مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

تأثیر توان و زمان اعمال فراصوت بر کارایی فرآیند آبگیری اسمزی برش‌های موز

فخرالدین صالحی[۱*]، رعنا چراغی[۲]، مجید رسولی[۳]

۱- دانشیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.

۳- استادیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱٤۰۰/۱۱/۰۹

تاریخ پذیرش: ۱٤۰۱/۰۱/۱۵

کلمات کلیدی:

آبگیری اسمزی،

اولتراسوند،

توان فراصوت،

جذب مواد جامد، ساکارز.

DOI: 10.52547/fsct.19.124.197

DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.124.4.1

* مسئول مکاتبات:

F.Salehi@Basu.ac.ir

چکیده

فراصوت (اولتراسوند) از امواج صوتی با فرکانس فراتر از حد شنوایی انسان تشکیل شده است. امواج فراصوت را می‌توان به‌طور مستقیم برای خشک‌کردن و یا به‌عنوان یک پیش‌تیمار قبل از فرآیند خشک‌کردن استفاده نمود. در این پژوهش اثر توان فراصوت (در سه سطح ۰، ۷۵ و ۱۵۰ وات)، زمان تیمار فراصوت (در سه زمان ۱۰، ۱۵ و ۲۰ دقیقه) و غلظت محلول ساکارز (در سه سطح ۳۰، ٤۵ و ٦۰ درجه بریکس) بر درصد کاهش وزن، درصد جذب مواد جامد، مقدار رطوبت خارج شده و درصد آبگیری مجدد برش‌های موز تیمار شده توسط تیمار اسمز- فراصوت مورد بررسی قرار گرفت. با افزایش توان دستگاه فراصوت، افزایش زمان اعمال تیمارها و همچنین افزایش غلظت محلول اسمزی، درصد کاهش وزن و درنتیجه مقدار رطوبت خارج شده از برش‌های موز افزایش یافت. درصد کاهش وزن برش‌های موز با افزایش توان دستگاه فراصوت از صفر به ۱۵۰ وات، از ۸/۵۳ درصد به ۱٤/۲۸ افزایش یافت (P<۰/۰۵). با افزایش توان فراصوت، جذب مواد جامد نمونه‌ها کمتر شد که این موضوع نشان دهنده کاهش جذب ساکارز توسط نمونه‌های آبگیری شده است. درصد جذب مواد جامد برش‌های موز با افزایش توان دستگاه فراصوت از صفر به ۱۵۰ وات، از ۲/۸ درصد به ۱/٤ کاهش یافت (P<۰/۰۵). با افزایش زمان اعمال تیمارهای اسمزی رطوبت بیشتر از برش‌های موز خارج شد و در نتیجه درصد کاهش رطوبت برای این نمونه‌ها بیشتر شد. با افزایش توان فراصوت، درصد آبگیری مجدد نمونه‌ها بیشتر شد اما اختلاف معناداری بین نمونه‌ها مشاهده نشد (P>۰/۰۵).

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-24]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.124.17.4]

[DOI: 10.52547/fsct.19.124.197]

۱- مقدمه

خشک‌کردن اسمزی[1] یک فرآیند آبگیری از محصولات کشاورزی مانند میوه‌ها و سبزی‌ها است که شامل خیساندن آن‌ها در یک محلول‌های پرتونیک مناسب مانند محلول‌های قندی حاوی ساکارز یا گلوکز (بیشتر برای میوه‌ها) و همچنین نمک‌های مختلف (بیشتر برای سبزی‌ها) می‌باشد که باعث کاهش رطوبت مواد غذایی قبل از فرآیند خشک‌کردن نهایی می‌شود. فرآیند اسمز به دلیل حفظ پایداری، ایجاد کیفیت بالا، اصلاح خصوصیات کاربردی و کاهش مصرف انرژی، علاقه محققین را در طی سال‌های اخیر، بیش از پیش به خود جلب کرده است. از آبگیری اسمزی برای تولید محصولاتی با رطوبت حد واسط استفاده می‌شود و یا از این فرآیند می‌توان به‌عنوان یک پیش فرآیند برای فرآیندهای بعدی مانند خشک‌کردن یا انجماد استفاده کرد [۱, ۲]. اثر آبگیری اسمزی قبل از خشک‌کردن بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی ورقه‌های پیاز خشک توسط ایوبی و بلوردی (۲۰۲۱) بررسی شده است. بر اساس نتایج گزارش شده توسط این پژوهشگران مشخص شد که ترکیب محلول اسمزی بر میزان آبگیری و کیفیت پیاز خشک مؤثر است. همچنین، نمونه‌های پیاز خشک‌شده با پیش‌تیمار اسمز، از نظر رنگ، امتیاز کمتر ولی طعم و قابلیت پذیرش بیشتری نسبت به نمونه شاهد داشته‌اند [۳].

فراصوت (اولتراسوند[2]) از امواج صوتی با فرکانس فراتر از حد شنوایی انسان تشکیل شده است. با تنظیم فرکانس، فراصوت را می توان در بسیاری از کاربردهای صنعتی از جمله مواد غذایی استفاده کرد. استفاده از امواج فراصوت به‌عنوان پیش‌تیمار، روش غیرحرارتی مناسبی به‌منظور افزایش بهره‌وری است و در طی اعمال این فرآیند، خصوصیات فیزیکوشیمیایی و کیفی ماده غذایی نیز آسیب کمتری می‌بینند [٤-٧]. دستگاه فراصوت با ایجاد امواج شدید فشاری در یک محیط مایع کار می‌کند. امواج فشاری باعث جریان در مایع شده و تحت شرایط مناسب موجب تشکیل سریع میکروحباب می‌گردد که رشد و یکی شدن این حباب‌ها تا رسیدن به‌اندازه بیشینه و درنهایت ترکیدن آن‌ها، باعث تغییرات سطحی در اجسامی که در معرض آن قرارگرفته‌اند، می‌شود. به این پدیده کاویتاسیون یا حباب‌زایی یا حفره‌زایی گفته می‌شود. انفجار حباب‌ها تولید موج ضربه‌ای با انرژی کافی برای شکستن پیوندهای کووالانسی می‌کند. انرژی فراصوت باعث افزایش دمای محیط نیز می‌شود [۲]. امواج فراصوت با مکانیسم‌های مختلف منجر به افزایش میزان خروج رطوبت از ماده غذایی طی فرایند خشک‌کردن می‌شوند. این مکانیسم‌ها شامل افزایش دما در لایه‌مرزی، تغییر فشار در اثر کاویتاسیون، توسعه میکروکانال‌ها در اثر ایجاد در نتیجه تنش برشی حاصل از کاویتاسیون، اغتشاش در لایه‌مرزی و ایجاد تغییرات ساختمانی در محصول می‌باشند [٦].

