مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

ارزیابی فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره جوانه بروکلی در پایداری اکسایشی روغن سویا در دمای تسریع شده ۶۰°C

سیدرضا موسوی[۱]، علی نجفی[۱*]، هما بقایی[۱]

۱- دانشکده کشاورزی، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد دامغان، دانشگاه آزاد اسلامی، دامغان، ایران.

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۷/۲۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۸/۲۵

کلمات کلیدی:

روغن سویا،

اکسیداسیون،

آنتی اکسیدان طبیعی،

عصاره جوانه بروکلی،

پایداری اکسایشی.

DOI: 10.22034/FSCT.19.131.211

DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.131.17.8

* مسئول مکاتبات:

najafiali2002@gmail.com

چکیده

به منظور افزایش پایداری اکسایشی روغن‌ها از انواع آنتی‌اکسیدان‌ها استفاده می‌شود. مصرف آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی به دلیل مسئله سرطان‌زایی، نگرانی‌هایی را به همراه دارد، لذا امروزه استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی جهت توسعه دوره ماندگاری اکسایشی روغن‌ها رو به افزایش است. هدف از این تحقیق بررسی امکان استفاده از عصاره جوانه بروکلی به عنوان یک آنتی‌اکسیدان طبیعی جهت توسعه پایداری اکسایشی روغن سویا بود. سطوح مختلف عصاره شامل ۲۰۰، ۴۰۰ و ۸۰۰ پی‌پی‌ام به روغن سویا افزوده شدند و این نمونه‌ها با نمونه فاقد آنتی‌اکسیدان (شاهد) و نمونه حاوی آنتی اکسیدان سنتزی TBHQ (۱۰۰ پی‌پی‌ام) مقایسه گردیدند. آزمون‌های مختلف شامل اندیس‌های اسیدی، پراکسید، آنیزیدین، توتوکس، تیوباربیتوریک اسید (TBA) و عدد رنسیمت بر روی نمونه‌های روغن طی دوره نگهداری تسریع شده‌ی ۱۸ روزه در دمای ۶۰°C انجام گرفتند. نتایج حاصله نشان داد که طی دوره نگهداری مقادیر اندیس‌های اسیدی، پراکسید، آنیزیدین و TBA نمونه‌های روغن افزایش و عدد رنسیمت به طور معنی‌داری کاهش یافت ($p<0.05$)، با این حال، سرعت این تغییرات در نمونه شاهد به طور قابل توجهی بالاتر از سایر نمونه‌ها بود. افزودن عصاره جوانه بروکلی و افزایش غلظت آن در نمونه‌ها، سرعت اکسیداسیون لیپیدها و تجزیه تری‌گلیسریدها در روغن‌ها را به طور معنی‌داری کاهش داد ($p<0.05$) و بیشترین پایداری اکسایشی در نمونه حاوی ۸۰۰ پی‌پی‌ام عصاره مشاهده شد. این سطح از عصاره حتی فعالیت ضداکسایشی بالاتری نسبت به آنتی اکسیدان سنتزی TBHQ نشان داد. در نهایت نتایج این تحقیق حاکی از فعالیت آنتی‌اکسیدانی قابل توجه عصاره جوانه بروکلی در روغن سویا بود و بنابراین از این عصاره در سطح ۸۰۰ پی‌پی‌ام می‌توان به عنوان یک آنتی اکسیدان طبیعی جهت توسعه دوره ماندگاری اکسایشی و پایداری روغن سویا استفاده نمود.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-11]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.131.17.8]

[DOI: 10.22034/FSCT.19.131.211]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-11]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.131.17.8]

[DOI: 10.22034/FSCT.19.131.211]

۱- مقدمه

یکی از مورد توجه‌ترین و پرکاربردترین روغن‌های خوراکی، روغن سویا است. این روغن بیش از ۵۰ درصد تولید جهانی روغن گیاهی را به خود اختصاص می‌دهد. روغن سویا یکی از منابع سرشار از اسیدهای چرب مهم نظیر اسیدهای چرب امگا-۳ به شمار می‌آید، بنابراین این روغن در درجه حرارت‌های پایین به صورت مایع است و تأثیر خوبی بر سلامت انسان‌ها دارد [۱]. با این حال، وجود مقادیر نسبتاً بالای اسید لینولنیک با سه پیوند دوگانه، ماندگاری آن را در برابر اکسیداسیون کاهش داده و باعث تغییر طعم و ایجاد بوی نامطلوب نهایی می‌گردد، که این امر فساد تدریجی روغن را به همراه داشته و زمان ماندگاری آن را به شدت کاهش می‌دهد [۲]. در صنعت از آنتی اکسیدان‌های سنتزی نظیر بوتیلات هیدروکسی تولوئن (BHT)[1]، بوتیلات هیدروکسی آنیزول (BHA)[2]و ترت‌بوتیل هیدروکوئین (TBHQ)[3]جهت به تأخیر انداختن اکسیداسیون روغن‌های خوراکی استفاده می‌شود [۳]. با این حال، این آنتی اکسیدان‌های دارای برخی اثرات نامطلوب بر سلامت انسان هستند. بنابراین، در سال‌های اخیر در سراسر جهان تلاش‌های زیادی به منظور جایگزینی آنتی اکسیدان‌های طبیعی به جای انواع سنتزی صورت گرفته است [٤] و تأثیر قابل توجه برخی از اسانس‌ها و عصاره‌های گیاهی و ترکیبات فعال آن‌ها در به تأخیر انداختن اکسیداسیون روغن‌ها به اثبات رسیده است. این افزودنی‌های طبیعی علاوه بر فعالیت ضداکسایشی، دارای اثرت سلامت‌بخش برای مصرف‌کنندگان می‌باشند [۵]. به عنوان مثال، مجدی و همکاران (۲۰۲۲) با استفاده از اسانس زردچوبه، پایداری اکسایشی روغن سویا را بهبود دادند [٦].موجرلو و همکاران (۲۰۱٦) نیز دریافتند که از عصاره کنجاله زیتون می‌توان به عنوان یک آنتی اکسیدان طبیعی جهت توسعه ماندگاری اکسایشی روغن استفاده نمود [۷].

کلم بروکلی (*Brassica Oleracea L. var. italica*) متعلق به خانواده براسیکاسه[4]می‌باشد. جوانه بروکلی از طریق جوانه‌زنی دانه‌های بروکلی طی مدت زمان ۵-۳ روز حاصل می‌آید. این جوانه طعم نسبتاً تندی دارد [۸]. مطالعات اپیدمیولوژیک نشان‌دهنده ظرفیت بیولوژیکی گسترده عصاره جوانه بروکلی شامل فعالیت‌های آنتی اکسیدانی، ضدمیکروبی، ضدالتهابی، ضدسرطانی و ضددیابتی می‌باشند [۹]. اثرات مثبت بروکلی عمدتاً به ترکیبات فیتوشیمیایی فعال نظیر اسیدهای هیدروکسی سینامیک، کاروتنوئیدها، فلاوونوئیدها (کوئرستین، میریستین و غیره) و گلوکوزینولات‌ها (گلوکورافانین)[5] نسبت داده می‌شود [۱۰]. ایزوتیوسیانات‌ها در واقع اشکال فعال گلوکوزینولات‌ها هستند که در رأس آن‌ها ترکیب زیست‌فعالی به نام سولفورافان[6] قرار دارد که با عملکرد آنزیم میروسیناز تولید شده و با خرد شدن یا جویدن بافت گیاه آزاد می‌گردد [۱۱]. در سال‌های اخیر، دانه‌ها و به خصوص جوانه‌های کلم بروکلی به دلیل دارا بودن مقادیر بالاتری از گلوکورافانین و سولفورافان نسبت به سایر قسمت‌های گیاه، مورد توجه قرار گرفته‌اند. گزارشات حاکی از آن است که کلم بروکلی به علت غنی بودن از ترکیبات فیتوشیمیایی فعال، فعالیت آنتی اکسیدانی بالایی از خود نشان می‌دهد که اغلب به انواع ویتامین‌ها، مواد معدنی، گلوکوزینولات‌ها، ایزوتیوسیانات‌ها و ترکیبات فنولی موجود در آن نسبت داده می‌شود[۱۲]. هدف از این تحقیق در ابتدا بررسی فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره جوانه بروکلی در شرایط آزمایشگاهی و سپس استفاده ازاین عصاره به عنوان یک منبع غنی از ترکیبات زیست‌فعالِ دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی جهت به تأخیرانداختن و کاهش فساد اکسیداتیو روغن سویا طی دوره نگهداری تسریع‌یافته می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

