www.journals.rifst.ac.ir
نشریه پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی
سال ۱۳۹۶، جلد ۶، شماره ۴، صفحات ۳۳۴-۳۲۱
Doi: 10.22101/JRIFST.2018.02.12.641

JRIFST

مؤسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی

بررسی اثر عصارۀ چای سبز و دارچین بر پایداری روغن سویا

اکرم آریان‌فر[1*]، مریم سردرودیان[2]

۱و۲- باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد قوچان، دانشگاه آزاد اسلامی، قوچان، ایران
* نویسندۀ مسئول (a_aria_1443@yahoo.com)

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۵/۱۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۱/۰۶

واژه‌های کلیدی
آنتی‌اکسیدان
چای سبز
دارچین
هم‌افزایی

چکیده

هدف از این پژوهش، مقایسۀ ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی چای سبز و دارچین در مقابل آنتی‌اکسیدان سنتزی بوتیل هیدروکسی تولوئن و بررسی انواع برهم‌کنش‌های احتمالی درصورت ترکیب این دو عصاره و امکان استفاده از آنها در جلوگیری از اکسایش روغن سویا بوده است. عصارۀ چای سبز، دارچین و آنتی‌اکسیدان سنتری BHT در غلظت‌های ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ میکروگرم در میلی‌لیتر آماده شد. نسبت‌های ترکیبی برای مخلوط دو عصاره (چای سبز : دارچین) به‌صورت ۱:۱، ۲:۱، ۱:۲، ۱:۳، ۳:۱، ۲:۲، ۱:۴ و ۴:۱ بودند. فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها با آزمون‌های مهار رادیکال آزاد به کمک روش به‌دام‌اندازی رادیکال‌های دی‌فنیل پیکریل هیدرازیل (DPPH)، آزمون احیاگیرندگی آهن (FRAP) و آزمون توانایی جلوگیری از اکسایش روغن سویا سنجش شد. نتایج حاصل از آزمون‌های DPPH و FRAP نشان داد عصارۀ چای سبز به شکل معنی‌داری بهتر از عصارۀ دارچین بوده و هر دو عصاره نسبت به آنتی‌اکسیدان سنتزی BHT مؤثرتر بودند. ترکیب دو عصاره در تمامی حالات، اثر هم‌افزایی داشت. در آزمون ارزیابی میزان اکسایش روغن، عصارۀ ترکیبی در غلظت ۵۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر (چای سبز ۲۵: دارچین ۲۵) و برهم‌کنش آن از نوع هم‌افزایی بود. بنابراین این عصاره‌های طبیعی، می‌تواند به‌عنوان منبعی از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی مورد پژوهش بیشتر قرار گیرد.

مقدمه

فرایند اکسیداسیون امری ضروری برای بقای موجودات زنده جهت تولید انرژی برای فرایندهای بیولوژیکی می‌باشد. رادیکال‌های آزاد و دیگر مشتقات فعال اکسیژن، محصولات فرعی اجتناب‌ناپذیر واکنش‌های اکسیداسیون و احیا (زیست‌محیطی) هستند که سبب غیرفعال‌شدن آنزیم‌ها و آسیب به اجزاء مهم سلولی می‌شوند (Mau *et al.*, 2002). افزایش غلظت رادیکال‌های آزاد بر اثر به‌هم‌خوردن توازن غلظت آنتی‌اکسیدان/پراکسیدان به‌وجودآمده و ضمن اختلال در متابولیسم سلولی باعث تخریب عمل سلول‌ها و یا حتی مرگ آنها می‌شود (Duh *et al.*, 1999). تنش اکسایشی می‌تواند باعث صدمه به بیومولکول‌های بزرگ مثل پروتئین‌ها، DNA و چربی‌ها شود که این موضوع خطر ابتلا به سرطان و بیماری‌های قلبی-عروقی را افزایش می‌دهد. با این تفاسیر، حفظ تعادل بین عوامل اکسیدکننده و آنتی‌اکسیدان جهت بهینه‌کردن شرایط فیزیولوژیکی بدن حائز اهمیت است (Simic, 1988). آنتی‌اکسیدان‌ها ترکیباتی هستند که به‌عنوان از بین برندۀ رادیکال‌های آزاد عمل می‌کنند، این رادیکال‌ها سبب آسیب به مولکول‌ها و کاهش عملکرد آنها می‌شوند (Valko *et al.*, 2006). تاکنون آنتی‌اکسیدان‌های سنتزشدۀ بسیاری، ازجمله بوتیل هیدروکسی‌آنیزول[1]

[1] Butylated hydroxyanisole

(BHA)، بوتیل هیدروکسی‌تولوئن[1] (BHT) و ترت بوتیل‌هیدروکینون[2] (THBQ) شناسایی شده‌اند که در غذاها، به‌عنوان نگهدارنده به‌کار می‌روند. اما ازآنجایی‌که این مواد غیرطبیعی بوده و ممکن است عوارض سمی و جانبی دیگری به همراه داشته باشد، لذا بهتر است که منابع طبیعی حاوی آنتی‌اکسیدان شناسایی‌شده و معرفی گردند (Duh *et al*., 1999).

گیاهان دارویی یکی از مهم‌ترین منابع آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی محسوب می‌شود که به علت پتانسیل سنتز مواد مؤثرهٔ ثانویهٔ فنلی و فلاونوئیدی از مهم‌ترین داروهای طبیعی خواص آنتی‌اکسیدانی و ضدالتهابی می‌باشند (مظفریان، ۱۳۹۲).

منابع آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی، ترکیبات فنلی هستند که می‌توانند در همهٔ قسمت‌های گیاه مثل میوه‌ها، مغزها، دانه‌ها، برگ‌ها، ریشه‌ها و پوسته‌ها باشند (Su *et al*., 2007). پلی‌فنل‌ها دارای ساختار کامل شیمیایی برای غیرفعال‌کردن رادیکال‌های آزاد بوده (Sokol-Letowska *et al*., 2007) و باعث کاهش و یا مانع مرگ سلول‌های عصبی می‌شوند؛ که همین امر، از بروز بیماری‌های مرتبط با پیری[3] مانند پارکینسون و آلزایمر جلوگیری به عمل می‌آورد (Boudet, 2007). همچنین، ترکیبات فنلی باعث کاهش کلسترول می‌شوند که این امر در سلامت قلب حائز اهمیت است (Luo *et al*., 2009). چای با نام علمی *کاملیا سیننسیس*[4] گیاهی است بوته‌ای که بومی چین و شمال هندوستان می‌باشد. از برگ‌های خشک این گیاه به اشکال گوناگون در تهیهٔ انواع دم‌نوش‌ها استفاده می‌شود. چای یکی از دم‌نوش‌های رایج و معروف در دنیا، ازجمله کشور ایران بوده و پس از آب پرمصرف‌ترین نوشیدنی دنیاست (Komes *et al*, 2010). ترکیبات متشکهٔ برگ چای شامل فلاوانول‌ها[5]، فلاوونول‌ها[6]، اسیدهای فنولیک، کافئین، تئوبرومین، پروتئین، اسیدهای آمینه، اسیدهای آلی، مونو و پلی‌ساکاریدها، لیگنین، چربی، کلروفیل و سایر رنگدانه‌ها، خاکستر و مواد معطر می‌باشند که ترکیبات فلاونوئیدی (پلی‌فنول‌ها) از مهم‌ترین آنها محسوب می‌گردند و دارای نقش سلامتی‌زا هستند (Harbowy *et al*., 1997). کاتچین‌ها[7] (فلاوان-۳-ال)[8] نوعی آنتی‌اکسیدان و از مهم‌ترین فلاوانول‌ها بشمار می‌روند. کاتچین‌های چای سبز شامل اپی‌کاتچین[9]، اپی‌کاتچین‌گالات[10]، اپی‌گالوکاتچین[11] و اپی‌گالوکاتچین گالات[12] می‌باشند. فراوان‌ترین و فعال‌ترین کاتچین، اپی‌گالوکاتچین گالات می‌باشد (Komes *et al*., 2010). فعالیت آنتی‌اکسیدانی کاتچین‌ها به کیفیت برگ چای (موقعیت جغرافیایی کشت، آب‌وهوا، شرایط برداشت و نگهداری) و شرایط فرایند و عمل‌آوری آن بستگی دارد (Shisuoka *et al*., 1986). چای سبز خطر مرگ در اثر بیماری قلبی را بیش از ۲۵ درصد کاهش می‌دهد و در جلوگیری از بروز بسیاری از بیماری‌ها به‌ویژه سرطان‌های مختلف بسیار حائز اهمیت است که علت آن خاصیت آنتی‌اکسیدانی پلی‌فنول‌های چای می‌باشد. چای سبز در مقایسه با چای سیاه دورهٔ تخمیر و اکسیداسیون کوتاه‌تری داشته و بنابراین آنتی‌اکسیدان‌های موجود در آن نسبت به چای سیاه بهتر حفظ می‌شود (Nurulain, 2006).

