Archive of SID

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 9, No. 4, Winter 2014, p. 323-329

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۹، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۲، ص. ۳۲۹-۳۲۳

بررسی اثر پیش تیمار ترکیبی اسمز - فراصوت روی خشک شدن ورقه های کیوی

الهه اشراقی[۱]- مهدی کاشانی نژاد[۲*]- یحیی مقصودلو[۳]- شهرام بیرقی طوسی[٤]- مهران اعلمی[٥]

تاریخ دریافت:۱۳۹۱/۲/۱۳
تاریخ پذیرش:۱۳۹۲/۲/۴

چکیده

هدف از این پژوهش استفاده از پیش تیمار ترکیبی اسمز و فراصوت، و بررسی زمان خشک شدن و قابلیت جذب آب مجدد، نمونه های خشک شده کیوی (رقم هایوارد)، است. آبگیری از نمونه های کیوی در سه سطح زمانی ۱۰، ۲۰ و ۳۰ دقیقه در دمای محیط در داخل محلول های اسمزی ساکارز ۳۰°BX، ۵۰ و۷۰ در حمام فراصوت، انجام گرفت. نتایج حاصل از زمان خشک شدن نشان دادند که با کاهش ضخامت نمونه های کیوی از ۸ به ۶ میلی متر، افزایش غلظت محلول اسمزی و زمان فراصوت، زمان رسیدن به میزان رطوبت ۲۰٪ برای هر تیمار کاهش یافت. بررسی ها نشان دادند که، کمترین زمان لازم برای رسیدن به میزان رطوبت ۲۰٪ در نمونه های کیوی ۶ و ۸ میلی متری، مربوط به نمونه های پیش تیمار شده با محلول اسمزی ۷۰° BX و زمان ۳۰ دقیقه فراصوت، به ترتیب با زمان ۲۶۳ و ۳۱۳ دقیقه است. همچنین نتایج حاصل از جذب آب مجدد در نمونه های پیش تیمار شده ترکیبی نشان دادند که با افزایش غلظت محلول اسمزی، زمان موج دهی با فراصوت و افزایش ضخامت نمونه های کیوی از ۶ به ۸ میلی متر، قابلیت جذب آب مجدد نسبت به نمونه شاهد کاهش یافته است. نتایج ارزیابی حسی در مورد پذیرش کلی کیوی خشک شده نشان داد، که استفاده از پیش تیمار ترکیبی از مقبولیت بیشتری نسبت به نمونه شاهد برخوردار بوده است.

واژه های کلیدی: اسمز، فراصوت، ترکیبی، قابلیت جذب آب مجدد

مقدمه

کیوی به علت بافت نرم آن، دارای عمر ماندگاری کمی است، آنچه باعث محبوبیت کیوی و افزایش مصرف این میوه در جهان شده است، علاوه بر مزه و طعم این میوه، ارزش غذایی فوق العاده آن است.

تحقیقات جدید نشان می دهدکه این میوه سرشار از اغلب ویتامین ها و مواد معدنی مورد نیاز بدن می باشد. لذا با مصرف این میوه در برنامه غذایی روزانه می توان کمبود ناشی از ویتامین ها و مواد معدنی سایر غذاها را جبران کرد. اما به منظور افزایش عمر ماندگاری و حفظ خصوصیات شبیه میوه تازه در طی نگهداری، یک روش استفاده از مواد شیمیایی برای نگهداری مواد غذایی است، همچنین به منظور افزایش قابلیت بازار پسندی مواد غذایی، کیفیت بالا و خصوصیات جذب آب مجدد مطلوب، خشک کردن یکی دیگر از این روش ها است (Mohammadi, *et al.*,۲۰۰۸).

یکی از روشهای قدیمی خشک کردن، روش آفتابی است، محصولات حاصل از این روش به علت چروکیدگی بالا، بار میکروبی زیاد و لزوم استفاده از ترکیبات ضدمیکروبی از جمله دی اکسید گوگرد، مناسب نمی باشند.

خشک کردن با هوای داغ نیز به عنوان یک روش خشک کردن معمول و ساده، برای خشک کردن سبزیجات و میوه جات، استفاده می شود (Leonid, *et al.*,۲۰۰۶ .Ogura,۱۹۹۳).

محصولات نهایی حاصل از این روش دارای تخلخل پایین، و ظرفیت جذب پایین آب می باشد، پس برای بهبود محصولات حاصل از این روش ها لازم است از پیش فرایندهایی استفاده کرد. پیش فرایندهایی از جمله بلانچینگ و اسمز، قبل از خشک کردن توسط محققان مختلفی به کار برده شده و اثرات آنها بر خواص کیفی محصولات خشک شده مورد بررسی قرار گرفته است (۲۰۰۰ Krokida, *et al.*,).

بنا به گزارش محققان، پیش فرایند اسمزی صدمات ناشی از حرارت بر ویژگی های ظاهری و ارگانولپتیکی در میوه ها را کاهش می دهد (Lenart & Cerkowniak.,۱۹۹۶). علاوه بر این با

۱، ۲، ۳ و ۵- به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشیاران و استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
(*- نویسنده مسئول: (Email: kashaninejad@yahoo.com
۴- مربی گروه پژوهشی فرآوری مواد غذایی پژوهشکده علوم و فناوری مواد غذایی جهاد دانشگاهی

www.SID.ir

Archive of SID

خارج کردن مقدار زیادی آب از داخل محصول باعث کاهش زمان خشک کردن می شود.

