بررسی پدیده‌های انتقال جرم درخلال فرایند خشک‌کردن اسمزی گلابی با استفاده از محلول‌های ساکارز بازتغلیظ شده

حامد فاطمیان[a*]، شادی گیاه چی [b]، سید ابراهیم حسینی [c]، عباس گرامی [d]

[a] استادیار علوم و صنایع غذایی، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، کرج، ایران
[b] دانشجوی کارشناس ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، گروه علوم و صنایع غذایی، تهران، ایران
[c] استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، گروه علوم و صنایع غذایی، تهران، ایران
[d] دانشیار دانشگاه تهران، دانشکده آمار و کامپیوتر، تهران، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۳/۱۸ تاریخ پذیرش مقاله :۱۳۹۱/۵/۱۰

چکیده

مقدمه: اساس فرایند خشک کردن به روش اسمزی، قراردادن قطعات مواد غذایی در یک محلول هیپرتونیک است. این محلولها دارای فشار اسمزی بالا و فعالیت آبی کمتری نسبت به سلول‌های موادغذایی هستند. فرایند خشک کردن به دلایل متعدد سبب افت ویژگی‌های کیفی محصول نهایی می‌شود. بدین منظور بکارگیری فرآیندهای جایگزین و یا تیمارهای مقدماتی نظیر خشک‌کردن به روش اسمزی ضروری به نظر می‌رسد.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه در فرایند آبگیری اسمزی حلقه‌های گلابی رقم دوشس، اثر غلظت‌های ۵۰ و ۶۰ درصد وزنی- وزنی محلول ساکارز با دمای ثابت ۳۰ درجه سانتی‌گراد، به همراه تعداد دفعات تغلیظ متوالی و استفاده‌های مجدد محلول (تا ۵ بار)، بر صفات کمی و کیفی نمونه های اسمزی شده شامل ویژگی‌های شیمیایی نظیر درصد قند کل و درصد رطوبت نمونه‌ها و نیز پدیده‌های موثر در انتقال جرم شامل کاهش محتوای رطوبت، جذب مواد جامد محلول و کارایی فرایند آبگیری اسمزی مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها: با افزایش غلظت محلول اسمزی میزان جذب ماده خشک به درون بافت نمونه‌های اسمزی شده و میزان خروج رطوبت از بافت در انتهای فرایند اسمزی به ترتیب افزایش و کاهش می‌یابد. نیز با افزایش تعداد دفعات تغلیظ و استفاده مجدد از محلول های اسمزی، کارایی فرایند آبگیری اسمزی افزایش می‌یابد. همچنین این نسبت در غلظت‌های کمتر محلول اسمزی افزایش بیشتری دارد. بدیهی است این امر در ارتقاء مدیریت محلولهای اسمزی موثر خواهد بود.

نتیجه‌گیری: نمونه‌های اسمزی شده در محلول ۵۰ درصد که طی پنج بار متوالی تغلیظ شده‌اند، بعنوان نمونه برتر شناخته شدند.

واژه‌های کلیدی: *انتقال جرم، باز تغلیظ، خشک کردن اسمزی، کارایی فرایند، گلابی*

* نویسنده مسئول مکاتبات email: hfatemian@yahoo.com

jftn.srbiau.ac.ir

مقدمه

اساس فرایند خشک‌کردن به روش اسمزی، قرار دادن قطعات مواد غذایی مانند میوه و سبزی در یک محلول هیپرتونیک است. این محلول‌ها دارای فشار اسمزی بالا و فعالیت آبی کمتری نسبت به سلول‌های مواد غذایی هستند (Helpin and Hosahalli, 2005; Karel, 1975).

با توجه به اینکه دیواره سلول‌های موادغذایی می‌توانند به‌عنوان یک غشا نیمه تراوا عمل کنند، لذا یک نیروی محرکه موثر جهت حرکت آب بین ماده غذایی و محلول اسمزی ایجاد می‌شود و چون این دیواره کاملا" انتخابی عمل نمی‌کند، لذا همواره نفوذی از مواد حل شده محلول به درون ماده غذایی و بالعکس اتفاق می‌افتد (Helpin and Hosahalli, 2005).

به‌منظور یافتن راه حل‌های مناسب جهت استفاده‌های مجدد از محلول‌های بکار رفته در فرایند اسمز می‌توان، از تغلیظ‌های متوالی محلول‌های اسمزی نظیر افزودن ماده خشک محلول و یا استفاده توام از حرارت دهی و افزودن ماده خشک محلول استفاده کرد که این عمل دریک سیکل پیوسته، نه تنها سبب کاهش کیفیت نهایی محصول تولید شده نمی‌شود (Andrade *et al*., 2007)، بلکه میزان مصرف محلول‌های اسمزی راتا حد زیادی کاهش داده و بدین صورت سبب افزایش صرفه جویی اقتصادی می‌گردد (Lenart, 1996).

یک مرحله بسیار حساس و پیچیده در فرایند اسمز، انتخاب نوع و غلظت ماده اسمزی است (Helpin and Hosahalli, 2005).

