کنفرانس دستاوردهای نوین در صنایع غذایی و تغذیه سالم
Novel Findings in Food Industries & Healthy Nutrition
۲۸ - ۲۷ مرداد ماه ۱۳۹۵
سازمان بسیج مهندسین کشاورزی و منابع طبیعی استان البرز
Archive of SID

کد مقاله: Foodconf-10268

مقایسه خواص فیزیکوشیمیایی و عملکردی صمغ فارسی (Farsi Gum) و صمغ درخت بادام شیرین (Almond Gum)

جواد امینی راستابی*[1]، علی نصیرپور
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی دانشگاه صنعتی اصفهان، ۲- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه صنعتی اصفهان
j.amini.r371@gmail.com

چکیده
صمغ فارسی از تنه و شاخه درختان بادام‌کوهی (*Amygdalus scoparia spach*) و صمغ درخت بادام شیرین (almond) از تنه و شاخه درختان بادام شیرین با نام علمی *Amygdalus communis L.* تراوش می‌کند. به دلیل تشابه ظاهری و عدم شناخت کافی در این زمینه، گاها هر دو نوع صمغ تحت عنوان صمغ فارسی یا صمغ زدو شناخته می‌شوند اما بررسی‌های انجام‌شده نشان داد که صمغ فارسی و صمغ درخت بادام شیرین هم ازلحاظ ترکیبات شیمیایی و هم ازلحاظ خصوصیات عملکردی کاملاً با همدیگر متفاوت هستند. صمغ درخت بادام شیرین به دلیل داشتن ترکیبات با وزن مولکولی بالاتر نسبت به صمغ فارسی، دارای ویسکوزیته بالاتری بود و به دلیل همین ویسکوزیته بالاتر قدرت امولسیون کنندگی آن نیز نسبت به صمغ فارسی بیشتر بود. صمغ فارسی توانایی تشکیل کف نداشت اما صمغ درخت بادام شیرین هم توانایی تشکیل کف داشت و هم اینکه کف تشکیل‌شده از پایداری نسبتاً بالایی برخوردار بود.
کلمات کلیدی: صمغ فارسی، صمغ درخت بادام شیرین، خواص فیزیکوشیمیایی، خواص عملکردی.

مقدمه
افزودنی‌های غذایی، نقش مهمی در ریزساختار، کیفیت و پایداری محصولات ایفا می‌کنند. در سال‌های اخیر به دلیل افزایش آگاهی مردم در ارتباط با مضرات افزودنی‌های طبیعی، تمایل به استفاده از افزودنی‌های طبیعی افزایش‌یافته است. هیدروکلوئیدها به‌عنوان تغلیظ کننده، عامل ایجاد ژل، پایدارکننده امولسیون و کف، عامل ممانعت کننده از رشد و گسترش بلوره‌های یخ و بلوره‌های قندی در صنایع مختلف مورداستفاده قرار می‌گیرند. صمغ‌های ترشحی از ابتدایی‌ترین و قدیمی‌ترین صمغ‌ها به شمار می‌روند چراکه به‌آسانی در دسترس بشر بودند و برای مصارف مختلف از آن‌ها استفاده می‌کردند [۱].

صمغ درخت بادام‌کوهی و صمغ درخت بادام شیرین ازجمله صمغ‌های تراوشی هستند که به‌وفور در ایران یافت می‌شوند. صمغ فارسی صمغی است شفاف که از درخت بادام‌کوهی (*Amygdalus scoparia spach*) از خانواده گل‌سرخیان تراوش می‌شود. درختان بادام‌کوهی که بومی ایران محسوب می‌شوند در مناطق وسیعی از کشور به‌ویژه استان‌های مرکزی می‌رویند. این صمغ به نام‌های زدو، شیرازی و آنگوم نیز معروف است.

www.SID.ir

Archive of SID

پراکنش جغرافیایی این درختچه در استان‌های فارس، چهارمحال‌وبختیاری، یزد، کرمان، خراسان، تهران، کردستان، لرستان، کرمانشاه، اراک، ایلام، سیستان‌وبلوچستان، هرمزگان، بوشهر و خوزستان گزارش‌شده است [۲]. بادام شیرین (almond) بانام علمی *Amygdalus communis L.* یکی از گیاهان تیره گل سرخ و متعلق به دولپه‌ای‌ها می‌باشد. بادام یک درخت بومی آسیای غربی، کرانه جنوبی دریای مدیترانه و مراکش است [۳].

