نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۶، شماره ۳، پاییز ۱۳۸۹، ص. ۲۲۸ ۲۲۳

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 6, No. 3, Fall, 2010, p. 223-228

مقاله کوتاه پژوهشی

ارزیابی خصوصیات عمل کنندگی چهار نوع آرد سویا تولیدی در ایران

مریم رواقی [۱*] مصطفی مظاهری تهرانی [۲] احمد آسوده [۳]

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۱/۱
تاریخ پذیرش: ۸۹/۶/۱

چکیده

آرد سویا محصولی پروتئینی با حداقل فرآوری در میان سایر محصولات پروتئینی سویاست که به دلیل فواید تغذیه ای، قیمت پایین و خصوصیات عمل کنندگی مطلوب در صنایع غذایی مورد توجه قرار گرفته است. هدف از انجام این پژوهش، شناسایی و مقایسه خصوصیات عمل کنندگی آردهای سویا بدست آمده از چهار فرآیند صنعتی متداول تولید آرد سویا در کشور؛ شامل آرد بدون چربی، آرد برشته، آرد کم چرب و آرد کامل سویا بود. آرد های حاصل به دلیل تفاوت در فرآیند تولید و میزان حرارت اعمال شده تفاوت معنی داری به لحاظ پخش پذیری پروتئین (که تعیین کننده میزان باقی ماندن بازدارنده های تریپسین در محصول است و امکان استفاده از آن را تعیین می کند) و محتوای چربی داشتند که این امر خود بر سایر خصوصیات عمل کنندگی تأثیرگذار بوده است. کاهش شاخص پخش پذیری در اثر برشته کردن آرد باعث کاهش خصوصیات عمل کنندگی همچون کف کنندگی (ظرفیت و پایداری)، امولسیون کنندگی (اندیس فعالیت و پایداری)، ظرفیت نگهداری آب، جذب چربی و پخش پذیری مواد جامد شد. مقایسه آرد کم چرب و آرد کامل نشان داد که افزایش محتوای چربی نیز منجر به کاهش ظرفیت نگهداری آب، جذب چربی، پایداری امولسیون کنندگی و پخش پذیری مواد جامد گردید. تأثیر منفی چربی بر خصوصیات عمل کنندگی (به جز شاخص پخش پذیری مواد جامد) معادل و یا بیشتر از تأثیر کاهش پخش پذیری پروتئین بود.

واژه های کلیدی: آرد بدون چربی، آرد برشته، آرد کامل، آرد کم چرب، خصوصیات عمل کنندگی، سویا

مقدمه

محصولات پروتئینی سویا از مهم ترین منابع پروتئینی تجاری با ویژگی های مطلوب است که به عنوان جایگزین مناسبی برای پروتئین های حیوانی محسوب می شود. افزایش مصرف این محصولات به علت خصوصیات کیفی و عملکردی مطلوب، کیفیت تغذیه ای بالا، فراوانی، سهل الوصول بودن و هزینه پایین آن ها است (۱۶).

به طور کلی محصولات پروتئینی سویا در چهار گروه انواع آردهای سویا، کنسانتره پروتئینی سویا، ایزوله پروتئینی سویا و پروتئین بافت دار سویا طبقه بندی می شوند. در میان این محصولات، آرد و بلغور سویا با حدود ۵۰ ۴۰ درصد پروتئین از نظر محتوای چربی، اندازه ذرات، بافت و درجه تیمار حرارتی متفاوت بوده و بر همین اساس طبقه بندی می شود (۱۶). این محصول با داشتن ترکیب غالب پروتئین می تواند خواص عمل کنندگی خاصی را در فرمولاسیون غذاها داشته باشد و از این رو خصوصیات آن به منظور تعیین کاربرد باید مشخص گردد.

فلیک های سویا پس از فرآیند روغن کشی و خروج حلال، خشک شده و به منظور تولید آرد آسیاب می شوند. متداول ترین روش در حلال گیری برای به حداقل رساندن دناتوراسیون پروتئین روش حلال گیری سریع است، اما گاهی اوقات برای افزایش ارزش تغذیه ای از حلال گیر برشته کن استفاده می گردد؛ گرچه این امر باعث کاهش قابلیت پخش پذیری پروتئین و سایر خصوصیات عمل کنندگی می شود (۹،۵).

