بررسی اثر آنتی اکسیدانی عصاره چای سیاه

زهرا نظری[a]*، مریم قراچورلو[b]، امیر حسین الهامی راد[c]

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

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۳/۱۰/۲۳ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۱/۹

Archive of SID

چکیده

مقدمه: یکی از مهمترین واکنش‌های روغن‌ها و چربی‌ها اکسیداسیون می‌باشد که ترکیبات فنولیک موجود در مواد غذایی می‌توانند آن را به تعویق بیندازند. از آنجایی که چای دارای ترکیبات پلی فنلی مختلفی همچون تانن‌ها و کاتشین‌ها می‌باشد، در این تحقیق اثر آنتی اکسیدانی عصاره چای سیاه مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها: عصاره چای سیاه با سه روش استخراج با متانول، روش آکارول و استخراج آبی بدست آمد و راندمان استخراج تعیین گردید. جهت بررسی خاصیت آنتی‌اکسیدانی، اسید تانیک در سه سطح غلظت ۰/۰۱٪، ۰/۰۵٪ و ۰/۱٪ ، عصاره‌های چای در سه غلظت ۰/۱٪ ، ۰/۵٪ و ۱٪ به چهار نوع روغن آفتابگردان، کانولا، زیتون بکر و تالو اضافه شد و زمان پایداری روغنها به اکسیداسیون توسط دستگاه رنسیمت در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد تعیین گردید و اندیس پراکسید طی ۶ روز نگهداری در آون ۱۰۵ درجه سانتیگراد، در فواصل زمانی ۲۴ ساعته اندازه‌گیری شد.

یافته ها: نتایج حاصل از مقایسه عصاره‌های حاصل از روشهای مختلف استخراج نشان داد استخراج آبی موثرترین عصاره از نظر آنتی اکسیدانی را ایجاد کرده است. آزمایش های انجام شده نشان داد که غلظت‌های مختلف عصاره چای، خاصیت آنتی‌اکسیدانی داشتند و توانستند روند اکسیداسیون را کاهش دهند. تأثیر گذارترین ترکیب مورد استفاده در روغن آفتابگردان و کانولا عصاره با غلظت ۰/۵٪ و همچنین اسید تانیک با غلظت ۰/۱٪ می‌باشد. در تالو و روغن زیتون، عصاره با غلظت ۱٪ و اسید تانیک با غلظت ۰/۱٪ بهترین تأثیر را در کاهش عدد پراکسید و افزایش زمان پایداری روغن نشان دادند. روغن زیتون حاوی آنتی اکسیدان طبیعی توکوفرول بوده و تالو دارای مقدار بسیار ناچیزی آنتی‌اکسیدان طبیعی است و با افزایش غلظت عصاره به عنوان آنتی‌اکسیدان افزایش زمان پایداری و کاهش عدد پراکسید مشاهده می‌شود. اسید تانیک نیز در غلظت مشابه با عصاره اثری مانند عصاره را نشان می‌دهد.

نتیجه‌گیری: در میان غلظت‌های استفاده شده بهترین غلظت عصاره برای روغن‌های زیتون و تالو ۱٪ و برای روغن‌های کانولا و آفتابگردان ۰/۵٪ بود و از آنجایی که عصاره آبی چای بهترین اثر آنتی اکسیدانی را داشته است بنابراین می‌توان از آن به عنوان یک منبع گیاهی که دارای ترکیبات آنتی اکسیدانی است در صنایع غذایی و دارویی استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: *آنتی اکسیدان، تانیک اسید، روغن خوراکی، عصاره چای*

* نویسنده مسئول مکاتبات email: nazari4@gmail.com

www.SID.ir

مقدمه

چای در کنار قهوه یکی از پرمصرف‌ترین نوشیدنی‌های جهان است. انواع مختلفی ازگیاه چای وجود دارد که فقط *کاملیا سینِنزیس* به مصرف تولید چای می‌رسد و انواع دیگر بیشتر زینتی هستند .نخستین تحقیقات علمی درباره شیمی چای در سال ۱۸۲۷ انجام شده است که طی آن *اودری*[1] نوعی آلکالوئید از چای استخراج کرد. این ماده تانن نامیده شد (رونه، ۱۳۶۹).

واژۀ تانن از یک کلمه باستانی به معنی بلوط گرفته شده است که یکی از منابع متداول برای دباغی است. تعاریف مختلفی از تانن ارائه شده است، به عنوان مثال Bate- Smith (۱۹۶۲) بیان می‌کند که تانن‌ها ترکیبات فنولی هستند که در آب قابل حل هستند و دارای وزن مولکولی بین ۵۰۰ تا۳۰۰۰ دالتون می‌باشند. دارای توانایی ترسیب آلکالوئیدها، ژلاتین و دیگر پروتئین‌ها هستند. چای غنی از اسید تانیک است خواص آنتی‌اکسیدانی و ضد موتاژنی آن سودمند است (Williams *et al*., 1990). تانن‌ها ۲۵٪ ترکیبات محلول در آب برگ‌های چای را تشکیل می‌دهند(Boadi & Neufeld, 2001).

روش‌های مختلفی برای استخراج عصاره چای به عنوان منبع ترکیبات پلی‌فنلی معرفی شده است. کاتشین‌ها در آب بسیار محلول هستند و روش‌های زیادی برای استخراج این ترکیبات به کمک آب به ثبت رسیده است (Todd & Paul, 1996). به عنوان مثال می‌توان به Mishkin و همکاران (۱۹۶۲) اشاره کرد. آنها از آب داغ برای استخراج عصاره از چای سبز استفاده کردند. Mai و Chambers (۱۹۹۰) نیز از روشی مشابه روش Mishkin استفاده کردند با این تفاوت که ماده مورد استخراج به جای چای سبز، چای سیاه بود. عصاره استحصالی به این روش فعالیت آنتی‌اکسیدانی بسیار مناسبی داشت. Yen و Chen (۱۹۹۵) نیز از آب جوش استفاده کردند.

