تحقیقات مهندسی صنایع غذایی/جلد ۲۰/ شماره ۷۰/بهار و تابستان ۱۴۰۰/ص ۱۵۶-۱۴۱

سایت مجله: https://fooder.areeo.ac.ir

نوع مقاله: علمی-پژوهشی

ارزیابی اثر پیش‌تیمار ضدعفونی و روش بسته‌بندی بر ویژگی‌های شیمیایی و میکروبی پوره پیاز در زمان نگهداری

الهام آذرپژوه[1*]، پروین شرایعی[2] و هما بهمدی[3]

۱ و ۲- به ترتیب: استادیار پژوهشی، دانشیار پژوهشی بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

۳-استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات فنی و مهندسی موسسه تحقیقات فنی مهندسی و کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، استان البرز، ایران

تاریخ دریافت:۹۹/۲/۱۳ ؛ تاریخ پذیرش:۹۹/۷/۲۸

چکیده

امروزه مصرف‌کنندگان خواستار غذاهای سالم، طبیعی و تازه‌ای هستند که در هنگام مصرف، حداقل انرژی و زمان برای آماده‌سازی آنها لازم باشد. در بین سبزی‌ها، پیاز و فرآورده‌های آن به دلیل خواص دارویی رتبه اول مصرف را در بین آلیوم‌های خوراکی دارند. هدف از این پژوهش تعیین اثر روش‌های ضدعفونی، بسته‌بندی و نگهداری بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی پوره پیاز است. بدین منظور، پوره پیاز با محلول‌های مختلف شامل (کلرین+ اسید سیتریک+ اسید آسکوربیک)، (نیسین+اسید سیتریک) (اسید استیک+منتول)، (سدیم اسید سولفات+ اسید آسکوربیک+اسید سیتریک+کلرید کلسیم)، (کلرید کلسیم+ اسید آسکوربیک+ اسید سیتریک+ آب در دمای ۸۰ درجه سلسیوس) و (شاهد، بدون پیش تیمار) ضدعفونی شد. نمونه‌ها پس از آن در بسته‌بندی پلی‌اتیلن با دانسیته پایین و با دو روش تحت خلأ و اتمسفر معمولی بسته‌بندی و به مدت ۲۱ روز در دمای ٤ درجه سلسیوس در یخچال نگهداری شدند. هر هفته یک‌بار مقدار کل مواد جامد انحلال پذیر در آب (بریکس)، افت وزنی کل ترکیب‌های فنلی، فعالیت ضد اکسندگی و آزمون میکروبی (بار میکروبی کل، کپک و مخمر) روی نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها با آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی نشان داد که در تمام تیمارها، ویژگی‌های شیمیایی در زمان نگهداری کاهش و تعداد کل میکروب‌های زنده و تعداد کل کپک و مخمر افزایش می‌یابند ($p<0.05$). نتایج بررسی‌ها نشان داد در نمونه پوره پیاز پیش‌تیمار شده با کلرید کلسیم (۰/۵ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر) + اسید آسکوربیک (۱ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر) + اسید سیتریک (۱ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر) در دمای ۸۰ درجه سلسیوس، ویژگی‌های شیمیایی، ترکیبات فنلی، و خواص ضد اکسایشی حفظ و کمترین میزان رشد میکروبی در آن دیده شد. ویژگی‌های کمی، کیفی و میکروبی در روش بسته‌بندی تحت خلأ، مناسب‌تر بود تا در روش بسته‌بندی تحت اتمسفر معمولی.

واژه‌های کلیدی

آلودگی میکروبی، اسیدهای آلی، فرآورده‌های پیاز، مواد ضدعفونی‌کننده

مقدمه

مصرف میوه و سبزی‌های تازه به دلیل افزایش علاقه به رژیم‌های غذایی سالم و مغذی و تغییر در سبک زندگی مصرف‌کنندگان، رواج فراوان یافته است (Hu *et al.*, 2010). پیاز حاوی مقادیر بالایی از ترکیبات فنلی است که ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی و

* نگارنده مسئول: Email: azarpazhooh@gmail.com

http://doi: 10.22092/fooder.2021.352259.1288

© 2021,The Author(s). Published by Agricultural Engineering Research Institute. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

محافظت‌کنندگی در برابر بیماری‌های قلبی عروقی دارند. با این همه، پیاز به دلیل طعم تند و اشک‌آور بودن، به راحتی قابل برش زدن و استفاده نیست. بنابراین، افزایش دسترسی به پیاز به‌صورت آماده برای خوردن یا استفاده در تهیه غذاها می‌تواند باعث رشد مصرف و گسترش بازار پیاز آماده به مصرف شود. سطح زیر کشت سالانه پیاز در کشور حدود ۴۶ هزار هکتار برآورد شده است. ایران با تولید حدود دو میلیون و هفت‌صد هزار تن پیاز در سال ششمین تولیدکننده این محصول در جهان محسوب می‌شود. بر اساس آمارها، سالانه حدود دو میلیون تن پیاز به عنوان تازه‌خوری مصرف می‌گردد و ۳۵ درصد باقیمانده آن (حدود ۷۰۰ هزار تن) به صورت ضایعات یا محصولات با درجه کیفی یا قیمت پایین‌تر از چرخه مصرف خارج می‌شود. بیشترین تولید پیاز کشور (۲۴/۲۶ درصد) و نیز بیشترین سطح زیر کشت این محصول به استان آذربایجان شرقی تعلق دارد و استان‌های اصفهان، فارس، سیستان و بلوچستان، خراسان و هرمزگان به ترتیب با ۱۴/۲۰، ۸/۹۵، ۷/۸۲، ۷/۱۰ و ۵/۹۲ درصد در تولید پیاز کشور رتبه‌های دوم تا ششم را دارند؛ شش استان مزبور جمعاً ۶۸/۲۵ درصد تولید پیاز کشور را دارا هستند (Ahmadi *et al.*, 2020; FAOSTAT, 2020). باوجود تولید بالای این محصول در ایران، به دلایل مختلف ازجمله فرآوری نامناسب، بی‌دقتی در شرایط بهداشتی و ضعف در نگهداری و بسته‌بندی آن، امکان استفاده مناسب از این پتانسیل فراهم نشده است (Rico *et al.*, 2007). در دهه‌های گذشته، مصرف تولیدات آماده مصرف با کمترین میزان فرآیند، به دلیل آسانی و آگاهی بیشتر مصرف‌کنندگان از مزایای سلامتی مصرف سبزی‌ها و میوه‌ها در رژیم غذایی افزایش چشمگیری داشته است. علاوه بر آسانی، فرآورده‌های خام یا پخته نشده مزایایی مانند ارزش‌افزوده بالاتر، کاهش پسماند، افزایش تنوع محصول، امنیت و کیفیت بهبودیافته و همچنین کار کمتر در فروشگاه‌ها را به همراه دارند (Ayala-Zavala *et al.*, 2008). با این حال، از پتانسیل بازار پیاز رنده شده به‌خوبی استفاده نشده است. پیاز رنده شده مواد فرار با بویی تند و اشک‌آور تولید می‌کند که برای اغلب افراد نامطبوع است. علاوه بر این، برش دستی پیاز موجب باقی ماندن بوی آن روی دست می‌شود که می‌تواند برای مدت طولانی ادامه داشته باشد. درنتیجه، تقاضا برای فرآورده‌های تازه و خام آماده برای مصرف پیاز که تجربه بهبودیافته‌ای برای مصرف‌کننده ایجاد می‌کند، وجود دارد و این امر فرصت‌های قابل‌توجهی در بازار ارائه می‌دهد (Berno *et al.*, 2014). بر اساس آمارهای انجمن ملی پیاز آمریکا، در سال ۲۰۱۵، حدود ۲۰ درصد از پیاز به فروش رفته در خدمات غذا یا خرده‌فروشی در کشورهای پیشرفته، به‌صورت رنده شده یا فراوری‌شده (خشک، تخمیری، سرخ‌شده) است (NOA[1], 2015). با توجه به اینکه محصولات تازه خردشده آماده مصرف هستند و مراحل دیگری برای از بین بردن میکروب‌ها روی آنها صورت نمی‌گیرد، تولید محصولات باکیفیت بالا، بهداشتی و نگهداری صحیح برای حصول اطمینان از ایمنی آنها بسیار مهم است (Little *et al.*, 2007). شستشو یکی از مهم‌ترین عملیات فرآوری است که به‌صورت تیمارهای فیزیکی و شیمیایی باعث حذف یا به حداقل رساندن جمعیت میکروب‌های بیماری‌زا می‌شود (Silveira *et al.*, 2008).

