بررسی خاصیت آنتی‌اکسیدانی و چی‌لیت‌کنندگی عصاره زنجبیل

زهرا کمالی‌روستا[a]، مریم قراچورلو[b]*، امیرحسین الهامی‌راد[c]، رضا عزیزی‌نژاد[d]

[a] دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، گروه علوم و صنایع غذایی، تهران، ایران
[b] استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، دانشکده علوم و مهندسی صنایع غذایی، تهران، ایران
[c] استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سبزوار، ایران
[d] استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، تهران، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۸/۶/۲۹ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۸۹/۲/۷

چکیده

مقدمه: اتواکسیداسیون روغن‌ها و چربی‌ها یکی از عوامل اصلی کاهش کیفیت غذاها و همچنین کاهش ارزش غذایی محسوب می‌شود و از طرق مختلف می‌توان از روغن‌ها در مقابل اکسیداسیون حفاظت کرد. گزارشات جدید حاکی از آن است که آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی خود برای سلامتی انسان مضر هستند، بنابراین توجهات به سمت آنتی اکسیدان‌های طبیعی متمرکز گردیده است که ادویه‌جات از جمله زنجبیل منبع خوب آن به شمار می‌روند.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش عصاره زنجبیل (Zingiber officinale Rosceo) به روش حلال سرد با حلال‌های استون و متانول استخراج گردید. پس از تعیین راندمان استخراج و میزان کل ترکیبات فنولیک عصاره‌ها، عصاره‌های استونی و متانولی با غلظت‌های متفاوت ۰/۰۲، ۰/۰۴، ۰/۰۶، ۰/۰۸، ۰/۱ درصد به طور جداگانه به تالو اضافه گردید تا خاصیت آنتی اکسیدانی عصاره‌ها از طریق آزمون پراکسید و زمان مقاومت به اکسیدشدن تعیین و با آنتی اکسیدان سنتزی TBHQ مقایسه گردد. همچنین خاصیت چیلیت‌کنندگی عصاره‌های استونی و متانولی با غلظت ۰/۱ ٪ بر فلز مس از طریق آزمون پراکسید و زمان مقاومت به اکسید شدن در نمونه‌های تالو بررسی گردید.

یافته‌ها: نتایج نشان دادند که با افزایش غلظت عصاره‌های زنجبیل خاصیت آنتی اکسیدانی آنها بیشتر شد و گرچه عصاره متانولی زنجبیل دارای راندمان استخراج و ترکیبات فنولیک بیشتر می‌باشد خاصیت آنتی اکسیدانی عصاره ۰/۱ ٪ استونی حتی از TBHQ با غلظت ۰/۰۱ ٪ بیشتر بود. علاوه بر خاصیت آنتی‌اکسیدانی در بررسی خاصیت چیلیت کنندگی نیز غلظت ۰/۱ ٪ عصاره استونی زنجبیل مؤثرتر بود.

نتیجه‌گیری: عصاره استونی و متانولی زنجبیل دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی و چیلیت کنندگی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: *آنتی‌اکسیدان، اتواکسیداسیون، چیلیت‌کننده، زنجبیل، عصاره*

* نویسنده مسئول مکاتبات email: gharachorlo_m@yahoo.com

jftn.srbiau.ac.ir

مقدمه

اتواکسیداسیون روغن‌ها و چربی‌ها از عوامل اصلی کاهش کیفیت غذاها و همچنین کاهش ارزش غذایی محسوب می‌شود (Tomaino *et al*., 2005). به علاوه اکسیداسیون اسیدهای چرب چندغیراشباع در اعضای بیولوژیکی به خطرات جدی مثل سیروز کبدی، سرطان، تصلب شریان و غیره منتهی می‌شود (Imadia *et al*., 1983). محافظت از روغن در مقابل اکسیداسیون معمولاً از طریق عدم تماس روغن با اکسیژن و یا از طریق اضافه کردن آنتی‌اکسیدان انجام می‌شود. آنتی‌اکسیدان‌ها ترکیباتی هستند که باعث کند شدن اکسیداسیون از طرق مختلف مانند مهار رادیکال‌های آزاد، ممانعت از تجزیه پر اکسیدها و چلاته‌کردن فلزات می‌شوند و می‌توانند باعث کاهش اکسیداسیون گردند. معمول‌ترین آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی مورد استفاده، فنول‌های سنتتیک مثل BHA[1]، BHT[2]، PG[3]، TBHQ[4] می‌باشد، در حالی که گزارشات جدید حاکی از آن است که این ترکیبات برای سلامتی انسان مضر هستند (Imadia *et al*., 1983).

آغاز پراکسیداسیون چربی به وسیله رادیکال سوپراکسید و یا به وسیله رادیکال‌های هیدروکسیل انجام می‌شود. به همین علت آنتی‌اکسیداسیون یک فعالیت بسیار مهم است که می‌تواند به‌عنوان عامل ممانعت کننده در مقابل بعضی از بیماری‌ها استفاده شود، بنابراین توجهات روی آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی متمرکز شده است. این آنتی‌اکسیدان‌ها ترکیبات فنولی هستند که در همه قسمت‌های گیاهی (پوست درخت، ساقه، برگ، میوه، ریشه، گل و دانه) یافت می‌شوند (Kubow, 1992).

زنجبیل (*Zingiber officinale Rosceo*) به عنوان یک ادویه، بیش از ۲۰۰۰ سال است که مورد استفاده قرار می‌گیرد. زنجبیل به دلیل داشتن ترکیبات آنتی‌اکسیدانی فرار و غیرفرار در قسمت‌های مختلف به خصوص ریزوم آن می‌تواند به عنوان آنتی‌اکسیدان طبیعی به کار رود (Peter, 2001). عصاره به‌دست آمده از ریزوم آن محتوی ترکیبات پلی‌فنول است که مهم ترین آن 6-Gingerol و مشتقات آن می‌باشد و فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالایی دارند (Stilove *et al*., 2007).

زنجبیل به دلیل داشتن ترکیبات آنتی‌اکسیدانی فرار و غیرفرار در قسمت‌های مختلف به خصوص ریزوم آن می‌تواند به عنوان آنتی‌اکسیدان طبیعی به‌کار رود (Peter, 2001). camphene ، gamma terpinene و terpinene-4-ol از ترکیبات فرار آنتی اکسیدانی ریزوم زنجبیل هستند (Suhaj, 2006).

