Archive of SID

مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 13:01 IRDT on Sunday June 20th 2021

بررسی تاثیر استفاده از پودر عصاره چوبک بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی شیر یخ

سارا خسروشاهی[۱]، محمدعلی حصاری نژاد[۲*]، زهره دیدار[۱]، محسن وظیفه دوست[۱]

۱- گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نیشابور، نیشابور، ایران

۲- گروه فراوری موادغذایی، موسسه پژوهشی علوم وصنایع غذایی، مشهد، ایران

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۹۹ /۱۱/۱۵

تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۲/۲۳

کلمات کلیدی:

شیر یخ،

عصاره چوبک،

ویژگی‌های فیزیکی،

افزایش حجم،

ارزیابی حسی.

DOI: 10.29252/fsct.18.05.19

* مسئول مکاتبات:

ma.hesarinejad@rifst.ac.ir

چکیده

شیر یخ یک فرآورده لبنی منجمد با چربی کم است که قیمت آن به مراتب کمتر از بستنی می‌باشد. بافت محصولات کم چرب، یکی از اساسی‌ترین مسائل در مورد بازارپسندی این محصولات می‌باشد. پژوهش-های زیادی درباره استفاده از سورفکتانت‌ها در فرمولاسیون بستنی صورت گرفته که نشان دهنده قابلیت این ترکیبات در افزایش قوام و قابلیت همزدن و هوادهی، بهبود مقاومت در برابر ذوب، ایجاد بافت نرم‌تر و خامه‌ای‌تر، افزایش حجم ناشی از مقدار هوای بیشتر و ایجاد کفی پایدارتر می‌باشد. مطالعه حاضر به بررسی تأثیر افزودن پودر عصاره ریشه چوبک به شیر یخ بر کیفیت این محصول پرداخته‌است. آمیخته شیر یخ با غلظت‌های مختلف پودر عصاره چوبک (۰ ، ۰/۰۱۵ ، ۰/۰۳۰ و ۰/۰٤٥ g/kg) تولید شد و تغییرات ایجاد شده در ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی شیر یخ بررسی شد. نتایج نشان داد که افزایش غلظت عصاره در شیر یخ باعث افزایش ضریب قوام، ضریب افزایش حجم، مقاومت به ذوب، خامه‌ای بودن و پذیرش کلی می‌شود، درحالی‌که مقادیر شاخص رفتار جریان، سفتی، چسبندگی، زبری و سردی کاهش می‌یابد. این نتایج را می‌توان به افزایش جذب آب، بهبود قابلیت هم زدن، افزایش ناپایداری چربی و کریستال‌های یخ کوچکتر مرتبط دانست. ارزیابی حسی نشان داد که شیر یخ حاوی ۰/۰٤٥ g/kg پودر عصاره ریشه چوبک بیشترین پذیرش کلی را داشت و امتیازات بیشتری کسب کرد. می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از پودر عصاره ریشه چوبک در تهیه شیر یخ می‌تواند به خوبی ویژگی‌های عملکردی محصول را بهبود بخشد تا بتواند جایگاه بالاتری در گروه برآورده‌های لبنی منجمد بدست آورد.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 13:01 IRDT on Sunday June 20th 2021

۱- مقدمه

در سال‌های اخیر تقاضا برای غذاهای سودمند از جمله محصولات لبنی به دلیل مزایای نامحدود آنها برای سلامت انسان افزایش یافته‌است [۱]. گزارش‌های زیادی مبنی بر توصیه به مصرف کم چربی و به ویژه چربی کره‌های با کلسترول بالا برای افراد مسن منتشرشده‌است [۲و ۳]. شواهد و یافته‌های علمی نشان داده‌اند که بین مصرف زیاد چربی و بیماری‌هایی مانند چاقی مفرط، سخت شدن دیوارهٔ رگ‌ها، افزایش فشارخون و بیماری‌های قلبی عروقی ارتباط نزدیکی وجوددارد و بنابر توصیه سازمان بهداشت جهانی (WHO) در سال ۲۰۰۳، بایستی میزان کل چربی ورودی بین ۳۰-۱۵ درصد و مقدار اسیدهای چرب اشباع کمتر از ۱۰ درصد از انرژی روزانه باشد [٤]. با توجه به اینکه بستنی فراورده‌ای نسبتاً چرب بوده و نیز از محبوبیت ویژه‌ای در بین افراد جامعه برخوردار است، تقاضای زیادی برای مصرف انواع با چربی کمتر وجود دارد. شیر یخ[1] یک فرآورده لبنی منجمد با حدود ۲ تا ٤ درصد چربی است که قیمت آن به مراتب کمتر از بستنی می‌باشد [۱]. همچنین قوانین سازمان غذا و دارو (۱۹۹٤) اجازه داده است که شیر یخ به عنوان یک محصول بستنی کم چرب برچسب گذاری شود [۵].