در حال حاضر، از کلر به‌عنوان یک ضدعفونی‌کننده مؤثر در صنایع تولیدات تازه و آماده به مصرف استفاده می‌شود (Gil *et al.*, 2009). این

1- National Onion Association

در حالی است که استفاده از ترکیبات کلرین، به‌خصوص با توجه به مسائل مربوط به‌سلامتی جامعه و موضوع تأثیر کلرین در محیط‌زیست، بسیار بحث‌انگیز شده است (Chen *et al.*, 2016). نیسین و اسید سیتریک به‌عنوان مواد افزودنی به‌طورکلی به رسمیت شناخته‌شده‌اند، ایمن هستند (Park *et al.*, 2011) و معمولاً به‌منظور کنترل آلودگی‌های میکروبی در میوه و سبزی‌های تازه برش خورده استفاده می‌شوند (Barbosa *et al.*, 2013). فعالیت نیسین در pH پایین حفظ می‌شود. دیویدسون و زیوانوویچ (Davidson & Zivanovic,2003) در پژوهشی نشان دادند که ترکیب نیسین در غلظت بالاتر با محصولی با pH پایین‌تر اثر هم‌افزایی قابل‌توجهی دارد. از این رو در این پژوهش از نیسین همراه با اسید سیتریک (که pH را کاهش می‌دهد) برای کنترل رشد میکروبی پیازهای رنده شده استفاده شد. چن و همکاران(Chen *et al.*, 2016) در سال ۲۰۱۶ از ترکیب نیسین و اسید سیتریک در نگهداری پیاز برش خورده تازه استفاده کردند. در هنگام آلودگی‌زدایی میوه و سبزی‌های تازه و برش‌خورده، واکنش‌های مهم شیمیایی و بیوشیمی درون بافت گیاه رخ می‌دهد که احتمالاً بر ساختار فنل‌ها تأثیر می‌گذارد (Pérez-Gregorio *et al.*, 2011).

اسید سیتریک ترکیبی ضد قهوه‌ای شدن است، در صنایع غذایی کاربرد دارد و می‌تواند فعالیت پلی‌فنل‌اکسیدازها را متوقف کند (Liu *et al.*, 2013). پیش‌تیمار با اسید سیتریک باعث افزایش مقدار ترکیبات فنلی در میوه برش‌خورده انبه می‌شود (Siddiq *et al.*, 2013). تاکوندوا و همکاران (Takundwa *et al.*, 2020) گزارش داده‌اند که استفاده از نیسین باعث جلوگیری از رشد *استافیلوکوس آئروس*[1] و *لیستریا مونوسیتوژنز*[2] در کاهو می‌شود و گفتنی است که تأثیر منفی بر ظاهر، بافت و ترکیبات مغذی آن ندارد. مواد شیمیایی ایمن مانند منتول، اسید استیک و آب ازن‌دار باعث حفظ تازگی، کیفیت و افزایش ماندگاری میوه‌ها و سبزی‌ها می‌شود. کاربرد توأم ازن و اسیدهای آلی باعث نابودی باکتری‌های *اشریشیا کلی* و *لیستریا مونوسیتوژنز* می‌شود و ماندگاری کاهو را افزایش می‌دهد (Yoo *et al.*, 2006). پیاز خردشده تازه، فسادپذیر است و باید به روش صحیح بسته‌بندی شود تا به حداکثر سطح کیفیت و ایمنی برسد. بسته‌های انعطاف‌پذیر و ظرف‌های سفت‌وسخت، به‌طورمعمول برای بسته‌بندی این محصولات استفاده می‌شوند (Bahram-Parvar & Lim, 2018). بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح‌شده و بسته‌بندی‌های فعال (جذب‌کننده اکسیژن) نیز می‌توانند برای افزایش ماندگاری استفاده شوند (Rico *et al.*, 2007). میزان نفوذپذیری مواد بسته‌بندی برای اکسیژن، دی‌اکسید کربن، بخارآب، مقاومت در برابر کشش، پاره شدن، قابلیت انعطاف‌پذیری و تجزیه بیولوژیکی بسته نیز باید در نظر گرفته شود. در حال حاضر انواع فیلم‌های تجاری شامل، پلی‌اتیلن[3]، پلی‌پروپیلن[4]، مخلوط‌های پلی‌اتیلن و اتیلن وینیل استات[5] و پلیمرهای هم لایه شده یا ورقه‌های مختلف از پلاستیک‌ها برای بسته‌بندی میوه‌ها و سبزی‌های برش خورده و آماده به مصرف به‌صورت تجاری در دسترس هستند (Cantwell & Kasmire, 1992). فیلم پلی‌پروپیلن[6] (ضخامت ۴۰ میکرومتر) یا پلی‌آمید پلی‌اتیلن با چگالی کم[7]

1- *S .aureus*
2- *L. monocytogenes*
3- Polyethylene
4- Polypropylene 6+(PP)
5- Ethylene vinyl acetate (EVA)
6- Oriented polypropylene (OPP)
7- Polyamide Low-Density Polyethylene (PA-LDPE)

(۷۰-۱۰۰ میکرومتر ضخامت) به‌عنوان بسته‌بندی مناسب برای پیاز خردشده توصیه‌شده است (Robertson, 2016). اگرچه طیف گسترده‌ای از فیلم‌های بسته‌بندی پوشش داده‌شده با عوامل مختلف ضد میکروبی تولیدشده است برای کمک به افزایش ماندگاری و ایمنی محصولات تازه بریده‌شده، تحقیقات چندانی در زمینه بسته‌بندی پیاز تازه خردشده وجود ندارد (Chen *et al.*, 2016). پیاز تازه خردشده، به دلیل فسادپذیری بالا، باید در شرایط کنترل‌شده دمایی سریعاً پس از بسته‌بندی توزیع شود (Rico *et al.*, 2007). تأثیر دمای نگهداری بر کیفیت پیاز قرمز خردشده (cv. CrioulaRoxa) را برنو و همکاران(Berno *et al.*, 2014) بررسی کردند و نشان دادند پیاز هرچه در دمای پایین‌تری نگهداری شود، محصول کیفیت بهتری نیز دارد. نمونه‌هایی که در دمای صفر درجه سلسیوس نگهداری می‌شوند، در مقایسه با نمونه‌هایی که در دمای ۵ یا ۱۵ درجه سلسیوس ذخیره شدند، تندی و سرعت تنفس کمتر و تغییرات کمتری در ترکیبات فنلی کل، آنتوسیانین و کوئرستین دارند. علاوه بر این، میزان تغییرات فیزیکوشیمیایی در نمونه‌های نگهداری‌شده در دمای پایین‌تر کمتر است که درنتیجه میزان مواد جامد انحلال‌پذیر و pH بالاتر، اسیدیته و تغییر رنگ کمتر و درمجموع ظاهر محصول بهتر می‌شود.

با توجه به اهمیت پیاز در ایران از یک‌سو و اهمیت اقتصادی محصولات آماده به مصرف و ماندگاری آن از سوی دیگر، هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر پیش تیمار ضدعفونی کردن و بسته‌بندی تحت خلأ در مقایسه با اتمسفر طبیعی بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی پوره پیاز و ماندگاری آن در دمای ۴ درجه سلسیوس در زمان‌های مختلف است.

مواد و روش‌ها

مواد

پیاز زرد (*Allium cepa* L., Lilliaceae) از بازار محلی در مشهد خریداری شد. فیلم بسته‌بندی (دولایه به ضخامت کلی ۴۵ میکرومتر؛ لایه خارجی پلی‌اتیلن و لایه داخلی پلی‌استر (پلی‌اتیلن ترفتالات) به ضخامت ۱۲ میکرومتر) از شرکت آپادن پل است مشهد تهیه شد. معرف فولین‌سیوکالچو، TPTZ[1]، DPPH[2]، متانول، کربنات‌سدیم، سولفات‌آهن II، کلریدآهن III شش‌آبه، استات‌سدیم، پتاسیم‌کلرید، اسیدکلریدریک غلیظ و دیگر مواد شیمیایی موردنیاز از شرکت‌های مرک، سیگما- آلدریچ، شارلو و کالدون با درجه تجزیه‌ای[3] خریداری شدند.