از درخت بادام شیرین نیز صمغ شفاف و کاملاً شبیه به صمغ درخت بادام‌کوهی تراوش می‌شود. متأسفانه به دلیل تشابه ظاهری و عدم مطالعات کافی در این زمینه گاها هر دو نوع صمغ تحت عنوان صمغ فارسی یا صمغ زدو شناخته می‌شوند درحالی‌که این دو نوع صمغ ازلحاظ ساختاری و خواص فیزیکوشیمیایی کاملاً متفاوت می‌باشند. از طرف دیگر با توجه به تعداد کم مطالعات انجام‌شده روی این دو نوع صمغ، در تجارت آن‌ها را به‌اشتباه و تنها به دلیل تشابه ظاهری، صمغ عربی می‌نامند. درصورتی‌که صمغ عربی از شیره خشک‌شده ساقه و شاخه‌های گیاهی به نام آکاسیا استحصال می‌شود اما صمغی که از ایران تحت عنوان صمغ عربی صادر می‌شود از درخت بادام‌کوهی و بادام شیرین استحصال می‌شود.

مواد و روش‌ها

صمغ فارسی از درختان بادام‌کوهی با واریته Amygdalus scoparia Spach از جنگل‌های محافظت‌شده بادام‌کوهی در روستای ارجنک، واقع در استان چهارمحال‌وبختیاری و صمغ درخت بادام شیرین نیز از درختان بادام شیرین (*Amygdalus communis L.*) واقع در شهر سامان، استان چهارمحال‌وبختیاری جمع‌آوری شد. برای جلوگیری از جذب رطوبت، نمونه‌های خشک‌شده بلافاصله بعد از جمع‌آوری درون کیسه‌های نایلونی بسته‌بندی‌شده و به آزمایشگاه انتقال داده شد. بعد از جدا نمودن آلودگی‌های سطحی، نمونه‌هایی که دارای کیفیت بالاتری بودند با آسیاب کاملاً خرد و نرم شدند. در ادامه صمغ‌های آسیاب شده در آب حل‌شده و سپس به‌منظور جدا کردن ناخالصی‌ها، محلول صمغ از فیلتر پارچه‌ای عبور داده شد. در ادامه نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت درون فریزر نگهداری شده تا کاملاً منجمد شوند. سپس با استفاده از خشک‌کن انجمادی (ساخت شرکت دنا وکیوم ایران) نمونه‌ها کامل خشک شدند. از این نمونه‌های تولیدی برای انجام آنالیزهای مربوطه استفاده شد.

آزمون‌های شیمیایی

مقدار رطوبت، خاکستر و پروتئین نمونه‌ها طبق استاندارد AOAC ارزیابی شد. ضریب تبدیل ۶/۵ برای تعیین مقدار پروتئین در نظر گرفته شد. درصد کربوهیدرات نیز از اختلاف مجموع رطوبت، خاکستر و پروتئین با ۱۰۰ محاسبه شد. میزان عناصر معدنی نیز توسط دستگاه پلاسمای جفت شده القایی- طیف‌سنجی نشر اتمی (ICP-OE) تعیین شد [۴].

