



۲۱۳

دو ماهنامه کشاورزی
صنعتی، اقتصادی
چغندر قند و نیشکر
سال سی و ششم،
شماره ۲۱۳،
مهر و آبان ۱۳۹۱

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

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

صاحب امتیاز:
دفتر مشاوره و خدمات فنی و بازرگانی
صنایع قند ایران

ناشر:
انجمن صنفی کارخانه‌های قند و شکر ایران

مدیر مسئول:
علیرضا اشرف

سردبیر:
سید محمود کم‌گویان

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

تصحیح:
زهره بابایی

امور فنی:
سعید رستمی

مسئول وب‌سایت:
محمد رضا عبدوس

لیتوگرافی و چاپ:
ایران‌مصور

info@ISFS.ir
www.ISFS.ir

در این شماره می‌خوانید:

- سرمقاله / به امید روزهای خوش ● ۲
- شیمی ساکاروز ● ۳
- گزارش بهره‌برداری سال ۱۲-۲۰۱۱ آلمان (شاخه شمال) ● ۷
- گزارش بهره‌برداری سال ۱۲-۲۰۱۱ هلند Suiker Unie ● ۱۱
- گزارش بهره‌برداری کارخانه‌های قند سنت‌لویی در فرانسه در سال ۱۲-۲۰۱۱ ● ۱۶
- تأثیر پیراکلواستروبین بر سیلوپذیری و کیفیت چغندر قند... ● ۱۹

- ◆ کلیه کارشناسان و صاحب‌نظران می‌توانند مقالات خود را در مجله صنایع قند به چاپ برسانند.
- ◆ حق ویرایش، حذف و اصلاح مطالب برای مجله محفوظ است.
- ◆ مقالات ارسالی به هیچ‌وجه مسترد نخواهد شد.
- ◆ مطالب مطرح شده در مقالات بیانگر نظرات نویسندگان و مترجمان است.

به امید روزهای خوش

◀ محمدصادق جنان‌مفیت

نوسان‌ها در اندازه کم در دستور کار دولت‌ها قرار گرفت. در ۱۰ سال گذشته چنین وضعی به انحراف واقعی کسب و کار شهروندان و اقتصاد کلان منجر شد. به این معنی که واردات کالا و خدمات ارزان شد و قیمت‌های نسبی میان تولید داخل و قیمت واردات از تعادل و توازن دور شد.

این عدم تعادل و بهم‌خوردن قیمت‌های نسبی به روند تولید برخی از کالاها از جمله تولید شکر آسیب جدی وارد کرد. اکنون نزدیک به یک‌سال است که نرخ ارزهای معتبر به‌ریال ایران از تثبیت دستوری آهنین خارج شده و قیمت‌ها در بازار تعیین می‌شود. وقتی به این ترتیب نرخ دلار آزاد شد و تعادل تازه‌ای پدیدار شد و قیمت‌های نسبی تازه‌ای خود را نشان داد، درحالی که در شرایط تعادلی جدید تولید شمار قابل‌اعتنایی از محصولات کشاورزی و صنعتی صرفه اقتصادی پیدا کند. شکر یکی از این محصولات است که براساس آمارهای در دسترس در وضعیت مناسبی قرار گرفته است و می‌تواند برای تولید و حتی صادرات نیز آماده باشد.

تعادل جدید نرخ ارز اگر دستکاری نشود و دولت و سایر نهادهای رسمی قدرت به این فکر نیفتند که آن را بار دیگر در اندازه‌های پایین قرار ندهند، تولید شکر دوران مناسب و خوبی را به‌دست می‌آورد. وظیفه کارشناسان و مدیران صنعت قندوشکر این است که با روشنگری، پیگیری و اصرار بر تعادل جدید نرخ ارز و درخواست از دولت برای اینکه با کسری بودجه خود راه تورم‌شتابان را مسدود کند می‌توان به روزهای خوشی رسید.

نرخ تبدیل ارزهای معتبر به پول ملی هر کشوری، یک متغیر سرنوشت‌ساز در تحولات اقتصادی به حساب می‌آید. این نرخ به‌طور مثال می‌تواند بر صادرات کشورها بسیار مؤثر باشد.

به این معنی که وقتی ارزهای معتبر به پول ملی در سطح بالایی قرار گیرد، صادرات کالا و خدمات برای صادرکننده صرفه اقتصادی دارد. برای روشن شدن بحث مثالی را یادآور می‌شویم:

فرض کنید قیمت هر دلار ایالات متحده آمریکا به ریال ایران در نقطه ۳ هزار تومان به تعادل برسد. در این صورت صادرکنندگان با صدور هر یک دلار کالا رقمی معادل ۳ هزار تومان به‌دست می‌آورند. اگر نرخ دلار کاهش و هر دلار به ۲ هزار تومان برسد، هر دلار کالای صادراتی ۲ هزار تومان نصیب صادرکننده می‌کند. این داستان را می‌توان برای واردات نیز آورد که البته کاملاً برعکس است. کشورهای گوناگون در تاریخ معاصر به‌ویژه از زمانی که دلار آمریکا در مبادلات بین‌المللی جایگزین طلا شد، با دردسر تعیین نرخ ارز مواجه بوده‌اند. برخی از کشورها با تثبیت نرخ ارز برای یک دوره معین تلاش کرده‌اند که نوسانات در نرخ‌های داخلی را کنترل کنند. برخی کشورها نرخ آزاد را برای ارزها لحاظ کرده‌اند و معتقدند که ارز نیز همانند یک کالا است که قیمت آن باید از برخورد عرضه و تقاضا به‌دست آید. اما در ایران تثبیت نرخ ارز برای یک دوره طولانی بیش از نیم‌قرن در دستور کار بود تا اینکه قیمت ارز در اول دهه ۱۳۸۰ از تثبیت محض به مدیریت شناور شده تغییر و نرخ واحد اعمال شد. اما نرخ واحد ارز در ۱۰ سال سپری شده تثبیت و

شیمی ساکاروز

◀ مهدی یاراحمدی، دانشجوی دکتری تخصصی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران
 ◀ روح‌الله شیرعلی، مرکز تحقیقات ارزیابی ایمنی در فرآورده‌های غذایی و دارویی کشور
 ◀ عبدالحسین بوستان افروز، دانشجوی کارشناسی شیمی دانشگاه شهید چمران اهواز

کلید واژه: ساکاروز، قند، شکر، نیشکر

چکیده

ساکاروز یکی از مواد آلی فراوان موجود در طبیعت است. این ماده با نام تجاری شکر یکی از ارزان‌ترین کالری‌های موجود در طبیعت را فراهم می‌کند. بررسی ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی این ماده نشان می‌دهد، که ساکاروز به‌عنوان یک ترکیب دوقندی دارای ویژگی‌های مهندسی مخصوص به‌خود می‌باشد. از جمله این ویژگی‌ها وضعیت پیوندها و همچنین حالت تبلور آن در محلول‌های آبی است، که کاربرد مهندسی فراوانی دارد. نگارندگان در این مقاله تلاش کرده‌اند، تا با بررسی ویژگی‌های متفاوت فیزیکی و شیمیایی این ماده اطلاعات علمی موجود در این باب را در یک مقاله جمع‌آوری کنند.

مقدمه

قندها یکی از ترکیبات آلی مهم موجود در جهان می‌باشند. از منظر شیمیایی انسان و بسیاری گونه‌های متفاوت حیات بدون وجود قندها قادر به ادامه زندگی نمی‌باشند. ساکاروز یکی از مواد آلی فراوان موجود در جهان می‌باشد. این ماده تأثیر بسیار زیادی در زندگی و حیات موجودات روی کره زمین دارد.

این ماده شیمیایی را به نوعی می‌توان انباره انرژی انسان نامید. زیرا اشکال متفاوت انرژی در درون آن نهفته است. هرچند ازدیاد این ماده باعث ایجاد بیماری‌های گوناگونی در بدن می‌شود، اما تحقیقات نشان می‌دهد، که کمبود این ماده تأثیر بسیار مخرب‌تری نسبت به ازدیاد آن بر بدن موجودات به‌ویژه انسان دارد.

ساکاروز که در منابع اقتصادی امروز شکر نامیده می‌شود، به‌صورت عمده از دو محصول نیشکر و چغندر تولید می‌شود و از هزاره اول پیش از میلاد مسیح به‌صورت بلور توسط انسان تولید می‌شده است. این ماده به‌علت تولید کالری ارزان همواره مورد توجه بوده است.

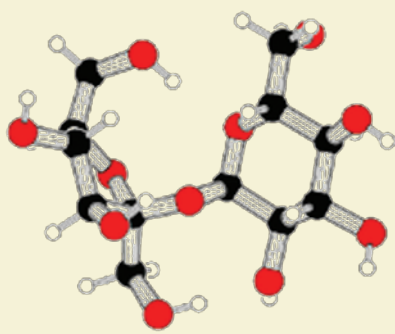
نگارندگان در این مقاله در تلاش هستند، تا با بررسی اجمالی ویژگی‌های ساکاروز به معرفی خواص شیمیایی و فیزیکی این ماده ارزشمند بپردازند.

مشخصات فیزیکی و شیمیایی

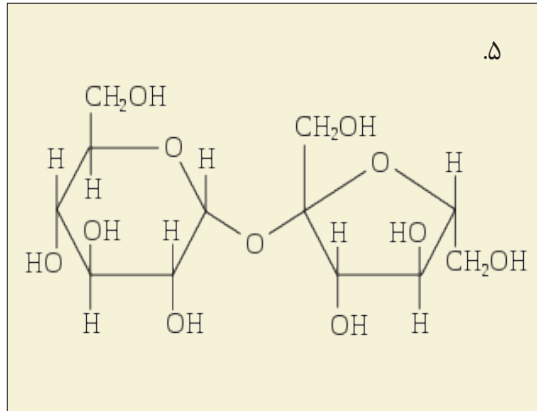
گروه بزرگی از ترکیبات آلی قندها و پلی‌ساکاریدها هستند. نام این ترکیبات از آنجا که تصور می‌شد، دارای ساختار آب و کربن باشند، کربوهیدرات $[C_n(H_2O)_n]$ گذاشته شد. امروزه مشخص شده است، که این ترکیبات در حقیقت پلی‌آل هستند. این ترکیبات از نظر ساختاری و کاربرد و تولید انرژی اهمیت زیادی دارند. برای مثال گلوکز به‌عنوان منبع تولید انرژی در سلول‌های عضلانی و مغز انجام وظیفه می‌کند. انتقال صفات وراثتی بدون وجود قندهایی مانند دی-اکسی‌ریبوز و ریبوز امکان‌پذیر نیست. از دیدگاه شیمی آلی قندها به گروه‌های زیر تقسیم می‌شوند:

۱. مونوساکاریدها (تک‌قندی‌ها): که قابل تفکیک به مولکول‌های ساده‌تر قندی نمی‌باشند. گلوکز، فروکتوز، گالاکتوز، ریبوز، گلیسرآلدهید. برخی مونوساکاریدها به‌جای گروه هیدروکسیل (-OH) در ساختارشان ممکن است، یک گروه آمین (-NH₂) داشته باشند. گلوکز آمین و مانوز آمین.
۲. دی‌ساکاریدها (دو قندی‌ها): از اتصال دو مولکول مونوساکارید از طریق پیوند اتری به‌دست می‌آید، که به آن پیوند گلیکوزیدی می‌گویند. مانند لاکتوز، ساکاروز، مالتوز، سلوبیوز
۳. آلیگوساکاریدها (چند قندی‌ها): از طریق اتصال چند مولکول قند مونوساکارید از طریق پیوندهای گلیکوزیدی آلیگوساکاریدها به‌دست می‌آیند. رافینوز یا آنتی ژن‌های تعیین‌کننده گروه‌های خونی
۴. پلی‌ساکاریدها (بسیار قندی‌ها): از اتصال تعداد زیادی مونوساکارید از طریق پیوند گلیکوزیدی پلی‌ساکاریدها به‌دست می‌آیند. نشاسته، گلیکوژن، سلولز.

قندها یکی از ترکیبات آلی مهم موجود در جهان می‌باشند. از منظر شیمیایی انسان و بسیاری گونه‌های متفاوت حیات بدون وجود قندها قادر به ادامه زندگی نمی‌باشند. ساکاروز یکی از مواد آلی فراوان موجود در جهان می‌باشد



ساختار فضایی ساکاروز



۵.

۶. ساختار اتمی ساکاروز

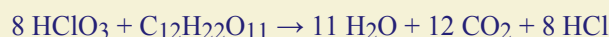
بلور شکر در حقیقت تشکیل شده از ساکاروز با درجه خلوص بسیار بالا است. به این ترتیب اصلی ترین ماده موجود در بلور شکر، ساکاروز یکی از مواد آلی خالص فراوان در جهان است. بررسی فرایندهای تبلور قندی، بدون بررسی خصوصیات ساکاروز ناکامل است. هدف اصلی در صنعت قندوشکر، جداسازی ساکاروز به صورت کریستال از شربت حاصل از نیشکر و چغندر قند می باشد.

در حال حاضر در کشور ما ایران، شکر مهم ترین محصولی است، که از نیشکر و چغندر قند استخراج می شود. شکر یا قند معمولی که از نیشکر یا چغندر قند گرفته می شود، نام تجاری ساکاروز است. ساکاروز نقش اساسی را در تولید هزاران فرآورده غذایی از گوشت دودی شده تا میوه های منجمد شده جهت تولید مربا، بازی می کند. در سال ۲۰۱۱ میلادی ۱۶۸/۰۰۰/۰۰۰ تن شکر در جهان تولید شد. ساکاروز دی ساکاریدی است، با نام علمی (۱-دی گلوکو پیرانوز بتا دی فروکتوفورانوزید) (1-D-glucopyranose β-D-fructofuranoside) می باشد. وزن ملکولی این ماده ۳۴۲,۳۰ gr/Mol می باشد. چگالی آن در حالت جامد ۱,۵۸۷ g/Cm³ می باشد. برخی از منابع این عدد را مربوط به شکر استرالیایی می دانند؛ ایشان این عدد را به صورت دقیق تر برای ساکاروز خالص ۱,۵۹۶ g/Cm³ گزارش نموده اند. این عدد وابسته به دما است. بلور ساکاروز در ۱۸۶°C در حالت جامد تجزیه می شود. شکل بلور ساکاروز از ساختار مونوکلینیک پیروی می کند. ساکاروز از یک مولکول گلوکوز و یک مولکول فروکتوز تشکیل شده است. این ماده نوعی قند غیر احیا کننده بوده و

دارای کربن های نامتقارن است، از این رو قادر است، صفحه نور پولاریزه را به سمت راست منحرف کند و چرخش مخصوص ساکاروز ۶۶,۵۲۹°+ است. هنگامی که محلول ساکاروز با اسید رقیق یا بر اثر آنزیم اینور تاز هیدرولیز می شود، مقدار مساوی از D-(+) - گلوکز و D-(-) - فروکتوز تولید می کند. این هیدرولیز باعث تغییر در علامت چرخش نوری محلول از وضعیت مثبت به وضعیت منفی می شود. به همین خاطر به این واکنش وارونگی (inversion) می گویند. مخلوط مساوی D-(+) - گلوکز و D-(-) - فروکتوز در مجموع دارای چرخش نوری چپ گرد بوده و به همین خاطر به آن ها قند اینور ت می گویند. در حالی که (+) - ساکاروز و (+) - گلوکز به ترتیب دارای چرخش نوری ویژه ۶۶,۵۲۹°+ و ۵۲,۷°+ است، D-(-) - فروکتوز دارای چرخش ویژه منفی و بزرگ برابر ۹۳,۴°- می باشد، به همین خاطر چرخش نهایی ویژه مخلوط منفی است.

گلوکز یک آلدوز با فرمول مولکولی C₆H₁₂O₆ است، که با تجزیه عنصری و تعیین وزن مولکولی آن مشخص شده است. این قند واحد اصلی ساختاری نشاسته، سلولز و گلیکوژن است و به دلیل نقش خاص آن در فرایندهای بیولوژیک و فراوانی آن نسبت به قندهای دیگر در طبیعت، مهم ترین مونوساکارید موجود در طبیعت می باشد.

از سوی دیگر دومین عامل مهم درباره دومین بخش از ترکیب ساکاروز، عامل کتوزی به نام فروکتوز است. فروکتوز که از منظر فرمول مولکولی شبیه به گلوکز است، به مقدار زیاد در میوه جات و به صورت ترکیب شده با گلوکز در دی ساکارید ساکاروز وجود دارد. چندین واکنش مهم ساکاروز به شرح زیر است:



گلوکز یک آلدوز با فرمول مولکولی C₆H₁₂O₆ است، که با تجزیه عنصری و تعیین وزن مولکولی آن مشخص شده است. این قند واحد اصلی ساختاری نشاسته، سلولز و گلیکوژن است و به دلیل نقش خاص آن در فرایندهای بیولوژیک و فراوانی آن نسبت به قندهای دیگر در طبیعت، مهم ترین مونوساکارید موجود در طبیعت می باشد

اثر می‌گذارند. دانسیته بلورهای شکر به حلال آن‌ها قبل از بلوری شدن بستگی دارد. اینگونه فرض می‌شود، که در بلور ساکاروز تمایل به پیوندهای هیدروژنی بین گروه‌های کربوکسیل وجود دارد. پیوندی که در هنگامه تشکیل بلور از مبدا گروه هیدروکسیل آب آغاز می‌شود. با تبخیر آب گروه‌های هیدروکسیل شش‌گانه هر مولکول ساکاروز تلاش می‌کنند، که جایگاه پیوند هیدروکسیل آب را بگیرند. اما مسئله مهم در اینجا این است، که ما می‌دانیم در میان سایر ترکیبات دوقندی که حالت بلوری ندارند و وزن مولکولی نزدیکی نیز به ساکاروز دارند، دمای جوش آن‌ها اختلاف فاحشی با دمای تجزیه ساکاروز وجود ندارد. این مسئله خود معمای جالب شیمیایی است، که برای بررسی محققان می‌تواند جالب توجه باشد.

حلالیت ساکاروز در آب

میزان حلالیت ساکاروز در آب به عامل دما بستگی دارد. روابط تجربی موجود در این مورد بر حسب درصد وزنی ساکاروز تعریف می‌شود و از روابط زیر به دست می‌آید. رابطه وایز و نیکولسون به صورت زیر تعریف شده است:

دانسیته محلول‌های خالص ساکاروز

رابطه کشف شده برای محاسبه دانسیته محلول‌های خالص ساکاروز بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب و بر اساس درصد وزنی در محدوده دمایی جوش و انجماد آب یافت شده است. توجه داشته باشید که این رابطه برای درصد وزنی کمتر از ۳۰ درصد معتبر است. رابطه به شکل زیر تعریف می‌شود:

$$\rho = A + B \cdot T + C \cdot T^2$$

زنبورعسل با کمک آنزیمی به نام اینورتاز که به‌عنوان کاتالیزور عمل می‌کند، باعث هیدرولیز ساکاروز به گلوکز و فروکتوز می‌شود. این اتفاق درست مشابه عملی است که در صنعت قند رخ می‌دهد. اما این واکنش در صنعت قند مطلوب نیست.

ساکاروز در مخلوط آب و الکل، آمونیاک مایع، آنیلین، اتیل‌استات، فنول، دی‌متیل فرمالید، دی‌متیل سولفوکسید و همچنین در آمین‌های نوع دوم مانند مورفولین، پیریدین، پیرولیدون، دی‌اتیل‌آمین محلول می‌باشد. این ماده در بنزن، کلروفرم، تتراکلرید کربن و اتانول خالص نامحلول است.

