بررسی خواص عملکردی کنسانتره‌ی پروتئین نخود استخراج شده با استفاده از تکنیک رسوب در نقطه‌ی ایزوالکتریک

سیدمحمد مشکانی[1*]، زهرا پورفلاح[1]، حامد رضا بهشتی[2]، جواد فیضی[2]

[1] دانش آموخته ی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی،دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سبزوار، سبزوار، ایران
[2] آزمایشگاه کنترل کیفی تستا، مشهد، ایران

تاریخ دریافت: 1391/2/20 تاریخ پذیرش: 1391/4/20

چکیده

در این مطالعه از روش رسوب ایزوالکتریک(IEP) جهت استخراج پروتئین از دو تیپ نخود دسی(واریته کاکا) و کابلی(واریته ILC-6262) استفاده شد. به این جهت از pH:9.5 و نسبت 1 به 10 (پودر نخود/آب) در دمای 25 درجه‌ی سانتیگراد برای نخودها استفاده شد. محتوای پروتئین برای نخود دسی 0/24±20/52 و برای کابلی 0/15±16/71 w/w بود. استخراج پروتئین در فرآیند رسوب ایزوالکتریک ٪62/7-73/7 w/w بود. میزان حلالیت پروتئین نخود در pHهای مختلف مورد بررسی قرار گرفت که نتایج برای هر دو کنسانتره بیش ترین حلالیت را در محدوده‌ی 3-1 و10-7 نشان داد و در pH:4-6 کم ترین میزان حلالیت مشاهده شد. همچنین، نتایج ظرفیت نگه داری آب(WHC) نشان داد که محدوده ای بین(ml/g)3/3-3/1 داشت. در خصوصیت امولسیفایری پروتئین بین دو نخود اختلاف معنی داری مشاهده نشد($P<0.05$). نتایج برای خصوصیت کف دهندگی نشان داد که محدوده ای بین 103-106 درصد داشت و نیز نشان داد که پروتئین‌های نخود ظرفیت مناسبی برای تشکیل ژل دارند.

واژه‌های کلیدی: نخود، دسی و کابلی، کنسانتره‌ی پروتئینی، خواص عملکردی، نقطه‌ی ایزوالکتریک.

* مسوول مکاتبه: *m.meshkani@gmail.com*

Archive of SID
www.SID.ir

1- مقدمه

نخودChickpea با نام علمی *Cicer arietinum* گیاهی است یکساله که بلندی بوته‌ی آن به حدود 30 سانتی‌متر می‌رسد. ساقه‌ی این گیاه، پوشیده از تارهای غده ای است. برگ‌های آن مرکب از 13 تا 17 برگچه‌ی کوچک و دندانه دار می‌باشد. گل‌های آن، سفید رنگ مایل به قرمز یا آبی به طورتک تک بر روی ساقه قرار دارد. میوه‌ی آن به صورت نیام و غلاف آن کوچک، متورم و نوک تیز به طول 2 تا 3 سانتیمتر است که در آن، یک دانه نخود به رنگ زرد تا سیاه قرار دارد و بر این اساس در دو گونه کلی تقسیم بندی می گردد که نوع دسی، ظاهری چروکیده و تیره رنگ بوده از قهوه ای تا سیاه می باشد و نوع کابلی درشت بوده و ظاهری صاف و بدون چروکیدگی (البته نوع دیم آن ظاهری چروکیده دارد)و رنگ کرم تا زرد بسته به منطقه‌ی کشت و شرایط آب و هوایی و واریته‌ی آن دارد(2و3).

نخود از مهم ترین حبوبات می‌باشند به طوری که 64 در صد سطح زیر کشت حبوبات در ایران چیزی در حدود 751706 هکتار را به خود اختصاص داده است. نخود در بین سایر محصولات از نظر سطح زیر کشت دارای سومین رتبه در کشور می‌باشد که کشور ایران به لحاظ سطح زیر کشت این محصول، چهارمین رتبه را در دنیا به خود اختصاص داده است .عملکرد گیاه نخود حدود 358کیلوگرم در هکتار می‌باشد که نسبت به میانگین عملکرد جهانی780 کیلو گرم در هکتار و کشورهای مهم تولید کننده نخود بسیار پایین می‌باشد(1، 3، 24 و 25).

در فرآیند تهیه‌ی فراکسیون پروتئین با استفاده از تکنیک رسوب بر پایه نقطه‌ی ایزوالکتریک در کنار استخراج حداقل 65 درصدی پروتئین، کیفیت آن نیز تا حد زیادی حفظ گردید. در این تحقیق از استخراج قلیایی و ترسیب ایزو الکتریک که اساساً برای تهیه‌ی کنسانتره با درجه‌ی خلوص بالا (بیش تر از70 درصد) استفاده می شود بررسی گردید(16). از دلایل استفاده از تکنیک ترسیب بر پایه‌ی نقطه‌ی ایزوالکتریک این بود که این روش می تواند به طور مؤثری برخی از اجزای ضد تغذیه ای را حذف کند(21). برای مثال از فاکتورهای ضد تغذیه ای در بقولات همچون نخود فرنگی ، نخود و عدس می توان به مهارکننده‌ی پروتئاز و آمیلاز، لکتین وپلی فنل‌ها اشاره کرد (27). در این راستا و در پژوهشی دیگر در فرآیند استخراج ایزوله‌ی پروتئینی سویا غلظت مهار کننده‌ی تریپسین تا 70 درصد کاهش گزارش شد(28).

