



استخراج صمغ از گیاه بامیه (*Okra*) و بررسی ویژگی‌های فیزیکی - شیمیایی آن

مریم سکونی رواسان^۱ و نارملا آصفی^{۲*}

تاریخ پذیرش: ۹۶/۹/۲۷

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۰/۲۶

^۱ دانش آموخته کارشناسی ارشد صنایع غذایی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

^۲ استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

*مسئول مکاتبه: Email: n.asefi@iaut.ac.ir

چکیده

صمغ‌ها پلی‌ساکاریدهایی هستند که از توانایی تولید محصولاتی با ویسکوزیته بالا در غلظت‌های پایین برخوردارند. در این پژوهش صمغ گیاه بامیه بادو حلال آب و هیدروکسید سدیم استخراج شد. راندمان استخراج، ویسکوزیته، الگوی FTIR و ویژگی‌های شیمیایی جهت انتخاب صمغ بهینه ارزیابی گردید. صمغ بامیه استخراج شده با هیدروکسید سدیم در مقایسه با صمغ بامیه استخراج شده با آب بنا به پیوندهای بین مولکولی برقرار شده، دارای ویسکوزیته بیشتر بود و تنش بیشتری برای رفتار جریان خود نشان داد. این صمغ دارای رفتاری سودوپلاستیک یا روان شونده با برش با سرعت برشی $44S^{-1}$ و مقدار ویسکوزیته ظاهری $11/1 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ بود که با افزایش سرعت برشی، ویسکوزیته محلول کاهش یافت. نتایج FTIR نشان‌دهنده غالب بودن پیوندهای اکسیژن-هیدروژن این صمغ بود که نشان‌دهنده مقدار زیاد واحدهای تشکیل دهنده اسید گالاکترونیک در ساختار این ترکیب بود. pH بالای اعمال شده از طریق روش استخراجی با هیدروکسید سدیم باعث افزایش مقدار اسید گالاکترونیک موجود در صمغ بامیه و بنابراین افزایش پیوندهای اکسیژن-هیدروژن و افزایش ویسکوزیته صمغ استخراج شده با هیدروکسید سدیم در مقایسه با آب شد. صمغ استخراج شده با هیدروکسید سدیم دارای pH قلیایی (۹/۷۵)، رطوبت کمتر از ۱۰٪ و ماده خشک بالا (۹۰٪) بود. ظرفیت جذب آب آن ۹/۷ گرم آب بر گرم کل ماده، درصد خاکستر کل، پروتئین و کربوهیدرات برای این صمغ به ترتیب ۱۷/۳۹، ۲۲/۸۰ و ۵۰/۴۶۴ درصد بدست آمد. راندمان استخراج صمغ حاصل از غلاف بامیه در روش استخراج با آب برابر با ۲/۳۹٪ و در روش استخراج با هیدروکسید سدیم برابر با ۵/۶۲٪ بود.

واژگان کلیدی: بامیه، صمغ، استخراج، رئولوژی

مقدمه

آن‌ها اطلاق می‌شود که قادرند در آب سرد یاداغ پخش شده و مخلوط‌ها یا محلول‌هایی با گرانشی بالا تولید نمایند (رحیمی و عباسی ۱۳۹۳). صمغ‌ها هیدروکلوئیدهایی

اصطلاح صمغ از جنبه تکنیکی در صنعت، به بسیاری از قندهای (پلی‌ساکاریدهای) گیاهی یا میکروبی و مشتقات

¹Gum

ایران، مصر، هند، ژاپن، ایالات متحده جنوبی، ترکیه و فیلیپین نیز رشد می‌کند (پاناگیوتیس ۲۰۰۸).
 غلاف بامیه حاوی هیدروکلئید غلیظ و لزج و همچنین سرشار از ترکیبات فنلی است که عمدتاً از هیدروکسی سینامیک و مشتقات کوئرسیتین (۰/۲ و ۰/۳ میلی گرم) تشکیل شده است. ترکیبات پلی فنل دانه به طور عمده کاتچین و مشتقات فلاونول (۲/۵ و ۳/۴ میلی گرم) است (پاناگیوتیس ۲۰۰۸؛ گورگیادیس و همکاران ۲۰۱۱ و کونتوگیورگوس و همکاران ۲۰۱۲). بامیه سرشار از پلی ساکاریدهایی نظیر پکتین (عمده ترین)، گزیلوگلوکان، گزیلان و سلولز (سنگ‌خامپام و همکاران ۲۰۰۹) و پلی‌ساکاریدهای اسیدی حاوی گالاکتوز، رامنوز اسید گالاکتورونیک (سنگ‌خامپام و همکاران ۲۰۰۹ و ۲۰۱۰؛ گورگیادیس و همکاران ۲۰۱۱؛ آلماری و همکاران ۲۰۱۲؛ آلبا و همکاران ۲۰۱۴)، همچنین گلوکز و گلوکورونیک اسید و مقدار قابل توجهی اسیدهای ارونیک (کونتوگیورگوس و همکاران، ۲۰۱۲)، و حاوی فیتواسترولها، تاننها و فلاونوئیدها است (رفیعیان کویایی و همکاران ۱۳۹۲). دانه‌های بامیه همانند دانه‌های سویا منبع پروتئینی بالا هستند که به دلیل سطح بالای لیزین موجود می‌توانند به عنوان یک مکمل در رژیم غذایی بر پایه غلات، که در آن لیزین اسیدآمینو محدود کننده است، استفاده شوند (پاناگیوتیس ۲۰۰۸؛ دانخوار و سینگ ۲۰۰۹ و آدلاکون و همکاران ۲۰۰۹).

پلی ساکاریدهای بامیه به طور بالقوه منبع جدیدی از پلی ساکاریدهای طبیعی هستند، که می‌توانند به عنوان ترکیبات عملکردی در صنایع غذایی استفاده شوند (آلبا و همکاران ۲۰۱۴ و ۲۰۱۳). بطور کلی از عصاره و صمغ بامیه که یکی از مشتقات محلول در آب حاصل از گیاه بامیه است (رومانچیک-سرپوویز و همکاران ۲۰۰۶)، بعنوان امولسیفایر طبیعی در مواد غذایی قوام دهنده و پایدار کننده امولسیون می‌توان استفاده کرد

