Archive of SID

مقاله علمی پژوهشی/ نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۳۱ شماره ۴/ سال ۱۴۰۰/ صفحات ۵۱ تا ۶۳

DOI: 10.22034/FR.2021.24833.1526

بررسی اثرات پوشش‌های فعال آنتی‌اکسیدانی بر میزان کارآیی آبگیری اسمزی و ویژگی‌های کیفی انگور شاهرودی خشک شده

سارا خیابانی[۱]، محمدیار حسینی*[۲] و بابک قنبرزاده[۳]

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۰/۲ تاریخ پذیرش: ۹۹/۹/۲۰

[۱] دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

[۲] استادیار گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام

[۳] استاد گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

* مسئول مکاتبات: Email: m.hosseini@ilam.ac.ir

چکیده

زمینه مطالعاتی: پوشش دهی مواد غذایی قبل از آبگیری اسمزی، راه حل موثری برای کاهش جذب مواد جامد معرفی شده است. **هدف**: بررسی اثر دو نوع پوشش (بر پایه پکتین و کربوکسی متیل سلولز) حاوی دو ترکیب آنتی‌اکسیدانی و احیاکننده (اسید آسکوربیک و سیستئین) بر کارآیی آبگیری اسمزی و کیفیت حسی- تغذیه‌ای انگور خشک شده می‌باشد. **روش کار**: برای آبگیری اسمزی از ترکیب محلول اسمزی ثابت و مشابه ترکیب طبیعی میوه ها (حاوی فروکتوز، کلرید کلسیم و اسید سیتریک) استفاده شد (با نسبت نمونه به محلول ۱ به ۱۰). نمونه‌های بهینه بر اساس حداکثر ضریب کارآیی اسمزی و آبگیری اسمزی و حداقل میزان جذب مواد جامد انتخاب گردیدند. سپس نمونه های اسمز شده برای خشک کردن تکمیلی در دستگاه آون با هوای داغ قرار گرفتند. **نتایج**: کمترین درصد آبگیری اسمزی به میزان ۱۲/۶۳ درصد در نمونهٔ بدون پوشش و در میان نمونه‌های پوششدار بیشترین درصد آبگیری اسمزی به میزان ۲۷/۶۶ درصد بر پایهٔ پکتین حاوی آسکوربیک ۰/۵ و سیستئین ۰/۵(W/W%) و کمترین درصد آبگیری اسمزی به میزان ۲۰/۲۳ درصد بر پایهٔ کربوکسی متیل سلولز مشاهده شد. کمترین میزان ضریب کارایی آبگیری اسمزی به میزان ۶/۲۰ درصد در نمونهٔ بدون پوشش مشاهده گردید. در میان نمونه های پوششدار بالاترین ضریب کارآیی آبگیری اسمزی به میزان ۲۱/۹۵ درصد بر پایهٔ پکتین حاوی اسید آسکوربیک ۰/۵ و سیستئین ۰/۵ (W/W%) و کمترین ضریب کارآیی آبگیری اسمزی به میزان ۱۵/۵۸ درصد بر پایه کربوکسی متیل سلولز مشاهده شد. در بین نمونه‌های پوششدار بالاترین میزان ویتامین ث مربوط به نمونهٔ پکتین، اسید آسکوربیک۰/۵ وسیستئین ۰/۵ (W/W%) و کمترین میزان مربوط به نمونهٔ کربوکسی متیل سلولز می‌باشد. **نتیجه گیری نهایی**: استفاده از پوششهای خوراکی بر پایه کربوکسی متیل سلولز و پکتین می‌تواند به افزایش ضریب کارایی آبگیری اسمزی کمک کند .نمونه‌های دارای پوشش و اسمز، دارای بالاترین میزان ویتامین ث و کمترین میزان جذب مجدد آب نسبت به نمونهٔ شاهد و بدون پوشش بودند. پوشش‌دهی و اسمز موجب کاهش تغییر رنگ کلی کشمش نهایی گردید.

