

تهیه پودر سیب زمینی با استفاده از روش ترکیبی اسمز، فراصوت و هوای داغ

شهین زمردی*

^۱ دانشیار پژوهشی، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران

* آدرس پست الکترونیکی نویسنده مسئول: (Email: s.zomorodi@areeo.ac.ir)

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۹/۱۵

تاریخ انجام اصلاحات: ۱۳۹۸/۱۰/۲۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۱/۱۱

چکیده

آرد سیب زمینی محصول ارزشمندی است که به عنوان ضخیم کننده و بهبوددهنده رنگ یا طعم استفاده می شود. آرد سیب زمینی از راه خشک کردن برش های پوست گیری شده سیب زمینی در خشک کن هوای داغ یا خشک کردن سیب زمینی پخته در خشک کن غلتکی و سپس آسیاب و الک کردن آن تولید می شود. خواص آرد تولیدی به شدت عملیات حرارتی در فرایند خشک شدن و تخریب نشاسته بستگی دارد. خواص آرد سیب زمینی از جمله: ویژگی های رئولوژیکی و ویسکوزیته خمیر حاصل و توانایی تشکیل ژل و تورم آن، در تعیین مناسب بودن آرد در فرمولاسیون غذا دارای اهمیت است. این ویژگی ها را می توان با انتخاب روش خشک کردن مناسب، اصلاح کرد. در این مقاله روش تولید پودر سیب زمینی با استفاده از پیش تیمارهای فراصوت و اسمز ارائه شده است. با افزایش فرکانس فراصوت و غلظت محلول اسمزی، رطوبت و قهوه ای شدن نمونه ها کاهش و میزان روشنی رنگ افزایش می یابد. هم چنین با افزایش فرکانس فراصوت، قابلیت جذب آب نمونه ها افزایش و با افزایش غلظت محلول اسمزی (آب نمک)، درصد نمک آرد سیب زمینی افزایش پیدا می کند. برای تولید پودر سیب زمینی با کیفیت و ارزش تغذیه ای بالاتر، استفاده از محلول اسمزی ۱۲ درصد نمک و فرکانس فراصوت ۴۰ هرتز به مدت ۱۸ دقیقه در مرحله آماده سازی پیش از خشک کردن سیب زمینی توصیه می شود.

واژگان کلیدی: پودر سیب زمینی، خشک کردن، اسمز، فراصوت، هوای داغ

سیب زمینی هم‌چنین یک جزء اصلی در تهیه خمیر پیتزا، ماکارونی، پودرهای سوخاری، سوپ‌های آماده، سس‌ها، فراورده‌های گوشتی (سوسیس، همبرگر و کتلت) و دسرها است (۷). این آرد در کنار حفظ تازگی نان، موجب ایجاد عطر و طعم متمایز و دلپذیر در نان شده و کیفیت آن را بهبود می‌بخشد (۵). آرد سیب زمینی در تهیه سوپ‌های خشک، سس‌ها و غذاهای کودک به کار می‌رود (۸). نمونه‌ای از سیب زمینی خشک و آرد شده در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱- نمونه سیب زمینی خشک و آرد شده

مناسب بودن نوع و رقم سیب زمینی برای انجام فرایند خاص، به ترکیبات آن از جمله: مقدار ماده خشک، کربوهیدرات، پروتئین و سایر ترکیبات نیتروژنی بستگی دارد. آرد سیب زمینی را می‌توان در کیسه‌های پلی‌اتیلن

سیب زمینی با نام علمی *Solanum tuberosum* و متعلق به خانواده *Solanaceae*، یکی از مهم‌ترین محصولات غذایی در دنیا است. سیب زمینی پس از برنج، گندم و ذرت یکی از چهار غذای اصلی مردم جهان است. کمتر از نصف سیب زمینی تولیدی به صورت تازه خوری و مابقی ذخیره و در صنایع تبدیلی استفاده می‌شود. محصولات فراوری شده سیب زمینی، به صورت پخته و سرخ شده و به شکل فراورده‌های متنوعی نظیر: ورقه، چیپس و خلال سرخ شده، پوره و فراورده‌های خشک آن تهیه می‌شود (۷).

آرد سیب زمینی از خشک کردن سیب زمینی پخته یا پوره سیب زمینی توسط خشک کن غلتکی و یا خشک کردن برش‌ها و حبه‌های سیب زمینی توسط هوای داغ و سپس آسیاب و الک کردن محصول خشک شده، تهیه می‌شود (۳). آرد سیب زمینی یک محصول با ارزش افزوده و خواص عملکردی بالا است. این محصول به دلیل وزن و حجم کمتر، عدم نیاز به سردخانه، کاهش هزینه حمل و نقل و بسته‌بندی و قابلیت نگهداری طولانی‌تر مورد توجه بیشتری قرار دارد (۲).