در سال های اخیر جنبش هوای پاک برای مقابله با انتشار گازهای آلی فرّار و دیگر آلاینده های خطرناک هوا، استفاده از

۱ کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(* نویسنده مسئول Email : ravaghi.maryam@gmail.com)
۲ دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
۳ استادیار گروه شیمی، دانشگاه فردوسی مشهد

فرآیندهای مکانیکی را در استخراج دانه های روغنی پیشنهاد داده است. در روش اکسترود کردن استخراج[1] ساختارهای سلولی موجود در فلیک های سویا طی عمل اکستروژن تخریب شده و در اثر اعمال فشار، روغن موجود خارج می گردد و آرد سویای کم چرب تولید می شود (۱۳).

آرد کامل نیز از آسیاب کردن لوبیاهای پوست گیری شده بدست می آید. در برخی موارد لوبیای سویا به منظور حذف ترکیبات ضدتغذیه ای معین تحت تیمار حرارتی قرار می گیرد. این نوع آرد به عنوان منبع مناسبی از انرژی و پروتئین همراه با ماندگاری طولانی به دلیل آنتی اکسیدان های طبیعی روغن محسوب می شود. آرد کامل در مقایسه با آرد بدون چربی طعم بهتری دارد (مانند شیر کامل نسبت به شیر بدون چربی) و از این رو در محصولات نانوایی به طور گسترده ای کاربرد یافته است (۱۵).

خصوصیات عمل کنندگی آن دسته از ویژگی های فیزیکوشیمیایی ذاتی است که بر رفتار مواد پروتئینی در سیستم های فرآوری، تولید، نگهداری و آماده سازی تأثیرگذار است و عمدتاً شامل ظرفیت نگهداری آب، جذب چربی، خصوصیات امولسیون کنندگی و کف کنندگی، و پخش پذیری است (۵). به عنوان مثال افزودن آرد سویا به محصولات نانوایی نه تنها باعث افزایش جذب آب خمیر و افزایش بازده محصول می شود، بلکه از میزان رتروگرداسیون نشاسته کاسته و ماندگاری را افزایش می دهد (۹).

هی وود و همکارانش (۲۰۰۲) در مورد خصوصیات عمل کنندگی (ظرفیت نگهداری آب، ظرفیت باند کردن چربی، امولسیون کنندگی، کف کنندگی) آردهای کم چرب با مقادیر متفاوت اندیس پخش پذیری پروتئین (PDI)[2] تحقیق کردند. نتایج حاکی از خصوصیات امولسیون کنندگی بهتر آرد کم چرب نسبت به آرد بدون چربی و کاهش سایر خصوصیات بود (۵).

پرینگل (۱۹۷۴) روش های تولید و خصوصیات آردهای کامل را مورد بررسی قرار داد و اشتافر (۲۰۰۶) به تفضیل در مورد اهمیت و کاربرد آردهای سویا در محصولات نانوایی پرداخت. سینگ و همکارانش (۲۰۰۸) نیز کاربرد انواع محصولات پروتئینی سویا از جمله آرد سویا در فراورده های غذایی مختلف را مورد بحث قرار دادند (۱۵،۱۶،۱۸).

هدف از این تحقیق، بررسی ترکیبات شیمیایی و خصوصیات عمل کنندگی انواع آردهای صنعتی سویا در ایران و بررسی اثر چربی بر عملکرد این آردها در مقایسه با PDI است. شایان ذکر است که کمپلکس پروتئین و چربی نقش های کلیدی و ساختاری در بسیاری از محصولات غذایی مانند فرآورده های گوشتی داشته و استفاده از محصولاتی که به طور طبیعی چنین خصوصیاتی دارند (مانند تولید شیر خشک با درصدهای متفاوت چربی) ضمن دارا بودن خصوصیات عمل کنندگی مناسب، می تواند نقش بسزایی در صنعت مواد غذایی داشته باشد. توجه به این نکته ضروری است که تولیدکنندگان باید شناخت صحیحی از خصوصیات مورد نیاز در محصول غذایی نهایی داشته باشند و بر همین اساس، محصول پروتئینی مناسب برای مصارف مشخص را انتخاب کنند.

