Archive of SID

ارزیابی خصوصیات عملکردی ایزوله پروتئینی تولیدی ازکنجاله‌کانولا به روش فراپالایش در مقیاس نیمه‌صنعتی

علی‌رضا قدس ولی[1*]، حمید بخش آبادی[2]

۱- دانشیار پژوهشی 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- گروه صنایع غذایی، واحد گنبد کاووس، دانشگاه آزاد اسلامی، گنبد کاووس، ایران

تاریخ دریافت: ۹۴/۸/۲۷ تاریخ پذیرش:۲۵ /۹۵/۳

چکیده

هدف از انجام این تحقیق مقایسه کنجاله‌های کانولای تولیدی سه شرکت روغن‌کشی سویابین و یگانه خزر استان گلستان و بهپاک بهشهر به منظور تولید ایزوله پروتئینی با استفاده از فرایند فراپالایش و بررسی خصوصیات عملکردی آن ایزوله بود. بدین منظور سه نوع کنجاله‌ی صنعتی کانولا از سه شرکت مذکور جهت ظرفیت استخراج پروتئین و ظرفیت ترسیب پروتئین با استفاده از طرح کاملاً تصادفی مورد آزمون قرار گرفتند. نتایج نشان داد که ظرفیت استخراج پروتئین کنجاله‌ی صنعتی بهپاک (۳۲/۱ درصد) به ترتیب ۴۷/۹ درصد و ۳۴/۹ درصد از موارد مشابه خود در کنجاله‌های صنعتی یگانه خزر و سویا بین بیشتر است. هم‌چنین ظرفیت ترسیب پروتئین کنجاله‌ی صنعتی یگانه خزر بیشتر از سایر شرکت‌ها بود. بر این اساس کنجاله‌ی صنعتی بهپاک برای عملیات تولید نیمه‌صنعتی انتخاب گردید و بررسی خصوصیات عملکردی روی ایزوله پروتئینی تولیدی از آن انجام گرفت. شاخص حلالیت نیتروژن، جذب آب، جذب روغن، فعالیت امولسیون و ظرفیت کف‌زایی ایزوله‌ی پروتئینی رسوبی به ترتیب ۳/۱۲ درصد، ۱۷۵/۵ درصد، ۲۰۰ درصد، ۴۳/۸ درصد و ۱۰۱ درصد بود. شاخص حلالیت نیتروژن، جذب روغن، فعالیت امولسیون‌کنندگی و ظرفیت کف‌زایی ایزوله پروتئینی محلول به‌ترتیب ۹۱/۳ درصد، ۴۵۹ درصد، ۱۶۸ درصد و ۲۱۵ درصد بود.نتایج نشان داد که می‌توان از ایزوله‌های پروتئینی کانولا به عنوان امولسیفایر، عامل کف‌زایی، اتّصال دهنده و یا حجم‌دهنده در صنایع مختلف استفاده نمود.

واژه های کلیدی: ایزوله پروتئینی، تولید نیمه‌صنعتی، فرآیند فراپالایش، کانولا

*مسوول مکاتبات: qodsevali@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

۱-مقدمه

تغییر الگوی زندگی در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه تأثیر فراوانی بر عادات غذایی مصرف‌کنندگان و ترغیب به استفاده از غذاهای آماده و کم حجم داشته است و آگاهی عمومی در مورد مزایای تغذیه با محصولات بر پایه‌ی پروتئین گیاهی نظیر محصولات کم کالری و حاوی الیاف زیاد و اجتناب از چربی‌های حیوانی، روندی فزاینده دارد (۱۸). منابع متداول تأمین پروتئین شامل: گوشت قرمز، مرغ، تخم‌مرغ، فرآورده‌های لبنی و شیلاتی می‌باشند. رشد سریع جمعیّت، محدودیّت منابع تأمین مواد غذایی و افزایش تقاضا برای منابع پروتئینی جدید و ارزان با خصوصیّات عملکردی مطلوب، توجّه دانشمندان را به منابع پروتئینی گیاهی خصوصاً دانه‌های روغنی (از جمله کلزا/کانولا)، سبوس برنج، یونجه، نخود فرنگی، گردو و... معطوف داشته است (۱۴). کلزا/کانولا یکی از دانه‌های روغنی مهم است که با تولید متجاوز از ۶۰ میلیون تن در سال، مقام دوّم را از نظر تولید جهانی به خود اختصاص داده است (۲۶). چین و کانادا به ترتیب به عنوان بزرگترین تولید کننده و صادر کننده شناخته شده‌اند. کانادا پیشگام و راهبر در تولید انبوه واریته‌های مدرن و تراریخته است. واریته‌های جدید دارای کیفیّتی بالا و حاوی مقادیر بسیار پایین اسید اروسیک (کمتر از ۲ درصد) و گلوکزینولات (کمتر از ۳۰ میکرومول در گرم کنجاله) می‌باشند (۲۲).