دارچین با نام علمی *سینمومن ورم جی پرسیل*[13] به خانوادهٔ برگ‌بو[14] و جنس دارچین[15] و گونهٔ *سینمومن زیلانیکوم ورم*[16] تعلق دارد. این گیاه از ادویه‌های بسیار محبوب است که از گذشته‌های دور در دنیا مورد استفاده قرار می‌گرفته است و امروزه کاربردهای فراوانی در صنایع غذایی، دارویی، پزشکی، آرایشی و بهداشتی دارد. در صنعت غذا، پوستهٔ این درخت به شکل قطعه‌های لوله‌ای‌شکل یا به شکل پودر و نیز اسانس روغنی آن به‌عنوان یک ترکیب طعم‌دهندهٔ مطلوب استفاده می‌شود (Peter, 2001). دارچین علاوه‌بر کاربرد طعم‌دهندگی، دارای خواص سودمند دیگری همانند فعالیت ضدمیکروبی، ضددیابت و جلوگیری از تکثیر سلول‌های سرطانی دارد و در درمان سرماخوردگی مؤثر

[1] Butylated hydroxy toluene
[2] Tert-butylhydroquinone
[3] Neurodegenerative
[4] *Camellia sinensis*
[5] Flavanol
[6] Flavonol
[7] Catechines
[8] Flavan-3-ol
[9] Epicatechin
[10] Epicatechingalat
[11] Epigalocatechin
[12] Epigalocatchingalat
[13] *Cinnamomum verum J. Presl*
[14] Lauraceae
[15] Cinnamomum
[16] *Cinnamomum zeylanicum verum*

است (Anderson & Broadhurst, 2004; Murcia, 2004). از ترکیبات فنولیک و غیرفنولیک فرار پوستهٔ دارچین که دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی هستند می‌توان به سینامالدئید[1]، گاما اژنول[2] ، ۴-ترپینئول[3]، ترپینن[4]، کامفن[5] اشاره نمود؛ همچنین برخی از ترکیبات فنولیک و غیرفنولیک غیرفرار پوستهٔ دارچین که دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی هستند شامل سیناکاسیل‌ها[6]، بتاسیتواسترول[7]، اپی‌کاتچین[8]، کریدین[9]، سیرینجیک اسید[10]، سینامیک اسید[11]، کومارین[12] و وانلیک اسید[13] می‌باشند (Kamaliroosta *et al*., 2014). Murcia و همکاران (۲۰۰۴) ۷ ادویه (دارچین، بادیان رومی، زنجبیل، شیرین‌بیان، نعناع، جوز و وانیل) را با آنتی‌اکسیدان‌های رایج غذایی BHA، BHT و PG مقایسه کردند. در بین این ۷ ادویه، دارچین و نعناع درصد بالاتری از ممانعت در برابر اکسیداسیون را نسبت به سایر ادویه‌های آنالیزشده و آنتی‌اکسیدان‌های غذایی نشان دادند. این نتیجه از بخش پراکسیداسیون چربی به‌دست آمد. همچنین، دارچین بهترین بی‌اثرکنندهٔ رادیکال سوپراکسید نسبت به سایر ادویه‌ها و افزودنی‌های آنالیزشده بود. (Murcia *et al*., 2004). Su و همکاران (۲۰۰۷)، فعالیت بی‌اثرکردن رادیکال‌های آزاد $(ABTS)^{+}$، DPPH، peroxyl و hydroxyl (OH) توسط عصاره‌های ۵ گیاه دارچین، فلفل سیاه، جوز، رز و برگ پونهٔ کوهی را بررسی کردند که با استفاده از حلال‌های استون ۵۰ درصد و متانول ۸۰ درصد استخراج شده بودند. عصارهٔ استون ۵۰ درصد دارچین بالاترین ظرفیت بی‌اثرکردن رادیکال‌های $(ABTS)^{+}$، OH و peroxyl را نسبت به عصاره‌های سایر گیاهان و عصارهٔ متانول ۸۰ درصد دارچین بالاترین ظرفیت بی‌اثرکردن رادیکال DPPH را نسبت به عصاره‌های سایر گیاهان نشان دادند (Su *et al*., 2007). Mir-ahmadi و همکاران (۲۰۰۶)، اثر پلی‌فنل‌های موجود در عصارهٔ برگ سبز چای را در جلوگیری از اکسیداسیون روغن‌آفتاب‌گردان بررسی نمودند. نتایج این بررسی نشان داد که عصارهٔ آبی استخراج‌شده از برگ سبز چای ایران دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی مشخصاً بیشتری نسبت به BHT، BHA و آلفا-توکوفرول در مورد روغن‌آفتاب‌گردان می‌باشد (Mir-Ahmadi *et al*., 2006).

هدف از این مطالعه، مقایسهٔ فعالیت ضداکسایشی چای سبز و دارچین در مقابل آنتی‌اکسیدان سنتزی بوتیل هیدروکسی‌آنیزول و بررسی برهم‌کنش ضداکسایشی بین این دو عصارهٔ طبیعی و توانایی استفاده از عصاره‌های انفرادی و ترکیبی در جلوگیری از اکسایش روغن سویا است.

مواد و روش‌ها

مواد اولیه

برگ چای سبز از مزارع گیلان و دارچین از خراسان شمالی تهیه شد. نمونه‌ها پس از خشک‌شدن در دمای محیط (برای حفظ حداکثر ترکیبات فنلی) پودرشده و از الک با مش ۴۰ عبور داده شدند. روغن‌سویا از شرکت عالیا گلستان تهیه شد. متانول، معرف فولین سیوکالچو، گالیک اسید، بوتیل هیدروکسی‌تولوئن، استات سدیم، ۲، ۴، ۶- تری‌پرپیدیل-اس-تریازین[14]، فریک کلراید، آمونیوم فروس سولفات، آلومینیوم کلراید ۶ آبه، دی‌فنیل پیکریل‌هیدرازیل[15]، سدیم کربنات، استون از شرکت‌های مرک و سیگما خریداری گردید.

آماده‌سازی عصاره‌ها

عصارهٔ اتانولی چای سبز پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری، ۱۰ گرم پودر چای سبز در ۱۰۰ میلی‌لیتر اتانول ۹۵ درصد و در دمای محیط به‌دست آمد (Gramza, 2006) و عصارهٔ استونی دارچین با نسبت ۲۰:۱ پودر دارچین به استون و به مدت ۵ ساعت در دستگاه سوکسله و دمای ۵۰ درجهٔ سانتی‌گراد استخراج شد (Tavassoli *et al*., 2011). عصاره‌های حاصل پس از صاف‌شدن، توسط دستگاه تبخیرکنندهٔ چرخان تحت خلأ (V-855، ساخت شرکت Buchi، کشور سوئیس) تغلیظ شده و با دستگاه

[1] Cinnamaldehyde
[2] Gamma-eugenol
[3] 4-terpineol
[4] terpinen
[5] Camphene
[6] Cinnacassiol
[7] B-Sitosterol
[8] Epicatechin
[9] Corydin
[10] Syringic acid
[11] Cinnamic acid
[12] Coumarin
[13] Vanillic acid
[14] Tripropidil-S-Triazine
[15] Diphenyl picrylhydrazyl

آون تحت خلأ (VO 400، ساخت شرکت Memmert، کشور آلمان) خشک شدند. نمونه‌های خشک‌شده تا زمان مصرف در دمای ۱۸- درجهٔ سانتی‌گراد نگهداری شدند. روغن سویا بدون ضداکساینده از کارخانه سه گل نیشابور تهیه شد.

