مجله مهندسی بیوسیستم ایران
دوره ۳۹، شماره ۱، ۱۳۸۷ (۱۳۹-۱۳۳)

بررسی تأثیر پیش فرآیند اسمزی بر ویژگی های بافتی و ریزساختاری گوجه فرنگی خشک شده با هوا

زهرا امام جمعه*[۱]، مریم طهماسبی[۲]، میرخلیل پیروزی فرد[۳] و غلامرضا عسگری[۴]
۱، ۴، دانشیار و دانشجوی دکتری پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
۲، ۳، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه
(تاریخ دریافت: ۸۶/۹/۲۴- تاریخ تصویب: ۸۷/۸/۱)

چکیده

در این مطالعه از گوجه فرنگی واریته روما تهیه شده از بازار میوه ورامین برای تیمار اسمزی استفاده شد. گوجه فرنگی‌ها پس از برش به ٤ قسمت در محلول اسمزی حاوی ساکارز و کلرید سدیم با ٦ سطح غلظت متفاوت (۳۰ تا٤۰ درصد ساکارز و ۵ تا ۱۰ درصد نمک) و در ٦ زمان مختلف (۱۵ تا ۲٤۰ دقیقه) تحت تیمار آبگیری اسمزی قرار گرفتند. فرایند در شرایط دمایی ثابت (۲ ± ۳۰ ^{o}C)، نسبت میوه به محلول ۱به۱۰ و همزدن مغناطیسی با سرعت ۱۵۰ دور در دقیقه، انجام گرفت. پس از رسیدن به مقدار مشخص حذف آب و جذب مواد جامد دو محلول با سطح غلظت و مدت زمان تیمار مشخص انتخاب شدند. نمونه‌های اسمز شده نهایی توسط دو محلول اسمزی (که شامل ۵٪ نمک-٤۰٪ ساکارز و ۱۰٪نمک-٤۰٪ ساکارز بودند) انتخاب شده و پس از خشک کردن با خشک کن هوای داغ، توسط دستگاه بافت سنج و میکروسکوپ الکترونی، مورد ارزیابی قرار گرفتند. در مقایسه بافت و ریزساختار نمونه‌هایی که تحت پیش فرایند اسمزی قرار گرفته بودند با نمونه‌های شاهد که بدون پیش فرایند اسمزی خشک شده بودند، مشخص شد که اعمال پیش فرایند اسمزی موجب نرمتر شدن بافت و همچنین با جلوگیری از تخریب گسترده ساختار سلولی باعث کاهش چروکیدگی محصول خشک شده می‌شود.

واژه‌های کلیدی: **گوجه فرنگی، آبگیری اسمزی، حذف آب، جذب مواد جامد، بافت‌سنجی، خشک کردن با هوا**

مقدمه

امروزه گوجه فرنگی هم به صورت تازه و هم به صورت کنسرو در تولید آب گوجه فرنگی، رب، کچاب و پوره به مقدار زیادی مصرف می‌شود (۲و۳). داشتن ترکیبات غذایی ارزشمند و نقش تغذیه‌ای مهم، گوجه فرنگی را یکی از عمده‌ترین محصولات کشت شده در جهان ساخته است بطوریکه با داشتن بیش از سه میلیون هکتار سطح زیر کشت، تولید جهانی آن بنابر گزارش FAO (۲۰۰۳) به ۱۰۸ میلیون تن رسیده است (۹). در ایران نیز با توجه به وضعیت مناسب آب و هوایی و تابش مناسب نور خورشید، گوجه‌فرنگی با عطر و طعم بسیار خوبی تولید می‌شود که می‌تواند به راحتی با گوجه فرنگی تولید شده در کشورهای اروپایی رقابت کند (۱).

