نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۲۵ شماره ۱/ سال ۱۳۹۴

اثر انجماد بر ویژگی‌های رئولوژیکی و بافتی صمغ دانه ریحان

عاکفه ضامنی[۱*]، مهدی کاشانی نژاد[۲]، مهران اعلمی[۲] و فخرالدین صالحی[۱]

تاریخ دریافت: ۹۲/۱۰/۲۱ تاریخ پذیرش: ۹۳/۷/۱۰

[۱] دانش آموخته کارشناسی ارشد و دانشجوی دکتری دانشکده علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
[۲] دانشیار دانشکده علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
* مسئول مکاتبه :Email: akefe_zameni@yahoo.com

چکیده

تیمارهای حرارتی بر خصوصیات رئولوژیکی و بافتی محلول‌های هیدروکلوئیدی موثر بوده و باعث تغییر خصوصیات عملکردی و رنگ آن‌ها می‌شوند. در این پژوهش، صمغ دانه ریحان در شرایط بهینه استخراج و خشک گردید. سپس غلظت ۰/۲٪ از صمغ جهت بررسی خصوصیات رئولوژیکی و رنگ سنجی و غلظت‌های ۳ و ٤ ٪ جهت بررسی خصوصیات بافتی، تهیه و تحت تیمارهای انجماد قرار گرفت. ویسکوزیته ظاهری و رفتار جریان محلول صمغ توسط ویسکومتر چرخشی بروکفیلد اندازه‌گیری و با مدل‌های قانون توان، کاسون و بینگهام برازش شد. آزمون نفوذ نیز توسط دستگاه آنالیز بافت جهت بررسی ویژگی‌های بافتی (سفتی، چسبندگی و قوام) ژل صمغ‌ها انجام گرفت. صمغ دانه ریحان دارای رفتار سودوپلاستیک بوده و مدل قانون توان جهت بررسی رفتار آن مناسب می‌باشد. نتایج حاکی از آن بود که صمغ دانه ریحان نسبت به فرآیند انجماد/انجماد زدایی مقاوم بوده و در برخی موارد به دلیل تشکیل پیوندهای جدید بین مولکولی ویژگی‌های رئولوژیکی و بافتی آن‌ها بهبود می‌یابد و با کاهش دما از ۲۵°C به ۱۸°C- ویسکوزیته آن از ۰/۰۰۵۱۲ به ۰/۰۰۵۲٤ پاسکال. ثانیه (سرعت برشی ۲٤۵ بر ثانیه) افزایش یافت. بیشترین مقدار عددی سفتی، چسبندگی و قوام بافت ژل ۳ درصد صمغ دانه ریحان مربوط به نمونه‌های تیمار شده در دمای ۲۵°C- و به مدت ۲٤ ساعت بود که به ترتیب برابر با ۲۲/۱ گرم، ۲۲/۸۷ گرم در ثانیه و ۷۲/۷٤ گرم در ثانیه بدست آمد. بنابراین استفاده از صمغ دانه ریحان را می‌توان به عنوان یک اصلاح کننده بافت و بهبود دهنده ویژگی‌های رئولوژیکی در فرمولاسیون مواد غذایی که در معرض تیمارهای انجماد قرار می‌گیرند پیشنهاد داد.

واژگان کلیدی: بافت‌سنجی، تیمار انجماد، رئولوژی، صمغ دانه ریحان

مقدمه

هیدروکلوئیدها، بیوپلیمرهایی با وزن مولکولی بالا و آبدوست هستند که به عنوان اجزاء عملگر در فرمولاسیون‌های غذایی جهت افزایش قوام، ژل کنندگی، کنترل ریزساختار، بافت، عطر و طعم و زمان نگهداری استفاده می شوند (دیکینسون ۲۰۰۳). ویژگی‌های عملکردی متعدد هیدروکلوئیدها منجر به کاربرد گسترده آنها در محصولات غذایی می شود. این خصوصیات که دامنه ی وسیعی از چسبندگی تا قابلیت جریان را شامل می‌شوند، ناشی از خصوصیت پایه و اصلی مشترک بین همه ی صمغ ها یعنی ویسکوزیته و افزایش قوام است. قابلیت پایدار کنندگی امولسیون ها، سوسپانسیون ها و دیسپرسیون ها، کف زایی، تشکیل فیلم، درون پوشانی وجلوگیری از تشکیل کریستال از دیگر ویژگی های مهم عملکردی صمغ ها می باشند (گلیکزمن ۱۹۸۲).

صمغ‌های حاصل از دانه‌ها افزودنی‌های غذایی مهمی در صنایع غذایی به شمار می‌روند. موسیلاژهای دانه‌ای و پلی ساکاریدهای گیاهی به آسانی در دسترس می‌باشند و به دلیل قیمت مناسب اهمیت ویژه‌ای دارند و اکثر آن‌ها در فرمولاسیون های غذایی قابل استفاده هستند. اخیرا تقاضا برای هیدروکلوئیدها با خواص عملکردی ویژه افزایش یافته است، بنابراین یافتن منابع جدید صمغ های گیاهی با خواص مناسب جهت استفاده در صنعت اهمیت ویژه ای دارد و محققان صنعت غذا همواره به دنبال یافتن منابع جدید پلی ساکاریدی می باشند. علاوه بر ایمنی و سلامت صمغ‌های گیاهی، وفور و سهولت دسترسی به مواد اولیه، هزینه کمتر تولید و سادگی فرآیند تولید از جمله دلایلی است که ما را به تحقیقات بیشتر در این زمینه وا می‌دارد.