در حال حاضر تأکید روی روش ها و فناوری های نوین است که سبب بهبود کیفیت می شوند، که در این مورد می توان به استفاده از نیروی فراصوت اشاره کرد (Blanco, *et al.*,۲۰۰۶a).

محققین زیادی در زمینه استفاده از امواج فراصوت در فرایند خشک کردن مواد غذایی کار کرده اند از جمله، بلانکو و همکاران (۲۰۰۶b) بیان کردند که با استفاده از امواج فراصوت می توان زمان فرآیند خشک کردن مواد غذایی را کاهش داد. همچنین استفاده از نیروی فراصوت در فرایند آبگیری از میوه ها سبب می شوند که این امواج از میان محیط جامد عبور کرده و باعث ایجاد یک سری انقباض و انبساط متناوب و سریع در محصول شوند که حالت اسفنج مانند در محصول ایجاد کرده و خروج آب را از آن تسهیل می کنند.

فرناندس و رودریگوس (۲۰۰۷) استفاده از فراصوت در فرآوری را، یک روش جالب توجه در فرایند خشک کردن دانسته اند و بیان نمودند که استفاده از پیش تیمار فراصوت، ضریب نفوذ آب را در میوه افزایش می دهد که منجر می شود زمان خشک کردن کوتاهتر شود.

برخی از محققین نیز از پیش تیمارهای ترکیبی اسمز و فراصوت استفاده نموده اند از جمله، رودریگوس و همکاران (۲۰۰۸) اثر آبگیری اسمزی به کمک فراصوت را، روی ساختار سلولی ساپوتا[1]، مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل از آنالیز عکس میکروسکوپی نشان داد که کاربرد فراصوت در ترکیب با اسمز، منجر به تغییرات تدریجی در شکل سلول ها، جداشدن سلول ها و ایجاد کانال های میکروسکوپی می کند که از دست دادن آب[2] و دریافت مواد جامد[3] را بهبود می‌بخشد.

فرناندس و همکاران (۲۰۰۹) تأثیر آبگیری اسمزی به کمک فراصوت را روی ساختار بافت سلولی آناناس مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنها نشان داد که در تیمار اسمزی، فراصوت و ترکیبی، با افزایش زمان، و افزایش بریکس محلول اسمزی، مقدار آب از دست داده نیز بیشتر خواهد شد. هم چنین استفاده از فراصوت، میزان از دست دادن قند و ضریب نفوذ آب را افزایش می دهد، که به دلیل تشکیل کانال های میکروسکوپی است.

در این تحقیق نیز تأثیر پیش تیمار ترکیبی اسمز و فراصوت در کاهش زمان خشک شدن کیوی، تأثیر آن بر قابلیت جذب آب مجدد[4] کیوی خشک شده و قابلیت پذیرش کلی نمونه خشک شده مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش ها

کیوی، رقم هایوارد، از باغات شناسنامه دار تنکابن چیده شدند. ابتدا میوه های کیوی به صورت یکنواخت و با درجه رسیدگی یکسان سورت شدند و سپس در دمای ۶-۴ درجه سانتیگراد در انبار نگهداری گردیدند، که ۲ ساعت قبل از شروع آزمایش از انبار خارج می شدند. کیوی ها پس از شست و شو و پوست گیری توسط کاتر مخصوص به ورقه هایی به ضخامت ۶ و ۸ میلی متر برش داده شدند. به منظور جلوگیری از واکنش های قهوه ای شدن، نمونه ها به مدت ۵ دقیقه در اسید سیتریک ۱٪ غوطه ور شدند سپس به صورت سطحی با آب مقطر شست وشو داده شدند و با دستمال حوله ای رطوبت سطحی آنها گرفته شد (Carcel, *et al.*, 2005).

پیش تیمارها

در حالت ترکیبی نمونه های آماده سازی شده در سه سطح زمانی ۱۰، ۲۰ و ۳۰ دقیقه در دمای محیط در داخل محلول های اسمزی ساکارز BX ° ۳۰، ۵۰ و۷۰ در حمام فراصوت، به طور جداگانه تحت امواج فراصوت قرار گرفتند. برای اعمال فراصوت از حمام فراصوت (Transsonic, TI-H-20) با فرکانس ۴۵ kHz استفاده شد.

