Archive of SID

نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۲۸ شماره ۲/ سال ۱۳۹۷/ صفحات ۱۲۷ تا ۱۳۵

تعیین برخی از ویژگی های فیزیکی و مکانیکی دو واریته گردو

هلدا دانائی اسکوئی[۱*]، محسن اسمعیلی[۲] و زهرا پیراوی ونک[۳]

تاریخ دریافت: ۹۶/۶/۲۷ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۰/۱۱

[۱] دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه
[۲] استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه
[۳] دانشیار پژوهشگاه استاندارد، پژوهشکده غذایی و کشاورزی، گروه پژوهشی مواد غذایی، کرج
*مسئول مکاتبه: Email: hld.danaei@gmail.com

چکیده

برای انجام عملیات کارآمد و طراحی مناسب ماشین آلات و فرآیندها، درک مناسبی از خصوصیات محصول مورد نیاز است. هدف از این پژوهش، ارزیابی خواص فیزیکی و مکانیکی دو واریته گردو (کاغذی و سنگی) در شهرستان اسکو در آذربایجان‌شرقی بود که در مهر ماه ۱۳۹۳ انجام شد. برای این منظور، طول، ضخامت، حجم، کرویت، مساحت سطحی و قطر میانگین هندسی گردوی کامل و مغز گردو اندازه‌گیری شد. علاوه بر این، آزمون‌های فشار و نفوذ برای هر دو واریته انبار شده در سه دمای مختلف اتاق (۲۵°C)، یخچال(٤C°) و فریزر(۱۸°C-) انجام گرفت. مغزها طی انبار در کیسه-های پلی پروپیلنی نگه داری شدند. نتایج حاصل نشان داد که کرویت گردو وابسته به واریته هست. همچنین نتایج آنالیز واریانس یک طرفه معنی‌دار بودن اثر واریته روی ضریب کرویت را در سطح احتمال ۵٪ بیان کرد. نتایج حاصل از آزمون‌های مکانیکی نشان داد که سختی طی نگه‌داری افزایش می‌یابد. همچنین مشخص شد که سختی به طور معنی‌داری تحت تاثیر دمای انبار قرار می‌گیرد.

واژگان کلیدی: گردو، خصوصیات فیزیکی، خصوصیات مکانیکی، ضریب کرویت

مقدمه

گردو از جمله محصولات باغی مهم در ایران و دنیاست که از نظر میزان تولید و ارزش اقتصادی، تغذیه‌ای و دارویی بالای آن حائز اهمیت است. این مغز بعنوان جزء کاربردی در محصولات غذایی نظیر محصولات لبنی، آبنبات، شکلات، نان، کیک، مافین و ... مورد استفاده قرار می‌گیرد(پاین ۱۹۸۵). آرد گردو محصول جدیدی است که قابلیت استفاده در صنعت پخت بعنوان مکمل یا حتی جایگزینی برای آرد گندم در ساخت نان، بیسکویت و کیک دارد. کاربرد دیگر این ماده استفاده از آن بعنوان یک طعم دهنده طبیعی در مواد غذایی است(وانهانن و سوج ۲۰۰٦). کشور ایران از نظر تولید گردو در دنیا جایگاه مهمی دارد. براساس آمار سال ۲۰۱۲ سازمان خوار بار جهانی، سطح زیر کشت گردو در دنیا ۹۹۵۰٤۰ هکتار و در ایران ٦٤۰۰۰ هکتار می‌باشد. میزان تولید گردو در دنیا حدود ۳٤۱۸۵۵۹ تن می‌باشد که ایران با تولید ٤۵۰۰۰۰ تن و حدود ۱٤٪ در رتبه دوم بعد از کشور چین قرار دارد. کشورهای آمریکا و ترکیه

www.SID.ir

Archive of SID

نیز به ترتیب در جایگاه‌های بعدی قرار دارند (فائو۲۰۱٤).
گردو به علت خواص ارگانولپتیکی خوب و اثر حفاظتی علیه بیماری قلبی عروقی یک خشکبار مطلوب محسوب شده و بعنوان جزء کاربردی در چندین محصول غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد همچون محصولات لبنی منجمد، آبنبات، شکلات، خمیر، نان، کیک، مافین و... (پاین ۱۹۸۵).

