www.SID.ir

تعیین شرایط بهینه‌ی آماده سازی و خشک‌کردن قطعات سیب‌زمینی

سیدحمیدرضا ضیاءالحق

تاریخ دریافت: ۸۴/۳/۲۸ تاریخ پذیرش: ۸۸/۳/۲

مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی (مرکز تحقیقات کشاورزی شاهرود)

E-mail:hziaolhagh@gmail.com

چکیده

در این پژوهش به منظور یافتن روش مناسب برای خشک‌کردن قطعات سیب‌زمینی، دو رقم مجنی و پشندی انتخاب شده و پس از پوست‌گیری در قطعات مکعبی شکل ۱۰ و ۲۰ میلی‌متری برش داده شدند. سپس عمل آنزیم‌بری در دو زمان ۳ و ۵ دقیقه در آب جوش انجام شد. پس از آنزیم‌بری، نمونه‌ها در محلول اسید آسکوربیک غوطه‌ور شده و بعد از آن در سه دمای ۵۰، ۶۰ و ۷۰ $^{\circ}C$ خشک شدند. پس از خشک‌شدن میزان جذب آب مجدد، درصد چروکیدگی و وزن مخصوص نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. نتایج تجزیه‌ی واریانس نشان داد که اثر تمام فاکتورها بر درصد چروکیدگی نمونه‌های خشک‌شده در سطح آماری ۱٪ معنی‌دار می باشد. در مورد جذب آب مجدد، اثر دمای خشک‌کردن در سطح آماری ۵٪ و اثر واریته در سطح آماری ۱٪ معنی‌دار بود. اثر اندازه‌ی نمونه و واریته‌ی سیب‌زمینی بر وزن مخصوص نمونه‌ها نیز به ترتیب در سطح آماری ۱٪ و ۵٪ معنی‌دار می‌باشد. در نهایت با توجه به یافته‌های به‌دست آمده مشخص شد که دمای ۵۰ $^{\circ}C$ و زمان آنزیم‌بری ۳ دقیقه برای قطعات ۲۰ میلی‌متری تهیه شده از سیب‌زمینی‌های واریته‌ی مجنی بهترین شرایط برای خشک‌کردن می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: آنزیم‌بری، اندازه‌ی قطعات، خشک‌کردن، سیب‌زمینی

Archive of SID

Archive of SID

Determination of the Optimum Conditions for Preparing and Drying of Potato Slices

Hamidreza Ziaolhagh

Scientific Member of Agricultural Engineering Research Department of Shahroud, Shahroud, Iran
E-mail: hziaolhagh@gmail.com

Abstract

In this project we aimed to find the best drying conditions to produce dehydrated diced potatoes from Mojeni and Pashandi varieties. The samples were peeled and cut into 10×10×10 mm and 20×20×20 mm cubes. Diced potatoes were blanched in boiling water containing 0.5% calcium chloride, for 3 and 5 minutes. Blanched potato cubes were immersed in ascorbic acid solution and dried at 50, 60 and 70 °C. Degree of rehydration, shrinkage and specific gravity of dried samples were determined. Statistical analysis of results showed that the effect of all factors on the shrinkage were significant ($p<0.01$). Drying temperature ($p<0.05$) and variety ($p<0.01$) had a significant effect on the degree of rehydration. Specific gravity of dried potatoes were significantly affected by the size and the variety of samples. According to the results the best drying temperature and blanching time were 50°C and 5 minutes respectively. At the end the drying temperature of 50°C, three minutes of blanching, slice size of 20×20×20 mm and the Mojeni variety was selected as the best treatment combinations.

Keywords: Blanching , Drying, Potato slice size

مقدمه

امروزه در کشور ما صنایع تبدیلی از اهمیت خاصی بر خوردار است که با توسعه و بهبود روش‌های تبدیلی و توزیع می‌توان میلیون‌ها تن محصول را که تا رسیدن به دست مصرف‌کننده نهایی دور ریخته می‌شود، از خطر اتلاف نجات داد. سطح زیر کشت سیب‌زمینی در ایران ۱۴۲۲۶۶ هکتار ودر استان سمنان ۶۱۲۵ هکتار است که از این مقدار ۴۸۵۰ هکتار مربوط به شاهرود، ۸۴۳ هکتار مربوط به دامغان، ۳۵۱ هکتار مربوط به سمنان و باقی مربوط به گرمسار است (بی‌نام ۱۳۸۴). اگر متوسط عملکرد را ۱۸ تن در نظر بگیریم، میزان تولید سیب‌زمینی در کشور ۲۵۷۸۷۸۸ تن می‌باشد که ۳۵ درصد این مقدار یعنی حدود یک میلیون تن محصول به دلایل مختلف از جمله نامناسب بودن نحوه جمع‌آوری و کیسه‌گیری، کمبود سردخانه و انبار فنی، عدم وجود تجهیزات شست‌وشو و ضدعفونی، عدم تفکیک محصول سالم از فاسد، روش‌های نامناسب برداشت، فقدان بسته‌بندی مناسب، عدم وجود صنایع تبدیلی مناسب و غیره از بین می‌رود (بهادری ۱۳۷۸). یکی از راه‌های کاهش ضایعات سیب‌زمینی، خشک کردن مناسب آن و نگه‌داری به صورت خشک شده می‌باشد. این نوع سیب‌زمینی خشک شده را می‌توان در مکان‌هایی که

www.SID.ir

Archive of SID

مصرف بالایی دارند، نظیر رستوران‌ها و هتل‌ها به راحتی در انواع سوپ‌ها و خورش‌ها به‌کار برد. اندازه‌ی نمونه‌ها و دمای خشک کردن دو عامل بسیار مهم مؤثر بر سرعت خشک کردن و کیفیت محصول می‌باشند. البته اثر متقابل این دو فاکتور بر یکدیگر و اثر آن‌ها بر روند خشک شدن سیب‌زمینی کاملاً مشخص نشده است. می و همکاران (۲۰۰۰) این اثرات را تحت شرایط کنترل شده‌ی خشک کردن بررسی کردند. نتایج این بررسی نشان داد که دما و اندازه‌ی نمونه هر دو اثر معنی‌داری بر روند خشک شدن سیب‌زمینی دارند. اندازه‌ی نمونه تأثیر معنی‌داری بر نقطه رطوبت بحرانی داشت و اثر هر دو فاکتور بر شیب مراحل اول و دوم خشک کردن معنی‌دار بود.

