تغییرات میزان قند و کربوهیدرات ارقام مختلف سیب زمینی در طول دوره انبارمانی

علی خرمی فر [۱]، منصور راسخ [۲*]، حامد کرمی [۳]

۱- دانشجوی دکتری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

۲*- دانشیار، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

۳- دکتری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

*ایمیل نویسنده مسئول: m_rasekh@uma.ac.ir

تاریخ دریافت : ۱۴۰۰/۰۸/۰۹ تاریخ پذیرش : ۱۴۰۰/۱۰/۲۲

چکیده

در پاسخگویی به یکی از بزرگ ترین چالش های قرن حاضر یعنی برآورد نیاز غذایی جمعیت در حال رشد، تکنولوژی های پیشرفته‌ای در کشاورزی کاربرد پیدا کرده است. سیب زمینی، یکی از مواد غذایی اصلی در رژیم غذایی مردم جهان است. لذا مطالعه روی جنبه‌های مختلف آن، از اهمیت زیادی برخوردار است. به دلیل تعدد زیاد واریته های این محصول و برخی مواقع عدم آشنایی احدهای فرآوری با ارقام آن و نیز وقت گیر بودن و عدم دقت زیاد در شناسایی ارقام مختلف سیب زمینی توسط کارشناسان و زارعین، و اهمیت شناسایی ارقام سیب زمینی و نیز سایر محصولات کشاورزی در هر مرحله از پروسه‌ی صنایع غذایی، نیاز به روش هایی برای انجام این کار با دقت و سرعت کافی، ضروری می باشد. این مطالعه با هدف استفاده از خواص مکانیکی همراه با روش های کمومتریکس از جمله LDA و ANN به عنوان یک روش سریع و ارزان برای تشخیص ارقام مختلف سیب زمینی انجام شد. در پژوهش حاضر ، از دستگاه سنتام موجود در دانشگاه محقق اردبیلی جهت تعیین خواص مکانیکی استفاده شد. بر اساس نتایج به دست آمده برای تشخیص رقم با روش های مذکور دقت روشهای LDA و ANN بالای ۷۰ ٪ به دست آمد.

کلمات کلیدی

"سیب‌زمینی"، "قند"، "کربوهیدرات"، "انبارمانی"

۱- مقدمه

سیب‌زمینی با نام علمی Solanum tuberosum. L گیاهی است که به عنوان یک محصول مهم در همه کشورها کشت می‌شود و در رژیم غذایی بشر به عنوان یک منبع کربوهیدرات، پروتئین، و ویتامین-ها شناخته می‌شود (Navarre et al., 2009). این محصول بومی آمریکای جنوبی و اصل آن از کشور پرو می‌باشد. سیب‌زمینی پس از گندم، برنج و ذرت، چهارمین محصول در سبد غذایی مردم است که در ایران گاهی اوقات جای برنج را گرفته و در جایگاه دوم قرار می‌گیرد که نشان از اهمیت آن در تأمین نیازهای غذایی مردم دارد. بر اساس گزارش‌های سازمان خواروبار و کشاورزی ملل متحد، سطح زیر کشت سیب زمینی در ایران در سال ۲۰۱۹، بیش از ۱۶۴ هزار هکتار بوده و محصول برداشت شده از این سطح حدود ۵/۳۲ میلیون تن بود (FAO[۱], 2019). این محصول در صنایع غذایی به محصولات متنوعی از جمله سیب‌زمینی پخته، سیب‌زمینی سرخ شده، چیپس سیب‌زمینی ، نشاسته سیب‌زمینی، سیب‌زمینی سرخ شده خشک و غیره تبدیل می‌شود (Pedreschi, 2012). با توجه به افزایش انتظارات برای محصولات غذایی با استانداردهای کیفی و ایمنی بالا، تعیین دقیق، سریع و هدفمند ویژگی‌های محصولات غذایی ضروری است. در محصول سیب‌زمینی نیز ارزیابی کیفی پس از مرحله برداشت، جهت ارائه محصولی قابل اعتماد و یکنواخت به بازار ضروری به نظر می‌رسد، چرا که سیب‌زمینی همانند بسیاری دیگر از محصولات، دارای کیفیت و رسیدگی غیر یکنواخت در مرحله برداشت می‌باشد (Chen et al., 2005). در ضمن ایمن و مطلوب بودن ماده غذایی نقش مهمی در صنایع غذایی دارد و بطور مستقیم با سلامت مردم در ارتباط است. بعلاوه بخش عظیمی از سیب‌زمینی مورد استفاده در صنعت فرآوری، سیب‌زمینی انبار شده است، پس با توجه به اهمیت این ماده غذایی و تقاضای مردم در طول سال، فقط از راه انبارداری با شرایط بهینه و دراز مدت می‌توان نیاز متقاضیان را پاسخگو بود. سیب‌زمینی برای صنعت فرآوری باید برخی از الزامات مانند مقادیر قند کم، ماده خشک و وزن مخصوص بالا، آنتی اکسیدان‌های بالا، رنگ پوست روشن و بدون جوانه‌زنی را داشته باشد (Connor et al., 2001). سیب‌زمینی انبار شده امکان دارد در حین انبارمانی دچار شیرین شدن، پوسیدگی، از دست دادن آب و رشد جوانه گردد. شرایط انبارمانی پس از برداشت می‌تواند عامل تغییرات در ترکیبات شیمیایی و کیفیت محصول باشد (Spychalla and Sharon,1990). بنابراین مدیریت غده‌های سیب‌زمینی در تمام مراحل تولید و انبارمانی اهمیت زیادی دارد. تغییرات سیب‌زمینی در انبار به رقم، شرایط انبار (دما، رطوبت نسبی، تهویه و نور) بستگی دارد. هرچند انبارمانی سیب‌زمینی برای مصارف خانگی و صنعتی بسیار ضروری است اما بخاطر تغییرات شیمیایی و فیزیکی آن در انبار باید گفت که ویژگی‌های سیب‌زمینی با کیفیت بالا در مبادله‌های تجاری این محصول شامل بیش از ۷۰ تا ۸۰ درصد غده‌های با رنگ روشن، یکنواخت، سفت، نداشتن کبودی، پوسته نشده، نداشتن ترک، بدون آسیب‌های ناشی از حشرات، پوسیدگی و سبز شدن می‌باشد (ElMasry et al., 2012). شرایط انبارمانی پس از برداشت می‌تواند باعث بوجود آمدن تغییرات بسیاری در ترکیب شیمیایی غده سیب‌زمینی و در نتیجه تغییر ویژگی‌های کیفی محصول نهایی شود (Spychalla and Desborough, 1990; McCay et al., 1987). قند و نشاسته از اجزای اصلی هستند که با سوخت و ساز پس از برداشت در غده سیب‌زمینی تحت تاثیر قرار می‌گیرند و ممکن است در نهایت خواص بافت، حسی و پخت آن‌ها را تحت تاثیر قرار دهند. کیفیت سیب‌زمینی و به تبع آن کیفیت محصولات فرآوری شده ، بطور قابل ملاحظه‌ای به رقم و شرایط زیست محیطی، هم در طول فصل رشد و هم در دوره انبارمانی بستگی