پژوهش‌های زیادی پیرامون کاربرد سورفکتانت‌ها در فرمولاسیون بستنی صورت گرفته‌است که نشان می‌دهد این ترکیبات باعث افزایش قوام و قابلیت همزدن و هوادهی، بهبود مقاومت در برابر ذوب، ایجاد بافت نرم‌تر و خامه‌ای‌تر، افزایش حجم ناشی از مقدار هوای بیشتر و ایجاد کفی پایدارتر می‌گردد. ساختمان کف به عنوان عامل کلیدی و مهم در تشکیل ساختمان بستنی در نظر گرفته می‌شود. کوالسنس چربی در سطح حباب‌های هوا و شکل گیری لایه جذب شده پروتئین و سورفکتانت باعث پایدارسازی ساختمان کف بستنی می‌گردد [۸-٦]. سورفکتانت‌های متنوعی در صنعت غذا مورد استفاده قرار می‌گیرند که از نظر خصوصیات مولکولی مانند نوع ساختار سر و دم، ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و عملکردی، سهولت کاربرد، مجاز بودن و قیمت با یکدیگر متفاوتند [۹و ۱۰]. از این‌رو لازم است تولیدکنندگان مواد غذایی به بررسی عملکردهای این ترکیبات فعال سطحی که از تنوع گسترده ای برخوردارند، پرداخته و کاربردهای ویژه آن‌ها را شناسایی کنند [۹ و ۱۰]. سورفکتانت‌ها قابلیت تشکیل امولسیون را دارند زیرا قادرند طی فرایند هموژنیزاسیون، در سطح مشترک بین آب و روغن جذب شده و از این طریق کشش بین سطحی را کاهش و شکستن گلبول‌های چربی را افزایش دهند [۱۲و ۱۳]. این ترکیبات جذب شده، پوششی حفاظتی نیز در اطراف قطرات روغن ایجاد می‌کنند که از تجمع آن‌ها جلوگیری کرده و سبب پایداری دراز مدت امولسیون طی نگهداری می‌گردد [١٤]. علاوه بر این، سورفکتانت‌ها توانایی تولید و پایداری سیستم‌های بر پایه کف را نیز دارند [۱۰و ۱۵و ۲۲]. استفاده از اجزاء ایمن و سالمتر در فرمولاسیون فراورده‌های غذایی، توجه دانشمندان را به شناسایی ترکیبات طبیعی به عنوان جایگزین انواع سنتزی معطوف کرده است. لازم به ذکر است که ساپونین گیاهی یکی از مقوله‌های امیدوارکننده در این زمینه به شمار می‌رود. ساپونین‌ها از یک اسکلت استروئیدی یا تری ترپنوئیدی تشکیل می‌شود که به آن ۳-۱ قند هیدروفیل متصل شده است [۱۷و ۱۸].

