Archive of SID

بررسی اثر زانتان و کاراجینان بر خصوصیات کف ایزوله پروتئین سویا

لیدا جهانیان[۱]، زهره حمیدی اصفهانی*[۲]و علی مرتضوی[۳]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

۲ - استادیار گروه صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

۳- استاد گروه صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

پروتئین به عنوان ترکیبی مغذی و کاربردی، نقشی حیاتی در متابولیسم بدن دارد. در رژیم غذایی ورزشکاران یا افرادی که مجبور به کاهش وزن می‌باشند، استفاده از پروتئین زیادتر توصیه می‌شود. پروتئین سویا تمام اسیدهای آمینه ضروری را دارا می‌باشد، اما در استفاده از آن محدودیتهایی وجود دارد.

در این پژوهش سعی گردیده است خواص عملکردی پروتئین سویا به وسیلهٔ دو صمغ زانتان و کاراجینان بهبود یابد. زانتان در چهار سطح (X) ۰، ۰/۰٤، ۰/۰۹ و ۰/۱۳ درصد و کاراجینان (C) در سطوح ۰، ۰/۰۳، ۰/۰۷ و ۰/۰۹ درصد استفاده شد و صفات پایداری کف، ویسکوزیته، ضریب حلالیت پروتئین و ظرفیت تولید کف ارزیابی شد.

نتایج آماری نشان داد نمونه‌های (٪۰ = C، ٪۰/۰٤ = X)، (٪۰/۰۳ = C، ٪۰/۰٤ = X) دارای بیشترین ظرفیت تولید کف بودند، همچنین نمونه (٪۰/۰۹ = C، ٪۰/۱۳ = X) بیشترین میزان پایداری کف را از خود نشان داد. بالاترین میزان حلالیت در نمونه‌های (٪۰ = C، ٪۰/۱۳ = X)، (٪۰/۰۷ = C، ٪۰/۱۳ = X)، (٪۰/۰۹ = C، ٪۰/۱۳ = X) و (٪۰/۰۹ = X) دیده شد.

کلید واژگان: ایزوله پروتئین سویا، زانتان، کاراجینان، پایداری کف، ظرفیت تولید کف

۱- مقدمه

در بسیاری از مواد غذایی، پروتئین و پلی‌ساکارید به صورت توأم وجود دارد. در فرمولاسیون مواد غذایی کلوییدی، از پروتئینها به دلیل خواص امولسیون کنندگی و تولید کف و از کربوهیدراتها به عنوان نگهدارنده آب و قوام دهنده استفاده می‌شود. علاوه بر این پروتئینها و کربوهیدراتها در مادهٔ غذایی بافت و ساختار مناسب ایجاد می‌کنند [۱، ۲].

می‌توان از واکنش پروتئین- پلی‌ساکارید برای کنترل حلالیت پروتئین، تشدید ژله‌ای شدن و پایداری امولسیون و کف استفاده کرد [۳]. اضافه کردن پلی‌ساکارید به محلول پروتئین از تجمع زیاد مولکولهای پروتئین به دلیل محدود کردن واکنش پروتئین- پروتئین، یا حفظ گروههای باردار و یا افزایش ویسکوزیته، جلوگیری می‌کند [٤].

کف حاصل از پروتئین، در واقع حبابهای گازی می‌باشد که با لایه نازکی از مایع حاوی پروتئین احاطه می‌شود. برای تشکیل کف، پروتئین باید قابل حل در آب و انعطاف‌پذیر باشد تا لایه‌ای چسبنده در سطح میانی آب و هوا ایجاد نماید. فیلم تشکیل شده باید قدرت مکانیکی کافی و ویسکوزیته لازم برای جلوگیری از پاره شدن آن را دارا باشد. برای تولید کف پایدار، ایجاد تعادل بین قابلیت انعطاف و چسبندگی بین مولکولها ضروری است [۵]؛ بطور کلی پروتئینها دو نقش عمده در تشکیل کف به عهده دارند [٦]:

الف) پروتئین به عنوان عامل فعال سطحی، کشش سطحی بین مایع و هوا را کاهش می‌دهد.

ب) پروتئین دراثر ایجاد فیلم چسبنده در سطح میانی، سبب پایداری حباب می‌شود.

خصوصیات کف پروتئین سویا، نسبتاً در ارتباط با میزان حلالیت آن می‌باشد [۷، ۸]؛ مثلاً ظرفیت تولید کف پروتئین سویا، با افزایش میزان پروتئین تا حد ماکزیمم افزایش می‌یابد و سپس کاهش می‌یابد. حد ماکزیمم برای محلول ایزوله پروتئین سویا، ۵درصد است [۹]. کاهش میزان کف در مقدار پروتئین بالا، به دلیل کاهش حلالیت پروتئین یا حضور مواد نامحلول می‌باشد [۱۰].

* مسؤول مکاتبات مقاله Hamidy_z@modares.ac.ir

www.SID.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

Archive of SID

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

www.SID.ir

Archive of SID

۲- مواد و روشها

۲-۱- آماده‌سازی نمونه

برای آماده‌سازی نوشیدنی از مقادیر ۰، ۰۴/.، ۰۹/. و ۱۳/. زانتان و ۰، ۰۳/.، ۰۷/. و ۰/۰۹درصد کاراجینان و ۶/۱درصد ایزوله پروتئین سویا (SPI[1]) به اضافه مقادیر ثابت و مشخصی از سایر افزودنیها استفاده شد. پروتئین، زانتان و کاراجینان به وسیلهٔ یک همزن کاسه‌دار مخصوص مواد پودری به طور کامل مخلوط شدند؛ به این ترتیب، پودری همگن و یکنواخت به دست آمد. این پودر در تهیه محلول برای انجام آزمایشها به کار گرفته شد.

