

بررسی تغییرات چقرمگی سیب زمینی در دوره انبارمانی

علی خرمی فر^۱، منصور راسخ^{۲*}، حامد کرمی^۱

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

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

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

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۶/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۹/۰۵

چکیده

سیب زمینی، یکی از مواد غذایی اصلی در رژیم غذایی مردم جهان می باشد. از این رو مطالعه روی جنبه های مختلف آن، از اهمیت زیاد و ویژه ای برخوردار است. به دلیل تعدد زیاد وارثه های این محصول و برخی مواقع عدم آشنایی واحدهای 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 پروسه ی صنایع غذایی، مطالعه خواص مکانیکی این محصول ضروری به نظر می رسد. این مطالعه با هدف بررسی خواص مکانیکی ارقام مختلف سیب زمینی انجام شد. در پژوهش حاضر، از دستگاه سنتام موجود در گروه مهندسی بیوسیستم دانشگاه محقق اردبیلی جهت تعیین خواص مکانیکی استفاده شد. بر اساس نتایج به دست آمده دو رقم جلی و مارفونا در طول دوره انبارمانی به لحاظ چقرمگی تغییرات زیادی نداشتند.

کلمات کلیدی

"سیب زمینی"، "چقرمگی"، "انبارمانی"

۱- مقدمه

دچار اشتباه شد و همچنین دو رقم فوتتانه و ساتینا را در کلاس های دیگر طبقه بندی کرد. آن ها همچنین با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی، طبقه بندی ارقام سیب زمینی را انجام دادند که در این خصوص شبکه با یک لایه پنهان دقت ۸۲،۴۱ درصدی و با دو لایه پنهان دقت ۱۰۰ درصدی داشت. در این تحقیق مشخص گردید که انواع مختلف سیب زمینی را می توان با سطح دقت بسیار بالا با استفاده از ویژگی های سه گانه رنگ، ویژگی های بافتی و مورفولوژیکی استخراج شده توسط ماشین بینایی و بکارگیری یک شبکه عصبی مصنوعی طبقه بندی کننده غیرخطی، شناسایی و طبقه بندی کرد. در تحقیقی دیگر (Mercurio, 2019) که با استفاده از شبکه عصبی و پردازش تصویر روی ۵ رقم سیب زمینی شیرین انجام شد، محققین نشان دادند که این روش موفقیت آمیز بوده و می تواند ارقام سیب زمینی شیرین را با دقت ۱۰۰ درصد طبقه بندی کند. با تعیین و بررسی روابط موجود بین نیرو و تغییر شکل محصولات کشاورزی تا نقطه تسلیم می توان محدوده نیروهای آسیب رسان به میوه را مشخص کرد تا ماشین های برداشت و حمل و نقل به گونه ای طراحی شوند که نیروهای وارده از آن ها بیشتر از این محدوده نباشد. از طرفی یکی از راه های تشخیص میزان رسیدگی میوه لمس و فشار دادن آن با انگشت شصت است که راهی تجربی بوده و بستگی به میزان مهارت شخص لمس کننده دارد (Reddy & Singh, 2006). آزمون نفوذ مکانیکی میوه می تواند با کمی کردن این تشخیص شاخصی برای بررسی میزان رسیدگی میوه باشد و با استفاده از این تشخیص زمان مطلوب برداشت را تعیین نمود (USDA, 2003). تحقیقات متعددی در خصوص خواص فیزیکی و مکانیکی محصولات کشاورزی در ایران و سایر کشورها انجام شده است. در تحقیقی که توسط علی محمدی و راسخ (۱۳۹۴) برای تعیین برخی خواص مکانیکی میوه لیموترش در بارگذاری شبه استاتیکی انجام شد، نتایج نشان داد که اثرسرعت بارگذاری، جهت بارگذاری و اندازه لیموترش بر نیروی گسیختگی لیموترش معنی دار است. با کوچکتر شدن اندازه لیمو نیروی

