

بررسی ترکیبات، وزن ملکولی و ویژگی‌های رئولوژیک و حرارتی صمغ زرد تراویده از درخت بادام کوهی (*Amygdalus Scoparia*)

قاسم فدوی^۱، محمد امین محمدی^۲، عزیز زرگران^۱، ابراهیم آزادنی^۳

۱- کمیته تحقیقات دانشجویان، انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

۲- نویسنده مسئول: دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
پست الکترونیکی: mohamdif@ut.ac.ir

۳- کارشناس ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران

چکیده

سابقه و هدف: صمغ‌ها به عنوان پایدارکننده، امولسیون‌کننده و بهبود دهنده بافت در مواد غذایی کاربرد دارند. ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی صمغ‌ها نوع کاربرد آن‌ها را تعیین می‌کند. در این مطالعه برخی از ویژگی‌های صمغ زرد، تراویده از درخت بادام کوهی (*Amygdalus Scoparia*)، بررسی شده است.

مواد و روش‌ها: صمغ زرد از استان کرمان جمع‌آوری و به سه گروه سفید، زرد و قرمز دسته‌بندی شد. پروتئین، چربی و خاکستر به روش AOAC و عناصر Na, K, Ca, Fe, Zn و Mg با دستگاه ICP و کربوهیدرات کل به روش فنل-سولفوریک اندازه‌گیری شد. آنالیز گرمایی در دمای C ۶۰۰ - ۳۰ انجام شد. وزن ملکولی با کروماتوگرافی اندازه‌تردی تعیین شد. رفتارهای رئولوژی در دمای C ۲۵ با دستگاه رئومتر مدل Physica MCR 301 روی محلول ۲٪ (w/w) صمغ بررسی شد.

یافته‌ها: انواع صمغ زرد در برخی ترکیبات دارای اختلاف معنی‌دار بودند. آنالیز حرارتی سه نمونه دارای روند مشابه ولی مقادیر متفاوت بودند. همه نمونه‌ها دارای یک جزء با وزن ملکولی بالا (<1۱۸۰) بودند. افزایش کرنش، موجب کاهش مدول ذخیره و افت شد. نمونه‌ها رفتار ژل ماندنی از خود بروز ندادند. گرانیروی نمونه‌ها با افزایش دما کاهش یافت.

نتیجه‌گیری: صمغ زرد در سه رنگ بررسی شد. انواع صمغ در برخی ویژگی‌ها مانند ترکیبات شیمیایی، رئولوژی و وزن ملکولی تفاوت‌هایی با هم داشتند. داده‌های به دست آمده با داده‌های صمغ عربی که توسط سایرین مطالعه شده، کاملاً متفاوت بود.

واژگان کلیدی: زرد، رئولوژی، آنالیز حرارتی، وزن ملکولی

مقدمه

نام‌های فارسی و شیرازی نیز معروف است، به سه رنگ سفید، زرد و قرمز دیده می‌شود. افزون بر استفاده از صمغ زرد در صنایع مختلف نساجی، کاغذسازی، چسب‌سازی، لیتوگرافی و صنایع غذایی، در پزشکی سنتی نیز برای تحریک اشتها و خرد کردن سنگ مثانه کاربرد دارد. هر ساله مقادیر زیادی از صمغ برداشت شده به کشورهای اروپایی، بویژه آلمان و فرانسه صادر می‌شود (۵). با توجه به ناشناخته بودن ساختار و ویژگی‌های عملکردی این نوع صمغ و تعداد کم مطالعات انجام شده روی آن، در تجارت آن را به اشتباه و تنها به دلیل تشابه ظاهری، صمغ عربی می‌نامند (۶). برخی از پژوهشگران ایرانی تاکنون نتایج بررسی‌های خود روی

صمغ‌ها گروهی از پلی‌ساکاریدها یا همان پلی‌مرهای زیستی هستند که در مواد غذایی به عنوان امولسیون‌کننده، پایدارکننده، بهبود دهنده بافت، ژل‌کننده، قوام‌دهنده و غیره کاربرد دارند (۲، ۱). پیچیدگی ساختاری صمغ‌ها به گونه‌ای است که در بین آن‌ها می‌توان از ساختار خطی تا ساختار بسیار شاخه‌دار مشاهده نمود. این تنوع در ساختار تعیین‌کننده ویژگی‌های انحصاری هر یک از صمغ‌ها می‌باشد (۳).

