مجله علوم کشاورزی ایران
جلد ۳۴، شماره ۱، سال ۱۳۸۲ (۲۰۵-۱۹۹)

بررسی شرایط مناسب برشته کردن برای جلوگیری از اکسیداسیون روغن فندق و بادام زمینی

رامین رادفر[۱] ، حسن فاطمی[۲] و محمدعلی سحری[۳]
۱، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس
۲، استادیار گروه مهندسی شیمی دانشکده فنی دانشگاه تهران
۳، استادیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس
تاریخ پذیرش مقاله ۸۱/۸/۸

خلاصه

فندق و بادام زمینی دارای مقادیر زیادی روغن هستند که این روغن نسبت به اکسیداسیون حساس می باشد. در جریان برشته کردن این مواد، به دلیل انجام واکنش میلارد، ترکیباتی با خواص آنتی اکسیدانی ممکن است بوجود آیند. در این تحقیق نمونه هایی از بادام زمینی و فندق در دماها و زمانهای مختلف برشته شدند و تحت دمای خاصی نگهداری گردیدند. سپس در فواصل زمانی مشخص روغن آنها استخراج و میزان پیشرفت اکسیداسیون در این روغنها از طریق سنجش عدد پراکسید مشخص گردید. نتایج بدست آمده نشان دهنده اثر برشته کردن در جلوگیری از اکسیداسیون روغن بوده که در دمای بالا همراه با زمان بیشتر این اثر افزایش می‌یابد. البته علی‌رغم این اثر مثبت، افزایش دما و زمان برشته کردن نباید از حد خاصی تجاوز کند زیرا به خصوصیات کلی ارگانولپتیک این مواد آسیب می رساند. اگرچه عمل برشته کردن سبب کاهش چشمگیر میزان اکسیداسیون روغن در بادام زمینی می شود، اما در مورد روغن فندق اثر آن چندان قابل توجه نیست.

واژه‌های کلیدی : فندق، بادام زمینی، برشته کردن، واکنش میلارد، اکسیداسیون روغن

مقدمه

فندق و بادام زمینی از اقلام مهم آجیلی در ایران هستند، بطوریکه ایران پنجمین تولید کننده فندق در جهان می باشد (۱). علاوه بر مصرف مستقیم، از این محصولات آجیلی در بسیاری از صنایع غذایی نظیر صنایع شکلات سازی، تولید انواع شیرینی‌ها و غلات صبحانه‌ای[1] استفاده می شود. این دو محصول حاوی ۶۰ – ۴۵ درصد روغن هستند که حدود ۸۰ درصد این روغنها از اسیدهای چرب غیر اشباع تشکیل شده که نسبت به اکسیداسیون حساسند. انجام اکسیداسیون می تواند باعث ایجاد مزه و بوی نامطبوع در فندق و بادام زمینی و محصولات تهیه شده از آنها در طی زمان نگهداری یا انبارداری گردد که در مراحل پیشرفته خود این مواد را فاقد کیفیت لازم برای تغذیه انسان می کند، بنابراین می تواند با زیان اقتصادی درخور توجهی همراه باشد. اکسیداسیون همچنین ممکن است سبب کاهش ارزش تغذیه ای این محصولات بشود (۸). برشته کردن یا بو دادن، مهمترین روش فراوری فندق و بادام زمینی می باشد. عمل حرارت دادن در طی فرایند برشته کردن، منجر به تغییراتی در کربوهیدراتها، پروتئینها و چربیها می شود. از واکنشهایی که در جریان انجام این فرایند صورت می گیرد، می توان به کارامل شدن قندها، دناتوره شدن پروتئینها، تجزیه اسیدهای آمینه و ویتامینها و همچنین واکنش میلارد[2] (قهوه‌ای شدن غیر آنزیمی) اشاره کرد. این واکنشهای شیمیایی قادرند سبب تغییر خواص کیفی نظیر رنگ، بو، مزه، ارزش تغذیه ای و قدرت ماندگاری در محصول نهایی بشوند.

