

بررسی واکنشهای قهوه ای شدن و منحنی های خشک شدن برشهای سیب زمینی و میزان ترکیبات شیمیایی پودرهای سیب زمینی تولید شده توسط توانهای مختلف مایکروویو

حامد موسویان 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 پس از خشک نمودن برشهای سیب زمینی توسط توانهای مختلف مایکروویو و تبدیل آنها به پودر سیب زمینی، به بررسی تغییرات خواص این پودرها پرداخته شده است. برای نیل به این هدف، ترکیبات شیمیایی پودرهای سیب زمینی و منحنی های خشک شدن برشهای سیب زمینی بررسی گردیدند. در نتیجه آزمایشات مشخص شد که در توانهای بالای مایکروویو سرعت خشک شدن بیشتر و اثر سوء کمتری بر روی ترکیبات شیمیایی گذاشته می شود. همچنین طی آزمایشاتی معین گردید که بهترین ماده بازدارنده برای جلوگیری از شرکت برشهای سیب زمینی در واکنشهای قهوه ای شدن، متابی- سولفیت سدیم می باشد.

کلمات کلیدی: مایکروویو، پودر سیب زمینی، ترکیبات شیمیایی، خشک کردن، واکنش قهوه ای شدن

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). تغییر شکل نشاسته در مراحل مختلف تولید پرک سیب زمینی مورد بررسی قرار گرفته است (۴). 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 (۵،۶،۷). Kiattisak و همکارانش (۸) بازدارندگی آنزیمی بازدارنده هایی چون متابی سولفیت سدیم، EDTA، اسید

¹-Potato flake

²- Add-back

³-Pudding

⁴-Gruel

اسکوربیک و NaCl را در غلظتهای مختلف بررسی کردند و به این نتیجه دست یافتند که بیشترین بازدارندگی به ترتیب مربوط به متابی سولفیت سدیم، اسید اسکوربیک، EDTA و NaCl می باشد (۸). متابی سولفیت سدیم مستقیماً بر روی ساختمان آنزیم پلی فنل اکسیداز عمل می کند و باعث غیرفعال شدن آنزیم پلی فنل اکسیداز می گردد (۹، ۸). اسید اسکوربیک می تواند اورتو- کینون تشکیل شده توسط فنلاز را دوباره به اورتو- دی فنل تبدیل نماید (۱۱، ۱۰، ۸). Ramesh Yadav و همکارانش (۱۲) ترکیبات شیمیایی 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 ترکیبات شیمیایی با خشک کردن توسط خشک کن استوانه ای به میزان کمتری کاهش می یابند.

۲- مواد و روشها:

۲-۱ مواد:

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

۲-۲ میزان بازدارندگی بازدارنده های مختلف:

هدف بررسی میزان جلوگیری کردن مواد بازدارنده مختلف از شرکت این وارپته سیب زمینی در واکنشهای قهوه ای شدن آنزیمی و غیر آنزیمی می باشد. برای این منظور برشهای سیب زمینی ابتدا به مدت ۴ دقیقه بلانچ و سپس به مدت ۲۰ دقیقه به ترتیب داخل محلولهای متابی سولفیت سدیم^۵، اسید اسکوربیک^۶، EDTA^۷ و نمک طعام^۸ با غلظت ۱۰۰۰ ppm قرار گرفتند (۱۳). برشهای سیب زمینی آماده شده به مدت ۱۵ دقیقه در محیط قرار گرفتند و سپس بر روی چشمه نور هانتربل (مدل Ultra Scan XE) گذاشته شدند و میزان انعکاس نور آنها ثبت و با نمونه شاهد مقایسه گردید. نمونه شاهد، برش سیب زمینی است که فقط به مدت ۴ دقیقه بلانچ شده است. این آزمایش در سه تکرار صورت گرفته است.

