

مقاله کوتاه پژوهشی

بازیابی و بررسی روغن باقیمانده در خاک رنگبر مصرفی در تصفیه روغن سویا

هاجرشکرچی زاده^{۱*} - سید امیر حسین گلی^۲ - هدیه دقیقی^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۸/۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۸/۲۱

چکیده

یکی از مراحل تهیه روغن سویای خوراکی رنگبری روغن خام با استفاده از خاک رنگبر می‌باشد. پس از جدا کردن خاک رنگبر از روغن با استفاده از صافی، به دلیل جذب سطحی بالای این خاک، حدود ۲۰ تا ۴۰ درصد روغن در آن باقی می‌ماند که این سبب ضایعات مقدار زیادی روغن می‌شود. در این مطالعه به استخراج و بررسی روغن سویای باقیمانده در خاک رنگبر پرداخته شده است. به منظور تعیین اثر نوع گاز مصرفی در حین عبور روغن از صافی، از جریان هوا و جریان گاز ازت برای تأمین فشار و خروج بیشتر روغن از خاک استفاده شد. روغن باقیمانده در خاک‌های مورد بررسی با استفاده از روش سوکسله استخراج شد و پس از تعیین درصد روغن موجود در آنها، برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی روغن‌های استخراج شده بررسی شد. در نهایت نوع اسیدهای چرب روغن‌های مورد بررسی با دستگاه GC تعیین گشت.

واژه‌های کلیدی: خاک رنگبر، روغن سویا، خواص فیزیکی و شیمیایی

مقدمه

پشت فیلتر باقی می‌ماند) به دلیل جذب سطحی بالا می‌تواند حاوی ۲۰ تا ۴۰ درصد روغن باشد که این میزان بالا موجب ضایعات مقدار زیادی روغن می‌شود. به منظور کاهش میزان روغن در خاک مصرفی، در انتهای فیلتراسیون معمولاً از جریان هوا با فشار بالا استفاده می‌شود که نه تنها روغن بیشتری از خاک خارج می‌گردد بلکه خاک خشک شده و جداسازی آن از فیلتر تسهیل می‌شود. از طرف دیگر خاک رنگبر مصرفی به دلیل داشتن روغن، سریع اکسید شده و قابلیت اشتعال پذیری بالایی نیز دارد که همین مسائل موجب شده تا دفع این خاک معضل بسیار بزرگی به خصوص در کشورهای صنعتی باشد (Ng *et al.*, 1997). در حال حاضر خاک رنگبر مصرفی بدون هیچ فراوری درون گودال‌هایی دفن می‌شوند. از اثرات کوتاه مدت این روش دفع خاک رنگبر، شسته شدن ترکیبات چرب به وسیله جریان‌های آبی و احتمال اشتعال خود به خودی می‌باشد. در حالی که از اثرات طولانی مدت آن بر محیط زیست اطلاعات چندانی وجود ندارد (Lee *et al.*, 2000 and King *et al.*, 1992).

همزمان با تلاش برای کاهش مصرف خاک رنگبر و مقدار روغن باقیمانده در آن، مطالعاتی برای بازیابی روغن از خاک رنگبر مصرفی نیز انجام شده است (Ong, 1983 and Sieck, 1937 and Waldmann *et al.*, 1991). هدف از این مطالعه بازیابی روغن سویای باقیمانده در خاک رنگبر و بررسی کیفیت آن است.

سالیانه بیش از ۶۵ میلیون تن روغن و چربی در جهان تولید می‌گردد که در این میان روغن سویا سهم مهمی از این تجارت جهانی را شامل می‌شود. برای تهیه روغن سویای خوراکی، لازم است که مراحل تصفیه بر روی روغن خام انجام گیرد. رنگبری یکی از مراحل اساسی در تصفیه روغن خام پس از مراحل صمغ گیری و خنثی سازی است. طی فرایند رنگبری با استفاده از خاک رنگبر نه تنها ترکیبات رنگی بلکه سایر ناخالصی‌های باقیمانده در روغن مانند صابون‌ها، فسفاتیدها و ترکیبات اکسیژن دار نیز از روغن جدا می‌شوند (Seng *et al.*, 2001). خاک رنگبر رایج در کارخانجات، خاک طبیعی از جنس سیلیکات آلومینیوم بوده که به منظور افزایش قابلیت جذب سطحی، با اسید فعال شده است، این خاک معمولاً به میزان ۰/۵ تا ۱ درصد روغن مصرفی استفاده می‌شود (Foletto *et al.*, 2002).