سیب زمینی گیاهی است مهم که در سراسر جهان رشد می کند و به عنوان یک محصول مهم در کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته برای رژیم غذایی انسان به عنوان یک منبع کربوهیدرات، پروتئین، و ویتامینها به حساب می آید. این محصول بومی آمریکای جنوبی و اصل آن از کشور پرو می باشد و پس از گندم، برنج و ذرت، چهارمین محصول در سبد غذایی جوامع بشری است. طبق آمار سازمان خواروبار و کشاورزی ملل متحد سطح زیر کشت این محصول در ایران در سال ۲۰۱۷، ۱۶۱ هزار هکتار بوده است و محصول برداشت شده از این سطح حدود ۵،۱ میلیون تن می باشد. روش های سنتی در تعیین وارثه های سیب زمینی بیشتر مبتنی بر شاخصه های ریخت شناسانه بود، اما با تولید محصولات جدید، نیاز به روش های احساس شد که سریع تر و دارای قدرت تشخیص بیشتری باشند. در این بین شبکه عصبی مصنوعی با کارایی بالا می تواند در طبقه بندی ارقام بکار رود. شبکه عصبی مصنوعی می تواند کلاس بندی و تشخیص رقم را انجام داده، انعطاف پذیر بوده و در اکثر محصولات کشاورزی بکار می رود. (Przybył, 2015) دو رقم سیب زمینی Denar و Vineta را با استفاده از روش پردازش تصویر و شبکه عصبی مصنوعی مطالعه کرده و به این نتیجه رسیدند که می توان ارقام سیب زمینی را تشخیص و طبقه بندی کرد. این تحقیق با بکارگیری ۴ ویژگی هندسی، ۷ عامل جانبی و ۲۹ پارامتر تعیین کننده رنگ انجام شد و از بین این ها ۱۰ عامل بیشترین تاثیر را در تشخیص ارقام داشتند. حالت بهینه شبکه عصبی مصنوعی مورد استفاده برای تشخیص این دو رقم ۲-۵۱-۱۸ بود. (Azizi, 2016) تحقیقی را بر روی ۱۲۰ سیب زمینی در ۱۰ رقم مختلف با استفاده از ماشین بینایی و پردازش تصویر با تولباکس نرم افزار متلب R2012 جهت تشخیص بافت، پارامترهای شکل و ارقام سیب زمینی انجام دادند. ابتدا طبقه بندی رقم های سیب زمینی با استفاده از روش LDA انجام شد که دقت این روش برابر ۶۶،۷ درصد به دست آمد. همچنین این روش در تشخیص دو رقم آگریا و ساوالان

• تعیین میزان چقرمگی

جهت تعیین میزان چقرمگی نمونه‌ها از دستگاه سنتام موجود در آزمایشگاه خواص مکانیکی گروه مهندسی بیوسیتیم دانشگاه محقق اردبیلی استفاده شد. هر رقم سیب زمینی، در سه سطح سرعت بارگذاری ۱۰، ۴۰ و ۷۰ میلی‌متر بر دقیقه و با ۷ تکرار تحت نیروی فشاری قرار گرفت. سپس با استفاده از میزان نیروی گسیختگی، تغییر شکل و نیز حجم نمونه میزان چقرمگی مطابق رابطه (۱) محاسبه گردید:

$$KIc = F \cdot d / \pi r^2 h \quad (1)$$

که در آن:

KIc = چقرمگی (MPa)

F = نیروی گسیختگی (N)

d = تغییر شکل (mm)

r = شعاع نمونه (mm)

h = ارتفاع نمونه (mm)

می باشد.

این آزمایشات در ۵ دوره انبارمانی (به فواصل زمانی ۲ هفته‌ای) صورت پذیرفت.



شکل ۲- گسیختگی نمونه سیب زمینی بعد از اعمال نیروی فشاری

۳- نتایج

چقرمگی ارقام مختلف در طول دوره انبارمانی رفتار متفاوتی از خود نشان دادند، به طوری که در رقم مارفونا برای چقرمگی در طول دوره انبارمانی تغییراتی مشاهده نشد و در رقم سانتا هم میزان چقرمگی در ابتدا و انتهای دوره تقریباً یکسان بود و فقط در اواسط دوره نگهداری مقدار کمی افزایش داشت. اما در مورد رقم‌های آگریا، اسپریت و جلی باید گفت که تغییرات چقرمگی از روند خاصی پیروی نکرده و غیرقابل پیش‌بینی می‌باشند. همچنین با توجه به شکل ۳ کاملاً مشخص است که در همه ارقام هر چقدر سرعت بارگذاری کمتر باشد، میزان چقرمگی به دست آمده بیشتر است و علت این امر این است که در سرعت بارگذاری پایین‌تر، نیروی گسیختگی در مقادیر بالایی اتفاق می‌افتد و در نتیجه با توجه به رابطه ۱ مقدار چقرمگی هم افزایش می‌یابد.