مکاتبه کننده: حسن فاطمی

1 . Breakfast cereal

2 . Millard

انجام واکنش میلارد، نیازمند وجود قندهای احیا کننده و اسیدهای آمینه می باشد. مواد حاصل از این واکنشها، شامل مجموعه گسترده ای از ترکیبات مؤثر در مزه و بو نظیر آلدئیدها، پیرازینها و پیرولها است که در این میان پیرازینها بخش عمده ای از ترکیبات فرار را تشکیل می دهند (۳،۷). علاوه بر این، اخیرا ثابت شده است که برخی از مواد تولید شده در واکنش میلارد، قادر به ایفای نقش آنتی اکسیدانی هم می باشند. تأثیر محصولات حاصل از واکنش میلارد در جلوگیری از اکسیداسیون روغنها و مکانیزم عمل آنها از طریق بکارگیری سیستمهای نمونه توسط گروههایی از محققین مورد مطالعه قرار گرفته است.

ین و هسیه (۱۹۹۳) در طی تحقیقاتی دریافتند که اثر آنتی اکسیدانی مواد حاصل از واکنش میلارد می تواند ناشی از مجموعه ای از چند عامل، یعنی قدرت احیا کنندگی، آزاد کردن اتمهای هیدروژن و غیر فعال کردن اکسیژن فعال باشد. یوشیمورا و همکاران (۱۹۹۷) با بکارگیری سیستم نمونه ای متشکل از " گلوکز – گلیسین" مشخص کردند که دو جزء به دست آمده از مواد حاصل از واکنش میلارد یعنی ملانوئیدینهای با وزن مولکولی پائین و ملانوئیدینهای با وزن مولکولی بالا دارای قابلیت جذب یا مهار یونهای فلزی از قبیل یونهای آهن هستند. ین و لیو (۱۹۹۷) در طی تحقیقی به این نتیجه رسیدند که مواد استخراج شده توسط اتانول (عصاره اتانولی) از یک سیستم نمونه "گلوکز – لیزین" می تواند تقریبا به میزان ۸۰ درصد از اکسیداسیون اسید لینولئیک بکاهد. این بررسی نشان داد که فعالیت آنتی اکسیدانی این مواد از توکوفرول بیشتر ولی از BHA (بوتیل هیدروکسی انیزول)[1] کمتر است. همچنین اخیرا ثابت شده است که محصولات هتروسیکلیک فرار حاصل از واکنش میلارد، نظیر پیرولها، تیازولها، اکسازولها و فورانونها با توجه به ساختمان حلقوی و تراکم بار الکتریکی در حلقه خود و نیز نوع گروههای جانشین شده موجود در حلقه، فعالیت آنتی اکسیدانی دارند (۳،۷).

علی رغم مطالعات انجام گرفته در مورد خاصیت آنتی اکسیدانی محصولات حاصل از واکنش میلارد در سیستمهای نمونه، اطلاعات اندکی در مورد نقش آنتی اکسیدانی محصولات میلاردی در خود محصولات غذایی وجود دارد. برسا و همکاران (۱۹۹۶)، موفق شدند از کلوچه های حاوی کره، ترکیباتی را جدا نمایند که قادر بودند واکنشهای زنجیری اتواکسیداسیون را در همان مراحل اولیه متوقف کنند. نیکولی و همکاران (۱۹۹۷) خواص آنتی اکسیدانی عصاره حاصل از قهوه برشته شده و ارتباط آنرا با درجه برشته کردن قهوه مورد بررسی قرار دادند (۱۰). دوان و همکاران (۱۹۹۷) در بررسیهای خود در مورد برشته کردن بادام زمینی اثر مثبت این فرایند را در جلوگیری از اکسیداسیون روغن این ماده گزارش کردند.

هدف از انجام این تحقیق، بررسی اثر فرایند برشته کردن، از نقطه نظر دما و زمـان بر پایداری اکسیداتیو روغن فندق و بادام زمینی و به دنبال آن تأثیر شرایط این فرایند روی قابلیت ماندگاری و خصوصیات ارگانولپتیک این دو محصول می باشد.

مواد و روشها

اتانول، گلوکز، فروکتوز، L – لیزین منوهیدروکلراید، روغن سویا، فندق (واریته انبوهی با ۶۰ درصد روغن) و بادام زمینی (واریته NC۲ با ۴۵ درصد روغن) مواد اولیه مورد استفاده بودند.