واژگان کلیدی: پوشش‌های فعال، آبگیری اسمزی، رنگ سنجی، ویتامین ث، جذب مجدد آب

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

درخت انگور[1] در ایران بیشتر با نام مو و اغلب به نام تاک نامگذاری شده و دارای نام علمی *Vitis vinifera* و از تیره آمپلی داسه است. این تیره شامل ده جنس مختلف ولی فقط جنس ویتیس آن اهمیت خوراکی دارد. میزان مواد و عناصر مختلف موجود در میوه انگور با توجه به نوع رقم، شرایط محل کاشت و درجه رسیدگی انگور کاملاً متفاوت است. بر اساس آزمایشات انجام شده توسط FAO بر روی انواع مختلف انگور، میزان مواد غذایی موجود در یکصد گرم انگور تازه شامل ۸۱/٦ گرم آب، ١٦/٧ گرم مواد قندی، ٠/٤ گرم چربی، انواع ویتامین ۸۰ واحد بین‌المللی، ۰/۰۵ میلی گرم B_1، ۰/۰۳ گرم B_2، ۲ میلی گرم سدیم و ۰/٦ میلی گرم آهن است (یو و همکاران ۲۰۰۰). آبگیری از محصولات غذایی، یکی از قدیمی‌ترین روش های نگهداری آنها است و به دلیل کاهش قابل توجهی در وزن و حجم، صرفه جویی در بسته بندی و ذخیره سازی بیشترین کاربرد را دارد. کشمش فرآورده حاصل از خشک کردن انگور بوده و منبع خوبی از فیبرها، پلی فنل، ویتامین D، آهن و کلسیم در رژیم غذایی محسوب می‌شود (رانکین و همکاران ۲۰۰۸). در سالهای اخیر فرایند آبگیری اسمزی (به دلایل مختلف از جمله سرعت بالا، هزینه پایین انرژی و کاهش آسیب به بافت، طعم و رنگ ماده غذایی، برای حذف قسمتی از آب مواد غذایی) مورد توجه قرار گرفته است (سینگ و همکاران ۱۹۹۹). محدودیت مهم - فرآیند آبگیری اسمزی نفوذ مقدار زیاد ماده حل شونده اسمزی به داخل ماده غذایی است که سبب مقاومت ماده غذایی برای دفع آب در فرآیندهای بعدی خشک کردن و تغییر ویژگی‌های حسی و تغذیه‌ای محصول می‌گردد (فیسوت ۲۰۱۲). کاربرد پوشش های خوراکی قبل از آبگیری اسمزی، یکی از مناسب ترین راه حل‌ها برای جلوگیری از تأثیرات نامطلوب این فرایند بر ماده غذایی به شمار می‌رود (خین ۲۰۰۷). پکتین و سلولز از پلی ساکاریدهای ساختاری میوه‌ها و سبزی‌ها هستند و مشتقات آنها می توانند به عنوان پوشش خوراکی برای میوه ها و سبزیها مورد استفاده واقع شوند. برای افزایش کارایی بهبود دهندگی پوشش های خوراکی، می‌توان به آنها مواد ضد میکروبی، آنتی اکسیدانی و دیگر مواد فعال را افزود که در این حالت به آنها پوشش‌های فعال می‌گویند. اسیدآسکوربیک به عنوان یک آنتی اکسیدان، کاهش دهنده pH، جلوگیری کننده از واکنش های قهوه‌ای شدن و جبران کننده ویتامین C از دست رفته در طی فرایند، می‌تواند به مواد پوشش دهنده افزوده شود. پرز-گاگو و همکاران در سال ۲۰۰٦، تاثیر نوع و مقدار آنتی اکسیدان ها را به تنهایی و در ترکیب با پوشش های خوراکی (شامل پروتئین آب پنیر و موم طبیعی) برای سیب های تازه پوست گیری شده مورد مطالعه قراردادند. نتایج نشان داد که افزودن ۰/۵ درصد اسید آسکوربیک یا ۰/۵ درصد سیستئین به پوشش امولسیونی باعث کاهش بیشتر قهوه‌ای شدن آنزیمی سیب گلدن دلیشس به طور شاخص در مقایسه با استفاده از این آنتی اکسیدان ها به تنهایی برای گلدن دلیشس بود. گارسیا و همکاران در سال ۲۰۱۰، اثر پوشش کیتوزان بر آبگیری اسمزی پاپایای برش خورده را مورد بررسی قرار دادند. آنها سرعت آبگیری و انتقال جرم در محلول اسمزی ساکارز (٤٠° Bx) در نسبت میوه به محلول (۱ به٦۰)، آبگیری اسمزی (WL)، جذب مواد جامد (SG) و کاهش وزن را مورد بررسی قرار دادند و نتایج نشان داد که پوشش کیتوزان کارایی فرایند اسمزی و WL و کاهش SG را بهبود می‌بخشد. سینگ و همکاران در سال ۲۰۰۹، اثر پوشش آلژینات سدیم (۰/۵-۵ درصد) و درجه حرارت را روی آبگیری اسمزی (توسط محلول ساکارز) و پارامترهای کیفی آناناس خشک شده و سینتیک انتقال جرم را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد زمان آبگیری برای نمونه‌های بدون پوشش کمتر از نمونه‌های پوشش‌دار در هر سه دما (٥٥°C، ٦٥°C، ٧٥°C) بود وکاهش انرژی

[1] grape

www.SID.ir

Archive of SID

فعال سازی، آبگیری مجدد بالا و همچنین حفظ رنگ نمونه‌های پوشش‌دار در مقایسه با بدون پوشش از نتایج دیگر پوشش دهی بود. با توجه به مطالعات انجام یافته، تحقیقی بر روی اثرات کاربرد پوشش های فعال بر پایه پکتین-کربوکسی متیل سلولز آنتی اکسیدانی در آبگیری اسمزی انگور ارائه نشده است. لذا هدف از این پژوهش، بررسی اثر این پوششها بر کارآیی آبگیری اسمزی و کیفیت حسی- تغذیه‌ای انگور خشک شده می-باشد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق از میوه" انگور (رقم شاهرودی با رطوبت بر پایه مرطوب ۸۲-۸۰ درصد)، کربوکسی متیل سلولز (شرکت Chem-Food کشور چین، با درجه خلوص ۹۸، ویسکوزیته ۲۲۸۰)، پکتین کم استر(درجه استریفیکاسیون۳۱/۵ درصد شرکت Degussa, Pullacha کشور آلمان)، فروکتوز و کلریدکلسیم (شرکت Merck کشور آلمان)، اسید سیتریک (شرکت Kaselcit کشور چین،مونوهیدراته ($C_6H_8O_7.H_2O$))، سیستئین ($C_3H_7NO_2S$) با جرم مولی g/mol ۱۲۱/۱۵، اسیدآسکوربیک با جرم مولی ۱۷۶/۱۳ (شرکت Merck کشور آلمان) و گلیسرول (شرکت Ableace کشور مالزی با درجه خلوص ۹۹/۵٤ درصد)، خریداری گردیدند.

تهیه محلول پوشش دهنده: ابتدا محلول پکتین و کربوکسی متیل سلولز ۱ درصد به طور جداگانه در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد تهیه و سپس اسید آسکوربیک در غلظت‌های (۰، ۰/۵، ۱ درصد وزنی/وزنی) و سیستئین درغلظت‌های (۰، ۰/۳، ۰/۵ درصد وزنی/وزنی) به آنها اضافه گردید. در ضمن برای تمامی تیمارها بطور ثابت ۰/۲ گرم گلیسرول (به عنوان نرم کننده) و ۰/۷۵ گرم کلرید کلسیم (پکتین کم استر برای تشکیل ژل نیاز به کلریدکلسیم دارد) استفاده شد و به حجم ۱۰۰ میلی لیتر (وزنی/حجمی) رسانده شدند.

روش پوشش دهی و آبگیری اسمزی: در ابتدا نمونه ها با آب مقطر شسته شدند، رطوبت آنها با کاغذ صافی گرفته و سپس وزن شدند. نمونه های آماده شده بعد از توزین، توسط روش غوطه وری پوشش دهی شدند یعنی در یک بشر حاوی محلول پوشش ساز قرار گرفتند و بعد از یک دقیقه خارج شدند و به مدت ۲۰ دقیقه در آون با دمای ۷۰ درجه سانتیگراد قرار گرفتند. محلول اسمزی بر اساس پیش آزمون و بر اساس ترکیب طبیعی میوه‌ها تعیین شد که شامل فروکتوز ۵۰٪، کلرید کلسیم ۱٪ و اسید سیتریک ۰/۲٪ بود. نمونه‌های حاصل در زمانهای مشخص (۲۰، ٤۰، ٦۰، ۸۰، ۱۰۰، ۱۲۰ دقیقه) و دمای ثابت ۲۵ درجه سانتی گراد برای تعیین بهترین زمان غوطه وری در محلول اسمزی قرار گرفته (نسبت محلول اسمزی به نمونه ۱۰ به ۱)؛ و با کاغذ صافی رطوبت سطحی نمونه ها گرفته شد. نهایتاً نمونه های پوشش‌دهی شده و اسمز شده، در خشک کن با آون در دمای ۸۰ درجه سانتیگراد، با سرعت هوای ۱/۵ متر بر ثانیه تا رسیدن به رطوبت نهایی (بر پایه وزن خشک) ۱۵ تا ۱۷ درصد، برای خشک کردن نهایی قرار گرفتند و سپس آزمایشهای کمی و کیفی روی نمونه ها انجام گرفت.