زرد، صمغی است شفاف که از درختان بادام کوهی تراوش می‌کند. درختان بادام کوهی که بومی ایران محسوب می‌شود در مناطق وسیعی از کشور (ناحیه ایرانی-تورانی) بویژه استان‌های مرکزی می‌روید (۴). این صمغ که به

Emission Spectrometry) مدل Vista-pro ساخت شرکت Varian انجام شد و نتایج با بازیابی بین ۹۰ تا ۱۱۰ درصد پذیرفته شد (۱۵). کربوهیدرات کل با استفاده از روش فنل-سولفوریک تعیین شد (۱۰).

آنالیز حرارتی: برای تعیین پایداری حرارتی صمغ‌ها و میزان تجزیه آن‌ها در اثر حرارت، آزمون تجزیه وزن سنجی گرمایی (Thermogravimetric analysis) (TGA) با استفاده از دستگاه Perkin-Elmer Pyris Diamond استفاده از دستگاه TG/DTA در دما $\text{C } 600 - 30$ و با سرعت ۱۰ درجه در دقیقه در اتمسفر ازت انجام شد (۱۶). مشتق تجزیه وزن سنجی گرمایی نسبت به دما (DTG) برای تعیین دمایی که حداکثر تجزیه در آن رخ می‌دهد، توسط نرم افزار دستگاه محاسبه شد.

کروماتوگرافی اندازه طردی (SEC) (Size Exclusion Chromatography): مقداری از نمونه‌ها و دکستران‌های استاندارد با آب دیونیزه مخلوط شد تا محلول‌هایی با غلظت ۱ mg/ml به دست آمد. از دستگاه Agilent Technologies مدل 1200 LC مجهز به ستون TSK-GEL G5000PW و آشکارساز ELS استفاده گردید. ستون با استفاده از ۵۰ mM بافر آمونیوم فورمات با pH برابر ۵/۲ یکنواخت شد. از دکستران‌های استاندارد با وزن ملکولی ۱۱۸۰، ۷۵۹/۴، ۵۱۱ و ۱۶۷ کیلو دالتون (KDa) برای مقایسه وزن ملکولی و از گلوکز برای کالیبراسیون ستون استفاده شد. مقدار ۲۰۰ - ۱۰۰ μg از نمونه‌ها و استاندارد به ستون تزریق و شویش ستون با ۵۰ mM بافر آمونیوم فورمات با pH برابر ۵/۲ و سرعت جریان معادل ۱ mg/min انجام شد.

ویژگی‌های رئولوژی: برای تهیه محلول‌های ۲٪ مقدار لازم هر یک از صمغ‌ها با استفاده از همزن مغناطیسی در دمای 45°C و به مدت ۳۰ دقیقه در آب دیونیزه حل شد. محلول حاصل به منظور آگیری به مدت یک شب در دمای $25 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$ با دستگاه رئومتر مدل Physica MCR 301 مجهز به ژئومتری استوانه‌های هم مرکز شماره ۲۷ (CC27) با قطر ۲۶/۶۶۵ میلی متر و سیستم کنترل دمایی با Peltier دقت 0.1°C ساخت شرکت Anton-Paar کشور اتریش انجام شد. آزمون روبش کرنش در دامنه ۰/۱ تا ۳۰۰۰٪ و فرکانس ۱ Hz انجام گرفت (۱۷). انتهای ناحیه خطی در روبش کرنش توسط نرم افزار دستگاه محاسبه شد. بررسی

سایر فرآورده‌های درخت بادام کوهی مانند روغن مغز بادام و ذغال چوب را منتشر نموده‌اند (۸، ۷).

مروری بر مطالعات اخیر بیانگر توجه بسیاری از پژوهشگران به بررسی جنبه‌های گوناگون صمغ‌ها، بویژه شناخت ساختار و ویژگی‌های عملکردی آن‌ها است. در این بین، مطالعه صمغ‌های جدید و توسعه کاربرد آن‌ها در صنایع غذایی و دارویی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است (۹-۱۱). وزن ملکولی صمغ‌ها یکی از مهمترین مشخصه‌های ساختاری است که بر سایر ویژگی‌ها مانند شعاع هیدرودینامیک، حلالیت، رفتار جریان و خطی یا شاخه دار بودن و چسبندگی موثر است. کروماتوگرافی اندازه طردی روش استاندارد برای تعیین میانگین وزن ملکولی پلیمرها (از جمله پلی ساکاریدها) محسوب می‌شود. در این روش که وزن ملکولی پلیمر در مقایسه با پلیمرهای خطی استاندارد مانند دکستران سنجیده می‌شود، داده‌های حاصله، بدون توجه به ساختارهای سه بعدی پلیمر، غیر مستقیم و نسبی است (۱۲).