مهمترین عوامل مؤثر بر روند خشک شدن شامل نوع محصول، دمای هوا، رطوبت هوا، اندازه‌ی نمونه و سرعت جریان هوا می‌باشند (هولدرورث ۱۹۷۱). جذب آب مجدد کاملاًعکس عمل خشک‌کردن نیست. تغییرات بافتی، مهاجرت مواد جامد محلول و ائتلاف ترکیبات فرار همه برگشت ناپذیرند. حرارت، باعث تغییر میزان جذب آب نشاسته شده و پروتئین‌ها را منعقد می‌کند؛ در نتیجه ظرفیت جذب آب آنها کاهش می‌یابد. سرعت و میزان جذب آب مجدد به عنوان شاخص کیفی ماده‌ی غذایی خشک شده می‌باشد. مواد غذایی که تحت شرایط بهینه خشک شوند کمتر آسیب دیده و سریع‌تر و کامل‌تر آب جذب می‌کنند (فرانسیس ۲۰۰۰). به طور کلی نوع و میزان تیمارهای اولیه (افزودن کلرید کلسیم به آب آنزیم‌بری)، میزان کاهش اندازه و پوست‌گیری بر بافت و جذب آب مجدد میوه‌ها و سبزی‌های خشک‌شده مؤثرند (عبدالقادر ۱۹۹۲). شاکیا و همکاران (۱۹۸۶) نشان دادند که میزان جذب مجدد آب با افزایش زمان خیساندن (blanching) بسته افزایش می‌یابد. این پژوهش‌گران سیب‌زمینی خشک شده را بدون این‌که از قبل جذب آب کنند به مدت ۱۰ دقیقه داخل آب جوش قرار دادند و مشاهده کردند که سیب‌زمینی‌های خشک پخته شده از لحاظ خصوصیات حسی[1] بسیار مشابه سیب‌زمینی تازه پخته شده می‌باشند. همچنین لازم نیست که قبل از پخت سیب‌زمینی‌ها را خیساند تا جذب آب کنند. در طی مدت نگهداری میزان قهوه‌ای شدن و رشد کپکی به طور چشمی بررسی شدند و مشخص شد که رطوبت ۱۶ تا ۱۹ درصد بر مبنای خشک برای جلوگیری از قهوه‌ای شدن و رشد کپکی کافی می‌باشد. کاهش مقدار آب سیب‌زمینی به کمتر از ۱۲٪ سبب جلوگیری از انجام فرآیندهای حیاتی می‌شود. از لحاظ فنی آب سیب‌زمینی را می‌توان به راحتی کاهش داد (لیسینزکا و لزینسکی ۱۹۸۹). اندازه‌ی قطعات اثر بسیار زیادی بر سرعت خشک شدن دارد به طوری که هر چه قطعات بزرگ‌تر باشند، سرعت خشک شدن کمتر است (تالبورت و اسمیت ۱۹۷۵). سیمون و همکاران (۱۹۵۳) گزارش دقیقی در مورد اثر اندازه‌ی قطعات برتلفات ناشی از برش دادن ارایه دادند. برش دادن سبب می‌شود که سلول‌ها پاره شده و محتویات داخل سلول خارج شده و از راه آب شست‌وشو و آنزیم‌بری تلف شوند. میزان این تلف شدگی به اندازه‌ی قطعات برش خورده بستگی دارد. امروزه سیب‌زمینی خشک شده به صورت قطعات با اشکال مختلف در سراسر جهان بسیار متداول می‌باشد. رطوبت این محصولات معمولا ۱۰-۸٪ است (لیسینزکا و لزینسکی ۱۹۸۹).

یکی دیگر از عوامل مهم کیفی رنگ محصول می‌باشد که به رنگ طبیعی محصول تازه و حساسیت واریته‌های مختلف به قهوه‌ای شدن آنزیمی یا غیر آنزیمی و همچنین به مقدار قند ماده اولیه بستگی دارد (فلاحی ۱۳۷۶). در مواد غذایی که به اندازه‌ی کافی آنزیم‌بری می‌شوند، کاهش

www.SID.ir

[1] Organoleptic characteristics

Archive of SID

کیفیت بافتی به علت ژلاتینه شدن نشاسته، کریستاله شدن سلولز و اختلاف رطوبت موضعی در طی خشک‌کردن می‌باشد. در نتیجه‌ی این عوامل سلول‌های نسبتا مستحکم پاره شده، فشرده شده و شکل آنها به طور برگشت‌ناپذیر تغییر می‌کند. در نتیجه ماده‌ی غذایی ظاهری چروکیده پیدا می‌کند (فرانسیس ۲۰۰۰). لیسینزکا و پلیسکا (۱۹۹۲) برای آنزیم‌بری سیب‌زمینی به منظور تولید چیپس از محلول‌های حاوی ۰/۲ یا ۰/٤٪ $MgCl_2$ یا $CaCl_2$ یا نشاسته ۰/۵، ۱ یا ۲٪ استفاده کردند و با مقایسه این تیمارها با تیمار شاهد به این نتیجه دست یافتند که آنزیم‌بری در تمام این محلول‌ها بجز نشاسته ۲٪ قوام و خصوصیات حسی (رنگ، مزه، آروما) چیپس‌ها را بهبود می‌بخشد (لسینزکا و پلیسکا ۱۹۹۲).کی‌یانگ و وان (۱۹۹۲) نیز برای آنزیم‌بری سیب‌زمینی به منظور تولید چیپس از محلول NaCl یا $CaCl_2$ به مدت ۱ تا ۷ دقیقه استفاده کردند. عبدالقادر (۱۹۹۲) اتلاف گلوکز به داخل آب در حین آنزیم‌بری قطعات سیب‌زمینی در دماهای ۶۰، ۷۰، ۸۰ و ۹۰°C به مدت‌های ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۶۰ دقیقه را بررسی کردند. به طور کلی افزایش دما سبب افزایش اتلاف گلوکز شد. ما و همکاران (۱۹۹۲) با استفاده از آنزیم‌بری آبی[1] از قهوه ای شدن آنزیمی سیب‌زمینی جلوگیری کردند. آنزیم‌بری آبی با کاهش مقدار پلی فنل اکسیدازها مانع قهوه‌ای شدن آنزیمی می‌شود. به طور کلی حداقل ۱۰۰°C به مدت ۳ دقیقه یا ۹٤°C به مدت ۵ دقیقه لازم است تا از قهوه‌ای شدن سیب‌زمینی جلوگیری شود. زمان آنزیم‌بری لازم برای غیر فعال کردن پراکسیداز در قطعات سیب‌زمینی به ابعاد ۰/۷۵، ۱/۲۵ و ۱/۷۵ سانتی‌متر در آب نمک ۲٪ به‌ترتیب ٤، ٤/۵، ۵/۵ دقیقه خواهندبود. غوطه‌ور کردن قطعات آنزیم‌بری شده در متابی سولفیت‌پتاسیم ۱٪ قبل از خشک کردن سبب بهبود بیشتر رنگ نمونه‌های خشک شد (کاتارا و نیرانکار ۱۹۸۵). سوآرز و ویولاز (۱۹۹۱) سرعت خشک شدن قطعات سیب‌زمینی با ضخامت و رطوبت‌های اولیه متفاوت را بررسی کردند.آنها میزان چروکیدگی نمونه‌ها را درطی خشک کردن اندازه‌گیری کرده و نشان دادند که سرعت بیشتر خشک‌شدن چروکیدگی نمونه‌ها را بیشتر می‌کند.

