



روش غشایی برای جداسازی ترکیبات فنلی از پساب کارخانه‌های روغن‌کشی زیتون

جلال محمدزاده^{۱*} و علیرضا قدس‌ولی^۲

^۱ استادیار پژوهش بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان

گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران

^۲ دانشیار پژوهش بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان

گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران

چکیده

در سال‌های اخیر، تقاضا برای مصرف افزودنی‌های طبیعی، افزایش یافته است. دلیل آن، سلامت مصرف و تجزیه‌پذیری زیستی بالای افزودنی‌های طبیعی نسبت به ترکیبات شیمیایی و مصنوعی است. افزایش روزافزون مصرف آنتی‌اکسیدان‌ها در تولید و فرمولاسیون فرآورده‌های غذایی، صنعتی، دارویی و بهداشتی نیاز به جستجوی منابع جدیدتر و ارزان‌تر را بیش از پیش در کشور ما نمایان می‌کند. بخش اعظم ترکیبات آنتی‌اکسیدانی مورد استفاده در صنایع غذایی و آرایشی از خارج از کشور تأمین می‌شود. بنابراین، تولید آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی با قدرت بالا به‌خصوص از زائدات محصولات کشاورزی، حائز اهمیت است. میوه زیتون غنی از ترکیبات فنلی است، اما فقط ۲ درصد آن به‌خصوص در سیستم‌های سه‌فازی در روغن باقی می‌ماند و مابقی آن وارد پساب و تفاله حاصل از فرآیند روغن‌کشی می‌شود. بنابراین، استخراج عصاره فنلی از پساب حاصل از روغن‌کشی زیتون با روش مناسب جداسازی و بازیافت ترکیبات مذکور از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این مقاله به استخراج ترکیبات فنلی از پساب زیتون به روش غشایی پرداخته شده است.

واژگان کلیدی: استخراج، پساب، ترکیبات فنلی، روش غشایی، روغن‌کشی، زیتون



بیان مسئله

در مرحله استخراج روغن زیتون با استفاده از سیستم‌های استخراج دو فاز، به‌طور عمده دو محصول جانبی (تفاله و پساب) حاصل می‌شود. پساب، مخلوطی از آب و بافت‌های نرم میوه زیتون است. برای تولید هر لیتر روغن زیتون، ۲/۵ لیتر پساب حاصل می‌شود (کاپوراسو^۱ و همکاران، ۲۰۱۸). در کشور ما با تولید سالانه حدود ۱۵۰ هزار تن زیتون، در حدود ۱۱ هزار تن روغن تولید شده که حداقل $10^7 \times 2/7$ لیتر پساب به‌دست می‌آید. پساب زیتون از چربی، نمک، ترکیبات آلی و فنلی بالا با بوی نامطبوع تشکیل شده است. اگر این ترکیبات، بدون تصفیه در طبیعت رها شوند، علاوه بر مشکلات زیست‌محیطی، از رشد گیاهان و جوانه‌زنی بذرها جلوگیری می‌کنند (سیدی و همکاران، ۱۳۹۷). میوه زیتون غنی از ترکیبات فنلی است، که بیشتر آن وارد پساب و تفاله حاصل از روغن‌کشی زیتون می‌شود. پساب حاصل، دارای ۵۳ درصد کل فنل‌های زیتون است. در سال‌های اخیر، پساب زیتون به عنوان یک منبع غنی و ارزان ترکیبات آنتی‌اکسیدانی مورد توجه زیادی قرار گرفته‌است. پساب روغن زیتون، یک مایع نسبتاً تیره‌رنگ و حاوی بسیاری از ترکیبات زیست‌فعال است (شوخی و یوسفی، ۱۴۰۱). عمده ترکیبات پساب روغن زیتون شامل مواد معدنی (۹-۱۵ گرم بر لیتر)، اسیدهای آلی (۰/۷-۱ گرم بر لیتر)، قندها (۸۰-۱۰۰ گرم بر لیتر)، پلی‌فنل‌ها (۰/۵-۸ گرم بر لیتر) و نیتروژن کل (۰/۶-۰/۹۵ گرم بر لیتر) هستند. هیدروکسی تیروزول، بیشترین سهم را در بین ترکیبات پلی‌فنلی زیتون دارد (۳۹۰ پی‌پی‌ام). سایر ترکیبات فنلی مانند تیروزول (۲۷ پی‌پی‌ام)، اولئوروپین (۲۶ پی‌پی‌ام) و کافئیک اسید (۲۱ پی‌پی‌ام) سهم کمتری را دارند (گارسیا-کاستلو^۲ و همکاران، ۲۰۱۰). ترکیبات فنلی نقش مهمی در تنظیم کلسترول خون و تعادل وزن بدن دارا هستند. این ترکیبات به‌دلیل بالابودن فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ضدالتهابی، در پیشگیری از بیماری‌های قلبی-عروقی، سرطان و دیابت نوع دوم مؤثر هستند. پساب زیتون به عنوان یک ترکیب آنتی‌اکسیدانی می‌تواند در نگهداری و پایداری انواع روغن‌ها (روغن سویا، زیتون و آفتابگردان) مؤثر باشد (رومئو^۳ و همکاران، ۲۰۲۰).