با افزایش غلظت و یا کاهش آب محلول ساکاروز، ویسکوزیته آن افزایش می‌یابد. چنانچه ۲۶ گرم ساکاروز را در آب مقطر حل کرده و آن را به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر برسانیم، و در لوله پلازیمتر به طول ۲۰۰ میلی‌متر قرار دهیم پلازیمتر عدد ۱۰۰ را نشان می‌دهد. ساکاروز به خوبی در آب حل می‌شود و با افزایش دما حلالیت آن به صورت خطی افزایش می‌یابد. نقطه ذوب ساکاروز ۱۸۶°C و چگالی آن ۱,۵۸ است. در حال حاضر ساکاروز از دو منبع نیشکر، چغندر تهیه می‌شود. به دست آوردن ساکاروز از ذرت نیز یکی از روش‌های نوین است، که هنوز شکل عملیاتی جدی نیافته است. تشخیص منشاء ساکاروز را می‌توان از طریق طیف مغناطیسی رزونانس هسته کربن ۱۳ تعیین کرد. بر اساس آزمایش C-NMR - اختلاف نسبت کربن ۱۳ به کربن ۱۲ (C13 / C12) برای شربت نیشکر ۱۱,۳ و برای شربت چغندر ۲۵,۶ است. بلورهای ساکاروز تمایل به کلوخه شدن دارند. ناخالصی‌های موجود در شربت اولیه ساکاروز در آب و شرابیطی که در طبخاتی اتفاق می‌افتد، به‌ویژه درجه فوق اشباع محلول حین طبخ بر روی شکل بلورهای آن

میزان حلالیت ساکاروز در آب به عامل دما بستگی دارد. روابط تجربی موجود در این مورد بر حسب درصد وزنی ساکاروز تعریف می‌شود و از روابط زیر به دست می‌آید. رابطه وایز و نیکولسون (در ستون دوم همین صفحه) تعریف شده است

I. برای شرایط دمای $-13^{\circ}\text{C} \leq X < +100^{\circ}\text{C}$

$$W_S = 64.447 + 0.08222 T + 1.6169 \times 10^{-3} \cdot T^2 - 1.558 \times 10^{-6} \cdot T^3 - 4.63 \times 10^{-8} \cdot T^4$$

II. برای شرایط دمای $+100^{\circ}\text{C} \leq X \leq +145^{\circ}\text{C}$

$$W_S = 71.0615 + 5.3625 \times 10^{-2} \cdot T + 6.5530 \times 10^{-4} \cdot T^2$$

در لهستان برای محاسبه حلالیت شکر چغندری در آب از رابطه زیر استفاده می‌کند:

$$W_S = 68.415 + 0.09559 \cdot T + 0.0004905 \cdot T^2$$

برای حالت‌های نزدیک به اشباع رابطه زیر توسط ورهار ارائه شده است:

$$W_S =$$

$$E = 355 (158 - T)$$

$$S = 28.162 / (158 - T)$$

$$S = 10000 / (100 + E) = 10000 / (100 + (355 (158 - T)))$$

E: water % Sucrose

S: Sucrose % water

T: Temp of the Solution, T°C

آنتالپی

آنتالپی بلور ساکاروز بر مبنای کیلوژول بر کیلوگرم در محدوده 100°C تا 0°C به وسیله لیل در سال ۱۹۵۷ محاسبه شده است.

$$h_s = 1.1702 \times t + 0.001707 \times t^2$$

ضریب شکست

مقدار ضریب شکست محلول‌های خالص ساکاروز در دمای 20°C با تابش نور با طول موج 589.3nm با استفاده از فرمول زیر به دست می‌آید. توجه داشته باشید، که فرمول زیر برای درصد‌های وزنی کمتر از ۶۵ درصد قابل استفاده است.

$$n_D = a_0 + a_1 \cdot W_s + a_2 \cdot W_s^2 + a_3 \cdot W_s^3 + a_4 \cdot$$

$$W_s^4 + a_5 \cdot W_s^5$$

$$a_0 = 1.3329872$$

$$a_1 = 0.142798 \times 10^{-2}$$

$$a_2 = 0.543899 \times 10^{-5}$$

$$a_3 = 0.130686 \times 10^{-6}$$

$$a_4 = 0.120330 \times 10^{-9}$$

$$a_5 = -0.89754 \times 10^{-12}$$

نتیجه‌گیری

بررسی ویژگی‌های ساکاروز به‌عنوان یک ماده دوقندی نشان می‌دهد، که این ماده دارای برخی از رفتارهای عجیب و غیرقابل توصیف در حوزه مهندسی می‌باشد. برای مثال این مسئله که بلور ساکاروز چگونه تشکیل و تجزیه می‌شود، می‌تواند نقطه جالبی برای بررسی باشد. همچنین بررسی رفتارهای پیوندی ساکاروز نشان می‌دهد، که در بلور ساکاروز تمایل به پیوندهای هیدروژنی بین گروه‌های کربوکسیل وجود دارد. پیوندی که در هنگامه تشکیل بلور از مبدا گروه هیدروکسیل آب آغاز می‌شود. با تبخیر آب گروه‌های هیدروکسیل شش‌گانه هر مولکول ساکاروز تلاش می‌کنند، که جایگاه پیوند هیدروکسیل آب را بگیرند. اما مسئله مهم در اینجا است، که ما می‌دانیم در میان سایر ترکیبات دوقندی که حالت بلوری ندارند و وزن مولکولی نزدیکی نیز به ساکاروز دارند، دمای جوش آن‌ها اختلاف فاحشی با دمای تجزیه ساکاروز وجود ندارد. این مسئله خود معمای جالب شیمیایی است، که برای بررسی محققان می‌تواند جالب توجه باشد.

در این معادله $T^{\circ}\text{C}$ تعریف شده است. همچنین توجه داشته باشید، که (A, B, C) ضرایبی هستند، که براساس درصد وزنی آب به دست می‌آیند. روابط محاسبه این ضرایب به شکل زیر است:

$$A = 1008.790 + 3.800 W_s + 0.019 W_s^2$$

$$B = -0.288 - 0.002 W_s - 7.7 \times 10^{-4} W_s^2$$

$$C = -0.002 + 7.2 \times 10^{-5} W_s + 4.1 \times 10^{-6} W_s^2$$

ظرفیت گرمای ویژه

گرمای براساس معیار انرژی ژول به‌وسیله بوبنیک به صورت زیر محاسبه شده است:

$$C_p = 4.1868 - W_{Ds} \cdot (0.0297 - 4.6 \times 10^{-5} \cdot P)$$

$$+ 7.5 \times 10^{-5} W_{Ds} \cdot t$$

P: درجه خلوص ساکاروز در حلال

برای محلول خالص ساکاروز معادله دیگری توسط بوبنیک پیشنهاد شده است:

$$C_p = 4.1868 - W_s \cdot (0.0297 - 4.6 \times 10^{-3} \cdot P) + 7.5 \times 10^{-5}$$

$$W_s \cdot t$$

همچنین لیل نیز معادله‌ای برای محاسبه ظرفیت گرمای ویژه نیز معرفی کرده است:

$$C_p = 4.187 \cdot (1 - (W_s/100)) \cdot (0.6 - 0.018 \cdot t)$$

گرمای نهان کریستال ساکاروز

گرمای ویژه نهان ویژه کریستال شکر در شرایط دمایی $15^{\circ}\text{C} \leq X \leq 75^{\circ}\text{C}$ خواهیم داشت:

$$c = 0.28 \text{ kcal/kg (or BTU/lb.)}$$

معادله محاسبه گرمای نهان ویژه شکر به صورت زیر می‌باشد:

$$c = 0.2775 + 0.000085 t$$

t: دما شکر براساس درجه سانتی‌گراد

هدایت حرارتی

ضریب هدایت حرارتی λ بر مبنای وات بر متر در کلونین W/(m. $^{\circ}\text{K}$) در سیستم متریک می‌باشد.

$$\lambda = (1 - 0.54 \cdot W_{Ds}) \cdot [0.561 + 0.206 \times (t/100) - 0.0943 \times (t/100)^2 - 0.007746 \times (t/100)^3]$$

محلول ساکاروز خالص می‌تواند از معادله فوق تا دمای 80°C پیروی کند.

بررسی ویژگی‌های ساکاروز به‌عنوان یک ماده دوقندی نشان می‌دهد، که این ماده دارای برخی از رفتارهای عجیب و غیرقابل توصیف در حوزه مهندسی می‌باشد. برای مثال این مسئله که بلور ساکاروز چگونه تشکیل و تجزیه می‌شود، می‌تواند نقطه جالبی برای بررسی باشد

گزارش بهره‌برداری سال ۱۲-۲۰۱۱

اتحادیه تکنولوژیست‌های آلمان

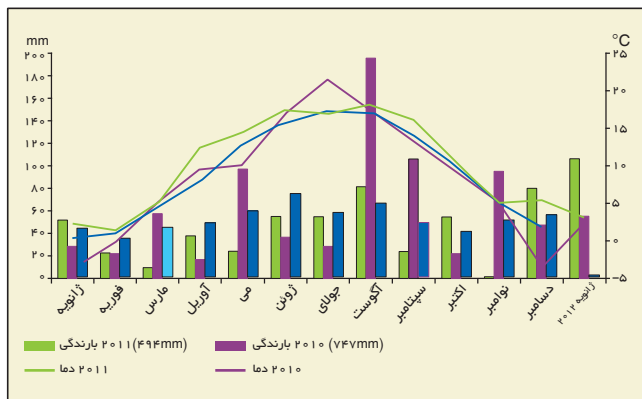
(شاخه شمال)

نویسندگان: المار کونت، کوتتر زیتل، هری‌برت ویل

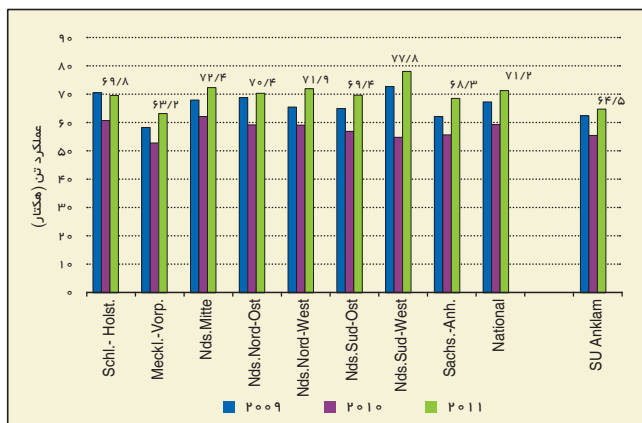
ترجمه: مهندس محمود ابطی

Sugar Industry 2012/5

کلید واژه: شرایط کشت، مقدار محصول چغندر، مقدار قند در چغندر، تاریخ بهره‌برداری، انرژی مصرفی الکتریکی و حرارتی، ایمنی‌کار، سرمایه‌گذاری‌ها، توقف‌های دوره بهره‌برداری



نمودار ۱: دما و بارندگی در سال ۲۰۱۱



نمودار ۲: عملکرد چغندر در مناطق مختلف شمال آلمان

مصرف کل چغندر در شرکت سهامی شکر شمال ۹/۴ میلیون تن و میانگین روزهای بهره‌برداری ۱۳۰ روز بود. میانگین مصرف چغندر در هر کارخانه ۱۴۲۸۹ تن در روز بود که در مقایسه با سال قبل ۱۴۵۰ تن در روز

۱. سال مناسب برای چغندر در ۲۰۱۱

در سال ۲۰۱۱ میزان بارندگی و حرارت، انحراف زیادی از میانگین سال‌های قبل داشتند. (شکل ۱) در آوریل میزان بارندگی و درجه حرارت بالا بود و بدین جهت بذره‌های کاشته شده خیلی زود جوانه زدند، به طوری که در آخر ماه مه ردیف‌های کشت کامل شده بودند. تابستان با دمای زیاد و بارندگی فراوان همراه بود و نهایتاً محصول خوبی به دست آمد، بارندگی کم در پاییز شرایط مناسبی برای برداشت چغندر ایجاد کرد در نتیجه گل همراه با چغندر بسیار کم بود.

۲. محصول چغندر و مقدار قند

میانگین محصول چغندر در مزارع شرکت سهامی شکر شمال ۷۱/۲ تن در هکتار و بسیار بالاتر از سال قبل بود. - ارقام مناطق مختلف در (شکل ۲) نشان داده شده است. مقدار قند چغندر به استثنای مناطق Niedersachsen جنوب-شرق، بالاتر از سال قبل بود (شکل ۳). عدد میانگین برای شمال آلمان (شرکت سهامی شکر شمال آلمان (Suiker Unie-Anklam) ۱۸ درصد بود.

۳. تاریخ بهره‌برداری

مقدار چغندر مصرفی و میانگین دوره بهره‌برداری در مقایسه با سال‌های قبل در کنار دیگر فاکتورهای فنی در (جدول ۱) دیده می‌شود. مصرف چغندر در (Suiker-Unie-Anklam) ۱/۴۲۹/۰۰۰ تن در ۱۴۴ روز و بالاتر از سال گذشته بود.

افزایش داشت. مصرف انرژی در کوره بخار در همه کارخانه‌های شکر شمال در مقایسه با سال قبل اندکی کاهش داشت. مصرف خالص انرژی الکتریکی در کل کارخانه‌های شکر شمال ۲۶ کیلووات ساعت برای هر تن چغندر بود که اندکی کمتر از سال گذشته بود.

۴. ارزشیابی سیستم مدیریتی

تعداد حوادث کاری و فاکتورهای بهداشتی و سلامتی نتوانستند در سطح سال ۲۰۱۱ مانند تعداد حوادث موظف به گزارش در مجموع کارخانه‌های شکر شمال از ۶ به ۱۲ مورد افزایش یابد. فاکتور (Index) سلامتی اما در مقایسه با سال قبل به ۳۸ رسید.



شکل ۵: برج دیفوزیون در کارخانه Clauen

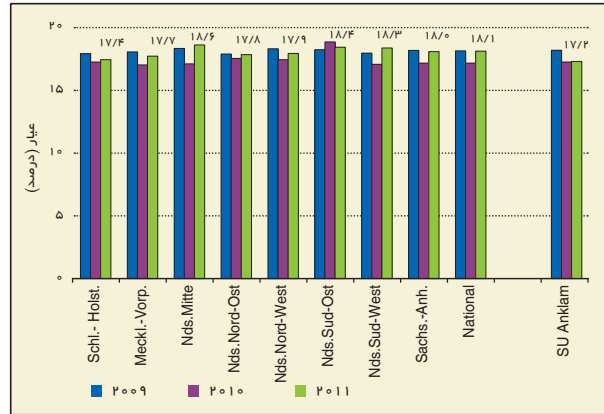
۵. سرمایه‌گذاری‌ها

هدف اصلی سرمایه‌گذاری‌های سال مالی ۲۰۱۱-۱۲ دستیابی به نقطه مطلوب در روند تولید، صرفه‌جویی در انرژی و بهبود بخشیدن به زیرساخت‌های اقتصادی بود، مثلاً در کارخانه Clauen برج دیفوزیون شماره ۲ با قطر ۵/۸ متر با یک برج دیگر با قطر ۸/۶ متر (موجود در مجموعه قند شمال) تعویض شد که باعث کاهش کشش شربت‌خام و در نتیجه صرفه‌جویی انرژی گردید.

به دلیل اینکه انتظارات مسؤولین محیط‌زیست برای کیفیت تصفیه فاضلاب هر سال بالاتر می‌رود، کارخانه Nordstemmen در قالب یک برنامه چندساله در بخش تصفیه بیولوژیکی فاضلاب کارخانه فعال



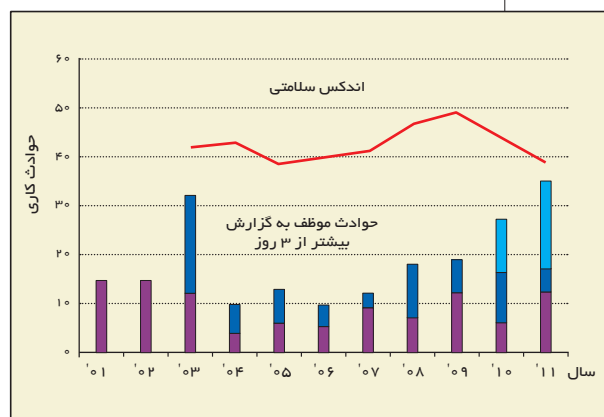
شکل ۶: اسیدخور اولیه در کارخانه Nordstemmen



نمودار ۳: درصد عبار چغندر در مناطق مختلف شمال آلمان

جدول ۱: مشخصات فنی بهره‌برداری ۲۰۱۱-۱۲

| Suiker Unie Anklam | شرکت سهامی شکر شمال | شمال | شرح |
|----------------------|------------------------|-------------------------|--|
| ۱/۴۲۹/۰۰۰ ۱۱۶۴۵۶۴ | ۹/۳۷۵/۷۳۲ ۷/۴۶۸/۴۶۸ | ۱۰/۸۰۴/۷۳۲ ۸/۶۳۲/۸۳۲ | مجموع مصرف چغندر (تن) |
| ۱۴۴/۰ ۱۱۴/۰ | ۱۳۰/۱ ۱۱۴/۸ | ۱۳۱/۹ ۱۱۴/۷ | دوره بهره‌برداری (روز) |
| ۹۹۲۶ ۱۰۷۸۲ | ۱۴۲۸۹ ۱۲۸۴۱ | ۱۳۵۶۲ ۱۲۵۶۳ | میانگین مصرف چغندر در هر کارخانه (تن در روز) |
| ۱۲۷ ۱۵۷ | ۱۵۷ ۱۸۳ | ۱۵۲ ۱۷۹ | مصرف انرژی در کوره بخار (کیلووات ساعت برای هر تن چغندر) |
| ۳۰ ۲۷/۳ | ۳۱/۲ ۳۰/۸ | ۳۱ ۳۰/۳ | ماده خشک تفاله پرس شده (درصد) |
| ۱۶ | ۲۶ ۲۶/۷ | ۲۵/۳ | خالص مصرف انرژی الکتریکی (کیلووات ساعت برای هر تن چغندر) |
| | ۴۷/۶ ۳۹/۷ | | مصرف انرژی برای خشک‌کن (کیلووات برای هر تن چغندر) |



شکل ۴: روند حوادث موظف به گزارش و اندکس سلامتی

۶. توقف‌های بهره‌برداری ۲۰۱۱

در کارخانه Uelzen در یک پرس تفاله دو هلیسه، به علت محکم بسته نشدن پیچ‌های قاب توری‌ها، نگهداری توری‌ها در اثر فشار خم شدند. (شکل ۸)

در کارخانه Clauen پس از متوقف کردن یک دستگاه USV، کل کارخانه به مدت کوتاهی متوقف شد. پس از راه‌اندازی مجدد در قسمت بخار فشار قوی کوره بخار افت حرارت و فشار ایجاد شده، در نتیجه منجر به خاموش شدن توربین شد که نهایتاً محفظه توربین به‌طور ناگهانی دفورمه شد - (شکل ۹). قسمتی از واشرهای آب‌بندی لایبرنت‌ها خم شدند - تعویض تیغه‌ها و قطعات (شکل ۱۰) زیان قابل توجهی وارد نکردند. پس از یک تعمیرات جزئی توربین مجدداً راه‌اندازی شد.

در کارخانه Klein Wanzleben و Uelzen عوارض بهره‌برداری طولانی آشکارا مشاهده شدند. خوردگی کانال‌های انتقال بخار در خشک‌کن بسیار زیاد بود (شکل ۱۱). حرارت جوشکاری باعث تغییر شکل آن‌ها می‌شد که جا انداختن آن‌ها را بسیار مشکل ساخته بود. (شکل ۱۲)

در کارخانه Nordstemmen پس از پایان بهره‌برداری مشخص شد که توقف توربین شماره ۲ بدون آسیب نبوده است. در هنگام خنک شدن و ایجاد آب‌کنندانس و وارد شدن



شکل ۷: پرس تفاله‌ها در کارخانه Uelzen

می‌باشد و به این منظور در بهره‌برداری ۲۰۱۱ مخزن‌های اسیدخور اولیه فاضلاب نصب شدند. (شکل ۶) هم‌اکنون طی یک پروژه دو ساله در کارخانه Uelzen دومین خشک‌کن بخاری از کارخانه تعطیل شده Güstrow نصب گردید که در بهره‌برداری ۲۰۱۲ راه‌اندازی می‌شود. برای پروژه کلی توسعه ضرورت ایجاد می‌کرد که قسمت پرس تفاله گسترش یابد، از این‌رو دو دستگاه پرس تفاله تیپ Stord2500N (شکل ۷) در کنار پرس‌های موجود نصب شد - نتیجه این اقدام افزایش یک‌درصدی ماده خشک تفاله و در نتیجه کاهش مصرف انرژی حرارتی بود.



شکل ۱۰: واشرهای لایبرنت که در قسمت سرخم شده‌اند



شکل ۸: نگهدارنده‌های توری خم شده در کارخانه Uelzen



شکل ۱۱: مسیرهای هدایت‌کننده بخار برای خشک‌کن‌های بخار که خورد شده‌اند

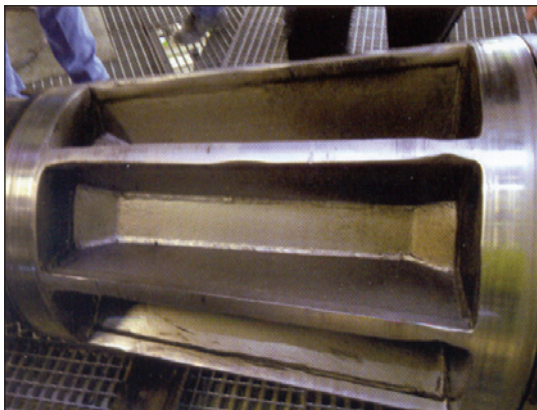


شکل ۹: اثر ساچمه‌هایی که از جای خود خارج شده‌اند

در کارخانه Clauen پس از متوقف کردن یک دستگاه USV، کل کارخانه به مدت کوتاهی متوقف شد. پس از راه‌اندازی مجدد در قسمت بخار فشار قوی کوره بخار افت حرارت و فشار ایجاد شده، در نتیجه منجر به خاموش شدن توربین شد که نهایتاً محفظه توربین به‌طور ناگهانی دفورمه شد



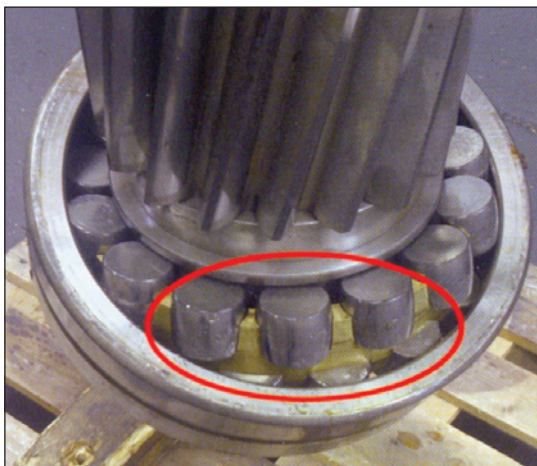
شکل ۱۵: آسیب دیدگی رزوه‌های سرپوش و ننتیل توربین



شکل ۱۲: گردنده‌های انتقال بخار در خشک کن بخاری



شکل ۱۶: آسیب دیدگی نازل‌های بخار



شکل ۱۳: خرد شدن بلبرینگ اصلی



شکل ۱۷: شکستن یاتاقان ساچمه‌ای پرس تفاله



شکل ۱۴: ایجاد سوراخ در قسمت انتقال نیروی دنده



شکل ۱۸: شکستن سرپوش یاتاقان

تعمیرات توسط شرکت سازنده گیربکس در محل و در مدت ۲ روز انجام شد.