عصاره ریشه چوبک از فعالیت سطحی و بین سطحی بالایی برخوردار است که دلیل چنین مشاهده ای به حضور بیوسورفکتانت ساپونین در این عصاره برمی‌گردد. گیاه چوبک (جنس آکانتوفیلوم) به خانواده میخک[2] تعلق داشته و بسیاری از گونه‌های آن قابل رویش در ایران هستند. علاوه بر ساپونین، ترکیبات هیدروکلوئیدی محلول در آب نیز از دیگر اجزاء مهم عصاره ریشه چوبک به شمار می‌رود که از طریق اتصال با ملکول‌های آب باعث افزایش ویسکوزیته و ارتقاء پایداری سیستم‌های حاوی آن می‌گردد [۲۱-۱۹]. پلی ساکاریدی محلول در آب استخراج شده از ریشه آکانتوفیلوم برکتیتوم[3] حاوی منوساکاریدهای گلوکز: گالاکتوز: آرابینوز با نسبت ۱/٤: ۵/۲: ۱/۰ و دارای وزن مولکولی ۲٦ kDa بوده است [۲۰]. این عصاره حاوی ۱۵ درصد ترکیبات ساپونین می‌باشد [۲۲]. جایگزینی عصاره گیاه چوبک با سفیده تخم مرغ در تولید کیک اسفنجی [۲۳]، بهبود کیفیت کیک روغنی با عصاره چوبک [۲٤]، بهبود خصوصیات بیوفیزیکی آب انگور در طی فرآیند تبخیر با استفاده از عصاره چوبک [۲۵] از جمله پژوهش‌هایی است که در خصوص کاربرد این عصاره در تولید محصولات غذایی صورت گرفته است. در این راستا Karazhiyan در مطالعه مروری خود بیان کرده‌است که اثر غلظت‌های مختلف

1. Ice milk

2. Caryophyllaceae
3. Acanthophyllum bracteatum

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 13:01 IRDT on Sunday June 20th 2021

این عصاره بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی و بافتی ماست نیز مورد بررسی قرارگرفته‌است که باعث کاهش چشمگیر آب اندازی شده‌است [۲٦]. در پژوهشی که اخیرا توسط Khosrow Shahi و همکاران صورت گرفته‌است نشان داد که افزودن عصاره چوبک می‌تواند سبب بهبود ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی بستنی گردد [۲۲]. بنابراین در این مطالعه به بررسی کاربرد عصاره ریشه چوبک در شیر یخ، که به عنوان یک بستنی کم چرب مطرح می‌باشد، به منظور بهبود ویژگی‌های کیفی این محصول پرداخته شد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

ریشه چوبک (خانواده میخک، جنس آکانتافیلوم، گونه اسکواروسوم) از نواحی کوهپایه ای اطراف شهرستان بیرجند در خراسان جنوبی تهیه شد. با استفاده از آسیاب، اندازه ذرات آن کاهش یافت و به حالت پودری در آمد. برای دستیابی به اندازه ذرات یکسان، پودر ریشه از مش ۰/۳ میلیمتری عبور داده شد. پودر شیر پس چرخ از شرکت فرآورده های لبنی پگاه، خامه ۳۰ درصد از شرکت کاله، منو و دی گلیسیرید (E 471) از شرکت Guangzhou CARDLO Biotechnology Co.,Ltd، شکر، و ثعلب از بازار محلی مشهد تهیه شد.

۲-۲- استخراج عصاره ریشه چوبک

پودر ریشه چوبک پس از اختلاط با آب، طبق روش Khosrow Shahi و همکاران در شرایط بهینه استخراج، تحت تیمار با میدان الکتریکی پالسی (ولتاژ ٦/٤ kV/cm و تعداد پالس ۸۰) قرار گرفت. سپس عصاره استخراج شده در آون تحت خلأ در دمای ٤۰ ° C خشک گردید [22].

۲-۳- فرآوری شیر یخ

فرمول آمیخته شیر یخ حاوی ٤ درصد چربی، ۱۰/۵ درصد ماده جامد بدون چربی، ۱۵ درصد شکر، ۰/۱ درصد وانیل، ۰/۱۵ درصد منو و دی گلیسیرید، و ۰/۵ درصد پایدارکننده (صمغ ثعلب) بود. سطوح افزودن پودر عصاره ریشه چوبک در آمیخته شیر یخ شامل صفر، ۰/۰۱۵، ۰/۰۳۰، و g/kg ۰/۰٤۵ بود. آمیخته شیر یخ به مدت ۲ دقیقه در ۲۳۰۰۰ دور بر دقیقه توسط هموژنایزر (Ultra Turrax T25D IKA, Germany) همگن شده و به مدت ۲۵ ثانیه در دمای ۸۰°C گرم شده و سپس در دمای ۵°C سرد و در این دما به مدت ۲٤ ساعت نگهداری شد. این آمیخته برای طی مرحله انجماد، به مدت ۱۵min در دستگاه بستنی ساز غیر مداوم دلونگی (Model ICK5000, Delonghi, Italy) قرار گرفت. نمونه های شیر یخ تولیدشده در فنجان‌های پلاستیکی بسته بندی شده و به مدت ۲٤ ساعت در دمای ۱۸°C- نگهداری شد تا پس از آن نظر خصوصیات کیفی مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرند. همه آزمایشات در سه تکرار انجام شدند.