اندازه‌گیری میزان آبگیری و میزان ماده جامدجذب شده و ضریب کارایی آبگیری اسمزی: میزان آبگیری و میزان ماده جامد جذب شده و نسبت بین میزان آبگیری به میزان ماده جامد جذب شده (ضریب کارایی آبگیری اسمزی) با روابط زیر محاسبه شدند (کامیراند و همکاران ۱۹۹۲).

$$WL = \frac{W_i X_i - W_\theta X_\theta}{W_i} \times ۱۰۰ \qquad (۱)$$

$$SG = \frac{W_\theta (۱ - X_\theta) - W_\theta (۱ - X_i)}{W_i} \times ۱۰۰ \qquad (۲)$$

www.SID.ir

Archive of SID

(۳) ضریب کارایی آبگیری = WL/SG × ۱۰۰

W_θ : وزن محصول بعد از زمان θ، W_i : وزن محصول در زمان اولیه، X_θ : محتوای آبی محصول در زمان θ ، X_i : محتوای آبی محصول در زمان اولیه.

آزمون رنگ سنجی: رنگ‌سنجی نمونه‌ها توسط دستگاه رنگ سنج بر اساس پارامترهای هانتر(ساخته‌شده در آزمایشگاه خواص فیزیکی دانشگاه تبریز) اندازه‌گیری شد. مقادیر a (پارامتری است که مقادیر آن از منفی برای ته رنگ سبز تا مثبت برای ته رنگ سرخ متغیر است)، b (پارامتری است که از مقادیر منفی برای ته رنگ آبی تا مقادیر مثبت برای ته رنگ زرد متغیر است) و L (از رنگ سیاه (۰) تا سفید (۱۰۰)) می‌باشد، توسط نرم افزار MATLAB R2011a محاسبه شدند. مقادیر اختلاف رنگ کلی از رابطه (٤) محاسبه شد (اکبریان و همکاران ۲۰۱۳).

(٤)

$$\Delta E = \sqrt{(L_0 - L)^2 + (a_0 - a)^2 + (b_0 - b)^2}$$

زیرنویس ۰ در روابط بالا نشان دهنده پارامترهای نمونه اولیه و قبل ازخشک شدن است.

اندازه‌گیری ویتامین ث: اندازه گیری مقدار ویتامین ث با استفاده از روش تیتراسیون ۲و٦ دی کلروفنول اندوفنول محاسبه شد. برای محاسبه میزان ویتامین ث از رابطه زیر استفاده شد (آزادمرد ۲۰۱۰).

(۵)

$$\mathrm{VitC} = \frac{۲\times(\mathrm{B}-\mathrm{C})\times۱۰۰}{\mathrm{A}\times۱۰\times\mathrm{W}}$$

VitC: میلیگرم ویتامین C در ۱۰۰ گرم نمونه، A: حجم مصرفی دی کلروفنل ایندوفنول برای تیتراسیون اسید آسکوربیک (میلی‌لیتر)، B:حجم مصرفی دی کلروفنول ایندوفنل برای تیتراسیون شاهد (میلی لیتر)، C : حجم مصرفی دی کلروفنل ایندوفنل برای تیتراسیون نمونه (میلی لیتر)، W: وزن نمونه (گرم).

نسبت جذب مجدد آب

نمونه های شاهد و تیمار شده توزین و سپس درون آب داغ (۱۰۰درجه سانتیگراد) به مدت ۱۰ دقیقه قرار داده شدند. بعد ازگرفتن رطوبت نمونه ها با کاغذ صافی دوباره نمونه ها توزین و وزن آنها یادداشت گردید و برای محاسبه میزان جذب مجدد آب از فرمول زیر استفاده شد (عباسی و همکاران ۲۰۱۱).

$$R = \frac{M}{M_0} \qquad (٦)$$

تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل های آماری آزمونهای نهایی، با استفاده از نرم افزار SPSS 16 و رسم نمودارهای آزمونهای مختلف، توسط نرم افزارExcel 2007 انجام پذیرفت، در ضمن مقادیر a، b و L در رنگ‌سنجی، توسط نرم افزار MATLAB R2011a محاسبه شدند.

نتایج و بحث

درصد آبگیری اسمزی

مطابق جدول ۱ کمترین درصد آبگیری اسمزی به میزان ۱۲/٦۳ درصد در نمونهٔ بدون پوشش مشاهده گردید. در میان نمونه‌های پوششدار نیز بیشترین درصد آبگیری اسمزی به میزان ۲۷/٦٦ درصد در نمونهٔ پوشش داده شده بر پایهٔ پکتین حاوی آسکوربیک ۰/۵ و سیستئین ۰/۵(W/W%) و کمترین درصد آبگیری اسمزی به میزان ۲۰/۲۳ درصد در نمونهٔ پوشش داده شده بر پایهٔ کربوکسی متیل سلولز مشاهده شد. مشهود است که تغییرات غلظت اسید آسکوربیک از ۰ تا ۱ (W/W%) تاثیر معنی داری بر میزان آبگیری اسمزی ندارد اما تغییرات غلظت سیستئین از ۰ تا ۰/۵ (W/W%) درصد باعث افزایش میزان آبگیری اسمزی می‌شود. بنابر نتایج به دست آمده فرآیند پوشش دهی

www.SID.ir

Archive of SID

باعث افزایش میزان آبگیری اسمزی شده است که علت آن احتمالاً به جلوگیری از جذب مواد جامد در میوه و در نتیجه حفظ آنها در محلول اسمزی مربوط باشد. اکبریان و همکاران در سال ۲۰۱۳، تاثیر پوششهای فعال خوراکی (پکتین، کربوکسی متیل سلولز و اسید آسکوربیک) بر آبگیری اسمزی میوهٔ "به" را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد که استفاده از پوشش مرکب پکتین- کربوکسی متیل سلولز باعث افزایش میزان آبگیری اسمزی می‌گردد. دهقان نیا و همکاران در سال ۲۰۰۶، اثر پوشش کربوکسی متیل سلولز را در انتقال جرم سیب اسمز شده و تاثیر آن روی جذب نمک را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد، سیب های پوشش داده شده دارای بالاترین میزان WL و WL/SG بودند.