ریحان با نام علمی *Ocimum basilicum* از تیره ی نعناعیان می‌باشد. این گیاه در بسیاری از نقاط جهان به خصوص در مناطق گرمسیری آسیا، آفریقا آسیای مکزی و جنوب امریکا یافت می شود (سیمون و همکاران ۱۹۹۹). دانه ریحان حاوی مقادیر زیادی هیدروکلوئید با خواص رئولوژیکی قابل توجه است که آن را با سایر هیدروکلوئیدهای تجاری قابل مقایسه نموده است. دانه این گیاه حاوی یک ساختار هتروپلی‌ساکاریدی شامل گلوکومانان، زایلان و گلوکان می‌باشد. صمغ دانه ریحان هیدروکلوییدی منحصر بفرد است که جزء صمغ‌های آنیونی با pH= ۷/۷۸ طبقه بندی می‌شود. این صمغ حاوی ۶۳/۷۹ درصد کربوهیدرات و ۳۲/۱ درصد پروتئین می‌باشد. گلوگز، گالاکتوز و مانوز به ترتیب ۶/۲۹، ۱/۱۶، ۹/۸ درصد عمده ترین قندهای تشکیل دهنده و پتاسیم با ٦٤/٢ درصد عمده ترین یون موجود در این صمغ می‌باشد (حسینی‌پرور و همکاران ۲۰۱۰).

دما یکی از مهم‌ترین عوامل تاثیرگذار بر خصوصیات عملکردی هیدروکلوئیدها می‌باشد. فرایندهای مختلف نظیر پاستوریزاسیون، استریلیزاسیون، سرد کردن و انجماد بر خصوصیات رئولوژیکی و بافتی هیدروکلوئیدهای موجود در محصولات غذایی طی فرایندهای تولید و انبارداری تاثیر می‌گذارند. با وجود گسترش مصرف مواد غذایی منجمد هنوز ناپایداری بافت محصولات منجمد در برابر انجماد، یکی از مشکلات اصلی است. زمانی که مواد غذایی منجمد می‌شوند، کریستال‌های یخ در داخل ماتریکس یخ تشکیل می‌شوند، که به بافت مواد غذایی آسیب وارد می‌کنند و در هنگام خروج از انجماد ذوب شده و منجر به از دست رفتن آب ماده غذایی شده و بر کیفیت کلی محصولات منجمد اثر می‌گذارند. اگر رشد کریستال‌های یخ کنترل و محدود شود طعم، رنگ و بافت موادغذایی منجمد بهبود می‌یابد (لی و همکاران ۲۰۰۲).

مارتی دکاسترو و همکاران (۱۹۹۷) گزارش کردند که قدرت، سختی و الاستیسیته ژل ماهی ساردین پس از انجماد در دمای ٤٠ ° C – در برابر فرایند انجماد پایدار می‌باشد.

فایدی و همکاران (۲۰۰۱) نیز گزارش کردند که سفتی ژل لوبیای لوکاست در ٦٠ ° C- بیشتر از ٢٠ ° C- می‌باشد،

آن‌ها علت را کاهش میانگین اندازه کریستال‌های یخ با افزایش شدت سرما عنوان کردند.

ریحان به حالت نیمه وحشی در نواحی مختلف ایران از جمله شمال غربی ایران ، آذربایجان ، تبریز، کرمان، خراسان و اطراف تهران کاشته می‌شود. اگر هدف از کشت ریحان، برداشت بذر آن باشد محصول را یکبار و زمانی که بذور کاملا رسیده باشند برداشت می‌کنند و عملکرد بذر آن۶۰۰ تا۸۰۰ کیلوگرم در هکتارگزارش شده است. با توجه به کشت نسبتا زیاد دانه ریحان در ایران، کاربردهای بالقوه آن در صنایع، به ویژه صنعت غذا، منحصر به فرد بودن گونه‌های ریحان ایرانی و نبود اطلاعات لازم در رابطه با ویژگی‌های رئولوژیکی، بافتی و رنگ آن‌ها در برابر تیمارهای مختلف به ویژه تیمارهای انجماد به نظر می‌رسد که انجام این پژوهش لازم و ضروری می‌باشد. لذا در این پژوهش، ویژگی‌های رئولوژیکی، بافتی و رنگ صمغ دانه ریحان به عنوان منبع هیدروکلوئیدی جدید تحت تیمارهای انجماد مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

تهیه نمونه

دانه ریحان با رطوبت ۵/۳۶ درصد از بازار محلی در شهر گرگان تهیه گردید. صمغ دانه ریحان با بهینه کردن روش تعیین شده توسط رضوی و همکاران (۲۰۰۹)، با نسبت آب به دانه ۲۰ به ۱، دمای ۵۰ °C، pH=۷ و مدت زمان ۲۰ دقیقه، توسط اکسترکتور خانگی مدل (mj- japan) j176p, Panasonic, استخراج و در آون ۵۰ C° خشک شد و به وسیله آسیاب مدل (mj-j176p, japan) Panasonic, به پودر تبدیل شد.

آماده‌سازی محلول‌های هیدروکلوئیدی

محلول‌های صمغ دانه ریحان توسط پراکنده کردن پودر صمغ در آب مقطر در غلظت ۰/۲ درصد وزنی/وزنی (برای انجام آزمون‌های ویسکومتری و رنگ) وغلظت‌های ۳ و ٤ درصد وزنی/وزنی برای انجام آزمون نفوذ تهیه شدند، سپس به منظور کامل شدن هیدراتاسیون به مدت ۲٤ ساعت در دمای محیط روی رولر میکسر نگهداری شدند.

