بررسی تغییرات ویژگیهای پودر سیب‌زمینی تولید شده توسط توانهای مختلف مایکروویو

[1]حامدموسویان، محمدتقی؛ [2]امیدوار، سمیرا و [3]نوعی، سید حسین

[1 و 3]گروه مهندسی شیمی، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد

[2]گروه مهندسی شیمی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قوچان

خشک کردن یکی از روشهای نگهداری مواد غذایی است. از این روش بخصوص برای افزایش زمان ماندگاری میوه ها و سبزیجاتی که دارای آب زیاد هستند استفاده می گردد.، زیرا آب مهمترین عامل در ایجاد فساد و رشد و فعالیت متابولیکی میکروارگانیسم ها می باشد. در این مطالعه به بررسی تغییرات خواص پودرهای سیب زمینی تولید شده توسط توانهای مختلف مایکروویو پرداخته شده است. برای این منظور، تغییرات گرانروی با دما و تنش برشی، دمای ژلاتینه شدن و دانسیته این پودرهای سیب زمینی ارزیابی شدند. همچنین تصاویری که به کمک میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) از برشهای سیب زمینی خشک شده تهیه شده بود، مورد بررسی قرار گرفتند. در نتیجه آزمایشات مشخص گردید که پودرهای سیب زمینی تولید شده در توانهای بالای مایکروویو دارای گرانروی زیادتر، دمای ژلاتینه شدن کمتر، گرانولهای نشاسته با اندازه بزرگتر و دیواره گرانولی با چروکیدگی کمتر می باشند.

واژه‌های کلیدی: مایکروویو، پودر سیب زمینی، گرانروی، دمای ژلاتینه شدن، دانسیته، اسکن الکترونی میکروسکوپی (SEM)

بررسی تغییرات ویژگیهای پودر سیب زمینی تولید شده توسط توانهای مختلف مایکروویو

حامدموسویان محمدتقی [۱]، امیدوار سمیرا [۲]، نوعی سید حسین [۳]

۱. مهندسی شیمی، دانشگاه فردوسی مشهد

۲. مهندسی شیمی، دانشگاه آزاد قوچان

۳. مهندسی شیمی، دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده:

خشک کردن یکی از روشهای نگهداری مواد غذایی است. از این روش بخصوص برای افزایش زمان ماندگاری میوه ها و سبزیجاتی که دارای آب زیاد هستند استفاده می گردد.، زیرا آب مهمترین عامل در ایجاد فساد و رشد و فعالیت متابولیکی میکروارگانیسم ها می باشد. در این مطالعه به بررسی تغییرات خواص پودرهای سیب زمینی تولید شده توسط توانهای مختلف مایکروویو پرداخته شده است. برای این منظور، تغییرات گرانروی با دما و تنش برشی، دمای ژلاتینه شدن و دانسیته این پودرهای سیب زمینی ارزیابی شدند. همچنین تصاویری که به کمک میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) از برشهای سیب زمینی خشک شده تهیه شده بود، مورد بررسی قرار گرفتند. در نتیجه آزمایشات مشخص گردید که پودرهای سیب زمینی تولید شده در توانهای بالای مایکروویو دارای گرانروی زیادتر، دمای ژلاتینه شدن کمتر، گرانولهای نشاسته با اندازه بزرگتر و دیواره گرانولی با چروکیدگی کمتر می باشند.

کلمات کلیدی: مایکروویو، پودر سیب زمینی، گرانروی، دمای ژلاتینه شدن، دانسیته، اسکن الکترونی میکروسکوپی (SEM)

۱- مقدمه

آرد سیب زمینی با خشک کردن پرک سیب زمینی[۱] پخته توسط خشک کن های استوانه ای، هوای داغ و همچنین روش اضافه برگردان[۲] تولید می گردد (۱،۲،۳). تحقیقات زیادی در مورد کاربرد آرد سیب زمینی در صنایع شیرینی پزی و نقش آن در بهبود خواص محصول نظیر طعم، حجم، عطر، رنگ و کیفیت ماندگاری به انجام رسیده است. کاربرد دیگر آرد سیب زمینی به عنوان یک جزء اصلی در تهیه ماکارانی، سوپهای آماده، سس ها، کلوچه گوشت دار، آبگوشت، دسر[۳] و فرنی[۴] در بیمارستان ها، رستورانها، و تریاها است (۴،۵،۶). Ramesh Yadav و همکارانش (۷) قابلیت هضم، قدرت تورم، حلالیت، گرانروی و تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) آرد سیب زمینی که توسط خشک کنهای استوانه ای و هوای داغ تهیه شده بود را بررسی نمودند. ایشان به این نتایج دست یافتند که قدرت تورم، حلالیت و گرانروی نشاسته سیب زمینی که توسط خشک کن استوانه ای خشک شده بیشتر از قدرت تورم، حلالیت و گرانروی نشاسته سیب زمینی می باشد که با خشک کن