جدول ۱ - مقایسه درصد آبگیری اسمزی در نمونه‌های پوشش داده شده توسط پوشش‌های فعال مختلف

Table1- Comparison of osmotic dehydration in samples coated by different active coatings

Osmosis uncoated	Biopolymer type Pectin	CMC	Additive type Systeine	Ascorbic
12.63±0.55Cc	-	-	-	-
-	22.41±0.62Aa*	20.23±0.75Ba	0	0
-	24.13±1.08Ab	22.2±0.97Bb	0.3	0
-	26.2±1.25Ac	24.13±0.93Ac	0.5	0
-	23.09±0.9Aab	20.84±2.7Ba	0	0.5
-	25.2±1.16Abc	22.25±1.17Bab	0.3	0.5
-	27.66±0.47Ac	25.06±0.81Bc	0.5	0.5
-	22.61±0.69Aab	21.32±0.95Aab	0	1
-	25.03±0.25Abc	23.07±1.01Bbc	0.3	1
-	27.2±0.8Ac	25.26±1.5Bc	0.5	1

* The large different letters show significant difference (P< 0.05) in Duncan test.
* The small different letters show significant difference (P> 0.05) in Duncan test.

یکی از پارامترهایی که در بهینه سازی فرمولاسیون محلولهای اسمزی می تواند معیار مهمی باشد، ضریب کارایی آبگیری است که نسبت آب خارج شده به ماده جامد نفوذ یافته به بافت ماده غذایی تحت اسمز است. با توجه به اینکه نفوذ ماده جامد به مواد غذایی نامطلوب تلقی می شود، افزایش این نسبت یکی از اهداف فرمولاسیون محلول اسمزی است. مطابق با جدول ۲ کمترین میزان ضریب کارایی آبگیری اسمزی به میزان ۶/۲۰ درصد در نمونهٔ بدون پوشش می‌باشد. در میان نمونه های پوششدار نیز بالاترین ضریب کارآیی آبگیری اسمزی به میزان ۲۱/۹۵ درصد در نمونهٔ پوشش داده شده بر پایهٔ پکتین حاوی اسید آسکوربیک ۰/۵ و سیستئین ۰/۵ (W/W%) و کمترین ضریب کارآیی آبگیری اسمزی به میزان ۱۵/۵۸ درصد در نمونهٔ پوشش دار بر پایه کربوکسی متیل سلولز می-باشد. با توجه به نتایج به دست آمده فرآیند پوشش دهی باعث افزایش میزان ضریب کارآیی آبگیری اسمزی شده است. الجوبینکو و همکاران در سال ۲۰۰۸، عملیات پوشش دهی (نشاسته ذرت) و آبگیری اسمزی (ساکارز یا ملاس چغندر قند) هویج را مورد بررسی قراردادند. نتایج نشان داد که پوشش کارایی آبگیری اسمزی را در هر دو محلول ساکارز و ملاس افزایش می‌دهد. جلالی و همکاران در سال ۲۰۱۰، اثر پوشش (پکتین، کربوکسی متیل سلولز و نشاسته ذرت) در آبگیری اسمزی سیب را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد نمونه‌های پوشش داده شده با پکتین و

www.SID.ir

Archive of SID

کربوکسی متیل سلولز ضریب کارآیی آبگیری بالاتری داشتند. با توجه به حداکثر ضریب کارایی آبگیری اسمزی، حداکثر آبگیری اسمزی و حداقل میزان جذب مواد جامد، پوشش های حاوی اسید آسکوربیک و سیستئین ۰/۵ (w/w٪) برای آزمون‌های بعدی انتخاب گردیدند (جدول۳).

جدول ۲ - مقایسه میزان ضریب کارآیی آبگیری اسمزی در نمونه‌های پوشش داده شده و نمونه شاهد

Table2- Comparison of osmotic dehydration efficiency coefficient in coated samples and control samples

Biopolymer type			Additive type	
Osmosis uncoated	Pectin	CMC	Systeine	Ascorbic
6.2±0.61C	-	-	-	-
-	18.38±1.31*	15.58±0.54Bb	0	0
-	19.33±0.6Ab	16.67±0.6Bb	0.3	0
-	20.94±0.16Aab	18±0.38Bab	0.5	0
-	18.84±0.69Ab	15.61V0.38Bb	0	0.5
-	20.23±0.33Aab	16.83±2.11Bab	0.3	0.5
-	21.95±0.43Abc	18.44±1.74Bab	0.5	0.5
-	18.22±0.73Aab	16.18±0.92Aab	0	1
-	19.87±0.57Ab	17.49±2.54Bb	0.3	1
-	21.76±1.24Ac	18.52±2.27Aab	0.5	1

* The large different letters show significant difference (P< 0.05) in Dunkan test.

* The small different letters show significant difference (P> 0.05) in Dunkan test.

جدول ۳- انواع تیمارهای انتخاب شده برای خشک کردن نهایی انگور

Table 3- Types of treatments selected for final drying of grapes

Cysteine	Ascorbic acid	Pectin	CMC	Treatment
0	0	0	1	1
0.5	0	0	1	2
0	0.5	0	1	3
0.5	0.5	0	1	4
0	0	1	0	5
0.5	0	1	0	6
0	0.5	1	0	7
0.5	0.5	1	0	8
			Osmosis uncoated	9
			Control	10

رنگ سنجی

قهوه ای شدن آنزیمی یکی از عوامل موثر در تغییر رنگ در میوه ها و سبزیها طی نگهداری و خشک کردن می باشد و از طرفی پوشش های خوراکی می توانند با کاهش تماس اکسیژن با بافت میوه ها پیشرفت این واکنش را به تاخیر اندازند. پارامترهای رنگ سنجی مربوط به نمونه های با پیش تیمارهای مختلف در جدول ٤ ارائه شده اند و شکل ۱ میزان تغییر رنگ کلی نمونه های شاهد و پیش تیمار شده و خشک شده را نشان می دهند. با توجه به نتایج جدول، نمونه های پوشش دار و اسمز شده دارای بیشترین پارامتر L یعنی شفافیت رنگ هستند. همچنین فرایند اسمز و