هستند که با جذب آب سبب افزایش ویسکوزیته و در نتیجه پایداری برخی از سیستم‌های غذایی می‌شوند، از این نظر کاربرد گسترده‌ای در بسیاری از فرآورده‌های غذایی دارند. علاوه بر این به کارگیری آن‌ها در مواردی اجازه می‌دهد که بتوان فرمولاسیون یا اجزای تشکیل دهنده یک فرآورده غذایی مشخص را به میزان بسیار زیادی تغییر داد (فاطمی ۱۳۸۹). هیدروکلئیدها خواص عملکردی متنوعی نظیر قوام دهنده، ایجاد ژل، پایدار کردن کف‌ها، امولسیون‌ها و دیسپرسیون‌ها (ماهرانی و همکاران ۱۳۸۳؛ شاه حسینی ۱۳۹۲)، ممانعت از تشکیل کریستال‌های یخ و شکر، آزاد کردن کنترل شده عطر و طعم (عباسی گزنق و همکاران ۱۳۹۰ و حدیدی و همکاران ۱۳۹۱). تغییر و کنترل بافت، افزایش پایداری (عباس تبار ۱۳۹۳؛ آلماری و همکاران ۲۰۱۲)، بهبود احساس دهانی، اتصال آب و جایگزین چربی دارند (شعبانی فر ۱۳۹۲). خواص رئولوژیکی ایجاد شده توسط صمغ برخواص ارگانولپتیک محصول و همچنین بر پذیرش آن توسط مصرف کننده تأثیر می‌گذارد. اساساً ویژگی‌های رئولوژیکی صمغ‌ها، به ویژه زمانی که در ترکیب مواد غذایی استفاده می‌شود و سبب ایجاد بافت و یا بهبود بافت در فرآورده‌های غذایی می‌گردند از اهمیت بالایی برخوردار است و از این ویژگی‌ها در صنعت در انتخاب اندازه و نوع پمپ‌ها، شیوه استخراج، استفاده از صافی‌ها و غیره نیز کمک گرفته می‌شود (حدیدی و همکاران ۱۳۹۱).

بامیه نام عمومی گیاهی متعلق به خانواده‌ی مالواسه^۱ است و با نام علمی *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench مونچ^۲ و هندی می‌شود. بامیه به عنوان انگشت بانو (lady's finger)، بهندی (bhindi) و گومبو (gumbo) نیز شناخته می‌شود. منشأ بامیه آفریقا است که قدمت آن به بیش از ۴۰۰۰ سال می‌رسد. اما در حال حاضر در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری مختلف جهان مانند یونان،

¹ Mallofamily (Malvaceae)

² *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench

همکاران ۲۰۱۲). از آنجا که صمغ بامیه حاوی مقادیر فراوان پکتین است، لذا می‌تواند بعنوان یکی از هیدروکلوئیدهای مورد استفاده در صنعت پخت مربا و فرآورده‌های مشابه مورد استفاده قرار گیرد. در همین راستا، صمغ بامیه، که در مناطق گرمسیری ایران به مقدار فراوان قابل کشت می‌باشد، با دو روش استخراج گردید و خصوصیات فیزیکی-شیمیایی آن مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

روش‌های استخراج صمغ بامیه

استخراج صمغ بامیه با هیدروکسید سدیم

گیاه بامیه از بازار محلی تبریز خریداری شد. ۲۰۰ گرم بامیه پس از دم‌گیری و حذف دانه در خرد کن (MVM، آلمان) به صورت مخلوط همگنی از بامیه تهیه گردید. سپس مخلوط همگن بامیه در ۱۰۰۰ میلی‌لیتر هیدروکسید سدیم ۰/۰۵ مولار به مدت ۵ دقیقه در مخلوط کن (Moulinex، فرانسه) مخلوط شده و پس از سانتریفوژ کردن (Hermle labortechnik، آلمان) در ۵۰۰۰ rpm - ۴۵۰۰، محلول رویی (سوپرناتانت) جمع‌آوری شده و استخراج به منظور رسوب بیشتر تکرار گردید. مایع رویی جمع‌آوری شده، به روش انجمادی خشک شده (خشک کن انجمادی (OPERON، کره) با دمای ۵۰- درجه سلسیوس و ۱۱۰ میلی‌تور خلاء که معادل ۰/۰۱ میلی‌بار می‌باشد)، سپس آسیاب گردید و در دمای ۴ درجه سلسیوس در بطری‌های شیشه‌ای غیر قابل نفوذ به هوا تا موقع استفاده نگهداری شد (آلماری و همکاران ۲۰۱۲).

استخراج صمغ بامیه با آب

۲۰۰ گرم بامیه در ۳۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر به مدت ۴۸ ساعت در یخچال نگهداری شد، سپس از صافی عبور داده و صمغ به دست آمده همانند روش قبل در خشک‌کن انجمادی خشک گردید.

(کونتوگیورگوس و همکاران ۲۰۱۲). عصاره بامیه پایدارکننده امولسیون در محیط اسیدی است و در نوشیدنی میوه ایبا محصولات لبنی اسیدی شده استفاده می‌شود (گوری و همکاران ۲۰۱۴). ظرفیت امولسیون بالایی عصاره بامیه به پروتئین‌ها (آلبا و همکاران ۲۰۱۳) و بافت غلیظ و لزج آن به محتوای پلی ساکاریدی نسبت داده می‌شود (گورگیادیس و همکاران ۲۰۱۱)؛ کونتوگیورگوس و همکاران ۲۰۱۲). عصاره بامیه استخراج شده با محلول بافر داغ رفتار الاستیک و عصاره بامیه استخراج شده با مواد شلاته کننده رفتار ویسکوز دارد (گورگیادیس و همکاران ۲۰۱۱) و محلول‌های پلی ساکاریدی بامیه رفتار شبه پلاستیک و ویسکوالاستیک دارند (سنگ‌خامپام و همکاران ۲۰۱۰).

غلاف بامیه برای اهداف بسیاری استفاده می‌شود. اخیراً ادعا شده است که آب استخراج شده (عصاره گیری شده) از پلی‌ساکاریدهای بامیه (پلی ساکاریدهای استخراج شده آبی از بامیه) به عنوان جایگزین سفیده تخم مرغ و جایگزین چربی در کوکی قالبی شکلات و در دسر لبنی منجمد شکلاتی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد (سنگ‌خامپام و همکاران ۲۰۱۰). همچنین از عصاره بدست آمده از بامیه در فرمولاسیون دارویی از جمله قرص ماتریس (به عنوان ماتریس و یا پوشش دهنده در داروسازی)، ژل موضعی و امولسیون استفاده می‌شود (اوکویی و همکاران ۲۰۱۱؛ جنگا و زولیکا ۲۰۱۳ و گوری و همکاران ۲۰۱۴). بامیه می‌تواند ویسکوزیته بالایی در غلظت‌های بسیار کم ایجاد کنند (آلماری و همکاران ۲۰۱۲) و به عنوان ترکیبات عملکردی قوام دهنده، افزایش دهنده ویسکوزیته، عامل ژله کننده (آلبا و همکاران ۲۰۱۴) و پایدارکننده کف جایگزین سفیده تخم مرغ و تغییر دهنده بافت در محصولات امولسیونی مواد غذایی مانند سس گوجه فرنگی، سس‌ها، مالش پذیرهای کم کالری و جایگزین چربی در شیرینی قالبی شکلاتی و دسرلبنی منجمد شکلاتی استفاده می‌شود (سنگ‌خامپام و همکاران ۲۰۰۹ و ۲۰۱۰؛ گورگیادیس و همکاران ۲۰۱۱ و آلماری و

در آون (Memmert، آلمان) با دمای °C ۱۰۵ قرارداد شده تا به وزن ثابت برسد؛ سپس درصد رطوبت از فرمول زیر محاسبه شد (هورویتز ۲۰۰۲ و AOAC ۹۵۲/۰۸ ۲۰۰۵).

