مقاله علمی پژوهشی/ نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۳۱ شماره ۲/ سال ۱۴۰۰/ صفحات ۵۱ تا ۶۵

DOI: 10.22034/FR.2021.37834.1711

اثر آبگیری اسمزی قبل از خشک کردن بر خصوصیات فیزیکی شیمیایی و حسی ورقه‌های پیاز خشک

اعظم ایوبی[1*] و محمد بلوردی[1]

تاریخ دریافت: ۹۸/۱۰/۲٤ تاریخ پذیرش: ۹۹/۳/۱۷

[1] استادیار بخش علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

[*] مسئول مکاتبه: Email: mayoubi92@uk.ac.ir

چکیده:

زمینه مطالعاتی: آبگیری اسمزی یکی از پیش‌تیمارهای پیشنهاد شده به منظور بهبود کیفیت محصولات خشک شده نظیر سبزیجات می‌با شد. **هدف**: هدف از این مطالعه برر سی تأثیر نوع محلول ا سمزی بر میزان آبگیری و خ صو صیات کیفی ورقه‌های پیاز خشک شده با روش ترکیبی اسمز- هوای گرم بوده است. **روش کار**: پیاز پس از پوست‌گیری، شسته شده و به صورت ورقه‌های نازک برش داده شد. آبگیری اسمزی ورقه‌های پیاز در پنج محلول اسمزی با ترکیب مختلف (نمک (T2)، نمک و شکر (T3)، ا سید سیتریک (T4)، نمک و ا سید سیتریک (T5)، نمک و شکر و ا سید سیتریک (T6)) به مدت یک ساعت انجام شد. بعد از خروج از محلول اسمزی ورقه‌های پیاز توزین و در آون آزمایشگاهی در دمای ٦٥°C تا رسیدن به رطوبت ٦ درصد خشک شدند. میزان کاهش آب، جذب مواد جامد محلول و کاهش وزن بعد از پیش تیمار اسمز و خصو صیات کیفی پیاز خشک شده شامل میزان ویتامین ث، میزان فنل کل، pH، رنگ، بازجذب آب و صفات حسی مورد ارزیابی قرار گرفتند. **نتایج**: مشخص شد که ترکیب محلول اسمزی بر میزان آبگیری و کیفیت پیاز خشک موثر بود. بیشترین کاهش وزن، کاهش آب و جذب مواد جامد محلول مربوط به پیاز تیمار شده با محلول اسمزی ترکیبی نمک، ساکارز و اسید سیتریک بود. کمترین تغییرات نامطلوب رنگ در نمونه پیش تیمار شده با محلول نمک مشاهده شد. تیمار با محلول اسمزی ترکیبی نمک، ساکارز و اسید سیتریک بیشترین تاثیر را در حفظ ویتامین ث و ترکیبات فنولی پیاز داشت. استفاده از پیش تیمار اسمزی میزان بازجذب آب محصول را کاهش داد. نمونه های پیاز خشک شده با پیش تیمار اسمز، از نظر رنگ، امتیاز کمتر ولی طعم و قابلیت پذیرش بیشتری نسبت به نمونه شاهد داشتند. **نتیجه‌گیری نهایی**: برای پیش‌تیمار ورقه‌های پیاز قبل از خ شک کردن، ا ستفاده از محلول ا سمزی ترکیبی (نمک، ساکارز و ا سید سیتریک) نتایج بهینه را از نظر ویژگی‌های حسی و فیزیکی شیمیایی ایجاد کرد.

واژگان کلیدی: آبگیری اسمزی، پیاز، خشک کردن، فیزیکی شیمیایی، ویژگی‌های حسی

مقدمه

خشک کردن یکی از قدیمی‌ترین روش‌های نگهداری مواد غذایی و محصولات کشاورزی است که از طریق حذف مقدار مشخصی آب از محصول سبب افزایش مدت ماندگاری آن می‌شود. ذخیره سازی طولانی مدت، به حداقل رساندن نیازهای انبارداری و بسته بندی، کاهش هزینه های حمل و نقل و تولید محصولات متنوع از مهم‌ترین دلایل خشک کردن مواد غذایی می باشد (فراحیان و آزادمرد دمیرچی ۱۳۹۷). خشک کردن اسمزی فرایندی است که معمولاً برای حذف بخشی از رطوبت میوه‌ها و سبزیجات از طریق غوطه‌وری آنها در محلولی با غلظت بالا استفاده می‌شود (ساتار و کوپتا ۲۰۰۷). در صنایع فرآوری مواد غذایی، آبگیری اسمزی یکی از فرآیندهای مهم برای حذف رطوبت از میوه‌ها و سبزیجات است، زیرا روش آبگیری اسمزی باعث بهبود طعم، رنگ، بافت و زمان ماندگاری فرآورده نهایی می‌شود (ساتار و ساتار ۲۰۱۳). آبگیری اسمزی نسبت به فرآیندهای خشک کردن با هوای گرم تحت فشار اتسفری یا خلاء به انرژی کمتری نیاز دارد زیرا می توان آن را در دمای پایین انجام داد. حفظ مواد مغذی در حین نگهداری و عدم نیاز به تیمار شیمیایی از دیگر مزایای فرایند آبگیری اسمزی است (یتنایت و همکاران ۲۰۱۰). آبگیری اسمزی پرکاربردترین پیش تیمار گزارش شده قبل از خشک کردن با جریان هوای داغ می‌باشد (مونادا و همکاران ۲۰۱۰). آبگیری اسمزی آب را از محصول تا حد معینی حذف می‌کند، لذا مقدار رطوبت باقیمانده در محصول پس از آبگیری اسمزی هنوز هم برای نگهداری ماده غذایی بسیار بالا است، بنابراین برای حذف مقدار بیشتری از رطوبت محصول لازم است که آبگیری اسمزی با فرایند تکمیلی دیگری دنبال شود. خشک کن‌های هوای داغ می‌توانند به منظور حذف آب باقیمانده در محصول آبگیری شده به روش اسمزی مورد استفاده قرار گیرند (شاهاد ۲۰۱۵). پارامترهای فرآیند مانند غلظت محلول، دما، زمان غوطه‌وری، نوع ماده اسمزی، نسبت نمونه غذایی به محلول، شکل و اندازه ماده غذایی و سرعت و روش حرکت محلول اسمزی بر میزان دفع آب و افزایش مواد جامد محلول در طی آبگیری اسمزی تأثیر می‌گذارند. شکر، نمک و ترکیب شکر و نمک، ترکیبات متداول مورد استفاده در آبگیری اسمزی به شمار می‌روند (ساهو و همکاران ۲۰۱۷). استفاده از نمک برای تهیه محلول اسمزی نسبت به سایر مواد شیمیایی از مزایای ویژه‌ای برخوردار است. فاکتورهای بازسازی نظیر بازجذب آب، برای محصولات تیمار شده با نمک تصفیه شده بیشتر از محصولات تیمار شده با شکر است. علاوه بر این، معمولاً نمک ماده‌ای است که در زمان آماده سازی و طبخ به سبزیجات اضافه می‌شود. از طرفی نمک با سبزی واکنش نمی دهد و سبب تشکیل محصولات ناشی از واکنش‌های ناخواسته نمی‌شود (شاهاد ۲۰۱۵). مشخص شده است که میزان خروج آب از بافت ماده غذایی در محلول‌های اسمزی حاوی عوامل مختلف اسمزی نظیر کلرید سدیم و ساکارز یا گلوکز (محلول سه گانه) در مقایسه با محلول های دوگانه (فقط آب و نمک یا آب و ساکارز) بیشتر است (بهنام و همکاران ۱۳۹۲).

