DOI: http://dx.doi.org/10.22092/jsb.2013.1298

معرفی روش مناسب عیارسنجی چغندرقند تولید شده تحت شرایط خشکی، شوری و نرمال

Introduction of appropriate method for determination of sugar content in sugar beet produced under drought, salinity and normal conditions

بابک بابائی[1]*، محمد عبداللهیان نوقابی[2]، محمدرضا جهاداکبر[3] و ولی اله یوسف آبادی[1]

تاریخ دریافت: ۹۰/۷/۳۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۹/۲۵

ب. بابائی، م. عبداللهیان نوقابی، م.ر. جهاداکبر و و.ا. یوسف آبادی. ۱۳۹۲. معرفی روش مناسب عیارسنجی چغندرقند تولید شده تحت شرایط خشکی، شوری و نرمال. **مجله چغندرقند ۳۹(۱): ۱۱۱- ۹۹**

چکیده

در روش پلاریمتری تعیین عیار عصاره حاصل از ۲۶ گرم خمیر چغندرقند نرمال ۲۳ میلی‌لیتر منظور می‌شود تا با ۱۷۷ میلی‌لیتر محلول شفاف کننده حجم کل معادل ۲۰۰ میلی‌لیتر شود. افزایش ماده خشک و تفاله چغندرقند تحت هر نوع تنش و پلاسیدگی می‌تواند موجب کاهش حجم عصاره حاصل از ۲۶ گرم چغندرقند از ۲۳ میلی‌لیتر گردد. این تحقیق با هدف تعیین عیار چغندرقند تولیدی تحت شرایط تنش خشکی، شوری و ریشه‌های پلاسیده در مزرعه پس‌از برداشت انجام شد. ریشه‌های مورد آزمون تحت شرایط نرمال، خشکی، نیمه‌شور و شور در دو منطقه کرج و اصفهان در سال ۱۳۸۹ تولید گردیدند. پس‌از برداشت ریشه‌ها در معرض پلاسیدگی قرار گرفته و هر کدام به‌طور مستقل در قالب آزمایش فاکتوریل (۳×۳) بر پایه طرح کاملاً تصادفی با ۱۲ تکرار مورد آزمون قرار گرفتند. عامل پلاسیدگی ریشه (A) در سه سطح شامل: a_1- ریشه تازه تولید شده در شرایط مطلوب با ۱±۷۶ درصد رطوبت وزنی، a_2- ریشه پلاسیده در حد ۱±۷۰ درصد رطوبت وزنی و a_3- ریشه کاملاً پلاسیده با ۱±۶۵ درصد رطوبت وزنی بودند و فاکتور (B) روش عصاره‌گیری در سه سطح شامل: b_1- روش عصاره‌گیری هضم سرد، b_2- روش فرانسوی براساس حجم عصاره و b_3- روش هضم گرم بودند. صفات درصد قند، درصد ماده خشک، درصد تفاله (مارک)، بریکس و هدایت الکتریکی کلیه نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که پلاسیدگی ریشه موجب افزایش ماده خشک ریشه از ۲۴ به ۳۲ درصد و تفاله از ۴/۷ به ۷/۱ درصد گردید. نتایج روش عصاره‌گیری متداول با روش فرانسوی و روش هضم گرم برای ریشه‌های نرمال اختلاف معنی‌داری نداشت. ولی تفاوت در شرایط تنش متوسط شوری ($P<0.05$)، تنش خشکی و شوری ($P<0.01$) معنی‌دار بود. به‌طورکلی، بین دو روش عصاره‌گیری فرانسوی و هضم گرم در تمام شرایط اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. بین دو روش متداول و روش فرانسوی در محدوده ماده خشک ۲۴ تا ۲۷ درصد اختلاف معنی‌داری ($P<0.01$) به‌دست نیامد. لذا با توجه به نتایج به‌دست آمده از این تحقیق و سهولت اجرای روش هضم سرد توصیه می‌شود از روش هضم سرد برای ریشه‌های با ماده خشک تا ۲۷ درصد و از روش فرانسوی برای ریشه‌های با ماده خشک بالاتر از ۲۷ درصد استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: چغندرقند، تنش خشکی، تنش شوری، پلاسیده‌گی، عصاره‌گیری، عیارسنجی، هضم سرد، هضم گرم

۱- مربی مؤسسه تحقیقات چغندرقند- کرج * - نویسنده مسئول babak_babaee@yahoo.com
۲- دانشیار مؤسسه تحقیقات چغندرقند- کرج
۳- مربی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان- بخش تحقیقات چغندرقند

مقدمه

در تعیین عیار چغندرقند به روش پلاریمتری استخراج شکر از خمیر چغندرقند هضم نامیده می‌شود. در این خصوص انجام صحیح عمل رقیق‌سازی (اضافه کردن مخلوط شفاف‌کننده) و عصاره‌گیری (هضم) از اهمیت بالایی برخوردار است تا عصاره حاصل از هضم به آسانی صاف شود. از روش‌های متعددی برای هضم خمیر چغندرقند استفاده می‌شوند و هنوز در حال توسعه می‌باشند. ایکومسا روش‌هایی را (GS6-3,GS6-1) به این منظور ارائه کرده است (Kunz 2004).