$$(۱) \quad \text{درصد رطوبت} = \frac{\text{وزن نمونه خشک شده} - \text{وزن نمونه اولیه}}{\text{وزن اولیه نمونه}} \times ۱۰۰$$

اندازه‌گیری خاکستر کل

پس از توزین مقدار مشخصی از پودر صمغ درون بوتله‌های چینی، بوتله‌های حاوی نمونه روی شعله مستقیم آتش قرار گرفته تا سوختن اولیه انجام گیرد. سپس بوتله‌ها در کوره (MLW، آلمان) با دمای °C ۵۵۰ برای حداقل ۵ ساعت نگهداشته شدند تا خاکستر کاملاً سفید رنگی ظاهر شود. سپس با توجه به وزن اولیه نمونه، خاکستر کل محاسبه گردید (هورویتز ۲۰۰۲ و AOAC ۹۵۲/۰۸ ۲۰۰۵).

$$(۲) \quad \text{درصد خاکستر} = \frac{\text{وزن بوتله خالی} - \text{وزن بوتله با خاکستر}}{\text{وزن نمونه}} \times ۱۰۰$$

اندازه‌گیری چربی

در ابتدا برای حذف رطوبت، پودر صمغ درون آون °C ۱۰۵ کاملاً خشک گردید؛ سپس مقدار ۱ گرم از پودر خشک شده درون کاغذ صافی (واتمن شماره ۴) و سپس فنجان دستگاه سوکسله اتوماتیک (پکو، ایران) قرار گرفتند. به وسیله حلال هگزان نرمال (مرک، آلمان) و اعمال حرارت، چربی صمغ استخراج و درصد آن محاسبه شد (هورویتز ۲۰۰۲).

$$(۳) \quad \text{درصد چربی} = \frac{m_2 - m_1}{m_0} \times ۱۰۰$$

که در آن m_1 وزن فنجان چربی خالی (گرم)، m_2 وزن فنجان چربی بعد از استخراج (گرم)، m_0 وزن نمونه بر (گرم) می‌باشد.

اندازه‌گیری ظرفیت جذب آب

۰/۵ گرم از پودر صمغ در ۴۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل و پس از جذب آب، سانتریفوژ شد (۱۶۰۰g) به مدت ۱۰ دقیقه. پس از حذف مایع زلال فوقانی، ژل متورم باقی مانده توزین و به کمک رابطه زیر مقدار ظرفیت جذب آب

آزمون‌های انجام شده روی صمغ بامیه

تعیین ویژگی‌های رئولوژیکی و مدل برازش شده

اندازه‌گیری ویژگی‌های رئولوژیکی نمونه‌ها (ویسکوزیته ظاهری، تنش برشی و سرعت برشی) پس از آماده‌سازی محلول ۱ درصد، در دمای °C ۲۵ با استفاده از دستگاه رئومتر (Physica Anton Paar، مدل MCR 301، اتریش) مجهز به رئومتري استوانه‌های هم مرکز انجام شد. برای اندازه‌گیری تنش برشی و گرانروی به صورت تابعی از سرعت برشی و تعیین نوع رفتار جریانی نمونه‌ها، در یک فاصله زمانی ۱۰ دقیقه، سرعت برشی از $2S^{-1}$ به $100S^{-1}$ رسید. اندازه‌گیری ویژگی‌های رئولوژیکی نمونه‌های صمغ استخراج شده از بامیه در آزمایشگاه تکدانه انجام شد (عباس تبار و همکاران ۱۳۹۳ و کاراژیان و همکاران ۲۰۱۱).

آنالیز طیف سنجی تبدیل فوریه مادون قرمز (FTIR)

الگوی FTIR با استفاده از دستگاه FTIR موجود در آزمایشگاه خدماتی دانشکده شیمی دانشگاه تبریز (Brucker، مدل TENSOR 27، آلمان) با محدوده طیفی cm^{-1} ۴۰۰۱ تا ۴۰۰۰ و دقت cm^{-1} ۰/۱ اندازه‌گیری شد. رسم نمودار مربوطه به کمک نرم افزار OPUS انجام گرفت (آلبا و همکاران ۲۰۱۴).

آزمون‌های شیمیایی صمغ بامیه

اندازه‌گیری pH

ابتدا سوسپانسیون‌هایی با غلظت ۲ درصد وزنی/حجمی از پودر صمغ استخراج شده در آب مقطر تهیه و سپس برای کامل شدن جذب آب، حداقل به مدت یک شب در یخچال نگهداری و سپس مقدار pH با کمک pH متر (Metrohm، سوئیس) در دمای اتاق اندازه‌گیری شد (بیان و همکاران ۲۰۰۹).

اندازه‌گیری رطوبت و ماده خشک

نخست مقدار ۲ گرم از پودر صمغ به کمک ترازوی بادقت ۰/۰۰۱ (AND، ژاپن) توزین و به مدت حداقل ۵ ساعت

¹Fourier transform infrared spectroscopy

نتایج و بحث

تعیین ویژگی‌های رئولوژیکی و مدل برازش شده برای

صمغ بامیه

نتایج تعیین ویژگی‌های رئولوژیکی صمغ بامیه در شکل‌های ۱ تا ۴ نشان داده شده است. در این نمودارها رابطه سرعت برشی با تنش برشی و سرعت برشی با ویسکوزیته ظاهری در هر دو روش استخراج (هیدروکسید سدیم و آب) دیده می‌شود. همانطور که در نمودارهای ۱ و ۲ مشاهده می‌شود الگوی تنش برشی در برابر سرعت برشی برای صمغ بامیه استخراج شده با هیدروکسید سدیم در مقایسه با الگوی تنش برشی در برابر سرعت برشی برای صمغ بامیه استخراج شده با آب دارای کیفیت رئولوژیکی بهتری می‌باشد (در سرعت برشی مشخص میزان تنش برشی لازم بیشتر بود)، چرا که با مطالعه نمودار تنش برشی- سرعت برشی مشاهده می‌شود که برای ایجاد سرعت‌های برشی یکسان در هر دو نوع صمغ استخراج شده، تنش مورد نیاز برای نوع استخراج شده با هیدروکسید سدیم بیشتر از نوع استخراج شده با آب است. بررسی نمودار رسم شده مشخص می‌کند که با افزایش سرعت برشی، شیب نمودار تنش برشی- سرعت برشی کاهش می‌یابد و این مساله نشان دهنده رفتار سودوپلاستیک یا روان شونده با برش می‌باشد. در این رفتار ابتدا با افزایش تنش به مقدار ثابت، سرعت برشی به مقدار معینی افزایش می‌یابد و سپس با افزودن همان مقدار ثابت تنش به تنش اولیه، سرعت برشی بیشتر از مقادیر قبل افزایش پیدا می‌کند. چون در نمودار عرض از مبدا وجود ندارد بنابراین تنش تسلیم برای صمغ بامیه وجود نداشته و برابر صفر بوده است و می‌توان از مدل قانون توان برای این صمغ استفاده کرد.

$$\sigma = K(\dot{\gamma})^n \quad (7)$$

که در این معادله K ضریب قوام قانون توان ($Pa \cdot sn$) و n شاخص رفتار جریان قانون توان می‌باشد.

