اولین همایش ملی بهینه سازی و بهره وری مصرف انرژی در صنایع غذایی و کشاورزی
۲۹-۳۰ اردیبهشت ۱۴۰۵

بهینه‌سازی استخراج ژلاتین از استخوان ماهی با استفاده از عصاره پسماند لیمو به‌عنوان عامل دمینرالیزاسیون طبیعی

محمد علی قانع[1]
۱-معاون آموزش و استاندارد سازی اداره کل استاندارد استان هرمزگان، بندرعباس
Ali.ghane@gmail.com

شماره مقاله EFAB015831229

چکیده

با توجه به پیامدهای زیست‌محیطی استفاده از اسیدهای شیمیایی در استخراج ژلاتین و وفور پسماندهای صنایع شیلات و لیمو در جنوب ایران، توسعه روش‌های سبز و پایدار اهمیت زیادی دارد. هدف این پژوهش، بهینه‌سازی استخراج ژلاتین خوراکی از استخوان ماهی با استفاده از پسماند لیمو به‌عنوان منبع طبیعی اسیدهای آلی و ارزیابی کیفیت محصول بر اساس استاندارد ملی ایران INSO 3474 بود. طراحی آزمایش به روش سطح پاسخ (RSM) و با استفاده از طرح باکس-بنکن انجام شد. متغیرهای مستقل شامل غلظت پسماند لیمو (۱۰–۳۰ درصد حجمی)، زمان پیش‌تیمار (۶–۲۴ ساعت) و دمای استخراج (۴۵–۶۵ درجه سانتی‌گراد) بودند. بازده استخراج، قدرت ژل، ویسکوزیته، شفافیت و ویژگی‌های حرارتی ژلاتین به‌عنوان متغیرهای پاسخ مورد بررسی قرار گرفتند. همچنین کیفیت و ایمنی ژلاتین تولیدی از نظر انطباق با الزامات INSO 3474 ارزیابی و با نمونه شاهد استخراج‌شده با اسید سیتریک صنعتی مقایسه شد. نتایج تحلیل آماری نشان داد که متغیرهای فرایندی اثر معنی‌داری ($p< 0.05$) بر ویژگی‌های عملکردی ژلاتین دارند و استفاده از پسماند لیمو امکان تولید ژلاتین با کیفیت مناسب برای کاربردهای غذایی را فراهم می‌کند. این مطالعه پتانسیل پسماند لیمو را به‌عنوان یک عامل استخراج سبز، بومی و غیرسمی در راستای کاهش ضایعات و توسعه اقتصاد چرخشی در صنایع غذایی نشان می‌دهد.

کلمات کلیدی: ژلاتین، استخوان ماهی، پسماند لیمو، استخراج سبز، روش سطح پاسخ

مقدمه

ژلاتین یکی از هیدروکلوئیدهای پرکاربرد در صنایع غذایی، دارویی و زیست‌پزشکی است که به دلیل ویژگی‌هایی نظیر قابلیت ژل‌شوندگی، ویسکوزیته، خاصیت امولسیون‌کنندگی و تشکیل فیلم، کاربرد گسترده‌ای در تولید محصولات غذایی و فرآورده‌های دارویی دارد [۱]. به‌طور سنتی، ژلاتین عمدتاً از منابع پستانداری نظیر پوست و استخوان گاو و خوک استخراج می‌شود.. ایران با دارا بودن منابع گسترده آبزی‌پروری و صنایع فرآوری ماهی، سالانه مقادیر قابل‌توجهی پسماند شیلاتی تولید می‌کند که بخش عمده‌ای از آن بدون بازیافت مؤثر دفع می‌شود و پیامدهای زیست‌محیطی قابل‌توجهی به همراه دارد [۲]. با وجود گزارش‌هایی در زمینه استفاده از پسماندهای آناناس در استخراج ژلاتین [۳]، مطالعات محدودی به بررسی پتانسیل پسماندهای بومی ایران، به‌ویژه پسماند لیمو، پرداخته‌اند. علاوه بر این، تاکنون پژوهشی که به‌طور هم‌زمان به بهینه‌سازی شرایط استخراج ژلاتین از استخوان ماهی با استفاده از پسماند لیمو و ارزیابی انطباق کیفیت محصول با استاندارد ملی ایران INSO 3474 بپردازد، گزارش نشده است. بنابراین، هدف از این پژوهش، بهینه‌سازی فرایند استخراج ژلاتین خوراکی از استخوان ماهی با بهره‌گیری از پسماند لیمو به‌عنوان یک عامل استخراج سبز، با استفاده از روش سطح پاسخ و بررسی ویژگی‌های کیفی، عملکردی و ایمنی ژلاتین تولیدی در چارچوب الزامات استاندارد ملی می‌باشد.