آماده‌سازی پوره پیاز

نمونه پیاز با آب شسته و در دمای محیط خشک شد. به‌منظور یکنواخت بودن میزان فلاوونوئیدها در پیاز، ۱۰ عدد پیاز، هر یک با وزن متوسط ۶۰-۵۰ گرم انتخاب و هر پیاز با چاقوی استیل به قطعات کوچک تقسیم شد. پیازهای تکه شده با مخلوط‌کن برقی آزمایشگاهی به شکل پوره درآمد (Siddiq *et al.*, 2013). نمونه‌های پیاز به شرح زیر تیمار بندی شدند.

A : پیش تیمار ضدعفونی

به‌منظور تیمار ضدعفونی، ۵۰ گرم پیاز در مواد ضدعفونی زیر و در محلول آبی به نسبت یک به چهار وزنی / حجمی در دمای ۴ درجه سلسیوس به مدت ۵ دقیقه غوطه‌ور و به‌طور یکنواخت با همزن مخلوط شد. نمونه در صافی با مش ۸۰ میکرون ریخته و به مدت ۱ دقیقه آبگیری شد.

1- 2, 4, 6-tris (2-pyridyl)-*s*-triazine
2- 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl
3- Analytical grade

تیمار ۱- محلول حاوی کلرین (۱۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر)+ اسید سیتریک (۱ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر) + اسید اسکوربیک (۱ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر) (Meireles *et al.*, 2016)

تیمار ۲- محلول حاوی نیسین (۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر) و اسید سیتریک (۱ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر) (Chen *et al.*, 2016)

تیمار ۳- محلول حاوی اسید استیک (۴ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر) و منتول (۲۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر) (Birmpa *et al.*, 2018)

تیمار ۴- محلول حاوی هیپوکلریت‌سدیم (۱/۱۵ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر) + کلرید کلسیم (۰/۵ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر) + اسید آسکوربیک (۱ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر) آب و اسید سیتریک (۱ گرم ۱۰۰ میلی‌لیتر) (Pérez-Gregorio *et al.*, 2011)

تیمار ۵- محلول حاوی کلرید کلسیم (۰/۵ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر) + اسید اسکوربیک (۱ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر) + اسید سیتریک (۱ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر). این محلول به دمای ۸۰ درجه سلسیوس رسانده و پیاز رنده شده به مدت ۱ دقیقه در آن غوطه‌ور شد (Pooja *et al.*, 2018).

تیمار ۶- شاهد بدون ضدعفونی

B : روش بسته‌بندی

پس از پوره کردن و پیش تیمار ضدعفونی پیاز، رطوبت سطحی نمونه‌ها با استفاده از فن گرفته شد. نمونه‌ها به میزان ۵۰ گرم دربسته‌های پلی‌اتیلن با دانسیته پایین باضخامت ۴۵ میکرون با ابعاد ۱۵× ۱۰ سانتی‌متر با دو روش تحت خلأ (دستگاه وک استار[1]، ساخت ایتالیا با فشار ۱۰۰۰ پاسکال) با خلأ و هوای معمولی بسته‌بندی شدند.

C : زمان نگهداری

نمونه‌های بسته‌بندی‌شده به مدت ۲۱ روز نگهداری و هر هفته آزمون‌های شیمیایی و میکروبی روی نمونه‌ها اجرا شد.

آزمون‌های فیزیکو-شیمیایی

پیش از بسته‌بندی و نیز هر هفت روز یک‌مرتبه پس از بسته‌بندی، درصد کاهش وزن، میزان مواد جامد انحلال‌پذیر، ترکیبات فنلی کل، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، شمارش کلی میکروبی و کپک و مخمر نمونه‌ها اندازه‌گیری شد.

خصوصیات شیمیایی پیاز

آزمون‌های شیمیایی‌بر اساس روش‌های استاندارد AOAC (Chemists, 1990)(۲۰۰۰) اجرا شد. درصد رطوبت با خشک‌کردن در آون الکتریکی (Memmert (oven, model UL 40, schwabach, Germany تعیین شد. درصد مواد جامد انحلال‌پذیر با استفاده از رفراکتومتر رومیزی مدل (Atago, Tokyo, Japan) اندازه‌گیری شد. خاکستر با استفاده از کوره الکتریکی (Ex.1200.2L, Excition Co., Iran) و در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس تعیین شد. درصد کاهش وزن، با استفاده از رابطه ۱ محاسبه شد که در آن W_0 وزن اولیه و W_1 وزن ثانویه است.

$$\frac{W_0 - W_1}{W_0} \times 100 \qquad (۱)$$

-اندازه‌گیری ترکیبات فنلی کل

میزان ترکیبات فنلی کل بر اساس روش فولین سیوکالچو تعیین شد. مقدار ۱۰۰ میکرولیتر از عصاره (مخلوط ۱۰۰ میلی‌گرم عصارهٔ پیاز با ۲۰۰۰ میکرو لیتر متانول) با ۲/ ۵ میلی‌لیتر معرف فولین سیوکالچو مخلوط و به مدت ۳ دقیقه در حالت سکون قرار داده شد تا واکنش صورت گیرد. پس از

1- Vacstar

آن، ۵ میلی‌لیتر کربنات سدیم ۷/۵ درصد به آن اضافه و بعد از یک دقیقه با آب مقطر به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانده شد. نمونه به مدت ۲۴ ساعت در مکانی تاریک نگهداری و سپس جذب آن در طول‌موج ۷۶۵ نانومتر در برابر شاهد خوانده شد. مقدار ترکیبات فنلی کل موجود در نمونه از روی منحنی استاندارد تعیین شد. منحنی استاندارد با ترسیم داده‌های جذب اسید گالیک در طول‌موج ۷۶۵ نانومتر در غلظت‌های ۱۰۰ تا ۹۵۰ پی پی‌ام به دست آمد. نتایج به دست آمده بر اساس میلی‌گرم اسیدگالیک بر گرم نمونه با استفاده از معادله برازش داده‌شده بر منحنی استاندارد گزارش شد (Huang & Yang, 2011).

اندازه‌گیری قدرت مهارکنندگی رادیکال آزاد DPPH[1]

محلول ۰/۰۰۶ درصد رادیکال آزاد DPPH در متانول تهیه شد. پس از آن به لوله‌های آزمایش حامل یک میلی‌لیتر محلول متانولی نمونه با غلظت‌های مختلف (بسته به قدرت مهارکنندگی رادیکال آزاد)، یک میلی‌لیتر از محلول فوق اضافه شد. لوله‌های آزمایش بعد از ورتکس شدن به مدت یک ساعت در جای تاریک نگهداری شدند و سپس جذب آنها در طول‌موج ۵۱۲ نانومتر در برابر شاهد اندازه‌گیری و درصد مهارکنندگی رادیکال آزاد برحسب رابطه ۲ محاسبه شد (Ersus & Yurdagel, 2007).

$$\%A = \frac{A_c - A_s}{A_c} \times 100 \qquad (۲)$$

A = درصد مهارکنندگی رادیکال آزاد DPPH؛ A_C = جذب شاهد؛ و A_S = جذب نمونه است.