پروتئین‌های اصلی بنیادی در بقولات گلوبولین‌ها و آلبومین‌ها هستند . گلوبولین‌ها تقریباً 70 درصد پروتئین دانه‌های بقولات از جمله نخود که شامل پروتئین‌های 7S,11S,15Sمی شوند را تشکیل می دهند(14) . این پروتئین‌ها دارای حلالیت حداقل در pHهایی بین 4 تا 5 (نقطه‌ی ایزوالکتریکشان) هستند. با استفاده از pHهای متفاوت در انحلال پذیری پروتئین‌ها و با استفاده از تکنیک فیلتراسیون در نقطه‌ی ایزوالکتریک می توان کنسانتره‌ی پروتئین تغلیظ شده با درجه‌ی خلوص مختلف به دست آورد. از خواص کاربردی مهم پروتئین‌ها در فرآیندهای غذایی می توان به حلالیت و ظرفیت نگه داری آب، ظرفیت اتصال چربی، خاصیت امولسیفایری، ظرفیت تولید کف و تولید ژل اشاره کرد. این خواص به طور مستقیم بر بافت غذا و خواص حسی آن مؤثر بوده و به عنوان یک عامل مناسب می توانند در محصولاتی مانند شیرینی‌ها، نوشیدنی‌ها، چاشنی‌ها و محصولات گوشتی استفاده گردد. همچنین، مشکانی و همکاران،1389 نشان دادند که ایزوله‌ی پروتئین حاصل از نخود توانایی مطلوبی در تهیه‌ی فیلم خوراکی بر پایه‌ی پروتئین گیاهی همراه با ویژگی‌های نوری مطلوب داشت(3).

در این مطالعه به بررسی نتایج ترسیب ایزو الکتریک پروتئین دو تیپ نخود دسی واریته‌ی کاکا و کابلی واریته‌ی ILC-6262 پرداخته شد و خصوصیات عملکردی پروتئین‌های استخراج شده شامل حلالیت، خصوصیت امولسیون کنندگی، نگه داری آب، جذب چربی و خصوصیت کف کنندگی و تشکیل ژل مورد ارزیابی قرار گرفت.

2- مواد و روش‌ها

2-1- مواد و تجهیزات

نخود دسی واریته‌ی کاکا و کابلی واریته‌ی ILC-6262 از شرکت خدمات حمایتی کشاورزی مشهد و نیشابور تهیه

Archive of SID

www.SID.ir

گردید. دستگاه‌های مورد استفاده در این تحقیق، شامل دستگاه اندازه گیری پروتئین فود آلیت ساخت شرکت اومنی لب[1] ساخت آلمان، پ‌هاش متر اینو لب 740[2] ساخت آلمان، دستگاه اندازه گیری رطوبت مادون قرمز سارتوریوس[3] ساخت آلمان، کوره‌ی الکتریکی نابرترم مدل بی 170[4] ساخت آلمان، ترازوی 0/0001 سارتریوس[5] ساخت آلمان، سانتریفوژ سیگما[6] ساخت آلمان، هموژنایزر آی کا[7] ساخت آلمان بود، اسپکتروفتومتر یو وی شیمادزو[8] ساخت کشورژاپن و تمام مواد و ترکیبات شیمیایی مورد استفاده از شرکت مرک آلمان با درجه‌ی خلوص شیمیایی بالا خریداری گردیدند.

2-2- آسیاب دانه‌ها

دانه‌های نخود هر کدام جداگانه در آسیاب آزمایشگاهی آسیاب شدند. سپس با استفاده از یک الک با مش 70 عملیات غربال و یکسان سازی ذرات انجام شد. سپس در ظروف درب دار تا زمان استفاده نگه داری شدند.

2-3- استخراج پروتئین

در این مطالعه برای استخراج پروتئین از نخودهای دسی و کابلی از روش رسوب بر پایه‌ی نقطه‌ی ایزوالکتریک استفاده گردید. در این مطالعه برای رسوب ایزوالکتریک شرایط استخراج اپتیمم pH برابر با 9 و با نسبت 1 به 10 آرد نخود/آب مقطر در 25 درجه‌ی سانتیگراد و نقطه ایزوالکتریک 4/5 در مرحله بعدی و برای هر دو نخود دسی و کابلی مورد استفاده قرار گرفت. نمای شماتیک تهیه‌ی کنسانتره‌ی پروتئین نخود به روش رسوب ایزوالکتریک در شکل 1 آورده شده است.

شکل 1-شماتیک تهیه‌ی پروتئین نخود به روش ایزوالکتریک

2-4- خصوصیات فیزیکوشیمیایی و عملکردی

2-4-1- آنالیز شیمیایی

میزان پروتئین به وسیله‌ی آزمون کجلدال و توسط دستگاه اتوماتیک فود آلیت تعیین شد. این دستگاه، شامل سه بخش کلی بود: بخش اول، عمل هضم با اسید سولفوریک غلیظ و کاتالیزور انجام می دهد و دستگاه تقطیر و تیتراسیون که کاملاً اتوماتیک می باشد. میزان چربی هم با استفاده از دستگاه سوکسله‌ی اتوماتیک برطبق AACC, 2003a تعیین شد(5). رطوبت هم به وسیله‌ی خشک کردن نمونه در دستگاه سارتریوس آی آر در دمای 105 درجه‌ی سانتیگراد تعیین گردید(4) و میزان خاکستر برطبق AACC, 2003b محاسبه شد(6).