از میان ترکیبات غیرفرار آنتی‌اکسیدانی ریزوم زنجبیل که فنولیک نیز می‌باشند می‌توان به Gingerols، Shogaols، Zingerone و Paradol اشاره کرد (Pathasatathy *et al*., 2008). عصاره زنجبیل علاوه بر خواص آنتی‌اکسیدانی، باعث افزایش شیره‌های گوارشی شده و در هضم سریع مواد غذایی به خصوص چربی‌ها مؤثر است (Plated & Srini vasan, 2000). برای استخراج عصاره‌ها روش‌های متعددی وجود دارد، در روش‌های شیمیایی برای استخراج از حلال‌های شیمیایی استفاده می‌شود (Lucchesi *et al*., 2004). روش جدید استخراج، استفاده از دی اکسید کربن فوق بحرانی می‌باشد (Suchaj, 2006). Schwarz و همکاران در سال ۲۰۰۱ برای ارزیابی فعالیت آنتی‌اکسیدانی زنجبیل و زردچوبه اکسیژن مصرفی امولسیون لینولئیک اسید و زمان پایداری در برابر اکسیداسیون لارد در دمای ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد (سنجش توسط دستگاه رنسیمت) را اندازه‌گیری کردند. نتایج حاصل از این آزمون‌ها، خاصیت آنتی‌اکسیدانی زنجبیل و زردچوبه را ثابت کرد.

با توجه به تحقیقات محدودی که در زمینه خاصیت آنتی‌اکسیدانی زنجبیل انجام شده است، هدف از این پژوهش استخراج عصاره زنجبیل به روش حلال سرد و با دو حلال استون و متانول و بررسی نقش آن به عنوان آنتی اکسیدان طبیعی در افزایش زمان پایداری تالو می‌باشد و همچنین نقش این عصاره به عنوان چلاته کننده فلزات مورد بررسی قرار می گیرد.

مواد و روش‌ها

ریزوم خشک شده زنجبیل به صورت تصادفی از بازار تهران خریداری شد. در این پژوهش از تالو که دارای مقدار ناچیزی آنتی‌اکسیدان طبیعی است به عنوان محیطی جهت

[1] Butylated Hydroxyl Anisole
[2] Butylated Hydroxyl Tolune
[3] Propyl Gallat
[4] Tertiary Butyl Hydro Quinone

jftn.srbiau.ac.ir

بررسی خاصیت آنتی‌اکسیدانی و چیلیت‌کنندگی عصاره زنجبیل استفاده گردید.

- استخراج روغن دنبه (تالو) و شناسایی ترکیب اسیدهای چرب آن

چربی دنبه با روش ذوب کردن خشک تحت خلأ با استفاده از دستگاه تبخیر کننده دوار در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد و سرعت چرخش ۶۰ دور در دقیقه استخراج شد (قراچورلو، ۱۳۸۴). برای شناسایی و تعیین ترکیب اسیدچرب تالو از دستگاه گاز کروماتوگراف استفاده شد. برای این منظور، آماده سازی نمونه به صورت مشتق متیل‌استر به روش(Christie (1973 انجام شد. جهت بررسی پروفایل اسیدهای چرب از دستگاه گازکروماتوگراف مدل Acme 6000 مجهز به آشکار کننده شعله‌ای و ستون ۶۰ متری مطابق استاندارد AOCS با شماره Ce 1e-91 استفاده شد. درجه حرارت محل تزریق نمونه ۲۶۰ درجه سانتی‌گراد، درجه حرارت ستون ۲۶۰ درجه سانتی‌گراد و درجه حرارت آشکار کننده ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد، سرعت جریان گاز حامل (هیدروژن) ۰/۶ میلی‌لیتر در دقیقه و میزان تزریق نمونه ۱ میکرولیتر بود. از مقایسه پیک‌های ترسیم شده توسط دستگاه با پیک‌های استاندارد و براساس Relative Retention Time پیک‌ها، نوع اسیدهای چرب شناسایی شد و مقدار اسیدهای چرب نیز با محاسبه سطح زیر منحنی پیک‌های حاصل تعیین گردید (Firestone, 1994).

- استخراج عصاره زنجبیل

به منظور استخراج عصاره زنجبیل از روش حلال سرد استفاده گردید. ریزوم خشک شده زنجبیل آسیاب گردید و از الک شماره ۴۰ عبور داده شد. به منظور استخراج عصاره زنجبیل به روش حلال سرد، از دو حلال متانول و استون (متانول قطبی‌تر از استون است) به طور جداگانه استفاده گردید. به این ترتیب که پودر زنجبیل و حلال به نسبت ۱ به ۱۰ با هم مخلوط شد و به مدت ۲۴ ساعت در درجه حرارت محیط با استفاده از شیکر اختلاط انجام گردید و فیلتراسیون با استفاده از کاغذ صافی با پمپ خلأ انجام شد. به منظور حذف حلال از عصاره‌های استخراج شده از دستگاه تبخیرکننده دوار تحت عملیات تقطیر در خلأ ۲۵ میلی‌متر جیوه در دمای ۵۵-۵۰ درجه سانتی‌گراد استفاده گردید. در نهایت با کمک گاز ازت باقی‌مانده حلال حذف گردید و عصاره‌های حاصله در ظروف شیشه‌ای تیره رنگ در یخچال نگهداری شدند (Su *et al*., 2007).

- اندازه‌گیری میزان کل ترکیبات فنولی عصاره‌ها

میزان کل ترکیبات فنولی عصاره‌های زنجبیل به روش فولین‌سیوکالتیو[1] اندازه‌گیری شد (Farag & bade, 1989). شدت رنگ در طول موج ۷۶۵ نانومتر خوانده شد. از روی معادله منحنی درجه‌بندی (برای اسیدگالیک به عنوان استاندارد) مقدار کل ترکیبات فنولیک بر مبنای اسیدگالیک بر حسب میلی‌گرم ترکیبات فنولی بر گرم وزن خشک نمونه تعیین گردید (Stoilova *et al*., 2006)

- بررسی خاصیت آنتی اکسیدانی عصاره‌های زنجبیل

عصاره‌های به دست آمده از ۲ حلال استون و متانول با توجه به میزان ترکیبات فنولیک آنها با غلظت‌های متفاوت (۰/۰۲، ۰/۰۴، ۰/۰۶، ۰/۰۸، ۰/۱٪) با استفاده از دستگاه همزن مغناطیسی به ۱۰۰گرم تالوی استخراجی برای بررسی خاصیت آنتی‌اکسیدانی عصاره زنجبیل اضافه شدند، غلظت ۰/۰۱ ٪ TBHQ نیز به ۱۰۰ گرم تالو اضافه گردید. علت استفاده از تالو، وجود اسیدهای چرب اشباع و داشتن مقادیر ناچیزی آنتی‌اکسیدان طبیعی در آن است. همچنین ۱۰۰ گرم از تالو بدون افزودن عصاره یا هرگونه ترکیب دیگری، به عنوان نمونه شاهد در نظر گرفته شد. همه تیمارها به آون ۹۰ درجه سانتی‌گراد منتقل شدند و در فواصل زمانی ۲۴ ساعت طی ۵ روز در ۲ تکرار اندیس پراکسید به روش یدومتری و مطابق با استاندارد AOCS شماره Cd8b-90 اندازه‌گیری شد (Firestone, 1994). زمان مقاومت به اکسیدشدن تیمارها قبل از آون‌گذاری با دستگاه رنسیمت مدل Metrohm 743 در درجه حرارت ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد و جریان هوای ۲۰ لیتر بر ساعت تعیین گردید (قوامی و همکاران، ۱۳۸۷).