آزمون‌های میکروبی

برای اجرای آزمون‌های میکروبی در پوره پیاز از استاندارد شماره ۵۲۷۲ و ۱۰۸۹۹ استفاده شد. کشت‌های میکروبی شامل تعداد کل میکروب‌ها و کشت کپک و مخمر بود. به این منظور به ترتیب از محیط کشت‌های پلیت کانت آگار و سابورد دکستروز آگار استفاده شد. به‌منظور کشت میکروبی از پوره پیاز ۰/۱ گرم نمونه (شاهد و پیش تیمار شده) برداشته شد، پس از یکنواخت کردن در هاون چینی استریل در تیوپ‌ها به ترتیب حاوی ۹/۹ میلی‌گرم محلول استریل پپتون واتر ۱ درصد ریخته و به مدت ۲۰ دقیقه خیسانده شدند. محتویات تیوپ به مدت ۲ دقیقه در شیکر لوله به هم زده شدند و به مدت ۲۴ ساعت در انکوباتور ۲۵ درجه سلسیوس نگهداری شدند. سپس ۱ میلی‌لیتر از محتویات هر تیوپ به تیوپ حاوی ۹ میلی‌لیتر سیلین (محلول استریل ۰/۹ درصد کلرید سدیم) ریخته و پس از خیساندن، محتویات تیوپ باز به مدت ۲ دقیقه در شیکر لوله به هم زده شد. کشت‌های میکروبی به ترتیب در رقت‌های 10^{-3} و 10^{-5} صورت گرفت. روش کشت برای تعداد کل میکروب‌ها روش پورپلیت بود. در این حالت، یک میلی‌لیتر از تیوپ به پلیت خالی استریل اضافه و حدود ۱۶ میلی‌لیتر محیط کشت در حالت مایع با دمای ۴۰ درجه سلسیوس به آن اضافه شد. محتویات پلیت کانت آگار در انکوباتور ۳۷ درجه سلسیوس به مدت ۲۴ تا ۴۸ ساعت نگهداری و برای سابورد دکستروز آگار به مدت ۷۲ ساعت در دمای

1- 2,2- Diphenyl-1-picrylhydrazyl

۲۵ درجه سلسیوس نگهداری شدند. کلنی‌های تشکیل‌شده با کلنی کانتر بررسی و شمارش شدند (INSO, 2013 & 2015).

تجزیه و تحلیل آماری

نمونه‌ها در سه تکرار آماده و هر یک از اندازه‌گیری‌ها روی هر تکرار دنبال شد. نتایج آزمون‌های فیزیکوشیمیایی و میکروبی، بر اساس آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سطح احتمال ۵ درصد با نرم‌افزار SPSS Statistical version 18، تجزیه وتحلیل شد.

مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون دانکن و رسم نمودارها با نرم‌افزار Excel 2007 صورت گرفت.

نتایج و بحث

کیفیت اولیهٔ پیاز

ویژگی‌های نمونهٔ پیاز مورداستفاده در این پژوهش در جدول ۱ نشان داده‌شده است. تعیین رطوبت یکی از مهم‌ترین و پرکاربردترین مقدار تحلیلی در پردازش و آزمایش مواد غذایی است. مقدار رطوبت غالباً معیار پایداری و تعیین کیفیت محصول است. میزان رطوبت پیاز در این پژوهش ۹۱/۷۴ درصد و ماده خشک ۸/۲۶ درصد برآورد شده است. میزان فیبر خام بر مبنای وزن خشک ۹/۳۸ درصد و میزان خاکستر ۰/۸۸ درصد اندازه گیری شده است. پلی فنل کل ۵۸/۱۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم، قدرت مهارکنندگی رادیکال آزاد ۵۲/۰۳ درصد بود.

جدول ۱- ویژگی‌های پیاز

عامل اندازه‌گیری	مقدار
رطوبت (درصد بر اساس وزن مرطوب)	۹۱/۷۴ ± ۰/۹۸*
ماده خشک (درصد)	۸/۲۶ ± ۰/۸۰
فیبر بر مبنای وزن خشک (درصد)	۹/۳۸ ± ۰/۶۲
خاکستر بر مبنای وزن خشک (درصد)	۰/۸۸ ± ۰/۰۲
پلی‌فنل کل (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۵۸/۱۴ ± ۱/۰۲
قدرت مهارکنندگی رادیکال آزاد (درصد)	۵۲/۰۳ ± ۱/۲۷

* اعداد (± انحراف استاندارد)، میانگین ۳ تکرار است.

تجزیه و تحلیل واریانس

شرح و توصیف تیمارهای مختلف در جدول ۲ نشان داده شده است. تأثیر تیمارها بر کلیه ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در زمان‌های مختلف نگهداری معنی‌دار ($p<0.05$) است. مقایسه میانگین این ویژگی‌ها در جدول‌های ۳ تا ۸ قابل مشاهده است.

جدول ۲- تیمارهای پوره پیاز

تیمار	روش بسته‌بندی	پیش تیمار ضدعفونی
۱	اتمسفر	کلرین+اسید سیتریک+ اسید آسکوربیک
۲		نیسین+ اسید سیتریک
۳		اسید استیک+ منتول
۴		سدیم اسید سولفات+ اسید آسکوربیک+اسید سیتریک+کلرید کلسیم
۵		کلرید کلسیم+ اسید آسکوربیک+ اسید سیتریک+ (دمای ۸۰ درجه سلسیوس)
۶		شاهد
۷	خلأ	کلرین+اسید سیتریک+ اسید آسکوربیک
۸		نیسین+ اسید سیتریک
۹		اسید استیک+ منتول
۱۰		سدیم اسید سولفات+ اسید آسکوربیک+اسید سیتریک+کلرید کلسیم
۱۱		کلرید کلسیم+ اسید آسکوربیک+ اسید سیتریک+ (دمای ۸۰ درجه سلسیوس)
۱۲		شاهد

- میزان مواد جامد انحلال‌پذیر

میزان مواد جامد انحلال‌پذیر در پوره پیاز در جدول ۳ آورده شده است. نتایج تجزیه واریانس حاکی از اثر معنی‌دار ($p<0.05$) روش پیش‌تیمار و زمان نگهداری بر میزان مواد جامد انحلال‌پذیر پوره پیاز است. بیشترین میزان مواد جامد در تیمار ۱ و بسته‌بندی اتمسفر معمولی دیده شده است. کمترین میزان مواد جامد انحلال‌پذیر در تیمار ۱۱ بود. همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، میزان مواد جامد انحلال‌پذیر در دوره نگهداری کاهش یافته است.

مشابه این نتیجه‌گیری‌ها را آگوآیو و همکاران (Aguayo *et al.*, 2004) در گوجه‌فرنگی در زمان نگهداری گزارش داده‌اند.

جدول ۳- تغییرات مواد جامد انحلال‌پذیر (درجه بریکس) پیش تیمارهای ضدعفونی شده پوره پیاز در روش‌های بسته‌بندی و زمان‌های مختلف نگهداری

تیمار	زمان نگهداری (روز)		
	۷	۱۴	۲۱
۱	۹/۰±۵۱/۲۲^{Aa*}	۸/۰±۱۸/۱۲^{Ba}	۷/۰±۱۷/۵۴^{Ca}
۲	۷/۰±۶۵/۰۵^{ABe}	۷/۰±۵۷/۴۵^{Bb}	۶/۰±۳۴/۳۷^{Cde}
۳	۸/۰±۴۹/۱۲^{Ac}	۷/۰±۶۹/۰۹^{Bb}	۶/۰±۴۸/۲۲^{Ccd}
۴	۹/۰±۱۵/۳۲^{Ab}	۷/۰±۳۵/۲۱^{Bb}	۶/۰±۶۳/۱۹^{Cbc}
۵	۶/۰±۸۴/۲۱^{Af}	۶/۰±۷۷/۱۷^{Ac}	۶/۰±۷۱/۰۵^{Ab}
۶	۸/۰±۱۵/۶۶^{Ad}	۶/۰±۲۷/۰۵^{Bc}	۵/۰±۷۷/۳۲^{Cf}
۷	۶/۰±۵۵/۰۹^{Afg}	۶/۰±۴۵/۳۳^{Ac}	۶/۰±۴۳/۶۷^{Acd}
۸	۶/۰±۶۵/۱۷^{Afg}	۵/۰±۶۴/۱۷^{Bc}	۴/۰±۸۵/۱۵^{Ch}
۹	۶/۰±۷۶/۰۵^{Agh}	۶/۰±۳۲/۰۶^{ABc}	۵/۰±۸۵/۲۵^{Bf}
۱۰	۶/۰±۴۹/۱۱^{Ah}	۶/۰±۴۸/۱۳^{Ac}	۶/۰±۴۳/۲۴^{Acd}
۱۱	۶/۰±۶۱/۲۱^{Afg}	۶/۰±۱۵/۴۳^{Ac}	۵/۰±۱۱/۶۵^{Bg}
۱۲	۶/۰±۶۴/۱۷^{Afg}	۶/۰±۳۸/۶۵^{Ac}	۶/۰±۱۸/۰۹^{Ae}

* حروف غیرمشابه بزرگ و کوچک اختلاف معنی‌دار را به ترتیب در هر سطر و ستون برای زمان‌های متفاوت در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن نشان می‌دهد ($p<0.05$). (اعداد± انحراف استاندارد)، میانگین ۳ تکرار است.