2-4-2- خواص عملکردی

2-4-2-1- حلالیت پروتئین

اندیس حلالیت پروتئین در pHهای مختلف از نسبت 1 به 10 برطبق روش اصلاح شده بتچارت (1974) اندازه

1- Food ALYT IR1200P, OMNILAB
2 -Inolab 740
3 -Sartorius MA 100 IR
4 -Nabertherm, Controller B 170
5 -Sartorius CP 3245
6 -Sigma
7 -IKA EURO-ST P
8 -SHIMADZU, UV-1700

Archive of SID
www.SID.ir

گیری شد(9). به طور خلاصه‌ی 100 میلی گرم از پروتئین به دست آمده در 10 میلی لیتر از آب مخلوط شد و pH آن توسط محلول اسید کلریدریک 0/1 نرمال و هیدروکسید سدیم 0/1 نرمال در محدوده‌های مختلف تنظیم گردید. مخلوط برای 30 دقیقه هم زده شد و سپس به مدت 30 دقیقه در سانتریفوژ 4000 g قرار داده شد. میزان پروتئین شناور (آبگریز) به وسیله‌ی روش برادفورد 1976 تعیین گردید(10). بدین صورت که میزان پروتئین محلول را از کل پروتئین‌ها ی نمونه‌ی ابتدایی محاسبه می کند. میزان حلالیت، توسط میانگین حلالیت پروتئین‌ها در pHهای مختلف در سه بار تکرار روی نمونه‌ها تعیین گردید(11).

2-4-2-2- ظرفیت جذب چربی

ظرفیت جذب چربی در سه بار تکرار با استفاده از روش لین و هومبرت (1974) تعیین شد(19). مقداری نمونه حدود 2 گرم با 12 میلی لیتر از روغن ذرت در داخل یک لوله مدرج به مدت یک دقیقه مخلوط و سانتریفوژ شد، پس از سانتریفوژ در 4000 g برای 30 دقیقه، قسمت شناور جدا شد و مجدد توزین گردید با توجه به فرمول(1) میزان FAC% تعیین شد :

$$\%FAC = 100 \times \frac{\text{وزن روغن جذب شده توسط نمونه}}{\text{وزن نمونه}} \qquad (1)$$

2-4-2-3- ظرفیت نگه داری آب

ظرفیت نگه داری آب در سه تکرار برطبق روش AACC, 2000c اصلاح شده انجام شد(7). ظرفیت نگه داری آب در پودر پروتئین بر اساس میزان حداکثر جذب و حفظ آب توسط شبکه پروتئین تا حد اشباع آن اندازه گیری شد به طوری که پس از آن اضافه نمودن آب به نمونه‌ی اشباع شده دیگر تاثیری نداشت. پس از این عمل، نمونه‌های آبدار به وسیله‌ی سانتریفوژ با سرعت پائین 2000 g جداسازی شد و قسمت شناور را حذف گردید. سپس، رسوب به دقت توزین شد. میزان جذب آب توسط یک گرم از پروتئین استخراجی ظرفیت نگه داری آب را نشان داد.

2-4-2-4- خاصیت امولسیون کنندگی

جهت تعیین خاصیت امولسیون کنندگی 1/5 میلی لیتر از روغن ذرت به 4/5 میلی لیتر از محلول پروتئین 0/5 درصد وزنی حجمی در بافر فسفات 0/01 مولار (pH:7) اضافه شد. سپس، مخلوط در 20000 دور بر دقیقه در دمای اتاق برای مدت زمان یک دقیقه با هموژنایزر، هموژن گردید. 2/5 میلی لیتر از امولسیون جداشده از قسمت زیرین در زمان‌های مختلف و با 50 میلی لیتر از محلول سولفات سدیم[1] 0/1 درصد رقیق گردید. سپس، میزان رقت امولسیون تشکیل شده در یک طول موج ثابت 500 نانومتر و بوسیله اسپکتروفتومتر UV–Visible تعیین گردید. شاخص فعالیت امولسیفایری[2] و شاخص پایداری امولسیفایر[3] امولسیفایر[3] محاسبه شد(فرمول 2 و 3)(11). همه آنالیزها در در سه تکرار انجام شد.

$$EAI(m^2/g) = \frac{2 \times 2.303 \times A_0 \times N}{c \times \varphi \times 10^4} \qquad (2)$$

$$ESI(min) = \frac{A_0}{\Delta A} \times t \qquad (3)$$

در این فرمول‌ها، A_0 میزان جذب محلول امولسیفایری بعد از هموژن کردن، N فاکتور رقیق سازی(×150)، c وزن حجمی پروتئین افزوده به محلول(g/ml)، φ حجم فراکسیون روغن در امولسیون، ΔA اختلاف جذب بین زمان 0 و 10 دقیقه(A_0-A_{10})، t مدت زمان (10 دقیقه) بود.

