(مقاله پژوهشی)

تاثیر نفوذ اسمزی ترکیبات موثره پسماند انگور بر خصوصیات کمی و کیفی ژل آلوئه ورا

الهام آذرپژوه[1*]،پروین شرایعی[1]،نصرت عظیمی[2]، فرزاد غیبی[1]

۱- استادیار بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات و آموزش ترویج کشاورزی، مشهد، ایران.

۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۹/۲۹ تاریخ پذیرش:۱۳۹۷/۰۳/۰۵

چکیده

امروزه به منظور غنی‌سازی میان وعده‌های غذایی از روش‌های مختلفی می‌توان استفاده کرد که یکی از روش‌های نوین استفاده از نفوذ ترکیبات عملگرا با استفاده از فرآیند اسمزی می‌باشد. این پژوهش باهدف تولید میان وعده فراسودمند از ژل آلوئه‌ورا با افزودن ترکیبات عملگرای فنلی موجود در پسماند انگور (آرگول) با استفاده از فرآیند آبگیری اسمزی انجام شد. بدین منظور، ژل آلوئه‌ورا با آگار شکل‌دهی و برش‌هایی به صورت استوانه‌ای در ابعاد (۲۰ در ۲۰ میلی‌متر) تهیه گردید. سپس، برش‌ها در محلول قندی با سه غلظت (۴۰، ۵۰ و ۶۰ درصد) و آرگول در سه سطح (۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد وزنی نسبت به محلول اسمزی) در دمای ثابت ۵۰ درجه سلسیوس به مدت ۱۲۰ دقیقه غوطه‌ور شدند. پس از آبکشی نمونه‌ها، میزان از دست‌دادن آب و میزان افزایش ماده جامد جذب شده در زمان های ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ دقیقه و میزان نفوذ ترکیبات آنتوسیانینی و فنلی، قدرت آنتی‌اکسیدانی (میزان گیرندگی رادیکال آزاد و قدرت احیاکنندگی آهن دو ظرفیتی)، ارزیابی بافت (سفتی، قابلیت جویدن و نیروی فنری) و مولفه‌های رنگی (میزان روشنایی *L، *a میزان قرمزی، میزان زردی *b) ژل آلوئه‌ورا پس از ۱۲۰ دقیقه اندازه‌گیری گردید. نتایج نشان داد، مقدار بالای جذب مواد جامد منجر به افزایش جذب ترکیبات فنلی و آنتوسیانینی می‌شود. افزایش غلظت ساکارز باعث کاهش میزان روشنایی، افزایش میزان قرمزی و زردی نمونه‌ها شد. آنالیز ساختار بافت نشان داد که با افزایش غلظت ساکارز محلول و آرگول، سختی نمونه‌ها کاهش یافت. به طورکلی، تیمار غوطه‌ور شده به مدت ۶۰ دقیقه در ساکارز با غلظت ۵۰ درصد به همراه ۲۰ درصد آرگول به عنوان تیمار بهینه انتخاب شد.

واژه های کلیدی: آلوئه‌ورا، اسمز، پسماند انگور، ترکیبات فنلی، ترکیبات آنتوسیانینی.

*مسوول مکاتبات: azarpazhooh@gmail.com

۱-مقدمه

انتخاب میان وعده‌های غذایی مناسب از میان فراورده‌های غذایی فراسودمند باعث افزایش ارزش تغذیه‌ای و سلامت بخشی آنها می‌گردد. با توجه به افزایش مصرف میان وعده‌ها در بین کودکان و دانش‌آموزان، این نگرش ارتقاء سلامت عمومی جامعه را به دنبال خواهد داشت (۲). در سال‌های اخیر توسعه مواد غذایی فراسودمند که دارای ویژگی بهبود دهنده سلامت و پیشگیری از بیماری هستند بسیار مورد توجه قرار گرفته است. ترکیبات فنلی یکی از گروه‌های اصلی مواد مغذی فیتوشیمیایی است که در میوه‌ها، سبزیجات و دانه‌ها یافت می‌شود و اثرات سلامت بخش بر انسان دارند. ترکیبات فنلی با فعالیت آنتی‌اکسیدانی خود شناخته می‌شوند که سرعت پیرشدن را کند و خطر ابتلا به بیماری‌های مزمن شایع همچون سرطان و بیماری‌های قلبی عروقی را کاهش می‌دهد (۱۴). ژل آلوئه‌ورا می‌تواند به عنوان یک میان وعده غذایی مطرح باشد. این ژل حاوی ترکیباتی از قبیل ویتامین‌ها، آنزیم‌ها و مواد معدنی نظیر آلوئین فامودین، آنتراکیون، ایزوباربالوئین، وصمغ می‌باشد. محصولات مختلف آلوئه‌ورا در صنایع غذایی، آرایشی و بهداشتی و صنایع دارویی به طور گسترده کاربرد دارند. ژل استحصال شده از آلوئه‌ورا به منظور استفاده در صنایع مختلف به اشکال گوناگون فرآوری می‌شود که یکی از این شکل‌ها می‌تواند پاستیل آلوئه‌ورا باشد. بنابراین، ژل آلوئه‌ورا به عنوان یک بسته مناسب به منظور انتقال ترکیبات ضروری برای بدن (مانند انواع ترکیبات آنتی‌اکسیدانی) مطرح می‌باشد. از آنجایی که استفاده از آنتی اکسیدان‌های مصنوعی نگرانی‌هایی به دنبال دارد، بنابراین تقاضا برای استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی رو به افزایش است. به همین دلیل، در سال‌های اخیر توجه زیادی به ضایعات محصولات کشاورزی حاوی آنتی‌آکسیدان‌های طبیعی معطوف گردیده است (۱۱). یکی از فرآورده‌های فرعی کارخانجات صنایع تبدیلی کشاورزی در ایران تفاله انگور می‌باشد که فرآورده فرعی حاصل از عمل‌آوری انگور است. این محصول شامل مواد باقیمانده بعد از استخراج آب انگور بوده و به طور طبیعی از ۶۰ درصد تفاله و ۴۰ درصد دانه تشکیل می‌شود. فرآیند اسمز یک تکنولوژی قابل دسترس برای غنی‌سازی برخی از میوه‌ها و سبزیها از ترکیبات فراسودمند است، که می‌تواند منجر به تولید غذاهای فراسودمند نوین و ایجاد فرصت‌های تجاری جدید شود. ترکیباتی که بیشتر در ماده غذایی نفوذ می‌نمایند شامل ترکیبات فنلی، مواد معدنی، آنتی اکسیدان‌ها، ویتامین‌ها، آنزیم پکتین متیل استراز، پروبیوتیک‌ها و فلاوونوئیدها هستند. غلظت محلول قندی، زمان و دمای محلول اسمزی از عوامل موثر در سرعت انتقال جرم در فرآیند آبگیری اسمزی می‌باشند. بنابراین، تعیین میزان مناسب هر یک از این عوامل می‌تواند منجر به تولید محصول با ویژگی‌های مناسب گردد (۵). هدف از فرآیند آبگیری اسمزی، تولید مواد غذایی با رطوبت متوسط می‌باشد. بنابراین، می‌توان از آن به‌عنوان یک پیش تیمار در فرآیند خشک‌کردن استفاده نمود، اما دامنه کاربرد آن در فرآوری میوه و سبزی به منظور تولید مواد غذایی فراسودمند محدود است. ترکیب روش آبگیری اسمزی و خشک‌کردن با هوای داغ به دلیل تولید ماده غذایی با کیفیت بالا و صرفه‌جویی در مصرف انرژی به طور گسترده مورد استفاده قرار گرفته است (۱۶). تیمار اسمز با اثر آبگیری و جذب مواد جامد محلول به منظور تغییر ساختار ماده غذایی جامد (میوه‌ها، سبزی‌ها گوشت و ماهی) توسعه یافته است. طی غوطه‌ور شدن در محلول اسمزی سلول‌های پارانشیم، فشار اسمزی بالای محلول، آب را از ماده غذایی جامد به محلول اسمزی منتقل می‌کند این انتقال آب همراه با انتقال مواد حل شده در محلول به ماده غذایی جامد در جهت عکس می‌باشد. در صنایع غذایی تیمار اسمزی به منظور بهبود کیفیت رنگ، طعم، بافت، بهبود انرژی مؤثر و بسته‌بندی به‌کار می‌رود(۹). رزک و همکاران (۲۰۱۰)، تیمار اسمزی را به عنوان یک روش مناسب برای نفوذ مواد فنلی انگور معرفی نمودند. آن‌ها از ژل آگار- آگار به عنوان مدل ماده‌غذایی و از آب انگور قرمز به عنوان منبع فنلی استفاده نمودند (۱۶). فراندو و همکاران (۲۰۱۱)، از عصاره هسته