مواد و روش ها

تیمارها

چهار نمونه آرد سویا شامل آرد سویای کامل، آرد سویای بدون چربی، آرد سویا برشته، و آرد سویای کم چرب با مش حدود ۱۰۰ از صنعت تهیه گردید و به لحاظ خصوصیات شیمیایی و عمل کنندگی در سه تکرار مورد آزمون قرار گرفت. هدف یافتن دو نوع آرد با محتوای چربی مشابه و PDI متفاوت بود در حالیکه دو نوع آرد دیگر PDI مشابه و محتوای چربی متفاوتی داشتند. آرد سویا بدون چربی و آرد سویا برشته از کارخانه بهپاک، آرد سویا کم چرب از کارخانه مکسوی و آرد کامل از صنایع پروتئینی توس سویا تهیه گردید. منبع سویا مورد استفاده در این کارخانجات تفاوت قابل ملاحظه ای نداشته و عمدتاً از واریته جی تی ایکس که در استان گلستان منطقه اصلی کشت سویا به عنوان واریته غالب است، استفاده می گردد. تمام نمونه ها در کیسه های پلاستیکی بسته بندی شده و تا زمان آزمون در دمای۴°C نگهداری گردید.

آزمون های شیمیایی

اندازه گیری پروتئین توسط روش کجلدال بر اساس استاندارد AOAC 920.87 و با در نظر گرفتن اندیس ۶/۲۵، خاکستر طبق استاندارد AOAC 942.05، فیبر خام بر اساس روش AOAC 962.09، چربی به روش هیدرولیز اسیدی مطابق روش AOAC922.06 صورت گرفت. تمام اندازه گیری ها در سه تکرار انجام گرفت و نتایج بر مبنای وزن خشک (پس از خشک کردن نمونه در آون ۱۳۰ درجه سانتیگراد به مدت ۳ ساعت بر اساس استاندارد AOAC 925.10) گزارش گردید (۲).

آزمون های عمل کنندگی

اندیس پخش پذیری پروتئین و مواد جامد قابل پخش. PDI مطابق استاندارد AACC روش ۴۴ ۴۶ اندازه گیری شد. ۴ گرم

1 - Extrusion-Expelling
2 - Protein Dispersibility Index

نمونه در ۶۰ میلی لیتر آب مقطر توسط اولتراتوراکس[1] در ۱۰۰۰۰ rpm به مدت ۱۰ دقیقه هموژنیزه گردید و سپس به مدت ۱۰ دقیقه در ۲۷۰۰ rpm سانتریفوژ شد. بخش شناور به لحاظ محتوای پروتئین توسط روش کجلدال مورد بررسی قرار گرفت. PDI بیانگر درصد پروتئین های محلول نسبت به کل پروتئین های موجود در یک گرم نمونه است. مواد جامد قابل پخش نیز با خشک کردن و وزن کردن کل مواد جامد موجود در بخش محلول تعیین شد (۱).

ظرفیت نگهداری آب. ظرفیت نگهداری آب مطابق استاندارد AACC روش ۴۶-۸۸ اندازه گیری گردید و ماکزیمم مقدار آبی است که یک گرم نمونه طی سانتریفوژ در ۲۰۶۰×g به مدت ۱۰ دقیقه حفظ می کند. در این آزمون تنها مقادیر کافی آب برای اشباع کردن نمونه و نه برای ایجاد فاز مایع افزوده شد (۱).

ظرفیت جذب چربی. ظرفیت جذب چربی با استفاده از روش لین و همکارانش ارزیابی گردید. ۰/۳ گرم نمونه پروتئین با ۳ میلی لیتر روغن ذرت (دانسیته ۰/۹۲در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد) در یک لوله سانتریفوژ ۱۰ میلی لیتری از قبل وزن شده به مدت ۱ دقیقه مخلوط گردید. پس از سانتریفوژ کردن در ۲۰۶۰×g به مدت ۳۰ دقیقه بخش شناور دور ریخته شد و لوله مجدداً وزن گردید. ظرفیت جذب چربی به عنوان میزان روغن حفظ شده توسط آرد تقسیم بر وزن اولیه آرد محاسبه شد (۸).

خصوصیات کف کنندگی. ظرفیت کف کنندگی و پایداری کف مطابق روش لین و همکارانش انجام گرفت. ۵۰ میلی لیتر محلول ۳ درصد پروتئین به مدت ۱ دقیقه با دور پایین (درجه ۱) به منظور پخش کردن مواد جامد توسط همزن کرون[2] مخلوط شد و سپس همزدن با دور بالا (درجه ۵) به مدت ۳ دقیقه جهت تولید کف ادامه یافت. کف به مزور ۲۰۰ سی سی جهت اندازه گیری حجم کل (کف و محلول) و حجم کف منتقل شد و ظرفیت و پایداری کف به ترتیب در زمان های ۱ و ۶۰ دقیقه اندازه گیری گردید (۸).