در کارخانه Klein و Wanzleben Uelzen عوارض بهره‌برداری طولانی آشکارا مشاهده شدند. خوردگی کانال‌های انتقال بخار در خشک کن بسیار زیاد بود (شکل ۱۱). حرارت جوشکاری باعث تغییر شکل آن‌ها می‌شد که جا انداختن آن‌ها را بسیار مشکل ساخته بود. (شکل ۱۲)

آب کندانس به توربین آسیب‌هایی به توربین وارد شده بود که در پایان بهره‌برداری مشاهده شد. در (شکل ۱۵) رزوه‌های آسیب دیده در پوش و ننتیل دیده می‌شود. (شکل ۱۶) یک جسم خارجی به لبه نازل‌های بخار آسیب وارد کرده است.

در کارخانه Schladen بدون هیچ‌گونه دلیلی به یک گیربکس تفاله آسیب وارد شد. شکسته شدن یک یاتاقان باعث آسیب وارد شدن به قاب یک بلبرینگ در محفظه گیربکس شده است. (شکل ۱۸)

گزارش بهره‌برداری سال ۱۲-۲۰۱۱ هلند

Suiker Unie

نویسنده: جان ال. ام استراس

ترجمه: مهندس محمود ابطی

Sugar Industry 2012/5

کلید واژه: کشت چغندر، بهره‌برداری، آسیب‌های وارده به توربین، خشک کردن تفاله، اوپراسیون، بیوگاز، ذخیره شربت غلیظ، سرمایه‌گذاری‌ها، بهای چغندر، کربنات کلسیم (گل صافی)، سرچغندر، مقدار انورت و بیوپلیمر

۱. مقدمه

در ماه آوریل دمای هوا به بالاتر از میانگین رسید - شرایط دما در بهار، همچنین در اوایل تابستان چنان مناسب بود که در اواسط ژوئیه از یک راندمان غیرمنتظره شکر برای هلند، حتی ۱۵ تن در هکتار پیش‌بینی می‌شد. از دهم ژوئیه تا اواسط سپتامبر هوا به‌ندرت آفتابی بود و بارندگی زیاد... و این عاملی برای تأثیرگذاری روی محصول بود - نهایتاً به رکورد سال ۲۰۰۹ یعنی ۱۴ تن شکر در هکتار دسترسی حاصل نشد اما راندمان به‌دست آمده (۱۳/۶ تن شکر در هکتار) بسیار بالاتر از میانگین پنج‌سال گذشته یعنی ۱۲/۲ تن در هکتار بود. در Mecklenburg-Vorpommern سطح زیر کشت سال ۲۰۱۱-۱۲ نسبت به سال قبل افزایش داشت. راندمان در هکتار شکر با عیار ۱۷/۷ درصد چغندر به ۱۱/۵ تن در هکتار رسید که رکورد تاریخی کارخانه است.

در این گزارش درباره کشت چغندر سال زراعی ۲۰۱۱ برای دو کارخانه Suiker Unie در هلند یعنی کارخانه‌های Vierverlaten و Dinteloord و همچنین کارخانه Anklam در شمال شرق آلمان خواهید خواند.

۲. کشت و محصول ۲۰۱۱

سطح زیر کشت چغندر در سال ۲۰۱۱ در هلند جمعاً ۷۲۵۰۰ هکتار، حدوداً برابر سال ۲۰۰۹ بود. (جدول ۱) هوا در زمستان ۱۱-۲۰۱۰ سرد و نسبتاً خشک بود، در ماه فوریه یخبندان نبود و به‌طور کلی فصل اول سال ۲۰۱۱ بدون بارندگی بود، از این‌رو کشاورزان توانستند در ماه مارس کشت را شروع کنند. تاریخ میانگین کشت را می‌توان ۲۴ ماه مارس نامید که دو هفته زودتر از میانگین چندسال گذشته بود.

جدول ۱: مشخصات کشت چغندر از سال ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۱ / Suiker Unie

| شرح | Anklam | | Dinteloord + Vierverlaten | | |
|---------------------------------|--------|-------|---------------------------|-------|-------|
| | ۲۰۱۱ | ۲۰۱۰ | ۲۰۱۱ | ۲۰۱۰ | ۲۰۰۹ |
| سطح زیر کشت (هکتار) | ۷۲۵۰۰ | ۷۰۵۰۰ | ۷۲۴۰۰ | ۷۲۴۰۰ | ۷۲۴۰۰ |
| راندمان تن در هکتار | ۱۱/۵ | ۱۱/۵ | ۱۱/۵ | ۱۱/۵ | ۱۱/۵ |
| مقدار قند چغندر (درصد) | ۱۷ | ۱۶/۸ | ۱۷/۷ | ۱۷/۷ | ۱۷/۷ |
| محصول بیولوژیکی شکر تن در هکتار | ۱۳/۶ | ۱۲/۶ | ۱۳/۶ | ۱۳/۶ | ۱۳/۶ |
| درصد سر و گل همراه چغندر (درصد) | ۱۵/۴ | ۱۵/۹ | ۱۳/۱ | ۱۳/۱ | ۱۳/۱ |

هوا در زمستان ۱۱-۲۰۱۰ سرد و نسبتاً خشک بود، در ماه فوریه یخبندان نبود و به‌طور کلی فصل اول سال ۲۰۱۱ بدون بارندگی بود، از این‌رو کشاورزان توانستند در ماه مارس کشت را شروع کنند. تاریخ میانگین کشت را می‌توان ۲۴ ماه مارس نامید که دو هفته زودتر از میانگین چندسال گذشته بود



شکل ۲: بازدید از توربین تعمیر شده



شکل ۱: شرایط نامناسب کندن چغندر: برگ و کاه و علف زیاد

تمام ایسام اوایل بهره‌برداری چغندرهایی مصرف شدند که دارای کاه و خرده‌های علف بودند که از زمین‌های خیس و سخت برداشت شده بودند (شکل ۱) چغندرهایی همراه با کاه و خس و خاشاک پروسه فیلتراسیون را شدیداً مختل می‌کردند.

تا پایان بهره‌برداری در ۸ و ۹ ژانویه هر دو کارخانه بدون مشکل قابل ذکر ۲/۸ میلیون تن چغندر مصرف کردند.

۳-۲. Anklam

کارخانه قند Anklam به دلیل پیش‌بینی زیاد چغندر و با توجه به سطح زیرکشت گسترده، تحویل چغندر را از تاریخ ۸ سپتامبر شروع کرد. (جدول ۳) راه‌اندازی کارخانه بدون مشکل خاصی انجام شد، به طوری که در ۱۲ سپتامبر مصرف چغندر به میزان قابل انتظار رسید.

۳-۲-۱. آسیب وارده به توربین در کارخانه قند Anklam

در روز ۱۲ سپتامبر، سیستم کنترل کوره بخار شماره ۱ دچار اختلال گردید، کوره شماره ۲ همچنان کار می‌کرد. سیستم کنترل، مشخصات قبل را دریافت می‌کرد و لذا پمپ آب تغذیه با همان دور قبلی به کار ادامه می‌داد در نتیجه سطح آب در کوره بالا رفت و سیستم ایمنی

| جدول ۲: تاریخ‌های مصرف چغندر Suiker Unie هلند | | |
|---|------------|--|
| Vierverlaten | Dinteloord | شرح |
| ۱۲۸/۵ | ۱۳۰ | دوره بهره‌برداری (روز) |
| ۲۱۴۵۳ | ۲۱۵۷۰ | مصرف چغندر (تن در روز) * |
| ۲۷۵۷ | ۲۸۰۴ | مجموع مصرف چغندر (به هزار تن) * |
| ۴۸۲ | ۵۲۵** | تولید شکر (به هزار تن) |
| ۹۴۹ | ۹۲۴** | مصرف انرژی (کیلووات ساعت برای هر تن شکر) |
| ۲/۱۷ | ۲/۶۵ | مصرف سنگ‌آهک (به درصد نسبت به چغندر) |

* چغندر خالص ** محاسبه شده با شکر سفید موجود در شربت غلیظ

۳. مصرف چغندر

۳-۱. Dinteloord و Vierverlaten

به دلیل انتظار زیادی که از فراوانی چغندر و شکر تولیدی می‌رفت، کارخانه‌های هلند از دوم سپتامبر بهره‌برداری را شروع کردند (جدول ۲) Dinteloord بهره‌برداری بسیار خوبی داشت. توقف‌های فنی جزئی به‌طور مکرر اتفاق افتادند اما به دلیل آمادگی کافی و تعمیرات خوب، این توقف‌ها تأثیر قابل توجهی در روند بهره‌برداری نداشتند. مصرف چغندر ۱۰ درصد نسبت به سال گذشته افزایش داشت. ذخیره‌سازی شربت غلیظ نقش بسزایی در افزایش مصرف روزانه چغندر داشت. در Vierverlaten حتی نتایج بهتری از سال ۲۰۱۰ به دست آمد. تقریباً در

| جدول ۳: مشخصات بهره‌برداری Anklam و Suiker Unie | | |
|---|---------|-------------------------------|
| ۲۰۱۰-۱۱ | ۲۰۱۱-۱۲ | شرح |
| ۱۱۴ | ۱۴۴ | دوره بهره‌برداری (روز) |
| ۱۰۷۸۲ | ۹۹۲۶ | مصرف چغندر (تن در روز) |
| ۱۲۲۹ | ۱۴۲۹ | مجموع مصرف چغندر (به هزار تن) |
| ۸۴ | ۱۰۶ | تولید شکر (مستقیم به هزار تن) |

در روز ۱۲ سپتامبر، سیستم کنترل کوره بخار شماره ۱ دچار اختلال گردید، کوره شماره ۲ همچنان کار می‌کرد. سیستم کنترل، مشخصات قبل را دریافت می‌کرد و لذا پمپ آب تغذیه با همان دور قبلی به کار ادامه می‌داد در نتیجه سطح آب در کوره بالا رفت



شکل ۳: تخمیر بیوماس در Dinteloord

سمت چپ: تن ۶×۱۰۰۰۰ مساحت ذخیره‌سازی بیوگاز
سمت راست: مترمکعب ۱۱×۳۵۰۰ + ۴×۴۵۰۰ حجم راکتورها و آماده‌سازی گاز

شکر سوخته (کارامل) به مقدار زیادی مسدود شده است.

۴-۲-۳. کیفیت چغندر

در دوره بهره‌برداری پیش‌بینی مقدار چغندر افزایش یافت - پس از مشکل توربین مشخص شد که دوره بهره‌برداری طولانی‌تر از آن است که قبلاً پیش‌بینی شده بود. در اواسط ماه دسامبر کیفیت چغندر کاهش یافت و این به دلیل ذخیره‌سازی چغندر در کنار مزارع خیس به مدت طولانی و حرارت زیاد بود که نهایتاً منجر به تجزیه ساکاروز و تولید انورت شد که باعث صرف‌نظر کردن از ۱۵۰۰ تن چغندر گردید. فعالیت کارخانه در هنگام تجدید سال و در ماه ژانویه بسیار خوب بود - هوا تا پایان بهره‌برداری (۳۰ ژانویه) مطلوب بود یخبندان پس از ژانویه و پس از اتمام بهره‌برداری شروع شد.

۴. سرمایه‌گذاری‌ها

۱-۴. تولید بیوگاز Prin Willem Alexander هلندی در هشتم اکتبر ۲۰۱۱ در کارخانه تولید بیوگاز را راه‌اندازی کرد. (شکل ۳)

این دستگاه سالانه ۱۰ میلیون مترمکعب بیوگاز با کیفیتی معادل گاز طبیعی تولید می‌کند که وارد شبکه گاز شهری می‌شود - ماده اصلی برای تخمیر، صدهزار تن محصولات فرعی آلی بیوماس است که از زنجیره تولید داخلی به دست می‌آید.

دقیقاً این تجهیزات تا پایان سال ۲۰۱۲ برای کارخانه Vierverlaten برنامه‌ریزی شده است. این تجهیزات در Vierverlaten روبه‌روی کارخانه قند، در آن‌سوی کانال Hoendiep نصب می‌شوند. در Anklam ذخیره موقت مواد اولیه در خارج از کارخانه صورت می‌گیرد.

کوره به‌طور خودکار مشعل‌ها را خاموش نمود ولی پمپ آب همچنان به کار خود ادامه می‌داد - در کوره شماره ۱ سطح آب از موقعیت بحرانی عبور کرد و در نتیجه در لوله بخار با فشار ۹۰ بار که به طرف توربین می‌رفت، یک ضربه قوی بخار وارد شد.

این ضربه باعث کاهش شدید حرارت بخار در مدت ۵۰ ثانیه، از ۵۰۰ درجه به ۱۸۰ درجه شد. در اینجا لرزش‌های توربین شروع شد که نهایتاً تولید بخار و متعاقباً توربین متوقف شدند. ضربه و آسیب وارد شده به توربین چنان شدید بود که راه‌اندازی آن بدون تعمیر و کنترل

کامل غیرممکن بود. مصرف چغندر کاهش داده شد و با سرعت زیاد تریبی داده شد که از برق شبکه استفاده شود - در نتیجه کارخانه توانست با تأمین ۱۰ مگاوات برق شبکه به کار خود ادامه دهد.

بخار کارخانه از ایستگاه کاهش بخار دو مرحله‌ای تأمین گردید - در روز ۱۷ سپتامبر کارخانه مجدداً راه‌اندازی شد و در ۱۹ سپتامبر مصرف چغندر مجدداً شروع شد - متأسفانه ۳ مرتبه بخار کارخانه به علت شکستن دسته و نتیل در ایستگاه کاهش فشار (۲۸ بار فشار) قطع شد. در آخر اکتبر پس از تعمیر توربین کارخانه توانست به کار عادی خود ادامه دهد. (شکل ۲)

۲-۲-۳. خشک کردن تفاله

طراحی کویلنگی که مستقیماً ونتیلاتور یک مگاواتی را به خشک‌کن تفاله ارتباط می‌داد در دسردیگری برای مهندسی Anklam ایجاد کرد.

طراحی اولیه کامل نبود به طوری که یافتن یک راه‌حل مناسب ضروری به نظر می‌رسید. به هر حال پس از تغییراتی خشک‌کن توانست به صورت مطمئن به کار خود ادامه دهد.

۳-۲-۳. اواپراسیون

در نهم دسامبر در کارخانه Anklam برق شبکه قطع گردید - هنگام راه‌اندازی مجدد، مشخص شد که حرارت در بدنه‌های اواپراتور به شدت افزایش یافت.

همزمان مشکل شدید فیلتراسیون بروز کرد - تصمیم گرفته شد که دیفوزیون بدون بار کار کند و بدنه ۳ و ۴ اواپراسیون رسوب‌گیری و شستشو داده شوند. بالاخره مشخص شد که پخش‌کننده شربت در اواپراتور ریزشی با

این دستگاه

سالانه ۱۰

میلیون مترمکعب

بیوگاز با کیفیتی

معادل گاز طبیعی

تولید می‌کند که

وارد شبکه گاز

شهری می‌شود -

ماده اصلی برای

تخمیر، صدهزار

تن محصولات

فرعی آلی بیوماس

است که از

زنجیره تولید

داخلی به دست

می‌آید

۳-۴. سایر سرمایه‌گذاری‌ها

از دیگر موارد قابل ذکر می‌توان نصب یک دستگاه آهک‌خور اولیه -Brigel Müller با توان بالا و یک دستگاه سختی‌گیر شربت در Dinteloord و یک ماشین‌شیر برای Vierverlaten و در Anklam یک جداکننده فلزات از شکر و اصلاح توری‌های پرس‌های تفاله و نصب یک روشوفر (گرم‌کننده) را نام برد.

۵. پیشرفت‌های واقعی در هلند

۱-۵. قیمت چغندر

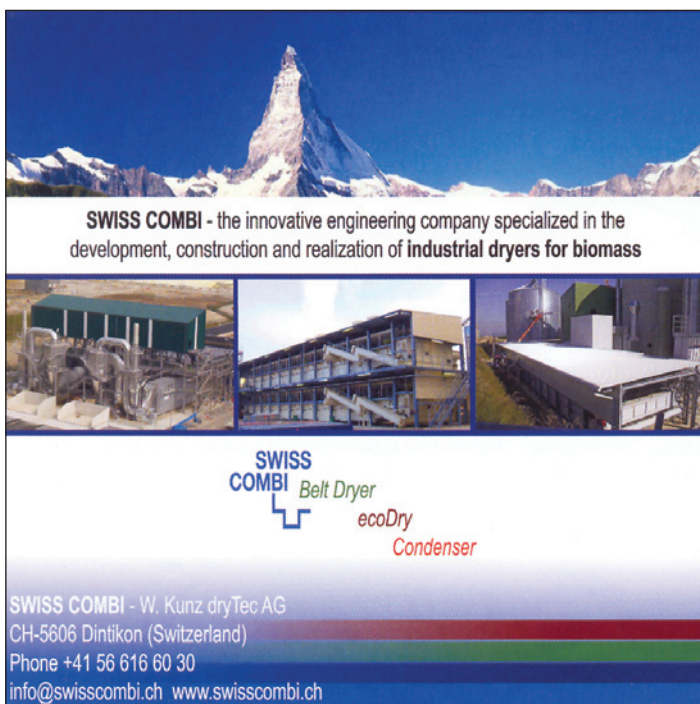
کشاورزان Suiker Unie شعبه تعاون Royalcosun، همزمان عضو تعاونی دیگری هستند که بیلان مالی نهایی آن‌ها تعیین‌کننده قیمت چغندر است.

قیمت چغندر در سال ۲۰۱۱ برای هر تن ۵۵/۶۹ یورو تعیین شد که سال گذشته ۴۳ یورو بود، قیمت چغندر برای تولید مازاد سهمیه تعرفه ۲۹ یورو، برابر سال ۲۰۱۰ اعلام شد.

۲-۵. گل صافی

در هلند گل‌صافی‌های کربناتاسیون در دوره بهره‌برداری به‌حالت مایع و مستقیم به‌عنوان بتاکال (Betacal) فروخته و یا به مخازن ذخیره موقت پمپاژ می‌شود. (بتاکال کودی است بسیار مرغوب که به‌علت دارا بودن آهک، جهت تنظیم pH و بهبود بخشیدن به بافت زمین از ارزش فوق‌العاده‌ای برخوردار است).

پس از بهره‌برداری آهک فیلترها را که حاوی فسفات و ازت نیز می‌باشد، به‌صورت مایع و یا جامد در می‌آورند. از آنجا نیشکر مقدار فسفات در هکتار زمین قانوناً دارای محدودیت است و کشاورزان با استفاده از فضولات دام‌های خود نیاز فسفات را برطرف می‌کنند، برای شرکت Suiker Unie فروش بتاکال بسیار مشکل است. لذا چاره‌ای اندیشیده شد که قیمت این گل صافی را افزایش دهند و ضمناً



یکی از مواد مورد تخمیر گل جدا شده از آب شستشوی چغندر است. در سال ۲۰۱۱ یک دستگاه جداسازی جدید راه‌اندازی شد که بوی آزاردهنده حوض‌های فاضلاب را کاهش دهد. در Dinteloord و Anklam از بهره‌برداری آینده خرده‌های چغندر نیز برای تولید بیوگاز مورد استفاده قرار خواهد گرفت.

۲-۴. ذخیره‌سازی شربت غلیظ

در Dinteloord در سال ۲۰۱۱ اولین مخزن ۶۰ هزار مترمکعبی ذخیره‌سازی شربت غلیظ ساخته شد - در Vierverlaten نیز چنین مخزنی به‌اضافه تجهیزات بارگیری در کشتی در قسمتی از شربت غلیظ فروخته می‌شود و نیز در سال اول قسمت عمده این شربت قبل از شروع بهره‌برداری در Dinteloord به شکر تبدیل می‌شود.



شکل ۴: جایگاه تحویل گاز به کامیون‌ها و خودروهای سواری

در Dinteloord در سال ۲۰۱۱ اولین مخزن ۶۰ هزار مترمکعبی ذخیره‌سازی شربت غلیظ ساخته شد - در Vierverlaten نیز چنین مخزنی به‌اضافه تجهیزات بارگیری در کشتی در سال ۲۰۱۲ ساخته خواهد شد



شکل ۵: کاملاً راست کارخانه قند و تخمیر بیوگاز و (بالا) آماده‌سازی آب چپ: کنار (رنگی) زمین‌هایی برای صنایع جانبی قرار دارند. در زمین‌های دیگر (چپ) گلخانه جهت کشت برنامه‌ریزی شده. با تشکر از همکاران سویکر یونی برای همکاری در تهیه این گزارش

۵-۲-۵. مواد شیمیایی با پایه Bio

دولت هلند تحقیقات و فناوری‌هایی را که در جهت تغییر مصرف سوخت فسیلی به بیوگاز باشد حمایت می‌کند و این کار برای اشتغال‌زایی بسیار سودمند بوده است. Cosun و Suiker Unie با جدیت با گروه‌هایی از صنایع شیمی و انسستیتوهای تحقیقاتی همکاری دارند. پروژه Bio-Trip این امکان را بررسی می‌کند که بتواند با کمک امکانات صنعتی (دستگاه‌ها و ماشین‌آلات) در Vierverlaten پس‌مانده‌های آلی را به بیوپلیمر تبدیل کند.

