Archive of SID

تعیین روش بهینه‌ی خشک‌کردن قطعات سیب‌زمینی با هدف جلوگیری از ضایعات

Study of the Optimum Drying Method of Potato Cubes to Reduce Losses

سید حمید رضا ضیاءالحق
عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی شاهرود

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 10 و 20mm برش زده شدند. سپس عمل بلانچینگ به مدت 3 و 5 دقیقه انجام شد. پس از آنزیم‌بری، نمونه‌ها در محلول اسید آسکوربیک غوطه‌ور شده و بعد از آن در سه دمای 50، 60 و 70° C خشک شدند. پس از خشک‌شدن میزان جذب آب مجدد، درصد چروکیدگی و وزن مخصوص نمونه‌ها اندازه‌گیری شد و منحنی های خشک‌کردن نیز رسم شدند. نتایج تجزیه‌ی واریانس نشان داد که اثر تمام فاکتورها بر درصد چروکیدگی نمونه‌های خشک‌شده در سطح آماری 1٪ معنی‌دار می باشد. در مورد جذب آب مجدد، اثر دمای خشک‌کردن در سطح آماری 5٪ و اثر واریته در سطح آماری 1٪ معنی‌دار است. اثر اندازهٔ نمونه و واریتهٔ سیب‌زمینی بر وزن مخصوص نمونه‌ها نیز به ترتیب در سطح آماری 1٪ و 5٪ معنی‌دار می‌باشد.باتوجه به یافته‌های به‌دست آمده مشخص شد که دمای 50 ° C و زمان آنزیم‌بری 3 دقیقه برای قطعات 20 میلی‌متری تهیه شده از سیب‌زمینی‌های واریتهٔ مجنی بهترین شرایط برای خشک‌کردن می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: سیب‌زمینی – خشک‌کردن – آنزیم‌بری – اندازه‌ی قطعات – کاهش ضایعات

www.SID.ir

Archive of SID

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 143266 هکتار ودر استان سمنان 6125 هکتار است که از این مقدار 4850 هکتار مربوط به شاهرود، 843 هکتار مربوط به دامغان، 351 هکتار مربوط به سمنان و 80 هکتار مربوط به گرمسار است(1). اگر متوسط عملکرد را 18 تن در نظر بگیریم، میزان تولید سیب‌زمینی در کشور 2578788 تن می‌باشد که 35 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(2).

در این تحقیق سعی شده است تا با مشخص کردن رقم مناسب سیب‌زمینی و تعیین شرایط مناسب خشک‌کردن، بتوان سیب‌زمینی خشک را نگه‌داری کرده و از ضایعات آن جلوگیری نمود.

این نوع سیب‌زمینی خشک شده را می‌توان در مکان‌هایی که 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 (May) و همکارانش(2000) 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(16).

خشک کردن فرآیند پیچیده‌ای است که در آن عوامل متعددی از جمله دمای هوا، دمای محصول، فشار بخار، مقدار رطوبت و شکل محصول به طور همزمان و پیوسته تغییر می‌کنند تا رطوبت نهایی محصول به مقدار مورد نظر برسد. عوامل زیادی بر روند خشک شدن تأثیر می‌گذارند؛ اما مهم‌ترین آنها شامل نوع محصول، دمای هوا، رطوبت هوا، اندازه‌ی نمونه و سرعت جریان هوا می‌باشند(10).

جذب آب مجدد کاملاًعکس عمل خشک‌کردن نیست. تغییرات بافتی، مهاجرت مواد جامد محلول و اتلاف ترکیبات فرار همه برگشت ناپذیرند.حرارت، درجه‌ی آب‌گیری نشاسته و کشسانی[1] دیواره‌ی سلولی را کاهش می‌دهد و پروتئین‌ها را منعقد[2] 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. به طور کلی خشک‌کردن سریع و دماهای بالا نسبت به دماهای پایین و متوسط تغییرات بیشتری در بافت ایجاد می‌کنند(9). به طور کلی نوع و میزان

1- Elasticity 2- Cuagulate

www.SID.ir

Archive of SID

تیمارهای اولیه(افزودن کلرید کلسیم به آب آنزیم‌بری[1])، میزان کاهش اندازه و پوست‌گیری بر بافت و جذب آب مجدد میوه‌ها و سبزی‌های خشک‌شده مؤثرند(9).