بذرهای کلم بروکلی (*Brassicaoleracea*) از فروشگاه محلی تهران (ایران) خریداری شدند. کلیه مواد شیمیایی مورد استفاده برای انجام این تحقیق بر پایه آزمایشگاهی بوده و از کمپانی مرک (آلمان) تهیه شدند.

۲-۲- آماده سازی عصاره جوانه بروکلی

1. Butylated hydroxytoluene (BHT)
2. Butylated hydroxyanisole (BHA)
3. Tert-Butylhydroquinone (TBHQ)
4. *Brassicacea*

5. Glucoraphanin
6. Sulforaphane

ابتدا دانه‌های بروکلی از طریق غوطه‌وری در اتانول ۷۰٪ (۵ g/l) به مدت ۱min و سپس غوطه‌وری در هیپوکلریت سدیم ۱/۵٪ به مدت ۱۵min استریل شدند. سپس از طریق شستشو با آب دیونیزه، اتانول و هیپوکلریت سدیم حذف گردیدند. پس از آن، دانه‌هابه مدت ۱۲h در دمای ۲۵°C در آب (در نسبت ۱ m/v به ۱۰) غوطه‌ور شدند و سپس به صورت وارونه در شرایط تاریکی قرار گرفتند. زمان جوانه‌زنی دانه‌ها بدلیل تولید بالاترین میزان ترکیبات زیست‌فعال، ۵ روز در نظر گرفته شد. در مرحله بعد جوانه‌هابا آب دیونیزه شستشو داده شدند و سپس در آون الکتریکی (Memmert، آلمان) در دمای ۴۰°C به مدت ۲۴h خشک وپودر شده و از الک دارای مش ۲۵۰ میکرومتر عبور داده شد[۱۳]. در ادامه جهت تهیه عصاره جوانه بروکلی، پودر جوانه با اتانول ۷۰٪ در نسبت ۱ به ۲۰ ترکیب شده و به مدت ۲۴h در دمای اتاق بر روی همزن مغناطیسی (Heidolph، آلمان) همزده شد. سپس مخلوط حاصله با کاغذ صافی واتمن شماره یک فیلتر شده و حلال آن توسط دستگاه اواپراتور دوار تحت خلاء (Heidolph، آلمان) در دمای ۴۰°C از عصاره جدا گردید. عصاره تغلیظ شده(دارای بازده استخراج ۱۲/۵ درصد) در یک ظرف شیشه‌ای درب‌دار ریخته شده و تا زمان انجام آزمایشات در دمای یخچال نگهداری شد [۱۴].

۲-۳- اندازه‌گیری محتوای فنول کل و فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره

محتوای فنول کل عصاره جوانه بروکلی بر اساس روش فولین-سیوکالتیو[7] تعیین شد و بر حسب میلی‌گرم اسید گالیک در هر ۱۰۰ گرم ماده خشک بیان شد [۱۵].فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره جوانه بروکلی از طریق تعیین میزان فعالیت بازدارندگی رادیکال آزاد DPPH[8]و بر طبق روش بیان شده توسط شیمادا و همکاران [۱۶] اندازه‌گیری گردید.

۲-۴- آماده‌سازی نمونه‌های روغن سویای حاوی عصاره

عصاره جوانه بروکلی در سه سطح ppm ۲۰۰، ۴۰۰ و ۸۰۰ به روغن سویای تصفیه شده‌ی بدون آنتی‌اکسیدان اضافه شد (به دلیل اثرات پرواکسیدانی عصاره در سطوح بالاتر از ppm ۸۰۰، این محدوده انتخاب گردید) و عمل اختلاط به وسیله همزن مغناطیسی (Heidolph، آلمان) مجهز به سیستم حرارتی در دمای ۶۵°C به مدت ۱۵min انجام گرفت. جهت مقایسه فعالیت آنتی اکسیدانی از آنتی اکسیدان سنتزی TBHQ با غلظت مجاز ppm ۱۰۰ استفاده گردید. روغن سویای فاقد هرگونه آنتی-اکسیدان نیز به عنوان نمونه شاهد در نظر قرار گرفت. نمونه‌های روغن به مدت ۱۸ روز در دمای ۶۰°C نگهداری شده و هر ۶ روز یکبار آزمون‌های مورد نظر بر روی نمونه‌ها انجام گرفتند [۱۷].

۲-۵- تعیین کمیت‌های شیمیایی

اندازه‌گیری اندیس اسیدی طبق استاندارد AOAC[۱۸] انجام شد و بر حسب میلی‌گرم پتاس در هر گرم نمونه گزارش گردید.میزان اندیس پراکسید نمونه‌های روغن مطابق با روش مرجع AOCS cd8-53و بر حسب میلی‌اکی‌والان پراکسید موجود در هر کیلوگرم روغن محاسبه گردید [۱۹]. اندیس آنیزیدین نمونه‌های روغن با استفاده از روش بیان شده توسط پاکوت و هاتفن (۱۹۸۷) اندازه‌گیری شد [۲۰].اندیس توتوکس بر طبق معادله زیر و با استفاده از دو اندیس پراکسید و آنیزیدین محاسبه شد [۲۱]:

اندیس آنیزیدین + (اندیس پراکسید)۲= اندیس توتوکس

اندازه‌گیری اندیس TBA نمونه‌های روغن مطابق با روش بیان شده توسط ناتسبا و همکاران (۲۰۰۵) انجام گرفت و بر حسب میلی‌گرم مالون دی‌آلدهید در هر کیلوگرم نمونه گزارش گردید [۲۲].

۲-۶- اندازه‌گیری پایداری اکسیداتیو یا عدد رنسیمت

اندازه‌گیری پایداری اکسیداتیو نمونه‌های روغن با استفاده از دستگاه رنسیمت و بر طبق روش بیان شده توسط استاندارد ملی ایران، شماره ۳۷۳۴ صورت گرفت [۲۳].

