

## بررسی اثر متغیرهای دمایی و رطوبتی فرایند اکستروژن بر برخی خواص عملکردی و پارامترهای رنگ کنسانتره پروتئینهای سویا

رسول مظفرپور<sup>۱</sup>، آرش کوچکی<sup>۲\*</sup>، الناز میلانی<sup>۳</sup>، مهدی وریدی<sup>۴</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۳- استادیار پژوهشکده علوم و صنایع غذایی، جهاد دانشگاهی مشهد

۴- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

(تاریخ دریافت: ۹۵/۰۱/۱۵ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۹/۱۵)

### چکیده

در این پژوهش به مطالعه اثر دمای فرایند اکستروژن (سه دمای ۱۱۰، ۱۳۰ و ۱۶۰ درجه سانتی گراد) در دو محتوای رطوبتی ۱۸ و ۲۵ درصد بر برخی از خواص عملکردی و پارامترهای رنگ کنسانتره پروتئین سویا پرداخته شده است. مقایسه ظرفیت جذب آب و روغن بین کنسانتره خام و اکستروژ شده حاکی از کاهش ظرفیت جذب آب و افزایش ظرفیت جذب روغن در نمونه‌ها بعد از اعمال فرایند اکستروژن بود ( $P < 0.05$ ) که علت این امر می‌تواند اثر فرایند اکستروژن بر دناتوره شدن ساختار پروتئین و در نتیجه حضور بیشتر گروه‌های آبگریز در سطح پروتئین باشد که به دنبال آن تعاملات هیدروفوب بین پروتئین و روغن افزایش یافته و بدین ترتیب ظرفیت جذب چربی افزایش می‌یابد. از طرفی حلالیت کنسانتره‌ها بعد از فرایند اکستروژن کاهش یافت ( $P < 0.05$ ) که دلیل این امر تشکیل ساختارهای با وزن مولکولی بالا می‌باشد که نهایتاً منجر به کاهش حلالیت پروتئین می‌گردد. همچنین مقایسه حلالیت نمونه‌های اکستروژ شده نشان داد که با افزایش دمای فرایند اکستروژن در هر دو محتوای رطوبتی یک روند افزایشی در حلالیت نمونه‌های اکستروژ شده صورت پذیرفت ( $P > 0.05$ ). پارامتر  $L^*$  کنسانتره پروتئین سویا بعد از فرایند اکستروژن کاهش یافت در حالی که پارامترهای  $a^*$  و  $b^*$  آن بعد از فرایند اکستروژن افزایش یافتند.

**کلید واژگان:** کنسانتره پروتئین سویا، فرایند اکستروژن، خواص عملکردی، پارامتر رنگ

## ۱- مقدمه

بافت یافته گیاهی توسط اکستروژن اعمال می شود، لذا سعی در درک اثر هر یک از این تیمار ها بر خصوصیات عمل کنندگی پروتئین سویا در طی فرایند اکستروژن و ساختار های تشکیل شده در حین بافت دهی، می تواند گامی موثر در تولید محصولات با کیفیت بالاتر باشد