از آنجایی که در رنگبری، خاک رنگبر با روغن مخلوط می‌شود لذا در انتهای فرایند بایستی خاک رنگبر از روغن جدا گردد که به همین منظور از فیلتر (صافی) استفاده می‌شود. خاک رنگبر مصرفی (که در

۱ و ۲- دانش آموخته دکتری و استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
* - نویسنده مسئول: (Email: h.shekarchizadeh@ag.iut.ac.ir)

۳- کارشناسی ارشد شیمی

مواد و روش‌ها

خاک رنگبر مصرفی از پشت صافی‌های رنگبری در کارخانه روغن نباتی ناز تهیه شد. به منظور مقایسه و بررسی اثر جریان هوا و گاز ازت در حین عبور از فیلتر، در دو تیمار مختلف یکبار از جریان هوا و بار دیگر از جریان گاز ازت برای تأمین فشار و خروج بیشتر روغن از خاک استفاده شد و در هر دو مورد خاک باقیمانده در پشت صافی جمع آوری گردید. خاک رنگبر مصرفی سریعاً به آزمایشگاه منتقل شده و در ظروف تیره و دربسته تا زمان آزمایشات در دمای ۴ درجه سانتیگراد نگهداری شد.

۱- استخراج روغن باقیمانده در خاک

استخراج روغن از خاک با استفاده از روش سوکسله و حلال هگزان انجام شد. برای بررسی اثر زمان استخراج بر کیفیت روغن حاصل، استخراج روغن در طی زمان‌های ۲، ۴، ۶ و ۸ ساعت انجام گرفت. همچنین برای بررسی روش استخراج بر کیفیت روغن، از روش استخراج سرد به وسیله حلال هگزان طی ۷۲ ساعت نیز استفاده شد. روغن‌های استخراج شده در هر یک از مراحل بالا، ابتدا صاف شده و سپس به منظور جداسازی هگزان، در اوپوراتور چرخشی قرار داده شدند. مقادیر جزئی هگزان باقیمانده به همراه روغن‌ها با استفاده از گاز ازت حذف شد. روغن‌های خالص به دست آمده تا زمان انجام آزمایش در ظروف پلاستیکی تیره و دربسته و در دمای ۴ درجه سانتیگراد نگهداری شدند.

۲- تعیین درصد روغن در خاک رنگبر

درصد روغن موجود در خاک با استفاده از روش مصوب AOAC و با استفاده از حلال پترولیوم اتر تعیین شد (AOAS, 2002).

۳- بررسی خواص فیزیکوشیمیایی روغن

جهت بررسی کیفیت روغن استخراج شده، شاخص پراکسید و عدد تیوباربیتریک اسید روغن با استفاده از روش‌های مصوب AOCS تعیین شد (AOCS, 2004). شاخص پایداری اکسایشی نیز با استفاده از دستگاه رنسیمت مدل متروم به دست آمد (Tabee *et al.*, 2008).

۴- تعیین ساختار اسیدهای چرب

نوع و میزان اسیدهای چرب در نمونه‌ها با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی تعیین گشت. برای تعیین ساختار اسیدهای چرب

در روغن‌های مورد بررسی، ابتدا روغن بر طبق روش AOAC 963.33 (AOAS, 2002)، با محلول ۱۴٪ برن تری فلورید در متانول متیله شد و سپس نمونه متیله شده به دستگاه کروماتوگرافی گازی (Chrompac, CP9001) تزریق شد. دستگاه کروماتوگرافی مجهز به آشکار ساز یونیزاسیون شعله ای و ستون CP Sill-88 ($25\text{m} \times 0.25\text{mm} \times 0.2\text{m}$) است. گاز ازت به عنوان گاز حامل با فشار ۷۰ کیلوپاسکال استفاده شد. برنامه دمایی ستون بدین صورت بود که دمای ۱۶۰°C به مدت ۳۲ دقیقه سپس افزایش دما تا ۲۲۰°C با سرعت ۴ درجه سانتی گراد به ازای هر دقیقه و ماندگاری دما در ۲۲۰°C. دمای دکتور و تزریق کننده ۲۵۰°C بود.