شاکیا(Shakya) و همکاران (1966) نشان دادند که میزان جذب مجدد آب با افزایش زمان خیساندن به طور پیوسته افزایش می‌یابد، اگر چه سرعت افزایش در 60 دقیقه‌ی اول بسیار بیشتر از 60 دقیقه‌ی آخر است. آنها همچنین به این نتیجه رسیدند که زمان و شرایط نگهداری (نوع بسته‌بندی و دمای نگهداری) تأثیری بر میزان جذب آب ندارد. این پژوهش‌گران سیب‌زمینی خشک شده را بدون این‌که از قبل جذب آب کند، مستقیما به مدت 10 دقیقه داخل آب جوش قرار دادند و مشاهده کردند که سیب‌زمینی‌های خشک پخته شده از لحاظ خصوصیات حسی[2] 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 16 تا 19 درصد بر مبنای خشک برای جلوگیری از قهوه‌ای شدن و رشد کپکی کافی می‌باشد(21).

کاهش مقدار آب سیب‌زمینی به کمتر از 12٪ سبب جلوگیری از انجام فرآیندهای حیاتی می‌شود. از لحاظ فنی آب سیب‌زمینی را می‌توان به راحتی کاهش داد. اما مسئله‌ای که وجود دارد این است که محصول نهایی پس از جذب مجدد آب باید کیفیت بالای خود را حفظ کرده خواص حسی قابل قبولی مشابه محصول تازه داشته‌باشد(14).

اندازه‌ی قطعات اثر بسیار زیادی بر سرعت خشک شدن دارد به طوری که هر چه قطعات بزرگ‌تر باشند، سرعت خشک شدن کمتر است (23).

سیمون(Simon) و همکارانش (1953) گزارش دقیقی در مورد اثر اندازه‌ی قطعات بر اتلاف ناشی از برش زدن ارایه دادند. برش زدن سبب می‌شود که سلول‌ها پاره شده و محتویات داخل سلول خارج شده و از راه آب شست‌وشو و بلانچ تلف شوند. میزان این تلف شدگی به اندازه‌ی قطعات برش خورده بستگی دارد (20).

امروزه سیب‌زمینی خشک شده به صورت قطعات با اشکال مختلف در سراسر جهان بسیار متداول می‌باشد. رطوبت این محصولات معمولا 10-8٪ است (14).

این فرآورده در سالادهای سیب‌زمینی، سوپ‌ها و غذاهای گوشتی مختلف به کار می‌رود. قطعات خشک شده مورد استفاده برای سالادها و سوپ‌ها باید از سیب‌زمینی‌های با وزن مخصوص پایین تولید شوند تا شکل آنها در غذاهای آماده حفظ شود. 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. (4).

در مواد غذایی که به اندازه‌ی کافی آنزیم‌بری می‌شوند، کاهش کیفیت بافتی به علت ژلاتینه شدن نشاسته، کریستاله شدن سلولز و اختلاف رطوبت موضعی در طی خشک‌کردن می‌باشد. در نتیجه‌ی این عوامل

1- Blanch water 2- Organoleptic charactristics

www.SID.ir

Archive of SID

سلول‌های نسبتا مستحکم پاره شده، فشرده شده و شکل آنها به طور برگشت‌ناپذیر تغییر می‌کند. در نتیجه ماده‌ی غذایی ظاهری چروکیده پیدا می‌کند(9).

لیسینسکا(Lisinska) و همکارانش (1992) برای آنزیم‌بری سیب‌زمینی به منظور تولید چیپس از محلول‌های حاوی 0/2 یا 0/4٪ $MgCl_2$ یا $CaCl_2$ یا نشاسته 0/5 ، 1 یا 2٪ استفاده کردند و با مقایسه این تیمارها با تیمار شاهد به این نتیجه دست یافتند که آنزیم‌بری در تمام این محلول‌ها بجز نشاسته 2٪ قوام و خصوصیات حسی (رنگ، مزه، آروما) چیپس‌ها را بهبود می‌بخشد(13).کی‌یانگ(Kyung) و همکارانش (1992) نیز برای آنزیم‌بری سیب‌زمینی به منظور تولید چیپس از محلول NaCl یا $CaCl_2$ به مدت 1 تا 7 دقیقه استفاده کردند. آنها نشان دادند که آنزیم‌بری در آب خالص به مدت 7 دقیقه مقدار قندهای احیا کننده را 30 تا 40٪ کاهش می‌دهد. خیساندن در محلول NaCl به مدت 20 دقیقه مقدار قندهای احیا کننده را 15 تا30٪ کاهش می‌دهد، اما نمونه‌ها قهوه‌ای می‌شوند. خیساندن و سپس آنزیم‌بری در محلول NaCl قندهای احیا کننده را تا 40٪ کاهش می‌دهد. آنزیم‌بری در محلول $CaCl_2$ مقدار قندهای احیا کننده را تا 50٪ کاهش داد. و در این حالت بهترین نمونه‌ها از لحاظ رنگ به‌دست آمدند (12).

عبدل قادر(Abdel kadar) درسال (1992) اتلاف گلوکز به داخل آب در حین آنزیم‌بری قطعات سیب‌زمینی در دماهای 60، 70، 80، 90 °C به مدت‌های 20، 30، 40،50،60 دقیقه را بررسی کردند. به طور کلی افزایش دما سبب افزایش اتلاف گلوکز شد (7).