بر حسب گرم/گرم تعیین شد (بتانکور آنکونا و همکاران ۲۰۰۳).

$$(4) \quad \frac{\text{وزن نمونه اولیه} - \text{وزن نمونه ژل متورم}}{\text{وزن اولیه نمونه}} = \text{ظرفیت جذب آب}$$

اندازه‌گیری پروتئین خام

اندازه‌گیری پروتئین خام موجود در صمغ بامیه استخراج شده از روش کجلدال مطابق با استاندارد شماره ۹۲۴ (۱۳۵۲) انجام شد.

اندازه‌گیری میزان کربوهیدرات

با اندازه‌گیری مقادیر رطوبت، خاکستر و پروتئین، میزان کربوهیدرات‌های موجود در صمغ با استفاده از فرمول زیر تعیین شد (زرگران و همکاران ۱۳۸۷).

$$(5) \quad 100 - (\text{پروتئین} + \text{خاکستر} + \text{رطوبت}) = \text{درصد}$$

کربوهیدرات

تعیین بازده صمغ استخراجی

برای اندازه‌گیری راندمان استخراج، ۲۰۰ گرم بامیه را با ۱۰۰۰ میلی لیتر $NaOH$ (مرک، آلمان) مخلوط کرده سپس محلول مذکور را سانتریفیوژ نموده بعد از جدا شدن تفاله ۹۲۴ گرم، محلول به دست آمده با استفاده از خشک کن انجمادی خشک شد که حاصل عمل خشک شدن پودری کاملاً خشک با وزن تقریبی ۱۱/۲۳ گرم و حدود ۳/۲۴ گرم تفاله خمیرمانندی به دست آمده که مورد استفاده قرار نگرفت و راندمان استخراج تنها براساس پودر کاملاً خشک محاسبه شد. راندمان استخراج برای پودر بامیه از معادله زیر قابل محاسبه است (کاراژیان و همکاران ۲۰۱۱ و آلماری و همکاران ۲۰۱۲).

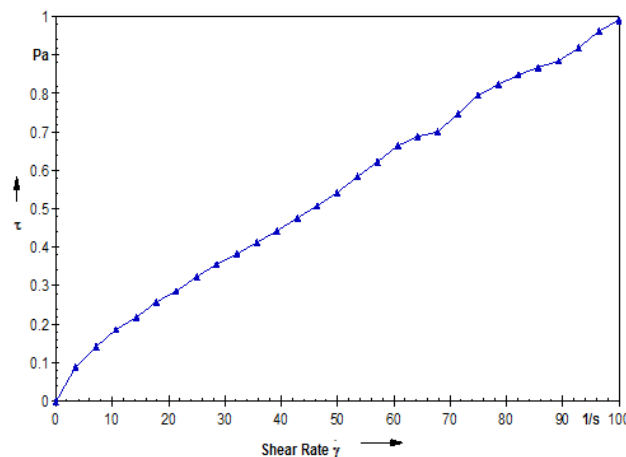
$$(6) \quad \text{راندمان استخراج نسبت به غلاف بامیه مورد استفاده}$$

$$100 \times \frac{\text{وزن پودر صمغ}}{\text{وزن غلاف بامیه}}$$

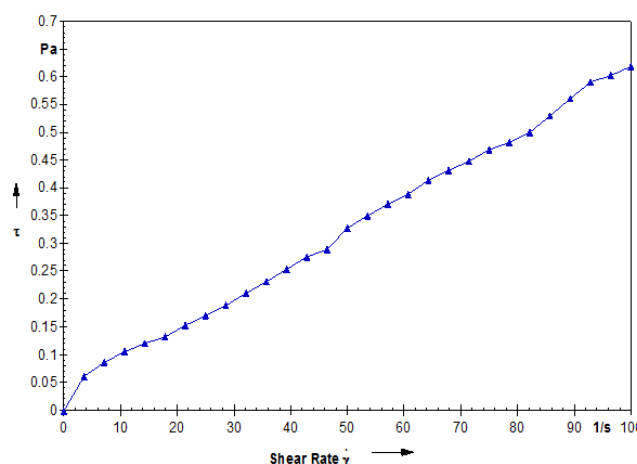
¹Power law (Ostwald-dewaele model)

نمودارهای ۳ و ۴ تاثیر سرعت برشی بر ویسکوزیته صمغ بامیه استخراج شده با هیدروکسید سدیم در مقایسه با تاثیر سرعت برشی بر ویسکوزیته صمغ بامیه استخراج شده با آب را نشان می‌دهد. نسبت ویسکوزیته ظاهری به سرعت برشی در صمغ استخراج شده با هیدروکسید سدیم نسبت به آب بیشتر است. با توجه به اینکه در این صمغ‌ها ویسکوزیته ثابت نیست و بسته به سرعت برشی تغییر می‌کند (با افزایش سرعت برشی کاهش می‌یابد)، اغلب از واژه ویسکوزیته ظاهری برای نشان دادن ویسکوزیته این سیالات استفاده می‌کنند (قنبرزاده ۱۳۸۸).

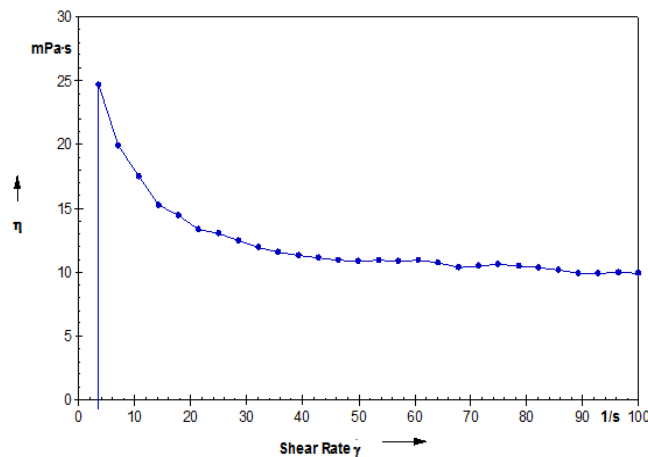
رفتار سودوپلاستیک رایج‌ترین رفتار غیرنیوتنی در سیالات غذایی است. در نمودار تنش- سرعت برشی سیالات سودوپلاستیک، سه ناحیه مجزا دیده می‌شود: (۱) در سرعت‌های برشی پایین، رفتار نیوتنی را نشان می‌دهند و ویسکوزیته در این ناحیه را ویسکوزیته برشی صفر می‌نامند؛ (۲) در سرعت‌های برشی متوسط با افزایش سرعت برشی، ویسکوزیته کاهش پیدا می‌کند (روان شوندگی با برش)؛ (۳) در سرعت‌های برشی بالا دوباره رفتار نیوتنی ظاهر می‌شود و ویسکوزیته در این ناحیه ویسکوزیته بی نهایت نامیده می‌شود (قنبرزاده ۱۳۸۸).