متن اصلی

استخوان ماهی مورد استفاده در این پژوهش از ضایعات حاصل از صنایع فرآوری ماهی تهیه شد. نمونه‌ها پس از جمع‌آوری، با آب سرد شستشو داده شد. همچنین به‌منظور حذف بافت‌های باقی‌مانده، چربی‌زدایی اولیه با استفاده از محلول اتانول ۱۰ درصد حجمی انجام گرفت. سپس استخوان‌ها در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد تا زمان انجام آزمایش نگهداری شدند. پسماند لیمو از واحدهای سنتی تولید آبلیمو در جنوب ایران (رودان) تهیه شد. این پسماند پس از صاف‌سازی و فیلتراسیون اولیه، جهت حذف ذرات معلق مورد استفاده قرار گرفت. کلیه مواد شیمیایی مورد استفاده از درجه آزمایشگاهی بوده و آب مقطر در تمام مراحل آزمایش به‌کار رفت. بهینه‌سازی شرایط استخراج ژلاتین به روش سطح پاسخ و با استفاده از طرح باکس-بنکن انجام شد. سه متغیر مستقل شامل غلظت پسماند لیمو، زمان پیش‌تیمار و دمای استخراج در سه سطح مورد بررسی قرار گرفتند. متغیرهای پاسخ شامل بازده استخراج، قدرت ژل، ویسکوزیته و شفافیت ژلاتین بودند. مدل درجه دوم برای پیش‌بینی پاسخ‌ها برازش داده شد و اعتبار مدل با تحلیل واریانس (ANOVA) در سطح اطمینان ۹۵ درصد ارزیابی گردید. بهینه‌سازی هم‌زمان متغیرهای پاسخ با استفاده از تابع مطلوبیت انجام گرفت. کلیه مراحل طراحی آزمایش، تحلیل آماری، برازش مدل‌ها و ترسیم نمودارهای سطح پاسخ با استفاده از نرم‌افزار تخصصی (DOE) انجام شد. کلیه آزمایش‌ها حداقل در سه تکرار انجام شده و نتایج به‌صورت میانگین انحراف معیار گزارش شدند.

نتیجه گیری

نتایج واریانس نشان داد که مدل درجه دوم برازش‌یافته برای تمامی متغیرهای پاسخ از نظر آماری معنی‌دار است. مقادیر بالای ضریب تعیین و ضریب تعیین تعدیل‌شده برای بازده استخراج، قدرت ژل، ویسکوزیته و شفافیت ژلاتین بیانگر توانایی مناسب مدل در پیش‌بینی رفتار سیستم بود. غیرمعنی‌دار بودن آزمون عدم برازش نشان داد که مدل پیشنهادی قادر به توصیف تغییرات واقعی داده‌های تجربی می‌باشد. بازده استخراج ژلاتین به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر غلظت پسماند لیمو و دمای استخراج قرار گرفت. افزایش غلظت پسماند لیمو تا سطح میانی موجب افزایش بازده استخراج شد که احتمالاً به دلیل افزایش نفوذ اسیدهای آلی طبیعی و تسهیل شکستن پیوندهای عرضی کلاژن می‌باشد. این نتایج با گزارش‌های پیشین در زمینه استخراج ژلاتین از منابع آبزی همخوانی دارد. قدرت ژل ژلاتین یکی از مهم‌ترین شاخص‌های کیفی مطابق با استاندارد INSO 3474محسوب می‌شود. زمان پیش‌تیمار و دمای استخراج اثر معنی‌داری بر مقدار قدرت ژل دارند. بیشترین مقدار قدرت ژل در شرایط بهینه (غلظت پسماند لیمو (۲۰ درصد حجمی)، زمان پیش‌تیمار (۱۲ ساعت) و دمای استخراج (۵۵ درجه سانتی‌گراد)) مشاهده شد که در محدوده استاندارد قرار داشت. ویسکوزیته ژلاتین به‌طور مستقیم با وزن مولکولی متوسط و توزیع زنجیره‌ها مرتبط است. غلظت پسماند لیمو و دمای استخراج اثر متقابل معنی‌داری بر ویسکوزیته دارند. افزایش دمای استخراج و غلظت پسماند لیمو تأثیر منفی بر شفافیت دارد، که می‌تواند به حضور ترکیبات فنولی یا مواد رنگی باقی‌مانده از پسماند لیمو نسبت داده شود. با این حال، در شرایط بهینه، مقدار شفافیت ژلاتین تولیدی در محدوده قابل قبول استاندارد قرار داشت و اختلاف معنی‌داری با نمونه شاهد مشاهده نشد. به‌طور کلی، نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که تلفیق بازیافت ضایعات شیلاتی و کشاورزی می‌تواند به توسعه فرایندهای پایدار، کاهش مصرف مواد شیمیایی صنعتی و افزایش بهره‌وری انرژی در صنایع غذایی منجر شود. استفاده از پسماند لیمو به‌عنوان یک رویکرد نوین استخراج سبز، پتانسیل بالایی برای کاربرد صنعتی و تجاری‌سازی در مناطق تولید مرکبات جنوب کشور دارد و می‌تواند گامی مؤثر در راستای اقتصاد چرخشی و توسعه پایدار صنایع غذایی ایران باشد.

منابع

[1] Taheri A, Abedian Kenari AM, Gildberg A, Behnam S. (2009). Extraction and physicochemical characterization of greater izardfish (Saurida tumbil) skin and bone gelatin. J Food Sci. 74(3):E160–165. doi:10.1111/j.1750-3841.2009.01106.x.

[2] Muyonga JH, Cole CGB, Duodu KG. (2004). Extraction and physico-chemical characterization of Nile perch (Lates niloticus) skin and bone gelatin. Food Hydrocolloids 18(4):581–592. doi:10.1016/j.foodhyd.2003.08.009.

[3] Zhou, P. and Regenstein, J. M. (2006). Determination of total protein content in gelatin solutions with the Lowry or Biuret.