ب) تیمارهای انجماد

در کلیه آزمایشات نمونه‌ها پس از تهیه، جهت اعمال تیمار انجماد در دماهای C° ۱۸- و۲۵- به مدت ۲٤ ساعت درون فریزر قرارگرفتند و به منظور خروج از انجماد نمونه‌ها به مدت ۱۰ساعت در دمای محیط قرار گرفتند.

آزمایشات

الف) خصوصیات رئولوژیکی

ویسکوزیته ظاهری و رفتار جریان محلول ۰/۲٪ (وزنی/وزنی) نمونه‌ها پس از اعمال تیمارهای حرارتی توسط ویسکومتر بروکفیلد (Brookfield, Model RVDV- II+ pro, USA) مجهز به سیرکولاتور حرارتی در دمایC ° ۲۵ و استفاده از اسپیندل YULA-15 اندازه‌گیری شد. حجم مناسبی از نمونه‌ی آماده شده (۱٦میلی‌لیتر) در داخل ظرف ریخته شد و پس از آن که دمای نمونه به C° ۲۵ رسید، آزمون رئولوژیکی مورد نظر برای به دست آوردن تنش برشی- درجه‌ی برش بر آن اعمال گردید. کلیه آزمایشات پس از یک شب ماندگاری محلول صمغی در دمای محیط، به منظور تکمیل هیدراسیون، صورت گرفت. اثر سرعت برشی بر رفتار رئولوژیکی محلول‌های هیدروکلوئیدی در دامنه‌ی درجه برش ٦/۱۲ تا ۲٤۵ بر ثانیه مورد بررسی قرار گرفت و داده‌های آزمون (سرعت برشی- تنش برشی) با استفاده از مدل های زیر برازش شدند و با توجه به ضریب تبیین[1] و خطای استاندارد[2] بهترین مدل انتخاب گردید :

۱. مدل قانون توان

$$\tau = K_P \dot{\gamma}^{n_p}$$

[1] Coefficient of determination

[2] Standard Error

در این معادله، k ضریب قوام ($pa.s^n$) و n، شاخص رفتار جریان (بدون بعد) می‌باشد. K، بزرگی ویسکوزیته سیال و n، ویژگی رفتار سیال را نشان می‌دهد.

۲. مدل بینگهام

$$n_B\ \tau = n_B\dot{\gamma} + \tau_{OB}$$

n_B را ویسکوزیته ی پلاستیک بینگهام (pa)، و τ_{OB} را تنش تسلیم بینگهام (Pa) می‌گویند.

۳. مدل کاسون

$$\tau^{0.5} = K_{OC}^{0.5} + K_C\ (\dot{\gamma})^{0.5}$$

K_{OC}، عرض از مبدا نمودار-($\tau^{0.5}$) ($\dot{\gamma}^{0.5}$) و K_C، شیب نمودار فوق است. μ_C. $K_{C=}^2$ و $\tau_{0C} = K_{0C}^2$ به ترتیب عبارتند از ویسکوزیته کاسون(Pa.s) و تنش تسلیم کاسون(Pa)

بافت‌سنجی

پارامترهای بافتی مانند سفتی، قوام و چسبندگی نمونه-های ۳ و ٤ درصد (وزنی- وزنی) صمغ دانه ریحان پس از اعمال تیمارهای حرارتی توسط دستگاه تحلیل‌گر بافت (TA-XT Plus, Stable Micro Systems Ltd., Surrey, UK) در دمای ۲۵ ° C اندازه‌گیری شد. کلیه آزمایشات پس از یک شب ماندگاری محلول صمغ در دمای محیط، به منظور تکمیل هیدراسیون، صورت و تمامی آزمون‌ها در دمای محیط انجام گرفت. آزمون نفوذ توسط پروب استوانه‌ای با قطر ٦ میلیمتر با سرعت ۱۰۰ میلیمتر بر دقیقه و عمق ۱۵ میلیمتر انجام شد.

رنگ‌سنجی

برای بررسی تاثیر تیمارهای مختلف بر رنگ صمغ‌ها از روش پردازش تصویر استفاده شد. برای اندازه‌گیری رنگ صمغ دانه ریحان، ۵۰ میلی‌لیتر از محلول صمغی ۰/۲ درصد پس از اعمال تیمارهای حرارتی در ظروف شیشه‌ای شفاف ریخته و از آن عکس گرفته شد. سیستم بینایی رایانه‌ای (CVS) [۱] شامل یک دوربین دیجیتالی برای گرفتن عکس از نمونه، منبع نوری استاندارد که شامل ۲ لامپ بود و نرم افزار کامپیوتری Image J (1.42e, USA) برای تجزیه و تحلیل تصاویر گرفته شده می‌باشد.