عملیات حذف آب و پروسه آبگیری یک فرایند مهم در صنایع فرآوری مواد غذایی است، که با کاهش فعالیت آبی (a_w)، موجب پایداری ماده غذایی می‌گردد. فرایند

* نویسنده مسئول: زهرا امام جمعه تلفن: ۰۹۱۲-۳۰۰۰۰۸۵ E-mail: emamj@ut.ac.ir

آبگیری اسمزی به عنوان یک پیش فرایند، قبل از تیمارهای اصلی خشک کردن، مایکروویو، انجماد، سرخ کردن، کنسرو کردن و سایر روشهای نگهداری بکار می‌رود. هدف اصلی آبگیری اسمزی انتقال آب به بیرون از بافت در زمان کوتاهتر و بدون تغییر فاز، به حداقل رساندن صدمه به بافت سلولی در طول فرایند، اصلاح کیفیت محصول نهایی، بهبود ویژگیهای بافتی، کاهش چروکیدگی، کاهش هزینه انرژی و حتی فرموله کردن محصولات نهایی می‌باشد. در این روش برای کاهش رطوبت ماده غذایی از محلول‌های غلیظ (مانند محلولهای قندی، نمک طعام، سوربیتول، گلسیرول و.....) استفاده می‌شود (۵). بکارگیری فرایند اسمزی به عنوان یک مرحله میانی قبل از خشک کردن یا انجماد جهت کاهش حجم محصول، افزایش ماندگاری و حفظ کیفیت محصول پیشنهاد می‌شود. همچنین فرایند آبگیری اسمزی یک تکنیک جالب توجه در تولید غذاهای با رطوبت متوسط است (۹). جذب مواد محلول در طول آبگیری اسمزی منجر به تشکیل یک لایه غلیظ جامد در سطح میوه می‌شود، که از خروج آب جلوگیری می‌کند. نفوذ مواد محلول با غلظت مواد محلول نسبت مستقیم و با اندازه مولکول‌ها نسبت عکس دارد. این فرایند در درجه حرارت پایین (حدود۳۰ درجه) انجام می گیرد (۶).

از سال ۱۹۶۶ که اولین مطالعه علمی بر روی تیمار اسمزی در فراوری میوه‌ها توسط پونتینگ و همکاران انجام گرفت، تا کنون مطالعات متعددی در سرتاسر دنیا در زمینه تأثیر فرایند اسمز به عنوان یک مرحله مقدماتی و بررسی خصوصیات محصول نهایی توسط محققین مختلف انجام شده است (۷). بارات و همکاران (۲۰۰۱) با بررسی انواع مختلف محلولهای اسمزی و مقایسه آنها به این نتیجه دست یافتند که در محلولهای اسمزی حاوی عوامل مختلف اسمزی نظیر کلرید سدیم و ساکارز یا گلوکز (محلول سه گانه) در مقایسه با محلولهای دوگانه (فقط آب و نمک یا آب و ساکارز) مقدار آب بیشتری از بافت ماده غذایی خارج می‌شود (۶). فرناندو و اسپیس نیز در سال ۲۰۰۳ انتقال جرم در بافت توت فرنگی در طول تیمار اسمزی را مطالعه کردند. در این بررسی عنوان شد که با افزایش غلظت محلول ساکارز، به دلیل جانشین شدن آب خارج شده از بافت با ساکارز جذب شده، چروکیدگی سلولها کاهش می یابد (۸).

تلیس و موراری در سال ۲۰۰۴ طی مطالعه ای در خصوص ضرایب نفوذ در طول آبگیری اسمزی گوجه فرنگی به وسیله محلول‌های چندگانه، نشان دادند که با افزایش غلظت نمک و ساکارز، میزان حذف آب و جذب مواد محلول افزایش می یابد و البته میزان افزایش در حذف آب بیشتر از افزایش در جذب نمک بوده است. در حالیکه افزایش غلظت ساکارز منجر به کاهش انتشار آب شد. در این مطالعه نفوذ ساکارز با کاهش غلظت نمک افزایش می یافت (۱۱). آزوبل و مور (۲۰۰۴) کنتیک انتقال جرم در طول آبگیری اسمزی گوجه فرنگی رقم چری[1] را مورد مطالعه قرار دادند. در تیمار انجام شده، افزایش ساکارز در محلول اسمزی موجب جلوگیری از نفوذ نمک به داخل میوه گردید (۴). والری وهمکاران (۲۰۰۵) نیز انتقال مواد را در طول آبگیری اسمزی گوجه فرنگی و پیاز بررسی کردند. در این مطالعه آبگیری از گوجه فرنگی با استفاده از محلول ۶۰٪ ساکارز و محلول ۳۰٪ نمک و محلول مخلوط ساکارز و نمک (۴۵/۱۵) مورد بررسی قرار گرفت و نشان داده شد که با بکارگیری محلول مخلوط نمک و ساکارز، حذف آب افزایش یافته و نفوذ نمک به درون بافت، بهتر کنترل می‌شود (۱۷). در تحقیق دیگری شای و همکاران در سال ۱۹۹۷ تاثیر پوست گوجه فرنگی در آبگیری اسمزی و روش‌های کاهش این تاثیر را با استفاده از ترکیبات شیمیایی مورد بررسی قرار دادند (۱۱). در مطالعات انجام گرفته تاثیر بکار گیری محلول های مرکب بر ضریب نفوذ و همچنین میزان آبگیری مد نظر بوده و کمتر به تاثیر محلول های اسمزی بر عوامل کیفی به خصوص بافت محصول پرداخته شده است (۱۶). بنابراین در این تحقیق، اثر بکارگیری محلول‌های اسمزی مرکب بر میزان آبگیری اسمزی گوجه فرنگی و نقش آن درکاهش زمان فرایند خشک کردن و اثرات منفی خشک کردن با هوای داغ در سخت شدن پوسته و بافت محصول خشک شده و نیز تاثیر این مواد بر روی ساختار میکروسکوپی و رابطه تغییرات میکروسکوپی و بافتی محصول خشک شده، مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

