بررسی تأثیر فرایند ترکیبی اسمز- فراصوت بر میزان آبگیری در ورقه سیب

زهرا شربتیان[۱*]، باقر عمادی[۲]، شهرام بیرقی طوسی[۳]، مهدی خجسته پور[۲]

۱-دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه فردوسی مشهد، z_sharbatian@yahoo.com
۲- دانشیار گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه فردوسی مشهد
۳- عضو هیأت علمی پژوهشکده علوم و فناوری مواد غذایی جهاد دانشگاهی مشهد

چکیده

اساس فرایند آبگیری اسمزی، قرار دادن مواد غذایی در یک محلول هیپرتونیک که دارای فشار اسمزی بالا و فعالیت آبی کمتری نسبت به سلول های مواد غذایی هستند، می باشد. سرعت انتقال جرم طی آبگیری اسمزی عموماً پایین است. روش های مختلفی برای بهبود سرعت انتقال جرم به کار رفته‌اند. از جمله این روش ها می توان به کاربرد امواج فراصوت اشاره نمود. در این پژوهش به بررسی تأثیر شرایط فرایند ترکیبی اسمز- فراصوت بر میزان از دست دادن آب، میزان جذب مواد جامد و کاهش وزن در ورقه های سیب پرداخته شده است. نمونه های سیب رقم زرد لبنانی به صورت استوانه ای در ابعاد ۱۰×۱۰ میلی متر تحت اعمال فرایند ترکیبی اسمز- فراصوت در شرایط سه غلظت محلول اسمزی (۴۰، ۵۰ و ۶۰ درصد حجمی/ وزنی)، سه سطح زمانی (۱۰، ۲۰ و ۳۰ دقیقه)، اعمال فراصوت در دو سطح شدت فرکانس (۲۵ و ۴۵ کیلوهرتز)، نسبت نمونه به محلول اسمزی یک به چهار و در دمای محیط قرار گرفتند. بررسی ها نشان دادند که با افزایش غلظت محلول اسمزی و افزایش زمان فراصوت، میزان از دست دادن آب، میزان جذب مواد جامد و کاهش وزن نمونه های سیب آبگیری شده به طور معنی داری ($P<0/05$) افزایش یافت. همچنین تأثیر شدت فرکانس بر فرایند ترکیبی اسمز- فراصوت از نظر میزان از دست دادن آب، میزان جذب مواد جامد و کاهش وزن نمونه های سیب آبگیری شده تفاوت معنی داری نداشت. بر اساس نتایج بدست آمده، استفاده از فرایند ترکیبی اسمز- فراصوت به عنوان پیش تیمار قبل از خشک کردن تکمیلی می تواند باعث بهبود کیفیت محصول خشک شده شود.