ویسکوزیته

برای اندازه‌گیری ویسکوزیته ظاهری از محلول ۳٪ (وزنی – حجمی) استفاده شد. هریک از نمونه‌های صمغ فارسی و صمغ بادام به‌آرامی به آب مقطر روی همزن مغناطیسی که حالت متلاطم داشت، اضافه شدند و

www.SID.ir

Archive of SID

حداقل دو ساعت مخلوط شدن ادامه داشت. برای اینکه هیدراته شدن ذرات نمونه به‌طور کامل صورت گیرد و ویسکوزیته به حداکثر مقدار خود برسد، نمونه‌ها به مدت یک شبانه‌روز درون یخچال نگهداری شدند. در ادامه از ویسکومتر بروکفیلد (مدل DVII، ساخت آمریکا) مجهز به Small sample adaptor و در ۱۲ سرعت چرخشی متفاوت برای اندازه‌گیری ویسکوزیته استفاده شد. اسپیندل مورداستفاده در این آزمایش شماره ۲۱ و مخصوص Small sample adaptor بود.

ارزیابی قدرت کف کنندگی و پایداری کف

ابتدا محلول‌های ۲، ۳ و ۴ درصد صمغ فارسی و صمغ بادام تهیه شدند. سپس توسط هموژنایزر به مدت دو دقیقه با دور ۶۰۰۰ دور در دقیقه هموژن شدند. درنهایت هر یک مخلوط‌ها به استوانه مدرج منتقل‌شده و حجم کف حاضر در سطح بالای مایع درون استوانه مدرج مشخص شد. درنهایت از روابط زیر برای اندازه‌گیری درصد کف کنندگی و پایداری کف استفاده شد [۵].

$$\text{درصد کف کنندگی} = \frac{\text{حجم کف}}{\text{حجم اولیه نمونه}} \times ۱۰۰$$

$$\text{پایداری کف} = \frac{\text{حجم کف بعد از ۱۵ دقیقه}}{\text{حجم کف اولیه}} \times ۱۰۰$$

بررسی خواص امولسیون کنندگی

در ابتدا محلول‌های صمغ فارسی و بادام در غلظت‌های ۱، ۱/۵ و ۲ درصد تهیه شد. برای اینکه ذرات صمغ کاملاً هیدراته شوند محلول تهیه‌شده به مدت ۲۴ ساعت درون یخچال نگهداری شد. در ادامه امولسیون موردنظر با مخلوط کردن ۲۰٪ روغن آفتابگردان و ۸۰٪ محلول صمغ تهیه شد. مخلوط فوق با استفاده از هموژنایزر آلتراتوراکس (مدلT18 ، ساخت شرکت آیکا آلمان) به مدت ۵ دقیقه در ۱۳۵۰۰ دور بر دقیقه کاملاً هموژن گردید. امولسیون تهیه‌شده به‌منظور پخش ماکرومولکول‌ها و پایداری سطح بین روغن و آب به مدت ۲۴ ساعت درون یخچال نگهداری شد. در ادامه ویژگی‌های امولسیون کنندگی محلول تهیه‌شده مورد-بررسی قرار گرفت.

فعالیت امولسیونی (emulsion activity یا EA)

برای اندازه‌گیری فعالیت امولسیونی ۱۵ میلی‌لیتر از امولسیون تهیه‌شده درون فالکون درجه‌بندی‌شده ریخته شد. فالکون‌ها درون سانتریفیوژ قرارگرفته و به مدت ۵ دقیقه در ۱۳۰۰g سانتریفیوژ شدند. در ادامه برای اندازه‌گیری فعالیت امولسیونی تمام حجم سیستم (WV) و حجم فاز امولسیونی (EPV) اندازه‌گیری شد و فعالیت امولسیونی طبق معادله‌ی زیر محاسبه شد [۶].

$$EA\ (\%) = (EPV/\ wv) \times 100$$

www.SID.ir

Archive of SID

پایداری امولسیون (emulsion stability یا ES)

برای اندازه‌گیری پایداری امولسیون در ابتدا امولسیون تهیه‌شده به مدت ۳۰ دقیقه درون حمام آب گرم ۸۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. بلافاصله بعد از تیمار حرارتی امولسیون موردنظر به مدت ۱۵ دقیقه درون حمام یخ قرار داده شد و در انتها امولسیون درg ۱۳۰۰ برای ۵ دقیقه سانتریفوژ شد. برای اندازه‌گیری پایداری امولسیون از معادله‌ی زیر استفاده شد [۶].