در تمامی پیش تیمارها، نسبت نمونه به محلول اسمزی ۱:۴ بود، پس از اعمال تیمار، نمونه ها از محلول اسمزی خارج شده، و با آب مقطر به صورت سطحی شست وشو داده شدند و سپس آب سطحی آنها توسط دستمال حوله ای گرفته شد. برای کدبندی تیمارها نیز از علامات اختصاری زیر استفاده شد:

C = شاهد

O_1 = محلول اسمزی ۳۰ ° Bx

O_2 = محلول اسمزی ۵۰ ° Bx

O_3 = محلول اسمزی ۷۰° Bx

U_1 = اعمال فراصوت به مدت ۱۰ دقیقه

U_2 = اعمال فراصوت به مدت ۲۰ دقیقه

U_3 = اعمال فراصوت به مدت ۳۰ دقیقه

6 = ضخامت ۶ میلی متر

8 = ضخامت ۸ میلی متر

خشک کردن

نمونه های تیمار شده و نمونه شاهد در داخل پلیت های مشبک کدگذاری شده؛ در ۳ تکرار برای هر تیمار؛ در داخل آون Binder- (110، ساخت کشور آلمان) در دمای ۶۵ درجه سانتیگراد تا رسیدن به میزان رطوبت (۳ ±) ۲۰٪ قرار گرفتند.

1 -Sapota
2 -Water Loss (WL)
3 -Solid Gain (SG)
4 - Rehydration

www.SID.ir

Archive of SID

آزمون ها

میزان دریافت مواد جامد و از دست دادن آب

میزان دریافت مواد جامد (SG) و از دست دادن آب (WL) در نمونه های تیمار شده با استفاده از معادله ۱ و ۲ محاسبه شدند (Fernandes, *et al.*, 2009).

$$\%SG = \frac{(w_f \times x_{sf}) - (w_i \times x_{si})}{w_i} \times 100 \quad (۱)$$

$$\%WL = \frac{(w_i \times x_i) - (w_f \times x_f)}{w_i} \times 100 \quad (۲)$$

در این فرمول:

w_i = وزن اولیه میوه (gr)

w_f= وزن نهایی میوه (gr)

x_i= رطوبت اولیه میوه بر پایه مرطوب (میوهgr/ آبgr)

x_f= رطوبت نهایی میوه بر پایه مرطوب (میوهgr/ آبgr)

x_{si}= مقدار مواد جامد محلول اولیه میوه (میوهgr/ جامدgr)

x_{sf}= مقدار مواد جامد محلول نهایی میوه (میوهgr/ جامدgr)

قابلیت جذب آب مجدد

جذب آب مجدد نمونه های خشک شده به صورت غوطه وری در آب مقطر، با نسبت نمونه به آب مقطر، ۱:۱۰ انجام شد. نمونه ها پس از ۲ ساعت از آب خارج شدند، رطوبت سطحی آن با دستمال حوله ای گرفته شد و وزن گردیدند. قابلیت جذب آب نمونه های خشک شده از رابطه زیر بدست می آید (Lerici & Mastro, 1998).

$$RR = \frac{w_r}{w_d} \quad (۳)$$

در این فرمول:

RR = قابلیت جذب آب، یا نسبت مقدار آب جذب شده در محصول به مقدار وزن اولیه

W_r= وزن نمونه نهایی پس از جذب آب (gr)

W_d= وزن نمونه نهایی قبل از جذب آب (gr)

ارزیابی حسی

ارزیابی حسی توسط یک گروه ارزیاب متشکل از پنج نفر از متخصصان صنایع غذایی انجام گرفت .کلیه ارزیابی ها به روش تک چشایی و با امتیازبندی هدونیک پنج نقطه ای صورت گرفت و نظر ارزیاب ها در مورد پذیرش کلی محصول مطرح گردید.

روش آماری، روش تجزیه و تحلیل و شیوه نمونه برداری

داده‌های حاصل، در قالب آزمایش فاکتوریل، به صورت طرح کاملا تصادفی توسط نرم افزار آماری Minitab مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. پس از تجزیه واریانس، میانگین های اثر روش و ضخامت بر صفت های مورد بررسی با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح $\alpha = ۰/۰۵$ توسط نرم افزار آماری MSTATC مورد مقایسه قرار گرفتند. برای رسم نمودارها نیز از نرم افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

تأثیر پیش تیمار ترکیبی روی درصد جذب مواد جامد و کاهش آب

نمودار میانگین مقادیر درصد کاهش آب (WL%) و درصد جذب مواد جامد (SG%)، نمونه های کیوی تحت پیش تیمار ترکیبی در شکل ۱ و ۲ آورده شده است. همان طور که مشاهده می شود، با افزایش غلظت محلول اسمزی و زمان فراصوت در حالت ترکیبی، درصد جذب مواد جامد و کاهش آب نمونه های کیوی پیش تیمار شده به طور معنی داری ($p<0.05$) افزایش یافت، همچنین نمونه های کیوی ۶ mm نسبت به ۸ mm درصد جذب مواد جامد و کاهش آب بیشتری نشان دادند. طوری که نمونه های آبگیری شده در حالت ترکیبی اسمز BX °۷۰- فراصوت ۳۰ دقیقه دارای بیشترین میزان جذب مواد جامد و کاهش آب بودند.

افزایش درصد جذب مواد جامد و کاهش آب نمونه های کیوی پیش تیمار شده با افزایش غلظت محلول اسمزی و زمان فراصوت را می توان به دلیل تشکیل کانال های میکروسکوپی از طریق فراصوت و همچنین ناشی از اختلاف فشار اسمزی بین نمونه کیوی و محلول اسمزی دانست. به عبارتی کاربرد فراصوت در ترکیب با اسمز، منجر به تغییرات تدریجی در شکل سلول ها، جداشدن سلول ها و ایجاد کانال های میکروسکوپی می کند که از دست دادن آب و جذب مواد جامد را بهبود می بخشد.