هدف از انجام این مطالعه، بررسی برخی ترکیبات شیمیایی، وزن ملکولی، ویژگی‌های حرارتی و رئولوژیک انواع صمغ زدو می‌باشد.

مواد و روش‌ها

تهیه و آماده سازی نمونه‌ها: با مراجعه به کوپرهای شهرستان سیرجان در استان کرمان (یکی از رویشگاه‌های بادام کوهی)، مقداری زدو مستقیماً از روی تنه و شاخه درخت‌های منطقه گردآوری شد. در آزمایشگاه صمغ‌ها بر اساس رنگ ظاهری به سه دسته سفید (W)، زرد (Y) و قرمز (R) تقسیم شدند. هر رنگ از صمغ‌ها به صورت جداگانه با آسیاب آزمایشگاهی پودر شده و از الک عبور داده شد تا پودری یکنواخت با اندازه ذرات کوچکتر از 500μ به دست آید. این پودرها، جهت انجام آزمون‌های بعدی، در کیسه‌های پلاستیکی غیر قابل نفوذ نگهداری شد.

تعیین ترکیبات: مقدار ازت، خاکستر و رطوبت مطابق روش‌های انجمن شیمی دان‌های رسمی کشاورزی (Association of Official Agricultural Chemists) (۱۳) اندازه‌گیری شد. برای محاسبه میزان پروتئین، مقدار ازت به دست آمده در ضریب تبدیل ۶/۲۵ ضرب شد (۱۴). مقدار فلزات Na، K، Ca، Fe، Zn، Mg با استفاده از دستگاه پلاسمای جفت شده القائی-طیف‌سنجی نشر اتمی (Inductively Coupled Plasma Optical) (ICP-OES)

نمونه دیگر بود. به رغم یکسانی میزان کلسیم در نمونه‌های W و Y، این میزان با مقدار مشاهده شده در نمونه R اختلاف دارد. کلسیم از جمله ترکیباتی است که برخی محققین آن را در تشکیل ژل موثر دانسته‌اند (۱۸). مقادیر سه ترکیب اخیر در نمونه W بیشتر از دو نمونه دیگر مشاهده شد.

آنالیز حرارتی: از آزمون تجزیه وزن سنجی گرمایی (TGA) به عنوان ابزاری مناسب برای تعیین پایداری صمغ در شرایط مختلف دمایی و بررسی روند تجزیه ناشی از حرارت انجام می‌شود (۱۹). طیف‌های به دست آمده از آنالیز حرارتی سه نمونه صمغ زرد دارای روند مشابه، با مقادیر متفاوت بودند. در طیف‌های TGA، دو ناحیه (مرحله) کاملاً متمایز قابل تشخیص بود. اولین ناحیه مربوط به کاهش وزن در نتیجه تبخیر رطوبت نمونه‌ها و ناحیه دوم، حاصل از تجزیه و تخریب ساختار صمغ بود که برخی دیگر از محققین نیز در مطالعات خود روی سایر صمغ‌ها به روندی مشابه دست یافتند (۲۰). نتایج به دست آمده مشخص نمود که نمونه W دارای مقاومت حرارتی و در نتیجه پایداری بیشتری بود و کمترین پایداری به نمونه Z تعلق داشت (جدول ۲).

ویسکوزیته در برابر تغییرات دما ($80^{\circ}\text{C} - 2$) با نرخ برش 1/s و سرعت افزایش دما حدود $1/7^{\circ}\text{C}$ در دقیقه آزمون شد. قبل از شروع هر آزمون و به منظور بازیابی ساختار و تعادل دمایی، به نمونه‌ها به مدت ۵ دقیقه استراحت داده شد. از درپوش مخصوص برای جلوگیری از تبخیر آب نمونه، حین آزمون استفاده گردید.

