بهینه‌سازی اثرآنتی‌اکسیدانی عصاره اتانولی گیاه کنگر بر پایداری اکسایشی روغن سویا و مقایسه آن با آنتی‌اکسیدان سنتزی(BHT)

الهام آزادفر[1]، مریم ثابت قدم[1*]، زهره بهرامی[2]، بیتا بیضایی[2]

۱. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سبزوار، باشگاه پژوهشگران جوان ونخبگان، سبزوار، ایران.
۲. کارشناس صنایع غذایی،دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار، سبزوار، ایران

***نویسنده مسئول:** *m.sabetghadam68@gmail.com*

تاریخ دریافت:۱۳۹۸/۱۲/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۳/۱۳

چکیده

پایداری اکسیداتیو روغن ها و چربی ها تحت تأثیر عوامل مختلفی مانند اکسیژن، نور، حرارت، یون‌های فلزی و آنزیم‌ها قرار می‌گیرد و در نهایت فساد اکسیداتیو رخ می‌دهد. کاربرد آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی برای به تأخیر انداختن فساد اکسیداتیو، به دلیل احتمال سمیت و سرطان‌زایی، زیر سؤال قرار گرفته است. هدف از این تحقیق، بهینه‌سازی اثر آنتی‌اکسیدانی عصاره اتانولی گیاه کنگر بر پایداری اکسایشی روغن سویا و مقایسه آن با آنتی‌اکسیدان سنتزی(BHT) می‌باشد. در این مطالعه عصاره کنگر تحت تأثیر غلظت (۳۰۰-۱۰۰) پی پی ام، مدت زمان(۲۴-۷۲) ساعت و دماهای (۵۵-۳۵) درجه سانتی‌گراد استخراج گردید. پس از انجام آزمایش‌های مختلف روی عصاره‌های حاصل بهترین شرایط استخراج برای عصاره‌ها با استفاده از روش سطح پاسخ تعیین و عصاره‌گیری در شرایط بهینه انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد. نتایج فرایند بهینه‌سازی نتایج حاصل از پایداری اکسایشی روغن، نشان داد؛ زمان ۲۴ساعت و غلظت۰۱ ppm /۱۰۰و دما ۴۴/۷۴۵درجه سانتیگراد تعیین گردید. نتایج نشان داد نمونه بهینه گیاه کنگر در پایداری روغن سویا طی مدت زمان نگهداری مؤثرتر از آنتی‌اکسیدان سنتزی (BHT) عمل نموده است که به دلیل مقادیر بالاتر ترکیبات فنولی و آنتی‌اکسیدان موجود در نمونه بهینه عصاره کنگر نسبت به آنتی‌اکسیدان سنتزی می‌باشد.

کلید واژه ها: کنگر، ترکیبات فنولی، پراکسید، سطح پاسخ، تیوباربیوتیک اسید

مقدمه

فرایند اکسایش و تخریب اکسایشی که منجر به ایجاد بدطعمی و کاهش کیفیت و افت ارزش تغذیه‌ای روغن‌ها و چربی‌ها می‌شود، یکی از مهم‌ترین مشکلات صنعت روغن محسوب می‌گردد. ضداکساینده‌ها ترکیب‌هایی هستند که گسترش بدطعمی و فساد روغن‌ها و چربی‌ها را با توسعه زمان پایداری به تأخیر می‌اندازند(Yanishlieva-Maslarova 2001). با توجه به مشکلات و اثرات جانبی نامطلوب ناشی از مصرف ضداکساینده‌های سنتزی، در سال‌های اخیر، تمایل روزافزونی به استفاده از ترکیب‌های گیاهی به عنوان منابع جدید حاوی ضداکساینده‌های طبیعی در صنایع غذایی وجود دارد. به همین دلیل نیز تحقیقات گسترده‌ای در زمینه دستیابی به ترکیب های گیاهی به عنوان جایگزین آنتی‌اکسیدان سنتزی و تدوین دانش فنی کاربرد آن‌ها در مواد غذایی مختلف در سطح جهان انجام می‌گیرد(Martinez-Tome et al., 2001). یکی از سامانه‌های غذایی، روغن‌ها می‌باشند که مصرف بالایی در رژیم غذایی روزانه دارند. روغن سویا، یکی از روغن‌های گیاهی شاخص است که اهمیت آن به دلیل فراوانی، ارزانی و کیفیت خوب آن است. در ضمن به دلیل وجود مقدار به نسبت زیاد اسیدهای چرب غیراشباع در این روغن، پایداری آن در برابر اکسایش کم بوده و مستعد اکسایش می‌باشد(Kahl and Kappus 1993). در سال-

های اخیر استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی، همانند سایر افزودنی‌های شیمیایی، به دلیل سمیت احتمالی و سرطان‌زایی آن‌ها، محدود شده است(Pokorny, 2007). امروزه بیشتر تحقیقات صورت گرفته در این زمینه بر استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های جدید و بدون خطر از منابع گیاهی، حیوانی، میکروبی و غذایی، تمرکز یافته‌اند(Shahidi and Wanasundara, 1992). در راستای کاربرد آنتی‌اکسیدان‌های گیاهی، عصاره گیاه کنگر می‌تواند به عنوان جایگزینی مناسب برای آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی در روغن‌ها مورد استفاده قرار گیرد. کنگر گیاهی است چندساله، حساس به سرما، با طول عمر متوسط چهار سال که ارتفاع آن به دو متر می‌رسد. دارای برگ‌های بسیار بزرگ متمایل به سفید به ابعاد ۱۵ ×۴۰سانتی‌متر، بدون خار یا دارای دندانه‌های نوک تیز کوچک، است(Della et al., 2006). برگ‌های خشک کنگر دارای حدود نه تا ۱۱ درصد آب و ۱۲ تا ۱۵ درصد مواد معدنی بوده و غنی از نمک‌های پتاسیم و منیزیم می‌باشد (کریمی، ۱۳۷۴).