انتخاب نمونه در خمیر چغندرقند برای تعیین میزان ساکارز براساس روش افزایشی ساکس صورت می‌گیرد (Sachs and Docte 1970) به این ترتیب که در این روش ۲۶ گرم از خمیر ریشه توزین کرده و در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد با ۱۷۷ سانتی‌مترمکعب استات سرب قلیایی رقیق مخلوط می‌کنند (انتخاب حجم ۱۷۷ سانتی‌مترمکعب بر این فرض است که ۲۶ گرم خمیر چغندر دارای حجم ۲۳ سانتی‌مترمکعب می‌باشد و طبق دستورالعمل ICUMSA ماده خشک ۲۶ گرم خمیر چغندرقند با ۷۷ درصد رطوبت معادل ۵/۹ گرم است (Kunz 2004). ضمن تعادل غلظت بین نمونه مورد آزمایش و مخلوط استات سرب قلیایی مخلوطی معادل با حجم ۲۰۰ سانتی‌مترمکعب به‌دست می‌آید (Sheikholaslami 1997).

صحت روش مذکور وابسته به حجم عصاره و مقدار مارک خمیر چغندرقند می‌باشد. نتایج تحقیقات انجام شده در این خصوص نشان می‌دهد حجم عصاره حاصل از ۲۶ گرم خمیر چغندرقند با توجه به درصد مارک آن بین ۲۰/۷–۲۳ میلی‌لیتر است (Van der Pol et al. 1998). بررسی وسیع نتایج تجزیه خمیر چغندرقند در اروپا نیز نشان می‌دهد که در بعضی موارد حجم عصاره بین ۲۰/۷–۲۱/۸ به‌دست آمده که عملاً ۲۳ میلی‌لیتر در نظر گرفته می‌شود. این نقصان زمانی تشدید می‌گردد که برای تمامی نمونه‌های خمیر حجم مساوی از مخلوط شفاف‌کننده اضافه گردد. نوسانات در حجم عصاره حاصل از خمیر را می‌توان متأثر از نوع رقم، نوع خاک و شرایط آب و هوایی منطقه چغندرکاری دانست (Van der Pol et al. 1998).

کاهش درصد رطوبت ریشه چغندرقند ممکن است در اثر تنش خشکی، کم آبیاری طی فصل رشد یا قرار گرفتن ریشه برداشت شده به مدت طولانی در معرض هوای آزاد (پلاسیدگی ریشه) باشد، کاهش درصد رطوبت ریشه می‌تواند موجب کاهش حجم عصاره و افزایش درصد مارک خمیر چغندرقند شود در این خصوص هریش مولر و کروشر (Hrichmuller and Krocher 1968) با انجام ۹۰ آزمایش حجم محلول سواستات را بر روی نمونه‌های خمیر چغندر از روش رقت ایزوتوپی تعیین نمودند در این تحقیق مجموعه آزمایش مقایسه‌ای

در اکتبر، نوامبر و ژانویه برای چغندرهای نگه‌داری شده در سردخانه در چهار درجه سانتی‌گراد و چغندرهای نگه‌داری شده در زیر نور خورشید انجام گرفت. نتایج برای چغندرهای نگه‌داری شده در نور خورشید از دست دادن آب و افزایش متوسط ماده خشک ۲۶/۹، ۳۱/۴ و ۳۱/۳ درصد توام با افزایش قند به ۲۰/۴، ۲۳/۴ و ۲۴ درصد و افزایش مارک به ۵/۲ ، ۵/۵ و۶/۳ درصد بود.

از سوی دیگر تحقیقات نشان می‌دهد، در شرایط کم آبیاری عملکرد ریشه چغندرقند کاهش یافته (Parvizi Almani et al. 1997) و درصد تفاله آن افزایش نشان می‌دهد (Mohammadian et al. 2011). در خصوص تنش شوری نیز تحقیقات نشان می‌دهد که افزایش شوری موجب افزایش درصد مواد جامد محلول ریشه و تغییر ترکیب شیمیایی ریشه نسبت به چغندرقند رشد کرده در شرایط بدون‌تنش است (Mawly and Zanouny 2004). جهاداکبر (Jahadakbar et al. 2005) تأثیر شرایط شوری آب آبیاری ۴، ۸ و ۱۲ dS/m بر کیفیت و کمیت چغندرقند را بررسی کرده و نشان داد که افزایش شوری موجب کاهش عملکرد ریشه بوده و با جلوگیری از رشد گیاه موجب کوچک ماندن اندازه تک بوته‌ها می‌شود.

در خصوص کاهش خطای اندازه‌گیری عصاره نمونه‌های خمیر چغندرقندی که همراه با ۱۷۷ میلی‌لیتر محلول شفاف‌کننده به حجم ۲۰۰ میلی‌لیتر نمی‌رسد مؤسسه تحقیقات صنایع قند فرانسه رابطه‌ای معرفی می‌کند که توسط آن می‌توان حجم مخلوط شفاف‌کننده را برای نمونه‌های ریشه با درصد مختلف رطوبت تصحیح نمود، در این روش حجم عصاره حاصل از خمیر چغندرقند (Vj) توسط رابطه (**۱**) محاسبه می‌شود (Van der Pol et al. 1998):

$$Vj= (SB*(100-MC))/(100*dB) \quad (۱)$$

در این رابطه Vj حجم عصاره حاصل از خمیر چغندرقند (۲۶ گرم) بر حسب میلی‌لیتر، SB وزن خمیر چغندرقند (۲۶ گرم) بر حسب گرم، MC وزن تفاله بر حسب گرم dB دانسیته عصاره حاصل از خمیر چغندرقند بر حسب گرم بر سانتی‌متر مکعب است. در این رابطه از تفاضل وزن تفاله از ۱۰۰ گرم، وزن مواد جامد محلول خمیر چغندرقند حاصل از ۱۰۰ گرم خمیر برحسب گرم به‌دست می‌آید که با تقسیم بر دانسیته عصاره به‌دست آمده به حجم بر حسب میلی‌لیتر تبدیل می‌گردد که با ضرب آن در ۰/۲۶ حجم عصاره حاصل از ۲۶ گرم خمیر به‌دست می‌آید.