- افت وزنی

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر پیش‌تیمار ضدعفونی، روش بسته‌بندی برافت وزنی نمونه‌های پوره پیاز در مدت نگهداری ۲۱ روزه معنی‌دار ($p<0.05$) است. همان‌طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، میزان افت وزنی طی ۲۱ روز نگهداری روندی افزایشی ($p<0.05$) دارد. اثر روش بسته‌بندی بر درصد افت وزنی در نمونه‌های بسته‌بندی‌شده با اتمسفر تحت خلأ از روش اتمسفر معمولی کمتر نشان می‌دهد. میزان افت وزنی در تیمار ۱۰ و ۱۱ پس از ۷ روز نگهداری کمترین مقدار و با نمونه شاهد نگهداری شده در اتمسفر معمولی اختلاف معنی‌داری ($p<0.05$) دارد. وزن پوره پیاز بسته‌بندی‌شده در زمان نگهداری کاهش می‌یابد که به عوامل مختلفی مانند تنفس، دما، رشد میکروبی و غیره بستگی دارد.

میزان از دست دادن وزن به عوامل مختلفی ازجمله ویژگی‌های بسته‌بندی، رطوبت نسبی، نسبت سطح به حجم بستگی دارد (Ayala-Zavala *et al.*, 2008)

جدول ٤- تغییرات افت وزنی (درصد) پیش تیمارهای ضدعفونی شده پوره پیاز در روش‌های بسته‌بندی و زمان‌های مختلف نگهداری

تیمار	زمان نگهداری (روز)		
	۷	۱۴	۲۱
۱	۱/۰±۴۸/۰۳^{Cb}	۲/۰±۳۹/۲۳^{Bc}	۷/۰±۵۵/۱۵^{Acd}
۲	۱/۰±۳۷/۱۱^{Cbc}	۲/۰±۳۶/۱۴^{Bc}	۷/۰±۶۰/۲۳^{Ac}
۳	۱/۰±۱۵/۰۵^{Cbc}	۲/۰±۱۱/۰۶^{Bc}	۷/۰±۴۸/۲۰^{Acd}
۴	۱/۰±۲۵/۰۹^{Cbc}	۲/۰±۰۹/۰۳^{Bc}	۷/۰±۵۳/۰۸^{Acd}
۵	۱/۰±۰۵/۱۴^{Ccd}	۲/۰±۰۳/۰۱^{Bc}	۷/۰±۲۵/۳۲^{Acde}
۶	۲/۰±۱۸/۲۲^{Ca}	۴/۰±۰۴/۱۹^{Ba}	۱۰/۰±۸۷/۱۳^{Aa}
۷	۰/۰±۷۸/۰۸^{Cde}	۱/۰±۶۸/۰۴^{Bd}	۶/۰±۳۳/۰۳^{Af}
۸	۰/۰±۷۸/۰۵^{Cde}	۱/۰±۶۶/۰۵^{Bd}	۶/۰±۷۱/۰۵^{Adef}
۹	۰/۰±۷۰/۱۱^{Cde}	۱/۰±۶۰/۱۷^{Bd}	۶/۰±۶۳/۱۶^{Aef}
۱۰	۰/۰±۴۵/۰۴^{Ce}	۱/۰±۵۲/۲۱^{Bd}	۶/۰±۶۳/۰۴^{Aef}
۱۱	۰/۰±۵۲/۲۱^{Ce}	۱/۰±۵۰/۲۸^{Bd}	۵/۰±۰۲/۱۰^{Ag}
۱۲	۱/۰±۳۲/۳۲^{Cbc}	۲/۰±۷۴/۰۴^{Bb}	۹/۰±۷۳/۰۹^{Ab}

* حروف غیرمشابه بزرگ و کوچک اختلاف معنی‌دار را به ترتیب در هر سطر و ستون برای زمان‌های متفاوت در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن نشان می‌دهد ($p<0.05$). (اعداد± انحراف استاندارد)، میانگین ۳ تکرار است.

- ترکیبات فنلی کل

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر پیش تیمار ضدعفونی، روش بسته‌بندی و مدت‌زمان نگهداری بر ترکیبات فنلی کل نمونه‌های پوره پیاز در ۲۱ روز نگهداری معنی‌دار ($p<0.05$) است. همان‌طور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود، تیمار شماره ۱۱ بالاترین میزان ترکیبات فنلی را دارد و در ۲۱ روز نگهداری نمونه‌های پوره پیاز این روند کاهشی است. عوامل مختلفی بر ترکیبات فنلی موجود در پوره پیاز در زمان نگهداری مؤثرند. دمای نگهداری و زمان از عوامل اصلی تعیین‌کننده میزان ترکیبات فنلی هستند. هوارد و همکاران (Howard *et al.*, 1994)

نیز روند نزولی در میزان ترکیبات فنلی را در مدت‌زمان ۶ روز نگهداری پیاز خردشده آماده به مصرف گزارش کردند که علت آن مربوط به تشکیل لیگنین و سایر ترمیم‌کننده‌های زخم بوده است.

جدول ۵- تغییرات ترکیبات فنلی کل (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) پیش تیمارهای ضدعفونی شده پوره پیاز در روش‌های بسته‌بندی و زمان‌های مختلف نگهداری

تیمار	زمان نگهداری (روز)		
	۷	۱۴	۲۱
۱	۴۸/۰±۱۷/۰۸^{Ag}	۳۷/۳±۳۳/۵۳^{Bi}	۳۱/۲±۱۷/۳۴^{Cef}
۲	۵۱/۱±۰۴/۵۴^{Ad}	۴۷/۲±۴۰/۷۵^{Bc}	۴۲/۱±۰۴/۷۶^{Cb}
۳	۴۹/۲±۹۳/۲۱^{Aef}	۳۸/۲±۹۳/۸۹^{Bh}	۲۷/۱±۵۶/۸۲۸^{Cfg}
۴	۴۳/۱±۵۱/۶۴^{Ah}	۴۲/۱±۶۷/۴۳^{Bcg}	۳۶/۱±۶۷/۳۶^{Ccd}
۵	۴۹/۳±۵۵۵/۸۹^{Af}	۴۵/۲±۳۳/۶۵^{Be}	۴۱/۲±۷۱/۶۴^{Cab}
۶	۳۶/۱±۵۵/۶۵^{Ai}	۳۱/۳±۳۳/۶۷^{Bj}	۲۳/۱±۳۳/۳۴^{Ce}
۷	۵۲/۲±۶۳/۵۶^{Ab}	۴۹/۲±۵۰/۸۶^{Bb}	۳۳/۱±۰۰/۸۹^{Ced}
۸	۵۰/۲±۴۴/۴۵^{Ade}	۴۵/۳±۳۳/۹۷^{Be}	۴۳/۲±۳۳/۳۶^{Cab}
۹	۵۱/۱±۷۳/۳۶^{Ac}	۴۷/۲±۶۰/۵۵^{Bc}	۳۶/۲±۶۷/۰۹^{Cbc}
۱۰	۵۲/۲±۲۸/۷۴^{Ab}	۴۳/۳±۶۷/۴۸^{Bf}	۳۶/۱±۱۱/۲۶^{Cb}
۱۱	۵۴/۱±۷۸/۸۵^{Aa}	۵۰/۲±۷۶/۹۵^{Ba}	۳۹/۳±۴۲/۵۵^{Ca}
۱۲	۴۷/۱±۳۶/۰۸^{Ag}	۴۶/۱±۳۰/۳۵^{Bd}	۳۱/۲±۶۷/۹۰^{Ccd}

* حروف غیرمشابه بزرگ و کوچک اختلاف معنی‌دار را به ترتیب در هر سطر و ستون برای زمان‌های متفاوت در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن نشان می‌دهد ($p<0.05$). (اعداد± انحراف استاندارد)، میانگین ۳ تکرار است.