۲-٤- ضریب افزایش حجم

حجم مشخصی از شیر یخ قبل و بعد از مرحله انجماد در دستگاه وزن شد و ضریب افزایش حجم نمونه‌ها بر اساس معادله (۱)، محاسبه شد.

معادله (۱)

$$\text{ضریب افزایش حجم} = \frac{\text{وزن آمیخته} - \text{وزن شیر یخ}}{\text{وزن آمیخته}} \times ۱۰۰$$

۲-۵- اندازه گیری سرعت ذوب

برای تعیین سرعت ذوب شیر یخ از روش Schmidt و همکاران با انجام اصلاحاتی صورت پذیرفت. نمونه‌های ۳۰ گرمی پس از یک روز سخت شدن، روی توری فلزی قرار داده شدند و در دمای محیط هر ۱۰ ثانیه وزن ذوب نمونه‌ها ثبت گردید. میانگین سرعت ذوب داده ها در زمان ۲۰ دقیقه ابتدای آزمون بر حسب g/min گزارش شد [۲۷].

۲-٦- آنالیز خصوصیات بافتی

خواص مکانیکی روی شیر یخ‌های تهیه شده مورد بررسی قرار گرفت. آزمون نفوذ با عمق نفوذ ۱۵mm با سرعت mm/s ۲ در دمای اتاق با استفاده از یک آنالیزور بافت مجهز به پروب استوانه ای به قطر ٦mm انجام شد. دو پارامتر سفتی (نیروی ماکزیمم فشرده سازی در هنگام نفوذ؛ g) و چسبندگی (سطح منفی منحنی؛ g.s) تعیین گردید.

۲-۷- مدل‌سازی رئولوژیکی

خصوصیات رئولوژیکی نمونه‌های آمیخته توسط ویسکومتر چرخشی بروکفیلد (Model RVDV-II, Brookfield Engineering, Inc., USA) مجهز به سیرکولاتور حرارتی (Julabo, Model F12-MC, Julabo Labortechnik, Germany) در دمای ۲۵ °C مورد ارزیابی قرار گرفت. ابتدا

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 13:01 IRDT on Sunday June 20th 2021

برای حذف وابستگی به زمان نمونه‌ها، از درجه برش $150\ s^{-1}$ به مدت ۸۰۰s استفاده شد. سپس رفتار جریان آمیخته‌ها در دامنه درجه برش $1-85\ s^{-1}$ مطالعه و داده‌های حاصل با مدل هرشل بالکلی (معادله ۲) برازش داده شدند. علاوه بر این، روند تغییرات ویسکوزیته ظاهری در درجه برش $50 s^{-1}$ نیز بررسی گردید.

معادله (۲) $\tau = \tau_0^{\ H} + k(\dot{\gamma})^n$

در این معادله k ضریب قوام، n شاخص رفتار جریان، τ تنش تسلیم می‌باشند.

۲-۸- ارزیابی حسی

طی دو جلسه آموزشی ۳ ساعته، تعداد ۱۰ نفر شامل ۵ خانم و ۵ آقا در رده سنی ۳۶-۲۵ سال، ۶ خصوصیت حسی را برای نمونه های بستنی تعریف کرده و مورد بررسی قرار دادند. سپس نمونه های ۳۰ گرمی که یک روز مرحله سخت کردن را گذرانیده بودند با شماره های سه رقمی به صورت تصادفی کد گذاری شده و در اختیار داوران قرار گرفتند. ارزیابی صفات شامل زبری، سرمازایی، سفتی، احساس خامه ای بودن، تلخی و پذیرش کلی در دمای اتاق انجام شد و از افراد خواسته شد جهت حذف اثر هر نمونه بر نمونه دیگر، بین ارزیابی هر دو نمونه دهان خود را با آب ولرم شستشو دهند.