1. http://www.fao.org

دارد (Mazza et al., 1983). مزا (Mazaa, 1983) با آنالیز رابطه رنگ چیپس، مواد جامد خشک، ساکاروز، قند احیاء، اسید اسکوربیک، پروتئین و داده‌های دمای نگه‌داری نشان داد که مواد خشک جامد، قند احیاء و ساکاروز در تعیین رنگ چیپس سیب‌زمینی-های تازه برداشت شده و قند احیاء، دمای غده‌ها و میزان ساکاروز در تعیین رنگ چیپس غده‌های انبار شده بسیار مهم می‌باشند و اهمیت نسبی هر کدام از این پارامترها با رقم و سن غده‌های سیب‌زمینی دچار تغییر می‌شود. نرخ تجمع قند بطور گسترده به رقم و درجه حرارت انبارمانی بستگی دارد و به سرعت در هوای سرد اتفاق می‌افتد. در غده‌های سیب‌زمینی در طی دوره انبارداری، نشاسته به تدریج هیدرولیز شده و به قند (گلوکز) تبدیل می‌گردد. در غده‌های نارس و سیب‌زمینی‌هایی که به مدت زیاد در دمای پایین انبار می‌شوند، مقادیر بیشتری از گلوکز وجود دارد (Fuller, 1984) این ویژگی یک خصوصیت ضد کیفی برای محصول سیب‌زمینی در صنعت به حساب می‌آید، چرا که ازدیاد قندهای احیاءکننده موجب قهوه‌ای و تلخ شدن چیپس تولید شده می‌گردد. انبارمانی سیب‌زمینی به مدت بیشتر از ۷ ماه می‌تواند سبب "شیرینی سالخورده یا پیر"[1] و ذخیره‌سازی در دمای کمتر از ۱۰ درجه سلسیوس می‌تواند موجب "شیرینی ناشی از سرما (سرد)"[2] گردد (Sowokinos, 1990). اگرچه ذخیره‌سازی سیب‌زمینی در دمای پایین می‌تواند نتایج سودمندی همچون کاهش میزان تنفس، کاهش پیری فیزیولوژیکی، مهار جوانه‌زنی، کاهش اتلاف آب تبخیری و کاهش پاتوژن‌های میکروبی را داشته باشد (Burton, 1989). اما قندها زمانی جمع می‌شوند که تعادل بین تخریب و تجزیه نشاسته برقرار نبوده و تنفس کربوهیدرات وجود دارد. بنابراین سیب زمینی‌هایی که در دمای پایین‌تر نگه‌داری می‌شوند، دارای قند زیادی می‌باشند. ساماتوس و شویمر (Samatous and schwimmer, 1963) گزارش کردند زمانی که سیب‌زمینی در دمای صفر درجه سلسیوس نگه‌داری شود یک توقف کامل در تجمع قند بوجود خواهد آمد.