گلی[1] و همکاران (۲۰۰۵) نیز اثر آنتی‌اکسیدانی عصاره استخراجی پوست سبز پسته را در روغن سویا بررسی و با آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی BHT و BHA مقایسه نمودند و مشاهده کردند که عصاره پوست پسته به علت دارا بودن ترکیبات فنولی قوی در غلظت ۶۰۰ppm بالاترین خاصیت آنتی‌اکسیدانی را دارا بود.

یانگ[2] و همکاران (۲۰۱۰) ضمن بررسی تأثیر عصاره رزماری در نه نمونه روغن سویا، کتان و سبوس برنج اعلام نمودند که نمونه‌های شاهد نسبت به نمونه‌های حاوی عصاره و نمونه های حاوی آنتی‌اکسیدان سنتزی دارای عدد پراکسید بالاتری هستند.

هدف از این تحقیق، بهینه سازی اثرآنتی‌اکسیدانی عصاره اتانولی گیاه کنگر تحت تاثیر غلظت ppm (۳۰۰-۱۰۰) ،مدت زمان(۷۲-۲۴) ساعت و دماهای (۵۵-۳۵)درجه سانتی‌گراد بر پایداری اکسایشی روغن سویا و مقایسه آن با آنتی‌اکسیدان سنتزی(BHT) می‌باشد.

روش‌کار

آماده‌سازی نمونه

در این پژوهش گیاه کنگر از عطاری در شهرستان سبزوار تهیه گردید. منظور کاهش فعالیت‌های تنفسی و بیولوژیکی تا زمان آزمایش در یخچال، در دمای چهار درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شد. سپس توسط آسیاب برقی پودر و از الکی با مش ۴۰ عبور داده شده و برای آزمایش‌های بعدی در محلی تاریک، سرد و خشک نگهداری گردید.

استخراج با فراصوت

نمونه پودر شده با حلال به نسبت یک به هشت باهم مخلوط می‌شوند حلال آب و اتانول به نسبت یک به ۱۰ سی‌سی بوده است. مخلوط نمونه و حلال در معرض امواج فراصوت در دمای محیط در سه زمان ۱۰، صفر،۳۰ دقیقه قرار گرفت. فراصوت با استفاده از دستگاه اولتراسونیک ساخت شرکت هلشر آلمان مدل یوپی ۴۰۰ اس با قدرت ۴۰۰ وات و پروب H از جنس تیتانیوم با قطر هفت میلی‌متر، طول ۱۰۰ میلی‌متر ۱cycle انجام شد (Farhoosh and Moosavi, 2006).

که مخلوط نمونه و حلال در معرض امواج فراصوت در دمای محیط در سه زمان ۱۰، صفر،۳۰ دقیقه قرار گرفت

افزودن عصاره اتانولی گیاه کنگر و به روغن سویا

کیفیت روغن سویا از طریق اندازه‌گیری اندیس پراکسید و تیوباربیتوریک اسید تعیین شد. عصاره اتانولی تغلیظ شده و خشک شده در سه سطح (ppm ۱۰۰- ۳۰۰) به روغن سویا اضافه شد. عمل اختلاط به کمک همزن مغناطیسی در دمای محیط به مدت ۳۰ دقیقه انجام گردید. هر یک از تیمارها به ظروف نمونه منتقل شده است و در آون ۱۸۰ درجه سانتیگراد به مدت شش ساعت خشک شده است، اثر تیمارهای به کار رفته بر روی اکسیداسیون روغن سویا در آون با دمای ۶۵ درجه سانتی‌

[1] Goli
[2] Yang

گراد به مدت ۷۲ ساعت و در فواصل زمانی ثابت ۲۴ ساعت از طریق سنجش اندیس پراکسید، شاخص تیوباربیتوریک اسید، عدد اسیدی، مورد بررسی قرار گرفت(Horwitz, 1975).

آزمون‌های شیمیایی

اندازه‌گیری عدد پراکسید

عدد پراکسید به روش متداول اندازه‌گیری و با استفاده از محلول اسیداستیک کلروفرمی (نسبت کلروفرم به اسید استیک ۲:۳) و تیتراسیون آن با تیوسولفات سدیم ۰/۰۱ نرمال و برحسب میلی‌اکی‌والان پراکسید در ۱۰۰ گرم روغن بیان گردید (Horwitz, 1975).