- بررسی خاصیت چیلیت‌کنندگی عصاره‌های زنجبیل

به منظور تعیین خاصیت چلاته‌کنندگی عصاره‌های استونی و متانولی زنجبیل، از نمک آلی مس

[1] Folin- Ciocalteau

jftn.srbiau.ac.ir

4-Cyclohexyl butyric acid capper salt به عنوان پراکسیدان استفاده شد. مس در ۲ غلظت ۰/۱ و ۰/۲ ppm پس از انحلال در متانول با استفاده از دستگاه همزن مغناطیسی به طور جداگانه به نمونه‌های تالوی ۱۰۰ گرمی اضافه گردید. غلظت بهینه عصاره‌ها از نظر خاصیت آنتی اکسیدانی (۰/۱ درصد) به نمونه تالو و همچنین به تیمارهای تالوی حاوی ۰/۱ و ۰/۲ ppm مس اضافه گردید. نظر به اینکه اسیدسیتریک بعنوان یک ترکیب چیلیت‌کننده شناخته شده است، غلظت ۰/۰۱٪ اسیدسیتریک به نمونه تالو و تیمارهای تالوی حاوی ۰/۱ و ۰/۲ ppm مس اضافه شد. زمان مقاومت به اکسید شدن همه تیمارها با دستگاه رنسیمت در دمای ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد و با جریان هوای ۲۰ لیتر بر ساعت تعیین شد. اندیس پراکسید تیمارها پس از قرارگیری در آون ۹۰ درجه سانتی‌گراد در فواصل زمانی ۲۴ ساعته به مدت ۵ روز در ۲ تکرار به روش یدومتری تعیین شد.

- تجزیه و تحلیل آماری

آزمایش به صورت طرح کاملاً تصادفی CRD (Completely Randomized Design) تجزیه واریانس گردید. سپس میانگین غلظت‌ها و حلال‌های مختلف با استفاده از مقایسه میانگین دانکن (Duncan) در سطح معنی دار ۵٪ مورد مقایسه قرار گرفت و از بین آنها بهترین حلال و غلظت انتخاب شد. برای تحلیل آماری داده‌ها از نرم‌افزارهای SAS-901 و SPSS 16 استفاده شد.

یافته‌ها

- بازده استخراج عصاره‌های زنجبیل

بازده استخراج عصاره استونی ۴/۸٪ و بازده استخراج عصاره متانولی ۱۲/۸٪ بود. براساس نتایج آماری بین بازده استخراج عصاره‌های حاصل از دو حلال استون و متانول اختلاف معنی‌داری با اطمینان ۹۵٪ وجود داشت.

- میزان کل ترکیبات فنولیک در عصاره‌های زنجبیل

میزان کل ترکیبات فنولیک عصاره استونی ۱۳/۴۹ و عصاره متانولی ۱۵/۸۹ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک نمونه بود. بر اساس نتایج آماری، بین میزان کل ترکیبات فنولیک عصاره‌های زنجبیل حاصل از دو حلال استون و متانول اختلاف معنی‌داری با اطمینان ۹۵٪ وجود داشت.

- ترکیب اسیدهای چرب تالو

جدول ۱ ترکیب اسیدهای چرب تالو را نشان می‌دهد. ۴۶/۴۴ ٪ از کل اسیدهای چرب شناسایی شده را اسیدهای چرب اشباع و ۴۹/۲۸ ٪ آن را از اسیدهای چرب غیراشباع تشکیل می‌دهد که اسید چرب تک‌غیراشباع اولئیک با ۴۱/۶۹ درصد بیشترین مقدار را به خود اختصاص می‌دهد.

جدول ۱-ترکیب اسیدهای چرب تالو

نوع اسید چرب	مقدار(٪)
C12:0	۳/۲۳
C14:0	۳/۲۶
C16:0	۲۱/۹۳
C16:1	۲/۲۹
C17:0	۳/۰۰
C17:1	۱/۷۵
C18:0	۱۴/۱۴
C18:1 CIS	۳۹/۴۱
C18:1 TRANS	۲/۲۸
C18:2	۲/۸۷
C18:3	۰/۶۸
C20:0	۱/۵۳
سایر اسیدهای چرب	۴/۲۸
مجموع اسیدهای چرب اشباع	۴۶/۴۴
مجموع اسیدهای‌چرب غیراشباع	۴۹/۲۸

- بررسی اثر آنتی اکسیدانی عصاره زنجبیل

براساس جدول ۲ که میانگین اندیس پراکسید تیمارهای مختلف تالو را نشان می‌دهد اگرچه در تمام تیمارها با گذشت زمان اندیس پراکسید افزایش یافت، اما حضور عصاره‌های استونی و متانولی باعث گردید که از شدت اکسیداسیون در این تیمارها کاسته شده و با افزایش غلظت این عصاره‌ها روند افزایش عدد پراکسید کاهش یافت، به‌طوری که بر اساس نتایج به دست آمده بین اندیس پراکسید تیمارهای مختلف تالو با یکدیگر و با تالوی شاهد اختلاف آماری معنی‌داری با اطمینان ۹۵٪ وجود دارد.

