Archive of SID

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 7, No. 2, 2011, p. 108-114

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۷، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۰، ص. ۱۱۴-۱۰۸

بررسی امکان تولید کنسانتره پروتئینی از ضایعات خط تولید رب گوجه‌فرنگی و تعیین برخی خواص عملکردی آن

محمد حسین حداد خداپرست[۱*]- وجیهه نیک‌زاده[۲]- بهروز پیرایش‌فر[۳]

تاریخ دریافت: ۸۸/۳/۲۰
تاریخ پذیرش: ۹۰/۱/۳۱

چکیده

در این پژوهش به بررسی امکان تولید کنسانتره پروتئینی از ضایعات گوجه‌فرنگی، پرداخته شده است. بدین منظور پس از شناسایی ترکیب شیمیایی بخشهای مختلف ضایعات فرآوری گوجه‌فرنگی، شامل ضایعات کامل (حاوی پوست، بذر و موسیلاژ)، بذر و بذر روغن‌کشی شده، کنسانتره‌های پروتئینی به روش انحلال قلیایی و ترسیب اسیدی تهیه گردید. برای انتخاب مناسبترین شرایط استحصال و دستیابی به حداکثر راندمان، در مرحله قلیایی pHهای ۸، ۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۲ و دماهای ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۶۰ و ۷۰ درجه سانتی‌گراد، و در مرحله ترسیب اسیدی pHهای ۳/۳، ۳/۵، ۳/۷، ۳/۹، ۴/۱، ۴/۳، ۴/۵، ۴/۷، ۴/۹، ۵/۱، ۵/۳ و ۵/۵ استفاده شد. پس از تعیین غلظت پروتئین و حجم مایع رویی در مرحله انحلال قلیایی، بهترین شرایط pH=۱۲ و دمای محیط (۲۷-۲۵ درجه سانتی‌گراد) برآورد شده و حداکثر راندمان در مرحله ترسیب اسیدی، به ترتیب برای کنسانتره پروتئینی تفاله کامل در pH=۳/۹ و برای کنسانتره پروتئینی بذر و بذر روغن کشی شده در pH=۴/۱ حاصل شد. به منظور بررسی تأثیر فرآیند حرارتی در مرحله ترسیب ایزوالکتریک بر راندمان استحصال و خواص عملکردی آن شامل ظرفیت جذب آب و ظرفیت جذب روغن، از دماهای ۱۰۰-۲۵ درجه سانتی‌گراد، استفاده گردید. بر اساس نتایج، بیشترین مقدار رسوب در درجات حرارتی بالا حاصل شده و بیشترین درصد پروتئین رسوب برای کنسانتره پروتئینی تفاله کامل و کنسانتره پروتئینی بذر، در دمای محیط و برای کنسانتره پروتئینی بذر روغن کشی شده در دمای ۸۵-۷۰ درجه سانتی‌گراد، بدست می‌آید. همچنین ظرفیت جذب آب کنسانتره‌های پروتئینی در دماهای بیشتر، افزایش می‌یابد. از طرفی با افزایش درجه حرارت استحصال، میانگین ظرفیت جذب روغن نمونه‌ها به طور محسوسی افزایش می‌یابد.

واژه های کلیدی: ضایعات گوجه‌فرنگی، استحصال قلیایی، ترسیب اسیدی، حداکثر راندمان پروتئین، خواص عملکردی

مقدمه

امروزه به دلیل اهمیت یافتن کاهش ضایعات کشاورزی و همچنین تولید محصولات بازیافت شده ارزان قیمت، بحث استفاده مجدد ضایعات حاصل از فرآوری محصولات کشاورزی با حداکثر راندمان، از ارزش ویژه‌ای برخوردار است. عموما مقدار قابل توجهی از محصول گوجه‌فرنگی در طی برداشت، حمل و نقل و نگهداری، ضایع و غیرقابل مصرف می‌گردد (Brodowski & Geisman, 1980). همچنین درکارخانه، طی مراحل سورتینگ، گوجه‌فرنگی‌های نامرغوب به عنوان ضایعات جدا می‌شوند. علاوه بر این در نتیجه فرآوری گوجه‌فرنگی، تفاله حاصل می‌گردد که میزان آن تقریبا برابر با ۳ درصد وزنی تفاله خشک، در ازای وزن گوجه‌فرنگی اولیه است. نزدیک به ۵۰ درصد از وزن خشک این ضایعات را بذر گوجه‌فرنگی تشکیل می‌دهد که بطور متوسط حاوی ۲۹٪ پروتئین و ۲۲٪ چربی است و این خصوصیات آن را از سایر ضایعات مشابه متمایز می‌کند (Eggers, 1975). ضایعات گوجه‌فرنگی ممکن است در تغذیه دام و یا جهت تهیه کودهای گیاهی به مصرف برسند (Al-Betawi, 2005، Edwards *et al*., 1952، Esselen & Fellers, 1939، King & Zeidler, 2004 و Tomhave, 1931). بذر خشک گوجه‌فرنگی را می‌توان بصورت مستقیم، در تهیه نان و سایر فرآورده‌های مشابه

۱ - استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد.
(*- نویسنده مسئول: Email: Khodaparast@um.ac.ir)
۲- دانشجوی دکتری گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد.
۳- کارشناس ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد.