ما(Ma) و همکاران (1992) 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 100°C به مدت 3 دقیقه یا 94°C به مدت 5 دقیقه لازم است تا از قهوه‌ای شدن سیب‌زمینی جلوگیری شود(15).

زمان آنزیم‌بری لازم برای غیر فعال کردن پراکسیداز در قطعات سیب‌زمینی به ابعاد 0/75، 1/25 و 1/75 سانتی‌متر به‌ترتیب 4/5، 4/5و 6/5 دقیقه در آب جوش می‌باشد. در صورتی که عمل آنزیم‌بری در آب نمک 2٪ انجام شود این زمان‌ها به‌ترتیب 4، 4/5، 5/5 دقیقه خواهندبود. آنزیم‌بری سبب بهبود رنگ، درصد جذب آب و حفظ اسیدآسکوربیک در قطعات خشک شده سیب‌زمینی می‌شود. غوطه‌ور کردن قطعات آنزیم‌بری شده در متاپلی سولفیت‌پتاسیم 1٪ قبل از خشک کردن سبب بهبود بیشتر رنگ نمونه‌های خشک شد(11).

سوآرز(Suarez) و همکارانش (1991) 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 (22).

با توجه به این‌که سیب‌زمینی پس از گندم، جو و برنج از مهم‌ترین محصولات کشاورزی در جیره‌ی غذایی مردم ایران می‌باشد(6) و این محصول در بسیاری از کشورها به دلیل کربوهیدرات زیاد و ارزش بیولوژیکی بالای پروتئین آن به عنوان غذای اصلی محسوب می‌شود (5)، در این پژوهش سعی شده است تا

1-Water blanching

www.SID.ir

Archive of SID

شرایط مناسب برای خشک‌کردن قطعات سیب‌زمینی تعیین شوند تا به این ترتیب بتوان از سیب‌زمینی تولید شده در کشور به طور بهینه استفاده نمود.

روش مطالعه

در این پژوهش مراحل خشک‌کردن سیب‌زمینی شامل شست‌وشو، پوست‌گیری، برش‌زنی، بلانچینگ، 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 سمنان ـ شاهرود واقع در کیلومتر 3 جاده بسطام و واریته مجنی از اراضی مجن واقع در 35 کیلومتری شاهرود تهیه شدند. برای برش‌زنی نمونه‌ها در اندازه‌های مورد نظر سفارش ساخت دو دستگاه تیغه برش داده شد. در یکی از این دستگاه‌ها فاصله‌ی تیغه‌ها حدود 20 میلی‌متر و در دیگری حدود 10 میلی‌متر بود. برای توزین نمونه‌ها از ترازوی حساس و برای خشک کردن از آون 55 لیتری معمولی استفاده شد. پس از تهیه واریته‌های سیب‌زمینی، عمل پوست‌گیری با دست انجام شد و سپس سیب‌زمینی‌ها به وسیله تیغه‌های تهیه شده در ابعاد 20میلی‌متری و 10 میلی‌متری برش زده شدند. نمونه‌های برش زده شده در محلول کلریدکلسیم0/4 درصد به مدت3 دقیقه و5 دقیقه در دمای$^{\circ}$C 98 آنزیم‌بری شدند. غلظت کلرید کلسیم با توجه به منبع شماره‌ی 13 و زمان آنزیم‌بری با توجه به منابع 12 و 13 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(19و17). در نهایت دو زمان 3 دقیقه و 5 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(23،14،6). سپس نمونه‌ها در محلول اسید آسکوربیک 5 ppm ریخته شدند. پس از 5 دقیقه نمونه‌ها از محلول خارج شده و پس از آبکش شدن در دماهای 50 ، 60 و 70°C خشک شدند تمام نمونه‌ها تا رطوبت حدود 6 ـ 12 درصد خشک شدند و پس از رسیدن به این رطوبت، سرد شده و در کیسه‌های سلوفانی بسته‌بندی 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(18). 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).

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

برای اندازه‌گیری جذب مجدد آب ابتدا نمونه‌ی خشک شده دقیقاً وزن شده (M_0) و سپس در مقدار زیادی آب در دمای محیط غوطه‌ور می‌شود. نمونه در فواصل زمانی مختلف برداشته شده، آب روی آن با یک

www.SID.ir

Archive of SID

دستمال کاغذی خشک شده و دوباره وزن می‌شود (M). تفاوت دو توزین مقدار آب جذب شده می‌باشد(18،21).