۲-۲- آزمایشهای فیزیکی و شیمیایی

۲-۲-۱- پایداری کف (FS)[2]

پایداری کف سوسپانسیون حاصل از ایزوله پروتئین سویا بر حسب دقیقه در دو زمان ۹۰ و ۱۲۰ دقیقه پس از آماده سازی نمونه مطابق فرمول زیر محاسبه شد:

$$FS = V_0 \times \Delta t / \Delta V \qquad (۱-۳)$$

Δt تغییرات حجم کف پس از گذشت زمان ۹۰ و ۱۲۰ دقیقه (Δt) و V_0 حجم کف اولیه (در زمان صفر) می‌باشد [۱، ۱۲].

برای اندازه‌گیری FS در نمونه، ابتدا هر نمونه از پودر به نسبت ۱ : ۶/۹ (پودر: آب) با همزن AEG به مدت چهل ثانیه در دور متوسط بهم زده شد. مایع حاصل بلافاصله داخل مزور ریخته و حجم کف (در شروع آزمایش) اندازه‌گیری شد؛ مجدداً بعد از گذشت ۹۰ و ۱۲۰ دقیقه از شروع آزمایش، حجم کف محاسبه گردید. سپس با استفاده از این اعداد و فرمول ۳-۱، FS محاسبه شد [۱۱، ۱۲].

۲-۲-۲- تعیین ویسکوزیته

برای اندازه‌گیری ویسکوزیته نمونه‌ها از ویسکوزیمتر بروکفیلد[3] مدل DV-11 استفاده شد و در دمای اتاق، با اسپیندل[4] شماره ۱ و سرعت ۱۲ rpm انجام شد. برای انجام آزمایش، پودر به نسبت ۱: ۶/۹ (پودر: آب) مخلوط شد. به منظور جلوگیری از ایجاد کف زیاد که موجب خطا در اندازه‌گیری ویسکوزیته می‌شود از همزن مغناطیسی استفاده شد [۱۳، ۱۴، ۱۵].

1. Soy Protein Isolate
2. Foam stability
3. Brookfield
4. Spindle

۲-۲-۳- ظرفیت تولید کف (FC)[5]

ظرفیت تولید کف، حجم کف تولیدی بلافاصله بعد از همزدن محلول به مدت یک دقیقه می‌باشد. حجم معینی از مایع، با همزن به مدت یک دقیقه همزده می‌شود. اختلاف حجم، قبل و بعد از همزدن، به صورت درصد به عنوان ظرفیت تولید کف بیان می‌شود [۱۲].

۲-۲-۴- تعیین میزان حلالیت ایزوله پروتئین سویا

برای تعیین حلالیت پروتئین، از اندیس حلالیت نیتروژن[6] (NS) استفاده می‌شود. جهت اندازه‌گیری NS از روش برادفورد[7] استفاده شد. با استفاده از این روش می‌توان میزان نیتروژن را در ماده تعیین کرد [۱۶].

برای انجام آزمایش، پودر با آب به مدت نیم ساعت، به وسیلهٔ همزن مغناطیسی مخلوط شدند و به این ترتیب، مایعی یکنواخت به دست آمد. نمونه‌های موجود، به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفوژ شدند (۴۳۵۰ × g). با تعیین نیتروژن در فاز شفاف و در کل نمونه، میزان حلالیت پروتئین تعیین گردید [۱۶]. برای اندازه‌گیری میزان نیتروژن کل نمونه و نیتروژن فاز شفاف به روش برادفورد، به تهیه محلول استاندارد نیاز می‌باشد. محلول استاندارد، غلظتهای مختلف و مشخصی از پروتئین استاندارد آلبومین گاوی است که برای تهیه منحنی استاندارد دستگاه اسپکتروفتومتر به کار می‌رود. با استفاده از میزان جذب محلولهای استاندارد معادله رگرسیونی مناسب به دست آمد که از آن برای تعیین میزان نیتروژن فاز شفاف و کل نمونه استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- اثر زانتان بر ویسکوزیته

همانطور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، اثر سطوح مختلف زانتان (X) بر ویسکوزیته از لحاظ آماری در تمام سطوح، معنادار می‌باشد ($p<0/01$). با افزایش میزان صمغ، ویسکوزیته به علت افزایش جذب آب و تورم این مواد کلوییدی زیاد می‌شود [۱۷].

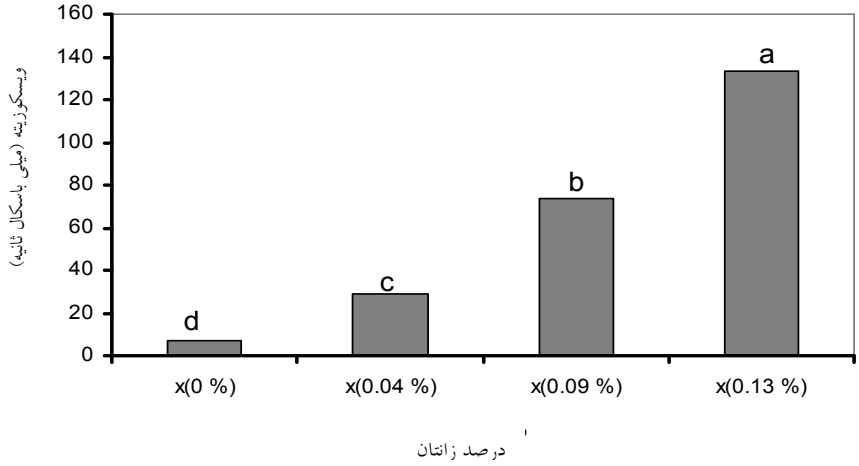
۳-۲- اثر زانتان بر پایداری کف

با توجه به شکل‌های ۲ و ۳ پایداری کف با افزایش میزان صمغ، افزایش پیدا می‌کند. این اختلاف در بعضی از سطوح زانتان (X)