نمودار ۱ زمان پایداری در برابر اکسیداسیون تیمارهای مختلف تالو در دمای ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد را نشان می-

jftn.srbiau.ac.ir

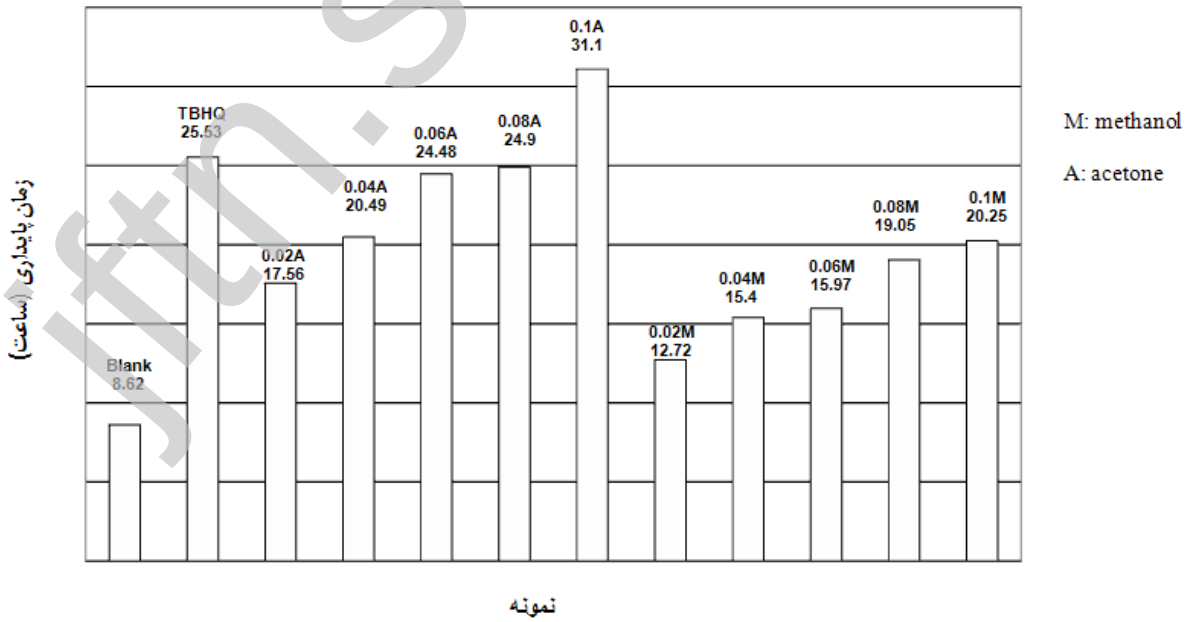
دهد. بالاترین زمان پایداری را تیمار تالوی حاوی ۰/۱ ٪ عصاره استونی زنجبیل داشت و کمترین زمان پایداری مربوط به تالوی شاهد بود. با توجه به نتایج حاصل از آزمون رنسیمت، با افزایش غلظت عصاره‌های استونی و متانولی پایداری در برابر اکسیداسیون تالو افزایش یافت.

- بررسی اثر چیلیت‌کنندگی عصاره زنجبیل

جدول ۳ میانگین اندیس پراکسید تیمارهای مختلف تالو طی ۱۲۰ ساعت در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج آماری همه تیمارهای تالو با یکدیگر و با نمونه تالوی شاهد از نظر تأثیر بر روند تغییر اندیس پراکسید اختلاف معنی‌دار داشتند جز تیمارهای تالوی حاوی اسید سیتریک و ۰/۱ و ۰/۲ ppm مس که با نمونه شاهد از نظر تغییر در روند اندیس پراکسید اختلاف معنی‌داری نداشتند. زمان نیز تأثیر معنی‌داری بر روند افزایش اندیس پراکسید تیمارهای مختلف تالو داشتند ($P<0/05$).

جدول ۲- میانگین اندیس پراکسید تیمارهای مختلف تالو در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد (meq/kg)

نام نمونه	۰ ساعت	۲۴ ساعت	۴۸ ساعت	۷۲ ساعت	۹۶ ساعت	۱۲۰ساعت
B: شاهد تالو	۰	۱/۴۹±۰/۱	۵/۴۷±۰/۱	۱۳/۶۳±۰/۲	۱۸/۶۶±۰/۱۵	۲۹/۶۰±۰/۱
T: TBHQ ٪۰/۰۱	۰	۰±۰/۰	۰/۶۹±۰/۱	۰/۸۹±۰/۰۰	۱/۲۹±۰/۱۲	۱/۴۹±۰/۲
A2: ٪۰/۰۲ عصاره استونی	۰	۰/۳۹±۰/۲	۱/۷۸±۰/۲	۴/۹۸±۰/۱	۹/۵۰±۰/۲	۱۵/۰۰±۰/۰
A4: ٪۰/۰۴ عصاره استونی	۰	۰/۲۰±۰/۲	۱/۵۸±۰/۱	۴/۳۹±۰/۱	۹/۲۰±۰/۱	۱۳/۹۰±۰/۲
A6: ٪۰/۰۶ عصاره استونی	۰	۰±۰/۰	۱/۱۸±۰/۲	۲/۷۷±۰/۱	۵/۰۰±۰/۲	۹/۳۰±۰/۱
A8: ٪۰/۰۸ عصاره استونی	۰	۰±۰/۰	۰/۵۸±۰/۲	۰/۷۸±۰/۱	۱/۵۰±۰/۲	۲/۰۰±۰/۲
A10: ٪۰/۱ عصاره استونی	۰	۰±۰/۰	۰/۴۰±۰/۱	۰/۴۶±۰/۲	۰/۸۸±۰/۲	۰/۹۹±۰/۱
M2: ٪۰/۰۲ عصاره متانولی	۰	۱/۱۹±۰/۲	۲/۹۷±۰/۱	۵/۹۴±۰/۲	۱۱/۰۵±۰/۲	۲۱/۱۰±۰/۱
M4: ٪۰/۰۴ عصاره متانولی	۰	۰/۳۹±۰/۱	۱/۹۰±۰/۲	۴/۹۵±۰/۲	۱۰/۸۱±۰/۲	۱۹/۴۰±۰/۲
M6: ٪۰/۰۶ عصاره متانولی	۰	۰/۱۹±۰/۲	۱/۵۰±۰/۲	۳/۷۷±۰/۲	۹/۷۴±۰/۱	۱۶/۰۰±۰/۱
M8: ٪۰/۰۸ عصاره متانولی	۰	۰±۰/۰	۱/۱۰±۰/۲	۶/۱۰±۰/۲	۸/۷۲±۰/۱	۱۵/۴۰±۰/۲
M10: ٪ ۰/۱ عصاره متانولی	۰	۰±۰/۰	۰/۷۹±۰/۱	۲/۷۰±۰/۲	۷/۰۰±۰/۲	۱۳/۹۰±۰/۱



