تاثیر غلظت نمک طعام بر خواص عملکردی گلوتن طبیعی و استیله شده

مهسا مجذوبی[۱*]، الهه عابدی[۲] و عسگر فرحناکی[۱]

تاریخ دریافت: ۹۰/۷/۱۷ تاریخ پذیرش: ۹۱/۵/۲۳

[۱]دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

[۲]دانشجوی کارشناسی ارشد سابق گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

[*] مسئول مکاتبه: E-mail: majzoobi@shirazu.ac.ir

چکیده

استیله کردن به دلیل افزایش آب‌دوستی گلوتن به عنوان یکی از روش‌های متداول برای بهبود برخی خواص عملکردی گلوتن بشمار می‌رود. ترکیبات موجود در سیستم غذایی نیز می‌تواند بر خواص گلوتن و مشتقات آن موثر باشد. با هدف بررسی تاثیر نمک طعام بر خصوصیات گلوتن طبیعی و استیله شده، در این تحقیق، مقادیر ۰/۰ ، ۰/۲، ۰/٤ و ۰/٦ مولار نمک طعام به سوسپانسیون‌های پروتئینی در شرایط خنثی افزوده شد. برخی خواص عملکردی گلوتن طبیعی و استیله شده شامل حلالیت، قابلیت جذب و نگهداری آب، قابلیت امولسیون کنندگی و پایداری آن و در نهایت قابلیت کف کنندگی و پایداری آن مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که حلالیت در آب، قابلیت نگهداری و جذب آب گلوتن استیله شده نسبت به گلوتن طبیعی تنها در غلظت‌های کمتر از ۰/۲ مولار نمک طعام در محیط نسبت به گلوتن طبیعی بیشتر بود . همچنین غلظت‌های بالاتر نمک اثرات منفی بر قابلیت امولسیون کنندگی، پایداری امولسیون و قدرت کف کنندگی نمونه استیله شده داشت. در حالی‌که افزودن نمک باعث تقویت این خصوصیات در گلوتن طبیعی شد. نتایج این تحقیق نشان داد که حضور نمک طعام در محیط با تاثیرات متفاوتی که بر خواص عملکردی گلوتن استیله و طبیعی دارد می تواند در تعیین کاربردهای آنها در محصولات غذایی موثر باشد.

واژه‌های کلیدی: گلوتن، استیله کردن، خواص عملکردی، نمک طعام

Archive of SID

www.SID.ir

Effects of NaCl concentration on native and acetylated wheat gluten

M Majzoobi[*1], E Abedi[2] and A Farahnaky[1]

Received: October 9, 2011 Accepted: August 13, 2012
[1]Associate professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Shiraz, Shiraz, Iran
[2]Former MSc Student, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Shiraz, Shiraz, Iran
[*]Corresponding author: E-mail: majzoobi@shirazu.ac.ir

Abstract
Since acetylation mainly increases the hydrophobicity of gluten, it is used as a common method to increase certain functional properties of the gluten. Some components exist in a food system can also affect the properties of the gluten and its derivatives. With the aim of studying the effects of common salt (NaCl) on the characteristics of native and acetylated gluten, in this research NaCl in concentrations of 0.0, 0.2, 0.4 and 0.6 mol/L was added to the protein suspensions at neutral condition. Some of the functional properties of the native and acetylated gluten including solubility, water absorption, water holding capacity, emulsifying activity, emulsifying stability and foaming capacity and stability were studied. The results showed that the water solubility, water holding capacity and water absorption of the acetylated gluten were higher than those of the native gluten only at salt levels less than 0.2 M. Similar effects were observed for emulsifying activity, emulsion stability and foam ability of the samples. The results of this study indicated that the presence of salt in the system could differently influence the functional properties of the native and acetylated gluten and determine their food applications.

Keywords: Gluten, Acetylation, Functional properties, NaCl

مقدمه

گلوتن یکی از منابع مهم پروتئین‌های گیاهی به شمار می رود که دارای کاربردهای متعددی در صنایع غذایی و سایر صنایع می باشد. گلوتن ترکیب پروتئینی است که در طی فرایند تهیه نشاسته گندم به عنوان یک محصول جانبی با ارزش اقتصادی بالا بدست می آید که به صورت پودر به فروش می رسد (ویزر ۲۰۰۷، پیغمبردوست و همکاران ۱۳۸۸). قابلیت منحصر به فرد گلوتن در ایجاد یک شبکه ویسکوالاستیک در خمیر نان و توانایی حفظ گاز در آن و نهایتا تولید نانی با بافت متخلخل و مطلوب سبب شده است که تنها از آرد گندم که دارای پروتئین گلوتن می باشد بتوان نانی مطلوب تهیه نمود (شوری و هالفورد ۲۰۰۲ ، نقوی و همکاران ۱۳۹۰). بر خلاف سایر پروتئینهای گیاهی، قابلیت کف کنندگی و امولسیون کنندگی گلوتن به دلیل پائین بودن حلالیت در آب آن بسیار ضعیف می باشد (یالسین و همکاران ۲۰۰۸). با این وجود به دلیل فراوانی و ارزانی نسبی قیمت گلوتن در دنیا، راهکارهایی برای بهبود خواص عملکردی گلوتن پیشنهاد شده است. در میان روش‌هایی که تا کنون برای اصلاح خواص گلوتن به کار رفته است، تغییر شیمیایی ساختار گلوتن از قدمت بسیاری برخوردار است و بسیار متداول می باشد که می توان به روش آسیله کردن به عنوان یک روش شیمیایی تغییر ساختار گلوتن اشاره نمود. آسیله کردن با استیک، سوکسینیک و سیتراکونیک انهیدرید بسیار متداول است. این ترکیبات عمدتا با گروه ε- آمینی لایزین واکنش می دهند و باعث افزایش حلالیت و بهبود سایر خواص عملکردی گلوتن می شوند. هر چند