هضم دو مرحله‌ای خمیر چغندرقند (هضم گرم) نیز یکی از روش‌های کاهش خطای مربوط به اندازه‌گیری در روش هضم سرد است. در این روش استخراج عصاره و اندازه‌گیری درصد قند در دو مرحله صورت می‌گیرد که درصد قند کل از مجموع دو اندازه‌گیری به‌دست می‌آید. این تکنیک خطاهای ناشی از حجم عصاره و حجم مارک

را کاهش می دهد (Parker 1970). در این تحقیق سعی شد تا با مقایسه روش‌های موجود بهترین روش عصاره‌گیری با توجه به صفات ماده خشک، مارک، دانسیته عصاره و حجم عصاره حاصل از ۲۶ گرم نمونه خمیر چغندرقند تولید شده تحت شرایط تنش خشکی، شوری و نرمال در مزرعه و هم‌چنین پلاسیدگی ریشه‌ها پس از برداشت مشخص شود. به‌علاوه درصد قند اندازه‌گیری شده طبق روش متداول با درصد قند اندازه‌گیری شده به روش‌های اصلاحی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق ریشه‌های ارسال شده به آزمایشگاه تکنولوژی قند با توجه به منشاء در پنج گروه تقسیم‌بندی شد:

۱- ریشه‌های شاهد منطقه کرج بدون محدودیت شوری و خشکی طی فصل رشد، ۲- ریشه‌هایی با اعمال تنش خشکی در منطقه کرج به صورت کم‌آبیاری در مزرعه به‌صورت مدار یک در میان پس از مرحله استقرار گیاهان، ۳- ریشه‌های شاهد بدون محدودیت شوری و خشکی طی فصل رشد از منطقه اصفهان، ۴- ریشه‌های تولید شده در منطقه اصفهان با کیفیت آب حدود هشت دسی‌زیمنس بر متر (شوری متوسط) و ۵- ریشه‌های تولید شده با کیفیت آب حدود ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر (شور) بودند. در نتیجه این تحقیق در قالب آزمایش فاکتوریل (۳×۳) بر پایه طرح کاملاً تصادفی با ۱۲ تکرار برای پنج نوع چغندرقند با کیفیت‌های مختلف در شرایط آزمایشگاه اجرا شد. فاکتور درصد پلاسیدگی ریشه چغندرقند (A) در سه سطح شامل:

a_1- ریشه تازه تولید شده در شرایط مطلوب با رطوبت ۱±۷۶ درصد، a_2- ریشه پلاسیده در حد ۱±۷۰ درصد رطوبت و a_3- ریشه کاملاً پلاسیده با ۱±۶۵ درصد رطوبت بودند (Vukov and Hangyal 1985). فاکتور روش عصاره‌گیری (B) نیز در سه سطح شامل: b_1- روش عصاره‌گیری متداول یا هضم سرد، b_2- روش فرانسوی بر اساس حجم عصاره و b_3- روش هضم گرم دو مرحله‌ای معروف به روش پارکر بودند.

رقم متحمل به شوری 7233-P29MSC2 در منطقه رودشت اصفهان و توده متحمل به خشکی BP کرج در منطقه کمال‌آباد با تراکم تقریبی ۱۰۰ هزار بوته در هکتار در اولین فرصت ممکن در بهار کشت شد. در هنگام برداشت از هر کرت ریشه‌های برداشت شده در سطح زمین پخش شد. سپس چارک اول و چارک چهارم ریشه‌ها براساس اندازه ریشه و به‌طور چشمی از میان توده جدا و حذف شد. در نهایت چارک دوم و سوم توده با اندازه متوسط به‌عنوان معیار متوسط کرت انتخاب شد (Akeson 1980). مجموعاً ۱۸۰ نمونه به آزمایشگاه تکنولوژی چغندرقند موسسه در کرج انتقال داده شد که در

منطقه کرج و اصفهان از کرت‌های آزمایشی برداشت شده بود. هر نمونه شامل ۳۰ الی ۴۰ عدد تک ریشه بود. از منطقه کرج ۳۶ نمونه در شرایط بدون‌تنش و ۳۶ نمونه در شرایط تنش خشکی و از منطقه اصفهان ۱۰۸ نمونه که ۳۶ نمونه آن در شرایط بدون تنش، ۳۶ نمونه در شرایط تنش شوری ملایم و ۳۶ نمونه در شرایط تنش‌شوری زیاد رشد کرده بودند. ۶۰ نمونه اول بلافاصله شستشو و تجزیه شدند ولی برای ۶۰ نمونه دوم و سوم وقتی وزن نمونه‌ها در هوای آزاد به ترتیب حدود ۷ و ۱۳ درصد کاهش وزن پیدا کردند نمونه‌های ریشه شستشو، خمیرگیری شدند. از هر نمونه ریشه حداقل ۳۰۰ گرم خمیر کاملاً یکنواخت و مخلوط به عنوان نماینده نمونه‌های ریشه چغندرقند تهیه شد و صفات ماده خشک، تفاله، بریکس، هدایت الکتریکی عصاره و دانسیته خمیر حاصله اندازه‌گیری شد و توسط رابطه (۱) حجم عصاره حاصل از ۲۶ گرم خمیر تعیین گردید (Van der Pol et al. 1998). سپس خمیر باقیمانده (۳۰۰ گرم) به‌طور مساوی به سه گروه تقسیم و هر کدام در یک سینی مخصوص نگه‌داری نمونه حاوی چهار خانه جا داده شد و هر سه سینی شماره یکسان همان تیمار را دریافت کرد. ۱۸۰ سینی طبق روش متداول (۲۶ گرم خمیر چغندرقند با ۱۷۷ میلی‌لیتر سواستات سرب) در آزمایشگاه تکنولوژی چغندرقند مؤسسه تحقیقات چغندرقند برای عصاره‌گیری اقدام گردید. ۱۸۰ سینی دوم به روش فرانسوی و ۱۸۰ سینی سوم به روش هضم گرم عصاره‌گیری شدند. و برای هر سه روش درصد قند اندازه‌گیری شد.