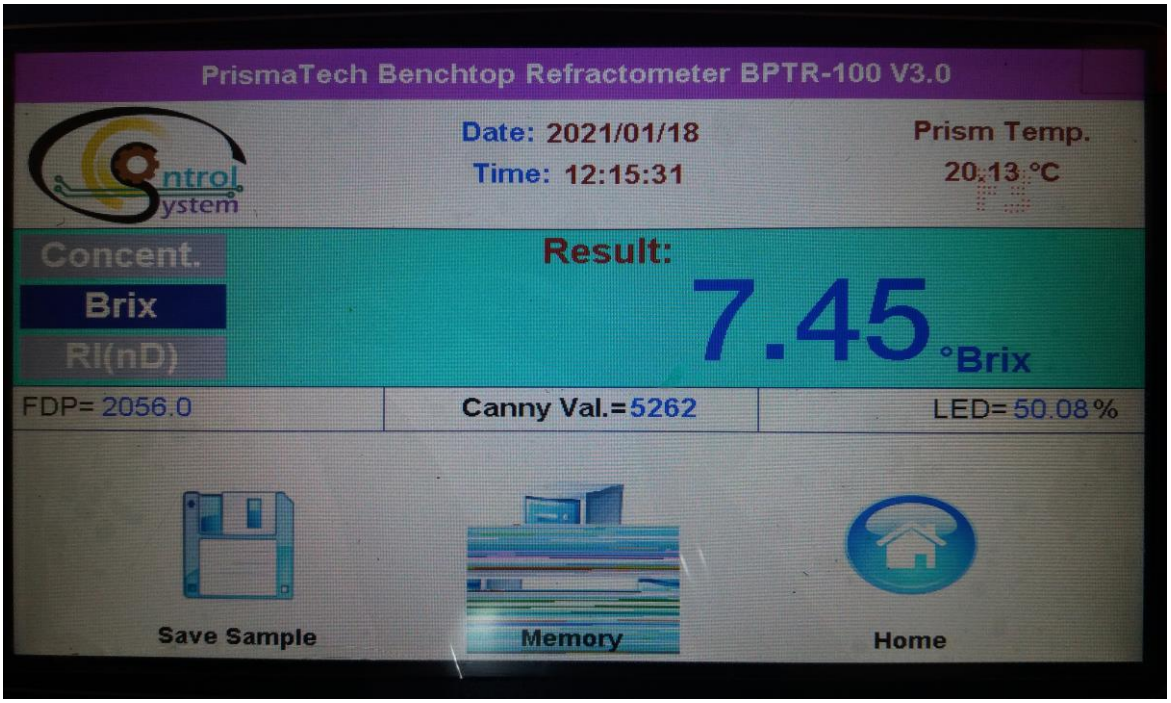
۲- روش انجام تحقیق

- **تهیه نمونه**

ابتدا سیب زمینی ها در ۵ رقم مختلف (آگریا، اسپریت، سانته، مارفونا و جلی) از مرکز تحقیقات کشاورزی اردبیل تهیه و در دمای ۴-۱۰ درجه سانتیگراد نگهداری شدند. داده برداری شامل اندازه‌گیری میزان قند و کربوهیدرات در طول دوره انبارمانی بود.

- **تعیین میزان قند**

میزان قند هر نمونه در سه تکرار و با استفاده از دستگاه رفرکتومتر مایعات مدل BPTR100 (شرکت کنترل سیستم خاورمیانه با نام تجاری Prisma Tech ساخت کشور ایران) موجود در دانشگاه محقق اردبیلی اندازه گیری شد. برای این امر، ابتدا مقداری از آب نمونه ها گرفته شده و پس از ریختن در میکروتیوپ داخل سانتریفیوژ یخچالدار (دور بالا) مدل LISA France قرار داده شد و بعد از چرخش با سرعت ۱۸۰۰ دور بر دقیقه به مدت ۲ دقیقه، ناخالصی های آن ته نشین شده و مایع خالص (آب سیب زمینی خالص) را جدا نمودیم. مایع مذکور پس از رسیدن به دمای محیط روی دستگاه رفرکتومتر قرار داده شد و میزان قند آن بر حسب بریکس (Brix) قرائت گردید.