مواد

آزمایشات مربوط به این پروژه در فصل تابستان که

1. Cherry tomato

بیشترین مقدار برداشت گوجه در استان تهران صورت می گیرد، انجام شد. گوجه های بیضوی (تخم مرغی شکل) واریته روما که مربوط به زمین‌های کشاورزی ورامین بودند، خریداری گردید. گوجه‌های واریته روما نسبت به واریته‌های کروی و سایر انواع گوجه دارای بافت گوشتی و سفت تر با میزان آب کمتر هستند که آنها را برای خشک کردن مناسب می‌سازد.

ساکارز و کلرید سدیم مورد استفاده در تمام تیمارهای اسمزی از شرکت مرک آلمان (Merck) تهیه شدند.

روش‌ها

آماده سازی محلول

محلول اسمزی به صورت یک محلول سه گانه متشکل از ساکارز، کلرید سدیم و آب مقطر برای ۳۰ تیمار اسمزی مختلف ویک محلول دوگانه متشکل از کلرید سدیم و آب مقطر برای ۶ تیمار اسمزی تهیه شد. سطوح مختلف غلظت برای ۳۶ تیمار اسمزی انجام گرفته درجدول زیر آمده است. غلظت محلول‌ها به صورت وزنی/ حجمی است.

جدول ۱- مشخصات محلول‌های اسمزی مورد استفاده

شماره محلول	ساکارز %	% NaCl
S_1	۳۰	۵
S_2	۳۰	۱۰
S_3	۴۰	۵
S_4	۴۰	۱۰
S_5	۳۰	۱۵
S_6	----	۱۵

محلول‌های S_1 تا S_6 با سطوح غلظت متفاوت، هر کدام در زمان‌های ۱۵، ۳۰، ۶۰، ۱۲۰، ۱۸۰، ۲۴۰ دقیقه تحت بررسی قرار گرفته‌اند که در نهایت ۳۶ تیمار اسمزی انجام شد.

آماده سازی نمونه‌های گوجه فرنگی

گوجه فرنگی‌ها با رنگ و رسیدگی یکنواخت انتخاب شده و ۲۴ ساعت قبل از انجام آزمایش در دمای اتاق ^{o}C ۲۵ قرار گرفتند، در شروع کار گوجه‌ها به چهار قسمت برش خوردند. کلیه برشهای گوجه فرنگی به طور متوسط دارای وزن در حدود۲ ± ۱۷ گرم بودند.