Archive of SID
www.SID.ir

محتوی اسید آمینه لایزین در گلوتن بالا نیست ولی برای اصلاح ساختار گلوتن بسیار موثر و کافی عمل می‌کند (کافمن و گارسیا ۱۹۷۷، لاوا و آدبوال ۲۰۰۶). آسیله کردن با استیک اسید استیله کردن نام دارد که یک روش معمول بهبود خواص عملکردی گلوتن به شمار می رود. در این راستا نیز تحقیقات مختلفی صورت گرفته است از جمله در مطالعه‌ای در سال ۲۰۰۸، زوکوسکا و همکاران به کمک واکنش گلوتن با استیک اسید انهیدرید گلوتن استیله شده تولید نمودند و به این نتیجه رسیدند که قابلیت کف‌کنندگی و پایداری کف آن افزایش یافت. در سال ۲۰۰۸ صابری و همکاران گلوتن استیله و سوکسینیله شده با استفاده از استیک و سوکسینیک انهیدرید و نیز گلوتن دی آمیده و تجزیه شده به کمک پروتئازهای آنزیمی را بررسی کردند و نتایج نشان داد که خصوصیات امولسی‌فایری، حلالیت و کف‌کنندگی گلوتن افزایش یافت و نمونه‌های دی‌آمیده شده کف پایداری را تولید کردند. اگرچه استیله کردن می تواند باعث بهبود بسیاری از خواص گلوتن شود ترکیباتی که معمولا در مواد غذایی وجود دارند مانند نمک‌ها و اسیدها می توانند خواص عملکردی گلوتن استیله شده را تحت تاثیر قرار دهند. بنابراین بررسی این تاثیرات از اهمیت بسیاری برخوردار می باشد. تا کنون مطالعات محدودی در خصوص بررسی تاثیر نمک بر خواص گلوتن اسیله شده به ثبت رسیده است که نیاز به تحقیقات بیشتری دارد. در سال ۱۹۷۳، Grant اثر نمک را بر حلالیت پروتئین های آسیله شده گندم بررسی کرد و مشاهده کرد که در حضور نمک Na_2SO_3 حلالیت پروتئین های آرد گندم آسیله شده و سایر خصوصیات عملکردی پروتئین های آسیله شده کاهش یافت.

هدف اصلی این تحقیق بررسی تاثیر غلظت های مختلف نمک طعام (به عنوان یکی از ترکیبات متداول در غذا) بر خصوصیات مختلف گلوتن طبیعی و استیله شده بود.

مواد و روش‌ها

پودر گلوتن تجاری از شرکت فارس گلوکوزین مرودشت فارس خریداری شد که ترکیبات شیمیایی آن شامل۰/۰۵±٦/۷۰٪ رطوبت، ۰/٥٦ ± ۸٦/۲۷٪ پروتئین،۰/۰۳ ± ۱/٦۸٪ چربی، ۰/۰۱ ± ۱/۰۷ ٪خاکستر و۰/٥۳ ± ۱۰/۹٦٪ کربوهیدرات بود که همگی بر اساس وزن خشک و بر اساس روشهای استاندارد (۲۰۰۰) AACC تعیین شد. روغن مایع آفتابگردان از بازار محلی، اتانول تهیه شده از شرکت پویش طب ایران و سایر مواد شیمیایی لازم از شرکت مرک آلمان تهیه شد.

استیله کردن گلوتن

تولید گلوتن استیله شده طبق روش باربر و وارتسن (۱۹۸۲) انجام شد. برای این منظور ۱۰ گرم گلوتن با آب به نسبت ۱ به ٤ ترکیب شده و به کمک NaOH ۱ نرمال pH به ۸/٥ رسانده شد و سپس استیک انهیدرید به نسبت وزنی ۱:۱ به مخلوط اضافه شد و دوباره pH به کمک NaOH ۲ نرمال روی pH ۸/٥ تنظیم گردید. سوسپانسیون حاصل به مدت یک شبانه روز در دمای اتاق توسط دستگاه همزن آهنربایی به هم زده شد و سپس عمل شستشو با پروپانول و جداسازی پروتئین های استیله شده توسط سانتریفیوژ (مدل آر-سی-اس شرکت سوروال آمریکا) با سرعت ۱۰۰۰۰g به مدت ۱۰ دقیقه انجام گردید و این عمل چندین بار تکرار شد.

تعیین میزان استیله شدن

برای تشخیص حضور گروههای استیل از روش FT-IR طبق روش زوکوسکا و همکاران (۲۰۰۸) انجام مشد. در این روش ابتدا نمونه ها به روش تصعیدی خشک شدند و سپس برای تعیین طیف IR به دستگاه FT-IR (مدل پرکین المر ساخت سوئیس) منتقل شدند. برای تعیین میزان استیله شدن گلوتن از روش تری نیتروبنزن سولفونیک اسید (TNBS) طبق روش هابیب (۱۹٦٦) استفاده شد. روش TNBS بدین صورت انجام شد که ۱ میلی لیتر محلول بی‌کربنات سدیم ٤٪ با pH