۲-۳ منحنی های رطوبت:

هدف بررسی اثر توانهای مختلف مایکروویو بر روی منحنی رطوبت براساس وزن مرطوب برحسب زمان ($X-t$)، منحنی رطوبت براساس وزن خشک برحسب زمان (X_d-t) و منحنی سرعت خشک شدن برحسب رطوبت براساس وزن خشک

⁵- Na₂S₂O₅

⁶- C₆H₈O₆

⁷- C₁₀H₁₄N₂Na₂O₈.2H₂O

⁸- NaCl

($N - X_d$) سیب زمینی خام می باشد. برای این منظور برشهای سیب زمینی با ضخامت ۲ میلی متر، ابتدا به مدت ۴ دقیقه داخل آب جوش بلانچ، سپس به مدت ۲۰ دقیقه داخل محلول بازدارنده متابی سولفیت سدیم قرار گرفتند. آنگاه این برشها داخل پتری هایی که از قبل به ترتیب داخل آون و دسیکاتور خشک و خنک و همچنین توزین گشته اند، گذاشته و بعد از توزین توسط ترازوی دیجیتالی داخل مایکروویو (LG مدل MD-6654 GT) قرار گرفتند (۱۴). پس از اینکه برشها مقداری از رطوبت خود را از دست دادند از مایکروویو خارج و توزین شدند. این عملیات چند مرتبه تکرار گشت تا برشها به رطوبت مطلوب رسیده ولی نسوزند. در نهایت با داشتن رطوبت بر پایه مرطوب و زمان لازم برای خشک شدن، رطوبت بر پایه خشک و سرعت خشک شدن محاسبه و منحنی های مربوطه رسم گردیدند.

۲-۴ پودر سیب زمینی تهیه شده توسط مایکروویو:

برشهای سیب زمینی به ضخامت ۲ میلی متر توسط اسلایسر ایجاد شدند. برشهای آماده شده مدت ۴ دقیقه داخل آب جوش بلانچ و مدت ۲۰ دقیقه داخل محلول بازدارنده متابی سولفیت سدیم قرار گرفتند. سپس داخل مایکروویو خشک گردیدند (۱۳).

۲-۵ درصد رطوبت پودرهای سیب زمینی تهیه شده توسط مایکروویو:

مدت زمان لازم برای خشک شدن و درصد رطوبت برشهای سیب زمینی خشک شده توسط توانهای مختلف مایکروویو در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. مدت زمان لازم برای خشک شدن و درصد رطوبت اسلایس های سیب زمینی خشک شده توسط توانهای مختلف مایکروویو

درصد رطوبت	مدت زمان لازم برای خشک شدن (دقیقه)	توان مایکروویو (وات)	ردیف
۸	۷	۹۰۰	۱
۹	۱۰	۷۲۰	۲
۱۰	۱۴	۵۴۰	۳
۱۲	۲۱	۳۶۰	۴
۱۵	۵۰	۱۸۰	۵

آنگاه برشهای سیب زمینی که با این شرایط تهیه شده اند به پودر تبدیل گشتند و سپس برای آزمایش تعیین ترکیبات شیمیایی استفاده گردیدند.

۲-۶ تعیین خاکستر:

خاکستر پودرهای سیب زمینی که توسط توانهای مختلف مایکروویو تهیه شده اند با استفاده از روش Kent Jones (۱۴) تست گردیده است. به این صورت که، ۱۰ گرم از پودر سیب زمینی که توسط مایکروویو تهیه شده است، داخل بوتله چینی قرار داده شد. سپس بوتله به کوره الکتریکی با حرارت ۵۰۰ - ۵۵۰ درجه سانتیگراد منتقل گشت تا حرارت بیند و رنگ خاکستر، کاملاً روشن گردد.

۲-۷ تعیین پروتئین:

پروتئین پودرهای سیب زمینی که توسط توانهای مختلف مایکروویو تهیه شده اند با استفاده از روش Yildirim (۱۵) تست گردیده است. به این صورت که، پروتئین خام ۵ گرم از پودر سیب زمینی که توسط مایکروویو تهیه شده، به کمک روش Kjeldahl که شامل مراحل هضم، تقطیر و تیتراسیون می باشد، تعیین گردید. در نهایت میزان پروتئین با توجه به درصد نیتروژن محاسبه گردیده است.