پیاز یکی از سبزیجات مهم و ادویه‌ای معروف است که در سرا سر جهان پرورش یافته و به شکل‌های مختلف مصرف می‌شود. از پیاز به دلیل کیفیت بالای تغذیه‌ای و خواص درمانی، به عنوان یک ماده اشتهاآور، سلامتی‌بخش و هضم‌کننده غذا استفاده می‌شود (ساهو و همکاران ۲۰۱۷؛ شاهاد و همکاران ۲۰۱۵). مطالعات اخیر نشان داده است که مصرف پیاز در رژیم غذایی می‌تواند در پیشگیری از بیماری‌های قلبی نیز موثر باشد (آلام و همکاران ۲۰۱۳). پیاز محصولی است که در طی تمام فصول سال مصرف می شود اما تولید آن فصلی است و عملکرد تولید آن بستگی به شرایط آب و هوایی دارد و همین مسئله باعث کمبود پیاز در فصولی از سال در بازار می‌شود. به دلیل از بین رفتن رطوبت و فساد، پیازهای برداشت شده باید در اسرع وقت به بازار

عرضه، فرآوری و یا نگهداری شوند. نگهداری پیاز در انبار با توجه به بالا بودن سطح رطوبت، طبیعت فسادپذیر و پوست نازک آن بسیار دشوار است. از این رو تبدیل پیاز به شکل دیگری مانند پیاز خشک شده یا به کارگیری روش دیگری برای حفظ و فرآوری آن در افزایش زمان ماندگاری و کیفیت آن از اهمیت به سزایی برخوردار است (ساهو و همکاران ۲۰۱۷؛ شاهاد و همکاران ۲۰۱۵). پیاز خشک، اخیراً، به یک ماده افزودنی استاندارد در طیف وسیعی از مواد غذایی تبدیل شده است و به عنوان یک چاشنی در انواع محصولات غذایی صنعتی به خصوص در غذاهای فوری که مدت زمان آماده‌سازی بسیار کمی دارند مورد استفاده قرار می‌گیرد (لاتاپی و همکاران ۲۰۰۶). خشک کردن پیاز با روش خشک کردن معمول، باعث تغییرات نامطلوب بافت، رنگ، طعم و افت مواد مغذی در محصول می‌شود. برای بهبود کیفیت محصول خشک شده، پیش تیمارهایی نظیر آبگیری اسمزی پیشنهاد می‌شود. از این رو، ترکیب خشک کردن اسمزی و خشک کردن با جریان هوای گرم می‌تواند راه حل مناسبی برای افزایش زمان ماندگاری و بهبود کیفیت پیاز خشک شده باشد بدون اینکه بر رنگ، بافت، طعم و ارزش غذایی آن تأثیر نامطلوب قابل توجهی بگذارد. به نظر می‌رسد پیش تیمار اسمزی و به دنبال آن خشک کردن با جریان هوا، روش مقرون به صرفه‌ای برای حفظ کیفیت پیاز خشک شده باشد (ساهو و همکاران ۲۰۱۷). نتایج بررسی ساهو و همکاران (۲۰۱۷) نشان داد که شرایط فرایند اسمزی نظیر نوع محلول اسمزی، غلظت محلول، زمان غوطه‌وری و دمای فرایند بر کیفیت پیاز خوراکی خشک شده تاثیر می‌گذارد. نتایج مطالعه شاهاد و همکاران (۲۰۱۵) نشان‌دهنده افزایش سرعت خشک شدن پیاز با استفاده از پیش تیمار اسمزی با محلول نمک و نیز بهبود خواص حسی محصول نهایی در مقایسه با شاهد بود (شاهاد و همکاران ۲۰۱۵). تاثیر پارامترهای فرایند آبگیری اسمزی بر سینتیک و رفتار آبگیری پیاز و بهینه سازی شرایط فرایند در مطالعات برخی محققین دیگر نیز مورد بررسی قرار گرفته است (آلام و همکاران ۲۰۱۳؛ رواسکار و همکاران ۲۰۱٤؛ حسین و همکاران ۲۰۱۸؛ پاتیل و همکاران ۲۰۱۲)، اما درباره ویژگی‌های پیاز خشک شده با پیش تیمار اسمزی مطالعات چندانی صورت نگرفته است. لذا هدف از پژوهش حاضر بررسی تاثیر ترکیب محلول اسمزی بر ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی و حسی پیاز خشک شده با روش ترکیبی اسمز و هوای داغ بوده است.

مواد و روش‌ها

پیاز زرد تازه از بازار محلی کرمان خریداری شد. پیازها پس از پوست‌گیری، شسته شده و پس از گرفتن آب سطحی آنها با کاغذ صافی، در امتداد محور طولی به صورت ورقه‌های نازک به ضخامت ۰/۱±۳/۰ میلی‌متر برش داده شدند. محلول‌های اسمزی از طریق حل کردن ترکیبات مورد نظر در آب مقطر تهیه شدند. مشخصات محلول‌های اسمزی مورد استفاده در این پژوهش در جدول ۱ نشان داده شده است. لازم به ذکر است که محلول اسید سیتریک (تیمار T4) به منظور ارزیابی اثرات اسید سیتریک مورد استفاده قرار گرفته است. نسبت محلول اسمزی به پیاز ۲/۵ به ۱ در نظر گرفته شد. حلقه‌های پیاز در محلول‌های اسمزی مورد نظر برای مدت یک ساعت در دمای اتاق در شرایط ثابت غوطه‌ور شدند و بعد از خروج از محلول اسمزی و توزین، در آون آزمایشگاهی در دمای ٦٥ °C تا رسیدن به رطوبت ٦ درصد خشک شدند (شاهاد ۲۰۱۵).

جدول ۱– مشخصات محلول‌های اسمزی مورد استفاده در این پژوهش

Table 1- characteristics of the osmotic solutions used in this study

Treatment	Sodium chloride (%)	Sucrose (%)	Citric acid (%)
T1	0	0	0
T2	10	0	0
T3	10	10	0
T4	0	0	1
T5	10	0	1
T6	10	10	1

مقدار رطوبت حلقه‌های پیاز تازه و آبگیری شده به روش اسمز از طریق خشک کردن در آون در دمای °C ۱۰۵ اندازه‌گیری شد و میزان کاهش آب، جذب مواد جامد محلول و کاهش وزن نمونه‌ها از طریق معادلات زیر محاسبه شد (اصل نژادی و همکاران ۱۳۹٤):

معادله (۱): $WL = \frac{(W_0-W_t)+(S_t-S_0)}{W_0} \times 100$

معادله (۲): $SG = \frac{S_t-S_0}{W_0} \times 100$

معادله (۳): $WR = WL - SG$

در اینجا WL درصد کاهش آب، W_0 جرم اولیه نمونه، W_t جرم نمونه بعد از آبگیری اسمزی، SG درصد جذب ماده جامد، S_0 جرم خشک نمونه قبل از آبگیری اسمزی، S_t جرم خشک نمونه بعد از آبگیری اسمزی و WR درصد کاهش وزن است.