تهیه عصاره های الکلی از سیستم‌های نمونه "گلوکز – لیزین" و "فروکتوز – لیزین" طبق روش پارک و کیم (۱۹۸۳) صورت گرفت. مقدار ۲۰ میلی لیتر از هر یک از عصاره های الکلی با ۸۰ گرم روغن سویا مخلوط گردید و یک نمونه ۸۰ گرمی از روغن سویا نیز بعنوان شاهد انتخاب شد. سپس برای تسریع اکسیداسیون، نمونه ها در آونی با حرارت $55\ ^{o}c$ بمدت ۱۲ روز گذاشته شدند. بررسی پیشرفت اکسیداسیون از طریق اندازه گیری عدد پراکسید (POV) در طی چهار دوره زمانی (۰، ۵، ۸، ۱۲ روزه) طبق روش AOAC صورت گرفت (۵).

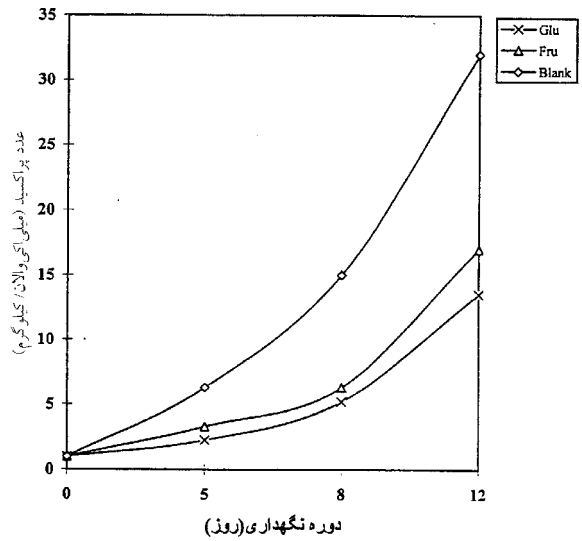
عمل برشته کردن بادام زمینی و فندق بعد از پوست گیری، بوسیله آون با جریان هوای گرم در سه دمای (۱۳۰، ۱۵۰، ۱۷۰ درجه سانتی گراد) برای بادام زمینی و (۱۳۰، ۱۴۰ و ۱۵۰ درجه سانتی گراد) برای فندق و در سه زمان ۱۰، ۲۰ و ۳۰ دقیقه انجام گرفت. سپس این محصولات برشته شده برای تسریع اکسیداسیون در آونی با حرارت $55^{o}\ c$ قرار داده شدند. بررسی میزان پیشرفت اکسیداسیون، در فاصله چهار دوره زمانی (۰، ۵، ۸، ۱۲ روزه) برای بادام زمینی و پنج دوره زمانی (۰، ۵، ۸، ۱۲ و ۱۷ روزه) برای فندق از طریق استخراج روغن این مواد بوسیله سوکسله و تعیین عدد پراکسید صورت گرفت. برای

1 . Butylated hydroxyanisole

آگاهی از بهترین شرایط برشته کردن، نمونه های بادام زمینی نگهداری شده در ۵۵° c به مدت ۱۲ روز و نمونه های فندق نگهداری شده در ۵۵° c به مدت ۱۷ روز توسط یک گروه چشایی متشکل از ۸ عضو مورد ارزیابی قرار گرفت. در آزمون حسی، از روش هدونیک[1] استفاده گردید (۹). نتایج ارائه شده میانگین سه تکرار برای هر آزمایش است. مقایسه میانگینها برای تیمارها بوسیله آزمایشات فاکتوریل بر پایه طرح کاملا تصادفی می باشد (۲).