استفاده ترکیبی از فرآیندهای آبگیری اسمزی و امواج فراصوت به‌عنوان پیش‌تیمار قبل از فرآیند خشک‌کردن، باعث افزایش کیفیت محصول نهایی خشک‌شده و همچنین افزایش سرعت فرآیند خشک‌کردن می‌شود. امواج فراصوت باعث افزایش تعداد حفرات موجود در سطح محصول می‌شود که در نتیجه باعث افزایش سرعت خروج آب از محصول می‌گردد [۸]. صالح نژاد و همکاران (۲۰۱۸) تأثیر شرایط مختلف پیش‌تیمار ترکیبی اسمز- فراصوت بر میزان آب ازدست‌رفته، دریافت مواد جامد و فرایند باز جذب آب ورقه‌های گوجه‌فرنگی با ضخامت‌های ٤ و ۸ میلی‌متر را بررسی کردند. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که با افزایش زمان پیش‌تیمار، میزان باز جذب آب کاهش می‌یابد. با افزایش ضخامت ورقه‌ها نیز میزان آب ازدست‌رفته و جذب مواد جامد کاهش یافته است [۹]. بشری و همکاران (۲۰۱۵) سینتیک خشک‌کردن لایهٔ نازک ریواس طی فرآیند آبگیری فراصوت-اسمز را بررسی کردند. نتایج این پژوهش نشان داد که به‌کارگیری روش پیش فرآیند اسمز با محلول ساکارز ٤۰ درصد و زمان فراصوت ۳۰ دقیقه توانست روند خشک‌کردن را به بیشینهٔ مقدار خود برساند [۱۰]. در پژوهشی دیگر، اشراقی و همکاران (۲۰۱٤) گزارش کردند که، کمترین زمان لازم برای رسیدن به میزان رطوبت ۲۰٪ در نمونه‌های کیوی ٦ و ۸ میلی‌متری، مربوط به نمونه‌های پیش‌تیمار شده با محلول اسمزی با بریکس ۷۰ و زمان ۳۰ دقیقه فراصوت، به ترتیب با زمان ۲٦۳ و ۳۱۳ دقیقه است. همچنین نتایج حاصل از جذب آب مجدد در نمونه‌های پیش‌تیمار شده ترکیبی نشان دادند که با افزایش غلظت محلول اسمزی و زمان موج دهی با فراصوت، قابلیت جذب آب مجدد نسبت به نمونه شاهد کاهش یافته است [۱۱]. آذرپژوه و

1. Osmotic drying
2. Ultrasound

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-24]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.124.17.4]
[DOI: 10.52547/fsct.19.124.197]

همکاران (۲۰۱۹) تأثیر پیش‌تیمار اسمز با کمک فراصوت بر نفوذ ترکیبات فنلی در ژل آلوئه‌ورا و کیفیت محصول خشک‌شده را بررسی کردند. نتایج بررسی این پژوهشگران نشان داد که اعمال فراصوت تأثیر معنی‌داری بر خواص فیزیکوشیمیایی آلوئه‌ورا دارد و پیش‌تیمار فراصوت هم‌زمان با اسمز، نسبت به سایر تیمارها، باعث افزایش میزان از دست دادن آب و میزان جذب مواد می‌شود. نتایج ارزیابی حسی نمونه‌ها هم نشان داد که پیش‌تیمار فوق باعث می‌شود تا رنگ، بافت و شکل ظاهری در نمونه آلوئه‌ورای خشک‌شده بهتر حفظ شود [۵]. در مطالعه‌ای اثر پیش‌تیمار اسمزی و فراصوت بر توت‌فرنگی توسط گروهی از پژوهشگران مورد بررسی قرار گرفت. توت‌فرنگی‌های بعد از برش، در محلول اسمزی ساکارز با غلظت ٦۰ درصد و همچنین آب مقطر غوطه‌ور شدند. نمونه‌های پیش‌تیمار دیده اسمزی از نظر طعم، رنگ، بافت و پذیرش کلی مقبولیت بیشتری در بین مصرف‌کننده‌ها داشتند. همچنین با اعمال انواع پیش‌تیمارها، کل زمان خشک شدن به میزان ۵ الی ۲۵ درصد کاهش می‌یابد [۱۲].

تکنیک‌های فراصوت نسبتاً ارزان و ساده بوده و باعث صرفه‌جویی در مصرف انرژی می‌شوند. این روش‌ها امروزه به یک فناوری نوظهور برای استخراج عصاره‌از محصولات کشاورزی، تجزیه، بررسی و اصلاح محصولات غذایی تبدیل شده‌اند [٦]. بررسی منابع موجود حاکی از این است که تا کنون پژوهشی مبنی بر بررسی اثر توان و زمان اعمال فراصوت بر کارایی فرآیند آبگیری اسمزی برش‌های موز انجام نگرفته است. لذا هدف از این مطالعه اثر توان فراصوت، زمان اعمال فراصوت و غلظت محلول اسمزی حاوی ساکارز بر درصد کاهش وزن، درصد جذب مواد جامد، مقدار رطوبت خارج شده و درصد آبگیری مجدد برش‌های موز تیمار شده توسط فرآیند آبگیری اسمز–فراصوت می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- آماده‌سازی ماده اولیه

برای انجام این پژوهش ابتدا برش‌های موز با ضخامت ۵ میلی‌متر توسط چاقوی تیز و با دقت برش خوردند، و بعد از توزین، به‌سرعت داخل دستگاه حمام فراصوت حاوی محلول اسمزی قرار گرفتند. برش‌های موز مورد استفاده به‌طور میانگین دارای رطوبت اولیه ۷٤/۸٤ درصد بر مبنای تر بودند. رطوبت نمونه‌ها مطابق روش AOAC (۲۰۱۰) از طریق قرار دادن نمونه‌ها در آون معمولی و دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس تا دستیابی به وزن ثابت اندازه‌گیری شدند [۱۳].