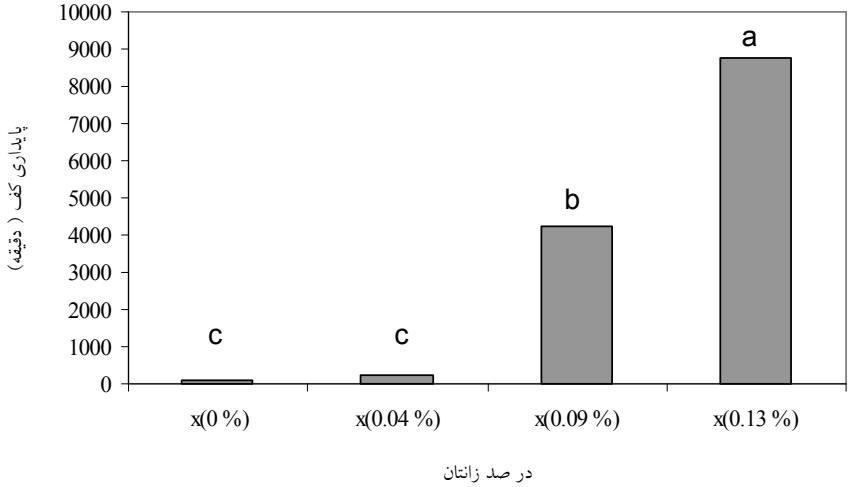
5. Foam Capacity (FC)
6. Nitrogen Solubility
7. Bradford

www.SID.ir
[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

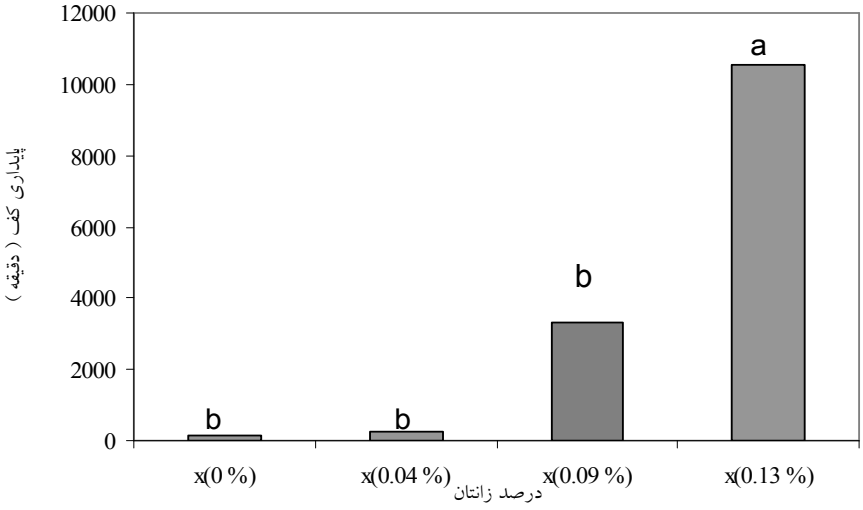
Archive of SID



شکل ۱ اثر زانتان بر ویسکوزیته نوشیدنی



شکل ۲ اثر زانتان بر پایداری کف در زمان ۹۰ دقیقه



شکل ۳ اثر زانتان بر پایداری کف در زمان ۱۲۰ دقیقه

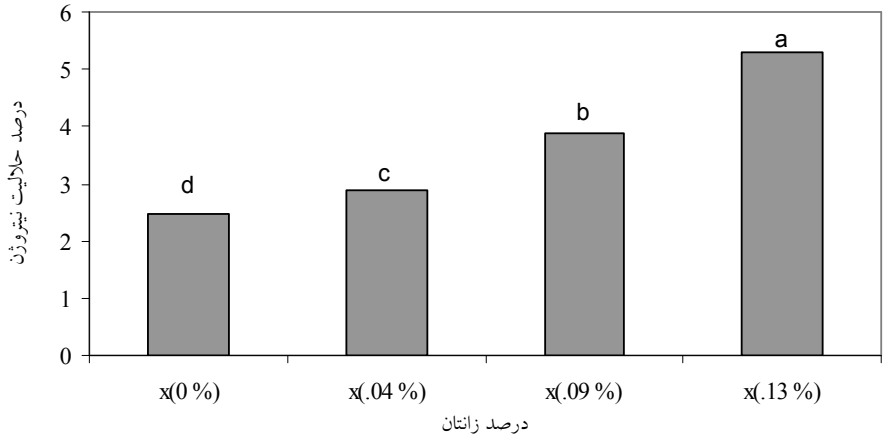
www.SID.ir
[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

Archive of SID

از نظر آماری معنادار، (p<۰/۰۱) و علت این امر افزایش ویسکوزیته نوشیدنی می‌باشد [۵].