7. Folin-Ciocalteu
8. Diphenyl-1-Picrylhydrazyl (DPPH) Radical Scavenging

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-11]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.131.17.8]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.131.211]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-11]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.131.17.8]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.131.211]

۲-۷- طرح و روش تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

تجزیه و تحلیل داده‌های حاصله از ۳ تکرار آزمون‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS 22.0 انجام گرفت. جهت مقایسه داده‌ها بین تیمارها از آنالیز واریانس یک‌طرفه (ANOVA) و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن و در سطح ۵ درصد استفاده گردید. نمودارهای مربوطه با اکسل رسم شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- محتوای فنول کل و فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره جوانه بروکلی

نتایج تعیین محتوای فنول کل عصار بروکلی در جدول ۱ ارایه شده است. محتوای فنول کل و فعالیت مهار رادیکال DPPH عصاره جوانه بروکلی به ترتیب ٤٠/٠٢ mg GAE/100 g dw و ٧٨/٥٩ درصد به دست آمد. پاسکو و همکاران [٢٤] حضور ترکیبات زیست‌فعال مختلف شامل اسید کلروژنیک (mg/100g ٣٧/٢٦)، اسید پارا-کوماریک (mg/100g ٢٧/٧٥)، اسید فرولیک (mg/100g ٧٣/٨٥)، اسید جنیستیک (mg/100g ٨٠/٨٠)، اسید سیناپیک (mg/100g ١٤٠/٥٣) و روبین (mg/100g ١/٦٤) در جوانه‌های بروکلی را گزارش کردند. آلو و همکاران [٢٥] نیز مقادیر بالای فنول کل (mg/100g ٣٨٥/٤) و فلاونوئید کل (mg/100g ٢٠٦/٩) عصاره جوانه بروکلی و فعالیت آنتی اکسیدانی بالای این عصاره را مشاهده کردند. به طور کلی، فعالیت آنتی اکسیدانی ترکیبات زیست‌فعال نظیر پلی‌فنول‌ها، در ارتباط با مکانیسم‌های مختلفی شامل چلاته کردن کاتالیست‌های یون فلزی، جلوگیری از آغاز زنجیره اکسیداسیون، تجزیه پراکسیدها، مهار رادیکال‌های آزاد، ظرفیت احیاکنندگی و غیره می‌باشد [٢٦]. فعالیت آنتی اکسیدانی بالای جوانه بروکلی همچنین توسط پاجک و همکاران [27] گزارش شده است. محتوای ترکیبات زیست‌فعال و فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره‌های گیاهی تحت تأثیر عوامل مختلفی نظیر شرایط آب‌وهوایی، مرحله برداشت، واریته، حلال و روش مورد استفاده برای استخراج ترکیبات و غیره قرار دارد، بنابراین در مطالعات مختلف، مقادیر متفاوتی از ترکیبات زیست‌فعال و فعالیت آنتی اکسیدانی برای عصاره‌های گیاهی گزارش می‌شود.

۳-۲- اندیس اسیدی روغن سویا

اندیس اسیدی یکی از معیارهای شیمیایی مفید برای بررسی میزان تجزیه روغن به شمار می‌آید و بیانگر اسید چرب آزاد روغن می‌باشد [۲۸]. تغییرات میانگین مقادیر اندیس اسیدی نمونه‌های مختلف روغن سویا طی دوره نگهداری تسریع شده‌در شکل ۱ آورده شده و نشان می‌دهد که در روز اول آزمایشات مقادیر اندیس اسیدی نمونه‌های مختلف روغن در محدوده mg KOH/kg٠/٠-٠٢٤/٠٢٧ قرار داشت. با گذشت زمان از روز تولید تا روز هجدهم، میزان اندیس اسیدی کلیه نمونه‌های روغن به طور معنی‌داری افزایش یافت ($p<0.05$) و در روز آخر انبارمانی به بالاترین میزان خود رسید (محدوده mg KOH/kg٠/٠-٠٧١/١١٥). بخشی از افزایش اندیس اسیدی طی زمان نگهداری، به هیدرولیز تری‌آسیل‌گلیسرول‌ها و بخشی دیگر به گروه‌های کربونیل موجود در فرآورده‌های پلیمری و یا اکسایش نسبت داده می‌شود [۲۹]. در روز آخر انبارمانی همانطوری که انتظار می‌رفت، نمونه فاقد آنتی اکسیدان (شاهد) بیشترین میزان اندیس اسیدی را داشت و کمترین میزان در نمونه حاوی بالاترین سطح عصاره جوانه بروکلی (سطح ٨٠٠ppm) مشاهده گردید. بین مقادیر اندیس اسیدی روغن حاوی ٤٠٠ppm عصاره و روغن حاوی آنتی‌اکسیدان سنتزی TBHQدر روز آخر انبارمانی اختلاف آماری معنی‌داری وجود نداشت. استاندارد ملی ایران شماره ۲۳۹۲، حداکثر میزان اندیس اسیدی قابل قبول برای روغن سویا را ٠/١mg KOH/kg تعیین کرده‌است [۳۰] و نتایج حاصله در پژوهش حاضر نشان می‌دهد که به غیر از نمونه شاهد در روز آخر انبارمانی، سایر نمونه‌های روغن در کلیه روزهای مورد مطالعه در این تحقیق از لحاظ میزان اندیس اسیدی قابل پذیرش بودند. صالحی و همکاران (٢٠١٤) نیز به طور مشابه دریافتند که میزان عدد اسیدی نمونه‌های روغن کانولای حاوی عصاره اناریجه تقریباً مشابه با نمونه حاوی آنتی اکسیدان سنتزی بود. طی دوره نگهداری، میزان عدد اسیدی همه نمونه‌ها افزایش یافت[۳۱]. کاهش اندیس اسیدی روغن سویا در اثر افزودن سطوح مختلف عصاره نعناع‌فلفلی نیز توسط فرهمندفر

و همکاران (۲۰۱۸) مشاهده گردید[۳۲]. رحمتی و همکاران (۲۰۲۲) نیز افزایش اندیس اسیدی روغن سویا طی دوره نگهداری تسریع شده را گزارش کرده و همچنین دریافتند که استفاده از عصاره میوه سماق توانست شدت تغییرات اندیس اسیدی در نمونه‌های روغن طی دوره نگهداری را به طور قابل توجهی کاهش دهد[۳۳].

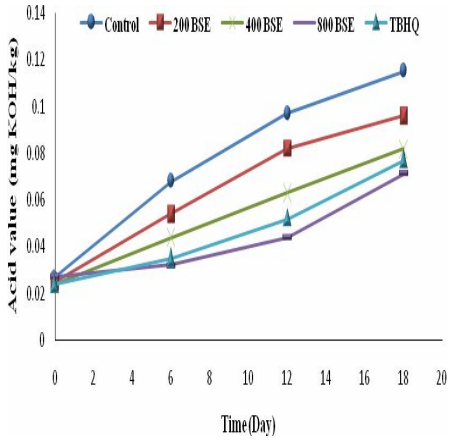

Fig 1 Effect of broccoli sprouts extract (BSE) and storage time on acid values of soybean oil (mg KOH/kg)