[1]-Potato flake
[2]- Add-back
[3] -Pudding
[4]-Gruel

هوای داغ خشک گردیده است. سیب زمینی هایی که توسط خشک کن هوای داغ خشک شده اند قابلیت هضم بیشتری دارند و ترکیبات شیمیایی با خشک کردن توسط خشک کن استوانه ای به میزان کمتری کاهش یافته اند و سایز گرانولهای خشک شده در خشک کن هوای داغ کوچکتر می باشد. همچنین آنها قابلیت هضم، قدرت تورم، حلالیت و تصاویر SEM آرد سیب زمینی و آرد سیب زمینی شیرین را که توسط روشهای آنزیمی و استالدئیدی اصلاح شده بودند را مورد بررسی قرار دادند. ایشان به این نتایج دست یافتند که قابلیت هضم آردهای استالدئیدی در مقایسه با آرد خام و آرد اصلاح شده آنزیمی کمتر می باشد. همچنین قدرت تورم به ترتیب، در سیب زمینی خام، آرد اصلاح شده آنزیمی و سپس آرد اصلاح شده استالدئیدی از همه بیشتراست وحلالیت پذیری به ترتیب در سیب زمینی خام، آرد اصلاح شده استالدئیدی و سپس آرد اصلاح شده آنزیمی از همه زیادتر است. گرانولهای نشاسته آرد سیب زمینی اصلاح شده استالدئیدی ظاهر دندانه ای دارند درحالیکه در طول اصلاح شدن آرد سیب زمینی با آنزیم، ساییدگی سطحی در بعضی ازگرانولها دیده می شود (۸).
Karunaو همکارانش (۹) آزمایشات ترکیبات شیمیایی، دانسیته، دمای ژلاتینه شدن و تغییرات گرانروی با تنش برشی را برای دو واریته سیب زمینی بررسی نموده و به این نتایج دست یافتند که دوغاب ۸ درصدی پودر سیب زمینی، غیرنیوتنی و از نوع شبه پلاستیک می باشد.

۲- مواد وروشها:

۲-۱ مواد:

سیب زمینی واریته آگریا که از قبل کاملاً تمیز و در جای تاریک و خنک نگهداری شده است.

۲-۲ تعیین گرانروی (ویسکوزیته[5]):

گرانروی پودرهای سیب زمینی که توسط توانهای مختلف مایکروویو تهیه شده اند با استفاده از روش Ramesh Yadav [۷] و Karuna (۹) تست گردیده است. به این صورت که، گرانروی دوغاب ۸ درصدی پودر سیب زمینی که توسط مایکروویو تهیه شده، به کمک ویسکومتر و.Spindle no.4 در دماها و تنش‌های برشی مختلف بررسی گردیده است.

۲-۳ تعیین دانسیته:

دانسیته پودرهای سیب زمینی که توسط توانهای مختلف مایکروویو تهیه شده اند به کمک روش Karuna (۹) تست گردیده است. به این صورت که، یک استوانه مدرج روی ترازو گذاشته و از پودر سیب زمینی که توسط مایکروویو تهیه

[5]- Viscosity

شده داخل آن ریخته تا ۱۰ میلی لیتر از آن پر شود. باید استوانه به طور مداوم تکان داده شود تا به صورت یکنواخت پر گردد. سپس وزن پودر سیب زمینی از روی ترازو یادداشت و دانسیته به صورت گرم در میلی لیتر محاسبه گردیده است.

۲-۴ تعیین دمای ژلاتینه شدن:

دمای ژلاتینه شدن پودرهای سیب زمینی که توسط توانهای مختلف مایکروویو تهیه شده اند با استفاده از روش Karuna (۹) تست گردیده است. به این صورت که، بشر حاوی دوغاب ۱۰ درصدی از پودر سیب زمینی، داخل بن ماری قرار گرفت و درحالیکه هم زده می شد توسط یک ترمومتر دمای آن کنترل گردید. دمایی که در آن دوغاب شروع به شفاف شدن می کند، دمای ژلاتینه شدن می باشد. در اینجا دمایی که بیشترین شفافیت به نظر می رسد به صورت محدوده دمای ژلاتینه شدن گزارش شده است.