نتایج و بحث

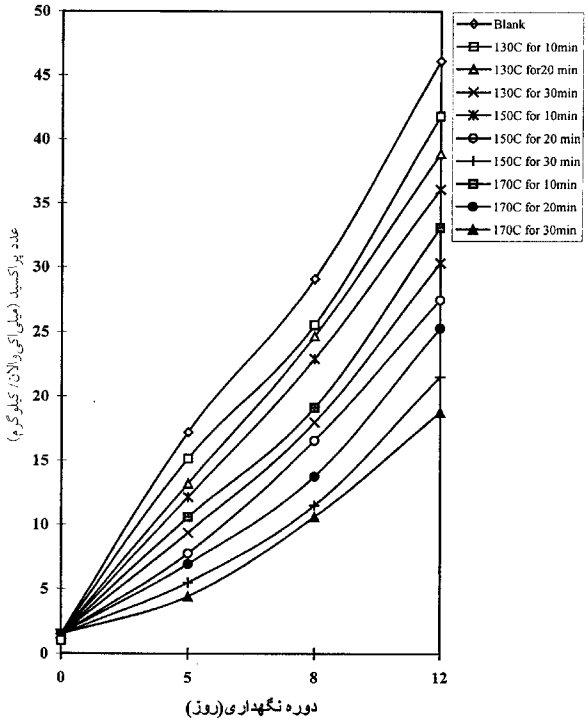
با توجه به اینکه فروکتوز و گلوکز و همچنین اسید آمینه لیزین از جمله مهمترین و فعالترین قندها و اسید آمینه مؤثر در انجام واکنش میلارد محسوب می شوند، به منظور آگاهی از ویژگیها و شدت اثر ترکیبات حاصل از این واکنش روی اکسیداسیون روغن، ابتدا دو سیستم نمونه "گلوکز-لیزین" و "فروکتوز-لیزین" انتخاب و اثر این ترکیبات در مورد روغن سویا مورد بررسی قرار گرفت. شکل ۱ تأثیر ترکیبات میلاردی را در جلوگیری از اکسیداسیون روغن سویا نشان می دهد.



شکل ۱- میزان عدد پراکسید روغن سویا بعد از افزودن عصاره‌های الکلی از سیستمهای نمونه

بنا بر نتایج آماری بدست آمده در سطح ۵٪ بین سیستمهای نمونه حاوی فروکتوز و گلوکز با شاهد از نظر عدد پراکسید اختلاف معنی داری وجود دارد (P< ۰/۰۵). در ضمن نتایج بدست آمده از این بررسیها نشان می دهد که سیستم حاوی گلوکز نسبت به سیستم حاوی فروکتوز در جلوگیری از اکسیداسیون روغن سویا مؤثرتر است. این نکته دلالت بر این دارد که نوع یا میزان (یا هر دو) ترکیبات میلاردی تولید شده با خاصیت آنتی‌اکسیدانی‌در این دو سیستم نمونه متفاوت‌می‌باشند.

نتایج بدست آمده از اندازه گیری عدد پراکسید در مورد روغن بادام زمینی در شکل ۲ مشخص شده است. بررسی آماری این نتایج نشان می دهد انجام تیمار حرارتی برشته کردن اثر مشخصی در جلوگیری از اکسیداسیون این روغن داشته و اختلاف چشمگیر و معنی داری میان کلیه نمونه ها با نمونه شاهد وجود دارد (P< ۰/۰۵). این اثر در بعضی موارد بسیار چشمگیر است. بیشترین پایداری روغن به ترتیب مربوط به فرایند برشته کردن در حرارتهای ۱۷۰° c و ۱۵۰° c برای مدت ۳۰ دقیقه می باشد.

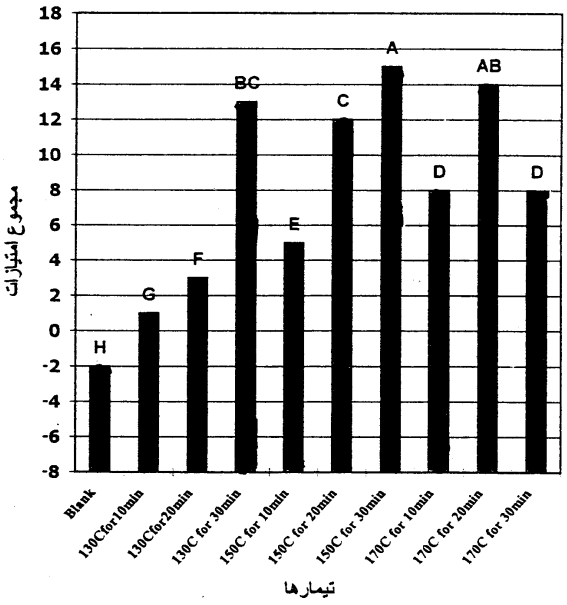


شکل ۲- میزان عدد پراکسید روغن بادام زمینی در فرآیندهای مختلف برشته کردن

شکل ۳ مقایسه امتیازات داده شده در مورد آزمون حسی برای بادام زمینی های برشته شده را از نظر کیفیت ماندگاری بعد از ۱۲ روز نشان می دهد. همانطور که مشخص است،