گسیختگی و تغییر شکل کاهش می‌یابد و همچنین با افزایش سرعت بارگذاری، نیروی گسیختگی افزایش می‌یابد. در پژوهشی دیگر که توسط موحد نژاد و خوش تقاضا (۱۳۹۰) انجام گردید، اثر اندازه، سرعت و جهت بارگذاری بر خواص مکانیکی لیموترش بررسی شد و نتایج نشان داد که اثر متقابل سرعت بارگذاری و اندازه در انرژی شکست و چقرمگی و اثرات اصلی اندازه، سرعت بارگذاری و جهت بارگذاری بر مدول الاستیسیته معنی دار است اما هیچ یک از اثرات بر نیروی گسیختگی معنادار نیست. آبوت و لو (۱۹۹۶) آزمایشاتی را برای تعیین رسیدگی، جهت و موقعیت نمونه گیری بر روی چهار خاصیت مکانیکی تنش گسیختگی، کرنش گسیختگی، انرژی گسیختگی و ضریب الاستیسیته ظاهری سه رقم سیب انجام دادند. نتایج آزمایشات نشان داد که اثر متقابل رقم × موقعیت معنی دار نبوده است. در یک مطالعه، عالمی و همکاران (۱۳۸۸) خواص مکانیکی ۳ رقم دانه سویا در بارگذاری شبه استاتیکی در ۳ سطح رطوبتی و ۳ سطح دمایی را بررسی کردند و نتایج نشان داد که با افزایش رطوبت از ۱۰ درصد به ۱۴ درصد، مقدار نیرو و انرژی گسیختگی به ترتیب از ۴۷٫۵ نیوتن و ۱۰ میلی ژول به ۸۲ نیوتن و ۵۶ میلی ژول افزایش پیدا کرده است. همچنین اسدزاده و همکاران (۱۳۹۱) با مطالعه اثر رطوبت، جهت و سرعت بارگذاری بر خواص مکانیکی پنبه دانه رقم ورامین، دریافتند که رطوبت و جهت بارگذاری در سطح احتمال ۱ درصد بر کلیه خواص مکانیکی اثر معنی دار دارند و با افزایش رطوبت، تغییر شکل در نقطه گسیختگی کاهش می‌یابد. در تحقیقی که نوری جنگی و همکاران (۲۰۱۱) بر روی مقایسه خواص مکانیکی دو رقم نصرت و کویر دانه جو انجام دادند، نتایج نشان داد با افزایش محتوای رطوبتی از ۷/۳ درصد به ۲۱/۶ درصد برای رقم نصرت و از ۶/۷ درصد به ۲۱/۲ درصد برای رقم کویر، نیروی گسیختگی کاهش می‌یابد. در پژوهش دیگر توسط توکلی و همکاران (۲۰۰۹) اثر رطوبت، سرعت بارگذاری و اندازه دانه بر مقاومت شکست دانه جو بررسی شد و معلوم گردید بیشترین انرژی گسیختگی دانه در رطوبت ۲۱/۵۸ درصد و تحت بار افقی با سرعت ۵ میلی‌متر بر دقیقه و کمترین آن در رطوبت ۷/۳۴ درصد تحت بار عمودی و با سرعت ۱۰ میلی‌متر بر دقیقه می‌باشد.