مرحله آبگیری اسمزی

برش‌های گوجه فرنگی با رطوبت متوسط ۹۴٪، پس از توزین و علامت‌گذاری به درون محلول اسمزی منتقل شدند. نسبت محلول به میوه (درحدود ۱۰ به ۱) رعایت شد. فرایند در دمای ۲ ±۳۰ درجه سانتیگراد و سرعت همزنی ۱۵۰ دور در دقیقه انجام شد. پس از طی شدن زمان مربوط به مرحله آبگیری اسمزی که شامل (۱۵، ۳۰، ۶۰، ۱۸۰، ۲۴۰ دقیقه) بود (۱۱)، برش‌های گوجه فرنگی از درون محلول خارج شده و برای حذف محلول باقیمانده بر روی سطح برش خورده نمونه‌ها، توسط آب مقطر شسته شد. پس از شستشو و حذف رطوبت سطحی توسط کاغذ خشک‌کن، نمونه‌ها دوباره توزین شدند. در این مرحله برای تعیین وزن خشک، نمونه‌ها در آون ^{o}C ۸۰ به مدت ۴ تا ۵ ساعت برای رسیدن به وزن ثابت قرار می‌گیرند. به همراه نمونه‌های آبگیری شده، یک نمونه شاهد که تحت تیمار اسمزی قرار نگرفته است نیز برای اندازه گیری درصد ماده خشک درون آون قرار می‌گیرد. سعی شد تا نمونه شاهد از همان گوجه فرنگی که ۳ برش آن تحت تیمار اسمزی قرار گرفته است، باشد. به این ترتیب برای هر تیمار اسمزی ۳ تکرار به همراه یک نمونه شاهد وجود داشت. پس از اینکه نمونه‌های آون به وزن ثابت رسیدند، وزن نهایی آنها ثبت شد.

آزمایشات کمی و کیفی

با استفاده از داده های بدست آمده از توزین نمونه‌ها در طول فرایند، وزن خشک نهایی بدست آمده از آون و فرمولهای ۱ و ۲ به ترتیب می‌توان میزان آبگیری (Water loss) و میزان جذب مواد جامد (Solid gain) را محاسبه کرد (۶):

$$WL=\frac{\text{وزن نمونه بعد از اسمز ـ وزن اولیه نمونه}}{\text{وزن اولیه نمونه}}\times ۱۰۰ + SG$$

$$SG=\frac{\text{(وزن خشک شاهد – وزن خشک نمونه بعد از اسمز)}}{\text{وزن اولیه نمونه}}\times ۱۰۰$$

خشک کردن با هوای داغ

به منظور مقایسه نمونه‌های حاصل از اسمز با نمونه‌های خشک شده با روش‌های رایج، برشهای گوجه فرنگی که مرحله اسمزی را طی کرده‌اند، به همراه نمونه گوجه فرنگی تازه (شاهد) در یک خشک کن خانگی طبقه‌ای مخصوص میوه با دمای حدود ۷۰ درجه سانتی گراد (به مدت۳ ساعت

برای نمونه‌های اسمز شده و ۶ ساعت برای نمونه شاهد که زمان لازم رسیدن به رطوبت ۲۰٪ (رطوبت نهایی برگه گوجه فرنگی خشک شده) خشک شدند.

بررسی بافت

کیفیت بافت و سفتی گوجه فرنگی (خشک شده به روش اسمزی یا شاهد با رطوبت ۲۰٪) با استفاده از دستگاه اینسترون مدل هانسفیلد انگلستان[1] به روش تست نفوذ[2] و پراب میله ای با قطر ۶/۴ میلیمتر انجام گرفت.دامنه کشش[3] معادل ۵ میلی متر و سرعت پراب ۲۰ میلیمتر در دقیقه تنظیم شد (۸).

ارزیابی میکروسکوپی

با استفاده از میکروسکوپ الکترونی مدل فیلیپس ایکس- ال- ۳۰ (هلند)[4]، ساختار میکروسکوپی برشهای تیمار شده اسمزی و همچنین نمونه شاهد (گوجه فرنگی تازه) مورد بررسی قرار گرفت (۶).

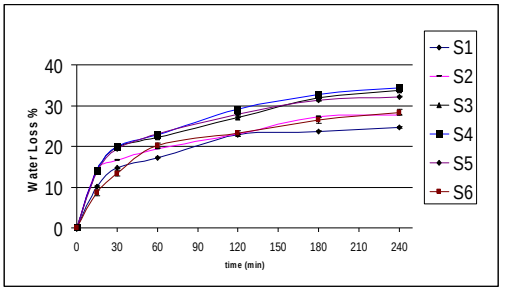
تجزیه و تحلیل آماری

به این منظور ازطرح فاکتوریل در قالب بلوک کاملا تصادفی با دو فاکتور زمان (در ۷ سطح) و غلظت (در ۶ سطح) و در سه تکرار استفاده شد. به منظورآنالیز واریانس داده‌ها و نیز آزمون دانکن، از نرم‌افزارMSTATC استفاده شد. کلیه نمودارها نیز بااستفاده از نرم افزار EXCEL رسم شد.