$$ES\ (\%) = (EPV/\ wv) \times 100$$

تجزیه‌وتحلیل آماری

تمامی داده‌ها حاصل از سه تکرار بود و نتایج به‌صورت میانگین ± انحراف از میانگین گزارش شدند. سطح معنی‌دار مورداستفاده در این مطالعه ۰/۰۵ در نظر گرفته شد و برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از آنالیز واریانس (ANOVA) و نرم‌افزار SPSS استفاده گردید. از نرم‌افزار Microsoft office Excel 2010 نیز برای رسم نمودارها استفاده شد.

نمونه	رطوبت (٪)	خاکستر (٪)	پروتئین (٪)	کربوهیدرات (٪)	سدیم (٪)	پتاسیم (٪)	کلسیم (٪)	منیزیم (٪)
صمغ فارسی	۸/۰۳±۰/۳۲^{a}	۲/۴۴±۰/۱۴^{a}	۰/۷۲±/۰۶^{a}	۸۷/۸۱±۰/۱۱^{a}	۰/۱۹±۰/۰۱^{a}	۰/۱۷±۰/۰۱^{a}	۰/۷۱±۰/۰۴^{a}	۰/۲۲±۰/۰۱^{a}
صمغ بادام	۷/۹۵±۰/۲۶^{a}	۱/۰۱±۰/۰۹^{b}	۰/۴۵±۰/۱۱^{b}	۹۰/۶±۰/۱۴^{a}	۰/۰۲±۰/۰۱^{b}	۰/۰۳±۰/۰۱^{b}	۰/۷۲±۰/۰۵^{a}	۰/۰۷±۰/۰۱^{b}

نتایج و بحث

آنالیزهای شیمیایی

اهمیت شناخت خصوصیات شیمیایی صمغ‌ها به این دلیل است که تفاوت ساختار شیمیایی آن‌ها، باعث تفاوت در ویژگی‌های عملکردی آن‌ها می‌شود و بر کارایی و کاربرد آن‌ها تأثیر می‌گذارد. در جدول ۱ خصوصیات شیمیایی صمغ فارسی و صمغ بادام شیرین آورده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود ازلحاظ رطوبت و مقدار ترکیبات کربوهیدراتی در سطح P کمتر از ۰/۰۵ تفاوت معنی‌داری بین این دو صمغ وجود ندارد؛ اما ازلحاظ میزان پروتئین و میزان خاکستر صمغ فارسی غنی‌تر می‌باشد. میزان پروتئین به‌دست‌آمده برای هر دو صمغ پایین‌تر از محتوای پروتئین گزارش‌شده برای صمغ کتیرا با ۲/۵۹ درصد، صمغ گاتی با ۴/۱۸ درصد، صمغ عربی با ۲/۳۱ درصد، صمغ کارایا با ۱/۲۰ درصد و صمغ زانتان با ۵/۴۰ درصد می‌باشد [۷]. عنصر کلسیم نیز در هر دو صمغ مهم‌ترین ماده معدنی به شمار می‌رود.