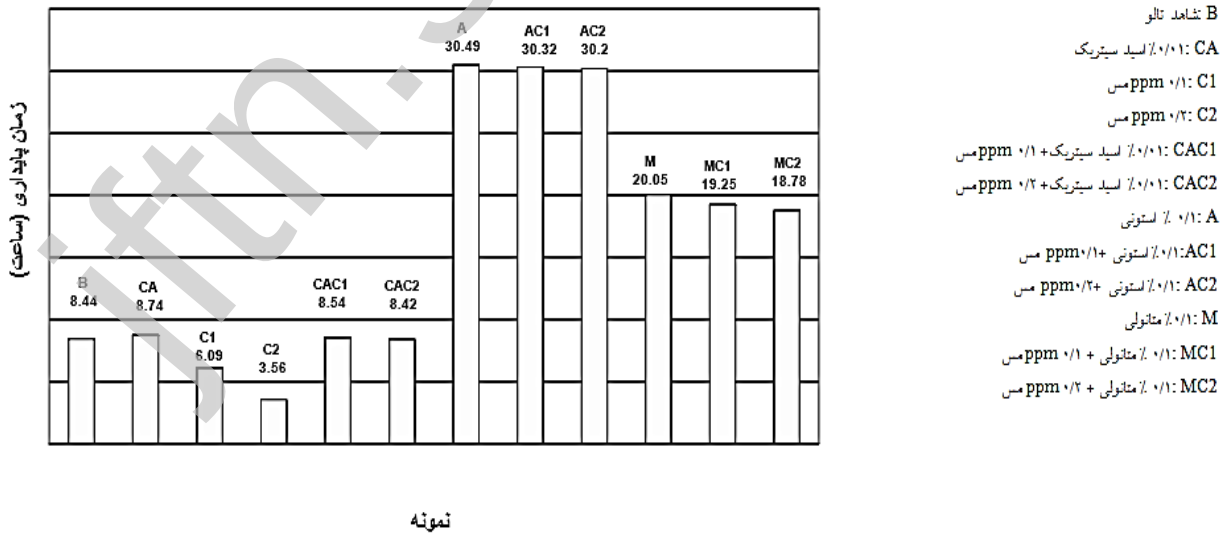
نمودار ۱- زمان پایداری در برابر اکسیداسیون تیمارهای مختلف تالو در دمای ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد

jftn.srbiau.ac.ir

جدول۳- میانگین اندیس پراکسید تیمارهای مختلف تالو در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد (meq/kg)

نام نمونه	۰ ساعت	۲۴ ساعت	۴۸ ساعت	۷۲ ساعت	۹۶ ساعت	۱۲۰ ساعت
B :شاهد تالو	۰	۱/۷۹±۰/۱ a	۵/۹۴±۰/۲ c	۱۴/۲۸±۰/۱ e	۱۹/۸۰±۰/۰۰ g	۳۱/۶۸±۰/۲ k
CA :۰/۰۱٪ اسید سیتریک	۰	۱/۵۸±۰/۱۲	۵/۲۹±۰/۱	۱۳/۵۱±۰/۲	۱۸/۲۵±۰/۱۵	۲۹/۹۰±۰/۰۰
C1 :۰/۱ ppm مس	۰	۲/۹۹±۰/۰۰	۸/۷۱±۰/۲	۱۷/۴۹±۰/۱	۲۵/۷۹±۰/۰۰	۳۸/۵±۰/۱۵
C2 :۰/۲ ppm مس	۰	۴/۷۶±۰/۱	۱۱/۸۹±۰/۱	۲۱/۱۹±۰/۰۰	۲۹/۷۶±۰/۱	۴۳/۰۰±۰/۰۰
CAC1 :۰/۰۱٪ اسید سیتریک+ ۰/۱ ppm مس	۰	۱/۹۶±۰/۲ a	۵/۸۵±۰/۱ c	۱۴/۲۰±۰/۱ e	۱۹/۷۰±۰/۱ g	۳۱/۵۰±۰/۱ k
CAC2 :۰/۰۱٪ اسید سیتریک+ ۰/۲ ppm مس	۰	۱/۸۴±۰/۱ a	۶/۰۰±۰/۲ c	۱۴/۳۵±۰/۱ e	۲۰/۰۰±۰/۲ g	۳۱/۹۸±۰/۱ k
A :۰/۱ ٪ استونی	۰	۰±۰/۰۰	۰/۶±۰/۲	۰/۷۲±۰/۱	۰/۹۹±۰/۱	۱/۲۰±۰/۲
AC1:۰/۱٪ استونی + ۰/۱ ppm مس	۰	۰/۱۹±۰/۲	۰/۷۱±۰/۲	۰/۸۵±۰/۱	۱/۳۲±۰/۲	۱/۵۰±۰/۱
AC2 :۰/۱٪ استونی + ۰/۲ ppm مس	۰	۰/۲۹±۰/۲	۰/۸۰±۰/۲	۱/۲۰±۰/۰۵	۱/۵۰±۰/۱	۱/۸۲±۰/۰۰
M :۰/۱٪ متانولی	۰	۰±۰/۰۰	۰/۹۰±۰/۲	۳/۱۰±۰/۲	۷/۳۰±۰/۲	۱۴/۲۰±۰/۱
MC1 :۰/۱ ٪ متانولی + ۰/۱ ppm مس	۰	۰/۲۹±۰/۲	۱/۲۰±۰/۲	۳/۴۲±۰/۱	۸/۰۰±۰/۱	۱۴/۶۴±۰/۰۰
MC2 :۰/۱ ٪ متانولی + ۰/۲ ppm مس	۰	۰/۴۰±۰/۱	۱/۴۵±۰/۱	۳/۶۹±۰/۲	۸/۶۰±۰/۱	۱۵/۱۰±۰/۱۵

اعداد دارای حروف مشترک در هر ردیف با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند($P<۰/۰۵$)



نمودار۲- زمان پایداری در برابر اکسیداسیون تیمارهای مختلف تالو در دمای ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد

ijftn.srbiau.ac.ir

نمودار۲ زمان مقاومت به اکسیداسیون تیمارهای مختلف تالو در دمای ۱۱۰ سانتی‌گراد بر اساس آزمون رنسیمت را نشان می‌دهد.

براساس نتایج آماری زمان پایداری همه تیمارهای تالو با یکدیگر و با نمونه تالوی شاهد اختلاف معنی‌دار داشتند ($P<0/05$).بالاترین زمان پایداری مربوط به تالوی حاوی ۰/۱ ٪ عصاره استونی و کمترین زمان پایداری مربوط به تالوی حاوی ۰/۲ ppm مس بود.

بحث

در استخراج عصاره زنجبیل با دو حلال استون و متانول، حلال متانول که نسبت به حلال استون قطبی‌تر است توانسته ترکیبات بیشتری را از زنجبیل استخراج نماید و به همین دلیل بازده استخراج عصاره زنجبیل با حلال متانول بیشتر بود، میزان ترکیبات فنولیک عصاره متانولی زنجبیل نیز بیشتر از عصاره استونی بود.