۵-۳-۵. Nieuw Prinsenland

برای ایجاد شرکت Agro & Food (شکل ۵) تقریباً ۱۵ سال وقت صرف شد. Cluster-Nieuw Prinsenland. مجموعاً ۷۰ هکتار زمین برای این مرکز تحقیقات غذایی - کشاورزی (Agro & Food) و صنایع در ارتباط با آن و ۲۲۰ هکتار فضای گلخانه‌ای (شیشه‌ای) برای کشت اختصاص داده شده است. در حال حاضر در ۳۸ هکتار آن فعالیت می‌شود - خاک چغندر کاملاً در این مجموعه قرار می‌گیرد. تحقیقاتی برای استفاده از گرمای حاصله در این فضای شیشه‌ای در حال انجام است. برای مرحله تکمیلی فاضلاب تصفیه‌شده کارخانه، ساخت تجهیزات در برنامه بعدی موردنظر است که فاضلاب تصفیه‌شده را با روش اسمز معکوس در حد بسیار مطلوب قابل استفاده سازد، زیرا کارخانه از این راه به سود قابل توجهی دست خواهد یافت.

به‌ازای تحویل هر ۶۶۰ تن چغندر، ۳۰ تن Betacal مجانی تحویل کشاورز شود. در صورتی که کشاورزی مایل به گرفتن سهمیه بتاکال نبود از سال ۲۰۱۳ بهای هر تن چغندر ۵۰ سنت کمتر پرداخت می‌شود.

۵-۳. سر چغندر

تحویل چغندر بدون برگ به‌جای چغندر بدون سر دائم در حال افزایش است. از بهره‌برداری ۱۳-۲۰۱۲ مقدار سرچغندر مشخص نمی‌شود، بلکه فقط ۳ درصد به‌عنوان استاندارد قابل قبول است. چغندر با برگ مطلقاً تحویل گرفته نمی‌شود و امکان تحویل نگرفتن و پس فرستادن محموله توسط کنترل‌کنندگان وجود دارد.

۵-۴. اندازه‌گیری مقدار قند انورت

برگ و سرچغندر بیشتر از هر جای دیگر چغندر دارای قند انورت است. سیلو کردن غیراصولی چغندر باعث افزایش قند انورت در چغندر می‌شود که البته باعث ایجاد اسیدلاکتیک و نمک‌های آهکی و همچنین رنگ در شربت رقیق و نهایتاً ضایعات قندی می‌شود.

با همکاری انسستیتو چغندر قند هلند IRS و شرکت Venema دستگاه‌های اندازه‌گیری گلوکز و فروکتوز به‌روش آنزیمی در کارخانه Dinteloord آزمایش و نصب می‌شوند. ضمناً آزمایش‌های سال ۲۰۱۲ نشان خواهند داد که آیا اندازه‌گیری انورت خمیر چغندر (در عیار سنج) می‌تواند معیاری برای کیفیت چغندر باشد؟

۵-۵. پیشرفت‌های بخش محصولات Bio

۵-۵-۱. بیوگاز

از سال‌های قبل، از قند وارد شده در آب شستشوی چغندر برای تولید بیوگاز استفاده می‌شود و همچنین خرده‌های چغندر موجود در آب شستشو و مواد آلی همراه با تفاله پرس‌شده به‌عنوان ماده اصلی جهت تخمیر مورد استفاده قرار می‌گیرد.

هر کدام از سه کارخانه Suiker Unie تقریباً صد هزار تن مواد آلی را به ده میلیون مترمکعب گاز (گاز نرمال) تبدیل می‌کنند که به شبکه گاز شهری وارد می‌شود.

Dinteloord دارای جایگاه خصوصی پمپ گاز برای خودروهای گازسوز می‌باشد. (شکل ۴)

بخشی از اتومبیل‌های سواری و کامیون‌هایی که شکر حمل می‌کنند، از این جایگاه استفاده می‌کنند. در Anklam از سال ۲۰۱۲ نه‌تنها بیواتانول بلکه بیومتان نیز تولید خواهد شد.

برای مرحله تکمیلی فاضلاب تصفیه‌شده کارخانه، ساخت تجهیزاتی در برنامه بعدی موردنظر است که فاضلاب تصفیه‌شده را با روش اسمز معکوس در حد بسیار مطلوب قابل استفاده سازد، زیرا کارخانه از این راه به سود قابل توجهی دست خواهد یافت

گزارش بهره‌برداری کارخانه‌های قند سنت‌لویی در فرانسه در سال ۱۲-۲۰۱۱

ترجمه: مهندس مهرنوش داداش‌نیا
نقل از: Sugar Industry 2012/5

کلید واژه: کشاورزی، فرایند بهره‌برداری، توقف‌ها، سرمایه‌گذاری، جلوگیری از حوادث

رکورد به‌دست آمده در سال ۲۰۰۹ بود. خوشبختانه آفاتی که بر برگ چغندر اثر سوء دارند، نظیر زنگ و برگ‌زردی که مزارع را تهدید می‌کنند خیلی کم بوده شرایط برداشت چغندر نیز خوب بود.

۲. فرایند بهره‌برداری

بیش از ۵ میلیون تن چغندر مصرف شد. ۴ کارخانه قند بین ۱۱ تا ۲۱ سپتامبر راه‌اندازی شدند، متوسط دوره بهره‌برداری ۱۲۳ روز بود (سال ۲۰۱۰ متوسط دوره بهره‌برداری ۱۰۷ روز).

کارخانه‌های Eppeville و Etrepagny بهره‌برداری خوبی داشته‌اند و کارخانه Cagny برای اولین بار بیش از یک میلیون تن چغندر مصرف کرد. ولی به‌دلایل لجستیکی تولید شکر سفید محدودیت داشت لذا مقدار زیادتری شربت غلیظ ذخیره شد.

درصد قند چغندر حدود ۱۸ درصد بود، عدد بین بهره‌برداری ۲۰۰۹ و ۲۰۱۰. درجه خلوص شربت رقیق در هر ۴ کارخانه بالا و حدود ۹۵ درصد و رنگ شربت غلیظ کمتر از ۱۸۰۰ IU بود.

همچنین به‌علت درجه حرارت بالا و غیرعادی هوا مقدار قابل توجهی از چغندرها دچار فساد شدند. درجه حرارت هوا از سپتامبر تا دسامبر به‌طور متوسط ۲ تا ۳ درجه بالاتر از حالت معمول بود. از اواخر ماه نوامبر درصد قند چغندر و همچنین درجه خلوص شربت‌ها به‌طور چشمگیری کاهش پیدا کرد. در نتیجه رنگ شربت غلیظ افزایش پیدا کرد و کارخانه‌ها ناچار از مصرف مقدار آهک بیشتری شدند. که



شکل ۱: آبارت‌های پخت ۱ با محفظه حرارتی (Calandria) طرح لانه زنبوری

۱. کشاورزی

کاشت چغندر در مناطق چغندرکاری کارخانه سنت‌لویی زود، بین ۱۲ تا ۱۸ مارس ۲۰۱۱ انجام شد. سبز شدن خوب بذرها، نویدبخش برداشت محصول خوب با راندمان در هکتار مطلوب بود. در بهار هوا خشک و گرم بود، در نتیجه چغندرها به‌سرعت رشد کردند، ولی شرایط آب‌وهوا موجب کاهش تأثیر علف‌کش‌هایی شد که برای از بین بردن چند نوع علف‌هرز در تعدادی از مزارع مصرف شده بود. تابستان بارانی کمک کرد که چغندر رشد خوبی داشته باشد و فرصت خوبی برای برداشت مطلوب را به‌وجود آورد. به‌هرحال محصول شکر در هکتار ۵ درصد بیشتر از



شکل ۳: سانتریفوژهای پخت ۱ (شکر سفید)

صاف کردن شربت اشباع ۲ مواجه با مسائلی شد. مصرف آهک به ۱۷ تا ۲۰ کیلوگرم به‌ازاء هر تن چغندر رسید. مصرف انرژی مشابه بهره‌برداری ۲۰۱۰ و حدود ۱۹۱ کیلووات به‌ازاء هر تن چغندر بود. در همه کارخانه‌های قند گروه و بیش از همه در کارخانه‌های Eppeville و Roye موفق شدند.

۳. توقف‌های دوره بهره‌برداری

در کارخانه Cagny توقف‌های اصلی و یا کاهش ظرفیت بنا به علل زیر بوده است:

- پاره شدن توری داخلی یکی از دیفوزورها و بریدن شافت حوض شستشو

- فساد چغندر در طول بهره‌برداری

در کارخانه Eppeville توقف‌های اصلی و یا کاهش ظرفیت به‌علت مصرف چغندرها فاسد شده و بروز مشکلات در بخش تصفیه شربت و بیشتر در اواخر بهره‌برداری بوده است.

در کارخانه Etrépagny توقف‌های مهم و کاهش ظرفیت بنا به علل زیر بوده است:

- بریدن شافت هلیس نقاله تفاله بعد از دیفوزور
- و دو توقف کارخانه به‌علت توقف کمپرسور هوا و نشت آب به داخل تابلوهای برق به‌علت بروز توفان
در کارخانه Roye به‌طور کلی کاهش مصرف چغندر به‌علت آسیب دیدن پرس تفاله و مصرف چغندرها فاسد شده و بروز مشکلات در صافی‌های اشباع ۲ در طول دوره بهره‌برداری بوده است.

۴. سرمایه‌گذاری

در کارخانه قند Roye یک درجه جدید شکرریزی ساخته شد که موجب افزایش ۵۰ درصد ظرفیت این قسمت و تأمین ایمنی بیشتر و رعایت نکات بهداشتی را فراهم آورد. این سرمایه‌گذاری باعث کاهش هزینه تولید و صرفه‌جویی در مصرف انرژی شد. یک ساختمان جدید برای ایجاد واحد طبخ و کریستالیزور سه مرحله‌ای نیز ساخته شد که جایگزین واحد دو مرحله‌ای قبلی شد. این پروژه در سال ۲۰۱۰ شروع شد و همچنین یک واحد شکر خشک‌کنی شامل سیستم خشک کردن و سیستم خنک کردن و سیلوی مجهز به تهویه هوا نیز اضافه شد.

در سال ۲۰۱۱ دستگاه‌ها و قسمت‌های مشروحه در زیرساخته و نصب شدند که در تصاویر ۱ تا ۶ نشان داده شده است.

- بخش صافی شربت غلیظ

- بخش کریستالیزاسیون پخت ۱، شامل ۷ بدنه

جدید با محفظه حرارتی (Calandria) مدل و طرح



شکل ۲: آپارات پخت ۲ عمودی و مداوم در کارخانه قند (Roye)

در کارخانه قند Roye یک درجه جدید شکرریزی ساخته شد که موجب افزایش ۵۰ درصد ظرفیت این قسمت و تأمین ایمنی بیشتر و رعایت نکات بهداشتی را فراهم آورد. این سرمایه‌گذاری باعث کاهش هزینه تولید و صرفه‌جویی در مصرف انرژی شد

لانه زنبوری، یک دستگاه حل کنی
 (رفونت) شکر، یک عدد مالاکسور
 پخت، ۵ دستگاه سانتریفوژ متناوب از
 نوع بوکولف ۱۷۵۰ (BWS1750)
 - یک دستگاه بدنه طباحی پخت
 ۲ عمودی مداوم مجهز به خنک کننده
 پخت و ۴ دستگاه سانتریفوژ مداوم از
 نوع بوکولف ۱۳۵۰ (BWS1350)
 - یک دستگاه کندانسور دو طبقه

تیپ G.A.M

در کارخانه قند Etrépagny،
 نوسازی و خودکار کردن کوره بخار
 زغال سنگ سوز ۲ درصد راندمان
 واحد را افزایش داد.

در کارخانه قند Cangy
 مشعل‌های کوره بخار به منظور کاهش
 درصد گازهای ازت (NOx) و کاهش
 آلودگی هوای کمتر تعویض شدند.

۵. ایمنی کارکنان

در دوره بهره‌برداری ۲۰۱۱ در
 مسال ایمنی کارخانه و کارکنان
 پیشرفت‌های قابل ملاحظه‌ای حاصل
 شد و نرخ حوادث قابل گزارش
 ۵/۵ مورد به ازاء ۱/۰۰۰/۰۰۰ (یک
 میلیون) ساعت بود که ۲۵ درصد
 کمتر از فاکتور بهره‌برداری سال
 قبل است.

تعداد زیاد حوادث مربوط به
 حمل و نقل و در حین بارگیری و
 تحویل کالا بوده است.



شکل ۶: سانتریفوژهای دومرحله‌ای
 کارخانه (Roye)



شکل ۴: کندانسور در کارخانه قند (Roye)



شکل ۵: کریستالیزورهای کارخانه قند (Roye)

در دوره
 بهره‌برداری
 ۲۰۱۱ در مسال
 ایمنی کارخانه
 و کارکنان
 پیشرفت‌های
 قابل ملاحظه‌ای
 حاصل شد و نرخ
 حوادث قابل
 گزارش ۵/۵
 مورد به ازاء
 ۱/۰۰۰/۰۰۰
 (یک میلیون)
 ساعت بود
 که ۲۵ درصد
 کمتر از فاکتور
 بهره‌برداری سال
 قبل است

تأثیر پیراکلواستروبین^(۱) بر سیلوپذیری و کیفیت چغندر قند برداشت قبل و بعد از یخبندان

نوشته: ال، جی، کمپبل

ترجمه: دکتر ایرج علیمردادی

نقل از: Journal of Beet sugar Research 2012, 1&2

خلاصه

مقدمه

اثر پیراکلواستروبین و سایر گروه قارچ‌کش‌های استروبیولورین^(۲) بر افزایش محصول گزارش شده است. این اثر تنها به‌خاطر کنترل بیماری نمی‌باشد. افزایش تحمل به یخ‌زدگی یکی از این اثرات است که در اثر مصرف پیراکلواستروبین در آخر فصل رشد روی چغندر قند بررسی شده است. این پدیده نه در تمامی آزمایش‌ها، بلکه در تعدادی از آنها گزارش شده است، که عمدتاً مربوط به عناصر موجود در ریشه‌های سیلو شده مخصوصاً ریشه‌هایی که بعد از یخبندان برداشت می‌شوند می‌باشد. این تحقیق برای تعیین اثر مصرف آخر فصل رشد پیراکلواستروبین روی اجزای تشکیل‌دهنده ریشه‌های سیلو شده که قبل و بعد از یخبندان برداشت شده‌اند انجام گردیده است. اثر پیراکلواستروبین بر میزان تنفس بعد از برداشت ریشه‌ها، قندهای آنورت، و مقدار رافینوز در قسمت‌های مختلف سیلو و اقلیم‌های مختلف متفاوت بوده است ولی رابطه آشکاری بین مواد تشکیل‌دهنده چغندرهای سیلو شده اندازه‌گیری شده وجود نداشت. با وجود این محلول پاشی برگ پیراکلواستروبین تأثیر کم (۳/۷ کیلوگرم در تن) ولی معنی‌داری در افزایش متوسط قند قابل استحصال در مقایسه با شاهد‌های سمپاشی نشده داشته است. این افزایش در ریشه‌های برداشت شده قبل و بعد از یخبندان و برای صفر و ۹۰ روز ماندن در سیلو مشاهده شده است.

قارچ سرکوسپورا بتی کولا^(۳) عامل بیماری لکه برگ چغندر قند، این توانایی را دارد که در اثر سمپاشی‌های مداوم به‌سرعت نژادهای مقاوم ایجاد نماید. پیراکلواستروبین با نام شیمیایی ۲- $\{1-(4\text{-chlorophenyl})\text{Pirazol-3-ylloxymethyl}\}$ -N-methoxycarbanilate (۴-کلروفنیل) پیرازول-۳-یلوکسی متال - آن‌متوکسی کاربانیلات^(۴) که در سال ۲۰۰۳ به‌عنوان یک قارچ‌کش معرفی شد، هنگامی که همراه با سایر قارچ‌کش‌هایی که اثرات متفاوت دیگری داشتند مصرف شد ضمن کنترل بیماری لکه برگ توپ‌مقاومت یا تحمل به نژادهای جدید نیز تعدیل نمود. با افزایش مصرف پیراکلواستروبین به‌عنوان قارچ‌کش، افزایش محصول نیز که ناشی از اثرات کنترلی بیماری بود گزارش شد. این اثرات که منجر به ایجاد گیاه سالم می‌شد، مخصوصاً بعد از یخبندان به خوبی آشکار گردید. در بسیاری از حالات اختلاف ظاهری بین قطعات سمپاشی شده با پیراکلواستروبین و شاهد و یا با قطعات سمپاشی شده با سایر قارچ‌کش‌ها مخصوصاً قبل از یخبندان مشاهده نشد. گرچه بعد از یخبندان خسارت بر برگ و خسارت در قطعات دم‌برگ در قطعات سمپاشی شده با پیراکلواستروبین که برای کنترل بیماری سرکوسپورا انجام شده بود به‌وضوح کمتر از قطعات سمپاشی نشده بود

1. Pyraclostrobin.

2. Strobilurin.

3. Cercos Pora beticola.

4. 2- $\{1-(4\text{-chlorophenyl})\text{Pirazol-3-ylloxymethyl}\}$ -N-methoxycarbanilate

5. American Crystal

در بسیاری از حالات اختلاف ظاهری بین قطعات سمپاشی شده با پیراکلواستروبین و شاهد و یا با قطعات سمپاشی شده با سایر قارچ‌کش‌ها مخصوصاً قبل از یخبندان مشاهده نشد. گرچه بعد از یخبندان خسارت بر برگ و خسارت در قطعات دم‌برگ در قطعات سمپاشی شده با پیراکلواستروبین که برای کنترل بیماری سرکوسپورا انجام شده بود به‌وضوح کمتر از قطعات سمپاشی نشده بود

در سال ۲۰۰۷
سمپاشی زود
هنگام در ۲۵
آگوست و
سمپاشی دیر
هنگام ۱۹ یا ۲۰
سپتامبر صورت
گرفت. در سال
۲۰۰۸ سمپاشی
زود و دیر هنگام
به ترتیب در ۲۷
آگوست و ۱۰
سپتامبر انجام
شد. هیچ‌گونه
سم پاشی اضافی
در هیچ‌یک از دو
سال انجام نشد.
علایمی هم از
بیماری لکه برگی
سرکوسپورایی و
یا بیماری دیگری
مشاهده نشد

که برخی از آنها تنها برای مبارزه با بیماری سرکوسپورا و سلامت گیاه و بقیه برای افزایش پتانسیل باروری که در ارتباط با سلامت گیاه می‌باشد محلول پاشی کرده‌اند. در آزمایش‌های بریتانیا، افزایش محصول شکر در ارتباط با محلول پاشی برگی با پیراکلواستروبین ناشی از اثر مستقیم قارچ‌کش برساختار گیاهی بوده و نه حضور بیماری، حتی در زمانی که بیماری نیز حضور نداشته است (اوبر ۲۰۰۴). برعکس مصرف پیراکلواستروبین نه در آزمایش‌های میشیگان و داکوتای شمالی بر افزایش محصول تأثیر داشته (هابل ۲۰۰۹)، و نه در آزمایش‌های داکوتای شمالی بر کاهش میزان تنفس بعد از برداشت مؤثر بوده است (خان ۲۰۰۹).

افزایش محصول ناشی از تأثیر مستقیم پیراکلواستروبین و سایر استروبیولورین‌ها در محصولات مختلفی گزارش شده که این افزایش به دلیل اثرات کنترلی بیماری بوده است (بارتلت ۲۰۰۹)، لیکن این آزمایش‌ها بر روی اثرات متقابل محیط و محصول ریشه بررسی نشده است (سوبودا ۲۰۰۹). برتلسون و همکاران در سال ۲۰۰۱ مشاهده نمودند که استروبیولورین‌ها نسبت به تریازول‌ها توانایی متفاوتی در جلوگیری از جوانه زدن اسپور قارچ‌های بیماری‌زا، غیربیماری‌زا و ساپروفیت‌ها دارند که به نوبت هر کدام نیازهای انرژی میزبان را برای واکنش‌های دفاعی کاهش می‌دهند دارند. بیشتر تحقیقات بر تأثیر استروبیولورین‌ها بر فعالیت‌های فیزیولوژیکی متمرکز شده است. مراحل فیزیولوژیکی که به وسیله استروبیولورین‌ها تحت تأثیر قرار می‌گیرند شامل: بیوسنتز اتیلن، فعالیت‌های آنزیمی آنتی‌اکسیدان‌ها، سطح آنزیمی آندوژینوس‌ها، فعالیت آنزیم ریداکتاز نیترات، فعالیت فتوسنتزی و نقطه جبرانی دی‌اکسید کربن می‌باشد (گروسمن ۱۹۹۷). توانایی استروبیولورین‌ها در نگهداری پوشش زنده گیاهی و تأخیر در پیری گیاه نسبت به سایر قارچ‌کش‌ها در تعداد زیادی مقالات گزارش شده است.

