بررسی خاصیت آنتی اکسیدانی و چلاته کنندگی عصاره دارچین

لیلا کمالی‌روستا[a]، مهرداد قوامی[b]*، امیرحسین الهامی‌راد[c]، رضا عزیزی‌نژاد[d]

[a]دانشجوی دکتری دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشکده علوم و مهندسی صنایع غذایی، گروه علوم و صنایع غذایی، تهران، ایران

[b]استاد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشکده علوم و مهندسی صنایع غذایی، تهران، ایران

[c]استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سبزوار، گروه علوم و صنایع غذایی، سبزوار، ایران

[d]استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، تهران، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۹/۱/۳۱ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۸۹/۸/۲۵

چکیده

مقدمه: ادویه‌ها علاوه بر کاربرد طعم‌دهندگی یکی از منابع مهم تولید آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی می باشند. بنابراین با توجه به اثرات سوء آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی بهتر است آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی را جایگزین آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی نمود. از بین ادویه‌ها دارچین گیاه محبوبی است که در این پژوهش خاصیت آنتی‌اکسیدانی و چلاته‌کنندگی آن مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: عصاره دارچین به روش حلال سرد و با استفاده از دو حلال استون و متانول به‌طور جداگانه استخراج گردید. پس از تعیین راندمان استخراج عصاره‌ها و میزان کل ترکیبات فنولیک موجود در آنها طبق روش فولین سیو کالتیو، اثر این عصاره‌ها با غلظت‌های متفاوت ۰/۰۲، ۰/۰۴، ۰/۰۶، ۰/۰۸ و ۰/۱ درصد در به تأخیر انداختن فساد اکسیداتیو تالو از طریق اندازه‌گیری اندیس پراکسید و زمان مقاومت به اکسیداسیون نمونه‌ها تعیین گردید و با اثر آنتی‌اکسیدان سنتزی TBHQ مقایسه شد. سپس اثر بهترین غلظت این عصاره‌ها از نظر داشتن خاصیت آنتی‌اکسیدانی، در چلاته‌کردن فلز مس در تالو از طریق دو آزمون فوق مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها: راندمان استخراج عصاره متانولی به روش حلال سرد بالاتر از عصاره استونی بدست آمد، درحالی‌که میزان ترکیبات فنولیک عصاره استونی بیشتر بود. با افزایش غلظت عصاره‌ها اثر آنتی‌اکسیدانی آن‌ها در تالو بیشتر شد و عصاره استونی دارچین با غلظت ۰/۱٪ دارای بیشترین اثر آنتی‌کسیدانی بعد از آنتی‌کسیدان سنتزی TBHQ با غلظت ۰/۰۱٪ بود. اثر بهترین غلظت این عصاره‌ها از نظر داشتن خاصیت آنتی‌اکسیدانی (غلظت ۰/۱٪)، در چلاته‌کردن فلز مس در تالو نشان داد که عصاره‌های دارچین توانایی چلاته‌کنندگی فلز مس را داشتند و در این خصوص عصاره استونی مؤثرتر بود.

نتیجه گیری: عصاره دارچین علاوه بر خاصیت آنتی‌اکسیدانی، دارای خاصیت چلاته‌کنندگی بر فلز مس است و می‌تواند به عنوان منبعی از آنتی‌اکسیدان‌ها و چلاته‌کننده‌های طبیعی مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: *آنتی‌اکسیدان، اکسیداسیون، چلاته‌کننده، دارچین، عصاره*

* نویسنده مسئول مکاتبات email: mehrdad_ghavami@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

مهم‌ترین عامل فساد روغن‌ها و چربی‌ها واکنش‌های اکسیداتیو می باشد. این واکنش‌ها باعث تغییراتی ناخواسته در طعم، رنگ، بو و بافت محصولات حاوی چربی می‌شود که این تغییرات به دلیل رادیکال‌های آزاد تولید شده در طی فرآیند می‌باشد. علاوه‌بر این اتواکسیداسیون اسیدهای چرب چند غیراشباعی نه تنها ارزش تغذیه‌ای غذا را کاهش می‌دهد، بلکه همچنین منجر به سالخوردگی، بیماری‌های قلبی، سرطان، جهش‌زایی و بیماری‌های مهم دیگر در ارگانیسم‌های زنده می‌شود (Mathew and Abraham, 2006). یون های فلزاتی مانند آهن، مس، منیزیم، کرم، روی و منگنز کاتالیزورهای بسیار قوی در اکسیداسیون روغن‌ها و چربی‌ها می‌باشند. این یون‌ها هیدروپروکسید را به رادیکال آزاد تجزیه می‌کنند و درنتیجه واکنش‌های زنجیره‌ای رادیکالی اتواکسیداسیون را تسریع می‌نمایند (Rossel, 1988).

در این صورت بهترین راه برای جلوگیری از واکنش‌های اکسیداسیون مصرف آنتی‌اکسیدان‌ها می‌باشد. آنتی‌اکسیدان‌ها به دو دسته عمده سنتزی و طبیعی طبقه‌بندی می‌شوند و با توجه به اینکه مصرف آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی عوارض نامطلوبی بر روی سلامتی انسان دارند، برخی از آنها از لیست مواد افزودنی توسط FDA حذف شده‌اند. بنابراین بهتر است آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی را جایگزین آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی نمود (Arabshahi *et al*., 2007). منابع آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی فنولیک‌های گیاهی هستند که می‌توانند در همه قسمت‌های گیاه مثل میوه‌ها، سبزیجات، مغزها، دانه‌ها، برگ‌ها، ریشه‌ها و پوسته‌ها باشند. فنولیک‌های گیاهی چندعملکردی‌اند و می‌توانند به عنوان عوامل احیاکننده، چلاته‌کننده فلزات و بی‌اثرکننده رادیکال‌های اکسیژن فعالیت کنند و باعث کاهش اکسیداسیون گردند. همچنین این ترکیبات تولید آنزیم‌های آنتی‌اکسیدایتو را تحریک می‌کنند و یا از تولید آنزیم‌های اکسیدایتو مثل cycloxygenase در سیستم‌های بیولوژیکی جلوگیری می‌کنند (Su *et al*., 2007). معمول‌ترین آنتی‌اکسیدان‌های فنولیک گیاهان شامل ترکیبات فلاونوئید، مشتقات سینامیک‌اسید، کومارین‌ها، توکوفرول‌ها، و اسیدهای آلی چندعملکردی هستند (Hertog *et al*., 1993).