پودر سیب زمینی قوام‌دهنده و پایدارکننده خوبی است. با استفاده از آن در فرمول‌های غذایی، زمان آماده‌سازی و هزینه تولید بسیاری از غذاها کاهش می‌یابد (۹). آرد سیب زمینی در صنایع شیرینی‌پزی از جمله در تهیه کراکرها، شیرینی‌ها و کیک موجب بهبود طعم، حجم، عطر، رنگ و کیفیت ماندگاری می‌شود. پودر

خشک کردن و تبدیل آن به پودر است. استفاده از هوای داغ، مر سوم‌ترین روش خشک کردن سیب‌زمینی است. در این خشک‌کن‌ها به دلیل هدایت حرارتی کم و راندمان پایین انرژی، مدت زمان لازم برای خشک کردن طولانی‌تر است. طولانی بودن زمان خشک کردن موجب کاهش ارزش تغذیه‌ای و خواص کیفی سیب‌زمینی خشک شده، می‌شود (۱۰). از دیگر عیوب خشک شدن تحت جریان هوای داغ، ایجاد رنگ نامطلوب در محصول خشک شده، است. رنگ یکی از ویژگی‌های کیفی مهم در ارزیابی پودر سیب‌زمینی است. رنگ تیره از نظر مصرف‌کننده، ناخوشایند و نشانه کهنگی و خرابی محصول است. علاوه بر رنگ، ویژگی حسی محصول خشک شده مانند: طعم، بو و مزه نیز تأثیر به‌سزایی در مقبولیت آن دارد. رنگ و ظاهر ماده‌غذایی تحت تأثیر نوع آماده‌سازی اولیه قرار دارد و در تعیین قیمت نهایی محصول نیز مؤثر است (۲). جذب مجدد آب نیز یک ویژگی مهم و تعیین‌کننده در کیفیت پودر سیب‌زمینی است. خشک کردن با هوای داغ بر این ویژگی اثر منفی دارد. برای کاهش معایب بالا، می‌توان از روش‌های آماده‌سازی اولیه از جمله: روش‌های اسمزی و فراصوت (اولتراسوند) قبل از عمل خشک کردن با جریان هوای داغ، استفاده کرد.

با توجه به اهمیت پارامترهای انرژی، زمان و هزینه در مکانیزاسیون، امروزه روش‌های مقدماتی و تدابیر تکمیلی برای کاهش زمان خشک شدن و کاهش انرژی مصرفی مورد توجه قرار گرفته است.

به مدت شش ماه در دمای اتاق بدون به‌خوبی نگهداری کرد (۶). با استفاده از آرد سیب‌زمینی می‌توان مواد مغذی اصلی مورد نیاز بدن مانند: پروتئین، فیبر و کربوهیدرات‌ها را تأمین کرد. مقدار پروتئین آرد سیب‌زمینی نسبت به آرد کاساوا و یام بهتر اما مشابه با پروتئین برنج است. آرد سیب‌زمینی دارای فیبر بیشتری نسبت به آرد گندم، آرد ذرت و آرد برنج است. مقدار کربوهیدرات و انرژی آن با مواد غذایی مشابه قابل مقایسه است (۵). ترکیبات متوسط آرد سیب‌زمینی در جدول ۱ آورده شده است (۲).

جدول ۱- خصوصیات آرد سیب زمینی

خصوصیات	درصد
پروتئین	۹/۱±۰/۱
کربوهیدرات	۷۵/۳±۱/۰
چربی	۰/۳±۰/۰۲
فیبر کل	۱۰/۶±۰/۵
خاکستر	۳/۰±۰/۱
فسفر	۰/۵±۰/۰۰۱

ضرورت و اهمیت

مقدار تولید سیب‌زمینی در ایران حدود ۵ میلیون تن در سال است که به دلیل نگهداری نامطلوب در انبارها و کمبود صنایع تبدیلی، در صد زیادی از آن ضایع می‌شود. یکی از روش‌های جلوگیری از ضایعات سیب‌زمینی،

استفاده از روش فراصوت موجب افزایش ضریب انتشار مؤثر رطوبت، بهبود قابلیت جذب مجدد آب و ویژگی‌های ظاهری و حسی پودر سیب‌زمینی می‌شود. در واقع این امواج با ایجاد تغییرات ساختمانی در محیط سبب افزایش سرعت خروج رطوبت از سیب‌زمینی می‌شوند (۴).