جدول ۱- آنالیز شیمیایی صمغ فارسی و صمغ درخت بادام شیرین

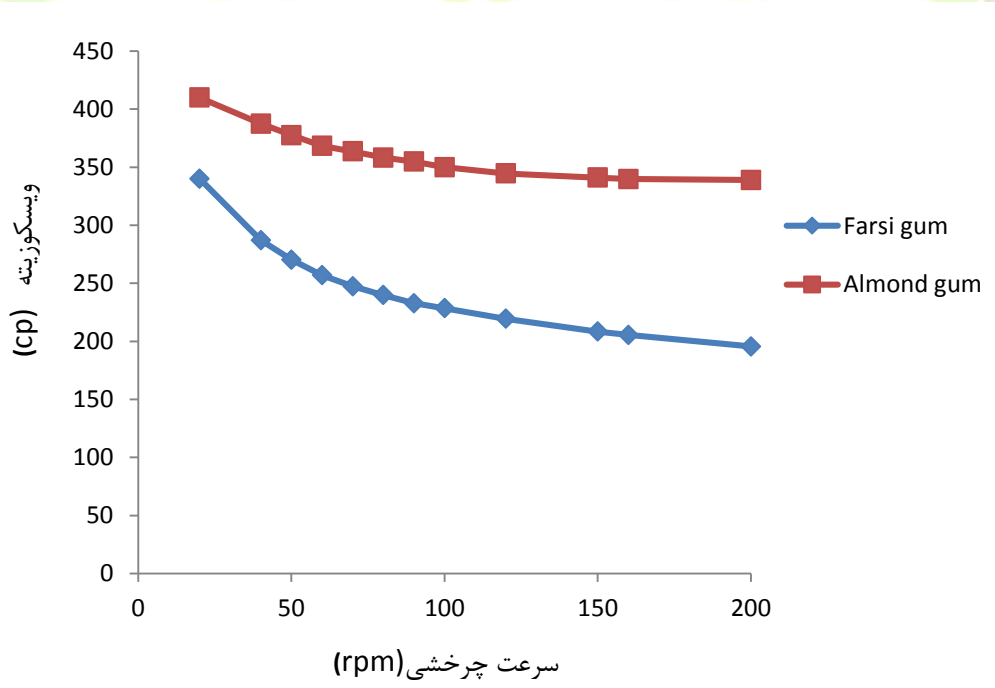
- نتایج به‌صورت میانگین سه تکرار ± انحراف از میانگین گزارش‌شده است.
- حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین نمونه‌ها در فاکتور مربوطه است.

ویسکوزیته

www.SID.ir

Archive of SID

همان‌طور که در شکل ۱ نشان داده‌شده است میزان ویسکوزیته صمغ درخت بادام شیرین بیشتر از ویسکوزیته صمغ فارسی می‌باشد. وجود ساختارهای بلند زنجیر و با وزن مولکولی بیشتر در صمغ درخت بادام شیرین را می‌توان علت این اختلاف ویسکوزیته دانست. چراکه ترکیبات بلند زنجیر و با وزن مولکولی بالا قابلیت بیشتری در جذب آب و ایجاد ویسکوزیته دارند. مطالعات قبلی نشان داده است که میانگین وزن مولکولی در صمغ فارسی $۴/۷۶\times۱۰^{۶}$ دالتون و در صمغ درخت بادام شیرین $۱۱/۲۲\times۱۰^{۶}$ دالتون است [۸ و ۹]. در هر دو نمونه صمغ با افزایش سرعت چرخشی میزان ویسکوزیته کاهش‌یافته است؛ اما باید توجه کرد که این روند کاهش ویسکوزیته کاملاً خطی نمی‌باشد، بلکه در ابتدا ویسکوزیته با شیب زیادی کاهش‌یافته و به‌تدریج از شیب نمودار کاسته شده است؛ بنابراین می‌توان گفت که هر دو صمغ رفتار رقیق شونده در برابر جریان را از خود نشان می‌دهند اما شدت این رفتار در صمغ فارسی بیشتر می‌باشد. مطالعات انجام‌شده درزمینهٔ سایر صمغ‌ها نیز نشان داده است که صمغ‌های نشاسته، پکتین، کاراجینان، صمغ قدومه شیرازی، صمغ دانه شاهی، صمغ دانه مریم گلی، صمغ کاکتوس، زانتان و کربوکسی متیل سلولز نیز رفتار رقیق شونده در برابر جریان از خود نشان می‌دهند [۱۰]. قرار گرفتن تصادفی زنجیره‌های دارای وزن مولکولی بالا در مسیر جریان را می‌توان علت این امر دانست؛ به‌عبارت‌دیگر مولکول‌های پلی‌ساکاریدی در غلظت‌های بالا درهم‌تنیده و درگیر هستند. در پی ایجاد تنش برشی باندهای هیدروژنی و پیوندهای غیرکووالانسی (پیوندهای واندروالس و نیروهای الکترواستاتیک) این شبکه تضعیف و تجمع حاصله در محلول از بین رفته و زنجیره‌ها در جهت جریان قرار می‌گیرند و درنتیجه ویسکوزیته کاهش می‌یابد [۱۱].