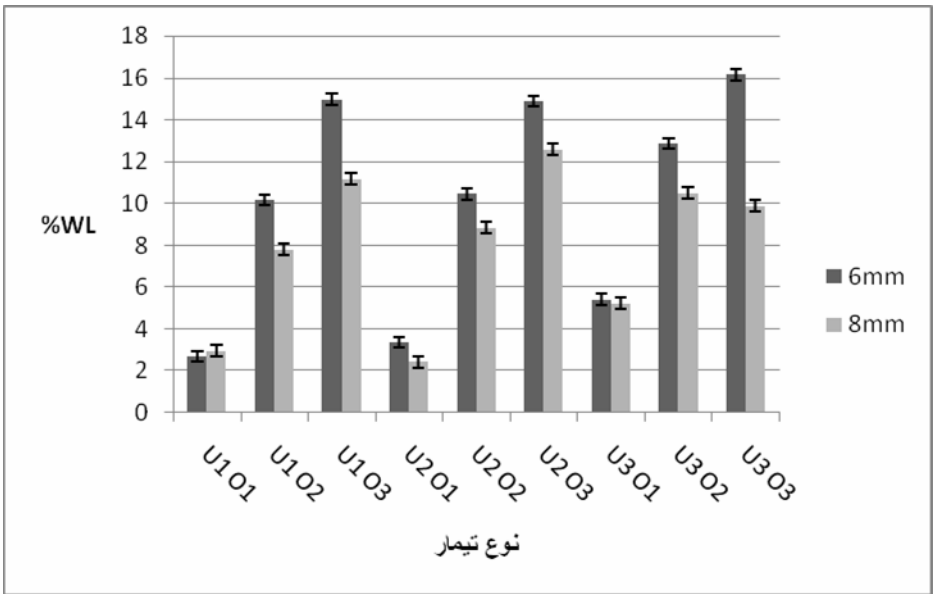
نتایج بدست آمده توسط (Rodrigues, *et al.*, 2008) و (Fernandes, *et al.*, 2009) که به ترتیب، به بررسی تأثیر آبگیری اسمزی به کمک فراصوت در ساپوتا و آناناس، پرداخته بودند، تأیید کننده نتایج ما می باشد.

تأثیر پیش تیمار ترکیبی روی زمان خشک شدن نمونه های کیوی

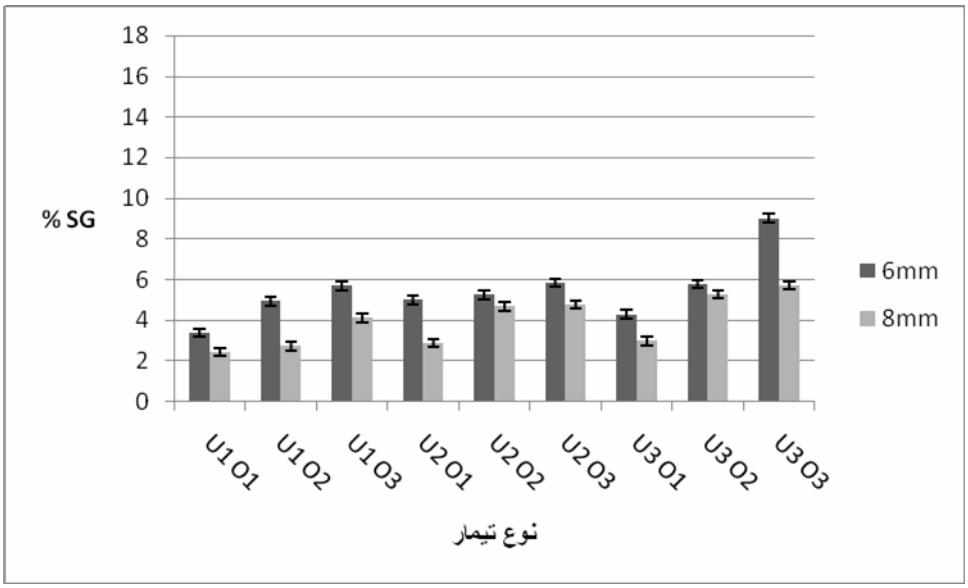
زمان رسیدن به میزان رطوبت ۲۰ درصد برای کیوی خشک شده تحت پیش تیمار ترکیبی در جدول ۱ آورده شده است. همان طور که مشاهده می شود، با افزایش غلظت محلول اسمزی و زمان فراصوت، زمان لازم برای رسیدن به میزان رطوبت ۲۰ درصد برای نمونه های کیوی پیش تیمار شده کاهش پیدا کرد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- نمودار میانگین مقادیر درصد کاهش آب (WL%)، نمونه های کیوی تحت پیش تیمار ترکیبی



شکل ۲ -نمودار میانگین مقادیر درصد جذب مواد جامد (SG%)، نمونه های کیوی تحت پیش تیمار ترکیبی

زیرا همان طور که احتمال می رفت، با افـزایش غلظـت محلـول اسمزی، قابلیت نفوذپذیری غشای سلولی در طی پیش تیمـار ترکیبـی افزایش یافته است، همچنین بـا افـزایش زمـان فراصـوت، بـه دلیـل تشکیل کانال های میکروسکوپی در طی پیش تیمار ترکیبـی، زمـان خشک شدن کاهش یافته است. نتایج (Rodrigues, *et al.*, 2008) و (Fernandes, *et al.*, 2009) که به ترتیب به بررسی اثر آبگیـری اسمزی به کمک فراصوت بر روی سـاختار سـلولی سـاپوتا و آنانـاس پرداخته بودند، تأیید کننده نتایج ما می باشد.