www.SID.ir

Archive of SID

غـلات بکـار بـرد (Ekthamasut, 2006، Sogi *et al.*, 2002 و Yaseen *et al*., 1991). همچنین از بذر خشک گوجه‌فرنگی و یا کل ضایعات آن می‌توان در تهیه کنسانتره‌هـای پروتئینـی اسـتفاده کـرد. Geisman (۱۹۸۱)، استحصال پروتئین از بذر گوجه‌فرنگی با اسـتفاده از سه نوع منعقد کننده اسیدی را برای استفاده از ایـن نـوع ضـایعات، یادآوری نمود. Kramer و Kwee (۱۹۷۷)، روش ساده‌ای را مبنی بـر استحصـال قلیـایی–اسـیدی پـروتئین از ضـایعات پیشـنهاد کردنـد (Kramer & Kwee, 1977a). استحصـال پـروتئین از بخـش‌هـای مختلف ضایعات گوجه‌فرنگی عموما بر اساس روش انحلال قلیـایی و ترسیب اسیدی انجام می‌پذیرد. تمامی پروتئین‌ها در محـدوده قلیـایی pH بصورت محلول در آمده و به این ترتیب از ترکیبـات نـامحلول در این شرایط، جدا می‌شوند و بـه دنبـال آن بـا کـاهش pH محـیط، در ناحیه ایزوالکتریک (نقطه ایزوالکتریک پروتئین مربوطـه)، از حلالیـت آنها کاسته و به شکل ذرات مجتمع و منعقد شده، از ترکیبات محلـول در شرایط اسیدی تفکیک می‌گردند (Kramer & Kwee, 1977b).

مناسـب بـودن کنسـانتره‌هـای پروتئینـی جهـت اسـتفاده در فرمولاسیون محصولات غذایی، علاوه بر ارزش تغذیه‌ای بـه خـواص عملکردی آنها نیـز بسـتگی دارد (Lopez de Ogara et al., 1992). از آنجایی که از کنسانتره‌های پروتئینی عمدتا در ترکیب محصـولاتی استفاده می‌شود که پیش از مصرف تحت فرآیند پخت قرار می‌گیرنـد، لذا از میان خواص عملکردی، خصوصیات ظرفیت جذب آب و ظرفیت جذب روغن این مواد از اهمیت بیشتری برخوردار است. ایـن خـواص عموما تحت‌تأثیر فاکتورهای داخلی (نظیر ترکیب شیمیایی و ساختمان پروتئین)، فاکتورهای خارجی (مانند ترکیب ماده‌غذایی فرموله شـده و یا سیستم مدل) و روش‌ها و شرایط استحصال پروتئین واقع می‌شـوند (Lopez de Ogara et al., 1992).

هدف از این تحقیق، تلاش در جهت دستیابی به بهتـرین شـرایط استحصال پروتئین از ضایعات گوجه‌فرنگی و قابـل مصـرف نمـودن و بازیافت آن، با برخورداری از حـداقل تجهیـزات، امکانـات وهزینـه‌هـا مـی‌باشـد و از آنجـایی کـه شـرایط حرارتـی ترسـیب، روی خـواص عملکردی و احتمالا رانـدمان استحصـال پـروتئین تـأثیر مـی‌گـذارد، چگونگی ارتباط آن با این خـواص و رانـدمان استحصـال نیـز تعیـین خواهد شد.

مواد و روش‌ها

آماده‌سازی مواد اولیه: ضایعات ناشی از فرآوری گوجـه‌فرنگـی در سیستم عصاره‌گیری سرد متشکل از بخش‌های پوست، بذر و موسیلاژ از شرکت کشت و صنعت چین‌چین خراسان تهیه شـد. ایـن مـواد، در دمای ۵۵–۵۰ درجه سانتی‌گراد در آون دارای سیستم تهویـه، خشـک گردیده و بعد از آن، بخش‌های پوست و بذر بصورت دستی از یکدیگر جدا شدند. برای بدست آوردن نمونه‌هـای یکنواخـت، هـر یـک از دو نمونه بذر و ضایعات کامل گوجه‌فرنگی آسیاب و از الک با مـش یـک میلی‌متر عبور داده شد. همچنین استخراج روغن موجود در بـذر خـرد شـده بـه کمـک اتـر نفـت و بـه روش سوکسـله انجـام شـد (Kramer & Kwee, 1977).

شناسـایی ترکیـب شـیمیایی: میـزان چربـی بـه روش سوکسـله، پـروتئین بـه روش میکروکلـدال (پروانـه، ۱۳۷۱) بـا فـاکتور ۶/۲۵ (Kramer & Kwee, 1977b)، خاکستر بـه روش AOAC.930.22 (AOAC, 1990) و فیبر خـام بـه روش هضـم اسـید–قلیـا (پروانـه، ۱۳۷۱) در سه نمونه تفاله کامل خرد شده (TPWM[1])، بذر خرد شـده (TSM[2]) و بـذر روغـن‌کشـی شـده گوجـه‌فرنگـی (TOESM[3])، اندازه‌گیری گردید.

تعیین مناسبترین شرایط در محـیط قلیـایی: در ایـن مرحلـه، ۰/۲ گرم از هر یک از نمونه‌های مزبور بـا ۱۵ میلـی‌لیتـر محلـول سـود ۱ نرمال مخلوط شده و pH محلـول‌هـا در درجـات ۸، ۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۲ تنظیم گردید. نمونه‌ها در هر یک از درجات pH، در درجه حرارت‌های ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۶۰ و ۷۰ درجه سانتی‌گـراد بـه مـدت ۳۰ دقیقـه در ۲۵۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند. سپس آنها را در شـتاب g×۶۰۴۸ به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ کرده و مایع رویـی جـدا گردیـد. حجـم مایع جدا شده تعیین گردیده و غلظت پروتئین موجود در آن بـه روش میکروکلدال اندازه‌گیری شد (Kramer & Kwee, 1977b).