قدرت آنتی‌اکسیدانی ترکیبات چای با روش‌های مختلفی به اثبات رسیده است. Robinson و همکاران (۱۹۹۷) با روش نورتابی شیمیایی و Kumamoto و Sonda (۱۹۹۸) با سیستم الکترود اکسیژن این امر را نشان دادند. همچنین Rice Evans (۱۹۹۹) با استفاده از روش تعیین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بر اساس اکی‌والان ترولوکس، خواص چشمگیر آنتی‌اکسیدانی عصاره چای و فلاوونوئیدهای چای را نشان داد. He و Shahidi (۱۹۹۷) فعالیت آنتی‌اکسیدانی کاتشینهای چای را در سیستم مدل گوشت ماهی بررسی کردند. آنها نشان دادند نمونه‌های تیمار شده با برگ آسیاب شده گیاه چای، عصاره چای و کاتشینهای خالص چای ثبات اکسایشی بسیار مناسبی نسبت به نمونه‌های تیمار شده با آلفاتوکوفرول، BHT، BHA و TBHQ دارند. Wanasundara و Shahidi (۱۹۹۶) فعالیت آنتی‌اکسیدانی کاتشین‌های چای را در روغنهای دریایی (بسیار غیر اشباع) بررسی کردند. آنها نشان دادند فعالیت کاتشین‌های چای معادل و یا حتی بیشتر از BHA، BHT و TBHQ است.

هرچند استخراج آبی کاتشین‌ها از چای یک روش پذیرفته شده و مقبول است اما حلال‌های قطبی آلی مثل متانل و اتانل نیز مورد استفاده قرار گرفته اند. در این مطالعه فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌های چای که به سه روش آگاروال، متانلی و آبی استخراج شده‌اند مقایسه شده‌اند، همچنین تأثیر آنتی اکسیدانی عصاره چای سیاه بررسی شده است.

مواد و روش‌ها

نمونه چای قلمی طابران از شرکت تولیدات چای شاهسوند (نمونه ۱۰۰ درصد داخلی) تهیه گردید. روغن آفتابگردان و روغن کانولا تصفیه شده حاوی ۰/۰۱ درصد آنتی‌اکسیدان TBHQ از شرکت لادن تهران، روغن زیتون بکر از شرکت آفرین منجیل و نمونه تالو که در مجتمع آزمایشگاهی واحد علوم و تحقیقات روغن‌گیری گردید. علت استفاده از انواع روغن وجود شاخص اسید اولئیک در روغن زیتون، اسید لینولئیک در روغن آفتابگردان، اسید لینولنیک در روغن کانولا و وجود اسیدهای چرب اشباع در تالو می‌باشد.

تانیک اسید به عنوان عامل مؤثر کی‌لیت کننده در چای می‌باشد. اسید تانیک مورد استفاده از نوع بیوشیمیایی (با منشاء گیاهی) بوده و حاوی ۱۰ مولکول اسیدگالیک و یک مولکول گلوکز است. فرمول بسته آن $C_{76}H_{52}O_{46}$ با وزن

[1] Oudry

Archive of SID

www.SID.ir

مولکولی g ۱۷۰۱/۲۰ می‌باشد. نقطه ذوب اسید تانیک ۲۱۸ درجه سانتی‌گراد بوده و محصول شرکت – Sigma Aldrich است. کلیه مواد شیمیایی مورد استفاده در این پژوهش از شرکت مرک آلمان تهیه شد.

- استخراج عصاره چای

برای بررسی اثر روش استخراج بر قدرت آنتی‌اکسیدانی عصاره چای با سه روش زیر عصاره‌گیری انجام شد.

– **استخراج با متانل:** به این منظور، ۱۰/۰۰ گرم پودر نمونه طی سه مرحله متوالی با مجموع ۲۰۰ میلی‌لیتر (به ترتیب ۷۰، ۷۰ و ۶۰ میلی‌لیتر) متانل استخراج گردید. در دو مرحله اول که در مجموع دو ساعت به طول انجامید از شیکر استفاده شد و در مرحله سوم، تفاله باقی‌مانده از دو مرحله قبل ۲۲ ساعت در دمای محیط و بدون استفاده از شیکر در معرض متانل قرار داده شد. عصاره به دست آمده از هر مرحله پس از صاف کردن به عصاره مراحل بعد اضافه شد. برای رنگبری به کل عصاره به دست آمده کربن فعال (نسبت ماده مورد استخراج به کربن فعال: پنج به سه) اضافه و سپس با استفاده از قیف بوخنر و کاغذ صافی واتمن شماره یک صاف شد. بخش اعظم متانل با استفاده از دستگاه تبخیرکننده گردان حذف گردید. عصاره تغلیظ شده در سطح پلیت‌های شیشه‌ای به صورت ورقه نازک پخش و سپس به آون تحت خلا (۴۰°C) منتقل گردید. عصاره تا رسیدن به وزن ثابت خشک و سپس بازده استخراج محاسبه شد (مقدار چای/مقدار عصاره بدست آمده ×۱۰۰= بازده استخراج). پودر به دست آمده تا زمان انجام آزمایشهای بعدی در یخچال (۴°C) نگهداری شد (Zandi & Gordon, 1999).

– **روش آگاروال:** از روش آگاروال که توسط Chen و همکاران تغییراتی در آن ایجاد شده بود استفاده گردید. ۱۰/۰۰ گرم نمونه خشک طی دو مرحله با مجموع ۲۰۰ میلی لیتر آب ۸۰°C استخراج گردید. پس از سرد شدن و صاف کردن، محلول به دست آمده با ۲۰۰ میلی‌لیتر کلروفرم مخلوط شد تا کافئین و پیگمان‌های آن حذف شود. پس از هم زدن، فاز آبی توسط قیف دکانتور جدا و با ۴۰۰ میلی لیتر اتیل‌استات مخلوط گردید. سپس، فاز آبی توسط قیف دکانتور خارج و فاز اتیل‌استاتی جمع‌آوری شد. بخش اعظم اتیل‌استات به کمک تبخیرکننده گردان از عصاره گرفته شد. عصاره تغلیظ شده در سطح یک پلیت به صورت لایه‌ای نازک پخش و تا حصول وزن ثابت در آون تحت خلاء (۴۰°C) خشک گردید (Chen *et al*., 1996).

– **روش آبی:** عصاره آبی به روش می و همکاران استخراج شد (Mai & Chambers, 1990). به این منظور، چهار گرم نمونه خشک در یک ارلن با ۴۰CC آب جوش مخلوط و به یک اتوکلاو جوش منتقل شد. از زمان رسیدن دما به ۱۰۵°C نمونه‌ها به مدت ۱۵ دقیقه در اتوکلاو نگهداری شدند. سپس نمونه‌ها خارج و عصاره آنها جداسازی شد. تفاله باقی مانده با ۶۰CC آب جوش مخلوط و به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۱۳۰°C در اتوکلاو نگهداری شد. عصاره به دست آمده با عصاره قبلی مخلوط و پس از رنگبری با کربن فعال (نسبت ماده مورد استخراج به کربن فعال: ۵ به ۳) به صورت لایه‌ای نازک روی پلیت شیشه‌ای پخش و در دمای ۴۰°C تا رسیدن به وزن ثابت خشک گردید.