همچنین این زمان برای نمونه های کیوی ۶ میلی متـری نـسبت به ۸ میلی متری، به طور معنی داری ($p<0.05$) کاهش یافته اسـت. این امر با توجه به زیاد بودن نسبت سطح بـه حجـم، در نمونـه هـای کیوی ۶ میلی متری نسبت به ۸ میلی متری قابل توجیـه مـی باشـد، که توانسته در طی فرایند خشک شدن، زودتر به میزان رطوبـت ۲۰٪ برسد. همان طور که در جدول ۱ مشاهده می شود، اعمـال زمـان ۱۰ دقیقه فراصوت در ترکیب با محلول اسمزی (۷۰، ۵۰ و ۳۰ BX°) در نمونه های ۶ و ۸ میلی متری نتوانسته در مقایسه با نمونه شـاهد، بـه طـور معنـی داری ($p<0.05$)، سـبب کـاهش زمـان خـشک شـدن نمونه‌های کیوی شود.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱ - زمان رسیدن به میزان رطوبت ۲۰درصد برای کیوی خشک شده تحت پیش تیمار ترکیبی

نوع تیمار	زمان خشک شدن (دقیقه)	
	٦ (میلی متر)	٨ (میلی متر)
شاهد	۳۱۲/۱۰^{l}	^{e*}۴۲۶/۶۴
فراصوت ۱۰ دقیقه-اسمز BX ۳۰	۳۸۳/۲۱^{g}	^{a}۴۸۲/۵۰
فراصوت ۱۰ دقیقه-اسمز BX ۵۰	۳۴۸/۷۳^{i}	^{b}۴۷۳/۲۴
فراصوت ۱۰ دقیقه-اسمز BX ۷۰	۳۱۶/۴۶^{k}	۴۵۳/۵^{c}
فراصوت ۲۰ دقیقه-اسمز BX ۳۰	۳۶۰/۱۵^{h}	^{c}۴۵۲/۱۳
فراصوت ۲۰ دقیقه-اسمز BX ۵۰	۳۳۷/۰۲^{j}	^{d}۴۳۱/۱۳
فراصوت ۲۰ دقیقه-اسمز BX ۷۰	۳۰۵/۸۱^{m}	^{f}۴۱۴/۲۶
فراصوت ۳۰ دقیقه-اسمز BX ۳۰	۳۴۷/۵۱^{i}	^{c}۴۵۴/۹۵
فراصوت ۳۰ دقیقه-اسمز BX ۵۰	۳۱۰/۷۵^{l}	۴۱۷/۳۵^{f}
فراصوت ۳۰ دقیقه-اسمز BX ۷۰	۲۶۲/۵۶^{n}	^{kl}۳۱۲/۹

*- تفاوت معنی دار با حروف متفاوت نشان داده شده است ($P < 0.05$)

این امر می تواند به دلیل این باشد که اعمال زمان ۱۰ دقیقه فراصوت، در طی پیش تیمار ترکیبی برای ایجاد کانال های میکروسکوپی حاصل از پدیده کاویتاسیون، کافی نبوده است، طوری که استفاده از غلظت های بالاتر محلول اسمزی نیز نتوانسته آن را جبران کند.

همچنین نتایج نشان دادند که اعمال زمان ۲۰ دقیقه فراصوت در ترکیب با محلول اسمزی (BX ۷۰) در نمونه های ۶ و ۸ میلی متری نسبت به نمونه شاهد، به طور معنی داری ($p<0.05$)، سبب کاهش زمان رسیدن به میزان رطوبت ۲۰ درصد شده است، ولی استفاده از محلول اسمزی BX ۵۰ و ۳۰، چنین اثری نداشته است. با افزایش زمان، و رسیدن به ۳۰ دقیقه فراصوت، استفاده از محلول اسمزی BX ۷۰ و ۵۰ در مورد نمونه های کیوی ۶ و ۸، میلی متری در مقایسه با نمونه شاهد، به طور معنی داری ($p<0.05$)، زمان کمتری برای رسیدن به میزان رطوبت ۲۰٪ نیاز داشته است، در حالی که استفاده از محلول اسمزی BX ۳۰ چنین اثری نداشته است.

همچنین، محلول اسمزی BX ۳۰، در ترکیب با فراصوت (۳۰، ۲۰ و ۱۰ دقیقه) در نمونه های ۶ و ۸ میلی متری نتوانسته در مقایسه با نمونه شاهد، سبب کاهش زمان خشک شدن نمونه های کیوی شود.