دستیابی به حداکثر راندمان ترسیب پـروتئین‌هـا در محـدوده pH اسیدی: ۳ گرم از هر یک از نمونه‌های TSM، TOESM و TPWM با ۱۵ میلی‌لیتر محلول سود درpH و درجه حرارت مطلوب تعیین شده در مرحله قبل، فرآیند استحصال قلیایی را طی نمـوده و سـپس مـایع رویی سـانتریفیوژ، در pHهـای ۳/۳، ۳/۵، ۳/۷، ۳/۹، ۴/۱، ۴/۳، ۴/۵، ۴/۷، ۴/۹، ۵/۱، ۵/۳ و ۵/۵ به کمک اسید کلریدریک ۱ و ۰/۱ نرمال، منعقد شد. سپس هر یک از نمونه‌ها در شتاب g×۶۰۸۴ بـه مـدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شده و رسوب حاصله جدا گردیـد. رسـوب حاصـل از هر نمونه به مدت ۲۴ ساعت در ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد خشک شـده و پس از توزین، میزان پروتئین آن را به روش میکروکلدال تعیـین شـد (Kramer & Kwee, 1977b).

تعیین مناسب‌ترین شتاب سانتریفیوژ: تعیین حـداقل شـتاب مـؤثر سانتریفیوژ، جهـت جداسـازی لختـه، بـرای انتخـاب سـانتریفیوژهای صنعتی، حائز اهمیت است. بدین منظور بر اسـاس آزمـون‌هـای قبـل، استحصال پروتئین، در شـرایط مطلـوب صـورت گرفتـه و ترسـیب در شـتابg × ۱۰۸۴، ۲۰۸۴، ۳۰۸۴، ۴۰۸۴، ۵۰۸۴، ۶۰۸۴ و ۷۰۸۴ بـه مدت ۱۵ دقیقه انجام پذیرفت و سـپس وزن رسـوب بدسـت آمـده در

1- Tomato Processing Waste Meal (TPWM)
2- Tomato Seed Meal (TSM)
3- Tomato Oil Extracted Seed Meal (TOESM)

www.SID.ir

Archive of SID

شتاب‌های مختلف، مورد بررسی قرار گرفت (Latlief & Knorr, 1983).

بررسی اثر درجه حرارت بر راندمان استحصال و خواص عملکردی کنسانتره پروتئینی در طی ترسیب ایزوالکتریک: در این مرحله pH مایع رویی سانتیفیوژ شده حاصل از مرحله انحلال قلیایی در نقطه ایزوالکتریک آنها (با توجه به نتایج حاصل از مرحله بهینه‌یابی ترسیب پروتئین‌ها در محدوده pH اسیدی) تنظیم گردید. پس از تنظیم pH نمونه‌ها در نقطه ایزوالکتریک مناسب، آنها را در حمام آب گرم با دمای ۲۵، ۴۰، ۵۵، ۷۰، ۸۵ و ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده و بعد از رسیدن دمای محتویات ظروف به حد مطلوب، حرارت دهی برای مدت ۳۰ دقیقه ادامه یافت. سپس نمونه‌ها در شتاب مطلوب (۴۰۸۴×g)، در دمای محیط (۲۷-۲۵ درجه سانتی‌گراد) و به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شدند. رسوب حاصله در آون خلأ با دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد، برای ۲۴ ساعت، خشک شده و متعاقبا توزین گردید. کنسانتره پروتئینی خشک پس از آسیاب شدن، از الک با روزنه‌های ۰/۱ میلی‌متر عبور داده شده و درصد پروتئین آن به روش میکروکلدال تعیین گردید (Kramer & Kwee, 1977b).

تعیین ظرفیت جذب آب کنسانتره پروتئینی حاصل، بر اساس روش پیشنهاد شده توسط Pollonio و Antunes (۱۹۹۰)، انجام گرفت. همچنین تعیین ظرفیت جذب روغن بوسیله ابزار پیشنهاد شده توسط Kanterewicz و همکاران (۱۹۸۹) تعیین گردید.

طرح آماری: نتایج بدست آمده درقالب فاکتوریل با طرح پایه کاملا تصادفی در سه تکرار انجام گرفت. جهت مقایسه میانگین‌ها و بررسی اثرات تیمارها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵استفاده شد. به منظور انجام تجزیه و تحلیل داده ها از نرم افزار Mstatc استفاده گردید. همچنین برای رسم کلیه نمودارها نرم‌افزار Excel به کار گرفته شد.

نتایج و بحث

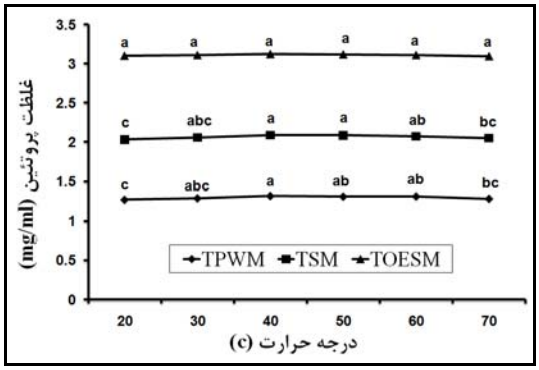
شناسایی ترکیبات شیمیایی: بررسی نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی (جدول۱) نشان می‌دهد که سهم عمده پروتئین موجود در ضایعات گوجه‌فرنگی مربوط به بذر آن است. چنانچه روغن موجود در بذر استخراج شود، میزان پروتئین آن ۳۸/۶۲ درصد افزایش می‌یابد (بر اساس وزن خشک).