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

وزن مخصوص نیز با اندازه‌گیری وزن و حجم نمونه و تقسیم آن دو بر هم بدست آمد. در نهایت نمودارهای خشک‌کردن با کمک نرم‌افزار EXCEL به صورت مقداررطوبت (بر مبنای وزن خشک) در مقابل زمان رسم شده و مدلی برای خشک‌شدن هر یک از نمونه‌ها پیشنهاد شد.تجزیه و تحلیل آماری نیز توسط نرم‌افزارMSTATC و طرح فاکتوریل کاملاً تصادفی انجام شد.

یافته ها

نتایج بدست آمده نشان می‌دهند که اثر دمای خشک‌کردن ، زمان بلانچ کردن ، اندازه‌ی نمونه و واریته‌ی سیب‌زمینی بردرصد چروکیدگی نمونه‌ها با احتمال 90٪ ($P < 0/01$) معنی‌دار است (جدول 1). با توجه به جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول2) مشاهده می‌شود که درصد حجم نسبت به حجم اولیه در نمونه‌هایی که در 60 درجه سانتی‌گراد خشک شده‌اند به طور معنی‌داری کمتر از درصد آن در نمونه‌هایی است که در دمای 50 یا 70 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 (شکل1).

نمونه‌هایی‌که به مدت 5 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 3 دقیقه تأثیر معنی‌داری بر درصد حجم اولیه نمونه‌ها داشته و نمونه ها کمتر چروکیده شده‌اند (شکل2). ابعاد قطعات ونوع واریته نیز برمیزان چروکیدگی مؤثربود،به‌طوری‌که نمونه‌های مجنی بیشترین‌درصد حجم نسبت به حجم اولیه (کمترین میزان چروکیدگی) و نمونه‌های با ابعاد 20میلی‌متربیشترین درصد حجم نسبت به حجم اولیه (کمترین میزان چروکیدگی) را داشتند(شکلهای3و4).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول1-تجزیه واریانس پارامترهای مورد بررسی

منابع تغییر	درجه آزادی	میزان چروکیدگی(عدد F)	جذب آب مجدد(عدد F)	وزن مخصوص(عدد F)
دمای خشک‌کردن (A)	2	25/6674 **	4/3316 *	1/7802 ns
زمان‌آنزیم‌بری (B)	1	121/8227 **	3/1350 ns	0/0404 ns
A × B	2	137/3534 **	0/9169 ns	0/5218 ns
اندازه نمونه (C)	1	128/8216 **	3/0613 ns	98/4226 **
A × C	2	15/6408 **	4/0264 *	0/0049 ns
B × C	1	58/1766 **	0/0906 ns	0/6212 ns
A × B × C	2	20/9736 **	8/6372 **	1/0989 ns
واریته سیب‌زمینی (D)	1	30/5915 **	103/2789 **	5/3590 *
A × D	2	3/1305 **	0/5926 ns	0/3401 ns
B × D	1	74/5780 **	1/1013 ns	0/0011 ns
A × B × D	2	10/0383 **	17/7392 **	2/2794 ns
C × D	1	10/7799 **	8/6215 **	0/2585 ns
A × C × D	2	65/3543 **	1/0254 ns	1/2373 ns
B × C × D	1	0/0019 ns	0/2262 ns	3/7741 ns
A × B × C × D	2	38/8485 **	9/5277 **	3/1987 **
خطا	48			
ضریب تغییرات		٪5/66	٪6/59	٪27/36

** اختلاف معنی‌دار در سطح 1٪ * اختلاف معنی‌دار در سطح 5٪ ns عدم اختلاف معنی‌دار

در مورد اثرات متقابل چنانچه از جدول شماره 1 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 1٪ معنی‌دار می‌باشد.

با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول1) مشاهده می‌شود که اثر دمای خشک‌کردن با احتمال 95٪ ($P < 0/05$) و اثر نوع واریته با احتمال 99٪ ($P < 0/01$) بر مقدار جذب مجدد آب معنی‌دار می‌باشند؛ اما زمان بلانچ کردن و اندازه‌ی قطعات اثر معنی‌داری بر مقدار جذب مجدد آب ندارند.

به طوری که از جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول 2) و شکل 5 مشاهده می‌شود، درصد جذب آب در نمونه های خشک شده در دمای 50 و $60^{\circ}C$ تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند، اما دمای $70^{\circ}C$ اثر

www.SID.ir

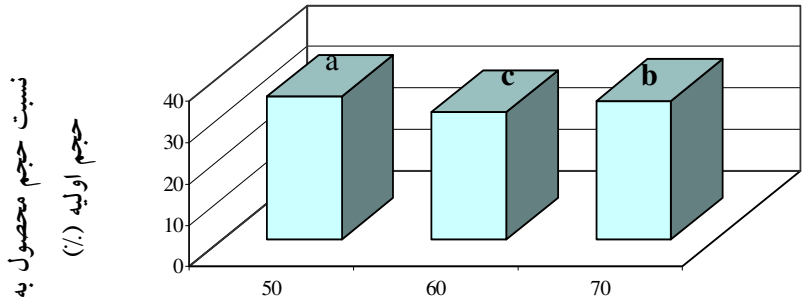
Archive of SID

معنی‌داری بر مقدار جذب آب نمونه‌ها داشته است به طوری که درصد جذب آب در این نمونه‌ها کمتر از نمونه‌های دیگر است .