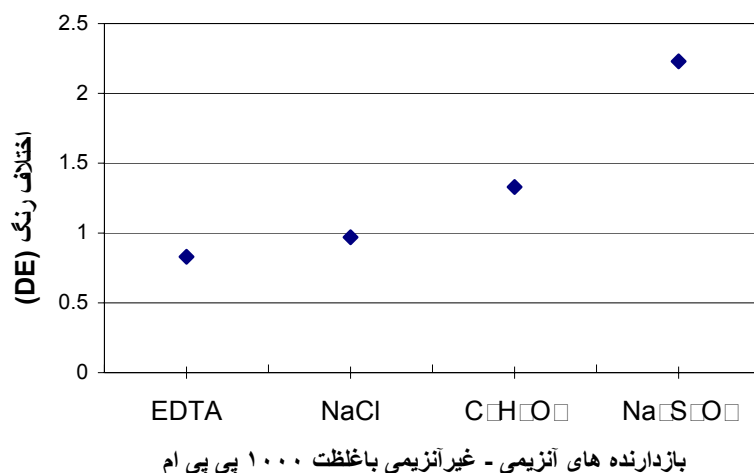
۲-۸ تعیین ویتامین ث (اسید آسکوربیک):

ویتامین ث پودرهای سیب زمینی که توسط توانهای مختلف مایکروویو تهیه شده اند با استفاده از روش AOAC (۱۶) تست گردیده است. به این صورت که، ۵ گرم از پودر سیب زمینی که توسط مایکروویو تهیه شده، با ۵۰ گرم وزنی اسید اگزالیک کاملاً مخلوط گردید. آنگاه توسط قیف به بالن ژوژه ۱۰۰ میلی لیتری منتقل و توسط اسید اگزالیک به حجم ۱۰۰ میلی لیتر رسانده شد. پس از صاف کردن مخلوط به کمک کاغذ صافی، از محلول صاف شده ۲۵ میلی لیتر برداشته و داخل بشر ریخته و به آن ۱۰ میلی لیتر اسید اگزالیک ۰/۲۵ مولار و ۱ میلی لیتر اسید کلریدریک ۱ نرمال اضافه گردید. در پایان، تیتراسیون با رنگ دی کلرواندوفنل صورت گرفت.

۳- بحث و بررسی نتایج:

۳-۱ میزان بازدارندگی بازدارنده های مختلف:

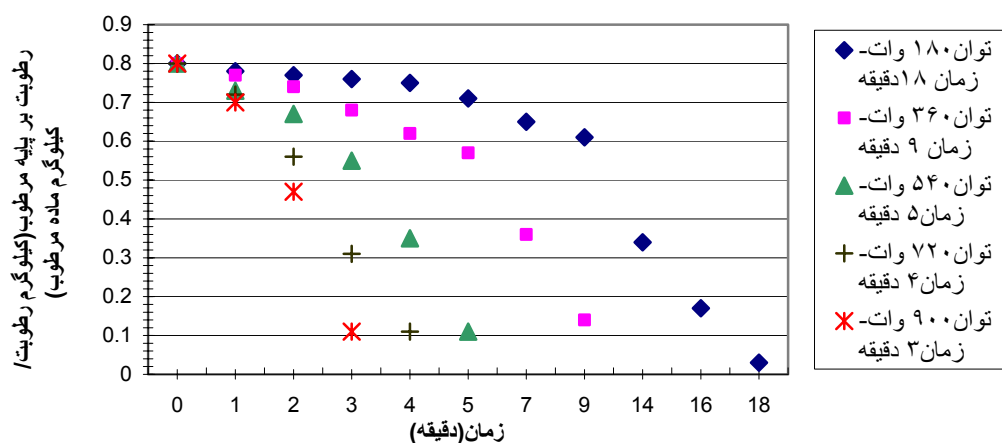
همانطور که در شکل ۱ مشاهده می شود اثر بازدارندگی بازدارنده متابی سولفیت سدیم حدوداً سه برابر اثر بازدارندگی بازدارنده EDTA می باشد. اما تفاوت چندانی میان اثر بازدارندگی بازدارنده های نمک طعام و EDTA دیده نمی شود. بنابراین بهترین ماده بازدارنده برای جلوگیری از شرکت برشهای سیب زمینی در واکنشهای قهوه ای شدن آزیمی و غیر آزیمی، متابی سولفیت سدیم می باشد.