شناخت ویژگی‌های محصولات کشاورزی اجازه می‌دهد هم ماشین‌های جدید و فرآیندهای صنعتی با مشخصات کیفی طراحی و اصلاح شود، تا خسارت کاهش و بهره‌دهی عملیات افزایش یابد، و هم شرایط نگهداری و حمل ونقل محصول بهینه شود. اولین گام در تدوین استانداردهای کیفی در محصولات کشاورزی و باغی و نیز بهبود خطوط مختلف فرآوری این محصولات دانستن خواص متنوع این محصولات و انواع تغییراتشان در اثر عوامل گوناگون است(توکلی هشجین ۱۳۸۲).

برداشت و شکستن گردو به صورت دستی علاوه بر آسیب هایی که به هنگام برداشت محصول به درخت وارد می کند باعث افزایش قیمت محصول و اتلاف زمان می شود. بنابراین برای توسعه دستگاه های برداشت و شکستن گردو مطالعه خواص فیزیکی و مکانیکی گردو ضروری است و این دانش پیش نیاز اصلی جهت طراحی و توسعه ماشین‌آلات برداشت و فرآوری گردو است . مهم‌ترین فرآیند پس از برداشت گردو جداسازی آن از پوست می‌باشد. تعیین خواص مکانیکی گردو یک پیش نیاز و یک مرحله بحرانی برای طراحی و توسعه تجهیزات مورد استفاده برای شکستن گردوها می‌باشد(برقه ای و همکاران ۲۰۰۰). کویانکی و همکاران (۲۰۰٤) گزارش کردند که ضخامت پوست و قطر میانگین هندسی نیروی لازم برای ماکزیمم مقاومت پوست، انرژی لازم برای تغییر شکل پوست تا رسیدن به نقطه شکست و کیفیت گردوی استخراج شده بر اثر شکستن را تحت تاثیر قرار می‌دهد. با افزایش ضخامت پوست گردو، نیرو و انرژی موردنیاز پوست‌گیری به صورت خطی افزایش می‌یابد. سفتی پوست گردوها بسته به نوع واریته، متغیر است. فرآیند شکستن می‌تواند منجر به آسیب گردو شود و میزان آسیب وابسته به نوع واریته، خواص فیزیکی، فشار وارده و موقعیت می‌باشد. خواص مکانیکی گردوها در طراحی دستگاه‌های گردوشکن و آسیاب گردو بسیار مهم هستند(شریفیان و درفشی ۲۰۰۸). سفتی پوسته سخت گردو نیز یکی از شاخص‌های اصلی مورد استفاده برای تعیین کیفیت و عمر مفید بعد از برداشت و سرعت و میزان از دست‌دادن استحکام بافت در طول نگه‌داری می‌باشد و حفظ سفتی به طور مستقیم باعث افزایش عمر نگه داری و مقاومت در برابر صدمات مکانیکی می‌شود(بریت ۱۹۹۰). برای تعیین سفتی از آزمون نفوذ استفاده می‌شود..

شریفیان و درفشی(۲۰۰۸) آزمایشاتی برای تعیین خواص مکانیکی گردوهای شهرستان ارومیه انجام دادند. در طی این آزمایش، نیرو، مقدار کرنش پوسته تا لحظه شکستن، انرژی کرنشی و توان مورد نیاز برای شکستن هر گردو در دو محتوای رطوبتی ۹/۲۱ درصد و ۲۱ درصد اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان دادند که بیشترین مقدار نیرو و توان و کمترین آن‌ها به ترتیب در راستای طولی و راستای شکاف گردو بدست آمد. انرژی شکستن کامل گردو با کاهش محتوای رطوبتی و افزایش ارتفاع سقوط افزایش می یابد. همچنین نتیجه گرفته شد که سرعت سقوط چهار متر بر ثانیه برای ایجاد ترک کافی در گردوی آفریقایی با سطح رطوبتی کمتر از ۳۰ درصد خشک پایه، مناسب است(آسوگ ۱۹۹۵).

خواص فیزیکی (قطر محوری و شعاعی، ضخامت پوسته، کرویت، وزن، حجم، چگالی و...) محصولات کشاورزی از پارامترهایی هستند که نقش مهمی در طراحی و ساخت تجهیزات و آنالیز رفتار محصولات در طی انتقال، فرآوری و نگه داری دارند(فریزر و همکاران

www.SID.ir

Archive of SID

۱۹۷۸). در مطالعه‌ای کیفیت مغز حاصل از شکستن گردو به عنوان تابعی از قطر متوسط هندسی و ضخامت پوسته مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان‌دادند که با افزایش ضخامت، پوسته تمایل کمی برای کاهش کیفیت مغز وجود داشته و با افزایش قطر متوسط هندسی، کیفیت مغز افزایش می‌یابد (کویانکو و همکاران ۲۰۰٤).