رابطه (۱) (حجم نمونه) ÷ (حجم تیتراسیون مصرفی × نرمالیته × ۱۰۰۰) = عددپراکسید

محاسبه شاخص تیوباربیتوریک اسید (*TBA*)

یک گرم روغن در تتراکلریدکربن حل‌شده و به آن محلول اسید تیوباربیتوریک اضافه گردید سپس سانتریفوژ شده و قسمت آبی آن جدا شد و در حمام آب جوش قرار گرفت و پس از آن میزان جذب در طول موج ۵۳۲ نانومتر اندازه‌گیری گردید(Seabury, 2002).

اندازه گیری اندیس اسیدی

از طریق تیتراسیون حلال(بدون حضور نمونه روغن) با هیدروکسید سدیم یا هیدروکسید پتاسیم ۰/۱ یا ۰/۰۱ نرمال تا ظهور رنگ صورتی کم‌رنگ تیتر گردید و از طریق رابطه زیر اندیس اسیدی محاسبه شد(قوامی و همکاران، ۱۳۸۵).

رابطه (۲)

× N× (A-B) /W

۵۶/۱= اندیس اسیدی

A= حجم قلیایی مصرفی در تیتراسیون نمونه

B= حجم قلیایی مصرفی در تیتراسیون شاهد

طراحی آزمایش

در این مطالعه از طرح آماری روش سطح پاسخ RSM برای بهینه‌سازی مقدار ترکیبات آنتی‌اکسیدانی (DPPH)و ترکیبات فنولی و اندیس پراکسید استفاده شده است. از روش سطح پاسخ با به‌کارگیری نرم‌افزار Design Expert نسخه هفت استفاده‌شده است. متغیرهای مستقل که شامل غلظت (X_1)، زمان (X_2) و دما(X_3) و متغیرهای وابسته مقدار اندیس پراکسید، اندیس تیوباربیوتیک و اندیس اسیدیته هستند که در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱: مقادیر کد شده و سطوح متغییرهای مستقل فرایند بهینه‌سازی

متغیرها	مقادیر واقعی	
	پایین	بالا
غلظت (ppm) (X_1)	۳۰۰	۱۰۰
روز نگهداری (h) (X_2)	۷۲	۲۴
دما(c) (X_3)	۵۵	۳۵

نتایج و بحث

بررسی مدل

از تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها به منظور تعیین مناسب بودن مدل تجربی به کار رفته استفاده شد. نتایج آنالیز واریانس مدل تجربی نشان داده شده است. همانطور که در جدول‌های زیر مشاهده می‌شود مقادیر بالای F-value (F>۰/۰۵) و مقادیر به دست آمده از P-value (p<۰/۰۵). نشان می‌دهد که مدل استفاده شده معنی‌دار است. میانگین مربعات برازش خطی (Lack of fit) معنی‌دار نیست که نشان‌دهنده برازش مدل درجه دو و عدم وجود سایر روابط در تأثیر بر میزان اندیس پراکسید، تیوباربیوتیک اسید و اندیس اسیدیته است و می‌توان نتیجه گرفت که نتایج حاصل با مدل آزمایشی مورد استفاده مطابقت دارد. تعیین شرایط بهینه به روش صفحات سطح پاسخ از طریق نرم‌افزار امکان پذیر است.

معادله برازش داده شده پاسخ‌ها به صورت زیر می‌باشد:

رابطه۳

معادله اندیس پراکسید در روغن

$Y= 3.7- 0/0375A -0/7625 B-2C -0/025 A B-0/15AC -0/15BC-0.062 A^2+0.237 B^2-0.162C^2$

رابطه۴

معادله اندیس TBAدر روغن

$Y= 0.363- 0/0072A +0/05445 B-0.01337C -0/0218 A B-0/0183AC +0/0207BC+0.0019 A^2+0.0134 B^2+0.0099C^2$

رابطه ۵

معادله اندیس اسیدیته در روغن

$Y= 0.74- 0/0274A +106.51 B-0.009C +0/0098 A B-213.09AC -106.53BC-106.5 A^2+106.5 B^2-106.54C^2$

تعیین اندیس پراکسید

درعصاره با افزایش مدت دما، اندیس پراکسید از ۳۵ تا ۵۵ درجه سانتیگراد افزوده می‌شود و دمای بهینه برابر با ۴۴/۷۴۵ درجه سانتی‌گراد تخمین زده می‌شود اثر زمان نگهداری نشان داد این فاکتور بر اندیس پراکسید ارتباط معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) داشت. همچنین در عصاره با افزایش زمان نگهداری از ۲۴ تا ۷۲ ساعت بر میزان اندیس پراکسید افزوده شده و مقدار بهینه زمان برابر با ۲۴ ساعت تخمین زده می‌شود. همچنین با افزایش غلظت از ۱۰۰ تا ۳۰۰ ppm میزان اندیس پراکسید کاهش یافت. در عصاره کنگر با افزایش غلظت میزان اندیس پراکسید کاهش یافت. مقدار بهینه اندیس پراکسید ۳/۱۲۰ میلی-اکی‌والان پراکسید بر کیلوگرم روغن می‌باشد. همان طور که مشاهده می‌شود میزان عدد پراکسید در نمونه‌های روغن مورد مطالعه متفاوت بود و با افزایش زمان نگهداری در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد تغییرات عدد پراکسید بصورت معنی داری ($P<۰/۰۵$) روند افزایشی از خود نشان دادندبا افزایش زمان نگه‌داری نمونه‌ها میزان اندیس پراکسید غلظت‌ها به دلیل تشکیل هیدروپراکسید یعنی محصولات اولیه اکسیداسیون افزایش می‌یابد. در این مطالعه مشخص شد افزایش درجه حرارت سبب تولید عصاره اتانولی کنگر با مقادیر فنولیک بالاتر شده است که استفاده از درجه حرارت بالا سبب گسستن اتصالات بین ترکیبات فنولیک و پروتئین یا پلی‌ساکاریدها می‌شود .