2-4-2-5- خاصیت کف زایی

این خاصیت نیز با سه تکرار و با استفاده از روش آچوری و همکاران (2005) پروتئین استخراج شده نخود در محلول بافرفسفات 0/01 مولار با pH:7 با همزدن به مدت 10 دقیقه و تا رسیدن به غلظت پایانی 0/5 درصد وزنی حجمی تعیین شد. محلول‌ها با حجم 15 میلی لیتر پس از سرد کردن در یخچال به دستگاه همزن (هموژنایزر) منتقل شد و عمل هموژن کردن تا زمانی که فالکون یا محفظه (با حجم 55

1- Sodium dodecyl sulfate solution
2- Emulsifying activity index(EAI)
3- Emulsifying stability index(ESI)

Archive of SID

www.SID.ir

میلی لیتر) با کف پر شد ادامه‌یافت. این در حالی بود که حجم محلول پروتئین در محفظه همزن در اثر عملیات همزدن افزایش یافت. زمان لازم برای تشکیل 55 میلی لیتر کف و حجم محلول پروتئینی افزوده شده ثبت شد. پس از 5 دقیقه حجم مایع باقی مانده در انتهای فالکون ناشی از ایجاد کف نیز مورد توجه قرار گرفت. خاصیت کف زایی (شاخص فعالیت کف[1]– درصد گاز محصور شده در 55 میلی لیتر کف؛ شاخص مقاومت کف[2] - درصد مایع باقیمانده در کف پس از 5 دقیقه و درصد کف ایجاد شده[3]) بررسی شد.

2-4-2-6- خاصیت ژل دهندگی

کم ترین غلظت پروتئین‌های استخراج شده از نخودها برای تشکیل ژل بر طبق روش ساته و سالونخه (1981) تعیین گردید(26). سوسپانسیون‌های مختلف از پروتئین نخود (2-18٪ وزنی/حجمی) در لوله‌های آزمایش مختلف حاوی 5 میلی لیتر آب مقطر 2 بار تقطیر تهیه شد. نمونه‌ها در دمای 100 درجه‌ی سانتیگراد در حمام آب برای 60 دقیقه همزده شدند. لوله‌ها بلافاصله در زیر شیر آب سرد شدند و این فرآیند سرد کردن به مدت 12 ساعت در دمای 4 درجه‌ی سانتیگراد در یخچال ادامه‌یافت و پس از این مدت سوسپانسیون‌ها در داخل لوله وارونه فرم ژل را ایجاد کردند. ژل محکم حالتی از ژل در نظر گرفته شد به طوری که وقتی لوله‌ی آزمایش وارونه شد مانع از جاری شدن سوسپانسیون گردید. ژل ضعیف هم طوری فرض شد که‌یک فرم نیمه جامد را در حالت وارونه از خود نشان می داد و در نهایت کم ترین میزان ژل دهندگی[4](ژلی مناسب همراه با مقاومتی مطلوب و با کم ترین میزان استفاده از پروتئین) مورد بررسی قرار گرفت. همه آنالیزها در حداقل سه تکرار انجام گردید.

2-4-3- آنالیز آماری

آنالیز آماری روی داده‌های حاصل از ترسیب ایزوالکتریک پروتئین نخودها و آزمون‌های صورت گرفته مانند ظرفیت نگه داری آب، ظرفیت جذب چربی، میزان کف دهندگی، امولسیون کنندگی و تشکیل ژل توسط نرم افزار SPSS v16 و نتایج با آنالیز واریانس[5] داده‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

3- نتایج

3-1- پودر پروتئین استخراج شده از نخود

میزان پروتئین نخود دسی 20/52±0/24 و برای کابلی 16/71±0/15 w/w درصد بود(جدول 1). میزان چربی، خاکستر و کربوهیدرات هم در جدول 1 آورده شده است.

جدول 1- ترکیبات نخودهای دسی و کابلی

٪ ترکیبات	نخود دسی	نخود کابلی
رطوبت	9/26±0/04	12/2±0/2
پروتئین(مبنای مرطوب)	20/52±0/24	16/71±0/15
خاکستر	3/04±0/01	2/76±0/01
چربی	5/23±0/15	7/34±0/54
کربوهیدرات	60/8	60/1

نتایج حاصل از فرآیند ترسیب ایزوالکتریک نشان داد که میزان درصد پروتئین استخراج شده برای نخود دسی 73/6±0/1 و برای نخود کابلی 63/95±1/25 درصد وزنی/وزنی(جدول2) بود. در این مطالعه، پودر نخود کابلی کم ترین میزان پروتئین (16/71±0/15٪) اما بیش ترین میزان خلوص کنسانتره‌ی پروتئین(69/1) را داشت(جدول 2). نتایج، نشان داد که پروتئین استخراج شده در مقایسه با گزارش‌هایی که برای فرآیند تولید کنسانتره‌ی پروتئین‌های گیاهی که با این تکنیک حاصل شده مطابقت دارد(12،23).