۲-۲- فرآیند آبگیری اسمزی

برای اعمال تیمار فراصوت بر برش‌های موز هنگام آبگیری اسمزی، از دستگاه حمام فراصوت ساخت شرکت بکر[3] (ایران) مدل vCLEAN1-L6 استفاده شد. این دستگاه دارای ژنراتور التراسونیک قدرتمند با فرکانس کاری ٤۰ کیلوهرتز بوده و توان التراسونیک دستگاه نیز ۱۵۰ وات است. البته این دستگاه دارای کلید تنظیم حالت تمام توان برای اعمال تیمارهای شدید و حالت نصف توان برای اعمال تیمارهای ضعیف‌تر است. دستگاه دارای گرماساز برای ایجاد دما در حمام و همچنین ترموستات برای کنترل دما می‌باشد.

برای تهیه محلول‌های اسمزی از ساکارز خالص استفاده شد. دمای حمام فراصوت به‌صورت ثابت بر روی ۵۰ درجه سلسیوس تنظیم شد و بعد از رسیدن دمای محلول‌های اسمزی با غلظت‌های مشخص به این دما، نمونه‌ها داخل دستگاه قرار گرفته و فرآیند آبگیری شروع می‌شد. در این پژوهش، اثر توان التراسونیک در سه سطح ۰، ۷۵ وات و ۱۵۰ وات، اثر زمان اعمال فراصوت در سه سطح ۱۰، ۱۵ و ۲۰ دقیقه و اثر غلظت محلول اسمزی حاوی ساکارز در سه سطح ۳۰، ٤۵ و ٦۰ درجه بریکس بر کارایی فرآیند آبگیری اسمزی برش‌های موز بررسی شد. در آزمایش‌ها نسبت وزنی برش‌های موز به محلول اسمزی ۱ به ۵۰ انتخاب شد.

بعد از طی شدن زمان آبگیری اسمزی، نمونه‌ها از محلول خارج شده و بر روی یک دستمال کاغذی جهت حذف شدن محلول سطحی قرار گرفت. بعد از حذف رطوبت سطحی، مجدداً نمونه‌ها توزین گردید. سپس جهت تعیین میزان کاهش رطوبت و جذب مواد جامد، نمونه‌های خارج شده از محلول اسمزی در داخل آون در دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس تا رسیدن به وزن ثابت قرار داده شدند.

۲-۳- محاسبه پارامترهای کارایی فرآیند اسمزی

3. Ultrasonic laboratory bath , vCLEAN1-L6, Backer, Iran.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-24]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.124.17.4]
[DOI: 10.52547/fsct.19.124.197]

درصد کاهش وزن (WR)[4]، درصد جذب مواد جامد (SG)[5] و درصد کاهش آب (WL)[6] برش‌های موز بر اساس توزین آنها در مراحل مختلف (قبل از آبگیری اسمزی، بعد از اسمز و بعد از خشک‌کردن در آون) از طریق معادلات زیر محاسبه گردید. توزین نمونه‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتالی ساخت شرکت کیا مدل SL1000 با دقت یک صدم گرم انجام شد.

$$WR = \frac{A_0 - A_t}{A_0} \times 100 \quad (۱)$$

$$SG = \frac{S_t - S_0}{A_0} \times 100 \quad (۲)$$

$$WL = \frac{W_0 - W_t}{A_0} \times 100 = \frac{W_0 - (A_t - S_t)}{A_0} \quad (۳)$$

WR: درصد کاهش وزن برش‌های موز در مرحله اسمز

SG: درصد جذب مواد جامد

WL: درصد کاهش آب در مرحله اسمز

A_0: جرم اولیه نمونه برش‌های موز (g)

A_t: جرم برش‌های موز بعد از اسمز (g)

S_t: مقدار ماده جامد نمونه بعد از اسمز (g)

S_0: مقدار ماده جامد نمونه اولیه (g)

W_0: رطوبت اولیه نمونه (g)

W_t: رطوبت نمونه بعد از اسمز (g)

۲-٤- محاسبه آبگیری مجدد نمونه‌های خشک‌شده

جهت بررسی مقدار باز جذب آب نمونه‌ها، ابتدا پیش‌تیمار اسمز-فراصوت بر نمونه‌ها اعمال شد و سپس برش‌های موز به روش هوای داغ خشک شدند. برای محاسبه پارامتر آبگیری مجدد، نمونه‌های خشک توزین و درون آب با دمای ۵۰ درجه سلسیوس غوطه‌ور شدند. سپس، بعد از گذشت زمان ۲۰ دقیقه از آب خارج‌شده و وزن کشی با استفاده از ترازوی دیجیتالی ساخت شرکت کیا مدل SL1000 با دقت یک صدم گرم انجام شد. تمام تیمارها در سه تکرار انجام و میانگین آن‌ها گزارش شد. نسبت باز جذب آب[7] (RR) توسط معادله ٤ محاسبه شد.

$$RR = \frac{M_r}{M_0} \times 100 \quad (٤)$$

در این معادله M_r وزن نمونه بعد از باز جذب آب (g) و M_0 وزن نمونه خشک (g) می‌باشد.