واژگان کلیدی: آبگیری، اسمز، سیب، فراصوت

مقدمه

سیب معمولی از خانواده گلسرخیان زیرخانواده (Pomaoideae) با نام علمی: Pumila Malus و در گروه میوه های دانه دار می باشد (دفتر آمار و فناوری اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۸۹). بر طبق آخرین آمار فائو در سال ۲۰۱۱، کشور ایران با تولید ۱۶۵۱۸۴۰ تن سیب درختی پس از چین، امریکا، هند، ترکیه، هلند، ایتالیا و فرانسه در رتبه هشتم جهانی تولیدکنندگان این میوه قرار دارد. روش خشک کردن اسمزی به عنوان آبگیری جزئی از میوه ها و مواد دیگر از طریق فرایند اسمز توصیف می شود که مستلزم غوطه ور کردن نمونه ها برای یک دوره زمانی معین در یک محلول غلیظ مناسب (محلول های قندی یا نمکی و یا مخلوطی از قندها و نمک ها) است. تحقیقات متعددی در مورد نحوه آبگیری اسمزی و تاثیر عوامل مختلف بر نحوه آبگیری اسمز انجام شده است که بر تاثیر مثبت این پیش فرایند بر حفظ بافت، رنگ و خصوصیات کیفی مواد خشک شده به صورت اسمزی تاکید کرده اند (Raghavarao and Rastogi, 2004; Torregiani and Bertolo, 2001; Sapurta, 2001). سرعت انتقال جرم طی آبگیری اسمزی عموما پایین است. تکنیک‌های مختلفی برای بهبود سرعت انتقال جرم به کار رفته‌اند. از جمله این تکنیک‌ها می توان به کاربرد امواج فراصوت با شدت بالا و فرکانس پایین در دامنه دمایی پایین ۱۴۰ تا ۲۰۰ درجه فارنهایت اشاره نمود (توکلی پور، ۱۳۸۶). امواج فراصوت می توانند باعث ایجاد یک سری انقباض و انبساط های سریع و متوالی در محیط شوند که این پدیده باعث ایجاد فشار بر ماده و حذف متوالی آن می شود. نیروهای حاصل به وسیله این مکانیسم مکانیکی می توانند نسبت به کشش سطحی که آب را در لوله های مویینه میوه نگه می دارد، بیشتر شده و با ایجاد کانال میکروسکوپیک در میوه، باعث حذف آسان آب از میوه شده و لذا عمل خشک کردن را می توان در حرارت های پایین انجام داد (Sim et al.,1998). محققین مختلفی روی خشک کردن مواد غذایی با استفاده از اسمز- فراصوت کار کرده اند، از جمله Fernandes and Rodrigues (2007) از فراصوت به عنوان یک پیش تیمار برای خشک کردن موز و مقایسه آن با پیش تیمار اسمزی استفاده کردند. نتایج نشان دادند که استفاده از پیش تیمار فراصوت، نسبت به نمونه شاهد، زمان کمتری برای خشک کردن نیاز دارد. همچنین نتایج نشان دادند که پیش تیمار فراصوت هنگامی قابل توجه است که لازم است مقادیر زیادی آب از میوه حذف شود که در مقایسه با پیش تیمار اسمزی زمان کوتاهتری برای آبگیری مورد نیاز است. بیرقی طوسی و عمادی (۱۳۸۷) تأثیر کمی و کیفی موج دهی با امواج فراصوت بر خشک شدن قطعات برش خورده سیب را بررسی کردند، همچنین مسکوکی و همکاران (۱۳۸۶)، تأثیر امواج فراصوت و قلیا را در کاهش زمان خشک کردن انگور و تولید کشمش بررسی کردند، آنان نتیجه گرفتند که می توان امیدوار بود که استفاده از امواج فراصوت به عنوان یک روش اقتصادی بتواند در افزایش بهره وری و کاهش زمان خشک کردن و حفظ کیفیت مؤثر باشد. پیش فرایند اسمز- فراصوت به عنوان یک روش آبگیری نسبی می تواند روش مناسبی برای کاهش زمان خشک کردن باشد. از آنجایی که در این روش، خروج آب در درجه حرارت های پایین و بدون تغییر فاز صورت می گیرد، تاثیر مثبتی بر

فاکتورهای کیفی محصول از قبیل عطر و طعم و رنگ خواهد داشت. از جمله مهمترین مشکلات محصولات خشک شده در صنایع غذاهای آماده، مسئله ی عدم غوطه وری و دانسیته ی پایین آنها است که قابلیت بازجذب آب را تحت تاثیر قرار داده و درجه ی مرغوبیت محصول را کاهش می دهد. با انجام پیش فرایند اسمز می توان این معضل را تا زیادی حل نمود (کرمی و همکاران، ۱۳۹۱). هدف از این مطالعه بررسی تأثیر زمان، غلظت محلول اسمزی و شدت فرکانس فراصوت روی میزان از دست دادن آب، میزان جذب مواد جامد و کاهش وزن برگه های سیب است.