تجزیه و تحلیل آماری: داده‌های به دست آمده از سه تکرار آزمون‌های مختلف روی سه نوع صمغ پس از محاسبه میانگین و انحراف معیار، برای آزمون معنی‌دار بودن اختلاف‌ها توسط برنامه آزمون تحلیل واریانس (ANOVA) و نرم افزار SPSS تجزیه و تحلیل شد. در صورت معنی دار بودن، تیمارها با استفاده از دانکن (Duncan) مقایسه گشت.

یافته‌ها

ترکیبات صمغ: ترکیبات سه نوع (رنگ) صمغ زرد و صمغ عربی در جدول ۱ نشان داده شده است. اگر چه می‌توان هر سه نوع نمونه را، همزمان روی یک درخت بادام کوهی مشاهده نمود، انواع صمغ زرد در ترکیبات کربوهیدرات کل، سدیم، روی و آهن دارای اختلاف معنی دار بودند. میزان کربوهیدرات کل نمونه W به طور معنی داری بیشتر از دو

جدول ۱. ترکیبات شیمیایی موجود در سه نوع صمغ زرد

| نمونه | پروتئین % | خاکستر % | رطوبت % | کربوهیدرات کل % | سدیم (ppm) | پتاسم (ppm) | کلسیم (ppm) | منیزیم (ppm) | روی (ppm) | آهن (ppm) |
|-------|-----------|----------|---------|-----------------|------------|-------------|-------------|--------------|-----------|-----------|
| سفید | ۰/۲۱۴۱ | ۱/۶۷۵۰ | ۱۲/۰۸۸۵ | ۹۸/۴ | ۱۵ | ۱۵۲۰ | ۶۹۰۰ | ۹۵۰ | ۳ | ۷/۸ |
| زرد | ۰/۲۰۷۱ | ۱/۵۸۷۷ | ۱۱/۲۸۷۹ | ۹۳/۱ | ۹/۷ | ۱۶۷۰ | ۶۹۰۰ | ۷۲۰ | ۱/۵ | ۹/۳ |
| قرمز | ۰/۱۹۷۱ | ۱/۳۶۲۴ | ۱۲/۱۹۷۴ | ۹۵/۱ | ۱/۱ | ۱۴۸۰ | ۶۳۰۰ | ۹۳۰ | ۱/۲ | ۸/۸ |
| ربی* | ۲/۱۸ | ۳/۵۶ | ۱۵ | --- | ۱۴۰ | --- | ۷۰۰۰ | ۲۰۱۰ | --- | ۱۰ |

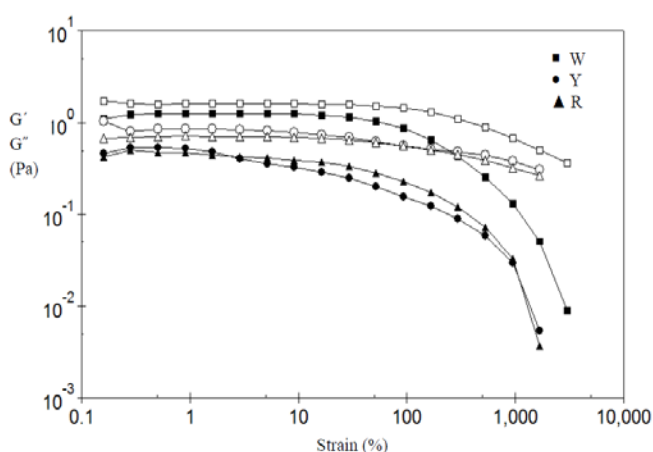
*اقتباس از مطالعه Yebeyen D و همکاران

جدول ۲. ویژگی‌های حرارتی سه نوع صمغ زرد و عربی

| نمونه | درصد رطوبت حذف شده | حداکثر سرعت کاهش وزن ($\mu\text{g}/\text{min}$) | | دمای حداکثر سرعت کاهش وزن ($^{\circ}\text{C}$) | | درصد باقی مانده در 600°C |
|-------|--------------------|---|-----------|--|-----------|--|
| | | مرحله اول | مرحله دوم | مرحله اول | مرحله دوم | |
| سفید | ۱۰ | ۲۰۳/۳ | ۲۷۳/۱ | ۲۵۲/۱ | ۳۰۴ | ۲۰/۳ |
| زرد | ۸ | ۳۳۲/۸ | ۷۲۷/۱ | ۲۵۵ | ۳۰۲/۱ | ۲۳/۳ |
| قرمز | ۸ | ۴۰۹/۷ | ۴۷۱/۱ | ۲۵۱ | ۳۰۲/۲ | ۱۵/۶ |
| عربی* | ۱۳ | --- | --- | ۲۸۰ | ۳۰۵ | ۲۶ |