در این تحقیق سعی شده است تا شرایط مناسبی برای خشک‌کردن اسلایس‌های سیب‌زمینی به‌دست آید تا علاوه بر ایجاد تنوع در فرآورده‌های سیب‌زمینی، از ضایعات نیز جلوگیری شود. همچنین لازم است که شرایط اشاره شده در منابع، برای خشک کردن سیب زمینی‌های بومی نیز بهینه‌سازی شود.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش مراحل خشک‌کردن سیب‌زمینی شامل شست‌وشو، پوست‌گیری، برش‌دادن، آنزیم‌بری، تیمار با کلریدکلسیم، تیمار با اسیدآسکوربیک و خشک کردن می‌باشد. ابتدا دو واریته سیب‌زمینی یکی پشندی و دیگری مجنی که بومی شاهرود است انتخاب شدند. واریته پشندی از اراضی مرکز تحقیقات کشاورزی شاهرود واقع در کیلومتر ۳ جاده بسطام و واریته مجنی از اراضی مجن واقع در ۳۵ کیلومتری شاهرود تهیه شدند. برای توزین نمونه‌ها از ترازوی حساس سارتوریوس ساخت کشور آلمان (با دقت ۰/۰۰۰۱) و برای خشک کردن از آون ۵۵ لیتری معمولی استفاده شد. پس از تهیه واریته‌های سیب‌زمینی، عمل پوست‌گیری با دست انجام شد و سپس اسلایس‌های سیب زمینی در دو اندازه‌ی ۱۰×۱۰×۱۰ میلی‌متر و ۲۰×۲۰×۲۰ میلی‌متر برش داده شدند. نمونه‌های برش داده شده در محلول کلریدکلسیم ۰/٤ درصد در دو زمان ۳ و ۵ دقیقه در

[1] Water blanching

www.SID.ir

www.SID.ir

دمای ۹۸°C آنزیم‌بری شدند. غلظت کلرید کلسیم با توجه به لسینزکا و پلیسکا (۱۹۹۲) و زمان آنزیم‌بری با استفاده از لسینزکا و پلیسکا (۱۹۹۲) و کایونگ و وان (۱۹۹۲) و آزمایشات اولیه تعیین شد. به این ترتیب که عمل آنزیم‌بری برای هر دو واریته و هر دو اندازه از نمونه‌ها در زمان‌های مختلف انجام و سپس تست پراکسیداز انجام شد (موفتوگیل ۱۹۸۵ و رانگانا ۱۹۸۶). در نهایت دو زمان ۳ و ۵ دقیقه برای آنزیم‌بری برای هر دو اندازه انتخاب شد (تست پراکسیداز در این دو زمان منفی بود). پس از آنزیم‌بری، نمونه‌ها بلافاصله با آب سرد شسته شدند تا نشاسته ژلاتینی شده در سطح قطعات شسته شود. در غیر این صورت ذرات نشاسته روی سطح نمونه‌ها باقی مانده و عمل خشک کردن با مشکل مواجه می‌شود (تالبورت و اسمیت ۱۹۷۵، فلوز ۱۹۹۰ و می و همکاران ۲۰۰۰). سپس نمونه‌ها در محلول اسید آسکوربیک *ppm* ۵ ریخته شدند. پس از ۵ دقیقه نمونه‌ها از محلول خارج شده و پس از آبکش شدن در دماهای ۵۰، ۶۰ و ۷۰°C خشک شدند تمام نمونه‌ها تا رطوبت ۶ الی ۱۲ درصد خشک شدند و پس از رسیدن به این رطوبت، سرد شده و در کیسه‌های سلوفانی (حدود ۱۵۰ گرمی) و در شرایط معمولی بسته‌بندی شده و در دمای اتاق (۲۵°C) نگهداری شدند. سپس میزان چروکیدگی، وزن مخصوص، درصد جذب آب مجدد نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری میزان چروکیدگی به این ترتیب اعمال شد که ابتدا حجم نمونه قبل از خشک کردن (V_0) اندازه‌گیری شد (با اندازه‌گیری ابعاد قطعات به کمک کولیس) بعد از خشک کردن مجدداً حجم نمونه اندازه‌گیری شد (V). میزان چروکیدگی به صورت درصد حجم اولیه محاسبه شد (پاسکوال و همکاران ۱۹۷۵). یعنی نمونه‌ای که پس از خشک‌شدن به درصد کمتری از حجم اولیه‌ی خود برسد، بیشتر چروکیده شده است (هرچه درصدحجم نسبت به حجم اولیه کمتر باشد، درصد چروکیدگی بیشتر است).

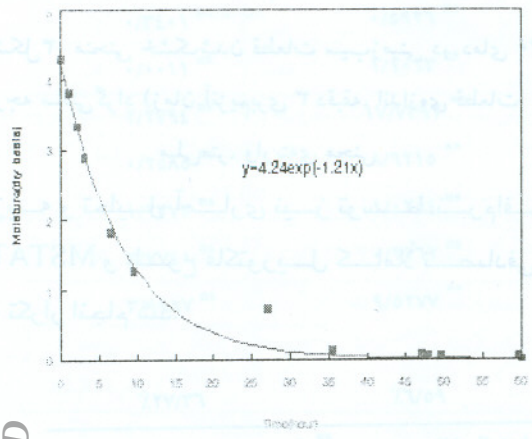
$$\text{درصد حجم‌محصول به حجم اولیه} = V/V_0 \times 100$$

برای اندازه‌گیری جذب مجدد آب ابتدا نمونه‌ی خشک شده دقیقاً وزن شده (M_0) و سپس در حدود ۱۵۰CC آب در دمای محیط (۲۵°C) غوطه‌ور می‌شود. نمونه در فواصل زمانی مختلف برداشته شده، آب روی آن با یک دستمال کاغذی خشک شده و دوباره وزن می‌شود (M). تفاوت دو توزین مقدار آب جذب شده می‌باشد (پاسکوال و همکاران ۱۹۷۵ و شاکایا و فلینک ۱۹۸۶).

$$\text{درصد جذب آب} = (M - M_0)/M_0 \times 100$$

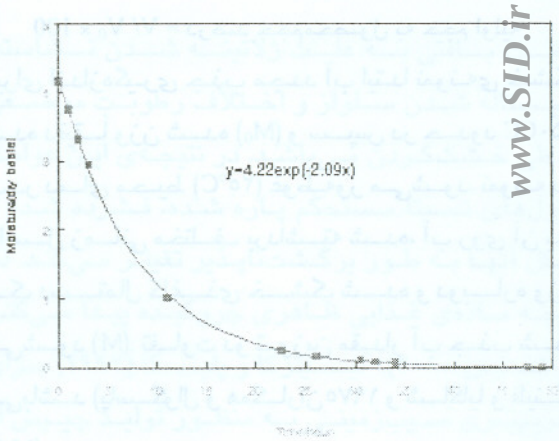
وزن مخصوص نیز با اندازه‌گیری وزن و حجم نمونه و تقسیم آن دو بر هم بدست آمد. برای اندازه گیری حجم از روش وزن آب هم حجم جسم استفاده شد.