در بسیاری از مناطق با اقلیم معتدل، طولانی کردن دوره رشد با تأخیر در برداشت چغندر قند سبب افزایش توأم محصول و خطر یخ‌زدگی ریشه خواهد شد (اسمیت ۲۰۰۱). یخ‌زدگی ریشه می‌تواند مشکلات اساسی برای چغندرهای سیلو شده و فراوری آنها داشته باشد. بافت‌هایی که در اثر یخ‌زدگی آسیب دیده‌اند به ساکاروز اجازه می‌دهند تا شسته شده و خارج شود و محیطی برای میکروارگانیسم‌ها فراهم آورد و سبب ایجاد قند انورت و لوان و دکستران می‌گردد (شور ۱۹۸۳). با کاهش درجه حرارت، مقدار رافینوز نیز افزایش می‌یابد (وایز ۱۹۷۱). قندهای انورت، لوان، دکستران

و رافینوز همگی سبب ضایعات قندی در ملاس شده و در صورتی که مقدار آن زیاد باشد، چغندر قند را غیرقابل مصرف خواهد نمود.

در این تحقیق اثرات مفید مصرف پیراکلواستروبین که سبب حفاظت چغندر قند از خسارت یخ‌زدگی و کاهش مشکلات در ارتباط با سیلوپذیری و یخ‌زدگی بررسی خواهد شد. آزمایش دیگری جهت تعیین اثر مصرف پیراکلواستروبین روی اجزای چغندر قند سیلو شده در ارتباط با تاریخ‌های مختلف برداشت پس از یخبندان انجام شده است.

مواد و روش آزمایش مواد گیاهی و تیمارها

طرح آزمایشی ۱:

اثر زمان مصرف پیراکلواستروبین و یخ‌زدگی

طرح‌های تحقیقاتی در نزدیکی کروکستون مینسوتا و پراسپر داکوتای شمالی در سال ۲۰۰۷ و ۲۰۰۸ اجرا شده است. واحدهای آزمایشی شامل کرت‌های ۶ ردیفه به طول ۱۰/۶ متر و فاصله خطوط ۵۶ سانتی‌متر بوده است. طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و تیمارهای فاکتوریل ۳×۲ شامل دو تاریخ مصرف پیراکلواستروبین و یک شاهد بدون سم و دو تاریخ برداشت بوده است. تیمارهای مصرف پیراکلواستروبین شامل یک مصرف برگی زود و یک مصرف برگی دیر بوده که به صورت پاشش سراسری بر روی چهار خط وسط هر کرت به میزان ۶۵۷ میلی لیتر در هکتار مصرف شده است. نیمی از هر کرت را درست قبل از یخبندان و نیم دیگر بعد از یخبندان و زمانی که یخبندان سبب خسارت محسوس در بافت اندام‌های هوایی گیاه در کرت‌های شاهد شده بود برداشت شدند.

در سال ۲۰۰۷ سمپاشی زود هنگام در ۲۵ آگوست و سمپاشی دیر هنگام ۱۹ یا ۲۰ سپتامبر صورت گرفت. در سال ۲۰۰۸ سمپاشی زود و دیر هنگام به ترتیب در ۲۷ آگوست و ۱۰ سپتامبر انجام شد. هیچ‌گونه سم پاشی اضافی در هیچ‌یک از دو سال انجام نشد. علایمی هم از بیماری لکه برگی سرکوسپورایی و یا بیماری دیگری مشاهده نشد. در منطقه پراسپر نمونه‌گیری برداشت قبل از یخبندان در ۲۵ اکتبر ۲۰۰۷ و ۲۷ اکتبر ۲۰۰۸ صورت گرفت. نمونه‌گیری برداشت بعد از یخبندان در هر دو سال در ۲۸ اکتبر انجام شد. آمار هواشناسی ساعت به ساعت منطقه پراسپر در شکل ۱ مشاهده می‌شود. در کروکستون نمونه‌گیری برداشت قبل از یخبندان در هر دو سال ۲۰۰۷ و ۲۰۰۸ در تاریخ

۲۶ اکتبر بوده است. نمونه‌گیری برداشت بعد از یخبندان نیز در روزهای بعد از یخبندان انجام شده است. در هر دو منطقه دو خط وسط هر کرت برداشت شده است. برداشت در پراسپر دستی و در کروکستون ابتدا با ماشین برگزنی شده و متعاقب آن با کمباین‌های دو ردیفه برداشت شده است. (شکل ۱)

طرح آزمایشی ۲:

تأثیر مصرف پیراکلواستروبین و تاریخ‌های مختلف برداشت بعد از یخبندان:

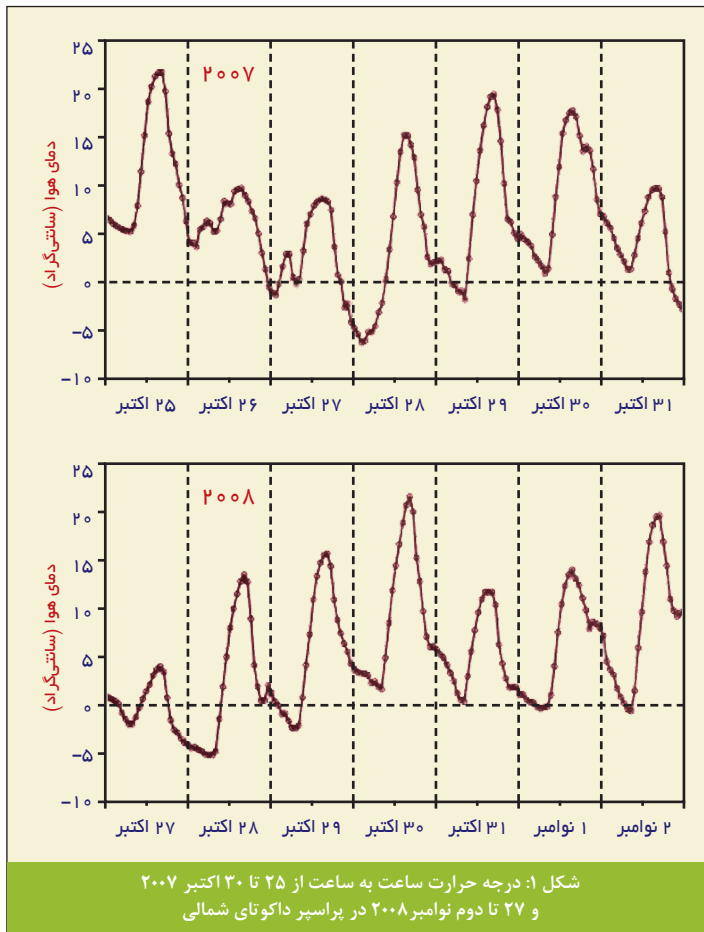
مزرعه آزمایشی به صورت کرت‌های خورد شده با سه تکرار در سال ۲۰۰۷ و ۲۰۰۸ در پراسپر داکوتای شمالی اجرا شد. کرت‌های اصلی با ۱۰/۶ متر طول و ۲۰ ردیف با عرض ۵۶ سانتی‌متری بین خطوط بوده است. دو کرت اصلی شامل یک تیمار شاهد سمپاشی نشده و یک تیمار سمپاشی شده با پیراکلواستروبین بوده که در دو مرحله با میزان ۶۵۷ میلی لیتر در هکتار سمپاشی شده است. مصرف پیراکلواستروبین در تاریخ‌های ۲۵ اگوست و ۱۹ سپتامبر ۲۰۰۷ و ۲۷ اگوست و ۱۰ سپتامبر ۲۰۰۸ انجام شده است. کرت‌های فرعی شامل تاریخ‌های برداشت بوده است. ریشه‌ها به صورت دستی و هر پنج‌روز یک‌بار در سال ۲۰۰۷ و هر هفت روز یک‌بار در سال ۲۰۰۸ برداشت شده است. نخستین برداشت درست قبل از بروز یخبندان بوده و برداشت‌های باقی‌مانده بعد از یخبندان و با مشاهده علائم خسارت در برگ‌های کرت‌های شاهد بوده است. برداشت قبل از یخبندان به ترتیب در تاریخ‌های ۲۵ و ۲۷ اکتبر ۲۰۰۷ و ۲۰۰۸ بوده است. برداشت اول بعد از یخبندان در هر دو سال در تاریخ ۲۸ اکتبر بوده است.

حمل ریشه‌های برداشت شده

برای تمام آزمایش‌ها، ریشه‌های برداشت شده همگی به فارگو در داکوتای شمالی منتقل شدند. ریشه‌ها شسته شده و به‌طور تصادفی ۱۰ تا ۱۲ ریشه را به‌عنوان یک واحد آزمایشی انتخاب شدند. هر بسته ۶ تا ۱۲ عددی ریشه چغندر قند در کیسه‌های پلاستیکی و در محفظه‌هایی با حرارت ۴/۵ درجه سانتی‌گراد و با رطوبت نسبی ۹۰ تا ۹۵ درصد انبار شدند.

تعیین میزان تنفس

میزان تنفس با قرار دادن کیسه‌های چغندر قند در محفظه‌های مهر و موم شده ۲۳ لیتری مجهز به لوله‌های ورودی و خروجی که در آن هوای کافی و به‌میزان



شکل ۱: درجه حرارت ساعت به ساعت از ۲۵ تا ۳۰ اکتبر ۲۰۰۷ و ۲۷ تا ۳۱ نوامبر ۲۰۰۸ در پراسپر داکوتای شمالی

۳۵۰ تا ۴۵۰ میلی لیتر در دقیقه در آن جریان داشت اندازه‌گیری شد، محفظه‌ها معادل ۲۴ ساعت طراحی شده و غلظت گاز کربنیک از لوله‌های خروجی از طریق روش تجزیه با استفاده از اشعه مادون قرمز تعیین شده است. با کسر غلظت گاز کربنیک محفظه‌های خالی از محفظه‌های پر مقدار تنفس ریشه برحسب کیلوگرم ریشه در ساعت اندازه‌گیری شدند.

تعیین ساکاروز قابل استحصال و ناخالصی‌های

کربوهیدراته

تهیه نمونه:

در طرح آزمایشی ۱، از تعداد ۱۰ تا ۱۲ ریشه خمیر تهیه گردید. خمیر تهیه شده فوراً مخلوط کرده و قسمتی از آن برای تجزیه‌های بعدی ساکاروز در فریزر نگهداری شدند. از قسمت دیگر خمیر به روش دکستر شربت تهیه و از آن برای تعیین خلوص شربت خام استفاده شد. در آزمایش دوم، تمامی ۱۰ تا ۱۲ ریشه از طول به چهار قسمت تقسیم شد. در یک قسمت آن طوقه‌ها از ریشه اصلی جدا شدند. کلیه طوقه‌ها با هم مخلوط و از آنها خمیر تهیه شد. خمیر تهیه

نخستین برداشت درست قبل از بروز یخبندان بوده و برداشت‌های باقی‌مانده بعد از یخبندان و با مشاهده علائم خسارت در برگ‌های کرت‌های شاهد بوده است. برداشت قبل از یخبندان به‌ترتیب در تاریخ‌های ۲۵ و ۲۷ اکتبر ۲۰۰۷ و ۲۰۰۸ بوده است. برداشت اول بعد از یخبندان در هر دو سال در تاریخ ۲۸ اکتبر بوده است

غلظت گلوکز،
فروکتوز و
رافینوز از روش
کلریمتری و با
استفاده از نقطه
پایانی روش
آنزیم کوپل و
خمیر صاف شده
در سولفات
آلومینیوم
محاسبه شده
است. غلظت
قندهای انورت
با مقدار گلوکز و
فروکتوز اضافی
محاسبه شده
است

شده کاملاً مخلوط و یکنواخت شده و قسمتی از آن جهت تعیین ناخالصی‌های کربوهیدراته در فریزر نگهداری شد. قسمت‌های ریشه اصلی نیز به همین نحو تهیه و نگهداری شدند. سه قسمت دیگر ریشه‌ها نیز با هم مخلوط نموده و از آن برای تعیین ساکاروز و خلوص شربت‌خام به روش فوق در فریزر نگهداری شدند.

روش‌های تجزیه

غلظت ساکاروز به روش پلاریمتری با استفاده از خمیر صاف شده در سولفات آلومینیوم بوده است. خلوص شربت‌خام با روش دکستر تعیین شده است. غلظت ساکاروز قابل استحصال با استفاده از ساکاروز ریشه در خلوص شربت‌خام که قبلاً توسط دکستر شرح داده شده است محاسبه شده و به صورت کیلوگرم در هر تن ریشه نمایش داده شده است. غلظت ساکاروز قابل استحصال برای نمونه‌های ۹۰ روز پس از برداشت با تعدیلی در تغییرات جزئی آب چغندر قند در ۹۰ روز بعد از برداشت نسبت به مقدار آن در زمان برداشت و باتوجه به اینکه مقدار ماده خشک چغندر قند در این دوره یکسان است محاسبه شده است. غلظت ماده خشک به وسیله توزین یک قسمت از نمونه (۲۰ گرم) از هر نمونه خمیر قبل و بعد از خشک کردن در آن با ۸۰ درجه سانتی‌گراد به دست آمده است.

غلظت گلوکز، فروکتوز و رافینوز از روش کلریمتری و با استفاده از نقطه پایانی روش آنزیم کوپل و خمیر صاف شده در سولفات آلومینیوم محاسبه شده است. غلظت قندهای انورت با مقدار گلوکز و فروکتوز اضافی محاسبه شده است. غلظت قندهای انورت و رافینوز به روش کلریمتری در همان نمونه‌ها اندازه‌گیری شده و به صورت گرم در ۱۰۰ گرم ساکاروز نمایش داده است.

تجزیه آماری

از روش (SAS) نسخه ۹/۱ برای تجزیه واریانس، با آلفا برابر ۰/۱۰ استفاده شده است. به منظور کاهش احتمال خطای تیپ ۲^(۱) از سطح معنی‌دار بودن ۰/۱۰ به جای ۰/۰۵ استفاده شده است. در بسیاری از آزمایش‌های کشاورزی تیمارها باتوجه به گزارشات غیرقطعی اثرات مفید آنها انتخاب می‌گردد. درحالی‌که در یک آزمایش، تیمارها در عمل با هم مساوی هستند در روش آماری استفاده از خطای تیپ ۲ تیمارها با هم مساوی نمی‌باشند. این حالت

برای خطای تیپ ۱^(۲) از اهمیت بیشتری برخوردار می‌باشد. درحالی‌که دو تیمار در عمل با هم مساوی نیستند با محاسبه خطای تیپ ۱ با هم برابرند (کارمر ۱۹۷۶). افزایش حفاظت از خطای تیپ ۱ (آلفا) احتمال وقوع خطای تیپ ۲ را افزایش می‌دهد. در عمل نتیجه اقتصادی هر کدام از تیپ‌ها بستگی به ارزش اقتصادی و استفاده هر یک از تیمارهاست.

از کنتراست^(۳) خطی برای مقایسه بین میانگین مصرف زود و دیر هنگام پیراکلواستروبین با شاهد سمپاشی نشده در آزمایش تکراردار استفاده شده است (طرح آزمایشی ۱). برای مقایسه دو تیمار برداشت قبل از یخبندان (میانگین مصرف پیراکلواستروبین و شاهد) با میانگین تمام تاریخ‌های برداشت بعد از یخبندان، از سه کنتراست خطی نیز در آزمایش تاریخ برداشت استفاده شد (طرح آزمایشی ۲). از شاخص تخمین^(۴) با روش (SAS GLM) برای تخمین اختلافات واقعی هنگامی که کنتراست خطی مربوطه معنی‌دار بوده استفاده شده است ($p=0.10$). براساس نظر چپو^(۵) در سال ۱۹۷۶ برای آزمون کنتراست خطی انجام آزمون F ضروری به نظر نرسید.

از آزمون t جفتی برای تخمین ترکیبی اختلاف بین تیمارهای مصرف پیراکلواستروبین و تیمار شاهد استفاده شد. مقایسه ۵۶ جفت (متوسط سه تکرار) در هر دو آزمایش شامل تمامی تاریخ‌های مصرف سم و تاریخ‌های برداشت با روش تجزیه آماری (SAS PROC test) صورت گرفت. این بررسی‌های جفتی پایه همبستگی رگرسیونی غلظت ساکاروز قابل استحصال در زمانی که سم پیراکلواستروبین مصرف شده و نشده قرار گرفت. (SAS PROC. REG).

نتایج

طرح آزمایشی ۱:

اثر زمان‌های مختلف مصرف پیراکلواستروبین

و یخ‌زدگی:

در کروکستون درجه حرارت هوا در برداشت بعد از یخبندان سال ۲۰۰۷ به ۲- و برای مدت چهار ساعت به ۳/۴- درجه سانتی‌گراد رسید. در سال ۲۰۰۸، کمترین درجه حرارت هوا در برداشت بعد از یخبندان به ۶/۱- درجه رسید درجه حرارت برای مدت ۵ ساعت به ۲- و یا پایین‌تر رسید. در پراسپر حداقل درجه حرارت قبل از برداشت بعد از یخبندان به ترتیب ۷- و ۵- درجه سانتی‌گراد و به ترتیب

1. Type II error.

۲. کنتراست پیراکلواستروبین برابر است با اختلاف بین متوسط میانگین مصرف قبل و بعد از برداشت پیراکلواستروبین و شاهد سمپاشی نشده.

2. Type I error.

3. Contrast.

4. Estimate.

5. Chew.

برای سال‌های ۲۰۰۷ و ۲۰۰۸ بود. در هر دو سال، درجه حرارت برای حداقل ۱۲ ساعت به ۲- درجه سانتی‌گراد رسید (شکل ۱). اختلاف ظاهری در بافت‌های هوایی (برگ و طوقه) در زمان برداشت ناشی از مصرف پیراکلواستروبین نه قبل و نه بعد از یخبندان در هر شرایط محیطی مشهود نبود.

شرایط محیطی، تاریخ برداشت و اثرات متقابل شرایط محیطی* تاریخ کاشت، برای میزان تنفس ریشه در تیمار ۳۰ روز بعد از برداشت معنی‌دار بود (جدول ۱). میانگین شرایط محیطی بین ۳/۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم در ساعت در کروکستون در سال ۲۰۰۷ تا ۶/۳۳ میلی‌گرم در کیلوگرم در ساعت در کروکستون در سال ۲۰۰۸ متغیر بود. میزان تنفس در پراسپر بین ۴/۷۰ تا ۴/۹۸ میلی‌گرم در کیلوگرم در ساعت به ترتیب برای سال‌های ۲۰۰۷ و ۲۰۰۸ بود. (حداقل تفاوت معنی‌دار ۰/۴۱). ریشه‌های برداشت شده قبل از یخبندان دارای متوسط میزان تنفس ۴/۲۰ میلی‌گرم به کیلوگرم بودند در حالی که متوسط میزان تنفس ریشه‌های برداشت شده بعد از یخبندان ۵/۷۱ میلی‌گرم به کیلوگرم بود. (جدول ۲). میزان تنفس ریشه‌های برداشت شده بعد از یخبندان تقریباً دو برابر ریشه‌های برداشت شده قبل از یخبندان در پراسپر و در سال ۲۰۰۷ بود. در سه شرایط محیطی دیگر افزایش

میزان تنفس بین ۱۳ درصد تا ۳۴ درصد بعد از یخبندان بودند. گرچه اثر تیمار پیراکلواستروبین معنی‌دار نبود، برعکس معنی‌دار بودن اختلاف بین متوسط سمپاشی زود و دیر هنگام و همچنین با شاهد (جدول ۱)، دلالت بر این دارد که محلول پاشی با پیراکلواستروبین باعث کاهش تنفس به میزان ۰/۲۵ میلی‌گرم به کیلوگرم در ساعت در ۳۰ روز بعد از برداشت می‌گردد.

تمامی اثرات اصلی و متقابل برای میزان تنفس ۹۰ روز بعد از برداشت معنی‌دار بودند (جدول ۱). روند افزایش تنفس در ۹۰ روز بعد از برداشت مشابه آنچه در ۳۰ روز بعد از برداشت مشاهده شده بود. میانگین میزان تنفس برای عوامل محیطی بین ۳/۵۵ میلی‌گرم به کیلوگرم در ساعت برای کروکستون در سال ۲۰۰۷ تا ۶/۶۶ میلی‌گرم در کیلوگرم در ساعت برای کروکستون در سال ۲۰۰۸ متغیر بوده است. میزان تنفس ریشه در منطقه پراسپر به ترتیب ۳/۶۰ و ۴/۴۲ برای سال‌های ۲۰۰۷ و ۲۰۰۸ بوده است. میزان تنفس ریشه‌های برداشت شده قبل از یخبندان به‌طور متوسط ۴/۰۴ میلی‌گرم به کیلوگرم در ساعت بود، در حالی که میزان تنفس ریشه‌های برداشت شده قبل از یخبندان به‌طور متوسط ۵/۰۸ میلی‌گرم به کیلوگرم بود. (جدول ۲).