۳-۳- اثر زانتان بر حلالیت پروتئین

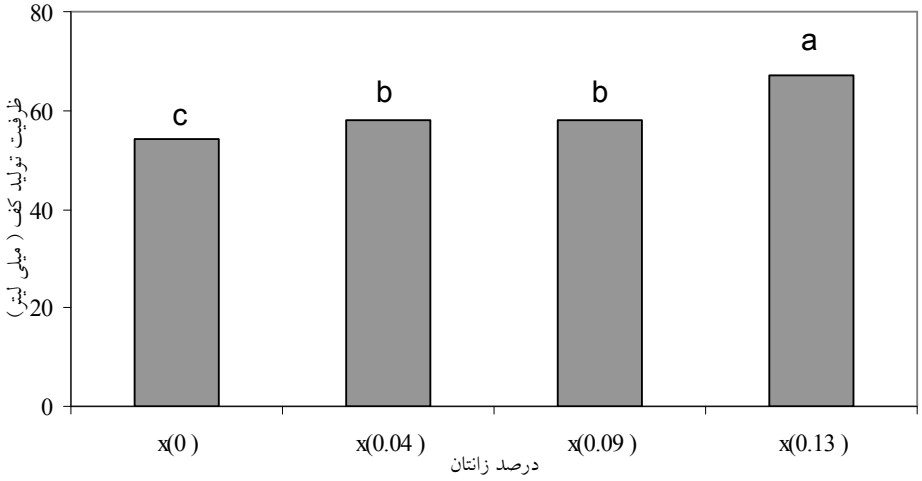
با توجه به شکل ٤ با افزایش میزان زانتان، NS افزایش پیدا می‌کند که علت آن متصل شدن هیدروکلوییدبه پروتئین و جلوگیری از رسوب پروتئین است [۱۲].



شکل ٤ اثر زانتان بر درصد حلالیت نیتروژن

۳-٤- اثر زانتان بر ظرفیت تولید کف

همانطور که در شکل ۵ مشاهده می‌شود، از لحاظ آماری، اثر سطوح مختلف زانتان (X) بر ظرفیت تولید کف در اکثر سطوح، معنادار می‌باشد (p<۰/۰۱). ظرفیت تولید کف نیز با افزایش میزان زانتان، افزایش می‌یابد؛ علت این امر، افزایش حلالیت پروتئین همراه با افزودن صمغ است. ظرفیت تولید کف، تحت تأثیر مواد نامحلول است، با افزایش میزان مواد نامحلول، ظرفیت تولید کف کم و با افزایش زانتان، ظرفیت تولید کف زیاد می‌شود [۷، ۸].



شکل ۵ اثر زانتان بر ظرفیت تولید کف نوشیدنی

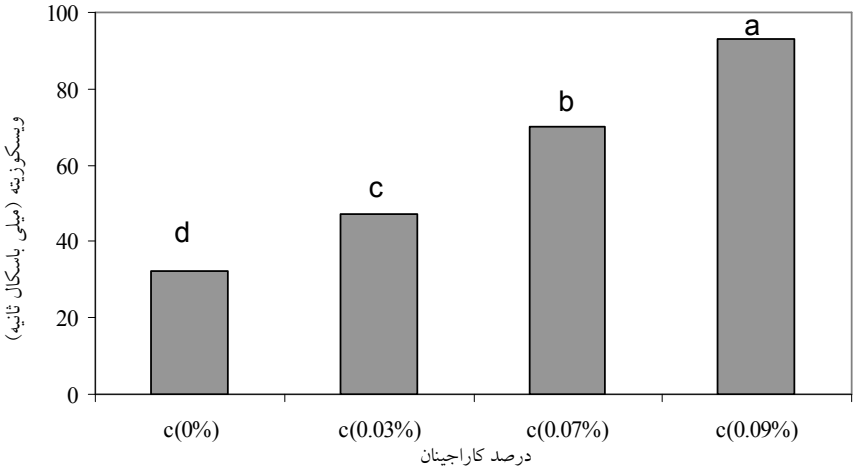
۳-۵- اثر کاراجینان بر ویسکوزیته

مطابق شکل ٦ و با توجه به نتایج آنالیز واریانس، سطوح مختلف کاراجینان (C) تأثیر معناداری بر ویسکوزیته دارد (p<۰/۰۱) و ویسکوزیته با افزایش میزان کاراجینان، افزایش می‌یابد؛ ویسکوزیته به دنبال جذب مایع و در نتیجه تورم

www.SID.ir
[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

Archive of SID

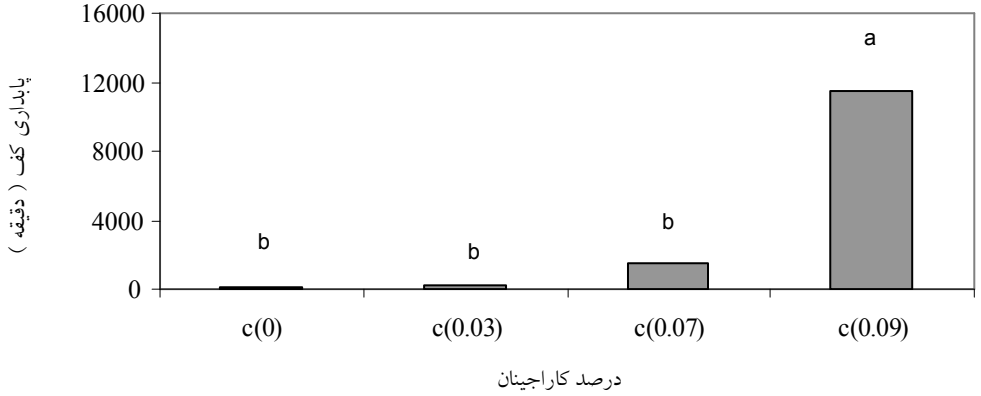
کلوییدها افزایش یافته و این اثـر بـا افـزایش میـزان صـمغ زیـاد می‌شود [۱۷].