۳-۳- اندیس پراکسید روغن سویا

تغییرات میانگین مقادیر اندیس پراکسید نمونه‌های مختلف روغن سویای طی دوره نگهداری تسریع شده‌در شکل ۲ نشان می‌دهد که در روز اول آزمایشات مقادیر اندیس پراکسید نمونه‌های مختلف روغن در محدوده ۰/۰-۰٤/۰٥meq O_2/kg قرار داشت و با گذشت زمان از روز تولید تا روز هجدهم، میزان اندیس پراکسید نمونه‌های روغن حاوی ۲۰۰ppm و ٤۰۰ عصاره و آنتی اکسیدان TBHQبه طور معنی‌داری افزایش یافت (p<0.05). در نمونه شاهد و نمونه حاوی ۸۰۰ppm عصاره، از روز اول تا روز ششم اندیس پراکسید افزایش، از روز ششم تا دوازدهم کمی کاهش و سپس از روز دوازدهم تا روز هجدهم انبارمانی به طور معنی‌داری افزایش یافت (p<0.05). به طور کلی، طی فرآیند اکسیداسیون لیپیدها، از یک طرف هیدروپراکسیدها تبدیل می‌شوند و از طرف دیگر بخشی از آن به محصولات ثانویه اکسیداسیون شکسته می‌شوند. زمانی که طی دوره نگهداری سرعت شکست هیدروپراکسیدها کمتر از سرعت تولید آن‌ها باشد، میزان اندیس پراکسید افزایش می‌یابد، ولی اگر سرعت شکست هیدروپراکسیدها بالاتر از سرعت تولید آن‌ها شود، اندیس پراکسید با وجود توسعه واکنش اکسیداسیون، کاهش می‌یابد. بیشترین میزان اندیس پراکسید در نمونه‌های روغن سویا در روز آخر انبارمانی مشاهده گردید که میانگین مقادیر آن در این روز در محدوده ۱/٥-٦٥/۹۳meq O_2/kg قرار داشت. در روز آخر انبارمانی همانطوری که انتظار می‌رفت، نمونه فاقد آنتی‌اکسیدان (شاهد) بیشترین میزان اندیس پراکسید را داشت و کمترین میزان این اندیس اکسایشی در نمونه حاوی بالاترین سطح عصاره جوانه بروکلی (سطح ۸۰۰ppm) مشاهده گردید و بین مقادیر اندیس پراکسید این نمونه و روغن حاوی آنتی اکسیدان سنتزی TBHQدر روز آخر انبارمانی اختلاف آماری معنی‌داری وجود نداشت. به طور کلی ترکیبات فنولی می‌توانند به راحتی یک اتم هیدروژن را به رادیکال‌های پروکسیل چربی انتقال دهند و رادیکال‌های فنوکسیل و هیدروپراکسیدهای سیس و ترانس چربی را که کم‌اثرترند را تولید نمایند. تحقیقات همچنین نشان داده است که ترکیبات فنولی می‌توانند رادیکال‌های پروکسیل چربی را با انتقال الکترون منفرد بی‌اثر کنند [۳٤].

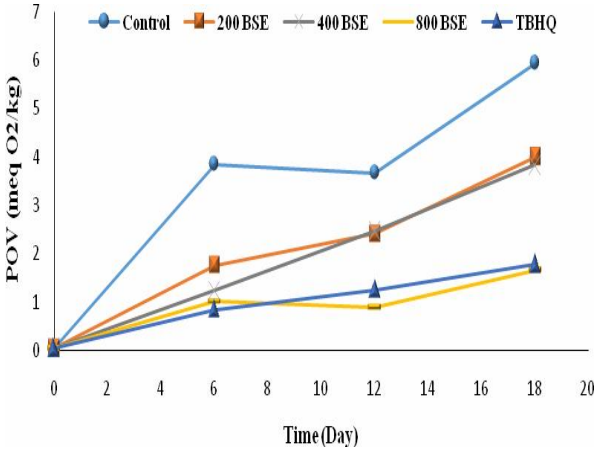

Fig 2 Effect of broccoli sprouts extract (BSE) and storage time on peroxide values(POV) of soybean oil (meq O_2/kg)

استاندارد ملی ایران شماره ۲۳۹۲، حداکثر میزان اندیس پراکسید قابل قبول برای روغن سویا را ٥meq O_2/kg تعیین کرده‌است [۳۰] و نتایج حاصله در پژوهش حاضر نشان می‌دهد که به غیر از نمونه شاهد در روز آخر انبارمانی، سایر نمونه‌های روغن در کلیه روزهای مورد مطالعه در این تحقیق از لحاظ میزان اندیس پراکسید قابل پذیرش بودند. موسوی و همکاران (۲۰۱۳) نیز نشان دادند که با افزایش سطح عصاره‌های شوید میزان اندیس

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-11]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.131.17.8]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.131.211]

پراکسید روغن آفتابگردان کاهش یافت[۳۵]. کاهش شدت تولید هیدروپراکسیدها در روغن سویا طی دوره نگهداری در دمای ۶۳ درجه سلسیوس در اثر تلفیق عصاره برگ چغندرقند نیز توسط ایزدی و همکاران (۲۰۲۱) مشاهده گردید[۳۶].

۳-٤- اندیس آنیزیدین روغن سویا

اندیس آنیزیدین به منظور ارزیابی محصولات ثانویه اکسیداسیون لیپیدها اندازه‌گیری می‌شود. اندیس آنیزیدین اساساً ۲-آلکنال‌ها[9] و ٤،۲-دی انال‌ها[10] در چربی حیوانی و روغن‌های گیاهی را تعیین می‌کند. از آنجایی که پراکسیدها در یک چربی یا روغن در حال اکسید شدن ناپایدار هستند، علاوه بر اندیس پراکسید، اندیس آنیزیدین نیز به منظور ارزیابی محصولات حال از تجزیه هیدروپراکسیدها در روغن اندازه‌گیری می‌شود[۳۷]. در شکل ۳ تغییرات میانگین مقادیر اندیس آنیزیدین نمونه‌های مختلف روغن سویا طی دوره نگهداری تسریع شده‌نشان می‌دهد که در روز اول مقادیر اندیس آنیزیدین نمونه‌های مختلف روغن در محدوده ۲/٤۹-۲/۲۸ قرار داشت و با گذشت زمان از روز تولید تا روز هجدهم، در اثر شکست هیدروپراکسیدها و تولید محصولات ثانویه حاصل از اکسیداسیون چربی‌ها، میزان اندیس آنیزیدین کلیه نمونه‌های روغن به طور معنی‌داری افزایش یافت ($p<0.05$) و در روز آخر انبارمانی به بالاترین میزان خود رسید (محدوده ۱۷/۸۶-۷/۱۶). در روز آخر انبارمانی همانطوری که انتظار می‌رفت، نمونه فاقد آنتی اکسیدان (شاهد) بیشترین میزان اندیس آنیزیدین را داشت و کمترین میزان این اندیس در نمونه حاوی بالاترین سطح عصاره جوانه بروکلی (سطح ۸۰۰ppm) مشاهده گردید. بین مقادیر اندیس آنیزیدین روغن حاوی ٤۰۰ppm عصاره و روغن حاوی آنتی اکسیدان سنتزی TBHQدر روز آخر انبارمانی اختلاف آماری معنی‌داری وجود نداشت. به طور کلی، افزایش غلظت عصاره‌های گیاهی از طریق افزایش سطوح ترکیبات فنولی و عملگرا، توانایی آنتی اکسیدانی و ضدرادیکالی آن‌ها را افزایش داده و در سطوح بالاتر ترکیبات زیست‌فعال، در اثر افزایش تعداد گروه‌های هیدروکسیل در دسترس، احتمال اهداء هیدروژن به رادیکال‌های آزاد ناپایدار افزایش یافته و در نتیجه‌ی آن، قدرت آنتی‌اکسیدانی بالاتر رفته و اکسیداسیون به تأخیر می‌افتد [۳۸]. مظاهری کلهرودی و همکاران (۲۰۱٤) در بررسی اثر آنتی‌اکسیدانی اسانس دانه رازیانه بر روغن سویا تحت شرایط نگهداری تسریع شده بیان کردند که با گذشت زمان میزان اندیس آنیزیدین روغن‌ها به طور معنی‌داری افزایش یافت. آن‌ها همچنین مشاهده کردند که با افزایش سطح این اسانس از ۰ تا ۰/٦ درصد، میزان آنیزیدین کاهش یافت[۳۹]. کاهش اندیس آنیزیدین روغن سویا در اثر استفاده از عصاره‌های گیاهی مختلف نظیر رزماری و آویشن نیز توسط حسن و همکاران (۲۰۲۲) مشاهده گردید[٤۰].