از بین ترکیبات مختلف آزمایش شده توسط محققین برای تولید محلول‌های اسمزی، کربوهیدرات‌ها اهمیت بسزایی دارند، چراکه موثر و سریع بوده و خود دارای طعمی مطلوب می‌باشد. جهت تولید محلولهای اسمزی و به منظور ایجاد پتانسیل اسمزی موثر در حین فرایند آبگیری به روش اسمزی اغلب از مونوساکاریدها و دی ساکاریدها که براحتی در آب حل شده و پتانسیل اسمزی آب را کاهش می‌دهند، استفاده می‌گردد. از مهم‌ترین قندهای مورد استفاده برای تهیه محلول‌های اسمزی می‌توان به ساکارز، مالتودکسترین‌ها، فروکتوز، گلوکز و شربت‌های ذرت با فروکتوز بالا و درجات دکستروز مختلف و نیز محلول‌های نمکی کلرید سدیم و کلرید کلسیم اشاره نمود (Helpin and Hosahalli, 2005).

آزمایشات انجام شده بر روی توت‌فرنگی با محلول‌های ساکارز (۸۵-۲۰ درصد وزنی- وزنی) و ساکارز گرانولی (دانه‌ای)، به عنوان محلول‌های اسمزی نشان داده است که، فرایند آبگیری به روش اسمزی با غلظت ۶۰ درصد وزنی- وزنی، بهترین نتیجه را از نظر ارتقاء صفات کمی و کیفی داشته است. همچنین استفاده از ساکارز دانه‌ای باعث کاهش جذب مواد جامد محلول گردیده است (Viberg *et al*., 1998).

هنگامی که از فرایند اسمز به‌عنوان پیش فرایند جهت سایر روش‌های خشک‌کردن استفاده می‌شود، ساکارز بهترین ماده اسمزی در نظرگرفته می‌شود. بطوری‌که لایه‌ای پیوسته و متراکم در سطح نمونه خشک شده ایجاد می‌کند و از تماس نمونه با اکسیژن جلوگیری نموده و در نتیجه باعث کاهش واکنش قهوه‌ای شدن آنزیمی می‌گردد. تاثیر مثبت ساکارز درحفظ مواد موثر در ترکیبات عطری ثابت شده است. به علاوه ساکارز از نقطه نظر طعم نیز مورد قبول می‌باشد (Helpin and Hosahalli, 2005).

مطالعات روی پدیده‌های انتقال جرم طی خشک‌کردن اسمزی آناناس نشان داد که سرعت انتشار و جذب مواد جامد محلول و خروج رطوبت با افزایش غلظت محلول اسمزی افزایش می یابد. همچنین ضرایب انتقال جرم با افزایش غلظت محلول اسمزی به علت تغییر درخواص فیزیکی ماده غذایی (خلل و فرج و نفوذپذیری غشا) افزایش می‌یابند (Rastogi and Raghavarao, 2003).

مطالعات انجام شده بر روی محلول‌های ساکارز خالص و محلول‌های دو گانه از ساکارز و گلوکز در نسبت‌های وزنی متفاوت در سه غلظت ۳۰،۴۵ و۶۰ درصد وزنی- وزنی نشان داده است که با افزایش غلظت محلول‌های اسمزی محتوای مواد جامد کل و محتوای رطوبت موزهای اسمزی شده به ترتیب افزایش و کاهش یافته است (Hussain *et al*., 2004).

طی تحقیقی روی سینیتیک انتقال جرم را طی خشک کردن اسمزی هندوانه درمحلول‌های اسمزی با غلظت‌های ۵۰،۴۰ و۶۰ درصد وزنی- وزنی و در دماهای متفاوت در شرایطی که نسبت میوه به محلول ۱ به ۲۵ بوده است، مشخص گردید که با افزایش غلظت محلول اسمزی، شدت پدیده‌های انتقال جرم شامل خروج رطوبت و جذب مواد

jfn.srbiau.ac.ir

جامد به درون بافت علت افزایش نفوذپذیری غشا افزایش می‌یابند (Falade *et al*., 2006).

همچنین با مطالعه ضریب انتشار آب و ساکارز را طی خشک‌کردن اسمزی جنیپاپو در محلول‌های با غلظت ۳۰ ، ۵۰ و۷۰ درصد وزنی- وزنی مشخص گردید که غلظت محلول اسمزی تنها به ضریب انتشارساکارز بستگی دارد و با افزایش غلظت محلول اسمزی، محتوای رطوبت نمونه‌ها کاهش می‌یابد (Andrade *et al*., 2007).

بررسی‌ها روی اثر دماهای ۴۰، ۴۵ و ۵۰ درجه سانتی‌گراد و غلظت‌های۵۰ و۷۰ درصد وزنی- وزنی محلول‌های ساکارز، گلوکز و نمک کلرورسدیم، بر سرعت فرآیند خشک‌کردن اسمزی سیب رقم گلدن دلیشس نتایج نشان دادند که با افزایش دما و غلظت محلول اسمزی، میزان جذب ماده جامد به بافت نمونه‌ها به صورت خطی افزایش یافته است و به طورکلی بیشترین کارایی فرآیند اسمزی (WL/SG) مربوط به نمونه‌های سیبی است که در معرض محلول ۵۰ درصد ساکارز و حاوی نیم درصد نمک کلرورکلسیم در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته است (کلباسی و فاطمیان، ۱۳۷۹).