میزان تنفس برای سم پاشی زود (۴/۳۶ میلی‌گرم به

تمامی اثرات اصلی و متقابل برای میزان تنفس ۹۰ روز بعد از برداشت معنی‌دار بودند (جدول ۱). روند افزایش تنفس در ۹۰ روز بعد از برداشت مشابه آنچه در ۳۰ روز بعد از برداشت مشاهده شده بود

جدول ۱: منبع تغییرات، مقدار F، و سطح معنی‌دار بودن آزمون F برای میزان تنفس ۳۰ و ۹۰ روز پس از برداشت و ساکاروز قابل استحصال صفر و ۹۰ روز پس از برداشت چغندر قند ناشی از مصرف پیراکلواستروبین و برداشت چغندر قند قبل و بعد از یخبندان در کروکسون مینسوتا و پراسپر داکوتای شمالی در سال‌های ۲۰۰۷ و ۲۰۰۸

| ساکاروز قابل استحصال | | میزان تنفس | | | | | | |
|----------------------|------|-------------|-------|-------------------|-------|-------------------|--------|------------------|
| ۹۰ روز بعد برداشت | | زمان برداشت | | ۹۰ روز بعد برداشت | | ۳۰ روز بعد برداشت | | |
| P(F) | F | P(F) | F | P(F) | F | P(F) | F | منبع تغییرات |
| ۰/۰۴ | ۴/۶۲ | <۰/۰۱ | ۲۲/۳۰ | <۰/۰۱ | ۴/۰۸۰ | <۰/۰۱ | ۴۴/۵۹ | محیط |
| ۰/۳۲ | ۱/۱۹ | ۰/۱۱ | ۲/۳۳ | ۰/۰۴ | ۳/۵۷ | ۰/۱۹ | ۱/۷۲ | پیراکلواستروبین |
| ۰/۵۹ | ۰/۳۰ | ۰/۰۹ | ۰/۸۵ | <۰/۰۱ | ۸۷/۱۲ | <۰/۰۱ | ۱۴۴/۶۰ | تاریخ برداشت |
| ۰/۸۶ | ۰/۴۲ | ۰/۹۶ | ۰/۲۳ | ۰/۰۱ | ۳/۴۰ | ۰/۶۶ | ۰/۶۹ | محیط* پیرا. |
| ۰/۳۶ | ۱/۰۶ | ۰/۲۵ | ۱/۴۵ | ۰/۰۹ | ۲/۵۸ | ۰/۷۶ | ۰/۲۷ | پیرا.* برداشت |
| ۰/۲۰ | ۱/۶۲ | ۰/۷۷ | ۰/۳۸ | <۰/۰۱ | ۱۴/۷۱ | <۰/۰۱ | ۲۴/۷۴ | محیط* برداشت |
| ۰/۴۵ | ۰/۹۸ | ۰/۲۶ | ۱/۳۵ | ۰/۰۲ | ۲/۹۷ | ۰/۶۰ | ۲/۲۳ | محیط* پیرا. برد. |
| ۰/۱۳ | ۲/۳۷ | ۰/۰۴ | ۴/۶۱ | ۰/۰۶ | ۳/۷۷ | ۰/۰۷ | ۳/۴۴ | کنتراست پیرا. |

کنتراست پیراکلواستروبین برابر است با اختلاف بین متوسط میانگین مصرف قبل و بعد از برداشت پیراکلواستروبین و شاهد سمپاشی نشده. { مصرف زودسم + مصرف دیر تقسیم بر ۲ منهای تیمار شاهد }

جدول ۲: اثر سمپاشی برگ‌ی چغندر قندهای برداشت شده در قبل و بعد یخبندان با پیروکلواستروبین بر روی تنفس چغندر قند، ۳۰ و ۹۰ روز بعد از برداشت و غلظت شکر قابل استحصال صفر و ۹۰ روز بعد از برداشت در کروکستون، مینسوتا و پراسپر داکوتای شمالی و در سال‌های ۲۰۰۷ و ۲۰۰۸

| میانگین | میانگین | | پراسپر | | | | کروکستون | | | | تیمار |
|---|---------|------|--------|------|------|------|----------|------|------|----------|-----------------|
| | | | ۲۰۰۸ | | ۲۰۰۷ | | ۲۰۰۸ | | ۲۰۰۷ | | |
| | بعد | قبل | بعد | قبل | بعد | قبل | بعد | قبل | بعد | قبل | پیراکلواستروبین |
| ۴/۸۷ | ۵/۶۲ | ۴/۱۱ | ۵/۰۱ | ۴/۵۷ | ۶/۲۷ | ۲/۶۲ | ۷/۴۸ | ۵/۳۹ | ۳/۷۳ | (۱) ۳/۸۵ | مصرف زود پیرا. |
| ۴/۸۷ | ۵/۵۷ | ۴/۱۷ | ۵/۱۱ | ۴/۷۵ | ۵/۷۰ | ۳/۵۰ | ۷/۱۱ | ۵/۱۲ | ۴/۳۵ | ۳/۳۱ | مصرف دیر پیرا. |
| ۵/۱۲ | ۵/۹۳ | ۴/۳۰ | ۵/۷۴ | ۴/۶۹ | ۶/۸۵ | ۳/۳۴ | ۷/۱۲ | ۵/۷۶ | ۴/۰۰ | ۳/۵۳ | شاهد بدون سم |
| ۴/۹۵ | ۵/۷۱ | ۴/۲۰ | ۵/۲۹ | ۴/۶۷ | ۶/۲۷ | ۳/۱۲ | ۷/۲۴ | ۵/۴۲ | ۴/۰۳ | ۳/۵۷ | میانگین |
| میزان تنفس ۹۰ روز بعد از برداشت میلی گرم در کیلوگرم در ساعت | | | | | | | | | | | |
| ۴/۳۶ | ۴/۷۰ | ۴/۰۲ | ۴/۴۶ | ۴/۲۴ | ۴/۵۷ | ۲/۸۸ | ۶/۲۲ | ۵/۵۷ | ۳/۵۷ | ۳/۳۶ | مصرف زود پیرا. |
| ۴/۶۱ | ۵/۲۵ | ۳/۹۷ | ۴/۲۹ | ۴/۲۱ | ۴/۱۷ | ۲/۹۱ | ۸/۴۹ | ۵/۴۶ | ۴/۰۳ | ۳/۳۰ | مصرف دیر پیرا. |
| ۴/۷۱ | ۵/۲۸ | ۴/۱۴ | ۴/۸۴ | ۴/۵۱ | ۴/۲۱ | ۲/۸۸ | ۸/۳۱ | ۵/۸۷ | ۳/۷۷ | ۳/۳۱ | شاهد بدون سم |
| ۴/۵۹ | ۵/۰۸ | ۴/۰۴ | ۴/۵۳ | ۴/۳۲ | ۴/۳۲ | ۲/۸۹ | ۷/۶۷ | ۵/۶۴ | ۳/۷۹ | ۳/۳۳ | میانگین |
| ساکاروز قابل استحصال در زمان برداشت کیلوگرم در تن | | | | | | | | | | | |
| ۱۷۱ | ۱۷۰ | ۱۷۳ | ۱۶۹ | ۱۷۳ | ۱۴۹ | ۱۵۵ | ۱۹۰ | ۱۸۳ | ۱۷۱ | ۱۷۹ | مصرف زود پیرا. |
| ۱۷۱ | ۱۷۱ | ۱۷۰ | ۱۷۱ | ۱۷۳ | ۱۵۶ | ۱۴۷ | ۱۸۷ | ۱۸۷ | ۱۷۲ | ۱۷۵ | مصرف دیر پیرا. |
| ۱۶۸ | ۱۶۵ | ۱۷۰ | ۱۶۷ | ۱۷۲ | ۱۴۶ | ۱۵۱ | ۱۷۶ | ۱۸۵ | ۱۷۱ | ۱۷۳ | شاهد بدون سم |
| ۱۷۰ | ۱۶۹ | ۱۷۱ | ۱۶۹ | ۱۷۳ | ۱۵۰ | ۱۵۱ | ۱۸۴ | ۱۸۵ | ۱۷۱ | ۱۷۶ | میانگین |
| ساکاروز قابل استحصال ۹۰ روز پس از برداشت کیلوگرم در تن | | | | | | | | | | | |
| ۱۵۱ | ۱۴۹ | ۱۵۳ | ۱۴۵ | ۱۴۸ | ۱۳۲ | ۱۴۲ | ۱۵۶ | ۱۶۱ | ۱۶۳ | ۱۶۳ | مصرف زود پیرا. |
| ۱۵۱ | ۱۵۳ | ۱۴۹ | ۱۴۶ | ۱۳۸ | ۱۴۴ | ۱۳۳ | ۱۵۸ | ۱۶۳ | ۱۶۵ | ۱۶۵ | مصرف دیر پیرا. |
| ۱۴۷ | ۱۴۴ | ۱۴۹ | ۱۴۵ | ۱۴۲ | ۱۲۳ | ۱۴۳ | ۱۴۲ | ۱۵۶ | ۱۶۷ | ۱۶۷ | شاهد بدون سم |
| ۱۴۹ | ۱۴۹ | ۱۵۰ | ۱۴۵ | ۱۴۳ | ۱۳۳ | ۱۳۹ | ۱۵۲ | ۱۶۰ | ۱۶۵ | ۱۶۵ | میانگین |

اعداد درون جدول میانگین سه تکرار است. آزمون تی (T-test) و احتمالات مربوط به آن در (جدول ۱) آمده است.

کیلوگرم در ساعت) کمتر از سمپاشی دیر هنگام (۴/۶۱ میلی گرم به کیلوگرم در ساعت) و یا تیمار بدون سمپاشی (۴/۷۱ میلی گرم به کیلوگرم در ساعت) بود. به علاوه اختلاف ۰/۲۳ میلی گرم به کیلوگرم در ساعت تنفس بین میانگین سمپاشی زود هنگام با دیر هنگام و یا شاهد نشان می دهد که سمپاشی با پیراکلواستروبین میزان تنفس را در ۹۰ روز بعد

از برداشت کاهش می‌دهد. واکنش یکنواخت ریشه‌های چغندر قند کروکستون در سال ۲۰۰۸ نتیجه معنی‌دار بودن اثرات متقابل سمپاشی * محیط * تاریخ برداشت بوده است. در تمام محیط‌ها ریشه‌های برداشت شده بعد از یخبندان، میزان تنفس بالاتری در ۹۰ روز پس از برداشت نسبت به ریشه‌های برداشت شده قبل از یخبندان داشتند (جدول ۲). با یک استثناء که در کروکستون در سال ۲۰۰۸، افزایش تنفس برای سه تکرار دیگر در هر محیط مشابه بود. سمپاشی با پیراکلواستروبین روی میزان تنفس ریشه‌های برداشت شده قبل از یخبندان سال ۲۰۰۸ در منطقه کروکستون یا بی‌تأثیر بوده و یا تأثیر کمی داشته است. گرچه افزایش میزان تنفس ناشی از یخبندان برای سمپاشی زود (۰/۶۵ میلی‌گرم به کیلوگرم در ساعت) کمتر از مصرف دیر سمپاشی (۳/۰۳ میلی‌گرم به کیلوگرم در ساعت) و یا تیمار بدون سمپاشی (۲/۴۴ میلی‌گرم به کیلوگرم در ساعت) بوده است.

محیط، تاریخ برداشت و اختلاف بین میانگین تیمار سمپاشی شده با میانگین شاهد بدون سمپاشی تنها منابع تغییرات معنی‌دار برای غلظت ساکاروز قابل استحصال در زمان برداشت بوده است (جدول ۱). غلظت ساکاروز قابل استحصال بین ۱۵۰ کیلوگرم در تن در منطقه پراسپر در سال ۲۰۰۷ تا ۱۸۵ کیلوگرم در تن در کروکستون در سال ۲۰۰۸ متغیر بود (جدول ۲). مقدار ساکاروز قابل استحصال در سال ۲۰۰۷ منطقه کروکستون و سال ۲۰۰۸ منطقه پراسپر به ترتیب ۱۷۳ و ۱۷۱ کیلوگرم در تن بوده است. اختلاف غلظت ساکاروز قابل استحصال بین تاریخ‌های برداشت کم ولی معنی‌دار بود ($LSD = 10\% = 1/5$). این اختلاف ۱۷۱ کیلوگرم در تن در برداشت قبل از یخبندان در مقابل ۱۶۹ کیلوگرم در تن در برداشت بعد از یخبندان بود. اختلاف معنی‌دار بین متوسط تیمارهای مصرف سم پیراکلواستروبین و تیمار شاهد بیانگر افزایش غلظت ساکاروز قابل استحصال (۳/۴ کیلوگرم در تن) در زمان برداشت بوده است.

تنها منبع تغییرات معنی‌دار برای غلظت ساکاروز قابل استحصال در ۹۰ روز بعد از برداشت ناشی از اثرات محیطی بود. میانگین اثرات محیطی بین ۱۳۶ کیلوگرم در تن برای سال ۲۰۰۷ منطقه پراسپر تا ۱۶۲ کیلوگرم در تن در سال ۲۰۰۷ در کروکسون بوده است. غلظت ساکاروز قابل استحصال ریشه در سال ۲۰۰۸ پراسپر و کروکستون به ترتیب ۱۴۴ و ۱۵۶ کیلوگرم در تن بوده است. بیشترین اختلاف بین غلظت ساکاروز قابل استحصال در ۹۰ روز بعد از برداشت (۱۳۹ کیلوگرم در تن) با زمان برداشت

(۱۷۰ کیلوگرم در تن) ۲۱ کیلوگرم در تن بوده است (جدول ۲).

طرح آزمایشی ۲:

تأثیر پیراکلواستروبین و زمان‌های برداشت بعد از یخبندان:

اولین برداشت بعد از یخبندان در ۲۸ اکتبر سال ۲۰۰۷ و ۲۰۰۸ پس از اینکه درجه حرارت هوا به ترتیب به ۷- و ۵- کاهش یافت انجام شد. در هر دو سال درجه حرارت برای مدت ۱۲ ساعت کمتر از ۲- بود (شکل ۱). در سال ۲۰۰۷، درجه حرارت خاک در عمق ۱۰ سانتی‌متری و در نزدیکی ایستگاه پراسپر در تاریخ ۲۵ اکتبر ۷ درجه سانتی‌گراد بود که به ۵ درجه سانتی‌گراد در ۲۸ اکتبر کاهش یافت و در سه روز بعدی نیز بین ۷ تا ۸ درجه در نوسان بود. متوسط درجه حرارت خاک در ۲۵ اکتبر ۲۰۰۸، ۶ درجه سانتی‌گراد بود که به ۳ درجه در ۲۷ و ۲۸ اکتبر کاهش یافت و در دوم نوامبر به ۷ درجه افزایش یافت.

تاریخ‌های برداشت و تفاوت بین تیمارهای مصرف سم و شاهد برای چغندرهای برداشت شده بعد از یخبندان، تنها منابع اختلاف معنی‌دار برای تنفس ریشه‌های بعد از ۳۰ روز برداشت در سال ۲۰۰۷ بودند (جدول ۳). میزان تنفس چغندرهای برداشت شده قبل از یخبندان ۳/۷۶ میلی‌گرم در کیلوگرم در ساعت بود (جدول ۴)، درحالی‌که ریشه‌هایی که چهار روز دیرتر برداشت شده بودند، میزان تنفس آنها ۴/۳۸ میلی‌گرم در کیلوگرم در ساعت بود. ریشه‌هایی که با سم پیراکلواستروبین سمپاشی شده و بعد از یخبندان برداشت شده بودند، ۰/۵۷ میلی‌گرم به کیلوگرم در ساعت کمتر از چغندرهای سمپاشی نشده تنفس داشتند. در سال ۲۰۰۷، اثرات اصلی تیمارها، تاریخ‌های برداشت و همچنین اثرات متقابل بین هر کدام از آنها برای تنفس بعد از ۶۰ روز پس از برداشت معنی‌دار بود (جدول ۳). میانگین میزان تنفس تمام تاریخ‌های برداشت برای تیمارهای سمپاشی شده ۳/۴۷ میلی‌گرم در کیلوگرم در ساعت بود درحالی‌که برای شاهد بدون سم ۳/۳۱ میلی‌گرم در کیلوگرم در ساعت بود (جدول ۴). میانگین میزان تنفس چغندرهای برداشت شده بعد از یخبندان ۰/۶۶ میلی‌گرم در کیلوگرم در ساعت بیشتر از میزان تنفس ریشه‌های برداشت شده قبل از یخبندان بوده است. میزان تنفس چغندرهای سمپاشی نشده و قبل از یخبندان ۰/۳۹ میلی‌گرم در کیلوگرم در ساعت کمتر از تیمارهای سمپاشی شده و ۶۰ روز بعد از برداشت بوده است. اختلاف بین تیمارها، تاریخ‌های برداشت و اثرات

غلظت ساکاروز قابل استحصال ریشه در سال ۲۰۰۸ پراسپر و کروکستون به ترتیب ۱۴۴ و ۱۵۶ کیلوگرم در تن بوده است. بیشترین اختلاف بین غلظت ساکاروز قابل استحصال در ۹۰ روز بعد از برداشت (۱۳۹ کیلوگرم در تن) با زمان برداشت (۱۷۰ کیلوگرم در تن) ۲۱ کیلوگرم در تن بوده است (جدول ۲)

جدول ۳: منابع تغییرات سطح معنی‌دار بودن آزمون F, P(F) و LSDs (p=0.10) برای مقایسه اثرات اصلی و فرعی و انحراف معیار (SE) و کنتراست‌های تاریخ برداشت. طرح آزمایشی ۲ پراسپر داکوتای شمالی سال ۲۰۰۷ و ۲۰۰۸

| کنتراست‌ها | | | | منابع تغییرات | | | | | | | | ر.ب.ب | سال تغییرات |
|-------------------------|------|---------|------|---------------|------|----------|------|--------------|------|-------|------|-------|-------------|
| مصرف پیرا در مقابل شاهد | | | | ق.ب در برابر | | تیمار در | | تاریخ برداشت | | تیمار | | | |
| ب.ب.(۴) | | ق.ب.(۳) | | ب.ب | | ت.ب.(۲) | | | | | | | |
| P(F) | SE | P(F) | SE | P(F) | SE | P(F) | LSD | P(F) | LSD | P(F) | LSD | | |
| ۲۰۰۷ | | | | | | | | | | | | | |
| ۰/۰۲ | ۰/۲۱ | ۰/۳۹ | ns | ۰/۷۱ | ns | ۰/۱۱ | ns | ۰/۰۲ | ۰/۵۲ | ۰/۱۶ | ns | ۳۰ | تنفس |
| ۰/۳۶ | ns | ۰/۰۹ | ۰/۲۲ | <۰/۰۱ | ۰/۱۲ | ۰/۰۳ | ۰/۴۸ | ۰/۰۱ | ۰/۲۸ | ۰/۱۰ | ۰/۱۶ | ۶۰ | |
| ۰/۷۴ | ns | ۰/۶۵ | ns | ۰/۳۱ | ns | ۰/۹۷ | ns | ۰/۴۳ | ns | ۰/۴۹ | ns | ۹۰ | |
| ۰/۹۹ | ns | ۰/۴۴ | ns | ۰/۵۵ | ns | ۰/۹۰ | ns | ۰/۲۹ | ns | ۰/۸۶ | ns | صفر | س.ق.ا |
| ۰/۸۱ | ns | ۰/۴۱ | ns | ۰/۰۱ | ۴/۰۲ | ۰/۶۵ | ns | ۰/۰۴ | ۸/۹۰ | ۰/۸۹ | ns | ۹۰ | |
| قند انورت | | | | | | | | | | | | | |
| ۰/۱۱ | ns | ۰/۹۲ | ns | ۰/۰۵ | ۰/۴۰ | ۰/۸۱ | ns | ۰/۰۴ | ۰/۸۸ | ۰/۴۴ | ns | صفر | طوقه |
| ۰/۵۲ | ns | ۰/۰۹ | ۰/۳۸ | ۰/۲۱ | ns | ۰/۶۵ | ns | ۰/۰۲ | ۰/۴۶ | ۰/۳۶ | ns | ۹۰ | |
| ۰/۴۸ | ns | ۰/۷۵ | ns | ۰/۶۰ | ns | ۰/۴۱ | ns | ۰/۵۹ | ns | ۰/۰۱ | ۰/۰۶ | صفر | ریشه |
| ۰/۴۰ | ns | ۰/۲۰ | ns | ۰/۹۰ | ns | ۰/۴۶ | ns | ۰/۴۸ | ns | ۰/۳۷ | ns | ۹۰ | |
| رافینوز | | | | | | | | | | | | | |
| ۰/۹۸ | ns | ۰/۲۶ | ns | ۰/۱۷ | ns | ۰/۲۴ | ns | ۰/۲۲ | ns | ۰/۷۰ | ns | صفر | طوقه |
| ۰/۲۲ | ns | ۰/۵۸ | ns | ۰/۴۲ | ns | ۳/۰۳ | ۱/۳۱ | ۰/۵۶ | ns | ۰/۳۵ | ns | ۹۰ | |
| ۰/۷۵ | ns | ۰/۴۸ | ns | ۰/۳۰ | ns | ۰/۹۰ | ns | ۰/۴۷ | ns | ۰/۶۸ | ns | صفر | ریشه |
| ۰/۶۱ | ns | ۰/۴۷ | ns | ۰/۱۷ | ns | ۰/۰۲ | ۰/۶۳ | ۰/۶۳ | ns | ۰/۵۵ | ns | ۹۰ | |
| ۲۰۰۸ | | | | | | | | | | | | | |
| ۰/۰۹ | ۰/۱۲ | ۰/۴۰ | ns | ۰/۸۸ | ns | ۰/۰۹ | ۰/۸۱ | ۰/۲۱ | ns | ۰/۴۰ | ns | ۳۰ | تنفس |
| ۰/۱۸ | ns | ۰/۸۶ | ns | ۰/۲۸ | ns | ۰/۶۲ | ns | ۰/۰۱ | ۰/۵۷ | ۰/۶۲ | ns | ۶۰ | |
| ۰/۲۶ | ns | ۰/۵۷ | ns | ۰/۳۹ | ns | ۰/۷۸ | ns | ۰/۲۸ | ns | ۰/۴۶ | ns | ۹۰ | |
| ۰/۰۴ | ۱/۵۳ | ۰/۷۹ | ns | <۰/۰۱ | ۲/۰۲ | ۰/۸۸ | ns | ۰/۰۱ | ۴/۳۵ | ۰/۴۸ | ns | صفر | س.ق.ا |
| ۰/۰۲ | ۳/۰۴ | ۰/۷۶ | ns | ۰/۳۷ | ns | ۰/۷۸ | ns | ۰/۸۵ | ns | ۰/۳۶ | ns | ۹۰ | |
| قند انورت | | | | | | | | | | | | | |
| ۰/۰۸ | ۰/۲۲ | ۰/۲۸ | ns | ۰/۴۵ | ns | ۰/۲۱ | ns | ۰/۴۹ | ns | ۰/۱۹ | ns | صفر | طوقه |
| ۰/۶۲ | ns | ۰/۱۹ | ns | ۰/۸۸ | ns | ۰/۳۸ | ns | ۰/۲۰ | ns | ۰/۴۱ | ns | ۹۰ | |
| ۰/۰۲ | ۰/۲۸ | ۰/۸۱ | ns | ۰/۰۴ | ۰/۳۷ | ۰/۵۷ | ns | ۰/۰۲ | ۰/۸۴ | ۰/۳۳ | ns | صفر | ریشه |
| ۰/۶۸ | ns | ۰/۶۰ | ns | ۰/۴۵ | ns | ۰/۷۰ | ns | ۰/۰۹ | ۱/۳۶ | ۰/۵۲ | ns | ۹۰ | |