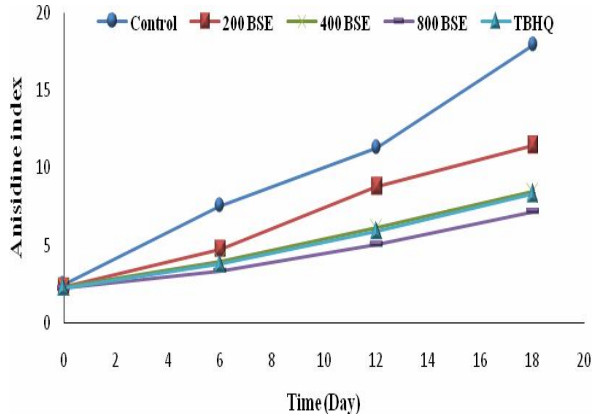

Fig 3 Effect of broccoli sprouts extract (BSE) and storage time on Anisidine index values of soybean oil

۳-۵- اندیس توتوکس روغن سویا

استفاده از اندیس پراکسید و اندیس آنیزیدین توأم با هم، موجب فراهم‌سازی دید جامعی در مورد فرآیند اکسیداسیون در روغن‌ها و چربی‌ها می‌گردد، که به عنوان اندیس توتوکس محاسبه می‌شود و برای پیش‌بینی ریاضی ثبات اکسیداتیو به کار می‌رود. از اندیس توتوکس به عنوان یک شناساگر برای ارزیابی ثبات کلی اکسیداتیو استفاده می‌شود و در ارتباط با توسعه تجزیه روغن است [٤۱]. تغییرات میانگین مقادیر اندیس توتوکس نمونه‌های مختلف روغن سویا طی دوره نگهداری تسریع شده‌در شکل ٤ آورده شده و نشان می‌دهد که در روز اول آزمایشات مقادیر اندیس توتوکس نمونه‌های مختلف روغن در محدوده ۲/٥۹-۲/۳٦ قرار داشت. با گذشت زمان از روز تولید تا روز هجدهم، میزان اندیس توتوکس کلیه نمونه‌های روغن به طور معنی‌داری افزایش یافت ($p<0.05$) و در روز آخر انبارمانی به بالاترین میزان خود رسید (محدوده ۲۹/۷۲-۱۰/٤٦). در روز آخر انبارمانی همانطوری که

9. 2-alkenals
10. 2,4-dienals

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-11]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.131.17.8]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.131.211]

انتظار می‌رفت، نمونه فاقد آنتی اکسیدان (شاهد) بیشترین میزان اندیس توتوکس را داشت و کمترین میزان این اندیس در نمونه حاوی بالاترین سطح عصاره جوانه بروکلی (سطح ppm۸۰۰) مشاهده گردید. به طور کلی با گذشت زمان، به ویژه در دماهای بالای نگهداری یا فرآوری، هیدروپراکسیدها با سرعت بالاتری تولید و شکسته می‌شوند و رادیکال‌های آزاد بیشتری را تولید می‌کنند و بدین صورت واکنش زنجیره‌ای اکسیداسیون ادامه می‌یابد.

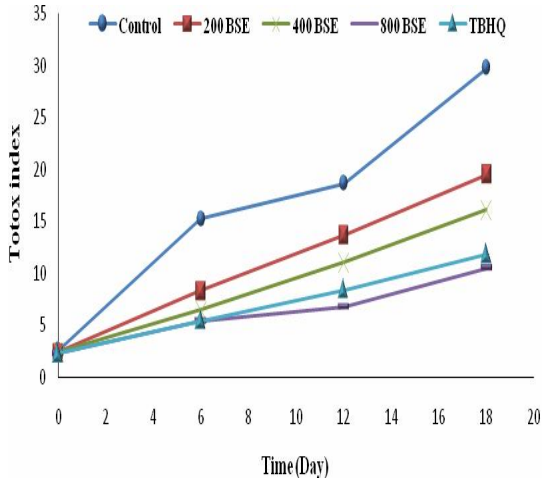

Fig 4 Effect of broccoli sprouts extract (BSE) and storage time on Totox index values of soybean oil

همچنین در اثر شکست هیدرپراکسیدها، محصولات غیررادیکالی پایدار مانند الکل، اسید، کتون و آلدهید تولید می‌شوند. آنتی اکسیدان‌ها قادرند با اهداء الکترون به رادیکال‌های آزاد موجب شکسته شدن واکنش زنجیره‌ای اکسیداسیون شوند. از طرف دیگر، آنتی اکسیدان‌ها می‌توانند با رادیکال‌های آلوکسی واکنش دهند و از تجزیه هیدروپراکسیدها جلوگیری بعمل آورند و در نتیجه‌ی آن، محصولات مضر و پایدار کمتری تولید می‌شود [۴۲]. حسن و همکاران (۲۰۲۲) نیز گزارش کردند که استفاده از عصاره‌های گیاهی مختلف، از طریق کاهش میزان اندیس‌های پراکسید و آنیزیدین موجب کاهش معنی‌دار اندیس توتوکس روغن سویا در مقایسه با نمونه شاهد گردید[۴۰].

۳-۶- اندیس تیوباربیتوریک اسید روغن سویا (TBA)

