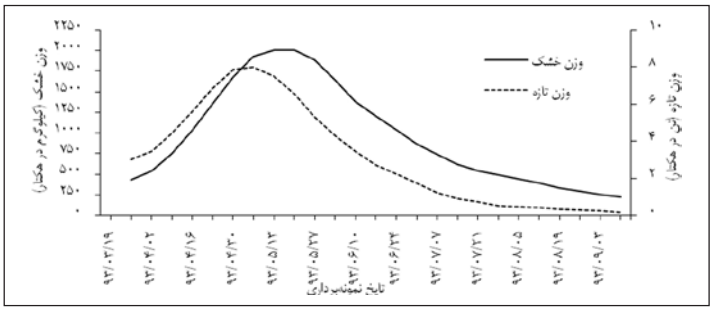
تاریخ	درجه روز-رشد	روز بعد از کاشت	فیبر	بریکس	رطوبت
۱۳۹۳/۰۳/۱۹	۱۴۷۲	۲۸۹	۷/۹	۷/۲	۸۴/۹
۱۳۹۳/۰۳/۲۶	۱۶۲۹	۲۹۶	۸/۰	۷/۶	۸۴/۵
۱۳۹۳/۰۴/۰۲	۱۷۹۳	۳۰۳	۸/۱	۸/۰	۸۳/۹
۱۳۹۳/۰۴/۰۹	۱۹۵۱	۳۱۰	۸/۲	۸/۳	۸۳/۵
۱۳۹۳/۰۴/۱۶	۲۱۱۶	۳۱۷	۸/۳	۸/۷	۸۳/۰
۱۳۹۳/۰۴/۲۳	۲۲۸۱	۳۲۴	۸/۴	۸/۹	۸۲/۷
۱۳۹۳/۰۴/۳۰	۲۴۵۵	۳۳۱	۸/۵	۹/۳	۸۲/۲
۱۳۹۳/۰۵/۰۶	۲۶۲۹	۳۳۸	۸/۷	۹/۷	۸۱/۷
۱۳۹۳/۰۵/۱۳	۲۷۹۳	۳۴۵	۸/۸	۱۰/۱	۸۱/۱
۱۳۹۳/۰۵/۲۰	۲۹۵۵	۳۵۲	۹/۱	۱۰/۵	۸۰/۵
۱۳۹۳/۰۵/۲۷	۳۱۲۲	۳۵۹	۹/۳	۱۱/۰	۷۹/۷
۱۳۹۳/۰۶/۰۳	۳۲۸۷	۳۶۶	۹/۶	۱۱/۴	۷۹/۰
۱۳۹۳/۰۶/۱۰	۳۴۵۶	۳۷۳	۹/۹	۱۲/۱	۷۸/۰
۱۳۹۳/۰۶/۱۷	۳۶۱۳	۳۸۰	۱۰/۱	۱۲/۸	۷۷/۱
۱۳۹۳/۰۶/۲۴	۳۷۴۷	۳۸۷	۱۰/۳	۱۳/۴	۷۶/۳
۱۳۹۳/۰۶/۳۱	۳۸۷۸	۳۹۴	۱۰/۵	۱۴/۰	۷۵/۵
۱۳۹۳/۰۷/۰۷	۴۰۰۵	۴۰۱	۱۰/۸	۱۴/۶	۷۴/۷
۱۳۹۳/۰۷/۱۴	۴۱۳۵	۴۰۸	۱۰/۹	۱۴/۹	۷۴/۲
۱۳۹۳/۰۷/۲۱	۴۲۴۶	۴۱۵	۱۱/۱	۱۵/۳	۷۳/۷
۱۳۹۳/۰۷/۲۸	۴۳۴۳	۴۲۲	۱۱/۳	۱۵/۵	۷۳/۲
۱۳۹۳/۰۸/۰۵	۴۴۱۵	۴۲۹	۱۱/۵	۱۵/۸	۷۲/۷
۱۳۹۳/۰۸/۱۲	۴۴۸۶	۴۳۶	۱۱/۷	۱۶/۱	۷۲/۲
۱۳۹۳/۰۸/۱۹	۴۵۲۷	۴۴۳	۱۱/۹	۱۶/۳	۷۱/۸
۱۳۹۳/۰۸/۲۶	۴۵۶۱	۴۵۰	۱۲/۱	۱۶/۴	۷۱/۶
۱۳۹۳/۰۹/۰۳	۴۵۹۳	۴۵۷	۱۲/۲	۱۶/۴	۷۱/۴
۱۳۹۳/۰۹/۱۰	۴۶۰۱	۴۶۴	۱۲/۳	۱۶/۴	۷۱/۳