در تحقیقی خشک‌کردن اسمزی کدوتنبل با محلول نمکی با غلظت ۲۵- ۵ درصد مورد بررسی قرار گرفته است، در این بررسی نسبت میوه به محلول ۱ به ۲۰ و درجه حرارت محلول اسمزی۱۲ تا ۳۸ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شده است. نتایج نشان می‌دهند که میزان خروج رطوبت، جذب مواد جامد محلول و کاهش وزن تابعی از درجه حرارت، غلظت محلول اسمزی و زمان فرایند می‌باشد. همچنین در غلظت بیشتر، انتقال آب و مواد جامد حل شونده به علت افزایش نیروی محرکه افزایش یافته است (Mayor *et al*., 2004).

نتایج مطالعات روی ویژگی‌های محلول اسمزی چند بار استفاده شده روی نمونه‌های کیوی، با استفاده از محلول ساکارز با ۵۵ درصد وزنی- وزنی و دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد، نشان دادند با وجود اینکه محلول‌های اسمزی با حفظ غلظت اولیه، حداکثر ۱۰ بار مورد استفاده قرارگرفته شدند، محتوای مواد جامد محلول و فعالیت آبی در محلول اسمزی بعد از هر چرخه فرایند به ترتیب کاهش و افزایش یافته است (Garcıa Martınez *et al*., 2002).

بررسی‌ها روی خشک‌کردن اسمزی گریپ فروت با محلول ساکارز ۵۵ درصد وزنی- وزنی در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد، با نسبت وزنی میوه به محلول ۱ به ۵، بعد از۱۸۰ دقیقه، درحالی‌که عملیات استفاده از محلول اسمزی طی ۸ بار تکرار شده، حاکی از آن است که به همراه کاهش در مقدار اسیدیته میوه، فعالیت آبی و محتوای مواد جامد محلول بعد از هر سیکل خشک کردن اسمزی به ترتیب کاهش و افزایش یافته‌اند. همچنین مقدار ویسکوزیته محلول اسمزی به علت رقیق‌تر شدن محلول طی دفعات تکرار کم می‌شود. نیز بیان شده است که طی آبگیری به روش اسمزی هدایت الکتریکی افزایش یافته است (Peiro *et al*., 2005).

از آنجایی که فرایند خشک کردن اسمزی واجد ایرادات و نواقصی نظیر نفوذ ماده خشک به بافت ماده غذایی و عدم مدیریت مناسب به منظور استفاده‌های مجدد از محلول‌های بکار رفته در فرایند است، این تحقیق در خصوص استفاده از غلظت‌های مختلف و تعداد دفعات تغلیظ‌های متوالی محلول‌های اسمزی بر خصوصیات کیفی نمونه‌های گلابی و محلول بجا مانده از فرایند اسمز انجام شده است.

مواد و روش‌ها

- نمونه آزمایشی

این تحقیق بر روی گلابی واریته دوشس با رطوبت اولیه ۸۷/۲۳ درصد، میزان قند کل ۷/۴ درصد و pH برابر ۴/۱۵ که از یکی از باغات اطراف کرج بصورت کارتن‌هایی ۱۰ کیلوگرمی حاوی سه ردیف خریداری گردید، انجام شده است .

- آماده‌سازی نمونه‌های مورد آزمایش

عملیات آماده سازی به صورت شستشو، جدا کردن ابتدا و انتهای نمونه ها و نهایتا حلقه کردن نمونه ها به ضخامت ۱۰ میلیمتر انجام شد.

- آبگیری نمونه‌ها به روش اسمزی

در این تحقیق از محلول اسمزی ساکارز با غلظت‌های ۵۰ و ۶۰ درصد (وزنی/ وزنی) و با نسبت وزنی ۴ به ۱ محلول اسمزی به میوه استفاده شد. پس از آماده‌سازی اولیه، نمونه‌ها توزین و به ظرف حاوی محلول‌های ساکارز

jftn.srbiau.ac.ir

که به کمک یک بن ماری در دمای ثابت۳۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته‌اند، منتقل شدند. همچنین به منظور حفظ یکنواختی غلظت محلول در اطراف نمونه‌ها در فواصل زمانی مشخص، محلول با یک همزن مکانیکی از قسمت پایین به آرامی همزده می‌شود. به منظور مطالعه سینیتیک عوامل موثر در پدیده‌های انتقال جرم یعنی میزان خروج رطوبت از بافت نمونه و جذب ماده خشک و نسبت آن‌ها، نمونه‌ها بعد از هر ۳۰ دقیقه از نظر تغییرات در محتوای رطوبت و محتوای قند کل و مواد جامد محلول مورد بررسی قرار گرفتند. در پایان ۱۸۰ دقیقه نمونه‌ها از نظر درصد قند کل و درصد رطوبت، میزان کاهش محتوای رطوبت، میزان افزایش و جذب ماده خشک و نسبت کاهش رطوبت به افزایش ماده خشک ارزیابی شدند.