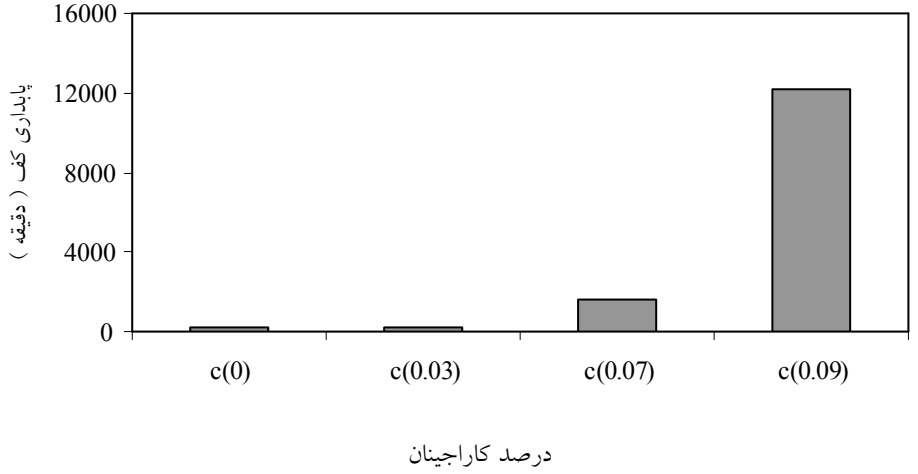
شکل ٦ اثر کاراجینان بر ویسکوزیته نوشیدنی

۳-٦- اثر کاراجینان بر پایداری کف

با توجه به شکل‌های ۷ و ۸ پایداری کف با افزایش میزان صـمغ، بالا رفته، این اختلاف تنهـا در سـطح چهـارم کاراجینـان از نظـر آمـاری معنـادار ($p<۰/۰۱$) اسـت و علـت ایـن امـر افـزایش ویسکوزیته نوشیدنی، به دلیل وجود ارتباط مستقیم بـین پایـداری کف و ویسکوزیته می‌باشد. افزایش ویسکوزیته از پاره شدن لایه نازک تشکیل دهنده حباب جلوگیری کرده و از طرف دیگر ایجاد فیلم چسبنده به پایداری کف کمک می‌کند [۵، ٦].



شکل ۷ اثر کاراجینان بر پایداری کف نوشیدنی در زمان ۹۰دقیقه



www.SID.ir
[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

Archive of SID

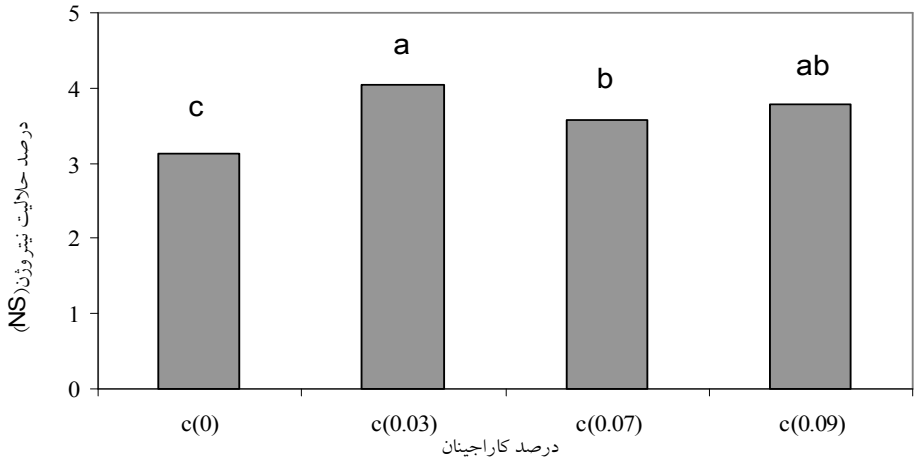
شکل ۸ اثر کاراجینان بر پایداری کف نوشیدنی در زمان ۱۲۰ دقیقه

۳-۷- اثر کاراجینان بر حلالیت پروتئین

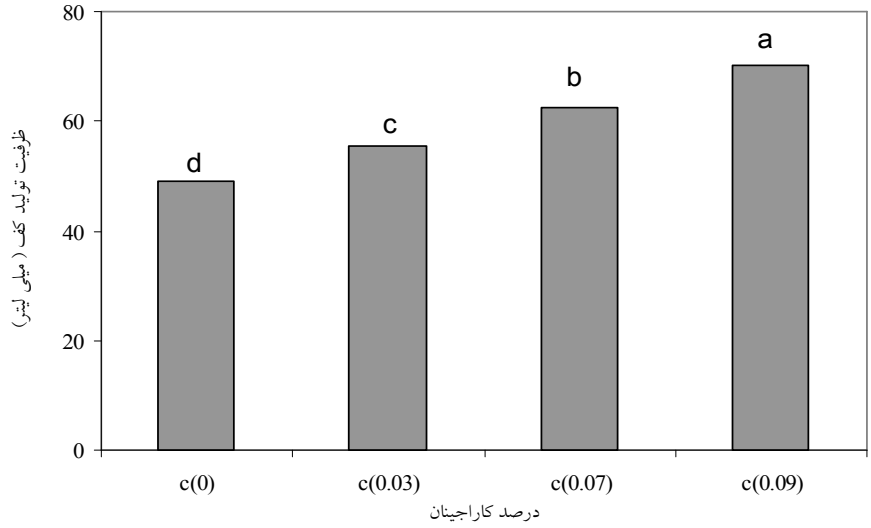
با توجه به شکل ۹ با افزایش میزان کاراجینان، NS افـزایش پیـدا مـی‌کنـد کـه علـت آن بانـد شـدن هیدروکلوییـد بـا پـروتئین و جلوگیری از رسوب پروتئین است [۱۸].