دارچین از تیره برگ‌بو، یک ترکیب طعم‌دهنده محبوب است که علاوه بر کاربرد طعم‌دهندگی دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی و چلاته‌کننده فلزات است. از ترکیبات فنولیک و غیرفنولیک فرار پوسته دارچین که دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی هستند می‌توان به cinnamaldehyde که بخش اعظم (۷۵٪) اسانس روغنی آن را تشکیل می‌دهد و طعم و مزه‌ی شیرین دارچین به دلیل وجود این ماده است و نیز به ترکیباتی چون gamma- eugenol terpinene, camphene, و 4-terpineol اشاره نمود (parthasarathy *et al*., 2008; Wu *et al*., 1994). همچنین برخی از ترکیبات فنولیک و غیرفنولیک غیرفرار پوسته دارچین که دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی هستند شامل cinnacassiol های C_2, C_1, A, corydin, epicatechin, β-sitosterol, coumarin, cinnamic acid, syringic acid, و vanillic acid می‌باشند. این ترکیبات به عنوان عوامل احیاکننده، یا به عنوان بی‌اثرکننده رادیکال‌های پرکسید و چیلیت‌کننده فلزات عمل می‌کنند و از واکنش‌های اکسیداتیو جلوگیری می‌کنند (parthasarathy *et al*., 2008; Suhaj, 2006). Mancini و همکاران در سال ۱۹۹۸ خاصیت آنتی اکسیدانی عصاره پوسته دارچین را ثابت نمودند و پس از آن نیز تحقیقاتی بر روی عصاره پوسته دارچین جهت اثبات خاصیت آنتی‌اکسیدانی آن صورت گرفت. Mathew و Abraham در سال ۲۰۰۶ اظهار نمودند عصاره پوسته دارچین دارای خاصیت احیاکنندگی، بی‌اثرکننده رادیکال‌های آزاد و چیلیت‌کننده فلزات است. همچنین نتایج آزمایش‌های Su و همکاران در سال ۲۰۰۷ خاصیت آنتی‌اکسیدانی و چیلیت‌کنندگی عصاره دارچین که با عصاره چهار گیاه دانه فلفل سیاه، جوز، رز و برگ پونه کوهی مقایسه شده بود را اثبات نمود.

هدف از پژوهش انجام شده استخراج عصاره پوسته دارچین به روش حلال سرد و با استفاده از دو حلال استون و متانول و بررسی خاصیت آنتی‌اکسیدانی آن از طریق افزایش زمان پایداری چربی دنبه گوسفند و همچنین بررسی نقش این عصاره به عنوان چلاته‌کننده فلزات می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

مواد و روش‌ها

پوسته دارچین به صورت تصادفی از مراکز مربوطه در بازار تهران تهیه شد. در این پژوهش از روغن دنبه که دارای مقادیر ناچیزی آنتی‌اکسیدان طبیعی است به عنوان محیطی جهت سنجش خاصیت آنتی‌اکسیدانی و چیلیت‌کنندگی عصاره دارچین استفاده گردید.

- استخراج چربی دنبه (تالو) و شناسایی ترکیب اسید چرب آن

دنبه در آزمایشگاه، به روش ذوب کردن خشک تحت خلأ با استفاده از دستگاه تبخیرکننده دوار در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد و سرعت چرخش ۶۰ دور در دقیقه تحت خلأ تهیه شد (قراچورلو، ۱۳۸۴). برای شناسایی و تعیین ترکیب اسید چرب تالو از دستگاه گازکروماتوگرافی استفاده شد. برای این منظور آماده سازی نمونه به صورت مشتق متیل‌استر به روش Christie (1973) توسط متوکسید سدیم ۰/۵ نرمال انجام شد. سپس 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 le-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 دارچین

به منظور استخراج عصاره دارچین از روش حلال سرد استفاده گردید. پوسته دارچین آسیاب گردید و از الک شماره ۴۰ عبور داده شد. استخراج عصاره پوسته دارچین با استفاده از دو حلال متانول و استون (متانون قطبی تراز استون است) به طور جداگانه انجام گردید. به این ترتیب که پودر دارچین وحلال به نسبت ۱ به ۱۰ با هم مخلوط شدند و به مدت ۲۴ ساعت در درجه حرارت محیط با استفاده از شیکر اختلاط انجام گردید، سپس فیلتراسیون در مرحله اول توسط کاغذ صافی با پمپ خلأ انجام شد و در مرحله بعد از دستگاه سانتریفیوژ با سرعت rpm ۴۰۰۰ (دور در دقیقه) به مدت ۱۵ دقیقه استفاده گردید. به منظور حذف حلال، عصاره‌های حاصل در دستگاه تبخیرکننده دوار تحت عملیات تقطیر در خلأ قرار گرفتند. بدین‌منظور از خلأ ۲۵ میلی‌متر جیوه در دمای ۵۵-۵۰ درجه سانتی‌گراد استفاده گردید تا حداقل آسیب به ترکیبات فنولیک وارد آید. 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 فنولیک عصاره‌های دارچین

میزان کل ترکیبات فنولیک عصاره‌های دارچین به روش فولین‌سیوکالتیو[1] اندازه‌گیری شد. در این روش معرف فولین در حضور ترکیبات فنولیک در محلول قلیایی، احیا شده و رنگ آبی در محلول تولید می‌گردد، شدت رنگ در طول موج ۷۶۵ نانومتر توسط دستگاه طیف‌سنج نوری تعیین می‌گردد (Farag and Bade, 1989). از روی معادله منحنی درجه‌بندی (برای اسیدگالیک به عنوان استاندارد) مقدار کل ترکیبات فنولیک بر مبنای اسیدگالیک بر حسب میلی‌گرم ترکیبات فنولیک بر گرم وزن خشک نمونه تعیین گردید (Stoilova *et al*., 2006).