- **عملیات تغلیظ مجدد**

بعد از هر مرحله آبگیری به روش اسمزی که ۱۸۰ دقیقه به طول می‌انجامد، ابتدا محلول به دست آمده را توسط فیلترهای مناسب آزمایشگاهی صاف کرده تا ذرات معلق ریز ناشی از نمونه‌های اسمزی شده از آن خارج شود. سپس میزان غلظت محلول اسمزی را که در پایان زمان فرایند کاهش یافته، توسط معادله تعادل جرمی پیرسون محاسبه کرده توسط پودر ساکارز، مجددا محلول‌ها به غلظت اولیه ۵۰ یا ۶۰ درصد وزنی/ وزنی رسانده شدند.

- **اندازه‌گیری میزان افزایش محتوای ماده خشک (SG) و کاهش محتوای رطوبتی (WL) در نمونه‌های اسمزی شده**

در ابتدا درصد ماده خشک و رطوبت نمونه‌ها در زمان‌های معین (هر۳۰ دقیقه بمدت ۱۸۰ دقیقه) با استفاده از آون حرارتی مدل Memmert تعیین گردید (پروانه، ۱۳۸۵). سپس با استفاده از روابط زیر میزان افزایش ماده خشک و کاهش محتوای رطوبتی در فرایند اسمزی اندازه‌گیری شد (فاطمیان و کلباسی، ۱۳۸۰).

$$SG=[(FS.FM/IM)-IS]IM/IS \quad \text{(معادله ۱)}$$

$$WL=[(IM-IS)IM-(IM-FS)FM]/\ IS \quad \text{(معادله ۲)}$$

که در آن، SG : میزان افزایش درمحتوای ماده خشک در خلال فرایند اسمز (گرم / ۱۰۰ گرم ماده خشک)، WL : میزان کاهش محتوای رطوبتی در خلال فرایند اسمز (گرم آب / ۱۰۰ گرم ماده خشک)، FS : محتوای نهایی ماده خشک نمونه اسمزی شده (درصد)، FM : جرم نهایی نمونه اسمزی (گرم)، IM : جرم اولیه نمونه (گرم) و IS: محتوای اولیه ماده خشک نمونه (درصد) می‌باشد.

یکی از فاکتورهای مهم در ارزیابی فرایند آبگیری اسمزی نسبت کاهش محتوای رطوبتی به افزایش محتوای ماده خشک بافت نمونه است. ازآنجایی که هر چه این نسبت بزرگتر باشد، فرآیند اسمزی از کارایی بالاتری برخوردار خواهد بود. این فاکتور به عنوان شاخص کارایی فرایند آبگیری اسمزی معرفی گردیده است (فاطمیان، ۱۳۷۵). بدین منظور در فواصل زمانی معین میزان کاهش محتوای رطوبت (WL) و افزایش محتوای ماده خشک (SG) در نمونه‌های اسمزی شده طی ۱۸۰ دقیقه فرآیند اسمزی اندازه‌گیری و نسبت (Pr =WL/SG) تعیین گردید.

- **اندازه‌گیری قند کل موجود در نمونه‌ها و محلول‌های اسمزی**

جهت اندازه‌گیری میزان قندکل در نمونه‌ها و محلول‌ها درحین فرایند اسمزی از روش لین آینون استفاده می‌شود (پروانه، ۱۳۸۵).

- **اندازه‌گیری pH در نمونه و محلول اسمزی**

جهت بررسی روند تغییرات pH در نمونه‌ها و محلول‌های اسمزی از دستگاه pH متر آنالیتیک مدل Metrohm 691 استفاده می‌شود (پروانه، ۱۳۸۵).

- **تجزیه و تحلیل آماری**

داده‌های بدست آمده از مجموع آزمایشات انجام شده برمبنای طرح آماری در قالب آزمایش فاکتوریل کاملا" تصادفی به کمک نرم‌افزار Minitab-۱۶ مورد تجزیه و تحلیل قرارگرفته و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون دانکن صورت پذیرفته است. همه آزمایشات در ۳ تکرار انجام شده‌اند.

یافته ها

- **اثر تغییرات غلظت محلول اسمزی بر میزان جذب ماده خشک (SG) نمونه‌ها در انتهای فرایند اسمزی**

jftn.srbiau.ac.ir

مطابق نمودار ۱ میزان جذب ماده خشک نمونه‌ها در محلولی با غلظت ۵۰٪ وزنی/ وزنی برابر ۶/۵ گرم به ازای صد گرم نمونه است، درحالی‌که این میزان در محلولی با غلظت ۶۰٪ وزنی/ وزنی به ۸/۸ گرم به ازای صد گرم نمونه رسیده است. نتایج نشان می‌دهد که با افزایش غلظت محلول اسمزی، میزان نفوذ ماده خشک به درون بافت نمونه‌های اسمزی شده در انتهای فرایند اسمزی افزایش می‌یابد، که علت این امر افزایش شدت خروج رطوبت در دو نمونه مذکور می‌باشد.