عصاره‌های چای سبز و ترکیب چای سبز و دارچین به روش ذیل آماده‌سازی شد.

عصارهٔ چای سبز، دارچین و آنتی‌اکسیدان سنتزی بوتیل هیدروکسی‌آنیزول در غلظت‌های ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ میکروگرم در میلی‌لیتر و عصاره‌های ترکیبی چای سبز و دارچین در حالت‌های مختلف برای دستیابی به غلظت‌های۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰ میکروگرم در میلی‌لیتر آماده شد. نسبت‌های ترکیبی برای ترکیب دو عصاره (چای سبز:دارچین) به‌صورت ۱:۱، ۲:۱، ۱:۲، ۱:۳، ۳:۱، ۲:۲، ۱:۴و ۴:۱ بودند.

اندازه‌گیری ترکیبات فنلی کل عصارهٔ چای سبز و دارچین

مقدار کل ترکیبات فنولی در عصاره‌ها براساس روش فولین سیوکالچو مورد بررسی قرار گرفت (Morelli & Marcelo, 2012). مقدار کل ترکیبات فنولیک از معادلهٔ خط رسم‌شده بر مبنای گالیک اسید با غلظت‌های (۰، ۳۰، ۷۰، ۱۱۰، ۱۵۰، ۱۹۰ و۲۲۰ میلی‌گرم در لیتر در متانول ۸۰ درصد) به‌صورت میلی‌گرم گالیک اسید بر گرم عصارهٔ خشک‌شده بیان گردید. آزمون فولین، با ۳ تکرار انجام شد (Hayouni *et al*., 2007).

میزان به‌دام‌اندازی رادیکال‌های آزاد DPPH[1]

در این روش ابتدا ۲/۵ میلی‌لیتر از محلول متانولی نمونهٔ مورد نظر (در غلظت‌های ۰/۶ -۰/۰۱ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) در یک لولهٔ آزمایش ریخته شد. سپس به آن ۱ میلی‌لیتر محلول متانولی DPPH (۰/۳ میلی‌مولار) اضافه گردید. محتویات هر لوله توسط ورتکس کاملاً مخلوط و جذب نمونه‌ها پس از ۳۰ دقیقه، در دمای اتاق و محل تاریک، جذب آنها و طول موج ۵۱۷ نانومتر با استفاده از اسپکتروفتومتر UV/VIS در برابر شاهد حاوی متانول خوانده شد. از بوتیل هیدروکسی‌تولوئن به‌عنوان کنترل مثبت و جهت مقایسه استفاده شده است. هرچه قدرت آنتی‌اکسیدان نمونه بیشتر باشد رنگ محلول حاصل زردتر است. درصد مهار اکسیداسیون هر نمونه طبق رابطهٔ (۱) قابل محاسبه است (Parthasarathy *et al*., 2009).

رابطهٔ (۱)

$$\%AI = \frac{(A_{control} - A_{sample})}{A_{control}} \times 100$$

در رابطهٔ (۱):

AI٪: درصد مهار رادیکال آزاد

$A_{Control}$: جذب محلول شاهد در ۵۱۷ نانومتر

A_{Sample}: جذب محلول نمونه در ۵۱۷ نانومتر

قدرت احیاکنندگی آهن عصاره‌ها

اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها براساس توانایی احیاکنندگی آهن[2] (FRAP) انجام شد (Benzie & Strain, 1999). به‌منظور سنجش فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌ها، به ۱۰۰ میکرولیتر از عصاره‌های به‌دست‌آمده، ۳ میلی‌لیتر معرف FRAP اضافه شد. سپس جذب محلول‌ها در طول موج ۵۹۳ نانومتر نسبت به شاهد (شامل ۱۰۰ میکرولیتر آب‌مقطر همراه با ۳ میلی‌لیتر معرف FRAP)، اندازه‌گیری گردید. با قراردادن مقدار جذب نمونه‌ها در معادلهٔ مربوط به منحنی استاندارد کاتیون آهن دوظرفیتی، توانایی احیاکنندگی عصاره‌ها محاسبه شد. داده‌ها براساس معادل میلی‌مول یون آهن دوظرفیتی تولیدشده بر گرم وزن عصاره بیان گردید.

اثر هم‌افزایی بین عصاره‌های دارچین و چای سبز

برای مقایسهٔ قدرت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌های ترکیبی با عصاره‌های انفرادی، اثر هم‌افزایی (SE[3]) که از تقسیم مقادیر تجربی حاصل از آزمون‌ها بر مقادیر محاسبه‌شده برای ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها به‌دست می‌آید مورد بررسی قرار گرفت (رابطهٔ ۲). مقادیر محاسبه‌شده به‌صورت میانگین فعالیت آنتی‌اکسیدانی دو عصاره در هر آزمون به‌دست می‌آید (Queirós *et al*., 2009). مقادیر SE بیشتر از ۱ نشان‌دهندهٔ اثر هم‌افزایی، مقادیر برابر با

[1] 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl

[1] Ferric reducing – antioxidant power

[3] Synergistic Effect

۱ نشان‌دهندهٔ اثر افزایشی و مقادیر کمتر از ۱ نشان‌دهندهٔ اثر آنتاگونیستی[1] است (Fuhrman *et al.*, 2000).

رابطهٔ (۲)

$$SE = \frac{\text{مقدار تجربی}}{\text{مقدار محاسبه شده}}$$

اثر هم‌افزایی در سیستم روغن

درصد سینرژیسم طبق رابطهٔ (۳) محاسبه شد (Bishov *et al.*, 1977). IP_m و IP_C به‌ترتیب دورهٔ القاء روغن حاوی ترکیب آنتی‌اکسیدان‌ها و دورهٔ القاء نمونهٔ کنترل فاقد آنتی‌اکسیدان و IP_1 و IP_2 دورهٔ القاء روغن حاوی یک نوع آنتی‌اکسیدان است. مقادیر مثبت نشان‌دهندهٔ اثر هم‌افزایی و مقادیر منفی نشان‌دهندهٔ اثر آنتاگونیستی است.

رابطهٔ (۳)

$$\text{Syn\%} = \frac{(IP_m - IP_c) - (IP_1 - IP_C) - (IP_2 - IP_c)}{(IP_m - IP_c)}$$

آنالیز ترکیبات روغن توسط دستگاه گاز کروماتوگرافی

برای تعیین ساختار اسیدچرب روغن سویا تصفیه‌شده از دستگاه کروماتوگراف گازی-طیف‌سنج جرمی مدل Shimadzu-QP2010SE مجهز به ستون Rtx-5MS (طول ستون ۳۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر، ضخامت فاز ساکن ۰/۲۵ میکرومتر) استفاده گردید. برنامهٔ دمایی ستون به این نحو تنظیم گردید: دمای ابتدایی آون ۵۰ درجهٔ سانتی‌گراد و توقف در این مدت ۵ دقیقه و دمای دستگاه ۵ درجهٔ سانتی‌گراد در هر دقیقه افزایش یافت تا رسیدن به دمای ۲۶۰ درجهٔ سانتی‌گراد و باقی‌ماندن در این دما به مدت ۳۰ دقیقه استفاده گردید. از گاز هلیم به‌عنوان گاز حامل و با سرعت جریان ۰/۹ میلی‌لیتر بر دقیقه و طیف‌سنج جرمی با انرژی یونیزاسیون ۷۰ الکترون‌ولت استفاده شد.