- استخراج چربی دنبه (تالو)

چربی دنبه با روش ذوب کردن خشک تحت خلا با استفاده از دستگاه تبخیر کننده دوار در دمای ۸۰ درجه سانتی گراد و سرعت چرخش ۶۰ دور در دقیقه استخراج شد (قراچورلو و همکاران، ۱۳۸۴).

- آزمون‌های فیزیکی و شیمیایی

- زمان مقاومت به اکسید شدن[1]

زمان مقاومت به اکسید شدن چربی مدت زمان بین لحظه رسیدن نمونه به دمای مورد نظر و لحظه‌ای است که تولید محصولات ثانویه حاصل از اکسید شدن چربی به سرعت افزایش می‌یابد و برحسب ساعت گزارش می‌گردد. اگرچه تعیین زمان مقاومت به اکسید شدن معمولاً در دمای ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد انجام می‌شود ولی امکان انجام آزمون در دماهای بالاتر و پائین‌تر ۱۵۰–۱۰۰ درجه سانتی‌گراد نیز وجود دارد. لازم به ذکر است که با افزایش

[1] Induction Period

Archive of SID
www.SID.ir

هر۱۰ درجه سانتی‌گراد در دما، این زمان نصف می‌شود. زمان مقاومت به اکسید شدن مطابق با روش استاندارد ایران به شماره ۳۷۳۴ با استفاده از دستگاه رنسیمت مدل Metrohm 743 در درجه حرارت ۱۲۰درجه سانتی‌گراد و با جریان هوای ۲۰ لیتر بر ساعت اندازه‌گیری شد (قراچورلو و همکاران، ۱۳۸۴).

- اندازه‌گیری اندیس پراکسید روغن

اندیس پراکسید به روش یدومتری و مطابق استاندارد AOCS با شماره Cd8-53 مورد سنجش قرار می‌گیرد. در این روش ید موجود در یدید پتاسیم که توسط پراکسید آزاد شده با تیتراسیون توسط تیوسولفات سدیم اندازه‌گیری شده و عدد پراکسید برحسب میلی‌اکی‌والان پراکسید در ۱۰۰۰ گرم چربی گزارش می‌شود (Firestone, 1994).

- ترکیب اسیدهای چرب

جهت تعیین ترکیب اسید چرب آماده‌سازی نمونه به صورت مشتق متیل استر به روش Christie (۱۹۷۳) انجام شد. به این ترتیب که ۵۰ میلی‌گرم چربی پس از حل شدن در تولوئن توسط متوکسید سدیم ۰/۵ نرمال متیله شد، سدیم اضافی موجود در محیط با افزودن اسید استیک خنثی گردید و استخراج متیل استر اسید چرب با هگزان انجام شد. سپس جهت بررسی پروفیل اسیدهای چرب از دستگاه گاز کروماتوگراف مدل Shimadzu 14 A مجهز به آشکار کننده شعله‌ای و ستون دی اتیلن گلیکول سوکسینات مطابق استاندارد AOCS با شماره Ce 1e- 91 استفاده شد. درجه حرارت محل تزریق نمونه C°۲۵۰، درجه حرارت ستون C° ۱۸۰، درجه حرارت دتکتور C° ۲۲۰، سرعت جریان گاز حامل (نیتروژن) ۵۰ میلی‌لیتر بر دقیقه، حساسیت دستگاه ۶ و مقدار تزریق نمونه ۵ میکرولیتر بود. از مقایسه پیک‌های ترسیم شده توسط دستگاه با پیک‌های استاندارد و بر اساس Relative Retention Time پیک‌ها، نوع اسیدهای چرب شناسایی شد و مقدار اسیدهای چرب نیز با محاسبه سطح زیر منحنی پیک‌های حاصله تعیین گردید.

- آماده سازی نمونه‌های روغن و چربی جهت بررسی خاصیت آنتی اکسیدانی عصاره چای

عصاره چای در سه سطح ۰/۱، ۰/۵ و ۱ درصد (Zandi & Gordon, 1999) با استفاده از دستگاه همزن مغناطیسی به روغن‌ها اضافه شد. مقدار تانن با استفاده از روش اسپکتروفتومتری در عصاره آب داغ چای ۸/۳۲ – ۶/۳۰٪ w/w می‌باشد (Tink, 2007). نظر به اینکه در حدود ۱۰ درصد عصاره چای را اسید تانیک تشکیل می‌دهد جهت استفاده از سطوح مشابه اسید تانیک در عصاره چای، مقادیر ۰/۰۱، ۰/۰۵ و ۰/۱ درصد اسیدتانیک به صورت جداگانه (برای بررسی میزان اثر تانیک اسید به عنوان ترکیب آنتی اکسیدانی) به کمک همزن مغناطیسی به روغن‌ها افزوده شد. روغن بدون عصاره و اسید تانیک بعنوان شاهد مورد استفاده قرار گرفت.

تمام تیمارها جهت انجام آزمون اندیس پراکسید به آون ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد منتقل شدند و در فواصل زمانی ۲۴ ساعته در شش روز با ۳ تکرار مورد آزمون قرار گرفتند.

آزمون زمان پایداری در برابر اکسیداسیون تمامی تیمارهای حاوی عصاره چای یا اسید تانیک با دستگاه رنسیمت در درجه حرارت ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد و جریان هوای ۲۰ لیتر بر ساعت انجام شد.

- تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه وتحلیل آماری نتایج از طریق تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها صورت گرفت و به منظور رسم نمودارها و آنالیز آماری از نرم افزارهای SPSS11 و Excel 2003 استفاده گردید.

یافته‌ها

- بازده استخراج

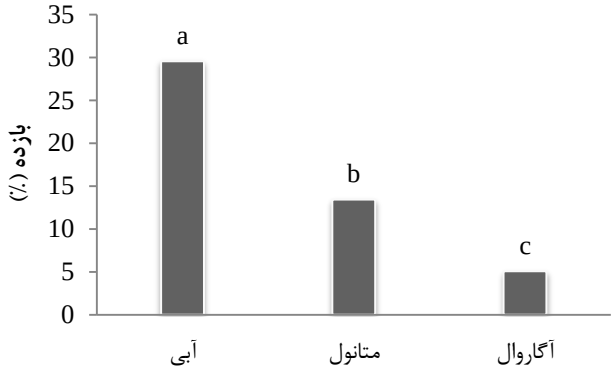
نتایج حاصل از آزمایش نشان داد روش آبی بیشترین بازده استخراج را ایجاد می‌کند (۲۹/۵۵ درصد). روش متانلی با ۱۳/۴۴ درصد و آگاروال با ۵/۰۷ درصد در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند (نمودار ۱).