در حالی که در محلول اسمزی BX ۵۰، در ترکیب با فراصوت ۳۰ دقیقه در نمونه های ۶ و ۸ میلی متری نسبت به نمونه شاهد، به طور معنی داری ($p<0.05$)، سبب کاهش زمان رسیدن به میزان رطوبت ۲۰ درصد شده است، ولی استفاده از فراصوت ۲۰ و ۱۰ دقیقه چنین اثری نداشته است.

با افزایش غلظت محلول اسمزی به BX ۷۰، در ترکیب با فراصوت ۳۰ و ۲۰ دقیقه در مورد نمونه های کیوی ۶ و ۸ میلی متری ، در مقایسه با نمونه شاهد، به طور معنی داری ($p<0.05$)، زمان کمتری برای رسیدن به میزان رطوبت ۲۰ درصد نیاز داشته است، در حالی که استفاده از فراصوت ۱۰ دقیقه، چنین اثری نداشته است (جدول ۱).

بنابراین دیده شد که با افزایش غلظت محلول اسمزی و افزایش زمان فراصوت، در ترکیب با هم، زمان رسیدن به میزان رطوبت ۲۰٪ کاهش یافته است. که این امر می تواند به دلیل قابلیت نفوذپذیری غشای سلولی و ایجاد کانال های میکروسکوپی حاصل از پیش تیمار ترکیبی قابل توجیه باشد.

تأثیر پیش تیمار ترکیبی روی قابلیت جذب آب مجدد کیوی خشک شده

قابلیت جذب آب مجدد نهایی نمونه های کیوی خشک شده تحت پیش تیمارترکیبی در جدول ۲ آورده شده است، همان طور که مشاهده می شود نمونه های کیوی ۶ میلی متری نسبت به ۸ میلی متری قابلیت جذب آب مجدد بهتری نشان دادند.

با افزایش غلظت محلول اسمزی در حالت ترکیبی قابلیت جذب آب مجدد نمونه های خشک شده کیوی به طور معنی داری، در نمونه های ۶ و ۸ میلی متری نسبت به نمونه شاهد کاهش پیدا کرده است. این امر می تواند به دلیل وجود لایه های قندی ناشی از محلول اسمزی روی سطح محصول باشد، طوری که در جذب رطوبت نهایی، نمونه خشک شده نمی تواند قابلیت جذب آب خوبی نسبت به نمونه شاهد داشته باشد.

اما در مورد نمونه های ۸ میلی متری در حالت ترکیبی، فراصوت

www.SID.ir

Archive of SID

۳۰ دقیقه استفاده از محلول اسمزی BX ۳۰° و ۷۰ اختلاف معنی داری با هم ندارند و به طور معنی داری قابلیت جذب آب بیشتری نسبت به محلول اسمزی BX ۵۰° نشان دادند.

جدول ۲ - قابلیت جذب آب مجدد نهایی نمونه های کیوی خشک شده تحت پیش تیمارترکیبی

نوع تیمار	قابلیت جذب آب مجدد (RR)	
	٦ میلی متری	۸ میلی متری
شاهد	۲/۹۵^{a}	۲/۳۳^{d*}
فراصوت ۱۰ دقیقه–اسمز BX ۳۰°	۲/۵۸^{b}	۲/۲۰^{e}
فراصوت ۱۰ دقیقه–اسمز BX ۵۰°	۲/۳۵^{d}	۲/۱۰^{f}
فراصوت ۱۰ دقیقه–اسمز BX ۷۰°	۲/۳۳^{d}	۱/۹۴^{k}
فراصوت ۲۰ دقیقه–اسمز BX ۳۰°	۲/۲۳^{e}	۲/۰۳^{gh}
فراصوت ۲۰ دقیقه–اسمز BX ۵۰°	۲/۱۷^{f}	۲/۰۷^{fg}
فراصوت ۲۰ دقیقه–اسمز BX ۷۰°	۲/۱۶^{f}	۱/۹۷^{jk}
فراصوت ۳۰ دقیقه–اسمز BX ۳۰°	۲/۴۲^{c}	۱/۹۹^{ij}
فراصوت ۳۰ دقیقه–اسمز BX ۵۰°	۲/۲۱^{e}	۱/۹۳^{k}
فراصوت ۳۰ دقیقه–اسمز BX ۷۰°	۲/۲۴^{e}	۲/۰۲^{hi}

*- تفاوت معنی دار با حروف متفاوت نشان داده شده است ($P < 0.05$)

می توان چنین نتیجه گرفت که به دلیل اینکه استفاده از محلول اسمزی BX ۷۰°، در ترکیب با فراصوت ۳۰ دقیقه سبب آبگیری بیشتری از نمونه کیوی شده و در طی آن مواد جامد بیشتری بدست آورده است، ولی به دلیل ایجاد بافت متخلخل تر نسبت به محلول اسمزی BX ۵۰°، توانسته درجذب رطوبت نهایی، قابلیت جذب آب بهتری نسبت به نمونه پیش تیمار شده با محلول اسمزی BX ۵۰° داشته باشد. و از طرفی نسبت به نمونه پیش تیمار شده با محلول اسمزی BX ۳۰°، تفاوت معنی داری نداشته که این امر به دلیل وجود لایه های قندی کمتر روی سطح محصول پیش تیمار شده با محلول اسمزی BX ۳۰° است و بافت متخلخل تر در نمونه پیش تیمار شده با محلول اسمزی BX ۷۰° است.