در بررسی خاصیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌های استونی و متانولی زنجبیل در تمام نمونه‌ها پس از گذشت ۲۴ ساعت، اندیس پراکسید تمامی تیمارها به یکدیگر نزدیک بود و اندیس پراکسید تیمارهای تالوی حاوی غلظت‌های ۰/۰۸ ٪ و ۰/۱ ٪ عصاره متانولی و غلظت‌های ۰/۰۶٪ ، ۰/۰۸ ٪ و ۰/۱٪ عصاره استونی و تیمار حاوی غلظت ۰/۰۱٪TBHQ صفر بوده و از نظر خاصیت آنتی اکسیدانی به صورت مشابه عمل کردند. پس از گذشت ۴۸ ساعت، اندیس پراکسید تیمارهای تالوی حاوی غلظت‌های ۰/۰۸ ٪ و ۰/۱٪ عصاره استونی بهتر از غلظت ۰/۰۱٪ TBHQ بوده و خاصیت آنتی‌اکسیدانی بهتری داشتند و عصاره متانولی ۰/۱٪ تقریباً مشابه TBHQ عمل کرده است. در روزهای بعدی با گذشت زمان فاصله اندیس پراکسید نمونه‌های تالوی حاوی غلظت‌های مختلف عصاره متانولی با تیمار TBHQ بیشتر شده و دیگر قابل مقایسه با آن نبودند. در مورد نمونه های تالوی حاوی غلظت‌های مختلف عصاره استونی، غلظت ۰/۰۸٪ تقریباً مشابه TBHQ عمل کرده و غلظت ۰/۱٪ بهتر از TBHQ عمل کرده است. در تمامی روزها به جز۲۴ ساعت اول، عصاره‌های استونی بهتر از عصاره‌های متانولی در جلوگیری از اکسیداسیون عمل کرده‌اند، پایین‌ترین اندیس پراکسید مربوط به نمونه تالوی حاوی عصاره‌های استونی ۰/۱٪ بود و بعد از آن به ترتیب تالوی حاوی TBHQ و تالوی حاوی ۰/۰۸٪ عصاره استونی قرار داشتند. در طی ۵ روز که تیمارها در آون ۹۰ درجه قرار داشتند، بالاترین اندیس پراکسید مربوط به تالوی شاهد بود، که دارای مقدار ناچیزی آنتی‌اکسیدان طبیعی است و مقاومت بالای آن به اکسیداسیون بیشتر به درصد بالای اسید چرب اشباع آن مربوط است.

در تیمارهای تالو، با افزایش غلظت عصاره‌های استونی و متانولی زنجبیل خاصیت آنتی‌اکسیدانی بیشتر شد و بالاترین زمان پایداری در برابر اکسیداسیون مربوط به تالوی حاوی ۰/۱٪ عصاره استونی می‌باشد که پایداری اکسیداتیو تالو را ۲۶۰/۸ ٪ افزایش داد که اگرچه کل ترکیبات فنولیک آن کمتر از عصاره متانولی می‌باشد تأثیر بهتر آن می‌تواند به علت وجود ترکیبات آنتی اکسیدانی فنولیک و غیر فنولیک مؤثرتر در آن باشد و بعد از آن تالوی حاوی ۰/۰۱ ٪ TBHQ قرار دارد که البته نمونه تالوی حاوی ۰/۰۸٪ عصاره استونی زمان پایداری در برابر اکسیداسیون مشابه تیمار TBHQ دارد و به ترتیب زمان پایداری تالو را ۱۹۶ ٪ و ۱۸۸/۹ ٪ افزایش دادند که این نتایج، در تأیید یافته‌های حاصل از آزمون پراکسید می‌باشد.

بنابراین از نظر خاصیت جلوگیری از اکسیداسیون چربی، غلظت ۰/۱٪ عصاره استونی بهترین بوده و حتی از آنتی‌اکسیدان سنتزی TBHQبا غلظت ۰/۰۱٪ قوی‌تر عمل می‌نماید. لازم به ذکر است با وجود اینکه میزان ترکیبات فنولیک در عصاره متانولی بیشتر از عصاره استونی بود، عصاره استونی که حلالیت بیشتری در روغن دارد در به تأخیر انداختن اکسیداسیون در تالو مؤثرتر عمل کرد که احتمالاً به دلیل وجود ترکیبات آنتی‌اکسیدانی فنولیک و غیرفنولیک قوی‌تر در آن می‌باشد.

Murcia و همکاران در سال ۲۰۰۴ خاصیت آنتی‌اکسیدانی جوز، زنجبیل و شیرین‌بیان را با استفاده از آزمون رنسیمت سنجیدند و اظهار داشتند که جوز، زنجبیل و شیرین بیان زمان پایداری در برابر اکسیداسیون روغن‌های آفتاب‌گردان، ذرت و زیتون و چربی‌های کره و مارگارین را در دمای ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد افزایش دادند که این افزایش در زمان پایداری مربوط به خاصیت آنتی اکسیدانی جوز، زنجبیل و شیرین‌بیان بود آنها همچنین بیان کردند که خاصیت آنتی‌اکسیدانی این عصاره ها قابل مقایسه با فعالیت آنتی‌اکسیدانی سنتزی پروپیل گالات (PG) بوده است که

jftn.srbiau.ac.ir

طبق تحقیق حاضر خاصیت آنتی‌اکسیدانی عصاره زنجبیل قابل مقایسه با TBHQ نیز می‌باشد. Singh و همکاران در سال ۲۰۰۸ اولئورزین زنجبیل را با حلال‌های اتانول، متانول و تتراکلرید کربن و ایزواکتان با استفاده از روش سوکسله استخراج کردند و فعالیت آنتی‌اکسیدانی اولئوزرین زنجبیل را در روغن خردل به وسیله روش‌های اندیس پراکسید (برای اندازه‌گیری محصولات اولیه اکسیداسیون) و آنیزیدین و(TBA) thiobarbituric acid (برای اندازه‌گیری محصولات ثانویه اکسیداسیون) طی ۲۸ روز سنجیدند، همچنین فعالیت آنتی‌اکسیدانی اولئورزین حاصل از همه حلال‌ها را با روش(FTC) ferric thiocyanate در سیستم امولسیون لینولئیک نیز اندازه‌گیری کردند. فعالیت آنتی‌اکسیدانی اولئورزین زنجبیل استخراج شده با همه حلال‌ها را با فعالیت آنتی‌اکسیدانی BHT،BHA و PG در تمامی روش‌ها مقایسه کردند. نتایج حاصل از تمامی آزمون‌ها نشان داد که فعالیت آنتی‌اکسیدانی اولئورزین استخراج شده با حلال اتانول از بقیه اولئورزین‌ها بیشتر بوده و در کل فعالیت آنتی‌اکسیدانی اولئورزین حاصل از تمام حلال‌ها از فعالیت آنتی‌اکسیدانی BHA بیشتر و از فعالیت آنتی‌اکسیدانی PG کمتر بوده است.