جدول۱- درصد ترکیبات شیمیایی نمونه های مختلف ضایعات گوجه‌فرنگی در ماده خشک (بدون مقایسه میانگین‌ها)

درصد ترکیبات	TPWM	TSM	TOESM
پروتئین	۱۹/۴۸±۰/۱۸	۳۲/۷۰±۰/۴۲	۴۵/۳۳±۱/۰۲
چربی	۸/۱۶±۰/۸۵	۲۹/۳۳±۱/۰۵	-
خاکستر	۳/۹۴±۰/۰۸	۴/۱۱±۰/۱۱	۵/۳۷±۱/۱۳
کربوهیدرات	۴۰/۲۶±۱/۷۱	۸/۱۴±۰/۰۹	۱۲/۶۸±۰/۱۵
فیبر خام	۲۸/۱۶±۰/۸۱	۲۵/۷۲±۰/۴۵	۳۶/۶۲±۰/۸۶

تعیین مناسبترین شرایط در محیط قلیایی: بررسی نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که بیشترین غلظت پروتئین در مایع رویی در مورد هر سه نمونه، در pH=۱۲ اتفاق می‌افتد و در این درجه pH، غلظت پروتئین تحت تأثیر درجه حرارت استحصال واقع نمی‌شود. بدون در نظر گرفتن اثر عامل pH، تأثیر درجه حرارت بر غلظت پروتئین معنی‌دار نبوده و در مورد نمونه بذر روغن‌کشی شده کمتر از دو نمونه دیگر است (شکل ۱).

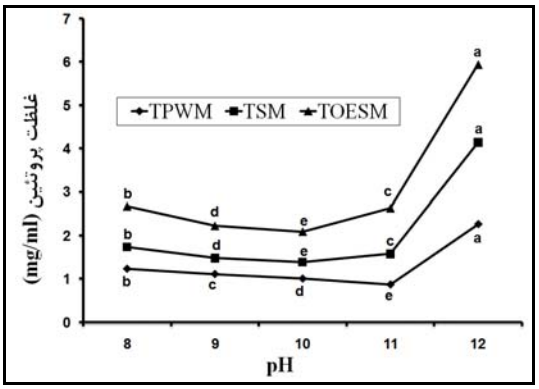
میانگین غلظت پروتئین در درجات مختلف pH، به تدریج با افزایش pH از ۸ به ۱۲، ابتدا روند نزولی و سپس صعودی را نشان می‌دهد، بطوری که کمترین غلظت پروتئین در pH=۱۱ برای نمونه ضایعات کامل و در pH=۱۰ برای نمونه بذر و بذر روغن‌کشی شده ملاحظه می‌شود. این پدیده فرض احتمال وجود یک نقطه شبه ایزوالکتریک در محدوده قلیایی pH را مطرح می سازد (شکل ۲) (Eggers, 1975).



شکل۱- اثر درجه حرارت بر غلظت پروتئین در استحصال قلیایی.

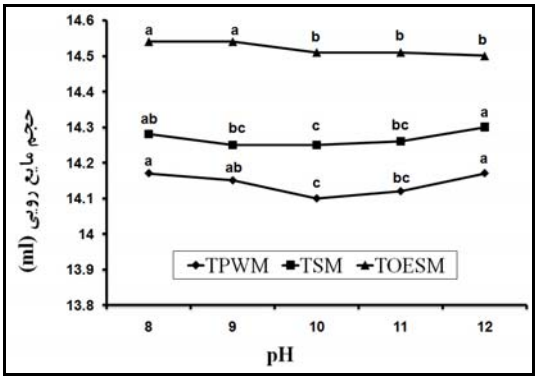
www.SID.ir

Archive of SID



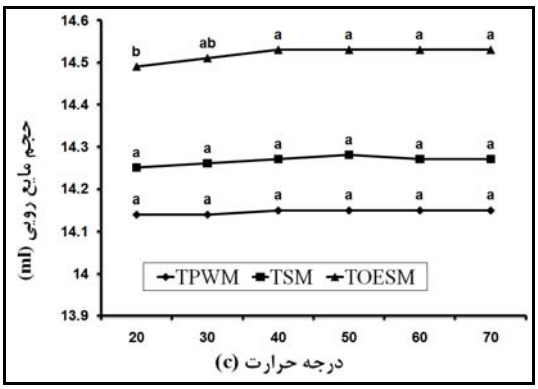
شکل۲- اثر pH بر غلظت پروتئین در استحصال قلیایی.

در نمونه‌های مورد بررسی تغییرات میانگین حجم مایع رویی، در درجات مختلف pH، از روند مشابهی برخوردار نیست. بجز نمونه TOESM، حجم مایع رویی در pH=۱۲، تغییرات معنی‌داری را در درجه حرارت‌های مختلف نشان نمی‌دهد و علاوه بر این، اختلاف آن با مقدار حداکثر میانگین حجم، در سطح احتمال ۰/۰۵ معنی‌دار نیست (شکل ۳و۴). از آنجایی که حداکثر میانگین وزن پروتئین استحصال شده در کلیه نمونه‌ها در pH=۱۲ ملاحظه می‌شود و همچنین در صنعت، استفاده از درجه حرارت‌های کمتر، با صرف هزینه‌های کمتری همراه است، استحصال قلیایی در دمای محیط (۲۷-۲۵ درجه سانتی‌گراد) و pH=۱۲ برای دستیابی به حداکثر حجم مایع رویی، مطلوب به نظر می‌رسد.