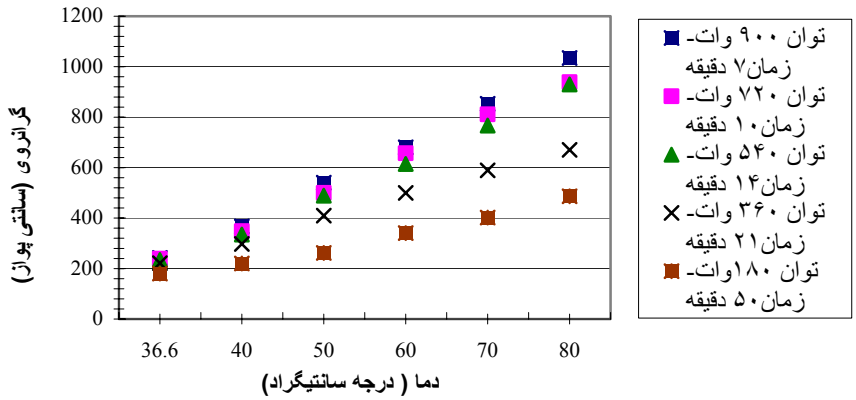
۲-۵ اسکن توسط میکروسکوپ الکترونی [SEM]:

آزمایشات اسکن پودرهای سیب زمینی که توسط توانهای مختلف مایکرویو تهیه شده اند با استفاده از روش Ramesh Yadav (۷و۸) تست گردیده است. به این صورت که، برشهای سیب زمینی که در توانهای ۱۸۰ و ۹۰۰ وات خشک شده اند، ابتدا با آلیاژ طلا پالادیوم توسط دستگاه Sputter Coater (مدل Sc7620) پوشش داده شدند. سپس به کمک SEM (مدل Leu 1450 VP) ساخت آلمان با قدرت تفکیک ۲/۵ نانومتر تصویر برداری گردیدند.

۳- بحث و بررسی نتایج:

۳-۱ تغییرات گرانروی با دما:

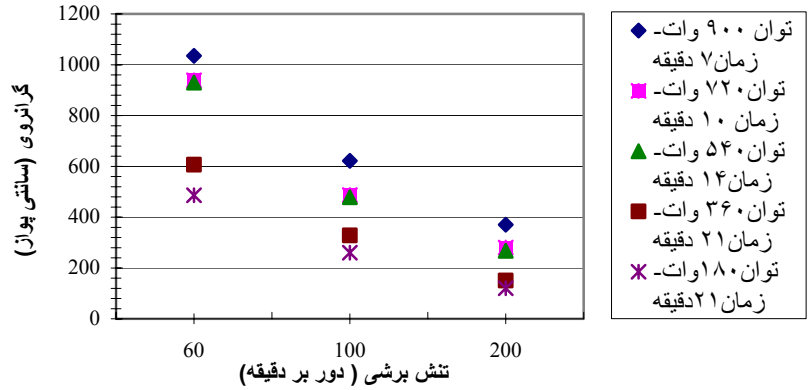
از مشاهده شکل ۱ می توان بیان نمود که با افزایش دما، گرانروی پودرهای سیب زمینی تولید شده توسط توانهای مختلف مایکروویو به دلیل پیشرفت ژلاتینه شدن نشاسته، افزایش می یابد. همچنین پودر سیب زمینی تولیدی در توان ۱۸۰ وات و مدت زمان ۵۰ دقیقه با افزایش دما، گرانروی کمتری را نسبت به پودر تولید شده در توان ۹۰۰ وات و مدت زمان ۷ دقیقه نشان می دهد. اگرچه شدت حرارت در توانهای بالای مایکروویو بیشتر است اما چون مدت زمان کوتاهتر می باشد در نتیجه توانهای بالا، کمتر باعث تجزیه نشاسته گردیده است.