اندازه‌گیری میزان ویتامین ث

مقدار ویتامین ث به عنوان شاخصی از کیفیت تغذیه‌ای جهت بررسی اثر پیش تیمار اسمزی بر ارزش تغذیه‌ای پیاز خشک شده مورد ارزیابی قرار گرفت. برای اندازه‌گیری مقدار ویتامین ث در پیاز خشک شده از روش ارائه شده توسط کلین و پری (۱۹۸۲) پس از انجام برخی اصلاحات استفاده شد. بدین منظور ابتدا ۰/۵۰ گرم نمونه همگن شده با محلول ۱ درصد متافسفریک اسید به حجم ۱۰ میلی‌لیتر رسید. سپس محلول حاصل با استفاده از شیکر (KS 260 basic, IKA, Germany) در ۲۰۰ rpm به مدت ۳۰ دقیقه به خوبی هم‌زده شد و پس از آن به مدت ۱۰ دقیقه در ۵۰۰۰ g سانتریفیوژ (Sigma, 3-30K, Germany) گردید. در انتها به ۱۳۳ میکرولیتر از محلول صاف شده، ۱/۲ میلی‌لیتر معرف ٦، ۲ دی‌کلروفنول‌ایندوفنول ۵۰ میکرومولار اضافه گردید و جذب توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (UNICO, 2802, China) در طول موج ۵۱۵ نانومتر اندازه‌گیری شد. از اسید اسکوربیک محلول در متافسفریک اسید ۱ درصد به عنوان استاندارد استفاده گردید (کلین و پری ۱۹۸۲).

اندازه‌گیری فنول کل

برای اندازه‌گیری محتوای فنول کل موجود در نمونه‌ها از روش ارائه شده توسط تاگا و همکاران (۱۹۸٤) با اندکی تغییر استفاده شد. بدین منظور ابتدا ۰/۵۰ گرم نمونه همگن شده با محلول متانول/ آب به نسبت ۸۰:۲۰ به حجم ۱۰ میلی‌لیتر رسید. سپس محلول حاصل با استفاده از شیکر (KS 260 basic, IKA, Germany) در ۲۰۰ rpm به مدت ٦۰ دقیقه به خوبی هم‌زده شد و پس از آن به مدت ۱۰ دقیقه در ۵۰۰۰ g سانتریفیوژ (Sigma, 3-30K, Germany) گردید. در انتها به ۱۰۰ میکرولیتر از محلول صاف شده ۷۵۰ میکرولیتر معرف فولین سیوکالتیو رقیق شده به نسبت ۱ به ۱۰ و ۷۵۰ میکرولیتر کربنات سدیم ٦ در صد افزوده شد و پس از گذشت ۳۰ دقیقه دور از تابش مستقیم نور، جذب توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (UNICO, 2802, China) در طول موج ۷۵۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. از اسید گالیک نیز به عنوان استاندارد استفاده گردید (تاگا و همکاران ۱۹۸٤).

اندازه‌گیری pH

در نمونه‌های پیاز خشک شده pH با استفاده از pHمتر دیجیتال (3020, Jenway, UK) در دمای °C ۲۳±۱ اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری رنگ

رنگ نمونه‌های پیاز خشک شده توسط دستگاه رنگ سنج (TES-135A, Taiwan) اندازه‌گیری شد. میزان رنگ با استفاده از پارامترهای رنگی روشنی یا سفیدی (L^*)، قرمزی- سبزی (a^*) و زردی-آبی (b^*) بیان گردید و شاخص قهوه‌ای شدن (BI) نیز با استفاده از معادله ٤ محاسبه شد:

معادله (٤): $BI = \frac{100(x-0.31)}{0.17}$

معادله (٥): $x = \frac{(a+1.75\times L)}{5.645\times L+a-3.012b}$

بازجذب آب

برای اندازه‌گیری میزان باز جذب آب نمونه های پیاز خشک شده، ابتدا مقدار مشخصی از هر نمونه (حدوداً ۱۰ گرم) با دقت توزین شد و سپس در ۱۰۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر در دمای ۲۲±۱ °C غوطه‌ور گردید. پس از گذشت ۵ ساعت، هر نمونه بعد از آبکش کردن و گرفتن آب سطحی با کاغذ صافی توزین شد و میزان بازجذب آب از معادله زیر محاسبه شد:

معادله (٦): $RR = \frac{W_r}{W_d}$

در اینجا RR نسبت بازجذب آب، W_r وزن نمونه مرطوب بعد از بازجذب آب و W_d وزن نمونه خشک قبل از جذب مجدد آب می‌باشد (پاتیل و همکاران ۲۰۱۲).

ارزیابی حسی

ویژگی‌های حسی پیاز خشک شده توسط ۲۰ نفر ارزیاب آموزش دیده مورد مطالعه قرار گرفت. از ارزیاب ها خواسته شد تا نمونه‌ها را از نظر بو، رنگ، طعم و مزه، بافت و پذیرش کلی ارزیابی کنند. ارزیابی ویژگی های حسی بر اساس مقیاس هدونیک پنج نقطه‌ای انجام پذیرفت و امتیازات بین ۱ (خیلی بد) و ۵ (خیلی خوب) در نظر گرفته شد.

تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از روش آنالیز واریانس در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار و به کمک نرم افزار MSTAT-C انجام شد. جهت مقایسه میانگین تیمارها از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد استفاده شد و برای رسم نمودارها نرم‌افزار Microsoft Excell 2010 مورد استفاده قرار گرفت.

نتایج و بحث

کاهش آب

کاهش آب، مقدار آب از دست رفته ماده غذایی در طی فرایند اسمزی است. کاهش وزن خالص ماده غذایی نسبت به وزن اولیه به عنوان کاهش آب تعریف شده است (شاهاد و همکاران ۲۰۱۵). میزان سرعت آبگیری اسمزی به فشار اسمزی وابسته است و فشار اسمزی تحت تاثیر تعداد ذرات ماده حل شده در محلول قرار می‌گیرد (فتحی آ چاچلویی و حصاری ۱۳۹۵). نتایج مربوط به کاهش آب نمونه های پیاز در طی آبگیری اسمزی در جدول ۲ نشان داده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود افزودن ساکارز به محلول اسمزی نمکی میزان خروج آب از محصول به محلول اسمزی را افزایش داده است و لذا بیشترین مقادیر کاهش آب مربوط به تیمارهای T3 و T6 بوده است. تحقیقات سایر محققین نیز موید افزایش میزان خروج آب از بافت ماده غذایی در محلول‌های اسمزی سه گانه (مانند آب، کلرید سدیم و ساکارز یا آب، کلرید سدیم و گلوکز) در مقایسه با محلول های دوگانه (نظیر آب و کلرید سدیم یا آب و ساکارز) بوده است (بهنام و همکاران ۱۳۹۲). لازم به ذکر است با توجه به عدم حضور نمک و شکر در محلول به کار رفته برای تیمارهای T1 و T4 منفی بودن مقادیر کاهش آب در این تیمارها به دلیل بروز پدیده تورژسانس به علت اختلاف غلظت مواد محلول در دو طرف غشای سلولی بوده است.

جدول ۲- اثر پیش تیمار اسمزی بر کاهش وزن، کاهش آب و جذب مواد جامد محلول

Table 2- The effect of osmotic pretreatments on weight reduction, water loss and solid gain

Treatment	Weight reduction (%)	Water loss (%)	Solid gain (%)
T1	-11.65±0.43[d]	-11.65±0.43[d]	0
T2	1.84±0.26[c]	6.03±0.57[c]	4.19±0.31[c]
T3	3.06±0.14[b]	9.74±0.36[b]	6.68±0.22[b]
T4	-11.96±0.24[d]	-11.71±0.21[d]	0.25±0.03[d]
T5	1.48±0.28[c]	5.66±0.14[c]	4.18±0.32[c]
T6	3.54±0.32[a]	10.77±0.53[a]	7.23±0.21[a]

Each value in the table represents the mean ±standard deviation of triplicate analysis.
Means in the same column followed by the same letters are not significantly different.