مواد و روش ها

سیب های با واریته زرد لبنانی از بازار مشهد تهیه گردید. میانگین رطوبت اولیه سیب های مورد استفاده ۸۸/۷۷ درصد بود. سیب ها پس از شستشو و پوست گیری، توسط کاتر و قالب به صورت استوانه ای در ابعاد ۱۰× ۱۰ میلی متری برش داده می شوند. به منظور جلوگیری از واکنش قهوه ای شدن، ورقه های سیب به مدت ۵ دقیقه در اسیدسیتریک ۱٪ غوطه ور شدند و سپس به صورت سطحی با آب مقطر شستشو و با دستمال کاغذی رطوبت سطحی آنها گرفته شد (Carcel, et al., 2005). برای اعمال پیش فرایند ترکیبی اسمز- فراصوت، نمونه های آماده شده در محدوده زمانی ۱۰، ۲۰ و ۳۰ دقیقه در دمای محیط در داخل محلول اسمزی با غلظت های ۴۰، ۵۰ و ۶۰ بریکس و با نسبت نمونه به محلول ۱ به ۴ ، تحت تأثیر امواج فراصوت در حمام فراصوت با فرکانس های ۲۵ و ۴۵ کیلوهرتز قرار می گیرند. پس از اعمال پیش فرآیند، شستشوی سطحی نمونه ها با آب مقطر انجام و با دستمال کاغذی آب سطحی آنها گرفته و سپس وزن می شوند. کلیه آزمایشات در پژوهشکده علوم و فن آوری مواد غذایی جهاد دانشگاهی انجام شد.

جدول ۱- کدبندی تیمارها

غلظت محلول اسمزی (بریکس)	مدت زمان اعمال پیش فرایند (دقیقه)	شدت فرکانس فراصوت (کیلوهرتز)
d_1 =۴۰	t_1=۱۰	f_1=۲۵
d_2 =۵۰	t_2=۲۰	f_2=۴۵
d_3=۶۰	t_3=۳۰	

آزمایشات کمی و کیفی

با استفاده از داده های بدست آمده از توزین نمونه ها در طول فرایند، وزن خشک نهایی بدست آمـده از آون و فرمـول های ۱، ۲ و ۳ به ترتیب می توان میزان از دست دادن آب (WL)، جذب مواد جامد (SG) و کـاهش وزن (WR) را محاسـبه کرد (Barat and Fito, 2001):

$$WL\ (\%) = \frac{\text{وزن نمونه بعد از پیش فرایند} - \text{وزن اولیه نمونه}}{\text{وزن اولیه نمونه}} \times 100 + SG \qquad (۱)$$

$$SG(\%) = \frac{\text{وزن خشک شاهد} - \text{وزن خشک نمونه بعد از پیش فرایند}}{\text{وزن اولیه نمونه}} \times 100 \qquad (۲)$$

$$WR(\%) = WL + SG \qquad (۳)$$

طرح آماری

به این منظور از آزمایش های فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه فاکتور زمان (در سه سطح)، غلظت (در سه سطح) و شدت فرکانس (در دو سطح) و در سه تکرار انجام شد. داده های بدست آمـده بـا اسـتفاده از نـرم افـزار IBM SPSS Statistics 19 تجزیه و تحلیل و نمودارها با استفاده از نرم افزار Microsoft Offic Excel 2007 ترسیم شد.