۲-۵- آنالیز آماری

در این پژوهش اثر پیش‌تیمار اسمز-فراصوت بر کارایی آبگیری اسمزی برش‌های موز بررسی شد. این پژوهش در قالب فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی و با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. تمام آزمون‌ها در سه تکرار انجام و برای مقایسه میانگین پاسخ‌های مشاهده شده، از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۹۵٪ استفاده شد. برای رسم نمودارها نیز از برنامه Excel (۲۰۰۷) استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- درصد کاهش وزن

مقدار و سرعت خروج آب در روش آبگیری اسمزی به متغیرهای مختلفی بستگی دارد. به‌طورکلی کاهش وزن در محصول آبگیری شده به روش اسمزی با افزایش دما و غلظت محلول اسمزی، افزایش زمان غوطه‌وری، افزایش نسبت محلول اسمزی به ماده اولیه، افزایش سطح در تماس (خرد کردن محصول)، استفاده از خلأ، همزدن و کنترل غلظت محلول اسمزی، افزایش می‌یابد [۲]. در شکل ۱ اثر توان التراسونیک، زمان اعمال فراصوت (مدت زمان تماس محصول و محلول اسمزی) و غلظت محلول اسمزی بر درصد کاهش وزن برش‌های موز هنگام آبگیری اسمزی به نمایش در آمده است. درصد کاهش وزن برش‌های موز با افزایش توان فراصوت دستگاه از صفر به ۱۵۰ وات، از ۸/۵۳ درصد به ۱٤/۲۸ افزایش یافت ($P<۰/۰۵$). این نتایج هم‌راستا با نتایج پژوهش قوامی‌جولندان و همکاران (۲۰۱۹) است که گزارش کردند پیش فرایند اسمز-فراصوت سبب افزایش از دست دادن آب و کاهش وزن توت‌فرنگی می‌شود. علاوه بر این، خشک‌کردن با پیش‌تیمار اسمزی-فراصوت از نظر زمان مقرون به‌صرفه‌تر بوده است [۱۲]. در مجموع و به‌صورت میانگین از کل داده‌ها، درصد کاهش وزن با افزایش زمان فرآیند آبگیری اسمزی از ۱۰ دقیقه به ۲۰ دقیقه، از ۸/۹ درصد به ۱۳/۳ افزایش یافت. بین زمان‌های ۱۵ و ۲۰ دقیقه از نظر پارامتر درصد کاهش وزن اختلاف معناداری مشاهده نشد ($P>۰/۰۵$)،

4. Weight reduction (WR)
5. Solid gain (SG)
6. Water loss (WL)
7. Rehydration ratio (RR)

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-24]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.124.17.4]
[DOI: 10.52547/fsct.19.124.197]

اما درصد کاهش وزن به دست آمده در طی ۱۰ دقیقه آبگیری اسمزی کمتر از دو سطح دیگر بود و اختلاف معناداری با دو سطح دیگر داشت (P<۰/۰۵). میانگین درصد کاهش وزن برش‌های موز قرار گرفته در محلول‌های اسمزی با غلظت‌های ۳۰، ٤۵ و ٦۰ درجه بریکس، به ترتیب برابر ۱۰/۲ درصد، ۱۱/۸ درصد و ۱۲/۹ درصد بود.

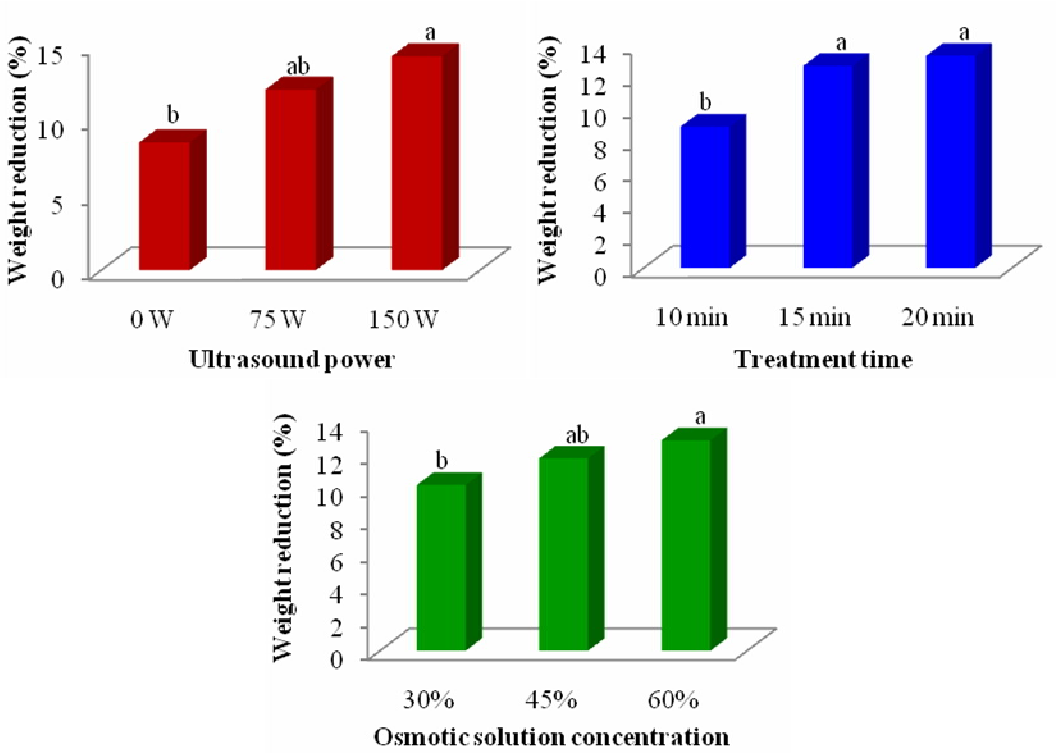

Fig 1 Effect of ultrasound power, treatment time and osmotic solution concentration on the weight reduction (%) of banana slices during osmotic dehydration.
Means with different superscripts differ significantly (P<0.05).