- اثر تغییرات غلظت محلول اسمزی برکاهش محتوای رطوبتی (WL) نمونه‌ها در انتهای فرایند اسمزی

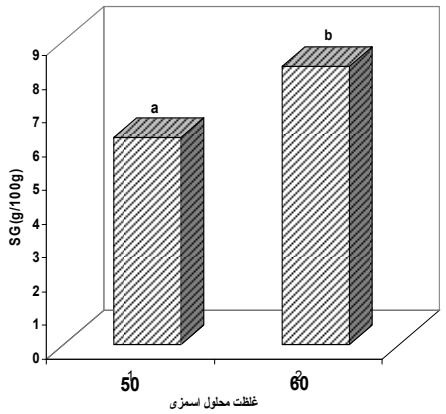
با توجه به نمودار ۲ میزان آب خروجی از بافت نمونه‌ها در محلولی با غلظت ۵۰٪ وزنی/ وزنی برابر ۳۰ گرم به ازای صد گرم نمونه اولیه و برای محلولی با غلظت ۶۰٪ وزنی/ وزنی برابر با ۳۳/۹ گرم به ازای صد گرم نمونه اولیه می‌باشد. نتایج بیانگر آنست که با افزایش غلظت محلول اسمزی میزان آب خروجی از بافت نمونه‌های اسمزی شده در انتهای فرایند اسمزی افزایش می‌یابد. که علت آن افزایش فشار اسمزی در خارج نمونه‌ها به علت افزایش غلظت محلول می‌باشد.

- اثر تغییرات غلظت بر نسبت کاهش محتوای رطوبت به افزایش ماده خشک نمونه در انتهای فرایند اسمزی

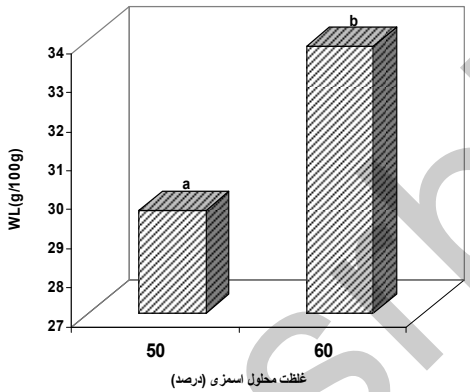
مطابق نمودار ۳ نسبت کاهش خروج رطوبت از بافت نمونه‌ها به افزایش میزان جذب ماده خشک از نمونه‌ها در محلول ۵۰٪ وزنی/ وزنی برابر ۷/۳۹ و این نسبت برای محلول ۶۰٪ وزنی/ وزنی برابر با ۶/۳۷ می‌باشد. که گویای آنست که با افزایش غلظت محلول اسمزی، کارایی فرآیند خشک‌کردن اسمزی یعنی نسبت کاهش خروج رطوبت ازبافت نمونه‌ها به افزایش میزان جذب ماده خشک از نمونه‌ها درانتهای فرایندااسمزی کاهش می‌یابد.

- اثر تعداد دفعات تغلیظ محلول بر میزان جذب ماده خشک (SG) نمونه‌ها در انتهای فرآیند اسمزی

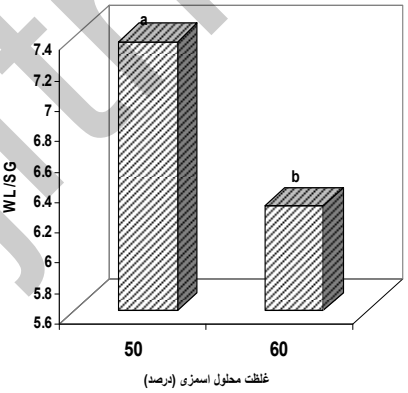
مطابق نمودار ۴ تعداد دفعات تغلیظ محلول برمیزان جذب ماده خشک نمونه در انتهای فرایند اسمزی روندی نزولی دارد. بطوری‌که این نسبت طی تغلیظ‌های متوالی از ۵/۲ گرم به ازای صد گرم نمونه اولیه به ۳/۴ گرم به ازای صدگرم نمونه اولیه کاهش می‌یابد. که بیانگر آنست که طی دفعات تغلیظ‌های متوالی محلول‌های اسمزی میزان جذب ساکارز به درون بافت نمونه‌ها کاهش می یابد.