برای بررسی کیفیت روغن بازیابی شده، خواص این روغن با ویژگی روغن سویای رنگبری شده نیز مقایسه شد.

۵- روش آنالیز نتایج

کلیه آزمایش‌ها در سه تکرار انجام شد و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ انجام گرفت.

نتایج و بحث

درصد روغن بازیابی شده از خاک‌های رنگبری که تحت فشار جریان هوا و گاز ازت بوده‌اند به ترتیب ۲۵/۸۵ و ۲۵/۱۷ درصد بود. از آنجایی که بین این دو عدد تفاوت معنی داری وجود ندارد، لذا می‌توان چنین نتیجه گرفت که استفاده از فشار جریان هوا یا گاز ازت اثری بر میزان روغن باقیمانده در خاک رنگبر نداشته‌است. از طرفی این میزان نشان می‌دهد که مقدار روغن باقیمانده در خاک رنگبر بسیار قابل توجه بوده و لذا ضرورت بررسی ویژگی این روغن به منظور کاربرد بیشتر آن در صنعت اهمیت پیدا می‌کند.

در جدول ۱ نتایج تجزیه واریانس اندازه‌گیری شاخص‌های شیمیایی و فیزیکی آورده شده است و در جدول ۲ مقایسه میانگین این شاخص‌ها در نمونه‌های روغن نشان داده شده است. شاخص پراکسید هر دو روغن حاصل از جریان هوا و گاز ازت نشان می‌دهد که افزایش زمان استخراج در روش سوکسله سبب افزایش عدد پراکسید در روغن گردیده‌است. هر چه زمان استخراج طولانی تر شود، مدت زمانی که روغن تحت تأثیر حرارت قرار می‌گیرد افزایش می‌یابد.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس اندازه‌گیری شاخص‌های شیمیایی و فیزیکی

میانگین مربعات		منبع تغییر			
عدد تیوباربیتریک اسید (جریان هوا)	عدد تیوباربیتریک اسید (گاز ازت)	عدد پراکسید (گاز ازت)	عدد پراکسید (جریان هوا)	درجه آزادی	درجه آزادی
۲/۵۰	۱/۹۷	۱۴/۱۲	۴۰/۲۶	۵	نوع روغن
۰/۰۱۶	۰/۰۲۱	۰/۰۶۹	۰/۲۵	۶	خطا

تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد

نتایج دو آزمایش قبلی می‌باشد. چراکه با افزایش زمان استخراج در روش سوکسله در هر دو نوع روغن، پایداری اکسایشی کاهش یافت و روش استخراج سرد کمترین عدد را دارد. همچنین اعداد مربوط به هر دو نوع روغن از اعداد روغن‌های رنگبری شده کمتر بوده است. در ارتباط با مقایسه جریان هوا با گاز ازت و با توجه به نتایج حاصل از شاخص پراکسید، تیوباربیتریک اسید و پایداری اکسایشی می‌توان گفت که پایداری روغن حاصل از جریان گاز ازت کمتر از هوا بود که این مطلب با این واقعیت که گاز ازت خنثی بوده و می‌تواند در پایداری بیشتر روغن موثر باشد مغایرت دارد. تنها علتی را که می‌تواند در توجیه این نتایج بیان کرد این است که چون برخلاف جریان هوا، از کپسول‌های آزمایشگاهی گاز ازت به منظور خشک کردن خاک استفاده شد و طبیعی است فشار کپسول به مراتب کمتر از فشار ژنراتورهای گاز می‌باشد، در نتیجه مدت زمان بیشتری لازم بود تا خاک به همراه روغن در معرض گاز ازت قرار گیرد که این مورد می‌تواند دلیلی برای پایداری کمتر روغن حاصل از جریان گاز ازت باشد.