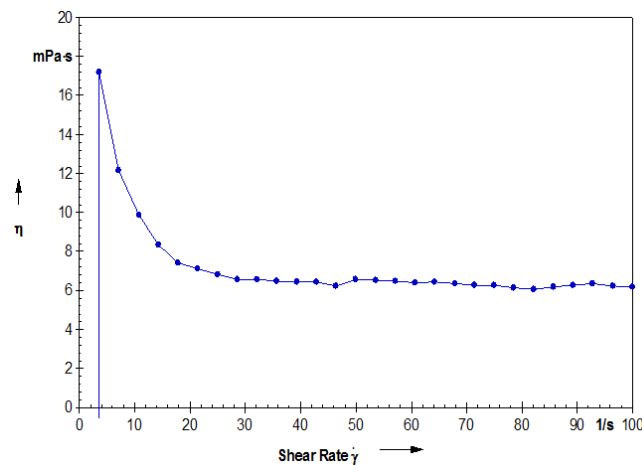
شکل ۱- الگوی تنش برشی در برابر سرعت برشی برای صمغ بامیه استخراج شده با هیدروکسید سدیم



شکل ۲- الگوی تنش برشی در برابر سرعت برشی برای صمغ بامیه استخراج شده با آب



شکل ۳- تاثیر سرعت برشی بر ویسکوزیته صمغ بامیه استخراج شده با هیدروکسید سدیم



شکل ۴- تاثیر سرعت برشی بر ویسکوزیته صمغ بامیه استخراج شده با آب

ویسکوزیته ظاهری به آرامی اتفاق می‌افتد (باقری و همکاران ۱۳۹۴؛ سانگ و همکاران ۲۰۰۶). در مطالعه عباسی و رحیمی در سال ۱۳۸۴ گرانروی ظاهری محلول صمغ کتیرا در سه غلظت (۱، ۳ و ۵ گرم در لیتر) به مدت ۲۸ ساعت در فاصله‌های زمانی ۲ ساعته اندازه گیری شد. یافته‌ها نشان دادند که میزان گرانروی ظاهری با گذشت زمان تقریباً ثابت بوده و عامل خیس‌اندن تاثیر معناداری روی گرانروی ظاهری محلول صمغ کتیرا ندارد. در غلظت‌های پائین (۱ و ۲ گرم در لیتر)، با افزایش سرعت چرخشی مقدار گرانروی ظاهری تقریباً ثابت بود، ولی در غلظت‌های بالاتر (۳ و ۵ گرم در لیتر)، رفتار نیوتنی بوده و در رفتار نیوتنی محلول، با افزایش سرعت چرخشی، مقدار گرانروی ظاهری کاهش یافت. در کلیه تیمارها، افزایش

چنین رفتاری در صمغ‌های دیگر حاصل از انواع دانه‌ها و میوه‌ها نیز مشاهده شده است. کاهش ویسکوزیته با افزایش سرعت برشی، نشان دهنده خصوصیت رفتار شل شونده با زمان (سودوپلاستیک) صمغ دانه قدومه شهری و زانتان در غلظت‌های مختلف می‌باشد. این رفتار برای بیشتر محلول‌های هیدروکلوئیدی قابل مشاهده است که ناشی از ساختار پلیمری و وزن مولکولی بالای آن‌ها است. کاهش ویسکوزیته ظاهری در آغاز افزایش سرعت برشی از شدت بالاتری برخوردار است، ولی در ادامه از شدت کاهش ویسکوزیته ظاهری کاسته می‌شود. علت کاهش شدید ویسکوزیته ظاهری در ابتدا به دلیل از بین رفتن پیوندهای بین مولکولی می‌باشد. این در حالی است که در ادامه پیوند ملکول‌ها شکسته شده و در نتیجه کاهش

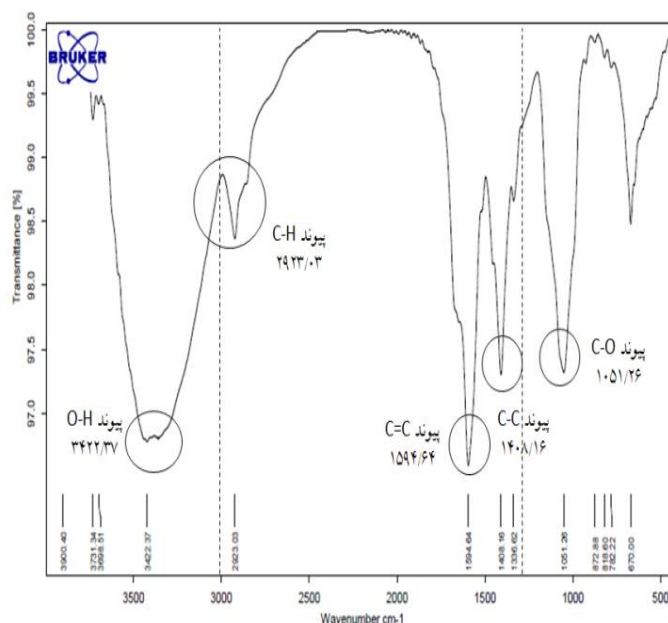
تری بوده و مناسب تر می‌باشد. دامنه موجی اشعه مادون قرمز بین ۵۰۰ تا ۳۵۰۰ (یک بر سانتی‌متر) برای صمغ بامیه می‌باشد. پیوندها O-H و C-H موجود در ساختار گالاکتورونیک اسید که اصلی‌ترین ساختار موجود در صمغ بامیه می‌باشد دارای دو پیک مشخص در ناحیه بین ۱۸۰۰ تا ۳۵۰۰ (یک بر سانتی‌متر) می‌باشد. در ناحیه دوم (ناحیه اثر انگشت)، در زیر ۱۸۰۰ (یک بر سانتی‌متر) پیوندها C-O و C-C موجود در پیوندهای گلیکوزیدی و حلقه پیرانوزی ساختار کربوهیدرات‌ها در محدوده ۹۰۰ تا ۱۲۰۰ (یک بر سانتی‌متر) قابل مشاهده و شناسایی می‌باشد. لازم به ذکر است که پیوند دوگانه C=C نشان دهنده فراوانی ترکیبات فنولی در این نوع صمغ می‌باشد. به طور کلی، پیوندهای سه گانه، قوی تر از پیوندهای دوگانه و یا ساده بوده و دارای فرکانس ارتعاشی بالاتر یا به بیانی بهتر، عدد موجی بالاتر هستند. پیوند C-C دارای فرکانس جذب ۱۲۰۰ (یک بر سانتی‌متر) بوده در حالی که پیوند دوگانه C=C فرکانس جذب ۱۶۵۰ (یک بر سانتی‌متر) و پیوند سه گانه C=C دارای فرکانس جذب ۲۱۵۰ (یک بر سانتی‌متر) است. همچنین حرکت خمشی راحت تر از حرکت کششی صورت می‌پذیرد. مثلاً، C-H خمشی در ناحیه ۱۳۴۰ (یک بر سانتی‌متر) و C-H کششی در ناحیه ۳۰۰۰ (یک بر سانتی‌متر) قرار می‌گیرد. محدوده 600 cm^{-1} تا 1400 cm^{-1} به دلیل کمتر بودن میزان انرژی جذب شده و ارتعاش خمشی اکثر پیوندهای موجود در مولکول، ناحیه ای پیچیده و شلوغ است و این موضوع تشخیص همه باندهای جذبی در این ناحیه را مشکل می‌سازد. به دلیل الگوی منحصربه‌فردی که در این ناحیه وجود دارد، به آن ناحیه «اثر انگشت» نیز گفته می‌شود. باندهای جذبی در ناحیه 1450 cm^{-1} تا 4000 cm^{-1} دارای انرژی جذب شده بیشتری بوده و عموماً ناشی از ارتعاش کششی پیوندهای قوی تر است و گاهی به این ناحیه، ناحیه فرکانس گروهی نیز گفته می‌شود (کامنو و همکاران ۱۹۹۸).