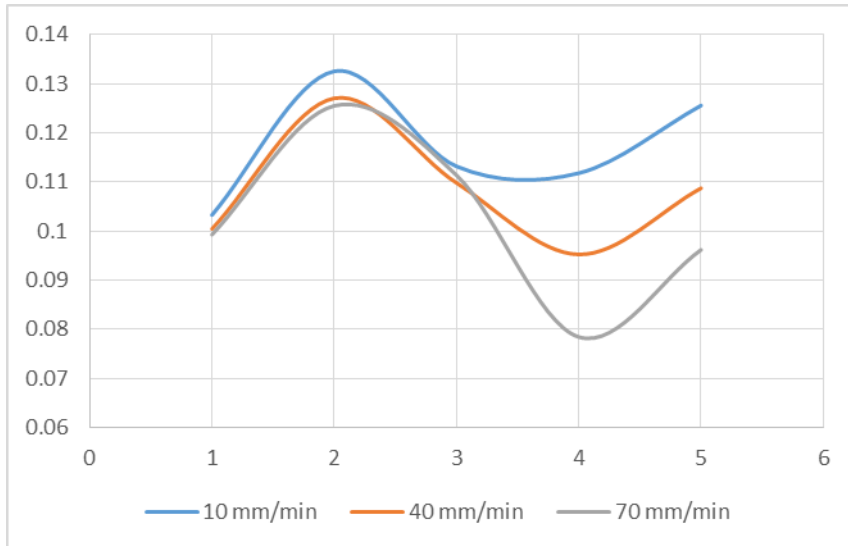
۲- روش انجام تحقیق

• تهیه نمونه

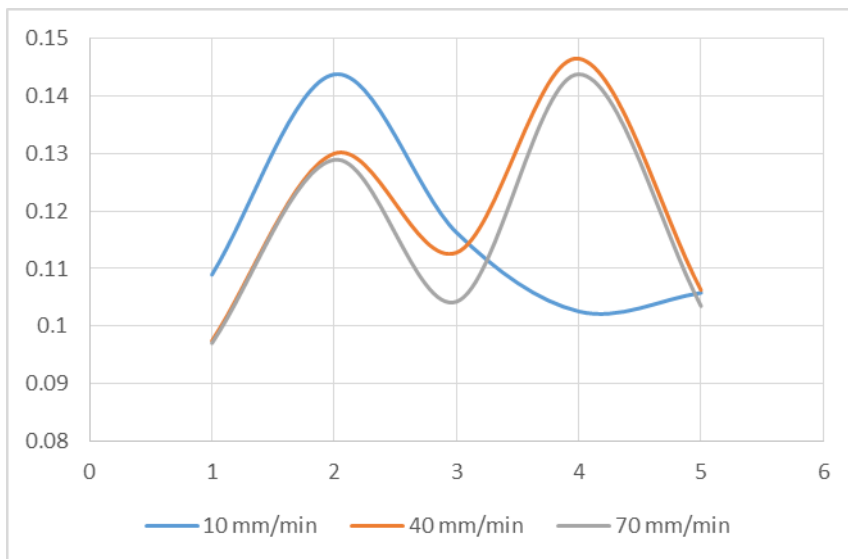
ابتدا سیب زمینی‌ها در ۵ رقم مختلف (آگریا، اسپریت، سانتا، مارفونا و جلی) از مرکز تحقیقات کشاورزی اردبیل تهیه و در دمای ۴-۱۰ درجه سانتیگراد نگهداری شدند. یک روز پس از تهیه ارقام، ابتدا با استفاده از استوانه برش ۲۱ نمونه از هر رقم سیب زمینی تهیه و سپس داده برداری انجام شد داده برداری‌ها شامل خواص مکانیکی بود.