انگور به عنوان منبع ترکیبات فنلی استفاده کردند. محلول اسمزی با ۵۰ درصد ساکارز جهت تیمار اسمزی سیب و موز و ۱۰درصد سدیم کلرید جهت تیمار اسمزی سیب زمینی استفاده شد. ضریب نفوذ موثر ترکیبات فنلی نشان داد که نوع و غلظت ماده فعال اسمزی حل شده در محلول اسمزی، ساختار ماده غذایی و وزن مولکولی ترکیبات فنلی انگور، سرعت نفوذ آنها را در ماده غذایی کنترل می‌کند (۹). بر اساس اطلاعات موجود، تاکنون تحقیقی در رابطه با نفوذ ترکیبات فنلی در طی فرآیند اسمز درژل آلوئه‌ورا انجام نشده است و یا در دسترس نیست. بنابراین، پژوهش حاضر با هدف غنی‌سازی ژل آلوئه‌ورا با استفاده از فرآیند اسمز به منظور تولید فرآورده ای فرآسودمند انجام پذیرفت.

۲-مواد و روش ها

۲-۱- مواد اولیه

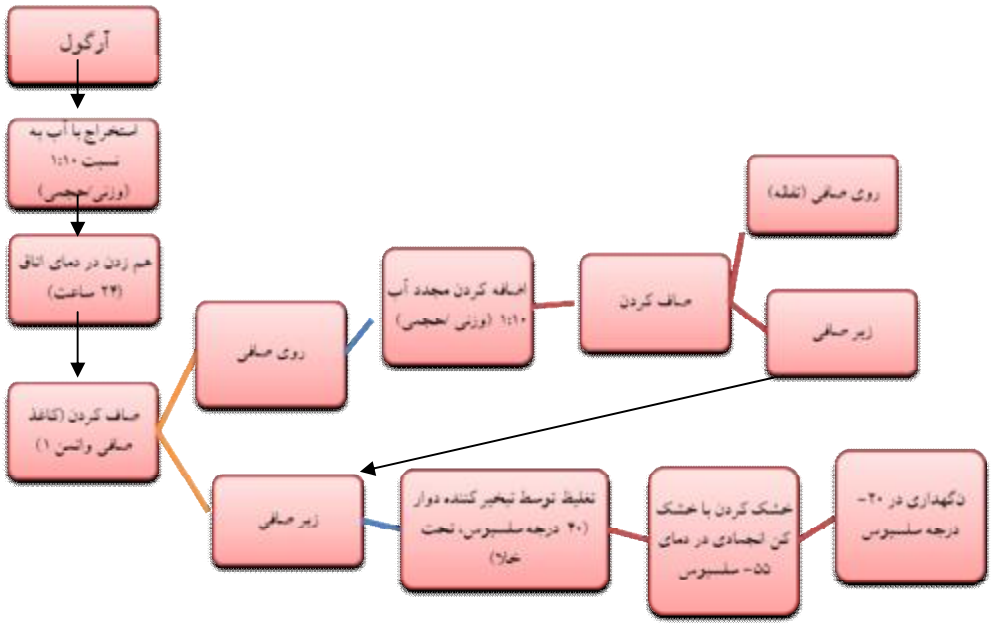
برگ گیاه آلوئه‌ورا رقم *Aloe barbandensis miller* از گلخانه آلوئه پردیس واقع در مشهد، پسماند انگور (آرگول) از شرکت فرآورده‌های غذایی آستان قدس‌رضوی، آگار از شرکت سیگما و شکر از بازار محلی تهیه گردیدند. مواد شیمیایی مورد نیاز با درجه تجزیه‌ای از شرکت‌های سیگما و مرک خریداری شدند.