نمودار ۱- اثرتغییرات غلظت بر افزایش محتوای ماده خشک نمونه در انتهای فرآیند اسمزی (گرم بر ۱۰۰ گرم نمونه اولیه)

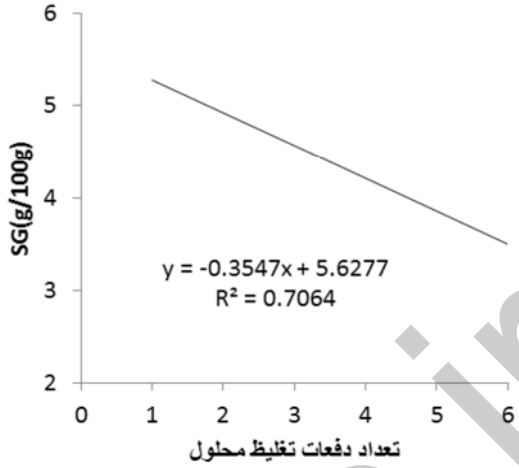


نمودار۲- اثرتغییرات غلظت بر کاهش محتوای رطوبتی نمونه در انتهای فرایند اسمزی (گرم بر۱۰۰گرم نمونه اولیه)



نمودار ۳- اثرتغییرات غلظت بر نسبت کاهش محتوای رطوبت به افزایش ماده خشک نمونه در انتهای فرایندااسمزی

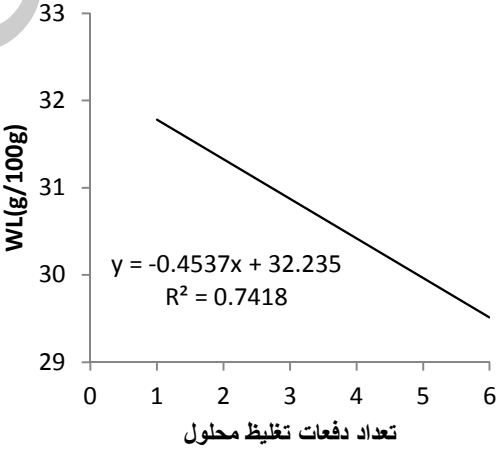
jftn.srbiau.ac.ir



نمودار ٤- اثر تعداد دفعات تغلیظ محلول بر میزان جذب ماده خشک نمونه ها در انتهای فرایند اسمزی

- اثرتعداد دفعات تغلیظ محلول برکاهش محتوای رطوبت (WL) نمونه‌ها درانتهای فرایند اسمزی

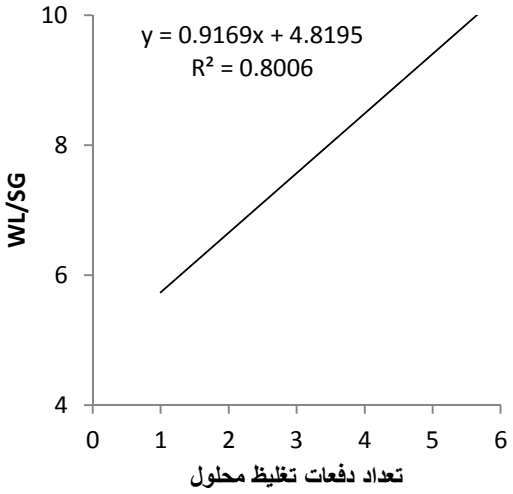
مطابق نمودار ۵ طی دفعات تغلیظ محلول، کاهش محتوای رطوبت نمونه‌ها در انتهای فرایند اسمزی روند نزولی دارد. بطوری‌که این نسبت طی تغلیظ‌های متوالی از ۳۱/۹ گرم در ازای صد گرم نمونه اولیه به ۲۹/۶ گرم در ازای صدگرم نمونه اولیه کاهش می‌یابد.



نمودار ٥- اثرتعداد دفعات تغلیظ محلول بر کاهش محتوای رطوبت نمونه ها درانتهای فرایند اسمزی

- اثرتعداد دفعات تغلیظ محلول بر نسبت کاهش محتوای رطوبت به افزایش میزان جذب ماده خشک نمونه‌ها در انتهای فرایند اسمزی

مطابق نمودار۵ طی دفعات تغلیظ متوالی محلول، نسبت کاهش محتوای رطوبت به افزایش میزان جذب ماده خشک نمونه‌ها در انتهای فرآیند اسمزی از ۵/۷ به ۹/۸ افزایش می‌یابد.



نمودار ٦- اثر تعداد دفعات تغلیظ محلول بر نسبت کاهش محتوای رطوبت به افزایش میزان جذب ماده خشک نمونه ها در انتهای فرایند اسمزی

بحث

گزارشات حوساین و همکاران نشان داد با افزایش غلظت محلول اسمزی محتوای مواد جامد موجود در موزهای اسمزی شده افزایش یافته است (Hossain *et al*., 2004). یافته‌های بدست‌آمده توسط فالاد و همکاران روی خشک کردن اسمزی هندوانه نیز یافته هایی مشابه را نشان می‌دهد که علت آن را افزایش نفوذپذیری غشا بیان می‌کنند (Falade *et al*., 2006).

مطابق مجموع نتایج بدست آمده دراین تحقیق با افزایش غلظت محلول اسمزی میزان نفوذ ماده خشک به درون بافت نمونه‌های اسمزی شده درانتهای فرایند اسمزی افزایش می‌یابد. این امربه این علت است که با افزایش غلظت محلول اسمزی، شدت خروج رطوبت افزایش یافته وباعث تغییرات خواص فیزیکی بافت شده و میزان نفوذ مولکول‌های جامد محلول، به ویژه ساکارز به فضای میان بافتی تشدید می‌شود. این یافته‌ها با یافته‌های Azoubel and Murr, 2003; Telis *et al*., 2003; Khin *et al*., 2005; Mayor *et al*., 2007 Garcia *et al*., 2006; Andrade *et al*., 2007; کاملا مطابقت دارند.