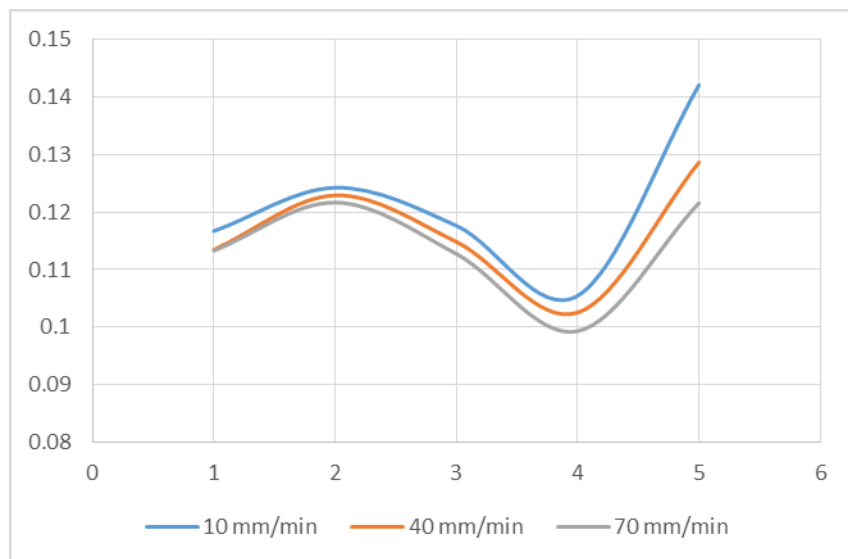
شکل ۱- برش و آماده سازی نمونه سیب زمینی جهت انجام آزمایش



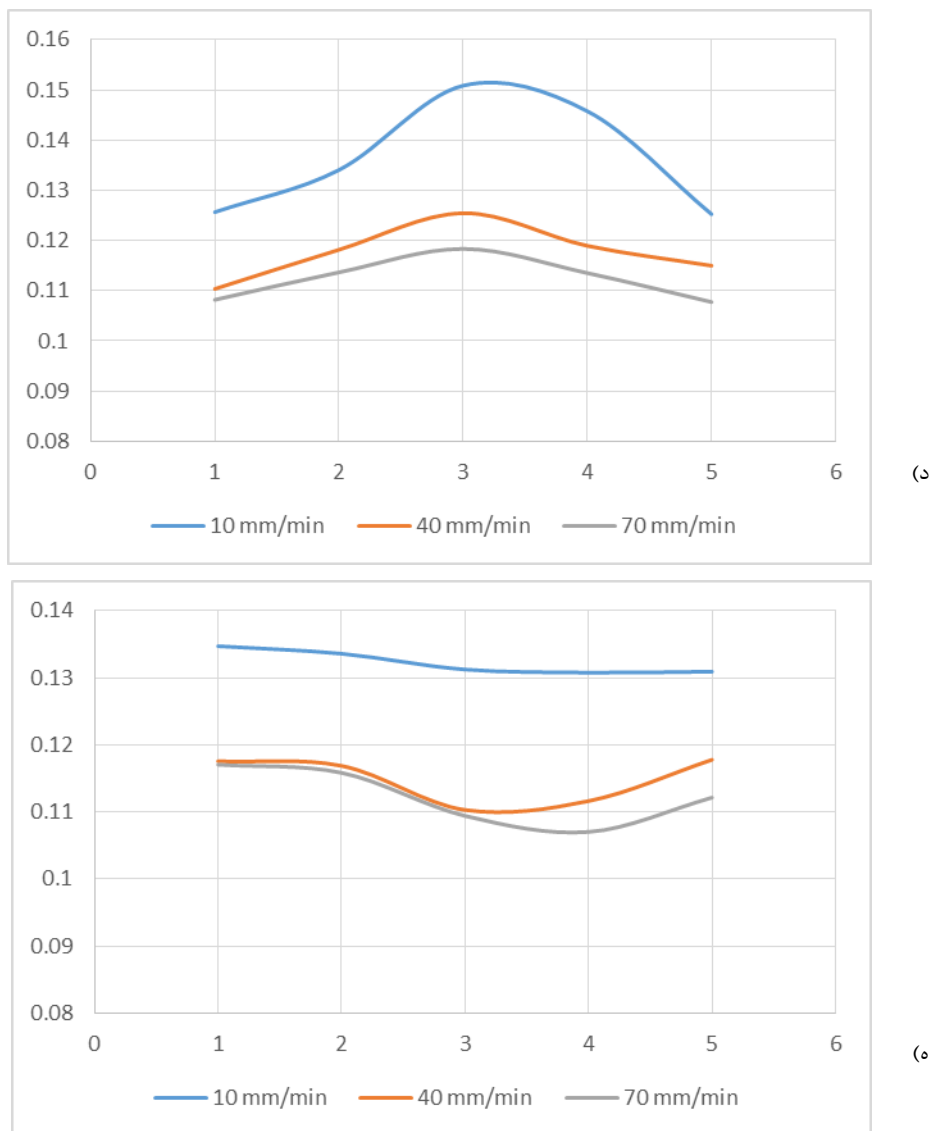
(الف)