Archive of SID

www.SID.ir

۸/۵ و ۱ میلی لیتر از محلول تری نیترو بنزن سولفونیک اسید ۰/۱٪ با pH ۷ را به سوسپانسیون‌های پروتئینی (۲ میکروگرم در میلی لیتر) که در غلظت های مختلف نمک به مدت ۲ ساعت قرار داده شده بودند، اضافه گردید. نمونه‌ها به مدت ۲ ساعت در حمام آب گرم ۶۰ درجه سانتی‌گراد در تاریکی قرار گرفتند و سپس تا رسیدن به دمای اتاق سرد گردیدند. ۱ میلی لیتر سدیم دودسیل سولفات ۱۰٪ و ۰/۵ میلی لیتر اسید کلریدریک به محلول‌های پروتئینی اضافه شد و میزان جذب نمونه ها در طول موج ۳۳۵ nm پس از ۱۰ دقیقه توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل ام اس ای ساخت انگلستان) تعیین گردید. منحنی استاندارد با تعیین میزان جذب محلول هایی با غلظت های مختلف از اسید آمینه لایزین تهیه شد. میزان استیله شدن در طول موج ۳۳۵ nm گلوتن استیله شده بر اساس کاهش در جذب (نسبت به محلولهای پروتئینی شاهد که فرض شده حاوی ۱۰۰٪ گروه آمینی هستند) بررسی گردید. کاهش جذب محلول‌های استیله شده به دلیل کاهش در گروه آمینی لایزین است که با استیک انهیدرید واکنش داده و نسبت به نمونه های شاهد قادر به واکنش با گروه های تری نیترو بنزن سولفونیک اسید نمی باشند. برای رسم منحنی استاندارد ۱۰ میلی گرم لایزین در ۱۰ میلی لیتر آب مقطر حل گردید و غلظت های مختلف (۰ تا ۰/۰۵) با استفاده از رقت سازی از آن تهیه شد، سپس ۱ میلی لیتر محلول ٤٪ بیکربنات سدیم و محلول ۰/۱٪ تری نیترو بنزن سولفونیک اسید به آنها اضافه گردید. برای پیشرفت بهتر واکنش، محلولهای آماده شده در دمای ٤۰ درجه سانتی گراد به مدت ۲ ساعت در تاریکی قرار گرفتند. بعد از آن ۱ میلی لیتر از محلول سدیم دودسیل سولفات ۱۰٪ (جهت افزایش حلالیت پروتئین در محلول) و نیم میلی لیتر اسیدکلریدریک یک مولار اضافه شد و جذب محلول‌های حاصله در طول موج ۳۳۵ نانومتر خوانده شد.

آماده سازی نمونه‌ها برای انجام آزمون‌های مختلف

ابتدا غلظت ۱٪ (۰/۲۵ گرم گلوتن شاهد و استیله شده در ۲۵ سی سی محلول با غلظت‌های مختلف نمک) از هر کدام از نمونه‌ها در بافر فسفات سدیم ۰/۱ مولار تهیه گردید و pH به کمک هیدروکسید سدیم ۰/۵ مولار بر روی ۷ تنظیم شد. سپس مقادیر مختلف کلرید سدیم در مقادیر ۰، ۰/۲، ۰/٤ و ۰/٦ مولار به نمونه های فوق اضافه شد و مدت ۱ ساعت در دمای ۳۰ درجه سانتی گراد به کمک همزن آهنربایی هم زده شدند. از این نمونه ها برای بررسی خصوصیات عملکردی گلوتن و گلوتن استیله شده استفاده شد.

تعیین حلالیت

محلول ۱٪ از نمونه‌های استیله شده و شاهد تهیه گردید و به مدت ۱ ساعت توسط همزن آهنربایی مخلوط گردید. نمونه‌ها به مدت ۲۰ دقیقه با سرعت ۱۲۰۰g سانتریفیوژ شدند. سپس میزان پروتئین حاصل در مایع فوقانی نسبت به پروتئین در محلول سوسپانسیون هر کدام از نمونه‌ها به کمک روش میکروکلدال (طبق روش استاندارد AACC, ۲۰۰۰) و با در نظر گرفتن ضریب تبدیل نیتروژن به پروتئین ۵/۷ تعیین گردید و حلالیت با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (بوچات ۱۹۷۷).

(٪)حلالیت = (مقدار پروتئین کل/پروتئین در مایع فوقانی)×۱۰۰

تعیین میزان جذب آب

سوسپانسیون‌های پروتئینی به مدت ۳۰ دقیقه توسط دستگاه همزن آهنربایی مخلوط و سپس به مدت ۱۰ دقیقه در دمای اتاق نگه داشته شد. در نهایت حجم مایع فوقانی در استوانه مدرج تعیین گردید و میزان جذب آب نمونه‌ها بر اساس اختلاف میان حجم اولیه سوسپانسیون و حجم مایع فوقانی ضربدر ۱۰۰ محاسبه شد (بوچات ۱۹۷۷).

Archive of SID

www.SID.ir

اندازه گیری قابلیت نگهداری آب

قابلیت نگهداری آب طبق روش چایدز و پارک (۱۹۷٦) انجام شد. بر این اساس سوسپانسیون‌های پروتئینی تهیه شده به مدت ۳۰ دقیقه با سرعت ۵۰۰g سانتریفیوژ و مایع فوقانی خارج شد. تفاوت وزن ثانویه از وزن اولیه نمونه ها به عنوان قابلیت نگهداری آب نمونه ها طبق فرمول زیر گزارش شد.