آزمون اکسایش تسریع‌شدهٔ عصارهٔ چای سبز و دارچین در روغن سویا

تأثیر افزودن نمونه‌های انفرادی، ترکیبی و آنتی‌اکسیدان سنتزی BHT در جلوگیری از اکسیداسیون روغن سویا مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌ها به مدت ۲۰ روز جهت انجام (اکسیداسیون تسریع‌شده) در دمای ۶۰ درجهٔ سانتی‌گراد قرار گرفتند. عدد پراکسید هر ۵ روز یکبار اندازه گیری شد (Azizkhani & Zandi, 2009).

اندازه‌گیری عدد پراکسید در روغن سویا

جهت اندازه‌گیری محصولات اولیهٔ اکسیداسیون روغن، دورهٔ القاء به‌عنوان تعداد روزهای مورد نیاز برای رسیدن به ۲۰ میلی‌اکی‌والان پراکسید بر کیلوگرم اندازه‌گیری شد (American Oil Chemists' Society, 2003; Economou *et al.*, 1999).

فاکتور پایداری

ارزیابی فاکتور پایداری نمونه‌های آنتی‌اکسیدانی انفرادی و ترکیب آنها از رابطهٔ (۴) محاسبه شد (Yanishlieva & Marinova, 1996).

رابطهٔ (۴)

$$\text{فاکتور پایداری} = \frac{\text{دورهٔ القاء در حضور آنتی اکسیدان}}{\text{دورهٔ القاء بدون حضور آنتی اکسیدان}}$$

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها

آزمون‌ها در ۳ تکرار و در قالب طرح کاملاً تصادفی و به روش آزمون فاکتوریل با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخهٔ ۲۲ انجام شد و برای مقایسهٔ میانگین تیمارها از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ($P<۰/۰۵$) استفاده شد.

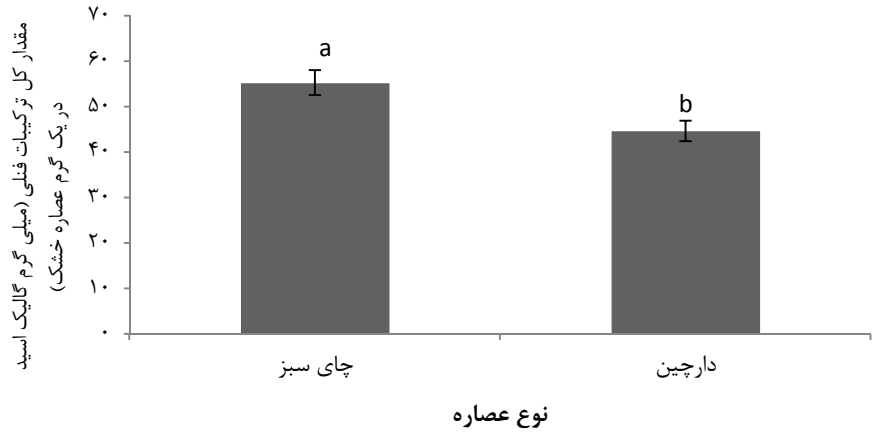
نتایج و بحث

اندازه‌گیری ترکیبات فنلی کل عصاره‌های چای سبز و دارچین

همان‌گونه که در شکل (۱) مشاهده می‌شود، میزان فنل کل عصارهٔ چای سبز در کلیهٔ غلظت‌های مورد مطالعه به‌طور معنی‌داری بیشتر از میزان فنل کل عصارهٔ دارچین بود. رنجبر ندامانی و همکاران (۱۳۹۳) گزارش نمودند که میزان فنل کل عصارهٔ چای سبز به شکل معنی‌داری بیشتر از فنل کل عصارهٔ رزماری بود ($P<۰/۰۵$) (رنجبر ندامانی و همکاران، ۱۳۹۳). کمالی روستا و همکاران (۱۳۹۳)، میزان فنل کل عصارهٔ دارچین با استفاده از دو حلال استونی و متانولی مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد، میزان کل ترکیبات

[1] Antagonistic

فنولیک عصارهٔ استونی ۱۶/۷۸ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک نمونه بود، درحالی‌که مقدار کل ترکیبات فنولیک عصارهٔ متانولی ۱۳/۸۸ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک بود. براساس نتایج آماری بین میزان کل ترکیبات فنولیک عصاره‌های حاصل از دو حلال استون و متانول اختلاف معنی‌داری با اطمینان ۹۵ درصد وجود داشت (کمالی روستا و همکاران، ۱۳۹۳).



شکل ۱ - اثر نوع عصاره بر میزان ترکیبات فنلی کل (میلی‌گرم گالیک اسید بر گرم عصارهٔ خشک)
(حروف غیرمشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ درصد است.)

ترکیبات فنلی به‌دلیل داشتن گروه‌های هیدروکسیل توانایی بالایی در مهار رادیکال‌های آزاد دارند (Luo *et al*., 2009). مطالعه‌های متعددی در زمینهٔ استخراج ترکیبات فنلی از گیاهان صورت‌گرفته و نشان داده است که، جنس و گونهٔ گیاه، محل کاشت، نحوهٔ خشک‌کردن روش استخراج، تأثیر به‌سزایی بر میزان استخراج این ترکیبات دارد.

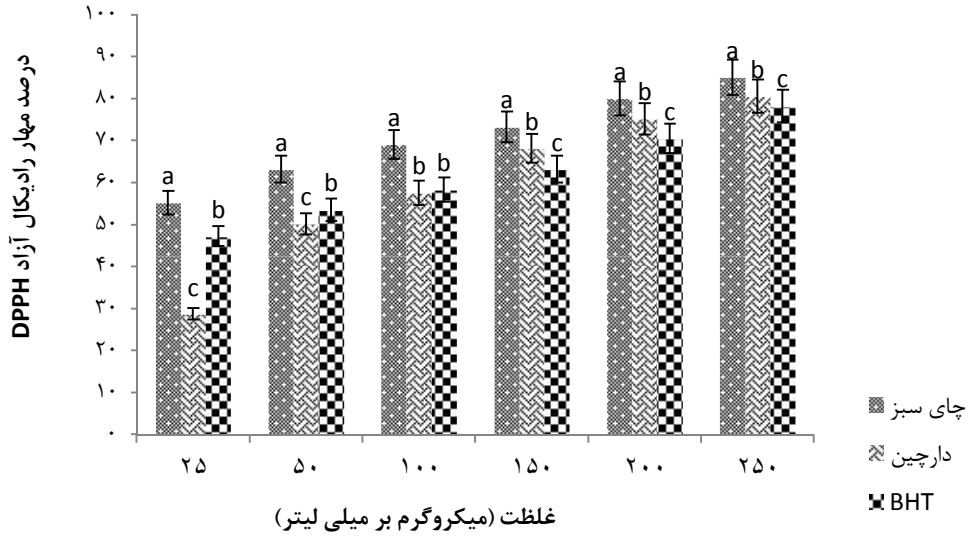
Su و همکاران (۲۰۰۷)، عصارهٔ دارچین را با روش حلال سرد و توسط دو حلال استون ۵۰ درصد و متانول ۸۰ درصد استخراج کردند. آنها میزان کل ترکیبات فنولیک بر مبنای گالیک اسید برای عصارهٔ دارچین حاصل‌شده از استون ۵۰ درصد در حدود ۰/۳۱±۱۸/۵۶ میلی‌گرم در هر گرم وزن خشک نمونه و برای عصارهٔ دارچین حاصل‌شده از متانول ۸۰ درصد، ۰/۲۸±۱۴/۴۳ میلی‌گرم در هر گرم وزن خشک نمونه گزارش کردند (Su *et al*., 2007).

اثر نوع و غلظت عصاره بر مهار رادیکال آزاد DPPH

قدرت مهار رادیکال آزاد DPPH توسط چای سبز، دارچین و BHT در کلیهٔ غلظت‌های مورد مطالعه در شکل (۲) قابل مشاهده است. نتایج حاکی از این است که قدرت مهار رادیکال آزاد DPPH توسط چای سبز و BHT بالاتر از دارچین است ($P<0/05$). همان‌طورکه مشاهده می‌شود با افزایش غلظت عصارهٔ چای سبز، دارچین و BHT توانایی مهار رادیکال آزاد افزایش یافته است، اما این افزایش معنی‌دار نیست ($P>0/05$).