برای تمامی نمونه‌ها درصد قند به روش پلاریمتری، مقدار پتاسیم و سدیم به روش فلیم فتومتری و مقدار نیتروژن مضره به روش عدد آبی با استفاده از دستگاه بتالایزر اندازه‌گیری شد (Kunz 2004). ماده خشک با قرار دادن مقدار مشخصی از خمیر در آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن ثابت اندازه‌گیری شد (*R*iyahi and Sajadi 198*4*). اندازه‌گیری تفاله با شستشوی ۲۵ گرم خمیر چغندرقند طی سه مرحله و هر مرحله با ۴۰۰ میلی‌لیتر آب جوش انجام گرفت (Sheikholaslami 1997). اندازه‌گیری درصد مواد جامد محلول در عصاره، با قرار دادن عصاره حاصل از حدود ۲۰ گرم خمیر بر سنسور دستگاه رفرکتومتر در دمای آزمایشگاه انجام شد (Sheikholaslami 1997). برای اندازه‌گیری حجم عصاره‌ای که از ۲۶ گرم خمیر به‌دست می‌آید و اعمال روش فرانسوی از رابطه (۱) استفاده شد (Van der pol et al. 1998). اندازه‌گیری دانسیته عصاره توسط پیکنومتر انجام شد به این ترتیب که عصاره ۱۰۰ گرم خمیر چغندرقند که کاملاً مخلوط و یکنواخت شده بود توسط دستگاه پرس استخراج شد و توسط پیکنومتر در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد با رابطه $dB=m_j/v_j$ تعیین شد (Sheikholaslami 1997). در این رابطه m_j وزن عصاره خمیر چغندرقند بر حسب گرم و vj حجم پیکنومتر

است. برای اعمال روش هضم دو مرحله‌ای (روش پارکر) ابتدا ۲۶ گرم خمیر چغندرقند را توزین و با ۱۹۰ میلی‌لیتر آب با دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ دقیقه مخلوط شد و پس از سرد شدن مخلوط، شفاف‌سازی شده و به حجم ۲۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد و درصد قند آن اندازه‌گیری شد (P_1) در مرحله دوم باقی‌مانده خمیر مرحله اول مجدداً با ۱۸۰ میلی‌لیتر آب با دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد مخلوط، شفاف‌سازی و به حجم ۲۰۰ میلی‌لیتر رسانیده و درصد قند آن اندازه‌گیری شد (P_2). درصد قند کل از رابطه $P=P_1+P_2$ به‌دست آمد (Parker 1970). اندازه‌گیری هدایت الکتریکی عصاره با به حجم رساندن ۶/۵ میلی‌لیتر عصاره خمیر چغندرقند در ۵۰ میلی‌لیتر انجام شد (Vukov 1977).

نتایج و بحث

بررسی جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) برای ریشه‌های چغندرقند تولید شده با منشاءهای مختلف نشان داد که اثر روش عصاره‌گیری در اندازه‌گیری ساکارز ریشه‌های بدون تنش منطقه کرج و اصفهان معنی‌دار نیست. این در حالی است که اثر روش عصاره‌گیری در اندازه‌گیری ساکارز ریشه‌های تولید شده در شرایط نیمه‌شور اصفهان درسطح احتمال پنج درصد و برای ریشه‌های تولید شده تحت شرایط تنش خشکی و شوری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود.

بررسی اثر رطوبت ریشه چغندرقند برای تمامی ریشه‌های تولید شده تحت شرایط بدون‌تنش و با تنش (خشکی، شوری و نیمه شور) مناطق کرج و اصفهان نشان داد که اثر درصد رطوبت ریشه بر مقدار ساکارز اندازه‌گیری شده معنی‌دار است (جدول ۱).

اثر متقابل رطوبت ریشه در روش عصاره‌گیری در اندازه‌گیری ساکارز برای هیچ یک از ریشه‌های چغندرقند تولید شده تحت شرایط بدون تنش، خشکی، نیمه‌شور و شور معنی‌دار نبود (جدول ۱).

جدول ۱ نتایج تجزیه واریانس روش عصاره‌گیری و رطوبت ریشه بر میزان ساکارز اندازه‌گیری شده در پنج گروه چغندرقند

منابع تغییرات	درجه آزادی df	میانگین مربعات ساکارز اندازه‌گیری شده				
		ساکارز ریشه‌های چغندرقند بدون تنش کرج	ساکارز ریشه‌های چغندرقند بدون تنش اصفهان	ساکارز ریشه‌های چغندرقند تنش خشکی کرج	ساکارز ریشه‌های چغندرقندبا تنش شوری متوسط اصفهان	ساکارز ریشه‌های چغندرقند با تنش شوری زیاد اصفهان
روش عصاره‌گیری	۲	۰/۳۹۶ ns	۰/۲۲۵ ns	۲/۵۲ **	۳/۶۳ *	۱۷/۹۳ **
رطوبت ریشه	۲	۱۴۴/۷ **	۱۲/۱ **	۱۸۷/۲ **	۷۵/۴ **	۲۹/۶۳ **
رطوبت ریشه × روش عصاره‌گیری	۴	۰/۱۱۲ ns	۰/۳۸۷ ns	۰/۹۶۵ ns	۰/۰۳۵ ns	۱/۰۸ ns
میانگین مربعات خطا	۹۹	۰/۸۷	۱/۷۳	۰/۴۹	۱/۱۱	۱/۴۰
درصد ضریب تغییرات (CV)		۴/۷۴	۶/۹۹	۴/۰۴	۶/۰۰	۶/۲۵