کانولا گیاهی است از خانواده‌ی چلیپائیان[1] وجنس کلمیان[2] که یک دانه‌ی روغنی جدید در ایران محسوب می‌گردد که اخیراً مورد توجّه مسئولان و سیاست‌گذاران کشاورزی کشور و در زمره‌ی سیاست‌های کلان بخش کشاورزی قرار گرفته است (۱۴). عمده‌ی مصرف کانولادر تولید روغن و در مرتبه‌ی بعدی تولید کنجاله و محصولات پروتئینی از آن است. پسمان کنجاله‌ی آن پس از روغن‌کشی حاوی ۵۰-۴۰ درصد پروتئین، با ترکیب خوب و متوازنی از اسیدهای آمینه و مقادیر زیادی از اسیدهای آمینه ضروری لیزین و متیونین (۷ و ۲۳) می‌باشد. کنجاله‌ی این ماده دارای ترکیب بسیار خوبی از اسیدهای آمینه ضروری بوده که با مقرّرات بهداشتی جهانی در خصوص نیاز انسان به اسیدهای آمینه مطابقت دارد که دارای ارزش بیولوژیکی بالایی است (۱۲). دانه‌ی کانولا حاوی پروتئین‌های بسیار با دامنه‌ی وسیع، ایزوالکتریکی و اوزان مولکولی است؛ بنابراین ترسیب ایزوالکتریکی آن منجر به اتلاف جدّی پروتئین‌ها می‌گردد. به همین لحاظ این فرآیند توجیه اقتصادی ندارد و همچنین قادر به جداسازی کامل این ترکیبات نمی‌باشد و بنابراین از روش فرآیند غشایی برای تولید ایزوله‌های پروتئینی با کیفیت بالا استفاده می‌گردد. فرآیند غشایی شامل ۵ مرحلهٔ کلیدی: استخراج قلیایی، ترسیب ایزوالکتریکی، فراپالایش، دیافیلتراسیون و خشک‌کردن است (۲۵). از فناوری فراپالایش برای خالص‌سازی پروتئین‌های مختلفی مانند: سویا (۱۷)، نارگیل (۱۰) و حبوبات (نخودفرنگی و باقلا) (۹) استفاده شده است. محققان بیان داشتند که استفاده از این فناوری منجر به بهبود خاصیت امولسیفایری و همچنین قدرت تولید کف ایزوله‌های پروتئینی می‌شود؛ هرچند روش‌های آماده‌سازی ماده نیز روی این خصوصیات تاثیر می‌گذارد (۲۰). یکی از مهمترین مراحلی که تاثیر به‌سزایی بر کیفیت کنجاله حاصل از روغن‌کشی دانه‌های روغنی دارد، سیستم حلال‌زدایی، خشک و خنک‌کردن کنجاله‌ها می‌باشد؛ بازیابی حلال از کنجاله، تحت فرایند حرارتی انجام می‌گیرد، سیستم حلال‌زدا- برشته کن (DT[3]) یکی از این دستگاه‌هاست که در آن از بخار زنده و بخار غیرمستقیم برای خارج کردن حلال از کنجاله استفاده می‌شود. یکی دیگر از روش‌های حلال‌زدایی از کنجاله، روش سریع (فلش) است که در درجه حرارت‌های پایین انجام می‌شود و از دناتوره شدن پروتئین‌ها ممانعت به‌عمل می‌آورد، در این روش، کنجاله در معرض بخار آب بسیار گرم که با شدت در حال حرکت است، قرار می‌گیرد و معمولاً زمانی که بالا بودن حلالیت زیاد پروتئین در آب مدنظر باشد، از این روش استفاده می‌گردد (۵). هدف از این مطالعه بررسی و مقایسه کنجاله‌ی روغن‌کشی شده کانولای شرکت‌های

[1]Cruciferae
[2]*Brassica*
[3]Desolventizer- Toaster

www.SID.ir

Archive of SID

مختلف به منظور تولید ایزوله‌های پروتئینی به روش فراپالایش بود.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