۲-۲- تهیه ژل آلوئه‌ورا با آگار

برگ کامل گیاه آلوئه‌ورا به دقت با آب و ماده شوینده تمیز شد و هرگونه ماده خارجی از روی آن زدوده شد. سپس پوست برگ‌ها کنده شد، به این ترتیب که ابتدا پوست کناره لبه‌ها که تیغ‌های برگ روی آن قرار گرفته و شیرابه بیشتری را در خود جای داده است، جدا گردید و به صورت نوارهایی به عرض ۱۵ میلیمتر و طول ۱۰۰ سانتی متربرش داده شدند. بعد از آن پوست رویی و زیرین نوارها به دقت جدا شد (به طوری که آوندها کاملاً از روی ژل جدا شدند). ژل‌های حاصل توسط دستگاه خردکن کاملا خرد و یکنواخت شدند. محلول آگار۴ درصد تهیه شده با ژل آلوئه‌ورا خرد شده مخلوط گردید و به مدت ۲ ساعت جهت بستن ژل در داخل یخچال با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. سپس توسط قالب استوانه‌ای با ابعاد ۲۰×۲۰ میلی متر برش داده شدند و رطوبت سطحی برش‌های تهیه شده با کاغذ جاذب رطوبت گرفته و وزن آن‌ها مشخص گردید

۲-۳- روش تهیه ترکیبات موثره از پسماند انگور(آرگول)

برای هر آزمایش ۱۰۰ گرم آرگول به دقت وزن شده و در یک بشر حاوی ۴۰۰میلی لیتر آب مقطر ریخته شده و صوت‌دهی گردید. استخراج عصاره از نمونه‌های صوت دیده با استفاده از حلال آب انجام شد. مراحل استخراج مانند شکل ۱بود. سپس محلول تحت خلاء صاف گردید و با تبخیر کنندهٔ دوار تحت خلاء (مدل Laborota 4000 efficient، ساخت کشورآلمان) تحت دمای ۴۵ درجهٔ سلسیوس تا حد آبگیری کامل تغلیظ گردید (فرهوش، ۱۳۸۲). جهت جلوگیری از کف کردن و همچنین جهت رسیدن به دمای مناسب برای ورود به خشک کن انجمادی، محلول تغلیظ شده به مدت ۱۹ ساعت در فریزر با دمای ۷۰- درجهٔ سلسیوس نگهداری و سپس به خشک‌کن انجمادی (مدل Operon FDB- 550، ساخت کشورکره) منتقل شد. نمونه‌ها (حدود ۲۰۰ میلی‌لیتر) در خشک‌کن انجمادی در دمای ۵۵- درجهٔ سلسیوس با فشار ۰/۱۵ میلی‌متر جیوه طی ۲۰ ساعت خشک شدند. نمونه‌های خشک شده تا زمان انجام آزمایشات بعدی، در تاریکی و دمای ۱۸- درجهٔ سلسیوس نگهداری شدند



شکل ۱- نحوه استخراج عصاره آبی آرگول

۲-٤- آبگیری اسمزی

محلول‌های حاوی عصاره خشک شده انجمادی پسماند انگور با غلظت‌های ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد (وزنی/ وزنی) تهیه شد و سپس غلظت مواد جامد محلول در آن تا رسیدن به درجه بریکس ۴۰، ۵۰ و ۶۰ درصد با اضافه کردن ساکارز تنظیم شد. برش‌ها پس از توزین در محلول‌های اسمزی غوطه‌ور گردیدند. نسبت برش‌های آلوئه‌ورا به محلول اسمزی ۱ به ۴ و دمای حمام بخار ۵۰ درجه سلسیوس در نظر گرفته شد. بعد از طی شدن زمان فرآیند (۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ دقیقه) نمونه‌ها ازمحلول اسمزی خارج و با کاغذصافی خشک و مجددا توزین شدند.

۲-۵- اندازه‌گیری میزان آبگیری و افزایش ماده جامد جذب شده

میزان آب‌زدایی، افزایش ماده جامد جذب شده و میزان کاهش وزن نمونه‌ها در حین فرآیند اسمزی با استفاده از رابطه‌های ۱ و۲ محاسبه گردید (۱۳) .

$$\%ML = 100\frac{(M_0 x_0 - M_t x_t)}{M_0}$$

$$\%SG = 100\frac{(M_0 s_0 - M_t s_t)}{M_0}$$

ML: میزان آبگیری

SG: افزایش ماده جامد جذب شده

M_0 = وزن نمونه تازه (گرم)

Mt= وزن نمونه اسمزی شده (گرم)

S_0 = وزن ماده خشک نمونه تازه

S= وزن ماده خشک نمونه اسمزی شده

۲-٦- اندازه‌گیری مولفه‌های رنگی

ارزیابی رنگ برش‌های آلوئه‌ورا در مرحله پس از اسمز و پس از خشک‌کردن از طریق تعیین سه مولفه L، a و b نمونه‌ها با استفاده از اسکنر مسطح مدل (HP Scanjet3010) و توسط برنامهHP Scanning انجام پذیرفت. تصاویر با وضوح ۳۰۰ dpi در فرمت JPEG ذخیره گردید. مختصات رنگی آن‌ها در فضای رنگی Lab با نرم افزار Image j (version 1.40g) استخراج شد (۱).

۲-۷- بررسی بافت

جهت بررسی کیفیت بافت نمونه‌ها از آزمون پروفایل بافت (TPA) و دستگاه بافت سنج QTS مدل CNSFarnell ساخت کشور انگلستان و مجهز به نرم افزار کامپیوتری

استفاده شد. بدین‌منظور از پروب استوانه‌های به قطر ۵۰ میلی متر، سرعت پیش آزمون و سرعت آزمون ۶۰ میلی متر بر ثانیه که نمونه را تا رسیدن به تغییر شکل ۷۵ درصدی فشرده می‌کند انجام شد. ویژگی‌های سختی، فنریت و قابلیت جویدن مورد ارزیابی قرار گرفت (۱۲).