ادامه جدول ۳: منابع تغییرات سطح معنی‌دار بودن آزمون P(F), F و LSDs (p=0.10) برای مقایسه اثرات اصلی و فرعی و انحراف معیار (SE) و کنتراست‌های تاریخ برداشت. طرح آزمایشی ۲ پراسپر داکوتای شمالی سال ۲۰۰۷ و ۲۰۰۸

| سال تغییرات | | ر.ب.ب | منابع تغییرات | | | | | | | | | | | |
|-------------|-----|-------|---------------|------|--------------|------|----------------|------|-------------------------|------|------------|----|------|----|
| | | | تیمار | | تاریخ برداشت | | تیمار در برابر | | مصرف پیرا در مقابل شاهد | | کنتراست‌ها | | | |
| | | | P(F) | LSD | P(F) | LSD | P(F) | LSD | P(F) | SE | P(F) | SE | P(F) | SE |
| رافینوز | | | | | | | | | | | | | | |
| طوقه | صفر | ns | ۰/۲۴ | ۰/۰۸ | ۰/۰۶ | ۰/۱۴ | ۰/۰۱ | ۰/۰۴ | <۰/۰۱ | ۰/۰۷ | ۰/۰۹ | ns | ۰/۹۴ | |
| | ۹۰ | ns | ۰/۱۲ | ns | ۰/۳۸ | ns | ۰/۸۵ | ns | ۰/۵۸ | ns | ۰/۷۴ | ns | ۰/۵۰ | |
| ریشه | صفر | ns | ۰/۶۸ | ۰/۰۹ | ۰/۰۲ | ns | ۰/۴۸ | ۰/۰۴ | ۰/۰۱ | ۰/۰۸ | ۰/۰۶ | ns | ۰/۸۹ | |
| | ۹۰ | ns | ۰/۹۸ | ns | ۰/۹۹ | ns | ۰/۶۳ | ns | ۰/۹۱ | ns | ۰/۲۹ | ns | ۰/۶۶ | |

ر.ب.ب. = روز بعد از برداشت. ت.ب. = تاریخ برداشت. ق.ب. = قبل از برداشت. ب.ب. = بعد از برداشت. پیرا = پیراکلواستروبین. س.ق.ا. = ساکاروز قابل استحصال. Ne = تیمار معنی‌دار نشده

۱. LSD 0.10 برای مقایسه اختلاف بین تیمار مصرف پیراکلواستروبین و تیمار شاهد برای یک تاریخ برداشت و یا برداشت‌های مختلف.
۲. اختلاف بین میانگین ریشه‌های برداشت شده از تیمار مصرف پیراکلواستروبین و شاهد قبل از خسارت یخبندان و میانگین ریشه‌های برداشت شده تمام تاریخ‌های بعد از یخبندان، برای تیمار مصرف پیراکلواستروبین و شاهد.
۳. اختلاف بین تیمار مصرف پیراکلواستروبین و شاهد سمپاشی نشده برای ریشه‌های برداشت شده قبل از یخبندان.
۴. اختلاف بین تیمار مصرف پیراکلواستروبین و شاهد سمپاشی نشده برای ریشه‌های برداشت شده بعد از خسارت یخبندان، تمام تاریخ‌های برداشت.

میانگین ساکاروز قابل استحصال ریشه‌های برداشت شده بعد از یخبندان بین ۱۳۴ کیلوگرم در تن در تاریخ ۳۱ اکتبر تا ۱۴۴ کیلوگرم در تن در ۲۹ اکتبر متغیر بود که با متوسط ۱۳۸ کیلوگرم در تن، مقدار ۱۱ کیلوگرم در تن کمتر از ریشه‌های برداشت شده قبل از یخبندان بودند

حرارت ۲۵ ساعت قبل از برداشت ۳۰ اکتبر بین یک تا ۱۶ درجه سانتی‌گراد بود و تا تاریخ برداشت بالای صفر باقی ماند (شکل ۱). حداقل درجه حرارت در ۲۸ و ۲۹ اکتبر به ترتیب ۵- و ۲- درجه سانتی‌گراد بود. هیچ‌یک از اختلافات بین تیمارها یا تاریخ‌های برداشت یا اثرات متقابل تیمار در تاریخ برداشت برای ۹۰ روز بعد از برداشت معنی‌دار نبودند (جدول ۳). تاریخ برداشت و اثرات متقابل بین برداشت قبل از یخبندان و چهار تاریخ برداشت بعد از یخبندان تنها منبع تغییرات معنی‌دار برای ساکاروز قابل استحصال در سال ۲۰۰۸ بودند (جدول ۳). میانگین ساکاروز ریشه‌های برداشت شده قبل از یخبندان (۲۵ اکتبر) و در ۹۰ روز بعد از برداشت برابر ۱۵۰ کیلوگرم در تن بود. میانگین ساکاروز قابل استحصال ریشه‌های برداشت شده بعد از یخبندان بین ۱۳۴ کیلوگرم در تن در تاریخ ۳۱ اکتبر تا ۱۴۴ کیلوگرم در تن در ۲۹ اکتبر متغیر بود که با متوسط ۱۳۸ کیلوگرم در تن، مقدار ۱۱ کیلوگرم در تن کمتر از ریشه‌های برداشت شده قبل از یخبندان بودند.

در سال ۲۰۰۸، تاریخ برداشت، کنتراست بین ریشه‌های برداشت شده قبل از یخبندان و میانگین شش تاریخ برداشت بعد از یخبندان و اختلاف مشخص بین تیمارهای سمپاشی

متقابل بین تیمارهای سمپاشی شده و تاریخ‌های برداشت در ۹۰ روز بعد از برداشت و در سال ۲۰۰۷ معنی‌دار نبود (جدول ۳ و ۴).

تنها اثر متقابل تیمار سمپاشی شده * تاریخ برداشت و اختلاف بین قطعات سمپاشی شده و شاهد در برداشت بعد از یخبندان و ۳۰ روز بعد از برداشت سال ۲۰۰۸ معنی‌دار شده‌اند (جدول ۳). میانگین میزان تنفس ریشه‌های سمپاشی شده با پیراکلواستروبین و برداشت شده بعد از یخبندان، ۰/۲۲ میلی‌گرم در کیلوگرم در ساعت کمتر از میانگین میزان تنفس ریشه‌های سمپاشی نشده و بعد از یخبندان برداشت شده بوده است (جدول ۴). تاریخ‌های برداشت تنها منابع تغییرات معنی‌دار برای تنفس ۶۰ روز پس از برداشت بود. ریشه‌های برداشت شده در ۳۰ اکتبر ۲۰۰۸ دارای میزان تنفس ریشه ۵/۸۵ میلی‌گرم در کیلوگرم در ساعت در ۶۰ روز بعد از برداشت بود. سایر تاریخ‌های برداشت بین ۴/۳۶ تا ۴/۶۸ میلی‌گرم در کیلوگرم در ساعت متغیر بودند. میزان تنفس برای هر دو تیمار سمپاشی شده (۵/۷۶ میلی‌گرم در کیلوگرم در ساعت) و شاهد بدون سم (۵/۹۸ میلی‌گرم در کیلوگرم در ساعت) برای ۶۰ روز بعد از برداشت ۳۰ اکتبر، در بالاترین حد بودند (جدول ۴). درجه

جدول ۴: اثرات مصرف سمپاشی برگ‌گی با پیراکلواستروبین و تاریخ‌های برداشت روی میزان تنفس چغندر قند ۳۰، ۶۰، ۹۰ روز بعد از برداشت و غلظت ساکاروز قابل استحصال صفر و ۹۰ روز بعد از برداشت در پراسپر داکوتای شمالی در سال ۲۰۰۷ و ۲۰۰۸

| ماه / سال | | تاریخ برداشت | میزان تنفس، میلی‌گرم در کیلوگرم در هکتار | | | | | | | | قند قابل استحصال میلی‌گرم در کیلوگرم | | | |
|----------------|---------------|--------------|--|-------|------------------|------|------------------|-------|-------------|------|--------------------------------------|-------|-------|-------|
| | | | ۳۰ روز پ. الف. ب | | ۶۰ روز پ. الف. ب | | ۹۰ روز پ. الف. ب | | زمان برداشت | | ۹۰ روز پ. الف. ب | | | |
| | | شاهد | | پیرا. | | شاهد | | پیرا. | | شاهد | | پیرا. | | |
| اکتبر ۲۰۰۷ | ۲۵ | ۳/۵۸ (۱) | ۳/۹۵ | ۳/۰۶ | ۲/۶۷ | ۳/۱۷ | ۳/۰۳ | ۱۵۴ | ۱۵۰ | ۱۵۳ | ۱۴۶ | شاهد | پیرا. | |
| | ۲۸ | ۳/۵۰ | ۴/۰۲ | ۲/۹۰ | ۳/۰۱ | ۳/۲۴ | ۳/۰۸ | ۱۵۶ | ۱۵۷ | ۱۳۹ | ۱۳۲ | شاهد | پیرا. | |
| | ۲۹ | ۳/۲۴ | ۴/۷۹ | ۳/۷۱ | ۴/۱۳ | ۳/۴۵ | ۳/۴۷ | ۱۵۵ | ۱۵۴ | ۱۴۵ | ۱۴۴ | شاهد | پیرا. | |
| | ۳۰ | ۳/۰۶ | ۳/۴۳ | ۴/۰۷ | ۳/۷۴ | ۳/۳۱ | ۳/۳۹ | ۱۵۷ | ۱۵۴ | ۱۳۷ | ۱۴۴ | شاهد | پیرا. | |
| | ۳۱ | ۴/۴۶ | ۴/۳۰ | ۳/۶۲ | ۳/۰۱ | ۳/۳۲ | ۳/۰۹ | ۱۴۷ | ۱۵۰ | ۱۳۲ | ۱۳۶ | شاهد | پیرا. | |
| | میانگین | | ۳/۵۷ | ۴/۱۰ | ۳/۴۷ | ۳/۳۱ | ۳/۲۸ | ۳/۲۱ | ۱۵۴ | ۱۵۳ | ۱۴۱ | ۱۴۰ | | |
| | اکتبر ۲۰۰۸ | ۲۷ | ۴/۴۹ | ۴/۷۵ | ۴/۵۰ | ۴/۴۱ | ۴/۳۲ | ۴/۰۸ | ۱۵۸ | ۱۵۷ | ۱۴۸ | ۱۴۶ | شاهد | پیرا. |
| ۲۸ | | ۴/۷۲ | ۴/۷۵ | ۴/۵۳ | ۴/۸۳ | ۴/۱۲ | ۴/۰۷ | ۱۶۳ | ۱۵۷ | ۱۴۳ | ۱۳۷ | شاهد | پیرا. | |
| ۲۹ | | ۴/۲۱ | ۴/۱۷ | ۴/۷۰ | ۴/۴۰ | ۴/۰۱ | ۴/۵۸ | ۱۷۲ | ۱۶۸ | ۱۴۹ | ۱۳۸ | شاهد | پیرا. | |
| ۳۰ | | ۴/۳۵ | ۵/۱۶ | ۵/۷۶ | ۵/۹۳ | ۴/۵۹ | ۴/۹۲ | ۱۷۷ | ۱۷۲ | ۱۴۸ | ۱۳۶ | شاهد | پیرا. | |
| ۳۱ | | ۴/۵۳ | ۴/۶۶ | ۴/۳۹ | ۴/۳۴ | ۴/۲۸ | ۴/۲۶ | ۱۷۷ | ۱۷۱ | ۱۴۶ | ۱۴۵ | شاهد | پیرا. | |
| نوامبر ۲۰۰۸ | ۱ | ۴/۸۴ | ۴/۴۷ | ۴/۱۳ | ۴/۹۴ | ۴/۷۱ | ۴/۶۴ | ۱۶۹ | ۱۶۸ | ۱۵۳ | ۱۳۹ | شاهد | پیرا. | |
| | ۲ | ۴/۲۳ | ۵/۰۱ | ۴/۱۱ | ۴/۷۵ | ۴/۰۹ | ۴/۵۶ | ۱۷۶ | ۱۷۶ | ۱۴۳ | ۱۴۰ | شاهد | پیرا. | |
| | میانگین | | ۴/۴۹ | ۴/۷۱ | ۴/۵۶ | ۴/۸۰ | ۴/۳۰ | ۴/۴۴ | ۱۷۰ | ۱۶۷ | ۱۴۷ | ۱۴۰ | | |

ب. الف. ب. = بعد از برداشت. پیرا = پیراکلواستروبین.

۱. میانگین سه تکرار، LSD برای مقایسه میانگین ارائه شده در جدول ۳- و برای آنهایی است که احتمال معنی‌دار بودن آزمون F کمتر و یا برابر ۱۰ درصد بوده است.

ریشه‌های برداشتی قبل از یخبندان ۱۵۸ کیلوگرم در تن بود و ریشه‌های برداشت شده بعد از یخبندان بین ۱۶۰ تا ۱۷۸ کیلوگرم در تن متغیر بود. بعد از ۹۰ روز ماندن در سیلو (۹۰ روز پس از برداشت) اختلاف بین تاریخ‌های برداشت، بین ۱۴۰ تا ۱۴۶ کیلوگرم در تن برای ریشه‌های برداشت شده بعد از یخبندان متغیر بود و در مقایسه با چغندرهای قبل از یخبندان که ۱۴۷ کیلوگرم در تن بود

شده و سمپاشی نشده با پیراکلواستروبین در ریشه‌های برداشت شده بعد از یخبندان، از منابع تغییرات معنی‌دار برای ساکاروز قابل استحصال در زمان برداشت بودند. تنها منبع تغییرات معنی‌دار برای ۹۰ روز پس از برداشت اختلاف مشخص بین ریشه‌های سمپاشی شده و نشده با پیراکلواستروبین بعد از یخبندان بوده است (جدول ۳). غلظت ساکاروز قابل استحصال اولیه (زمان برداشت)

معنی دار نبود. متوسط ساکاروز قابل استحصال ریشه‌هایی که بعد از یخبندان برداشت شده و با پیراکلواستروبین سمپاشی شده بودند، ۳/۴ کیلوگرم بیشتر از ریشه‌های سمپاشی نشده در همین برداشت‌ها بوده است. در سال ۲۰۰۸ و برای چغندرهای سیلو شده به مدت ۹۰ روز بعد از برداشت، میانگین ساکاروز قابل استحصال کرت‌های سمپاشی شده قبل از یخبندان، ۷/۷ کیلوگرم در تن بیشتر تیمار شاهد بدون سمپاشی بود.

در سال ۲۰۰۷، تاریخ‌های برداشت و کنتراست بین ریشه‌های برداشت شده قبل از یخبندان و میانگین چهار تاریخ برداشت شده بعد از یخبندان، تنها منابع تغییرات معنی‌دار برای غلظت قند انورت طوقه در زمان برداشت بود. ۹۰ روز بعد از برداشت، تاریخ برداشت و اختلاف بین غلظت قند انورت طوقه چغندرهای برداشت شده قبل از یخبندان از کرت‌های سمپاشی شده با سم پیراکلواستروبین و ریشه‌های برداشت شده قبل از یخبندان از کرت‌های شاهد سمپاشی نشده معنی‌دار بودند.

غلظت قند انورت طوقه‌ها در زمان برداشت و قبل از یخبندان ۲/۵۴ گرم به‌ازای هر ۱۰۰ گرم ساکاروز بود درحالی‌که برای بعد از یخبندان ۰/۸۷ گرم در ۲۸ اکتبر و ۲/۵ گرم در ۲۹ اکتبر متغیر بود. طوقه‌ها در برداشت قبل از یخبندان ۰/۸۵ گرم قند انورت بیشتر نسبت به متوسط آن‌هایی که بعد از یخبندان برداشت شده‌اند داشتند. برعکس، غلظت نسبتاً بالای قند انورت نمونه‌های قبل از یخبندان در زمان برداشت، غلظت قند انورت طوقه‌ها در ۹۰ روز بعد از برداشت قبل از یخبندان نسبتاً کم (۱/۱۳) گرم در ازای ۱۰۰ گرم ساکاروز) و بین ۰/۹۴ گرم برای ۲۸ اکتبر و ۱/۹۰ گرم به‌ازای هر ۱۰۰ گرم ساکاروز در ۳۱ اکتبر متغیر بود. در چغندرهای ۹۰ روز سیلو شده غلظت قند انورت طوقه‌ها در کرت‌های سمپاشی شده قبل از یخبندان ۰/۶۸ گرم بیشتر از کرت‌های سمپاشی نشده بود. در چغندرهای سیلو نشده تنها عامل معنی‌دار برای قند انورت قسمت‌های اصلی ریشه‌های سال ۲۰۰۷ بود. میانگین غلظت قند انورت ریشه‌های سیلو نشده در تیمار سمپاشی شده ۱/۵ گرم به‌ازای هر ۱۰۰ گرم ساکاروز بود درحالی‌که برای کرت‌های سمپاشی نشده این عدد ۱/۴۴ بود. میانگین قند انورت در قسمت اصلی ریشه‌های ۹۰ روز سیلو شده ۱/۰۳ گرم به‌ازای هر ۱۰۰ گرم ساکاروز بود.

تنها منبع تغییرات معنی‌دار برای غلظت قند انورت طوقه در زمان برداشت سال ۲۰۰۸ اختلاف بین تیمارهای سمپاشی شده و شاهد قبل از یخبندان بود. میانگین غلظت قند انورت بافت‌های طوقه در زمان‌های برداشت تیمارهای

سمپاشی شده قبل از یخبندان ۰/۵۹ گرم کمتر از غلظت همین ماده در شاهد بود. در سال ۲۰۰۸ تغییرات قند انورت در داخل بافت‌های ریشه اصلی ناشی از تاریخ‌های برداشت در چغندر قندهای تازه برداشت شده و به مدت ۹۰ روز سیلو شده معنی‌دار بود. اختلاف بین برداشت قبل و شش تاریخ بعد از یخبندان و همچنین اختلاف کرت‌های سمپاشی شده و شاهد نیز معنی‌دار بود. غلظت قند انورت بافت اصلی ریشه در زمان برداشت، بین ۰/۶۴ گرم برای ریشه‌های برداشت شده قبل از یخبندان تا ۲/۵۰ گرم برای ریشه‌های برداشت شده در ۲۹ اکتبر متغیر بود.

۹۰ روز بعد از برداشت غلظت قند انورت در بافت ریشه اصلی از ۱/۸۱ گرم برای برداشت دوم نوامبر تا ۳/۹۲ گرم برای برداشت اول نوامبر متغیر بود. غلظت قند انورت ریشه‌های برداشت شده قبل از یخبندان (۲۷ اکتبر) ۳/۲۸ گرم بود. بافت ریشه‌های برداشت شده (سیلونشده) قبل از یخبندان، ۰/۸۲ گرم قند انورت کمتر از میانگین نمونه‌های برداشت شده بعد از یخبندان تولید کرد. غلظت قند انورت بافت‌های ریشه اصلی سمپاشی شده با پیراکلواستروبین و برداشت شده بعد از یخبندان و سیلو نشده ۰/۷۴ گرم بیشتر از شاهد سمپاشی نشده مشابه بوده است.