طبق مشاهدات آندراد و همکاران خروج بیشتر رطوبت درنمونه های جنیپای اسمزی شده با افزایش غلظت محلول اسمزی روی می‌دهد (Andrade *et al*., 2007). تلیس

jftn.srbiau.ac.ir

و همکاران نیز به نتایج مشابهی روی نمونه‌های گوجه فرنگی اسمزی شده دست یافتند (Telis *et al*., 2003).

برطبق بررسی‌های انجام شده با افزایش غلظت محلول اسمزی میزان آب خروجی از بافت نمونه‌های اسمزی شده در انتهای فرایند اسمزی افزایش می‌یابد. طی این فرایند در هر زمان خروج رطوبت از لایه‌های نازک در فضای میان بافتی و سطح میوه صورت می‌گیرد، که با افزایش غلظت محلول باعث افزایش فشار اسمزی درخارج نمونه‌ها و ایجاد تورم درغشا سلولی می‌شود، درنتیجه موجب خروج بیشتر آب از نمونه به درون محلول می‌گردد. Azoubel and Murr, 2003; Telis *et al*., 2003; Hossain *et al*., 2004; Khin *et al*., 2005; Mayor *et al*., 2006; Garcia *et al*., 2007 این نتایج را کاملا" تایید می کنند.

با افزایش غلظت محلول اسمزی کارایی فرآیند خشک کردن اسمزی یعنی نسبت کاهش خروج رطوبت از بافت نمونه‌ها به افزایش میزان جذب ماده خشک از نمونه‌ها در انتهای فرایند اسمزی کاهش می‌یابد. این کاهش نشان دهنده آن است که غلظت محلول اسمزی اثر افزایشی بیشتری برSG نسبت به WL دارد. Azoubel and Murr, 2003; Khin *et al*., 2005, 2007 نیز درگزارشات خود به نتایج مشابهی اشاره کردند.

بررسی‌های به عمل آمده در این تحقیق بیانگر این واقعیت است که با افزایش تعداد دفعات تغلیظ‌های متوالی محلول‌های اسمزی میزان جذب ساکارز به درون بافت نمونه‌ها و به تبع آن میزان SG کاهش می‌یابد (نمودار ۴). این امر می‌تواند به تغییرات pH محلول‌ها و نمونه‌های اسمزی در خلال فرایند مربوط باشد. زیرا بررسی‌های انجام شده در جریان این تحقیق نشان می‌دهند که با افزایش تعداد دفعات تغلیظ محلول، به‌همراه کاهش pH محلول‌های اسمزی، میزان pH نمونه‌ها افزایش می‌یابد، که خود می‌تواند نفوذپذیری بافت رانسبت به مولکول‌های ساکارز افزایش داده واثر تشدیدکننده‌ای بر میزان SG داشته باشد.

همچنین نتایج این تحقیق نشان می‌دهند که افزایش تعداد دفعات تغلیظ محلول‌های اسمزی بر میزان خروج رطوبت از نمونه‌ها (WL) اثری کاهشی داشته است (نمودار ۵). درحقیقت کاهش pH به همراه افزایش ویسکوزیته محلول درخلال تغلیظ‌های متوالی عامل موثری در کاهش روند خروج رطوبت از درون بافت نمونه‌ها بوده است.

نیز در جریان ارزیابی کارایی فرایند آبگیری اسمزی (WL/SG) مشخص گردید که افزایش تعداد دفعات تغلیظ محلول اسمزی، این پارامتر را افزایش می‌دهد (نمودار ۶). درحقیقت استفاده مجدد از محلول‌های اسمزی تا پنج بار در شرایط این پروژه میزان کارایی فرایند مذکور را به نحو موثری افزایش داده است.

نتیجه‌گیری

غلظت محلول اسمزی بر میزان جذب ماده خشک به درون بافت نمونه‌های اسمزی شده (SG) و مقدار رطوبت خارج شده از نمونه‌ها (WL) در انتهای فرآیند اسمزی اثر افزایشی دارد.

با افزایش غلظت محلول اسمزی کارایی فرایند آبگیری (WL/SG) در انتهای فرآیند اسمزی کاهش می‌یابد. این کاهش بدان علت است که اثر افزایشی غلظت محلول اسمزی بر میزان SG در مقایسه با WL بیشتر بوده است.

همچنین طی دفعات تغلیظ محلول، میزان خروج رطوبت از بافت نمونه‌ها در انتهای فرایند اسمزی کاهش می‌یابد و این کاهش با افزایش غلظت محلول، افزایش می‌یابد. که علت را می‌توان اینگونه بیان کرد که افزایش غلظت محلول، باعث افزایش فشار اسمزی در خارج نمونه‌ها و در نتیجه خروج بیشتر آب از نمونه به درون محلول می‌شود. نیز با افزایش تعداد دفعات تغلیظ محلول، کارایی فرایند آبگیری در انتهای فرآیند اسمزی افزایش می‌یابد.