پروتئین های سویا به عنوان مهمترین منبع پروتئین گیاهی، نقش بسیار مهمی در تغذیه جامعه بشری بر عهده دارند، کنسانتره پروتئینهای سویا، محتوی حدود ۷۰ درصد پروتئین، محصولی است که دارای بالاترین ارزش تغذیه ای در بین محصولات تجاری حاصل از سویا می باشد. از طرفی کاربرد گسترده این دسته از پروتئین ها در فرمولاسیون های مواد غذایی هنوز هم به دلیل ناسازگاری ویژگی های عملکردی آن محدود می باشد [۱]. خصوصیات عمل کنندگی یک پروتئین آن دسته از ویژگیهای فیزیکی شیمیایی ذاتی یک پروتئین بوده که بر رفتار پروتئین در طی آماده سازی، تولید، کیفیت و مدت زمان نگهداری محصول تاثیر گذار است [۲]. حلالیت پروتئین به عنوان یکی از مهمترین خواص عمل کنندگی پروتئین نقش به سزایی در تعیین دیگر خصوصیات عملکردی پروتئین دارا است [۳]. امروزه به منظور دستیابی به خواص عملکردی مطلوب از تیمار های مختلف حرارتی، فیزیکی و شیمیایی و آنزیمی در جهت اصلاح ساختار پروتئین ها استفاده می شود. که در این بین، می توان به تیمار مختلف حرارتی، فرایند اکستروژن، فراصوت و فشار هیدرواستاتیک اشاره داشت [۱، ۴]. فرایند پخت اکستروژن، نوعی فرایند دمای بالا و زمان کوتاه (HTST) می باشد، که در آن، ماده غذایی بعد از همگن شدن تا نقطه نرم شدگی (پلاستیسیته) خود تحت تاثیر حرارت، نیروی برش و فشار بالا قرار می گیرد [۵، ۶]. حرارت و فشار اعمال شده در طی اکستروژن، همچنین می تواند منجر به تغییر خصوصیات عملکردی پروتئین ها گردد. به طوری که، در طی فرایند اکستروژن، پروتئین در معرض دما، فشار بالا و نیروی برشی قرار گرفته، که این امر منجر به ایجاد یک سری فرایند های پیچیده از جمله باز شدن ساختار پروتئین (دناتوراسیون)، پلیمریزه شدن پلیمر ها از طریق باز آرائی پیوند ها، و نیز شکست پیوند های پپتیدی همراه با کاهش وزن مولکولی پروتئین خواهد شد [۶، ۷]. لذا فرایند پخت اکستروژن یک تکنولوژی مقرون به صرفه و سریع در جهت اصلاح ساختار و خواص عملکردی پروتئین های با ساختار گلوبولار، قابل استفاده می باشد [۸]. با توجه به اینکه شرایط حرارتی، فشار و رطوبت متفاوتی بر پروتئین سویا به منظور تولید پروتئین های

## ۲- مواد و روش ها

### ۲-۱- تهیه کنسانتره پروتئین سویا و تعیین ترکیب

#### شیمیایی آن

کنسانتره پروتئین سویا از شرکت (Shandong Yuxin Bio-tech China خریداری گردید و سپس ترکیب شیمیایی آن با استفاده از روش های استاندارد AOAC (۱۹۹۰) اندازه گیری شد. برای تعیین رطوبت از آون ۱۰۵ درجه سانتی گراد، تعیین چربی از روش سوکسله، تعیین پروتئین از روش کلدال (N\*6.25)، تعیین خاکستر از کوره ۵۵۰ درجه سانتی گراد استفاده شد (AOAC (1990). محاسبه میزان کربوهیدرات از طریق کسر درصد کلیه ترکیبات از ۱۰۰ انجام شد. کلیه آزمون ها حداقل با دو تکرار انجام گردید.

### ۲-۲- فرایند اکستروژن

نمونه های کنسانتره پروتئین سویا بعد از اینکه محتوای رطوبت آنها در دو مقدار ۱۸ و ۲۵ درصد تنظیم گردید به مدت یک شب برای تعدیل رطوبت نگهداری شدند، سپس با استفاده از اکستروژر (مدل DS 56 ساخت شرکت Jinan Saxin کشور چین دو ماردونه با چرخش هم جهت) در شرایطی که در بالا ذکر گردید تحت فرایند اکستروژن با سرعت هلیس ۱۸۰ rpm قرار گرفتند.

### ۲-۳- بررسی پارامترهای رنگ

برای تعیین پارامترهای رنگ ( $L^*$ ،  $a^*$  و  $b^*$ ) نمونه های کنسانتره سویا قبل و بعد از فرایند اکستروژن از رنگ سنچ دیجیتال (مدل Hunter lab 45 USA) استفاده شد. پارامتر  $L^*$  نشان دهنده درجه روشنی می باشد و مقادیر صفر تا ۱۰۰ را می تواند به خود اختصاص دهد، هر قدر میزان  $L^*$  کمتر باشد نشان دهنده روشن تر بودن رنگ است. پارامتر  $a^*$  از مقادیر منفی (نشان

بعد از این نمونه ها به مدت ۳۰ دقیقه درون شیکر همزده شدند. در مرحله بعد نمونه ها به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت  $g \times 12100$  سانتریفیوژ شدند و فاز روئی جدا گردید آنگاه به منظور حذف آب اضافی باقی مانده لوله های سانتریفیوژ محتوی نمونه به مدت ۲۵ دقیقه درون آون با دمای ۵۰ درجه به صورت معکوس قرار گرفتند و نمونه ها مجدداً توزین شدند [۱۲].