در حین خشک‌کردن وزن نمونه‌ها در فواصل زمانی مختلف یادداشت و مقدار رطوبت بر مبنای وزن خشک به‌دست آمد و بر اساس آن نمودارهای خشک‌شدن با استفاده از نرم‌افزار SLIDEWRITE رسم شده و مدل مناسب برای هر نمودار به‌دست آمد (شکل‌های ۱تا۳).

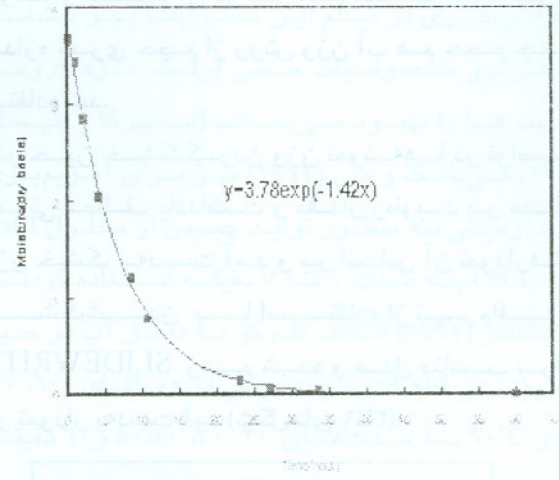


شکل ۱- منحنی خشک‌شدن قطعات سیب‌زمینی در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد (زمان آنزیم‌بری ۳ دقیقه، اندازه قطعات ۲۰ میلی‌متر، واریته مجنی)

Archive of SID



شکل۲-منحنی خشک‌شدن قطعات سیب‌زمینی در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد (زمان آنزیم‌بری ۳ دقیقه، اندازه‌ی قطعات ۲۰ میلی‌متر، واریته‌ی مجنی)



شکل۳- منحنی خشک‌شدن قطعات سیب‌زمینی در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد (زمان آنزیم‌بری ۳ دقیقه، اندازه‌ی قطعات ۲۰ میلی‌متر، واریته‌ی مجنی

تجزیه و تحلیل آماری نیز توسط نرم‌افزار MSTATC و طرح فاکتوریل کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد.

نتایج

میزان چروکیدگی

نتایج بدست آمده نشان می‌دهند که اثر دمای خشک‌کردن ، زمان آنزیم‌بری ، اندازه‌ی نمونه و واریته‌ی سیب‌زمینی بردرصد چروکیدگی نمونه‌ها در سطح احتمال ۰/۰۱ معنی‌دار است (جدول ۱). با توجه به جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول۲) مشاهده می‌شود که درصد حجم نسبت به حجم اولیه در نمونه‌هایی که در ۶۰ درجه سانتی‌گراد خشک شده‌اند به طور معنی‌داری کمتر از درصد آن در نمونه‌هایی است که در دمای ۵۰ یا ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک شده‌اند، در نتیجه چروکیدگی آنها بیشتر بوده است. همچنین نمونه‌های خشک شده در $50\ ^{\circ}C$ بیشترین درصد حجم نسبت به حجم اولیه خود را اشغال کرده و به طور معنی داری کمترین چروکیدگی را داشته‌اند.

نمونه‌هایی‌که به مدت ۵ دقیقه آنزیم‌بری شده بودند، پس از خشک شدن درصد حجم نسبت به حجم‌اولیه‌ی کمتری داشته و بیشتر چروکیده شده بودند، در حالی که زمان آنزیم‌بری ۳ دقیقه تأثیر معنی‌داری بر درصد حجم اولیه نمونه‌ها داشته و نمونه ها کمتر چروکیده شده‌اند. ابعاد قطعات ونوع واریته نیز برمیزان چروکیدگی مؤثربود،به‌طوری‌که نمونه‌های مجنی بیشترین‌درصد حجم نسبت به حجم اولیه (کمترین میزان چروکیدگی) و نمونه‌های با ابعاد ۲۰میلی‌متربیشترین درصد حجم نسبت به حجم اولیه (کمترین میزان چروکیدگی) را داشتند.

در مورد اثرات متقابل چنانچه از جدول شماره ۱ مشاهده می‌شود، اثر متقابل دمای خشک‌کردن و زمان آنزیم‌بری، دمای خشک‌کردن و اندازه‌ی نمونه، زمان آنزیم‌بری و اندازه‌ی نمونه، دمای خشک‌کردن و نوع واریته، زمان آنزیم‌بری و نوع واریته، اندازه‌ی نمونه و نوع واریته و سایر اثرات متقابل بر میزان چروکیدگی نمونه‌ها در سطح آماری ۱٪ معنی‌دار می‌باشد (جداول۳ تا۹).

مقدار جذب آب مجدد

با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول۱) مشاهده می‌شود که اثر دمای خشک‌کردن ($P < 0/05$) و اثر نوع واریته ($P < 0/01$) بر مقدار

www.SID.ir
Archive of SID

Archive of SID

جذب مجدد آب معنی‌دار می‌باشند؛ اما زمان آنزیم‌بری و اندازه‌ی قطعات اثر معنی‌داری بر مقدار جذب مجدد آب ندارند. به طوری که از جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲) مشاهده می‌شود، درصد جذب آب در نمونه های خشک شده در دمای ۵۰ و ۶۰ °C تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند، اما دمای ۷۰ °C اثر معنی‌داری بر مقدار جذب آب نمونه‌ها داشته است به طوری که درصد جذب آب در این نمونه‌ها کمتر از نمونه‌های دیگر است.

در مورد نوع واریته نیز مشاهده می‌شود که میزان جذب آب نمونه‌هایی که از واریته مجنی تهیه شده‌بودند به طور معنی‌داری بیشتر از میزان جذب آب در نمونه‌هایی است که از واریته‌ی پشندی تهیه شده بودند.

جدول۱-تجزیه واریانس اثر دمای خشک کردن، زمان آنزیم‌بری، اندازه نمونه و واریته بر میزان چروکیدگی، جذب آب مجدد و وزن مخصوص سیب‌زمینی