وزن اولیه نمونه/افزایش وزن رسوب = قابلیت نگهداری آب

تعیین قابلیت تشکیل امولسیون و پایداری آن

این آزمون به کمک روش نتو و همکاران (۲۰۰۱) انجام شد. سوسپانسیون‌های تهیه شده با ۵ میلی روغن آفتابگردان مایع مخلوط گردید و سپس توسط هموژنایزر دیجیتال اولتراتوراکس (مدل T25 شرکت ای-ک-آ-آلمان) با سرعت ۲۰۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱ دقیقه هموژن شدند و امولسیون‌ها با سرعت ۱۱۰۰g به مدت ۵ دقیقه سانتریفیوژ گردیدند. سپس ارتفاع لایه امولسیون شده نسبت به کل محتویات در استوانه های مدرج ۲۵ میلی لیتری اندازه گیری شد. ظرفیت امولسیفایری از تعیین نسبت ارتفاع لایه امولسیون شده در لوله سانتریوفوژ به کل محتویات موجود لوله سانتریوفوژ ضربدر ۱۰۰ تعیین شد.

برای تعیین پایداری امولسیون‌های حاصل، نمونه‌ها در دمای ۸۰ درجه سانتی گراد به مدت ۳۰ دقیقه حرارت داده شدند و سپس با سرعت ۱۱۰۰ g به مدت ۵ دقیقه سانتریفیوژ گردیدند. پایداری امولسیون درون استوانه‌های مدرج ۲۵ میلی لیتری از نسبت ارتفاع لایه امولسیون شده بعد از حرارت دادن به ارتفاع این لایه پس از حرارت دادن ضربدر ۱۰۰ محاسبه شد.

تعیین قابلیت کف کنندگی

قابلیت کف‌کنندگی نمونه‌ها به روش کافمن و گارسیا (۱۹۷۷) بررسی شد. سوسپانسیون‌های تهیه شده درون استوانه مدرج به مدت ۲ دقیقه توسط هموژنایزر با سرعت ۲۰۰۰۰ rpm کاملاً مخلوط گردیدند. سپس حجم کف درون استوانه‌های مدرج بعد از هم زدن بر حسب میلی لیتر تعیین شد.

آنالیز آماری

به منظور آنالیز آماری داده‌ها و بررسی اطلاعات به دست آمده از آزمون های مختلف از طرح کاملاً تصادفی استفاده گردید. آزمون‌ها حداقل در سه تکرار انجام شده و سپس میانگین و انحراف معیار بدست آمد. به منظور تعیین وجود اختلاف بین میانگین اعداد، از آنالیز واریانس و برای گروه بندی آنها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۰/۰۵ استفاده شد. تجزیه و تحلیل آماری داده ها با استفاده از نرم افزار SPSS 13 انجام شد.

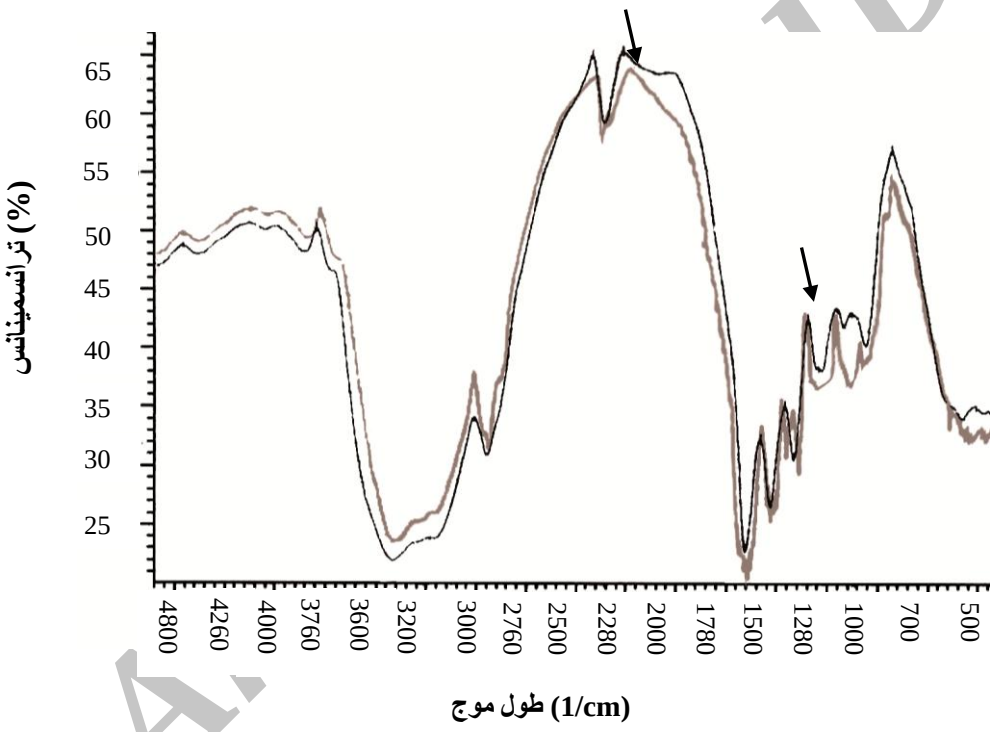
نتایج و بحث

تعیین انجام فرایند استیله شدن به کمک روش FTIR صورت گرفت. همانطور که در شکل ۱ مشخص است پیک جدیدی در ناحیه $1742\ cm^{-1}$ در گلوتن استیله شده نسبت به گلوتن طبیعی ایجاد شد که مربوط به ارتعاش گروه‌های کربونیل است، همچنین افزایش ترانسمیتانس در حدود $1235\ cm^{-1}$ در نمونه استیله شده نسبت به طبیعی مشاهده شد. به دنبال ایجاد استریفیکاسیون در پروتئین، تغییر در شکل فضایی پروتئین رخ می‌دهد که به تغییر در بار و آبگریزی مولکول پروتئینی ربط داده می شود (یو و همکاران ۲۰۰٤). در سال ۲۰۰۸، زوکوسکا و همکاران با استیله کردن گلوتن، پیک جدیدی در طول موج $1742\ cm^{-1}$ مشاهده کردند. یو و همکاران نیز در سال ۲۰۰٤ با استیله کردن پروتئین سویا و به کمک مقایسه طیف IR پروتئین استیله شده آن با نمونه طبیعی، ظهور پیک جدیدی در طول موج $1737\ cm^{-1}$ مشاهده نمودند.