### ۲-۶- ظرفیت جذب روغن

برای تعیین میزان جذب روغن نیم گرم از نمونه با ۶ میلی لیتر از روغن ذرت درون لوله های سانتریفیوژ از قبل توزین شده مخلوط گردید و پس از ورتکس به مدت ۱ دقیقه نمونه ها به مدت ۳۰ دقیقه نگهداری شدند و آنگاه به مدت ۲۵ دقیقه با دور  $g \times 3000$  سانتریفیوژ شدند و بعد از آن روغن جدا شده توسط یک پیپت از لوله ها خارج گردید و لوله ها به مدت ۲۵ دقیقه به منظور خروج روغن اضافی بر عکس شدند. ظرفیت جذب آب و روغن به صورت گرم آب یا روغن باند شده به وسیله هر گرم از نمونه محاسبه گردید [۱۲].

### ۳- نتایج و بحث

#### ۳-۱- تعیین ترکیب شیمیایی

ترکیب شیمیایی کنسانتره پروتئین سویا در جدول ۱ مشخص گردیده است.

**Table 1** chemical content of soy protein concentrate (%)

Chemical compound	(%)
protein	80±1.41
Fat	2.48±0.07
moisture	6.1±0.04
carbohydrates	5.35±1.56
ash	5.07±0.03

#### ۳-۲- ظرفیت جذب آب و روغن

ظرفیت جذب آب در مواد غذایی مختلف به ترکیب اسیدهای آمینه، آرایش فضایی پروتئین، میزان آبدوستی و آبگریزی پروتئین و همچنین حضور کربوهیدراتهای آبدوست بستگی دارد [۱۳]. پارامتر قابل توجه دیگر میزان چربی در نمونه است به طوری که

دهنده رنگ سبز) تا مقادیر مثبت نشان دهنده (نشان دهنده رنگ قرمز) و پارامتر  $b^*$  نیز از مقادیر منفی (رنگ آبی) تا مقادیر مثبت (رنگ زرد) می باشند [۹]. از یک پلیت پلاستیکی با قطر ۵۸ میلی متر و عمق ۱۵ میلی متر برای قرار دادن نمونه و اندازه گیری پارامترهای رنگ استفاده گردید. کالیبراسیون اولیه دستگاه از طریق کاشی استاندارد سفید صورت گرفت.