با توجه به تأکید این تحقیق مبنی بر استفاده از کنجاله‌ی صنعتی کانولا، نمونه‌ی مورد نیاز برای انجام فاز اول تحقیق از سه شرکت عمده‌ی روغن‌کشی استان‌های گلستان و مازندران یعنی یگانه خزر گرگان، سویابین گرگان و بهپاک بهشهر تهیه گردید. دلیل استفاده از کنجاله‌ی صنعتی کارخانه‌های مختلف، استفاده از فرآیندهای متفاوت در استخراج حلال و یا حلال‌زدایی کنجاله به عنوان مهمترین عامل در کیفیت کنجاله‌ی تولیدی چه به لحاظ تغذیه دام و چه از نظر راندمان استخراج و ترسیب و خصوصیات عملکردی پروتئین‌های موجود در آن بود. شرکت‌های یگانه خزر و سویابین واقع در استان گلستان از سیستم حلال‌زدا- برشته‌کن (DT)، که کنجاله با دمایی حدود ۱۱۵ درجه‌ی سانتی‌گراد مواجه می‌شود برای حلال‌زدایی استفاده می‌نمایند، این درحالی است که شرکت بهپاک بهشهر از روش فلش با تغییرات بسیار جزئی برای حلال‌زدایی از کنجاله استفاده می‌نمود که در این روش دمایی معادل حدود ۷۰-۶۰ درجه‌ی سانتی‌گراد، روی کنجاله اعمال می‌کرد.

۲-۲- روش‌ها

این بخش را می‌توان به ۳ مرحله تقسیم نمود. در ابتدا آزمون اندازه‌گیری ظرفیت استخراج و ترسیب پروتئین کنجاله‌های شرکت مذکور صورت گرفت. در مرحله دوم مقایسه‌ایی میان کنجاله و ایزوله پروتئینی تولیدی به روش فراپالایش صورت پذیرفت و در نهایت خصوصیات عملکردی ایزوله تولیدی مورد بررسی قرار گرفت.

۲-۲-۱- عملیات فراپالایش و تولید ایزوله‌ی پروتئینی کانولا

به منظور انجام مرحله فیلتراسیون غشایی، محلول استخراج شده ابتدا از ۴ لایه پارچه متقال عبور داده شد و سپس به منظور کاهش گرفتگی در غشای سیستم فراپالایش، ابتدا محلول صاف شده تحت فرآیند میکروفیلتراسیون قرار گرفت. به علت pH بالای محلول و وجود ذرات با اندازه‌های مختلف در آن، غشای میکروفیلتراسیون سرامیکی ۰/۲ میکرومتر دچار گرفتگی شدید شد و بعد از خروج ۳ لیتر تراوه (پرمیت) از غشاء، شار خروجی به سرعت کاهش یافته و به صفر رسید. در ضمن شستشوی غشا برای برطرف کردن گرفتگی تنها با استفاده از شوینده‌های مختلف تحت شرایط اسیدی و قلیایی با دمای حدود ۵۰ درجه طی چندین ساعت فرآیند امکان پذیر بود. این آزمایشات چندین مرتبه تحت شرایط مختلف pH تکرار شد، اما با گرفتگی بسیار شدید امکان ادامه عملیات میکروفیلتراسیون و انجام فرآیند فراپالایش مقدور نبود. به همین دلیل مقدار محلول مورد نیاز برای فرایند فراپالایش با استفاده از سانتریفوژ آزمایشگاهی (۵۰ لیتر در مدت ۲۴ ساعت) تهیه گردید و با فشار ۲ بار از میکروفیلتراسیون عبور داده شد. نتیجه‌ی عمل عدم گرفتگی میکروفیلتر و جمع‌آوری حدود ۱۵ لیتر تراوه یا پرمیت با بریکس حدود ۲ بود. میزان تراوه‌ی تهیه شده از میکروفیلتر از فراغشاء عبور داده شد و حدود ۷ لیتر پرمیت به دست آمد که پس از خشک کردن انجمادی آن، حدود ۱۱۳ گرم ایزوله‌ی پروتئینی محلول حاصل گردید. که البته این را نمی‌توان به عنوان راندمان ایزوله‌ی محلول به شمار آورد زیرا نتیجه‌ی تعیین مشخصات فنی و حجم دستگاههای خط پایلوت بوده است (۴).

۲-۲-۲- اندازه‌گیری پروتئین

تعیین میزان پروتئین کل و نیتروژن محلول (۶/۲۵× N) با دستگاه کجلدال تمام اتوماتیک انجام شد (۶).

۲-۲-۳- ظرفیت ترسیب پروتئین

ظرفیت ترسیب پروتئین طبق روش کائور و سینگ (۲۰۰۷) (۱۶) اندازه‌گیری گردید

www.SID.ir

Archive of SID

۲-۲-٤- تعیین گلوکزینولات

اندازه‌گیری میزان گلوکزینولات بر اساس جذب ویژه‌ی نور فوق بنفش ترکیبات تیواوره و اگزازولیدین-۲- تیون و طبق روش وتر و یانگ صورت پذیرفت (۲۷).