جدول2- مقایسات میانگین به روش دانکن در سطح 5٪ برای بررسی تأثیر فاکتورهای مختلف برمقدار 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
دمای خشک‌کردن	50°C	34/667a	57/255 a	1/055 a
	60°C	30/897c	58/130 a	0/911 a
	70°C	33/530 b	55/042 b	1/011 a
زمان آنزیم‌بری	5 دقیقه	30/599 b	56/647 a	0/986 a
	3 دقیقه	35/464 a	56/971 a	0/999 a
ابعاد قطعات	20میلی‌متر	35/532 a	57/582 a	1/310 a
	10میلی‌متر	30/531 b	56/037 a	0/975 b
واریته سیب‌زمینی	مجنی	34/250 a	61/296 a	0/919 b
	پشندی	31/813 b	52/322 b	1/067 a

در هر ردیف میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه می‌باشند، اختلاف معنی‌داری ندارند(دانکن5٪)

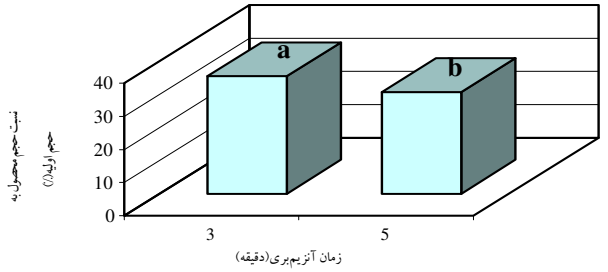


شکل1-اثر درجه حرارت بر درصد حجم محصول خشک شده نسبت به حجم اولیه (نمونه ای که درصد حجم اولیه کمتری دارد درصد چروکیدگی آن بیشتر است)

در مورد اثرات متقابل فاکتورهای مختلف بر میزان جذب آب مجدد، اثر متقابل دمای خشک‌کردن و اندازه‌ی نمونه در سطح آماری 5٪ و اثر متقابل اندازه‌ی نمونه و نوع واریته در سطح 1٪ معنی‌دار می‌باشد.

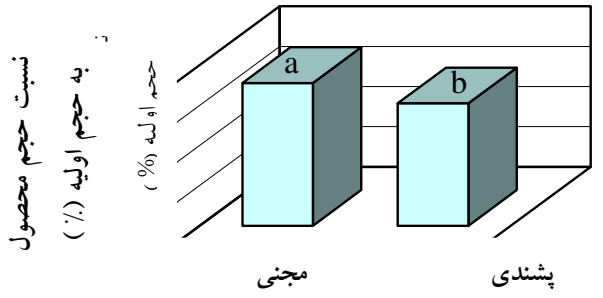
www.SID.ir

Archive of SID



شکل 2 ـ اثر زمان آنزیم‌بری بر درصد حجم محصول خشک‌شده نسبت به حجم اولیه
(نمونه‌ای که درصد حجم اولیه‌ی کمتری دارد، درصد چروکیدگی آن بیشتر است)

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که دمای خشک‌کردن و زمان آنزیم‌بری اثر معنی‌داری بر وزن مخصوص نمونه ها ندارند؛ اما اندازه‌ی نمونه‌ها در سطح 1٪ و نوع واریته در سطح 5٪ بر وزن مخصوص نمونه‌ها اثر معنی‌داری دارند(جدول1). مقایسه میانگین‌ها (جدول2) نشان داد که وزن مخصوص نمونه‌های پشندی بیشتر از وزن مخصوص نمونه‌های مجنی و وزن مخصوص نمونه‌های با ابعاد 20 میلی‌متر بیشتر از وزن مخصوص نمونه‌های با ابعاد 10 میلی‌متر می‌باشد. در مورد اثر متقابل فاکتورهای مختلف ، هیچکدام معنی‌دار نمی‌باشند(جدول1).