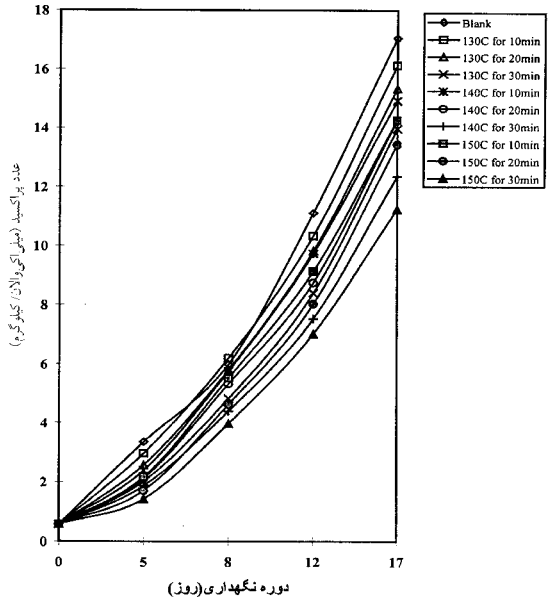
1 . Hedonic

کمترین امتیاز داده شده برای بادام زمینی خام و بادام های برشته شده در دماها و زمانهای پایین نظیر $130^{\circ}c$ در مدت ۱۰ دقیقه است. امتیازات برای بادام زمینی هایی که در $170^{\circ}C$ به مدت ۲۰ دقیقه و همچنین $150^{\circ}c$ به مدت ۳۰ دقیقه برشته شده اند، بیشترین مقدار می باشند که این نتایج مؤید نتایج حاصل از آزمایشات شیمیایی است. ولی بر خلاف انتظار، امتیاز داده شده برای بادام زمینی که در$170^{\circ}c$به‌مدت۳۰ دقیقه برشته گردیده است، کمتر شده است. بنظر می رسد دلیل این امر انجام فرآیند حرارتی بیش از حد مناسب باشد که محصول را هم از جنبه طعم و هم از جهت رنگ برای مصرف کننده نامطلوب ساخته است. وجود امتیاز منفی در مورد نمونه شاهد ناشی از طعم خامی نامطلوب در بادام زمینی برشته نشده است.



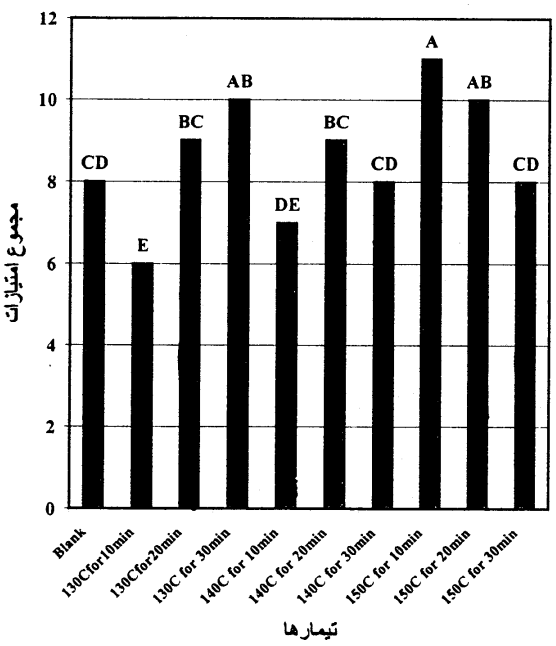
شکل ۳- مقایسه امتیازات داده شده برای بادام زمینی‌های برشته شده، بعد از ۱۲ روز