(ب)



(ج)



شکل ۳- تغییرات چقرمگی ارقام سیب زمینی در طول دوره نگهداری الف) اسپریت، ب) آگریا، ج) جلی، د) سانه، ه) مارفونا

۴- نتیجه گیری

در این پژوهش میزان چقرمگی برای ۵ رقم مختلف سیب زمینی در ۵ دوره انبارمانی با استفاده از دستگاه سننم موجود در دانشگاه محقق اردبیلی و به کمک رابطه ۱ محاسبه گردید. نتایج نشان داد که ارقام جلی و مارفونا در طول دوره نگهداری میزان چقرمگی خود را حفظ کرده و از این رو برای مصارفی چون چیپس توصیه می شوند.

با توجه به شکل ۳ دو رقم جلی و مارفونا در طول دوره انبارمانی (به ویژه رقم مارفونا) به لحاظ چقرمگی تغییرات زیادی نداشتند و با توجه به این مساله توصیه می شود که برای برخی مصارف از جمله سرخ کردن، از این دو رقم بهره برده شود.

منابع

- علی محمدی سراب، ف؛ راسخ، م، (۱۳۹۴)، تعیین نیروی گسیختگی و تغییر شکل در نقطه گسیختگی لیموترش، مجموعه مقالات دومین کنفرانس بین المللی توسعه پایدار راهکارها و چالش ها با محوریت کشاورزی، منابع طبیعی، محیط زیست و گردشگری، ص ۷-۱.
- موحدنژاد، م؛ ه؛ خوش تقاضا، م، ه، (۱۳۹۰)، بررسی برخی خواص فیزیکی لیموترش چهارمی. فصلنامه علوم و صنایع غذایی، دوره ۸، شماره ۳۲(۲)، ص ۶۱
- عالمی، ه، خوش تقاضا، م. ه، مینایی، س. ۱۳۸۸. تعیین خواص مکانیکی دانه سویا در بارگذاری شبه استاتیک، فصلنامه علوم و صنایع غذایی، ۶ (۲)، ص ۱۳۰-۱۲۴.