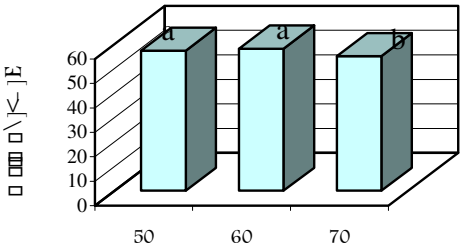
شکل 3

شکل4- اثر ابعاد قطعات بر درصد حجم محصول خشک شده نسبت به حجم اولیه
(نمونه ای که درصد حجم اولیه کمتری دارد درصد چروکیدگی آن بیشتر است)

درصد جذب آب

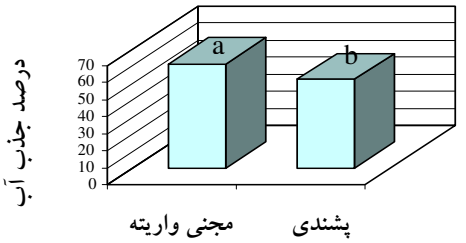
www.SID.ir

Archive of SID



دمای خشک کردن (درجه سانتی گراد)

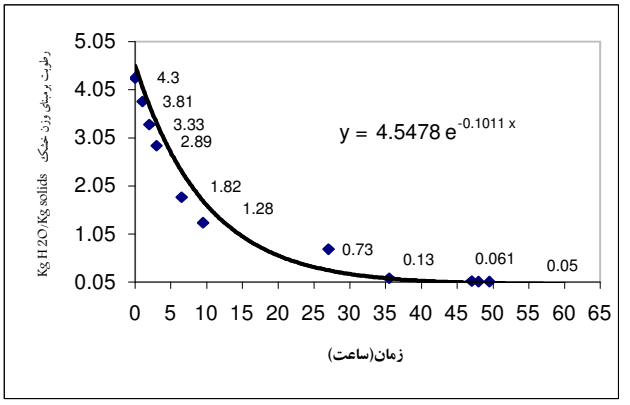
شکل 5 - اثر دمای خشک کردن بر میزان جذب آب مجدد



شکل6- اثر نوع واریته بر میزان جذب آب مجدد

نمودارهای خشک‌کردن

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 EXCEL رسم شده و مدل مناسب برای هر نمودار به‌دست آمد(شکلهای 7 تا 9).

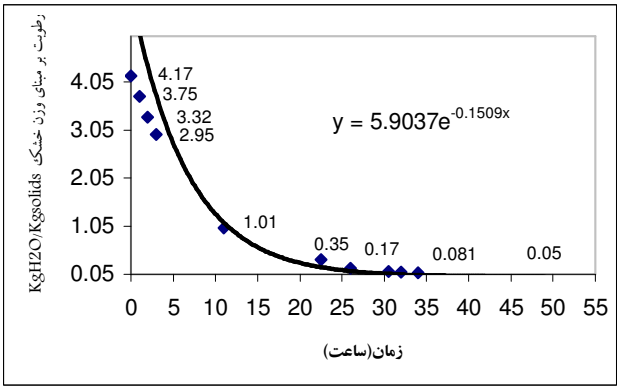


شکل7- منحنی خشک‌شدن قطعات سیب‌زمینی در دمای 50 درجه‌ی سانتی‌گراد

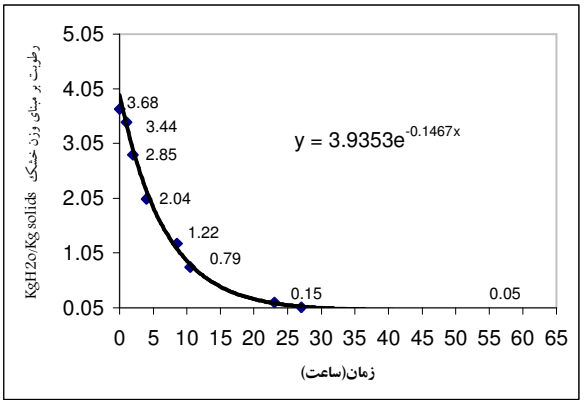
(زمان آنزیم‌بری3 دقیقه، اندازه‌ی قطعات 20 میلی‌متر، واریته‌ی مجنی)

www.SID.ir

Archive of SID



شکل8- منحنی خشک‌شدن قطعات سیب‌زمینی در دمای 60 درجه‌ی سانتی‌گراد (زمان آنزیم‌بری 3 دقیقه، اندازه‌ی قطعات 20 میلی‌متر، واریته‌ی مجنی)



شکل9- منحنی خشک‌شدن قطعات سیب‌زمینی در دمای 70 درجه‌ی سانتی‌گراد (زمان آنزیم‌بری 3 دقیقه، اندازه‌ی قطعات 20 میلی‌متر، واریته‌ی مجنی)