- ویژگی‌های ضد اکسایشی (میزان گیرندگی رادیکال آزاد)

ویژگی‌های ضد اکسایشی (میزان گیرندگی رادیکال آزاد) در پوره پیاز در جدول ۶ آورده شده است. نتایج تجزیه واریانس حاکی از اثر معنی‌دار ($p<0.05$) روش پیش‌تیمار ضدعفونی و زمان نگهداری بر ویژگی‌های ضد اکسایشی پوره پیاز است. بیشترین ویژگی‌های ضد اکسایشی در تیمار ۱۱ و کمترین آن در تیمار ۶ (شاهد) است. همان‌طور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود، ویژگی‌های ضد اکسایشی در مدت نگهداری کاهش یافته است. ویژگی‌های ضد اکسایشی در تیمار بسته‌بندی‌شده تحت خلأ، بهتر حفظ شده است. پرز-گرگوریو و همکاران (Pérez-Gregorio *et al.*, 2011) اثر مواد شیمیایی و پیش تیمار ضدعفونی را بر ترکیبات فلاوونوئیدی پیاز خردشده و آماده به مصرف بررسی کردند و نشان دادند مواد ضدعفونی‌کننده، میزان فلاوونول‌ها را به این دلیل کاهش می‌دهند که این مواد در محلول‌های ضدعفونی کننده انحلال‌پذیرند.

جدول ٦-تغییرات قدرت مهارکنندگی رادیکال آزاد (درصد) پیش تیمارهای ضدعفونی شده پوره پیاز در روش‌های بسته‌بندی و زمان‌های مختلف نگهداری

تیمار	زمان نگهداری (روز)		
	۷	۱۴	۲۱
۱	۴۰/۲±۳۳/۷۴^{Af}	۳۵/۱±۶۷/۶۷^{Be}	۳۰/۰±۶۷/۳۴^{Ch}
۲	۴۱/۳±۶۷/۸۶^{Ae}	۳۹/۰±۱۷/۶۴^{Bd}	۳۴/۱±۱۷/۴۲^{Cc}
۳	۳۹/۲±۳۳/۸۹^{Ag}	۳۲/۰±۳۷/۶۴^{Bh}	۲۹/۲±۳۷/۷۶^{Cj}
۴	۳۵/۱±۹۷/۶۳^{Ah}	۳۵/۱±۸۷/۵۳^{Ae}	۳۰/۱±۸۷/۸۹^{Bg}
۵	۴۰/۲±۳۳/۹۱^{Af}	۳۴/۱±۶۷/۸۶^{Bg}	۳۱/۰±۶۷/۵۴^{Cf}
۶	۳۳/۰±۲۷/۸۴^{Ai}	۳۲/۲±۷۳/۴۸^{Bh}	۲۱/۲±۷۳/۱۶^{Cl}
۷	۴۲/۱±۶۷/۷۵^{Ad}	۳۹/۳±۴۳/۵۶^{Bd}	۳۴/۲±۴۳/۴۸^{Cb}
۸	۴۶/۰±۰۰/۳۶^{Ab}	۴۱/۱±۳۷/۵۳^{Bc}	۳۳/۱±۳۷/۵۴^{Cd}
۹	۴۵/۱±۳۳/۹۷^{Ac}	۴۳/۲±۶۰/۴۱^{Bb}	۳۸/۱±۶۰/۹۶^{Ce}
۱۰	۴۰/۱±۷۳/۰۸^{Af}	۳۵/۰±۰۷/۱۱^{Bf}	۳۲/۰±۰۷/۵۲^{Ci}
۱۱	۴۸/۰±۳۱/۵۷^{Aa}	۴۴/۱±۵۳/۶۵^{Ba}	۳۹/۱±۵۳/۸۲^{Ca}
۱۲	۳۵/۱±۶۷/۵۴^{Ah}	۳۱/۱±۴۶/۳۵^{Bi}	۲۳/۱±۳۰/۶۴^{Ck}

* حروف غیرمشابه بزرگ و کوچک اختلاف معنی‌دار را به ترتیب در هر سطر و ستون برای زمان‌های متفاوت در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن نشان می‌دهد (P<۰/۰۵). (اعداد± انحراف استاندارد)، میانگین ۳ تکرار است.

تأثیر متغیرها بر ویژگی‌های میکروبی پوره پیاز

میزان میکروب‌ها در مواد غذایی یکی از مهم‌ترین شاخص‌های پایداری و سلامت آن مواد است. بهبود کیفی میکروبی زمانی حاصل می‌شود که میکروب‌ها نابود یا غیرفعال شوند. اثر زمان نگهداری، روش پیش‌تیمار و اثر متقابل هر دو متغیر بر تعداد کل میکروب‌های زنده و تعداد کل کپک و مخمر معنی‌دار ($p<0.05$) است. همان‌طور که در جدول‌های ۷ و ۸ مشاهده می‌شود، تعداد کل میکروب‌های زنده و تعداد کل کپک و مخمر طی ۲۱ روز نگهداری روندی افزایشی ($p<0.05$) دارد؛ اما میزان افزایش در حد استاندارد قابل‌قبول کشورهای اروپایی است. حداقل میزان کپک و مخمر قابل‌قبول در مواد غذایی آماده به مصرف و تازه در اروپا log ۵ cfu/g است (Debevere, 1996). شمارش کل میکروارگانیسم‌ها نیز بر اساس قوانین اسپانیا log ۷ cfu/g است (Francis *et al.*, 1999). تعداد کل میکروب‌های زنده و تعداد کل کپک و مخمر در پیش‌تیمار ۱۱، کمترین میزان است و با شاهد تفاوت آماری معنی‌داری دارد. اثر روش بسته‌بندی بر تعداد کل میکروب‌های زنده و تعداد کل کپک و مخمر معنی‌دار ($p<0.05$). است، تعداد کل میکروب‌های زنده و تعداد کل کپک و مخمر در نمونه‌های بسته‌بندی‌شده تحت خلأ کمتر است. پیاز، به‌عنوان منبعی از ترکیبات ضد میکروبی طبیعی، می‌تواند فساد میکروبی را به تأخیر اندازد (Ye *et al.*, 2013) این فعالیت ضد میکروبی مربوط به ترکیبات فلاوونوئیدی و سولفوری موجود در پیاز است (Santas *et al.*, 2010). باکتری‌های سرمادوست باکتری‌های غالب پیاز خردشده گزارش‌شده‌اند.

کلی‌فرم، باکتری‌های اسیدلاکتیک و مخمرها همچنین میزان رشد بالایی را نشان داده‌اند (Piercey *et al.*, 2012).

جدول ۷- تغییرات شمارش کلی میکروب‌ها (log CFU/g) پیش تیمارهای ضدعفونی شده پوره پیاز در روش‌های بسته‌بندی و زمان‌های مختلف نگهداری

تیمار	زمان نگهداری (روز)		
	۷	۱۴	۲۱
۱	۰/۹۵±۰/۴۵^{Cbcd}	۱/۹۶±۰/۲۸^{Bcd}	۲/۲۰±۰/۹۷^{Af}
۲	۰/۳۶±۰/۱۴^{Ccd}	۱/۷۳±۰/۱۲^{Bcd}	۲/۰۷±۰/۵۸^{Ag}
۳	۱/۲۸±۰/۳۱^{Cbc}	۱/۸۲±۰/۲۶^{Bcd}	۲/۶۳±۰/۹۸^{Ad}
۴	۱/۶۸±۰/۴۱^{Cab}	۲/۳۹±۰/۶۷^{Bbc}	۲/۹۳±۰/۴۵^{Ab}
۵	۰/۴۰±۰/۰۸^{Ccd}	۱/۱۵±۰/۹۸^{Bde}	۲/۸۰±۰/۳۸^{Ac}
۶	۲/۵۱±۰/۴۲^{Ca}	۲/۹۳±۰/۶۷^{Ba}	۳/۲۳±۰/۷۶^{Aa}
۷	۰/۵۸±۰/۲۱^{Ccd}	۱/۶۲±۰/۳۴^{Bcde}	۲/۳۵±۰/۵۲^{Ae}
۸	۰/۱۳±۰/۱۴^{Cd}	۱/۱۷±۰/۶۵^{Bde}	۲/۰۲±۰/۴۶^{Ah}
۹	۰/۷۵±۰/۱۸^{Ccd}	۱/۷۹±۰/۶۸^{Bcde}	۱/۹۸±۰/۲۹^{Ah}
۱۰	۰/۸۳±۰/۴۸^{Cbcd}	۱/۸۷±۰/۸۹^{Bcd}	۲/۳۲±۰/۷۸^{Ae}
۱۱	۰/۲۰±۰/۱۸^{Cd}	۰/۶۲±۰/۸۸^{Be}	۱/۰۲±۰/۸۴^{Ai}
۱۲	۱/۱۹±۰/۴۹^{Ce}	۲/۵۰±۰/۰۱^{Bb}	۲/۸۵±۰/۳۸^{Ac}

* حروف غیرمشابه بزرگ و کوچک اختلاف معنی‌دار را به ترتیب در هر سطر و ستون برای زمان‌های متفاوت در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن نشان می‌دهد ($p<0.05$). (اعداد± انحراف استاندارد)، میانگین ۳ تکرار است.