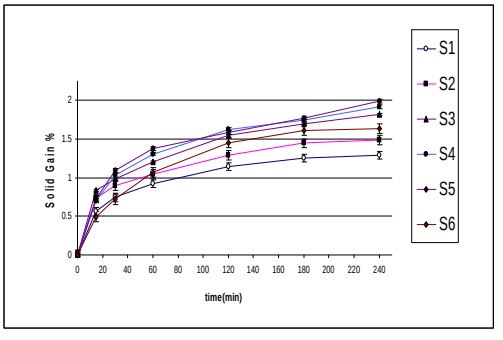
نتایج و بحث

بررسی اثر زمان بر روی میزان آبگیری و جذب مواد جامد محلول

در آغاز پروسه تیمار اسمزی سرعت آبگیری و جذب مواد جامد محلول بالاست. این امر ناشی از اختلاف بیشتر فشار اسمزی بین محلول اسمزی و فضای درون سلولی و مقاومت کمتر در برابر انتقال جرم می‌باشد (۱۲، ۱۳). با گذشت زمان سرعت آبگیری و جذب مواد جامد محلول کاهش می یابد و با تغلیظ لایه حاصل از مواد جامد در زیر سطح ماده غذایی گرادیان غلظت بین محلول و ماده غذایی تغییر یافته و نیروی محرکه جریان آب کاهش می‌یابد. برای تعیین بهترین زمان منحنی‌های (۱) و (۲) مربوط به WL و SG برای محلولهای S_1 تا S_6 در زمانهای ۱۵،۱۲۰،۶۰،۳۰، ۱۸۰ و ۲۴۰ دقیقه رسم شد.



شکل ۱- نمودار میزان آبگیری در زمان‌های مختلف در محلولهای S1 تا S6 (میانگین دامنه خطا یا sd = ۱,۹۴٪)



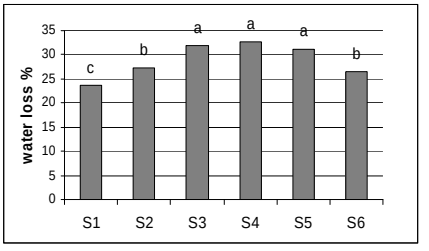
شکل ۲- نمودار میزان جذب مواد محلول در زمان های مختلف در محلولهای S_1 تا S_6 (میانگین دامنه خطا یا sd = ۰/۵۷٪)

همانطور که در شکل‌ها دیده می‌شود، در شروع تیمار اسمزی در زمانهای اولیه تا ۱۲۰ دقیقه سرعت آبگیری بالاست و منحنی به صورت صعودی حرکت می کند، اما پس از زمان ۱۸۰ دقیقه، میزان آبگیری به یک حالت تقریبا ثابت رسیده و زمان طولانی تر تاثیر چندانی در میزان آبگیری ندارد و البته در زمان بالاتر میزان جذب مواد جامد محلول بیشتر شده که این افزایش نامطلوب است.

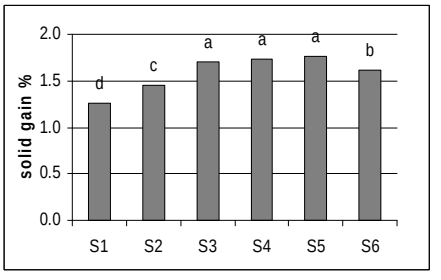
بررسی اثر افزایش غلظت محلول بر روی میزان آبگیری و جذب مواد جامد محلول

اثر افزایش غلظت ساکارز و نمک در محلول اسمزی برای تیمار در زمان ۱۸۰ دقیقه در شکلهای (۳) و (۴) نشان داده شده است.

1. Instrone. Hansfield. Hsks. England
2. Penetration
3. Extension Range
4. Scanning Electron Microscope (SEM).X-L-30. Netherlands.