چنانچه ملاحظه شد بیشترین درصد چروکیدکی (کمترین درصدحجم محصول خشک شده نسبت به حجم اولیه) مربوط به نمونه‌هایی بود که در $60^{\circ}C$ خشک شده بودند و نمونه‌های خشک شده در $50^{\circ}C$ 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 $50^{\circ}C$ بهتر می‌باشد و این نمونه‌ها درصد بیشتری از حجم اولیه خود را حفظ کرده‌اند.این درصد با افزایش دمای خشک‌کردن به $60^{\circ}C$ و $70^{\circ}C$ کاهش می‌یابد، اما این کاهش در دمای $60^{\circ}C$ بیشتر بوده و نمونه‌ها بیشتر چروکیده شده‌اند. می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که اختلاف رطوبت موضعی در نمونه‌هایی که در دماهای 50 ، 60 و $70^{\circ}C$ خشک شده‌اند به ترتیب کمتر بوده است؛ زیرا بیشترین چروکیدگی (حدود 40 تا 50 درصد) در نخستین مراحل خشک‌کردن رخ می‌دهد و اگر خشک‌کردن در دماهای پایین‌تری صورت بگیرد به طوری که اختلاف رطوبت در درون محصول به

www.SID.ir

Archive of SID

پایین‌ترین اندازه برسد چروکیدگی کمترین مقدار را خواهد داشت(3). می و همکارانش به این نتیجه رسیدند که دماهای بالاتر خشک شدن سبب چروکیدگی بیشتر محصول می‌شوند(16).سوآرز و همکارانش نیز بیان داشتند که سرعت بالای خشک شدن سبب افزایش چروکیدگی می‌شود(22).

در مورد زمان آنزیم‌بری مشاهده شد که چروکیدگی در نمونه‌هایی که به مدت 5 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(9). کی‌یانگ و همکارانش (1992) بهترین زمان آنزیم‌بری را 5 تا 7 دقیقه به‌دست آوردند(12) 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.

چروکیدگی نمونه‌های با ابعاد 20 میلی‌متر کمتر است که این یافته با یافته‌های تالبورت و همکاران(23) 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(23). بنابراین چون سرعت خشک‌شدن نمونه‌های با ابعاد 20 میلی‌متر نسبت به سرعت خشک‌شدن نمونه‌های با ابعاد 10 میلی‌متر کمتر است و از طرف دیگر هر چه سرعت خشک شدن کمتر باشد، چروکیدگی کمتر است(3)، نمونه های با ابعاد 20 میلی‌متر درصد بیشتری از حجم اولیه را حفظ کرده و کمتر چروکیده شده‌اند. درصد جذب آب در نمونه‌های خشک‌شده در $70^{\circ}C$ کمتر بود. این امر را می‌توان به این صورت توجیه کرد که در اثر حرارت بالا درجه‌ی آبگیری نشاسته و کشسانی دیواره‌ی سلولی کاهش یافته و همچنین پروتئین‌ها منعقد شده و ظرفیت جذب آب خود را تا حدودی از دست می‌دهند(9). علاوه بر این در حین خشک‌شدن دمای خشک شدن سبب می‌شود که آب موجود در مواد غذایی از طریق لوله‌های موئین به سطح آمده و تبخیر شود(8). 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 $50^{\circ}C$ و $60^{\circ}C$ ناچیز یا برگشت‌پذیر بوده است؛ اما این تغییر در دمای $70^{\circ}C$ برگشت‌ناپذیر بوده است. بنابراین از این لحاظ نمونه‌های خشک‌شده در دماهای 50C و $60^{\circ}C$ 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 20 میلی‌متر به طور معنی‌داری بیشتر از وزن مخصوص نمونه‌های با ابعاد 10 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

www.SID.ir

Archive of SID

مخصوص کمتر است(23). همان‌طور که قبلا اشاره شد سرعت خشک شدن در نمونه‌های با ابعاد20 میلی‌متر کمتر از سرعت خشک‌شدن در نمونه‌های با ابعاد 10 میلی‌متر می‌باشد؛ از این رو وزن مخصوص آن نیز بیشتر شده است و نمونه‌های با ابعاد 10 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(23) و در نتیجه وزن مخصوص کمتر می‌شود. سیمون و همکارانش(1953) مطالعات دقیقی در مورد تأثیر اندازه‌ی قطعات بر اتلاف مواد ناشی از برش زدن انجام دادند و به نتایج مشابهی دست یافتند(20).

نتیجه‌گیری

با توجه به یافته‌ها و کاوش‌های صورت گرفته مشخص شد که بهترین دمای خشک‌کردن از لحاظ چروکیدگی دمای $50^{\circ}C$ و ازلحاظ درصد جذب آب دماهای 50C و $60^{\circ}C$ می‌باشند.در مورد وزن مخصوص نیز تفاوت معنی‌داری بین دماهای مختلف وجود ندارد. بنابراین دمای $50^{\circ}C$ به‌عنوان بهترین دما برای خشک‌کردن قطعات سیب‌زمینی انتخاب می‌شود. در مورد زمان بلانچ کردن نیز مشاهده شد که بهترین زمان از لحاظ چروکیدگی زمان 3 دقیقه می‌باشد و در موارد دیگر تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. به همین ترتیب بهترین واریته‌ی سیب‌زمینی ، واریته‌ی مجنی و بهترین ابعاد قطعات، ابعاد 20 میلی‌متری می‌باشند. بنابراین بهترین شرایط برای خشک‌کردن قطعات سیب‌زمینی که در این پژوهش به‌دست آمد ، دمای 50 درجه‌ی سانتی‌گراد و زمان بلانچ 3 دقیقه برای قطعات 20 میلی‌متری تهیه شده ازسیب‌زمینی‌های واریته‌ی مجنی می‌باشد.