در طول دوره رشد از میزان رطوبت ساقه کاسته و به درصد ماده خشک آن افزوده شد. به‌طوری که در زمان رسیدگی تکنولوژیک محصول، درصد رطوبت آن حدود ۱۵/۳ درصد کاهش و از طرفی میزان بریکس و فیبر ساقه به ترتیب ۱۳۰ و ۵۲ درصد افزایش یافت

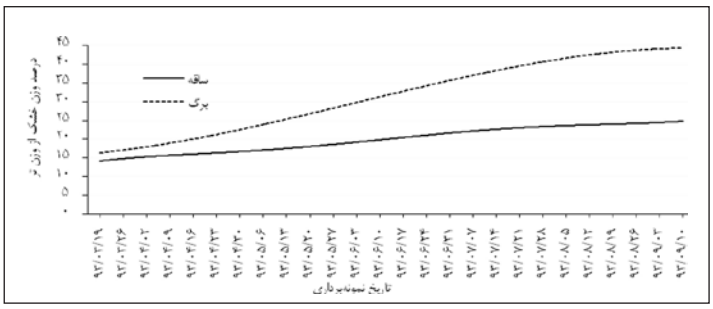
رشـد گیاه اسـت و می‌توان گفت که ۵۰ درصد وزن تر گیاه اولاً زودتر و ثانیاً در مدت زمان کوتاه‌تر نسـبت به ۵۰ درصد وزن خشـک تشـکیل شده است و نشـان می‌دهد در شرایط تولید حداکثر هفتگی وزن تر، درصد فیبر و بریکس آن (وزن خشـک) بالا نیسـت. به‌طوری که در هفته ۲۳ لغایت ۳۰ تیر حداکثر تولید روزانه وزن تر به میزان ۱۱۵۰ کیلوگرم در روز و در هفته بعد از آن حداکثر تولید روزانه وزن خشک به میزان ۲۸۰ کیلوگرم در روز حاصل شـد (شـکل ۱). در مهرماه تنها حدود ۵ هزار کیلوگرم به وزن تر گیاه اضافه شد، اما بیشترین ذخیره روزانه قند در گیاه در این ماه مشاهده گردید. بنابراین این ماه به‌عنوان مرحله مهم و حسـاس شـکل‌گیری عملکرد کیفی معرفی می‌گردد.

با افزایش دوره رشد گیاه نیشکر از درصد رطوبت برگ و سـاقه کاسته و به درصد فیبر و بریکس آن‌ها افزوده می‌گردد به‌طوری که کاهش رطوبت در برگ‌ها به‌دلیل خشـک شدن برگ‌های پایین بیشتر از ساقه بوده و از طرفی افزایش در وزن خشک سـاقه مطابق (شکل ۱) بیشتر ناشی از افزایش درصد بریکس اسـت. در انتهای دوره رشـد حدود ۴۴ درصد برگ و ۲۷ درصد سـاقه را ماده خشـک داده است (شکل ۲). زهو و همکاران (Zhu et al. 1997) بیان نمودند که قندهای ساده سـاخته شده، در برگ به ساکارز تبدیل شده و پس از انتقال در واکوئل سلول‌های پارانشیم ساقه ذخیره می‌شوند و بر این اسـاس قندهای موجود در برگ اولاً کم و در ذخیره موقت و ثانیاً بیشتر قندهای ساده هستند. پس نتایج نشان داد که برگ نیشـکر دارای درصد فیبر و اینورت بیشـتری نسبت به ساقه بوده و به‌لحاظ اقتصادی دارای اثر منفی بر فرآیند اسـتحصال و قندگیری می‌باشد.