۲-۹- آنالیز آماری

اثر مقدار پودر عصاره چوبک (صفر، ۰/۰۱۵، ۰/۰۳۰، و g/kg ۰/۰۴۵) بر خصوصیات فیزیکی و رئولوژیکی نمونه‌های شیر یخ به صورت طرح کاملاً تصادفی مورد مطالعه قرار گرفت. بدین منظور، آزمایشات حداقل در ۳ تکرار انجام شده و آنالیز آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار مینی تب نسخه ۱۸ انجام شد. نتایج در معرض آنالیز واریانس قرار گرفته و میانگین‌ها توسط آزمون فیشر در سطح آماری ۹۵ درصد مقایسه شدند. برازش مدل های رئولوژیکی توسط نرم افزار متلب نسخه R2010a انجام شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- ضریب افزایش حجم

طی فرایند تولید یخ شیر، هوا وارد آمیخته می‌گردد که سبب افزایش حجم و بهبود کیفیت فراورده شده و به عنوان ضریب افزایش حجم (درصد) تعریف می‌شود. لازم به ذکر است که مقدار این خصوصیت در زمینه کسب استانداردهای قانونی و افزایش سود اقتصادی مهم است. مقدار هوا و اندازه و پایداری سلول‌های هوا تحت تأثیر اجزاء فرمولاسیون (امولسیفایرها، پروتئین‌ها، چربی و ترکیبات هیدروکلوئیدی) و در نتیجه نیروهای برشی طی مرحله انجماد قرار دارد. در پی افزودن عصاره ریشه چوبک در پژوهش کنونی، ضریب افزایش حجم بستنی به طور معنی‌داری از ۵۳/۱ به ۱۱۷/۶ درصد افزایش یافت ($p<0/05$)، اثر افزایش غلظت عصاره بر این خصوصیت نیز معنی‌دار بود ($p<0/05$). بنابراین همانطور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، بیشترین ضریب افزایش حجم در نمونه حاوی بالاترین غلظت عصاره ریشه چوبک (۱۹۶/۵ درصد) دیده شد. دلیل این مشاهده را می‌توان به اجزاء موجود در این عصاره گیاهی ارتباط داد. زیرا همانطور که قبلا نیز اشاره گردید، عصاره ریشه چوبک حاوی ساپونین و هیدروکلوئید است. غلظت ساپونین عصاره استخراج شده از ریشه چوبک ۱۵ درصد است [۲۲]. بر اساس پژوهش‌های علمی صورت گرفته، سورفکتانت‌ها از طریق تشکیل لایه ای نازک در ناحیه بین سطحی سلول‌های هوا باعث بهبود قابلیت همزدن و در نتیجه کاهش اندازه سلول‌های هوای بستنی می‌شوند [۳۰-۲۸].

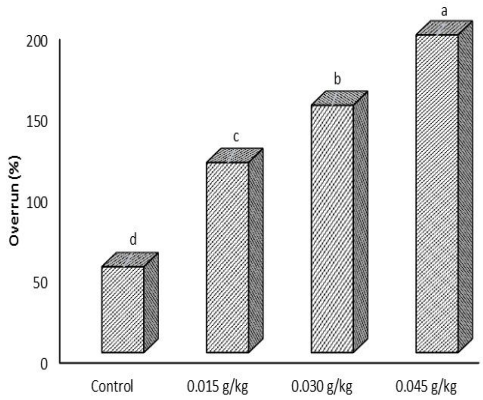

Fig 1 Overrun value of ice milk samples in the absence (control) and containing different Chubak root extract concentrations (0.015, 0.030, and 0.045 g/kg). The different letters indicate the statistically significant difference ($P < 0.05$).

۳-۲- ویژگی‌های ذوب شوندگی

بر اساس نتایجی که در شکل‌های ۲ و ۳ قابل مشاهده است، افزودن غلظت‌های مختلف عصاره ریشه چوبک به فرمولاسیون آمیخته شیر یخ موجب افزایش قابل ملاحظه مقاومت به ذوب نسبت به نمونه شاهد (۰/۴۸ g/min) گردید ($p<0/05$). به طوری که افزایش غلظت عصاره از ۰/۰۱۵ به ۰/۰۳۰ و به

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 13:01 IRDT on Sunday June 20th 2021