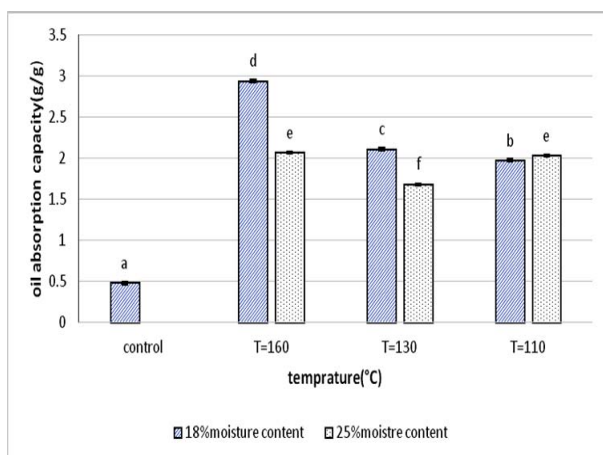
### ۲-۴- حلالیت پروتئین

بررسی میزان حلالیت پروتئین نمونه های اکستروود شده و نمونه خام در سدیم بافر فسفات (pH=7) با استفاده از روش بیورت انجام گرفت [۱۰]. محلول پروتئینی با افزودن یک دهم گرم نمونه به ۱۰ میلی لیتر فسفات بافر تهیه گردید (w/v, 1%) [۸]. سپس محلول حاصل توسط شیکر به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق همزده شد و سپس به منظور جداسازی فاز معلق، نمونه ها در  $g \times 12100$  به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ گردیدند. میزان پروتئین موجود در فاز روئی از طریق مخلوط کردن ۱ میلی لیتر از محلول روئی (نمونه) با ۴ میلی لیتر از معرف بیورت و سپس اندازه گیری جذب در طول موج ۵۴۰ نانومتر پس از ۲۰ دقیقه نگهداری توسط اسپکتروفوتومتر (مدل S2000 uv/vis spectrophotometer) تعیین گردید. همچنین برای مقایسه حلالیت نمونه های اکستروود شده با نمونه شاهد مطابق روش گفته شده در pH=7 عمل شد. برای رسم منحنی کالیبراسیون از محلول سرم آلبومین گاوی<sup>۱</sup> در غلظت های صفر تا ۱۰ (میلی گرم/میلی لیتر) استفاده گردید [۱۱].

### ۲-۵- ظرفیت جذب آب

اندازه گیری ظرفیت جذب آب و روغن به روش Kaur and Singh (۲۰۰۷) با اندکی اصلاح انجام گرفت. برای این منظور میزان ۱٫۵ گرم نمونه درون لوله سانتریفیوژ از قبل توزین شده ریخته شد و سپس ۲۵ میلی لیتر آب مقطر به نمونه اضافه گردید و سپس با استفاده از ورتکس به مدت ۱ دقیقه مخلوط گردید و

1. Bovine serum albumin(BSA)

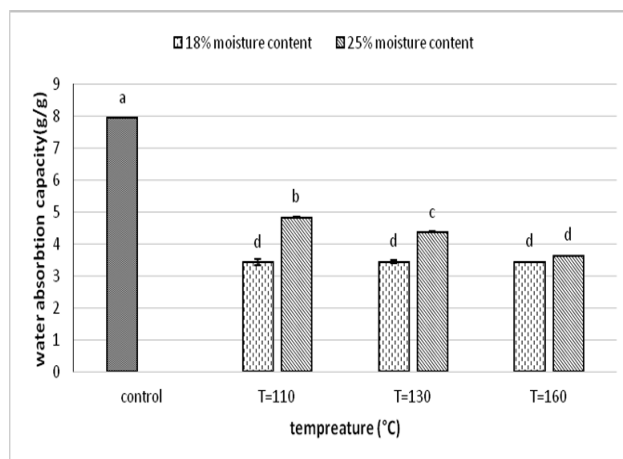


**Fig2** oil absorption capacity of extruded SPC at different extrusion temperature and moisture content (g/g)

### بررسی پارامترهای رنگ

یک پارامتر مهم در مورد آرد و فراورده‌های پروتئینی نظیر کنسانتره پروتئین رنگ آن‌ها می‌باشد، مقادیر پارامترهای هانتر لب مربوط به رنگ کنسانتره‌های پروتئین خام و اکستروژن شده سویا در جدول ۲ نشان داده شده است. مقایسه مقادیر پارامتر  $L^*$  و  $a^*$  در مورد کنسانتره‌ها قبل و بعد از فرایند اکستروژن نشان داد که کنسانتره‌های اکستروژن شده به‌طور معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) تیره‌تر شده و شدت رنگ قرمز در آن‌ها افزایش یافته بود، یعنی پارامتر  $a^*$  به سمت طیف قرمز متمایل شده بود که دلیل این امر می‌تواند اثر دمای فرایند اکستروژن بر انجام واکنش میلارد و در نتیجه تشکیل رنگدانه‌های ملانوئیدی باشد [۱۴]. همچنین بین پارامتر  $b^*$  کنسانتره پروتئین سویا قبل و بعد از فرایند اکستروژن اختلاف آماری معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) مشاهده گردید، به طوری که این پارامتر پس از فرایند اکستروژن افزایش پیدا کرد و کمی به سمت طیف زرد متمایل گردید، علت این پدیده را می‌توان تشکیل رنگدانه‌های ملانوئیدی در اثر بروز واکنش میلارد دانست که باعث افزایش  $b^*$  گردیده است [۱۴].