سایر نتایج مطالعه نشان داد که افزایش ارتفاع گیاه بیشتر در تیر ماه اتفاق افتاد؛ به‌طوری که در این ماه حدود ۳۰ درصد و در دو مـاه تیر و مرداد بیش از ۵۰ درصد ارتفاع نهایی گیاه تشـکیل شد. بیشـترین افزایش ارتفاع گیاه در نیمه دوم تیر ماه و به میزان ۳/۴ سـانتی‌متر در روز حاصل شد. در شهریور ماه با کاهـش درجه حرارت افزایش ارتفاع گیاه کاهش یافت و در مهـر ماه به حدود ۲ سـانتی‌متر در هفته تقلیل یافت و در نهایت در اواخر آبان کاهش و در اوایل آذر افزایشی در آن مشاهده نشد. از سوی دیگر درصد پل شربت ساقه دارای روند متفاوت بوده و همزمان با بیشـترین افزایش در ارتفاع سـاقه، پل کمتری در ذخیره شـده است. در تیر ماه میزان پل حدود ۵ درصـد و هر هفتـه ۰/۴۵ درصد به آن افزوده شـد. اما در مهر ماه و همزمان با کاهش شـیب افزایش ارتفاع، بیشـترین درصد پل سـاخته و در سـاقه ذخیره شد (۰/۶ درصد در هر هفته). همچنین در دهه اول آذر ماه بیشـترین درصد پل به میزان ۱۴/۳ درصد حاصل شـد. نتایج نشان داد که بیشترین افزایش ارتفاع و بیشترین تجمع پل در ساقه نیشکر دارای رابطه معکوس و رقابتی است و به‌نظر می‌رسد مواد فتوسنتزی برگ‌ها



شکل ۱: تولید هفتگی وزن تازه و خشک گیاه نیشکر

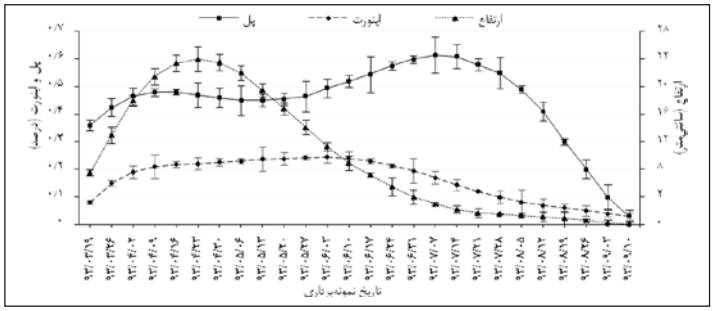


شکل ۲: درصد وزن خشک هر یک از بخش‌های گیاه (ساقه و برگ) از وزن تر آن

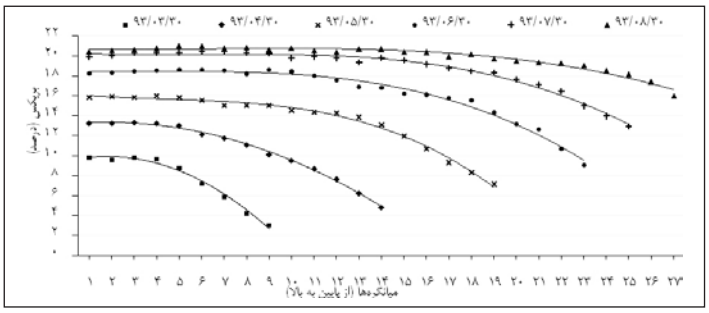
در ابتدای دوره رشـد فعال بیشـتر به مصرف افزایش ارتفاع (هیدرات‌کربن سـاختمانی) و در انتهای دوره رشـد به‌صورت سـاکارز در سـاقه (هیدرات‌کربن ذخیره‌ای) ذخیره می‌شود. نتایج بررسـی‌ها نشان داد که در شـرایط مساعد رشد، مانند درجه‌حرارت و تابش بالا، مواد فتوسنتزی صرف افزایش تعداد برگ و ارتفاع گیاه شـده و مقدار اندکی از آن در ساقه ذخیره می‌گردد و بیشترین بخش ساقه را آب تشکیل می‌دهد (Watt and Cramer 2009). درصد قند اینورت که شامل گلوکز و فروکتوز اسـت، دارای روندی تقریباً مشابه تغییرات هفتگی ارتفاع بوده اسـت، و در انتهای دوره رشـد به‌دلیل تبدیل این قندها به سـاکارز از مقدار افزایش هفتگی آن‌ها کاسـته و در آبان ماه به حداقل مقدار خود رسـید (۰/۴۵ درصد و افزایش هفتگی ۰/۰۵ درصد) (شـکل ۳). بنابراین می‌توان بیان نمود در زمان رشد سـریع گیاه، اولاً میزان ذخیره‌سازی قند کمتر و ثانیاً میزان ذخیره‌سـازی قند اینورت نسبت به سایر مراحل رشد بیشتر است.