۳-۲- درصد جذب مواد جامد

در روش آبگیری اسمزی، هر چقدر درصد جذب مواد جامد کمتر باشد و نمونه‌ها ساکارز کمتری را جذب خود کنند، کارایی فرآیند بالاتر بوده و کیفیت نهایی محصول نیز افزایش می‌یابد [۱٤]. در شکل ۲ اثر توان التراسونیک، زمان اعمال فراصوت و غلظت محلول اسمزی بر مقدار ماده جامد جذب شده توسط برش‌های موز هنگام آبگیری اسمزی گزارش شده است. همان‌طور که در این سه نمودار مشاهده می‌شود، هر سه متغیر و سطوح مربوطه بر مقدار جذب مواد جامد برش‌های موز تأثیر داشتند. محدودیت مهم فرآیند آبگیری اسمزی نفوذ مقدار زیاد ماده حل شونده اسمزی به داخل ماده غذایی است که سبب مقاومت ماده غذایی برای دفع آب در فرآیندهای بعدی خشک‌کردن و تغییر ویژگی‌های حسی و تغذیه‌ای محصول می‌گردد [۱۵]. درصد جذب مواد جامد برش‌های موز با افزایش توان فراصوت دستگاه از صفر به ۱۵۰ وات، از ۲/۸ درصد به ۱/٤ کاهش یافت (P<۰/۰۵). میانگین درصد جذب مواد جامد برش‌های موز قرار گرفته در محلول‌های اسمزی در طی زمان‌های ۱۰، ۱۵ و ۲۰ دقیقه، به ترتیب برابر ۱/٦ درصد، ۱/۸ درصد و ۲/٤ درصد بود. همچنین، میانگین درصد جذب مواد جامد برش‌های موز قرار گرفته در محلول‌های اسمزی با غلظت‌های ۳۰، ٤۵ و ٦۰ درجه بریکس، به ترتیب برابر ۱/۲ درصد، ۱/۷ درصد و ۳/۰ درصد بود و نمونه‌های قرار گرفته در محلول غلیظ‌تر (بریکس برابر ٦۰) از نظر مقدار ماده جامد جذب شده، اختلاف معناداری با دو سطح دیگر داشتند (P<۰/۰۵). در پژوهشی مدل‌سازی و بهینه‌سازی خشک‌کردن اسمزی-اولتراسوند کرنبری با روش سطح پاسخ توسط شمایی و همکاران در سال ۲۰۱۲ انجام شده است. آنالیز آماری نتایج این پژوهش نشان داد که اثر خطی کلیه پارامترهای فرآیند بر روی افت آب معنی‌دار بوده است، درحالی‌که برای جذب مواد جامد اثر کلیه فاکتورها به‌جز دما معنی‌دار شده است [۱٦].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-24]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.124.17.4]
[DOI: 10.52547/fsct.19.124.197]

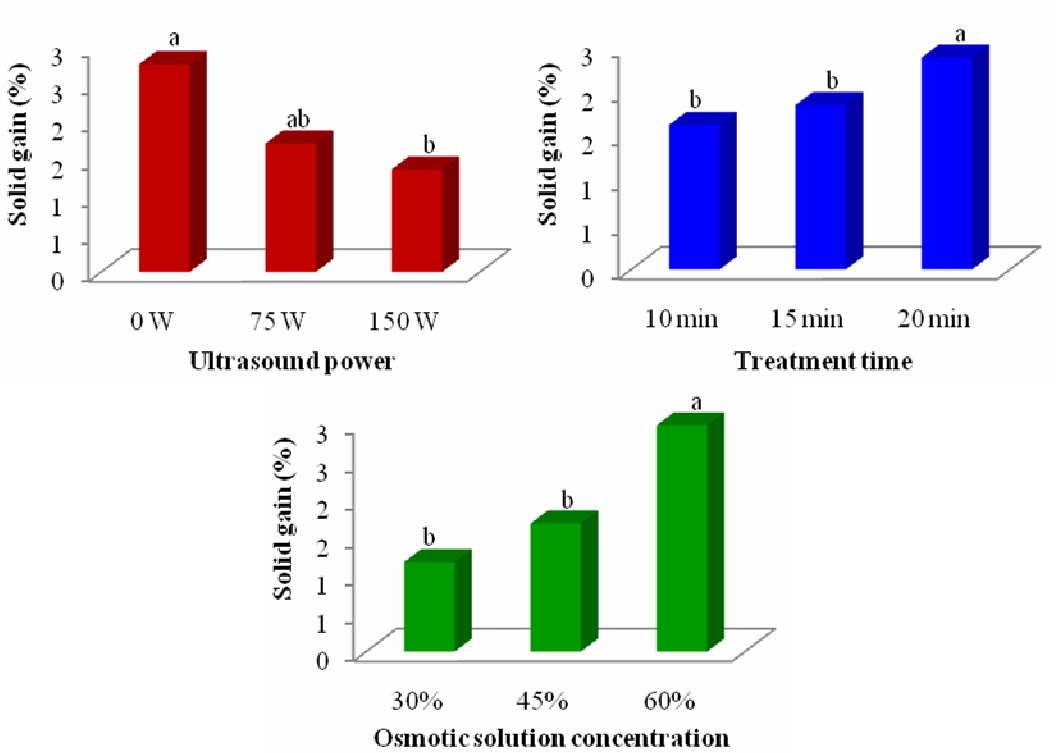

Fig 2 Effect of ultrasound power, treatment time and osmotic solution concentration on the solid gain (%) of banana slices during osmotic dehydration.
Means with different superscripts differ significantly (P<0.05).