- ترکیب اسیدهای چرب

پس از تهیه نمونه متیله شده، نمونه‌ها به دستگاه گازکروماتوگراف تزریق شد و از مقایسه پیک‌های بدست آمده توسط دستگاه با پیک‌های استاندارد نوع اسیدهای چرب شناسایی و مقدار اسیدهای چرب نیز با محاسبه سطح زیر منحنی پیک‌های حاصله تعیین گردید (جدول ۱).

Archive of SID

www.SID.ir



نمودار ۱- اثر نوع روش بر بازده استخراج عصاره چای

جدول ۱- ترکیب اسیدهای چرب روغن (درصد)

اسیدهای چرب	روغن آفتابگردان	روغن کانولا	روغن زیتون	تالو
C10:0	–	–	–	۰/۹۰
C12:0	–	–	–	۰/۲۸
C14:0	–	–	–	۴/۲۱
C16:0	۶/۷۸	۴/۸۳	۱۳/۶۲	۲۱/۹۳
C16:1	–	۰/۱۶	۰/۶۰	۲/۸۵
C17:0	–	–	۰/۱۴	۲/۲۵
C17:1	–	–	۰/۱۶	۱/۷۱
C18:0	۳/۵۹	۲/۲۴	۳/۶۱	۱۱/۸۷
(Trans) C18:1	–	–	–	۲/۳۸
(Cis) C18:1	۲۴/۲۸	۵۹/۹۴	۶۸/۷۶	۳۷/۳۰
C18:2	۶۲/۸۹	۲۰/۹۱	۱۰/۳۹	۱/۹۷
C18:3	۰/۳۰	۶/۹۸	۰/۵۱	۰/۷۴
C20:0	۰/۲۵	۰/۶۰	۰/۵۳	–
C20:1	۰/۱۳	۱/۱۰	۰/۲۶	–
Other	۱/۷۸	۳/۲۴	۱/۴۲	۱۱/۶۱

- بررسی خاصیت آنتی‌اکسیدانی عصاره چای و اسیدتانیک به روش تعیین زمان پایداری روغن

همانطور که در جدول ۲ ملاحظه می‌گردد در روغن آفتابگردان حاوی اسید تانیک، بیشترین زمان پایداری مربوط به نمونه حاوی ۰/۱٪ اسید تانیک می‌باشد. بر اساس نتایج آماری بین غلظت‌های ۰/۱٪ ، ۰/۵ و ۱٪ اسید تانیک با نمونه شاهد اختلاف معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۵$) وجود دارد. در نمونه حاوی عصاره چای، بیشترین زمان پایداری مربوط به غلظت ۰/۵٪ عصاره چای می‌باشد. بین غلظت ۱٪ و نمونه شاهد اختلاف معنی‌داری ($p\leq ۰/۰۵$) وجود دارد، بین غلظت‌های ۰/۱٪ و ۰/۵٪ با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۵$) مشاهده نمی‌شود ولی با نمونه شاهد اختلاف معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۵$)، وجود دارد.

در روغن کانولا بین تیمارهای حاوی ۰/۱ ، ۰/۵ و ۱٪ اسید تانیک با نمونه شاهد اختلاف معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۵$) وجود دارد و اسیدتانیک در هر سه سطح غلظت خود باعث افزایش زمان پایداری در برابر اکسیداسیون شده و اثر سینرژیستی از خود بروز می‌دهد. در واقع افزایش

Archive of SID

www.SID.ir

غلظت اسید تانیک باعث افزایش زمان مقاومت به اکسیداسیون شده است. همچنین بین تیمارهای حاوی هر سه غلظت عصاره چای با نمونه شاهد و با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۵) وجود دارد. غلظت۰/۵٪ بیشترین زمان پایداری را از خود نشان می‌دهد. افزایش غلظت عصاره چای تا ۰/۵٪ روند افزایشی زمان پایداری را نشان می‌دهد اما غلظت بیشتر آن (۱٪) جهت افزایش زمان پایداری کمتر موثر واقع شده است (جدول ۲).

در روغن زیتون زمان پایداری نمونه حاوی تانیک اسید در هر سه غلظت با یکدیگر و با نمونه شاهد اختلاف معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۵) دارد و با افزایش غلظت تانیک اسید زمان پایداری نیز افزایش می‌یابد. زمان پایداری روغن های زیتون حاوی عصاره چای در هر سه غلظت با یکدیگر و با نمونه شاهد اختلاف معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۵) دارد. افزایش غلظت عصاره باعث افزایش زمان پایداری در برابر اکسیداسیون می‌شود. غلظت ۱٪ عصاره چای بیش از ۲ برابر شاهد، زمان پایداری در برابر اکسیداسیون را افزایش می‌دهد. در واقع عصاره چای اثر آنتی‌اکسیدانی بالایی را از خود نشان می‌دهد (جدول ۲).

در تالو تانیک اسید در هر سه سطح غلظت خود با نمونه شاهد و با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) را نشان می‌دهد. با افزایش غلظت تانیک اسید، زمان پایداری در برابر اکسیداسیون افزایش می‌یابد. زمان پایداری نمونه حاوی عصاره چای نیز در هر سه سطح غلظت خود با نمونه شاهد و با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) را نشان می‌دهد. بیشترین زمان پایداری مربوط به عصاره با غلظت ۱٪ می‌باشد. در واقع افزایش غلظت عصاره باعث افزایش زمان پایداری می‌شود (جدول ۲).

- بررسی خاصیت آنتی‌اکسیدانی عصاره چای و اسیدتانیک به روش آون تست

پیوندهای غیر اشباع موجود در تمامی چربی‌ها و روغن‌ها مراکز فعالی را تشکیل می‌دهند که ممکن است با اکسیژن واکنش دهند. این واکنش منتهی به تشکیل محصولات اولیه، ثانویه و ثالث اکسیداسیون می‌شود. در این تحقیق مقدار عدد پراکسید در ۶ دوره زمانی ۲۴ ساعته و دمای آون ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد. پراکسید اولیه روغن آفتابگردان ۰/۴۶، پراکسید اولیه روغن کانولا ۰/۴۲، پراکسید اولیه روغن زیتون ۰/۴۸ و پراکسید اولیه تالو ۰/۸ *meq/kg* اندازه‌گیری شد. نتایج حاصل از اندازه‌گیری اندیس پراکسید در جداول ۳ تا ۶ نشان داده شده است.