روند پایداری برای غلظت نسبی رافینوز در سال ۲۰۰۷ و ۲۰۰۸ بررسی نشد. در سال ۲۰۰۷ اثر متقابل تیمار سمپاشی شده * تاریخ برداشت برای هر دو قسمت طوقه و ریشه اصلی و برای کلیه تاریخ‌های برداشت معنی‌دار بود (جدول ۳). این اختلاف به‌خاطر غلظت نسبتاً بالای رافینوز در طوقه چغندر قندهای سمپاشی شده با پیراکلواسترابین در برداشت ۲۹ اکتبر و غلظت نسبتاً پایین رافینوز در قسمت‌های اصلی ریشه‌های سمپاشی شده و برداشت شده در ۳۱ اکتبر می‌باشد. (جدول ۵)

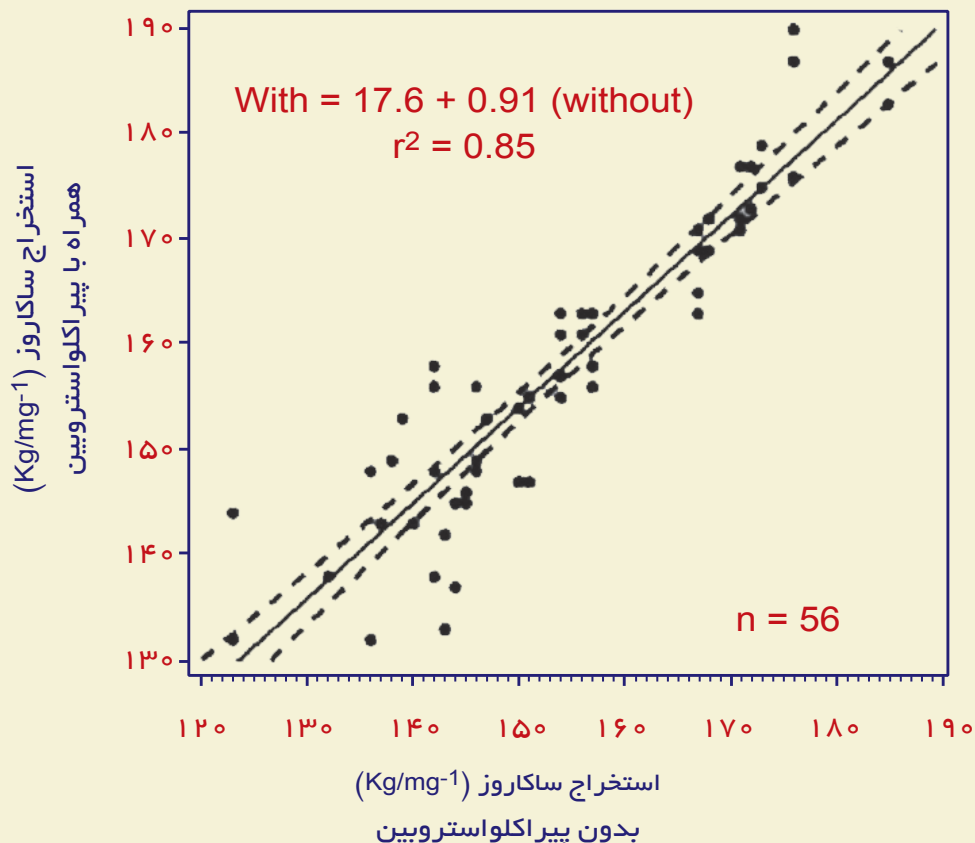
قبل از سیلو کردن (زمان برداشت)، تاریخ‌های برداشت، اثر متقابل سمپاشی * تاریخ برداشت، اختلاف بین غلظت رافینوز طوقه در ریشه‌های برداشت شده قبل از یخبندان و میانگین ریشه‌های برداشت شده بعد از یخبندان و اختلاف غلظت رافینوز در طوقه ریشه‌های سمپاشی شده و شاهد قبل از یخبندان معنی‌دار بود (جدول ۳). میانگین غلظت رافینوز طوقه در تاریخ‌های مختلف برداشت شده در سال ۲۰۰۸ به‌ترتیب از ۰/۱۱ گرم برای ریشه‌های قبل از یخبندان (۲۷ اکتبر ۲۰۰۸) تا ۰/۲۷ گرم برای ریشه‌های برداشت شده در ۲۹ اکتبر متغیر است. برای پنج برداشت از ۷ تاریخ برداشت، غلظت رافینوز در طوقه و در تیمار کرت‌های سمپاشی شده بیشتر از غلظت طوقه در کرت‌های سمپاشی نشده در زمان برداشت بود (چغندر قندهای تازه

غلظت قند انورت طوقه‌ها در زمان برداشت و قبل از یخبندان ۲/۵۴ گرم به‌ازای هر ۱۰۰ گرم ساکاروز بود درحالی‌که برای بعد از یخبندان ۰/۸۷ گرم در ۲۸ اکتبر و ۲/۵ گرم در ۲۹ اکتبر متغیر بود

جدول ۵: اثرات سمپاشی برگ‌گی با پیراکلواستروبین و تاریخ‌های برداشت بر روی غلظت رافینوز و قندهای انورت طوقه و بافت اصلی ریشه در زمان برداشت و ۹۰ روز بعد از برداشت در پراسپر داکوتای شمالی در سال ۲۰۰۷ و ۲۰۰۸

| تاریخ برداشت | | طوقه | | | | ریشه | | | |
|-----------------------------------|---------|-------------|---------|-------------------|------|-------------|------|-------------------|------|
| | | زمان برداشت | | ۹۰ روز بعد برداشت | | زمان برداشت | | ۹۰ روز بعد برداشت | |
| | | شاهد | پیرا(۱) | شاهد | پیرا | شاهد | پیرا | شاهد | پیرا |
| ۲۰۰۷ | | | | | | | | | |
| قند انورت، گرم در ۱۰۰ گرم ساکاروز | | | | | | | | | |
| اکتبر | ۲۵ | ۲/۵۱ (۱) | ۲/۵۸ | ۱/۴۷ | ۰/۷۹ | ۱/۶۷ | ۱/۴۱ | ۰/۶۸ | ۱/۳۲ |
| | ۲۸ | ۰/۹۰ | ۰/۸۳ | ۱/۱۲ | ۰/۷۷ | ۰/۸۷ | ۰/۵۹ | ۰/۹۸ | ۰/۸۸ |
| | ۲۹ | ۲/۶۰ | ۱/۷۰ | ۱/۳۱ | ۱/۳۴ | ۰/۹۹ | ۲/۰۹ | ۰/۷۸ | ۱/۷۰ |
| | ۳۰ | ۲/۱۱ | ۱/۲۳ | ۱/۴۴ | ۱/۴۷ | ۰/۹۴ | ۱/۸۹ | ۰/۶۱ | ۰/۷۹ |
| | ۳۱ | ۲/۴۰ | ۱/۸۰ | ۲/۰۰ | ۱/۷۹ | ۱/۸۰ | ۱/۰۸ | ۱/۳۵ | ۱/۱۷ |
| میانگین | | | | | | | | | |
| ۲۰۰۷ | | | | | | | | | |
| رافینوز، گرم در ۱۰۰ ساکاروز | | | | | | | | | |
| اکتبر | ۲۵ | ۰/۲۱ | ۰/۶۶ | ۱/۵۷ | ۱/۹۱ | ۰/۲۰ | ۰/۴۷ | ۰/۹۷ | ۱/۲۰ |
| | ۲۸ | ۰/۶۰ | ۰/۵۵ | ۱/۶۴ | ۰/۷۸ | ۰/۳۸ | ۳/۱ | ۱/۱۵ | ۰/۵۲ |
| | ۲۹ | ۰/۸۸ | ۰/۳۸ | ۲/۷۷ | ۰/۹۰ | ۰/۸۰ | ۰/۷۵ | ۱/۱۱ | ۰/۵۶ |
| | ۳۰ | ۱/۱۶ | ۱/۰۲ | ۱/۳۴ | ۱/۴۰ | ۰/۵۴ | ۰/۵۶ | ۰/۹۲ | ۰/۹۱ |
| | ۳۱ | ۰/۳۳ | ۱/۰۱ | ۰/۸۶ | ۱/۹۸ | ۰/۴۰ | ۰/۷۴ | ۰/۳۳ | ۱/۱۸ |
| میانگین | | | | | | | | | |
| ۲۰۰۸ | | | | | | | | | |
| قند انورت، گرم در ۱۰۰ گرم ساکاروز | | | | | | | | | |
| اکتبر | ۲۷ | ۱/۶۵ | ۰/۷۹ | ۱/۷۱ | ۳/۳۰ | ۰/۷۲ | ۰/۵۵ | ۳/۵۹ | ۲/۹۸ |
| | ۲۸ | ۰/۷۳ | ۱/۶۳ | ۲/۵۱ | ۱/۰۰ | ۰/۹۴ | ۰/۹۰ | ۲/۶۲ | ۱/۵۸ |
| | ۲۹ | ۱/۷۱ | ۱/۶۹ | ۳/۰۷ | ۳/۵۶ | ۲/۹۲ | ۲/۰۹ | ۲/۳۶ | ۲/۱۷ |
| | ۳۰ | ۰/۹۷ | ۲/۷۰ | ۱/۹۵ | ۲/۱۴ | ۱/۲۴ | ۱/۳۵ | ۳/۷۱ | ۳/۵۷ |
| | ۳۱ | ۱/۳۸ | ۲/۸۲ | ۱/۸۴ | ۳/۹۳ | ۲/۴۹ | ۰/۹۷ | ۲/۵۱ | ۳/۷۷ |
| نوامبر | ۱ | ۱/۳۰ | ۰/۹۸ | ۲/۶۸ | ۳/۶۲ | ۱/۸۲ | ۰/۷۸ | ۴/۶۳ | ۳/۲۰ |
| | ۲ | ۱/۳۸ | ۱/۱۹ | ۱/۷۰ | ۰/۹۶ | ۱/۵۴ | ۰/۴۴ | ۱/۶۲ | ۲/۰۱ |
| | میانگین | ۱/۳۰ | ۱/۶۹ | ۲/۲۱ | ۲/۶۴ | ۱/۶۷ | ۱/۰۱ | ۳/۰۱ | ۲/۷۵ |
| ۲۰۰۸ | | | | | | | | | |
| رافینوز، گرم در ۱۰۰ گرم ساکاروز | | | | | | | | | |
| اکتبر | ۲۷ | ۰/۱۷ | ۰/۰۵ | ۰/۰۷ | ۰/۱۲ | ۰/۳۴ | ۰/۱۹ | ۰/۰۴ | ۰/۱۴ |
| | ۲۸ | ۰/۱۴ | ۰/۳۴ | ۰/۰۶ | ۰/۰۵ | ۰/۱۰ | ۰/۱۸ | ۰/۰۷ | ۰/۰۸ |
| | ۲۹ | ۰/۳۶ | ۰/۱۷ | ۰/۱۴ | ۰/۰۲ | ۰/۰۵ | ۰/۰۶ | ۰/۱۴ | ۳/۰۳ |
| | ۳۰ | ۰/۲۰ | ۰/۱۸ | ۰/۰۶ | ۰/۱۴ | ۰/۲۵ | ۰/۱۸ | ۰/۱۱ | ۰/۱۱ |
| | ۳۱ | ۰/۲۶ | ۰/۲۲ | ۰/۱۰ | ۰/۰۹ | ۰/۲۱ | ۰/۲۰ | ۰/۰۶ | ۰/۱۴ |
| نوامبر | ۱ | ۰/۲۱ | ۰/۲۶ | ۰/۱۷ | ۰/۲۹ | ۰/۲۱ | ۰/۲۱ | ۰/۱۱ | ۰/۱۳ |
| | ۲ | ۰/۲۱ | ۰/۱۹ | ۰/۱۷ | ۰/۳۴ | ۰/۱۳ | ۰/۱۵ | ۰/۱۶ | ۰/۰۵ |
| | میانگین | ۰/۲۲ | ۰/۲۰ | ۰/۱۱ | ۰/۱۵ | ۰/۱۹ | ۰/۱۷ | ۰/۱۰ | ۰/۱۰ |

۱. میانگین سه تکرار، LSD برای مقایسه میانگین ارائه شده در جدول ۳ و برای آنهایی است که احتمال معنی‌دار بودن آزمون F کمتر و یا برابر ۱۰ درصد بوده است.



شکل ۲: همبستگی بین ساکاروز قابل استحصال نمونه‌هایی که با پیراکلوستروبین سمپاشی شده با قند قابل استحصال نمونه‌هایی که با پیروکلواستروبین سمپاشی نشده‌اند

بافت قسمت‌های اصلی ریشه از کرت‌های سمپاشی شده و برداشت شده قبل از یخبندان، ۰/۱۵ گرم رافینوز بیشتر از همین ریشه‌ها در کرت‌های سمپاشی نشده تولید کردند (چغندرهای تازه)

بین تغییرات جفت‌های مورد مقایسه در هر دو طرح آزمایشی مشاهده نشد. با وجود این، اختلافات معنی‌دار متعددی بین صفات وجود دارد که خیلی بیشتر از اتفاقی بودن آنها است. در ۱۶ آزمایش از ۳۲ آزمایش معنی‌دار شده زمان دار با (F-test) اختلافات در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بودند (جدول ۱). در بین این ۱۶ آزمایش، در هفت مقایسه جفتی از میان ۲۰ مقایسه انجام شده، تغییرات ناشی از تیمارها مشاهده شد که در نتیجه اثر تیمار اصلی و یا اثرات متقابل تیمار اصلی با کنترست خطی ترکیبی تیمارها بود. ۱۷ آزمایش از ۱۰۴ آزمایش معنی‌دار شده با آزمون (F-test) ناشی از تغییرات اثر تیمارها، در میان ۳۵ آزمایش معنی‌دار شده مربوط به تاریخ کاشت قرار داشت.

برپایه فراوانی نسبتاً کم تیمارهای معنی‌دار شده اثرات اصلی یا اثرات متقابل تیمار اصلی بر ساکاروز قابل استحصال و سایر گزارشات ارائه شده (خان و چارلسون ۲۰۰۹)، توصیه کارشناسان کشاورزی و مشاورین برای یک‌بار سمپاشی با پیراکلوستروبین حتی زمانی که مصرف قارچ‌کش برای کنترل بیماری مورد نیاز نباشد، قابل درک می‌باشد. هرچند که براساس مطالعات نزدیک بهم به‌نظر

برداشت شده (جدول ۵). گرچه اختلاف بین این دو تیمار تنها برای دو تاریخ برداشت ۲۸ اکتبر و ۲۹ اکتبر معنی‌دار بود. طوقه‌های برداشت شده قبل از یخبندان ۰/۱۲ گرم رافینوز کمتر نسبت به میانگین طوقه‌های بعد از یخبندان تولید کرده بودند (چغندرهای تازه برداشت شده). طوقه‌های چغندرهای سمپاشی شده با پیراکلوستروبین و برداشت شده قبل از یخبندان ۰/۱۲ گرم رافینوز کمتر نسبت به ریشه‌های سمپاشی نشده و برداشت شده قبل از یخبندان تولید کرده بودند (چغندرهای تازه). قسمت‌های اصلی ریشه‌های برداشت شده قبل از یخبندان سال ۲۰۰۸، ۰/۱۱ گرم رافینوز بیشتر از میانگین نمونه‌های ریشه‌های اصلی بعد از یخبندان تولید کردند. بافت قسمت‌های اصلی ریشه از کرت‌های سمپاشی شده و برداشت شده قبل از یخبندان، ۰/۱۵ گرم رافینوز بیشتر از همین ریشه‌ها در کرت‌های سمپاشی نشده تولید کردند (چغندرهای تازه).

بحث و نتیجه‌گیری

به‌طور کلی تجزیه واریانس تنها بخش محدودی از تأثیر پیراکلوستروبین را نشان می‌دهد. به‌علاوه رابطه پایداری



به‌عنوان نتیجه گیری از آزمایش‌های انجام شده در این گزارش و سایر منابع مشاهده می‌شود که نقش مثبت مصرف پیراکلواستروبین در سلامت گیاه یا کم بوده و یا در شرایط آزمایش‌های استاندارد شده موجود آشکار نشده است

شده در اثر مصرف پیراکلواستروبین بوده است. ضریب همبستگی غلظت ساکاروز قابل استحصال ریشه ناشی از مصرف پیراکلواستروبین به‌عنوان شاخصی در مقابل ساکاروز قابل استحصال شاهد (شکل ۲)، نشان می‌دهد که با افزایش دامنه رشد ساکاروز قابل استحصال در شاهد، از دامنه رشد ساکاروز قابل استحصال با مصرف پیراکلواستروبین کاسته شده است (دامنه برابر ۰/۹۱). بر پایه معادلات رگرسیونی در شرایطی که بدون مصرف پیراکلواستروبین مقداری برابر و یا بیشتر از ۱۹۶ کیلوگرم در تن ساکاروز قابل استحصال تولید نماید، مصرف پیراکلواستروبین منفعتی ندارد. برعکس در شرایطی که تولید ساکاروز قابل استحصال بدون مصرف پیراکلواستروبین ۱۲۰ کیلوگرم در تن باشد مصرف این سم مقدار ۶/۸ کیلوگرم ساکاروز بیشتر در هر تن تولید می‌کند. متوسط غلظت ساکاروز قابل استحصال ناشی از مصرف پیراکلواستروبین، ۱۵۸/۱ کیلوگرم در مقابل ۱۵۴/۴ کیلوگرم شاهد است.

شرایط محیطی و تاریخ‌های برداشت در ارتباط با خسارت یخبندان، اغلب اختلاف کمتری ناشی از مصرف سم وجود داشته است. فاصله بین مصرف سم و شروع برداشت (برنامه‌ریزی شده برای قبل از یخبندان) در نمونه‌های محیطی، طولانی‌تر از آنچه در مزرعه اتفاق افتاد، بود. در عمل مصرف پیراکلواستروبین با توجه به پیش‌بینی برداشت زود هنگام، اوایل اکتبر بایستی دو هفته زودتر انجام می‌شد. فاصله طولانی‌تر بین مصرف پیراکلواستروبین و برداشت، ممکن است تأثیر پیراکلواستروبین را در مقایسه با برداشت زود هنگام کاهش دهد.

به‌عنوان نتیجه گیری از آزمایش‌های انجام شده در این گزارش و سایر منابع مشاهده می‌شود که نقش مثبت مصرف پیراکلواستروبین در سلامت گیاه یا کم بوده و یا در شرایط آزمایش‌های استاندارد شده موجود آشکار نشده است. معذالک با توجه به نتایج فراوان افزایش ساکاروز قابل استحصال ناشی از مصرف پیراکلواستروبین در مقابل شاهد نمی‌توان اثرات مثبت آن را نادیده گرفت و یا از ادامه مطالعات خودداری نمود. رابطه آشکاری بین غلظت ساکاروز قابل استحصال و سایر عناصر داخلی ریشه که ممکن است پایه اثرات فیزیولوژیکی برای تأثیر پیراکلواستروبین بر افزایش ساکاروز قابل استحصال باشد وجود نداشت. استفاده از اطلاعات پایه فیزیولوژیکی و سایر منابع برای انجام بررسی‌هایی در خصوص مصرف دیر هنگام پیراکلواستروبین و تأثیر آن بر افزایش محصول و یا کاهش خطر یخ‌زدگی مفید خواهد بود.

می‌رسد که در تعدادی از مقایسه‌های جفتی مقدار شکر قابل استحصال تیمارهای سمپاشی شده حتی به مقدار اندک از تیمار شاهد بیشتر است (جدول ۴). در ۲۳ مقایسه از ۳۲ مقایسه جفتی غلظت ساکاروز قابل استحصال در کرت‌های سمپاشی شده (سمپاشی زود یا دیر و برداشت قبل یا بعد از یخبندان)، بیش از کرت‌های شاهد بوده است (جدول ۲). در سال ۲۰۰۷ و در آزمایش‌های تاریخ برداشت، غلظت ساکاروز قابل استحصال در ۶ نوبت از ۱۰ نوبت نسبت به تیمار شاهد بیشتر بود. در سال ۲۰۰۸ در ۱۲ مقایسه از ۱۴ مقایسه تیمارهای سمپاشی شده ساکاروز قابل استحصال بیشتری تولید کردند (جدول ۴). در صورتی که مصرف پیراکلواستروبین تأثیری نداشته باشد بایستی در ۵۰ درصد موارد تیمار شاهد برتر و معنی‌دار باشد، این در حالی است که در ۴۲ جفت از ۵۶ جفت مقایسه شده، (۷۵ درصد) مصرف پیراکلواستروبین تأثیر بیشتر و معنی‌دار داشته است. (شکل ۲)

در آزمون‌های جفتی با روش (T-test)، در تمامی ۵۶ جفت مقایسه شده (جدول ۲ و ۴)، مشاهده می‌شود که تیمارهای سمپاشی شده ۳/۷ کیلوگرم در تن ساکاروز بیشتر نسبت به شاهد تولید کرده‌اند. در بین ۲۰ مقایسه انجام شده ریشه‌هایی که قبل از یخبندان برداشت شده‌اند مشاهده می‌شود که مقدار افزایش ناشی از مصرف پیراکلواستروبین ۲/۱ کیلوگرم در تن بوده است. افزایش ۴/۶ کیلوگرم در تن بررسی شده در ۳۶ جفت نمونه‌های برداشت شده قبل و بعد از یخبندان نشان از افزایش محصول ریشه برداشت