۳-۳- درصد کاهش آب

آبگیری اسمزی، فرایند انتقال آب است که با قرار دادن مواد غذایی از قبیل تکه‌های میوه‌ها یا سبزی‌ها، در محلول‌های هایپرتونیک صورت می‌گیرد. به دلیل اینکه این محلول اسمزی دارای فشار اسمزی بالایی است و در نتیجه فعالیت آبی کمتری دارد، نیروی محرک برای انتقال آب بین محلول و غذا، افزایش می‌یابد. در شکل ۳ اثر توان التراسونیک، زمان اعمال فراصوت و غلظت محلول اسمزی بر مقدار خروج آب از برش‌های موز هنگام آبگیری اسمزی گزارش شده است. درصد کاهش آب برش‌های موز با افزایش توان فراصوت دستگاه از صفر به ۱۵۰ وات، از ۱۱/۳ درصد به ۱۵/۷ افزایش یافت (P<۰/۰۵). درصد کاهش آب با افزایش زمان فرآیند آبگیری اسمزی از ۱۰ دقیقه به ۲۰ دقیقه، از ۱۰/۵ درصد به ۱۵/۷ افزایش یافت. صالح نژاد و همکاران (۲۰۱۸) گزارش کرده‌اند که پیش‌تیمار ترکیبی اسمز-فراصوت سبب بهبود فرایند خشک‌کردن ورقه‌های گوجه‌فرنگی می‌شود. بر اساس نتایج گزارش شده توسط این پژوهشگران، افزایش زمان اعمال فراصوت و غلظت محلول اسمزی (سدیم کلرید)، باعث افزایش میزان آب ازدست‌رفته و جذب مواد جامد می‌شود [۹]. در روش آبگیری اسمزی، هر چقدر رطوبت بیشتری از محصول خارج شود، کارایی فرآیند بالاتر می‌باشد. میانگین درصد کاهش آب برش‌های موز قرار گرفته در محلول‌های اسمزی با غلظت‌های ۳۰، ٤٥ و ٦٠ درجه بریکس، به ترتیب برابر ۱۱/۳ درصد، ۱۳/۵ درصد و ۱۵/۹ درصد بود. در پژوهشی، اشراقی و همکاران (۲۰۱٤) اثر پیش‌تیمار ترکیبی اسمز - فراصوت روی خشک شدن ورقه‌های کیوی را بررسی کردند. آبگیری از نمونه‌های کیوی در سه سطح زمانی ۱۰، ۲۰ و ۳۰ دقیقه در دمای محیط در داخل محلول‌های اسمزی ساکارز با غلظت‌های ۳۰، ۵۰ و ۷۰ درجه بریکس در حمام فراصوت، انجام گرفت. نتایج حاصل از زمان خشک شدن نشان دادند که با افزایش غلظت محلول اسمزی و زمان فراصوت، زمان رسیدن به میزان رطوبت ۲۰٪، برای هر تیمار کاهش می‌یابد [۱۱].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-24]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.124.17.4]
[DOI: 10.52547/fsct.19.124.197]

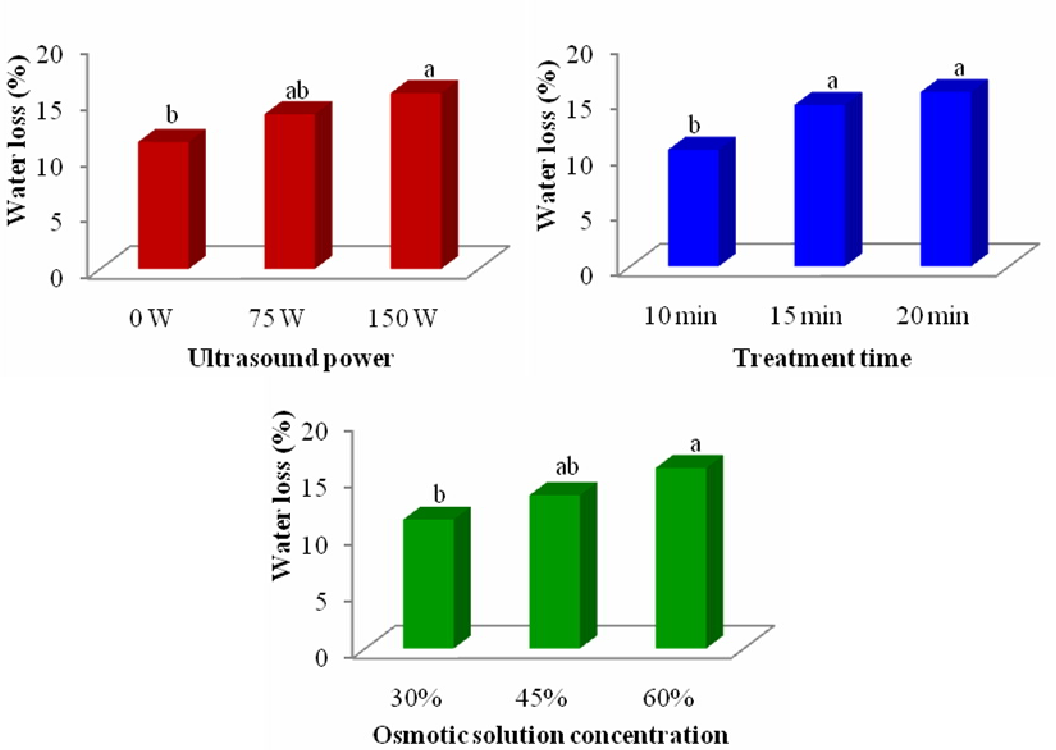

Fig 3 Effect of ultrasound power, treatment time and osmotic solution concentration on the water loss (%) of banana slices during osmotic dehydration.
Means with different superscripts differ significantly (P<0.05).

۳-٤- درصد آبگیری مجدد

در شکل ٤ اثر توان التراسونیک، زمان اعمال فراصوت و غلظت محلول اسمزی بر آبگیری مجدد برش‌های موز خشک‌شده گزارش شده است.