اندیس TBAیکی از پرکاربردترین روش‌های مورد استفاده برای شناسایی تجزیه اکسیداتیو مواد غذایی حاوی چربی می‌باشد. از این اندیس معمولاً به عنوان یک شناساگر برای فرآیند اکسیداسیون لیپیدها استفاده می‌شود[۴۳]. تغییرات میانگین مقادیر اندیس TBAنمونه‌های مختلف روغن سویا طی دوره نگهداری تسریع شده‌در شکل ۵ آورده شده و نشان می‌دهد که در روز اول آزمایشات مقادیر اندیس TBAنمونه‌های مختلف روغن در محدوده ۰/۰۳۲-۰/۰۲۲mg MDA/kg قرار داشت و با گذشت زمان از روز تولید تا روز هجدهم، میزان اندیس TBAکلیه نمونه‌های روغن در اثر تولید مقادیر بالاتر محصولات ثانویه اکسیداسیون (مالون دی‌آلدهیدها)، به طور معنی‌داری افزایش یافت ($p<0.05$) و در روز آخر انبارمانی به بالاترین میزان خود رسید (محدوده ۵۰۷/۳۷۹-۰/۱mg MDA/kg). از آنجایی که محصولات ثانویه اکسیداسیون در اثر تجزیه هیدروپراکسیدها تشکیل می‌شوند، در نتیجه با گذشت زمان و تجزیه بیشتر هیدروپراکسیدها و تبدیل آن‌ها به آلدئیدها و کتون‌ها، اندیس TBA افزایش می‌یابد. در روز آخر انبارمانی نمونه فاقد آنتی‌اکسیدان (شاهد) بیشترین میزان اندیس TBAرا داشت و کمترین میزان آن در نمونه حاوی بالاترین سطح عصاره جوانه بروکلی (سطح ppm۸۰۰) مشاهده گردید. بین مقادیر اندیس TBAروغن حاوی ppm۴۰۰ عصاره و روغن حاوی آنتی اکسیدان سنتزی TBHQدر روز آخر انبارمانی اختلاف آماری معنی‌داری وجود نداشت. به طور کلی ترکیبات فنولی به دلیل دارا بودن قابلیت خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد، چلاته‌کنندگی یون‌های فلزی و مهارکنندگی آنزیم‌های اکسایشی، فعالیت آنتی اکسیدانی قابل توجهی از خود نشان می‌دهند [۴۴]. نتایج فرانکو و همکاران (۲۰۱۸) در بررسی اثرات آنتی اکسیدانی عصاره پوست بادام‌زمینی[۴۵] و نیز پدرو و همکاران (۲۰۱۸) در ارزیابی فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره سفیدخار[11] در پایدارسازی روغن سویا در شرایط تسریع شده، با نتایج این پژوهش مطابقت داشت[۴۶]. افزایش اندیس TBAنمونه‌های روغن ذرت طی دوره نگهداری تسریع شده نیز توسط باستورک و همکاران (۲۰۱۸) گزارش گردید[۴۷].

11. *Lycium barbarum*

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-11]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.131.17.8]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.131.211]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-11]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.131.17.8]

[DOI: 10.22034/FSCT.19.131.211]

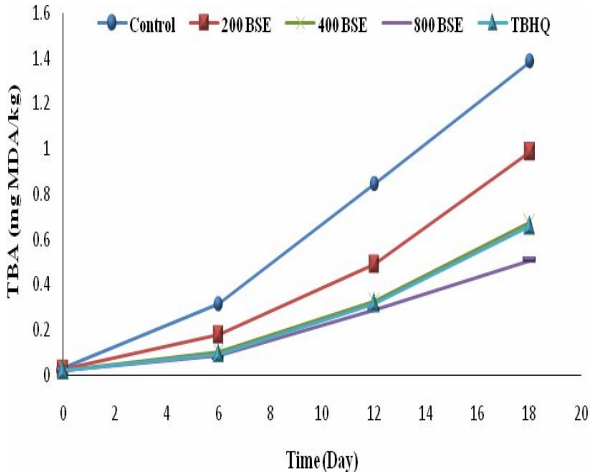

Fig 5 Effect of broccoli sprouts extract (BSE) and storage time on TBA values of soybean oil (mg MDA/kg)

۳-۷- پایداری اکسیداتیو یا عدد رنسیمت

زمان مقاومت (القاء) به اکسید شدن روغن، 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 [٤٨]. تغییرات میانگین مقادیر عدد رنسیمت نمونه‌های مختلف روغن سویا طی دوره نگهداری تسریع شده‌در شکل ٦ آورده شده و نشان می‌دهد که در روز تولید نمونه شاهد دارای کمترین میزان پایداری اکسایشی بود (١٠/٩٦ ساعت) و با افزودن عصاره جوانه بروکلی و افزایش سطح آن در نمونه‌های روغن سویا، پایداری اکسایشی روغن‌ها به طور معنی‌داری افزایش یافت ($p<0.05$)، به طوری که بالاترین عدد رنسیمت در روز تولید در نمونه حاوی ٨٠٠ppm عصاره مشاهده گردید (١٧/٦٧ ساعت) و پایداری اکسایشی این نمونه بالاتر از نمونه حاوی آنتی اکسیدان سنتزی TBHQ(١٦/٥٥ ساعت) بود. با گذشت زمان میزان پایداری اکسایشی کلیه نمونه‌های روغن به طور معنی‌داری کاهش یافت ($p<0.05$) و در روز آخر انبارمانی به کمترین میزان خود رسید. در روز آخر انبارمانی همانطوری که انتظار می‌رفت، نمونه فاقد آنتی اکسیدان (شاهد) کمترین میزان پایداری اکسایشی را داشت (٤/٣٣ ساعت) و بیشترین میزان آن در نمونه حاوی بالاترین سطح عصاره جوانه بروکلی (سطح ٨٠٠ppm) به دست آمد (١٥/١٤ ساعت). محققین مشخص کردند که پایداری اکسایشی عصاره‌ها ارتباط مستقیمی با محتوای ترکیبات زیست‌فعال (به ویژه ترکیبات فنولی) آن‌ها دارد، به طوری که هر چه میزان این ترکیبات فعال بالاتر می‌رود، دوره القاء نیز افزایش نشان می‌دهد [٤٩]. استاندارد ملی ایران شماره ٢٣٩٢، حداقل زمان القاء روغن سویا را ٦/٥ ساعت تعیین کرده‌است [٣٠] و نتایج حاصله در پژوهش حاضر نشان می‌دهد که تنها نمونه شاهد در روز دوازدهم و هجدهم دارای عدد رنسیمت کمتر از حد استاندارد بود و سایر نمونه‌ها تا روز آخر انبارمانی از پایداری اکسیداتیو قابل قبولی برخوردار بودند. زندی دره‌غریبی و همکاران (٢٠٢١) نیز نشان دادند که افزودن عصاره پوست پسته به روغن آفتابگردان باعث افزایش زمان پایداری اکسیداتیو آن در دمای ١٠٠ درجه سانتی‌گراد گردید[٥٠]. فرهمندفر و همکاران (٢٠١٨) نیز افزایش عدد رنسیمت روغن سویا در اثر افزایش سطح عصاره نعناع فلفلی تا سطح ١٠٠٠ppm را گزارش کردند[٣٢].

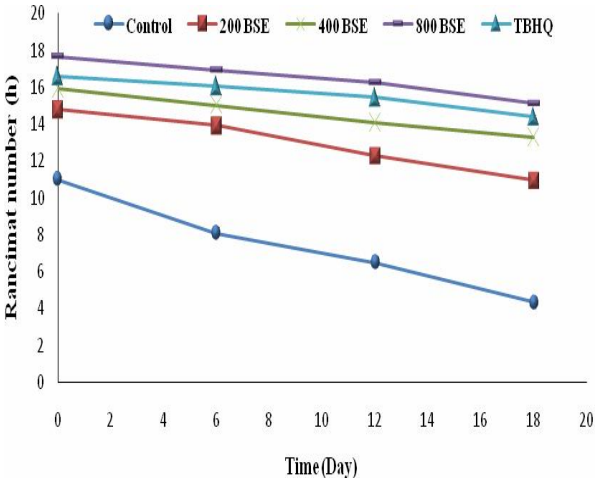

Fig 6 Effect of broccoli sprouts extract (BSE) and storage time on Rancimat number values of soybean oil (h)

٤- نتیجه‌گیری

نتایج به دست آمده در این تحقیق بیانگر فعالیت آنتی اکسیدانی و ضداکسایشی قابل توجه عصاره جوانه بروکلی در روغن سویا بود. به طوری که طی دوره نگهداری ١٨ روزه، مقادیر اندیس‌های اسیدی، پراکسید، آنیزیدین، توتوکس و تیوباربیتوریک اسید نمونه‌های روغن سویا به طور معنی‌داری افزایش و پایداری اکسیداتیو (عدد رنسیمت) روغن‌ها کاهش یافت، غنی‌سازی