با افزایش چربی قابلیت جذب آب کاهش می‌یابد، علت این پدیده پوشانده شدن و کاهش بخش‌های در دسترس برای اتصال گروه‌های هیدروفیل با آب می‌باشد [۳]. میانگینهای جذب آب و روغن نمونه‌های کنسانتره پروتئین سویا معمولی و اکستروژن شده در شکل ۱ و ۲ مقایسه شده‌اند. مقدار جذب آب و روغن کنسانتره پروتئین سویا معمولی و اکستروژن شده تفاوت آماری معنی‌داری داشتند ( $P < 0.05$ ). کنسانتره پروتئین اکستروژن شده سویا در مقایسه با کنسانتره معمولی ظرفیت جذب آب کمتری از خود نشان داد، این ظرفیت جذب آب کمتر می‌تواند به دلیل قابلیت دسترسی کمتر به اسیدهای آمینه قطبی که به عنوان مکانهای اولیه برای واکنش با آب و جذب آن شناخته می‌شوند، باشد و دلیل این امر اثر دمای فرایند اکستروژن بر دناتوره کردن پروتئین و در نتیجه حضور بیشتر گروه‌های هیدروفوب در سطح پروتئین می‌باشد. از طرفی کنسانتره‌های پروتئین اکستروژن شده سویا ظرفیت جذب روغن بالاتری نسبت به نمونه معمولی نشان دادند که این امر نشان دهنده حضور مقدار بیشتری از اسیدهای آمینه غیر قطبی در نمونه‌های اکستروژن شده می‌باشد. حضور چندین زنجیره جانبی غیر قطبی ممکن است زنجیره‌های هیدروکربنی مربوط به روغن را جذب خود نماید که به دنبال آن منجر به افزایش ظرفیت جذب روغن خواهد شد [۱۲].



**Fig1** water absorption capacity of extruded SPC at different extrusion temperature and moisture content (g/g)

Different letters in each column indicate significant difference ( $p < 0.05$ )

**Table 3** percent protein solubility of raw and extruded samples at different extrusion temperature and moisture content.

Moisture content of feed (%)	Extrusion temperature (°C)	Percent protein solubility in pbs <sup>1</sup> (%)
control	-	36.7±3.54 <sup>a</sup>
	110	23±1.03 <sup>ode</sup>
18	130	28.2±2.88 <sup>bc</sup>
	160	31.2±4.02 <sup>ab</sup>
	110	18.1±1.09 <sup>e</sup>
25	130	21.6±0.93 <sup>de</sup>
	160	26.2±1.9 <sup>bcd</sup>

**Table 2** hunter lab parameters of raw and extruded SPC at different extrusion temperature and moisture content.

Samples	L*	a*	b*
Control	85.66 <sup>a</sup>	-0.51 <sup>a</sup>	20.09 <sup>a</sup>
18-110	82.24 <sup>b</sup>	1.81 <sup>b</sup>	20.4 <sup>b</sup>
18-130	82.51 <sup>c</sup>	1.81 <sup>b</sup>	20.8 <sup>c</sup>
18-160	82.1 <sup>d</sup>	2.4 <sup>c</sup>	22.81 <sup>d</sup>
25-110	78.8 <sup>e</sup>	1.68 <sup>d</sup>	22.54 <sup>e</sup>
25-130	79.6 <sup>f</sup>	1.64 <sup>e</sup>	21.81 <sup>f</sup>
25-160	80.73 <sup>g</sup>	1.86 <sup>f</sup>	22.2 <sup>g</sup>