*، ** و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد و عدم معنی‌دار

بررسی میانگین‌های اثر سه روش عصاره‌گیری هضم سرد، روش اصلاح شده (فرانسوی) و روش هضم گرم نشان داد که درصد قند اندازه‌گیری به روش معمول (هضم سرد) برای ریشه‌های تولید شده تحت شرایط تنش خشکی منطقه کرج و ریشه‌های تولید شده تحت تنش نیمه‌شور و شور منطقه اصفهان به طور معنی‌داری از روش اصلاح شده فرانسوی و روش هضم گرم بیشتر است. بین دو روش عصاره‌گیری اصلاح شده و روش هضم گرم در مورد این ریشه‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

جدول ۲ گروه‌بندی میانگین روش‌های عصاره‌گیری از نظر میزان ساکارز اندازه‌گیری شده در پنج گروه از ریشه‌های چغندرقند

تیمار	صفت				
روش عصاره گیری	ساکارز ریشه‌های چغندرقند بدون‌تنش کرج (درصد)	ساکارز ریشه‌های چغندرقند بدون‌تنش اصفهان (درصد)	ساکارز ریشه‌های چغندرقند تنش خشکی کرج (درصد)	ساکارز ریشه‌های چغندرقند با تنش شوری متوسط اصفهان (درصد)	ساکارز ریشه‌های چغندرقند با تنش‌شوری زیاد اصفهان (درصد)
روش معمول (هضم سرد)	۱۹/۷۹ a	۱۸/۹۳ a	۱۷/۶۹ a	۱۷/۹۵ a	۱۹/۲۳ a
روش اصلاح شده (فرانسوی)	۱۹/۶۹ a	۱۸/۸۱ a	۱۷/۳۰ b	۱۷/۴۵ b	۱۸/۰۳ b
روش هضم گرم	۱۹/۵۸ a	۱۸/۷۷ a	۱۷/۲۰ b	۱۷/۳۶ b	۱۷/۹۸ b

میانگین‌های دارای حروف یکسان در هر ستون از لحاظ آماری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

بررسی اثر رطوبت ریشه چغندرقند برای ریشه‌های تولید شده در شرایط بدون‌تنش در کرج نشان داد که با کاهش درصد رطوبت ریشه از۷۵/۵ به ۷۲/۸ و ۷۰ درصد، مقدار صفات ساکارز، ماده خشک ریشه، بریکس عصاره، تفاله و هدایت الکتریکی عصاره به طور معنی‌داری افزایش و حجم عصاره حاصل از ۲۶ گرم خمیر با ۱۷۷ میلی‌لیتر محلول شفاف‌کننده به طور معنی‌دار کاهش یافت (جدول ۳).

جدول ۳ گروه‌بندی میانگین تیمارهای رطوبت ریشه از نظر برخی صفات کیفی چغندرقند در آزمایش بدون تنش کرج

تیمار	صفات					
رطوبت ریشه چغندرقند (درصد)	ساکارز (درصد)	ماده خشک (درصد)	بریکس (درصد)	تفاله (مارک) (درصد)	هدایت الکتریکی عصاره (میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر)	حجم عصاره ۲۶ گرم خمیر با ۱۷۷ میلی‌لیتر محلول شفاف کننده (میلی‌لیتر)
۷۲/۵	۱۷/۵۰ c	۲۴/۵۰ c	۱۹/۱۰ c	۴/۸ c	۰/۸۵ c	۲۰۰/۰ a
۷۲/۸	۲۰/۱۵ b	۲۷/۲ b	۲۲/۸۰ b	۵/۳ b	۰/۹۰ b	۱۹۹/۴ b
۷۰	۲۱/۴۳ a	۳۰/۰ a	۲۴/۹۰ a	۵/۹ a	۰/۹۸ a	۱۹۹/۱ c

میانگین‌های دارای حروف یکسان در هر ستون از لحاظ آماری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

اثر رطوبت ریشه چغندرقند در شرایط بـدون‌تـنش در منطقه اصفهان به‌دلیـل شـرایط اقلیمـی محـل اجـرای طرح و همچنین فاصله زمانی ایجاد شده از زمان برداشـت و انتقال ریشه‌ها به کرج درصد رطوبت ریشه‌هـا در شـروع آزمایش معادل ۷۲/۷ درصد که نسبت به ریشه‌های تولیـد شده در شرایط نرمال کرج در شروع آزمـایش حـدود سـه درصد کمتـر بـود (جـدول ۳ و ۴). نگـه‌داری ریشـه‌هـای اصفهان در شرایطی که میانگین دما ۵ درجه سـانتی‌گـراد بود موجب کاهش اندک درصد رطوبت از ۷۲/۷ بـه ۷۲/۵ درصد در نهایت ۷۲ درصد صورت گرفـت (جـدول ۴). در حالی‌که نگه‌داری ریشه‌های کرج در همین شـرایط باعـث کاهش درصد رطوبت از ۷۵/۵ درصد در شروع آزمـایش و در نهایت به ۷۰ درصد تقلیل یافت (جدول ۳).