نتایج کاربردی

استفاده از روش ترکیبی خشک کردن اسمز - فراصوت - هوای داغ برخلاف استفاده از روش خشک کردن معمول، موجب کاهش قهوه‌ای شدن، افزایش قابلیت جذب آب، بهبود میزان روشنی و رنگ آرد سیب‌زمینی می‌شود. این فاکتورها در کیفیت آرد سیب‌زمینی تأثیر به‌سزائی دارد. بنابراین روش ترکیبی خشک کردن اسمز - فراصوت - هوای داغ علاوه بر کاهش هزینه انرژی و زمان خشک شدن، باعث بهبود خواص کیفی محصول تولیدی و افزایش ارزش افزوده اقتصادی آن می‌شود.

نتایج کاربردی حاصل از بکارگیری این روش علاوه بر کاهش قیمت تمام‌شده محصول، سبب بهبود خواص کیفی آرد سیب‌زمینی می‌شود. رنگ روشن‌تر، ظرفیت آبگیری بهتر و بیشتر و خواص حسی مطلوب‌تر از جمله این نتایج خواهد بود.

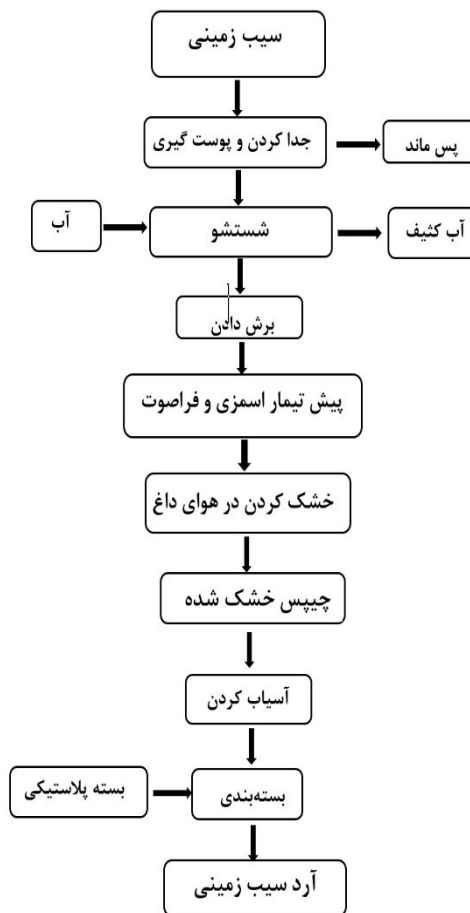
آبگیری اسمزی می‌تواند برای آبگیری اولیه، قبل از خشک کردن با هوای داغ استفاده شود. روش آبگیری اسمزی عبارت است از خارج کردن بخشی از آب سیب‌زمینی به‌وسیله تماس مستقیم آن با یک محلول غلیظ مناسب (محلول‌های قندی یا نمکی و یا مخلوطی از قندها و نمک‌ها). این روش موجب خروج آب از بافت محصول به سمت محلول و ورود مواد جامد از محلول به داخل بافت ماده غذایی می‌شود (۱). در خشک کردن اسمزی سیب‌زمینی از محلول نمک استفاده می‌شود. همچنین با استفاده از امواج فراصوت می‌توان سرعت خشک کردن اسمزی را افزایش داد (۱۰). آبگیری اسمزی عمدتاً به‌عنوان روش مقدماتی در روش‌های ترکیبی به‌کار برده می‌شود. روش اسمزی، رطوبت اولیه ماده غذایی را کاهش داده و موجب افزایش چگالی ظاهری اولیه می‌شود.

استفاده از فرآیند آبگیری اسمزی با امواج فراصوت به‌عنوان یک پیش‌تیمار قبل از خشک کردن، می‌تواند ضمن افزایش راندمان خشک کردن باعث کاهش هزینه تولید شود. استفاده از انرژی فراصوت در خشک کردن سیب‌زمینی مزایای فراوانی دارد و بدون ایجاد اثر نامطلوب بر ویژگی‌های کیفی و حسی، عمل خشک کردن را تسریع می‌بخشد. سیب‌زمینی با این روش بسیار سریع‌تر و در دمایی پائین‌تر از دمای معمولی خشک‌کن‌ها، خشک می‌شود.

دستورالعمل کاربرد

نمودار گردش کار و نکات مهم کاربردی در تولید

پودر سیب زمینی در شکل ۲ آورده شده است:



شکل ۲- فرایند تولید ورقه خشک (چپس) و آرد سیب زمینی

به طور خلاصه مهمترین دستورات کاربردی قابل

توصیه در تولید پودر سیب زمینی عبارتند از :

۱- برای تهیه آرد سیب زمینی باید از غده های سالم و

بی عیب استفاده شود.

۲- برای شستشو و تمیز کردن غده ها بهتر است

سیب زمینی ها مدتی در آب غوطه ور شده و سپس

شستشو داده شود.

۳- در پوست گیری و برش دادن دستی باید از چاقوی

تیز ضد زنگ استفاده شود.