غلظت صمغ سبب افزایش گرانیروی ظاهری و افزایش دما باعث کم شدن گرانیروی ظاهری گردید. در بیشتر آزمون‌ها، pH محلول تاثیر قابل توجهی روی گرانیروی ظاهری نشان نداد. رضوی و همکاران (۱۳۹۰) در مورد بررسی خواص عملکردی عصاره خام هیدروکلوئیدی برخی دانه‌های بومی ایران ویسکوزیته ظاهری محلول ۲٪ صمغ دانه شاهی، قدومه شهری و شیرازی و دانه مرو، در آهنگ برشی ۴۴/۱۶ (یک بر ثانیه) به ترتیب، ۲۱/۸۲، ۹۷/۷۷، ۱۰/۹۱، ۱۲۳/۶۱ mPa.s در دمای ۲۵ °C به دست آمد و تأثیر نوع دانه بر ویسکوزیته ظاهری معنی‌دار بود ($P < 0.05$). برای محلول صمغ تجاری لوبیای اقاچیا، با غلظت مشابه و در شرایطیکسان ویسکوزیته ظاهری معادل ۵۶/۲۱۶ mPa.s بدست آمد. در مورد صمغ بامیه استخراج شده در این تحقیق، در سرعت برشی مشابه (۴۴/۱۶ یک بر ثانیه)، مقدار ویسکوزیته اندازه‌گیری شده برای صمغ استخراج شده با هیدروکسید سدیم ۱۱/۱ mPa.s و برای صمغ استخراج شده با آب برابر ۶/۳ بود.

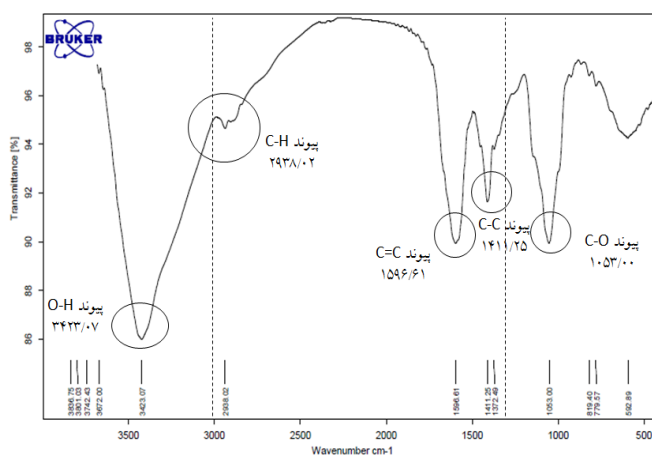
نتایج طیف سنجی FTIR صمغ بامیه

در FTIR هدف اصلی، اندازه‌گیری میزان جذب نور یک نمونه در هر طول موج است که از آن برای کنترل کیفیت، اندازه‌گیری دینامیکی و نشان دادن کاربرد احتمالی ترکیبات آلی و معدنی استفاده می‌شود (آلبا و همکاران، ۲۰۱۴). حساسیت و دقت آشکارسازهای FTIR در کنار الگوریتم‌های نرم افزاری خاص آن، سبب افزایش قابل توجه کاربردی عملی آن برای آنالیز کمی‌گردیده است (گناناسام‌باندام و پروکتور ۲۰۰۰).

نتایج داده‌های FTIR محلول‌های تهیه شده از صمغ‌های به دست آمده جهت بررسی کیفیت و ترکیبات صمغ بامیه در نمودارهای ۳-۵ و ۳-۶ نشان داده شده است. الگوی FTIR برای نمونه صمغ بامیه استخراج شده با هیدروکسید سدیم در مقایسه با الگوی FTIR برای نمونه صمغ بامیه استخراج شده با آب دارای پیک‌های مشخص



شکل ۵- الگوی FTIR برای نمونه صمغ بامیه استخراج شده با هیدروکسید سدیم



شکل ۶- الگوی FTIR برای نمونه صمغ بامیه استخراج شده با آب

نتایج ویژگی‌های شیمیایی صمغ بامیه

با توجه به نتایج بدست آمده از رفتار رئولوژیکی و ویسکوزیته بالاتر صمغ بامیه استخراج شده توسط هیدروکسید سدیم نسبت به نوع استخراج شده با آب این نوع صمغ، به عنوان بهترین نمونه انتخاب شد و آزمون‌های شیمیایی بر روی آن انجام گرفت. نتایج مربوط به آنالیز ویژگی‌های شیمیایی صمغ بامیه استخراج شده با هیدروکسید سدیم در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- ویژگی‌های شیمیایی صمغ بامیه استخراج شده با

هیدروکسید سدیم	
ویژگی	نتیجه آزمون
pH محلول ۲ درصد	۹/۷۵ ± ۰/۱۲
رطوبت (%)	۹/۳۴۶ ± ۰/۶۳۲
ماده خشک (%)	۹۰/۶۵۴ ± ۲/۶۵
چربی (%)	۰/۹۲۳ ± ۰/۰۱۰
ظرفیت جذب آب (گرم/گرم)	۹/۷ ± ۰/۰۳
خاکستر کل (%)	۱۷/۱۳۹ ± ۰/۰۶
پروتئین (%)	۲۲/۱۸ ± ۰/۳۲
کربوهیدرات (%)	۵۰/۵۶۴ ± ۰/۲۹۶

۱۲/۶۵ گرم بر گرم) بود که بیشتر از مقدار متناظر با صمغ بامیه استخراج شده با هیدروکسید سدیم در این تحقیق بود و همچنین مقدار ژل نامحلول در آب سرد صمغ فارسی نیز قابل توجه (۷۱٪ وزنی/وزنی) بود (رحیمی و عباسی ۱۳۹۳).

تعیین راندمان استخراج صمغ بامیه

مقدار صمغ بدست آمده از ۲۰۰ گرم غلاف بامیه در روش استخراج صمغ با آب، ۲۵۶ گرم بود که بعد از خشک شدن آن به روش انجمادی ۶/۲۸ گرم پودر به دست آمد. از این پودر ۴/۷۷ گرم کاملاً به صورت پودر خشک بود و ۱/۵۱ گرم دیگر تفاله خمیر ماندنی به دست آمد که مورد استفاده قرار نگرفت. بنابراین مقدار ۴/۷۷ گرم پودر تهیه شده برای تعیین راندمان در نظر گرفته شد. راندمان محاسبه شده پودر بسته به غلاف بامیه برابر با ۲/۳۹ درصد بود. مقدار صمغ بدست آمده از ۲۰۰ گرم غلاف بامیه در روش استخراج صمغ با هیدروکسید سدیم، ۹۲۴ گرم بود که بعد از خشک شدن آن به روش انجمادی ۱۴/۴۷ گرم پودر به دست آمد. از این پودر ۱۱/۲۳ گرم (مورد استفاده برای تعیین راندمان استخراج) کاملاً به صورت پودر بود و ۳/۲۴ گرم دیگر تفاله خمیر ماندنی به دست آمد که مورد استفاده قرار نگرفت. راندمان استخراج پودر بسته به غلاف بامیه برابر با ۵/۶۲ درصد تعیین شد.