شکل۱. مقایسه تغییرات گرانروی با دما مربوط به پودرهای سیب زمینی تهیه شده توسط توانهای مختلف مایکروویو

۳-۲ تغییرات گرانروی با تنش برشی:

با توجه به شکل ۲ مشاهده می شود که با افزایش تنش برشی (دور بر دقیقه)، گرانروی پودرهای سیب زمینی تولید شده در توانهای مختلف مایکروویو کاهش می یابد. بنابراین دوغاب ۸ درصدی پودر سیب زمینی، غیرنیوتنی و از نوع شبه پلاستیک است. همچنین بیشترین کاهش گرانروی در اثر افزایش تنش برشی، مربوط به پودرهای تولید شده در توانهای پایین می باشد.



شکل۲. تغییرات گرانروی با تنش برشی (دور بر دقیقه) مربوط به پودرهای سیب زمینی تولید شده توسط توانهای مختلف مایکروویو

۳-۳ تعیین دمای ژلاتینه شدن و دانسیته:

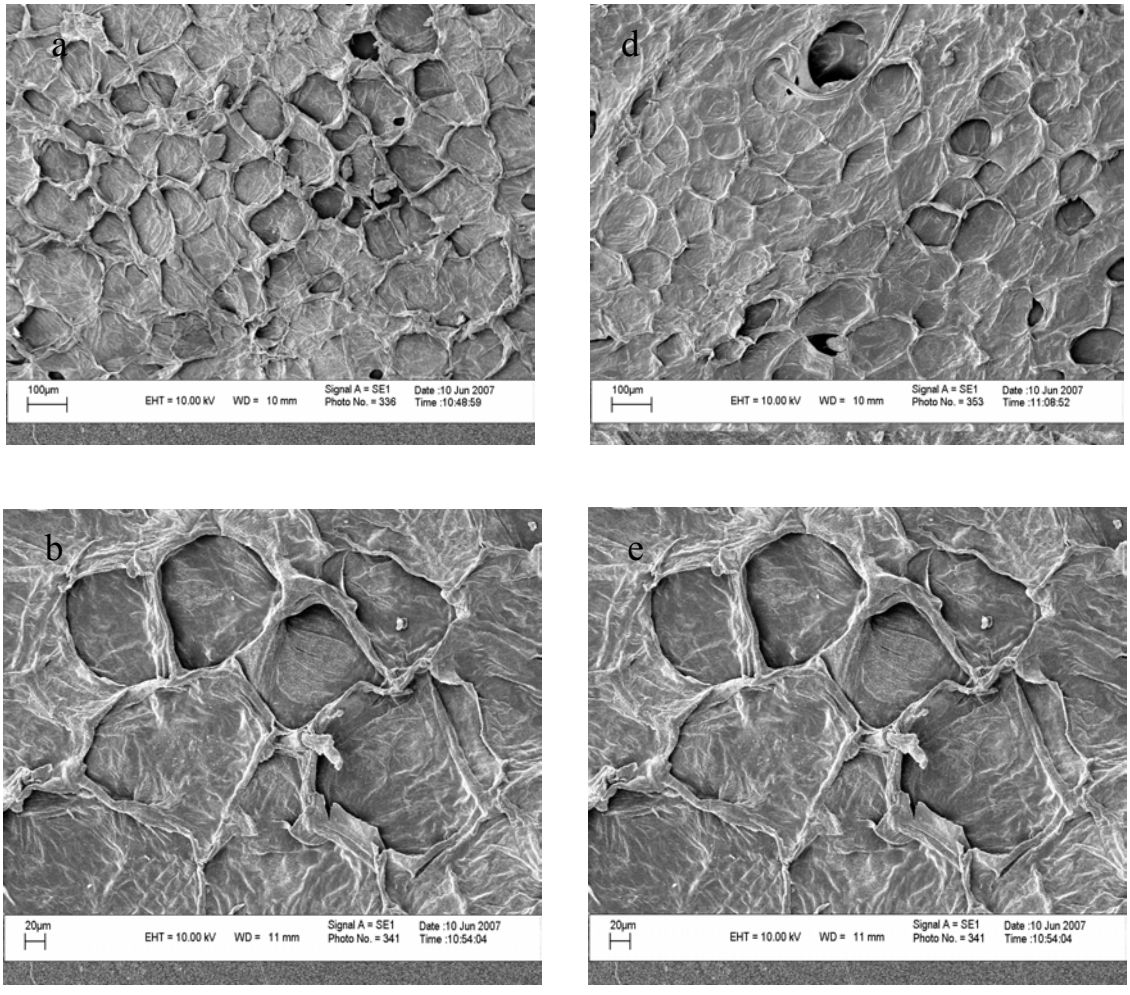
پودر سیب زمینی با ذرات درشت که در توان ۹۰۰ وات مایکروویو تهیه شده زودتر ژلاتینه می گردد (تقریباً ۷۵ درجه سانتیگراد)، چون میزان آمیلوز آن بالا است. درحالیکه پودر سیب زمینی با ذرات درشت که در توان ۱۸۰ وات تهیه شده، دیرتر ژلاتینه می شوند (تقریبا ۸۵ درجه سانتیگراد). همچنین پودر سیب زمینی با ذرات ریز که در توان ۹۰۰ وات تهیه شده در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد و پودر سیب زمینی با ذرات ریز که در توان ۱۸۰ وات تهیه شده در دمای ۸۰ درجه سانتیگراد ژلاتینه می شوند. چون در توانهای پایین مایکروویو آمیلوز به قندهای احیاء کننده تبدیل می گردد و در نتیجه با کاهش میزان آمیلوز،