شکل ۳- نمودار میزان آبگیری در زمان ۱۸۰ دقیقه در محلولهای S_1 تا S_6

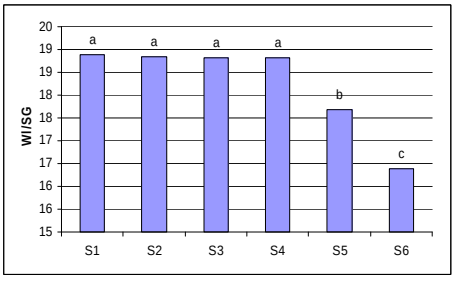


شکل ۴- نمودار میزان جذب مواد جامد محلول در زمان ۱۸۰ دقیقه در محلولهای S_1 تا S_6

در شکل‌های (۳) و (۴) میزان آبگیری و جذب مواد جامد محلولهای مختلف از نظر سطح غلظت در زمان ۱۸۰ دقیقه نشان داده شده‌اند. نمودارها نشان می‌دهند که با افزایش غلظت نمک و قند، میزان آبگیری و جذب مواد جامد محلول افزایش می‌یابد. ازآنجاییکه عامل اسمزی با وزن ملکولی کمتر، منجر به حذف بیشتر آب می‌شود. افزایش غلظت نمک که وزن ملکولی کمتری نسبت به ساکارز دارد، نیز به WL بیشتری منجر می‌شود، اما در کنار آن جذب مواد جامد محلول نیز افزایش می یابد. به طوریکه محلول S_6 با مقدار ۱۵٪ نمک و بدون حضور ساکارز دارای مقدار جذب مواد جامد بیشتری نسبت به محلول S_1 با ۳۰٪ ساکارز و ۵٪ نمک می‌باشد.

انتخاب محلول اسمزی مناسب

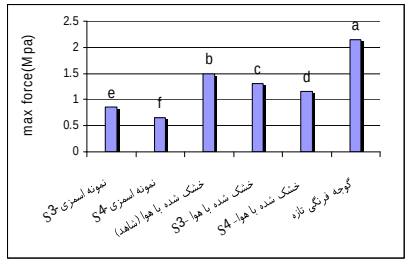
با مشاهده شکل (۵) و توجه به نتایج حاصله در قسمتهای قبلی می توان نتیجه گرفت با افزایش غلظت مواد اسمزی (ساکارز و نمک) میزان آبگیری و جذب مواد جامد محلول افزایش می یابد. در شکل (۵) نسبت حذف آب به جذب مواد جامد (WL/SG) در محلول‌های اسمزی در زمان ۱۸۰ دقیقه نشان داده شده است. هرچه نسبت WL به SG عدد بزرگتری باشد، فرایند کارایی بیشتری داشته واقتصادی تر است. از مشاهده نمودار ها می‌توان دریافت که S_4 و S_3 محلول های مناسبی از لحاظ سطح غلظت و میزان آبگیری هستند.



شکل ۵- نمودار نسبت میزان آبگیری به جذب مواد محلول در محلولهای S_1 تا S_6 در زمان ۱۸۰ دقیقه

ارزیابی استحکام بافت

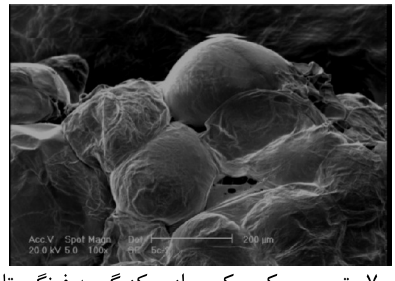
نمونه‌های اسمز شده به وسیله محلول S_3 و S_4، گوجه فرنگی شاهد تازه و خشک شده برای بررسی استحکام بافت در دستگاه اینسترون قرار گرفتند. میزان نیروی لازم برای نفوذ پراب میله‌ای به داخل نمونه تا عمق ۲/۵ میلی متر در شکل(۶) نشان داده شده است. همانطور که در شکل دیده می‌شود، در گوجه فرنگی تازه بیشترین نیرو برای نفوذ به کار برده شده است. گوجه فرنگی تیمار شده با محلول S_3 مقاومت بیشتری نسبت به گوجه فرنگی اسمز شده با محلول S_4 نشان داده است که به میزان علظت کمتر نمک در نمونه‌های اسمزی S_3 مربوط می‌شود و نشان می‌دهد که تیمار اسمزی شدیدتر مقاومت و سفتی بافت را کاهش می دهد، و البته در مقایسه با گوجه شاهد می توان گفت اعمال تیمار اسمزی نیز موجب کاهش استحکام محصول می‌گردد. در نمونه‌های خشک شده به علت کاهش یافتن میزان آب نمونه، مقاومت بافت بالا رفته است، اما به علت تخریب بافت و از بین رفتن ساختار سلولها، مقاومت آنها نسبت به نمونه گوجه تازه کمتر است. در بین نمونه‌های خشک شده، بافت نمونه شاهد مقاومت و سفتی بیشتری نسبت به نمونه‌های اسمزی از خود نشان داده است. نتایج بدست آمده تقریبا با نتایج سایر محققین که بر روی محصولات دیگری مانند سیب‌زمینی، هلو، توت فرنگی و کیوی مطالعه کرده‌اند مطابقت دارد (۴، ۷، ۱۰، ۱۴).