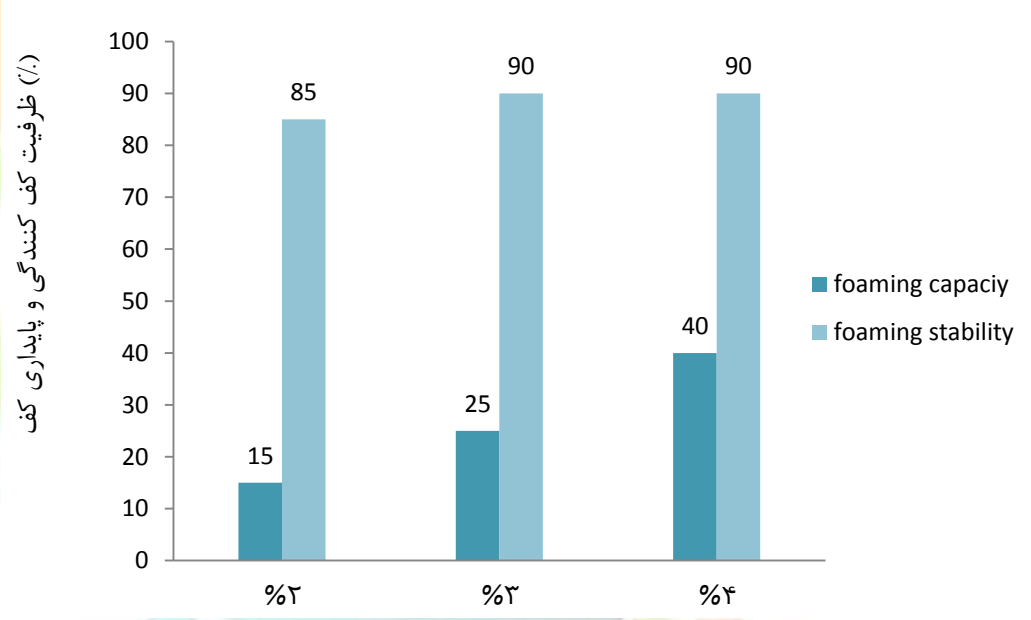
شکل ۱- بررسی تغییرات ویسکوزیته در سرعت‌های چرخشی متفاوت

www.SID.ir

Archive of SID

ارزیابی قدرت کف‌کنندگی و پایداری کف

بررسی‌ها نشان داد که صمغ فارسی در غلظت‌های کمتر از ۳ درصد قابلیت تشکیل کف ندارد و در غلظت‌های بیشتر از ۳ درصد نیز قابلیت تشکیل کف بسیار ضعیف می‌باشد به‌گونه‌ای که کف حاصله بسیار ناچیز بود و بلافاصله پس از تشکیل از بین می‌رود و قابل‌اندازه‌گیری نیست؛ اما در صمغ درخت بادام شیرین قابلیت تشکیل کف در غلظت‌های ۲، ۳ و ۴ درصد به ترتیب برابر با ۱۵، ۲۵ و ۴۰ درصد بود. پایداری کف حاصله نیز در غلظت ۲ درصد برابر با ۸۵ درصد و در غلظت‌های ۳ و ۴ درصد برابر با ۹۰ درصد ارزیابی شد. قدرت کف کنندگی و پایداری کف به عوامل مختلفی ازجمله میزان پروتئین، وزن مولکولی، ساختار شیمیایی و بسیاری از عوامل دیگر بستگی دارد. وجود ترکیبات با وزن مولکولی بیشتر در صمغ درخت بادام شیرین نسبت به صمغ فارسی را می‌توان یکی از علل بیشتر بودن قدرت کف کنندگی صمغ بادام شیرین نسبت به صمغ فارسی دانست [۸].