گاهی در برخی مطالعات بهتر است روابط بین خواص فیزیکی را تعیین کنیم. برای مثال، میوه‌ها اغلب توسط اندازه طبقه‌بندی می‌شوند. اما گاهی به نظر اقتصادی بهتر است با ماشین‌هایی که بر اساس وزن کار می‌کنند دسته‌بندی شوند. بنابراین، روابط بین وزن و قطرهای بزرگ، متوسط و کوچک نیاز است (استروشاین و هامان ۱۹۹٤).

ضریب کرویت از جمله روش‌هایی است که برای نشان دادن اختلاف در شکل میوه‌ها، سبزی‌ها و غلات و بذرها استفاده می‌شود. در واقع این ضریب از شاخص‌های تعیین شکل جسم است و نشان دهنده‌ی میزان مشابهت یک جسم به کره می‌باشد. شکل مواد غذایی نقش مهمی در فرآیندهای جداسازی و درجه‌بندی توسط ماشین‌های غربال دارد. هرچه شکل جسم از کره دورتر باشد ضریب کرویت آن کمتر است و به راحتی قادر به عبور از سوراخ های دایره‌ای شکل غربال نخواهد بود. همچنین حین تخلیه روی سطح صاف نیز، چندان قادر به غلتیدن نبوده و برای استفاده از آنها نیاز به انرژی بیشتری است(فریزر و همکاران ۱۹۷۸). هدف از این تحقیق تعیین برخی ویژگی های فیزیکی گردوی کامل (با پوسته سخت) و مغز گردو شامل طول، ضخامت، ضریب کرویت و ... با هدف جداسازی کیفی آنها همچنین تعیین خواص مکانیکی گردوی کامل و مغز آن توسط آزمون های نفوذ و تراکم به منظور جمع آوری اطلاعات لازم در طراحی ماشین آلات جداسازی و درجه بندی می باشد.

مواد و روش ها

در این تحقیق، آزمون ها روی دو رقم گردو بنام پوست کاغذی و پوست سنگی که از یک باغ محلی واقع در شهرستان اسکو استان آذربایجان شرقی تهیه شده بودند، صورت گرفت. نمونه ها پس از جدا کردن پوست سبز، بمدت ٥ روز در جلوی آفتاب خشک شدند. نمونه ها به دو دسته تقسیم شدند. دسته اول برای انجام آزمایشات اولیه به آزمایشگاه منتقل شدند و دسته دوم شکسته شده و به صورت مغز در بسته بندی پلی پروپیلنی در سه شرایط دمایی اتاق (۲٥°C)، یخچال(٤°C) و فریزر(۱۸°C-) انبار شدند.

اندازه گیری ویژگی های فیزیکی گردو

در این تحقیق برای تعیین ویژگی های ابعادی نمونه ها، از هر واریته ۱۰ عدد گردو به طور تصادفی انتخاب شده و مورد آزمایش قرار گرفتند. برای هر گونه، ابعاد گردو با پوست و مغز دو لپه شده در سه قطر بزرگ یا طول (L بر حسب میلی‌متر) ، قطر متوسط یا پهنا (W بر حسب میلی متر) و قطر کوچک یا ضخامت (T بر حسب میلی‌متر) با استفاده از یک کولیس با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شدند (شکل ۱). برای توصیف شکل‌دانه از ضریب کرویت استفاده شد که میزان نزدیک بودن شکل دانه به کره را نشان می‌دهد(محسنین ۱۹۷۸). با استفاده از داده‌ها و روابط [۱] تا [٤] قطر میانگین هندسی، ضریب کرویت، حجم، مساحت سطح رویه محاسبه شدند.