۲-۸- تعیین ترکیبات فنلی کل

میزان ترکیبات فنلی کل بر اساس روش فولین سیوکالچو تعیین گردید. مقدار ۱۰۰ میکرولیتر از عصاره (مخلوط ۱۰۰ میلی‌گرم عصارهٔ خشک شده آرگول با ۲۰۰ میکرولیتر متانول) با ۲/۵ میلی لیتر معرف فولین سیوکالچومخلوط و به مدت ۳ دقیقه در حالت سکون قرار داده شد تا واکنش صورت گیرد. در ادامه ۵ میلی‌لیتر کربنات سدیم ۷/۵ درصد به آن اضافه و بعد از یک دقیقه با آب مقطر به حجم۵۰ میلی‌لیتر رسانده شد. نمونه به مدت ۲۴ ساعت در مکانی تاریک نگهداری و سپس جذب آن در طول موج ۷۶۵ نانومتردر برابر شاهد خوانده شد. میزان ترکیبات فنولی کل موجود در نمونه از روی منحنی استاندارد تعیین شد. منحنی استاندارد با ترسیم داده‌های جذب اسید گالیک در طول موج۷۶۵ نانومتردر غلظت‌های ۱۰۰ تا ۹۵۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر بدست آمد. نتایج بر اساس میلی‌گرم اسید گالیک بر گرم نمونه با استفاده از معادله برازش داده شده بر منحنی استاندارد گزارش گردید (۸).

۲-۹- اندازه‌گیری قدرت احیا کنندگی آهن II[1]

ابتدا محلولی شامل ۱۰۰ میلی‌گرم نمونه در ۲میلی‌لیتر متانول تهیه شد و۳۰ میکرولیتر آن با ۹۰۰ میکرولیتر محلول FRAP و۹۰ میکرولیتر آب مقطر در لوله آزمایش مخلوط شد. لوله آزمایش بعد از ورتکس در بن‌ماری قرار گرفت و پس از رسیدن دمای آن به ۳۷ درجهٔ سلسیوس، مقدار جذب در مقابل شاهد و در طول موج ۵۹۵ نانومتر خوانده شد. مقدار آهن II با استفاده از معادله برازش داده شده بر منحنی استاندارد (مقدار جذب محلول‌های استاندارد سولفات آهن II با غلظت‌های ۲۰۰ تا ۲۰۰۰ میکرومول در لیتر در طول موج ۵۹۵ نانومتر) به دست آمد (۱۲).

۲-۱۰- تعیین قدرت مهار کنندگی رادیکال آزاد[2]

ابتدا محلول ۰/۰۰۶درصد رادیکال آزاد DPPH در متانول تهیه شد. سپس به لوله‌های آزمایش دارای یک میلی‌لیتر محلول متانولی نمونه با غلظت‌های مختلف (بسته به قدرت مهار کنندگی رادیکال آزاد)، یک میلی‌لیتر از محلول فوق اضافه شد. لوله‌های آزمایش بعد از همزدن به مدت یک ساعت در جای تاریک نگهداری شدند و سپس جذب آنها در طول موج ۵۱۲ نانومتر در برابر شاهد خوانده شد. درصد مهار کنندگی رادیکال آزاد طبق رابطهٔ ۱ محاسبه شد.

رابطه ۱

$$A\% = \frac{A_c - A_s}{A_c} \times ۱۰۰$$

که درآن: A درصد مهارکنندگی رادیکال آزاد DPPH، AC جذب شاهد و AS جذب نمونه است(۱).

۳-نتایج و بحث

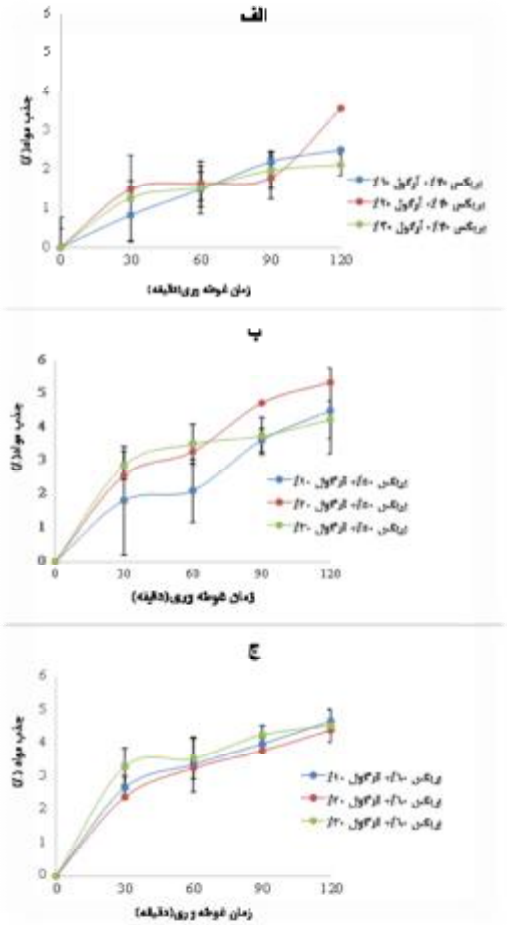
۳-۱- تاثیر پیش تیمار اسمزی بر میزان از دست‌دادن آب در ژل آلوئه‌ورا

تأثیر مدت‌زمان پیش تیمار اسمز بر مقادیر از دست دادن آب در شکل ۲ (الف،ب،ج) نشان داده‌شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، در تمامی غلظت‌های ساکارز، با گذشت زمان میزان از دست دادن آب افزایش یافت. این روند را می‌توان به اختلاف غلظت بین مواد محلول در بافت نمونه و محلول اسمزی که سبب ایجاد فشار اسمزی می‌شود، نسبت داد. با افزایش زمان تماس محلول اسمزی با میوه، آب بیشتری از میوه خارج می شود. البته این مسئله تا زمانی صورت می‌گیرد که تعادل بین خروج آب از محصول و نفوذ عامل اسمزی به درون آن ایجاد شود. اما تا برقراری این تعادل، امکان انتقال جرم وجود دارد. نتایج مشابه توسط آذرپژوه و راماسوامی[3] در سال ۲۰۱۰ به دست آمد. همچنین، با افزایش غلظت ساکارز در محلول اسمزی گرادیان غلظت بین مواد جامد محلول در ژل و محلول