۰/۰٤٥ g/kg به ترتیب سرعت ذوب شیر یخ را از ۰/٤۷ به ۰/٤۰ و به ۰/۳٦ g/min ($p<۰/۰٥$) کاهش داد. زمان اولین چکه نیز در پی افزایش غلظت عصاره ریشه چوبک افزایش یافت (از ۱۲/٤۰ به ۱۹/٤۸ min). بنظر می‌رسد که این مشاهدات می‌تواند به دلیل ساپونین موجود در عصاره ریشه چوبک باشد که به عنوان سورفکتانت این قابلیت را دارد که طی فرایند انجماد، جایگزین پروتئین‌ها در لایه بین سطحی قطرات روغن شوند و از این طریق، سبب کاهش کشش بین سطحی و بهبود بهم پیوستگی چربی در لایه‌های بین سطحی سلول‌های هوا گردند. ناپایدارشدن چربی به پایدارسازی سلول‌های هوا کمک کرده و در تشکیل شبکه چربی دخالت دارد که در نتیجه مقاومت به ذوب نمونه‌های بستنی را افزایش می‌دهد [۲۹و ۳۱].

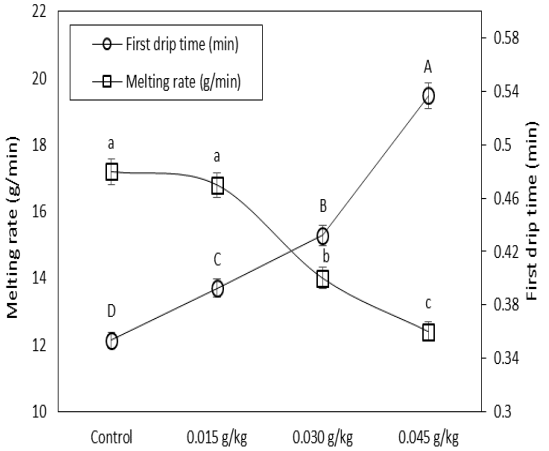

Fig 2 The time of the first drip and melting rate of ice milk samples in the absence (control) and the presence of different Chubak root extract concentrations (0.015, 0.030, and 0.045 g/kg). The different letters indicate the statistically significant difference ($P<0.05$).

همچنین هیدروکلوئیدهای موجود در آن می‌توانند به واسطه پیوند با مولکول‌های آب و ممانعت فضایی، از دیفوزیون آب از یک کریستال یخ به دیگری جلوگیری کرده و در نتیجه به عنوان کرایوپروتکتانت عمل کنند. یخ به خوبی باعث هدایت گرما شده و ازاین‌رو شیر یخ‌های دارای مقدار یخ کمتر، سرعت ذوب کمتری نیز دارند [۳۲]. از سوی دیگر، هیدروکلوئیدها اثر افزاینده بر ویسکوزیته دارند که در نتیجه باعث تقویت سرعت ذوب و حفظ شکل محصول به مدت طولانی‌تری می‌شوند [۳۳]. هوا نیز به عنوان عایق حرارتی مطرح بوده و بنابراین نمونه‌های حاوی مقدار هوای بیشتر (ضریب افزایش حجم بالاتر)، سرعت ذوب کمتری دارند [۳۲و ۳٤]. علاوه بر این، حضور هوا در ساختمان آمیخته باعث افزایش ویسکوزیته آن و در نتیجه افزایش تنش برشی مورد نیاز در مرحله انجماد می‌گردد که به دنبال آن، ناپایدارشدن چربی افزایش یافته و اندازه سلول‌های هوا و کریستال‌های یخ کاهش می‌یابد [۲۹].

۳-۳- خصوصیات بافتی دستگاهی

سفتی یخ شیر به عنوان مقاومت در برابر تغییر شکل حین بکارگیری نیروی خارجی تعریف می‌شود. بر اساس نتایج به دست آمده (شکل ۳)، افزودن ۰/۰۱٥ g/kg عصاره ریشه چوبک به فرمولاسیون یخ شیر و افزایش مقدار آن به ۰/۰٤٥ g/kg، سفتی نمونه‌ها را از ۲٥۰۱/۳۸ به ۱۰۷٦/۲٥ g کاهش داد. همانطور که از ملاحظه داده‌های ضریب افزایش حجم قابل استنباط است، رابطه معکوسی بین مقادیر این خصوصیت و سفتی وجود داشت که توسط برخی محققان دیگر نیز گزارش شده است [۲۹و ۳٤و ۳٥]. بر اساس نتایج سایر پژوهش‌های انجام شده، از طرفی احتمالا این مشاهدات به توانایی عصاره ریشه چوبک در افزایش بهم پیوستگی گلبول‌های چربی و کاهش اندازه کریستال‌های یخ مرتبط است [۳۰و ۳٦]. در حالی‌که Muse و Hartel معتقدند که چربی ناپایدارشده از طریق تشکیل شبکه بین سلول‌های هوا در افزایش سفتی بستنی نقش دارد [۳٤]. از طرف دیگر، برخی محققان نیز اثر کاهنده تعدادی هیدروکلوئید را بر سفتی بستنی‌های کم چرب و پرچرب گزارش کرده و دلیل آن را به قابلیت کرایوژلاسیون[1] این ترکیبات ارتباط داده اند [۳۹-۳۷].