جدول ۸-تغییرات کپک و مخمرlog CFU/g پیش تیمارهای ضدعفونی شده پوره پیاز در روش‌های بسته‌بندی و زمان‌های مختلف نگهداری

تیمار	زمان نگهداری (روز)		
	۷	۱۴	۲۱
۱	۰/۰±۴۷/۳۴^{Cde}	۱/۰±۰۷/۵۳^{Bd}	۳/۰±۵۹/۳۳^{Aa}
۲	۰/۰±۴۱/۵۶^{Cde}	۱/۰±۰۹/۱۶^{Bd}	۲/۰±۵۱/۴۵^{Ae}
۳	۰/۰±۵۹/۹۵^{Cd}	۱/۰±۲۷/۴۶^{Bcd}	۲/۰±۷۰/۳۵^{Ad}
۴	۰/۰±۵۲/۳۶^{Cd}	۱/۰±۲۱/۳۷^{Bd}	۳/۰±۲۸/۵۹^{Abc}
۵	۰/۰±۲۱/۸۹^{Ce}	۰/۰±۸۱/۲۵^{Bd}	۲/۰±۳۵/۲۷^{Af}
۶	۲/۰±۵۴/۱۷^{Cb}	۲/۰±۲۱/۱۵^{Bb}	۳/۰±۶۵/۷۵^{Aa}
۷	۱/۰±۱۶/۳۵^{Cc}	۱/۰±۸۴/۱۳^{Bc}	۲/۰±۱۵/۳۶^{Ag}
۸	۱/۰±۰۹/۲۲^{Cc}	۱/۰±۷۷/۴۵^{Bc}	۲/۰±۸۶/۲۵^{Ac}
۹	۱/۰±۱۴/۶۴^{Cc}	۱/۰±۸۲/۶۴^{Bc}	۲/۰±۷۴/۶۷^{Aa}
۱۰	۱/۰±۰۷/۸۶^{Cc}	۱/۰±۷۵/۷۵^{Bc}	۲/۰±۲۶/۳۴^{Af}
۱۱	۰/۰±۱۵/۲۴^{Ce}	۰/۰±۷۳/۹۶^{Bd}	۱/۰±۴۰/۶۹^{Ah}
۱۲	۲/۰±۰۱/۸۵^{Ca}	۲/۰±۲۸/۷۸^{Ba}	۲/۰±۶۶/۹۱^{Ad}

* حروف غیرمشابه بزرگ و کوچک اختلاف معنی‌دار را به ترتیب در هر سطر و ستون برای زمان‌های متفاوت در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن نشان می‌دهد ($p<0.05$). (اعداد± انحراف استاندارد)، میانگین ۳ تکرار است.

نتیجه‌گیری

تقاضای مصرف پوره پیاز در خانه‌ها به دلیل وجود ترکیبات فرار اشک‌آور گوگردی که پس از پاره شدن ساختمان سلولی آن آزاد می‌شود بسیار زیاد است. باوجوداین، به علت تغییرات فیزیکو- شیمیایی پوره پیاز لازم خواهد بود روش‌هایی برای حفظ کیفیت آن به کار رود. در این پژوهش، اثر پیش‌تیمار ضدعفونی کردن و روش بسته‌بندی بر ماندگاری پوره پیاز در ۲۱ روز نگهداری بررسی شد. نتایج به دست‌آمده از این مرحله تائید کرد که پیش تیمار ضدعفونی عامل مهمی در نگهداری پوره پیاز است. با بسته‌بندی در شرایط خلأ سرعت واکنش‌های اکسایشی، شیمیایی و میکروبی کاهش یافت. به‌طورکلی نتایج تحقیق نشان داد که ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی پوره پیاز تیمار شده با ۰/۵ گرم کلرید کلسیم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب + ۱ گرم اسید آسکوربیک در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب + ۱ گرم اسید سیتریک در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب محلول شده و غوطه‌وری به مدت ۱ دقیقه در دمای ۸۰ درجه سلسیوس با حداقل میزان رشد میکروبی حفظ شد. هم‌چنین، میزان ترکیبات فنلی و ویژگی‌های ضد اکسایشی پوره پیاز تیمارشده با روش فوق بالاترین میزان را نسبت به سایر تیمارها داشت. تایج روش بسته‌بندی نیز نشان داد که ویژگی‌های کمی و کیفی و میکروبی درروش بسته‌بندی با اتمسفر تحت خلأ حفظ می‌شود.

قدردانی

از شرکت پیاز مارکت برای تامین منابع مالی و از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی و مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی برای تصویب پروژه و در اختیار گذاشتن امکانات آزمایشگاهی تشکر و قدردانی می‌شود.

تعارض منافع

نویسندگان در رابطه با انتشار مقاله ارائه شده به طور کامل از سوء اخلاق نشر، از جمله سرقت ادبی، سوء رفتار، جعل داده‌ها و یا ارسال و انتشار دوگانه، پرهیز نموده‌اند و منافعی تجاری در این راستا وجود ندارد.

مراجع

Ahmadi, K., Ebadzadeh, H.R., Hatami, F., Abdshahi, H., and Kazemian, A. 2020. Agricultural Statistics of the Crop Year 1398-99. Volume One: Crop Products. Ministry of Jihad-e-Agriculture, Deputy for Planning and Economy, Information and Communication Technology Center

Aguayo, E. Escalona, V., and Artés, F. 2004. Quality of fresh-cut tomato as affected by type of cut, packaging, temperature and storage time. European Food Research and Technology 219, 492-499.

AOAC. 2005. Official methods of analysis of the Association of Analytical Chemists International. AOAC Gaithersburg, MD.

Ayala-Zavala, J., Del-Toro-Sánchez, L., Alvarez-Parrilla, E., and González-Aguilar, G. 2008. High relative humidity in-package of fresh-cut fruits and vegetables: advantage or disadvantage considering microbiological problems and antimicrobial delivering systems. Journal of Food Science 73, R41-R47.

Bahram-Parvar, M., and Lim, L. T. 2018. Fresh-cut onion: A review on processing, health benefits, and shelf-life. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety 17, 290-308.

Barbosa, A .A. T., de Araújo, H. G. S., Matos, P. N., Carnelossi, M. A. G., and de Castro, A. A. 2013. Effects of nisin-incorporated films on the microbiological and physicochemical quality of minimally processed mangoes. International journal of food microbiology 164, 135-140.

Berno, N. D., Tezotto-Uliana, J. V., dos Santos Dias, C. T., and Kluge, R. A. 2014. Storage temperature and type of cut affect the biochemical and physiological characteristics of fresh-cut purple onions. Postharvest Biology and Technology 93, 91-96.

Birmpa, A. Constantinou, P. Dedes, C., Bellou, M., Sazakli, E ,.Leotsinidis, M., and Vantarakis, A. 2018. Antibacterial and antiviral effect of essential oils combined with non-thermal disinfection technologies for ready-to-eat Romaine lettuce. J. Nut. Food Res. Technol 1, 24-32.

Cantwell, M., and Kasmire, R. 1992. Postharvest handling systems: Underground vegetables (roots, tubers, and bulbs). Postharvest Technology of Horticultural Crops. University of California, Agriculture and Natural Resources Communications Services, Davis. CA, USA, 435-444.

Chen, C., Hu, W., Zhang, R., Jiang, A., and Zou, Y. 2016. Levels of phenolic compounds, antioxidant capacity, and microbial counts of fresh-cut onions after treatment with a combination of nisin and citric acid. Horticulture, Environment, and Biotechnology 57, 266-273.