شکل ۶- میزان بیشینه نیروی مورد نیاز برای نفوذ پراب دستگاه اینستران به درون نمونه‌های گوجه فرنگی

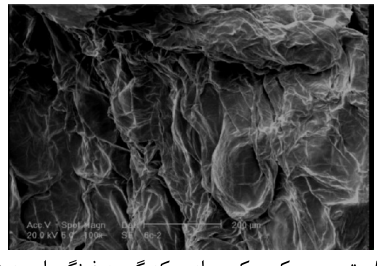
ارزیابی ریزساختارها

در بررسی تصویر میکروسکوپی سطح مقطع نمونه‌های گوجه فرنگی نیز نتایج زیر بدست آمده: در شکل ۷ تصویر سطح مقطع برش گوجه فرنگی تازه، ساختار سلولی سالم مشاهده می‌شود.

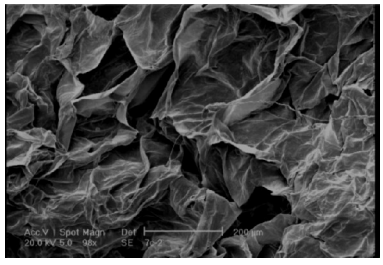


شکل ۷- تصویر میکروسکوپی از مرکز گوجه فرنگی تازه

شکل ۸ و ۹ تصویر چروکیده همان سلولها را در نمونه‌های اسمزی S_3 و S_4، نشان می‌دهد که در آن شکل سلول کم و بیش حفظ شده است. البته حفره‌هایی ناشی از خروج آب از بافت به وجود آمده‌اند. با مشاهده شکل ۹ مشخص می‌شود که در تیمار اسمزی S_4 تعداد حفره‌ها نسبت به تیمار S_3 بیشتر است و چروکیدگی مرکز نمونه بیشتر است.



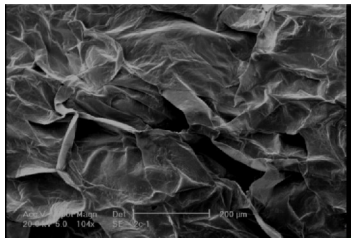
شکل ۸- تصویر میکروسکوپی از مرکز گوجه فرنگی اسمز شده با محلول اسمزی S_3



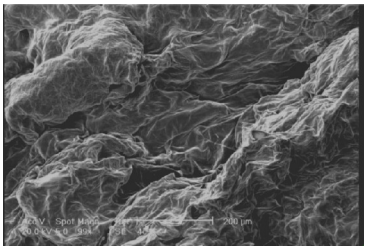
شکل ۹- تصویر میکروسکوپی از مرکز گوجه فرنگی اسمز شده با محلول اسمزی S_4

شکلهای ۱۰ و ۱۱ مرکز نمونه گوجه فرنگی اسمزی خشک شده با هوای داغ را نشان می دهد که تعداد زیاد حفره ها و ساختار کم و بیش سالم سلولها در شکل مشخص است. با وجود چروکیدگی منافذ در این نمونه‌ها دیده می‌شود. درشکل ۱۲ نمونه شاهد خشک شده با هوای داغ نشان داده شده است. چروکیدگی سلولها و روی هم افتادن لایه ها به نحوی است که کمتر حفره ای را می توان یافت و بافت کاملاً چروکیده و دارای شکاف ناشی از روی هم افتادن لایه‌هاست. با مقایسه شکل ۱۲ با شکلهای ۱۰ و ۱۱ می‌توان دریافت که صرفنظر از نوع محلول، پیش فرایند اسمزی تا اندازه زیادی توانسته با جلوگیری از آسیب گسترده بافتی، چروکیدگی را به میزان قابل توجهی کاهش دهد.