سیستم استخراج روغن، بر حفظ و بازیابی ترکیبات فنلی تأثیر بسزایی دارد (تان‌دیس^۴ و همکاران، ۲۰۲۰). فرآیند غشایی، یکی از فناوری‌های جداسازی است. فرآیند غشایی بیش از سه‌دهه است که به‌طور موفقیت‌آمیزی به عنوان جایگزینی مناسب برای روش‌های معمول جداسازی و بازیافت اجزای غذایی کاربرد پیدا کرده است. عمده‌ترین مزایای فناوری غشایی را می‌توان در موارد زیر خلاصه کرد:

- امکان انجام عملیات جداسازی در دمای محیط.
- سهولت دستیابی به کلیه فازهای جداسازی شده.
- انجام عملیات جداسازی توسط تجهیزاتی با وزن و حجم کم.
- انعطاف‌پذیری بالای فرآیند برای پاسخ‌گویی به انواع نیازهای جداسازی.

¹ Caporaso

² Garcia-Castello

³ Romeo

⁴ Tundis

روشن غشایی برای جداسازی ترکیبات فنلی از پساب کارخانه‌های روغن‌کشی زیتون / جلال محمدزاده، علیرضا قدس‌ولی

– عدم نیاز به استفاده از مواد شیمیایی برای جداسازی و مسائل زیست‌محیطی ناشی از مصرف مواد شیمیایی.

معرفی دستورالعمل

مراحل استخراج ترکیبات فنلی با روش غشایی به شرح زیر است:

آماده‌سازی

پیش‌فیلترکردن پساب: پساب از صافی الک با مش ۸۰ میکرومتر عبور داده می‌شود و پس از جداسازی ترکیبات معلق جامد، سیتریک اسید اضافه شده تا pH پساب به ۴/۵ برسد. کاهش pH برای کنترل بار اولیه میکروبی و کاهش سرعت اکسیداسیون و تغییر ترکیبات فنلی صورت می‌گیرد (شکل ۱).



شکل ۱- محل خروجی پساب در فرآیند روغن‌کشی زیتون

هیدرولیز پساب: برای هیدرولیز و شکست ترکیبات آلی موجود در پساب (سلولز، همی‌سلولز، پکتین) از آنزیم پکتیناز (به میزان ۱/۵ درصد وزنی/حجمی) استفاده شود. این آنزیم در pH برابر ۴/۵، (تنظیم‌شده در مرحله قبل) بالاترین فعالیت خود را دارد. هیدرولیز پساب، داخل تانک استیل مجهز به هم‌زن در دمای اتاق (۲۰-۲۵ درجه سلسیوس) انجام می‌شود (شکل ۲).



شکل ۲- عملیات آماده‌سازی و هیدرولیز پساب زیتون

فرآیند غشایی

پساب، پس از آماده‌سازی اولیه وارد بخش فرآیند غشایی می‌شود. فرآیند غشایی از دو بخش میکروفیلتراسیون و اولترافیلتراسیون تشکیل شده است. بخش میکروفیلتراسیون شامل سه مدول با اندازه غشاء به ترتیب ۱۰۰، ۵۰ و ۵ میکرون و دارای فشار ۱/۵ تا ۲ بار است. بخش اولترافیلتراسیون از غشاء اسپیرال پلی اتن سولفان تشکیل شده و دارای فشار ۲-۳ بار است. پساب در ابتدا وارد بخش میکروفیلتراسیون می‌شود. مواد عبور کرده از غشاء بخش میکروفیلتراسیون (پرمیت^۱) به بخش غشایی اولترافیلتراسیون در دمای محیطی (۲۰ تا ۲۵ درجه سلسیوس) منتقل شده تا جداسازی بیشتر ترکیبات فنلی صورت گیرد (شکل ۳).