خصوصیات امولسیون کنندگی. خصوصیات امولسیون کنندگی مطابق روش پیرس و کینسلا تعیین شد. روغن ذرت (۱۰ میلی لیتر) با محلول پروتئینی ۰/۱ درصد (۳۰ میلی لیتر) با هموژنایزر توراکس در ۱۰۰۰۰ rpm به مدت ۱ دقیقه هموژنیزه شد. ۱ میلی لیتر از امولسیون از انتهای ظرف برداشته شده و با سدیم دو دسیل سولفات ۰/۱ درصد (۱/۱۰۰) رقیق گردید. جذب در ۵۰۰ نانومتر بلافاصله پس از تشکیل امولسیون و پس از ۱۰ دقیقه در دمای اتاق (۲۵ درجه سانتیگراد) اندازه گیری شد. فعالیت امولسیون کنندگی (EAI)[3] و پایداری امولسیون (ESI)[4] طبق معادلات ذیل قابل محاسبه است.

$$EAI=۲/۳۰۳ * ۲ *A_0* فاکتور رقت/C *\varphi * ۱۰۰۰۰$$

$$ESI= (EAI_{10}/EAI_0)* ۱۰۰$$

در این معادله A0 جذب اندازه گیری شده پس از تشکیل امولسیون، C وزن پروتئین نسبت به واحد حجم، φ حجم روغن امولسیون است (۱۴).

طرح آزمایشی و آنالیز نتایج

نتایج حاصل از آزمایشات در قالب طرح کاملاً تصادفی مورد بررسی قرار گرفت و مقایسه میانگین ها جهت بررسی معنی داری با استفاده از آزمون LSD در سطح اطمینان ۹۵ درصد توسط نرم افزار SAS-9.1 انجام شد (۱۷).

بحث و نتایج

آزمون های شیمیایی

جدول ۱ آنالیز شیمیایی آردهای سویا مورد استفاده در این تحقیق را نشان می دهد. به طور کلی اختلاف معنی داری بین نمونه ها از نظر چربی و پروتئین در سطح اطمینان ۹۵ درصد وجود داشت. نتایج حاصل از آنالیز شیمیایی نشان داد که میزان پروتئین از آرد بدون چربی تا آرد کامل به طور معنی داری کاهش یافت که عمدتاً به دلیل محتوای چربی موجود در آردها بود؛ بدین ترتیب آرد سویا بدون چربی و آرد سویا برشته با کمترین محتوای چربی، بیشترین میزان پروتئین را در میان نمونه ها دارا بودند. ذکر این نکته ضروری است که محتوای چربی بدست آمده توسط روش هیدرولیز اسیدی همواره مقداری بالاتر از روش های متداول همچون روش سوکسله دارد (۱۹). آردهای تحت آزمون به لحاظ محتوای فیبر تفاوت معنی داری نداشتند ($P<۰/۰۵$). میزان خاکستر موجود در آردهای مختلف در سطح اطمینان ۹۵ درصد تفاوت معنی داری را نشان داد و با کاهش محتوای چربی از میزان آن کاسته شد.

آزمون های عمل کنندگی

ویژگی های عمل کنندگی چهار نوع آرد تحت بررسی در جدول ۲ آورده شده است.

1 - Ultra-Turrax®
2 - Crown
3-Emulsion Activity Index
4-Emulsion Stability Index

جدول ۱ خصوصیات شیمیایی آرد های سویا*

	پروتئین (درصد)	چربی (درصد)	فیبر (درصد)	خاکستر (درصد)
آرد بدون چربی	۴۹/۷۷ a	۳/۶۷ c	۳/۹۳ a	۶/۸۳ a
آرد برشته	۴۸/۳۸ a	۳/۷۸ c	۴/۲۰ a	۶/۶۷ a
آرد کم چرب	۴۵/۸۶ b	۱۴/۳۴ b	۳/۸۹ a	۶/۱۷ ab
آرد کامل	۳۹/۲۸ c	۲۲/۰۸ a	۴/۰۴ a	۵/۵۰ b

*حروف غیرمشابه در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی دار بین داده ها است.