جدول 2- خلوص و درصد پروتئین استخراجی از انواع نخود

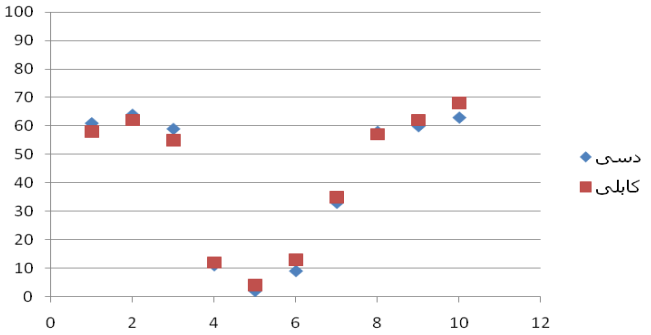
نمونه	درصد پروتئین(مبنای خشک)	خلوص
نخود دسی	73/6±0/1	53/7
نخود کابلی	63/95±1/25	69/1

1- Foam activity index(FAI)
2- Foam stability index(FSI)
3- Foam expansion(FE)
4- Least gelling concentration(LGC)
5- ANOVA

Archive of SID
www.SID.ir

3-2- حلالیت

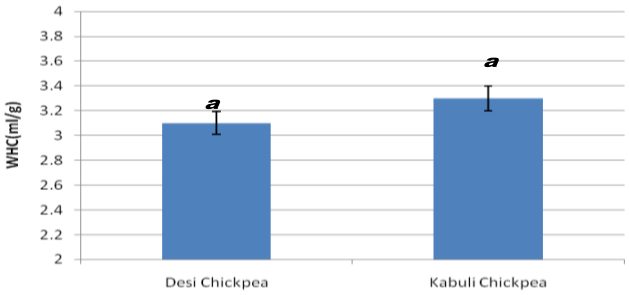
از آن جایی که حلالیت پروتئین بخصوص پروتئین نخود روی کاربرد آن در صنعت غذا موثر است به همین جهت حلالیت آن دارای اهمیت بسیار زیادی می باشد. به عنوان مثال حل شدن پروتئین در نوشابه‌های اسیدی به قصد بالا بردن ارزش غذایی آن یکی از اهداف صنعت نوشیدنی‌های پروتئینی می باشد. به این جهت، تعیین حلالیت این کنسانتره‌های پروتئینی در pHهای بین 10-1 مورد بررسی قرار گرفت(شکل2). به طور کلی برای هر دو کنسانتره بیش ترین حلالیت در pH با محدوده 3-1و 10-7 مشاهده شد. بیش ترین حلالیت را pH اسیدی ایجاد کرد و به این جهت انتخاب مناسبی برای استفاده درنوشیدنی‌های اسیدی می تواند باشد. مشاهدات مشابه مطالعات انجام شده توسط دیگر پژوهشگران بود به طوری که آن‌ها نیز حلالیت ایزوله‌های پروتئینی تهیه شده ازبقولات مختلف(شامل نخود فرنگی و لوبیا و نخود) را در pH:4-6 کم تر و در pH:8-9 بررسی کرده و به نتایج یکسان رسیدند(13،15). همچنین، نتایج روی مقایسه‌ی نحوه‌ی حلالیت نشان داد که میزان حل پذیری پروتئین نخود کابلی بسیار شبیه پروتئین نخود دسی می باشد.



شکل 2-حلالیت پروتئین نخودهای دسی و کابلی در pHهای مختلف

3-3- ظرفیت نگه داری آب

ظرفیت نگه داری آب برای کنسانتره‌های پروتئینی نخود دسی 3/1 و نخود کابلی 3/3 میلی لیتر در گرم بود. این مقدار به طور یکسان برای دیگر کنسانتره‌های پروتئینی و ایزوله‌های ساخته شده از بقولات شامل برخی پروتئین‌های سویا گزارش شده است که در تحقیق حاضر نیز مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت(13، 17، 18، 22، 29). کنسانتره‌ی تولیدی نخود کابلی تقریباً ظرفیت نگه داری بالایی نسبت به دسی داشت (شکل 3) ، اما اختلاف معناداری یافت نشد.



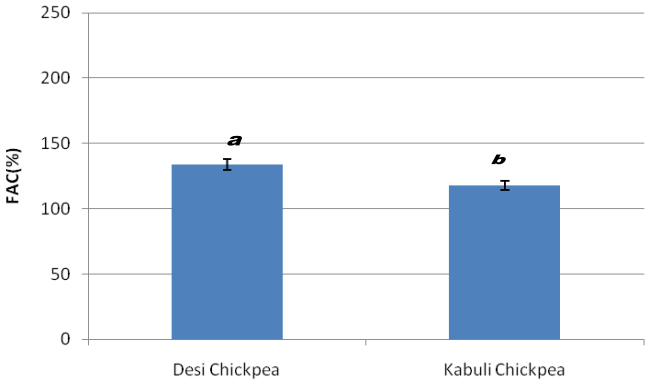
شکل 3- مقایسه‌ی ظرفیت نگه داری آب دو نوع نخود دسی و کابلی($P<0.05$)