شکل ۱- نمایی از صفحه رفرکتومتر برای تعیین میزان قند

1 . Old sweet potato
2 . Cold sweet potato

شکل ۲- سانتریفیوژ دور بالا جهت جداسازی مایع خالص سیب‌زمینی

- **تعیین میزان کربوهیدرات**

میزان کربوهیدرات نمونه ها با استفاده از تجهیزات موجود در آزمایشگاه مرکزی دانشگاه محقق اردبیلی استخراج شد. این عمل با روش اسـچیگل صـورت پذیرفت به این صورت که در هر نمونه، کربوهیدرات با استفاده از اتانول ۹۵٪ و بر اساس روش اسید سولفوریک اسـتخراج شـد. میزان نور جـذبی هر نمونه از دستگاه نانواسپکتروفتومتر (Nano drop) با حجم ۱۰۰۰ میکرولیتر با استفاده از کووت (ساخت شرکت Termo scientific از کشور USA) قرائـت و میـزان کربوهیـدرات استخراجی بـر اسـاس میکروگـرم در میلی لیتـر از منحنی استاندارد به دست آمد. از گلوکز برای تهیه منحنی استاندارد استفاده گردید. رقیق‌سازی پیاپی گلوکز تهیه و توسعه رنگ در ۴۹۰ نانومتر برای غلظت‌های مختلف گلوکز کنترل شده و از یک میلی‌لیتر آب مقطر به عنوان بلانک استفاده شد. برای محاسبه غلظت کل کربوهیدرات در نمونه ها از این منحنی استاندارد بهره برده شد. منحنی استاندارد دارای ضریب تعیین ۰,۹۹۵۵ بوده و رابطه آن بصورت زیر بود:

$$y = 0.0031x - 0.0211 \quad (۱)$$

که در آن:

Y = میزان کربوهیدرات (mg/mL)

X = عدد طول موج جذب (nm) می‌باشد.

برای هر نمونه داده‌برداری‌ها در سه تکرار انجام شد و مقدار طول مـوج جذب به دست آمد، سپس میزان کربوهیدرات با جاگذاری طول مـوج در رابطه (۱) محاسبه گردید.

شکل ۳- دستگاه نانواسپکتروفتومتر با حجم ۱۰۰۰ میکرولیتر با استفاده از کووت

۳- نتایج

• نتایج تجزیه واریانس تغییرات قند در دوره انبارمانی

نتایج تجزیه واریانس تاثیر رقم و دره انبارمانی بر میزان قند سیب‌زمینی در جدول ۱ نشان داده شده است. با توجه به جدول تجزیه واریانس، اثر متقابل رقم و دوره انبارمانی بر میزان قند سیب‌زمینی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود.

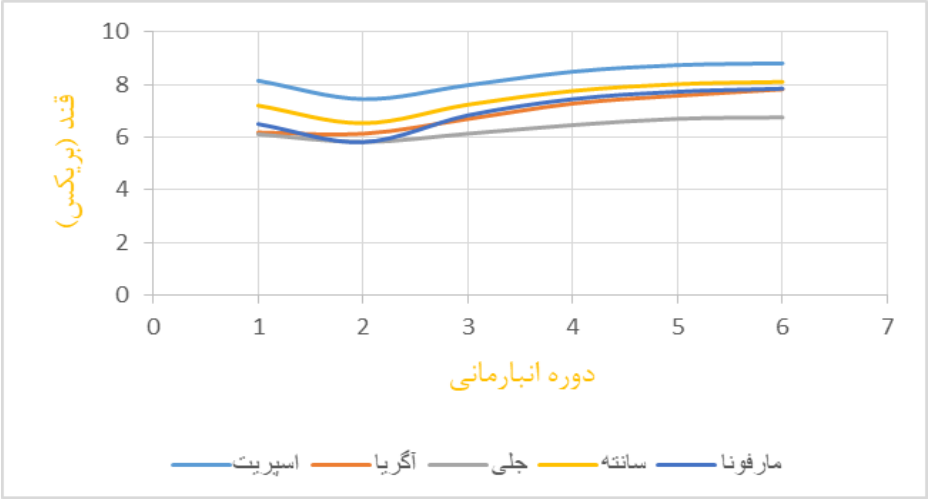
جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس مقدار قند در دوره انبارمانی

منابع	درجه آزادی	میانگین مربعات
رقم	۴	۹/۳۲۹**
دوره انبارمانی	۵	۵/۲۴۳**
رقم * دوره انبارمانی	۲۰	۰/۱۲۰**
خطا	۶۰	۰/۰۰۰
کل	۸۹	