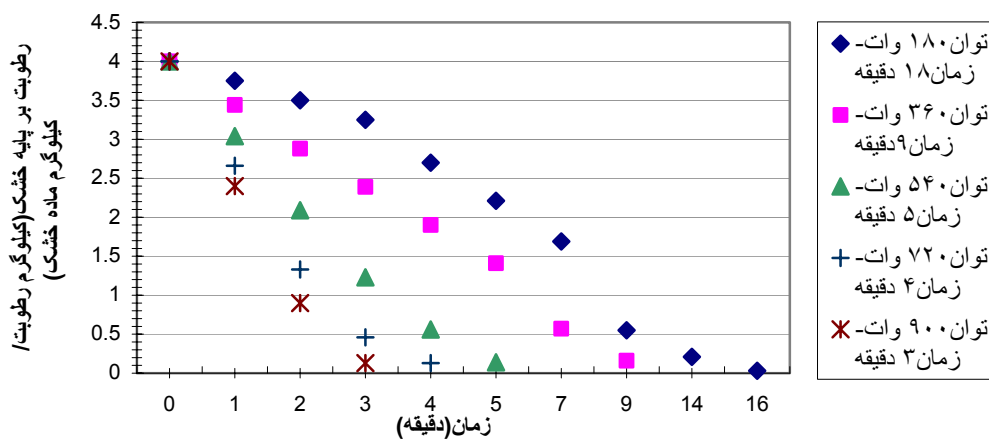
شکل ۱. میزان بازدارندگی بازدارنده های آنزیمی و غیر آنزیمی در مقابل واکنشهای قهوه ای شدن

۲-۳ منحنی های رطوبت:

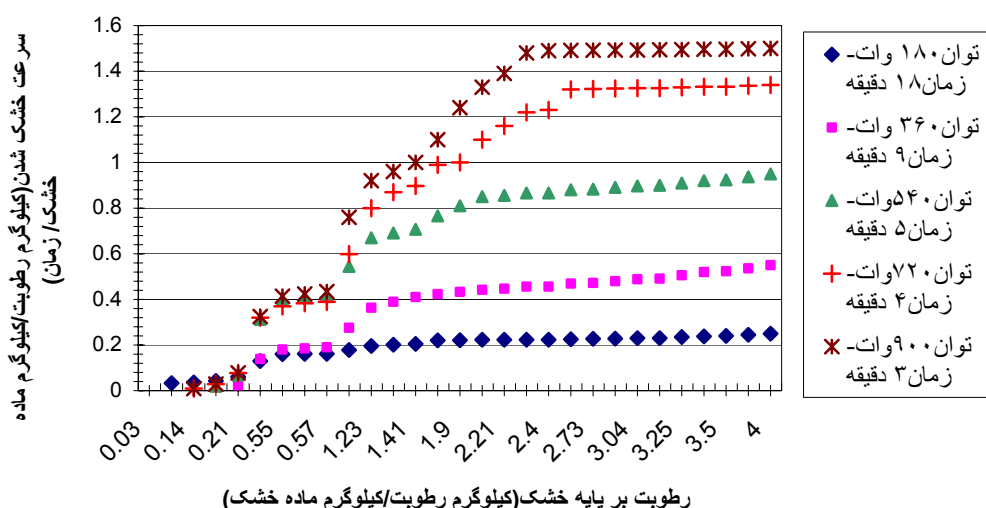
با توجه به شکل‌های ۲، ۳ و ۴ مشاهده می شود که بیشترین سرعت خشک شدن مربوط به توان‌های بالا است. بنابراین توان‌های بالا برای خشک کردن مناسب‌تر می باشند، چون شدت حرارتی زیادتر و مدت زمان لازم برای خشک شدن کوتاهتر است.