۲-۲-۵- تعیین میزان اسید فیتیک

تعیین میزان اسید فیتیک طبق روش فبلز و همکاران (۲۰۰۱) صورت پذیرفت (۱۳).

۲-۲-٦- شاخص حلاّلیّت نیتروژن[1]

در تعیین شاخص حلاّلیّت نیتروژن از روش شماره ۲۳- ۴۶ (AACC، ۲۰۰۵) استفاده شد (۶).

۲-۲-۷- جذب آب[2]

برای تعیین خصوصیّت جذب آب از روش پیشنهادی مور و همکاران (۲۰۰۱) استفاده گردید (۱۹).

۲-۲-۸- جذب روغن[3]

تعیین خصوصیت جذب روغن بوسیلهٔ روش روش دف و موخرجی (۱۹۸۶) انجام شد (۱۱).

۲-۲-۹- فعالیّت امولسیون‌کنندگی[4]

برای مشخص نمودن میزان خصوصیّت فعالیّت امولسیون‌کنندگی طبق روش کائور و سینگ (۲۰۰۷) عمل گردید (۱۶).

۲-۲-۱۰- خصوصیت کف‌زایی[5]

تعیین این خصوصیّت عملکردی با روش پیشنهادی مور و همکاران (۲۰۰۱) صورت پذیرفت (۱۹).

۲-۳- تجزیه و تحلیل آماری

این تحقیق در قالب طرح کاملاً تصادفی ساده با سه تکرار انجام شد و نتایج حاصل با استفاده از نرم افزار آماری SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح آماری ۵ درصد انجام گردید.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- ظرفیت استخراج پروتئین کنجاله‌های صنعتی کانولا

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین میزان ظرفیت استخراج پروتئین کنجاله‌های مورد آزمایش اختلاف معنی‌دار ($p<۰/۰۱$) وجود دارد و کنجاله‌ی صنعتی بهپاک بیشینه‌ی میزان میزان ظرفیت استخراج پروتئین را به خود اختصاص داد (جدول ۱).

نتایج مربوط به میزان استخراج پروتئین از کنجاله‌های مورد آزمایش که در جدول ۱ نشان داده شده است، حاکی از آن است که ظرفیت استخراج پروتئین کنجاله‌ی صنعتی بهپاک با ۳۲/۱ درصد و با اختلاف معنی‌دار ($p<۰/۰۱$) به ترتیب ۴۷/۹ درصد و ۳۴/۹ درصد از موارد مشابه خود در کنجاله‌های صنعتی یگانه خزر و سویابین بیشتر است. با توجه به وجود تفاوت در روش‌های مورد استفاده در فرآیند حلال‌زدایی کنجاله در سه شرکت مورد نظر، نزدیک بودن میزان استخراج پروتئین از کنجاله‌ی دو شرکت یگانه خزر و سویا بین و تفاوت معنی‌دار آن دو با مشابه خود از شرکت بهپاک قابل توجیه می‌باشد. نتایج مطالعات مختلف نشان داد که با افزایش دما، میزان راندمان استخراج پروتئین از کنجاله‌ها کاهش می‌یابد (۲۱).

[1]Nitrogen Solubility Index (NSI)
[2]Water Absorption
[3]Fat absorption
[4]Emulsifying Activity
[5]Whippability

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- ظرفیت استخراج پروتئین کنجاله‌ی تجاری کانولا تهیه شده از سه شرکت یگانه خزر، سویا بین و بهپاک بهشهر

نمونه	ظرفیت استخراج پروتئین(درصد)
کنجاله‌ی صنعتی یگانه خزر	۲۱/۷^{c}
کنجاله‌ی صنعتی سویا بین	۲۳/۸^{b}
کنجاله‌ی صنعتی بهپاک	۳۲/۱^{a}

حروف مشترک در ستون ظرفیت استخراج نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار آماری ($p<۰/۰۵$) بین میانگین‌هاست