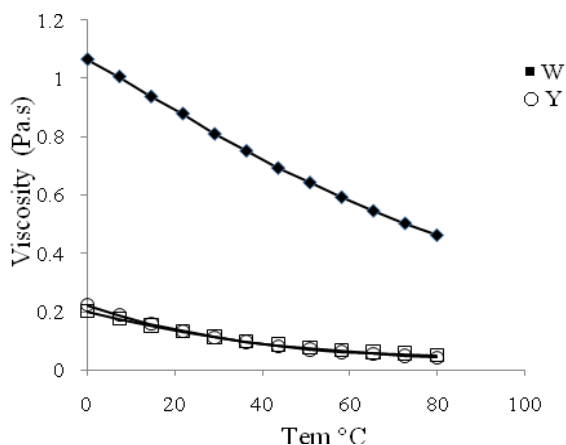
*اقتباس از مطالعه Cozic C و همکاران

ویژگی‌های رئولوژیک: همان‌گونه که در شکل ۲ مشخص شده، با افزایش کرنش در فرکانس ثابت، مدول ذخیره و مدول افت کاهش یافت. انتهای ناحیه خطی برای نمونه‌های W، Y و R به ترتیب برابر ۴۴/۱، ۲/۵۹ و ۴/۵۴ درصد به دست آمد. با توجه به اینکه در غلظت ۰.۲٪ مقادیر مدول ذخیره کلیه نمونه‌ها همواره کمتر از مدول افت (Loss modulus) بود، هیچ یک رفتار ژل ماندنی از خود بروز دادند.



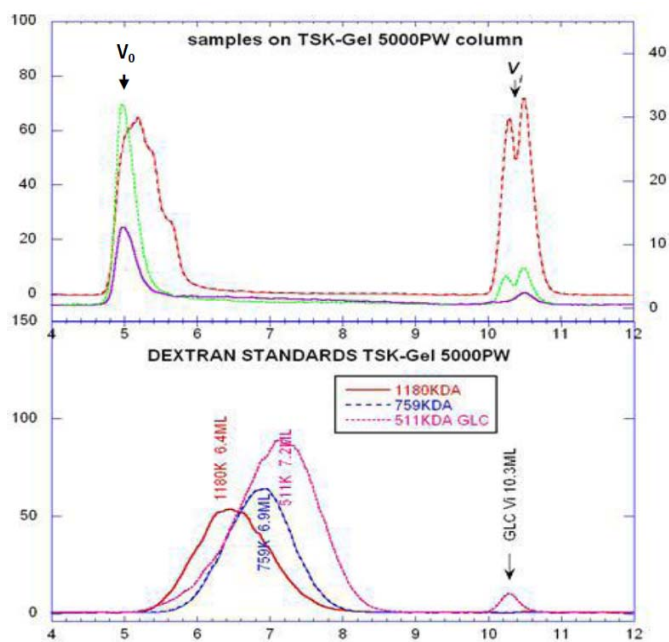
شکل ۲. منحنی تغییرات مدول ذخیره در روبش کرنش، فرکانس ۱ Hz سه نوع صمغ زرد (اشکال توخالی G' و توپر G'')

گرانروی همه نمونه‌ها با افزایش دما کاهش یافت که این کاهش برای نمونه W بسیار بیشتر و متفاوت از دو نمونه دیگر بود (شکل ۳). اثر دما بر گرانروی دو نمونه Y و R تقریباً دارای روندی مشابه بود. اگرچه گرانروی تمامی نمونه‌ها با افزایش دما کاهش می‌یافت، نمونه W در پایان آزمون (دمای 80°C) همچنان دارای گرانروی بیشتری نسبت به سایر نمونه‌ها بود و می‌توان از آن برای افزایش و حفظ گرانروی مواد غذایی در طی فرآیندهای حرارتی استفاده کرد.