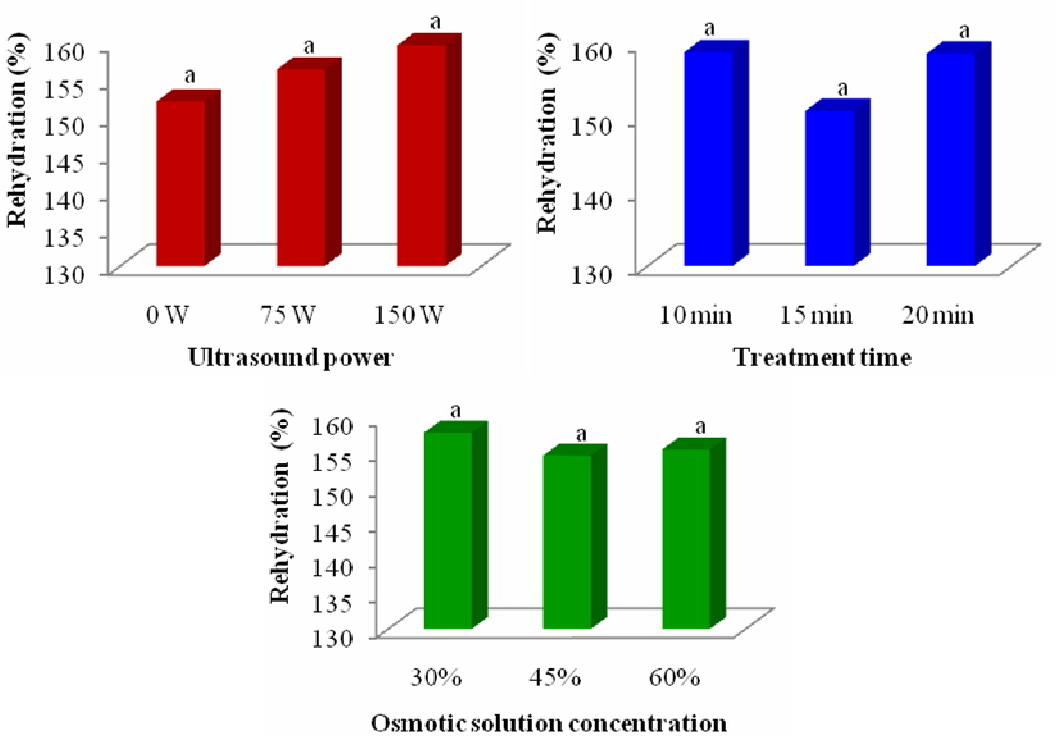

Fig 4 Effect of ultrasound power, treatment time and osmotic solution concentration on the rehydration (%) of dried banana slices.
Means with different superscripts differ significantly (P<0.05).

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-24]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.124.17.4]
[DOI: 10.52547/fsct.19.124.197]

همان‌طور که در این سه نمودار مشاهده می‌شود، متغیرهای مستقل توان فراصوت، زمان اعمال فراصوت و غلظت محلول اسمزی و همچنین سطوح مربوط به آنها باعث تغییر درصد آبگیری مجدد برش‌های موز شده‌اند اما اثرات آنها معنی‌دار نبوده است (P>۰/۰۵). با افزایش توان فراصوت، درصد آبگیری مجدد نمونه‌ها بیشتر شد اما اختلاف معناداری بین نمونه‌ها مشاهده نشد (P>۰/۰۵). درصد آبگیری مجدد برش‌های موز برای توان‌های فراصوت برابر صفر، ۷۵ وات و ۱۵۰ وات، به ترتیب برابر ۱۵۲/۱ درصد، ۱۵٦/٤ درصد و ۱۵۹/٦ درصد بود. درصد آبگیری مجدد محاسبه شده برای برش‌های موز طی زمان‌های ۱۰، ۱۵ و ۲۰ دقیقه به ترتیب برابر ۱۵۸/۷ درصد، ۱۵۰/۸ درصد و ۱۵۸/۵ درصد بود. میانگین درصد آبگیری مجدد برش‌های موز قرار گرفته در محلول‌های اسمزی با غلظت‌های ۳۰، ٤۵ و ٦۰ درجه بریکس نیز به ترتیب برابر ۱۵۷/۹ درصد، ۱۵٤/٦ درصد و ۱۵۵/۵ درصد بود.

٤- نتیجه‌گیری

هدف از این پژوهش، بهره‌گیری از پیش‌تیمار ترکیبی اسمز-فراصوت و بررسی اثر آن در شرایط مختلف عملیاتی بر درصد تغییرات وزن، میزان آب خارج شده، میزان دریافت مواد جامد و درصد بازجذب آب توسط برش‌های موز پس از خشک‌کردن است. شرایط فرآیند اسمزی و تیمارهای مورد بررسی شامل توان التراسونیک در محدوده صفر تا ۱۵۰ وات، زمان اعمال فراصوت (مدت زمان تماس محصول و محلول اسمزی) در محدوده ۱۰ تا ۲۰ دقیقه و غلظت محلول اسمزی حاوی ساکارز در محدودهٔ ۳۰ تا ٦۰ درجه بریکس تعیین گردید. برش‌های موز پس از تهیه، توزین و بلافاصله مورد استفاده قرار گرفتند. نتایج این پژوهش نشان داد که با افزایش توان دستگاه فراصوت، افزایش زمان اعمال تیمارها و همچنین افزایش غلظت محلول اسمزی، درصد کاهش وزن و در نتیجه مقدار رطوبت خارج شده از برش‌های موز افزایش می‌یابد. با افزایش غلظت محلول اسمزی، مقدار خروج آب از نمونه‌ها افزایش یافت که به دلیل افزایش فشار اسمزی بود. با افزایش توان دستگاه فراصوت، کاهش زمان اعمال تیمارها و همچنین کاهش غلظت محلول اسمزی، درصد جذب مواد جامد برش‌های موز کاهش یافت که نشان دهنده جذب کمتر ساکارز توسط نمونه‌ها است. متغیرهای مستقل توان فراصوت، زمان اعمال فراصوت و غلظت محلول اسمزی و همچنین سطوح مربوط به آنها باعث تغییر درصد آبگیری مجدد برش‌های موز شده‌اند اما اثرات آنها معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵).