(Ju, and Howard, 2003). سایر بررسی‌ها محمدی[1]و همکاران در سال(۲۰۱۴) به انداز ه گیری ترکیب فنولی، رزمارینیک اسید و فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره متانولی بادرنجبویه با استفاده از روش DPPH و اثر آنتی‌اکسیدانی آن پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که عصاره غنی از ترکیب فنولی و رزمارنیک اسید بوده و عصاره می‌تواند باعث پایداری اکسایشی روغن سویا شود.

معدنی پور و شریفی(۱۳۹۶) ترکیبات شیمیایی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره برگ به، با حلال‌های متانول، اتانول و هگزان را بررسی کردند. نتایج نشان داد درصد بازدارندگی عصاره‌ها با افزایش غلظت افزایش می‌یابد.

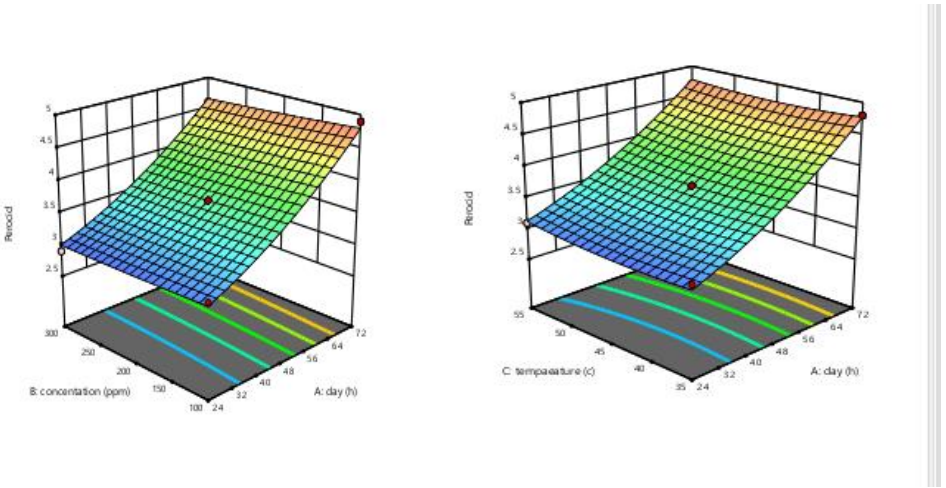
شهیدی[2] و همکاران(۲۰۰۷) گزارش کردند که روغن کانولا، توسط عصاره آرد کانولا و روغن شلغم روغنی توسط تعدادی از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی در برابر اکسیداسیون پایدار شده و فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره مربوط به حضور ترکیبات فنولیک می‌باشد.

فیاض مهر و همکاران (۱۳۹۱) تأییدکننده نتایج فوق هستند. آن‌ها در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر امواج فراصوت بر مقدار و قدرت ترکیبات آنتی‌اکسیدانی لیکوپن استخراج شده از گوجه فرنگی پرداختند. نتایج بالاترین مقدار و قدرت ترکیبات آنتی‌اکسیدانی لیکوپن استخراجی را مربوط به تیماری که با فراصوت پیش تیمار شده بود در کمترین زمان (۱۰) دقیقه پیش‌بینی کردند.

باربرو[3] و همکاران (۲۰۰۸) نیز در تحقیقی که به منظور (استخراج کاپسایسینوئیدهای فلفل به کمک امواج فراصوت انجام دادند، بهترین تیمار برای استخراج را در دمای ۵۰ درجه سلسیوس با حلال متانول گزارش کردند که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت داشت.

[1] Mohamadi
[2] Shahid
[3] Barbero

(الف) (ب)



شکل۱- نمایش تغییرات میزان اندیس پراکسید در اثر تغییرات زمان و دما(الف) و زمان و غلظت(ب)

تعیین شاخص تیوباربیتوریک اسید(TBA)

تغییرات اندیس TBA روغن سویا در طی زمان نگهداری در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد در شکل (یک) نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می‌شود میزان TBA در نمونه‌های روغن مورد مطالعه متفاوت بود و با افزایش زمان نگهداری در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد روند افزایشی از خود نشان دادند. به طوری که مشاهده می‌شود در روز اول نگهداری عصاره کنگر پایین‌ترین مقدار اندیس تیوباربیوتیک را دارا بودند، در حالی که با افزایش زمان نگهداری و در انتهای روز سوم به بالاترین مقدار رسید.

در عصاره با افزایش مدت زمان نگهداری اندیس تیوباربیوتیک از ۲۴ تا ۷۲ ساعت افزوده می شود و زمان بهینه برابر با ۲۴ساعت تخمین زده می‌شود. همچنین با افزایش غلظت از ۱۰۰تا ۳۰۰ ppm میزان اندیس تیوباربیوتیک اسید کاهش یافت. مقدار اندیس تیوباربیوتیک اسید بهینه برابر ۰/۳۱۰ است.