نتایج و بحث

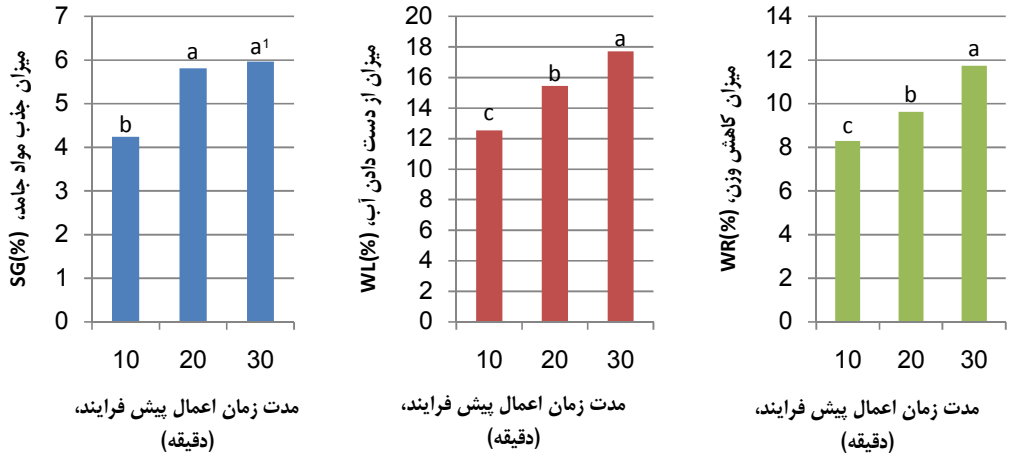
نتایج حاصل از اثرات زمان، غلظت و فرکانس و اثر متقابل آنها بر صفات مورد مطالعه از جمله میزان جذب مواد جامد، از دست دادن آب و کاهش وزن در جدول ۲ و شکل های ۱و ۲ مشاهده می شود. نتایج تجزیه آماری نشان می دهدکه زمان و غلظت بر میزان جذب مواد جامد، از دست دادن آب و کاهش وزن در سطح ۵ درصد معنی دار است (جدول ۲). با توجه بـه شکل های ۱ و ۲ با افزایش مدت زمان پیش فرایند و میزان غلظت محلول اسمزی، میزان جذب مـواد جامـد، از دسـت دادن آب و کاهش وزن افزایش می یابد به طوری که نمونه های آبگیری شـده در زمـان ۳۰ دقیقـه و غلظـت ۶۰ بـریکس دارای بیشترین میزان جذب مواد جامد، از دست دادن آب و کاهش وزن می باشند. افزایش میزان جذب مـواد جامـد، از دسـت دادن آب و کاهش وزن با افزایش غلظت محلول اسمزی و زمان اعمال پیش فرایند را مـی تـوان بـه دلیـل تشـکیل کانـال هـای میکروسکوپی از طریق فراصوت و همچنین ناشی از اختلاف فشار اسمزی بـین نمونـه سـیب و محلـول اسـمزی دانسـت (

(Fernande et al., 2009.Rodrigues et al., 2008). بر اساس نتایج مربوط به میزان جذب مواد جامد، از آنجایی که دو زمان ۲۰ و ۳۰ دقیقه و از طرف دیگر دو غلظت اسمزی ۵۰ و ۶۰ بریکس با هم هیچ اختلاف معنی داری ندارند می توان نتیجه گرفت که با گذشت زمانی ۲۰ دقیقه و غلظت ۵۰ بریکس تاثیری در میزان جذب مواد جامد ندارد (شکل های ۱ و ۲). در بررسی اثر فرکانس فراصوت بر صفات مورد مطالعه، اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد بین دو فرکانس وجود ندارد و این بدین معنی است میزان جذب مواد جامد، از دست دادن آب و کاهش وزن به فرکانس بستگی ندارد. این نتیجه با نتایج کرمی و همکاران (۱۳۹۱) که بر روی اثر پیش تیمار ترکیبی اسمز- فراصوت بر روی آبگیری کامکوات انجام شده است و عنوان شده است که با افزایش فرکانس میزان جذب مواد جامد، از دست دادن آب و کاهش وزن افزایش می‌یابد، مطابقت ندارد و علت آن را می‌توان به نوع بافت محصول و نزدیک بودن دو سطح فرکانس بیان نمود. از طرف دیگر با توجه به جدول ۱ اثر متقابل فرکانس- زمان بر میزان جذب مواد جامد و کاهش وزن در سطح ۵ درصد دارای اختلاف معنی داری است. بدین معنی که فرکانس به همراه زمان بر روی میزان جذب مواد جامد و کاهش وزن اثر دارد. ولی اثر متقابل فرکانس- زمان بر میزان از دست دادن آب در سطح ۵ درصد دارای اختلاف معنی داری نبود.