منابع تغییر	درجه آزادی	میزان چروکیدگی (عدد F)	جذب آب مجدد (عددF)	وزن مخصوص (عددF)
دمای خشک‌کردن (A)	۲	۲۵/۶۶۷۴ **	۴/۳۳۱۶ *	۱/۷۸۰۲ ns
زمان‌آنزیم‌بری (B)	۱	۱۲۱/۸۲۲۷ **	۳/۱۳۵۰ ns	۰/۰۴۰۴ ns
A × B	۲	۱۳۷/۳۵۳۴ **	۰/۹۱۶۹ ns	۰/۵۲۱۸ ns
اندازه نمونه (C)	۱	۱۲۸/۸۲۱۶ **	۳/۰۶۱۳ ns	۹۸/۴۲۲۶ **
A × C	۲	۱۵/۶۴۰۸ **	۴/۰۲۶۴ *	۰/۰۰۴۹ ns
B × C	۱	۵۸/۱۷۶۶ **	۰/۰۹۰۶ ns	۰/۶۲۱۲ ns
A × B × C	۲	۲۰/۹۷۳۶ **	۸/۶۳۷۲ **	۱/۰۹۸۹ ns
واریته سیب‌زمینی (D)	۱	۳۰/۵۹۱۵ **	۱۰۳/۲۷۸۹ **	۵/۳۵۹۰ *
A × D	۲	۳/۱۳۰۵ **	۰/۵۹۲۶ ns	۰/۳۴۰۱ ns
B × D	۱	۷۴/۵۷۸۰ **	۱/۱۰۱۳ ns	۰/۰۰۱۱ ns
A × B × D	۲	۱۰/۰۳۸۳ **	۱۷/۷۳۹۲ **	۲/۲۷۹۴ ns
C × D	۱	۱۰/۷۷۹۹ **	۸/۶۲۱۵ **	۰/۲۵۸۵ ns
A × C × D	۲	۶۵/۳۵۴۳ **	۱/۰۲۵۴ ns	۱/۲۳۷۳ ns
B × C × D	۱	۰/۰۰۱۹ ns	۰/۲۲۶۲ ns	۳/۷۷۴۱ ns
A × B × C × D	۲	۳۸/۸۴۸۵ **	۹/۵۲۷۷ **	۳/۱۹۸۷ ns
خطا	۴۸			
ضریب تغییرات		٪۵/۶۶	٪۶/۵۹	٪۲۷/۳۶

www.SID.ir

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ * معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ ns غیر معنی‌دار

Archive of SID

جدول۲- میانگین سطوح فاکتورهای مختلف از نظر حجم نسبت به حجم اولیه، مقدار جذب مجدد آب و وزن مخصوص نمونه‌ها

عامل ایجاد تغییرات		متوسط حجم نسبت به حجم اولیه (٪)	متوسط جذب آب مجدد (٪)	متوسط وزن مخصوص (Kg/m^3)
	۵۰ °C	۳٤/٦٦۷ a	۵۷/۲۵۵ a	۱/۰۵۵ a
دمای	٦۰ °C	۳۰/۸۹۷ c	۵۸/۱۳۰ a	۰/۹۱۱ a
خشک‌کردن	۷۰ °C	۳۳/۵۳۰ b	۵۵/۰٤۲ b	۱/۰۱۱ a
زمان آنزیم‌بری	۵ دقیقه	۳۰/۵۹۹ b	۵٦/٦٤۷ a	۰/۹۸٦ a
	۳ دقیقه	۳۵/٤٦٤ a	۵٦/۹۷۱ a	۰/۹۹۹ a
ابعاد قطعات	۲۰میلی‌متر	۳۵/۵۳۲ a	۵۷/۵۸۲ a	۱/۱۳۰ a
	۱۰میلی‌متر	۳۰/۵۳۱ b	۵٦/۰۳۷ a	۰/۹۷۵ b
واریته	مجنی	۳٤/۲۵۰ a	٦۱/۲۹٦ a	۰/۹۱۹ b
سیب‌زمینی	پشندی	۳۱/۸۱۳ b	۵۲/۳۲۲ b	۱/۰٦۷ a

در هر ردیف میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه می‌باشند، اختلاف معنی‌داری ندارند (آزمون دانکن در سطح احتمال۵٪)

جدول۳- میانگین ترکیب متقابل دمای خشک‌کردن و زمان آنزیم‌بری از نظر درصد حجم اولیه (چروکیدگی) نمونه‌ها

تیمار		متوسط درصد حجم اولیه (چروکیدگی)
دمای خشک‌کردن	زمان آنزیم‌بری	
۵۰ °C	۳ دقیقه	٤۰/۳۵a
۷۰ °C	۳ دقیقه	۳۸/۷۱b
٦۰ °C	۵ دقیقه	۳۳/۵۷c
۷۰ °C	۵ دقیقه	۲۹/۲۵d
۵۰ °C	۵ دقیقه	۲۸/۹۸ d
٦۰ °C	۳ دقیقه	۲۸/۲۳ d

در هر ردیف میانگین‌های دارای حروف مشابه، اختلاف معنی‌داری ندارند (آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪)

جدول۴- میانگین ترکیب متقابل دمای خشک‌کردن و اندازه‌ی نمونه از نظر درصد حجم اولیه (چروکیدگی) نمونه‌ها

تیمار		متوسط درصد حجم اولیه (چروکیدگی)
دمای خشک‌کردن	اندازه‌ی نمونه	
۵۰ °C	۲۰ mm	۳۷/۲۲ a
٦۰ °C	۲۰ mm	۳٤/۸۸ b
۷۰ °C	۲۰ mm	۳٤/۵۰ b
۷۰ °C	۱۰ mm	۳۲/۵٦ c
۵۰ °C	۱۰ mm	۳۲/۱۲ c
٦۰ °C	۱۰ mm	۲٦/۹۱ d

www.SID.ir

در هر ردیف میانگین‌های دارای حروف مشابه، اختلاف معنی‌داری ندارند (آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪)

جدول۵- میانگین ترکیب متقابل دمای خشک‌کردن و واریته از نظر درصد حجم اولیه (چروکیدگی) نمونه‌ها

تیمار		متوسط درصد حجم اولیه (چروکیدگی)
دمای خشک‌کردن	واریته	
۵۰ °C	مجنی	۳٦/٦۳ a
۷۰ °C	مجنی	۳٤/۵۹ b
۵۰ °C	پشندی	۳۲/۷۱ c
۷۰ °C	پشندی	۳۲/٤۷ c
٦۰ °C	مجنی	۳۱/۵۳ cd
٦۰ °C	پشندی	۳۰/۲٦ d

در هر ردیف میانگین‌های دارای حروف مشابه، اختلاف معنی‌داری ندارند (آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪)

جدول٦- میانگین ترکیب متقابل زمان آنزیم‌بری و اندازه‌ی نمونه از نظر درصد حجم اولیه (چروکیدگی) نمونه‌ها

تیمار		متوسط درصد جذب مجدد آب
زمان آنزیم‌بری	اندازه‌ی نمونه	
۳ دقیقه	۲۰ mm	۳٦/۲۸ a
۵ دقیقه	۲۰ mm	۳٤/۷۸ b
۳ دقیقه	۱۰ mm	۳٤/٦٤ b
۵ دقیقه	۱۰ mm	۲٦/٤۲ c

در هر ردیف میانگین‌های دارای حروف مشابه، اختلاف معنی‌داری ندارند (آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪)

Archive of SID

جدول ۷- میانگین ترکیب متقابل واریته و زمان آنزیم‌بری بر درصد حجم اولیه (چروکیدکی) نمونه‌ها

واریته	تیمار: زمان آنزیم‌بری	متوسط درصد حجم اولیه (چروکیدگی)
پشندی	۳ دقیقه	۳۶/۱۵ a
مجنی	۳ دقیقه	۳۴/۷۸ b
مجنی	۵ دقیقه	۳۳/۷۲ b
شندی	۵ دقیقه	۲۷/۴۸ c

در هر ردیف میانگین‌های دارای حروف مشابه، اختلاف معنی‌داری ندارند (آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪)