1-FRAP

2-DPPH
3 -Azarpazhooh & Ramaswamy

اسمزی افزایش یافت. این پدیده، باعث می‌شود که مقادیر بیشتری از رطوبت در نقطه تعادل از نمونه خارج شود که به معنای افزایش مقادیر از دست دادن آب در حالت تعادلی و افزایش آبگیری اسمزی است. این یافته‌ها مشابه با یافته‌های فرناندز[1] و همکاران (۲۰۰۸) در فرآیند خشک‌کردن آناناس، فرناندز و رودریگز[2] (۲۰۰۷) در فرآیند آبگیری موز می‌باشند. در غلظت‌های بالا (۶۰ درصد ساکارز)، از نیروی محرکه جریان آب کاسته شد و آهنگ افزایش مقادیر از دست دادن آب کاهش پیدا کرد. دلیل این امر، کاهش یا مسدود شدن منافذ موجود در بافت نمونه برای نفوذ بیشتر رطوبت می‌باشد (ثابت‌قدم و توکلی‌پور[3]، ۲۰۱۵).



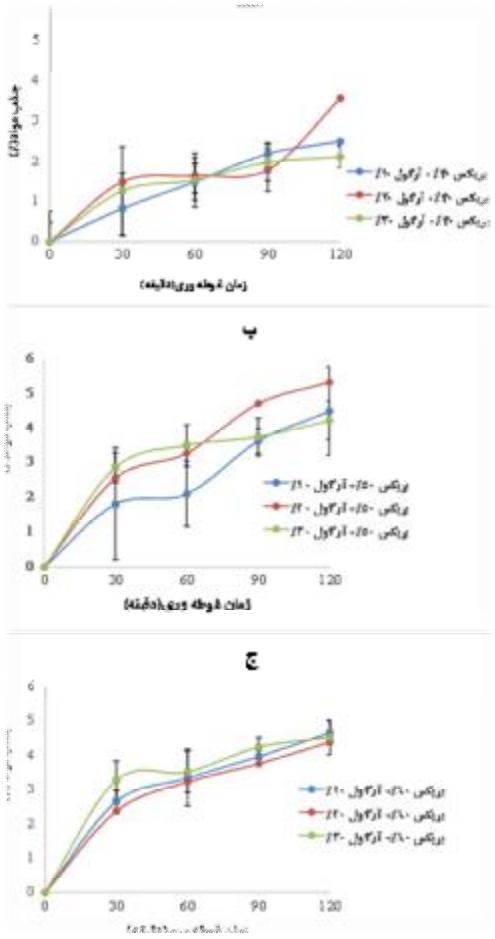
شکل ۲- تاثیر غلظت ساکارز و آرگول بر درصد جذب مواد (SG) در زمانهای مختلف غوطه‌وری.

الف: بریکس ٤٠ درصد+آرگول (۱۰،۲۰ و ۳۰ درصد) ب: بریکس ۵۰ درصد+آرگول (۱۰،۲۰ و ۳۰ درصد) ،ج: بریکس ٦٠ درصد+آرگول (۱۰،۲۰ و ۳۰ درصد). خطوط عمودی روی نمودار بیانگر انحراف استاندارد مقادیر است.

1 -Fernandes
2- Fernandes & Rodrigues
3- Sabetghadam & Tavakolipour

۳-۲- تاثیر پیش تیمار اسمزی بر میزان جذب مواد در ژل آلوئه‌ورا

مقادیر جذب مواد جامد در برابر زمان‌های مختلف در غلظت‌های مختلف ساکارز و آرگول در شکل ۳، نشان داده شده‌است. نتایج نشان داد، در تمام شرایط مورد مطالعه مقادیر جذب مواد جامد به صورت غیر خطی در برابر مدت زمان غوطه‌وری افزایش نشان داد. همچنین از شکل ۳ (الف، ب، ج) مشاهده می‌شود که میزان جذب مواد جامد در ابتدای فرآیند سریع‌تر و در ادامه کندتر می‌شود که احتمالاً این پدیده به دلیل کاهش نیروی محرکه آب و مواد جامد برای ادامه فرآیند اسمز با افزایش مدت زمان غوطه‌وری می‌باشد.



شکل ۳- تاثیر غلظت ساکارز و آرگول بر درصد جذب مواد در زمان‌های مختلف غوطه‌وری.

الف: بریکس ٤٠ درصد+آرگول (۱۰،۲۰ و ۳۰ درصد) ب: بریکس ۵۰ درصد+آرگول (۱۰،۲۰ و ۳۰ درصد) ، ج: بریکس ٦٠ درصد+آرگول (۱۰،۲۰ و ۳۰ درصد). خطوط عمودی روی نمودار بیانگر انحراف استاندارد میانگین‌هاست.

۳-۳-تاثیر پیش تیمار اسمزی بر رنگ

جدول ۱، اثر متقابل درصد ساکارز و آرگول را بر مولفه‌های رنگی *L، *a و *b ژل آلوئه‌ورا نشان می‌دهد. میزان روشنایی در تیمار اسمزی (غلظت ساکارز ۴۰ درصد+ آرگول ۱۰ درصد) بالاترین میزان بود. با افزایش غلظت محلول اسمزی، میزان تغییرات رنگ کاهش می‌یابد. این پدیده احتمالاً، به این دلیل است که با افزایش غلظت محلول اسمزی، از دست دادن آب در فرآیند اسمز تسریع می‌شود و با کاهش فعالیت آبی نمونه‌ها، سرعت واکنش‌های قهوه‌ای شدن کاسته می‌شود. شهیدی و همکاران، ۱۳۹۰، در بررسی رنگ نمونه‌ها طی فرآیند آبگیری اسمزی بیان داشت که نفوذ شکر به بافت میوه سبب پایداری نسبی مولفه‌های رنگی طی فرآیند می‌شود. دلیل این امر به علت حضور قندها که باعث کاهش امکان تماس هوا با قطعات میوه داخل محلول اسمزی وشده و در نتیجه ممانعت از انجام واکنش‌های قهوه‌ای شدن ممانعت می کند.