شکل ۴ نتایج بدست آمده از آزمایشات صورت گرفته در مورد روغن فندق از نظر عدد پراکسید را نشان می دهد. طبق این نتایج، هم زمان و هم دمای برشته کردن می توانند تأثیر مثبتی در افزایش پایداری اکسیداتیو روغن فندق داشته باشند. اما در اینجا بین تقریبا نیمی از تیمارها با نمونه شاهد اختلاف معنی داری وجود ندارد ($P> ۰/۰۵$). با توجه به میزان پایین انجام اکسیداسیون در روغن فندق در مقایسه با روغن بادام زمینی بعد از ۱۲ روز، مدت نگهداری فندقهای برشته شده در حرارت موردنظر به ۱۷ روز افزایش داده شد و میزان پیشرفت اکسیداسیون در روغن این فندقها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که در این مورد نیز پیشرفت اکسیداسیون چندان چشمگیر نمی باشد. با توجه به اینکه بر اساس غیر اشباع بودن نباید از نظر اکسیداسیون تفاوت بارزی میان این دو نوع روغن وجود داشته باشد، این نتایج دلالت بر این دارد که وجود ویژگی خاصی در فندق باعث می شود که از انجام اکسیداسیون یا شدت آن در این روغن کاسته شود. به عبارتی، به دلیل پایداری ذاتی روغن فندق در برابر اکسیداسیون، عمل برشته کردن نسبت به برشته کردن بادام زمینی تأثیر زیاد و برجسته ای در پایداری روغن فندق از خود نشان نمی دهد. ساویج و همکاران (۱۹۹۷) ، میزان توکوفرول را - که بمنزله یک آنتی اکسیدان طبیعی در روغنها عمل می کند – ۵۵۲ – ۲۲۵/۸ میکروگرم در هر گرم روغن فندق گزارش کرده‌اند. این مقدار تقریبا در حدود مقدار توکوفرول موجود در بادام زمینی است. بنابراین مقاومت بیشتر روغن فندق باید ناشی از عامل ضد اکسیداسیون دیگری باشد. روغن فندق استخراج شده نسبت به روغن بادام زمینی مشخصا شدت رنگ خاص بیشتری را نشان می دهد که نشانه وجود مقدار زیادتر کاروتنوئیدها در این روغن است. کاروتنوئیدها ممکن است تحت شرایط خاصی بصورت آنتی اکسیدان عمل کنند.



شکل ۴- میزان عدد پراکسید روغن فندق در فرآیندهای مختلف برشته کردن

برای بررسی اثر برشته کردن بر کیفیت ماندگاری فندق، نمونه های فندق بعد از نگهداری بمدت ۱۷ روز، مورد ارزیابی حسی قرار گرفتند که نتایج آن در شکل ۵ مشخص شده است.



شکل ۵- مقایسه امتیازات داده شده برای فندق‌های برشته شده بعد از ۱۷ روز

همانطور که مشاهده می شود در اینجا فرایند حرارتی فقط در چهار مورد دارای اثر سودمند بر کیفیت ماندگاری فندق بوده که آنهم به مراتب کمتر از میزان چنین اثری بر بادام زمینی می‌باشد. یک نکته در این مورد که قابل توجه است میزان امتیازات داده شده به فندقهای برشته شده در حرارت ۱۳۰ c و ۱۴۰ c برای مدت ۱۰ دقیقه است که کمتر از امتیاز داده شده به نمونه شاهد می باشد. در این مورد می توان گفت که چنین وضعی ممکن است ناشی از انجام فرآیند حرارتی به مدت کوتاه در حرارت نسبتا پایین و یا به عبارتی انجام فرآیند بشکل ناقص باشد. باید توجه داشت که فرآیندهای حرارتی ناقص در مواردی نه تنها نقش سودمند مورد انتظار از آنها را ظاهر نمی سازند، بلکه باعث ایجاد اثرات سوء – مثلا از طریق فعال کردن بعضی از سیستهای آنزیمی – بر روی ماده غذایی نیز می شوند. لازم به ذکر است که در مورد فندق بر خلاف بادام زمینی بکارگیری حرارتی بیش از ۱۵۰ درجه مناسب نیست. زیرا به کیفیت آن لطمه می زند.

نتایج این بررسی نشان می دهد چنانچه عمل برشته کردن بادام زمینی تحت شرایط دمایی و زمانی خاصی صورت گیرد می تواند بشکل مشخصی سبب کاهش اکسیداسیون روغن موجود در این ماده شده و از این طریق مدت ماندگاری آنرا افزایش دهد. اگرچه این فرایند می تواند در شرایط خاصی در افزایش زمان ماندگاری فندق نیز مؤثر باشد، اما این اثر چندان درخور توجه نیست.