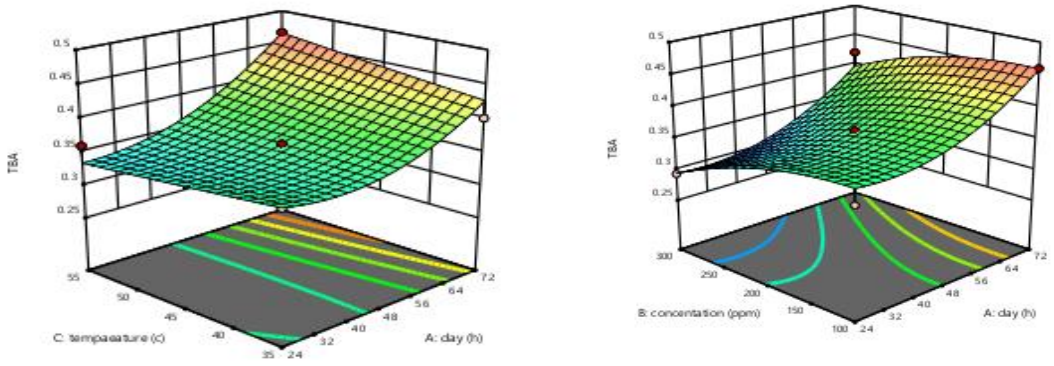
شکل (دو) همان طور که مشاهده می شود عصاره استخراج شده با افزایش غلظت میزان اندیس تیوباربیتوریک اسید(TBA) به دلیل افزایش فعالیت آنتی-اکسیدانی کاهش یافته است و اختلاف معنی‌دار آمار بین غلظت‌های مختلف ایجاد شده است. با افزایش درجه حرارت و انتقال جرم، طبیعتاً محلولیت مواد حل‌شونده در حلال را بهبود می‌بخشد و کشش سطحی و ویسکوزیته را کاهش می‌دهد. در حقیقت افزایش درجه حرارت علاوه بر افزایش سرعت استخراج منجر به کاهش زمان استخراج نیز می‌گردد. از طرف دیگر ممکن است ترکیبات فنولیک بالاتر از یک حد معین درجه حرارت دچار دناتوراسیون گردند(Horwitz, 1975).

دونگ رویی[1] و همکاران(۲۰۱۱) تأثیر دماهای (۳۰ تا ۷۰ درجه سلسیوس) را روی دانه گیلاس بررسی کردند نتایج نشان داد قدرت مهار رادیکال آزاد تا دمای ۶۰ درجه سلسیوس زیاد می‌شود و بعد از آن به دلیل تجزیه شدن ترکیبات آنتی‌اکسیدانی کاهش را در مقدار مهارکنندگی رادیکال آزاد خواهیم داشت. آیادی[2] و همکاران در سال(۲۰۰۹) نیز به نتایج مشابهی دست یافتند. آن‌ها گزارش کردند که عدد پراکسید نمونه‌های روغن زیتون فوق بکر حاوی رزماری و آویشن طی ۶۶ روز نگهداری در دمای ۶۰ درجه سلسیوس به شکل معنی‌داری کمتر از نمونه کنترل بود. اُزکان و ارسلان[3] در سال(۲۰۱۱) گزارش کردند که نمونه‌های روغن فندق حاوی اسانس میخک،

[1] -Dong-rui
[2] Ayadi,
[3] -Özcan& Arslan

دارچین و رزماری در سطح صفر، ۲۵ و ۰.۵ درصد در به تأخیر انداختن تشکیل محصولات اولیه اکسیداسیون نسبت به نمونه کنترل به شکل مؤثرتری عمل می‌کنند.

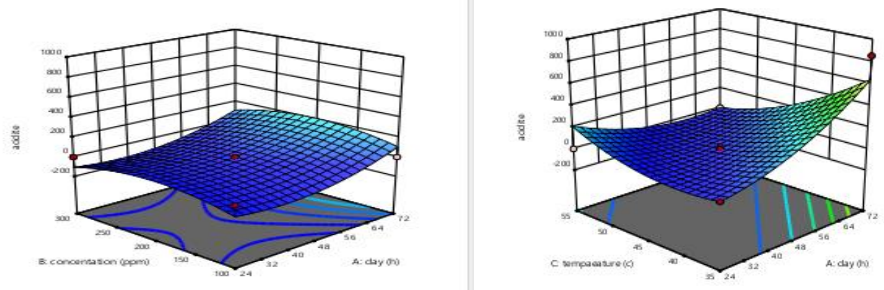
(الف) (ب)



شکل۲- نمایش تغییرات میزان اندیس تیوباربیوتیک در اثر تغییرات زمان و غلظت(الف) و زمان و دما(ب)