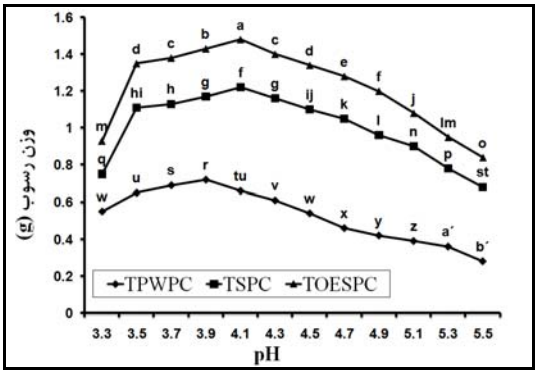
شکل۳- اثر pH بر حجم مایع رویی در استحصال قلیایی.

دستیابی به حداکثر راندمان ترسیب پروتئین‌ها در محدوده pH اسیدی: بررسی نتایج حاصل از تجزیه واریانس اثر عامل pH و نوع ماده اولیه بر وزن و درصد پروتئین رسوب، نشان می‌دهد که تأثیر هر دوی این عوامل، بر میزان فاکتورهای مذکور در سطح احتمال ۰/۰۵ ($P<0/05$) معنی‌دار بوده است. شکل ۵ و ۶ میانگین وزن رسوب و درصد پروتئین موجود در رسوب بدست آمده در درجات مختلف pH را به ازای مصرف۳g از هر یک از نمونه‌های مورد بررسی نشان می‌دهد.



شکل٤- اثر درجه حرارت بر حجم مایع رویی در استحصال قلیایی.

همانگونه که ملاحظه می‌شود، بیشترین وزن و درصد پروتئین، برای نمونه کنسانتره پروتئینی تفاله کامل گوجه‌فرنگی (TPWPC[1]) در pH=۳/۹ و برای نمونه‌های کنسانتره پروتئینی بذر گوجه‌فرنگی(TSPC[2]) و کنسانتره پروتئینی بذر روغن‌کشی شده گوجه‌فرنگی (TOESPC[3]) در pH =۴/۱ به دست می‌آید. تفاوت وزن و درصد پروتئین حاصله نه تنها در نمونه‌های مختلف، بلکه برای هر نمونه در شرایط مختلف ترسیب، معنی‌دار به نظر می‌رسد و علت این تفاوت‌ها به اختلاف میزان پروتئین مواد اولیه با یکدیگر و نیز به خصوصیات ترکیبات پروتئینی آنها از لحاظ میزان اسیدهای آمینه باز می‌گردد (Brodowski & Geisman, 1980).



شکل۵- وزن رسوب بدست آمده طی ترسیب اسیدی در درجات مختلف pH.

همچنین افزایش وزن رسوب، تا رسیدن pH به نقطه ایزوالکتریک در واقع در اثر ترسیب پروتئین بیشتر، در این نقطه، اتفاق افتاده است. چنانچه تفاوت اصلی نمونه‌های اولیه را در میزان پروتئین آنها فرض نماییم، بین میزان پروتئین نمونه‌های اولیه و وزن و درصد پروتئین

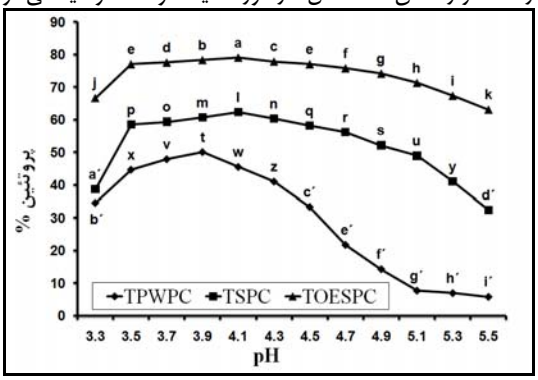
1- Tomato Processing Waste Protein Concentrate (TPWPC)
2- Tomato Seed Protein Concentrate (TSPC)
3- Tomato Oil Extracted Seed Protein Concentrate (TOESPC)

www.SID.ir

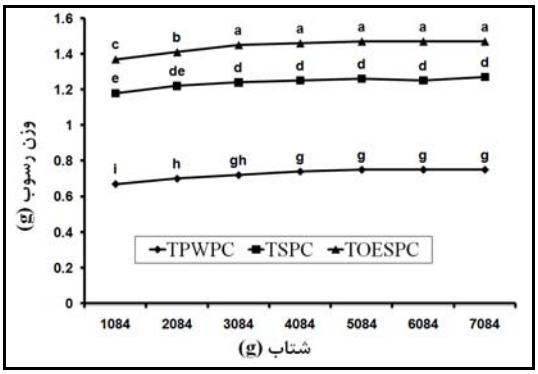
Archive of SID

رسوب نیز همبستگی مثبت و قابل توجهی ملاحظه می‌شود. با توجه به وزن نمونه اولیه، راندمان استحصال کنسانتره پروتئینی، در شرایط بهینه ترسیب، برای نمونه ضایعات کامل، ۲۴درصد، برای نمونه بذر، ۴۰/۶۷ درصد و برای بذر روغن‌کشی شده ۴۹/۳۳ درصد برآورد می‌شود.