شکل ۳- بخش میکروفیلتراسیون (راست) و اولترافیلتراسیون (چپ) در روش استخراج غشایی

^۱Permeat



روشن غشایی برای جداسازی ترکیبات فنلی از پساب کارخانه‌های روغن‌کشی زیتون / جلال محمدزاده، علیرضا قدس‌ولی

تغلیظ نهایی عصاره فنلی

تغلیظ نهایی عصاره حاوی ترکیبات فنلی توسط تبخیرکننده چرخان^۶ در دمای ۶۵ درجه سلسیوس انجام می‌شود (شکل ۴).



شکل ۴- تغلیظ نهایی عصاره فنلی در تبخیرکننده چرخان

توصیه ترویجی (جمع‌بندی)

پساب کارخانه‌های فرآوری زیتون یکی از محصولات جانبی مهم این صنعت است. این پساب، به دلیل آلاینده‌گی زیاد، برای کشورهای تولیدکننده زیتون از جنبه‌های مختلف اقتصادی و زیست‌محیطی اهمیت زیادی دارد. رهاسازی پساب زیتون موجب آلودگی آب‌های زیرزمینی و سطحی، از دست‌رفتن حاصلخیزی خاک، تغییر بافت و شوری خاک می‌شود. به همین دلیل، ساماندهی و مدیریت پساب ناشی از فرآوری زیتون ضروری است. اگرچه پساب کارخانه‌های روغن‌کشی زیتون برای طبیعت مضر است، اما منبع ارزشمندی از بسیاری از ترکیبات زیست‌فعال مانند ترکیبات فنلی است. بنابراین، ترویج و آگاهی صاحبان صنایع فرآوری زیتون از وجود ترکیبات آنتی‌اکسیدانی طبیعی با ارزش افزوده بیشتر در پساب حاصل از فرآیند روغن‌کشی زیتون و حمایت و تشویق آنها به تولید ترکیبات فنلی می‌تواند سبب کاهش ارزشبری، اشتغال، درآمدزایی و تولید ثروت در کشور شود. صاحبان صنایع روغن زیتون بسته به نوع سیستم استخراج روغن، حجم پساب تولیدی و توان سرمایه‌گذاری می‌توانند سیستم استخراج غشایی ترکیبات فنلی را به واحد روغن‌کشی افزوده و ترکیبات فنلی را به صورت عصاره غلیظ‌شده و یا پودر استخراج کنند. سیستم استخراج غشایی شامل میکروفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون و خشک‌کن پاششی است که امکان ساخت آنها در داخل کشور وجود دارد.

^۶Rotary evaporation



فهرست منابع

- ۱- سیدی، اعظم، حمید اوغلی، محمود قاسم نژاد و نسرین قربانزاده. ۱۳۹۷. تأثیر پساب کارخانه روغن‌کشی زیتون بر ویژگی‌های زیستی و کیفیت روغن و عملکرد میوه دو رقم زیتون. *مجله علوم باغبانی ایران*، ۴۹ (۲)، ص ۳۶۵-۳۷۴.
- ۲- شواخی، فروغ و زهرا یوسفی. ۱۴۰۱. کاربردهای پساب کارخانه‌های فرآوری زیتون در صنایع غذایی. *مجله ترویجی تولید و فرآوری زیتون*، ۴ (۱)، ص ۱۶-۲۹.
3. Caporaso, N., D. Formisano and A. Genovese. 2018. Use of phenolic compounds from olive mill wastewater as valuable ingredients for functional foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 58 (16): 2829-2841.
4. Garcia-Castello, E., A. Cassano, A. Criscuoli, C. Conidi and E. Drioli. 2010. Recovery and concentration of polyphenols from olive mill wastewaters by integrated membrane system. *Water Research*, 44: 3883-3892.
5. Romeo, R., A. De Bruno, V. Imeneo and A. Piscopo. 2020. Impact of stability of enriched oil with phenolic extract from olive mill wastewater. *Foods*, 9 (7): 856-864.
- 6-Tundis, R., C. Conidi, R. Loizzo, V. Sicari and A. Cassano. 2020. Olive mill wastewater polyphenol-enriched fractions by integrated membrane process: A promising source of antioxidant, hypolipidemic and hypoglycaemic compounds. *Antioxidants*, 9: 602-612.