Archive of SID

www.SID.ir

میزان استیله شدن گلوتن به روش تری نیترو بنزن سولفونیک اسید معادل ۰/۰۶ ± ٤٤/٥٨٪ بود. در سال ۱۹۸۲ باربر و وارتسن میزان آسیله شدن گلوتن سوکسینیله شده ٦۰٪ و گلوتن سیتراکونیله شده ٤۰٪ گزارش کردند. در سال فرانزن و کاینسلا (۱۹۷٦) اعلام کردند که میزان آسیله شدن پروتئین گلوتن گندم کمتر از دیگر پروتئین‌های غذایی بود، به طوری‌که بعضی از انواع پروتئین‌ها مانند پروتئین سویا، لوبیای مانگ، آفتابگردان تا ۸۰٪ تغییر در گروه‌های آمینی آزاد انجام شده بود. علت این تفاوت مربوط به ماهیت آبگریز، حلالیت پایین و داشتن درصد کم لایزین در گلوتن نسبت به سایر پروتئین‌ها می‌باشد. در گلوتن اسیدهای آمینه قطبی خصوصا لایزین در درون مولکول و اسیدهای آمینه آبگریز در سطح قرار گرفته‌اند، این امر منجر به عدم انجام واکنش میان گروههای آمینی آزاد درون مولکول پروتئین با اسیدهای انهیدرید می‌شود (لاوال و ادبوال، ۲۰۰٦).



شکل ۱- طیف FTIR گلوتن طبیعی (خط خاکستری) و استیله شده (خط سیاه).

حلالیت یکی از خصوصیات مهم عملکردی پروتئین-هاست که بر سایر خصوصیات کاربردی مانند قابلیت جذب و نگهداری آب، خصوصیات امولسیون‌کنندگی و کف کنندگی پروتئین‌ها تاثیر می گذارد (کونگ و همکاران ۲۰۰۷). نتایج بدست آمده (شکل ۲ الف) نشان داد که در عدم حضور نمک حلالیت گلوتن استیله شده از گلوتن طبیعی بیشتر بود و این امر به دلیل افزایش تمایل گلوتن استیله شده برای واکنش با آب به دلیل وجود گروه‌های استیل روی این مولکول می باشد. با افزایش غلظت نمک از ۰ تا ۰/٦ مولار میزان حلالیت گلوتن طبیعی به صورت معنی داری افزایش یافت. اما نمک اثر منفی بر حلالیت، گلوتن استیله شده داشت. همین روند در مورد قابلیت نگهداری و جذب آب گلوتن طبیعی و استیله شده نیز مشاهده شد (شکل ۲ ب و ج). در غلظت‌های پایین نمک، برهمکنش کمتری از گلوتن با آب اتفاق می افتد، زیرا گلوتن طبیعی دارای اسید آمینه های باردار کمی می‌باشند. در حالی که در غلظت‌های بالاتر، نمک منجر به دافعه الکترواستاتیکی درون