۳-۲- ظرفیت ترسیب پروتئین کنجاله‌ی صنعتی کانولا

در این تحقیق روش ترسیب سه مرحله‌ای بکار گرفته شد و ظرفیت ترسیب پروتئین عبارت از بیشترین مقدار ترسیب پروتئین در pH بهینه‌ی اعمال شده در آزمایش (۵/۵-۴/۵ pH) می‌باشد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین میزان ظرفیت ترسیب پروتئین کنجاله‌های مورد آزمایش اختلاف معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) وجود دارد و کنجاله‌ی صنعتی بهپاک و کنجاله‌ی صنعتی یگانه خزر بدون اختلاف معنی‌دار با هم بیشینه‌ی میزان ظرفیت استخراج پروتئین را به خود اختصاص دادند (جدول ۲). نتایج حاکی از آن است که ظرفیت ترسیب پروتئین کنجاله‌ی صنعتی یگانه خزر با ۶۹/۲ درصد و بدون اختلاف معنی‌دار ($p<۰/۰۵$)، ۰/۹ درصد بیشتر از مورد مشابه خود در کنجاله صنعتی بهپاک و با اختلاف معنی‌دار ($p<۰/۰۵$)، ۴/۲ درصد بیشتر از مورد مشابه خود در کنجاله‌ی صنعتی سویا بین بود. هر واریته‌ی کلزا/کانولا دارای ترکیب پروتئینی خاصّ خود می‌باشد و لذا وزن مولکولی پروتئین و دامنه‌ی آن و نیز نقطه‌ی ایزوالکتریک در ارقام مختلف، متفاوت است.

جدول ۲- ظرفیت ترسیب پروتئین کنجاله‌های صنعتی کانولا

نمونه	ظرفیت ترسیب پروتئین(درصد)
کنجاله‌ی صنعتی یگانه خزر	۶۹/۲^{a}±۰/۷
کنجاله‌ی صنعتی سویا بین	۶۶/۴^{b}±۰/۵
کنجاله‌ی صنعتی بهپاک	۶۸/۶^{a}±۰/۴

در هر ستون اختلاف معنی‌دار آمار ی ($p<۰/۰۵$) بین میانگین‌های با حروف یکسان وجود ندارد.

۳-۳- ترکیب شیمیایی کنجاله و ایزوله پروتئینی کانولا شرکت بهپاک

با توجه به مطالبی که در قسمت فوق آورده شد، به منظور ادامه این پژوهش کنجاله شرکت بهپاک انتخاب گردید و باقی آزمایشات روی آن صورت پذیرفت. جدول ۳ مقایسه‌ی ترکیب شیمیایی کنجاله و ایزوله‌ی پروتئینی رسوبی حاصل از ترسیب پروتئین‌های استخراج شده به داخل محلول قلیایی که در ۱۲/۰ pH از کنجاله‌ی صنعتی کانولا تهیّه شد، در جدول ۳ آورده شده است. همانطور که مشخص است میزان پروتئین در ایزوله بیشتر ولی میزان

www.SID.ir

Archive of SID

گلوکزینولات و اسید فیتیک آن کمتر از کنجاله بود. نتایج این بخش با تحقیقات دیگران در مورد میزان پروتئین ایزوله‌ی رسوبی مطابقت داشت (۲۸ و ۲۹). فرآیند تجاری معمول جهت استخراج روغن از کلزا شامل مراحل: فلس یا پرک‌کردن، عملیات پرس، استخراج با حلاّل، حلاّل زدایی و سرد کردن کنجاله‌ی بدون روغن است. عبور دانه‌ی کلزا از غلطک‌های تولید فلس یا پرک، تأثیر کمی روی ساختمان شیمیایی پروتئین‌های ذخیره‌ای و اسید فیتیک دارد. پس از فرآیند سرد کردن، تجمّع اجسام پروتئینی توده‌ای منفرد را تشکیل داده که قابل تشخیص نمی‌باشد، امّا اسید فیتیک در داخل ساختمان پروتئینی به صورت دست نخورده باقی می‌ماند. به طور مشابه، کنجاله پس از استخراج با حلاّل و حلاّل زدایی دارای پروتئین‌های به هم پیوسته و ترکیب شده می‌باشد، در حالی‌که اسید فیتیک دست نخورده در آن باقی می‌ماند(۲۴).

جدول ۳- ترکیب شیمیایی کنجاله و ایزوله‌های پروتئینی رسوبی تهیّه شده از کنجاله‌ی صنعتی بهپاک

نوع نمونه	پروتئین (N × ٦/٢٥)(درصد)	گلوکزینولات (میلی‌گرم بر گرم ایزوله)	اسید فیتیک (درصد)
کنجاله‌ی صنعتی	۳۲/۱± ۰/۵۱[b]	۰/۸٤± ۰/۱۱[a]	۳/٦۸± ۰/۲[a]
ایزوله پروتئینی	۸۲/۲± ۱/۹[a]	۰/۱۸± ۰/۰۲[b]	۲/٦٦± ۰/۰۱[b]