3-4- ظرفیت جذب چربی

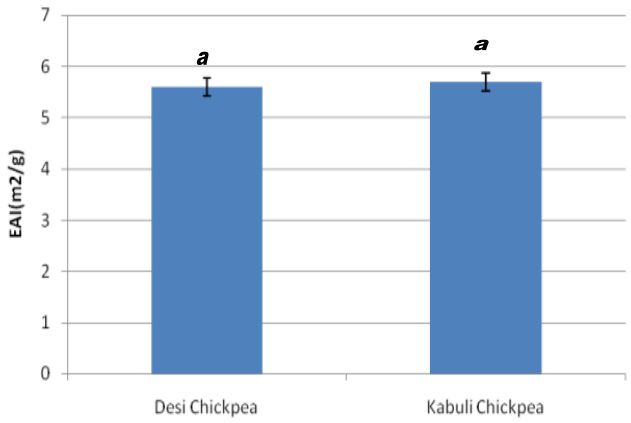
بر طبق نتایج که در شکل 4 آورده شده است نخود دسی به طور معناداری نسبت به نوع کابلی ظرفیت جذب چربی بالاتری داشت($p<0.05$). بر این اساس، نتایج به دست آمده سایر مطالعات پیشین مقایسه شد. پاریدس لوپز و کوورکر (1991) ظرفیت جذب چربی را برای ایزوله پروتئینی نخود و انواع سویا تهیه شده توسط ترسیب ایزوالکتریک گزارش کردند آن‌ها ظرفیت اتصال چربی را برای ایزوله‌های پروتئین نخود 170 درصد به دست آورده بودند. این فاکتور برای ایزوله‌ی پروتئینی سویا 190 درصد حاصل شد. دیگر گزارش‌ها برای سویا نیز محدوده ای بین 261-254 درصد عنوان شد(29). اختلاف در ظرفیت جذب چربی می تواند به خاطر نوع تیپ(دسی و کابلی) و واریته و یا شرایط فرآیند ایجاد شود.

Archive of SID

www.SID.ir



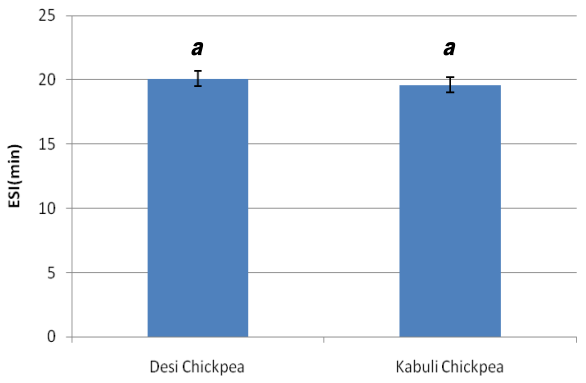
شکل 4-مقایسه‌ی ظرفیت جذب چربی دو نوع نخود($P<0.05$)



شکل 5-مقایسه‌ی فعالیت امولسیفایری دو نوع نخود دسی و کابلی($P<0.05$)

3-5- خاصیت امولسیفایری

خاصیت امولسیفایری پروتئین‌های حبوبات به وسیله فعالیت امولسیفایری (EAI) و شاخص پایداری امولسیفایری (ESI) مورد بررسی قرار گرفت. EAI ظرفیت پروتئین را در کمک به تشکیل و تثبیت ایجاد امولسیون نشان می دهد در حالیکه ESI یک معیار سنجش برای تعیین توانایی پروتئین در ایجاد مقاومت ساختار امولسیونی در یک دوره‌ی زمانی مشخص را فراهم می کند(20)(اشکال 5 و 6). به طور معمول، خصوصیات امولسیفایری به وسیله‌ی فرآیند همزدن کنسانتره‌های پروتئینی ایجاد می شود. گذشته از این، هیچ اختلاف معناداری در خصوصیات امولسیفایری واریته‌های مختلف نخود مشاهده نشد($P<0.05$). کنسانتره‌های پروتئینی نخودهای دسی و کابلی تقریباً خصوصیت امولسیفایری یکسان را نشان دادند. دیگر مطالعات روی خصوصیات امولسیفایری پروتئین‌های سایر بقولات در دماهای مختلف نیز مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این مطالعات، نشان داد که دناتوره شدن پروتئین، نقش مهمی را در خاصیت امولسیفایری پروتئین‌های حبوبات ایفا می کند و امکان دارد که نتایج و گزارش‌های مختلفی در مطالعات دیگر به دست آمده باشد. فورمیستر و موزر (2003) شاخص فعالیت امولسیفایری را برای سویا 18/6 m^2/g گزارش کردند در حالی که وانگ و کوورکر(2008) و ال هوکین و کوورکر(2006) به ترتیب میزان 11 و 45 m^2/g را گزارش کردند(18).



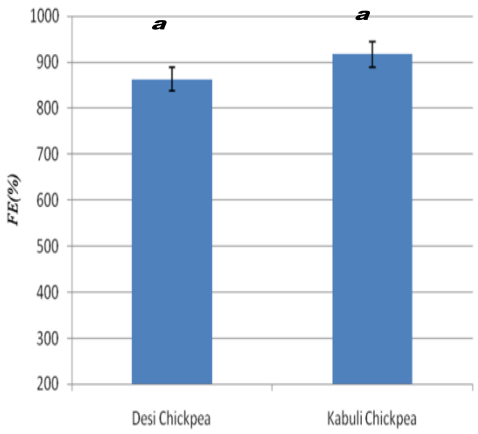
شکل 6- مقایسه‌ی شاخص پایداری امولسیفایری دو نوع نخود دسی و کابلی($P<0.05$)