٤- منابع

[1] Deepika, S., Sutar, P. P. 2017. Osmotic dehydration of lemon (Citrus limon L.) slices: Modeling mass transfer kinetics correlated with dry matter holding capacity and juice sac losses, Drying Technology. 35, 877-892.

[2] Salehi, F.2020. Food industry machines and equipment, Bu-Ali Sina University Press, Hamedan, Iran.

[3] Ayoubi, A., Balvardi, M. 2021. The effect of osmotic dehydration before drying on the physicochemical and sensorial characteristics of dried onion slices, Journal of Food Research. 31, 51-65.

[4] Salehi, F. 2020. Physico-chemical properties of fruit and vegetable juices as affected by ultrasound: A review, International Journal of Food Properties. 23, 1748-1765.

[5] Azarpazhooh, E., Sharayeei, P., Gheybi, F. 2019. Evaluation of the effects of osmosis pretreatment assisted by ultrasound on the impregnation of phenolic compounds into aloe vera gel and dry product quality, Food Engineering Research. 18, 143-154.

[6] Awad, T. S., Moharram, H. A., Shaltout, O. E., Asker, D., Youssef, M. M. 2012. Applications of ultrasound in analysis, processing and quality control of food: A review, Food Research International. 48, 410-427.

[7] Salehi, F. 2021. Recent applications of heat pump dryer for drying of fruit crops: A review, International Journal of Fruit Science. 21, 546-555.

[8] Fernandes, F. A., Gallão, M. I., Rodrigues, S. 2008. Effect of osmotic dehydration and ultrasound pre-treatment on cell structure: Melon dehydration, LWT-Food Science and Technology. 41, 604-610.

[9] Saleh Nejad, L., Rahimi, R., Babapoor, A. 2018. Study of the effects of osmotic-ultrasonic pretreatment conditions on the moisture loss, solids uptake, and water rehydration process of tomato flakes, Iranian Chemical Engineering Journal. 17, 71-80.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-24]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.124.17.4]
[DOI: 10.52547/fsct.19.124.197]

[10] Bashari, S., Tavakolipour, H., Mokhtarian, M. 2015. Monitoring the thin layer drying kinetics of rhubarb during ultrasound-osmotic dehydration process, Iranian Journal of Biosystems Engineering. 46, 255-263.
[11] Eshraghi, E., Kashaninejad, M., Maghsoudlou, Y., Beiraghi-Toosi, S., Aalami, M. 2014. Studying the effect of osmosis-ultrasound compound pre-treatment on drying kiwi fruit sheets, Iranian Food Science and Technology Research Journal. 9, 323-329.
[12] Samie, A., Ghavami Jolandan, S., Zaki Dizaji, H., Hojjati, M. 2019. The effect of osmotic and ultrasonic pre-treatments on the quality of strawberry drying process in hot air drying method, Iranian Journal of Biosystems Engineering. 50, 705-715.
[13] AOAC. 2010. Official methods of analysis, 16th edition. , Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, USA.
[14] Salehi, F., Abbasi Shahkoh, Z., Godarzi, M. 2015. Apricot osmotic drying modeling using genetic algorithm - artificial neural network, Journal of Innovation in Food Science and Technology. 7, 65-76.
[15] Kheyabani, S., Ghanbarzadeh, B., Hoseini, M. 2021. Effect of antioxidant active coatings on osmotic dehydration efficiency and quality parameters of Shahroodi dried grape, Journal of Food Research. 31, 51-63.
[16] Shamaei, S., Emam-djomeh, Z., Moini, S. 2012. Modeling and optimization of ultrasound assisted osmotic dehydration of cranberry using response surface methodology, Journal of Agricultural Science and Technology. 14, 1523-1534.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-24]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.124.17.4]
[DOI: 10.52547/fsct.19.124.197]

Iranian Journal of Food Science and Technology

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Influence of sonication power and time on the osmotic dehydration process efficiency of banana slices

Salehi, F. [1*], Cheraghi, R. [2], Rasouli, M. [3]

1. Associate Professor, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
2. MSc Student, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
3. Assistant Professor, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

ABSTRACT

Ultrasound is composed of sound waves with frequency beyond the limit of human hearing. Ultrasound (sonication) can be used directly for drying or as a pretreatment before the drying process. In this study, the effect of sonication power (at three levels of 0, 75 and 150 watts), ultrasound treatment time (at three times of 10, 15 and 20 minutes) and sucrose solution concentration (at three levels of 30, 45 and 60 °Brix) on the weight reduction percentage, solid gain percentage, amount of moisture removed and rehydration percentage of banana slices treated by osmotic-ultrasound treatment were investigated. With increasing ultrasonic power, increasing in treatment time and also increasing osmotic solution concentration, the weight reduction percentage and consequently the amount of moisture removed from banana slices were increased. The weight reduction percentage of banana slices increased from 8.53% to 14.28% by increasing the ultrasonic device power from zero to 150 watts ($P<0.05$). With increasing sonication power, the solids gain of the samples decreased, which indicates a decrease in sucrose absorption by dehydrated samples. The solids gain percentage of banana slices decreased from 2.8% to 1.4% by increasing the ultrasonic device power from zero to 150 watts ($P<0.05$). With increasing osmotic treatment time, more moisture was removed from banana slices and as a result, the moisture loss percentage for these samples increased. With increasing sonication power, rehydration percentage of the samples increased, but no significant difference was observed between the samples ($P<0.05$).

ARTICLE INFO

Article History:

Received 2022/ 01/ 29
Accepted 2022/ 04/04

Keywords:

Osmotic dehydration,
Solid gain,
Sonication power,
Sucrose,
Ultrasound.

DOI: 10.52547/fsct.19.124.197

DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.124.4.1

*Corresponding Author E-Mail:
F.Salehi@Basu.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-24]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.124.17.4]

[DOI: 10.52547/fsct.19.124.197]