قطر میانگین هندسی (Dg)

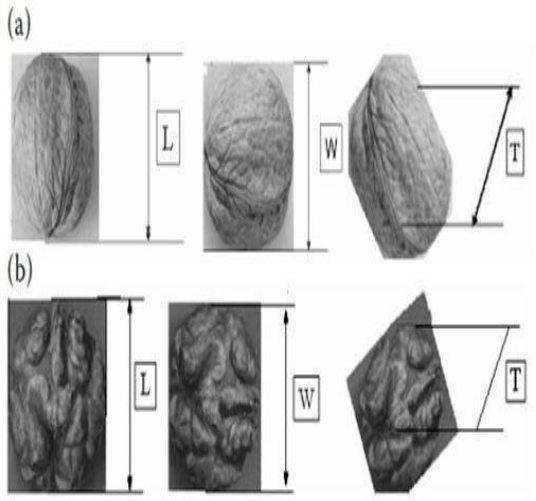
میانگین هندسی قطر (Dg) گردو با رابطه زیر محاسبه می‌شود(محسنین ۱۹۷۰)

$$Dg = (L\ W\ T)^{1/3} \qquad [۱]$$

L نشانگر طول گردو، W نشانگر عرض گردو و T ضخامت گردو را بیان می‌کند.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۱- محاسبه ابعاد گردو (آلتونتاس و ارکول ۲۰۱۰)

ضریب کرویت (Φ)

ضریب کرویت (ϕ) گردو توسط رابطه زیر محاسبه می‌شود(محسنین ۱۹۷۰)

$$\phi = [\frac{Dg}{L}] \times 100 \qquad [۲]$$

حجم (V)

حجم گردو (V) با استفاده از رابطه زیر بدست می‌آید (محسنین ۱۹۷۸).

$$V = (\frac{\pi}{6}) Dg^3 \qquad [۳]$$

مساحت سطح رویه (S)

مساحت سطح رویه گردو (S) از رابطه زیر محاسبه می‌شود(محسنین ۱۹۷۰)

$$S = \pi D g^2 \qquad [٤]$$

اندازه گیری ویژگی های مکانیکی گردو

به منظور تعیین ویژگی های مکانیکی نمونه های گردو، از آزمون های فشار و نفوذ استفاده شد. این آزمون ها توسط دستگاه آنالایزر بافت مدل TA-XTplus ساخت کمپانی استیبل میکرو سیستم انگلستان انجام گرفت.

شکل۲- دستگاه آنالایزر بافت مدل TA-XTplus

آزمون فشار

این آزمون برای گردوی کامل و توسط دستگاه ذکر شده انجام شد. پروب استوانه‌ای ۲۵ میلی‌متری و سرعت ۱ میلی‌متر بر ثانیه برای این منظور بکار گرفته شد. گردو در محل دستگاه قرار داده شد و فشار تا لحظه شکستن گردو به آن وارد شد(ترگات و همکاران ۱۹۹۸). نیروی شکست به طور مستقیم محاسبه شد. انرژی جذب شده طی بارگذاری تا لحظه شکست از طریق معادله ۵ محاسبه شد(محسنین ۱۹۸٦).

$$E=1/2\ (FD) \qquad [۵]$$

E انرژی جذب شده بر حسب میلی ژول، F نیروی شکست بر حسب نیوتن و D تغییر شکل در اثر شکست بر حسب میلی متر می باشد. سختی(Q) از تقسیم نیروی شکست به تغییر شکل بدست می آید و واحد آن نیوتن بر میلی متر است(سیریسومبون و همکاران ۲۰۰۷).

$$Q= F/D \qquad [۶]$$

www.SID.ir

Archive of SID

آزمون نفوذ

برای تعیین سفتی از آزمون نفوذ استفاده شد. در این آزمون، پروب دستگاه به درون نمونه نفوذ کرده و حداکثر نیروی لازم برای نفوذ به عمق معین به عنوان شاخص سفتی تعیین شد. برای تعیین این شاخص نیز از دستگاه مذکور استفاده شد. بدین منظور سرعت جابجایی پروب (با قطر ۲ میلی‌متر) روی یک میلی‌متر بر ثانیه و میزان جابجایی آن در ٦ میلی‌متر تنظیم شد(وارگاس و همکاران ۲۰۰٦).

آنالیز آماری

تجزیه و تحلیل داده ها با روش تجزیه واریانس(ANOVA) با استفاده از نرم افزار آماری SPSS22 انجام شد.

نتایج و بحث

ویژگی های فیزیکی گردو

میانگین اندازه طول، عرض و ضخامت واریته های گردو و مغز آن در جدول۱ ارائه شده است.