جذب مواد جامد محلول

در طی آبگیری اسمزی مواد جامد از محلول اسمزی وارد ماده غذایی می‌شوند. به علاوه از دست دادن آب نمونه در طی آبگیری اسمزی نیز سبب افزایش مقدار مواد جامد محلول محصول می‌شود. میزان جذب مواد جامد محلول ، جذب خالص مواد جامد محلول توسط نمونه بر اساس وزن اولیه را نشان می‌دهد (شاهاد و همکاران ۲۰۱۵). نتایج اثر پیش تیمار اسمزی بر جذب مواد جامد محلول در جدول ۲ نشان داده شده است. با توجه به نتایج به دست آمده مشخص شد که میزان جذب مواد جامد محلول پیاز هنگام استفاده از محلول‌های ترکیبی نمک و ساکارز برای آبگیری اسمزی نسبت به محلول‌های نمکی بیشتر بوده است و لذا تیمار های T3 و T6 بالاترین مقدار جذب مواد جامد محلول را نشان دادند. افزایش مقدار جذب مواد جامد محلول با افزایش غلظت محلول اسمزی به دلیل افزایش اختلاف غلظت محلول اسمزی و نمونه غذایی توسط پاتیل و همکاران (۲۰۱۲) نیز گزارش شده است. فشار اسمزی محلول بر سرعت آبگیری اسمزی موثر است. از طرفی فشار اسمزی محلول تابع تعداد مولکول‌ها و یون‌های ماده حل شده در واحد حجم محلول می‌باشد (فتحی آچاچلویی و حصاری ۱۳۹۵). به علاوه مشخص شده است که حضور ساکارز در ترکیب محلول اسمزی سبب تشدید خروج رطوبت از ماده غذایی می شود (جایارمان و همکاران ۱۹۹۰). لذا به نظر می‌رسد که با افزودن شکر به محلول نمکی، مقدار خروج آب از ورقه‌های پیاز تشدید شده و غلظت مواد جامد محلول آنها افزایش یافته است. اثر هم‌افزایی محلول‌های ترکیبی نمک و قند بر آب‌زدایی اسمزی توسط برخی دیگر از محققین نیز گزارش شده است (شیت و همکاران ۲۰۱۸). به طور کلی استفاده از چند ماده حل شونده در یک محلول به دلیل اثرات ترکیبی مواد حل شونده موثرتر از زمانی است که یک ماده حل شونده به تنهایی استفاده می‌گردد (یاداو و سینگ ۲۰۱٤). حضور یون‌های نمک به عنوان الکترولیت در محلول ساکارز باعث پراکندگی بیشتر مولکول‌های ساکارز در محلول شده و فشار اسمزی کل را افزایش می‌دهد و با افزایش فشار اسمزی کل میزان خروج آب از سلول‌ها افزایش می یابد (همدن و همکاران ۲۰۱۵). از طرفی حضور نمک در محلول‌های قندی باعث ضعیف شدن پیوندهای هیدروژنی بین آب و مولکول‌های قند شده و ضریب نفوذ آب از سلول‌های گیاهی به محلول اسمزی را افزایش می‌دهد (ردریگز و فرناندس ۲۰۰۷؛ همدن و همکاران ۲۰۱۵).

کاهش وزن

تبادل کلی اجزای جامد و مایع در نمونه بر وزن نهایی نمونه تأثیر می‌گذارد. کاهش وزن (WR) به عنوان کاهش وزن خالص بر اساس وزن اولیه ماده غذایی تعریف می‌شود (شاهاد و همکاران ۲۰۱۵).

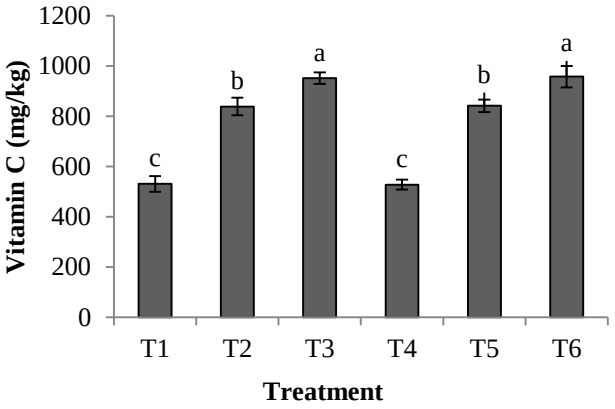
همان‌طور که در جدول ۲ ملاحظه می شود میزان کاهش وزن نمونه های پیش تیمار شده بین ۱/٤۸ تا ۳/٥٤ در صد بوده است. کمترین مقدار کاهش وزن مربوط به تیمار T5 و بیشترین کاهش وزن مربوط به تیمارT6 بود.

همانطور که ملاحظه می شود حضور ساکارز همراه با نمک در محلول اسمزی میزان کاهش وزن را افزایش داده است. مقایسه تیمار T2 و T5 نشان می‌دهد، افزودن اسید به محلول آب و کلرید سدیم اثر معنی‌داری بر کاهش وزن نمونه آب‌زدایی شده ندارد، اما مقایسه تیمار T3 و T6 نشان می‌دهد با افزودن اسید به محلول آب، کلرید سدیم و ساکارز میزان کاهش وزن به طور معنی‌داری افزایش یافته است. افزودن اسید به محلول‌های قندی با افزایش قدرت یونی محلول، فشار اسمزی آن را افزایش داده و سبب خروج میزان بیشتری آب از سلول‌های گیاهی موجود در محلول می‌گردد و در نتیجه کاهش وزن نمونه را بیشتر می‌کند (مرل-دسروسیرز و همکاران ۱۹۹۱). با توجه به عدم استفاده از نمک و شکر در تیمارهای T1 و T4 و بروز پدیده تورژسانس، منفی بودن مقادیر کاهش وزن برای این تیمارها دور از انتظار نمی‌باشد.

ویتامین ث

ویتامین ث یک ماده مغذی ضروری است که در بسیاری از میوه‌ها و سبزی‌ها موجود بوده و یک آنتی‌اکسیدان بیولوژیکی محسوب می‌شود. بسیاری از گونه های جانوری قادر به تولید این ویتامین هستند اما انسان‌ها به دلیل نداشتن آنزیم ال- گلولاکتون اکسیداز قادر به سنتز این ویتامین نیستند و لذا باید از طریق مواد غذایی این ویتامین را دریافت کنند. ویتامین ث حساس‌ترین ویتامین بوده و میزان تخریب آن به عواملی مانند pH، دما، نور، وجود آنزیم‌ها، اکسیژن و کاتالیزورهای فلزی وابسته است. در محلول‌های آبی یا در مواد غذایی، ثبات این ویتامین تحت تاثیر شرایط ذخیره‌سازی و ترکیب ماتریس قرار می‌گیرد (سانتوس و سیلوا ۲۰۰۸؛ هنگ و همکاران ۱۹۹۰).

همان‌طور که در شکل ۱ نشان داده شده است استفاده از پیش‌تیمار اسمزی بر مقدار ویتامین ث در پیاز تاثیر گذاشته است.



شکل ۱- اثر پیش تیمار اسمزی بر محتوی ویتامین ث ورقه‌های پیاز خشک شده

Figure 1- The effect of osmotic pretreatments on vitamin C content of dried onion slices

Different superscripts represent significant difference at $P < 0.05$.