جدول ۲ خصوصیات عمل کنندگی آردهای سویا

	پخش پذیری		ظرفیت نگهداری آب	ظرفیت جذب چربی	امولسیون کنندگی		کف کنندگی	
	پروتئین	مواد جامد			فعالیت	پایداری	ظرفیت	پایداری
آرد بدون چربی	۵۵/۱۰ a	۵۱/۴۵ a	۲/۱۴ a	۲/۷۳ a	۱۶/۷۵ a	۷/۷۹ a	۲۶۰/۰۰ a	۱۸۷/۰۰ a
آرد برشته	۱۰/۷۲ c	۲۹/۲۷ d	۱/۸۹ c	۲/۱۰ c	۱۵/۱۰ b	۶/۸۷ b	۱۲۸/۰۰ b	۴/۲۰ b
آرد کم چرب	۳۲/۷۱ b	۴۴/۲۸ b	۲/۰۰ b	۲/۲۷ b	۱۴/۲۹ bc	۶/۹۱ b	۱۲۱/۰۰ c	۲/۰۰ b
آرد کامل	۲۸/۷۲ b	۳۴/۸۷ c	۱/۴۷ d	۲/۱۷ c	۱۳/۰۴ c	۶/۰۴ c	۱۲۱/۰۰ c	۱/۰۰ b

*حروف غیرمشابه در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی دار بین داده ها است.

اندیس پخش پذیری پروتئین و مواد جامد قابل پخش. انـدیس PDI شاخصی است که به طور غیرمستقیم میزان تیمار حرارتی اعمال شده روی هر نوع آرد را نشان می دهد و از این رو با افـزایش دنـاتوره شدن پروتئین مقدارآن کاهش می یابد. همچنین مشخص شده اسـت که میزان PDI با خصوصیات عمل کنندگی پروتئین همبستگی دارد و با کاهش این اندیس خصوصیات عمل کنندگی نیز کـاهش مـی یابـد (۶). آردهای تهیه شده از صنعت در سطح اطمینان ۹۵ درصد اخـتلاف معنی داری با یکدیگر داشتند. آرد برشته در معرض بیشـترین حـرارت دهی قرار گرفته اسـت در حـالی کـه آرد بـدون چربـی در مقایسـه بـا سایرین کمترین حرارت را دریافـت کـرده اسـت. از آن جـا کـه هـیچ تفاوت معنی داری بین آرد کامل و آرد کم چرب وجود نداشت، تفـاوت در خصوصیات عمل کنندگی بین این دو نوع آرد با توجه بـه محتـوای چربی قابل بحث است. مواد جامد قابل پخش شاخصـی از کـل مـواد قابل پخش در آب است و از این نظـر نیـز بـین نمونـه هـای موجـود تفـاوت معنـی داری وجـود داشـت. بـا کـاهش میـزان PDI، مقـدار پروتئین های محلـول کـاهش یافـت کـه بـه نوبـه خـود بـر کـاهش پخش‌پذیری مواد جامد مؤثر بود.

ظرفیت نگهـداری آب. نتـایج اخـتلاف معنـی داری را در سـطح اطمینان ۹۵ درصد بین نمونه ها به لحاظ ظرفیت نگهداری آب نشـان داد. ظرفیـت نگهـداری آب تـابعی از پـروتئین و فیبـر موجـود در محصولات سویاست و از آن جا که میزان فیبر انـدازه گیـری شـده در محصولات تفاوت معنی داری نداشت، اثر ایـن عامـل در نظـر گرفتـه نشد (۶). از آن جا که PDI آرد کم چـرب و آرد کامـل بسـیار مشـابه بود، حضور چربی باقیمانده در آرد کامل باعـث تفـاوت معنـی داری در اندازه گیری این پارامترهـا گردیـد. حضـور چربـی (مـواد هیـدروفوب) مکان های در دسترس کمتری برای باندکردن مواد هیـدروفیل ایجـاد می کند و این امر باعث کاهش ظرفیت نگهداری آب توسط پـروتئین می گردد (۵). همچنین در مورد آرد بـدون چربـی و آرد برشـته کـه از نظر محتوای چربی تفاوت معنی داری نداشت، PDI پایین تر مسـئول مقادیر کمتر ظرفیت نگهداری آب بود. مقایسه ظرفیـت نگهـداری آب در آرد برشته و آرد کامل نشان داد که حضور چربـی تـأثیری بیشـتر از کاهش PDI داشته است.