جدول ۱- طول، عرض و ضخامت گردوی کامل و مغز گردو

واریته	حالت	طول(mm)	عرض(mm)	ضخامت(mm)
واریته کاغذی	با پوست	۳۷/۱±۶۹/۳۲^{b}	۳۴/۱±۴۵/۲۴^{a}	۳۳/۰±۳۷/۸۰^{a}
	مغز	۳۰/۰±۳۰/۹۵^{A}	۲۸/۲±۱۵/۲۴^{A}	۱۴/۱±۵۳/۸۸^{A}
واریته سنگی	با پوست	۴۰/۲±۳۸/۸۱^{a}	۳۲/۱±۰۳/۳۸^{b}	۳۲/۱±۰۹/۱۹^{a}
	مغز	۲۹/۲±۸۸/۰۳^{A}	۲۶/۱±۴۱/۶۲^{B}	۱۴/۰±۳۵/۹۸^{A}

میانگین طول، عرض و ضخامت برای گردو با پوست ۳۷/٦۹، ٤٤/٤٥، ۳۳/۳۷ و ٤۰/۳۸، ۳۲/۰۳، ۳۲/۰۹ و برای مغز ۳۰/۳۰، ۲۸/۱٥، ۱٤/٥۳ و ۲۹/۸۸، ۲٦/٤۱، ۱٤/۳٥ به ترتیب برای واریته کاغذی و سنگی بود. التونتاس و ارکول (۲۰۱۰)، میانگین طول، عرض و ضخامت را به ترتیب ٤۲/۷۹ تا ٤٥/٤٦، ۳٥/۹٦ تا ۳۷/٥۸ و ۳٤/۲۱ تا ۳٦/۲۱ برای واریته Yalova بدست آوردند. نتایج نشان می‌دهد که واریته‌های گوناگون گردو ابعاد متفاوتی دارند که باید در فرآیند خشک کردن و فرآیندهای مرتبط در نظر گرفته شود.

جدول ۲ برخی از ویژگی‌های فیزیکی واریته‌های گردو را که با استفاده از داده‌های جدول۱ محاسبه شدند ارائه می‌دهد.

میانگین حجم برای گردو با پوست ۲۲/۷۰ و ۲۱/۷۰ سانتی متر مکعب به ترتیب برای واریته کاغذی و سنگی و ٦/٥۱ و ٥/۹٤ سانتی متر مکعب به ترتیب برای مغز این دو واریته بود. میانگین مساحت سطحی ۷٫۳۸ و ۳۷/٦۱ سانتی متر مربع به ترتیب برای واریته کاغذی و سنگی با پوست و ۱٦/۸۱ و ۱٥/۸٤ سانتی متر مربع به ترتیب برای مغز این دو واریته بود. میانگین قطر هندسی ۳٥/۱۲ و ۳٤/٦۳ میلی متر به ترتیب برای واریته کاغذی و سنگی با پوست و ۲۳/۱٤ و ۲۲/٤٥ میلی متر به ترتیب برای مغز این دو واریته بود. التونتاس و ارکول(۲۰۱۰)، میانگین قطر هندسی را برای واریته Yalova ۳۸/۱۸ تا ۳۸/۹۷ بدست آوردند. نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد که تفاوت‌هایی در ویژگی اندازه گردو شامل ابعاد محوری و قطر میانگین هندسی برای نمونه‌های با پوست و بدون پوست وجود دارد که این نتایج با نتایج پژوهش ابراهیمی و همکاران(۱۳۸۸) مشابهت دارد. بنابراین، جداسازی گردوها بر پایه خصوصیات اندازه امکان پذیر است. نتایج قطر میانگین هندسی نشان می‌دهد که مقادیر قطر میانگین هندسی گردوها با پوست بزرگتر از نمونه‌های بدون پوست در تمام واریته‌ها و شرایط می‌باشد. با افزایش قطر میانگین

www.SID.ir

Archive of SID

هندسی کیفیت مغز افزایش می یابد(کویانکو ۲۰۰٤). مقدار کرویت به طور متوسط برای نمونه‌های با پوست ۹۳/۲، ۸۵/۹ و برای مغز ۷٦/۲، ۷۵/۲ بود. این بدان معناست که گردو می‌تواند به آسانی حول محور اصلی خود طی پروسه حمل و نقل دوران کند که با نتایج مطالعات قبلی مطابقت دارد(التونتاس و ارکول۲۰۱۰). تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از آنالیز واریانس یک طرفه معنی‌دار بودن اثر واریته روی ضریب کرویت را در سطح احتمال ۵٪ نشان داد.