چسبندگی پارامتر بافتی دیگری است که به عنوان انرژی لازم برای غلبه بر نیروهای چسبنده بین سطح فراورده و یک سطح دیگر تعریف می‌شود [٤۰]. همانطور که در شکل ۳ دیده می‌شود، تأثیر غلظت عصاره ریشه چوبک بر چسبندگی یخ شیر همراستا با سفتی بود. چنین رابطه ای توسط سایر محققان نیز گزارش شده است [۳۸و ۳۹و ٤۱]. در این زمینه، برخی پژوهشگران نیز بیان کرده اند که افزایش سطح عصاره ریشه چوبک سبب شکل‌گیری سلول‌های هوایی بیشتر و کاهش چسبندگی ماست منجمد گردید [۳٥].

1. Cryogelation

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 13:01 IRDT on Sunday June 20th 2021

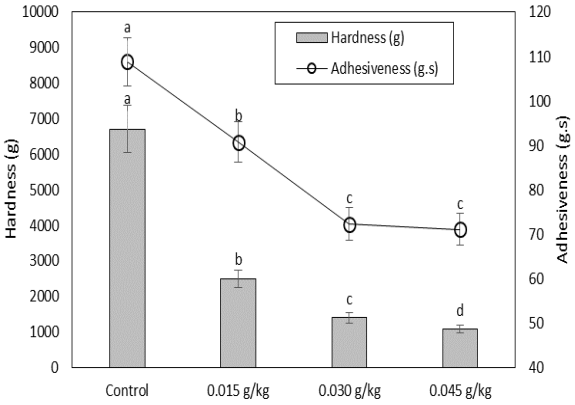

Fig 3 Hardness and adhesiveness of ice milk samples in the absence (control) and the presence of different concentrations of Chubak root extract (0.015, 0.030, and 0.045 g/kg). The different letters indicate the statistically significant difference ($P < 0.05$).

۳-٤- ویژگی‌های رئولوژیکی آمیخته

با توجه به داده‌های مندرج در جدول ۱ و مقادیر آماره های ضریب تبیین (R^2 =۰/۹۹) و میانگین مجذورات خطا (RSME<۰/۱۹)، مدل هرشل بالکلی به عنوان مدلی مناسب جهت برازش داده‌های رئولوژیکی ارزیابی شد. میزان شاخص رفتار جریان در این پژوهش در دامنه ۰/۵۸-۰/٤۹ قرار داشت که بیانگر ماهیت غیرنیوتنی و شل شوندگی با برش نمونه‌های شیر یخ است. محققان زیادی این نوع رفتار رئولوژیکی را برای آمیخته بستنی گزارش کرده اند [٤۳-۳۸]. بهرام پرور و همکاران بیان کرده اند که چنین رفتاری سبب ایجاد بافت مطلوب، احساس دهانی و تسهیل پمپ کردن در ماده می‌گردد [٤٤]. همانطور که در جدول ۱ قابل مشاهده است، مقدار شاخص رفتار جریان آمیخته‌ها با افزایش غلظت عصاره ریشه چوبک کاهش یافت. این یافته ممکن است ناشی از وجود درگیری‌های پلی ساکاریدی باشد که حساس به تنش برشی هستند. به عبارتی این نوع رفتار از جداشدن درگیری‌های بین ملکولی مذکور در اثر افزایش تنش و در نتیجه همسوشدن آن‌ها با جهت جریان ناشی می‌شود [۳۷]. در این راستا نتایج مشابهی توسط جاویدی و همکاران گزارش شده است. بدین ترتیب که تاثیر افزاینده صمغ‌های گوار و دانه ریحان بر خاصیت شل شوندگی با برش نمونه‌های آمیخته بستنی مشاهده شد [۳۸]. ضریب قوام، پارامتر رئولوژیکی دیگری از مدل هرشل بالکلی است که مورد بررسی قرار گرفت. براساس نتایج قابل ملاحظه در جدول ۱، افزایش سطح عصاره ریشه چوبک در فرمولاسیون آمیخته سبب افزایش مقدار ضریب قوام آن‌ها شد. بنابراین کمترین مقدار این خصوصیت در نمونه شاهد (۱/۲۱ $Pa.s^n$) و بیشترین مقدار آن در نمونه حاوی ۰/۰٤۵ g/kg عصاره (۲/۰۷ $Pa.s^n$) دیده شد. ضریب قوام آمیخته به عنوان معیاری از ویسکوزیته در نظر گرفته می‌شود که بر بافت، سرعت ذوب و پیکره محصول موثر خواهد بود [۲۸].