نتایج عبارت است از: میانگین ۳ تکرار ± SD

۳-٤- خصوصیّات عملکردی ایزوله‌های پروتئینی رسوبی

نتایج خصوصیات عملکردی ایزوله‌های پروتئینی رسوبی تهیّه شده از کنجاله‌ی تجاری کانولا در جدول ۴ نشان داده شده است. مصرف‌کنندگان محصولات پروتئینی بیشتر از شاخص‌های پراکنش پروتئین[1] و حلاّلیت نیتروژن[2] به عنوان یک تست سریع برای سنجش کیفیّت خصوصیّات عملکردی پروتئین‌ها استفاده می‌نمایند، زیرا پروتئین‌های با حلاّلیّت کم دارای خصوصیّات عملکردی محدودی بوده و محدودیّت‌های زیادی برای استفاده از آنها در فرمولاسیون موادّ غذایی وجود دارد (۱). شاخص حلاّلیت نیتروژن ایزوله‌ی رسوبی مورد آزمایش پایین بود. احتمالاً به این دلیل که ایزوله‌ی رسوبی تقریباً در pH نزدیک به pH طبیعی مخلوط آبی نمونه‌ی مربوطه، تهیّه شده است. نتایج محقّقین دیگر نشان می‌دهد که شاخص حلاّلیت نیتروژن ایزوله‌های رسوبی تهیّه شده از کنجالهٔ دوفازی کلزا بسیار پایین می‌باشد (۲۸). جذب آب را باید مهمترین خصوصیت فیزیکی پروتئین‌ها دانست. جذب آب ساختمان فیزیکی، خصوصیّات فرآیندی و میزان فعّالیّت آبی مادّهٔ غذایی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. موضوع جذب آب پروتئین‌ها به دنبال خود مقوله‌ی حلاّلیّت را مطرح می‌سازد و جذب آب زیاد، لزوماً به معنای بهتر بودن آن نیست، زیرا جذب آب نامتناسب یک مادّه موجب بی‌آب شدن سایر اجزاء تشکیل دهنده‌ی سیستم می‌گردد (۱). میزان جذب آب کنجاله‌ی صنعتی کانولای مورد آزمایش معادل ۱۷۵/۵ درصد بود. نتایج این تحقیق مبنی بر بالا بودن جذب آب و مطلوب بودن خصوصیات آب پیوندی نمونه‌ی مورد مطالعه بود که با نتایج محققین دیگر هم خوانی دارد (۲). ساز و کار جذب روغن طبق نظریه‌ی کینسلا، عمدتاً ناشی از محبوس شدن فیزیکی روغن به وسیله‌ی جذب مویینه‌ای است (۱۵). جذب

[1]Protein Dispersibility Index (PDI)
[2]Nitrogen Solubility Index (NSI)

www.SID.ir

Archive of SID

روغن ایزوله‌ی پروتئینی رسوبی تهیّه شده از کنجاله‌ی صنعتی کانولا معادل ۲۰۰ درصد بود. مقایسه‌ی نتایج این تحقیق در مورد فعالیت امولسیون‌کنندگی با نتایج محقّقین دیگر نمی‌تواند، مفید واقع گردد؛ زیرا در تعیین آن شرایط استاندارد خاصی به کار نمی‌رود. در تحقیق دیگری که در آن از روشی مشابه این آزمایش برای تعیین جذب روغن استفاده شده بود، میزان جذب روغن کنجاله‌ی تجاری کانولا ۲۰۶/۱ درصد گزارش شده است (۲). پروتئین‌ها به دلیل داشتن گروه‌های آب‌دوست و آب‌گریز در مولکول خود طبیعتاً می‌توانند به عنوان یک عامل پیوند دهنده یا امولسیون کننده میان دو جزء غذایی که هر کدام دارای یکی از این دو ویژگی هستند، عمل نمایند (۱). میزان فعالیت امولسیون‌کنندگی کنجاله‌ی صنعتی کانولای مورد آزمایش معادل ۴۳/۸ درصد بود که به خوبی قابل مقایسه با کنجاله‌ی سویا به عنوان یک پروتئین مرجع می‌باشد. در مطالعات محقّقین دیگر فعّالیت امولسیون کنندگی معادل ۴۵/۴ درصد (۳) برای کنجاله‌ی تجاری کانولا گزارش شده است. نتایج تحقیقات نشان داده است که ایزوله‌های رسوبی دارای جذب آب بالا، فعّالیّت امولسیون‌کنندگی کمتری دارند. تشکیل امولسیون زمانی که پروتئین تمایل دارد تا از فضای بین سطحی به داخل فاز پراکنده جذب شود، بسیار مشکل است (۲ و ۳). ظرفیت کف‌زایی ایزوله‌ی پروتئینی رسوبی تهیه شده از کنجاله‌ی صنعتی کانولای مورد آزمایش معادل ۱۰۱ درصد بود. در تحقیقات دیگر ظرفیت کف‌زایی ایزوله‌های پروتئینی رسوبی تهیه شده از کنجاله‌ی تجاری کانولا ۹۸ درصد (۲) گزارش شده است. با توجه به میزان شاخص حلالیت نیتروژن، فعالیت امولسیون کنندگی و ظرفیت کف‌زایی بالا، می‌توان این ماده را به عنوان موادی با خصوصیات عملکردی مطلوب و قابل مقایسه با ایزوله‌های پروتئینی موجود در بازار و حتی برتر از آنها به حساب آورد.