- بررسی خاصیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌های دارچین

عصاره‌های به دست آمده از دو حلال استون و متانول با توجه به میزان ترکیبات فنولیک آنها با غلظت‌های متفاوت (۰/۰۲، ۰/۰۴، ۰/۰۶، ۰/۰۸، ۰/۱ درصد) با استفاده از دستگاه همزن مغناطیسی به ۱۰۰ گرم تالوی استخراجی اضافه شدند. همچنین آنتی‌اکسیدان سنتزی TBHQ به میزان ۰/۰۱٪ به همین مقدار تالو افزوده گردید و ۱۰۰ گرم از تالو نیز بدون افزون عصاره یا هرگونه ترکیب دیگری به عنوان نمونه شاهد در نظر گرفته شد. علت استفاده از تالو،

[1] Folin- Ciocalteau

Archive of SID
www.SID.ir

وجود اسیدهای چرب اشباع و داشتن مقادیر ناچیزی آنتی‌اکسیدان طبیعی در آن است. تمام 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 Cd 8b-90 اندازه‌گیری شد. زمان مقاومت به اکسید شدن تمام 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 چلاته‌کنندگی عصاره‌های دارچین**

برای بررسی خاصیت چلاته‌کنندگی عصاره‌های استونی و متانولی دارچین، از نمک آلی مس 4-Cyclohexyl butyric acid copper salt به عنوان پراکسیدان استفاده شد و 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 عصاره‌های حاصل از دو حلال از نظر خاصیت آنتی اکسیدانی (۰/۱٪)، به نمونه تالو و همچنین به تیمارهای تالوی حاوی ۰/۱ و ۰/۲ ppm مس اضافه گردید. همچنین اسیدسیتریک که یک ترکیب چلاته‌کننده شناخته‌شده است، در غلظت ۰/۰۱٪ به نمونه تالو و تیمارهای تالوی حاوی ۰/۱ و ۰/۲ ppm مس افزوده شد. زمان مقاومت به اکسیدشدن همه تیمارها با دستگاه رنسیمت در دمای ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد و با جریان هوای ۲۰ لیتر بر ساعت تعیین گردید. اندیس پراکسید همه تیمارها نیز پس از قرارگیری در آون ۹۰ درجه سانتی‌گراد در فواصل زمانی ۲۴ ساعت به مدت ۵ روز در ۲ تکرار به روش یدومتری اندازه‌گیری شد.

- **تجزیه و تحلیل آماری**

آزمایش در قالب 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 معنی‌دار ۵٪ مورد مقایسه قرار گرفت و از بین آنها بهترین حلال و غلظت انتخاب شد. برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از نرم‌افزارهای SAS-901 و SPSS 16 استفاده شد.

یافته‌ها

- **بازده استخراج عصاره‌های دارچین**

بازده استخراج عصاره دارچین توسط حلال متانول ۱۴/۳ ٪ و توسط حلال استون ۱۰/۶ ٪ 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 عصاره‌های دارچین**

میزان کل ترکیبات فنولیک عصاره استونی ۱۶/۷۸ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک نمونه بود، درحالی‌که مقدار کل ترکیبات فنولیک عصاره متانولی ۱۳/۸۸ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک نمونه بود. براساس نتایج آماری بین میزان کل ترکیبات فنولیک عصاره‌های حاصل از دو حلال استون و متانول اختلاف معنی‌داری با اطمینان ۹۵٪ وجود داشت.

- **ترکیب اسیدهای چرب تالو**

ترکیب اسیدهای چرب تالو در جدول ۱ نشان داده شده است. قسمت اعظم اسیدهای چرب تالو را اسیدهای چرب اشباع و تک‌غیراشباع تشکیل می‌دهد. اسید اولئیک با ۳۹/۴۱ درصد بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده است و پس از آن اسید پالمتیک با ۲۱/۹۳ درصد رتبه بعدی را دارد.

جدول ۱ - ترکیب اسیدهای‌چرب تالو

نوع اسید چرب	مقدار(٪)
C12:0	۳/۲۳
C14:0	۳/۲۶
C16:0	۲۱/۹۳
C16:1	۲/۲۹
C17:0	۳
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