۳-۸- اثر کاراجینان بر ظرفیت تولید کف

با توجه به شکل ۱۰ ظرفیت تولید کف با افزایش کاراجینان بالا می‌رود که علت آن، افزایش حلالیت پروتئین است. سطوح مختلف کاراجینان در سطح اطمینان ۱درصد دارای اختلاف معناداری می‌باشند [۷، ۸].



شکل ۹ اثر کاراجینان بر درصد حلالیت نیتروژن



شکل ۱۰ اثر کاراجینان بر ظرفیت تولید کف

۳-۹- اثر متقابل زانتان و کاراجینان بر ویسکوزیته

بررسی اثر متقابل صمغ زانتان و کاراجینان بر ویسکوزیته، نشان می‌دهد در اکثر سطوح صمغ، این اختلاف در سطح اطمینان یک درصد ($p<۰/۰۱$) معنادار است. با توجه به شکل ۱۱ با افزایش هم زمان زانتان و کاراجینان، ویسکوزیته به مقدار زیادی افزایش می‌یابد که این امر به علت جذب آب بیشتر و احتمالاً اثر تقویت کننده این دو نوع صمغ می‌باشد [۱۷].

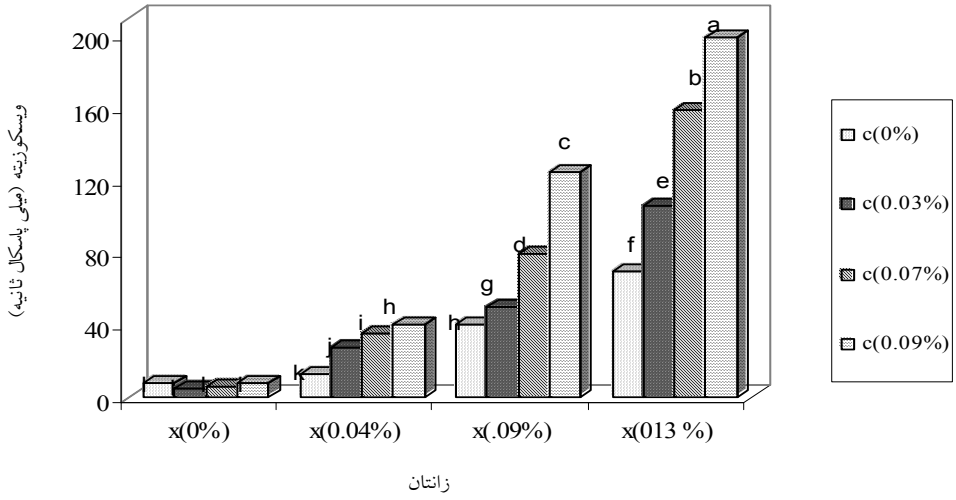
۳-۱۰- اثر متقابل زانتان و کاراجینان بر پایداری کف

بررسی اثر متقابل صمغ زانتان (X) و کاراجینان (C) بـر پایـداری کف، معنادار بودن این اختـلاف در سـطح اطمینـان یـک درصـد

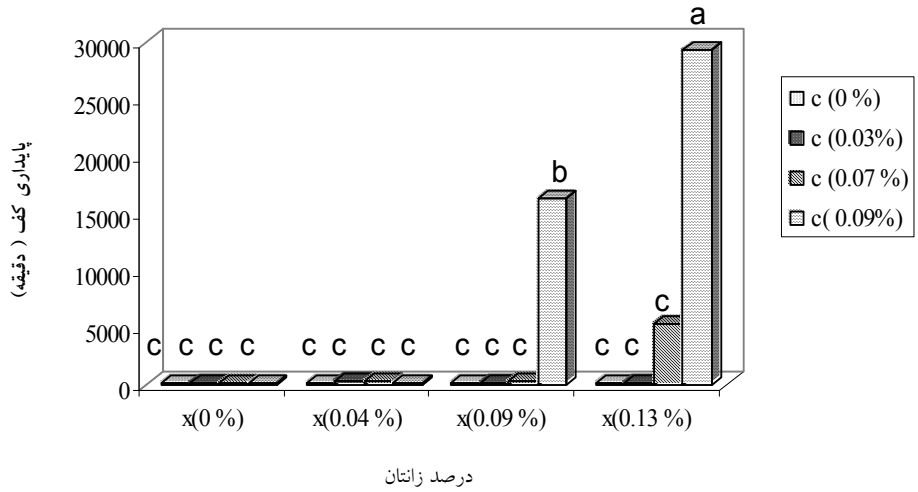
www.SID.ir
[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