مراجع مورد استفاده REFERENCES

۱. بی نام. ۱۳۷۷. اطلاعات کشاورزی ایران. انتشارات وزارت کشاورزی. ۱۸۵ صفحه.

۲. ولی زاده، م و م. مقدم، ۱۳۷۳. طرحهای آزمایشی در کشاورزی. انتشارات پیشتاز علم تبریز. ۷۶۴ صفحه.

3. Alaiz, M., R. Zamora, and F. Hidalgo. 1995. Natural antioxidants produced in oxidized lipid/amino acid browning reactions. J. Am. Oil Chem. Soc. 72(2): 1571-1575.
4. Bressa, F., N. Tesson., M. Dalla Rosa., A. Sensidoni., and F. Tubaro. 1996. Antioxidant effect of maillard reaction products. J. Agric. Food Chem. 44:622-695.
5. Cunnif, P. 1997. Official methods of analysis of AOAC. Vol II. 16th ed. AOAC international, Maryland.
6. Duan, S., J. Y. Zhang., X. W. Dong., G. F. Cao., and X. C. Weng. 1997.Effects of roasting conditions on the quality of fragrant ground nut oils. J. Chin. Cereal. Oil Assoc. 12(2): 11-14.
7. Esierich, J. P. and T. Shiobamoto. 1994. Antioxidative activity of volatile hetrocyclic compounds. J. Agric. Food Chem. 42:1061-1063.
8. Hamilton, R. J. 1995. Development in oils and fats. Champan & Hall. London. 593 pp.
9. Kramer, A. & B. Twigg. 1966. Fundamental of quality control for the food industry. 2nd ed. AVI. Pennsylvania. 541 pp.
10. Nicoli, M. C., M. Anese, L. Manzocco, and C. R. Lerici. 1997. Antioxidant properties of coffee brews to the roasting degree. Lebensm, Wiss. U. Technol. 30:292-297.

11. Park, C. K., and D. M. Kim. 1983. Relationship between fluorescence and antioxidant activity of ethanol extracts of a maillard browning mixture. J. Am. Oil. Chem. Soc. 60(1): 22-26.
12. Savage, G. P., D. L. McNeil., and P. C. Dutta. 1997. Lipid composition and oxidative stability of oils in hazelnuts (Corylus avellana L.) grown in New Zealand. J. Am. Oil Chem. Soc. 74(6):755-759.
13. Yen, G. C. and P.P. Hsieh. 1995. Antioxidative activity and scavenging effects on oxygen of xylose-lysin maillard reaction products. J. Sci. Food Agric. 67:415-420.
14. Yen, G. C., and M. L. Liu. 1997. Antioxidant xylose-lysine maillard reaction products and its fractionated products. J. Chin. Agric. Chem. Soc. 35(3):273-287.
15. Yoshimura, Y., T. Lijima., T. Watanabe., and H. Nakazowa. 1997. Antioxidative effects of maillard reaction products using glucose-glycine model systems. J. Agric. Food Chem. 45:4106-4109.

An Investigation on the Proper Roasting Conditions for Prevention of Hazelnut and Peanut Oil Oxidation

R. RADFAR[1], H. FATEMI[2] AND M. A. SAHARI[3]
1, 3, Former Graduate Student and Assistant Professor, Faculty of Agriculture, University of Tarbiat Modarres, 2, Assistant Professor, Faculty of Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran.
Accepted Oct., 30, 2002

SUMMARY

Hazelnut and peanut contain large quantities of oil. This oil is susceptible to oxidation. During roasting of these products, due to Maillard reaction, some compounds with antioxidative properties are generated. In this research, samples of peanuts and hazelnuts were roasted at different temperatures and for various durations, then kept under specific thermal conditions. Then, at certain time intervals, the oil was extracted and the extent of oxidation determined by measuring peroxide value. The results indicate the inhibitory effect of roasting on oil oxidation, which at higher temperatures along with longer time durations this effect is more pronounced. Of course, despite this positive effect, the temperature and duration of roasting should not be increased beyond certain limits because it negatively affects the general organoleptic characteristics of these products. Although, roasting remarkably decreases oxidation rate of oil in peanut, however, its effect on hazelnut oil is not significant.

Key words: Hazelnut, Peanut, Roasting, Maillard reaction, Oil oxidation