جدول ۱- اثر متقابل درصد ساکارز و آرگول بر مولفه‌های رنگی *L ، *a و *b ژل آلوئه‌ورا تحت فرآیند اسمز

		پارامترهای رنگ		
غلظت (درصد)	آرگول	مولفه رنگی L (میزان روشنایی)	مولفه رنگی a (میزان قرمزی- سبزی)	مولفه رنگی b (میزان آبی -زردی)
۴۰	۱۰	۳۷/۵۱^{a}	۱۲/۰۴^{b}	-۱/۴۰^{bc}
	۲۰	۳۰/۴۳^{de}	۱۴/۵۲^{a}	-۱/۹۱^{bc}
	۳۰	۲۹/۷۹^{ef}	۱۴/۰۸^{a}	-۱/۹۱^{bc}
۵۰	۱۰	۳۶/۳۲^{ab}	۱۰/۳۹^{c}	-۰/۶۱^{a}
	۲۰	۳۱/۵۷^{cd}	۱۰/۳۲^{c}	-۲/۰۵^{c}
	۳۰	۲۸/۶۲^{f}	۱۱/۶۱^{b}	-۳/۱۳^{d}
۶۰	۱۰	۳۵/۸۶^{b}	۷/۴۲^{d}	-۱/۱۴^{ab}
	۲۰	۳۱/۹۹^{c}	۱۲/۳۶^{b}	-۱/۱۶^{ab}
	۳۰	۳۱/۱۱^{cd}	۱۳/۹۵^{a}	-۱/۷۲^{bc}

* اعداد (± انحراف استاندارد)، میانگین ۳ تکرار است. میانگینی که در هر ستون حروف مشابهی دارند معنی دار نمی‌باشند ($p < ۰/۰۵$)

۳-٤- تاثیر پیش تیمار اسمزی بر بافت

آنالیز ساختار ارزیابی مکانیکی به عنوان یکی از مهمترین جنبه‌های مطالعه بافت مواد غذایی است. آنالیز ساختاربافت بین اندازه‌گیری‌های عینی و احساس ذهنی ارتباط برقرار می‌کند و باعث می‌شود که ویژگی‌های بافت مواد غذایی قابلیت پیش‌بینی بیشتری داشته باشند (چن و اپارا[1]، ۲۰۱۳).آنالیز ساختار بافت که بر اساس تقلید فرآیند جویدن طراحی شده است، آزمونی است که با دو دوره فشرده‌سازی انجام می‌گیرد. بنابر این طیف گسترده‌ای از ویژگی‌های بافتی مواد غذایی شامل سختی، فنریت، پیوستگی، چسبندگی، خاصیت ارتجاعی، حالت صمغی و قابلیت جویدن را می‌توان از پروفایل بافت مورد تجزیه و تحلیل قرار داد (چونگ و همکاران، ۲۰۰۸).جداول ۲و۳، آنالیز بافتی ژل‌های آلوئه‌ورا فرآیند شده را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشخص است، غلظت محلول اسمزی و آرگول تاثیر معنی‌داری بر ویژگی‌های سختی، فنریت و قابلیت جویدن داشتند ($p>۰/۰۵$). به‌طوری که با افزایش غلظت ساکارز و آرگول به ترتیب از ۴۰ به ۵۰ درصد و از ۱۰ به ۲۰ درصد، ویژگی سختی کاهش و قابلیت جویدن و

1 -Chen&Opara

فنریت افزایش پیدا کردند. سختی یک ویژگی مهم از خصوصیات بافتی مواد غذایی است که در احساس رضایت مصرف کننده از فرآورده غذایی سهم بسزایی دارد. این ویژگی به صورت نیروی مورد نیاز برای تغییر شکل مطلوب در محصول مورد نظر تعریف می‌شود و در محصول مورد نظر تعریف می‌شود و در آزمون ارزیابی بافت از نیروی اوج در اولین مرحله فشردن محاسبه می‌شود. در فرآورده‌های آبگیری شده نمونه‌های نرم‌تر مطلوب‌تر هستند (میترا [1] و همکاران، ۲۰۱۴). فنریت رفتارالاستیک ماده یا میزانی که نمونه تغییر شکل یافته بعد از حذف نیروی عامل تغییر شکل به وضعیت ابتدایی خود برگردد را توصیف می‌کند. عوامل ژله‌ای کننده در میوه‌ها و اکثر محصولات غذایی این ویژگی را تحت تاثیر قرار می‌دهند. مقداری که ساختار ژل با اولین دوره فشردن شکسته می‌شود، با این ویژگی اندازه‌گیری می‌شود (سندرسون [2]، ۱۹۹۰). قابلیت جویدن یک ویژگی کیفی است که به انرژی مورد نیاز برای جویدن ماده غذایی نیمه جامد و تبدیل آن به شکل آماده برای بلع اطلاق می‌گردد. این ویژگی تابعی از سختی، پیوستگی و فنریت می باشد، اما بسیار تحت تاثیر ویژگی سختی است (میترا [3] و همکاران، ۲۰۱۵). با افزایش غلظت ساکارز از ۵۰ به ۶۰ درصد در محلول اسمزی ویژگی سختی از۰/۳۴ نیوتن به ۰/۹۶ نیوتن افزایش یافت. دلیل این افزایش سختی در اثر افزایش غلظت ساکارز را می‌توان به افزایش جذب ماده جامد (ساکارزمحلول) توسط نمونه نسبت داد (اکبریان [4] و همکاران، ۲۰۱۴). همچنین از جدول ۲، مشاهده می‌شود هر چه غلظت ساکارز در محلول اسمزی افزایش یابد، فنریت کاهش پیدا می‌کند؛ به طوریکه با افزایش غلظت ساکارز محلول از ۵۰درصد به ۶۰درصد این ویژگی از ۷/۲۰ تا ۲/۲۳ میلی متر کاهش پیدا کرد. این روند کاهش احتمالاً در اثر کاهش جذب مواد جامد می‌باشد (هوانگ [5] و همکاران، ۲۰۰۷).

جدول۲، اثر مستقل درصد ساکارز بر ساختار بافت

غلظت ساکارز (درصد)	سفتی (N)	قابلیت جویدن (N)	قابلیت فنری (mm)
۴۰	۰/۵۹^{b}	۰/۷۰^{c}	۰/۸۴^{b}
۵۰	۰/۳۴^{c}	۲/۰۸^{a}	۷/۲۰^{c}
۶۰	۰/۹۶^{a}	۱/۲۳^{b}	۲/۲۳^{a}

* اعداد (± انحراف استاندارد) ، میانگین ۳ تکرار است. میانگینی که حروف مشابهی دارند معنی دار نمی‌باشند($p < ۰/۰۵$).