شکل ۱۰- تصویر میکروسکوپی از مرکز گوجه فرنگی اسمزی S_3 و خشک شده با هوای داغ



شکل ۱۱- تصویر میکروسکوپی از مرکز گوجه فرنگی اسمزیS_4 و سپس خشک شده با هوای داغ



شکل ۱۲- تصویر میکروسکوپی از مرکز گوجه فرنگی شاهد خشک شده با هوای داغ

نتیجه گیری

کاربرد محلول سه گانه آب/ نمک/ ساکارز در فرایند آبگیری اسمزی برشهای گوجه فرنگی کارایی مناسبی از خود نشان داد. افزایش میزان آبگیری با افزایش سطح غلظت محلولها ارتباط مستقیم دارد و همزمان با آن میزان جذب مواد جامد نیز افزایش می‌یابد. بررسی بافت نمونه‌های اسمزی نشان داد که فرایند اسمزی مقاومت و استحکام بافت را کاهش می‌دهد، که این کاهش مقاومت با افزایش غلظت محلول اسمزی رابطه مستقیم دارد. تصاویر میکروسکوپی نشان می‌دهد که با افزایش غلظت محلول اسمزی، به دلیل بیشتر شدن میزان آبگیری، چروکیدگی بافت افزایش می یابد.

REFERENCES

1. Khatib Damavandi M., 1982. Autonomy in Agriculture, Agricultural Jihad Press, Tehran, Iran.
2. Moshar M., 1992, Tomato and its products, Movahhed Press, Tehran, Iran.
3. Holdsworth S. D. 1975, Principles of processing and preservation of fruits and vegetables, Translated by Shahedi M. and Kadivar M., Arkan Press, Isfahan, Iran.
4. Azarakhsh N., and Emam-Djomeh Z. 2004. An evaluation of osmotic dehydration effect on the qualitative properties of French fries, Iranian J. Agric. Sci. Vol. 35 (4), (955-963)
5. Azoubel P. M. and Murr, F. E. X. (2004). Mass transfer kinetics of osmodehydration of cherry tomato. Journal of Food Engineering. 61(291- 295).
6. Barat, J. M. and Fito, P. 2001. Modeling of simultaneous mass transfer and structural changes in fruit tissues. J. of Food Engineering. 49(77-85).
7. Barbosa, G.V. and Fito, P. 2000. Osmotic dehydration of Food. Food Engineering. Chapman & Hall. I TP.
8. Emam-Djomeh, Z. and Alaeddini, B. 2006. Formulation and quality improvement of dried kiwifruit slices using an osmotic pretreatment.Iranian J. Agric. Sci. Vol. 36 (6), (1421-1429).
9. www.fao.org
10. Ferrando, M. and Spiess, W. E. L. 2003. Mass transfer in Strawberry Tissue during Osmotic Treatment. J. of Food Science. 68(1347-1364).
11. Kowalska, H. and Lenart, A. 2001. Mass exchange during osmotic pretreatment of vegetable. J. of Food Engineering. 40(137-140).
12. Shi, J. X., Magyer, M., Wang, S. L. and Liptay, A. 1997. Application of osmotic treatment in tomato processing – effect of skin treatments on mass transfer in osmotic dehydration of tomatoes. Food Research International. 30(9), (699-674).
13. Souti Khiabani, M., Sahari, M.A. and Emam-Djomeh, Z. 2003. An evaluation of the process affecting conditions of dehydration rate in peach slices. Iranian J. Agric. Sci. Vol. 34 (2), (273-282).
14. Souti Khiabani, M., Sahari, M.A. and Emam-Djomeh, Z. 2003. Improving the dehydration of dried peach by applying osmotic method. Iranian J. Agric. Sci. Vol. 34 (2), (283-291).
15. Telis, V. F. N. and Murari, R. C. B . D. L. 2004. Diffusion coefficients during osmotic dehydration of tomato in ternary solutions. J. of Food Engineering. 61(253- 259).
16. Tsamo, C. V. P. and Bilam, A. F. 2005. Study of material transfer during osmotic dehydration of onion slices (Allium cepa) and tomato fruits (Lycopersicon esculentum). Lebensmittel-Wissenschaft und-Technilogie, 38(495-500).
17. Valerie, D., and Flore, A. 2005. Study on material transfer during osmotic dehydration of onion slices and tomato fruits. LWT. 38(495-500).

This document was created with Win2PDF available at http://www.daneprairie.com.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.