** وجود اثر معنی‌داری در سطح ۱ درصد

CV = ٪۰/۱۵

میزان قند یا SSC نشان دهنده شیرینی میوه است و در هنگام رسیدن با هیدرولیز کربوهیدرات ذخیره یعنی نشاسته توسط فرآیندهای کاتابولیک مانند تنفس به قندهای ساده افزایش می‌یابد (Mahfoudhi and Hamdi, 2015). این فرآیند متابولیکی که اغلب توسط فعالیت آنزیم‌های فسفوریلاز و یا آمیلاز کنترل می‌شود، دارای دو اثر مهم شامل شیرین شدن و دیگری نرم شدن بافت میوه است (اثنی‌عشری و زکائی‌خسروشاهی، ۱۳۷۸). اگرچه از دست دادن رطوبت پس از برداشت نیز ممکن است به افزایش SSC ناشی از تغییر غلظت قندها در میوه کمک کند، تجزیه نشاسته اغلب تأثیر بیش‌تری بر تغییرات آن دارد (Andrade et al. 2017). تغییرات میزان قند ارقام سیب‌زمینی در طول دره انبارمانی را در شکل ۴ مشاهده می‌کنید. تفاوت میزان قند در ارقام مختلف به علت تفاوت در هیدرولیز نشاسته (اصلی‌ترین ترکیب غده‌های سیب‌زمینی) آن‌ها می‌باشد که در اثر تنفس محصول رخ می‌دهد، و به این صورت است که هرچقدر میزان نشاسته در یک رقم کمتر باشد، آن رقم دارای قند کمتری است و توجه به این نکته مهم است که ترکیبات شیمیایی به رقم سیب زمینی، خاک، آب و هوا و عوامل زراعی بستگی دارد. به طور کلی می‌توان گفت سیب-زمینی‌های حاوی قند بیشتر برای صنایع چیپس مطلوب هستند و سیب-زمینی‌های با قند متوسط مناسب سرخ کردن می‌باشند (Stark, J et al., 2020).



شکل ٤- تغییرات قند سیب‌زمینی در زمان انبارمانی

با توجه به شکل ۴ بیشترین میزان قند مربوط به رقم اسپریت بوده وکمترین مقدار آن هم مربوط به رقم جلی می‌باشد. در این بین میزان قند دو رقم آگریا و جلی در هنگام برداشت یکسان بود، همچنین پس از طی ۱ ماه از زمان برداشت سیب‌زمینی، مقدار قند دو رقم آگریا و مارفونا باهم برابر شده و این برابری تا پایان دوره انبارمانی ادامه داشت. علت تفاوت در میزان قند بین ارقام مختلف عمدتا مربوط به نوع خاک، کود و سم مورد استفاده می‌باشد (Mahfoudhi and Hamdi, 2015). (Gumul, D et al., 2011) مقدار قند را برای ۵ رقم مختلف سیب‌زمینی اندازه گرفتند و بیان کردند که هرچقدر میزان قند در ارقام مختلف سیب‌زمینی کمتر باشد، کیفیت محصول نیز کاهش می‌یابد زیرا در دمای بالا، قندها در واکنش میلارد شرکت کرده و باعث تشکیل مواد بالقوه می‌شوند که برای سلامتی انسان خطرناک است. با توجه به نمودار، مقدار قند موجود در هر ۵ رقم سیب‌زمینی در طول دوره انبارمانی ابتدا کاهش یافته و سپس با افزایش دوره انبارمانی، مقدار قند هم افزایش می‌یابد. این نتایج با نتایج تحقیقاتی که توسط Mahfoudhi and Hamdi (۲۰۱۵) و اثنی‌عشری و زکائی‌خسروشاهی (۱۳۸۷) انجام گرفت، مطابقت داشت.

- **نتایج تجزیه واریانس تغییرات کربوهیدرات در دوره انبارمانی**

جهت بدست آوردن میزان کربوهیدرات، عدد طول موج جذب در رابطه ۱ که از منحنی استاندارد به دست آمد، جایگذاری شد و میزان کربوهیدرات بر حسب میکروگرم در میلی‌لیتر بدست آمد. نتایج تجزیه واریانس تاثیر رقم و دره انبارمانی بر مقدار کربوهیدرات سیب‌زمینی در جدول ۲ مشاهده می‌شود. با توجه به جدول تجزیه واریانس، اثر متقابل رقم و دوره انبارمانی بر مقدار کربوهیدرات سیب‌زمینی نیز در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد.