Archive of SID
www.SID.ir

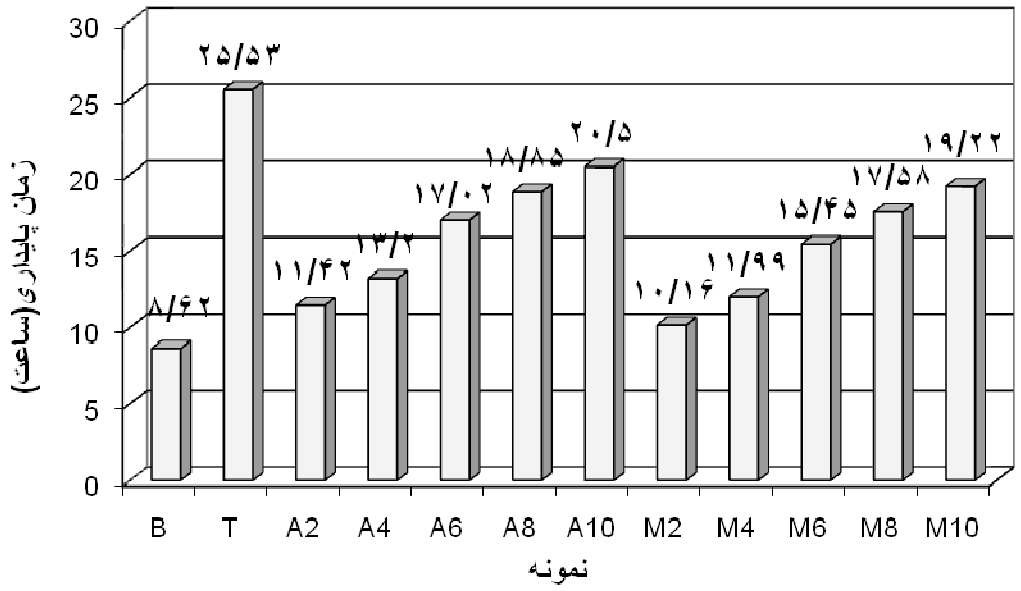
- **بررسی اثر آنتی اکسیدانی عصاره دارچین**

در جدول ۲ میانگین اندیس پراکسید تیمارهای تالوی حاوی غلظت‌های مختلف عصاره استونی و متانولی دارچین و همچنین تیمار تالوی حاوی TBHQ طی ۱۲۰ ساعت در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد نشان داده شده است. براساس نتایج آماری تمامی تیمارهای تالو با یکدیگر و با نمونه شاهد از نظر تأثیر بر روند تغییر اندیس پراکسید دارای اختلاف معنی‌داری ($P<0/05$) بودند.

در نمودار ۱ زمان پایداری در برابر اکسیداسیون تیمارهای مختلف تالو در دمای ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد بر اساس آزمون رنسیمت نشان داده شده است. براساس نتایج آماری زمان پایداری در برابر اکسیداسیون تمامی تیمارهای تالو با یکدیگر و با نمونه شاهد اختلاف معنی‌داری ($P<0/05$) داشتند.

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	۱۲۰ ساعت
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: ۰/۰۱٪ TBHQ	۰	۰±۰/۰۰	۰/۶۹±۰/۱	۰/۸۹±۰/۰۰	۱/۲۹±۰/۱۲	۱/۴۹±۰/۲
A2: ۰/۰۲٪ عصاره استونی	۰	۰/۸۹±۰/۱	۳/۲۰±/۱۵	۶/۵۰±۰/۱	۱۱/۹۶±۰/۰۰	۲۱/۴۴±۰/۱
A4: ۰/۰۴٪ عصاره استونی	۰	۰/۵۹±۰/۲	۲/۵۰±۰/۰۰	۵/۴۲±۰/۱	۱۰/۹۶±۰/۱۲	۱۹/۸۰±۰/۰۰
A6: ۰/۰۶٪ عصاره استونی	۰	۰/۳۹±۰/۱	۱/۵۲±۰/۲	۴/۰۰±۰/۰۰	۹/۸۱±۰/۱	۱۷/۸۷±۰/۱۵
A8: ۰/۰۸٪ عصاره استونی	۰	۰/۱۹±۰/۰۰	۱/۱۲±۰/۱	۳/۶۰±۰/۲	۸/۴۶±۰/۰۰	۱۵/۹۴±۰/۱
A10: ۰/۱٪ عصاره استونی	۰	۰±۰/۰۰	۰/۸۹±۰/۲	۲/۹۹±۰/۰۰	۷/۴۸±۰/۱۲	۱۳/۹۶±۰/۱
M2: ۰/۰۲٪ عصاره متانولی	۰	۱/۰۰±۰/۱	۴/۵۶±۰/۱۴	۸/۰۳±۰/۱	۱۳/۲۰±۰/۰۰	۲۲/۷۴±۰/۱۲
M4: ۰/۰۴٪ عصاره متانولی	۰	۰/۷۹±۰/۱۲	۳/۵۷±۰/۱	۷/۰۶±۰/۲	۱۱/۹۴±۰/۱۴	۲۱/۶۹±۰/۰۰
M6: ۰/۰۶٪ عصاره متانولی	۰	۰/۴۹±۰/۲	۲/۶۸±۰/۱	۵/۸۵±۰/۱	۱۰/۴۰±۰/۰۰	۱۸/۸۸±۰/۲
M8: ۰/۰۸٪ عصاره متانولی	۰	۰/۱۹±۰/۰۰	۱/۸۸±۰/۲	۴/۵۵±۰/۱۵	۹/۱۶±۰/۱	۱۶/۸۲±۰/۱
M10: ۰/۱ ٪ عصاره متانولی	۰	۰±۰/۰۰	۱/۳۹±۰/۰۰	۳/۴۸±۰/۱۲	۷/۹۵±۰/۱۵	۱۴/۸۲±۰/۱