- اسدزاده، ع. ح.، راسخ، م.، افکاری سیاح، ا. ح. ۱۳۹۱. اثر رطوبت، جهت و سرعت بارگذاری بر خواص مکانیکی پنبه دانه (رقم ورامین)، هفتمین کنگره ملی مهندسی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون، شیراز، دانشگاه شیراز.
- Al-Khashman, O. 2007. Determination of metal accumulation in deposited street dusts in Amman, Jordan, *Environmental geochemistry and health*, Vol. 5, P. 1-10.
- Abbott, J.A. and R.Lu. (1996). Anisotropic mechanical properties of apples. *Trans. of the ASAE* (1971):1451-1459.
- Borai, A. A., et al. 2001. Monitoring and statistical evaluation of heavy metals in airborne particulates in Cairo, Egypt, *E. H. Chromatography*, Vol. 10, P. 261-269.
- Nabi, G., Pardakhti, A. 2011. Comparative cancer risk assessment of THMs in drinking water from well water sources and surface water sources, *Environ Monit Assess*, Vol. 179, P. 499-507.
- IRIS. 2005. Guidelines for Carcinogen Risk Assessment, EPA.
- Kent, C. 1998. Basics of Toxicology.
- U.S-EPA. 2000. Exposure Factors Handbook. Office of environmental health and hazard assessment, Washington DC.
- Yongming, H. 2006. Multivariate analysis of heavy metal contamination in urban dusts of xi'an, Central China. *The Science of the Total Environment*, P. 176-186.
- Azizi, A.; Abbaspour-Gilandeh, Y.; Nooshyar, M.; Afkari-Sayah, A., Identifying Potato Varieties Using Machine Vision and Artificial Neural Networks. *International Journal of Food Properties* 2016, 19, (3), 618-635.
- Ayari, F.; Mirzaee- Ghaleh, E.; Rabbani, H.; Heidarbeigi, K., Detection of the adulteration in pure cow ghee by electronic nose method (case study: sunflower oil and cow body fat). *International Journal of Food Properties* 2018, 21, (1), 1670-1679.
- Bieganski, A.; Józefaciuk, G.; Bandura, L.; Guz, Ł.; Łagód, G.; Franus, W., Evaluation of Hydrocarbon Soil Pollution Using E-Nose. *Sensors* 2018, 18, (8), 2463.
- Cooke, R. J., Gel electrophoresis for the identification of plant varieties. *Journal of Chromatography A* 1995, 698, (1), 281-299.
- FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. In Rome, Italy, 2017.
- Jiarpinijun, A.; Osako, K.; Siripatrawan, U., Visualization of volatome profiles for early detection of fungal infection on storage Jasmine brown rice using electronic nose coupled with chemometrics. *Measurement* 2020, 157, 107561.
- Mercurio, D. I.; Hernandez, A. A. In Classification of Sweet Potato Variety using Convolutional Neural Network, 2019 IEEE 9th International Conference on System Engineering and Technology (ICSET), 7-7 Oct. 2019, 2019; pp 120-125.
- Navarre, D. A.; Goyer, A.; Shakya, R., Chapter 14 - Nutritional Value of Potatoes: Vitamin, Phytonutrient, and Mineral Content. In *Advances in Potato Chemistry and Technology*, Singh, J.; Kaur, L., Eds. Academic Press: San Diego, 2009; pp 395-424.
- Nouri Jangi, A., Mortazavi, S.A., Tavakoli, M., Ghanbari, A., Tavakolipour, H., Haghayegh, G.H. 2011, comparison of mechanical and thermal properties between two varieties (*Hordeum Vulgare* L.) grains. *Australian Journal of Agricultural engineering*. 2(5), p: 132-139.
- Przybył, K.; Górna, K.; Wojcieszak, D.; Czekala, W.; Ludwiczak, A.; Przybylak, A.; Boniecki, P.; Koszela, K.; Zaborowicz, M.; Janczak, D.; Lewicki, A. In The recognition of potato varieties using of neural image analysis method, *Proc.SPIE*, 2015; 2015.
- Singh, K. K., & Reddy, B. S. (2006). Post-harvest physico-mechanical properties of orange peel and fruit. *Journal of food engineering*, 73(2), 112-120.
- Tavakoli, H., Mohtasebi, S.S., Rajabipour, A., Tavakoli, M. 2009. Effects of moisture content, loading rate and grain orientation on fracture resistance of barley grain, *Research Agricultural Engineering*, 55 (3). p: 85-93
- USDA, (2003). Agricultural marketing service. Available at: <<http://www.ams.usda.gov/AMSv1.0/getfile?dDocName=STELPRDC5050384>> (accessed 15.02.10).
- Yu, H.; Wang, J.; Yao, C.; Zhang, H.; Yu, Y., Quality grade identification of green tea using E-nose by CA and ANN. *Lwt - Food Science and Technology* 2008, 41, 1268-1273.

Investigating changes in potato firmness during storage

Ali Khorramifar¹; Mansour Rasekh^{*2}; Hamed Karami¹

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

*2- Professor, Department of Biosystems Engineering, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