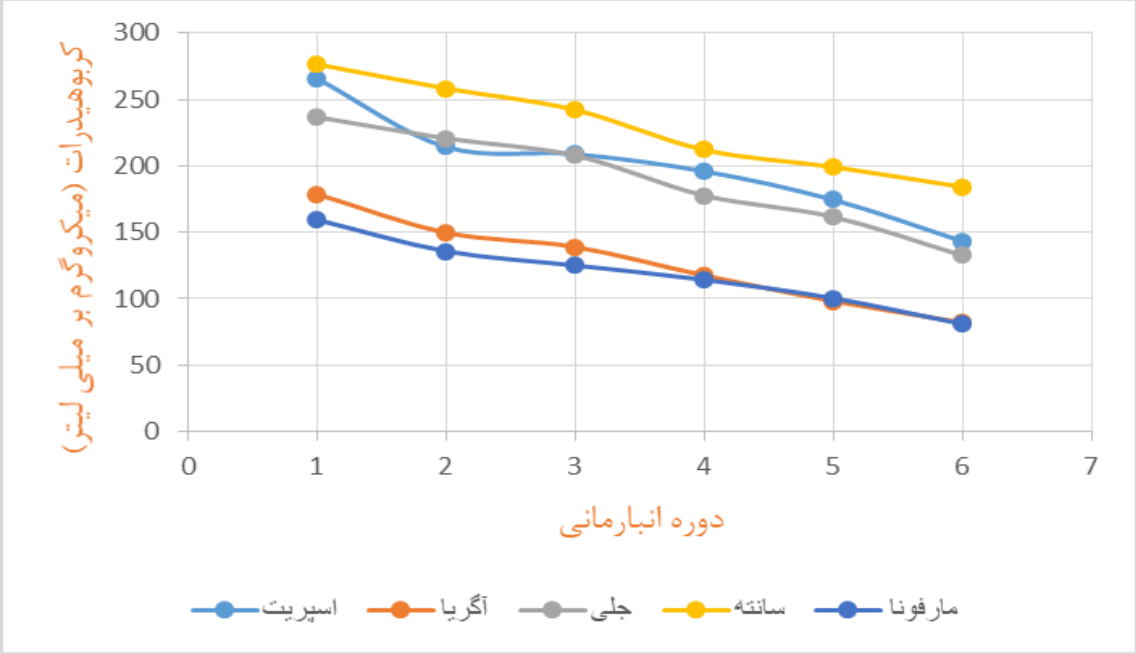
جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس مقدار کربوهیدرات در دوره انبارمانی

منابع	درجه آزادی	میانگین مربعات
رقم	۴	۴۰۹۱۶/۴۳۹**
دوره انبارمانی	۵	۱۸۹۸۲/۸۹۳**
رقم * دوره انبارمانی	۲۰	۱۶۹/۴۶۲**
خطا	۶۰	۶۴/۲۸۵
کل	۸۹	

** وجود اثر معنی‌داری در سطح ۱ درصد

CV = ٪٤/٦٣

تغییرات کربوهیدرات ارقام سیب‌زمینی در طول دره انبارمانی را در شکل ۵ ملاحظه می‌کنید. با توجه به شکل ۵ بیشترین میزان کربوهیدرات مربوط به رقم سانته و کمترین آن نیز مربوط به رقم مارفونا می‌باشد. همچنین در انتهای دوره انبارمانی دو رقم مارفونا و آگریا از میزان کربوهیدرات یکسانی برخوردار بودند.



شکل ۵- تغییرات کربوهیدرات سیب‌زمینی در زمان انبارمانی

همانطور که ملاحظه می‌کنید با گذشت زمان و افزایش دوره انبارمانی، میزان کربوهیدرات سیب‌زمینی کاهش یافته که با نتایج Tom ap Rees and Susan Morrell همخوانی دارد، آن‌ها علت کاهش کربوهیدرات را تبدیل آن به گلوکز و قند در طی دوره انبارمانی و به‌خاطر تنفس در انبار عنوان کردند (Tomap Rees and Susan Morrell, 1990). در بین این ارقام، میزان کربوهیدرات ارقام مارفونا و آگریا از افت بیشتری نسبت به سایر ارقام برخوردار بود. همچنین تغییرات کربوهیدرات در طی دوره انبارمانی در سه رقم سانته، آگریا و مارفونا تقریبا خطی بود.

٤- نتیجه‌گیری

با توجه به داده‌ها و نتایج حاصل از پژوهش مشاهده شد که میزان قند و کربوهیدرات در ارقام مختلف سیب زمینی باهم متفاوت که در این بین رقم آگریا درحالت کلی دارای میزان قند و کربوهیدرات کمتری در ابتدا و در طول دوره انبارمانی بود. همچنین با توجه به نمودارهای

حاصل مشاهده گردید که میزان قند در طول دوره انبارمانی افزایش می‌یابد که البته در ابتدای دوره انبارمانی مقداری کاهش داشت، و میزان کربوهیدرات نیز بطور کلی در طول دوره انبارمانی کاهش می‌یابد که این کاهش کربوهیدرات را می‌توان بصورت خطی در نظر گرفت که در این بین رقم اسپریت کاهش شدیدتری از لحاظ میزان کربوهیدرات نسبت به سایر ارقام داشت. توصیه می‌شود با توجه به نوع مصرف و میزان اهمیت خصوصیات کیفی جهت مصرف و فرآوری، رقم مناسبتری با توجه به شرایط و زمان انبارمانی انتخاب شود، البته خصوصیات فیزیکی نیز در این رابطه دخیل هستند که بایستی آن‌ها را هم مد نظر داشت.