اندیس اسیدی

تغییرات اندیس اسیدیته روغن سویا در طی زمان نگهداری در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد در شکل (سه) نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می‌شود میزان اسیدیته در نمونه‌های روغن مورد مطالعه متفاوت بود و با افزایش زمان نگهداری در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد روند افزایشی از خود نشان دادند(شکل سه) . به طوری که مشاهده می‌شود در روز اول نگهداری عصاره کنگر پایین‌ترین مقدار اندیس را دارا بودند. در عصاره با افزایش مدت زمان نگهداری اندیس اسیدیته از ۲۴ تا ۷۲ ساعت افزوده می‌شود و زمان بهینه برابر با ۲۴ساعت تخمین زده می‌شود. همچنین با افزایش غلظت از ppm ۱۰۰تا ۳۰۰ میزان اندیس اسیدیته کاهش یافت که این امر احتمالاً به علت تبدیل اسیدهای چرب به پراکسیدها و سپس تبدیل پراکسیدها به ترکیبات ثانویه اکسیداسیون است، افزودن آنتی‌اکسیدان بر روی افزایش اندیس اسیدی در طی زمان نگهداری تأثیر بازدارنده دارند که احتمالاً به دلیل ساختمان شیمیایی آنتی‌اکسیدان است، چراکه آنتی‌اکسیدان‌ها نقشی در جلوگیری از هیدرولیز اسیدهای چرب ندارد و مکانیسم عمل آن‌ها بیشتر از طریق احیا رادیکال آزاد است .



شکل۳- نمایش تغییرات میزان اندیس اسیدیته در اثر تغییرات زمان و غلظت(الف) و زمان و دما(ب)

بهینه سازی

با توجه به تحلیل نمودارها و این نکته که شرایط بهینه یک پاسخ، ممکن است برای پاسخ دیگر نامساعد باشد، بنابراین باید الگوی ساختی را معرفی کرد که تا حد امکان تمامی پاسخ‌ها را به نحو رضایت‌بخشی بهینه نماید. برای این منظور کانتورپلات‌های مختلف بر روی‌هم قرار گرفت و منطقه‌ای که مشخصات تمامی پاسخ‌ها را برآورد کرد، به‌عنوان منطقه بهینه معرفی گردید .در شرایط بهینه، نشان داد؛ شرایط بهینه شامل زمان ۲۴ساعت، دمای ۲۴ساعت، دما ۴۴/۷۴۵درجه سانتی‌گراد و غلظتppm ۱۰۰/۰۱ تعیین گردید. در این شرایط اندیس پراکسید، اندیس تیوباربیوتیک اسید، و اسیدیته نمونه‌ها به ترتیب۳/۱۲۰ میلی‌اکی‌والان پراکسید بر کیلوگرم روغن، ۰/۳۱۰، ۰/۴۹۱تعیین شد .در این تحقیق هدف از بهینه‌سازی به حداکثر رساندن میزان آزمون‌های روغن (اندیس پراکسید، اندیس تیوباربیوتیک اسید و اندیس اسیدیته) بود. در نهایت نتیجه به دست آمده از نمونه بهینه انتخاب و با آنتی‌اکسیدان سنتزی(BHT) مقایسه گردید. نتایج مقایسه میانگین تأثیر نوع آنتی‌اکسیدان بر روی پارامترهای نشان داد که بین دو آنتی‌اکسیدان اختلاف آماری معنی‌داری (P<۰/۰۵) وجود دارد.

جدول ۲- مقایسه عصاره کنگر و آنتی‌اکسیدان سنتزی (BHT) در شرایط بهینه(غلظت ppm ۱۰۰، زمان ۲۴ ساعت).

نوع تیمار	پراکسید	اسیدیته	تیوباربیوتیک اسید
عصاره کنگر	^{a}۳/۱۲۰	^{b}/۳۱۰	^{a}۰/۴۹۱
آنتی‌اکسیدان سنتزی	^{b}۳/۳۲۹۶	^{a}۰/۲۶۸	^{b}۰/۵۳۴

*در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک از لحاظ آماری اختلاف آماری معناداری ندارند

مقایسه روغن با آنتی‌اکسیدان سنتزی*(BHT)*

غنی‌سازی روغن با آنتی‌اکسیدان به روش اولتراسونیک نسبت به آنتی‌اکسیدان سنتزی به طور معنی‌داری در کاهش میزان پیشرفت واکنش‌های اکسیداسیون و تولید هیدروپراکسیدها مؤثر بوده است. با افزایش میزان ترکیبات فنولی، بالارفتن عدد پراکسید و تیوباربیوتیک اسید مشاهده شد دلیل این کاهش را می‌توان به واکنش‌های ثانویه اکسیداسیون و تولیدکربونیل وترکیبات فرار نسبت داد و یا می‌توان به علت خروج ترکیبات آنتی‌اکسیدان بیشتر از گیاه به داخل روغن با گذشت زمان باشد. ترکیبات فنولی با مرور با از بین رفتن رادیکال‌های آزاد از تشکیل هیدروپراکسید جلوگیری نموده و باعث کاهش عدد پراکسید می‌شود.

تشکیل هیدروپراکسید در نمونه آنتی‌اکسیدان سنتزی(BHT) علاوه بر نتیجه عمل اتواکسیداسیون می‌تواند تا حد کمی به واکنش اکسیداسیون آنزیمی مربوط باشد. علت را می‌توان به بالابودن میزان ترکیبات پلی‌فنلی استخراج شده از عصاره به اولتراسونیک نسبت داد. ترکیبات پلی‌فنلی به دلیل داشتن خاصیت آنتی‌اکسیدان و دادن اتم هیدروژن به رادیکال‌های آزاد تولید شده در حین فرایند از پیشرفت اکسیداسیون جلوگیری می‌نمایند(فریدونی نوری و همکاران، ۱۳۹۵).