www.SID.ir

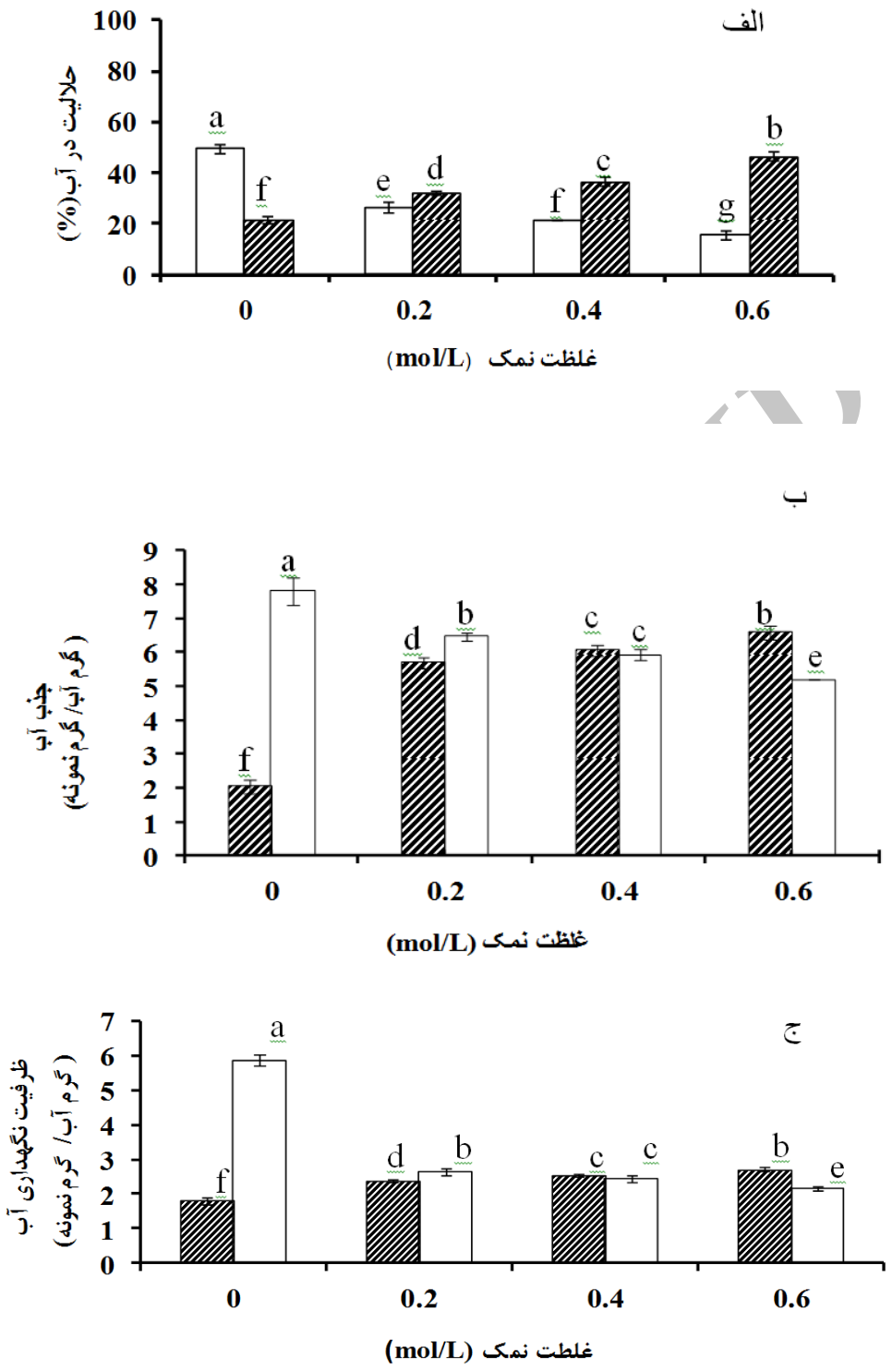
مولکول‌های پروتئینی شده و این خود منجر به باز شدن تاخوردگی رشته های گلوتن طبیعی و افزایش امکان برهمکنش آنها با آب می گردد (فو و همکاران ۱۹۹٦). به نظر می رسد تغییر در ساختار گلوتن در اثر استیله شدن و بازتر بودن ساختار آن نسبت به گلوتن طبیعی در نحوه تاثیر نمک بر آن و در نتیجه برهمکنش با آب موثر بوده است و با افزایش درصد کمی از نمک به محیط برهم‌کنش‌های درون مولکولی افزایش و در نتیجه تمایل مولکول برای برهمکنش با آب کاهش می یابد. در سال ۲۰۰۵، مرجری و همکاران تأثیر دو نمک کلرید سدیم و کلرید پتاسیم با غلظت ۰/۲٪ در محدوده pH ۱۱-۲ بر حلالیت گلوتن بررسی کردند، نتایج نشان داد گلوتن درحضور نمک‌ها دارای pH ایزوالکتریک و حلالیت متفاوتی بود و حلالیت آن افزایش یافت. در سال ۱۹۷۳، گرانت با بررسی اثر نمک بر پروتئین‌های استیله شده گندم به این نتیجه رسید که در حضور نمک بی سولفات سدیم حلالیت پروتئین‌های آرد گندم استیله شده کاهش یافت.

تعیین قابلیت تشکیل امولسیون گلوتن و گلوتن استیله شده نشان داد که گلوتن استیله شده در غلظت‌های ۰ تا ۰/٤ مولار دارای قابلیت امولسیون-کنندگی بیشتری نسبت به گلوتن طبیعی بود در حالی که در غلظت ۰/٦ مولار قابلیت امولسیون‌کنندگی گلوتن طبیعی بیش از نمونه استیله شده بود. همچنین با افزایش غلظت نمک از ۰ تا ۰/٦ مولار، قابلیت تشکیل امولسیون گلوتن طبیعی افزایش یافت. در حالی که نمک اثر منفی بر قابلیت تشکیل امولسیون گلوتن استیله داشت (نتایج در شکل ۳ نشان داده شده است). روند مشابهی در مورد پایداری امولسیون‌های گلوتن طبیعی و استیله شده نیز مشاهده شد (شکل ٤). این یافته‌ها مطابق نتایج بدست آمده توسط پوپینیو و همکاران در سال ۲۰۰۲ می‌باشد. در غلظت‌های کم نمک (کمتر از ۱ مولار) شکل‌گیری لایه هیدراته اطراف مواد بین سطحی منجر به کاهش انرژی بین سطحی شده و بنابراین بهم پیوستن و بزرگ شدن قطرات روغن را به تأخیر می-اندازد، در نتیجه پایداری امولسیون افزایش می یابد. در غلظت‌های بالاتر نمک تاخوردگی پروتئین و جذب پروتئین بین سطوح آب و روغن کاهش می یابد که باعث کاهش پایداری امولسیون می گردد (لاوا و آدبووال، ۲۰۰٦).