حرارت باعث تشدید اکسایش و افزایش عدد پراکسید در روغن می‌شود. لذا با افزایش زمان استخراج عدد پراکسید افزایش یافت. این نتایج بانجام به دست آمده توسط Lee و همکاران (۲۰۰۰) مطابقت دارد. عدد پراکسید بالای روغن‌های به دست آمده از روش استخراج سرد نشان می‌دهد که اگرچه عامل حرارت در این روش وجود نداشت اما افزایش زمان استخراج باعث افزایش عدد پراکسید گردید. چراکه طی زمان طولانی استخراج، روغن به شدت در معرض اکسیداسیون قرار گرفته و کیفیت نهایی آن کاهش یافته است. با مقایسه عدد پراکسید روغن رنگبری شده و روغن‌های بازیابی شده از خاک رنگبر مشاهده می‌شود که به طور کلی روغن‌های بازیابی شده دارای عدد پراکسید بالاتر و لذا کیفیت پایین‌تری بوده است. نتایج مربوط به عدد تیوباربیتریک اسید تمامی روغن‌های مورد بررسی روند مشابه نتایج عدد پراکسید را نشان می‌دهند و لذا می‌توان از این شاخص نیز چنین نتیجه گرفت که روش استخراج با سوکسله در مقایسه با روش استخراج سرد روش مناسب‌تری بوده و همچنین روغن‌های باقیمانده در خاک رنگبر کیفیت کمتری نسبت به روغن عبوری از فیلتر داشته‌اند. نتایج پایداری اکسایشی نیز تأیید کننده

جدول ۲- مقایسه میانگین آزمونهای فیزیکی و شیمیایی

پایداری اکسایشی (ساعت)		عدد تیوباربیتریک اسید (میلی گرم مالون آلدئید در کیلوگرم روغن)		عدد پراکسید (میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم روغن)		نوع آزمون
گاز ازت	هوا	گاز ازت	جریان هوا	گاز ازت	جریان هوا	نوع روغن
۱/۹	۴/۵۷	۰/۹۹±۰/۱۱ ^a	۱/۲±۰/۰۳ ^a	۷/۱۶±۰/۰۴ ^a	۳/۳۲±۰/۰۰ ^a	سوکسله طی ۲ ساعت
۱/۸۴	۳/۹۵	۱/۱۲±۰/۱۰ ^a	۱/۲±۰/۱۲ ^a	۷/۳۶±۰/۰۳ ^a	۴/۸۱±۰/۲۷ ^b	سوکسله طی ۴ ساعت
۱/۶۸	۳/۶۷	۱/۵۱±۰/۱۶ ^b	۱/۴۱±۰/۰۴ ^a	۶/۴±۰/۱۲ ^b	۵/۹۸±۰/۲۴ ^{bc}	سوکسله طی ۶ ساعت
۰/۶۸	۳/۴۵	۱/۸۱±۰/۰۸ ^b	۱/۴۲±۰/۰۹ ^a	۷/۵۹±۰/۳۱ ^a	۶/۳۰±۰/۴۶ ^c	سوکسله طی ۸ ساعت
۰/۶	۰/۳۴	۳/۵۵±۰/۱۵ ^c	۳/۸۵±۰/۲۳ ^b	۱۰/۸۶±۰/۵ ^c	۱۴/۴۷±۰/۹۷ ^d	استخراج سرد
۲	۵/۸۵	۰/۹۱±۰/۲۱ ^a	۰/۶۹±۰/۱۱ ^c	۲/۵۸±۰/۲۲ ^d	۱/۵±۰/۲۱ ^e	روغن رنگبری شده

*- اعداد میانگین ± انحراف معیار می‌باشند.

حروف غیر مشترک در یک ستون بیانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ ($p < 0.05$) با استفاده از آزمون LSD است.