www.SID.ir

Archive of SID

پوشش دهی موجب کاهش رنگ سبز و افزایش رنگ زرد در نمونه ها شده است. همانطور که در شکل ۱ ملاحظه میگردد، از نظر تغییر رنگ (ΔE) میان نمونه های پوششدار با شاهد اختلاف معنی داری در سطح ۵٪ وجود دارد و این نمونه ها تغییر رنگ کمتری نسبت به سایر نمونه ها دارند. بطور کلی می توان گفت نمونه های پوششدار اختلاف رنگ کمتری نسبت به نمونه های بدون پوشش داشتند. محققان دیگر نیز نتایج مشابهی به دست آوردند (اکبریان و همکاران ۲۰۱۳). کمتر بودن تغییرات کلی رنگ برای نمونه های اسمز شده نسبت به نمونه های اسمز نشده در طول فرایند خشک کردن توسط سراجی و همکاران در سال ۲۰۱۲ تایید شده است. دلیل این امر را می توان به قرارگرفتن نمونه ها در زیر محلول اسمزی و به دور از اکسیژن نسبت داد همچنین مواد شلاته کننده مانند اسید سیتریک می توانند با بلوکه کردن یون مس و کاهش pH محلول موجب کاهش فعالیت آنزیم های فنولاز گردند. استفاده از مواد احیاکننده مانند اسید اسکوربیک و سیستئین می تواند در جلوگیری از تشکیل اورتوکینون ها در این واکنش موثر باشند و در نتیجه بازدارندگی را تشدید نمایند. در این تحقیق سیستئین به عنوان بهترین آنتی اکسیدان در جلوگیری از قهوه‌ای شدن آنزیمی شناخته شد. قیدلی و همکاران در سال ۲۰۱۳ و آمودی و همکاران در سال ۲۰۱۱، تاثیر آنتی اکسیدانهای (اسیدآسکوربیک، اسید سیتریک، سیترودکسترین، کلرید کلسیم، هگزامتافسفات کلرید، سدیم و سیستئین) مختلف را در جلوگیری از قهوه‌ای شدن کنگر (artichokes) مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد سیستئین موثرترین ترکیب در جلوگیری از قهوه‌ای شدن می‌باشد.

جدول۴- پارامترهای رنگی اندازه گیری شده

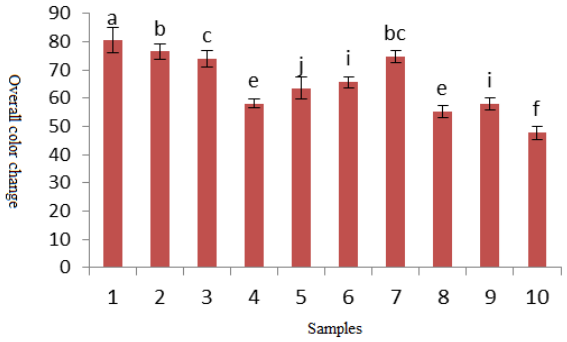
Table4- Measured color parameters

Samples(w/w%)	L	a	b	L0	A0	b0
Control	20.66d	12a	20.61b	83.68	-19.25	71.26
Osmosis uncoated	27cd	4.66b	31.66a			
CMC	31c	19.33c	30a			
CMC-cysteine(0.5)	40.66b	21.33c	31.33a			
CMC –ascorbic(0.5)	40b	13a	43.66a			
CMC-cysteine(0.5)-ascorbic(0.5)	51.35ab	17.33ac	41a			
Pectin	34.66bc	15.33a	33.66a			
Petin- cysteine(0.5)	42.33b	17.6c	30.33a			
Pectin-ascorbic(0.5)	40b	3.3	35.6a			
Pectin-cysteine(0.5)-ascorbic(0.5)	52a	5.33a	40a			

* The different letters show significant difference (P< 0.05) in Dunkan test.

www.SID.ir

Archive of SID



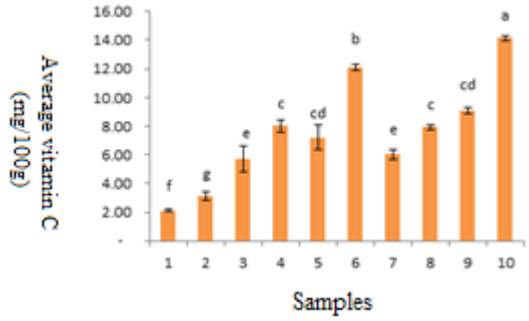
شکل ۱- میانگین میزان تغییر کلی رنگ کشمش: شاهد (۱)، بدون پوشش اسمز شده (۲)، کربوکسی متیل سلولز (۳)، کربوکسی متیل سلولز – سیستئین ۰/۵ درصد (۴)، کربوکسی متیل سلولز – آسکوربیک ۰/۵ درصد (۵)، کربوکسی متیل سلولز- سیستئین ۰/۵- آسکوربیک۰/۵ درصد (۶)، پکتین (۷)، پکتین – سیستئین ۰/۵ درصد (۸)، پکتین – آسکوربیک ۰/۵ درصد (۹)، پکتین- سیستئین ۰/۵ – آسکوربیک ۰/۵ درصد (۱۰).

Figure 1- Mean raisin total color change: control (1), no osmotic coating (2), carboxymethylcellulose (3), carboxymethylcellulose - cysteine 0.5% (4), carboxymethylcellulose - ascorbic 0.5% (5), Carboxymethylcellulose-cysteine 0.5-ascorbic 0.5% (6), pectin (7), pectin-cysteine 0.5% (8), pectin-ascorbic 0.5% (9), pectin-cysteine 0.5 - Ascorbic 0.5% (10).

* The different letters show significant difference (P< 0.05) in Duncan test.

میزان ویتامین ث

همانطور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، نمونهٔ شاهد (۱) کمترین میزان ویتامین ث را نشان می‌دهد و دارای اختلاف معنی‌داری با نمونهٔ بدون پوشش اسمز شده می‌باشد. نمونه های پوششدار و اسمز شده نیز اختلاف معنی داری با نمونهٔ شاهد و بدون پوشش اسمز شده نشان می دهند و میزان ویتامین ث بیشتری دارند. نمونه‌ها با پوشش پکتین نیز نسبت به کربوکسی متیل سلولز مقادیر بالاتری از ویتامین ث را نشان می-دهند. در بین نمونه‌های پوششدار نیز بالاترین میزان ویتامین ث مربوط به نمونهٔ پوشش داده شده با پکتین، اسید آسکوربیک وسیستئین (۱۰) و کمترین میزان مربوط به نمونهٔ کربوکسی متیل سلولز (۳) می‌باشد. از مهم ترین عوامل نابودی ویتامین ث اکسیژن می‌باشد. پوشش به دلیل جلوگیری از تماس ماده غذایی با اکسیژن از انجام واکنشهای اکسیداسیون ممانعت کرده و نوعی ایمنی غذایی ایجاد میکند. در فرآیند اسمز نیز به دلیل انجام واکنش در محیط دور از اکسیژن ویتامین ث بیشتری حفظ می‌شود.