جدول ۲- تجزیه واریانس برای صفات مورد مطالعه

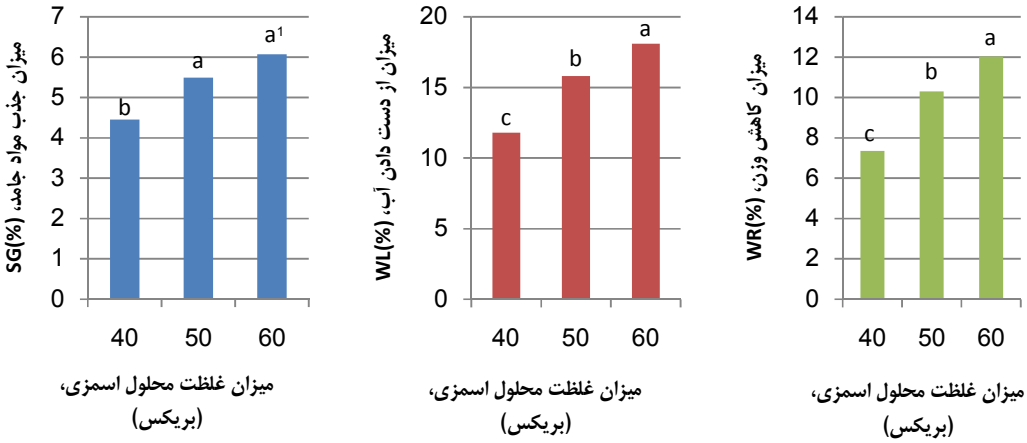
منابع تغییرات	میزان جذب مواد جامد (درصد)		میزان از دست دادن آب (درصد)		میزان کاهش وزن (درصد)	
	درجه آزادی	میانگین مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات
زمان (دقیقه)	۲	۱۶/۳۳۱*	۲	۱۱۹/۹۲۹*	۲	۵۳/۸۲۱*
غلظت (بریکس)	۲	۱۲/۱۰*	۲	۱۸۱/۹۹۷*	۲	۱۰۰/۲۲۹*
فرکانس (کیلوهرتز)	۱	۰/۳۸ns	۱	۱/۵۷۸ns	۱	۲/۱۰۴ns
زمان* فرکانس (دقیقه* کیلوهرتز)	۲	۸/۱۵۴*	۲	۰/۳۳۵ns	۲	۱۱/۴۷۳*
زمان* غلظت (دقیقه* بریکس)	۴	۰/۲۲۸ns	۴	۳/۴۲۹ns	۴	۲/۴۰۳ns
فرکانس* غلظت (کیلوهرتز* بریکس)	۲	۰/۷۲ns	۲	۲/۹۶۲ns	۲	۲/۰۲۷ns
زمان* غلظت* فرکانس (دقیقه* بریکس* کیلوهرتز)	۴	۰/۴۶۴ns	۴	۱/۳۴۶ns	۴	۲/۰۶۶ns
خطا	۳۶	۰/۷۹۹	۳۶	۱/۸۷۴	۳۶	۳/۱۵۱
کل	۵۳		۵۳		۵۳	

*معنی‌دار در سطح پنج درصد. ns غیر معنی‌دار



۱. (حروف a- c نشانگر درجه بندی دانکن می باشد)

شکل۱– اثر مدت زمان اعمال پیش فرایند بر صفات مورد مطالعه



۱. (حروف a- c نشانگر درجه بندی دانکن می باشد)

شکل۲– نمودار اثر میزان غلظت محلول اسمزی بر صفات مورد مطالعه

نتیجه گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد که شرایط متفاوت از جمله غلظت محلول اسمزی، زمان فراصوت و شدت فرکانس در آبگیری ترکیبی اسمز- فراصوت میوه سیب مؤثر است. به طور کلی، استفاده از فرایند ترکیبی اسمز- فراصوت به عنوان پیش تیمار قبل از خشک کردن تکمیلی می تواند باعث بهبود کیفیت محصول خشک شده شود.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از پژوهشکده علوم و فناوری مواد غذایی جهاددانشگاهی مشهد برای همکاری در انجام این تحقیق سپاسگذاری می شود.

منابع

۱. بیرقی طوسی، ش.، و عمادی، ب. ۱۳۸۷. تأثیر کمی و کیفی موج دهی با امواج فراصوت بر خشک کردن قطعات برش خورده سیب. مجموعه مقالات پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون، ۶ و ۷ شهریور، دانشگاه فردوسی مشهد.

۲. توکلی پور، ح. ۱۳۸۶. اصول خشک کردن مواد غذایی و محصولات کشاورزی. چاپ اول. انتشارات آییژ، تهران.

۳. دفتر آمار و فناوری اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی. ۱۳۸۹. شناسنامه تصویری سیب. چاپ اول. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه ریزی و اقتصادی، دفتر آمار و فناوری اطلاعات، تهران.