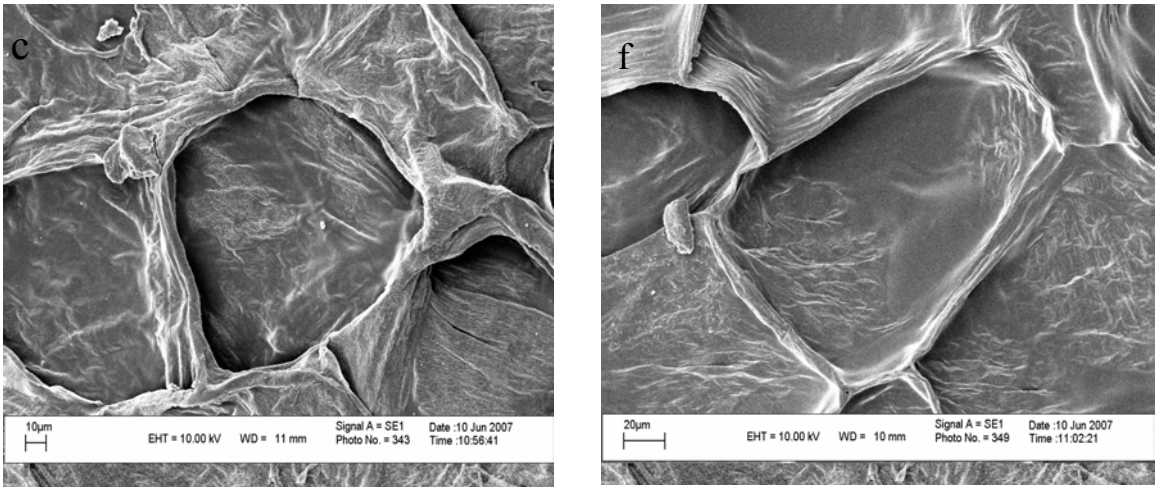
ژلاتینه شدن کاهش می یابد. همچنین اندازه ذرات بر مقدار دانسیته موثرند. هرچه ذرات ریزتر باشند دانسیته زیادتر و هرچه ذرات درشت تر باشند دانسیته کمتر می باشد. دانسیته مسئله مهمی در هنگام بسته بندی، نگهداری مواد و در فرآیندهای خیساندن در صنایع غذایی است. هر چه ذرات ریزتر باشند یعنی دانسیته آنها زیادتر باشد، بهتر خیس می شوند.

جدول۱. داده های آزمایشی دانسیته و محدوده دمای ژلاتینه شدن مربوط به پودرهای سیب زمینی تهیه شده توسط توانهای ۱۸۰، ۳۶۰، ۵۴۰، ۷۲۰ و ۹۰۰ وات مایکروویو

محدوده دمای ژلاتینه شدن($^{\circ}C$)	دانسیته (میلی لیتر/گرم)	اندازه ذرات	توان مایکروویو (وات)
۷۵ – ۸۵	۰/۷۵۲	درشت (۱ میلیمتر)	۹۰۰ ۷۲۰ ۵۴۰
۷۰ – ۸۰	۰/۸۴۹	ریز (۵۰۰ میکرون)	۳۶۰ ۱۸۰

۴-۳ تحلیل SEM:





شکل۳ تصاویرSEM مربوط به

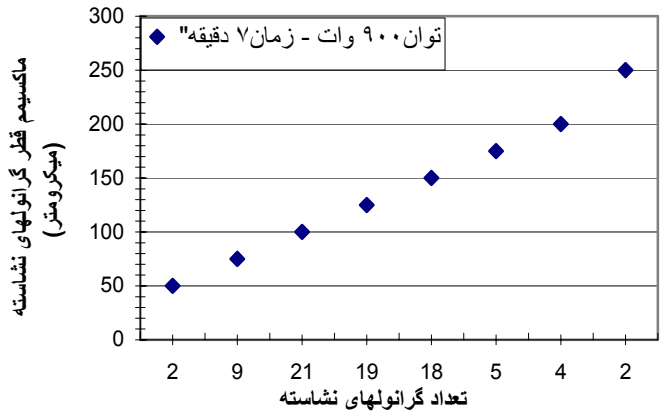
سیب زمینی خشک شده در توان۱۸۰ وات مایکروویو و مدت زمان ۵۰ دقیقه (a با دقت ۲۰۰ ، b با دقت۵۰۰ و c با دقت۱۰۰۰)

و سیب زمینی خشک شده در توان۹۰۰ وات مایکروویو و مدت زمان ۷ دقیقه (d با دقت ۲۰۰ ، e با دقت۵۰۰ و f با دقت۱۰۰۰)

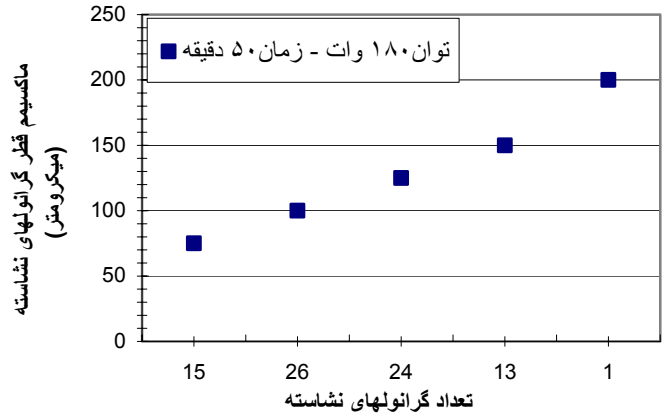
همانطور که در شکل ۳ مشاهده می شود گرانولهای خشک شده در توان ۹۰۰ و ۱۸۰ وات تقریباً شبیه می باشند. اسلایسهای سیب زمینی خشک شده در توان ۹۰۰ وات دارای گرانولهای بزرگتری نسبت به سیب زمینی خشک شده در توان ۱۸۰ وات می باشند، چون در توان ۹۰۰ وات زمان خشک شدن کوتاهتر است، بنابراین گرانولها فرصت کافی ندارند که آب خود را کاملاً از دست دهند. ولی در توان۱۸۰ وات زمان خشک شدن طولانی تر می باشد، بنابراین گرانولها فرصت کافی دارند که آب خود را کاملاً از دست داده وکوچکتر گردند. گرانولهایی که در توان ۹۰۰ وات خشک شده اند دارای ظاهری مرتب تر، دیواره گرانولی صافتر و کمتر چروکیده می باشند. چون در توانهای بالا شدت حرارتی زیاد است در نتیجه به همراه آبهای سطحی، آبهای مرکزی نیز به سرعت از برشهای سیب زمینی خارج می گردند. بنابراین آسیبی به لوله های مویین نمی رسد و دیواره گرانولی صافتر به نظر می آید. ولی گرانولهایی که در توان ۱۸۰ وات خشک شده اند دیواره گرانولی چروکیده دارند. چون در توانهای پایین شدت حرارتی کمتر است و فقط آبهای سطحی خارج می گردند و در نتیجه رسوب املاح، لوله های مویین بسته می شوند. در حالیکه هنوز در قسمتهای مرکزی برش سیب زمینی آب وجود دارد که تمایل به خروج دارند. بنابراین در اثر خارج شدن آب قسمتهای مرکزی، لوله های مویین تخریب شده و دیواره گرانولی چروکیده به نظر می رسد.