این نتایج با گزارش Ranjbar Nedamani و همکاران (۲۰۱۶) مطابقت دارد، این محققان گزارش نمودند با افزایش غلظت عصاره‌های بلوط و رزماری، قدرت مهار رادیکال آزاد DPPH افزایش می‌یابد و همچنین عملکرد بالاتری نسبت به BHT دارند (Ranjbar Nedamani *et al*., 2016). مهار رادیکال آزاد توسط عصارهٔ چای سبز و دارچین به‌دلیل فعالیت هیدروژن‌دهندگی ترکیبات آنتی‌اکسیدانی آنان است (Bidchol *et al*., 2011). رابطهٔ زیادی بین فعالیت مهار رادیکال آزاد، رادیکال DPPH و مقدار فنل تام و فلاونوئیدهای موجود در عصاره‌ها وجود دارد (Cheung & TAI, 2007; Kumar *et al*., 1992). اصولاً با افزایش ترکیبات فنلی خاصیت آنتی‌اکسیدانی بیشتر می‌شود. ترکیبات فنلی با وزن مولکولی زیاد (تانین‌ها) توانایی زیادی برای پاک‌سازی رادیکال‌های آزاد را دارند و این توانایی بیشتر بستگی به تعداد حلقه‌های آروماتیک و ماهیت گروه‌های جابه‌جاشوندهٔ هیدروکسیل

بستگی دارد (Lagouri & Boskou, 1996). ترکیبات فنلی به‌عنوان دهندهٔ الکترون عمل نموده و ممکن است واکنش‌های ناخواستهٔ ایجادشده توسط رادیکال‌های آزاد در بدن را خنثی کنند (Rajesh *et al*., 2008). Hosseini و همکاران (۲۰۱۲)، به بررسی قابلیت اسانس و بخش‌ها یا جزءهای مختلف عصارهٔ متانولی چند گیاه ازجمله دارچین در مهار رادیکال آزاد پرداختند؛ طی تحقیق‌هایی به این نتیجه رسیدند که در گیاه دارچین بخش‌های آبی و اسانس دارای بیشترین مقدار اثر آنتی‌اکسیدانی می‌باشند. همچنین نتایج کمالی روستا و همکاران (۱۳۹۳)، نیز در بررسی خاصیت آنتی‌اکسیدانی و گیرندگی فلزات عصارهٔ دارچین تأییدکنندهٔ نتایج فوق می‌باشد (Kamaliroosta *et al*., 2014).



شکل ۲- اثر غلظت‌های مختلف عصارهٔ چای سبز، دارچین و آنتی‌اکسیدان BHT بر درصد مهارکنندگی رادیکال آزاد DPPH

(حروف غیرمشابه در هر غلظت بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ درصد است.)

جدول (۱)، درصد هم‌افزایی نسبت‌های مختلف ترکیبی عصارهٔ چای سبز و دارچین را نشان می‌دهد. پس از ترکیب عصاره‌های (چای سبز و دارچین)، در تمامی حالت‌های ترکیبی، اثر هم‌افزایی از ۱/۰۶ تا ۱/۴۰ درصد تغییر کرد. در واقع درصد بازدارندگی در حالت تجربی در کلیهٔ غلظت‌ها بیشتر از حالت محاسبه‌شده می‌باشد.

جدول ۱- مقایسهٔ میانگین مقادیر محاسبه‌شده و مقادیر تجربی برای درصد مهار رادیکال آزاد DPPH در نمونه‌های ترکیبی

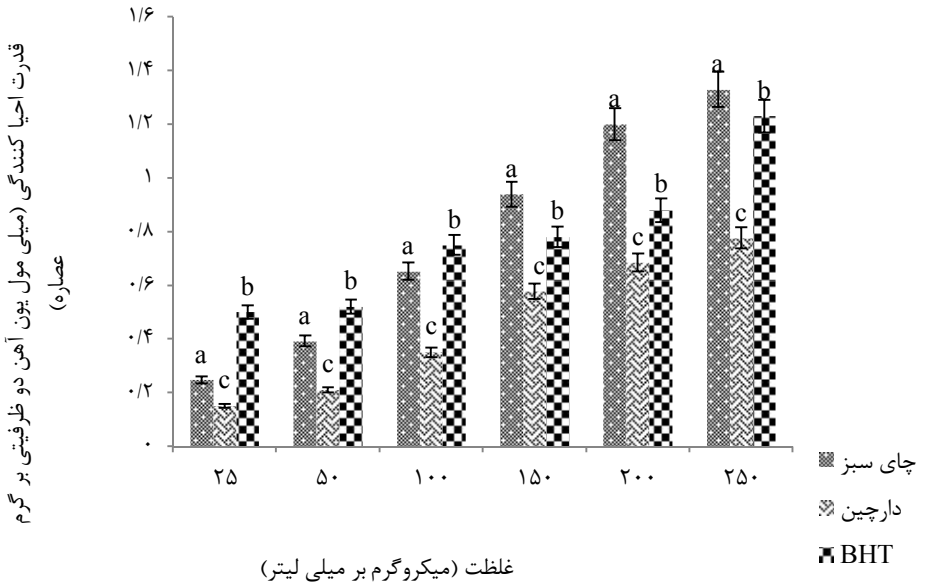
مخلوط عصاره (چای سبز:دارچین)	درصد بازدارندگی (مقادیر محاسبه‌شده)	درصد بازدارندگی (مقادیرتجربی)	SE (درصد)
۲۵:۲۵	۴۱/۹۹۵±۰/۶۵^{b}	۵۸/۹±۰/۳۰^{a}	۱/۴۰^{a}
۵۰:۵۰	۵۶/۷±۰/۵۴^{b}	۶۴/۴±۰/۶۵^{a}	۱/۱۳^{a}
۱۰۰:۵۰	۶۰/۴±۰/۶۲^{b}	۶۶/۹±۰/۹۵^{a}	۱/۱۰^{a}
۵۰:۱۰۰	۶۹/۶۵±۰/۸۹^{b}	۶۷/۴±۰/۶۴^{a}	۱/۱۲^{a}
۵۰:۱۵۰	۶۱/۷۵±۰/۹۸^{b}	۷۶/۲±۰/۵۴^{a}	۱/۲۳^{a}
۱۰۰:۱۰۰	۶۳/۳۵±۰/۶۵^{b}	۷۵±۰/۴۵^{a}	۱/۱۹^{a}
۱۵۰:۵۰	۶۵/۷±۰/۳۴^{b}	۷۳/۱±۰/۵۷^{a}	۱/۱۱^{a}
۵۰:۲۰۰	۶۵/۱۵±۰/۶۷^{b}	۸۰/۴۷±۰/۳۰^{a}	۱/۲۳^{a}
۲۰۰:۵۰	۶۹/۲±۰/۴۳^{b}	۷۳/۹±۰/۸۴^{a}	۱/۰۶^{b}

حروف غیرمشابه در هر غلظت بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ درصد است.

در واقع ترکیبات با فعالیت آنتی‌اکسیدانی پایین، الکترون را به ترکیبات دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی قوی‌تر منتقل کرده و درنتیجه ترکیب قوی‌تر مجدداً احیاشده و هیدروژن خود را به رادیکال آزاد محیطی انتقال می‌دهد، درنتیجه ادامهٔ روند مهار رادیکال آزاد توسط این آنتی‌اکسیدان قوی‌تر می‌شود. همچنین افزایش یا کاهش غلظت یک یا چند ترکیب ممکن است بر برخی برهم‌کنش‌ها مؤثر بوده و فعالیت آنتی‌اکسیدانی را کاهش دهد (Young & Lowe, 2001).