M: methanole A: acetone

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

Archive of SID

www.SID.ir

- بررسی اثر چلاته‌کنندگی عصاره دارچین

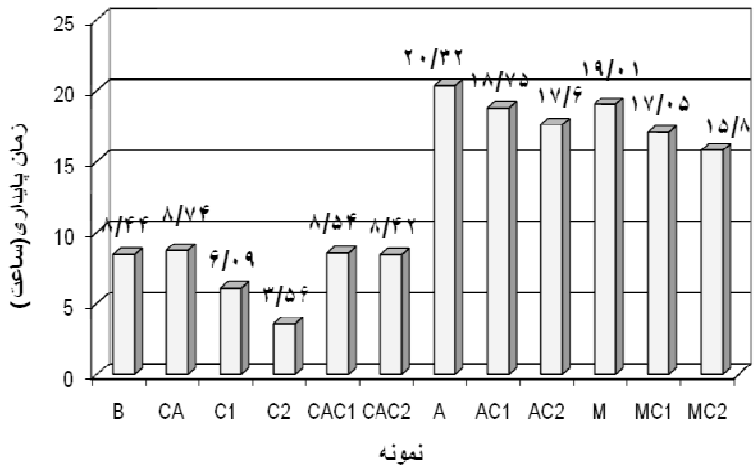
برای سنجش خاصیت چلاته‌کنندگی عصاره دارچین، میانگین اندیس پراکسید تیمارهای مختلف تالو طی ۱۲۰ ساعت در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد در جدول ۳ نشان داده شده است. براساس نتایج آماری همه تیمارهای تالو با یکدیگر و با نمونه شاهد از نظر تأثیر بر روند تغییر اندیس پراکسید اختلاف معنی‌داری داشتند جز تیمارهای تالوی حاوی اسید سیتریک و ۰/۱ و ۰/۲ ppm مس که با نمونه شاهد و نیز تیمارهای تالوی حاوی عصاره استونی و ۰/۱ ppm مس و تالوی حاوی عصاره متانولی که با یکدیگر از نظر روند تغییر اندیس پراکسید اختلاف معنی‌داری نداشتند. زمان نیز تأثیر کاملاً معنی‌داری بر روند افزایش اندیس پراکسید تیمارهای مختلف تالو داشت. ($P<0/05$).

زمان مقاومت در برابر اکسیداسیون تیمارهای مختلف تالو در دمای ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد براساس آزمون رنسیمت در نمودار ۲ نشان داده شده است. براساس نتایج آماری زمان پایداری همه تیمارهای تالو با یکدیگر و با نمونه شاهد اختلاف معنی‌دار داشتند ($P<0/05$).

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±۰/۲ 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	۰/۹۹±۰/۱۵	۳/۱۹±۰/۱	۷/۷۶±۰/۱۲	۱۴/۳۸±۰/۲
AC1:۰/۱٪ استونی + ۰/۱ppm مس	۰	۰/۳۹±۰/۲ b	۱/۴۹±۰/۱ d	۳/۶۹±۰/۱ f	۸/۲۶±۰/۱۴ h	۱۴/۹۸±۰/۱ m
AC2 :۰/۱٪ استونی + ۰/۲ppm مس	۰	۰/۶۹±۰/۰۰	۱/۷۹±۰/۲	۳/۹۹±۰/۰۰	۸/۶۶±۰/۱	۱۵/۴۸±۰/۰۰
M :۰/۱٪ متانولی	۰	۰±۰/۰۰ b	۱/۴۹±۰/۱ d	۳/۶۸±۰/۲ f	۸/۳۵±۰/۲ h	۱۵/۰۵±۰/۱ m
MC1 :۰/۱ ٪ متانولی + ۰/۱ ppm مس	۰	۰/۷۹±۰/۱۲	۱/۹۹±۰/۲	۴/۲۸±۰/۱۴	۸/۹۵±۰/۱۵	۱۵/۷۵±۰/۰۰
MC2 :۰/۱ ٪ متانولی + ۰/۲ ppm مس	۰	۱/۰۹±۰/۱	۲/۳۹±۰/۱	۴/۶۸±۰/۱۲	۹/۴۵±۰/۱	۱۶/۲۵±۰/۱۵

*اعداد دارای حروف مشترک در هر ردیف با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند ($P<0/05$)



B :شاهد تالو
CA :۰/۰۱٪ اسید سیتریک
C1 :۰/۱ ppm مس
C2 :۰/۲ ppm مس
CAC1 :۰/۰۱٪ اسید سیتریک+ ۰/۱ ppm مس
CAC2 :۰/۰۱٪ اسید سیتریک+ ۰/۲ ppm مس
A :۰/۱ ٪ استونی
AC1:۰/۱٪ استونی +۰/۱ppm مس
AC2 :۰/۱٪ استونی +۰/۲ppm مس
M :۰/۱٪ متانولی
MC1 :۰/۱ ٪ متانولی + ۰/۱ ppm مس
MC2 :۰/۱ ٪ متانولی + ۰/۲ ppm مس

نمودار ۲- زمان پایداری در برابر اکسیداسیون تیمارهای مختلف تالو در دمای ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد

Archive of SID

www.SID.ir

بحث

بازده استخراج عصاره دارچین توسط حلال متانول بیشتر از حلال استون بدست آمد. به عبارت بهتر حلال متانول که قطبی‌تر است توانسته است ترکیبات بیشتری را استخراج نماید و بازده بالاتری ارائه دهد، البته باید توجه داشت که بازده بالاتر استخراج به تنهایی نمی‌تواند یک فاکتور مثبت در زمینه داشتن همه ترکیبات فنولیک و ترکیباتی که دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی هستند تلقی شود.

میزان کل ترکیبات فنولیک عصاره استونی علی‌رغم راندمان استخراج کمتر، بالاتر از عصاره متانولی می‌باشد و این نشان می‌دهد که حلال قطبی‌تر با وجود راندمان استخراج بالاتر ترکیبات فنولیک کمتری را استخراج می‌کند.