همانطور که در شکل ٥ مشاهده می‌شود قابلیت کف کنندگی گلوتن استیله شده تنها در مقادیر ۰ و ۲ مولار نمک بیشتر از گلوتن طبیعی بود و در غلظتهای بالاتر این قابلیت کاهش یافت. در تحقیقی که توسط لاوا و آدبووال در سال ۲۰۰٦ روی پروتئین لوبیای استیله شده انجام شد به این نتیجه رسیدند که با استیله کردن پروتئین لوبیا، قابلیت و پایداری کف افزایش یافت. با افزایش غلظت نمک حجم کف تشکیل شده توسط گلوتن طبیعی افزایش یافت و این بدلیل باز شدن تاخوردگی و دفع الکترواستاتیکی است که توسط نمک ایجاد می شود در حالی که قابلیت تشکیل کف گلوتن استیله شده با افزایش غلظت نمک کاهش یافت. چنانکه اشاره شد تاثیر نمک بر خواص گلوتن طبیعی و استیله شده با توجه به ساختار آنها متفاوت است و بر حلالیت در آب نمونه ها نیز تاثیر می گذارد. همچنین میزان کف قابل تولید با میزان کشش سطحی مایع متناسب است و هرچه کشش سطحی کمتر باشد تشکیل کف آسانتر می شود (کلر و همکاران ۱۹۹۷).

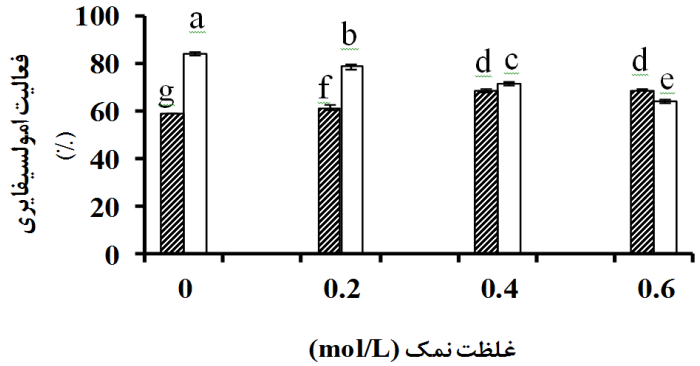
Archive of SID

www.SID.ir

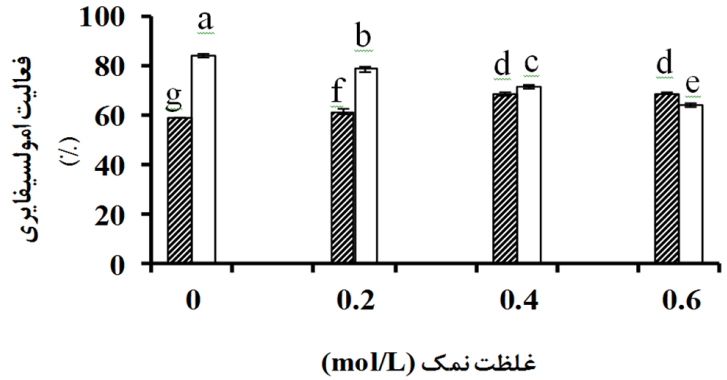


شکل ۲- حلالیت در آب (الف)، قابلیت جذب آب (ب)، قابلیت نگهداری آب (ج) گلوتن طبیعی (ستونهای هاشور خورده) و استیله شده (ستونهای سفید رنگ) در غلظت های مختلف نمک. حروف نامشابه روی هر ستون نشان دهنده وجود اختلاف آماری معنی دار ($P<۰/۰۵$) است.

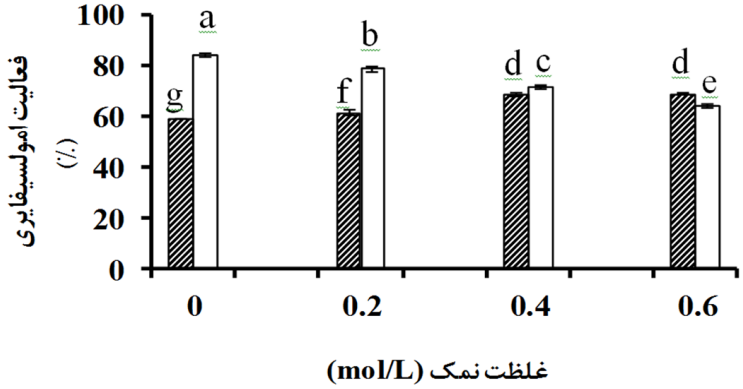
www.SID.ir



شکل۳ - قابلیت تشکیل امولسیون گلوتن طبیعی (ستونهای هاشور خورده) و استیله شده (ستونهای سفید رنگ) در غلظت‌های مختلف نمک. حروف نامشابه روی هر ستون نشان دهنده وجود اختلاف آماری معنی دار (P<۰/۰۵) است.



شکل ۴- پایداری امولسیون گلوتن طبیعی (ستونهای هاشور خورده) و استیله شده (ستونهای سفید رنگ) در غلظت های مختلف نمک. حروف نامشابه روی هر ستون نشان دهنده وجود اختلاف آماری معنی دار (P<۰/۰۵) است.



شکل ۵- قابلیت ایجاد کف گلوتن طبیعی (ستونهای هاشور خورده) و استیله شده (ستونهای سفید رنگ) در غلظت‌های مختلف نمک. حروف نامشابه روی هر ستون نشان دهنده وجود اختلاف آماری معنی دار (P<۰/۰۵) است.