جدول ٤ گروه‌بندی میانگین تیمارهای رطوبت ریشه از نظر برخی صفات کیفی چغندرقند در آزمایش بدون‌تنش اصفهان

تیمار	صفات					
رطوبت ریشه چغندرقند (درصد)	ساکارز (درصد)	ماده خشک (درصد)	بریکس (درصد)	تفاله(مارک) (درصد)	هدایت الکتریکی عصاره (میلی زیمنس بر سانتی‌متر)	حجم عصاره ۲۶ گرم خمیر با ۱۷۷ میلی لیتر محلول شفاف کننده (میلی لیتر)
۷۲/۷	۱۹/۵۰ a	۲۷/۳ a	۲۲/۸ b	۴/۷ c	۱/۳ c	۱۹۹/۶ a
۷۲/۵	۱۸/۵۰ b	۲۷/۴ b	۲۲/۵ b	۵/۴ b	۲/۲ b	۱۹۹/۳ b
۷۲/۰	۱۸/۵۱ b	۲۸/۰ b	۲۳/۵ a	۵/۷ a	۲/۴ a	۱۹۹/۳ b

میانگین‌های دارای حروف یکسان در هر ستون از لحاظ آماری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

بررسی اثر رطوبت ریشه بر برخـی صـفات کیفـی چغندرقند برای ریشه‌هـای تولیـد شـده در شـرایط تـنش خشکی در کرج نشان داد که بـا کـاهش درصـد رطوبـت ریشـه از۷۵/۵ بـه ۷۳/۵ درصـد مقـدار سـاکارز بـه طـور معنی‌داری افزایش می‌یابد ولی ایـن افـزایش درصـد قنـد برای کاهش رطوبت ریشه از ۷۳/۵ به ۷۲ درصد معنـی‌دار نبود. صفات ماده خشک ریشه، تفاله، بـریکس، و هـدایت الکتریکی عصاره با کاهش درصد رطوبت ریشه از۷۵/۵ به ۷۳/۵ و ۷۲ درصد بـه طـور معنـی‌داری افـزایش و حجـم عصاره حاصل از ۲۶ گرم خمیر با ۱۷۷ میلی‌لیتـر محلـول شفاف‌کننده به طور معنی‌دار کاهش یافت (جدول ۵).

جدول ۵ گروه‌بندی میانگین تیمارهای رطوبت ریشه از نظر برخی صفات کیفی چغندرقند در آزمایش تنش خشکی کرج

تیمار	صفات					
رطوبت ریشه چغندرقند (درصد)	ساکارز (درصد)	ماده خشک (درصد)	بریکس (درصد)	تفاله (مارک) (درصد)	هدایت الکتریکی عصاره (میلی زیمنس بر سانتی‌متر)	حجم عصاره ۲۶ گرم خمیر با ۱۷۷ میلی‌لیتر محلول شفاف‌کننده (میلی‌لیتر)
۷۵/۵	۱۴/۷۶ b	۲۴/۵ c	۱۹/۵ c	۵/۱ c	۰/۹۹ c	۱۹۹/۹ a
۷۳/۵	۱۸/۶۰ a	۲۶/۵ b	۲۲/۵ b	۵/۴ b	۱/۰۲ b	۱۹۹/۵ b
۷۲/۰	۱۸/۸۳ a	۲۷/۸ a	۲۴/۰ a	۵/۷ a	۱/۰۷ a	۱۹۹/۳ c

میانگین‌های دارای حروف یکسان در هر ستون از لحاظ آماری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

اثر رطوبت ریشه بر برخی صفات کیفی چغندرقند برای ریشه‌های تولید شده در شرایط نیمه شور اصفهان نشان داد که با کاهش درصد رطوبت ریشه از۷۳ به ۷۱/۶ درصد مقدار ساکارز و تفاله به طور معنی‌داری افزایش یافت ولی برای بریکس عصاره اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. با کاهش رطوبت ریشه از ۷۱/۶ به ۷۰ درصد اختلاف معنی‌داری از نظر مقدار قند و تفاله مشاهده نشد. ولی این اختلاف برای بریکس معنی‌دار بود. ماده خشک ریشه و هدایت الکتریکی عصاره با کاهش درصد رطوبت ریشه از۷۳ به ۷۱/۶ و ۷۰ درصد به طور معنی‌داری افزایش و حجم عصاره حاصل از ۲۶ گرم خمیر با ۱۷۷ میلی‌لیتر محلول شفاف‌کننده به طور معنی‌دار کاهش یافت (جدول ۶).

جدول ٦ گروه‌بندی میانگین تیمارهای رطوبت ریشه از نظر برخی صفات کیفی چغندرقند در آزمایش تنش نیمه شور اصفهان

تیمار	صفات					
رطوبت ریشه چغندرقند (درصد)	ساکارز (درصد)	ماده خشک (درصد)	بریکس (درصد)	تفاله(مارک) (درصد)	هدایت الکتریکی عصاره (میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر)	حجم عصاره ۲۶ گرم با ۱۷۷ میلی‌لیتر محلول شفاف‌کننده (میلی‌لیتر)
۷۳/۰	۱۵/۹۳ b	۲۷/۰ c	۲۲/۷ b	۵/۶ b	۲/۲ c	۱۹۹/۴ a
۷۱/۶	۱۸/۱۸ a	۲۸/۴ b	۲۲/۵ b	۶/۱ a	۲/۸ b	۱۹۹/۲ b
۷۰/۰	۱۸/۶۳ a	۳۰/۰ a	۲۶/۲ a	۶/۲ a	۳/۰ a	۱۹۸/۹ c