ظرفیت جـذب چربـی. نتـایج اخـتلاف معنـی داری را در سـطح اطمینان ۹۵ درصد بین نمونه ها از نظر ظرفیت جذب چربی نشان داد. از آن جا که PDI آرد کم چرب و آرد کامل بسیار مشـابه بـود، حضـور چربی باقیمانده در آرد کامل نسـبت بـه آرد کـم چـرب باعـث تفـاوت معنی داری در اندازه گیری این پارامترها گردید. حضـور چربـی باعـث بلوکه کردن مکان های در دسترس می شـود و ظرفیـت بانـد کـردن چربی توسط پروتئین را کاهش مـی دهـد (۵). همچنـین در مـورد آرد بدون چربی و آرد برشته که محتوای چربی تفاوت معنی داری نداشت، PDI پایین تر مسئول مقادیر کمتر جذب چربی بود. مقایسـه ظرفیـت جذب چربی در آرد برشته و آرد کامل نشان داد که نقش منفـی چربـی مشابه تأثیر PDI پایین بود. چنانچه در این آزمون محتوای چربی کـل را به صورت مجموع محتوای چربی هر نوع آرد و میزان ظرفیت جذب چربی در نظر بگیریم این حقیقت کـاملاً مشـهود اسـت کـه محتـوای چربی کل متناسب با اندیس PDI تغییر کرده است. در واقع با کـاهش

اندیس PDI محتوای چربی کل نیز کاهش یافته و در مورد آرد کم چرب و آرد کامل که مقدار این اندیس مشابه بود، محتوای چربی کل نیز تقریباً یکسان بدست می آید.

خصوصیات کف کنندگی. مقایسه میانگین نتایج آزمون کف کنندگی در سطح اطمینان ۹۵ درصد نشان داد که آرد های تحت آزمون تفاوت معنی داری از نظر کف کنندگی داشتند. ظرفیت کف کنندگی اندازه گیری ماکزیمم کف تولید شده توسط یک محلول است در حالی که پایداری کف مقاومت کف نسبت به از بین رفتن را نشان می دهد.[۱۱،۱۲] حضور چربی به طور معنی داری ظرفیت و پایداری کف را کاهش داد. لیپیدها در مقایسه با پروتئین ها با سرعت بیشتری جذب سطح مشترک هوا/ آب می شوند و از جذب سطحی پروتئین ها حین تولید کف جلوگیری می کنند. از آن جا که فیلم لیپیدی تولیدی فاقد خصوصیات ویسکوالاستیک و چسبندگی مورد نیاز برای تحمل فشار داخلی حباب کف است، حباب های بزرگی ایجاد می شود که حین فرآیند ایجاد کف به سرعت از بین می روند. این امر دلیل احتمالی کاهش معنی دار خصوصیات کف کنندگی با افزایش محتوای چربی است. به علاوه دناتوراسیون حرارتی جزئی باعث بهبود خصوصیات کف کنندگی پروتئین می شود در حالی که حرارت دهی بیش از حد این پارامتر را کاهش می دهد (۳). آرد برشته به دلیل PDI پایین تر مقادیر کمتری را نسبت به آرد بدون چربی نشان داد. طبق نظر فنما گرچه دناتوراسیون حرارتی جزئی باعث بهبود خصوصیات کف کنندگی پروتئین می شود، اما حرارت دهی بیش از حد این پارامتر را کاهش می دهد. گرچه تفاوت معنی داری بین نتایج آرد کم چرب و آرد کامل مشاهده نشد، اما مقایسه مقادیر آرد کم چرب و آرد بدون چربی نشان داد که کاهش ایجاد شده توسط چربی بیشتر از PDI بوده است. از آن جا که تفاوت معنی داری بین نتایج حاصل از آرد کم چرب یا آرد کامل با آرد برشته وجود نداشت، می توان گفت که نقش منفی حضور چربی مشابه تأثیر شاخص PDI در آرد برشته بوده است.

خصوصیات امولسیون کنندگی. EAI اندازه گیری سطح تماسی است که به ازای واحد وزن پروتئین پایدار شده است در حالی که ESI اندازه گیری مقاومت امولسیون نسبت به شکستن است (۱۰). از نظر امولسیون کنندگی (ظرفیت و پایداری) اختلاف معنی داری بین نمونه ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد وجود داشت. همان طور که قبلاً ذکر شد باقیمانده چربی موجود، مکان هایی که معمولاً برای باند کردن مواد هیدروفوب در دسترس است را بلوکه می کند؛ این امر باعث کاهش هیدروفوبیسیته سطحی می شود که به طور متداول برای تشکیل امولسیون امری ضروری است. نتایج نشان داد که گرچه PDI باعث کاهش امولسیون کنندگی شده است اما تأثیر چربی بسیار بیشتر بوده است.