شکل۲- میانگین میزان ویتامین ث: شاهد (۱)، بدون پوشش اسمز شده (۲)، پوشش کربوکسی متیل سلولز (۳)، کربوکسی متیل سلولز – سیستئین ۰/۵ درصد (۴)، کربوکسی متیل سلولز – آسکوربیک ۰/۵ درصد (۵)، کربوکسی متیل سلولز- سیستئین ۰/۵- آسکوربیک۰/۵ درصد (۶)، پکتین (۷)، پکتین – سیستئین ۰/۵ درصد (۸)، پکتین – آسکوربیک ۰/۵ درصد (۹)، پکتین- سیستئین ۰/۵ – آسکوربیک ۰/۵ درصد (۱۰).

Figure 2- Mean vitamin C: control (1), no osmotic coating (2), carboxymethylcellulose (3), carboxymethylcellulose - cysteine 0.5% (4), carboxymethylcellulose - ascorbic 0.5% (5), Carboxymethylcellulose-cysteine 0.5-ascorbic 0.5% (6), pectin (7), pectin-cysteine 0.5% (8), pectin-ascorbic 0.5% (9), pectin-cysteine 0.5% - Ascorbic 0.5% (10).

* The different letters show significant difference (P< 0.05) in Dunkan test.

با توجه به نتایج، هم فرایند پوشش دهی و هم فرایند اسمز و هم بکار بردن آنتی کسیدانها تاثیر مثبتی بر میزان ویتامین ث داشتند. در همه موارد میزان ویتامین ث نمونه‌های پوششدار و اسمز شده از نمونه شاهد که مستقیما با جریان هوای گرم خشک شده است بالاتر بوده است. آیرانچی و تونک ۲۰۰۳، میزان نفوذپذیری

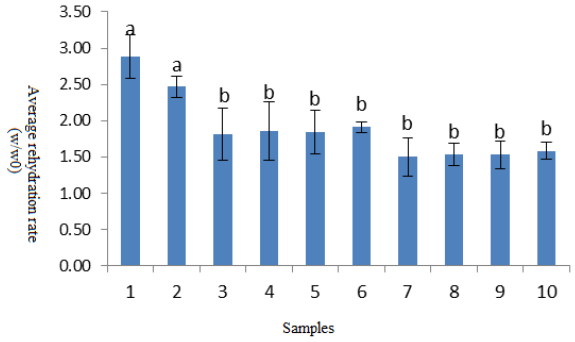
www.SID.ir

Archive of SID

اکسیژن را در قارچ و گل کلم پوشش داده شده با متیل سلولز حاوی آنتی اکسیدانهای (اسید آسکوربیک، اسید استئاریک و اسید سیتریک) را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که استفاده از پوشش حاوی آنتی اکسیدان باعث کاهش قهوه‌ای شدن و جلوگیری از افت ویتامین ث می‌گردد. خداپرست و همکاران ۱۳۸۷، تاثیر پوشش (پکتین ،کربوکسی متیل سلولز و نشاسته) در خشک کردن اسمزی سیب را مورد مطالعه قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که نمونه‌های پوشش داده شده میزان ویتامین ث بیشتری نسبت به نمونه بدون پوشش دارند.

نسبت جذب مجدد آب

نتایج بدست آمده از جذب مجدد آب نمونه‌ها نشان دادند که بیشترین میزان جذب مجدد آب، مربوط به نمونهٔ شاهد (۱) می‌باشد که تفاوت معنی داری با نمونهٔ بدون پوشش اسمز شده (۲) نشان نمی‌دهد (شکل ۳). نمونه‌های پوششدار و اسمز شده اختلاف معنی‌داری با نمونهٔ شاهد و بدون پوشش اسمز شده نشان می‌دهند و کمترین میزان جذب مجدد آب را نشان می‌دهند. نمونه های پوشش داده شده با کربوکسی متیل سلولز میزان جذب مجدد آب بیشتری نسبت به نمونه‌های پوشش داده شده با پکتین نشان می‌دهند اما این تفاوت معنی‌دار نمی‌باشد. نتایج نشان میدهند که فرآیند پوشش دهی و اسمز، هر دو باعث کاهش قابلیت میزان جذب مجدد آب می‌شوند. می‌توان گفت از آنجائیکه پکتین و کربوکسی متیل سلولز درآب تولید ژل می کنند، بنابراین هنگام خشک کردن نهایی، به صورت یک لایهٔ پیوسته سطح را می پوشاند و مانعی در برابر جذب آب ایجاد میکند. در فرآیند اسمز نیز چون جذب مواد قندی موجب اشباع سطح می‌شود و بافت قندی در مقایسه با بافت مواد غذایی آبگیری کمتری دارد در نتیجه میزان آبگیری مجدد توسط نمونه ها کاهش می یابد.سینگ و همکاران ۲۰۰۷، در تحقیقی که برای بهینه سازی محلول اسمزی در خشک کردن هویج انجام دادند به این نتیجه رسیدند که فرآیند اسمز، باعث کاهش میزان جذب مجدد آب نمونه ها می‌شود. توکلی پور و همکاران۱۳۸۷، نیز نشان دادند که بکار بردن پوششهای خوراکی (پکتین، کربوکسی متیل سلولز، نشاسته ذرت) در سیب اسمز شده سبب کاهش قابلیت جذب مجدد آب محصول نهایی نسبت به نمونه بدون پوشش میگردد.



شکل ۳- میانگین میزان جذب مجدد آب کشمش: شاهد (۱)، بدون پوشش اسمز شده (۲)، پوشش کربوکسی متیل سلولز (۳)، کربوکسی متیل سلولز – سیستئین ۰/۵ درصد (۴)، کربوکسی متیل سلولز – آسکوربیک ۰/۵ درصد (۵)، کربوکسی متیل سلولز- سیستئین ۰/۵- آسکوربیک۰/۵ درصد (۶)، پکتین (۷)، پکتین – سیستئین ۰/۵ درصد (۸)، پکتین – آسکوربیک ۰/۵ درصد (۹)، پکتین- سیستئین ۰/۵ – آسکوربیک ۰/۵ درصد (۱۰).