منابع

- اثنی‌عشری، م. و م، زکائی‌خسروشاهی، ۱۳۸۷. فیزیولوژی و تکنولوژی پس از برداشت. انتشارات دانشگاه بوعلی‌سینا.
- Andrade, S. C., Baretto, T. A., Arcanjo, N. M., Madruga, M. S., Meireles, B., Cordeiro, Â. M.... and Magnani, M, 2017. Control of Rhizopus soft rot and quality responses in plums (Prunus domestica L.) coated with gum arabic, oregano and rosemary essential oils. Journal of Food Processing and Preservation, 41(6): e13251.
- Burton, W.G, 1989. Longman Scientific & Technical Book. New York, Wiley.
- Chen, J.Y., H. Zhang., Y. Miao and R. Matsunaga, 2005. NIR measurement of specific gravity of potato. Food Sci. Technol. Res, 11: 26–31.
- Connor, C.J., K.J. Fisk., B.J. Smith and L.D. Melton, 2001. Fat uptake in French fries as affected by different potato varieties and processing. J. Food Sci, 66 (6): 903-908.
- ElMasry, G., S. Cubero., E. Moltó and J. Blasco, 2012. In-line sorting of irregular potatoes by using automated computer-based machine vision system. Journal of Food Engineering, 112: 60–68.
- Fuller, T, 1984. Factors influencing the relationship between reducing sugar and fry colors of potato tubers of cv. Record. Journal of Food Technology, 19: 450-457.
- Gumul, D., Ziobro, R., Noga, M., & Sabat, R. (2011). Characterisation of five potato cultivars according to their nutritional and pro-health components. Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria, 10(1), 77-81.
- Ikanone, C. E. O.; Oyekan, P. O., Effect of Boiling and Frying on the Total Carbohydrate, Vitamin C and Mineral Contents of Irish (Solanun tuberosum) and Sweet (Ipomea batatas) Potato Tubers. Nigerian Food Journal 2014, 32, 33-39.
- Mazza, G, 1983. Correlations between quality parameters of potato during growth and long term storage, Am. Potato J. 60:145-159.
- Mazza, G., J. Hung and M.J. Dench, 1983. Processing/nutritional quality changes in potato tubers during growth and long term storage. Canadian Institute of Food Science and Technology Journal, 16: 39–44.
- Mazza, G., J. Hung and M.J. Dench, 1983.Processing/nutritional quality changes in potato tubers during growth and long term storage. Canadian Institute of Food Science and Technology Journal, 16(1):39-44.
- Mahfoudhi, N., and Hamdi, S, 2015. Use of Almond Gum and Gum Arabic as Novel Edible Coating to Delay Postharvest Ripening and to Maintain Sweet Cherry (Prunus avium) Quality during Storage. Journal of Food Processing and Preservation, 39(6): 1499-1508.
- Navarre, D.A., A. Goyer and R. Shakya, 2009. Nutritional value of potatoes: vitamin, phytonutrient, and mineral content. Advances in Potato Chemistry and Technology, 14: 395–424.
- Pedreschi, F. (2012). Frying of potatoes: Physical, chemical, and microstructural changes. Drying Technology, 30(7), 707-725.
- Rees, A. M. (Ed.). (2001).The complementary and alternative medicine information source book. ABC-CLIO.
- Samatous, B and S. Schwimmer, 1963. Changes in carbohydrate and phosphorus content of potato tuber during storage in nitrogen. J. Food Sci, 28:163-167.
- Sowokinos, J.R, 1990. Stress-induced alterations in carbohydrate metabolism, In: M. E. Vayda and W. D. Park (Eds.). The molecular and cellular biology of the potato. CAB Intl., Wallingford, UK. p. 137-15.
- Spychalla, J.P and L.D. Sharon, 1990. Fatty Acids, Membrane Permeability, and Sugars of Stored Potato Tubers. Plant Physiol, 94: 1207-1213.
- Stark, J. C., Thornton, M., & Nolte, P. (Eds.). (2020). Potato production systems. Springer Nature.