در روغن آفتابگردان در تمام ساعات مورد بررسی، اسید تانیک با غلظت ۰/۱ درصد و عصاره چای با غلظت ۰/۵ درصد، کمترین افزایش عدد پراکسید را نشان می دهند.

در روغن کانولا نیز مانند روغن آفتابگردان در تمام ساعات مورد بررسی، اسید تانیک با غلظت ۰/۱ درصد و عصاره چای با غلظت ۰/۵ درصد، کمترین افزایش عدد پراکسید را نشان می دهند.

در روغن زیتون در تمام ساعات مورد بررسی، اسید تانیک با غلظت ۰/۱ درصد و عصاره چای با غلظت ۱ درصد، کمترین افزایش عدد پراکسید را نشان می دهد.

جدول ۲- زمان پایداری در برابر اکسیداسیون تیمارهای مختلف روغن آفتابگردان، کانولا، زیتون و تالو (ساعت)

نام نمونه	روغن آفتابگردان	روغن کانولا	روغن زیتون	تالو
شاهد	۴/۹۴	۶/۸۷	۴/۶۱	۱/۱۰
اسیدتانیک ۰/۰۱٪	۵/۲۷	۸/۷۵	۵/۹۷	۱/۸۷
اسیدتانیک ۰/۰۵٪	۵/۴۷	۸/۸۰	۸/۱۶	۲/۴۷
اسیدتانیک ۰/۱٪	۵/۷۵	۹/۱۸	۸/۵۲	۳/۱۸
عصاره ۰/۱٪	۵/۲۱	۸/۶۸	۵/۱۵	۱/۸۱
عصاره ۰/۵٪	۵/۷۶	۹/۳۹	۷/۱۶	۲/۳۶
عصاره ۱٪	۵/۱۵	۸/۵۴	۱۰/۵۲	۳/۱۹

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۳- مقایسه اندیس پراکسید تیمارهای مختلف روغن آفتابگردان طی ۱٤٤ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد (meq/kg)

نام نمونه	۰ ساعت	۲٤ ساعت	٤۸ ساعت	۷۲ ساعت	۹٦ ساعت	۱۲۰ ساعت	۱٤٤ ساعت
شاهد افتابگردان	۰/۴۶	۱۳/۵۱	۲۳	۲۵	۳۹	۶۱/۵	۷۱
اسیدتانیک ۰/۰۱٪	۰/۴۶	۱۱/۸	۱۸	۲۲	۳۳	۵۵/۵	۶۵
اسیدتانیک ۰/۰۵٪	۰/۴۶	۱۱/۵	۱۷	۲۲/۶	۳۱	۵۳	۶۳
اسیدتانیک ۰/۱٪	۰/۴۶	۱۱/۲	۱۶/۵	۲۱/۲	۳۰/۱	۴۹	۶۱/۲
عصاره ۰/۱٪	۰/۴۶	۱۲	۱۸/۷	۲۲/۲	۳۳/۵	۵۶	۶۶/۱
عصاره ۰/۵٪	۰/۴۶	۱۱/۲	۱۶	۲۱	۳۰	۴۸	۶۰
عصاره ۱٪	۰/۴۶	۱۲/۲	۱۹	۲۲/۳	۳۳/۸	۵۶/۵	۶۷/۳

جدول٤- مقایسه اندیس پراکسید تیمارهای مختلف روغن کانولا طی ۱٤٤ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد (meq/kg)

نام نمونه	۰ ساعت	۲٤ ساعت	٤۸ ساعت	۷۲ ساعت	۹٦ ساعت	۱۲۰ ساعت	۱٤٤ ساعت
شاهد کانولا	۰/۴۲	۸/۸	۱۶	۲۷/۸	۳۷	۴۷	۵۶
اسیدتانیک ۰/۰۱٪	۰/۴۲	۷/۹	۱۳/۵	۲۰/۳	۲۹/۵	۴۶/۴	۴۸
اسیدتانیک ۰/۰۵٪	۰/۴۲	۷/۸	۱۲/۵	۲۰	۲۹	۴۳/۵	۴۷/۳
اسیدتانیک ۰/۱٪	۰/۴۲	۷/۱۵	۱۲	۱۹/۵	۲۸/۳	۴۱	۴۶/۵
عصاره ۰/۱٪	۰/۴۲	۸/۳	۱۳/۸	۲۲	۳۲	۴۲	۴۹
عصاره ۰/۵٪	۰/۴۲	۷/۲	۱۱/۵	۱۹	۲۸	۴۰	۴۶
عصاره ۱٪	۰/۴۲	۸/۴۱	۱۴	۲۳	۳۵	۴۴	۵۱

جدول ۵- مقایسه اندیس پراکسید تیمارهای مختلف روغن زیتون طی ۱٤٤ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد (meq/kg)

نام نمونه	۰ ساعت	۲٤ ساعت	٤۸ ساعت	۷۲ ساعت	۹٦ ساعت	۱۲۰ ساعت	۱٤٤ ساعت
شاهد زیتون	۰/۴۸	۱۴	۲۴	۲۹/۳	۴۱	۵۰	۶۵
اسیدتانیک ۰/۰۱٪	۰/۴۸	۱۲	۱۹	۲۴	۳۲	۳۸	۵۴
اسیدتانیک ۰/۰۵٪	۰/۴۸	۱۱	۱۷/۳	۲۲	۲۹/۱	۳۵/۵	۵۰/۱
اسیدتانیک ۰/۱٪	۰/۴۸	۱۰/۵	۱۷	۲۱	۲۸	۳۴	۴۹
عصاره ۰/۱٪	۰/۴۸	۱۲	۱۹/۵	۲۴	۳۲/۷	۳۹/۳	۵۴/۵
عصاره ۰/۵٪	۰/۴۸	۱۱/۳	۱۸	۲۳/۱	۳۱	۳۷	۵۳
عصاره ۱٪	۰/۴۸	۸	۱۵	۲۰	۲۷/۲	۳۳/۱	۴۸

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٦- مقایسه اندیس پراکسید تیمارهای مختلف تالو طی ١٤٤ ساعت در دمای ١٠٥ درجه سانتی‌گراد *(meq/kg)*