بـر اسـاس بررسـی صـورت گرفته مشـخص شـد که ذخیره‌سـازی قند در سـاقه نیشـکر از میانگره‌های پایین به سـمت بالا می‌باشد. به‌طوری که اولین و بیشترین تجمع قند در میانگره‌های پایینی است و به ترتیب به سمت بالای ساقه از درصد بریکس کاسـته می‌شـود. همچنین در ابتدای دوره رشـد فعال گیاه تعداد میانگره‌های ساقه کم و میزان بریکس کل ساقه حدود ۸ درصد که سهم بیشتری از این بریکس (به لحاظ حجم) در میانگره‌هایی پایین بوده اسـت. در خرداد ماه میزان بریکس بالاترین و پایین‌ترین میانگره سـاقه حدود ۳ و ۱۰ درصد بود (شکل ۴) و نسبت یک سوم انتهایی به یک سوم پایینی ساقه ۴۵ درصد است. بنابراین این نتایج نشان می‌دهد

درصد قند اینورت که شامل گلوکز و فروکتوز است، دارای روندی تقریباً مشابه تغییرات هفتگی ارتفاع بوده است، و در انتهای دوره رشد به‌دلیل تبدیل این قندها به ساکارز از مقدار افزایش هفتگی آن‌ها کاسته و در آبان ماه به حداقل مقدار خود رسید (۰/۴۵ درصد و افزایش هفتگی ۰/۰۵ درصد)



شکل ۳: رابطه بین تغییرات هفتگی درصد پل، اینورت و ارتفاع گیاه در طول فصل رشد فعال نیشکر



شکل ۴: درصد بریکس میانگره‌های مختلف ساقه گیاه نیشکر در طول فصل رشد

جدول ۴: نسبت یک‌سوم انتهایی ساقه به یک‌سوم پایین آن در ماه‌های مختلف دوره رشد

تاریخ	یک سوم پایین	یک سوم بالا	نسبت بالا به پایین
۹۳/۰۳/۳۰	۹/۷۵	۴/۳۸	۰/۴۵
۹۳/۰۴/۳۰	۱۳/۲۲	۷/۳۷	۰/۵۶
۹۳/۰۵/۳۰	۱۵/۸۵	۱۰/۱۰	۰/۶۴
۹۳/۰۶/۳۰	۱۸/۴۸	۱۳/۴۴	۰/۷۳
۹۳/۰۷/۳۰	۲۰/۲۹	۱۶/۲۵	۰/۸۰
۹۳/۰۸/۳۰	۲۰/۷۴	۱۸/۵۶	۰/۹۰

که در ابتدای دوره رشد فعال گیاه تغییرات کیفی در طول ساقه بسیار زیاد، لیکن در انتهای دوره رشد اکثر میانگره‌های ساقه دارای بریکس بالا بوده و تفاوت بریکس بالا و پایین ساقه به حداقل خود رسید (جدول ۴). وجود درصد بریکس بالا در بیشتر میانگره‌های ساقه نشان دهنده رسیدگی گیاه به لحاظ حداکثر درصد قند می‌باشد. بنابراین هرچه نسبت بریکس انتهایی ساقه به پایین آن به عدد یک نزدیک‌تر باشد نشان دهنده رسیدگی گیاه است و به‌لحاظ تکنولوژیکی قابل برداشت می‌باشد. گزارش‌های موجود نشان می‌دهد که رسیدگی تکنولوژیک گیاه نیشکر در شرایط معمول زمانی حاصل می‌گردد که یک سوم انتهایی ساقه از درصد بریکس بالایی برخوردار بوده و نسبت آن به درصد بریکس یک سوم پایین ساقه بیش از ۰/۸ باشد (James 2004). بنابراین در شرایط استان خوزستان و بر اساس این مطالعه، واریته مورد بررسی نیشکر در اوایل آبان ماه به‌لحاظ تکنولوژیکی رسیده محسوب می‌گردد.