شکل ۲- ظرفیت کف کنندگی و پایداری کف حاصل از صمغ درخت بادام شیرین

خواص امولسیفایری

یکی از روش‌های معمول برای تسریع سینتیک ناپایداری در امولسیون‌ها به‌کارگیری سانتریفیوژ جهت سرعت بخشیدن به جدا شدن گرانشی ذرات فاز پراکنده می‌باشد [۱۲]. در اینجا نیز به‌منظور تعیین قابلیت امولسیون کنندگی از روش سانتریفیوژ استفاده شد. هر دو نمونه صمغ فارسی و صمغ بادام شیرین در غلظت ۱/۵ درصد و بالاتر دارای قابلیت امولسیون کنندگی ۱۰۰ درصد بودند. در غلظت ۱ درصد اگرچه در هردو صمغ دوفاز شدن مشاهده شد، اما در صمغ درخت بادام شیرین شدت دوفاز شدن کمتر بود. در بحث پایداری امولسیون نیز، با

www.SID.ir

Archive of SID

افزایش غلظت صمغ، پایداری امولسیون‌ها افزایش یافت. غلظت کم هیدروکلوئید در امولسیون دارای اثرات ناپایدارسازی به دلیل پدیده تهی‌سازی است که دوفاز شدن را تسهیل می‌نماید درحالی‌که در غلظت‌های بالاتری از هیدروکلوئید، به سبب قوی‌تر بودن برهم‌کنش‌های تهی سازی که از ویژگی ویسکوالاستیک قطرات امولسیون در یک شبکه شبه ژلی ناشی می‌شود، از جدا شدن چربی از امولسیون جلوگیری به عمل می‌آید [۱۳].

امولسیون حاصل از صمغ فارسی در غلظت ۲ درصد به پایداری کامل رسید، درحالی‌که در امولسیون حاصل از صمغ درخت بادام شیرین پایداری کامل در غلظت ۱/۵ درصد حاصل شد (جدول ۲). که این موضوع نشان‌دهنده بالاتر بودن قدرت امولسیفایری صمغ درخت بادام شیرین نسبت به صمغ فارسی می‌باشد. بالاتر بودن قدرت امولسیفایری صمغ درخت بادام شیرین نسبت به صمغ فارسی را می‌توان به بیشتر بودن ویسکوزیته صمغ درخت بادام شیرین نسبت داد چراکه با افزایش ویسکوزیته از میزان تحرک ذرات چربی کاسته شده و بنابراین احتمال برخورد و اتصال ذرات چربی به یکدیگر و ایجاد ناپایداری در امولسیون کاسته می‌شود [۱۳].

جدول ۲- بررسی پایداری امولسیون و قابلیت امولسیون کنندگی امولسیون‌های صمغ فارسی و صمغ بادام شیرین

	پایداری امولسیون			قابلیت امولسیون کنندگی		
نمونه	٪۲	٪۱/۵	٪۱	٪۲	٪۱/۵	٪۱
صمغ فارسی	۱۰۰±۰/۰۰^{a}	۷۶/۳±۲/۲۵^{a}	۳۲/۲±۲/۳۲^{a}	۱۰۰±۰/۰۰^{a}	۱۰۰±۰/۰۰^{a}	۵۰/۱۴±۲/۱۳^{a}
صمغ بادام	۱۰۰±۰/۰۰^{a}	۱۰۰±۰/۰۰^{b}	۴۸/۵±۱/۱۰^{b}	۱۰۰±۰/۰۰^{a}	۱۰۰±۰/۰۰^{a}	۶۸/۱۴±۳/۱۸^{b}

- نتایج به‌صورت میانگین سه تکرار ± انحراف از میانگین گزارش‌شده است.
- حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین نمونه‌ها در فاکتور مربوطه است.