شکل ۳. منحنی تغییرات ویسکوزیته در روبش دما ($0 - 80^\circ\text{C}$) سه نوع صمغ زرد

وزن ملکولی: وزن ملکولی حاصل از کروماتوگرافی اندازه‌طردی (SEC)، کمیتی نسبی (نسبت به استانداردهای مورد استفاده) است. با توجه به مکانیسم این روش نتایج، تابعی از حجم ملکول‌ها و شکل آن‌ها می‌باشد (۲۲). همان‌گونه که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، طیف کروماتوگرافی نفوذ در ژل نمونه‌ها دارای دو پیک عمده کاملاً جدا از هم است (V_0 و V_i) که می‌تواند دلیلی بر پلی دیسپرسیته نمونه‌ها باشد. همه نمونه‌ها دارای یک جزء با وزن ملکولی بالا ($< 1180\text{KDa}$) بودند که در بخش ابتدایی (V_0) طیف و نزدیک به حد عبور (Exclusion Limit) ستون ظاهر شد و جزئی دیگر با اندازه‌ای بسیار کوچکتر ($< 1000\text{ Da}$) که در بخش V_i از ستون خارج شد. نسبت ملکول‌های با وزن بالا، در نمونه‌های زرد و قرمز بیشتر از نمونه سفید بود. این چند جزئی در بین پلی‌مرهای غذایی و غیر غذایی دیگری نیز دیده شده است (۲۳، ۲۴).



شکل ۱. طیف کروماتوگرافی مقایسه وزن ملکولی سه نوع صمغ زرد با دکستران استاندارد

جدول ۳. مقادیر وزن ملکولی سه نوع صمغ زرد

| نمونه | وزن ملکولی (M_w) جزء (KDa) V_0 | سطح پوشش زیر منحنی $V_0:V_i$ |
|-------|---|------------------------------|
| سفید | $1180 <$ | ۱ : ۱/۴ |
| زرد | $1180 <$ | ۱ : ۵/۴ |
| قرمز | $1180 <$ | ۱ : ۸/۴ |

بحث

متفاوت بودند. بنابراین می‌توان از رنگ، به عنوان ابزاری برای دسته‌بندی کیفی صمغ زرد بهره گرفت. از طرفی، این اختلاف در ویژگی‌های عملکردی انواع صمغ زرد، بیانگر کاربردهای گوناگون این پلی‌ساکارید بومی ایران است. تفاوت داده‌های این پژوهش با کارهای انجام شده سایر محققان روی صمغ عربی، تاییدی است بر اینکه صمغ زرد و عربی هر یک دارای ویژگی‌های خاص خود بوده و هرگز نمی‌توان آن‌ها را یکی دانست.

سپاسگزاری

این مقاله حاصل پایان نامه دکتری رشته علوم و صنایع غذایی در دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی (دانشگاه علوم پزشکی شهیدبهشتی) است که با حمایت مالی شرکت روبرته سیرجان و انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور به انجام رسیده است. نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از جناب آقای کمال سادات تهرانی، مدیر عامل محترم شرکت روبرته سیرجان، بدلیل حمایت‌های بی دریغ و انجام هماهنگی‌های لازم تشکر و قدردانی نمایند.

میزان کربوهیدرات کل نمونه W بیشتر از سایر نمونه‌های مشابه صمغ عربی و ۹۸٪ است (۲۵). اختلاف میزان پروتئین، خاکستر، رطوبت، سدیم و منیزیم سه نوع صمغ زرد با صمغ عربی کاملاً معنی‌دار بود (۲۶). ویژگی‌های حرارتی نمونه‌ها بویژه درصد رطوبت حذف شده و درصد باقی مانده در پایان آزمون نیز با صمغ عربی تفاوت معنا داری داشت (۲۱). وزن ملکولی پلی‌ساکاریدهای طبیعی (با توجه به اینکه از پلی‌مرهای با طول زنجیر متفاوت تشکیل شده‌اند) معمولاً به صورت میانگین بیان می‌شود و در کنار آن می‌توان با جزء به جزء کردن صمغ، تنوع وزن ملکولی را کاهش داد (۲۷). سایر محققان وزن ملکولی صمغ عربی را بین 2×10^5 تا $3/4 \times 10^5$ دالتون اعلام نموده‌اند (۲۸). در آزمون روبش کرنش مشاهده شد که با افزایش کرنش مدول‌های افت و ذخیره کاهش یافت که برخی دیگر از مواد همچون کتیرای پرتو دیده و پروتئین اوآلبومین نیز رفتاری مشابه از خود نشان دادند (۳۰، ۲۹).