نتیجه گیری

آرد بدون چربی سویا در تمام موارد دارای بالاترین خصوصیات عمل کنندگی بود اما حضور چربی یا تیمار حرارتی ناشی از برشته کردن از مقدار این پارامترها می کاست. این نوع آرد دارای بالاترین میزان فعالیت بازدارنده تریپسین است که کاربرد آن در محصولاتی که تحت تأثیر تیمار حرارتی کافی قرار نمی گیرند را محدود می سازد. اثر چربی بر کاهش ظرفیت نگهداری آب، جذب چربی، امولسیون کنندگی و ظرفیت کف کنندگی بیش از تأثیر PDI بود. در این تحقیق خصوصیات عمل کنندگی آردهای سویا در حالت پایه مورد بررسی قرار گرفت و امکان کاربرد این محصولات پروتئینی در سیستم های غذایی مستلزم تحقیقات بیشتر است.

منابع

1- AACC, 1983, Approved Method of Am. Assn. of Cereal Chemistry.
2- AOAC, 2002, Official Methods of Analysis from Official Analytical Chemists.
3- Fenema, O. R., 1996, Food Chemistry. Marcel Dekker Inc., New York. 383-385.
4- Hojilla-Evangelista, M.P., Sessa, D. J. & Mohamed, A., 2004, Functional properties of soybean and lupin protein concentrates produced by utrafiltration-diafiltration. Journal of American Oil Chemist' Society, 81, 1153-1157.
5- Heywood, A.A., Myers, D.J., Baiely, T.B. and Johnson, L.A., 2002, Functional properties of low fat soy flour produced by an extrusion-expelling system. Journal of American Oil Chemist' Society, 79(12), 1249-1253.
6- Kinsella, J., 1979, Functional properties of soy proteins. Journal of American Oil Chemist' Society, 56, 242-258.
7- Kumar, R., Choudhory, V., Mishra, S., Varma, I. K. & Mattiason, B., 2002, Adhesives and plastics based on soy protein products. Industrial Crops and Products, 16, 155-172.
8- Lin, M.J.Y., Humbert, E.S. & Sosulski, F.W., 1974, Certain functional properties of sunflower meal products. Journal of Food Science, 39, 368–370.
9- Liu, K., 2004, Soybean as functional foods and ingredients. American Oil Chemist' Society press, U.S.A.
10- Milligan, E.D. & Suriano, G. F., 1974, System for production of high and low protein dispersibility index edible extracted soybean flakes. Journal of American Oil Chemist' Society, 51, 158-161.

11- Morr, C.V., 1990, Current status of soy protein functionality in food systems. Journal of American Oil Chemist' Society, 67(5), 265-271.
12- Morr, C.V., German, B., Kinsella, J.E., Regenstein, J.M., Van Buren, J.P., Kilara, A., Lewis, B.A. & Mangino, M.E., 1985, A collaborative study to develop a standardized food protein solubility procedure. Journal of Food Science, 50,1715–1718.
13- Nelson, A.I., Wijeratne, W.B., Yeh, S.W., Wei, T.M. & Wei, L.S., 1987, Dry extrusion as an aid to mechanical expelling of oil from soybean. Journal of the American Oil Chemists' Society, 64(9), 1341-1347.
14- Pearce, K.N. & Kinsella, J.E., 1978, Emulsifying properties of proteins: evaluation of a turbidimetric technique. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 26(3), 716–723.
15- Pringle, W., 1974, Full fat soy flour. Journal of American Oil Chemist' Society, 51, 74-76.
16- Singh, P., Kumar, R., Sabapathy, S.N. & Bawa. S., 2008, Functional and edible uses of soy protein products. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 7(1), 14-28.
17- Statistical Analysis System, 2002-2003, SAS Institute, Cary, NC, USA.
18- Stauffer, C.E., 2006, Soy protein in baking, http://www.asasea.com.
19- Wang, H., Johnson, L.A. & Wang, T., 2004, Preparation of soy protein concentrate and isolate from extruded-expelled soybean meals. Journal of American Oil Chemist' Society, 81, 713-717.