تعیین مناسب‌ترین شتاب سانتریفیوژ: بررسی نتایج حاصل از تجزیه واریانس اثر عامل شتاب سانتریفیوژ بر وزن رسوب بدست آمده، نشان می‌دهد که تأثیر این عامل، در سطح احتمال ۰/۰۱، معنی‌دار بوده است. چنانچه در شکل ۷ مشاهده می‌شود، افزایش شتاب از ۴۰۸۴×g تا ۷۰۸۴×g ، اثر قابل ملاحظه‌ای بر مقدار وزن رسوب پروتئینی ندارد. بنابراین شتاب ۳۰۸۴×g تا ۴۰۸۴×g برای برخورداری از حداکثر راندمان استحصال، در مورد کلیه نمونه‌ها، توصیه می‌شود.



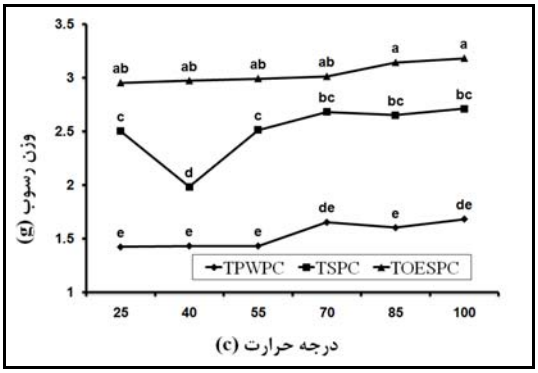
شکل٦- درصد پروتئین موجود در رسوب بدست آمده در درجات مختلف pH.



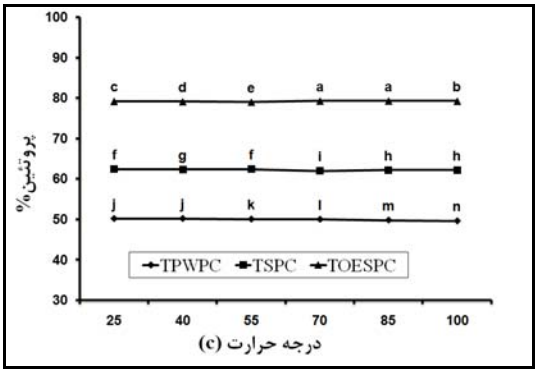
شکل۷- اثر شتاب سانتریفوژ بر وزن رسوب پروتئینی.

بررسی اثر درجه حرارت بر راندمان استحصال و خواص عملکردی کنسانتره پروتئینی در طی ترسیب ایزوالکتریک: مقایسه میانگین‌های وزن رسوب به دست آمده در شرایط مختلف حرارتی (شکل ۸)، نشان می‌دهد که بیشترین مقدار رسوب در درجه حرارت‌های بالا حاصل می‌شود که علت این پدیده، تغییر ماهیت پروتئین‌های محلول و جدا شدن آنها در طی عمل سانتریفیوژ می‌باشد (Eggers, 1975). ولیکن اختلاف بین میانگین‌ها در سطح احتمال ۰/۰۵ (P<۰/۰۵) عموما معنی‌دار نیست. بیشترین درصد پروتئین موجود در رسوب به دست آمده برای نمونه‌های TPWPC و TSPC در دمای محیط و برای نمونه TOESPC در دمای ۸۵-۷۰ درجه سانتی‌گراد ملاحظه می‌شود (شکل ۹).

احتمالا علت اساسی کاهش درصد پروتئین، در نمونه‌های منعقد شده در دمای زیاد، افزایش میزان چربی خام در آنها است و به جهت آن که نمونه TOESM فاقد چربی خام قابل ملاحظه است، این پدیده در مورد TOESPC مشاهده نمی‌گردد. نتایج این آزمایش، گزارش‌های Latlief و Knorr (۱۹۸۳) را در مورد اثر درجه حرارت بر راندمان استحصال تأیید می‌کند.



شکل۸- میانگین وزن رسوب بدست آمده در شرایط مختلف حرارتی ترسیب اسیدی.



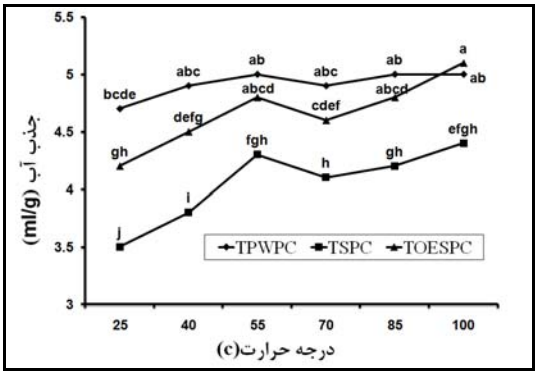
شکل۹- میانگین درصد پروتئین موجود در رسوب بدست آمده در شرایط مختلف حرارتی ترسیب اسیدی.