جدول ٤- خصوصیّات عملکردی ایزوله‌های پروتئینی رسوبی تهیه شده از کنجاله‌ی صنعتی کانولا

	شاخص حلالیت نیتروژن (درصد)	جذب آب (درصد)	جذب روغن (درصد)	فعالیت امولسیون کنندگی (درصد)	ظرفیت کف‌زایی (درصد)
ایزوله‌ی پروتئینی رسوبی					
کنجاله‌ی صنعتی	۳/۱۲± ۰/۱۸	۱۷۵/۵± ۳/٦	۲۰۰± ٥	٤۳/۸± ۱/۹	۱۰۱± ٤

نتایج عبارت است از: میانگین ۳ تکرار ± SD.

٤- نتیجه‌گیری کلی

با توجه به اینکه آگاهی عمومی در مورد مزایای تغذیه با محصولات بر پایه‌ی پروتئین گیاهی نظیر محصولات کم‌کالری و حاوی الیاف زیاد و همچنین اجتناب از چربی‌های حیوانی، روندی فزاینده دارد، محققین در این تحقیق به منظور معرفی کنجاله ایزوله پروتئینی بر آمدند. در پایان می‌توان این پژوهش را از دو دیدگاه مورد ارزیابی قرار داد. ابتدا بررسی کنجاله کانولای صنعتی ۳ شرکت سویابین، یگانه‌خزر و بهپاک صورت گرفت و نتایج نشان داد که کنجاله‌ی صنعتی تولیدی در شرکت بهپاک به علت استفاده از سیستم حلال‌زدایی فلش در خط تولید خود، کنجاله مرغوبتری داشت. در قسمت دوم به بررسی خصوصیات عملکردی ایزوله پروتئینی تولیدی از کنجاله‌های صنعتی بهپاک پرداخته شد و با توجه به تحققیات صورت گرفته می‌توان آن را به عنوان موادی با خصوصیات عملکردی مطلوب و قابل مقایسه با ایزوله‌های

www.SID.ir

Archive of SID

پروتئینی موجود در بازار و حتی برتر از آنها به حساب آورد.

۵- منابع

۱-فاطمی، ح. ۱۳۸٤. شیمی مواد غذایی، چاپ سوّم، تهران، انتشار پریور.

۲- قدس‌ولی، ع.، حداد خداپرست، م. ح. و وثوقی، م. ۱۳۸٦ .ارزیابی خصوصیات عملکردی کنجاله‌های هگزانی و دو فازی سه رقم کانولا. *مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی*.(۱٤)۲، ص ۵۲-٦۲.

۳- قدس‌ولی، ع.، محمدزاده، ج. و دیوسدی، ل.ل. ۱۳۸۷. ارزیابی خصوصیات عملکردی ایزوله‌های پروتئینی کانولا و تولید اجزای غذایی عملگر از کنجاله صنایع روغن‌کشی. سومین کنگره ملی بازیافت و استفاده از منابع آلی تجدید شونده در کشاورزی، ۲٦-۲٤ اردیبهشت ۱۳۸۷، اصفهان، ایران.

٤- قدس‌ولی، ع. ۱۳۸۹. طرح تکوین دانش فنی تولید ایزوله‌های پروتئینی کانولا به روش فراغشایی. تهران: دفتر طرح‌های نوین وزارت صنعت، معدن و تجارت

۵- مالک، ف. ۱۳۷۹. *چربی‌ها و روغن‌های نباتی خوراکی*. انتشارات فرهنگ و قلم. صفحات ۳۵-۲۲.

6- AACC. 2005. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. American Association of Cereal Chemists, Inc., St. Paul, MN.

7- ADM. 2010. Gras Notification for Cruciferin- Rich and Napin- Rich Protein Isolates Derived from Canola/ Rapeseed (Puratein and Supertein). Archer Daniels Midland Co. Illinois, USA.