Figure3- Mean raisin rehydration rate: control (1), no osmotic coating (2), carboxymethylcellulose (3), carboxymethylcellulose-cysteine 0.5% (4), carboxymethylcellulose-ascorbic 0.5% (5), carboxymethylcellulose-cysteine-0.5% ascorbic 0.5% (6), pectin (7), pectin-cysteine 0.5% (8), pectin-ascorbic 0.5% (9), pectin- Cysteine 0.5 - Ascorbic 0.5% (10).

* The different letters show significant difference (P< 0.05) in Dunkan test.

نتیجه‌گیری

استفاده از پوششهای خوراکی بر پایه کربوکسی متیل سلولز و پکتین می‌تواند به افزایش ضریب کارایی آبگیری اسمزی کمک کند زیرا پوشش دهی موجب کاهش موثر میزان نفوذ مواد جامد محلول به بافت ماده غذایی می گردد، بدون آنکه اثر منفی بر میزان آبگیری داشته باشد. بکار بردن پوششهای خوراکی سبب

www.SID.ir

Archive of SID

کاهش قابلیت جذب مجدد آب محصول نهایی نسبت به نمونه بدون پوشش میگردد، به عبارتی بیشترین جذب مجدد آب مربوط به شاهد بود. استفاده از پیش تیمارهای آبگیری اسمزی و پوشش های خوراکی، سبب کاهش میزان تغییر رنگ در نمونه ها گشت که حاکی از اثر باز دارندگی آنها از تغییر رنگ بود، این مورد به جلوگیری از تماس اکسیژن با بافت و اثر بازدارندگی اسید اسکوربیک، اسید سیتریک و سیستئین از قهوه ای شدن آنزیمی نسبت داده شد. همچنین در همه موارد میزان ویتامین ث نمونه‌های پوششدار و اسمز شده از نمونه شاهد که مستقیما با جریان هوای گرم خشک شده است بالاتر بوده است.

منابع مورد استفاده

Abbasi S, Mousavi SM and Mohebbi M, 2011. Investigation of changes in physical properties and microstructure and mathematical modeling of shrinkage of onion during hot air drying. Iranian Food Science Technology Research Journal 7: 92-98.

Akbarian M, Ghanbarzadeh B, Ghasemkhani N, mehmandoust f and Gheisari E, 2013. Optimization of carboxy methyl cellulose-pectin and ascorbic acid based edible coating formulations for performance of osmotic dehydration of quince by RSM. International Journal Bioscience 3(9): 234-247.

Akbarian M, Ghanbarzadeh B, Dehghannya J and Souti M, 2013. Optimization of osmotic solution and investigation of osmotic dehydration effects on textural and colour properties of quince treated bypolysaccharide based active coatings. Iranian Food Science Technology Research Journal 9(2):165-174. (in farsi).

Amodio ML, Cabezas-Serrano AB, Peri G and Colelli G, 2011. Post-cutting quality changes of fresh-cut artichokes treated with different anti-browning agents as evaluated by image analysis. Postharvest Biology Technology 62, 213–220.

Ayranci E, and Tunc S, 2003. A method for the measurement of the Oxygen permeability and the development of edible films to reduce the rate of oxidative reactions in fresh foods. Food Chemistry 80: 423-431.

Azadmard-Damirchi S, 2010.Food chemistry and analysis. Amidi publications. Tabriz. (in Farsi).

Camirand, W, Krochta M.J, Pavlath EA, Wong D and Cole ME, 1992. Properties of some edible carbohydrate polymer coatings for potential use in osmotic dehydration. Carbohydrate Polymer 17, 39-49.

Dehghannya J, Emam-Djomeh Z, Sotudeh-Gharebagh R and Ngadi M, 2006. Osmotic dehydration of apple slices with carboxy methyl cellulose coating. Drying Technology 24, 45–50.

Garcia M, Diaz R, Martinez Y and Casariego A, 2010. Effects of chitosan coating on mass transfer during osmotic dehydration of papaya. Food Research International 43, 1656-1660.

Ghidelli Ch, Mateos M, Rojas-Argudo C and Pérez-Gago M, 2013. Antibrowning effect of antioxidants on extract, precipitate, and fresh-cut tissue of artichokes. Food Science Technology 51, 462-468.

Haddadkhodaparast M, Jalaee F and Forghani M, 2008. An investigation on usage of pectin, carboxymethyl cellulose and starch in osmotic dehydration of apple and determine some of the effective factors. 18 th national congress on food technology. oct 15-16. Mashhad. Iran. (in farsi)

Jalaee F, Fazeli A, Fatemian H and Tavakolipour H, 2010. Mass transfer coefficient and the characteristics of coated apples in osmotic dehydrating. Food Bioproduct process 89, 367-374.

Khin, MM, Zhou W, Yeo SY, 2007. Mass transfer in the osmotic dehydration of coated apple cubes by using maltodextrin as the coating material and their textural properties. Journal of Food Engineering 81, 514-522.

Ljubinko B, Levic G, Koprivca N, Nevena M, Misljenovic B, Filipcev V, Olivera D , Tatiana A, 2008. Effect of starch as an edible coating material on the process of osmotic dehydration of carrot in sucrose solution and sugar beet molasses. Journal Food Engineering 39, 29-36.

www.SID.ir

Archive of SID

Perez-Gago MB, Serra M and Del Rio MA, 2006. Color change of fresh-cut apples coated with whey protein concentrate-based edible coatings. Postharvest Biology Technology 39, 84–92.

Phisut N, 2012. Factors affecting mass transfer during osmotic dehydration of fruits. International Food Research Journal 19(1), 7-18.

Rankin JW, Andreae MC, Oliver Chen CY and O'Keefe SF, 2008. Effect of raisin consumption on oxidative stress and inflammation in obesity. Diabetes Obesity Metabolite 10, 1086–1096.

Seraji A, Ghanbarzadeh B, Souti M and movahed S, 2012. Effect of carboxymethyl cellulose - ascorbic acid based edible coating in osmotic dehydration cucurbit. Iranian Food Science Technology Research Journal 2, 209-218. (in farsi).

Singh S, Shivhare U S, Ahmed J and Raghavan GSV, 1999. Osmotic concentration kinetics and quality of carrot preserve. Food Research International 32, 509-514.

Singh C, Sharma HK and Sarkar BC, 2009. Kinetics of Mass Transfer During Convective Dehydration of Coated Osmosed Pine Appels Sampels. Journal of Food Process Engineering 34, 1-24.

Singh B, Panesar PS, Gupta AK and Kennedy J F, 2007. Optimisation of osmotic dehydration of carrot cubes in sucrose-salt solutions using response surface methodology. European Food Research Technology 225, 157-165.