3-6- خصوصیات کف کنندگی

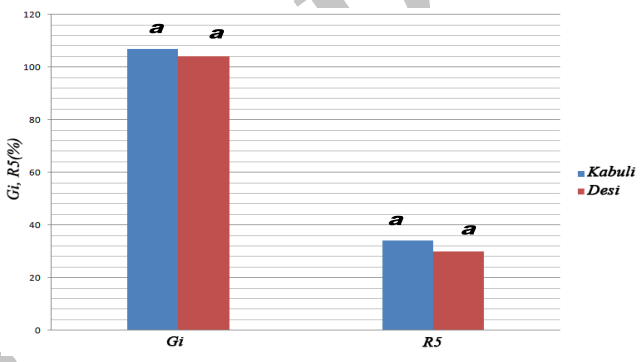
خصوصیات کف برای دو نوع نخود در شکل‌های 7 و 8 نشان داده شده است که به طور کلی اختلاف معناداری وجود نداشت($P<0.05$). ارزش Gi(درصد گاز محبوس شده) در کنسانتره‌ی نخودها نشانه ای از ظرفیت کف دهندگی است که برای دسی 103 و برای کابلی 106 درصد بود. همچنین، حفظ مایع در کف ایجاد شده در مدت 5 دقیقه (R5)، که نشان دهنده‌ی پایداری کف است برای نخود دسی و کابلی به ترتیب 29٪ و 33٪ و درصد کف(FE) نیز به ترتیب برای نخود دسی و کابلی 865٪ و 923٪ بود.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل 7- مقایسه‌ی درصد کف تولیدی دو نوع نخود دسی و کابلی($P<0.05$)



شکل 8- مقایسه‌ی پایداری کف تولیدی و درصد گاز محبوس شده دو نوع نخود دسی و کابلی($P<0.05$)

جدول 3-خصوصیات ژل دهندگی دو نوع نخود دسی و کابلی با درصد خلوص‌های مختلف

	درصد خلوص کنسانتره ی پروتئینی (درصد وزنی/وزنی)								
	2	4	6	8	10	12	14	16	18
نخود دسی	*	*	*	*	**	**	***	****	****
نخود کابلی	*	*	*	*	**	***	****	****	****

راهنما : * عدم تشکیل ژل، **ژل ضعیف، *** کمترین میزان ژل مطلوب(LGC)، **** ژل سخت.

3-7- خصوصیات ژل دهندگی

توانایی پروتئین‌ها در تشکیل ژل در اثر حرارت یک خاصیت اصلی مهم در فرآیند و فرمولاسیون غذا محسوب می شود. ژلاتینه شدن هنگامی رخ می دهد که پروتئین در فرم شبکه سه بعدی در مقابل جاری شدن در فشار کم مقاومت کند. کم ترین غلظت ژل دهندگی مطلوب LGC اغلب به عنوان یک شاخص در ظرفیت ژل دهندگی غذاهای پروتئینی محسوب می شود. در جدول 3 به طور خلاصه خصوصیات ژل دهندگی کنسانتره‌ی پروتئینی نخودها آورده شده است. یافته‌ها با پاپالامپور و همکاران (2009) مطابقت داشت(23).

4- نتیجه گیری

به طورکلی، کنسانتره‌ی پروتئین نخود دارای خصوصیات متعددی است و قابلیت‌های بالایی در نگه داری و حفظ آب و تشکیل ژل دارد و همچنین به دلیل حلالیت مطلوب در شرایط اسیدی می تواند به عنوان یک ترکیب مناسب در نوشیدنی‌های دارای ماهیت اسیدی همراه با حفظ شفافیت و حداقل کدورت استفاده شود. همچنین در تحقیقات دیگر روی فیلم خوراکی نیز مشخص شد که این پروتئین توانایی تشکیل فیلمی شفاف و مناسب را داراست.

5-سپاس گزاری

در انتها از کلیه پرسنل آزمایشگاه کنترل کیفیت تستا که نهایت همکاری را با محققین این پژوهش داشتند کمال تشکر و قدردانی خود را ابراز می داریم.

6- منابع

1. باقری، ع.ر.، نظامی، ا.، 1376. گنجعلی و پارسا، م. زراعت واصلاح نخود(ترجمه) انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
2. باقری، ع. ر.، نظامی، ا. و سلطانی، م.1379. اصلاح حبوبات سرما دوست برای تحمل به تنش‌ها ، سازمان تحقیقات ، آموزش و ترویج کشاورزی.
3. مشکانی، س. م. و همکاران. 1389. ارزیابی خواص مکانیکی و ویژگی‌های نوری فیلم خوراکی بر پایه‌ی ایزوله‌ی پروتئین نخود(Cicer arietinum L.) حاوی اسانس آویشن به کمک روش سطح پاسخ. *فصلنامه‌ی علوم و فناوری مواد غذایی*. دانشگاه آزاد اسلامی سبزوار. سال دوم، شماره‌ی سوم، پیاپی 6.
4. AACC.1983. American association of cereal chemists. Approved method 44-15A (8th ed.) St. Paul, MN, USA.