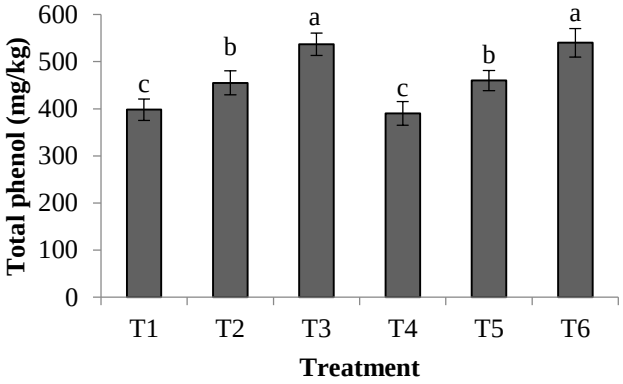
البته مقایسه نتایج ویتامین ث نمونه‌های پیاز خشک شده نشان داد که استفاده از پیش تیمار اسمزی به کمک محلول ترکیبی نمک و ساکارز در حفظ ویتامین ث پیاز خشک شده موثرتر بوده است. بر اساس نتایج به دست آمده بیشترین مقدار ویتامین ث مربوط به تیمار T6 بود. مشخص شده است که میزان کاهش اسید آسکوربیک با افزایش غلظت ساکارز در محلول اسمزی کاهش می‌یابد.

این کاهش در نتیجه محدود شـــدن میزان انتقال اســـید آســـکوربیک به محلول ویســـکوز ســـاکارز و ممانعت از خروج این اســـید به محلول توســـط لایه غلیظ ســـاکارز تشکیل شده در سطح ماده غذایی می‌باشد (سانتوس و سیلوا ۲۰۰۸؛ هنگ و همکاران ۱۹۹۰).

طبق گزارشـات میزان بقای ویتامین ث در هنگام خشـک کردن زردآلو با جریان هوای داغ در نمونه های پیش تیمار شـــده در محلول‌های اســـمزی در مقایســـه با نمونه‌های بدون پیش‌تیمار با همان رطوبت نهایی بیشتر بوده و کاهش فعالیت آنزیم فنولاز و اثر حفاظتی قند در کاهش میزان ویتامین ث موثر دانسته شده است (ریوا و همکاران ۲۰۰۵؛ سانتوس و سیلوا ۲۰۰۸).

فنول کل

تغییرات فنول کـل نمونـه‌هـای پیش‌تیمـار شـــده بـا محلول‌های مختلف اسمزی نسبت به شاهد در شکل ۲ مشاهده می شود. همان‌طور که در این شکل نشان داده شده است تاثیر استفاده از پیش‌تیمار اسمزی بر مقدار ترکیبات فنولی پیاز خشک شده معنی‌دار بوده است ($P < 0.05$). بر اســـاس نتایج به دســـت آمده در پژوهش حاضر، غوطه‌وری برش‌های پیاز قبل از خشک کردن با هوای داغ در محلول های حاوی نمک (تیمارهای T2 و T5) و محلول‌های نمک و ســـاکارز (تیمارهای T3 و T6) میزان از دســـت رفتن ترکیبات فنولی را کاهش داد اما اســـتفاده از محلول اســـیدســـیتریک (تیمار T4) در بقای ترکیبات فنولی پیاز موثر نبود.



شکل ۲- اثر پیش تیمار اسمزی بر فنول کل ورقه‌های پیاز خشک شده

Figure 2: The effect of osmotic pretreatments on total phenols of dried onion slices

Different superscripts represent significant difference at $P < 0.05$

نتایج مطالعه فراحیان و آزاد مرد دمیرچی (۱۳۹۷) نیز موید تاثیر مثبت پیش‌تیمار نمک در کاهش میزان از بین رفتن ترکیبات فنولی در طی فرایند خشـــک کردن پیاز با هوای داغ بوده اســـت. به علاوه این محققین گزارش کردند که کمترین مقادیر ترکیبات فلاوونوئیدی پیاز خشک شده با هوای داغ مربوط به نمونه شاهد ونمونه پیش تیمار شده با اسید سیتریک بوده است.

pH

تغییرات pH نمونه‌های پیش‌تیمار شـده نسـبت به شـاهد در جدول ٤ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود اگرچه تفاوت pH در تیمارهای T2 و T3 با شاهد معنی‌دار نبوده است اما حضور اسید سیتریک در ترکیب محلول اسمزی سبب کاهش معنی‌دار pH محصول نهایی شـــده اســـت. لذا کاهش pH تیمارهای T4، T5 و T6 را می‌توان به جذب اسید سیتریک از محلول اسمزی نسبت داد.

رنگ

تغییرات رنگ یکی از فاکتورهای ضروری تاثیرگذار بر قابلیت پذیرش مصرف میوه‌ها و سبزی‌های خشک می باشد. تولیدکنندگان نیز در جهت افزایش زمان ماندگاری محصولات خشک شده به این ویژگی کیفی توجه دارند (رشیدنژاد و پیروزی فرد ۱۳۹۳). نتایج آنالیز واریانس بر کاهش معنی‌دار شاخص L^* در نمونه‌های پیاز اسمز شده نسبت به نمونه شاهد دلالت داشت. همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود نمونه شاهد بیشترین شاخص L^* را داشته و کمترین مقدار روشنی رنگ مربوط به تیمارهای T4 و T6 بود. بر اساس نتایج جدول ۳ استفاده از پیش تیمار اسمزی به استثنای تیمار T2 در مورد سایر تیمارها افزایش قرمزی رنگ پیاز خشک شده را سبب شده است به طوری که کمترین مقدار قرمزی (a*=۱/۲۱۷) مربوط به تیمار T2 و بیشترین میزان قرمزی (a*=٦/٢٤٨) مربوط به تیمار T4 بوده است. به علاوه بر اساس نتایج به دست آمده زردی رنگ ورقه‌های پیاز خشک نیز به طور معنی‌داری تحت تاثیر پیش‌تیمار اسمزی قرار گرفته است ($P < 0.05$). در نمونه اسمز شده با محلول نمک (تیمار T2) کمترین مقدار زردی مشاهده شد و نمونه‌های اسمز شده با محلول حاوی ساکارز و نمک (T3) بالاترین زردی را داشتند.

محققین حضور نمک در لایه‌های سطحی و در نتیجه غیرشفاف شدن سطح محصول پیش‌تیمار شده با محلول‌های اسمزی نمکی را علت کاهش شاخص روشنی در این محصولات عنوان کرده‌اند (اصل نژادی و همکاران ۱۳۹٤؛ پانی و همکاران ۲۰۰۸).

نتایج بررسی پاتیل و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد که روشنی رنگ پیاز خشک شده با روش ترکیبی اسمز هوای داغ بیشتر و زردی این نمونه‌ها کمتر از نمونه‌های خشک شده با روش هوای داغ بوده است.

کاهش شاخص L^* و عدم تغییر معنی‌دار شاخص‌های a^* و b^* در برش‌های قارچ پیش تیمارشده با محلول اسمزی نمک و خشک شده با هوای داغ توسط اصل نژادی و همکاران (۱۳۹٤) گزارش شده است.

تغییرات پارامترهای رنگی روشنی و قرمزی با واکنش‌های قهوه‌ای شدن آنزیمی در ارتباط است. با افزایش شدت قهوه‌ای شدن مقدار روشنی کاهش و قرمزی افزایش می‌یابد (رشیدنژاد و پیروزی فرد ۱۳۹۳). طی فرایند خشک کردن پیاز، بروز واکنش‌های قهوه‌ای شدن میلارد سبب تولید رنگدانه های قهوه‌ای در محصول خشک شده می شود. ارزیابی نتایج مربوط به شاخص قهوه‌ای شدن نشان داد که به کار بردن پیش‌تیمار اسمزی برای پیاز باعث افزایش شاخص قهوه‌ای شدن شده است و حضور اسید سیتریک در محلول پیش تیمار شدت قهوه‌ای شدن رنگ پیاز را بیشتر کرده است.