نتیجه‌گیری

بررسی‌های انجام‌شده نشان داد که صمغ فارسی و صمغ درخت بادام شیرین هم ازلحاظ ترکیبات شیمیایی و هم ازلحاظ خصوصیات عملکردی کاملاً با همدیگر متفاوت هستند و نباید به دلیل تشابه ظاهری این دو نوع صمغ متفاوت را یکی دانست. نتایج همچنین نشان داد که هر دو نوع صمغ به‌خصوص صمغ درخت بادام شیرین خواص امولسیفایری نسبتاً خوبی دارند و با توجه به فراوانی آن‌ها در کشور می‌توان از آن‌ها به‌عنوان جایگزین بسیاری از صمغ‌های وارداتی در مواد غذایی استفاده کرد.

منابع

www.SID.ir

Archive of SID

[1] هدی خالصی، محمد علیزاده و محمود رضازاد، ۱۳۹۱، بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و عملکردی صمغ زدو تراوشی از گیاه Amygdalus Scoparia Spach در منطقه میان جنگل استان فارس، پژوهش های علوم و صنایع غذایی ایران، شماره ۸، صفحات ۳۱۷ تا ۳۲۶.

[2] سلیمان عباسی و سمیه رحیمی، ۱۳۸۷، معرفی یک نوع صمغ گیاهی بومی ناشناخته: صمغ فارسی، ماهنامه صنعت آرد و غذا، شماره ۱۳، صفحات ۴۶ تا ۵۱.

[3] محمد کاوند، کاظم ارزانی و علی ایمانی، ۱۳۸۸، ژنوتیپ‌های برتر بادام در منطقه بروجرد، مجله نهال و بذر، شماره ۳، صفحات ۳۸۵ تا ۳۹۹.

[4] Horwitz, William, and William Horwitz. Official methods of analysis of AOAC International. No. C/630.240 O3/2000. 2000.

[5] پویا صیدی، ۱۳۹۳، بررسی ویژگی‌های ساختاری و عملکردی کمپلکس‌های صمغ عربی با کازئین و کازئین هیدرولیز شده حاصل از واکنش مایلارد، پایان نامه کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

[6] عبدالخالق گلکار، ۱۳۹۲، بررسی ویژگی های امولسیون کنندگی کمپلکس های کووالانسی و غیرکووالانسی بتالاکتوگلوبولین-صمغ فارسی، پایان نامه کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

[7] رکسانا سیفی، ۱۳۹۳، بررسی اجزاء و خصوصیات ساختاری صمغ فارسی، پایان نامه کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.

[8] Rezaei, A., Nasirpour, A., & Tavanai, H. ,2016, Fractionation and some physicochemical properties of almond gum (Amygdalus communis L.) exudates, *Food Hydrocolloids*, vol.60, pp 461-469.

[9] Fadavi, G., Mohammadifar, M. A., Zargarran, A., Mortazavian, A. M., & Komeili, R. , 2014, Composition and physicochemical properties of Zedo gum exudates from Amygdalus scoparia, *Carbohydrate polymers*, vol. 101, pp 1074-108.

[10] حمیدرضا مظفری، ابراهیم حسینی و محمد حجت‌الاسلامی، ۱۳۹۴، بررسی رفتار جریان صمغ تراوشی زدو به عنوان تابعی از غلظت و دما، همایش بین المللی پژوهش های کاربردی در کشاورزی، تهران-ملارد، شرکت تعاونی علم گستران پیشتاز ایرانیان.

[11] García-Cruz, E., J. Rodriguez-Ramirez, L. M. Lagunas and L. Medina-Torres, 2013, Rheological and physical properties of spray-dried mucilage obtained from Hylocereus undatus cladodes, *Carbohyd. Polym*, vol. 91, pp 394-402.

[12] Weiss, J. 2002. Emulsion stability determination. Current protocols in food analytical chemistry.

[13] Dickinson, E, 2009, Hydrocolloids as emulsifiers and emulsion stabilizers, Food Hydrocolloid, vol. 23, pp 1473-1482.

www.SID.ir