Changes in sugar and carbohydrate content of different potato cultivars during storage

Ali Khorramifar[1] ، Mansour Rasekh[*2]، Hamed Karami[3]

1- Ph.D candidate, Department of Biosystems Engineering, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

[*]2- Associate Professor, Faculty of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran

3 -Ph.D, Department of Biosystems Engineering, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

[*]Email Address : m_rasekh@uma.ac.ir

Abstract

Introduction

Potato with the scientific name Solanum tuberosum. L is a plant that is cultivated as an important crop in all countries and is known in the human diet as a source of carbohydrates, proteins, and vitamins. This product is native to South America and originally from Peru. Potato is the fourth crop in the food basket of the people after wheat, rice and corn, which sometimes replaces rice in Iran and is in the second place, which shows its importance in meeting the nutritional needs of the people. According to the reports of the Food and Agriculture Organization of the United Nations, the area under potato cultivation in Iran in 2019 was more than 164 thousand hectares and the harvest from this area was about 5.32 million tons. In the food industry, this product is converted into a variety of products such as baked potatoes, fried potatoes, potato chips, potato starch, dried fries and so on. Due to the increasing expectations for food products with high quality and safety standards, accurate, fast and purposeful determination of food characteristics is essential. In the potato crop, quality evaluation after the harvest stage seems necessary to provide a reliable and uniform product to the market, because the potato, like many other products, has a non-uniform quality and care during the harvest stage. - Be. In addition, food safety and desirability play an important role in the food industry and is directly related to people's health. In addition, a large part of the potatoes used in the processing industry, potatoes are stored, so given the importance of this food and the demand of the people throughout the year, only through optimal and long-term storage can meet the needs of applicants. Was responsive. Potatoes for the processing industry must have some requirements such as low sugar content, dry matter and high specific gravity, high antioxidants, light skin color and no germination. Stored potatoes may be sweetened, rotted, dehydrated, and sprouted during storage. Post-harvest storage conditions can cause changes in chemical composition and product quality. Therefore, the management of potato tubers is very important in all stages of production and storage. Potato changes in storage depend on the variety, storage conditions. Although potato storage is very necessary for domestic and industrial use, due to its chemical and physical changes in the warehouse, it should be said that the characteristics of high quality potatoes in commercial exchanges of this product include more than 70 to 80% of tubers. Light-colored, uniform, firm, no bruising, no scaling, no cracks, no insect damage, rot and greening. Post-harvest storage conditions can cause many changes in the chemical composition of the potato tuber, resulting in changes in the quality characteristics of the final product. Sugar and starch are the main components that are affected by postharvest metabolism in the potato tuber and may ultimately affect their texture, sensory and cooking properties. The quality of potatoes and, consequently, the quality of processed products, depends significantly on the cultivar and environmental conditions, both during the growing season and during storage.

Methodology

First, potatoes were prepared in 5 different cultivars and stored at 4-10 ° C. Data collection included measuring sugar and carbohydrate levels during storage.The sugar content of each sample was measured in three replications using a liquid refractometer available at Mohaghegh Ardabili University. To do this, first some water was taken from the samples and after pouring into the microtube, it was placed in a refrigerated centrifuge, and after rotating at a speed of 1800 rpm for 2 minutes, the impurities were deposited and the pure liquid was separated. After reaching ambient temperature, the liquid was placed on a refractometer and its sugar level was read in terms of brix.

The amount of carbohydrates in the samples was extracted using the equipment available in the central laboratory of Mohaghegh Ardabili University. This operation was performed by the Skigel method. Glucose was used to prepare the standard curve. Consecutive dilution of glucose Preparation

and color development at 490 nm for different concentrations of glucose were controlled and one ml of distilled water was used as a blank. This standard curve was used to calculate the total concentration of carbohydrates in the samples.
For each sample, sampling was performed in three replications and the amount of absorption wavelength was obtained, then the amount of carbohydrates was calculated by placing the wavelength in Equation (1).

Conclusion

According to the analysis of variance table, the interaction effect of cultivar and storage period on potato sugar content was significant at 1% probability level. You can see the changes in the sugar content of potato cultivars along the storage valley in Figure 4. According to Figure 4, the highest amount of sugar is related to Sprite cultivar and the lowest amount is related to Jali cultivar. Meanwhile, the sugar content of Agria and Jeli cultivars was the same at the time of harvest. Also, after 1 month from the time of potato harvest, the sugar content of Agria and Marfona cultivars were equal and this equality continued until the end of storage period. The reason for the difference in sugar content between different cultivars is mainly related to the type of soil, fertilizer and toxin used. According to the chart, the amount of sugar in all 5 potato cultivars during the storage period first decreases and then with increasing storage period, the amount of sugar also increases. According to the analysis of variance table, the interaction of cultivar and storage period on the amount of potato carbohydrates was also significant at the level of 1% probability. Carbohydrate variations of potato cultivars along the storage valley are shown in Figure 5. According to Figure 5, the highest amount of carbohydrates is related to Sante cultivar and the lowest is related to Marfona cultivar. Also, at the end of the storage period, Marfona and Agria cultivars had the same amount of carbohydrates. As you can see, the amount of potato carbohydrates has decreased over time and with increasing storage time. Among these cultivars, the carbohydrate content of Marfona and Agria cultivars was higher than other cultivars. Also, carbohydrate changes during storage were almost linear in the three cultivars Sante, Agria and Marfona.

Keywords
Potato; Sugar; carbohydrate; Shelf life