شکل ۲. مقایسه تغییرات رطوبت بر پایه مرطوب بر حسب زمان مربوط به اسلایسهای سبب زمینی خشک شده توسط توان‌های مختلف مایکروویو



شکل ۳. مقایسه تغییرات رطوبت بر پایه خشک بر حسب زمان مربوط به اسلایسهای سبب زمینی خشک شده توسط توان‌های مختلف مایکروویو



شکل ۴. مقایسه تغییرات سرعت خشک شدن برحسب رطوبت بر پایه خشک مربوط به اسلایسهای سیب زمینی خشک شده توسط توانهای مختلف مایکروویو

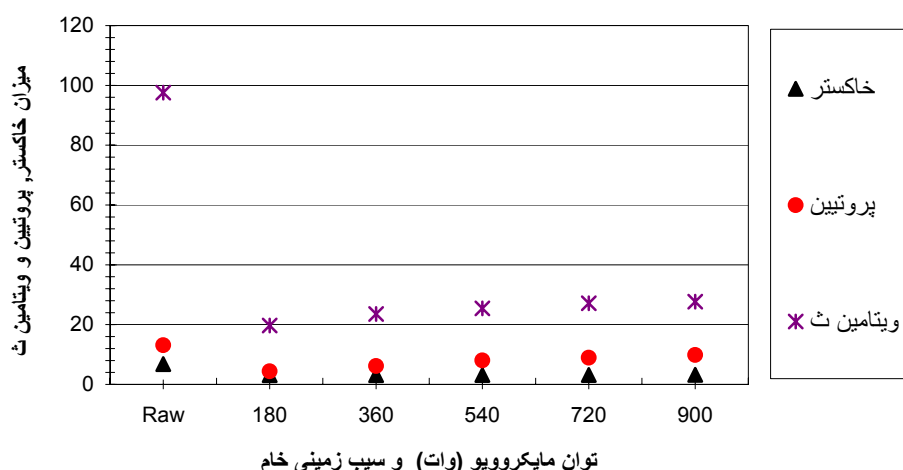
با توجه به شکل ۴ مشخص می شود که منحنی های خشک شدن در توانهای ۷۲۰ و ۹۰۰ وات مایکروویو، دارای مراحل شدت ثابت کوتاهتر و شدت نزولی با شیب بیشتر نسبت به بقیه موارد می باشند. چون در توانهای بالا شدت حرارت زیاد می باشد و رطوبت به سرعت از سیب زمینی جدا می گردد. همچنین منطقه شدت ثابت و میزان رطوبت بحرانی در توان ۹۰۰ وات بیشتر از توان ۷۲۰ است، که این مسئله نیز مربوط به شدت حرارت بالاتر در توان ۹۰۰ وات نسبت به توان ۷۲۰ وات می باشد. ولی منحنی های خشک شدن در توانهای ۱۸۰، ۳۶۰ و ۵۴۰ وات عمدتاً دارای مرحله شدت نزولی با شیب کم می باشند. چون در توانهای پایین شدت حرارت کمتر می باشد و رطوبت کندتر از سیب زمینی جدا می گردد، بنابراین عمدتاً منطقه شدت نزولی وجود دارد.

۳-۳ تعیین ترکیبات شیمیایی:

نتیجه کلی آزمایشات تعیین ترکیبات شیمیایی مربوط به پودرهای سیب زمینی تولید شده توسط توانهای مختلف مایکروویو و سیب زمینی خام در جدول ۲ ارائه گردیده است.