جدول ۸- میانگین ترکیب متقابل واریته و اندازه‌ی نمونه از نظر درصد حجم اولیه (چروکیدکی) نمونه‌ها

واریته	تیمار: اندازه‌ی نمونه	متوسط درصد حجم اولیه (چروکیدگی)
مجنی	۲۰ mm	۳۶/۰۳ a
پشندی	۲۰ mm	۳۵/۴ a
مجنی	۱۰ mm	۳۲/۴۷ b
پشندی	۱۰ mm	۲۸/۵۹ c

در هر ردیف میانگین‌های دارای حروف مشابه، اختلاف معنی‌داری ندارند (آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪)

جدول ۹- میانگین ترکیب چهار جانبه دمای خشک‌کردن، زمان آنزیم‌بری، اندازه قطعات و نوع واریته از نظر درصد حجم اولیه (چروکیدکی) نمونه‌ها

تیمار: دمای خشک‌کردن	زمان آنزیم‌بری	اندازه‌ی قطعات	نوع واریته	متوسط درصد حجم اولیه (چروکیدگی)
۶۰ °C	۵ دقیقه	۲۰ میلی‌متر	پشندی	۴۲/۸۷ a
۵۰ °C	۳ دقیقه	۱۰میلی‌متر	مجنی	۴۲/۲۲ a
۵۰ °C	۳ دقیقه	۱۰میلی‌متر	پشندی	۴۰/۵۷ ab
۷۰ °C	۳ دقیقه	۲۰ میلی‌متر	پشندی	۴۰/۲۴ ab
۵۰ °C	۵ دقیقه	۲۰ میلی‌متر	مجنی	۳۹/۹۲ ab
۵۰ °C	۳ دقیقه	۲۰ میلی‌متر	مجنی	۳۹/۹۰ ab
۷۰ °C	۳ دقیقه	۱۰میلی‌متر	پشندی	۳۹/۸۶ ab
۷۰ °C	۵ دقیقه	۲۰ میلی‌متر	مجنی	۳۹/۰۷ bc
۵۰ °C	۳ دقیقه	۲۰ میلی‌متر	پشندی	۳۸/۷۱ bc
۶۰ °C	۵ دقیقه	۱۰میلی‌متر	مجنی	۳۸/۱۵ bc
۷۰ °C	۳ دقیقه	۱۰میلی‌متر	مجنی	۳۶/۳۸ cd
۷۰ °C	۳ دقیقه	۲۰ میلی‌متر	مجنی	۳۴/۷۸ de
۶۰ °C	۳ دقیقه	۲۰ میلی‌متر	پشندی	۳۴/۱۶ de
۶۰ °C	۵ دقیقه	۲۰ میلی‌متر	مجنی	۳۲/۵۸ cf
۵۰ °C	۵ دقیقه	۲۰ میلی‌متر	پشندی	۳۰/۳۵ fg
۶۰ °C	۳ دقیقه	۲۰ میلی‌متر	مجنی	۲۹/۹۲ fg
۷۰ °C	۵ دقیقه	۱۰میلی‌متر	مجنی	۲۸/۱۵ gh
۷۰ °C	۵ دقیقه	۱۰میلی‌متر	پشندی	۲۵/۸۷ hi
۶۰ °C	۳ دقیقه	۱۰میلی‌متر	مجنی	۲۵/۴۸ hi
۵۰ °C	۵ دقیقه	۱۰میلی‌متر	مجنی	۲۴/۴۶ hi
۷۰ °C	۵ دقیقه	۲۰ میلی‌متر	پشندی	۲۳/۹۰ ij
۶۰ °C	۳ دقیقه	۱۰میلی‌متر	پشندی	۲۳/۳۵ ijk
۵۰ °C	۵ دقیقه	۱۰میلی‌متر	پشندی	۲۱/۲۱jk
۶۰ °C	۵ دقیقه	۱۰میلی‌متر	پشندی	۲۰/۶۷ k

در هر ردیف میانگین‌های دارای حروف مشابه، اختلاف معنی‌داری ندارند (آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪)

www.SID.ir

Archive of SID

در مورد اثرات متقابل فاکتورهای مختلف بر میزان جذب آب مجدد، اثر متقابل دمای خشک‌کردن و اندازه‌ی نمونه در سطح احتمال ۵٪ و اثر متقابل اندازه‌ی نمونه و نوع واریته در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار می‌باشد (جداول ۱۰تا۱۲).

وزن مخصوص

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که دمای خشک‌کردن و زمان آنزیم‌بری اثر معنی‌داری بر وزن مخصوص نمونه ها ندارند؛ اما اندازه‌ی نمونه‌ها در سطح ۱٪ و نوع واریته در سطح ۵٪ بر وزن مخصوص نمونه‌ها اثر معنی‌داری دارند (جدول۱). مقایسه میانگین‌ها (جدول۲) نشان داد که وزن مخصوص نمونه‌های پشندی بیشتر از وزن مخصوص نمونه‌های مجنی و وزن مخصوص نمونه‌های با ابعاد ۲۰ میلی‌متر بیشتر از وزن مخصوص نمونه‌های با ابعاد ۱۰ میلی‌متر می‌باشد. در مورد اثر متقابل فاکتورهای مختلف ، هیچکدام معنی‌دار نمی‌باشند (جدول۱).

جدول۱۰- میانگین ترکیب چهار جانبه دمای خشک‌کردن، زمان آنزیم‌بری، اندازه قطعات و نوع واریته از نظر متوسط درصد جذب آب نمونه‌ها

تیمار				متوسط درصد
دمای خشک‌کردن	زمان آنزیم‌بری	اندازه‌ی قطعات	نوع واریته	جذب آب
۵۰ °C	۵ دقیقه	۱۰میلی‌متر	مجنی	۶۸/۴۷ a
۶۰ °C	۵ دقیقه	۲۰ میلی‌متر	مجنی	۶۶/۱۷ ab
۶۰ °C	۳ دقیقه	۲۰ میلی‌متر	مجنی	۶۵/۹۷ abc
۵۰ °C	۳ دقیقه	۲۰ میلی‌متر	مجنی	۶۴/۳۴ abc
۷۰ °C	۳ دقیقه	۲۰ میلی‌متر	مجنی	۶۳/۷۲ abcd
۶۰ °C	۵ دقیقه	۱۰ میلی‌متر	مجنی	۶۲/۳۴ bcde
۵۰ °C	۵ دقیقه	۲۰ میلی‌متر	مجنی	۶۱/۹۹ bcde
۷۰ °C	۵ دقیقه	۲۰ میلی‌متر	مجنی	۶۱/۸۱ bcde
۷۰ °C	۳ دقیقه	۲۰ میلی‌متر	مجنی	۵۹/۹۱ cdef
۶۰ °C	۵ دقیقه	۱۰میلی‌متر	مجنی	۵۸/۲۱ defg
۷۰ °C	۵ دقیقه	۱۰میلی‌متر	پشندی	۵۷/۵۷ efg
۵۰ °C	۳ دقیقه	۲۰ میلی‌متر	پشندی	۵۷/۵۲ efg
۵۰ °C	۳ دقیقه	۱۰میلی‌متر	پشندی	۵۶/۵۷ efg
۶۰ °C	۵ دقیقه	۲۰ میلی‌متر	پشندی	۵۴/۸۳ fgh
۶۰ °C	۳ دقیقه	۱۰میلی‌متر	پشندی	۵۴/۴۳ fgh
۶۰ °C	۳ دقیقه	۲۰ میلی‌متر	پشندی	۵۳/۸۱ gh
۷۰ °C	۵ دقیقه	۱۰میلی‌متر	مجنی	۵۲/۹۴ gh
۵۰ °C	۵ دقیقه	۲۰ میلی‌متر	پشندی	۴۹/۸۸ hi
۵۰ °C	۳ دقیقه	۱۰میلی‌متر	مجنی	۴۹/۷۰ hi
۷۰ °C	۳ دقیقه	۱۰میلی‌متر	پشندی	۴۹/۶۴ hi
۵۰ °C	۵ دقیقه	۱۰میلی‌متر	پشندی	۴۹/۵۸ hi
۶۰ °C	۵ دقیقه	۱۰میلی‌متر	پشندی	۴۹/۲۹ hi
۷۰ °C	۵ دقیقه	۲۰ میلی‌متر	پشندی	۴۹/۰۴ hi
۷۰ °C	۳ دقیقه	۱۰میلی‌متر	پشندی	۴۵/۷۱ i