تجزیه و تحلیل آماری

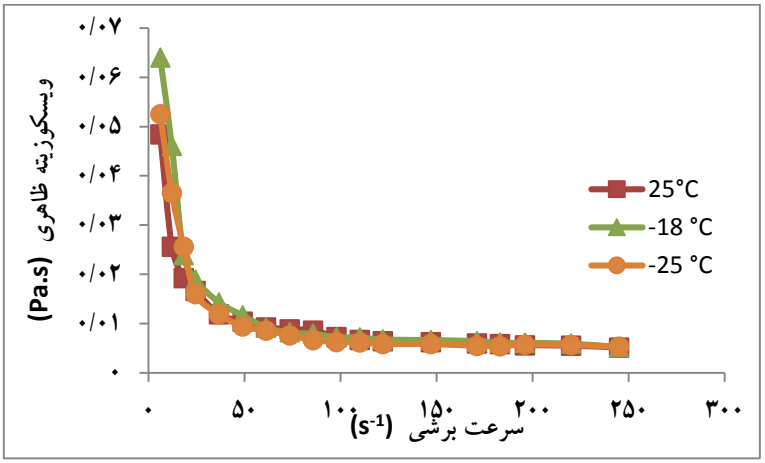
آزمایشات در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۳ تکرار صورت گرفت. مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن در سطح آماری ۵٪ صورت گرفت و به منظور رسم نمودارها و آنالیز آماری از نرم افزارهای SAS software 9.1.3, 2003 ،Curve Expert program version 1.34 و Excel 2010 استفاده شد.

نتایج و بحث

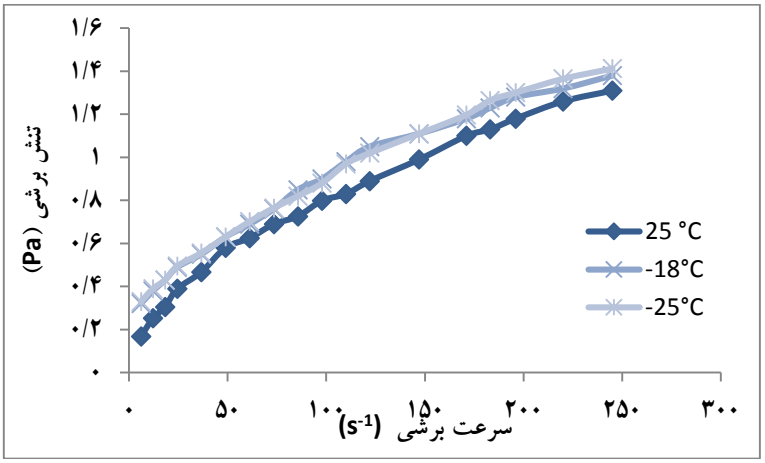
تاثیر انجماد بر ویسکوزیته ظاهری

منحنی‌های جریان و رابطه سرعت برشی- تنش برشی محلول صمغ دانه ریحان تحت شرایط انجماد مختلف به ترتیب در شکل‌های ۱ و۲ دیده می‌شود. همانطور که در شکل‌ها مشهود است، ویسکوزیته‌ی ظاهری این صمغ با افزایش درجه برش کاهش می‌یابد که نشانگر رفتار غیر نیوتنی رقیق شونده با برش آن می‌باشد.

[۱]. Computer vision system



شکل ۱- تاثیر تیمارهای انجماد بر ویسکوزیته‌ی ظاهری محلول صمغ دانه ریحان (۰/۲ درصد)



شکل ۲- رابطه سرعت برشی- تنش برشی در محلول صمغ دانه ریحان در شرایط انجماد

مدل سازی

پارامترهای مدل‌های رئولوژیکی توان، بینگهام و کاسون برای محلول‌های صمغ دانه ریحان پس از اعمال تیمار انجماد در جداول ۱، ۲ و ۳ مشاهده می‌شود.

جدول ۱- پارامترهای رئولوژیکی مدل قانون توان برای محلول های صمغ دانه‌ی ریحان در شرایط انجماد

تیمارها	k_p $Pa.s^n$	n_p	R^2
۲۰-۲۵دقیقه °C	^{b*}۰/۰۵۷	^{a}۰/۵۶	۰/۹۹۹
۱۸- -۲۴ ساعت °C	^{a}۰/۱۲	^{b}۰/۴۳	۰/۹۹۶
۲۵- -۲۴ ساعت °C	^{a}۰/۱۱	^{b}۰/۴۲	۰/۹۹۵

*حروف متفاوت در هر ستون، دارای تفاوت معنی داری هستند.

نتایج مدل قانون توان نشانگر رفتار سودوپلاستیک صمغ دانه ریحان تحت شرایط انجماد می‌باشد. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که ضریب قوام که نشانگر ویسکوزیته محلول صمغ ا ست پس از انجماد نسبت به شاهد افزایش می‌یابد. هنگامی که دما به زیر صفر کاهش می‌یابد فاز منجمد نشده متمرکز می شود تا مولکول‌های آب هر چه بیشتر به کریستال‌های یخ تبدیل شوند، در نهایت این فاز به صورت غیر منجمد باقی می ماند و غلظت املاح در آن زیاد می شود. غلظت پلیمرها با تبدیل شدن آب به یخ افزایش می‌یابد که منجر به افزایش تجمع زنجیره‌ها می‌گردد، که باعث افزایش ویسکوزیته پس از انجماد می‌شود (تاناونک و رید ۲۰۰۴). بر اساس

پارامترهای حا صل از مدل‌های دارای تنش تسلیم، تنش تسلیم بعد از اعمال تیمار انجماد و خروج از انجماد نسبت به شاهد به طور جزئی افزایش می‌یابد. در مدل بینگهام و کاسون با افزایش شدت سرما به ۲۵ ° C- تغییر معنی‌داری در ویسکوزیته بینگهام و کاسون مشاهده نمی‌شود.

جدول ۲- پارامتر های رئولوژیکی مدل بینگ هام برای محلول‌های صمغ دانه‌ی ریحان در شرایط انجماد

تیمارها	T_{OB} (Pa)	$n_{B(Pa.s)}$	R^2
۲۵- °C ۲۰دقیقه	^{b*}۰/۲۶	^{a}۰/۰۰۴۵	۰/۹۸۳
۱۸- °C ۲۴- ساعت	^{a}۰/۳۹	^{a}۰/۰۰۴۶	۰/۹۸۲
۲۵- °C ۲۴- ساعت	^{a}۰/۳۸	^{a}۰/۰۰۴۷	۰/۹۸۹

*حروف متفاوت در هر ستون، دارای تفاوت معنی داری هستند.