نام نمونه	٠ ساعت	٢٤ ساعت	٤٨ ساعت	٧٢ ساعت	٩٦ ساعت	١٢٠ ساعت	١٤٤ ساعت
شاهد تالو	٠/٨	٩/٢	١٥/٨	٢١	٢٩	٣٧	٥٠
اسیدتانیک ٠/٠١٪	٠/٨	٥	٩/٥	١٥	٢٣	٣٢	۴۵/۵
اسیدتانیک ٠/٠۵٪	٠/٨	۴/۵	٨/١	١٣	٢١	٣٠	۴٣
اسیدتانیک ٠/١٪	٠/٨	۴/٢	٧/٣	١٢/۵	٢٠/٧	٢٩/۵	۴١
عصاره ٠/١٪	٠/٨	۵/١	١٠	١۵/٣	٢٣	٣٢/٣	۴۶
عصاره ٠/۵٪	٠/٨	۴/۶۵	٩	١۴	٢١/٨	٣١	۴۴
عصاره ١٪	٠/٨	۴	٧	١٢/١	٢٠	٢٨/۵	۴٠/١

جدول ٧- ویژگی حلال‌های به کار رفته در مراحل استخراج عصاره

	کلروفرم	اتیل استات	متانل	آب
فرمول شیمیایی	$CHCl_3$	C_4H_8O	CH_3OH	H_2O
وزن مولکولی	١١٩/٣٨	٨٨/١	٣٢/٠۴	١٨/٠٢
شاخص قطبیت(P')	۴/١	۴/۴	۵/١	١٠/٢
ویسکوزیته (سانتی پوآز در دمای $20^{\circ}C$)	٠/۵٧	٠/۴۵	٠/۵٩	١/٠٠

در تالو در تمام ساعات مورد بررسی، اسید تانیک با غلظت ٠/١ درصد و عصاره چای با غلظت ١ درصد، کمترین افزایش عدد پراکسید را نشان می دهد.

بحث

- بازده استخراج

با توجه به نتایج بدست آمده روش استخراج بر بازده استخراج عصاره موثر است. به نظر می‌رسد انتخاب‌گری حلال‌های متانل و اتیل‌استات موجب عدم استخراج بخش عمده‌ای از ترکیبات چای شده است. همچنین اثر دما بر بازده استخراج را نیز باید در ایجاد اختلاف زیاد روش آبی با دو روش دیگر موثر دانست. دمای بالا با تخریب ساختمان منسجم سلولی، خروج ترکیبات آن را تسهیل می‌کند. از سوی دیگر ویژگی حلال‌های به کار رفته در روش‌های مختلف استخراج که در جدول ٧ آورده شده است بر بازده استخراج تاثیرگذار است. برای اینکه حلالی بتواند ماده‌ای را در خود حل کند ابتدا باید بر جاذبه بین مولکولی ماده حل‌شونده غلبه کند و سپس برهمکنشهای مناسبی با ماده حل‌شونده ایجاد نماید. حلال‌ها را می‌توان بر اساس ممان دو قطبی به دو دسته قطبی و غیرقطبی تقسیم کرد. همچنین مواد شیمیایی را می‌توان در دودسته آبدوست و آبگریز قرار داد. ترکیبات قطبی از طریق برهمکنش بین بارهای مختلف با یکدیگر ارتباط بر قرار می‌کنند. ترکیبات غیر قطبی نیز بیشتر از طریق نیروهای واندروالس با هم مرتبط می‌شوند. همان گونه که در جدول ٧ مشاهده می-شود در بین حلال‌های مورد استفاده، آب بالاترین شاخص قطبیت را دارد که این امر ممکن است در بالا بودن بازده استخراج به روش آبی موثر باشد، زیرا بخش عمده‌ای از ترکیبات برگ را مواد قطبی تشکیل می‌دهد. حدود ١٠ درصد ماده خشک از ترکیبات برگ چای را اسیدهای آمینه

Archive of SID

www.SID.ir

و مونوساکاریدها تشکیل می‌دهد که در اصل حلالیت کمی در حلال‌های غیر قطبی دارند. در بین ترکیبات موجود در برگ چای، کافئین ترکیبی غیر قطبی است که بخش بزرگی از ساختمان مولکولی آن را عوامل غیر قطبی تشکیل می‌دهند (Pokorny *et al.*, 2001). Moure و همکاران (۲۰۰۰) در مطالعه روی خواص آنتی‌اکسیدانی پوسته یک نوع دانه روغنی بومی شیلی[1] نشان دادند میزان مواد جامد قابل استخراج و نیز بازده ترکیبات فنلی با افزایش قطبیت حلال‌های مورد استفاده برای استخراج افزایش می‌یابد.

در بررسی‌خاصیت آنتی‌اکسیدانی عصاره چای و اسیدتانیک در روغن آفتابگردان حاوی اسید تانیک، بیشترین زمان پایداری مربوط به غلظت ۰/۱٪ می‌باشد. در واقع اسید تانیک در هر سه سطح غلظت به عنوان ترکیبی سینرژیست عمل نموده و با افزایش غلظت آن روند صعودی در زمان پایداری ایجاد شده است. تانن‌ها مشتقات اسیدگالیک هستند، وجود تعداد زیادی گروه‌های هیدروکسیل در تانن‌ها عامل فعالیت آنتی‌اکسیدانی در آنها می‌باشد. در نمونه حاوی عصاره چای، بیشترین زمان پایداری مربوط به غلظت ۰/۵٪ عصاره چای می‌باشد. در واقع عصاره چای با غلظت‌های۱، ۰/۵ و ۰/۱٪ همراه با آنتی‌اکسیدان TBHQ موجود در روغن مصرفی اثر سینرژیستی داشته و باعث افزایش زمان پایداری می‌شود.

چای حاوی ترکیبات پلی فنلی بسیاری است که حدود ۳۰٪ وزن خشک برگ تازه برداشت شده و ۱۰-۱۸٪ وزن خشک چای سیاه را تشکیل می‌دهد، عصاره چای نیز حاوی چنین ترکیباتی است که می‌تواند باعث بروز اثر آنتی اکسیدانی شود. احتمالاً افزایش غلظت عصاره تا ۰/۵٪ باعث ایجاد اثر سینرژیستی با آنتی‌اکسیدان TBHQ موجود در روغن آفتابگردان می شود ولی افزایش غلظت عصاره به ۱٪ باعث کاهش اثر سینرژیستی با آنتی اکسسیدان سنتزی TBHQ می‌شود.

در روغن کانولا اسیدتانیک در هر سه سطح غلظت خود باعث افزایش زمان پایداری در برابر اکسیداسیون شده و اثر سینرژیستی از خود بروز می‌دهد. در واقع افزایش غلظت اسید تانیک باعث افزایش زمان مقاومت به اکسیداسیون شده است.