ظرفیت جذب آب و جذب روغن کنسانتره‌های پروتئینی نیز تحت‌تأثیر درجه حرارت استحصال واقع می‌شود. با افزایش میزان پروتئین موجود در نمونه‌ها، تأثیر درجه حرارت بر ظرفیت جذب آب آنها افزایش می‌یابد و همچنین ظرفیت جذب آب نمونه استحصال شده در شرایط ۸۵ و ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد بطور محسوسی بیش از

www.SID.ir

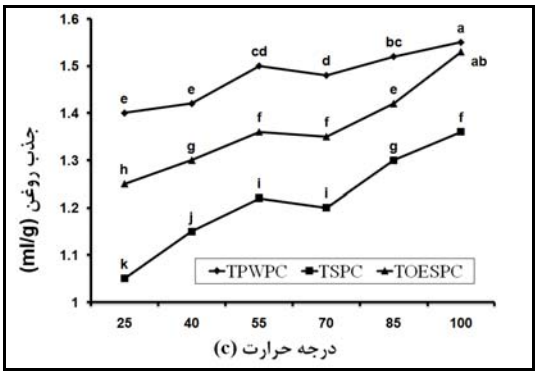
Archive of SID

ظرفیت جذب آب آن در شرایط حرارتی کمتر است. علت افزایش ظرفیت جذب آب کنسانتره‌های پروتئینی در درجه حرارت‌های بیشتر، به تغییر ماهیت دادن پروتئین‌ها در دمای زیاد و افزایش ظرفیت جذب آب آنها، باز می‌گردد (Kramer & Kwee, 1977a) و از آنجایی‌که میزان پروتئین در نمونه TOESM بیش از میزان آن در دو نمونه دیگر (TPWM و TSM) است، تأثیر درجه حرارت بر ظرفیت جذب آب TOESPC نیز نسبت به تأثیر آن بر ظرفیت جذب آب دو نمونه دیگر، بیشتر است (شکل ۱۰). همچنین به همین دلیل، در مورد نمونه TPWPC تأثیر افزایش درجه حرارت بر ظرفیت جذب آب، در سطح احتمال ۰/۰۵ ($P<0/05$) معنی‌دار نیست (به علت پروتئین کمتر) و در مورد نمونه TSPC بین میانگین ظرفیت جذب آب نمونه استحصال شده در درجه حرارت‌های ۵۵ و ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد، تفاوت معنی‌داری ملاحظه نمی‌شود.



شکل۱۰- میانگین ظرفیت جذب آب کنسانتره های پروتئینی بدست آمده در شرایط مختلف حرارتی ترسیب اسیدی.

با افزایش درجه حرارت استحصال، میانگین ظرفیت جذب روغن نمونه‌ها بطور محسوسی افزایش می‌یابد (شکل ۱۱). اگرچه افزایش میزان پروتئین موجود در نمونه، ظرفیت جذب روغن آن را افزایش می‌دهد (Kramer & Kwee, 1977a)، اما این پدیده در مورد TPWPC مشاهده نمی‌شود، بطوریکه ظرفیت جذب روغن این نمونه، تقریبا در کلیه شرایط حرارتی استحصال (بجز در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد) بیش از ظرفیت جذب روغن دو نمونه دیگر است. علت این پدیده احتمالا به میزان کربوهیدرات بیشتر این نمونه مربوط می‌شود (جدول ۱).



شکل۱۱- میانگین ظرفیت جذب روغن کنسانتره های پروتئینی بدست آمده در شرایط مختلف حرارتی ترسیب اسیدی.

نتیجه گیری

بر اساس نتایج به دست آمده، بیشترین میزان پروتئین ضایعات گوجه‌فرنگی مربوط به بذر آن می‌باشد. بنابراین در طی استحصال قلیایی، متعاقبا بیشترین غلظت پروتئین و حجم مایع رویی و همچنین در مرحله ترسیب اسیدی، بیشترین وزن رسوب و درصد پروتئین موجود در آن، مربوط به نمونه بذر روغن‌کشی شده می‌باشد. همچنین در مرحله استحصال قلیایی، استفاده از pH=۱۲ و دمای محیط جهت دستیابی به حداکثر راندمان استحصال پروتئین، قابل توصیه خواهد بود. در مرحله ترسیب اسیدی، بیشترین وزن و درصد پروتئین، در نمونه TPWPC در pH=۳/۹ و در نمونه‌های TSPC و TOESPC در pH= ۴/۱ بدست می‌آید. همچنین در مرحله ترسیب اسیدی، برای برخورداری از حداکثر راندمان استحصال، استفاده از سانتریفیوژ با شتاب ۳۰۸۴×g تا ۴۰۸۴×g در مورد کلیه نمونه‌ها، توصیه می‌شود. بر اساس نتایج بدست آمده در شرایط مختلف حرارتی، در طی ترسیب ایزوالکتریک، بیشترین مقدار رسوب در درجه حرارت‌های بالا حاصل می‌شود و بیشترین درصد پروتئین موجود در رسوب به دست آمده برای نمونه‌های TPWPC (کنسانتره پروتئینی تفاله کامل گوجه‌فرنگی) و TSPC (کنسانتره پروتئینی بذر گوجه‌فرنگی) در دمای محیط و در نمونه TOESPC (کنسانتره پروتئینی بذر روغن‌کشی شده) در دمای ۸۵-۷۰ درجه سانتی‌گراد ملاحظه می‌شود. ظرفیت جذب آب و جذب روغن کنسانتره‌های پروتئینی نیز تحت‌تأثیر درجه حرارت استحصال واقع می‌شود. با افزایش میزان پروتئین موجود در نمونه‌ها، تأثیر درجه حرارت بر ظرفیت جذب آب آنها افزایش می‌یابد و با افزایش درجه حرارت استحصال، میانگین ظرفیت جذب روغن نمونه‌ها بطور محسوسی افزایش می‌یابد.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

پروانه، و.، ۱۳۷۱، کنترل کیفی و آزمایش های شیمیایی مواد غذایی. چاپ دوم. انتشارات دانشگاه تهران.