براساس جدول ۲ در تمام تیمارهای تالو با افزایش زمان، عدد پراکسید روند افزایشی داشت که این افزایش در مورد نمونه شاهد نسبت به بقیه نمونه‌ها بیشتر بود. با افزایش غلظت عصاره‌ها در طی ۵ روز، اندیس پراکسید به کندی افزایش یافت که علت آن وجود ترکیبات فنولی، پلی فنولی و سایر ترکیبات آنتی‌اکسیدانی در این عصاره‌ها بود که با افزایش غلظت عصاره‌ها تأثیر این ترکیبات بر روند ممانعت از تولید پراکسید بیشتر شد. همچنین آنتی‌اکسیدان سنتزی TBHQ در غلظت ۰/۰۱ درصد اکسیداسیون را به شدت کاهش داده است. طبق نتایج به‌دست آمده، در تیمارهای مختلف تالو جز در ۲۴ ساعت اول که تالوی حاوی ۰/۰۱ درصد TBHQ و تیمارهای حاوی ۰/۱ درصد عصاره استونی و ۰/۱ درصد عصاره متانولی از نظر روند تغییر اندیس پراکسید یکسان عمل کردند در سایر روزها نمونه تالوی حاوی ۰/۰۱ درصد TBHQ بهترین تأثیر را از نظر روند ممانعت از افزایش اندیس پراکسید نسبت به نمونه شاهد داشت و بعد از آن به ترتیب تیمار تالوی حاوی ۰/۱ درصد عصاره استونی و تیمار تالوی حاوی ۰/۱ درصد عصاره متانولی قرار داشتند. بالاترین اندیس پراکسید مربوط به تالوی شاهد بود که دارای مقدار ناچیزی آنتی اکسیدان طبیعی می‌باشد و مقاومت آن بیشتر به‌دلیل درصد بالای اسیدهای چرب اشباع آن است. در کل بین تیمارهای تالوی حاوی عصاره‌های استونی و متانولی در هر ۵ غلظت مورد بررسی، نمونه‌های حاوی عصاره استونی نسبت به نمونه‌های حاوی عصاره متانولی در غلظت‌های یکسان بهتر عمل کردند که با وجود بازده استخراج بیشتر عصاره متانولی نسبت عصاره استونی، احتمالاً به دلیل وجود ترکیبات فنولیک و آنتی‌اکسیدانی بیشتر در عصاره استونی نسبت به عصاره متانولی بوده است. این خصوصیت عملکرد عصاره‌ها از روز سوم به مراتب مشخص‌تر بود. همچنین با گذشت زمان فاصله عملکرد این عصاره‌ها در روند ممانعت از افزایش اندیس پراکسید با TBHQ بیشتر شد که احتمالاً به دلیل فرار بودن برخی ترکیبات فنولی و پلی فنولی موجود در عصاره‌ها و یا از بین رفتن این ترکیبات در اثر حرارت بوده است، درنتیجه اثر آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها با گذشت زمان به تدریج کم‌تر شد و تولید پراکسید که خود می‌تواند واکنش اکسیداسیون را کاتالیز نماید افزایش یافت که این موضوع در عصاره متانولی بارزتر بود.

طبق نمودار ۱ در کلیه تیمارهای تالوی حاوی عصاره‌های استونی و متانولی، با افزایش غلظت عصاره‌ها زمان پایداری در برابر اکسیداسیون نسبت به شاهد افزایش یافت. همچنین زمان پایداری در برابر اکسیداسیون تیمارهای استونی بیشتر از تیمارهای متانولی در غلظت‌های یکسان بود که علت آن می‌تواند وجود ترکیبات فنولیک بیشتر در عصاره استونی نسبت به عصاره متانولی و درنتیجه عملکرد بهتر عصاره استونی در به تأخیر انداختن اکسیداسیون تالو باشد. براساس نتایج حاصله بیشترین زمان پایداری در نمونه‌های تالو در دمای ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد در کلیه روزها مربوط به نمونه حاوی ۰/۰۱ درصد TBHQ بود که پایداری تالو را ۱۹۶/۱٪ افزایش داد و بعد از آن به ترتیب نمونه حاوی ۰/۱ درصد عصاره استونی و نمونه حاوی ۰/۱ درصد عصاره متانولی بیشترین زمان مقاومت در برابر اکسیداسیون را نشان دادند و پایداری تالو را به‌ترتیب ۱۳۷/۸ ٪ و ۱۲۲/۹ ٪ افزایش دادند. قابل ذکر است تمام نتایج حاصل از آزمون رنسیمت در مورد نمونه‌های تالو، نتایج حاصل از آزمون پراکسید را تصدیق می‌کنند.

نتایج آزمایشات Mancini و همکاران در سال ۱۹۹۸ نشان داد که عصاره‌های اتری، متانولی و آبی دارچین در سیستم بتاکاروتن/اسیدلینولئیک به ترتیب از فرایند اکسیداتیو به میزان ۶۸٪، ۹۵/۵٪ و ۸۷/۵٪ جلوگیری کردند در حالی که آنتی‌اکسیدان سنتزی BHT ۸۰٪ از اکسیداسیون جلوگیری نمود. Murcia و همکاران در سال

Archive of SID
www.SID.ir

۲۰۰۴ خواص آنتی‌اکسیدانی ۷ ادویه (دارچین، بادیان رومی، زنجبیل، شیرین‌بیان، نعناع، جوز و وانیل) را با آنتی‌اکسیدان‌های رایج غذا BHA، BHT و PG مقایسه نمودند. در بین این ۷ ادویه دارچین و نعناع درصد بالاتری از ممانعت در برابر اکسیداسیون را نسبت به سایر ادویه‌های آنالیز شده و آنتی‌اکسیدان‌های غذا هنگامی که توسط سنجش پراکسیداسیون چربی آزمایش شدند نشان دادند. همچنین دارچین بهترین بی‌اثرکننده رادیکال سوپراکسید نسبت به سایر ادویه‌ها و افزودنی‌های آنالیز شده بود. Mathew و Abraham در سال ۲۰۰۶ فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره متانولی حاصل شده به روش حلال سرد پوسته دارچین را در ۵ غلظت، با استفاده از یک سیستم امولسیون اسید لینولئیک بررسی کردند. درصد جلوگیری از پراکسیداسیون در این سیستم در غلظت‌های ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۲۰۰ Mgml-1 عصاره متانولی دارچین به ترتیب ۸۱/۸٪، ۸۲/۴٪، ۸۴/۵٪، ۸۶/۵٪ و ۹۳/۳٪ در ۴۸ ساعت بود درحالی که درصد جلوگیری از اکسیداسیون آنتی‌اکسیدان سنتزی BHA در غلظت ۲۰۰ Mgml-1، ۸۹/۸٪ گزارش شد.