نسبت بریکس یک سوم انتهایی ساقه به یک سوم پایین آن به عنوان شاخص رسیدگی گیاه به‌لحاظ بیشترین درصد قند جهت برداشت تکنولوژیکی معرفی می‌شود و هرچه این نسبت به عدد یک نزدیک‌تر باشد، رسیدگی بیشتر گیاه را نشان می‌دهد

نتیجه‌گیری کلی

نتایج بررسی حاضر نشان داد که در طول دوره رشد فعال گیاه از میزان رطوبت ساقه کاهش و به درصد بریکس و فیبر آن افزوده می‌شود. به‌طوری که در انتهای دوره رشد میزان افزایش بریکس بسیار زیاد و به حدود ۲/۳ برابر مقدار آن در خرداد ماه رسید. با کاهش درجه حرارت و تابش خورشید در اواخر تابستان و اوایل پاییز، میزان افزایش هفتگی پل در ساقه به حداکثر خود می‌رسد. بیشترین افزایش ارتفاع گیاه همزمان با دریافت بیشترین درجه روز-رشد در تیر ماه بود و گیاه در طول دوره رشد خود حدود ۴۶۰۰ درجه روز-رشد دریافت کرد. همچنین مشخص گردید کاهش درجه حرارت به زیر صفر فیزیولوژیک گیاه در آذر ماه، منجر به توقف افزایش کیفیت و کمیت گیاه شد. البته درصد اجزای مختلف تشکیل دهنده ساقه تا زمان رسیدگی در حال تغییر بودند و در انتها درصد بریکس ثابت، اما درصد رطوبت و فیبر همچنان در حال به‌ترتیب کاهش و افزایش بودند. به‌علاوه حدود ۴۴ درصد برگ‌ها را وزن خشک که بیشتر شامل فیبر و قندهای اینورت است، تشکیل می‌دهد و با توجه به اهمیت فرآیند عصاره‌گیری، حضور فیبر و قندهای اینورت باعث کاهش استحصال و بر این اساس برداشت و انتقال برگ به کارخانه نتیجه معکوس خواهد داشت. نکته قابل ذکر این است که هرچه درصد فیبر پایین باشد، درصد استحصال افزایش می‌یابد. بر این اساس تأخیر در برداشت، به دلیل افزایش فیبر و خشبی شدن ساقه، درصد استحصال شکر را کاهش می‌دهد.

تجمع بریکس از میانگره‌های پایین به سمت میانگره‌های بالا است و میانگره‌های پایین دارای بیشترین مقدار قند و درصد بریکس گیاه می‌باشد. در مرداد ماه بخش اعظمی از عملکرد کمی گیاه ساخته شد، به‌طوری که تعداد میانگره‌ها از ۱۴ به ۱۹ عدد در ساقه افزایش یافت. همچنین درصد افزایش در عملکرد کمی در تیر و مرداد ماه بیش از عملکرد کیفی (درصد بریکس) و از طرفی افزایش در عملکرد کیفی در شهریور و مهر ماه نسبت به افزایش عملکرد کمی بیشتر بوده است. نسبت بریکس یک سوم انتهایی ساقه به یک سوم پایین آن به عنوان شاخص رسیدگی گیاه به‌لحاظ بیشترین درصد قند جهت برداشت تکنولوژیکی معرفی می‌شود و هرچه این نسبت به عدد یک نزدیک‌تر باشد، رسیدگی بیشتر گیاه را نشان می‌دهد. به‌عبارت دیگر زمانی که اکثر میانگره‌های گیاه دارای درصد بریکس بالا و نوسانات کم باشد، رسیدگی تکنولوژیکی گیاه را نشان می‌دهد بنابراین به‌طور کلی بر اساس نتایج این مطالعه برای تعیین رسیدگی تکنولوژیک واریته CP73-21 نیشکر می‌توان از نسبت درصد بریکس یک سوم بالایی ساقه به درصد بریکس یک سوم پایینی آن استفاده کرد و جهت تعیین زمان رسیدن به حداکثر تولید و ذخیره بریکس می‌توان از شاخص درجه روز-رشد یا میانگین درجه حرارت محیط استفاده کرد. به‌طوری که کاهش درجه حرارت به زیر صفر فیزیولوژیک گیاه باعث توقف افزایش درصد بریکس ساقه و از طرفی افزایش درصد فیبر می‌گردد.