Archive
www.SID.ir

subsequent gelatinization.*Starch–Starke*, 54(10), 454–460.
17. Lee, H. C., Htoon, A. K., Uthayakumaran, S., & Paterson, J. L. 2007. Chemical and functional quality of protein isolated from alkaline extraction of Australian lentil cultivars: Matilda and Digger. *Food Chemistry*, 102, 1199– 1207.
18. L'Hocine, L., Boye, J. I., & Arcand, Y. 2006. Composition and functional properties of soy protein isolates prepared using alternative defatting and extraction procedures. *Journal of Food Science*, 71(3), C137–145.
19. Lin, M. J. Y., & Humbert, E. S. 1974. Certain functional properties of sunflower meal products. *Journal of Food Science*, 39(2), 368–370.
20. Liu, C., Wang, X., Ma, H., Zhang, Z., Gao, W., & Xiao, L. 2008. Functional properties of protein isolates from soybeans stored under various conditions. *Food Chemistry*, 111, 29–37.
21. Mondor, M., Aksay, S., Drolet, H., Roufik, S., Farnworth, E. and Boye, J.I. 2009.Influence of processing on composition and anitinutritional factors of chick pea protein concentrates produced by isoelectric precipitation and ultrafiltration. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, doi:10.1016/j.ifset. 01.007.
22. Obatolu, V. A., Fasoyiro, S. B., & Ogunsunmi, L. 2007. Processing and functional properties of yam beans (Sphenostylis stenocarpa). *Journal of Food Processing and Preservation*, 31(2), 240–249.
23. Papalamprou, E. M., Doxastakis, G. I., Biliaderis, C. G., & Kiosseoglou, V. 2009. Influence on preparation methods on physicochemical and gelation properties of chickpea protein isolates. *Food Hydrocolloids*, 23(2), 337–343.
24. Sabaghpour, Sayyed Hossain., Esmail, Sadeghi, and R.S.Malhotra. 2003. Present status and future prospects of chickpea cultivation in Iran. International chickpea Conference. 20-22 Jan,2003, Raipur,India.
25. Sabaghpour, Sayyed Hossain., Mansor Safihkni, and A. Sarker .2004. Present status and future prospects of lentil cultivation in Iran. Proceedings of the Fifth European Conference on Grain Legume.7-11 June 2004, Dijon, France.
26. Sathe, S. K., & Salunkhe, D. K. 1981. Functional properties of Great Northern
5. AACC. 2003a. American Association of Cereal Chemists. Method 30-25, Approved 8th ed. St. Paul, MN, USA.
6. AACC. 2003b. American Association of Cereal Chemists. Approved Method 08-03, 8th ed., St. Paul, MN, USA.
7. AACC. 2000c. American association of cereal chemists. Approved method 56-30 (10th ed.). St. Paul, MN, USA.
8. Achouri, A., Boye, J. I., Yaylayan, V. A., & Yeboah, F. K. 2005. Functional properties of glycated soy 11S glycinin. *Journal of Food Science*, 70(4), 269A–274A.
9. Betschart, A. A. 1974. Nitrogen solubility of alfafa protein concentrates as influenced by various factors. *Journal of Food Science*, 39(6), 1110–1115.
10. Bradford, M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein–dye binding. *Analytical Biochemistry*, 72(1–2), 248–254.
11. Boye, J. I. and et al.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.
12. Chew, P. G., Andrew, C., & Stuart, J. 2003. Protein quality and physico-functionality of Australian sweet lupin (Lupinus angustifolius cv. Gungurru) protein concentrates prepared by isoelectric precipitation or ultrafiltration. *Food Chemistry*, 83(4), 575–583.
13. Fernandez-Quintela, A., Macarulla, M. T., Del Barrio, A. S., & Martinez, J. A. 1997. Composition and functional properties of protein isolates obtained from commercial legumes grown in northern Spain. *Plant Foods for Human Nutrition*, 51(4), 331–342.
14. Freitas, R., Ferreira, R., & Teixeira, A. 2000. Use of a single method in the extraction of the seed storage globulins from several legume species. Application to analyse structural comparisons within the major classes of globulins. International *Journal of Food Sciences and Nutrition*, 51(5), 341–352.
15. Fuhrmeister, H., & Meuser, F. 2003. Impact of processing on functional properties of protein products from wrinkled peas. *Journal of Food Engineering*, 56(2–3), 119–129.
16. Han, Z., & Hamaker, B. R. 2002. Partial leaching of granule-associated proteins from rice starch during alkaline extraction and

Archive of SID

www.SID.ir

bean (Phaseolus vulgaris). *Journal of Food Science*, 46(1), 71–75.

27. Singh, U. 1988. Antinutritional factors of chickpea and pigeonpea and their removal by processing. *Plant Foods for Human Nutrition*, 38, 251–261.
28. Waggle, D. H., Steinke, F. H., & Shen, J. L. 1989. Isolated soy proteins. In R. H. Matthews (Ed.), Legumes: Chemistry, technology and human nutrition. New York:Marcel Dekker.
29. Wong, P. Y. Y., & Kitts, D. D. 2003. A comparison of the buttermilk solids functional properties to nonfat dried milk, soy protein isolate, dried egg white and egg yolk powders. *Journal of Dairy Science*, 86(3), 746–754.

Archive of SID

www.SID.ir