میانگین‌های دارای حروف یکسان در هر ستون از لحاظ آماری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

اثر رطوبت ریشه بر برخی صفات کیفی چغندرقند برای ریشه‌های تولید شده در شرایط شور منطقه اصفهان در جدول ۷ مشاهده می‌شود که با کاهش درصد رطوبت ریشه از۷۱/۸ به ۷۰ درصد مقدار ساکارز به طور معنی‌داری افزایش یافت ولی مقدار تفاله افزایش معنی‌دار نشان نداد. کاهش درصد رطوبت ریشه از ۷۰ به ۶۸/۹ درصد موجب افزایش معنی‌دار ساکارز نشد ولی موجب گردید تا مقدار تفاله به طور معنی‌داری افزایش یابد. صفات ماده خشک، بریکس و هدایت الکتریکی عصاره با کاهش درصد رطوبت ریشه از۷۱/۸ به ۷۰ و ۶۸/۹ درصد به طور معنی‌داری افزایش و حجم عصاره حاصل از ۲۶ گرم خمیر با ۱۷۷ میلی‌لیتر محلول شفاف‌کننده به طور معنی‌دار کاهش نشان داد.

جدول ۷ گروه‌بندی میانگین رطوبت ریشه بر برخی صفات کیفی چغندرقند در آزمایش تنش شور اصفهان در تیمار رطوبت ریشه

تیمار	صفات					
رطوبت ریشه چغندرقند (درصد)	ساکارز (درصد)	ماده خشک (درصد)	بریکس (درصد)	تفاله(مارک) (درصد)	هدایت الکتریکی عصاره (میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر)	حجم عصاره ۲۶ گرم خمیر با ۱۷۷ میلی‌لیتر محلول شفاف‌کننده (میلی‌لیتر)
۷۱/۸	۱۷/۴۰ b	۲۸/۲ c	۲۲/۸ c	۶/۳ b	۲/۰ c	۱۹۹/۲ a
۷۰/۰	۱۸/۷۴ a	۳۰/۰ b	۲۴/۴ b	۶/۴ b	۲/۲ b	۱۹۹/۰ b
۶۸/۹	۱۹/۱۱ a	۳۱/۱ a	۲۶/۵ a	۷/۱ a	۲/۳ a	۱۹۸/۶ c

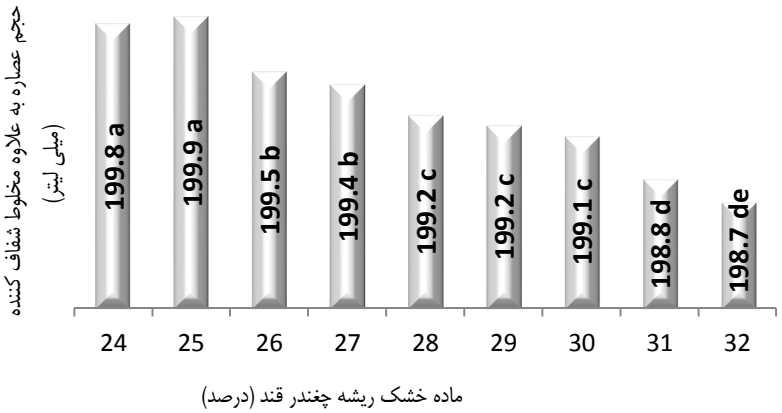
میانگین‌های دارای حروف یکسان در هر ستون از لحاظ آماری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

همانطوری که جدول ۲ مشاهده شد روش عصاره‌گیری هضم سرد نسبت به روش اصلاح شده فرانسوی و یا روش هضم گرم از نظر ساکارز ریشه‌های چغندرقند تولید شده در شرایط نرمال اختلافی نشان نداد در حالی که این اختلاف‌ها برای ریشه‌های تولید شده در شرایط تنش نیمه‌شور در سطح احتمالی پنج درصد و برای شرایط تنش خشکی و شور در سطح احتمالی یک درصد معنی‌دار بود. اختلاف مشاهده شده احتمالاً می‌تواند در اثر افزایش ماده خشک و تفاله در ریشه‌های تحت تنش باشد. بین دو روش عصاره‌گیری اصلاح شده فرانسوی و روش هضم گرم اختلافی در هیچیک از گروه‌های چغندرقند مورد بررسی مشاهده نشد.

با توجه به جداول ۴ تا ۷ افزایش صفات ساکارز، تفاله، بریکس و هدایت الکتریکی با افزایش ماده خشک ریشه در ارتباط بود. به طوری که وقتی ماده خشک از ۲۴ به ۳۲ درصد افزایش یافت صفت تفاله (مارک) نیز از ۴/۷ به ۷/۱ درصدافزایش نشان داد هریش مولر و کروشر نیز

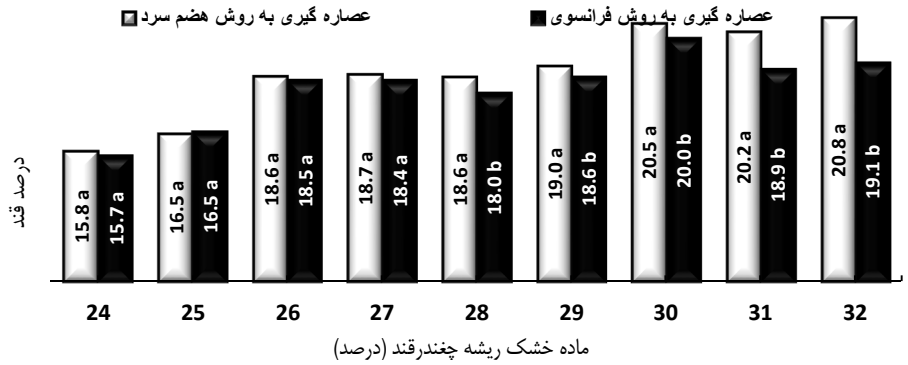
چنین نتیجه‌ای را گزارش کردند (Hrichmuller and Krocher 1968).