روغن سویا با سطوح مختلف عصاره جوانه بروکلی توانست پایداری اکسایشی این روغن گیاهی را بهبود بخشیده و سرعت تولید محصولات اولیه و ثانویه حاصل از اکسیداسیون چربی‌ها و هیدرولیز تری‌گلیسریدها در نمونه‌های روغن را به طور قابل توجهی کاهش دهد. بین فعالیت ضداکسایشی عصاره جوانه بروکلی و غلظت این عصاره نیز رابطه مثبت و مستقیمی مشاهده شد، به طوری که با افزایش غلظت عصاره از ۲۰۰ تا ۸۰۰ پی‌پی‌ام در نمونه‌های روغن، پایداری اکسیداتیو روغن‌افزایش یافته و شدت اکسیداسیون چربی‌ها در نمونه‌ها کاهش نشان داد و بالاترین فعالیت آنتی اکسیدانی مربوط به سطح ۸۰۰ppm عصاره جوانه بروکلی بود، که فعالیت آن از آنتی اکسیدان سنتزی TBHQنیز بالاتر بود. بر طبق نتایج حاصله در این تحقیق می‌توان دریافت که عصاره جوانه بروکلی دارای فعالیت آنتی اکسیدانی و ضداکسایشی بالقوه‌ای است و از آن می‌توان به عنوان جایگزینی مناسب برای آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی جهت توسعه پایداری اکسایشی روغن‌های خوراکی استفاده نمود.

۵- منابع

[1] Subroto, E. and M.A.H. Qonit, Modification of soy protein for the production of bioactive peptides and their utilization. Int. J. Sci. Technol. Res, 2020. 9(2): p. 3121-3127.

[2] El‐Hadary, A.E. and M. Taha, Pomegranate peel methanolic‐extract improves the shelf‐life of edible‐oils under accelerated oxidation conditions. Food Science & Nutrition, 2020. 8(4): p. 1798-1811.

[3] Buelvas-Puello, L.M., et al., Supercritical fluid extraction of phenolic compounds from mango (Mangifera indica L.) seed kernels and their application as an antioxidant in an edible oil. Molecules, 2021. 26(24): p. 7516.

[4] Kozłowska, M. and E. Gruczyńska, Comparison of the oxidative stability of soybean and sunflower oils enriched with herbal plant extracts. Chemical Papers, 2018. 72(10): p. 2607-2615.

[5] Blasi, F. and L. Cossignani, An overview of natural extracts with antioxidant activity for the improvement of the oxidative stability and shelf life of edible oils. Processes, 2020. 8(8): p. 956.

[6] Majdi, B., M.A. Mehrnia, and H. Barzegar, Effect of turmeric (Curcuma longa L.) essential oil on the oxidative stability of soybean oil. Journal of food science and technology (Iran), 2022. 19(122): p. 335-348.

[7] Mojerlou, Z., Elhamirad, A., & Najafi, A. (2016). Study of antioxidant effect of ethanolic extract of olive cake compared with some synthetic antioxidants on oxidative stability of soybean oil. Journal of Innovation inFood Science and Technology (Iran), 8(3), 15-23.

[8] Ghavami, M., Broccoli sprout in a type of smoothie as a health-promoting Snacking-drink: Formulation and physicochemical studies. Journal of food science and technology (Iran), 2022. 18(121): p. 147-162.

[9] Subedi, L., et al., Sulforaphane-enriched broccoli sprouts pretreated by pulsed electric fields reduces neuroinflammation and ameliorates scopolamine-induced amnesia in mouse brain through its antioxidant ability via Nrf2-HO-1 activation. Oxidative medicine and cellular longevity, 2019. 2019.

[10] Vale, A., et al., Phytochemical composition and antimicrobial properties of four varieties of Brassica oleracea sprouts. Food Control, 2015. 55: p. 248-256.

[11] Palliyaguru, D.L., et al., Isothiocyanates: Translating the power of plants to people. Molecular nutrition & food research, 2018. 62(18): p. 1700965.

[12] Castillejo, N., et al., Postharvest LED lighting: effect of r ed, b lue and f ar r ed on quality of minimally processed broccoli sprouts. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2021. 101(1): p. 44-53.

[13] Le, T.N., et al., Broccoli (Brassica oleracea L. var. italica) sprouts as the potential food source for bioactive properties: A comprehensive study on in vitro disease models. Foods, 2019. 8(11): p. 532.

[14] Sadeghi, A.R., R. Pourahmad, and M. Mokhtare, Enrichment of probiotic yogurt with broccoli sprout extract and its effect on Helicobacter pylori. Applied Food Biotechnology, 2017. 4(1): p. 53-57.

[15] Ordonez, A., J. Gomez, and M. Vattuone, Antioxidant activities of Sechium edule (Jacq.) Swartz extracts. Food chemistry, 2006. 97(3): p. 452-458.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-11]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.131.17.8]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.131.211]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-11]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.131.17.8]

[DOI: 10.22034/FSCT.19.131.211]