نتایج مطالعه فراحیان و آزاد مرد دمیرچی (۱۳۹۷) نیز بر تاثیر بیشتر پیش‌تیمار نمک نسبت به پیش‌تیمار اسید سیتریک در کاهش تشکیل رنگدانه‌های قهوه‌ای در طی فرایند خشک کردن پیاز با هوای داغ دلالت داشت.

جدول ۳- اثر پیش تیمار اسمزی بر شاخص های رنگی ورقه‌های پیاز خشک شده

Table 3- The effect of osmotic pretreatments on color indices of dried onion slices

Treatment	L^*	a^*	b^*	Browning index
T1	57.010±3.614^{a}	2.147±0.473^{b}	21.720±1.654^{bc}	49.478±1.512^{c}
T2	49.587±0.165^{b}	1.217±0.370^{c}	20.567±1.638^{c}	52.966±1.464^{c}
T3	50.623±1.021^{b}	2.815±1.257^{b}	24.177±2.088^{a}	66.846±2.920^{ab}
T4	48.767±2.527^{b}	6.248±0.569^{a}	23.280±0.994^{ab}	72.495±5.247^{a}
T5	49.787±0.848^{b}	4.791±1.191^{a}	21.053±0.823^{bc}	60.650±2.350^{b}
T6	47.580±2.149^{b}	5.112±0.401^{a}	23.547±1.005^{ab}	73.954±6.317^{a}

Each value in the table represents the mean ±standard deviation of triplicate analysis.
Means in the same column followed by the same letters are not significantly different.

بازجذب آب

نتایج بازجذب آب نمونه‌های پیاز خشک در جدول ٤ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می شود بیشترین میزان بازجذب آب مربوط به نمونه شاهد و پس از آن پیاز تیمار شده در محلول اسیدسیتریک بوده است و کمترین بازجذب آب را تیمار T2 داشته است. کاهش میزان بازجذب آب در پیاز خشک شده با روش ترکیبی اسمز- هوای داغ (اسمز شده با محلول نمک) نسبت به نمونه‌های خشک شده با روش هوای داغ توسط پاتیل و همکاران (۲۰۱۲) نیز گزارش شده است. افزایش میزان نمک در محصول پیش تیمار شده به روش اسمزی و در نتیجه کاهش فضای موجود در منافذ بافت امکان جذب آب مجدد در محصول را کاهش می‌دهد (پاتیل و همکاران ۲۰۱۲). این نتایج با نتایج **بررسی** اصل نژادی و همکاران (۱۳۹٤) نیز مطابقت دارد.

نتایج مطالعه مظفری و همکاران (۱۳۹۰) بر تاثیر فرآیند اسمز بر خواص کیفی پیاز خشک شده با هوای گرم نیز نشان داد که میزان بازجذب آب در نمونه‌های پیاز اسمز شده به دلیل ممانعت نمک در برابر نفوذ آب، کمتر از نمونه‌های اسمز نشده بوده است. این محققین همچنین بیان کردند اگر چه میزان آبگیری مجدد در نمونه‌های اسمز نشده بیشتر از پیش‌تیمارهای اسمزی بود، اما پس از آبگیری مجدد، آب باز جذب شده توسط بافت نمونه بدون اسمز، به علت درهم ریخته شدن بافت و ساختمان سلولی این نمونه‌ها و عدم وجود جایگاه‌های اتصال با مولکول های آب مجدداً پس از مدتی به سطح بافت برگشت داده می‌شود.

نتایج ارزیابی بازجذب آب همچنین نشان داد که حضور ساکارز در محلول اسمزی باعث افزایش قدرت بازجذب آب در ورقه‌های پیاز خشک شده، گشته است. تاثیر ساکارز بر تشدید قابلیت جذب آب مجدد سبزی خشک شده در محلول نمک و ساکارز در تحقیقات دیگر محققین نیز گزارش شده است (جایارامان ۱۹۹۰).

جدول ۴- اثر پیش تیمار اسمزی بر pH و بازجذب آب ورقه‌های پیاز خشک شده

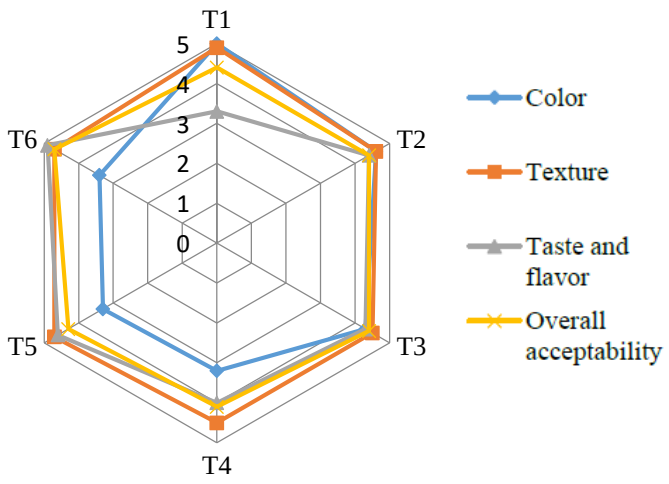
Table 4- The effect of osmotic pretreatments on pH and rehydration ratio of dried onion slices

Treatment	pH	Rehydration ratio
T1	5.36±0.45[a]	5.34±0.50[a]
T2	5.05±0.20[a]	2.88±0.22[e]
T3	5.23±0.40[a]	3.24±0.11[d]
T4	4.02±0.25[b]	4.01±0.15[b]
T5	3.38±0.30[c]	3.60±0.13[c]
T6	3.44±0.24b[c]	3.26±0.07[d]

Each value in the table represents the mean ±standard deviation of triplicate analysis.
Means in the same column followed by the same letters are not significantly different.

ارزیابی حسی

ویژگی‌های ظاهری، صفات بافتی و عطر و طعم محصول بر درک حسی آن تاثیر می‌گذارد (فتحی آچاچلویی و حصاری ۱۳۹۵). نتایج حاصل از ارزیابی حسی ورقه‌های پیاز خشک در شکل ۳ آمده است. نتایج حاصل از آنالیز حسی ظاهر عمومی نمونه بیانگر کاهش مطلوبیت رنگ پیازهای آبگیری شده به روش اسمزی بود. البته بر اساس نتایج مقایسه میانگین اختلاف معنی‌داری بین امتیاز رنگ تیمار T2 و شاهد وجود نداشت. با توجه به نزدیکی مقادیر زردی، قرمزی و شاخص قهوه‌ای شدن این تیمار به شاهد این نتیجه دور از انتظار نبود.



شکل ۳- امتیازات حسی ورقه‌های پیاز خشک پیش تیمار شده با محلول‌های اسمزی مختلف

Figure 3- Sensory scores of dried onion slices pretreated with various osmotic solutions

نتایج آنالیز امتیاز بافت اختلاف معنی‌داری را بین تیمارهای اسمزی و شاهد نشان نداد. نتایج مربوط به ارزیابی حسی طعم ورقه‌های پیاز خشک بر بهبود امتیاز طعم پیازهای ا سمز شده دلالت دا شت. حضور نمک و ساکارز در محلول اسمزی امتیاز طعم پیاز را افزایش داد و در تیمار T6 افزودن اسید سیتریک به محلول حاوی نمک و ساکارز کسب بهترین امتیاز طعم از طرف ارزیاب‌ها را به دنبال داشت. مطالعه نتایج صفات حسی، جهت بررسی پذیرش کلی نشان داد که استفاده از نمک و ساکارز در پیش‌تیمار اسمزی باعث افزایش امتیاز پذیرش کلی نمونه شده است و اگرچه اسید سیتریک به تنهایی در افزایش قابلیت پذیرش محصول موثر نبوده اما استفاده از این ماده به همراه نمک و ساکارز جهت آبگیری اسمزی پیاز سبب بهبود پذیرش محصول شده است. در بررسی شاهاد و همکاران (۲۰۱۵) نیز ورقه‌های پیاز پیش‌تیمار شده با ۱۰ در صد نمک نسبت به نمونه شاهد و نمونه‌های تیمار شده با سایر غلظت‌های نمک امتیازات حسی بیشتری را کسب کردند.