Archive of SID

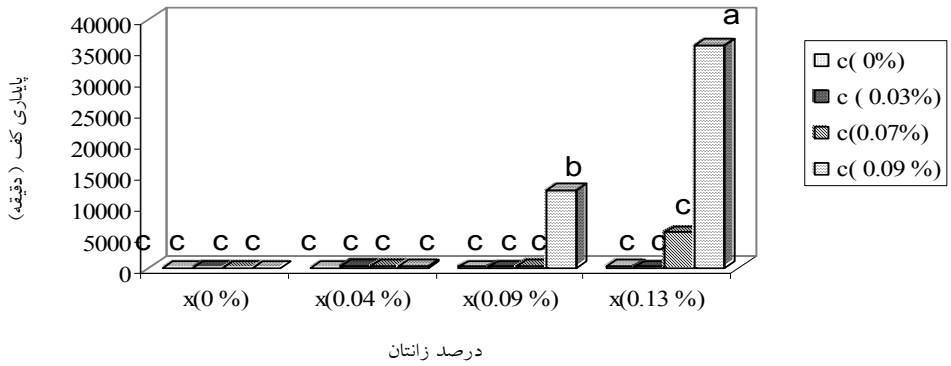
(p<۰/۰۱)، در بعضی از سطوح صمغ را نشـان مـی‌دهـد. مطـابق شکل ۱۲ و ۱۳ فقط در مقادیر بالای زانتان (بالای ۰/۰۹درصد) و کاراجینان (بیش از ۰/۰۷درصد) پایداری کف زیـاد مـی‌شـود. در این نوشیدنی کف و پایداری آن مطلوب و مفید است [٦].



شکل ۱۱ اثر متقابل زانتان و کاراجینان بر ویسکوزیته



شکل ۱۲ اثر متقابل زانتان و کاراجینان بر پایداری کف در زمان ۹۰ دقیقه



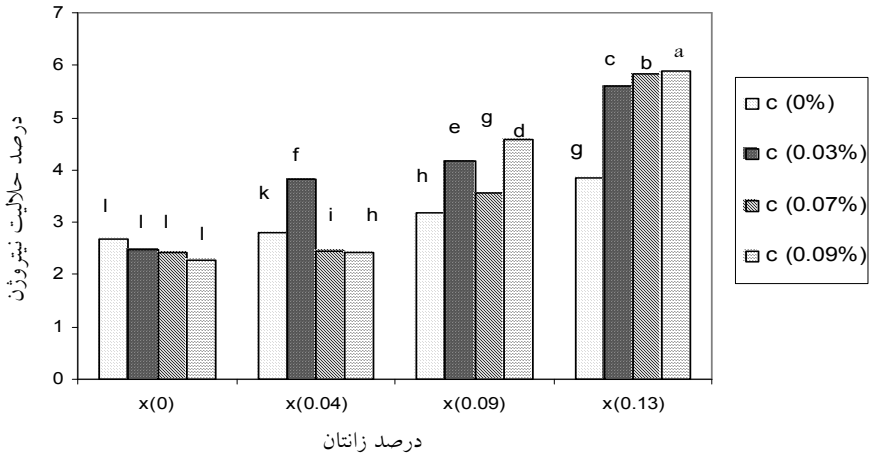
شکل ۱۳ اثر متقابل زانتان و کاراجینان بر پایداری کف در زمان ۱۲۰ دقیقه

۳-۱۱- اثر متقابل صمغ زانتان و کاراجینـان بـر ضریب حلالیت نیتروژن (NS)

www.SID.ir
[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

Archive of SID

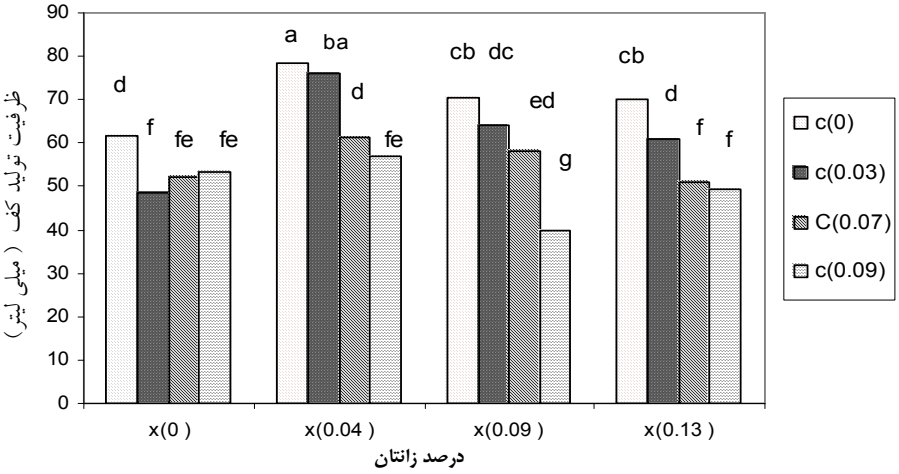
با توجه به شکل ۱٤، بررسی اثر متقابل صمغ زانتان (X) و کاراجینان (C) بر ضریب حلالیت نیتروژن نشان می‌دهد که اختلاف در تمام سطوح زانتان و کاراجینان به لحاظ آماری معنادار (p<۰/۰۱) است و تقریباً ضریب حلالیت نیتروژن با افزایش میزان زانتان و کاراجینان افزایش می‌یابد. این حالت به دلیل تشکیل شبکه بین دو هیدروکلویید و اتصال با پروتئین است. در مواردی که حلالیت، با افزایش میزان پلی‌ساکارید کاهش پیدا کرده، به علت نامتناسب بودن نسبت صمغ به پروتئین، است که سبب توده‌ای شدن پروتئین می‌شود.