در نهایت از مجموع بررسی‌های به عمل آمده مشخص گردید که با اعمال تغلیظ‌های متوالی و استفاده‌های مجدد از محلول‌های اسمزی طی پنج بار، کارآیی فرآیندآبگیری اسمزی افزایش یافته است. بدیهی است این امر به ارتقاء مدیریت محلول‌های اسمزی کمک خواهد کرد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، که تمام امکانات لازم جهت انجام این مطالعه را فراهم نموده است، سپاسگزاری می شود.

jfn.srbiau.ac.ir

منابع

پروانه، و. (۱۳۸۵). کنترل کیفی و آزمایش‌های شیمیایی مواد غذایی، انتشارات دانشگاه گیلان.

فاطمیان، ح. و کلباسی، ا. (۱۳۸۰). تاثیر ویژگی‌های فرایند اسمزی بر خصوصیات کیفی برگه‌های سیب زرد لبنانی. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۳۲ ، شماره۴، ۸۴۵– ۸۳۵.

کلباسی، ا. و فاطمیان، ح. (۱۳۷۹). بررسی عوامل موثر درسرعت فرآیند خشک کردن اسمزی سیب رقم گلدن. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۳۱، شماره ۲، ۳۷۲–۳۸۲ .

Andrade, S. A. C., Neto, B. B., Salgado, S. M. & Guerra, N. B. (2007). Influence of edible coatings in the reduction of solids uptake in osmotically dehydrated Jenipapos. Food Science and Technologies, 27, 39 - 43.

Azoubel, P. M. & Murr, F. E. X. (2003). Mass transfer kinetics of osmotic dehydration of cherry tomato. Journal of Food Engineering, 61, 291–295.

Falade, K. O., Igbeka, J. C. & Ayanwuyi, F. A. (2006). Kinetics of mass transfer and color changes during osmotic dehydration of watermelon. Journal of Food Engineering, 80, pp. 979–985.

Garcia, C. C., Mauro, A. M. & Kimura, M. (2007). Kinetics of osmotic dehydration and air-drying of pumpkins (Cucurbita moschata). Journal of Food Engineering, 82, 284–291.

Garcıa-Martınez, E., Martınez–Monzo, J., Camacho, M. M. & Martınez-Navarrete, N. (2002). Characterization of reused osmotic solution as ingredient in new product formulation. Food Research International, 35, 307–313.

Helpin, L. & Hosahalli, S. R. (2005). Osmotic dehydration. International Journal for Reviews in Postharvest Biology and Technology.

http://www.stewatpostharvest.com.stewatpostharvest.

Hussain, I., Iqbal, M. & Ayub, N. (2004). Effect of Sucrose and Glucose Mixture on the Quality Characteristics of Osmotically Dehydrated Banana Slices. Pakistan Journal of Nutrition, 5, 282-284.

Karel, M. (1975). Dehydration of foods. In "Principle of Food Science.Part2.Physical principles of Food Preservation ".O.R. Fennema (Editor). Marcel Dekker Pub, New York.

Khin, M. M., Zhou, W. & Perera, C. (2005). Development in the Combined Treatment of Coating and Osmotic Dehydration of Food. International Journal of Food Engineering, 1.

Khin, M .M., Zhou, W. & Yun Yeo, S. (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.

Lenart, A. (1996). Osmo- convective drying of fruit and vegetable: Technology and application. Drying Technology, 14 (2), 391-413.

Mayor, L., Moreria, R., Chenlo, F. & Sereno, A. M. (2006). Kinetics of osmotic dehydration of pumpkin with sodium chloride solution. Journal of Food Engineering, 74, 253-262.

Mayor, L., Sereno, A. M., Moreira, R. & Chenlo, F. (2004). Dehydration of pumpkin using salt as osmotic agent: evolution of water and salt coefficients of diffusion. International Drying Symposium, 2157 – 2164.

Mohsenin, N. N. (1986). Physical properties of plant and animal materials, Vol. 1. Gordon and Breach Science Publ., New York, NY, USA.

Peiro, R., Dias, V. M. C., Camacho, M. M. & Martınez-Navarrete, N. (2005). Micronutrient flow to the osmotic solution during grapefruit osmotic dehydration. Journal of Food Engineering,74, 299–307.

Rastogi, N. K. & Raghavarao, K. S. M. S. (2003). Mass transfer during osmotic dehydration of pineapple: considering Fickian diffusion in cubical configuration. Lebensm.-Wiss.u.-Technology, 37, 43–47.

Telis, V. R. N., Murari, R. C. B. D. L. F. & Yamashita, B. (2003). Diffusion coefficients during osmotic dehydration of tomatoes in ternary solutions. Journal of Food Engineering, 253–25.

Viberg, U., Freuler, S., Gekas, V. & Sjohlm, I. (1998). Osmotic pretreatment of strawberries and shrinkage effects. J.Food Engineering, 35, 135-145.

jfnr.srbiau.ac.ir