بین هر سه غلظت عصاره با نمونه شاهد و با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ($p\leq۰/۰۵$) وجود دارد. عصاره چای دارای خاصیت آنتی اکسیدانی است. عصاره چای حاوی ۶/۳۰-۸/۳۲٪ تانیک اسید می‌باشد، که به علت وجود گروه‌های هیدروکسیل آزاد اثر آنتی اکسیدانی و کی‌لیت کنندگی دارند، به علاوه حاوی ترکیبات پلی فنلی بسیاری است که ۱۰-۱۸٪ وزن خشک چای سیاه را تشکیل می‌دهند گروه‌های فنلی با دادن یک هیدروژن یا الکترون، ترکیبات دیگر را احیاء می‌کند. با توجه به اینکه روغن کانولای مورد آزمایش حاوی ۰/۰۱٪ آنتی‌اکسیدان سنتزی TBHQ می‌باشد ممکن است عصاره تا غلظت ۰/۵٪ خاصیت سینرژیستی با آنتی‌اکسیدان TBHQ داشته و افزایش غلظت عصاره به ۱٪ باعث کاهش اثر سینرژیستی شده باشد.

در روغن زیتون زمان پایداری نمونه حاوی تانیک اسید در هر سه غلظت با یکدیگر و با نمونه شاهد اختلاف معنی‌دار ($p\leq۰/۰۵$) نشان می دهد و با افزایش غلظت تانیک اسید زمان پایداری نیز افزایش می‌یابد. تانیک اسید با داشتن ۱۰ گروه هیدروکسیل هم توان کی‌لیت‌کردن یون‌های فلزی احتمالی در روغن زیتون و هم اثر آنتی‌اکسیدانی داشته است. افزایش غلظت تانیک اسید باعث افزایش اثر آنتی‌اکسیدانی آن شده است و زمان پایداری افزایش می‌یابد. در نمونه حاوی عصاره افزایش غلظت باعث افزایش زمان پایداری در برابر اکسیداسیون می‌شود. غلظت ۱٪ عصاره چای بیش از ۲ برابر شاهد، زمان پایداری در برابر اکسیداسیون را افزایش می‌دهد. در واقع عصاره چای اثر آنتی‌اکسیدانی بالایی را از خود نشان می‌دهد. روغن زیتون حاوی آنتی‌اکسیدان طبیعی توکوفرول می‌باشد، با افزایش غلظت عصاره به عنوان آنتی‌اکسیدان زمان پایداری نیز افزایش یافته است. در واقع عصاره چای با آنتی‌اکسیدان طبیعی توکوفرول خاصیت سینرژیستی داشته و با افزایش غلظت این اثر بیشتر شده است و زمان پایداری افزایش بیشتری نشان می‌دهد.

در تالو در نمونه حاوی تانیک اسید افزایش غلظت، زمان پایداری در برابر اکسیداسیون افزایش می‌یابد. اسید

[1] Gevuina avellana

Archive of SID
www.SID.ir

تانیک حاوی ۱۰ مولکول اسیدگالیک و یک مولکول گلوکز می‌باشد. وجود تعداد زیادی گروه‌های هیدروکسیل در اسیدتانیک عامل فعالیت آنتی‌اکسیدانی و کی‌لیت‌کنندگی در آن می‌باشد.

زمان پایداری نمونه حاوی عصاره چای نیز در هر سه سطح غلظت خود با نمونه شاهد و با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) را نشان می‌دهد. عصاره چای حاوی ترکیبات پلی‌فنلی فراوانی چون کاتکین‌ها، تئافلاوین، تانن و ... می‌باشد که اثرات آنتی‌اکسیدانی آن‌ها به اثبات رسیده است (Sobolleva, 1974; Vinson & Dabbagh, 1998).

اثر آنتی‌اکسیدانی برخی از این ترکیبات مانند کاتکین‌ها به گونه‌ای است که حتی می‌تواند جایگزین آنتی‌اکسیدان سنتزی BHT شود (Chan *et al.*, 1996). بیشترین زمان پایداری مربوط به عصاره با غلظت ۱٪ می‌باشد. در واقع افزایش غلظت عصاره باعث افزایش زمان پایداری می‌شود. همانگونه که در جدول ۲ مشاهده می شود، در بین ۴ نوع روغن مورد بررسی، تالو کمترین پایداری را دارد بدلیل آنکه علیرغم داشتن اشباعیت بیشتر، فاقد هرگونه آنتی اکسیدان طبیعی است. در روغن آفتابگردان و کانولا که زمان پایداری بیشتر است، آنتی اکسیدان TBHQ به میزان ۰/۰۱ درصد وجود دارد. روغن زیتون هم به دلیل داشتن اسید اولئیک بالا و نیز وجود آنتی اکسیدان طبیعی آلفا توکوفرول پایداری در روغن آفتابگردان با غیر اشباعیت بیشتر نشان می‌دهد.

در اندازه‌گیری اندیس پراکسید بین ۴ نوع روغن مورد بررسی بعد از ۱۴۴ ساعت، تالو به علت اشباعیت اسیدهای چرب، کمترین عدد پراکسید و پس از آن به ترتیب روغن کانولا، روغن زیتون و روغن آفتابگردان کمترین عدد پراکسید را نشان می دهند که این به دلیل ترکیب اسیدهای چرب و ترکیب آنتی اکسیدان‌های طبیعی در روغن زیتون و آنتی اکسیدان سنتزی TBHQ در روغن‌های آفتابگردان و کانولا می باشد. باتوجه به نتایج حاصل از بررسی‌های انجام شده در این پژوهش مشخص گردید که عصاره چای و اسیدتانیک دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی هستند و با توجه به اینکه ۶/۳۰-۸/۳۲ درصد وزنی- وزنی عصاره آبی چای را اسید تانیک تشکیل می‌دهد و در تیمارهای حاوی غلظت مشابه اسید تانیک در چای، اختلاف معنی‌داری مشاهده نمی‌شود، خاصیت آنتی اکسیدانی عصاره چای مربوط به حضور اسید تانیک در آن می‌باشد و باعث افزایش زمان پایداری و کاهش عدد پراکسید نسبت به نمونهٔ شاهد می‌شوند.