نتایج این بررسی نشان داد که انواع (رنگ‌های) مختلف صمغ زرد دارای ویژگی‌های شیمیایی، فیزیکی و رئولوژیکی

References

- Persin Z, Stana-Kleinschek K, Foster TJ, van Dam JEG, Boeriu CG, Navard P. Challenges and opportunities in polysaccharides research and technology: The EPNOE views for the next decade in the areas of materials, food and health care. *Carbohydrate Polymers*. 2011; 84(1): 22-32.
- Wang LC, Di LQ, Liu R, Wu H. Characterizations and microsphere formulation of polysaccharide from the marine clam (*Mactra veneriformis*). *Carbohydrate Polymers*. 2013;92(1):106-13.
- Cui SW. Food carbohydrates: chemistry, physical properties, and applications. Boca Raton: CRC Press; 2005.
- Kashki MT, Amirabadizadeh H. Approach to plant communities IN DESERT REGIONS OF KHORASAN PROVINCE IN IRAN. *international Journal of science and nature*. 2011;2(1):42-6.
- Khorrami B. Zedo - Farsi Gum. *Dam, Kesht and Sanat*. 2006;7(80):23-4.
- Ghasempour Z, Alizadeh M, Bari MR. Optimisation of probiotic yoghurt production containing Zedo gum. *International Journal of Dairy Technology*. 2012;65(1):118-25.
- Farhoosh R, Tavakoli J. PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF KERNEL OIL FROM *AMYGDALUS SCOPARIA* GROWING WILD IN IRAN. *Journal of Food Lipids*. 2008;15(4):433-43.
- Mohammadi S, Karimi M. A., Afzali D., F. M. Removal of Pb(II) from aqueous solutions using activated carbon from Sea-buckthorn stones by chemical activation. *Desalination* 2010;262:86-93.
- Jahanbin K, Moini S, Gohari AR, Emam-Djomeh Z, Masi P. Isolation, purification and characterization of a new gum from *Acanthophyllum bracteatum* roots. *Food Hydrocolloids*. 2012;27(1):14-21.
- Luo Q, Sun Q, Wu L, Yang Z. Structural characterization of an immunoregulatory polysaccharide from the fruiting bodies of *Lepista sordida*. *Carbohydrate Polymers*. 2012(0).
- Hamid Heydarzadeh Darzi SGL, Ghasem Najafpour Darzi. Synthesis, characterization and physical properties of a novel xanthan gum/polypyrrole nanocomposite. *Synthetic Metals*. 2012;162:236-9.