این نتایج قابل مقایسه با یافته‌های ویلیامز و همکاران (۲۰۰۹) می‌باشد که گزارش کردند ویسکوزیته مخلوط صمغ کردلان/ لوبیای اقاقیا و کردلان/ کاپاکاراجینان پس از اعمال تیمار انجماد- خروج از انجماد افزایش یافت. حسینی‌پرور و همکاران (۲۰۱۰) نیز گزارش کردند که فرایند انجماد تاثیر معنی داری بر ویسکوزیته صمغ دانه ریحان ندارد.

جدول ۳- پارامترهای رئولوژیکی مدل کاسون برای محلول های صمغ دانه‌ی ریحان در شرایط انجماد

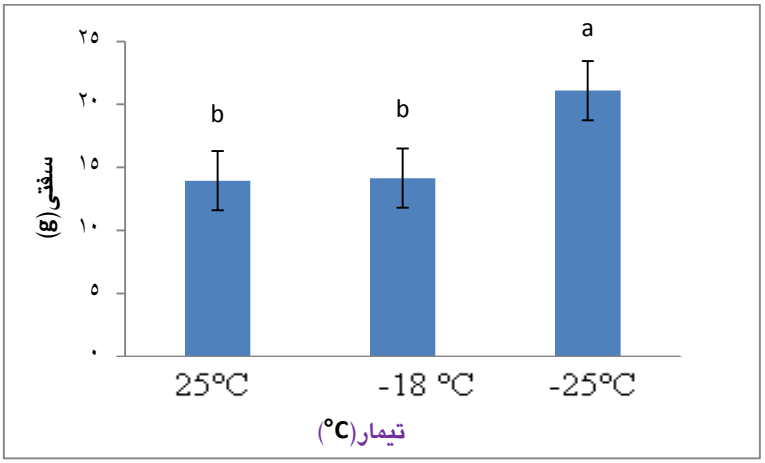
تیمارها	T_{OC}	$\eta_{c(Pa.s)}$	R^2
۲۵- °C ۲۰دقیقه	^{b*}۰/۳۵	^{a}۰/۰۵۱	۰/۹۸۵
۱۸- °C ۲۴- ساعت	^{a}۰/۴۷	^{a}۰/۰۴۶	۰/۹۹۵
۲۵- °C ۲۴- ساعت	^{a}۰/۴۶	^{a}۰/۰۴۷	۰/۹۹۷

*حروف متفاوت در هر ستون، دارای تفاوت معنی داری هستند.

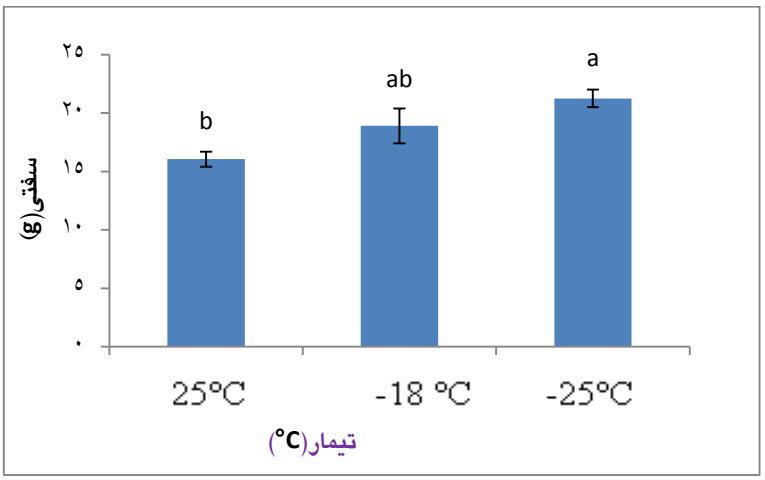
تاثیر انجماد بر بافت

سفتی

سفتی عموما برای بیان قدرت شبکه ژل اندازه‌گیری می‌شود و بسته به نوع سیستم غذایی می‌تواند یک پارامتر بسیار مهم باشد (فیزمن و داماسیو ۲۰۰۰). در آزمون نفوذ همانطور که در شکل‌های ۳ و ٤ مشاهده می‌شود میزان سفتی پس از انجماد در دمای ۱۸ ° C- و به مدت ۲٤ ساعت در برابر فرایند انجماد پایدار می‌باشد ولی با افزایش شدت سرما به ۲۵ °C- میزان سفتی کمی افزایش می‌یابد. در تمامی تیمارها میزان سفتی غلظت ٤ درصد بیشتر از ۳ درصد می‌باشد.