نتیجه گیری

www.SID.ir

نتایج بدست آمده از این تحقیق نشان داد که استیله کردن گلوتن می تواند به عنوان یک روش مفید برای بهبود برخی خصوصیات عملکردی گلوتن بکار رود و به همین دلیل گلوتن استیله شده تا کنون کاربردهای مختلفی در صنایع غذایی یافته است. اگرچه این باور کلی وجود دارد که استیله کردن گلوتن می تواند باعث افزایش برهم‌کنش گلوتن با آب و در نتیجه بهبود بسیاری از خواص عملکردی آن گردد، نتایج این تحقیق نشان داد که این امر تنها در عدم حضور نمک و یا در غلظتهای بسیار کم آن صحت دارد. وجود نمک طعام در محیط بر خواص و عملکرد گلوتن طبیعی و استیله شده تاثیر بسزایی دارد. افزایش غلظت نمک در محیط باعث افزایش برهمکنش گلوتن طبیعی با آب گردید و در نتیجه باعث افزایش حلالیت، جذب آب، خواص امولسیفایری و کف کنندگی نمونه شد، در حالی که افزایش مقدار نمک اثر منفی بر خواص عملکردی گلوتن استیله شده داشت. با توجه به این نتایج گلوتن استیله شده تنها در محصولاتی که مقدار نمک آن بسیار ناچیز باشد دارای خواص عملکردی مناسبتری نسبت به گلوتن طبیعی است. این تحقیق لزوم در نظر گرفتن اثر ترکیبات موجود در محیط بر خصوصیات عملکردی گلوتن و مشتقات آنرا تایید می‌نماید.

منابع مورد استفاده

پیغمبردوست س ه، قمری م و فرجنیا ص، ۱۳۸۸. استخراج پروتئین‌های پلیمری گندم با روش اصلاح شده سانتریوفوژ. نشریه پژوهش های صنایع غذایی. ۱۹. شماره ۱. ۸۷-۹۷.

نقوی س، پیغمبردوست س ه، قمری م و اولاد غفاری ع، ۱۹۹۰. مطالعه رابطه بین خواص رئولوژیکی گلوتن و رفتار فارینوگرافی خمیر. نشریه پژوهش های صنایع غذایی. ۲۱. شماره ۱. ۱۱۷-۱۲۷.

AACC, 2000. Approved Methods of the AACC. 10th ed. St. Paul, Minnesota: American Association of Cereal Chemists, Methods 46-12, 44-15A, 30-10 and 08-01 and 46-13.

Barber KJ and Warthesen JJ, 1982. Some functional properties of acylated wheat gluten. Journal of Agricultural and Food Chemistry 30: 930-934.

Beuchat LR, 1977. Functional and electrophoretic characteristics of succinylated peanut flour protein. Journal of Agricultural and Food Chemistry 25: 258-261.

Childs EA and Park KK, 1976. Functional properties of acylated glandless cottonseed flour. Journal of Food Science 41: 713-714.

Coffman CW and Garcia VV, 1977. Functional properties and amino acid content of a protein isolate from mung bean flour. Journal of Food Technology 12: 473-484.

EL-Adawy TA. 2000. Functional properties and nutritional quality of acetylated and succinylated mung bean protein isolate. Food Chemistry 70: 83-91

Franzen KL and Kinsella JE, 1976. Functional properties of succinylated and acetylated soy protein. Journal of Agricultural and Food Chemistry 24: 914-919.

Fu BX, Saplrsteln HD and Bushuk W, 1996. Salt induced disaggregation/solubilization of gliadin and glutenin proteins in water. Journal of Cereal Science 24: 241-246

Grant DR, 1973. The modification of wheat flour protein with succinic anhydride. Cereal Chemistry 50:417-428

Habbeb AF, 1966. Determination of free amino groups in proteins by Trinitrobenzensulfonic acid. Analytical Biochemistry 14: 328-336

Keller RCA, Orsel R and Hamer RJ, 1997. Competitive adsorption behavior of wheat flour components and emulsifiers at an air-water interface. Journal of Cereal Science 25: 175-183.

Kong X, Qian H and Zhou H, 2007. Enzymatic hydrolysis of wheat gluten by proteases and properties of the resulting hydrolysates. Food Chemistry 102: 759-763

Archive of SID

www.SID.ir

Lawal OS and Adebowale KO, 2006. The acylated protein derivatives of *canavalia ensiformis* jack bean: A study of functional characteristics. Journal of Food Science and Technology 38: 918-929.

Mejri M, Roge B, Bensouissi A, Michels F and Mathlouthi M, 2005. Effect of some additives on wheat gluten solubility: A structural approach. Food Chemistry 92: 7-15

Neto VQ, Narain N, Silva JB and Bora PS, 2001. Functional properties of raw and processed cashew nut Anarcarduim Occidentale, L. kernel protein isolate. Nahrung/Food, 45: 258-262.

Popineau Y, Huchet B, Larre C and Berot S, 2002. Foaming and emulsifying of fractions of gluten peptides obtained by limited enzymatic hydrolysis and ultra filtration Journal of Cereal Science 35: 327-335

Saberi AH, Kadivar M and Keramati J, 2008. Improvement of functional properties of gluten extracted from two Iranian wheat varieties Sardari and Mahdavi employing chemical and enzymatic modification. Journal of Agricultural Science and Technology 10: 243-252.

Shewry PR and Halford NG, 2002. Cereal seed storage proteins: structure, properties and role in grain utilization Journal of Experimental Botany 53: 947-958.

Wieser H, 2007. Chemistry of gluten proteins. Food Microbiology 24:115-119.

Yalcin E, Sakiyan O, Sumnu G, Celik S and Koksel H, 2008. Functional properties of microwave- treated wheat gluten. Food Research and Technology 227: 1411-1417.

Yu Z, Ma YC, Yuen NS and Phillips LD, 2004. Raman spectroscopic determination of extent of O-esterification in acetylated soy protein isolate. Food Chemistry 57: 477-481

Żukowska EA, Rudnik E and Kijenski J, 2008. Foaming properties of gluten and acetylated gluten studies of the mathematical models to describe liquid drainage. Journal of Cereal Science 47: 233-238.

Archive of SID

www.SID.ir