نتایج حاصل از پژوهش‌های محققین فوق و نتایج حاصل از این پژوهش با وجود اختلاف در روش استخراج عصاره، غلظت مورد استفاده و سیستم سنجش فعالیت آنتی‌اکسیدانی، خاصیت آنتی‌اکسیدانی عصاره زنجبیل را ثابت می‌کند. ضمن اینکه در این پژوهش مشخص گردید که عصاره استونی با غلظت ۰/۱ ٪ دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی بیش از TBHQ که رایج‌ترین آنتی‌اکسیدان سنتزی است می‌باشد.

در بررسی خاصیت چیلیت‌کنندگی عصاره‌های زنجبیل، مس با دو غلظت ۰/۱ و ۰/۲ ppm در تالو، اندیس پراکسید را نسبت به تالوی شاهد طی ۵ روز افزایش داد. با اضافه نمودن مس با غلظت ۰/۲ ppm، اکسیداسیون با شدت بیشتری نسبت به غلظت ۰/۱ ppm مس در تالو انجام شد که احتمالاً به دلیل فعالیت پراکسیدانی بیشتر غلظت بالاتر مس می‌باشد. با اضافه کردن اسید سیتریک به نمونه‌های تالوی حاوی مس، اندیس پراکسید تقریباً مشابه اندیس پراکسید تالوی شاهد طی ۵ روز می‌باشد که این نتیجه خاصیت چیلیت کنندگی اسید سیتریک را در مورد هر دو غلظت مس ثابت می‌نماید. اضافه نمودن اسید سیتریک به تالوی فاقد تیمار، کمی اندیس پراکسید را نسبت به تالوی شاهد پایین‌تر آورد که احتمالاً تالوی شاهد حاوی فلزاتی مثل آهن و مس و... بود که اسید سیتریک آنها را بلوکه کرده و باعث کاهش اندیس پراکسید گردیده است. با اضافه کردن عصاره متانولی ۰/۱٪ زنجبیل به تالو، اندیس پراکسید نسبت به شاهد طی ۵ روز کاهش قابل توجهی داشت که به خاطر خاصیت آنتی اکسیدانی آن است. با اضافه کردن عصاره متانولی ۰/۱ ٪ به تالوی حاوی ۰/۱ و ۰/۲ ppm مس و اندازه‌گیری اندیس پراکسید، اختلاف معنی‌داری با اندیس پراکسید تالوی شاهد در تمامی روزها مشاهده شد. با این وجود هنوز فاصله اندیس پراکسید نسبت به شاهد بسیار زیاد است. این نتیجه خاصیت چیلیت‌کنندگی عصاره متانولی ۰/۱٪ را ثابت می‌کند. اندیس پراکسید تالوی حاوی ۰/۱ ppm مس و ۰/۱٪ عصاره متانولی کمتر از تالوی حاوی ۰/۲ ppm مس در طی ۵ روز بود، به این دلیل که افزایش غلظت مس به عنوان یک پراکسیدان، باعث تشدید اکسیداسیون شده است. اثر چیلیت کنندگی عصاره متانولی ۰/۱٪ زنجبیل بر ۰/۱ ppm مس بیشتر بود. براساس نتایج فوق عصاره متانولی ۰/۱٪ علاوه بر خاصیت چیلیت کنندگی، خاصیت آنتی‌اکسیدانی نیز اعمال کرده است. اضافه نمودن عصاره استونی ۰/۱٪ به تالو، کاهش زیاد اندیس پراکسید را نسبت به تالوی شاهد طی ۵ روز نشان داد که این بیان‌گر خاصیت قوی آنتی‌اکسیدانی آن است. با اضافه نمودن عصاره استونی ۰/۱ ٪ به تالوی حاوی ۰/۱ و ۰/۲ ppm مس، اندیس پراکسید اختلاف معنی‌داری با نمونه شاهد و نمونه تالوی حاوی ۰/۱٪ عصاره استونی در تمامی روزها داشت. اختلاف اندیس پراکسید تالوی حاوی عصاره استونی۰/۱٪ با تالوی حاوی ۰/۱ و ۰/۲ ppm مس و عصاره استونی ۰/۱٪ با اینکه معنی‌دار است ولی بسیار کم است و این نشان می‌دهد که با شروع فعالیت پراکسیدانی مس، عصاره استونی زنجبیل به سرعت عمل کرده و با ایجاد خاصیت چیلیت کنندگی و بلوکه کردن مس از ادامه فعالیت آن جلوگیری نموده است که البته با استناد به نتایج فوق خاصیت چیلیت کنندگی عصاره استونی۰/۱٪ بر غلظت ۰/۱ ppm مس بیشتر بود و همچنین عصاره استونی ۰/۱٪ زنجبیل علاوه بر خاصیت چیلیت‌کنندگی قوی توانایی

jftn.srbiau.ac.ir

اعمال خاصیت قوی آنتی‌اکسیدانی خود را به طور همزمان در تالو داراست.

با اضافه کردن مس در غلظت‌های ۰/۱ و ۰/۲ ppm به نمونه تالو زمان پایداری تالو به ترتیب ۲۸/۷٪ و ۸/ ۵۷٪ کاهش یافت که به دلیل خاصیت پراکسیدانی مس بوده است و زمان پایداری با دو برابر شدن مس تقریباً به نصف رسیده است. زمان پایداری با اضافه کردن اسید سیتریک به تالوی حاوی ۰/۱ و ۰/۲ ppm مس به زمان پایداری تالوی شاهد رسید، چون اسید سیتریک با خاصیت چیلیت‌کنندگی خود، مس را بلوکه کرده و از فعالیت پراکسیدانی آن جلوگیری نمود. خاصیت چیلیت‌کنندگی اسید سیتریک بر غلظت ۰/۱ ppm مس مؤثرتر بود، چون غلظت بیشتر مس بر شدت اکسیداسیون افزوده است.