Tavakoli pour H, Jalaee F, Fatemian H and Fathabadi A, 2008. Effect of edible coatings on the quality of physicochemical properties of osmotic dehydration apples. 18th national congress on food technology.oct 15-16. Mashhad. Iran.1-7. (in farsi)

Yoo J Y, Shin D H and Min BY, 2000. Composition of grape seed oil. J. Food Sci. Technol. 16(3), 257-260.

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Food Researches/vol.31 No.4 2021/pp 51-63
https://foodresearch.tabrizu.ac.ir
DOI: 10.22034/FR.2021.24833.1526

Effect of antioxidant active coatings on osmotic dehydration efficiency and quality parameters of raisins, dehydrated *Shahroodi* grapes

S Kheyabani[1], M Hosseini[2*] and B Ghanbarzadeh[3]

Received: December 23, 2018 Accepted: December 10, 2020
[1]Graduate MSc Student, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Tabriz University, Tabriz, Iran.
[2]Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran
[3]Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Tabriz University, Tabriz, Iran
[*]Corresponding author: E mail: m.hosseini@ilam.ac.ir

Introduction: Grape (*Vitis vinifera*), a member of Vitaceae family, has many varieties of which have nutritional importance. Chemical composition of grape is dependent on the type of cultivar, planting conditions and degree of ripeness. Per FAO report, grape (100 grams of fresh fruit) contains 81.6 grams moisture, 16.7 grams sugar, 0.4 grams fat, 80 international vitamins units, 0.05 mg B_1, 0.03 mg B_2, 2 mg sodium and 0.6 mg iron (Yu et al. 2000). Among many food processing methods, dehydration is one of the oldest and commonly practiced preservation techniques. Dehydration would reduce weight and volume thus requiring less packaging and storage. Raisins, dehydrated grapes, are good source of fibers, polyphenols, vitamin D, iron and calcium (Rankin et al 2008). Recently, osmotic dehydration has replaced the conventional process due to its high speed, low energy cost and reduction of damage to product tissue, good taste, and color (singh et al 1999). However, the process has few drawbacks (e.g., penetration of large amounts of osmotic dissolving material into the food leading to resistance of food for water disposal in subsequent drying processes and changes the sensory and nutritional properties of the product) limiting its practice. Application of edible coatings prior to osmotic dehydration has been suggested to prevent the adverse effects of the process on foodstuff (Fissot 2012). (Khen 2007). Pectin and cellulose derivatives (structural polysaccharides in fruits and vegetables) can be used as edible coatings for preservation of fruits and vegetables. In order to increase the efficiency of edible coatings, antimicrobial, antioxidant and other active substances can be added to the formulations (active coatings). Perez-Gago et al. studied the effect of type and concentration of antioxidants alone and in combination with edible coatings (including whey protein and natural wax) on freshly peeled apples. Later, Garcia et al. investigated the effect of chitosan coating on osmotic dehydration of sliced papaya. They investigated the rate of dehydration and mass transfer in sucrose osmotic solution (40 ° Bx) in fruit to solution ratio (1 to 60), osmotic dehydration (WL), solids adsorb (SG) and weight loss, and. Correspondingly, chitosan coating improved osmotic and WL process efficiency while reducing SG. In a similar study, Singh et al. investigated the effect of sodium alginate coating (0.5-5%) and temperature on osmotic dehydration (by sucrose solution), quality parameters of dried pineapple and mass transfer kinetics. The results showed that the dehydration time for uncoated samples was less than the coated samples at all three temperatures (55 °C, 65 °C, 75 °C). Moreover, coating resulted in reduced activation energy, high re-dehydration while preserving the color of product compared with the uncoated samples. Antioxidants can increase quality and shelflife of food product when are used in edible coating and films. Ascorbic acid, as an

www.SID.ir

Archive of SID

antioxidant, can be added to the coating material to prevent browning reactions while compensating for vitamin C lost during the process. Studies have demonstrated that the active edible coating containing antioxidants, such as vitamin C and cysteine, are more effective in prevention of enzymatic browning in peeled fruits than antioxidants alone. Moreover, numerous studies have shown that the application of edible coating in osmotic dehydration process of different fruits can decrease solid gain (SG) while improving the efficiency of process. The application of coating on food prior to osmotic dehydration process is one of the common techniques used to decrease the solid gain. The aim of this study was to investigate the effect of different coatings on the efficiency of osmotic dehydration and sensory-nutritional quality of raisins. In this context, two types of coatings (pectin and carboxymethyl cellulose based) in combination with two types of antioxidants and reducing ingredients (ascorbic acid and cysteine) were used for pre-treating the *Shahroodi* grapes prior to osmotic process.

Material and methods: For osmotic dehydration, a combination of fixed osmotic solution similar to the natural composition of fruits (containing fructose, calcium, and citric acid) was used (with sample to solution ratio of 1 to 10). Optimum samples (coating contained cysteine 0.5% and ascorbic acid 0.5%) were selected based on maximum osmotic efficiency coefficient and osmotic dehydration and minimum amount of solid gain. Osmotic dehydrated samples were placed in hot air oven for supplemental drying. The effect of coating and osmosis pre-treatments on quality characteristics of raisins (vitamin C, color, and rehydration rate) was investigated.

Results and discussion: The lowest osmotic dehydration percentage (12.6%) was observed in the uncoated sample and the highest osmotic dehydration percentage (27.66%) was related to the pectin-based coated sample (containing ascorbic 0.5% and cysteine 0.5% (w/w)). The lowest osmotic re-hydration percentage (20.23%) was observed in the CMC-based coated sample. The lowest osmotic coefficient of efficiency (6.20%) was related to the uncoated sample. Among the coated samples, the highest osmotic dehydration efficiency coefficient of 21.95% was related to the sample pectin-based coated (containing ascorbic acid 0.5% and cysteine 0.5% (W/W)). The lowest osmotic dehydration efficiency coefficient of
15.58% was observed in the CMC-based coated sample. The coated sample showed lower color change (ΔE) than the uncoated samples. Among the coated samples, the highest amount of vitamin C was related to pectin-based coated sample (containing ascorbic acid 0.5% and cysteine 0.5% (W/W)) and the lowest was related to the CMC-based coated sample.

Conclusion: The use of edible CMC- and pectin-based coatings can effectively increase osmotic dehydration efficiency coefficient. The coated osmotic dehydrated samples showed higher vitamin C and lower rehydration ratio in comparison with the control and uncoated samples. Coating and osmosis reduced the overall color change of the final raisins.

Keywords: Active coating, Osmotic dehydration, Colorimetry, Vitamin C, Rehydration ratio

www.SID.ir