جدول ۲- برخی ویژگی های فیزیکی گردو کامل و مغز گردو

		حجم(cm^3)	کرویت(%)	مساحت سطح(cm^2)	قطرمیانگین هندسی(mm)
واریته کاغذی	با پوست	۲۲/۱±۷۰/۶۲^{a}	۹۳/۲±۱۸/۳۹^{a}	۳۸/۱±۷۰/۴۸^{a}	۳۵/۰±۱۲/۴۱^{a}
	مغز	۶/۱±۵۱/۱۲^{A}	۷۶/۰±۲۶/۴۳^{A}	۱۶/۱±۸۱/۴۵^{A}	۲۳/۱۴ ۰±/۷۱^{A}
واریته سنگی	با پوست	۲۱/۱±۷۰/۴۳^{a}	۸۵/۰±۹۱/۵۶^{b}	۳۷/۱±۶۱/۶۵^{a}	۳۴/۰±۶۳/۳۷^{a}
	مغز	۵/۰±۹۴/۸۲^{A}	۷۵/۰±۱۳/۳۳^{A}	۱۵/۱±۸۴/۴۸^{A}	۲۲/۴۵ ۰±/۵۳^{A}

حروف غیر مشترک در هر ستون بیانگر تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵٪ می باشد.

ویژگی های مکانیکی گردو

عوامل مختلفی بر فرآیند ترک‌دار کردن گردو و میزان خرد شدگی مغز موثر است که شناسایی و مطالعه این عوامل برای طراحی دستگاه گردوشکن حائز اهمیت است. پژوهشگران گوناگون، اثر پارامترهای مختلف بر شکستن محصولات برخوردار از پوسته سخت را بررسی کرده‌اند. تحقیقات نشان داده است که اندازه، شکل، ضخامت پوسته و بافت از مهم ترین عوامل موثر بر شکستن پوسته و کیفیت مغز استخراجی در میوه‌های آجیلی دارای پوسته سخت محسوب می‌شود. در این مطالعه، ابتدا قبل از شکستن پوست گردوها، سختی پوست توسط آزمون فشار بررسی شد. نتایج حاصل درجدول ۳ آورده شده است. شیب این آزمون سختی را می دهد که به صورت مقاومت به تغییر شکل تعریف‌می‌شود.(قنبرزاده۱۳۸۸) وبرطبق نتایج نیروی لازم برای شکستن پوسته گردوبرای واریته سنگی بیشتر از واریته کاغذی می باشد. کویانکو و همکاران (۲۰۰٤) گزارش کرد که نیروی لازم برای شکستن گردو با افزایش ضخامت پوسته، افزایش می‌یابد. بنابراین منطقی است که یک رابطه معکوس بین ضخامت پوسته و کیفیت مغز استخراج شده انتظار داشته باشیم. نیروی لازم برای ماکزیمم مقاومت پوسته، انرژی لازم برای تغییر شکل پوسته تا رسیدن به نقطه شکست و کیفیت گردوی استخراج شده بر اثر شکستن گردو، نیرو و انرژی به صورت خطی با افزایش ضخامت پوسته افزایش می‌یابد. خواص مکانیکی گردوها در طراحی ماشین‌های گردوشکن و پودرکننده خیلی مهم هستند (شریفیان و درفشی ۲۰۰۸). دورسون (۱۹۹۷)، کویانکو و همکاران (۲۰۰٤)، شریفیان و درفشی (۲۰۰۸) و ازکان (۲۰۰۸) رفتار مکانیکی گردوها را تحت تراکم اعمال شده بررسی کردند و تاکید کردند که جهت شکستن یک پارامتر مهم است که خواص مکانیکی گردو را تحت تاثیر قرار می‌دهد و بهترین جهت شکستن گردو از نقطه نظر سالم ماندن مغز،شکستن در جهت طولی است.

جدول ۳- میانگین آزمون فشار

واریته	نیروی شکست(N)	سختی(N/mm)
واریته کاغذی	۲/۲۲±۰/۴۲^{b}	۱/۱۹±۰/۰۴^{b}
واریته سنگی	۳/۰±۰۷/۶۲^{a}	۱/۰±۱۱/۱۵^{a}

حروف غیر مشترک در هر ستون بیانگر تفاوت معنـی دار در سطح احتمال ۵٪ می باشد.