نتیجه‌گیری کلی

از نتایج به دست آمده در این پژوهش می توان نتیجه گرفت که نوع محلول اسمزی بر میزان کاهش آب، جذب مواد جامد و کاهش وزن پیاز طی فرایند آبگیری اسمزی و نیز خصوصیات کیفی پیاز خشک شده تاثیرگذار است. میزان کاهش وزن، کاهش آب و جذب مواد جامد محلول در پیازهای پیش تیمار شده با محلول نمک و ساکارز بیشتر از محلول نمکی بود. اگرچه پیش‌تیمار اسمزی سبب کاهش روشنی رنگ پیاز شد اما آبگیری اسمزی با محلول ساکارز و نمک با بیشترین زردی پیاز خشک همراه بود. پیش‌تیمار اسمزی پیاز قبل از خشک کردن با هوای داغ به ویژه با محلول ترکیبی نمک، ساکارز و اسید سیتریک در حفظ ویتامین ث و ترکیبات فنولیک پیاز موثر بود. برای آبگیری پیاز محلول اسمزی ترکیبی (چندگانه) ارجحیت داشته و از نظر هزینه‌های فرایند، حفظ ارزش تغذیه‌ای و پذیرش مصرف کننده مطلوب‌تر می‌باشد.

منابع مورد استفاده

اصل نژادی س ، پیغمبردوست س ه و اولاد غفاری ع، ۱۳۹٤. تاثیر پیش تیمار آبگیری اسمزی بر خواص کیفی قارچ دکمه‌ای خشک شده در هوای داغ. نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی، ۲۵ (٤)، ٦۱۳-٦۲۱.

بهنام پ، کاراژیان ح، شهیدی نوقابی م و پروینی م، ۱۳۹۲. استفاده از اسمز در بهینه سازی فرآیند خشک کردن موز. مجله نوآوری در علوم و فناوری غذایی، ۵ (۲)، ۸۳-۸۹.

رشیدنژاد س و پیروزی‌فرد م، ۱۳۹۳. بهینه‌سازی فرآیند کنترل قهوه‌ای شدن وآبگیری اسمزی در حلقه‌های سیب نیمه مرطوب توسط روش سطح پاسخ. نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی، ۲٤ (۱)، ۳۱-٤۹.

فتحی آچاچلویی ب و حصاری ج، ۱۳۹۵. خشک کردن برگه‌های زردآلو با استفاده از فرآیند آبگیری اسمزی (محلول‌های ساکارز، نمک). نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی، ۲٦ (۳)، ٥۰٦-٤۹۱.

فراحیان ن و آزاد مرد دمیرچی ص، ۱۳۹۷. تاثیر پیش تیمارهای مختلف قبل از خشک کردن با هوای داغ پیاز بر کیفیت پودر پیاز تولیدی. علوم و صنایع غذایی، ۱۵ (۷۹)، ۱۰۳-۱۱۰.

مظفری م، آصفی ن، سلیمانی ج و جعفریان پ، ۱۳۹۰. اثر فرآیند اسمز بر خواص کیفی پیاز خشک شده با هوای گرم. مجله بهداشت مواد غذایی، ۱ (۲)، ٤۹-٦۰.

Alam MM, Islam MN and Islam MN, 2013. Effect of process parameters on the effectiveness of osmotic dehydration of summer onion. International Food Research Journal 20(1): 391-396.

Hamdan M, Sharif AO, Derwish G, Al-Aibi S and Altaee A, 2015. Draw solutions for forward osmosis process: Osmotic pressure of binary and ternary aqueous solutions of magnesium chloride, sodium chloride, sucrose and maltose. Journal of food engineering 155:10-15.

Heng K, Guilbert S and Cuq JL, 1990. Osmotic dehydration of papaya: Influence of process variables on the product quality. Sciences des Aliments 10: 831–848.

Hussein JB, Soji MY, Abiona OO and Oke MO, 2018. Drying characteristics of osmotically pretreated red onion slices via hot air oven. Journal of Food Processing and Technology 9(5): 1-8.

Jayarman KS, Dasgupta DK, and Baku Rao N, 1990. Effects of pretreatment with salt and sucrose on the quality and stability of dehydrated cauliflower. International Journal of Food Science and Technology 24: 4760-4763.

Klein B and Perry A, 1982. Ascorbic acid and vitamin A activity in selected vegetables from different geographical areas of the United States. Journal of Food Science 47: 941-945.

Latapi G and Barrett M, 2006. Influence of pre-drying treatments on quality and safety of sun-dried tomatoes. Part I: Use of steam blanching, boiling brine blanching, and dips in salt or sodium metabisulfite. Journal of Food Science 71:24-31.

Morel-Desrosiers N, Lhermet C and Morel JP, 1991. Interactions between cations and sugars, Part 6. Calorimetric method for simultaneous determination of the stability constant and enthalpy change for weak complexation. Journal of the Chemical Society, Faraday Transactions 87(14):2173-2177.

Mundada M, Hathan BS and Maske S, 2010. Convective dehydration kinetics of osmotically pretreated pomegranate arils. Biosystems Engineering 107: 307–316.

Pani P, Leva A, Riva M, Maestrelli A and Torreggiani D, 2008. Influence of an osmotic pretreatment on structure property relationships of air-dehydrated tomato slices. Journal of Food Engineering 86: 105-112.

Patil MM, Kalse SB and Jain SK, 2012. Osmo-convective drying of onion slices research. Journal of Recent Sciences 1(1): 51-59.

Revaskar VA, Pisalkar PS, Pathare PB and Sharma GP, 2014. Dehydration kinetics of onion slices in osmotic and air convective drying process. Research in Agricultural Engineering 6(3): 92-99.

Riva M, Campolongo S, Leva AA, Maestrelli A and Torreggiani D, 2005. Structure-property relationships in osmo-air-dehydrated apricots cubes. Food Research International 38: 533–542.

Rodrigues S and Fernandes FA, 2007. Dehydration of melons in a ternary system followed by air-drying. Journal of food Engineering 80(2):678-687.

Sahu G, Vinoda N, Monisha P, Paradkar V and Kumar N, 2017. Studies on drying of osmotically dehydrated onion slices. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences 6(9): 129-141.

Sanjinez-Argandona EJ, Cunha RL, Menegalli FC and Hubinger MD, 2005. Evaluation of total carotenoids and ascorbic acid in osmotic pretreated guavas during convective drying. Italian Journal of Food Science 17 (3): 305–314.

Santos PHS and Silva MA, 2008. Retention of vitamin C in drying processes of fruits and vegetables- A Review. Drying Technology 26(12): 1421-1437.

Shahade DM, Sadafale SN, Murumkar RP and Borkar PA, 2015. Osmo-air drying characteristics of white onions. Journal of Ready to Eat Food 2(2):56-65.

Shete YV, Chavan SM, Champawat PS and Jain S.K, 2018. Reviews on osmotic dehydration of fruits and vegetables. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry 7(2):1964-1969.

Sutar N and Sutar PP, 2013. Developments in osmotic dehydration of fruits and vegetable- a review. Trends in Post-Harvest Technology 1(1): 20-36.