نتیجه‌گیری

صمغ بامیه استخراج شده با هیدروکسید سدیم در مقایسه با صمغ بامیه استخراج شده با آب بنا به پیوندهای برقرار شده بین مولکول‌های آن، دارای ویسکوزیته بیشتری است و تنش بیشتری برای رفتار جریانی خود نشان می‌دهد. همچنین این صمغ دارای رفتاری سودوپلاستیک یا روان شونده با برش بود که با افزایش سرعت برشی ویسکوزیته محلول کاهش یافت. نتایج FTIR نشان دهنده غالب بودن پیوندهای اکسیژن- هیدروژن در این ترکیب بود که نشان دهنده مقدار زیاد واحدهای تشکیل دهنده اسید گالاکترونیک در ساختار این ترکیب می‌باشد. pH

همانطور که مشاهده می‌شود، صمغ استخراج شده با هیدروکسید سدیم دارای pH قلیایی (۹/۷۵) می‌باشد که احتمالاً به دلیل روش استخراج مورد استفاده است. رطوبت آن کمتر از ۱۰ درصد و دارای ماده خشک بالا ۹۰ درصد می‌باشد. چربی این صمغ بسیار کم بوده و قابلیت استفاده از آن را در محصولات رژیمی نشان می‌دهد. ظرفیت جذب آب این صمغ ۹/۷ گرم آب بر گرم کل ماده بدست آمد. واضح است که استفاده از این صمغ در مواد غذایی باعث جذب آب و افزایش قوام و ویسکوزیته محصول خواهد شد. درصد خاکستر کل، پروتئین و کربوهیدرات بدست آمده برای این صمغ به ترتیب ۱۷/۳۹، ۲۲/۸۰ و ۵۰/۵۶۴ بود که مقدار کربوهیدرات بدست آمده نشان می‌دهد که نصف این ترکیب ساختار قندی و پلی‌ساکاریدی دارد.

در مطالعات مختلف در مورد انواع صمغ‌ها نیز ویژگی‌های هر صمغ بسته به ماهیت شیمیایی آن مشخص شده است. پژوهشی در مورد تعیین ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی و ژل شوندگی صمغ فارسی (صمغ زدو) نشان داد که صمغ فارسی یک صمغ اسیدی (با میانگین pH برابر ۴/۴)، رطوبت متوسط (۸/۸٪ وزنی/وزنی)، پروتئین (۲۰٪ وزنی/وزنی) و چربی ناچیز (حدود ۰/۳۵٪ وزنی/وزنی) است. کشش سطحی آب با افزایش غلظت صمغ از ۰/۸ تا ۰/۹٪ وزنی/وزنی کاهش چشمگیری نشان داد. ظرفیت جذب آب صمغ فارسی به نسبت بالا (به طور متوسط

بالای اعمال شده از طریق روش استخراجی با هیدروکسید سدیم باعث افزایش مقدار اسید گالاکترونیک موجود در صمغ بامیه و بنابراین افزایش پیوندهای اکسیژن-هیدروژن در الگوی FTIR، افزایش ویسکوزیته صمغ استخراج شده با هیدروکسید سدیم در مقایسه با آب شد. راندمان استخراج صمغ پودری بسته به غلاف بامیه در روش استخراج با آب برابر با ۲/۳۹ درصد و در روش استخراج با هیدروکسید سدیم برابر با ۵/۶۲ درصد بود.

منابع مورد استفاده

- استاندارد ملی ایران، شماره ۹۲۴، ۱۳۵۲. اندازه‌گیری پروتئین تام در گوشت و فرآورده‌های آن.
- باقری ه، گرایلی ز، کاشانی نژاد م، ۱۳۹۴. بررسی تغییرات رئولوژیکی صمغ قدومه شهری به عنوان تابعی از غلظت و فرایند انجماد و مقایسه آن با صمغ تجاری زانتان. فصلنامه فناوری‌های نوین غذایی، سال سوم، شماره ۹، ۴۲-۳۳.
- حدیدی م، ضرابی الف، نادعلیان ز، ۱۳۹۱. بررسی خواص و کاربردهای صمغ‌های بومی ایران. دومین سمینار ملی امنیت غذایی، سوادکوه، ایران.
- رحیمی س، عباسی س، ۱۳۹۳. تعیین برخی ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی ژل‌شوندگی صمغ فارسی. فصلنامه علوم و فناوری‌های نوین غذایی، سال اول، شماره ۴، ۲۷-۱۳.
- رفعیان کویایی م، عسگری ص، حاجیان ش، روزبهرانی ش، ۱۳۹۲. تاثیر موسیلاژ گیاه بامیه بر پیشگیری از افزایش گلوکز و پروفایل چربی موش‌های صحرایی دیابتی شده با استرپتوزوتوسین، مجله دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد، دوره ۱۵، شماره ۳، ۵۵-۴۸.
- زرگران ع، محمدی فر م الف، بلاغی س، ۱۳۸۷. مقایسه برخی ترکیبات شیمیایی و ویژگی‌های رئولوژیک صمغ کتیرای ایرانی تراویده از دو گونه *A. floccosa* و *A. Rahensis*. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، دوره ۳، شماره ۴، ۱۷-۹.
- شاه حسینی س ر، ۱۳۹۲. بررسی خواص و کاربرد صمغ‌های مورد استفاده در صنایع غذایی، سومین همایش ملی امنیت غذایی، سوادکوه، ایران.
- عباس تبار ب، عزیزی م ح، عباسی س، ۱۳۹۳. بهینه سازی راندمان استخراج صمغ دانه به و اندازه گیری خصوصیات رئولوژی در شرایط بهینه استخراج، مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، سال ۹، شماره ۲، ۳۸-۲۹.
- عباسی س، رحیمی س، ۱۳۸۴. بررسی تاثیر غلظت، دما، pH و سرعت چرخشی روی رفتار جریان محلول صمغ کتیرای ایرانی، فصلنامه علوم و صنایع غذایی ایران دوره ۲، شماره ۴، ۴۲-۲۹.
- عباسی گزنق م، دلیرراد م، رحیمی راد الف، جلالی س، بنفشه چین الف، قاسملوی خ، ۱۳۹۰. برخی از مهم ترین صمغ‌های خوراکی مطرح در صنایع غذایی، بیستمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی.
- فاطمی ح، ۱۳۸۹. شیمی مواد غذایی، شرکت سهامی انتشار، ۲۶۲-۲۵۲.
- قنبرزاده ب، ۱۳۸۸. مبانی رئولوژی مواد و بیوپلیمرهای غذایی، انتشارات دانشگاه تهران، ۸۰-۳۷.
- ماهرانی ب، برزگر م، سحری م ع، دهقانی ح، ۱۳۸۳. بهینه سازی شرایط استخراج صمغ دانه بزرک ایرانی به روش صفحه پاسخ، علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال ۸، شماره ۴.
- Adelakun OE, Oyelade OJ, Ade-Omowaye BIO, Adeyemi IA and Van de venter M, 2009. Chemical composition and the antioxidative properties of Nigerian Okra Seed (*Abelmoschus esculentus Moench*) flour. *Journal of Food and Chemical Toxicology* 47: 1123-1126.
- Alamri MS, Mohamed AA and Hussain S, 2012. Effect of okra gum on the pasting, thermal, and viscous properties of rice and sorghum starches. *Journal of Carbohydrate Polymers* 89: 199-207.
- Alba K, Ritzoulis C, Georgiadis N and Kontogiorgos V, 2013. Okra extracts as emulsifiers for acidic emulsions. *Journal of Food Research International* 54: 1730-1737.