[16] Shimada, K., et al., Antioxidative properties of xanthan on the autoxidation of soybean oil in cyclodextrin emulsion. Journal of agricultural and food chemistry, 1992. 40(6): p. 945-948.
[17] Sadeghi, E., et al., Stabilization of soybean oil during accelerated storage by essential oil of ferulago angulata boiss. Journal of food science and technology, 2016. 53(2): p. 1199-1204.
[18] AOAC, Official Methods of Analysis, 15nd edn. Association of Official Analytical Chemists, Washington D. C. 1990.
[19] AOCS, American oil chemists' society. Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society. Spectrophotometric determination of conjugated dienoic acid. In Methods Ti 1a-64. Champaign, IL, USA: AOCS Press. 2003.
[20] Paquot, C. and A. Hautfenne, Standard methods for the analysis of oils, fats and derivatives. Vol. 73. 1987: Blackwell scientific publications Oxford.
[21] Serjouie, A., et al., Effect of vegetable-based oil blends on physicochemical properties of oils during deep-fat frying. American journal of food technology, 2010. 5(5): p. 310-323.
[22] Natseba, A., et al., Effect of pre-freezing icing duration on quality changes in frozen Nile perch (Lates niloticus). Food Research International, 2005. 38(4): p. 469-474.
[23] Standardization, I.O.f., Animal and Vegetable Fats and Oils: Determination of Oxidative Stability (accelerated Oxidation Test). 2006: International Organization for Standardization.
[24] Paśko, P., et al., Comparative study of predominant phytochemical compounds and proapoptotic potential of broccoli sprouts and florets. Plant Foods for Human Nutrition, 2018. 73(2): p. 95-100.
[25] Aloo, S.-O., et al., UHPLC-ESI-QTOF-MS/MS metabolite profiling of the antioxidant and antidiabetic activities of red cabbage and broccoli seeds and sprouts. Antioxidants, 2021. 10(6): p. 852.
[26] Raja, B. and K.V. Pugalendi, Evaluation of antioxidant activity of Melothria maderaspatana in vitro. Central European Journal of Biology, 2010. 5(2): p. 224-230.
[27] Pająk, P., et al., Phenolic profile and antioxidant activity in selected seeds and sprouts. Food chemistry, 2014. 143: p. 300-306.
[28] Mahesar, S., et al., Analytical approaches for the assessment of free fatty acids in oils and fats. Analytical Methods, 2014. 6(14): p. 4956-4963.
[29] Kalapathy, U. and A. Proctor, A new method for free fatty acid reduction in frying oil using silicate films produced from rice hull ash. Journal of the American Oil Chemists' Society, 2000. 77(6): p. 593-598.
[30] Standardization, I.O.f., Edible refined soya bean oil-Specifications and test methods. 2020.
[31] Salehi, E., R. Kenari, and S. Takami, Antioxidant effect of Pimppinella affinis Ledeb plant methanolic extract on stability of canola oil during storage condition. Iranian Food Science & Technology Research Journal, 2014. 10(2.(
[32] Farahmandfar, R., et al., Influence of Mentha piperita L. extract in the quality of soybean oil during microwave heating. Iranian Journal of food science and technology, 2018. 15(75): p. 201-216.
[33] Rahmati, S., B. Bazargani‐Gilani, and N. Aghajani, Effect of extraction methods on the efficiency of sumac (Rhus coriaria L.) fruit extract in soybean oil quality during accelerated conditions. Food Science & Nutrition, 2022.
[34] Ou, B., et al., Analysis of antioxidant activities of common vegetables employing oxygen radical absorbance capacity (ORAC) and ferric reducing antioxidant power (FRAP) assays: a comparative study. Journal of agricultural and food chemistry, 2002. 50(11): p. 3122-3128.
[35] Mousavi, R., et al., The stabilizing effect of dill extract on sunflower seed oil. Journal of Food Biosciences and Technology, Islamic Azad University, Science and Research Branch, 2013. 3: p. 81-86.
[36] Izadi, S., M. Honarvar, and H. Mirzaei, Investigation of adding antioxidant compounds extracted from sugar beet leaves by ultrasonic method on oxidative stability of soybean oil. Journal of food science and technology (Iran), 2021. 18(118): p. 285-296.
[37] Zhang, Y., et al., Oxidative stability of sunflower oil supplemented with carnosic acid compared with synthetic antioxidants during accelerated storage. Food chemistry, 2010. 118(3): p. 656-662.
[38] Chotimarkorn, C., S. Benjakul, and N. Silalai, Antioxidant components and properties of five long-grained rice bran extracts from

commercial available cultivars in Thailand. Food Chemistry, 2008. 111(3): p. 636-641.
[39] Mazaheri Kalahrodi, M., A. Bassiri, and H. Jalali, Evaluation of antioxidant properties of essential oil of fennel (Foeniculum vulgare) and its effect on the oxidative stability of soybean oil. Iranian Journal of Biosystems Engineering, 2014. 45(2): p. 131-139.
[40] Hassan, M.A., O.E.-s. El-Sayed Hassan Shaltout, and A.M. Mohamed Abou-Elyazaid, Improving the Thermoxidative Stability of Soybean Oil Using Some Herbal Extracts. Journal of the Advances in Agricultural Researches, 2022. 27(2): p. 412-424.
[41] De Abreu, D.P., et al., Evaluation of the effectiveness of a new active packaging film containing natural antioxidants (from barley husks) that retard lipid damage in frozen Atlantic salmon (Salmo salar L.). Food Research International, 2010. 43(5): p. 1277-1282.
[42] Liu, Q. and H. Yao, Antioxidant activities of barley seeds extracts. Food chemistry, 2007. 102(3): p. 732-737.
[43] de las Heras, A., et al., Comparison of methods for determining malondialdehyde in dry sausage by HPLC and the classic TBA test. European food research and technology, 2003. 217(2): p. 180-184.
[44] Nieto, G., A review on applications and uses of thymus in the food industry. Plants, 2020. 9(8): p. 961.
[45] Franco, D., et al., Optimization of antioxidants extraction from peanut skin to prevent oxidative processes during soybean oil storage. LWT, 2018. 88: p. 1-8.
[46] Pedro, A.C., et al., Bioactive compounds of organic goji berry (Lycium barbarum L.) prevents oxidative deterioration of soybean oil. Industrial Crops and Products, 2018. 112: p. 90-97.
[47] Baştürk, A., et al., Effects of some herbal extracts on oxidative stability of corn oil under accelerated oxidation conditions in comparison with some commonly used antioxidants. LWT, 2018. 89: p. 358-364.
[48] Li, X., et al., Oxidation degree of soybean oil at induction time point under Rancimat test condition: Theoretical derivation and experimental observation. Food Research International, 2019. 120: p. 756-762.
[49] Sun, L., et al., Evaluation to the antioxidant activity of total flavonoids extract from persimmon (Diospyros kaki L.) leaves. Food and chemical toxicology, 2011. 49(10): p. 2689-2696.
[50] Zandi-Darehgharibi, F., et al., Effects of pistachio green hull crude extract and its polyphenol fraction on oxidative stability of sunflower oil during accelerated storage. Biomass Conversion and Biorefinery, 2021: p. 1-8.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-11]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.131.17.8]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.131.211]

Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage: www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Evaluation of antioxidant activity of broccoli (*Brassica oleracea*) sprout extract on oxidative stability of soybean oil under accelerated storage at 60°C

Mosavy,S. R. [1], Najafi, A. [1*], Baghaei, H. [1]

1. Department of Food Science and Technology, Damghan Branch, Islamic Azad University, Damghan, Iran.

ABSTRACT

Abstract:In order to increase theoxidative stability of oil, various antioxidants are used.The use of synthetic antioxidants causes concern for the health of consumers due to their carcinogenicity, so today the food industry seeks to use natural alternatives instead of synthetic types to improve the oxidative shelf life of oils. Therefore, the aim of this research was to investigate the possibility of using broccoli sprouts extract (BSE) as a natural antioxidant to develop the oxidative stability of soybean oil. Different levels of BSE, including 200, 400 and 800 ppm, were added to soybean oil and these samples were compared with sample without antioxidants (control) and samples containing TBHQ synthetic antioxidant (100 ppm). Different tests including acid, peroxide, anisidine, totox, thiobarbituric acid (TBA) indexes and Rancimat number were performed on the oil samples during the accelerated storage period of 18 days at a temperature of 60 °C. The obtained results showed that during the storage period, the values of acid, peroxide, anisidine, totox and TBA indexes of oil samples increased and the Rancimat number decreased significantly (p<0.05), however, the rate of these changes in the control sample was significantly higher than other samples. Adding BSE and increasing its concentration in the samples significantly reduced the rate of lipid oxidation and triglycerides decomposition in oils (p<0.05), and the highest oxidative stability was observed in the sample containing 800 ppm of BSE. This level of the BSE showed even higher antioxidant activity than the TBHQ synthetic antioxidant. Finally, the results of this study indicated the antioxidant activity of BSE in soybean oil, and therefore, this extract at the level of 800 ppm can be used as a natural antioxidant to develop the oxidative shelf life and stability of soybean oil.

ARTICLE INFO

Article History:

Received 2022/ 10/16
Accepted 2022/11/16

Keywords:

Soybean oil,
Oxidation,
Natural antioxidant,
Broccoli sprout extract,
Oxidative stability.

DOI: 10.22034/FSCT.19.131.211
DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.131.17.8

*Corresponding Author E-Mail:
najafiali2002@gmail.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-11]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.131.17.8]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.131.211]