نتایج حاصل از پژوهش‌های محققین فوق و نتایج حاصل از پژوهش حاضر با وجود اختلاف در نوع روش استخراج عصاره، غلظت‌های عصاره مورد استفاده و سیستم سنجش فعالیت آنتی‌اکسیدانی، خاصیت آنتی‌اکسیدانی عصاره دارچین را ثابت کردند.

همان‌طور که در جدول ۳ مشخص است با گذشت زمان طی ۵ روز در تمامی تیمارها اندیس پراکسید افزایش پیدا کرد. پایین‌ترین اندیس پراکسید در تمامی روزها مربوط به نمونه تالوی حاوی ۰/۱ درصد عصاره استونی و بالاترین اندیس پراکسید در تمامی روزها مربوط به نمونه تالوی حاوی ۰/۲ ppm مس بود.

براساس نتایج حاصله مس در هر دو غلظت ۰/۱ و ۰/۲ ppm باعث افزایش اندیس پراکسید نمونه تالو نسبت به نمونه شاهد در تمامی روزها گردید، که این اثر در غلظت ۰/۲ ppm مس بیشتر است. این موضوع بیانگر این است که غلظت بیشتر مس پراکسیدانی بیشتری را باعث می‌شود و سبب شدت اکسیداسیون می‌گردد. اندیس پراکسید نمونه تالوی حاوی ۰/۰۱ درصد اسید سیتریک نسبت به نمونه شاهد کاهش یافت، که این امر احتمالاً به دلیل وجود ترکیبات پراکسیدانی مثل آهن و مس در نمونه تالو بوده است که اسید سیتریک با اعمال خاصیت چلاته‌کنندگی خود آنها را بلوکه کرده و به‌این‌ترتیب اندیس پراکسید نسبت به شاهد کاهش یافته است. همچنین اندیس پراکسید نمونه‌های تالوی حاوی اسید سیتریک و مس در هر دو غلظت ۰/۱ و ۰/۲ ppm تقریباً به نمونه شاهد رسید و این بدین معنی است که اسید سیتریک خاصیت چلاته‌کنندگی خود را اعمال نموده است و مس را در هر دو غلظت ۰/۱ و ۰/۲ ppm بلوکه کرده است پس پراکسید در این تیمارها نسبت به نمونه شاهد بیش از حد افزایش نیافته است. روند ممانعت از افزایش اندیس پراکسید نمونه‌های تالوی حاوی ۰/۱ درصد عصاره‌های استونی و متانولی که آنتی‌اکسیدان‌های قوی‌تری بوده‌اند، نسبت به نمونه شاهد در تمام روزها بسیار قابل توجه بود که به دلیل خاصیت آنتی‌اکسیدانی آنها می‌باشد. با اضافه نمودن ۰/۱٪ عصاره‌های استونی و متانولی به تالوی حاوی ۰/۱ و ۰/۲ ppm مس باز هم میزان اندیس پراکسید این تیمارها نسبت به تالوی شاهد در طی ۵ روز کمتر بود. با توجه به این موضوع مشخص گردید که عصاره‌های استونی و متانولی با غلظت ۰/۱ درصد علاوه بر خاصیت آنتی‌اکسیدانی، خاصیت چلاته‌کنندگی نیز اعمال نموده‌اند. این خاصیت در مورد چلاته‌کردن غلظت ۰/۱ ppm مس بهتر از ۰/۲ ppm مس بود. همچنین با استناد به نتایج فوق عصاره استونی با غلظت ۰/۱ درصد در هر دو غلظت ۰/۱ و ۰/۲ ppm مس از نظر خاصیت چلاته‌کنندگی بهتر از عصاره متانولی با غلظت ۰/۱ درصد عمل کرده است که این بیانگر وجود ترکیبات چلاته‌کننده بیشتر در عصاره استونی نسبت به عصاره متانولی است.

با توجه به نمودار ۲ بیشترین زمان پایداری در برابر اکسیداسیون مربوط به نمونه تالوی حاوی ۰/۱ درصد عصاره استونی و کمترین زمان پایداری مربوط به نمونه تالوی حاوی ۰/۲ ppm مس بود. زمان پایداری نمونه‌های تالوی حاوی مس در دو غلظت ۰/۱ و ۰/۲ ppm به‌ترتیب ۲۷/۸ ٪ و ۵۷/۸ ٪ نسبت به تالوی شاهد کاهش یافتند این کاهش در مورد غلظت ۰/۲ ppm مس بیشتر بود و در واقع با دو برابر شدن غلظت مس زمان پایداری به نصف کاهش یافت. این نشان می‌دهد که مس به عنوان پراکسیدان عمل نموده است و به ویژه در غلظت ۰/۲ ppm سبب کاهش

Archive of SID

www.SID.ir

بارزتر زمان پایداری در برابر اکسیداسیون نسبت به نمونه شاهد گردیده است. زمان پایداری نمونه تالوی حاوی ۰/۰۱ درصد اسید سیتریک کمی بیشتر از نمونه تالوی شاهد بود که این احتمالاً به این دلیل است که اسید سیتریک توانسته است فلزات احتمالی موجود در نمونه تالوی شاهد را بلوکه کند و در نتیجه زمان پایداری این تیمار اندکی افزایش یافته است. همچنین زمان پایداری نمونه‌های تالوی حاوی اسید سیتریک و ۰/۱ و ۰/۲ ppm مس تقریباً به زمان پایداری نمونه شاهد رسیدند که این بدان معنی است که اسید سیتریک خاصیت چلاته‌کنندگی خود را اعمال نموده است و فلز مس را در هر دو غلظت چیلیت کرده است.