در هر ردیف میانگین‌های دارای حروف مشابه، اختلاف معنی‌داری ندارند (آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪)

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱۱- میانگین ترکیب متقابل دما و اندازه نمونه از نظر درصد جذب آب مجدد نمونه‌ها

تیمار		متوسط جذب مجدد آب (٪)
دمای خشک‌کردن	اندازه‌ی نمونه	
۶۰ °C	۲۰ mm	۶۰/۱۹ a
۵۰ °C	۲۰ mm	۵۸/۴۳ ab
۵۰ °C	۱۰ mm	۵۶/۰۸ bc
۶۰ °C	۱۰ mm	۵۶/۰۷ bc
۷۰ °C	۱۰ mm	۵۵/ ۹۷bc
۷۰ °C	۲۰ mm	۵۴/ ۱۲ c

در هر ردیف میانگین‌های دارای حروف مشابه، اختلاف معنی‌داری ندارند(آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪)

جدول ۱۲- میانگین ترکیب متقابل واریته و اندازه‌ی نمونه از لحاظ درصد جذب آب مجدد نمونه‌ها

تیمار		متوسط درصد جذب مجدد آب (٪)
واریته	اندازه‌ی نمونه	
مجنی	۲۰ mm	۶۳/۳۷ a
مجنی	۱۰ mm	۵۹/۲۳ b
پشندی	۱۰ mm	۵۲/۸۵ c
پشندی	۲۰ mm	۵۱/۸۰ c

در هر ردیف میانگین‌های دارای حروف مشابه،اختلاف معنی‌داری ندارند (آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪)

بحث

چنانچه ملاحظه شد بیشترین درصد چروکیدگی (کمترین درصدحجم محصول خشک شده نسبت به حجم اولیه) مربوط به نمونه‌هایی بود که در ۶۰ °C خشک شده بودند و نمونه‌های خشک شده در ۵۰ °C کمترین چروکیدگی را داشتند. بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری کرد که سرعت کمتر خشک شدن (دمای پایین) اثر کمتری بر میزان چروکیدگی دارد به طوری که ظاهر نمونه‌های خشک شده در ۵۰ °C بهتر می‌باشد و این نمونه‌ها درصد بیشتری از حجم اولیه خود را حفظ کرده‌اند.این درصد با افزایش دمای خشک‌کردن به ۶۰ °C و ۷۰ °C کاهش می‌یابد، می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که اختلاف رطوبت موضعی در نمونه‌هایی که در دماهای ۵۰ ، ۶۰ و ۷۰ °C خشک شده‌اند به ترتیب کمتر بوده است؛ زیرا بیشترین چروکیدگی (حدود ۴۰ تا ۵۰ درصد) در نخستین مراحل خشک‌کردن رخ می‌دهد و اگر خشک‌کردن در دماهای پایین‌تری صورت بگیرد به طوری که اختلاف رطوبت در درون محصول به پایین‌ترین اندازه برسد چروکیدگی کمترین مقدار را خواهد داشت (توکلی پور ۱۳۸۰). می و همکاران (۲۰۰۰) به این نتیجه رسیدند که دماهای بالاتر خشک شدن سبب چروکیدگی بیشتر محصول می‌شوند. سوآرز و ویولاز (۱۹۹۱) نیز بیان داشتند که سرعت بالای خشک شدن سبب افزایش چروکیدگی می‌شود.

در مورد زمان آنزیم‌بری مشاهده شد که چروکیدگی در نمونه‌هایی که به مدت ۵ دقیقه آنزیم‌بری شده بودند، بیشتر بود. علت این است که مدت طولانی آنزیم‌بری سبب ژلاتینه شدن نشاسته،کریستاله شدن سلولز و ایجاد اختلاف رطوبت موضعی در طی خشک شدن می‌شود. این عوامل سلول‌ها را پاره یا فشرده می‌کند که در نتیجه شکل آن به طور برگشت ناپذیرتغییر کرده و نمونه ظاهری چروکیده پیدا می‌کند (فرانسیس ۲۰۰۰). کایونگ و وان (۱۹۹۲) بهترین زمان آنزیم‌بری را ۵ تا ۷ دقیقه به‌دست آوردند که دلیل این اختلاف احتمالا شرایط متفاوت انجام پژوهش آنها می‌باشد.

در مورد نوع واریته نیز می‌توان نمونه‌های تهیه شده از واریته‌ی پشندی را از لحاظ چروکیدگی بهتر دانست که دلیل آن ساختار فیزیکی و شیمیایی متفاوت در واریته‌های مختلف می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