شکل ۳- تاثیر تیمارهای انجماد بر سفتی ژل صمغ دانه ریحان (۳ درصد)

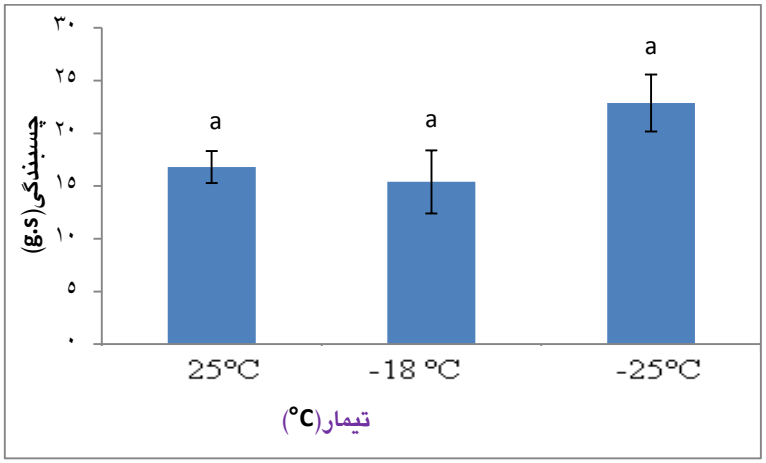


شکل ۴- تاثیر تیمارهای انجماد بر سفتی ژل صمغ دانه ریحان (۴ درصد)

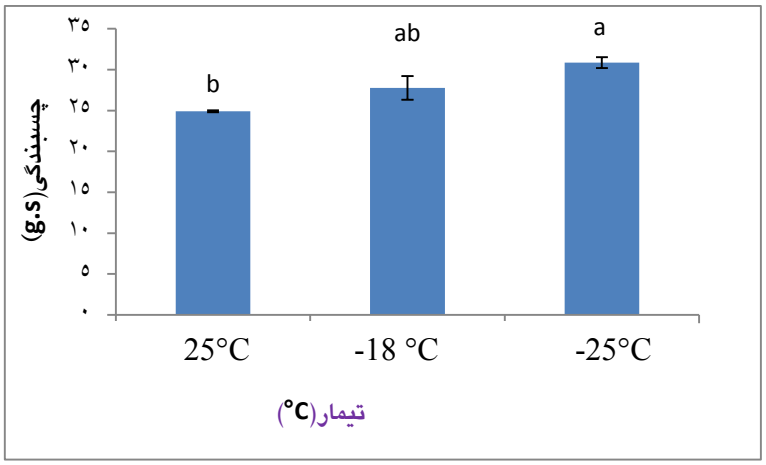
چسبندگی

چسبندگی به کار مورد نیاز برای غلبه بر نیروهای جاذب بین سطح ماده غذایی و موادی که در تماس با آن هستند اشاره می‌کند (ادهیکاری و همکاران ۲۰۱۰). بر طبق شکل۵ تغییر معنی‌داری در چسبندگی ژل ۳ درصد صمغ دانه ریحان پس از اعمال انجماد روی نمی‌دهد و با افزایش دمای انجماد نیز این پایداری حفظ می‌شود. در شکل ٦ همانطور که مشاهده می‌شود در غلظت ٤ درصد میزان چسبندگی پس از انجماد در دمای ۱۸ °C – و به مدت ٢٤ ساعت در برابر فرایند انجماد پایدار می‌باشد ولی با افزایش شدت سرما به۲۵ ° C– میزان چسبندگی کمی افزایش می‌یابد ولی این افزایش معنی‌دار نمی‌باشد. این نتایج مطابق با نتایج یو و همکاران (۲۰۱۰)، می‌باشد که گزارش کردند ژل نشاسته برنج پخته شده، تحت شرایط انجماد دارای بیشترین چسبندگی می‌باشد.

نتایج به دست آمده نشانگر پایداری پارامتر چسبندگی ژل صمغ دانه ریحان طی تیمارهای انجمادی می‌باشد. در نتیجه صمغ دانه ریحان این قابلیت را دارد که در فرمولاسیون مواد غذایی که فاکتور چسبندگی یک پارامتر مهم است و باید طی انجماد حفظ شود استفاده گردد.



شکل ۵- تاثیر تیمارهای انجماد بر چسبندگی ژل صمغ دانه ریحان (۳ درصد)

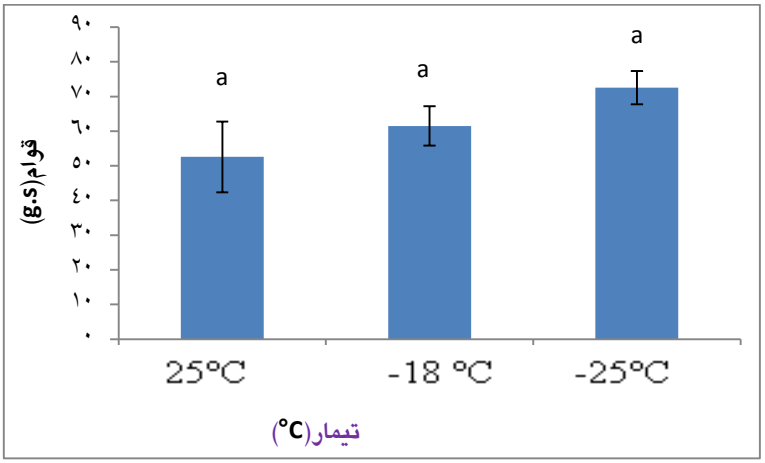


شکل ۶- تاثیر تیمارهای انجماد بر چسبندگی ژل صمغ دانه ریحان (۴ درصد)