طبق نتایج به‌دست آمده زمان پایداری نمونه‌های تالوی حاوی ۰/۱ درصد عصاره‌های استونی و متانولی نسبت به نمونه شاهد بسیار افزایش پیدا کرد که این موضوع خاصیت آنتی‌اکسیدانی آنها را ثابت می‌کند. همچنین زمان پایداری نمونه‌های تالوی حاوی ۰/۱ درصد عصاره‌های استونی و متانولی و ۰/۱ و ۰/۲ ppm مس نسبت به تالوی شاهد بیشتر بودند که این موضوع بیانگر این است که عصاره‌های استونی و متانولی با غلظت ۰/۱ درصد علاوه بر خاصیت آنتی‌اکسیدانی، خاصیت چلاته‌کنندگی نیز اعمال نموده‌اند و این خاصیت در مورد چلاته‌کردن غلظت ۰/۱ ppm مس بهتر از غلظت ۰/۲ ppm مس بوده است. همچنین عصاره استونی با غلظت ۰/۱ درصد از نظر خاصیت چلاته‌کنندگی ۲ غلظت ۰/۱ و ۰/۲ ppm مس بهتر از عصاره متانولی با غلظت ۰/۱ درصد عمل نمود. به طوری که زمان پایداری نمونه‌های تالوی حاوی ۰/۱ درصد عصاره استونی و ۰/۱ و ۰/۲ ppm مس نسبت به نمونه شاهد به‌ترتیب ۱۲۲/۱٪ و ۱۰۸/۵ ٪ افزایش پیدا کرد در حالی که زمان پایداری نمونه‌های تالوی حاوی ۰/۱ درصد عصاره متانولی و ۰/۱ و ۰/۲ ppm مس نسبت به نمونه شاهد به‌ترتیب ۱۰۲ ٪ و ۸۷/۲ ٪ افزایش یافت که این نشان‌دهنده وجود ترکیبات فنولیک و چلاته‌کننده بیشتر در عصاره استونی نسبت به عصاره متانولی بود. نتایج حاصل از آزمون پراکسید نیز مبین این نتایج بود.

Su و همکاران در سال ۲۰۰۷ فعالیت چلاته‌کنندگی عصاره‌های متانولی و استونی دارچین و چهار گیاه معطر فلفل‌سیاه، جوز، رز و برگ پونه کوهی را بر یون‌های فلزات $Fe2^{+}$ و$Cu2^{+}$ ارزیابی نمودند.این دانشمندان توانایی چلاته‌کردن یون‌های فلزی عصاره‌های دارچین را ثابت نمودند و بیان کردند عصاره استونی دارچین اثر چلاته‌کنندگی قوی با Cu^{2+} در مقایسه با شاهد و سایر گیاهان مورد بررسی داشت. در پژوهش حاضر نیز همانند پژوهش فوق فعالیت چلاته‌کنندگی عصاره دارچین بر فلز مس ثابت شد.

نتیجه گیری

عصاره‌های استونی و متانولی دارچین به خصوص عصاره استونی حاوی مقدار قابل توجهی ترکیبات فنولیک و آنتی‌اکسیدانی می‌باشند و فعالیت آنتی‌اکسیدانی مطلوبی را از خود نشان می‌دهند. با افزایش غلظت عصاره‌های دارچین اثر آنها در به تأخیر انداختن فساد اکسیداتیو در تالو بیشتر می‌گردد و عصاره استونی دارچین در غلظت‌های یکسان بهتر از عصاره متانولی آن عمل نمود به‌طوری که غلظت ۰/۱ ٪ عصاره استونی بعد از TBHQ با غلظت ۰/۰۱ ٪ بیشترین خاصیت آنتی‌اکسیدانی را داشت. همچنین بالاترین غلظت عصاره‌های دارچین (غلظت ۰/۱ ٪) توانایی چلاته‌کنندگی قوی با فلز مس را داشتند و عصاره استونی بیشترین خاصیت چلاته‌کنندگی را نشان داد. بدین‌ترتیب عصاره دارچین را می‌توان به عنوان منبعی از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی معرفی نمود که این اثر ناشی از حضور ترکیبات فنولیک و سایر ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و چلاته‌کننده در آن است.

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، 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.

Arabshahi, S., Vishalakshi, D. D. & Asna, U. (2007). Evaluation of antioxidant activity of some plant extracts and their heat, pH and Storage stability. Journal of Food Chemistry, 100: 1100-1105.

Farag, R. S. & Bade, A. Z. M. A. (1989). Antioxidant activity of some spice essential

Archive of SID

www.SID.ir

oils on linolenic acid oxidation in aqueous media. JAOCS, Vol 66, NO. 6.

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

Hertog, M. G. L., Feskens, E. J. M., Hollman, P. C. H., Katan, M. B. & Kromhout, D. (1993). Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease: the Zutphen elderly study. Lancet, 342: 1007-1011.

Mancini- Filho, J. & Van-Koiij, A. (1998). Antioxidant activity of cinnamon (Cinnamomum zeylanicum. Breyne) extracts. Bollettino Chimico Farmaceutico, 137: 443-4

Mathew, S. & Abraham, T. E. (2006). Studies on the antioxidant activities of cinnamon (cinnamomum verum) bark extracts, through various in vitro models. Journal of Food Chemistry, 94: 520-528.

Murcia, M. A., Egea, I., Romojaro, F., Parras, P., 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 7.

Rossell, J. B. (1988). Fats and Fatty Foods in Food Industrial manual. Ranken, M. D., eds, Blackie and Son Ltd, London, pp 68-215.

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., Zhou, K., Moore, J. & Yu, L. (2007). Total phenolic contents chelating capacities, and radical-scavenging properties of black peppercorn, 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 Analysis, 19: 531-537.

Wu, T. S., Leu, Y. L., Chan, Y. Y., Yu, S. M., Teng, C. M. & Su, J. D. (1994). Lignans and an aromatic acid from Cinnamomum Philippinese. Phytochemistry, 36: 758-788.

Archive of SID

www.SID.ir