جدول ۳- نوع اسیدهای چرب در نمونه های روغن

لینولنیک اسید		لینولنیک اسید		اولئیک اسید		استئاریک اسید		پالمیتیک اسید		اسید چرب
گاز ازت	جریان هوا	گاز ازت	جریان هوا	گاز ازت	جریان هوا	گاز ازت	جریان هوا	گاز ازت	جریان هوا	نوع روغن
۷/۰۵	۶/۲۱	۵۳/۰۹	۵۰/۶۶	۲۳/۶۶	۲۶/۸۵	۴/۲۷	۳/۹۷	۱۰/۹۶	۱۱/۴۳	سوکسله ۲ ساعت
۶/۹۸	۶/۴۳	۵۲/۹۲	۵۱/۵۳	۲۳/۷۵	۲۶/۳۹	۴/۲۳	۳/۸۹	۱۱/۱۴	۱۰/۶۹	سوکسله ۴ ساعت
۶/۹۸	۶/۴۴	۵۲/۹۹	۵۱/۵۹	۲۳/۸۳	۲۶/۴۲	۴/۲۵	۳/۸۹	۱۱/۰۳	۱۰/۷۰	سوکسله ۶ ساعت
۶/۹۲	۶/۴۴	۵۲/۶۴	۵۱/۳۷	۲۳/۷۸	۲۶/۳۴	۴/۲۶	۳/۸۵	۱۱/۵۵	۱۱/۰۳	سوکسله ۸ ساعت
۶/۹۴	۶/۴۷	۵۳/۰۲	۵۱/۳۹	۲۳/۸۰	۲۶/۴۱	۴/۳۲	۳/۹۱	۱۰/۹۵	۱۰/۸۶	استخراج سرد
۶/۹۴	۶/۵۴	۵۲/۵۰	۵۱/۹۹	۲۳/۶۵	۲۶/۲۲	۴/۲۵	۳/۸۸	۱۱/۱	۱۰/۳۸	روغن رنگبری شده

که تمامی روغن‌های استخراج شده از خاک رنگبر کیفیت پایین تری در مقایسه با روغن رنگبری داشت (Lee *et al.*, 2000). در این بین، روش استخراج با سوکسله در طی ۲ ساعت بهترین کیفیت روغن را نسبت به دیگر تیمارها داشت که البته راندمان استخراج آن به دلیل زمان کمتر پایین بود.

ساختار اسیدهای چرب روغن‌های مورد بررسی در جدول شماره ۳ آمده است. این اعداد نشان می‌دهد که با افزایش مدت زمان استخراج، میزان اسید لینولئیک و لینولنیک در روغن تا حدودی افزایش یافته که این مطلب تاییدی بر نتایج حاصل از شاخص پایداری روغن می‌باشد. با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان چنین نتیجه گیری کرد

منابع

- AOAC., 2002, Official method of analysis of AOAC international, 17th edition, Maryland.
- AOCS., 2004, Official method and recommended practices of the AOCS, 5th edition, Illinois.
- Foletto, E. L., Alves, C. C. A., Sganzerla, L. R., & Porto, L. M., 2002, Regeneration and utilization of spent bleaching clay. *Latin American Applied Research*, 32(2), 205-208.
- King, J. W., List, G. R. & Johnson, J. H., 1992, Supercritical carbon dioxide extraction of spent bleaching clays. *The Journal of Supercritical Fluids*, 5(1), 38-41.
- Lee, C. G., Seng, C. E. & Liew, K. Y., 2000, Solvent efficiency for oil extraction from spent bleaching clay. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 77(11), 1222-1219.
- Ng, K. F., Nair, N. K., Liew, K. Y. & Noor, A. M., 1997, Surface and pore structure of deoiled acid-and heat-treated spent bleaching clays. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 74(8), 963-970.
- Ong, J. T. L., 1983, Oil recovery from spent bleaching earth and disposal of the extracted material. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 60(2), 314-315.
- Seng, C. E., Lee, C. G. & Liew, K. Y., 2001, Adsorption of chromium(VI) and nickel(II) ions on acid- and heat-activated deoiled spent bleaching clay. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 78(8), 831-835.
- Sieck, H., 1937, Extraction of spent bleaching materials. *Oil & Soap*, 14(12), 314-315.
- Tabee, E., Azadmard-Damirchi, S., Jägerstad, M. & Dutta, P. C., 2008, Effects of α -tocopherol on oxidative stability and phytosterol oxidation during heating in some regular and high-oleic vegetable oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 85, 857-867.
- Waldmann, C. & Eggers, R., 1991, De-oiling contaminated bleaching clay by high-pressure extraction. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 68(12), 922-930.