AOAC, 1990, Official methods of analysis, 14th edition, Association of official analytical chemists INC, Virginia, U.S.A.

AL-Betawi, N.A., 2005, Preliminary study on tomato pomace as unusual feedstuff in broiler diets. Pakistan Journal of Nutrition. 57-63, 4(1).

Brodowski, D. & Geisman, J.R., 1980, Protein content and amino acid composition of protein of seeds from tomatoes at various stages of ripeness. Journal of Food Science. 228-229, 45.

Edwards, P.W., Eskew, R.K., Hoersch, Jr. A., Aceto, N.C. & Redfield, C.S., 1952, Recovery of tomato processing wastes. Food Technology. 383, 6.

Eggers, L.K., 1975, Some biochemical and electron microscopic studies of the protein present in seed recovered from tomato cannery waste. Dissertation abstracts International. 3968, 35(8).

Ekthamasut, k., 2006, Effect of tomato seed meal on wheat pasting properties and alkaline noodle qualities. AU J.T. 147-151, 9(3).

Esselen, Jr.W.B. & Fellers, C.R., 1939, Nutritive value of dried tomato pomace. Poultry Science. 45, 18.

Geisman, J.R., 1981, From waste to resource: Protein from tomato seeds. Ohio report on research and development. 92-94, 66(6).

Kanterewicz, R.J., Pilosof, A.M.R. & Bartholomai, G.B., 1989, A simple method for determining the spontaneous oil absorption capacity of proteins and the kinetics of oil uptake. JAOCS. 809-812, 66.

King, A.J. & Zeidler, G., 2004, Tomato pomace may be a good source of vitamin E in broiler diets. California Agriculture. 58(1).

Kramer, A. & Kwee, W.H., 1977a, Functional and nutritional properties of tomato protein concentrates. Journal of Food Science. 207-211, 42.

Kramer, A. & Kwee, W.H., 1977b, Utilization of tomato processing wastes. Journal of Food Science. 212-215, 42.

Latlief, S.J. & Knorr, D., 1983, Tomato seed protein concentrate : Effect of method on recovery upon yield and compositional characteristics. Journal of Food Science. 1583-1586, 48.

Lopez de Ogara, M.C., Delgado de Layno, M., Pilosof, A.M. & Macchi, R.A., 1992, Functional properties of soy protein isolates as affected by heat treatment during isoelectric precipitation. JAOCS. 184-187, 69.

Pollonio, M.A.R., & Antunes, A.J., 1990, Solubility and water absorption characteristics of protein concentrates obtained from tomato processing wastes. ARQ, Biol. Technol. 149-158, 33.

Sogi, D.S., Sidhu, J.S., Arora, M.S., Garg, S.K. & Bawa, A.S., 2002, Effect of tomato seed meal supplementation on the dough and bread characteristics of wheat (PBW 343) flour. International Journal of Food Properties. 563-571, 5(3).

Tomhave, A.E., 1931, Dried tomato pomace in the dairy ration. Del. Agric. Exp. Sta. Ann. Rept. 172:23.

Tomhave, A.E., 1932, Dried tomato pomace in the dairy ration. Del. Agric. Exp. Sta. Ann. Rept. 179:23.

Yaseen, A.A.E., Shams El-Din, M.H.A. & Ramy Abd El-Latif, A., 1991, Fortification of Balady bread with tomato seed meal. Cereal Chem. 159-161, 68(2).

www.SID.ir

Archive of SID

Feasibility Assessment of Protein Concentrate From Tomato Processing Wastes and Determination of Its Functional Properties

M. H. Haddad Khodaparast [1*]- V. Nikzade [2]- B. Piraieshfar [3]

Received: 10-06-2009
Accepted: 20-04-2011

Abstract

To extract protein concentrate from tomato processing wastes, the chemical composition of different parts of tomato processing wastes including tomato processing waste meal, tomato seed meal, and tomato oil extracted seed meal were determined. Protein concentrates were prepared by alkali extraction and acid precipitation. To propose the optimal condition for obtaining the maximum protein yield, we performed alkali extraction by using NaOH in 20-70ċ and 8-12 degrees of pH. Next, acid precipitation was performed with HCl in 3.3-5.5 degrees of pH. After determining the protein concentration and dissolved protein mass in extract, the optimal condition was obtained at the room temperature (25-27 ċ) and pH=12. The maximum protein yield of tomato processing waste, tomato seed, and tomato oil extracted seed was achieved in the pH of 3.9, 4.1, and 4.1, respectively. The effect of heat treatment during acid precipitation on protein yield and two functional properties including water absorption and oil absorption capacities of protein concentrates were studied at the temperature over the range of 25-100ċ. Results showed that the highest protein precipitate is obtained at higher temperatures. Moreover, the most protein percentage of both tomato processing waste and tomato seed is given in the room temperature while that of tomato oil extracted seed is achieved at the temperature over the range of 70-85ċ. In addition, by increasing the temperature in acid precipitation stage, the water and oil absorption of protein concentrates is increased.

Keywords: Tomato processing wastes, Alkali extraction, Acid precipitation, Maximum protein yield, Functional properties

1- Prof., Dept. of Food Science & Technology, Ferdowsi University of Mashhad.
(*- Corresponding author Email: Khodaparast@um.ac.ir)
2- Ph.D Student, Dept. of Food Science & Technology, Ferdowsi University of Mashhad.
3- MSc. Student, Dept. of Food Science & Technology, Ferdowsi University of Mashhad.

www.SID.ir