Sutar PP and Gupta DK, 2007. Mathematical modeling of mass transfer in osmotic dehydration of onion slices. Journal of Food Engineering 78: 90–97.

Taga MS, Miller E and Pratt D, 1984. Chia seeds as a source of natural lipid antioxidants. Journal of the American Oil Chemists' Society 61: 928-931.

Yadav AK and Singh SV, 2014. Osmotic dehydration of fruits and vegetables: a review. Journal of food science and technology 51(9):1654-1673.

Yetenayet B and Hosahalli R, 2010. Going beyond conventional osmotic dehydration for quality advantage and energy savings. Ethiopian Journal of Applied Sciences and Technology 1(1): 1-15.

Journal of Food Researches/vol.31 No.2 2021/pp 51-65
https://foodresearch.tabrizu.ac.ir
DOI: 10.22034/FR.2021.37834.1711

The effect of osmotic dehydration before drying on the physicochemical and sensorial characteristics of dried onion slices

A Ayoubi[1*] and M Balvardi[1]

Received: January 14, 2020 Accepted: June 6, 2020
[1]Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran
[*]Corresponding author: Email: mayoubi92@uk.ac.ir

Introduction: Drying is one of the oldest methods of food and agricultural products preservation, which increases their shelf life by removing a part of the product water content. Long-term storage, minimizing the storage and packaging needs, reducing the transport costs, and producing a variety of products are the most important reasons of food drying. Application of some pre-treatments before drying such as osmotic dehydration is suggested to improve the quality of the dried food products. Osmotic dehydration is a process that used for partially dehydration of fruits and vegetables, by immersing them in a concentrated solution of sugar or salt (Sutar and 2007). Reducing the drying time, limiting the heat damages, improving the textural quality and vitamin retention, flavor enhancement and color stabilization are some advantages of the osmotic pretreatments (Sutar and Sutar 2013). Osmotic dehydration removes water from the fruits and vegetables up to a specific level, which is still high for food preservation, so this process must be followed by further processes in order to lose the most portion of the fruits and vegetables water content. Air drying can be used to remove the remaining water from the osmo-dehydrated product (Shahade et al., 2015). Salts and sugars are the common solutes that mostly used for osmotic treatment. The quality characteristics of final product in salt-treated samples are higher than sugar-treated products and the preventing of the undesired reaction products formation are from advantages of salt over other solutes (Shahade et al., 2015).

Onion is a famous spice that is grown all over the world and consumed in various forms. This vegetable is used as an appetizing, healthful and digestive food because of its high nutritional quality and therapeutic properties. Onion is a product that is consumed throughout the year, but its production is seasonal. This product is a perishable food due to its high moisture content. Some environmental factors such as microorganisms, enzymes, and surface vaporization of moisture content leads to spoilage of onion during the storage (Shahade et al., 2015; Sahu et al., 2017). Drying is a major processing operation in the food industry that can be used to enhance the storability, improve the quality and minimize packaging and handling costs of onion. Drying of onion with the usual drying method causes undesirable changes in sensorial properties such as texture, color, taste and serious decreases in nutritional value of dried product. Pre-drying treatments, such as osmotic dehydration has been suggested to improve the quality of dried onion. It seems that the osmo-air drying can be an appropriate method to increase the shelf life and improve the quality of dried onion without adversely affecting its sensorial and nutritional value (Sahu et al., 2017). The effect of osmotic dehydration process parameters on onion dehydration kinetics and optimization of process conditions has been investigated by some researchers (Alam et al., 2013; Hussein et al., 2018; Patil et al., 2012; Revaskar et al., 2014; Shahade et al., 2015). But the few studies on the characteristics of dried onion with osmotic pretreatment have been done. The purpose of this study was investigating the effect of

osmotic solutions compositions on dehydration amount and quality attributes of osmo-air dried onion slices.

Material and methods: Fresh yellow onion was procured from the local market. The onions were peeled carefully and washed and then cut into 3.0±0.1mm thick slices using a manual stainless steel cutter. The osmotic solutions of different compositions were prepared by dissolving required amounts of salt, sugar and citric acid in distilled water. Five solutions of different compositions were used for osmotic dehydration of onions (T2 (10% NaCl), T3 (10% NaCl and 10% sucrose), T4 (1% citric acid), T5 (10% NaCl and 1% citric acid) and T6 (10% NaCl, 10% sucrose, and 1% citric acid). Solution to sample ratio was kept as 2.5:1 in each experiment. The samples were immersed in osmotic solutions for 1 h at room temperature (25 °C). All Samples were weighed after removal from osmotic solutions and dried in a laboratory oven at 65 °C until to reach 6% moisture content (Shahade et al., 2015). The moisture content of the fresh and osmotically dehydrated onion slices was measured by oven drying method at 105 °C and the amount of water loss, solid gain and weight reduction of the samples were calculated. The dried onion slices were evaluated in terms of physicochemical (rehydration rate, pH, color, vitamin C and total phenolic compounds) and sensorial (Color and appearance, texture, Taste and flavor and Overall acceptability) properties. The rehydration ratio of dried onion was calculated after flooding 10 g of dried samples in 1000 mL of distilled water at 22±1 °C for 5 h (Patil et al., 2012). The pH value was measured by a digital pH meter. The color measurement was done using a colorimeter (TES-135A, Taiwan). In order to determine the total phenolic contents, the Folin–Ciocalteu method was employed and measurements were done at 765 nm with a spectrophotometer (UNICO 2802, China) (Taga et al., 1984). The vitamin C content was determined by Indophenol method and measurements were done at 515 nm with a spectrophotometer (Klein and Perry 1982). The sensorial evaluation was carried out by 5-point Hedonic Scale. The dried onion slices were investigated for the sensorial attributes by 20 trained panelists. The panelists were asked to evaluate the samples and score them between 1 (most disliked) to 5 (most liked). The statistical model that used was completely randomized design. The experiments were performed in 3 replications and analysis of variance (ANOVA) of data was conducted using MSTAT-C software. Differences between the means values were also determined using Duncan’s Multiple Range test ($P<0.05$).

Results and discussion: The results of this research showed that the compositions of osmotic treatments had a significant effect on weight loss, water loss, solid gain, physicochemical characteristics and sensorial properties of dried onion slices.

The highest weight loss, water loss and solid gain were related to the pretreated onion by the solution containing three solutes (salt, sucrose, and citric acid). The presence of citric acid in the osmotic solutions significantly decreased the pH value of the final product. Although the osmotic pretreatments decreased the L* value, but the dried onion slices pretreated with sucrose and salt solution had the highest b* value. The Millard's browning reactions produced brown pigments in the dried product and the evaluation of the browning index showed that the application of the osmotic pretreatments especially with citric acid containing solutions increased the browning index of the dried onion slices. The least undesirable color changes were observed in onion slices pretreated with salt solution. Also, the osmotic dehydration with T6 treatment (salt, sucrose, and citric acid) had the greatest effect on preserving of vitamin C and total phenolic compounds. As compared with control the use of the osmotic pretreatment reduced the rehydration ratio of the product. The most rehydration ratio after control was related to onions treated with citric acid solution (T4). Also, the results showed that the presence of sucrose in the osmotic solution increased the rehydration ratio of dried onion slices. Although the color score of osmotic dried onion slices was lower than the control, but the osmotic pretreatments improved the taste and increased the overall acceptability of the dried product.

Conclusion: Osmotic pretreatment of onion slices with a multi-component osmotic solution (salt, sucrose, and citric acid) caused the optimal results in terms of sensory and physicochemical properties.

Keywords: Drying, Onion, Osmotic dehydration, Physicochemical, Sensorial properties