شکل ۱٤ اثر متقابل زانتان و کاراجینان بر درصد حلالیت نیتروژن

۳-۱۲- اثر متقابل زانتان و کاراجینان بر ظرفیت تولید کف

بررسی شکل ۱۵ نشان می‌دهد در اکثر نمونه‌ها با افزایش همزمان زانتان و کاراجینان ظرفیت تولید کف کاهش یافته که این امر احتمالاً به دلیل افزایش ویسکوزیته در نمونه‌ها می‌باشد.



شکل ۱۵ اثرمتقابل زانتان و کاراجینان بر ظرفیت تولید کف

٤- نتیجه‌گیری

هدف از این پژوهش بررسی اثر دو صمغ زانتان و کاراجینان بر خصوصیات کف ایزوله پروتئین سویا، ویسکوزیته و حلالیت پروتئین بود که از زانتان در سطوح ۰، ۰/۰٤، ۰/۰۹ و ۰/۱۳درصد و از کاراجینان در سطوح ۰، ۰/۰۳، ۰/۰۷ و ۰/۰۹درصد استفاده شد. نتایج آنالیز واریانس نشان می‌دهد که اثر کاراجینان بر ضریب حلالیت نیتروژن، ویسکوزیته، پایداری و ظرفیت تولید کف از لحاظ آماری اختلاف معناداری در سطح ۱درصد دارا می‌باشد. اثر زانتان بر ضریب حلالیت نیتروژن، ویسکوزیته، پایداری و ظرفیت

www.SID.ir
[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

Archive of SID

تولید کف نیز دارای اختلاف معناداری در سطح ۱درصد می‌باشد. همچنین اثر متقابل زانتان و کاراجینان بر فاکتورهای مذکور معنادار است.

۵- تشکر و قدردانی

از جناب آقای دکتر برکتین و گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه تربیت مدرس صمیمانه سپاسگزاری می‌شود.

۶- منابع

[1] Dickinson, E. 1993. Protein–polysaccharides interaction in food hydrocolloids. pp. 77–93. in: Food Colloids and Polymers: Stability and Mechanical Properties. Dickinson, E. and Walstra, P. Royal Society of Chemistry. UK.

[2] Koning, M. M. G., Eendenburg, J. Bruijne, D. W. 1993. Mixed biopolymers in food systems. pp. 103–112. In Food Colloids and Polymers: Stability and Mechanical Properties. Dickinson, E. and Walstra, P. Royal Society of Chemistry. UK.

[3] Hettiarachchy, N. S. and Kalapathy, U. 1999. Food Protein. Chemisty Society, U.S.A. pp. 80-95.

[4] Laneuville, S. I., Pauin, P. ,Turgeon, S. L. 2000. Effect of preparation conditions of whey protein-xanthan gum complexes. Food Hydrocolloids. 14: 305-314.

[5] Keshun, L. 1997. Soy Beans. Chapman and Hall, UK. pp. 380-438.

[6] Huang, X. L., Catignani, G. L. and Swaisgood, H. E. 1997. Micro-scale method for determining foaming properties of protein. Journal of Food Science. 62: 1028-1030.

[7] Fleming, S. E., Sosulski, A. Kilara, A. Humbert, E. S. 1974. Viscosity and water absorption characteristics of slurries of sunflower and soybean flours, concentrates and isolates. Journal of Food Science. 39: 188.

[8] Linden, G., Lorient, D. 1999. New Ingredients in Food Processing. CRC Press. U.S.A. pp. 67-360.

[9] Carp, D. J., Wagner, J., Bartholomai, G. B. Pilosof, A. M. R. 1997. Rheological method for kinetics of drainage and dispropertionation of soy proteins foams. Journal of Food Science. 26: 1105-1109.

[10] Britten, M. Lavoie, L. 1992. Foaming properties of proteins as affected by concentration. Journal of Food Science. 57: 1219-1222.

[11] Xie, Y. R., Hettiarachchy, N. S. 1997. Xanthan gum effects on solubility and emulsification properties of soy protein isolate. Journal of Food Science. 62: 1101-1104.

[12] Xie, Y. R. Hettiarachehy, N. S. 1998. Effect of xanthan gum on enhaning the foaming properties of soy protein isolate. Journal of American Oil Chemistry and Society. 75: 729-732.

[13] Ibanoglu, E. 2002. Rheological behaviour of whey protein stabilized emulsions in the presence of gum arabic. Journal of Food Engineering. 52: 273-277.

[14] Dawkins, N. L. Nnanna, I. A. 1995. Studies on oat gum: composition, molecular weight estimation and rheological properties. Food Hydrocolloids. 9: 1-7.

[15] Howell, N., Bristow, E., Copeland, E. Friedli, G. L. 1998. Interaction of deamidated soluble wheat protein with sodium alginate. Food Hydrocolliods. 12: 317-324.

[16] Bradford, M. M. 1976. A rapid and sensetive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Annual Biochemisty. 7: 248-254.

[17] Harris, P. 1990. Food Gels. Elsevier, UK. pp. 79-435.

[۱۸] صداقت، ن؛ بررسی کاربرد و نقش صمغها در صنایع غذایی. سمینار کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، (۱۳۶۹) ؛ صفحه ۱۴۲.

[19] Nishinari, K., Doi, E. 1994. Food Hydrocolloida: structure, properties and functional. Plenum Press. U.S.A. pp. 1–19.

www.SID.ir
[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]