۴- بهتر است ضخامت برش ها حداکثر ۱ سانتی متر باشد

تا سطح خشک شدن آنها افزایش یابد.

۵- برای تولید پودر سیب زمینی با کیفیت و ارزش

تغذیه ای بالاتر قرار دادن ورقه های سیب زمینی در

محلول آب نمک ۸ تا ۱۰ درصد با دمای ۲۵ تا ۳۰ درجه

سانتی گراد تحت سیستم فراصوت با فرکانس ۴۰ هرتز

به مدت ۱۸ دقیقه توصیه می شود. در این شرایط مقدار

نمک باقیمانده در آرد سیب زمینی حدود ۳/۵ درصد

خواهد بود که در حد استاندارد است. با این حال لازم

است این میزان نمک موجود در آرد سیب زمینی در

فرموله کردن مواد غذایی و تنظیم نمک کل آن در نظر

گرفته شود.

۶- پس از انجام اقدامات بالا و آبکش کردن ورقه های

برش خورده سیب زمینی، آنها به طور منظم و یک لایه

روی سینی های استیل چیده شده و در خشک کن با

دمای ۶۵ درجه سانتی گراد قرار داده می شود. رسیدن

رطوبت ورقه ها به ۱۰-۱۲ درصد، پایان کار خشک شدن

خواهد بود.

۷- برای آسیاب کردن ورقه های خشک شده سیب زمینی

از آسیاب چکشی استفاده شده و برای تهیه آرد نرم و

یکنواخت، کار آسیاب کردن دوباره تکرار شود.

۸- پس از آسیاب و الک کردن، برای جلوگیری از کلوخه

شدن، نم کشیدن و آلودگی محصول، لازم است بلافاصله

- using response surface methodology. *Journal of Food Engineering*, 79: 344-352.
- 5- Kulkarni, KD., Govindan, N., Kulkarni, O. s1996. Production and use of the potato flour in Mauritian traditional foods. *Food Nutrition Bulletin*, 72, 162.
- 6- Mishra, A. and Kulshrestha, K. 2002. Effect of storage on microbial safety of potato flour. *Journal of Food Science and Technology*, 39: 517-519.
- 7- Montreka, Y. D. and Adelia, C.B.B. 2003. Production and Proximate composition of a hydroponic sweet potato flour during extended storage. *Food Processing and Preservation*, 27: 153-164.
- 8- Nath, A. and Chattopadhyay, PK. 2008. Effect of process parameters and soy flour concentration on quality attributes and microstructural changes in ready-to-eat potato-soy snack using high-temperature short time air puffing. *Lebens-mittel Wissenschaft und Technologie*, 41: 707-715.
- 9- Raj, D., Lal, BB., Sharma, PC. and Vaidya, D. 2008. Development of ready-to-use instant custard powder from unmarketable potatoes. *Journal of Food Science and Technology*, 45: 361-363.
- 10- Stojanovic, J. and Silva, J. L. 2007. Influence of osmotic dehydration, Continuous high frequency ultrasound and dehydration on antioxidants, colour and chemical properties of robbiteye blueberries. *Food Chemistry*, 101: 898-906.
- عمل بسته‌بندی انجام شود. برای بسته‌بندی باید از مواد با نفوذپذیری کم به بخار آب مانند: سلفون، پلی اتیلن یا پلی پروپیلن استفاده شود.
- ۹- برای جلوگیری از تماس مستقیم محصول با هوای اطراف و جلوگیری از حمله حشرات، بلافاصله پس از بسته‌بندی، باید هوای بسته خارج و فوراً درب آن دوخته شود.
- ۱۰- محصولات بسته‌بندی شده تا زمان مصرف باید در مکان تمیز، خشک و ترجیحاً تاریک نگهداری شوند.

مراجع

- ۱- شهیدی، ف.، محبی، م.، نوشاد، م.، احتیاطی، ا. و فتحی، م. ۱۳۹۰. بررسی تأثیر پیش تیمار اسمز و فراصوت بر برخی ویژگی‌های کیفی موز خشک‌شده به روش هوای داغ. نشریه پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران. جلد ۷، شماره ۴، ص. ۲۶۳-۲۷۲.
- 2- Avula, R.Y., Guha, M., Tharanathan, R.N. and Ramteke, R.S. 2006. Influence of drying conditions on functional properties of potato flour. *European Food Research Technology*, 223: 553-560.
- 3- Bastos-Cardoso, I., Zazueta-Morales, JDJ., Matinez-Bustos, F. and Kil-Chang, Y. 2007. Development and characterization of extruded pellets expanded by microwave heating. *Cereal Chemistry*, 84: 137-144.
- 4- Eren, I. and Kaymak- Ertekin, F. 2007. Optimization of osmotic dehydration of potato