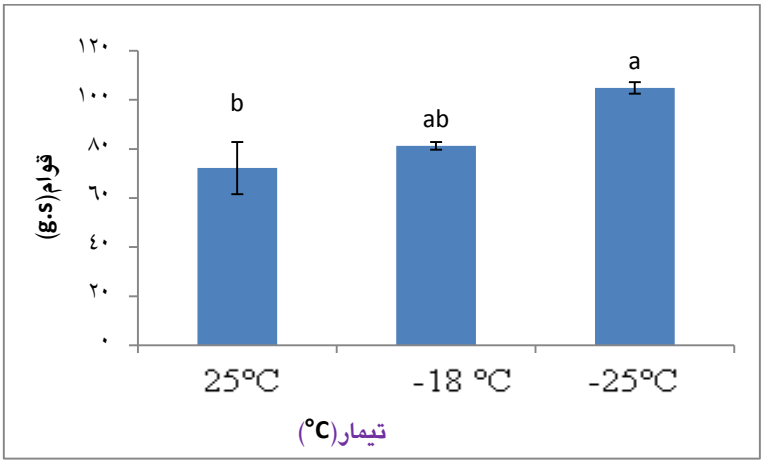
قوام

قوام به عنوان کار مورد نیاز برای رسیدن به تغییر شکلی که نشانگر قدرت داخلی باندها در محصول است به کار می‌رود (احمدا و همکاران ۲۰۰۵). در شکل ۷ تاثیر تیمارهای انجماد بر قوام ژل ۳ درصد صمغ دانه ریحان نشان داده می‌شود. طبق این شکل تغییر معنی‌داری در قوام ژل پس از انجماد مشاهده نمی‌شود و کاملا نسبت به انجماد پایدار می‌باشد.

و همانطور که در شکل ۸ مشاهده می‌شود قوام ژل صمغ دانه ریحان در غلظت ٤ درصد و در دمای C ° ۱۸- در برابر انجماد پایدار می‌باشد و با افزایش دمای انجماد میزان قوام اندکی افزایش می‌یابد. در تمامی تیمارها میزان قوام غلظت ۳ درصد ژل صمغ دانه ریحان بیشتر از غلظت ٤ درصد می‌باشد. این ثبات قوام نشانگر پایداری پیوندهای داخلی طی انجماد می‌باشد. این نتایج مبین بهبود اثر انجماد بر نقاط اتصال پلیمرهای صمغ دانه ریحان می‌باشد. زیرا و نوسینوویچ (۲۰۰۳) گزارش کردند که کاهش قوام ژل لوبیای لوکاست پس از انجماد و خروج از انجماد بستگی به عوامل مختلفی نظیر شرایط ناشی از تشکیل ژل و یکپارچگی نسبتا ضعیف شبکه ژل دارد، که هر گونه تغییر در یکپارچگی شبکه می‌تواند موجب تغییرات بافتی شود.



شکل ۷- تاثیر تیمارهای انجماد برقوام ژل صمغ دانه ریحان (۳ درصد)



شکل ۸- تاثیر تیمارهای انجماد بر قوام ژل صمغ دانه ریحان (۴ درصد)

تاثیر انجماد بر رنگ صمغ

مدل رنگی هانترلب مرکب از شاخص روشنایی (مقدار L که دامنه‌ای از صفر تا ۱۰۰ را دارد) و دو شاخص رنگی (دامنه‌ای از ۶۰- تا ۶۰+) است که شامل شاخص a (دارای طیف رنگی سبز تا قرمز) و شاخص b (دارای طیف رنگی آبی تا زرد) می‌باشد (بریونس و آگویلرا، ۲۰۰۵). همانطور که در جدول ٤ مشاهده می‌شود شاخص روشنایی در دمای ۱۸- °C نسبت به نمونه شاهد کاهش یافته ا ست ولی با افزایش شدت سرما به ۲۵°C- میزان روشنایی تغییر معنی‌داری نکرده است. شکل و اندازه ذرات و میزان همگن بودن و نوع ساختار (در مورد مایعات، بیشتر میزان قوام) از عوامل مؤثر بر رنگ محصول محسوب می‌شوند (یانس و همکاران ۲۰۰۲). محلول‌های صمغ دانه ریحان معمولا دارای طیف وسیعی از اندازه‌های مختلف ذرات می‌باشند و هر طیف از ذرات امواج نور را به صورت متفاوت پراکنده می‌کنند (مک کلمنت ۲۰۰۲).

جدول ۴- تیمارهای انجماد بر پارامترهای رنگی محلول صمغ دانه ریحان (۰/۲ درصد)

تیمارها	*l*	*a*	*b*	ΔE
شاهد	^{a} *۸۱/۸۸	^{c}۲۱/۵۷-	^{a}۲٤/۸٦	۰
۲٤- -۱۸°C ساعت	^{b}٦٥/۸۷	^{a}٤/۹۰-	^{c}۷/۵۵	۲۸/۸۷
۲٤- -۲۵° C ساعت	^{b}٦۷/٦٦	^{b}۸/۸۰-	^{b}۱۱/۸۸	۲۳/۱۰

*حروف متفاوت در هر ستون، دارای تفاوت معنی داری هستند.

نتیجه گیری

هیدروکلوییدها نقش مهمی در فرایندهای غذایی برای بهبود بافت و کیفیت حسی محصولات غذایی ایفا می‌کنند، از این رو بررسی پایداری خصوصیات رئولوژیکی و بافتی هیدروکلوئیدها در دماهای مختلف اهمیت ویژه ای دارد. صمغ دانه ریحان به عنوان یک منبع جدید هیدروکلوئیدی خصوصیات عملکردی مطلوبی دارد. نتایج نشانگرافزایش جزئی ویسکوزیته طی تیمار سرما می‌باشد، که باعث افزایش تمایل پلیمرهای صمغ دانه ریحان به اتصال بین مولکولی می‌شود. ویژگی‌های بافتی نظیر سفتی، چسبندگی و قوام صمغ دانه ریحان نیز پس از انجماد افزایش می‌یابند. در نتیجه صمغ دانه ریحان قادر به حداقل رسانیدن میزان آب در دسترس، کنترل مهاجرت آب و جلوگیری از رشد کریستال‌های یخ در ماده غذایی منجمد است که مربوط به اتصالات قوی پلیمرهای صمغ دانه ریحان می‌باشد. بنابراین صمغ دانه ریحان قابلیت حفظ کیفیت محصول در طی شرایط انجماد، انتقال و انبارداری را دارد.