همچنین در نمونه های ۸ میلی متری پیش تیمار شده ترکیبی در هریک از محلول های اسمزی BX ۳۰°، ۵۰° بیشترین قابلیت جذب آب مجدد به ترتیب مربوط به فراصوت ۱۰، ۲۰ و سپس ۳۰ دقیقه بود. به عبارتی با کاهش زمان فراصوت، در ترکیب با محلول اسمزی، قابلیت جذب آب مجدد بیشتر شده است، زیرا مدت زمان طی شده کمتر با توجه به محلول اسمزی BX ۳۰° و ۵۰°، سبب دریافت مواد جامد کمتری از محلول اسمزی شده، که توانسته در جذب رطوبت نهایی قابلیت جذب آب مجدد بیشتری داشته باشد.

از طرفی در نمونه ۸ میلی متری پیش تیمار شده ترکیبی در محلول اسمزی BX ۷۰°، بیشترین قابلیت جذب آب مجدد به ترتیب مربوط به فراصوت ۳۰، ۲۰ و سپس ۱۰ دقیقه بود (معنی داری آنها در جدول ۲ مشاهده می شود).

همان طور که احتمال می رفت، دلیل این امر را می توان به خاطر غلظت بالاتر محلول اسمزی BX ۷۰°، دانست، که با افزایش زمان فراصوت، به دلیل آبگیری بیشتر، دریافت مواد جامد بیشتر و ایجاد کانال های میکروسکوپی بیشتر، منجر به قابلیت جذب آب بهتری شده است. از طرفی در نمونه های ۶mm پیش تیمار شده ترکیبی در هریک از محلول های اسمزی BX ۳۰°، ۵۰° و ۷۰ بیشترین قابلیت جذب آب مجدد به ترتیب مربوط به فراصوت ۳۰، ۱۰ و سپس ۲۰ دقیقه بود (معنی داری در جدول ۲مشاهده می شود).

می توان چنین گفت که اعمال فراصوت ۳۰ دقیقه به دلیل تشکیل کانال های میکروسکوپی بیشتر و ایجاد بافت متخلخل تر، توانسته قابلیت جذب آب بهتری نسبت به زمان ۱۰ و۲۰ دقیقه داشته باشد. در صورتی که با اعمال فراصوت ۱۰ دقیقه، در هریک از محلول های اسمزی BX ۳۰°، ۵۰° و ۷۰ به دلیل جذب مواد جامد کمتر از محلول اسمزی و نبود لایه های قندی، قابلیت جذب آب بیشتر است.

جدول ۳ - مقایسه نتایج ارزیابی پذیرش کلی کیوی خشک شده تحت پیش تیمار ترکیبی

نوع تیمار	پذیرش کلی	
	٦ (میلی متر)	۸ (میلی متر)
شاهد	۲/۴۸^{j}	۲/۲۰^{j*}
فراصوت ۱۰ دقیقه–اسمز BX ۳۰°	۳/۶۷^{fgh}	۳/۸۵^{cd}
فراصوت ۱۰ دقیقه–اسمز BX ۵۰°	۳/۶۵^{fgh}	۴/۱۰^{ab}
فراصوت ۱۰ دقیقه–اسمز BX ۷۰°	۳/۷۳^{defg}	۳/۸۰^{cdef}
فراصوت ۲۰ دقیقه–اسمز BX ۳۰°	۳/۶۲^{gh}	۳/۸۱^{cdef}
فراصوت ۲۰ دقیقه–اسمز BX ۵۰°	۳/۹۶^{bc}	۳/۸۴^{cde}
فراصوت ۲۰ دقیقه–اسمز BX ۷۰°	۳/۴۱^{i}	۳/۶۸^{efgh}
فراصوت ۳۰ دقیقه–اسمز BX ۳۰°	۳/۸۰^{cdef}	۳/۸۱^{cdef}
فراصوت ۳۰ دقیقه–اسمز BX ۵۰°	۳/۸۵^{cd}	۳/۸۴^{cde}
فراصوت ۳۰ دقیقه–اسمز BX ۷۰°	۳/۸۰^{cdef}	۴/۱۴^{a}

*- تفاوت معنی دار با حروف متفاوت نشان داده شده است ($P < 0.05$)

تأثیر پیش تیمار ترکیبی روی پذیرش کلی کیوی خشک شده

نتایج حاصل از ارزیابی های حسی نشان داد که اندازه نمونه کیوی تأثیر معنی داری ($p<0.05$) روی خصوصیات حسی نمونه کیوی خشک شده نداشته است ولی استفاده از پیش تیمار ترکیبی تأثیر معنی داری روی خصوصیات حسی نمونه کیوی خشک شده داشته است (جدول ۳). در این بین نمونه های پیش تیمار شده

www.SID.ir

Archive of SID

ترکیبی نسبت به نمونه شاهد، به طور معنی داری از میـزان مقبولیـت بیشتری برخوردار بودند. که این امر با توجه به ایجـاد طعـم شـیرین و میزان چسبندگی مناسب حاصل از محلـول اسـمزی، بافـت متخلخـل ایجاد شده از طریق فراصوت، توجیه پذیر می باشد.