1 -Mitra
2 -Sanderson

3 -Mitra
4- Akbarian
5 -Huang

جدول ۳، اثر مستقل درصدآرگول بر ساختار بافت

غلظت آرگول (درصد)	سختی (g)	قابلیت جویدن (g)	قابلیت فنری (mm)
۱۰	۰/۵۶^{b}	۱/۳۶^{a}	۰/۷۰ ^{a}
۲۰	۰/۷۵^{a}	۱/۲۳^{a}	۰/۵۷^{a}
۳۰	۰/۵۹^{b}	۱/۴۲^{a}	۱/۰۸^{a}

* اعداد (± انحراف استاندارد) ، میانگین ۳ تکرار است. میانگینی که حروف مشابهی دارند معنی‌دار

۳-۵- تاثیر پیش تیمار اسمز بر میزان ترکیبات موثره

جدول ۴، تاثیر متقابل غلظت ساکارز و آرگول را بر میزان ترکیبات فنلی ژل آلوئه‌ورا نشان می‌دهد. میزان ترکیبات آنتوسیانینی در نمونه اسمز شده با ساکارز ۵۰ درصد و آرگول ۲۰ درصد معادل ۸۴/۴۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود و تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارها داشت. میزان ترکیبات پلی فنل کل در نمونه اسمز شده ۴۰ درصد ساکارز و ۱۰ درصد آرگول از میزان ۱۷/۷۴ میلی گرم بر کیلوگرم به میزان ۱۹/۴۰ میلی گرم در کیلوگرم، در نمونه ۴۰ درصد ساکارز و آرگول ۳۰ درصد رسید.غلظت‌های متفاوت ساکارز در محلول اسمزی روند متفاوتی در جذب ترکیبات فنلی و آنتوسیانینی با مهاجرت این ترکیبات به ماتریس نمونه جامد ایجاد می‌کند. با افزایش غلظت ساکارز از ۴۰ درصد به ۵۰ درصد، فشار اسمزی افزایش می‌یابد و جذب مواد جامد تسریع می‌گردد. مقدار بالای جذب مواد جامد منجر به افزایش جذب ترکیبات فنلی و آنتوسیانینی می‌شود. در حالیکه در غلظت ۶۰ درصد ساکارز، از میزان نفوذ ترکیبات موثره کاسته شد. این امر احتمالاً، به دلیل بسته شدن منافذ سطحی میوه است که از نفوذ ترکیبات موثره جلوگیری می‌نماید(۶).

جدول٤. اثر متقابل غلظت ساکارز و آرگول بر میزان ترکیبات موثره (۲ ساعت پیش تیمار اسمز)

غلظت ساکارز (درصد)	آرگول (درصد)	ترکیبات موثره			
		قدرت مهار کنندگی رادیکال آزاد (درصد)	مقدار آنتوسیانین (سیانیدین-۳- گلیکوزید، میلی‌گرم بر کیلوگرم)	پلی‌فنل کل (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	قدرت احیا کنندگی آهن III (میکرومول آهن بر لیتر)
٤٠	۱۰	۱۰/۵۹^{e}	۵۱/۲۹^{g}	۱۷/۷٤^{f}	۲/٦۷^{d}
	۲۰	۱۲/۲۵^{de}	۵۹/۰۰^{f}	۱۸/۵۱^{ef}	۳/۰۲^{d}
	۳۰	۱۳/۲۳^{bcd}	٦۱/۲۲^{f}	۱۹/٤۰^{e}	۵/۲٤^{c}
۵۰	۱۰	۱٤/۸۹^{ab}	۷۷/۷۷^{bc}	۲٤/۷۰^{c}	۹/۱۰^{ab}
	۲۰	۱۵/۹۹^{a}	۸٤/٤۱^{a}	۲۸/۷٦^{a}	۱۰/٤٤^{a}
	۳۰	۱٤/۳٦^{abc}	۸۰/۲۷^{b}	۲٦/۸۰^{b}	۹/۰۳^{ab}
٦۰	۱۰	۱٤/٦٤^{ab}	٦۹/۹٦^{e}	۱۸/۸۸^{ef}	۵/۵۰^{c}
	۲۰	۱۲/۵۸^{cde}	۷۳/٦٦^{d}	۲۱/۵۲^{d}	۵/۸۳^{c}
	۳۰	۱۵/۲٦^{ab}	۷٦/۹٤^{c}	۲۱/۸٤^{d}	۸/۵۳^{b}

میانگین های دارای حروف مشابه در هر ستون معنی دار نمی‌باشند ($p < ۰/۰۵$)

٤-نتیجه گیری

در این پژوهش از روش آبگیری اسمزی به منظور غنی‌سازی ژل آلوئه‌ورا استفاده شد. نتایج نشان داد با افزایش غلظت ساکارز، فشار اسمزی افزایش یافت و جذب مواد جامد تسریع گردید. مقدار بالای جذب مواد جامد منجر به افزایش جذب ترکیبات فنلی و آنتوسیانینی شد. هم چنین، افزایش غلظت ساکارز تا غلظت۵۰ درصد باعث کاهش میزان روشنایی، افزایش میزان قرمزی و زردی و کاهش سفتی نمونه‌ها شد. بنابراین، بکارگیری پسماندهایی مانند پسماند کارخانجات تولید آب انگور(آرگول) موجب ورود مجدد این منابع ارزشمند به چرخه غذایی و ارتقاء ارزش تغذیه‌ای و تولید فراورده فراسودمند می‌گردد. هم چنین، استفاده از روش نفوذ ترکیبات فنلی در خشک کردن میوه باعث تولید فرآورده های جدید و فرآسودمند شده در صنعت خشکبار کشور خواهد شد.

٥-سپاسگزاری

این مقاله منتج از نتایج طرح تحقیقاتی مصوب به شماره ۵۳۲۶۹ اجرا شده دربخش فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات، آموزش و منابع طبیعی خراسان رضوی می‌باشد. بدین وسیله از حمایت مالی طرح تشکر و قدردانی می گردد.