8- AOCS. 1993. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society, 5th edn, Ba 6-84, Ba 4e-93, Bc 2-49, Ba 5a-49, Bc 3-49. The American Oil Chemists' Society, Champaign.

9- Boye, J. I., Aksay, S., Roufik, S., Ribéreau, S., Mondor, M., Farnworth, E. and Rajamohamed, S. H. 2010. Comparison of the functional properties of pea, chickpea and lentil protein concentrates processed using ultrafiltration and isoelectric precipitation techniques. Food Research International. 43:537–546

10- Chakraborty, P. 1985. Functional properties of coconut protein isolate obtained by ultrafiltration. Journal of Food Science Technology. 22, 248–254.

11- Dev, D. K. and Mukherjee, K. D. 1986. Functional properties of rapeseed protein products with varying phytic acid contents. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 34, 775-780.

12- FAO/ WHO/ UNU. 1985. Energy and protein requirements. Report of a joint FAO/ WHO/ UNU meeting. WHO, Geneva, Technical report series NO. 724.

13- Febles, C. I., Arias, A., Hardisson, C., Rodriguez, A. and Sierra, A. 2001. Phytic acid level in infant flour. Food chemistry. 74, 437-441.

14- Ghodsvali, A., Haddad Khodaparast, M. H., Vosoughi, M. and Diosady, L. L. 2005. Preparation of canola protein materials using membrane technology and evaluation of meals functional properties. Food Research International. 38, 223-231.

15- Kinsella, J. K. 1979. Functional properties of soy proteins. Journal of the American Oil Chemists' Society. 56, 242-257.

16- Kaur, M., and Singh, N. 2007. Characterization of protein isolates from different Indian chickpea (Cicer arietinum L.) cultivars. Food Chemistry.102: 366–370.

17- Lawhon, J. T., Rhee, K. C. and Lusas, E. W. 1981. Soy protein ingredients prepared by new processes-Aqueous processing and industrial membrane isolation. Journal of the American Oil Chemists' Society. 58, 377–384.

18- Ma, C-Y. 1988. Update of vegetable protein production and utilization. Canadian Institute of Food Science and Technology Journal. 21 (5): 461-463.

19- Moure, A., Sineiro, G. and DomInguez, H. 2001. Extraction and functionality of membrane-concentrated protein from defatted Rosa rubiginosa seeds. Food Chemistry. 74: 327–339

20- Papalamprou, E. M., Doxastakis, G. I., Biliaderis, C. G. and Kiosseoglou, V. 2009. Influence of preparation methods on physiochemical and gelation properties of chickpea protein isolates. Food hydrocolloid. 23: 337-43.

21- Rostami, M., Farzaneh, V., Boujmehrani, A., Mohammadi, M. and Bakhshabadi, H.

www.SID.ir

Archive of SID

2014. Optimizing the extraction process of sesame seed's oil using response surface method on the industrial scale. Industrial Crops and Products. 58: 160–165.

22- Shahidi, F. and Naczk, M. 1990 . Removal of glucosinolates and other Antinutrients from canola and Rapeseed by methanol/ Ammonia Processing. In Shahidi, F. (ed) canola and Rapeseed: Production, Chemistry, Nutrition and Processing Technology, AVI, New York.

23- Thobani, M. and Diosady, L.L. 1997. Two-phase solvent extraction of canola. Journal American Oil Chemist's Society. 70: 207–214.

24- Thompson, L.U. 1990. Phytates in Canola/ Rapeseed. In Shahidi, F. (ed) Canola and Repeseed:Production, Chemistry.Nutrition and Processing Technology, AVI New York, pp. 173-192.

25- Tomoskozi, S., Lasztity, R., Haraszi, R. and Baticz, O. 2001. Isolation and study of the functional properties of pea protien. Nahrung/Food 45.6:399-401.

26- USDA. 2014. Official Statistics. Foreign Agricultural Service, Cotton, Oilseeds, Tobacco, and Seeds Division.

27- Wetter, C. R. and Youngs, C. G. 1976. A thiourea U.V assay for total glucosinolate content in rapeseed meals. Journal of the American Oil Chemists' Society. 53: 162-165.

28- XU , L. and Diosady , L. L. 1997. Rapid method for total Phenolic acid determination in rapeseed/canola meals. Food Research International. 30(8): 571-574.

29- Zhou, B., He, Z. Q., Yu, H. M. and Mukherjee, K. D. 1990. Proteins from Double-Zero Rapeseed. The Journal of Agricultural and Food Chemistry. 38: 690- 694.

www.SID.ir