اثر نوع و غلظت عصاره بر قدرت احیاکنندگی آهن

همان‌طورکه در شکل (۳) مشاهده می‌شود، عصاره‌های چای سبز، قدرت احیاکنندگی بیشتری در مقایسه با عصاره‌های دارچین دارند ($P<۰/۰۵$). همچنین عصاره‌های چای سبز در کلیهٔ غلظت‌ها، عملکرد بهتری نسبت به BHT نشان داده‌اند. عصارهٔ دارچین نیز در هیچ‌کدام از غلظت‌ها توان رقابت با قدرت احیاکنندگی BHT را نداشت. عصارهٔ چای سبز قادر به ایجاد تأخیر در اکسیداسیون چربی‌ها و افزایش زمان ماندگاری غذاهای چرب می‌باشد (Pinelo *et al*., 2005). Mathew و همکاران (۲۰۰۶)، اظهار نمودند که عصارهٔ دارچین دارای خاصیت احیاکنندگی، بی‌اثرکنندهٔ رادیکال‌های آزاد و گیرندگی فلزات است (Mathew *et al*., 2006; Su *et al*., 2007).



شکل ۳- اثر غلظت‌های مختلف عصارهٔ چای سبز، دارچین و آنتی‌اکسیدان BHT بر قدرت احیاکنندگی

(حروف غیرمشابه در هر غلظت بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ درصد است.)

همان‌گونه که در جدول (۲)، مشاهده می‌شود، در تمامی حالت‌های مختلف ترکیب دو عصاره (چای سبز و دارچین)، اثر هم‌افزایی معنی‌داری مشاهده گردید ($P<۰/۰۵$). میزان هم‌افزایی ۱/۳۶ تا ۲/۷۸۱ درصد تغییر کرد.

مواد غذایی مختلف دارای ترکیبات زیست‌فعال مختلف با ظرفیت‌های ضداکسایشی متفاوت هستند. زمانی که این مواد غذایی با یکدیگر مصرف شوند، ظرفیت ضداکسایشی کل ممکن است تحت تأثیر هم‌افزایی یا هم‌ستیزی قرار گرفته و ویژگی‌های فیزیولوژیکی جدیدی ایجاد کند (Wang *et al*., 2011). ویژگی‌های احیاکنندگی به‌طورکلی مربوط به وجود ترکیبات احیاکننده است (Pin-Der-Duh, 1998) که با دادن هیدروژن، منجربه شکستن زنجیرهٔ رادیکال آزاد می‌شوند (Gordon, 1990). Hidalgo و همکاران (۲۰۱۰)، به بررسی برهم‌کنش‌های ترکیبات فلاونوئیدی پرداختند و تفاوت نتایج را با طبیعت شیمیایی و واکنش‌پذیری ترکیبات و طبیعت حلال‌ها مرتبط دانسته و محل قرارگرفتن گروه هیدروکسی و باندهای دوگانه، طبیعت رادیکال و مکانیسم واکنش ویژهٔ آن، حضور

گلیکوزیدها، تعداد و موقعیت گروه‌های هیدروکسیل و متوکسیل و واکنش‌های تغییردهندهٔ ساختار را در تعیین نوع برهم‌کنش‌ها مؤثر دانستند.

جدول ۲- اثر غلظت و نسبت‌های مختلف عصارهٔ چای سبز و دارچین بر قدرت احیاکنندگی مقادیر محاسبه‌شده و تجربی

مخلوط عصاره (چای سبز: دارچین)	قدرت احیاکنندگی (مقادیر محاسبه‌شده)	قدرت احیاکنندگی (مقادیرتجربی)	SE (درصد)
۲۵:۲۵	۰/۳۷۵±۰/۳۹^{b}	۰/۵۱۱±۰/۲۱^{a}	۱/۳۶^{c}
۵۰:۵۰	۰/۴۵۲±۰/۸۷^{b}	۰/۸۶۲±۰/۴۳^{a}	۱/۹۰^{b}
۱۰۰:۵۰	۰/۵۴۶±۰/۵۴^{b}	۰/۹۴±۰/۳۲^{a}	۱/۷۲^{c}
۵۰:۱۰۰	۰/۵۵۸±۰/۷۶^{b}	۱/۰۹±۰/۵۴^{a}	۱/۹۸^{b}
۵۰:۱۵۰	۰/۶۹۶±۰/۶۵^{b}	۱/۶۳۷±۰/۳۱^{a}	۲/۳۵^{a}
۱۰۰:۱۰۰	۰/۶۵۲±۰/۰۰^{b}	۱/۴۰۸±۰/۶۵^{a}	۲/۱۵^{a}
۱۵۰:۵۰	۰/۵۸۶±۰/۷۶^{b}	۱/۱۲±۰/۵۴^{a}	۱/۹۱^{b}
۵۰:۲۰۰	۰/۷۴۶±۰/۹۸^{b}	۲/۰۷۵±۰/۷۶^{a}	۲/۷۸^{a}
۲۰۰:۵۰	۰/۶۴±۰/۷۶^{b}	۱/۲۷۹±۰/۹۸^{a}	۱/۹۹^{b}

حروف غیرمشابه در هر غلظت بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ درصد است.

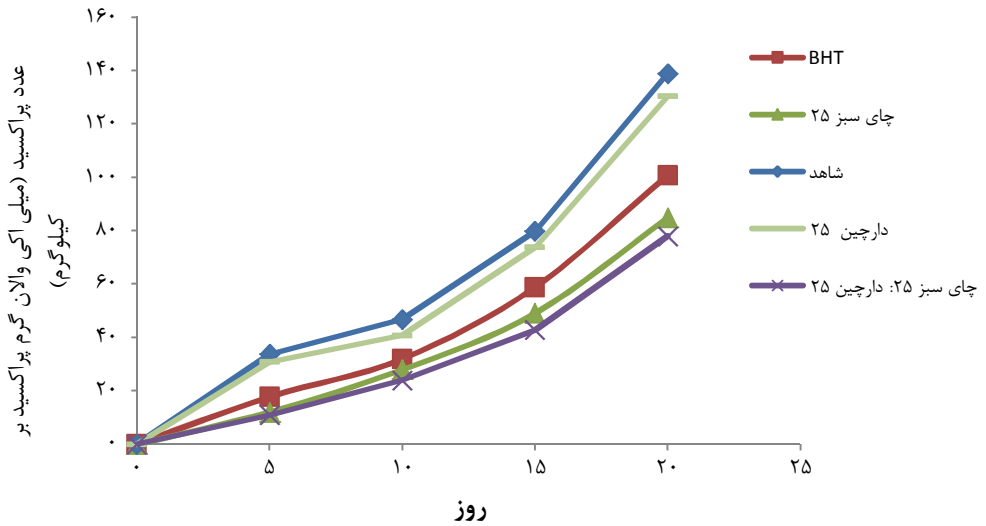
ترکیبات روغن سویا

نتایج حاصل از کروماتوگرافی گازی نشان داد که پروفایل اسیدچرب روغن سویا شامل پالمتیک ۱۳/۳ درصد، استئاریک ۵/۳ درصد، اولئیک ۲۵/۲ درصد، لینولئیک ۴۷/۳ درصد، لینولنیک ۷/۲ درصد، میریستیک اسید($C_{14:0}$) ۰/۲، آراشیدیک اسید ($C_{20:0}$) ۰/۲، گادولئیک اسید ($C_{20:1}$) ۰/۲ و بهنیک اسید ($C_{22:0}$) ۰/۵ درصد است.

اندازه‌گیری عدد پراکسید در روغن سویا

طی بررسی اثر فعالیت ضداکسایشی عصاره‌ها در جلوگیری از اکسایش روغن سویا طی ۲۰ روز مشخص شد که نمونه‌ها مانع از تشکیل محصولات اولیهٔ اکسیداسیون شدند. بیشترین اثر ممانعت‌کنندگی از تولید پراکسید توسط غلظت ۵۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر (چای سبز ۲۵: دارچین ۲۵) بود. قدرت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها در این آزمون به‌ترتیب، چای سبز ۲۵: دارچین ۲۵> چای سبز ۲۵>BHT> دارچین ۲۵> نمونهٔ شاهد بود (شکل (۴) و جدول (۳)).