بسیاری از محققان امکان مطالعه خواص مکانیکی پوست میوه ها و مغزها را از طریق آزمون نفوذ نشان داده اند. به طور مشابه شفیعی و همکاران(۲۰۰۸) از

www.SID.ir

Archive of SID

اختلاف بین نیروی نفوذ میوه های با پوست و بدون پوست رفتار مکانیکی پوست دو رقم سیب را برآورد کردند و نشان دادند که پوست نقش قابل توجهی در در آزمون نفوذ پروب به داخل نمونه نفوذ کرده و نیروی مورد نیاز برای رسیدن به عمق نفوذ مشخص اندازه گیری می شود(واریلا و همکاران ۲۰۰۷). سختی حداکثر نیرو در منحنی می باشد و نشان دهنده محدوده الاستیک نمونه است. این کمیت می تواند مقاومت نمونه را در مقابل نیروی اعمال شده(نفوذ) نشان دهد. بنابراین بیانگر سختی نمونه است(گروت و همکاران ۲۰۰۱). همانگونه که از نتایج جدول ٤ مشخص است نیروی نفوذ طی انبار افزایش می یابد که برای واریته کاغذی از ۰/۱۷ نیوتن به اعداد ۰/۳۲، ۰/۲۹ و ۰/۲۲ نیوتن به ترتیب برای دماهای اتاق، یخچال و فریزر بود. همچنین برای واریته سنگی نیز این پارامتر از ۰/۱۱ نیوتن به ۰/۱۹ و ۰/۱٦ نیوتن به ترتیب در دماهای اتاق، یخچال و فریزر می باشد که این مورد با نتایج آزمایشات ارسیسلی و همکاران(۲۰۱۱)، مشابهت دارد که افزایش نیرو را برای مغزهای انبار شده از ۱۷ به ۲۱ نیوتن گزارش کردند. همان‌طور که در جدول فوق مشخص است طی انبار سختی افزایش می‌یابد. این افزایش احتمالا به این دلیل است که طی انبار کمی کاهش در محتوای رطوبت اتفاق می‌افتد که این نتایج با نتایج آزمایشات کیتا و فیگل (۲۰۰۷) مطابقت دارد و این کاهش در نمونه های دمای اتاق بیشتر از سایر دماها بود. نتایج حاصل از تجزیه آماری نشان داد اثر دمای انبار روی سختی در سطح احتمال ۵٪ معنی دار است.

جدول ۴- نتایج حاصل از آزمون نفوذ واریته های گردو

واریته	سختی(N)
قبل انبار	
واریته کاغذی	۰/۱۷±۰/۰۴۳^{e}
واریته سنگی	۰/۱۱±۰/۰۱۲^{f}
بعد انبار	
واریته کاغذی دمای اتاق	۰/۳۲±۰/۰۱۹^{a}
واریته کاغذی دمای یخچال	۰/۲۹±۰/۰۵۷^{b}
واریته کاغذی دمای فریزر	۰/۲۲±۰/۰۰۶^{c}
واریته سنگی دمای اتاق	۰/۱۹±۰/۰۰۶^{d}
واریته سنگی دمای یخچال	۰/۱۶±۰/۰۱۹^{e}
واریته سنگی دمای فریزر	۰/۱۶±۰/۰۲۳^{e}

حروف غیر مشترک در هر ستون بیانگر تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵٪ می باشد.

نتیجه گیری

بر اساس نتایج این تحقیق، خواص مکانیکی گردو تحت تاثیر واریته آن قرار می گیرد و از این رو هر نوع عملیات فیزیکی در ارتباط با حمل و نقل، فرآوری و بسته بندی بایستی بر اساس خصوصیات فیزیکی رقم محصول بهینه سازی شود. از طرفی نگهداری محصول گردو خواص فیزیکی محصول را تغییر می دهد و در نتیجه ضروری است هم برای حداقل نمودن تغییرات شرایط نگهداری مورد توجه با شد و هم اثر تغییرات این خواص در طراحی عملیاتی برای فرآیندهای بعدی مورد ملاحظه قرار بگیرد .همچنین نتایج نشان داد که طی انبار سختی مغز گردو افزایش می‌یابد که احتمالا با کاهش رطوبت مغزها با گذر زمان در ارتباط است.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع مورد استفاده

توکلی هشجین ت، ۱۳۸۲. مکانیک محصولات کشاورزی(تالیف جورج سیتکی). انتشارات دانشگاه زنجان و سالکان. ص۲۵-۱۹.

رضوی م و اکبری ر،۱۳۸۵. خواص بیوفیزیک محصولات کشاورزی و مواد غذایی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

قنبرزاده ب، ۱۳۸۸. مبانی رئولوژی مواد و بیوپلیمرهای غذایی. انتشارات دانشگاه تهران.