بوتا و همکاران در سال(۲۰۱۳) تأثیر عصاره برگ گیاه بادرنجبویه را با بوتیلات هیدروکسی تولوئن در به تأخیر انداختن اکسیداسیون روغن آفتابگردان مقایسه نمودند. عصاره بادرنجبویه در مقدار ppm۲۰۰آنتی‌اکسیدان سنتزی (BHT) در جلوگیری از اکسیداسیون تقریباً مشابه مقدار ppm۲۰۰عصاره بادرنجبویه بود.

نتیجه گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد که می‌توان از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی به عنوان جایگزین آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی در فرمولاسیون روغن‌های خوراکی استفاده نمود. همان

طور که بیان شد مطابق با شاخص‌های پایداری روغن مورد مطالعه در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد به مدت سه روز بود که پایداری روغن تحت تأثیر مواد فنولی موجود در عصاره کنگر می‌باشد.

هدف از این تحقیق، بهینه‌سازی اثر آنتی‌اکسیدانی عصاره اتانولی گیاه کنگر بر پایداری اکسایشی روغن سویا و مقایسه آن با آنتی‌اکسیدان سنتزی(BHT) می‌باشد. در این مطالعه عصاره کنگر تحت تأثیر غلظت‌های مختلف، مدت زمان و دماهای مختلف استخراج گردید. پس از انجام آزمایش‌های مختلف روی عصاره‌های حاصل بهترین شرایط استخراج برای عصاره با استفاده از روش سطح پاسخ تعیین و عصاره‌گیری در شرایط بهینه انجام شد. نتایج فرایند بهینه‌سازی، نشان داد؛ شرایط بهینه شامل زمان ۲۴ساعت، و دمای ۲۴ساعت، دما ۴۴/۷۴۵درجه سانتی‌گراد و غلظت ppm ۱۰۰/۰۱ تعیین گردید .بر اساس نتایج به دست آمده، اندیس پراکسید، اندیس تیوباربیوتیک اسید، و اسیدیته نمونه‌ها به ترتیب۳/۱۲۰ میلی‌اکی والان پراکسید بر کیلوگرم روغن، ۰/۳۱۰ ،۰/۴۹۱تعیین شد. نتایج نشان داد نمونه بهینه گیاه کنگر در پایداری روغن سویا طی مدت زمان نگهداری مؤثرتر از آنتی‌اکسیدان سنتزی(BHT) عمل نموده است که به دلیل مقادیر بالاتر ترکیبات فنولی و آنتی‌اکسیدان موجود در نمونه بهینه عصاره کنگر نسبت به آنتی‌اکسیدان سنتزی می‌باشد.

منابع

۱-افرازه، ز، بلندی، م، خورشیدی، م و محمدی نافچی، ع.(۱۳۹۳). بررسی فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌های آبی و الکلی(متانول، اتانول) گلبرگ زعفران، نشریه زراعت و فناوری زعفران، جلد ۲، شماره ۳، صفحه ۲۳۶-۲۳۱.

۲-فریدونی نوری، ط، فهیم دانش، م و سحری،م.(۱۳۹۵). بررسی استخراج ترکیبات فنولی برگ‌های رزماری به روش امواج فراصوت و تأثیر آن بر خواص ارگانولپتیکی و فیزیکوشیمیایی و پایداری اکسیداتیو روغن زیتون بکر، فصلنامه علوم صنایع غذایی، شماره ۵۳، دوره ۱۳.

۳-فیاض مهر، ب و آصفی، ن. (۱۳۹۱). تأثیر امواج فراصوت بر مقدار و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی لیکوپن استخراج شده از تفاله گوجه فرنگی، نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی، جلد ۲۲، شماره۲۴۸، صفحه۲۴۲.

۴-قوامی، م، قنبری، ر، صفا فر، ح. (۱۳۸۵). بررسی خاصیت آنتی‌اکسیدانی عصاره متانولی گیاه اکلیل کوهی پایداری روغن کانولا، شانزدهمین کنگره ملی صنایع غذایی ایران، گرگان، ایران.

۵-کریمی، ه. (۱۳۷۴). اسامی گیاهان ایران، مرکز نشردانشگاهی.

۶-معدنی پور، م و شریفی، ا. (۱۳۹۷). بررسی ترکیبات شیمیایی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره برگ به، نشریه نوآوری در علوم و فناوری غذایی، دوره ۱۰، شماره ۱، صفحه۱۰۹-۱۱۹.

7-Ayadi, M. A., Grati-Kamoun, N., & Attia, H. 2009. Physico-chemical change and heat stability of extra virgin olive oils flavoured by selected Tunisian aromatic plants. Food and Chemical Toxicology, 47(10): 2613-2619.

8-Barbero, G.F. Liazid, A. Palma, M. andBarroso, C.G. 2008. Ultrasound- assisted extraction of capsaicinoids from peppers. Talanta, 75:1332-133

9-Buta, N., Popa, N., Roman, L., Bordea, G., Bordea,A., Bordea, N. 2013. The antioxidant effect of Meliss officinalis extract regarding the sunflower oil used in food thermal aplications. J. Agroal. Proc. Technol., 19(2), 276-279

10-Della W. M. Sin, Y. C. Wong,C. Y. Mak,S. T. Sze, W. Y. 2006. Determination of five phenolic antioxidants in edible oils:Method validation and stimulation of measurement uncertainty. J of food composition and Analysis(19):784- 791.