بررسی تغییرات حجم عصاره حاصل از ۲۶ گرم خمیر چغندرقند با ۱۷۷ میلی‌لیتر محلول شفاف‌کننده نشان داد که ریشه‌های با ماده خشک ۲۴ و ۲۵ درصد از نظر حجم عصاره تولیدی اختلاف معنی‌داری ندارند. ولی با افزایش ماده خشک از ۲۵ به ۲۶ درصد برای حجم عصاره تولیدی اختلاف معنی‌دار مشاهده شد.



شکل ۱ تغییرات حجم عصاره حاصل از ۲۶ گرم خمیر با ۱۷۷ میلی‌لیتر محلول شفاف‌کننده در اثر تغییرات ماده خشک

بررسی دو روش عصاره‌گیری هضم سرد با روش اصلاح شده در اثر تغییرات ماده خشک نشان داد که با افزایش ماده خشک ریشه از ۲۴ تا ۲۷ درصد اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بین دو روش مشاهده نمی‌شود. در حالی که این اختلاف با افزایش ماده خشک از ۲۷ به ۲۸ درصد و بالاتر این اختلاف معنی‌دار شد.



شکل ۲ مقایسه درصد قند اندازه‌گیری به روش تصحیح شده فرانسوی با روش معمول هضم سرد

خروج آب از ریشه چغندرقند بعد از برداشت تا مرحله استحصال شکر از آن در کارخانه امری اجتناب‌ناپذیر است. با کاهش وزن ریشه و شروع پلاسیدگی درصد قند ریشه افزایش می‌یابد. این امر طبیعی است چون غلظت تابعی از حجم محلول است. در این تحقیق اثر پلاسیدگی بر اختلاف حجم عصاره از ۲۰۰ میلی‌لیتر مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که بین روش‌های مورد بررسی روش هضم گرم با روش اصلاح شده فرانسوی تفاوت معنی‌داری ندارد و پیشنهاد می‌گردد از روش فرانسوی با توجه به سهولت اجرا نسبت به روش هضم گرم استفاده شود. ولی هر دو روش مذکور با روش معمول هضم سرد برای ریشه‌های تحت تنش اختلاف معنی‌دار نشان دادند. دو روش هضم سرد با روش اصلاح شده فرانسوی برای ریشه‌هایی با درصد ماده خشک بین ۲۴ تا ۲۷ درصد بودند اختلاف نشان ندادند. لذا با توجه به نتایج به‌دست آمده از این تحقیق و سهولت اجرای روش هضم سرد توصیه می‌شود از این روش (هضم سرد) برای ریشه‌های با ماده خشک تا ۲۷ درصد و از روش فرانسوی برای ریشه‌های با ماده خشک بالاتر از ۲۷ درصد استفاده شود.

منابع مورد استفاده:

References:

AbdelMawly SE, Zanouny I. Response of sugar beet (beta vulgaris L.) to potassium application and irrigation with saline water. Ass. Univ. Bull. Environ. Res. 2004, Vol. 7 No. 1

Akeson WR. Methods for estimating sucrose loss in laboratory storage tests. Journal of American society of sugar beet technologists, 1980, Vol 21, No.1.

Hirschmuller H, Kroecher R. Sucrose Determination in Sugar Beets and Sugar Cane by Isotope Dilution. Zeit.f.d.Zukerind, 1968, 18 (9) 475-482, 587-592, 649-655.

Jahadakbar MR, Margovy A and Abrahimiyan HR. Effect of water salinity on Nitrogen and potassium efficiency in sugar beet cultivation. Research Report, Sugar beet seed institute, 2005; No: 1996. (In Persian)

Kunz M. Sugar analysis. Beet. The international commission for uniform methods of sugar analysis (ICUMSA), 2004, General Subject 6, 110-117.

Mohammadian R, Taleghani DF, Sadghzadh Hamayati S. Effect of different irrigation managements on quantity and quality of sugar beet. Journal of sugar beet, 2011, 26 (2) 139-156.

Parker WH. Double extraction polarization method. The international commission for uniform methods of sugar analysis (ICUMSA). 1970, 17-20.

Parvizi Almani M, Abd-Mishani C, Yazdi Samadi B. Drought Resistance in sugar beet genotypes. Iranian Journal of Agricultural Science, 1997, 288 (3) 15-25.

Riyahi A, Sajadi A. Methods of analyses and applying from Frances sugar industries research institute. Iranian Syndicate of sugar industry, 1984, 415 papers. (In Persian)

Sachs and Le Docte A. 1970. Cold digestion (polarization) method. The international commission for uniform methods of sugar analysis (ICUMSA), 14-17.

Sheikholaslami R. Laboratory methods and quality control in food processing. Mersa Ltd, 1997; 342 papers. (in Persian)

Van der poel, Schiweck PW, Schwartz H. Sugar technology beet and cane sugar manufacture. Verlag Dr. Albert Bartens KG, Chapter. 1998, 2, 117-119.

Vukuv K. Physics and chemistry of sugar beet in sugar manufacture. Elsevier scientific publishing company. 1977, 527-531.