٦-منابع

۱. شهیدی، ف.، م.، نوشاد، م.، احتیاطی، ا. و فتحی، م.۱۳۹۰ . بررسی تاثیر پیش تیمار اسمز و فراصوت بر برخی ویژگی‌های کیفی موز خشک شده به روش هوای داغ .پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران .جلد ۷،شماره ٤، ص. ۲۶۳-۲۷۲

۲. رضایی ارمی، س.، جعفری، س.م.، خمیری، م. و بیات، ه. ۱۳۹۱. فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره پوسته گردو واریته تویسرکانی و مقایسه فعالیت ضد رادیکالی آن با آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی. نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی. جلد ۲۲، شماره۱، ص. ۵۰-۳۹.

3. Akbarian, M., B. Ghanbarzadeh, M. Sowti and J. 2015. Dehghannya. Effects of Pectin-CMC-Based Coating and Osmotic Dehydration Pretreatments on Microstructure and Texture of the Hot-Air Dried Quince Slices. *Journal of Food Processing and Preservation*. 39 (3):260-269.
4. Azarpazhooh, E., and Ramaswamy, H. S.2012. Modeling and optimization of microwave osmotic dehydration of apple cylinders under continuous-flow spray mode processing conditions. *Food and Bioprocess Technology*. 5(5), 1486-1501.
5. Bellary, A. N., and Rastogi, N. K. Ways and Means for the Infusion of Bioactive Constituents in Solid Foods . Critical Reviews in Food Science and Nutrition, (just- accepted), 2014.
6. Chong, C. H., Law, C. L., Cloke, M., Hii, C. L., Abdullah, L. C., and Daud, W. R. W. 2008.Drying kinetics and product quality of dried Chempedak. *Journal of Food Engineering*. 88(4): 522-527.
7. Deng, Y., and Zhao, Y. 2008.Effects of pulsed- vacuum and ultrasound on the osmodehydration kinetics and microstructure of apples (Fuji). *Journal of Food Engineering* . 85(1), 84-93.
8. Ersus, S. and Yurdagel, U. 2007. Microencapsulation of anthocyanin pigments of black carrot (Daucus carota L.) by spray drier. *Journal of Food Engineering*. 80(3): 805-812.
9. Fernandes, F. A.N., & Rodrigues, S.2007. Ultrasound as pre-treatment for drying of fruits: Dehydration of banana. *Journal of Food Engineering*. 82(2), 261- 267.
10. Ferrando, M., Rozek, A., Achaerandio, I., and Guell, C. 2011. Grape phenolic infusion into solid foods: studies on mass transfer and antioxidant capacity. *Procedia Food Science*.1: 1494- 1501.
11. Galanakis, C. M. 2013. Emerging technologies for the production of nutraceuticals from agricultural by-products: a viewpoint of opportunities and challenges. *Food and Bioproducts Processing*. 91(4): 575-579

12. Huang, M., Kennedy, J. F., Li, B., Xu, X., and Xie, B. J. 2007.Characters of rice starch gel modified by gellan, carrageenan, and glucomannan: A texture profile analysis study. *Carbohydrate polymers*. 69(3): 411-418.
13. Khoyi, M. R., and Hesari, J. 2007. Osmotic dehydration kinetics of apricot using sucrose solution. *Journal of Food Engineering*. 78(4). 1355-1360.
14. Karacabey, E., and Mazza, G.2010. Optimization of antioxidant activity of grape cane extracts using response surface methodology. *Food Chemistry*.119(1):343-348
15. Koocheki, A., and Azarpazhooh, E. 2010. Evaluation of mass exchange during osmotic dehydration of plum using response surface methodology. International *Journal of Food Properties*. 13(1), 155-166.
16. Rózek, A., García- Pérez, J. V, López, F., Güell, C., and Ferrando, M. 2010. Infusion of grape phenolics into fruits and vegetables by osmotic treatment: Phenolic stabililty during air drying. *Journal of Food Engineering*.,99(2): 142-150.
17. Sabetghadam, M., and Tavakolipour, H. Osmo- coating and ultrasonic dehydration as pre-treatment for hot air- drying of flavored apple. Engineering in Agriculture, Environment and Food. 2015.

(Original Research Paper)

Effect of Grape Phenolic Impregnation by Osmotic Treatment on Quantities and Qualities of Aloe -Vera Gel

Elham Azar Pazhooh[1*], Parvin Sharayeei[1], Nosrat Azimi[2], Farzad Gheybi[1]

1- Assistant Professor of Agricultural Technical Research and Engineering, Khorassan Razavi Agricultural and Natural Resources Research Center, Agricultural Research Education and Extention Organization, Mashhad, Iran.

2- MSc Student of Food Science and Technology, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran.

Received:20/12/2017 Accepted:26/05/2018

Abstract

Today, for enrichment of functional food different methods can be used, in which one of the newest methods is infusion of phenolic compounds using osmotic process. This research was carried out with the aim of producing functional snack from Aloe-Vera gel by infusion of phenolic compounds extracted from grape pomace (argol) using osmotic dehydration. For this purpose, the pieces were floated in a solution of sucrose with different concentrations (40, 50 and 60%) and argol (10, 20 and 30 %) at 50 °C for 120 minutes. After treatment, apple cylinders were washed with tap water and water loss, solids gain, were measured at the periods of 30, 60, 90 and 120 min. Total phenolic compounds (TPC), scavenging activity of DPPH (DPPH), ferric reducing-antioxidant power (FRAP), tissue evaluation (firmness, chewing and springiness) and color parameters (L*, a* and b*) of the samples were measured after 120 min. The results showed that high absorption of solids leads to an increase in adsorption of phenolic and anthocyanin compounds. Increasing the concentration of sucrose reduced the brightness, increased redness and yellowing of the samples. Tissue structure analysis showed that the hardness of the samples decreased with increasing concentration of soluble and argon sucrose. In general, suggested treatment was selected for 60 minutes in sucrose with 50% concentration and 20% argol as the optimum treatment.

Keywords: Aloe-Vera, Osmotic, Grape Residue, Phenolic Compounds, Anthocyanin Compounds.

[*]Corresponding Author:azarpazhooh@gmail.com