*Email Address : m_rasekh@uma.ac.ir

Abstract

Introduction

Potato is an important vegetable that grows all over the world and is considered as an important product in developing and developed countries for the human diet as a source of carbohydrates, proteins, and vitamins. This product is native to South America and its origin is from Peru, and after wheat, rice and corn, it is the fourth product in the food basket of human societies. According to the statistics of the Food and Agriculture Organization of the United Nations, the area under cultivation of this crop in Iran in 2017 was 161 thousand hectares and the crop harvested from this area is about 5.1 million tons. Traditional methods of determining potato varieties were based more on morphological features, but with the production of new products, there was a need for methods that were faster and more recognizable. Meanwhile, the high-performance artificial neural network can be used to classify cultivars. An artificial neural network can classify and detect cultivars, is flexible and is used in most agricultural products. Azizi conducted a study on 120 potatoes in 10 different cultivars using a visual and image processing machine with a MATLAB R2012 software toolbox to detect texture, shape parameters and potato cultivars. First, potato cultivars were classified use the ng LDA method, which obtained 66.7% accuracy. This method also erred in distinguishing the two cultivars Agria and Savalan and also classified the two cultivars Fontane and Satina in other classes. They also used artificial neural networks to classify potato cultivars, in which the network was 82.41% accurate with one hidden layer and 100% accurate with two hidden layers. In this study, it was found that different types of potatoes can be identified and identified with a very high level of accuracy using the three color characteristics, textural and morphological features extracted by the visual machine and the use of a non-linear classifier artificial neural network. Categorized. In another study that was conducted using neural networks and image processing on 5 sweet potato cultivars, the researchers showed that this method was successful and could classify sweet potato cultivars with 100% accuracy. By determining and examining the existing relations between the force and the deformation of agricultural products up to the point of surrender, the range of forces harmful to fruit can be determined so that harvesting and transportation machines are designed in such a way that the forces from them do not exceed this range. On the other hand, one of the ways to determine the degree of ripeness of the fruit is to touch and press it with the thumb, which is an experimental way and depends on the skill of the person touching it. The mechanical penetration test of the fruit can be an indicator to check the ripeness of the fruit by quantifying this diagnosis and using this diagnosis to determine the optimal harvest time. Several types of research have been conducted on the physical and mechanical properties of agricultural products in Iran and other countries. In a research conducted by Ali Mohammadi and Rasakh to determine some mechanical properties of lime fruit under quasi-static loading, the results showed that the effect of loading speed, loading direction and size of a lime on the breaking force of lime is significant. As the size of the lemon decreases, the breaking force and deformation decrease, and also with increasing loading speed, the braking force increases. In another research conducted by Mohd Nejad and Khosdada, the effect of size, speed and direction of loading on the mechanical properties of lime was investigated and the results showed that the interaction of loading speed and size on fracture energy and toughness and the main effects of size, loading speed and The loading direction is significant on the modulus of elasticity, but none of the effects on the rupture force is significant.

Methodology

First, potatoes in 5 different varieties (Agria, Esprit, Sante, Marfona and Jelli) were prepared at Ardabil Agricultural Research Center and stored at 4-10 degrees Celsius. One day after preparing the varieties, 21 samples of each potato variety were prepared using a cutting cylinder and then data collection was done. The data collection included mechanical properties. To determine the toughness of the samples, the santam machine available in the mechanical properties laboratory of the biosystem engineering department of Mohaghegh Ardabili University was used. Each potato variety was subjected to a compressive force at three loading speed levels of 10, 40 and 70 mm/min and with 7 repetitions. Then, using the amount of braking force, deformation and sample volume, the toughness

was calculated according to equation (1). These experiments were carried out in 5 storage periods (at 2-week intervals).

Conclusion

The toughness of different cultivars showed different behavior during the storage period so no changes were observed in the Marfona cultivar for toughness during the storage period, and in the Sante cultivar, the toughness level was almost the same at the beginning and end of the period and only in the middle of the storage period the value There was a slight increase. But in the case of Agria, Sprit and Jali cultivars, it should be said that the changes in toughness do not follow a specific trend and are unpredictable. Also, according to Figure 3, it is quite clear that in all figures, the lower the loading speed, the greater the toughness obtained, and the reason for this is that at a lower loading speed, the breaking force occurs in high values. Falls, and as a result, according to relation 1, the toughness value also increases. According to Figure 3, during the storage period, the two varieties of Jelli and Marfona (especially the Marfona variety) did not change much in terms of toughness and considering this issue, it is recommended to use these two varieties for some purposes, including frying. In this research, firmness was calculated for 5 different varieties of potatoes in 5 storage periods using the santam machine available at Mohaghegh Ardabili University and with the help of equation 1. The results showed that Jali and Marfona cultivars maintained their firmness during the storage period, and hence they are recommended for uses such as chips.

Keywords

Potato; Toughness; Shelflife