نتیجه گیری

نتایج حاصل از میزان درصد جذب مواد جامد و کاهش آب نـشان دادند که با افزایش غلظـت محلـول اسـمزی و زمـان مـوج دهـی بـا فراصوت، و کاهش ضخامت نمونه های کیوی از ۸ به ۶ میلـی متـر، در پیش تیمار ترکیبی، درصد جذب مواد جامد و کـاهش آب افـزایش یافت.

نتایج حاصل از زمان خشک شـدن نـشان دادنـد کـه بـا کـاهش ضخامت نمونه های کیوی از ۸ به ۶ میلی متر، افزایش غلظت محلول اسمزی و زمان فراصوت، زمان رسیدن به میـزان رطوبـت ۲۰ درصـد، برای هر تیمار کاهش یافت. بنابراین دیده شد که تأثیر فراصـوت روی زمان خشک کـردن، از طریـق کـاربرد غلظـت هـای بـالاتر محلـول اسمزی و افزایش زمان فراصوت روی کـاهش زمـان خـشک کـردن مؤثر است، به عبارتی، تأثیر فراصوت روی کاهش زمان خشک کـردن در حالت ترکیبی، به زمان موج دهی، غلظت محلول اسـمزی و انـدازه نمونه بستگی دارد.

همچنین نتایج حاصل از جذب آب مجـدد در نمونـه هـای پـیش تیمار شده ترکیبی نشان دادند که با افزایش غلظت محلول اسـمزی، زمان موج دهی با فراصوت و افزایش ضخامت نمونه های کیوی از ۶ به ۸ میلی متر، قابلیت جذب آب مجدد نسبت به نمونه شاهد کـاهش یافت. نتایج حاصل بیانگر این است که می توان مازاد کیـوی موجـود در کشور را با استفاده از این روش فرآوری، به فرآورده ای با کیفیت و با ارزش افزوده بالا، تبدیل کرد. شاید بتـوان بـا مطالعـه عمیـق تـر و کاربرد گسترده تر، این فرآورده ها را در مقیاس صنعتی نیز تولید نمود.

تشکر و قدردانی

بـدین وسـیله از پژوهـشکده علـوم و فنـاوری مـواد غـذایی جهاددانشگاهی به خاطر همکاری و در اختیار قرار دادن فضا و امکانات آزمایشگاهی تشکر و قدردانی می گردد.

منابع

Blanco, S. D. L., Sarabia, E. R-F., and Acosta-Apricio, V. M., 2006(a), Food drying process by power ultrasound. Ultrasonics 44: e523–e527.

Blanco, S. D. L., Sarabia, E. R-F., and Acosta-Apricio, V. M., 2006(b), Food drying process by power ultrasound. Ultrasonics 44: e523–e527. Carcel, J. A., Benedito, J., and Rossello, C. 2005. Influence of ultrasound intensity on mass transfer in apple immersed in a sucrose solution. Journal of Food Engineering 78: 472-479.

Carcel, J. A., Benedito, J., and Rossello, C., 2005, Influence of ultrasound intensity on mass transfer in apple immersed in a sucrose solution. Journal of Food Engineering 78: 472-479.

Fernandes, F. A. N. and Rodrigues, S., 2007, Ultrasound as pre-treatment for drying of fruits: Dehydration of banana. Journal of Food Engineering 82: 261–267.

Fernandes, F. A. N., Gallao, M. I., and Rodrigus, S., 2009, Effect of osmosis and ultrasound on pineapple cell tissue structure during dehydration. Journal of Food Engineering 90: 186-190.

Krokida, M. K., Kiranoudis, C. T., Maroulis, Z. B. and Marinos-kouris, D., 2000, Effect of pretreatment on color of dehydrated products. Drying Technology, 18(6): 1238-1250.

Lenart, A. and Cerkowniak, M., 1996,Kinetics of convection drying of osmodehydrated apples. Journal of Food Nutrient. Sci. 5/46 (2): 73-82.

Leonid, A. B., Vladimir, P. G., Andrew, V. B., Alexander, M. L., Valeriy, L. and Vladimir, A. K., 2006, The investigation of low temperature vacuum drying processes of agricultural materials. Journal of Food Engineering, 74: 410–415.

Lerici, C. R. and Mastro, D., 1988, Osmotic concentration in foodprocessing in preconentration and drying of food materials. S. Bruin (Editor) Elsevier Sci. Pub.co.

Mohammadi, A., Rafiee, S., Keyhani, A. and Emam-Djomeh, Z., 2008, Estimation of Thin-layer Drying Characteristics of Kiwifruit (cv. Hayward) with Use of Page's Model. American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci. 3(5): 802-805.

Ogura, N., 1993, Theory and Method of Preserving for Food. In N Ogura (Ed.), Food Processing Study. Tokyo: Kenpakusha Co., Ltd. 3–35.

Rodrigues, S., Gomes, M. C. F., Gallao, M. L. and Fernandes, F. A. N., 2008, Effect of ultrasound-assisted osmotic dehydration on cell structure of sapotas. Journal of the Science of Food and Agriculture 89(4): 665-670.

www.SID.ir