Altuntas E, and Erkol M, 2010. Physical properties of shelled and kernel walnuts as affected by the moisture content. Czech Journal of Food Sciences 28(6):547-556.

Asoegwu, S. N. 1995. Some physical properties and cracking energy of conophor nuts atdifferent moisture contents. Int. Agrophysics 9: 131-142.

Barrit B, H, 1990. Resistance of strawberry clones to Botrytis fruit rot. Journal of American Society for Horticultural Science 105: 160-164.

Borghei A, M, Tavakoli T, & Khazaei J, 2000. Design, construction and testing of walnut cracker. In: Proceedings of European Agricultural Engineering Conference. England: Warwick University.

FAO. 2014. (food and Agriculture Organization). Faosat.Fao.org/faostat

Fraser B, Verma S, and Muir W, 1978. Some physical properties of fababeans. Agricultural Engineering Research 23: 53-57.

Grotte M, Duprat F, Loonis D, and Pirtri E, 2001. Mechanical properties of the skin and the flesh apples. International Journal of Food Properties 4:146-161.

Koyuncu M, Ekinci A, and Savran E, 2004. Cracking characteristics of walnut. Biosystems Engineering 87: 305-311.

Mohsenin N, 1986. Physical properties of plant and animal materials. Gordon and Breach Science Publisher, NY.

Mohsenin N. 1970. Physical properties of plant and animal materials. New York: Gordon and Breach Science Publishers

Mohsenin N, 1978. Physical Properties of Plant and Animal Meterials, Gordon and Breach Science Publishers pp: 742.

Payne T. 1985. California walnuts and light foods. Cereal Foods World 30(3), 215-218.

Peleg K. 1985. Produce Handling, Packaging and Distribution. The AVI Publishing Company. Inc., Westport, Connecticut pp 20–90.

Sharifian F, and Derafshi, M. 2008. Mechanical behavior of walnut under cracking conditions. Applied Sciences 8: 886-890.

Sirisomboon P, Kitchaiya P, Pholpho T, Mahuttanyavanitch W, 2007. Physical and mechanical properties of *Jatropha curcas* L. fruits, nuts and kernels. Journal of Food Engineering 97:201-207.

Stroshine R, & Hamann, D, 1994. Physical Properties of Agricultural Materials and Food Products. Purdue University. West Lafayette, Indian. Course manual.

Turgut N, Kara M, Erkmen Y, Guler IE, 1998. Determination of static particle strength of granular fertilizer. Proc of 18th Agricultural Mechanization National Congress, Tekirdag, Turkey, 785-794 p.

Vargas M, Albors A, Chiralt A, and Gonzalez-Martinez C, 2006. Quality of cold stored strawberries as affected by chitosan oleic acid adible coatings. Postharvest biology and technology 41: 164-171.

Vahanen L, and Savage G, 2006. The use of peroxide values as a measure of quality for walnut flour stored at five different temperatures using three different types of packaging. Food chemistry 99: 64-69.

www.SID.ir

Archive of SID

Determination of some physical and mechanical properties of two walnut varieties

H Danaei[1*], M Esmaiili[2] and Z Piravivanak[3]

Received: September 18, 2017 Accepted: January 1, 2018

[1]MSc Student, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran
[2] Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran
[3]Associate Professor, Standard Research Institute, Food Industry and Agricultural Research Center, Karaj, Iran
[*]Corresponding author: E mail: hld.danaei@gmail.com

Abstract

For efficient processing operations and proper designing of machines and processes, the better understanding of the product is needed. The aim of this work was to evaluate the physical and mechanical properties of two walnut varieties (poost-kagazi and poost-sangi) from Osku city in East Azerbaijan province in September 2014. For this purpose, length, width, thickness, volume, sphericity, surface area and geometric mean diameters of whole and kernel walnuts were determined. Moreover, compression and penetration tests were done for both of varieties stored at three different temperatures room (25 ˚C), refrigerator(4 ˚C) and fridge(-18 ˚C). Walnuts kernels were packaged in polypropylene pouches during storage. The result showed that sphericity of walnut is depends on its variety. The results of one-way ANOVA showed a significant the effect of variety on the sphericity ($P<0.05$). Results of mechanical tests indicated that hardness increased during storage. It was found that hardness was significantly ($P<0.05$) affected by storage temperature.

Key words: walnut, physical properties, mechanical properties, sphericity

www.SID.ir