### حلالیت پروتئین

یکی از مهمترین خواص پروتئین ها حلالیت آنهاست زیرا این خصوصیت به طور مستقیم روی سایر خواص عملکردی پروتئین تاثیر گذار است [۱۵]. فرایند پخت اکستروژن ترکیبات پروتئینی را در معرض دما و فشار بالا و نیروی برشی قرار می دهد که منجر به دناتوراسیون پروتئین و کاهش حلالیت آن می گردد [۶]. نمونه معمولی کنسانتره پروتئین سویا دارای ۳۶/۷ درصد حلالیت در محلول فسفات بافر بود که دلیل این حلالیت کم می تواند به شرایط فراوری آن در حین تولید کنسانتره مرتبط باشد از جمله شرایط خشک کردن پاششی و..... اعمال فرایند اکستروژن حلالیت کنسانتره پروتئین سویا را کاهش داد. این پدیده نشان دهنده این واقعیت است که در طی فرایند اکستروژن بین زنجیره های پروتئینی پیوندهای عرضی غیر کووالان (مانند باندهای هیدروژنی) و هیدروفوبی تشکیل می گردد و در نهایت یکسری ساختارهای پلیمری با اتصالات پروتئین-پروتئین و با وزن مولکولی بالا شکل می گیرد [۱۶]. یک روند افزایشی در حلالیت نمونه های اکستروژن شده با افزایش دما در هر دو رطوبت مورد استفاده برای فرایند (۱۸ و ۲۵ درصد) زمانیکه نمونه ها در سه دمای ۱۱۰، ۱۳۰، و ۱۶۰ درجه سانتی گراد اکستروژن شدند مشاهده گردید؛ به گونه ای که میزان پروتئین حل شده به وسیله محلول فسفات بافر به میزان کمی افزایش یافت ( $P > 0.05$ ). این نتایج نشان می دهد که افزایش دمای فرایند اکستروژن اثر قابل ملاحظه ای روی بهبود حلالیت پروتئین در نمونه های اکستروژن شده خواهد داشت [۶].

### ۴- نتیجه گیری

در این پژوهش اثر سه دمای فرایند اکستروژن در دو محتوای رطوبتی خوراک اولیه بر ویژگی های عملکردی و پارامترهای رنگ کنسانتره پروتئین سویا مورد بررسی قرار گرفت. فرایند اکستروژن بر حلالیت پروتئین، ظرفیت جذب آب و روغن و پارامترهای رنگ دارای اثر معنی داری بود ( $P < 0.05$ )، به گونه ای که حلالیت و ظرفیت جذب آب نمونه های اکستروژن شده نسبت به نمونه معمولی کاهش پیدا کرد اما ظرفیت جذب روغن نمونه های اکستروژن شده نسبت به نمونه معمولی افزایش یافت. همچنین مقایسه حلالیت نمونه های اکستروژن شده نشان داد که با افزایش دمای فرایند اکستروژن در هر دو محتوای رطوبتی یک روند افزایشی در حلالیت نمونه های اکستروژن شده صورت پذیرفت ( $P > 0.05$ ). نتایج این پژوهش نشان داد که فرایند اکستروژن می تواند به عنوان یک تیمار موثر در جهت اصلاح خواص عملکردی پروتئین های گلوبولار موثر واقع گردد. در تهیه محصولاتی که جذب آب بالایی مد نظر نیست مانند بیسکوئیت های خمیر نرم می توان از این پروتئین اکستروژن شده بهره گرفت و در این راستا نمونه های اکستروژن شده در رطوبت ۱۸ درصد بدلیل جذب آب کمتر می توان به عنوان نمونه بهینه در نظر گرفت و از طرفی در محصولاتی مانند کیک روغنی برای توزیع بهتر روغن در بافت محصول می توان از نمونه های اکستروژن شده کنسانتره پروتئین بهره گرفت که در این راستا نمونه