جدول ۲. نتیجه کلی آزمایشات تعیین ترکیبات شیمیایی مربوط به پودرهای سیب زمینی تولید شده توسط توانهای مختلف مایکروویو و سیب زمینی خام (در ۱۰۰ گرم ماده خشک)

توان مایکروفر (وات)	۱۸۰	۳۶۰	۵۴۰	۷۲۰	۹۰۰	سیب زمینی خام
خاکستر (۱۰۰گرم/گرم)	۳/۱۱۶	۳/۱۱۹	۳/۱۴۲	۳/۱۵۳	۳/۲۲	۶/۸
پروتئین (۱۰۰گرم/گرم)	۴/۳۷۴	۶/۱۲۹	۸/۰۵	۸/۹۲۴	۹/۸۶	۱۳/۱۲۵
ویتامین ث (۱۰۰گرم/ میلی گرم)	۱۹/۶۷	۲۳/۵۴۵	۲۵/۴۲۲	۲۷/۱۶۴	۲۷/۶۵۲	۹۷/۶



شکل ۵. مقایسه تغییرات خاکستر، پروتئین، ویتامین B1 پودرهای سبب زمینی تهیه شده توسط توانهای مختلف مایکروویو و سبب زمینی خام

با توجه به شکل ۵ مشاهده می شود که تفاوت میان مقادیر خاکستر پودرهای سبب زمینی تولید شده توسط توانهای مختلف مایکروفر ناچیز می باشد. همچنین میزان پروتئین و ویتامین B1 در توانهای بالای مایکروفر زیادتر می باشد. چون پودرهای تولید شده در توان های بالا، با وجود شدت حرارتی زیاد مدت زمان کوتاهتری برای خشک شدن نیاز دارند. در نتیجه انرژی کمتر به داخل سبب زمینی نفوذ کرده و بیشتر سطح را تحت تاثیر قرار می دهد. بنابراین می توان گفت که در توانهای بالای مایکروفر، پروتئین و ویتامین B1 کمتر تجزیه و به ترکیبات دیگر تبدیل شده اند.

نتیجه گیری:

بنابراین با توجه به دلایل زیر، کاربرد پودرهای سبب زمینی تولید شده توسط توانهای بالای مایکروفر مناسب تر از پودرهای تولید شده در توانهای پایین می باشند.

۱. ترکیبات شیمیایی پودرهای سبب زمینی تولید شده در توانهای بالا، کمتر کاهش و به ترکیبات دیگر تبدیل شده اند.
۲. سرعت خشک شدن در توانهای بالا، زیادتر می باشد. بنابراین اقتصادی تر است که از توانهای بالا برای خشک کردن استفاده گردد.

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. Lamberti, M. and e. al., *Starch transformation and structure development in production and reconstitution of potato flakes*. Lebensmittel Wissenschaft und Technologie, 2004. **37**: p. 417-427.
5. 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.
6. Palomar, L.S. and e. al., *Optimization of a peanut-sweet potato cookie formulation*. Lebensmittel Wissenschaft Technologie, 1994. **27**: p. 314-318.
7. Talburt, W.F., *Potato Processing*. 4 ed. AVI, Westpor. 1989. 53-55.
8. Kiattisak, D., K. Richard, and A. Owusu, *A comparative study of polyphenol oxidases from taro (Colocasia esculenta) and potato (Solanum tuberosum var. Romano)*. Food Chemistry, 1999. **64**: p. 351-359.
9. 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.
10. Martinez, M. and J.P. Whitaker, *The biochemistry and control of enzymatic browning*. Trends Food Sci. Technol., 1995. **6**(6): p. 195-200.
11. Sapers, G.M., *Browning of foods, control by sulfites, anti oxidants, and other means*. Food Technol., 1993. **47**(10): p. 75-81.
12. 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.
13. 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.
14. Kent-jones, D.W., *Modern cereal chemistry*. 6 ed. London: Analytical and consulting chemists. 1980. 555-556,568.
15. Yildirim, Z. and O. Tokusoglu, *some analytical quality characteristics of potato (solanum tuberosum l.) mini tubers (cv.nif) developed via in vitro cultivation Yildirim et al.* EJEAFChe, 2005. **4**(3): p. 916-925.
16. AOAC, *Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists International*. 18 ed. AOAC International. 2005. 19.