12. D'Ambra AJ, Baugher JE, Concannon PE, Pon RA, Michon F. Direct and Indirect Methods for Molar-Mass Analysis of Fragments of the Capsular Polysaccharide of *Haemophilus influenzae* Type b. *Analytical Biochemistry*. 1997;250(2):228-36.
13. AOAC International. Official methods of analysis of AOAC international. 18th ed. Horwitz W, editor. Maryland: AOAC International; 2005.
14. Srichamroen A, Chavasit V. Rheological properties of extracted malva nut gum (*Scaphium scaphigerum*) in different conditions of solvent. *Food Hydrocolloids*. 2011;25:444-50.
15. Vinod VTP, Sashidhar RB, Sukumar AA. Competitive adsorption of toxic heavy metal contaminants by gum kondagogu (*Cochlospermum gossypium*): A natural hydrocolloid. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*. 2010;75(2):490-5.
16. Adel AM, Abd El-Wahab ZH, Ibrahim AA, Al-Shemy MT. Characterization of microcrystalline cellulose prepared from lignocellulosic materials. Part II: Physicochemical properties. *Carbohydrate Polymers*. 2011;83(2):676-87.
17. Balaghi S, Mohammadifar MA, Zargaraan A, Gavligi HA, Mohammadi M. Compositional analysis and rheological characterization of gum tragacanth exudates from six species of Iranian *Astragalus*. *Food Hydrocolloids*. 2011;25(7):1775-84.
18. Mhinzi GS, Mghweno LAR, Buchweishaija J. Intra-species variation of the properties of gum exudates from two *Acacia* species of the series *Gummiferae*. *Food Chemistry*. 2008;107(4):1407-12.
19. Bothara SB, Singh S. Thermal studies on natural polysaccharide. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. 2012;2(2, Supplement):S1031-S5.
20. Zohuriaan MJ, Shokrolahi F. Thermal studies on natural and modified gums. *Polymer Testing*. 2004;23(5):575-9.
21. Cozic C, Picton L, Garda M-R, Marlhoux F, Le Cerf D. Analysis of arabic gum: Study of degradation and water desorption processes. *Food Hydrocolloids*. 2009;23(7):1930-4.
22. Chakraborty S, Bandyopadhyay S, Dasgupta S, Mukhopadhyay R, Deuri AS. Application of GPC in characterization of MP resin through correlation of softening point and methylol content with weight average molecular weight. *Polymer Testing*. 2006;25(1):12-5.
23. Karaca F, Millan M, Behrouzi M, Herod AA, Kandiyoti R. The size exclusion chromatography calibration of 'Mixed-A' and 'Mixed-D' columns using various polymers and compounds: An application to coal-derived materials. *Analytica Chimica Acta*. 2005;547(1):78-82.
24. Guadalupe Z, Martínez-Pinilla O, Garrido Á, Carrillo JD, Ayestarán B. Quantitative determination of wine polysaccharides by gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) and size exclusion chromatography (SEC). *Food Chemistry*. 2012;131(1):367-74.
25. Yadav MP, Manuel Igartuburu J, Yan Y, Nothnagel EA. Chemical investigation of the structural basis of the emulsifying activity of gum arabic. *Food Hydrocolloids*. 2007;21(2):297-308.
26. Yebeyen D, Lemenih M, Feleke S. Characteristics and quality of gum arabic from naturally grown *Acacia senegal* (Linne) Willd. trees in the Central Rift Valley of Ethiopia. *Food Hydrocolloids*. 2009;23(1):175-80.
27. Rabbi M, Marszalek, PE Measuring polysaccharide mechanics by atomic force microscopy. *CSH Protocols*. 2007;Dec 1(1559-6095):pdb.prot4900.
28. Elmanan M, Al-Assaf S, Phillips GO, Williams PA. Studies on *Acacia* exudate gums: Part VI. Interfacial rheology of *Acacia senegal* and *Acacia seyal*. *Food Hydrocolloids*. 2008;22(4):682-9.
29. Alijani S, Balaghi S, Mohammadifar MA. Effect of gamma irradiation on rheological properties of polysaccharides exuded by *A. flucosus* and *A. gossypinus*. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2011;49(4):471-9.
30. Weijers M, Sagis LMC, Veerman C, Sperber B, van der Linden E. Rheology and structure of ovalbumin gels at low pH and low ionic strength. *Food Hydrocolloids*. 2002;16(3):269-76.

The study of composition, molecular weight and rheological characteristics of Zedo gum exudates from *Amygdalus scoparia*

Fadavi Gh¹, Mohammadifar MA^{*2}, Zargaran A¹, Azadnia E³

1- Students` Research Committee, National Nutrition and Food Technology Research Institute, Faculty of Nutrition Sciences and Food Technology, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

2-*Corresponding author: Associate Prof, Dept. of Food Science and Technology, National Nutrition and Food Technology Research Institute, Faculty of Nutrition and Food Technology, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran. Email: mohamdif@ut.ac.ir

3- M.Sc in Food Science and Technology, Dept. of Food Technology Research, National Nutrition and Food Technology Research Institute, Faculty of Nutrition and Food Technology, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Abstract

Background and Objective: Gums play roles such as stabilizers, emulsifiers, texture improvement etc in food systems. Physico - chemical properties of gums determine their applications. In this study, some properties of Zedo gum, which exudes from *Amygdalus Scoparia*, were investigated.

Materials and Methods: We harvested Zedo gums from the trees in Kerman province and separated into white, yellow and red groups. The gums were tested for protein, fat and ash content according to AOAC. Na, Fe, Mg, Ca, K and Zn were determined by ICP and total carbohydrate by phenol sulfuric method. Thermal analysis was done from 30 to 600 °C. Molecular mass was carried out by size exclusion chromatography and rheological behavior was assayed by a Physica MCR 301 rheometer at 25 °C on 2% (w/w) dispersions.

Results: Zedo gums showed significant difference in some compositions and thermal analysis. All samples contained high molecular weight polysaccharides of above 1million Dalton. An increase in strain caused a reduction in storage and loss moduli. No jell-like behavior was observed among the samples and high temperatures had lowering effect on their viscosities.

Conclusion: Zedo gums samples with three colors were investigated. It was demonstrated that some physico-chemical and rheological differences existed among them. The results showed that Zedo gum and gum Arabic were two quite distinct polysaccharides with different properties.

Keywords: Zedo, Rheology, Thermal analysis, Molecular weight