Davidson PM, Zivanovic S.2003. The use of natural antimicrobials. In Zeuthen P, Bogh-Sorensen L, eds, Food preservation techniques. Boca Raton, Fla.: CRC Press LLC, USA. pp 5-30.

Debevere, J. 1996. Criteria en praktische methoden voor de bepaling van de houdbaarheidsdatum in de etikettering. Etikettering, houdbaarheid en bewaring (voedingsmiddelen en recht 2), 37-64.

Ersus, S., and Yurdagel, U. 2007. Microencapsulation of anthocyanin pigments of black carrot (Daucus carota L.) by spray drier. Journal of food engineering 80, 805-812.

FAOSTAT. 2020. Available at: http://faostat3.fao.org/browse/rankings/countries_by_commodity/E. Retrieved June 12, 2020.

Francis, G. A., Thomas, C., and O'beirne, D. 1999. The microbiological safety of minimally processed vegetables. International Journal of Food Science & Technology 34, 1-22.

Gil, M. I., Selma, M. V., López-Gálvez, F., and Allende ,A. 2009. Fresh-cut product sanitation and wash water disinfection: problems and solutions. International journal of food microbiology 134, 37-45.

Howard, L., Yoo, K., Pike, L., and Miller Jr, G. 1994. Quality changes in diced onions stored in film packages. Journal of Food Science 59, 110-112.

Hu, W., Jiang, A., Tian, M., Liu, C., and Wang, Y. 2010. Effect of ethanol treatment on physiological and quality attributes of fresh-cut eggplant. Journal of the Science of Food and Agriculture 90, 1323-1326.

Huang, J.-d., and Yang, L. 2011. Microencapsulation of anthocyanins from fruits of Berberis kaschgarica Rupr. Journal of Food Science 16, 5-14.

INSO. 2013. Microbioligy of food and animal feeding stuffs enumeration of Yeast and mould-Colony count techni in products with water activity Less than or equal to 0.60. Iranian National Standardization Organization. No. 10899-3. 1st. Edition.

INSO. 2015. Microbiology of the food chain— Horizontal method for the enumeration of microorganisms— Part 1: Colony count at 30 °C by the pour plate technique. Iranian National Standardization Organization. No. 5272-1. 1st. Edition.

Lee, S. U., Lee, J. H., Choi, S. H., Lee, J. S., Ohnisi-Kameyama, M., Kozukue, N., Levin, C. E., and Friedman, M. 2008. Flavonoid content in fresh, home-processed, and light-exposed onions and in dehydrated commercial onion products. Journal of Agricultural and Food Chemistry 56, 8541-8548.

Little, C., Taylor, F., Sagoo, S., Gillespie, I., Grant, K., and McLauchlin, J. 2007. Prevalence and level of Listeria monocytogenes and other Listeria species in retail pre-packaged mixed vegetable salads in the UK. Food microbiology 24, 711-717.

Liu, W ,.Zou, L.-q., Liu, J.-p., Zhang, Z.-q., Liu, C.-m., and Liang, R.-h. 2013. The effect of citric acid on the activity, thermodynamics and conformation of mushroom polyphenoloxidase. Food chemistry 140, 289-295.

Meireles, A., Giaouris, E., and Simões, M. 2016. Alternative disinfection methods to chlorine for use in the fresh-cut industry. Food Research International 82, 71-85.

National Onion Association. 2015. All about onions. Available from: https://www.onions-usa.org/.

Olaimat, A. N., and Holley, R. A. 2012. Factors influencing the microbial safety of fresh produce: a review. Food microbiology 32, 1-19.

Park, S. H., Choi, M. R., Park, J. W., Park, K. H., Chung, M. S., Ryu, S., and Kang, D. H. 2011. Use of organic acids to inactivate Escherichia coli O157: H7, Salmonella Typhimurium, and Listeria monocytogenes on organic fresh apples and lettuce. Journal of Food Science 76, M293-M298.

Pérez-Gregorio, M., González-Barreiro, C., Rial-Otero, R., and Simal-Gándara, J. 2011. Comparison of sanitizing technologies on the quality appearance and antioxidant levels in onion slices. Food Control 22, 2052-2058.

Pooja, B., Jagadeesh, S., Prashanth, S., Evoor, S., Prabhakar, I., and Pasupuletig, V. 2018. Effect of different pre-treating chemicals on physico-chemial qualities of onion dried using solar tunnel dryer. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry 7, 1940-1943.

Rico, D., Martin-Diana, A. B., Barat, J., and Barry-Ryan, C. 2007. Extending and measuring the quality of fresh-cut fruit and vegetables: a review. Trends in Food Science & Technology 18, 373-386.

Robertson, G. L. 2016. Food packaging: principles and practice, CRC press.

Santas, J., Almajano, M. P., and Carbó, R. 2010. Antimicrobial and antioxidant activity of crude onion (Allium cepa, L.) extracts. International journal of food science & technology 45, 403-409.

Siddiq, M., Roidoung, S., Sogi, D., and Dolan, K. 2013. Total phenolics, antioxidant properties and quality of fresh-cut onions (Allium cepa L.) treated with mild-heat. Food chemistry 136, 803-806.

Silveira, A., Conesa, A., Aguayo, E., and Artes, F. 2008. Alternative sanitizers to chlorine for use on fresh-cut "Galia"(Cucumis melo var. catalupensis) melon. Journal of Food Science 73, M405-M4.١١

Takundwa, B. A., Bhagwat, P., Pillai, S., and Ijabadeniyi, O. A. 2020. Antimicrobial efficacy of nisin, oregano and ultrasound against *Escherichia coli* O157: H7 and Listeria monocytogenes on lettuce. LWT, 110522.

Ye, C.-L., Dai, D.-H., and Hu, W.-L. 2013. Antimicrobial and antioxidant activities of the essential oil from onion (*Allium cepa* L.). Food control 30, 48-53.

Yoo, K. S., Pike, L., Crosby, K., Jones, R., and Leskovar, D. 2006. Differences in onion pungency due to cultivars, growth environment, and bulb sizes. Scientia Horticulturae 110, 144-149.

Food Engineering Research/Vol.20/No.70/Spring & Summer 2020/P: 141-156

Journal Home page: https://fooder.areeo.ac.ir/

Original Research

Evaluation of the Effect of Disinfection Pretreatment and Packaging Method on Chemical and Microbial Properties of Onion Puree During Storage

E. Aazarpazhooh*, P. Sharayei and H. Behmadi

* Corresponding Author: Assistant Professor, Department of Engineering Research, Khorasan Razavi Agricultural, Education and Natural Resources Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Mashhad, Iran. Email: azarpazhooh@gmail.com
Received: 22 May 2019, Accepted: 12 February 2020
http://doi: 10.22092/fooder.2021.352259.1288

Abstract

Consumers are seeking healthy, natural and fresh food matterials requiring minimal energy and time to be prepared. Onions and their products, rank first among edible alliums due to their medicinal properties. The aim of this study was to investigate the effects of disinfection, packaging and storage period on physicochemical properties of onion puree. For this purpose, onion puree were disinfected with different solutions including: (chlorine + citric acid + ascorbic acid), (nisin + citric acid), (acetic acid + menthol), (sodium sulfate + ascorbic acid + citric acid + calcium chloride), (calcium chloride + calcium Ascorbic + citric acid + water (80°C) and (control, without pretreatment). The products were then packaged in low density polyethylene in two ways under normal vacuum and conventional atmospheric packaging and stored for 21 days. The total amount of soluble solids (Brix), weight loss of total phenolic compounds, antioxidant activity (%) and microbial test (total microbial count and mold and yeast) were measured on the samples once a week. Statistical analysis of data by factorial experiment in a completely randomized design showed that in all treatments, chemical properties decreased during storage and the total number of live microbes and the total number of mold and yeast increased. The results showed that in onion puree sample, pretreated with calcium chloride (0.5 g/100 ml) + ascorbic acid (1 g/100 ml) + citric acid (1 g/100 ml) at 80 °C, chemical, phenolic compounds, antioxidant properties were preserved and had the lowest rate of microbial growth. Quantitative, qualitative and microbial properties in vacuum packaging were more appropriate than in conventional atmospheric packaging.

Keywords: Microbial contamination, Organic acids, Onion products, Disinfectants