Nedamani و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند، در آزمون روغن، عصاره‌های ترکیبی چای سبز و بلوط اثر هم‌ستیزی دارند، گرچه این عصاره ترکیبی با وجود بروز اثر هم‌ستیزی عملکرد بهتری نسبت به BHT نشان داد (Ranjbar Nedamani *et al*., 2016). رفتار متفاوت عصاره‌ها پس از ترکیب و در آزمون‌های مختلف را می‌توان براساس مبانی شیمیایی، طبیعت و واکنش‌پذیری ترکیبات موجود در عصاره‌ها توجیه نمود (Viera *et al*., 2012؛ Queirós *et al*., 2009). ممکن است پلیمریزاسیون بین ترکیبات مجزا منجربه تغییر رفتار آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها شود (Pinelo *et al*., 2004). همچنین ساختار شیمیایی و شکل فضای مولکول‌ها در محیط بر عملکرد آنتی‌اکسیدانی آنها مؤثر است.



شکل ۴ -تغییرات عدد پراکسید تیمارهای منتخب در روغن سویا طی زمان نگهداری

فاکتور پایداری

فاکتور پایداری محاسبه‌شده برای تیمارهای انفرادی و ترکیبی در جدول (۳) آمده است. همان‌گونه‌که مشاهده می‌شود، بیشترین پایداری مربوط به عصارهٔ چای سبز با غلظت ۵۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر (چای سبز ۲۵: دارچین ۲۵) بوده است.

جدول ۳ - دورهٔ القاء فاکتور پایداری و نوع برهم‌کنش عصاره‌ها

عصاره	دورهٔ القاء (روز)	فاکتور پایداری	برهم‌کنش
شاهد	۲/۵^{d}	-	
BHT	۶/۷^{c}	۲/۶۸^{c}	
چای سبز ۲۵	۸^{b}	۳/۲^{b}	
دارچین ۲۵	۳^{e}	۱/۲^{d}	
چای سبز ۲۵: دارچین ۲۵	۸/۴۲^{a}	۳/۸^{a}	هم‌افزایی

حروف غیرمشابه در هر غلظت بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ درصد است.

نتیجه‌گیری

در این مطالعه، ارتباط خوبی بین میزان ترکیبات فنلی و ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی مشاهده شد. به‌طوری‌که چای سبز با ترکیبات فنلی بیشتر، نتایج بهتری نسبت به دارچین نشان داد. عصارهٔ چای سبز در تمامی غلظت‌ها و در دو آزمون مهار رادیکال آزاد DPPH و قدرت احیاکنندگی بهتر از BHT عمل نمودند و در تمامی آزمون‌ها عصارهٔ چای سبز برتر از عصارهٔ دارچین بود. در آزمون مهار رادیکال آزاد DPPH و قدرت احیاکنندگی در تمامی حالات اثر هم‌افزایی معنی‌داری مشاهده شد ($P<۰/۰۵$)، اما در آزمون جلوگیری از اکسایش روغن سویا، در غلظت ۵۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر (چای سبز ۲۵: دارچین ۲۵) برهم‌کنش آن از نوع هم‌افزایی بود، و عصارهٔ چای سبز با غلظت ۲۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر نسبت به آنتی‌اکسیدان سنتزی BHT عملکرد بهتری نشان داد. نتایج این مطالعه نشان‌دهندهٔ توانایی رقابت مناسب عصاره‌های مورد آزمون به‌عنوان جایگزین BHT برای جلوگیری از تولید پراکسید در روغن سویا بود.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از معاونت محترم مرکز تحقیقات سلامت فرآورده‌های طبیعی خراسان شمالی که ما را در انجام این تحقیق یاری نمودند، تقدیر و تشکر به عمل می‌آید.

منابع

۱- رنجبر ندامانی، ا.، صادقی ماهونک، ع.، قربانی ، م. و کاشانی‌نژاد، م. ۱۳۹۳. بررسی برهم‌کنش آنتی‌اکسیدانی ترکیب عصاره‌های چای سبز و رزماری. نشریه پژوهش علوم و صنایع غذایی ایران، ۱۰ (۳):۲۴۰- ۲۳۲.

۲- کمالی روستا، ل.، قوامی، م.، الهامی‌راد، ا. ح. و عزیزی‌نژاد، ر. ۱۳۹۳. بررسی خاصیت آنتی‌اکسیدانی و چلاته‌کنندگی عصارهٔ دارچین. مجلهٔ علوم غذایی و تغذیه، ۱۱(۲): ۳۷-۴۶.

۳- مظفریان. و. ۱۳۹۲. فرهنگ نام‌های گیاهان ایران. انتشارات فرهنگ معاصر، تهران، صفحه ۷۵۰.

4- American Oil Chemists' Society. 2003. AOCS. Official method C-d 8-53. Peroxide value. In Official Methods and Recommended Practices of the American Oil.

5- Anderson, R.A., & Broadhurst, C.L. 2004. Isolation and characterization of polyphenol type-A polymers from cinnamon with insulin-like biological activity, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 52(1):65-70.

6- Azizkhani, M., & Zandi, P. 2009. Effects of Some Natural Antioxidants Mixtures on Margarine Stability. World Academy of Science, Engineering and Technology, 49: 93-96.

7- Benzie, I.F.F., & Strain, J.J. 1999. Ferric reducing/antioxidant power assay: direct measure of total antioxidant activity of biological fluids and modified version for simultaneous of total antioxidant power and ascorbic acid concentration. Methods in Enzymology, 299: 15-27.

8- Bidchol, A.M., Wilfred, A., Abhijna, P., & Harris, R. 2011. Free Radical Scavenging Activity of Aqueous and Ethanolic Extract of Brassica oleracea L. var. italica. Food Bioprocess Technology, 4(7): 1137-1143.

9- Bishov, S.J., Masuoka, Y., & Kapsalis, J.G. 1977. Antioxidant effect of spices, herbs and protein hydrolyzates in freeze-dried model systems: synergistic action with synthetic phenolic antioxidants. Journal of Food Processing and Preservation, 1(2):153-166.

10- Boudet, A.M. 2007. Evolution and current status of research in phenolic compounds. Phytochemistry, 68(22): 2722-2735.

11- Cheung, S., & Tai, J. 2007. Anti-proliferative and antioxidant properties of rosemary Rosmarinus officinalis. Oncology reports, 17(6): 1525 - 31.

12- Duh, P.D. 1998. Antioxidant activity of burdock (Arctium lappa Linne): Its scavenging effect on free-radical and active oxygen. Journal of the American Oil Chemists' Society, 75(4): 455-461.

13- Duh, P.D., Tu. Y.Y., & Yen G.C. 1999. Antioxidant activity of water extract of Harn Jyur (Chrysanthemum morifolium Ramat). Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie, 32 (5): 269-277.

14- Economou, K.D., Oreopoulou, V., & Thomopoulos, C.D. 1991. Antioxidant activity of some plant extracts of the family Labiatae. Journal of American Oil Chemists' Society, 68(2): 109-113.

15- Fuhrman, B., Volkova, N., Rosenblat, M., & Aviram, M. 2000. Lycopene synergistically inhibits LDL oxidation in combination with vitamin E, glabridin, Rosmarinic acid, carnosic acid, or garlic. Antioxidant and Redox Signaling, 2(3): 491-506.

16- Gordon, M.H. 1990. The mechanism of antioxidant action in vitro. Food antioxidants, 1-18.

17- Gramza, A. 2006. Antioxidant activity of tea extracts in lipids and correlation with polyphenol content. Europe Journal of Lipid Science and Technology, 108(4): 351–362.

18- Harbowy, M., & Balentin, D. 1997. Tea chemistry. Critical Rev. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 16(5): 415-480.

19- Hatano, T., Edamatsu, R., Mori, A., Fujita, Y., & Yasuhara, E. 1989. Effect of interaction of tannins with co-existing substances. VI. Effects of tannins and related polyphenols on superoxide anion radical and on DPPH radical. Chemical and Pharmaceutical Bulletin (Tokyo), 37 (8): 2016–2021.