فهرست منابع

1- بی‌نام ، 1381.آمارنامه‌ی کشاورزی استان سمنان.ادارهٔ کل آمار و اطلاعات وزارت کشاورزی.

2- بهادری،ف.1378.برای کاهش ضایعات محصولات کشاورزی چه باید کرد.ماهنامه‌ی ترویجی سازمان کشاورزی استان سمنان.شماره‌ی 79 : 18-17.

3- توکلی‌پور،ح.1380.خشک‌کردن موادغذایی،اصول وروش‌ها.چاپ‌اول.انتشارات‌آییژ.تهران :49-48

4- فلاحی،م.1376.دانش و تکنولوژی سیب‌زمینی.چاپ اول.انتشارات بارثاوا

5- کلانتری.ع.،ن.خادم‌ادم.1376.سیاست اصلاح الگوی تغذیه،فیزیولوژی تغذیه و اقتصاد مواد غذایی.وزارت کشاورزی مؤسسه‌ی پژوهش‌های برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی:70

6- نیلی احمدآبادی.ع.1377.راهنمای تولید سیب‌زمینی خوراکی.نشر آموزش کشاورزی.

7-Abdel kadar,Z.M.1992.Effect of blanching on the diffusion of glucose from potatoes Nahrung potatoes.Nahrung.vol.36.No.1:15-20

8-Fellows,P.J.1990.Food Processing Technology, principles and practice. Ellis Horwood limited:284- 286.

9-Francis,F.J.2000. Encyclopedia of Food Science and Technology.vol.1.John Wiley & Sons,Inc.:494-497

10-Holdsworth,S.D.1971.Dehydration of food products-a rewiew.J.Food Technology.vol.6.No.4:331-370.

www.SID.ir

Archive of SID

11-Katara,D.K. and N.Nirancar.1985.Effect of pretreatments on quality of dried potato cubes.Indian food packer.vol.39.No.5:68-73.

12-Kyung,A.H.and S.N.,Wan.1992.Effect of pretreatments on reducing sugars content and color of potato chips.J.korean agricultural chemical society.vol.35.No.6:437-442.

13-Lisinsca,G. and L.O.,Plisga.1992.Effect of blanching on the quality of potato chips.Przemysl spozywczy.vol.46.No.2:49-51.

14-Lisinsca,G. and W.Leszezyenski.1989.Potato science and technology.Elsevier science publications Ltd.:233-280.

15-Ma,S.X.,J.L.Silva,J.O.Hearnsberger and J.O.Garner.1992.Prevention of enzymatic darkening in frozen sweet potatoes by water blanching:relationship among darkening, phenols and polyphenol oxidase activity.J.Agricultural and food chemistry.vol.40.No.5:864-867.

16-May,B.K.,A.J.Sinclair,J.G.Hughes,A.L.Halmos and V.N.Tran.2000.A study of temperature and sample dimention in the drying of potatoes.Drying technology.vol.18.No.10:2291-2306.

17-Mueftuegil,N.1985.The peroxidase enzyme activity of some vegetables and its resistance to heat.J.Science of food and agricalture.vol.36.No.9:877-880.

18-Pascual,V.,L.M.Vaccarezza and J.Chirife.1975.Effect of pressurized gas-freezing pretreatment on the shrinkage of potatoes during air drying.J.food science.vol.40.NO.2:244-245.

19-Ranganna,S.1986.Handbook of analysis and quality control for fruit and vegetable products.Tata Mc Graw Hill company limited:850-851.

20-Simon,M.,J.R.Wagner,V.G.Silveira and C.E.Hendel.1953.Influence of piece size on production and quality of dehydrated Irish potatoes.Food technology.No.7:423-428.

21-Shakya,B.R. and J..M.Flink.1986.Dehydration of potato:4.Influence of process parameters on ascorbic acid retention for natural convection solar drying conditions.J.Food processing and preservation.vol.10.No.2:145-159.

22-Suarez,C. and P.E.Viollaz.1991.Shrinkage effect on drying behaviour of potato slabs.J.Food engineering.vol.13.No.2:103-114.

23-Talburt,W.F. and O. Smith.1975.Potato Processing.AVA,Westport,CT.:613-646.

www.SID.ir