11-Dong-rui, Y., G. Leil, W. Shu-jun, X. Fu-quanl. 2011. "Response surface optimization of Extraction process for DPPH Free Radical

a critical reconsideration .J of Food Lipids. 13: 298–305.

13-Goli AH, Barzegar M and Sahari MA. 2005. Antioxidant activity and total hydroxyanisole and butylated Hydroxytoluene. J. AM. Oil. Chem. Soc., 52, 59.

14-Horwitz,W. (1975). Official methods ofanalysis of the association of official analytical chemist (AOAC). 13th ed

15-Ju, Z. Y., and Howard, L. R.2003. Effects of Solvent and Tem- prerature on Pressurized Liquid extraction of Anthocya- nins and Total Phenolics from Dried red Grape Skin. J of Agricultural and Food Chemistry, 51,5207-5213.

16-Kahl R and Kappus H. 1993. Toxicity of synthetic antioxidants BHT and BHA in comparison with natural antioxidants vitamin E. Zeitschrift fur Lebensmittel- Untersuchung und Forschung, 196: 329- 338

17-Martinez-Tome, M., Jimenez, A., Ruggieri, S., Frega, N., Strabbioli, R. & Murcia, M. 2001. Antioxidant properties of mediterranean spices compared with common food additives. J of Food Protection, 64:1412–1419.

18-O'Brien, R.D.2009. Fats and Oils: formulating and processing for application. Third Edition, CRC Press. Boca Raton.9

19-Özcan, M. M., & Arslan, D. 2011. Antioxidant effect of essential oils of rosemary, clove and cinnamon on hazelnut and poppy oils. Food Chemistry, 129(1): 171-174.

20-Pokorny, J. 2007. Are natural antioxidants better and safer than synthetic antioxidant?. scavenging components from cherry seed." Food Science, Vol. 32, No. 22,, pp. 46-50.

12-Farhoosh, R., and Moosavi, S.M.R. 2006. Determination of carbonylvalue in rancid oils: European J of Lipid Science and thechnology. 109: 629-642.

21-Seabury, k., 2002.The effect of antioxidants in preventing farther oxidation in TBA analysis. California state science fair. Project number, Jo404.

22. Shahidi, F . & Naczk, M. 2003. Phenolics in food and nutraceuticals. CRC Press. pp: 403-426.

23- Shahidi, F. and Wanasundara, P. 1992. Phenolic antioxidant. Critical Reviews in Food Science and Nutritions. 32:67-103.

24-Tepe, B. Donmez, E., 2004. Antimicrobial and antioxidant activities of the essential oil and various extract of salvia cryptantha and salvia multicaulis. J of Food Chemistry. 84:519-52.

25-Yang, Y. Z. L., Zu, Y., Chen, X., Wang, F and Liu, F. 2010. Oxidative stability of sunflower oil supplemented with carnosic acid compared with synthetic antioxidants during accelerated storage. Food Chemistry. 118:656–662.

26- Yanishlieva-Maslarova NV. 2001. Inhibiting oxidation, In: Antioxidants in Food. Pokorny J, Yanishlieva N, Gorden M. Eds. Woodhead Publishing Ltd. Cambridge, UK, pp. 22–70.

Antioxidant effect optimization of ethanol extract of *Cirsium vulgare* on oxidative stability of soybean oil and comparison with synthetic antioxidant (BHT)

Azadfar A[1], Sabetghadam M[1*], Bahrami Z[2], Beyzaei B[2]

1. PhD student in food Science and Engineering, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran, Member of the Young and Elite Researchers Club.

2. Expert in Food Industry, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran.

***Corresponding author:** *m.sabetghadam68@gmail.com*

Received: March 3, 2020 Accepted: June 2, 2020

Abstract

Various factors such as oxygen, light, heat, metal ions, and enzymes can affect the oxidative stability of oils and lipids, and finally, oxidative rancidity can occur. The application of synthetic antioxidants has been questioned to delay oxidative rancidity due to their toxicity and carcinogenic probability. This study aims to optimize the oxidant performance of an ethanolic extract of *Cirsium vulgare* on oxidative stability of soybean oil and compare it with synthetic antioxidants (BHT). In this study, *C. vulgare* extract was extracted under the influence of concentration (100-300 ppm), duration hours, and temperatures. After performing different experiments on the extraction of the best extraction conditions, the best extraction conditions were determined using response surface methodology and extraction in optimum conditions. Data analysis was carried out. The optimization process results showed that the oxidative stability of oil showed that; time 24.0 min and concentration 100/01temperature 44/745 were determined. Results showed that the optimum sample of *C. vulgare* in the stability of soybean oil during storage time was more effective than synthetic antioxidant (BHT) due to higher levels of phenolic compounds and antioxidants present in the optimized sample of *C. vulgare*.

Keywords: *Cirsium vulgare*, Phenolic compounds, Peroxide, Response surface methodology, Thiobarbituric acid.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Non-commercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited

Copyright © 2021 Shahrekord Branch, Islamic Azad University.