منابع مورد استفاده

Adhikari B, Howes H, Bhandari BR and Truong V, 2001. Stickiness in foods: a review of mechanisms and test methods. International Journal of Food Properties 4(1): 1-33.

Ahmed NH, El Soda M, Hassan AN and Frank J, 2005. Improving the textural properties of an acid-coagulated (Karish) cheese using exopolysaccharide producing cultures. LWT - Food Science and Technology 38: 843-847.

Dickinson E, 2003. Hydrocolloids at interfaces and the influence on the properties of dispersed systems Food Hydrocolloids 17: 25-39.

Faydi E, Andrieu J and Laurent P, 2001. Experimental study and modeling of the ice crystal morphology of model standard ice cream. Part I: Direct characterization method and experimental data. Journal of Food Engineering 48 (4): 283-29.

Fiszman SM, Damasio MH, 2000. Instrumental Measurement of Adhesiveness in Solid and Semi-Solid Foods.A Survey. Journal of Texture Studies 31(1): 69-91.

Glicksman M, 1982. Food Hydrocolloids. Vol 1, 2 and 3. FL. CRC Press Inc.

Hosseini-Parvar, SH, Matia-Merino L, Goh, KKT, Razavi SMA and Mortazavi SA, 2010. Steady shear flow behavior of gum extracted from Ocimum basilicum L. seed: Effect of concentration and temperature. Journal of Food Engineering 101(3): 236-243.

Lee MH, Baek MH, Cha DS, Park HJ and Lim ST, 2002. Freeze-thaw stabilization of sweet potato starch gel by polysaccharide gums. Food Hydrocolloids 16: 345-352.

Marti de castro MA, Gomez-guillen, MC and Montero P, 1997. Influence of frozen storage on texture properties of sardine (Sardina pilchardus) mince gels. Food Chemistry 60: 85-93.

McClements D J, 2002. Theoretical prediction of emulsion color. Advances in Colloid and Interface Science 97: 63-89.

Razavi S M A, Mortazavi SA, Matia-Merino L, Hosseini-Parvar SH, Motamedzadegan A and Khanipou E, 2009. Optimisation study of gum extraction from Basil seeds (Ocimumbasilicum L.). International Journal of Food Science and Technology 44: 1755-1762.

Tananuwong K and Reid DS, 2004. Differential scanning calorimetry study of glass transition in frozen starch gels. Journal of Agricultural and Food Chemistry 52: 4308-4317.

Williams DP, Sadar L N and Lo YM, 2009. Texture stability of hydrogel complex containing curdlan gum over multiple freeze-thaw cycles. Journal of Food Processing and preservation 33:126-139.

Yanes M, Duran L and Costell E, 2002 Effect of hydrocolloid type and concentration on flow behavior and sensory properties of milk beverages model systems. Food Hydrocolloid 16(6): 605-611

Yu S, Ma Y and Sun, DW, 2010. Effects of freezing rates on starch retrogradation and textural properties of cooked rice during storage. LWT - Food Science and Technology 43(7): 1138-1143.

Zeira A and Nussinovitch A, 2004. Mechanical properties of weak locust bean gum gels under controlled rapid freeze-thawing. Journal of texture studies 34: 561-573.

Effect of freezing on rheological and textural properties of basil seed gum

A Zameni[1*], M Kashaninejad[2], M Aalami[2] and F Salehi[1]

Received: January 11, 2014 Accepted: October 02, 2014
[1]MSc Graduated Student and PhD Student, respectively, Faculty of Food Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
[2]Associate Professor, Faculty of Food Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
[*]Corresponding author: Email: akefe_zameni@Yahoo.Com

Abstract
Thermal treatments were effective on rheological and textural properties of hydrocolloid solution and can change functional and color properties. In this study, under optimum conditions, Basil seed gum were extracted and dried. Then, concentration of 0.2 % (w/w) of gum were prepared to determine rheological and color characteristics and concentrations of 3, 4% (w/w) for of textural properties, and then subjected to freezing treatments. Apparent viscosity and flow behavior were measured at 25 °C by Brookfield rotational viscometer and fitted with power law, casson and bingham models. Compression tests were conducted by using a Texture Analyzer and characteristics such as hardness, consistency and adhesiveness were measured. Power law model well described non-newtonian pseudoplastic behavior of Basil seed gums in all conditions. Results showed the resistency of Basil seed gum to freezing and defrosting and in the some cases, conversion of water to ice leads to an increscent in molecular association and improved their rheological and textural characteristics and with decreasing in temperature from 25 ºC to -18 ºC, viscosity increased from 0.00512 to 0.00524 pa.s (shear rate 245 s^{-1}). The highest hardness, adhesiveness and consistency value of Basil seed gum gels (3%) were observed in sample treated at -25ºC for 24 h, 22.1 gr 22.87 gr/s and 72.74 gr/s, respectively. Therefore, Basil seed gums can be suggested as a textural and rheological modifier in formulation of foods exposed to freezing treatments.

Keywords: Basil seed gum, Hydrocolloid, Rheology, Texture, Freezing treatments