- Alba K, Laws AP, Kontogiorgos V, 2014. Isolation and characterization of acetylated LM-pectins extracted from okra pods. *Journal of Food Hydrocolloids* 1-10.
- Anonymous, 2005. AOAC Official methods of analysis. Arlington: Association of Official Analytical Chemists.
- Betancur Ancona D, Lpez Luna J, Chel Guerrero L, 2003. Comparison of the chemical composition and functional properties of *Phaseolus lunatus* prime and tailing starches. *Food Chemistry* 82: 217–225.
- Dhankhar BS and Singh R, 2009. Okra Handbook: Global Production, Processing, and Crop Improvement. HNB Publishing.
- Georgiadis N, Ritzoulis C, Sioura G, Kornezou P, Vasiliadou C and Tsiptsias C, 2011. Contribution of okra extracts to the stability and rheology of oil-in-water emulsions. *Journal of Food Hydrocolloids* 25: 991-999.
- Ghori MU, Alba K, Smith AM, Conway BR and Kontogiorgos V, 2014. Okra extract in Pharmaceutical and food applications. *Journal of Food Hydrocolloids* 42: 342-347.
- Gbenga BL and Zulikha A, 2013. New Matrix Tablet from Okra Gum: Effects of Method of Preparation and Gum Concentration on Tablet Properties. *Pharmacology & Pharmacy* 4: 484-489.
- Gnanasambandam R and Proctor A, 2000. Determination of pectin degree of esterification by diffuse reflectance Fourier transform infrared spectroscopy. *Food Chemistry* 68: 327-332.
- Kamnev AA, Colina M, Rodriguez J, Ptitchkina NM and Ignatov VV, 1998. Comparative spectroscopic characterization of different pectins and their sources. *Food Hydrocolloids* 12: 263-271.
- Horwitz W, 2002. Official Methods of Analysis (17th ed.), Association of Official Analytical Chemists, Inc.: Gaithersburg, USA.
- Karazhiyan H, Razavi SMA and Phillips GO, 2011. Extraction optimization of a hydrocolloid extract from cress seed (*Lepidium sativum*) using response surface methodology. *Food Hydrocolloids* 25(5): 915-920.
- Kontogiorgos V, Margelou I, Georgiadis N, Ritzoulis C, 2012. Rheological characterization of okra pectins. *Journal of Food Hydrocolloids* 29: 356-362.
- Okoye EI, Onyekweli AO and Kunle OO, 2011. Okra gum- an economic choice for the amelioration of capping and lamination in tablets. *Annals of Biological Research* 2(2): 30-42
- Panagiotis A, 2008. Identification and quantification of polyphenolic compounds from okra seeds and skins. *Journal of Food Chemistry* 110: 1041-1045.
- Romanchik-Cerpovicz JE, Baldree K and Tilmon RW, 2001. Shelf life of fat free brownies (with okra exudate or applesauce) and regular fat brownies as determined by physical and sensory means. *Journal of American Dietetic Association* 101: 1-23.
- Romanchik-Cerpovicz JE, Costantino AC and Gunn LH, 2006. Sensory evaluation ratings and melting characteristics show that okra gum is an acceptable milk-fat ingredient substitute in chocolate frozen dairy dessert. *Journal of American Dietetic Association* 106: 594-597.
- Sengkhampan N, Bakx EJ, Verhoef R, Schols HA, Sajjaanantakul T and Voragen AGJ, 2009. Okra pectin contains an unusual substitution of its rhamnosyl residues with acetyl and alpha-linked galactosyl groups. *Journal of Carbohydrate Research* 344: 1842-1851.
- Sengkhampan N, Sagis LMC, Vries RD, Schols HA, Sajjaanantakul T and Voragen AGJ, 2010. Physicochemical properties of pectins from okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). *Journal of Food Hydrocolloids* 24: 35-41.
- Song KW, Kim YS, Chang GS, 2006. Rheology of concentrated xanthan gum solutions: steady shear flow behavior. *Journal of Fiber Polymer* 7(2): 129-138.
- Yebeyen D, Lemenih M, Feleke S, 2009. Characteristics and quality of gum arabic from naturally grown *Acacia senegal* (Linne) Willd. trees in the Central Rift Valley of Ethiopia. *Food Hydrocolloid* 23: 175–180.

Extraction of Okra plant gum and evaluation of its physico-chemical properties

M Sokouni Ravasan¹ and N Asefi²

Received: January 15, 2017 Accepted: December 18, 2017

¹MSc student, Department of Food Science and Technology, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran

²Assistant Professor, Department of Food Science & Technology, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran

*Corresponding author: E mail:n.asefi@iaut.ac.ir

Abstract

Gums are polysaccharides that are capable of producing products with high viscosity at low concentrations. In this study, the okra plant gum was extracted with two solvents, water and sodium hydroxide. Extraction efficiency, viscosity, FTIR spectrum and chemical parameters were evaluated to select the optimum extraction. Okra gum extracted with sodium hydroxide compared with okra gum extracted with water, according to the hydrogen bonds between its molecules, had higher viscosity and showed upper stress against flow behavior. This extracted gum had a pseudoplastic or shear thinning behavior with shear rate of 44s^{-1} and the viscosity value of $11.1\text{mPa}\cdot\text{s}$. The FTIR pattern showed the dominance of oxygen-hydrogen bonds in the compound that represents a lot of parts of galactronic acid in the structure of this gum. Besides, extracting by alkali increased galactronic acid in gum and consequently increased the amount of Hydrogen-Oxygen bonds and the viscosity of the gum. The extracted gum with sodium hydroxide contained alkaline pH (9.75), >10% humidity and high dry matter (90%). Water absorption capacity was $7.9\text{ g water/g material}$ and total ash, protein and carbohydrates were 17.39, 22.80 and 50.464 percent, respectively. Extraction efficiency of gum depending okra pods was 2.39% for water extracting and 5.62% for sodium hydroxide extracting methods.

Key words: Extraction, Gum, Okra, Rheology