۳-۵ پراکندگی قطر گرانولهای نشاسته:

منحنی های پراکندگی ماکسیمم قطر گرانولهای نشاسته برحسب تعداد گرانولهای نشاسته مربوط به برشهای سیب زمینی که در توان۹۰۰ وات با مدت زمان ۷ دقیقه وهمچنین توان۱۸۰ وات با مدت زمان ۵۰ دقیقه خشک شده اند، به ترتیب در نمودارهای ۴ و ۵ ارائه شده است.



شکل۴. پراکندگی ماکسیمم قطر گرانولهای نشاسته برحسب تعداد گرانولهای نشاسته سیب زمینی خشک شده در توان۹۰۰ وات مایکروویو و مدت زمان ۷ دقیقه



شکل۵. پراکندگی ماکسیمم قطر گرانولهای نشاسته برحسب تعداد گرانولهای نشاسته سیب زمینی خشک شده در توان۱۸۰ وات مایکروویو و مدت زمان۵۰ دقیقه

منحنی های پراکندگی با شمردن تعداد گرانولها بر اساس ماکسیمم قطر آنها در شکلهای (۳ . a) و (۳ . d) حاصل شده است، که این نتایج در شکلهای ۴ و ۵ ارائه گردیده است. همانگونه که در این شکلها مشاهده می گردد محدوده ماکسیمم قطر گرانولهایی که در توان ۹۰۰ وات خشک شده اند از ۵۰ تا ۲۵۰ میکرومتر است، در حالیکه این محدوده درگرانولهایی که در توان ۱۸۰ وات خشک شده اند از ۷۵ تا ۲۰۰ میکرومتر می باشد. گرانولهایی که در توان ۹۰۰ وات خشک شده اند دارای ظاهری مرتب تر، دیواره گرانولی صافتر و چروکیده گی کمتر می باشند.

نتیجه گیری:

پودرهای سیب زمینی تولید شده در توانهای بالا گرانروی زیادی دارند پس می توان برای تهیه غذاهای رژیمی و غذاهای مخصوص افراد چاق استفاده کرد. همچنین اگر گرانروی این پودرها با افزودن موادی کاهش یابند می توان برای تهیه غذای کودک و در فرمولاسیون غذاهای غنی از کالری مصرف نمود. چون برای تهیه غذای کودک بهتر است از پودرهای با گرانروی کم استفاده گردد، زیرا جرم جامد در واحد حجم بیشتر می باشد(۳ و۱۰). بنابراین کاربرد پودرهای سیب زمینی تولید شده در توانهای بالای مایکروویو مناسب تر از پودرهای تولید شده در توانهای پایین می باشند.

منابع

1. Hadziyev, D. and L. Steele, *Dehydrated mashed potatoes Chemical and biochemical aspects.* Advances in Food, 1979. **25**: p. 55-136.
2. Willard, M., *Potato flour, Potato processing.* Westport, Conn, USA. AVI Publishing, 1975: p. 563- 578.
3. Woolfe, J.A., *Post harvest procedures Processing, In Sweet potato an untapped food source.* Cambridge, UK. Cambridge University Press, 1992: p. 292-313.
4. Montreka, Y.D. and C.B.B. Adelia, *Production and Proximate composition of a hydroponic sweet potato flour during extended storage.* Food Processing and Preservation, 2003. **27**: p. 153-164.
5. Palomar, L.S. and e. al., *Optimization of a peanut-sweet potato cookie formulation.* Lebensmittel Wissenchaft Technologie, 1994. **27**: p. 314-318.
6. Talburt, W.F., *Potato Processing*. 4 ed. AVI, Westpor. 1989. 53-55.
7. Yadav, A.R. and e. al., *Changes in characteristics of sweet potato flour prepared by different drying techniques. Lebensmittel Wissenschaft –und - Technologie, 39.* Lebensmittel Wissenschaft – und - Technologie, 39, 2006. **39**(1): p. 20-26.
8. Yadav, A.R. and e. al., *Characteristics of acetylated and enzyme-modified potato and sweet potato flours.* Food Chemistry, 2007. **103**(4): p. 111-126.
9. Karuna, D.K., N. Govinden, and D. kulkarni, *Production and use of raw potato flour in Mauritian traditional Foods*. The United Nations University Press Food and Nutrition Bulletin, 1996(2): p. 17.
10. Golan-Goldhirsch, A. and J.R. Whitaker, *Effect of ascorbic acid, sodium bisulfite, and thiol compounds on mushroom polyphenol oxidase.* Agric. Food Chem., 1984. **32**(5): p. 1003-1009.