۴. کرمی، ز.، امام جمعه، ز.، صادقی ماهونک، ع.، و شهریاری، ف. ۱۳۹۱. بهبود ویژگی های کیفی کامکوات نیمه مرطوب با فرایندهای آبگیری اسمزی و اولتراسونیک. نشریه پژوهشهای صنایع غذایی، جلد ۲۲، شماره ۴.

۵. مسکوکی، ع.، مرتضوی، س. ع.، و مسکوکی، الف. ۱۳۸۶. بررسی تأثیر توأم امواج فراصوت و قلیا در کاهش زمان خشک کردن انگور و تولید کشمش. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، سال دوم، شماره ۱، صفحات ۱۰- ۱.

6. Barat, J. M., and P, Fito. 2001. Modeling of simultaneous mass transfer and structural changes in fruit tissues. Journal of Food Engineering 49: 77-85.
7. Carcel, J. A., J, Benedito., and C, Rossello. 2005. Influence of ultrasound intensity on mass transfer in apple immersed in a sucrose solution. Journal of Food Engineering 78: 472-479.
8. FAO. 2011. Available from: http://faostat.fao.org/.
9. Fernandes, F. A. N., and S, Rodrigues. 2008. Ultrasound as pre- treatment for drying of fruits: Dehydration of banana. Journal of Food Engineering 82: 261-267.
10. Fernandes, F. A. N., M. I, Gallao., and S, Rodrigus. 2009. Effect of osmosis and ultrasound on pineapple cell tissue structure during dehydration. Journal of Food Engineering 90: 186-190.
11. Rastogi, N. K., and K. S. M. S, Raghavarao. 2004. Mass transfer during osmotic dehydration of pineapple: considering Fickian diffusion in cubical configuration. Lebensm.-Wiss. u.-Technol 37: 43-47.

12. Rodrigues, S., M. C. F, Gomes., M. L, Gallao., and F. A. N, Fernandes. 2008. Effect of ultrasound- assisted osmotic dehydration on cell structure of sapotas. Journal of the Science of Food and Agriculture 89(4): 665-670.
13. Sapurta, D. 2001. Osmotic dehydration of pineapple, Drying Technology 19 (2): 415-424.
14. Simal, S., J, Beneditoh., E, Sgnchez., and C, Rossem. 1998. Use of Ultrasound to Increase Mass Ikansport Rates During Osmotic Dehydration. Journal of Food Engineering 36: 323-336.
15. Torregiani, D., and G. Bertolo. 2001. Osmotic pre-treatment in fruit processing: Chemical, physical and structural effects, Journal of Food Engineering 49: 247-253.

Effect of combined osmo - ultrasound pre- treatment on dehydration rate of apple slic

Zahra Sharbatia [1*], Bagher Emadi[2], Shahram Biraghi toosi[3], Mehdi Khojastehpour[2]

1-MSc Student, Department of Biosystems Engineering, Ferdowsi University of Mashhad, z_sharbatian@yahoo.com
2- Associate Professor, Department of Biosystems Engineering, Ferdowsi University of Mashhad
3-Academic Member, Research Institute of Food Science and Technology, Jahad University of Mashhad

Abstract

Placing piece of food in a hypertonic solution with a high osmotic pressure and lower water activity than that of the food's cells i the basis of osmotic dehydration process. Generally the rate of mass transfer during osmotic dehydration is low. Various techniques including ultrasonic pre- treatment have been used to improve the rate of mass transfer. In this study the effect of combined osmosis- ultrasound pre- treatment on the amount of water losses, solids gained and weight losses during drying apple's slices was investigated. Samples of Golden delicious apple variety were treated in dimensions of 10 × 10 mm of cylindrical shape in a combined osmosis- ultrasound with different solution concentrations (40, 50 and 60% v/m), at three levels of time (10, 20 and 30 min), ultrasound's intensity at two frequencies (25 and 45 KHz) and the ratio of sample to osmotic solution of one to four in ambient temperature. The results showed that the increase in concentration of osmotic solution as well as increase of ultrasound time led to significant ($P<0.05$) increase of water losses, solids gained and weight losses apple samples. The effect of ultrasound's frequency on the dependent variables was not significant. The results revealed that using combined osmosis- ultrasound as a p - treatment for drying of apple can improve the quality of the dried product.

Keywords: Apple, dehydration, osmos , ultrasound