20- Hayouni, E. A., Abedrabba, M., Bouix, M., & Hamdi, M. 2007. The effects of solvents and extraction method on the phenolic contents and biological activities in vitro of Tunisian Quercus coccifera L. and Juniperus phoenicea L. fruit extracts. Food chemistry, 105(3):1126- 1134.

21- Hidalgo, M., Sanchez-Moreno, C., & Pascal-Teresa, S. 2010. Flavonoid–flavonoid interaction and its effect on their antioxidant activity. Food Chemistry, 121(3): 691–696.

22- Hosseini, N., Malekirad, A., Changizi Ashtiani, S., & Nazemi, M. 2012. Free radicals scavenging Activity of essential oils and different fractions of methanol extract of Zaataria multiflora, Savia officinalis, Rosmarinus officinalis, Mentha pulegium and Cinnamomum zeylanicum. Journal of Shahid sadoughi university of medical sciences, 20 (1): 28-38.

23- Kamaliroosta, L., Ghavami, M., Elhamirad, A.H., & Azizinezhad, R. 2014. Evaluation of the antioxidant and chelating activities of cinnamon extract. Food Technology and Nutrition, 11(2): 37-46.

24- Kumar, V., Cotron, R.S., & Robbins, S.R. 1992 Basic Pathology., 5th ed. Philadelphia: Saunders, W.B. 5-10, 38

25- Lagouri, V., & Boskou, D. 1996. Nutrient antioxidants in origano. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 47(6): 493-497.

26- Luo, Y., Chen, G., Li, B., Ji, B., Guo, Y., & Tian, F. 2009. Evaluation of antioxidative and hypolipidemic properties of a novel functional diet formulation of Auricularia auricula and Hawthorn. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 10(2): 215–221.

27- Mathew, S., & Abraham, T.E. 2006. Studies on the antioxidant activities of cinnamon (*Cinnamomum verum*) bark extracts, through various in vitro models. Food Chemistry, 94(4): 520-528.

28- Mau, G., & Lin, H.C. 2002. Antioxidant properties of several speciality mushrooms. Food research International, 35(6): 519-526.

29- Mir-Ahmadi, F., Fatemi, H., & Sahari, M.A. 2006. Effect of green Tea extract on the inhibition of sunflower oil oxidation. International Journal of Food Science and Technology, 2 (4):61-70.

30- Morelli, L.L.L., & Marcelo, A.P. 2012. Extraction optimization for antioxidant phenolic compounds in red grape jam using ultrasound with a response surface methodology, Ultrasonics Sonochemistry, 19(6): 1144-1149.

31- 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 and Food Chemistry, 52(7): 1872-81.

32- Nurulain, T.Z. 2006. Green tea and its polyphenolic catechins: medical uses in cancer and non- cancer applications. Journal of Life Sciences, 78(18): 2073-2080.

33- Parthasarathy, S., Azizi, J., Ramanathan, S., Ismail, S., Sasidharan, S., Ikram Mohd Said, M., & Mahsufi Mansor, S. 2009. Evaluation of Antioxidant and Antibacterial Activities of Aqueous, Methanolic and Alkaloid Extracts from Mitragyna Speciosa (Rubiaceae Family) Leaves. Molecules, 14(10): 3964-3974

34- Peter, K.V. 2001. Handbook of herbs and spices. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, Abington Hall, 159-168.

35- Pinelo, M., Manzocco, L., Nunez, M.J., & Nicoli, M.C. 2004. Interaction among phenols in food fortification: Negative synergism on antioxidant capacity. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 52(5): 1177-1180.

36- Queirós, B., Barreira, J. C. M., Cristina, S., & Ferreira, I.C.F.R. 2009. In search of synergistic effects in antioxidant capacity of combined edible mushrooms. International Journal of Food Science and Nutrition, 60(6): 160-172.

37- Rajesh, M., Nagarajan, A., Perumal, S., & Sellamuthu, M. 2008. The antioxidant activity and free radical scavenging potential of two different solvent extracts of Camellia sinensis, Ficus bengalensis and Ficus racemosa. Food Chemistry, 107(3): 1000–1007.

38- Ranjbar Nedamani, E., Sadeghi Mahoonak, A.R., & Ghorbani, M., Kashaninejad, M. 2016. Antioxidant interactions in green tea and oak extracts combination. Iranian Journal of Food Science and Technology, 12(49):123-132.

39- Shisuoka, S. 1986. Process for the production of tea catechins, US patent, 4: 613-672.

40- Simic, M.G. 1988. Mechanisms of inhibition of free radical processed in mutagenesis and carcinogenesis. Mutation Research, , 202 (2): 377-386.

41- Sokol-letowska, A., Oszmianski, J., & Wojdylo, A. 2007. Antioxidant activity of the phenolic compounds of hawthorn, pine and skullcap. Food Chemistry, 103(3): 853-859.

42- Su, L, Yin, J.J., Charles, D., Zhou, K., Moore, J., & Yu, L. 2007. Total phenolic contents chelating capacities, and radical-scavenging properties of blank peppercorn, nutmeg, rosehip, cinnamon and oregano leaf. Journal of Food Chemistry, 100(3): 900-997.

43- Tavassoli, S., & Emam Jomeh, Z. 2011. Total Phenols, Antioxidant Potential and Antimicrobial Activity of Methanol Extract of Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.). Global Veterinaria, 7 (4):337-341.

44- Valko, M., Rhodes, C.J., Moncol, J., Izakovic, M., & Mazur, M. 2006. Free radicals, metals and antioxidants in oxidative stress-induced cancer. Chemico-Biological Interactions, 160 (1):1-40.

45- Viera, V., Marques, A., Barros, L., Barriera, J., & Ferreira, I. 2012. Insights in the antioxidant synergistic effects of combined edible mushrooms: phenolic and polysaccharidic extracts of Boletus edulis and Marasmius oreades. Journal of Food and Nutrition Research, 51(2): 109-116.

46- Wang, S., Meckling, K.A., Marcone, M.F., Kakuda, Y., & Tsao, R. 2011. Synergistic, additive, and antagonistic effects of food mixtures on total antioxidant capacities. Journal of Agriculture and food Chemistry, 59 (3): 960-968

47- Yanishlieva, N.V., & Marinova, E.M. 1996. Antioxidative effectiveness of some natural antioxidants in sun flower oil. Zeitschrift fuÈr Lebensmittel-Untersuchung and Forschung, 203 (3): 220-223.

48- Young, A.J., & Lowe, G.M. 2001. Antioxidants and prooxidants properties of carotenoids. Archives of Biochemistry and Biophysics, 385 (1): 20-27.

The Evaluation of Synergistic Effects of Green Tea and Cinnamon on Antioxidant and Stability of Soybean Oil

Akram Arianfar[1*], Maryam Sardarodiyan[2]

1,2- Young Researchers and Elite Club, Quchan Branch, Islamic Azad University, Quchan, Iran
* Corresponding author (a_aria_1443@yahoo.com)

Abstract

The aim of the study was comparing antioxidant properties and types of interaction (synergism and antagonism) between green tea and cinnamon extracts. After preparing different extracts, their antioxidant properties were measured by three methods, DPPH, FRAP, and then the ability to prevent the oxidation of soybean oil was tested. BHT was used as positive control for comparison. In this study, phenolic content of the extracts was also determined. Green tea, Cinnamon extracts and BHT were preapared in 25, 50, 100, 150, 200 and 250 µg/ml. The extracts (Green tea: Cinnamon) combined in different ratios (1:1,2:1, 1:2, 1:3, 3:1, 2:2, 1:4 and 4:1). The results of free radical scavenging DPPH, FRAP showed that green tea extract significantly (P<0.05) than cinnamon extract action and both extracts were more effective than the synthetic antioxidant BHT. Combined extracts showed different performance in these tests. Among different combinations of these two extracts, synergisms were found in all combination according to DPPH and free radical scavenging assay. In the peroxide value assay, the combined extracts showed synergism was found in 50 (green tea 25: cinnamon 25). The result shows that it is possible to use these natural antioxidants as substitute of synthetic antioxidant BHT.

Keywords: Antagonism, Antioxidant, Cinnamon, Green tea