چروکیدگی نمونه‌های با ابعاد ۲۰ میلی‌متر کمتر است که این یافته با یافته‌های تالبورت و اسمیت (۱۹۷۵) مطابقت دارد. طبق نظر این محققین اندازه قطعات اثر زیادی بر سرعت خشک شدن دارد به طوری که هرچه اندازه قطعات بزرگتر باشد، سرعت خشک‌شدن کمتر است. بنابراین چون سرعت خشک‌شدن نمونه‌های با ابعاد ۲۰ میلی‌متر نسبت به سرعت خشک‌شدن نمونه‌های با ابعاد ۱۰ میلی‌متر کمتر است و از طرف دیگر هر چه سرعت خشک شدن کمتر باشد، چروکیدگی کمتر است (توکلی‌پور ۱۳۸۰)، نمونه های با ابعاد ۲۰ میلی‌متر درصد بیشتری از حجم اولیه را حفظ کرده و کمتر چروکیده شده‌اند. درصد جذب آب در نمونه‌های خشک‌شده در ۷۰ °C کمتر بود. این امر را می‌توان به این صورت توجیه کرد که در اثر حرارت بالا درجه‌ی آبگیری نشاسته و قابلیت کشسانی دیواره‌ی سلولی کاهش یافته و همچنین پروتئین‌ها منعقد شده و ظرفیت جذب آب خود را تا حدودی از دست می‌دهند (فرانسیس ۲۰۰۰). علاوه بر این در حین خشک‌شدن دمای خشک شدن سبب می‌شود که آب موجود در مواد غذایی از طریق لوله‌های موئین به سطح منتقل شده و تبخیر شود (فلوز ۱۹۹۰). حرارت بالاتر سبب تغییر غیر قابل برگشت این لوله‌های موئین در نمونه می‌شود به طوری‌که جذب آب مجدد در نمونه با مشکل روبه‌رو شده و به آهستگی صورت می‌گیرد. تخریب لوله‌های موئین در دمای ۵۰ °C و ۶۰ °C ناچیز یا برگشت‌پذیر بوده است؛ اما این تغییر در دمای ۷۰ °C برگشت‌ناپذیر بوده است. بنابراین از این لحاظ نمونه‌های خشک‌شده در دماهای ۵۰C و ۶۰ °C بهتر هستند.

از لحاظ نوع واریته نیز نمونه های تهیه شده از واریته‌ی مجنی درصد جذب آب بیشتری داشته و از این لحاظ نسبت به نمونه‌های پشندی برتری دارند. دلیل این امر اختلافات ساختمانی و شیمیایی واریته‌های مختلف می‌باشد.

چنانچه مشاهده شد، وزن مخصوص در نمونه‌های با ابعاد ۲۰ میلی‌متر به طور معنی‌داری بیشتر از وزن مخصوص نمونه‌های با ابعاد ۱۰ میلی‌متر بود. توجیه این مسئله به این صورت است که سرعت خشک شدن بر وزن مخصوص محصول خشک شده مؤثر است و به طور کلی هرچه سرعت خشک‌شدن بیشتر باشد، وزن مخصوص کمتر است (تالبورت و اسمیت ۱۹۷۵). همان‌طور که قبلا اشاره شد سرعت خشک شدن در نمونه‌های با ابعاد ۲۰ میلی‌متر کمتر از سرعت خشک‌شدن در نمونه‌های با ابعاد ۱۰ میلی‌متر می‌باشد؛ از این رو وزن مخصوص آن نیز بیشتر شده است و نمونه‌های با ابعاد ۱۰ میلی‌متر چون سرعت خشک‌شدن بیشتری داشته‌اند، وزن مخصوص آنها کمتر شده است. علاوه بر این با کوچکتر شدن اندازه‌ی قطعات درصد بیشتری از مواد درون سلولی تلف شده و از بین می‌رود (تالبورت و اسمیت ۱۹۷۵) و در نتیجه وزن مخصوص کمتر می‌شود. سیمون و همکاران (۱۹۵۳) مطالعات دقیقی در مورد تأثیر اندازه‌ی قطعات بر اتلاف مواد ناشی از برش زدن انجام دادند و به نتایج مشابهی دست یافتند.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به یافته‌ها و کاوش‌های صورت گرفته و جداول ۹ و ۱۰ و همچنین در نظر گرفتن مسایل اقتصادی از لحاظ مصرف انرژی، بهترین شرایط خشک‌کردن دمای ۵۰ °C، زمان آنزیم‌بری ۳ دقیقه، اندازه‌ی ۲۰ میلی‌متری قطعات و واریته‌ی مجنی پیشنهاد می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع مورد استفاده

بهادری ف، ۱۳۷۸. برای کاهش ضایعات محصولات کشاورزی چه باید کرد. ماهنامه‌ی ترویجی سازمان کشاورزی استان سمنان. شماره‌ی ۷۹ : ۱۸-۱۷.

بی‌نام، ۱۳۸٤. آمارنامه‌ی کشاورزی استان سمنان. ادارهٔ کل آمار و اطلاعات وزارت کشاورزی.

توکلی‌پور ح، ۱۳۸۰. خشک‌کردن موادغذایی، اصول وروش‌ها. چاپ‌اول. انتشارات‌آییژ. تهران :٤۹-٤۸

فلاحی م، ۱۳۷٦. دانش و تکنولوژی سیب‌زمینی. چاپ اول. انتشارات بارثاوا

Abdel Kadar ZM, 1992. Effect of blanching on the diffusion of glucose from potatoes. Nahrungpotatoes. Nahrung.36 (1):15-20.

Fellows PJ, 1990. Food Processing Technology, Principles and Practice.Ellis Horwood Limited, 284-286.

Francis FJ, 2000. Encyclopedia of Food Science and Technology.Vol.1. John Wiley & Sons Inc. 494-497

Holdsworth SD, 1971.Dehydration of food products-A rewiew. J.Food Technology. 6(4):331-370.

Katara DK and Nirancar N, 1985. Effect of pretreatments on quality of dried potato cubes.Indian Food Packer.39 (5):68-73.

Kyung AH and Wan SN, 1992. Effect of pretreatments on reducing sugars content and color of potato chips. J Korean Agricultural Chemical Society. 35 (6):437-442.

Lisinsca G and Leszezyenski W, 1989. Potato Science and Technology. Elsevier science Publications Ltd.;233-280.

Lisinsca G and Plisga LO, 1992. Effect of blanching on the quality of potato chips. Przemysl Spozywczy. 46 (2):49-51.

Ma SX, Silva JL, Hearnsberger JO and Garner JO, 1992. Prevention of enzymatic darkening in frozen sweet potatoes by water blanching: Relationship among darkening, phenols and polyphenol oxidase activity. J Agri Food Chem. 40 (5):864-867.

May BK, Sinclair AJ, Hughes JG, Halmos AL and Tran VN, 2000. A study of temperature and sample dimention in the drying of potatoes. Drying Tech. 18 (10):2291-2306.

Mueftuegil N, 1985.The peroxidase enzyme activity of some vegetables and its resistance to heat. J Sci Of food and Agri.36(9):877-880.

Pascual V, Vaccarezza LM and Chirife J, 1975. Effect of pressurized gas-freezing pretreatment on the shrinkage of potatoes during air drying. J Food Sci. 40(2):244-245.

Ranganna S, 1986. Handbook of analysis and quality control for fruit and vegetable products. Tata Mc Graw Hill Company Limited; 850-851.

www.SID.ir

Simon M, Wagner JR, Silveira VG and Hendel CE, 1953. Influence of piece size on production and quality of dehydrated Irish potatoes. Food Tech. (7):423-428.

Archive of SID

Shakya BR and Flink JM, 1986. Dehydration of potato: 4. Influence of process parameters on ascorbic acid retention for natural convection solar drying conditions. J Food Process & Pres 10 (2):145-159.

Suarez C and Viollaz PE, 1991. Shrinkage effect on drying behaviour of potato slabs. J Food Eng.13(2):103-114.

www.SID.ir

Talburt WF and Smith O, 1975. Potato Processing. AVA,Westport, CT 613-646.