- functional properties of soy protein isolates. *Food Hydrocolloids*, 2008. 22(4): p. 560-567.
- [8] Hettiarachchy, N. and U. Kalapathy, Soybean protein products, in *Soybeans*, ۱۹۹۷. Springer. p. 379-411.
- [9] Heywood, A., et al., Functional properties of low-fat soy flour produced by an extrusion-exPELLing system. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 2002. 79(12): p. 1249-1253.
- [10] Hu, H., et al., Effects of ultrasound on structural and physical properties of soy protein isolate (SPI) dispersions. *Food Hydrocolloids*, 2013. 30(2): p. 647-655.
- [11] Moscicki, L., *Extrusion-cooking techniques: applications, theory and sustainability*. 2011: John Wiley & Sons.
- [12] Guerrero, P., et al., Extrusion of soy protein with gelatin and sugars at low moisture content. *Journal of Food Engineering*, 2012. 110(1): p. 53-59.
- [13] Chen, L., et al., Modifications of soy protein isolates using combined extrusion pre-treatment and controlled enzymatic hydrolysis for improved emulsifying properties. *Food Hydrocolloids*, 2011. 25(5): p. 887-897.
- [14] Sikorski, Z.E., *Chemical and functional properties of food components*. 2006: CRC Press.
- [15] Guzmán-Ortiz, F.A., et al., Physico-chemical, nutritional and infrared spectroscopy evaluation of an optimized soybean/corn flour extrudate. *Journal of food science and technology*, 2015. 52(7): p. 4066-4077.

اکستروژن شده در رطوبت ۱۸ درصد و دمای ۱۶۰ درجه سانتی گراد بدلیل جذب بیشتر روغن مناسب تر است.

## منابع

- [1] Valle, G.D., L. Quillien, and J. Gueguen, Relationships between processing conditions and starch and protein modifications during extrusion - cooking of pea flour. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 1994. 64(4): p. 509-517.
- [2] Chen, L., et al. Modifications of soy protein isolates using ultrasound treatment for improved emulsifying properties. in *Advanced Materials Research*. 2012. Trans Tech Publ.
- [3] Francis, F.J., *Color analysis. Food analysis*, 1998. 3.
- [4] Karaca, A.C., N. Low, and M. Nickerson, Emulsifying properties of chickpea, faba bean, lentil and pea proteins produced by isoelectric precipitation and salt extraction. *Food Research International*, 2011. 44(9): p. 2742-2750.
- [5] Gornall, A.G., C.J. Bardawill, and M.M. David, Determination of serum proteins by means of the biuret reaction. *J. Biol. Chem.*, 1949. 177(2): p. 751-766.
- [6] Kaur, M. and N. Singh, Characterization of protein isolates from different Indian chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars. *Food Chemistry*, 2007. 102(1): p. 366-374.
- [7] Wang, X.-S., et al., Effects of high-pressure treatment on some physicochemical and

## Study the effect of temperature and moisture extrusion process on the functional properties of soy protein concentrates and color parameters in order to use in flour products

Mozaffarpour, R. <sup>1\*</sup>, Koocheki, A. <sup>2</sup>, Elnaz, M. <sup>3</sup>, Varidi, M. <sup>4</sup>

1. MSc. Student, department of food science and technology, Ferdowsi University of Mashhad

2. Associate professor, department of food science and technology, Ferdowsi University of Mashhad

3. Assistant professor, department of food science and technology, Institute of Food Science and Technology of SID

4. Assistant professor, department of food science and technology, Ferdowsi University of Mashhad

(Received: 2016/04/03 Accepted: 2016/12/05)

In this work, the effect of temperature extrusion process at three levels (110, 130 and 160 ° C) and moisture content at two levels (18 and 25%) on some functional properties and color parameters of soy protein concentrates have been investigated. Comparison between the oil and water absorption capacity of raw and extruded concentrate showed reduced water absorption capability and increasing the absorption capacity of the oil in the samples after the extrusion process ( $P < 0.05$ ). Because it would be the result of the extrusion process on the denaturation of protein structure and therefore the presence of hydrophobic groups on the protein level and the subsequent hydrophobic interactions between the protein and oil increased, thus increases fat absorption capacity. On the other hand the solubility of concentrated, reduced after the extrusion process ( $P < 0.05$ ) the reason noted above. Also comparison the solubility of extruded samples showed that with increasing extrusion temperature at both moisture content observed an increasing trend about solubility of samples ( $P > 0.05$ ).  $L^*$  Parameter of Soy protein concentrate reduced after the extrusion process, while  $a^*$  and  $b^*$  parameters increased after the extrusion process.

**Keywords:** Soy protein concentrate, Extrusion process, Functional properties, Color parameters

---

\* Corresponding Author E-Mail Address: koocheki@um.ac.ir