افزایش غلظت عصاره از ۰/۱ تا ۰/۵٪ در روغن کانولا و آفتابگردان باعث افزایش زمان پایداری و کاهش عدد پراکسید نسبت به نمونه شاهد و نمونه حاوی ۱٪ عصاره شده است که احتمالاً به علت وجود تأثیر سینرژیستی آنتی‌اکسیدان‌ها است. روغن آفتابگردان و روغن کانولا هر دو حاوی ۰/۰۱٪ آنتی اکسیدان سنتزی هستند. عصاره چای نیز به عنوان یک آنتی‌اکسیدان تا غلظت ۰/۵٪ اثر سینرژیستی از خود نشان داده و زمان پایداری را افزایش می‌دهد و باعث کاهش عدد پراکسید می‌شود. ترکیبات موجود در عصاره چای از جمله تانن‌ها، کاتکین‌ها، تئافلاوین‌ها و دیگر ترکیبات پلی‌فنلی اثر آنتی‌اکسیدانی دارند. بنابراین افزایش غلظت عصاره از ۰/۵٪ به ۱٪ سبب کاهش خاصیت سینرژیستی با آنتی‌اکسیدان سنتزی TBHQ شده است و زمان پایداری نسبت به دیگر غلظت‌های عصاره کاهش و عدد پراکسید افزایش می‌یابد. در روغن زیتون و تالو آنتی‌اکسیدان سنتزی وجود ندارد، روغن زیتون حاوی آنتی‌اکسیدان طبیعی توکوفرول می‌باشد و تالو به مقدار بسیارناچیز آنتی‌اکسیدان دارد، بنابراین افزایش غلظت عصاره سبب افزایش زمان پایداری و کاهش عدد پراکسید می‌شود.

نتیجه‌گیری

بازده استخراج عصاره آبی چای نسبت به عصاره به دست آمده از روش آگاروال و متانول بیشتر بود.

در تعیین خاصیت آنتی اکسیدانی غلظت ۰/۱٪ اسید تانیک در روغن‌های آفتابگردان، کانولا، زیتون و تالو نسبت به نمونه‌های شاهد کمترین اندیس پراکسید و بیشترین زمان ماندگاری را نشان دادند. غلظت ۰/۵٪ عصاره چای در روغن‌های آفتابگردان و کانولا و غلظت ۱٪ عصاره چای در روغن زیتون و تالو طی شش روز کمترین عدد پراکسید و

Archive of SID

www.SID.ir

بیشترین زمان مقاومت به اکسیداسیون را نشان دادند. اثر آنتی اکسیدانی عصاره چای در خور توجه است. به دلیل حلالیت ترکیبات پلی فنل عصاره در آب، استخراج آن نسبتاً ساده بوده و برای این منظور می‌توان از ضایعات کارخانجات چای استفاده نمود و به عنوان آنتی اکسیدان طبیعی در روغن‌ها مورد استفاده قرار داد.

منابع

بی نام. (۱۳۷۵). روش های اندازه گیری پایداری روغن‌ها و چربی های خوراکی در برابر اکسید شدن. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. استاندارد شماره ۳۷۳۴.

رونه، ژ. (۱۳۶۹). چای. انتشارات انجمن متخصصین علوم و صنایع غذایی ایرن، تهران.

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. ۲۱-۲۹.

Bate-Smith, E. C. (1962). The phenolic constitutions of plants and their taxonomic significance: I Dicotyledons. J. Linnean Soc., 58, 95–173.

Boadi, D. K. & Neufeld, R. J. (2001). Encapsulation of tannase for the hydrolysis of tea tannins. Enzyme and Microbial Technology, 28, 590-595.

Chan, P. T., Cheng, P. C. K. & Chen, Z. Y. (1996). Green tea catechins inhibit lipid oxidation in canola oil more effectively than butylated hydroxytoluene. 1996 IFT Annual meeting, book of abstract pp:122-123.

Chen, Z. & Chan, P. (1996). Antioxidative activity of green tea catechins in canola oil. Chemistry and physics of lipids, 82, 163-172.

Christie, W. E. (1996). Lipid analysis: Isolation, Separation, Identification and Structural analysis of lipids. Pergamon press.

Firestone, D. (1994). Official Methods & Recommended practices of the American Oil Chemists Society, 4th edn., AOCS press, Champaign, IL.

He, Y. & Shahidi, F. (1997). Anioxidant activity of green tea and its catechins in a fish meat model system. Agric. Food Chem., 45, 4262-4266.

Kumamoto, M. & Sonda, T. (1998). Evaluation of anioxidative activity of tea of tea by an oxygen electrode method. Biosci. Biotech. Biochem., 62, 175-177.

Mai, J. & Chambers, L. J. (1990). Process for inhibiting liquid oxidation in food. US Patent No. 4891231.

Mishkin, A. R., Fobes, A., Marsh, W. & Ohler, J. (1962). Extraction Process. US patent No. 3451823.

Moure, A., Franco, D. & Sineiro, J. (2000). Evaluation of extracts from Gevuina avellana hull as antioxidants. J.Agric. Food Chem., 48, 3890-3897.

Pokorny, J., Yanishleiva, N. & Gordon, M. (2001). Antioxidants in food, practical applications, CRC Press LLC, Boca Raton, FL.

Rice Evans, C. (1999). Implications of the mechanisms of action of tea polyphenols as antioxidants in vitro for chemoprevention in humans. Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 220, 262-266.

Robinson E., Maxwell, S. & Thrope, G. (1997). An investigation of the antioxidant activity of black tea using enhanced chemiluminescence. Free Rad. Res., 26, 291-302.

Sobolleva, M. I. (1974). Antioxidizing properties of tea pigments. F.S.T.A.75-07-Ho 943.

Tink, N. (2007). Spectrophotometric determination content of various Turkish black samples. International Journal of Food Science and Nutrition, 52, 3.

Todd, J. & Paul, H. (1996). Lipid soluble green tea catechin antioxidant solutions. US Patent No. 5527552.

Vinson, J. A. & Dabbagh, Y. A. (1998). Tea phenols: Antioxidant effectiveness of teas, tea components, tea fractions and their binding with lipoproteins. Nutrition Research, 18(6), 1067-1075.

Wanasundara, U. & Shahidi, F. (1996). Stabilization of seal blubber and menhaden oils with green tea catechins. J. Am. Oil Chem. Soc. 73: 1183-1190.

Williams, G. M., Wang, C. X. & Latropoulos, M. J. (1990). Toxicity studies of BHA and BHT. 11. Chronic feeding studies. Food Chem. Toxicology, 28, 799-806.

Yen, G. & Chen, H. (1995). Antioxidant activity of various tea extract in relation to their antimutagenisity. J. Agric. Food Chem.,

Archive of SID

www.SID.ir

43, 27-32.
Zandi, P. & Gordon, M. (1999). Antioxidant activity o extracts from old tea leaves. Food Chem., 64, 285-288.

Archive of SID

www.SID.ir