افزایش زمان پایداری تالو در نمونه تالوی حاوی ۰/۱٪ عصاره استونی و ۰/۱ و ۰/۲ ppm مس به ترتیب ۲۵۹/۳٪ و ۲۵۷/۹٪، تالوی حاوی ۰/۱ ٪ عصاره متانولی و ۰/۱ و ۰/۲ ppm مس به ترتیب ۱۲۸٪ و ۱۲۲/۶٪ بود. زمان پایداری تالوی حاوی ۰/۱ ٪ عصاره‌های استونی و متانولی از تالو و و تیمار تالوی حاوی عصاره و مس بیشتر بود که نشان دهنده خاصیت چیلیت‌کنندگی عصاره استونی و متانولی ۱و توانایی آنها در بلوکه‌کردن مس می‌باشد. با اضافه کردن مس به تالوی حاوی عصاره استونی ۰/۱٪ زمان پایداری نسبت به تالوی حاوی عصاره استونی ۰/۱٪ کاهش یافت، ولی این کاهش بسیار اندک است و این واقعیت را بیان می‌کند که عصاره استونی توانسته است به سرعت مس را بلوکه کرده و از ادامه فعالیت پراکسیدانی مس جلوگیری کند که البته در چیلیت‌کردن غلظت ۰/۱ ppm مس موفق‌تر بوده است. در ضمن اختلاف بسیار زیاد زمان پایداری تیمارهای تالوی حاوی ۰/۱٪ عصاره‌های استونی و متانولی و ۰/۱ و ۰/۲ ppm مس و تالوی شاهد نشان داد که عصاره متانولی و استونی ۰/۱ ٪ به طور هم زمان خاصیت چیلیت کنندگی و آنتی‌اکسیدانی را اعمال کردند.

Stoliova و همکاران در سال ۲۰۰۴ خاصیت چی‌لیت کنندگی عصاره استخراج شده با CO_2 فوق بحرانی زنجبیل را روی Fe^{3+} در سیستم deoxyribose بررسی کردند، در این آزمون از ترکیب چیلیت‌کننده EDTA به عنوان شاهد استفاده شد (در نبود ترکیب چیلیت‌کننده یون آهن باعث دگرداسیون deoxytibose می‌شود) و نتایج حاصل از این آزمون نشان داد که عصاره زنجبیل فعالیت چیلیت‌کنندگی بالایی روی Fe^{3+} داشته که این فعالیت بالاتر از فعالیت چی‌لیت کنندگی EDTA روی Fe^{3+} بوده است.

نتایج حاصل از پژوهش حاضر نیز خاصیت قوی چیلیت‌کنندگی عصاره استونی و متانولی زنجبیل را بر فلز مس ثابت کرد.

نتیجه‌گیری

عصاره ریزوم زنجبیل به خصوص عصاره استونی آن در روغن به خوبی حل می‌شود و از پایداری حرارتی بالایی برخوردار است و به دلیل داشتن ترکیبات آنتی‌اکسیدانی فنولیک و غیر فنولیک قوی توانایی جلوگیری از تشکیل محصولات اولیه و ثانویه اکسیداسیون را دارد، در ضمن خاصیت چیلیت‌کنندگی قوی روی فلز مس را داراست و می‌تواند به عنوان یک آنتی‌اکسیدان و چیلیت‌کننده قوی طبیعی مطرح شود.

منابع

قراچورلو، م.، قوامی، م. و آبرومند، پ. (۱۳۸۴). ارزیابی کیفیت تالوی ایران به عنوان یک منبع چربی خوراکی. مجله علمی- پژوهشی علوم کشاورزی- سال یازدهم، شماره ۳ ص. ۲۹-۲۱.

قوامی، م.، قراچورلو، م. و غیاثی طرزی، ب.(۱۳۸۷). تکنیک آزمایشگاهی روغن‌ها و چربی‌ها. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات. صفحه ۹۳.

Farag, R. S. & Bade, A. Z. M. A. (1989). Antioxidant activity of some spice essential oils on linoleic and oxidation in aqueus media. J AOCS, VOL 66, No. 6.

Firestone, D. (1994). Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemist's Society, 4 th edn, AOCS Press, Champaing, IL.

Imadia, K., Fukushima, S., Shirai, T., Ohtani, M., Nakanish, K. & Ito, N. (1983). Promoting activities of butylated hydroxy toluene on 2-stage urinary bladed carcionogenesis and inhibition of glutamyl transpeptidase-positive foci development in the liver of rats. Carcinogenesis, 4: 895-899.

jftn.srbiau.ac.ir

Kubow, S. (1992). Routes of formation and toxic consequences of lipid oxidation products in foods. Free Radical Biology, 12: 63-81.

Lucchesi, M., Fchemat, E. & Smadja, J. (2004). Solvent- Free microwave extraction of essential oil from aromatic herbs comparison with conventional hydro- distillation. Journal of Chromatography, 1043: 323-327.

Murcia, M. A. I., Egea, F., Romojaro, P., Parras Jimenez, A. M. & Martinez-Tome, M. (2004). Antioxidant evaluation in dessert spices compared with common food additives. Influence of irradiation procedure. Journal of Agricultural food chemistry, 52: 1872-1881.

Parthasarathy, V. A., Chempakam, B. & Zachariah, T. J. (2008). Chemistry of Spices. Chapter 11.

Platel, K. & Srinivasan, K. (2000). Influence of dietary spices and their active principles on pancreatic digestive enzymes in albino rats. Nahrung, 1: 42-46.

Schwarz, K., Bertelsen, G., Nissen, L. R. & Gardner, P. T. (2001). Investigation of plant extracts for the protection of processed foods against lipid oxidation. European Food Research and Technology, 212: 319-328.

Singh, G., Kapoor, I. P. S., Singh, P., Heluani, G. S. D. & Lampasona, M. P. D. (2008). Chemistry, antioxidant and antimicrobial investigations on essential oil and oleoresins of *Zingiber Officinale.* Food and Chemical Toxicology, 46: 3295-3302.

Stoilova, I., Krastanov, A., Stoyanova, A., Denev, P. & Gargova, S. (2007). Antioxidant activity of ginger extract (*Zingiber officinale*). Food Chemistry, 102: 764-770.

Su, L., Yin, J. J., Charles, D. K., Moore, J. & Yu, L. (2007). Total phenolic contents chelating capacities, and radical- scavenging properties of black pepper corn, nutmeg, rosehip, Cinnamon and oregano leaf. Journal of Food Chemistry, 100: 990-997.

Suhaj, M. (2006). Spice antioxidants isolation and their antiradical activity: a review. Journal of Food Composition and Analysis, 19: 531-537.

Tomaino, A., Cimino, F., Zimbalatti, V., Venuti, V., Sulfaro, V., pasquale, A. & Saija, A. (2005). Influence of heating of some spice essential oil. Food Chemistry, 89: 549-554.

jftn.srbiau.ac.ir