بر اساس یافته های علمی مطالعات پیشین، نگهداری آمیخته در مرحله رسیدن به مدت حداقل ٤ ساعت در دمای ۲-٤ °C اهمیت بسزائی در ساختمان بستنی دارد [٤۵]. زیرا طی این زمان، بخش پلی‌ساکاریدی عصاره ریشه چوبک فرصت دارد تا با مولکول‌های آب واکنش داده و منجر به افزایش ویسکوزیته شود. علاوه بر این بخش ساپونین موجود در عصاره نیز از طریق شکل‌دهی و کریستاله کردن گلبول‌های چربی در مرحله رسیدن، دلیل دیگری بر افزایش ویسکوزیته با افزایش غلظت عصاره است. در این رابطه، سید و همکاران دریافتند که افزایش غلظت امولسیفایرها (لستین، ٤۰٪-آلفا منوگلیسرید، ۷۰٪-آلفا منوگلیسرید و مخلوطی از منو دی گلیسرید با پلی سوربات ۸۰)، افزایش زمان جریان یافتن آمیخته بستنی را در پی داشت [۳۰].

تنش تسلیم نمونه‌های آمیخته در جدول ۱ قابل مشاهده است. این خصوصیت رئولوژیکی با پیکره، بافت و قابلیت قاشق زنی محصول در ارتباط است [٤٦]. در پژوهش کنونی، نمونه حاوی ۰/۰٤۵ g/kg عصاره ریشه چوبک دارای بیشترین مقدار تنش تسلیم بود که ممکن است به علت افزایش اتصالات بین مولکولی باشد [٤۷].

Table 1 Parameters of Herschel-Bulkey model for ice milk samples containing different concentrations of Chubak root extract

Chubak root extract Concentration (g/kg)	n(-)	τ_0^H (Pa)	k(Pa.s^n)	R^2	RMSE
0	0.58±0.005^a	1.28±0.10^d	1.21±0.2^b	0.99	0.19
0.015	0.57±0.007^a	1.44±0.14^c	1.26±0.2^b	0.99	0.16
0.030	0.56±0.007^a	1.57±0.13^b	1.28±0.3^b	0.99	0.16
0.045	0.49±0.000^b	2.06±0.12^a	2.07±0.2^a	0.99	0.14

The different letters indicate the statistically significant difference ($P < 0.05$).

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 13:01 IRDT on Sunday June 20th 2021

۳-۵- ویژگی‌های حسی

سردی، زبری و سفتی بستنی از خصوصیاتی هستند که تحت تأثیر اندازه کریستال‌های یخ و حجم فاز یخی قرار دارند [٤۸ و ٤۹]. در پژوهش کنونی، همان‌طور که در شکل ۵ دیده می‌شود، افزایش غلظت عصاره ریشه چوبک باعث کاهش سردی، زبری و سفتی یخ شیر شد که می‌تواند به دلیل قابلیت این عصاره در کاهش سرعت رشد کریستال‌های یخ باشد. این نتیجه همراستا با مشاهدات گزارش شده توسط بهرام پرور و گاف است که در پژوهش خود، از هیدروکلوئیدهای مختلفی به عنوان پایدارکننده در فرمولاسیون بستنی استفاده کردند [۵۰]. علاوه بر این، ویسکوزیته نیز فاکتور دیگری است که بر سفتی یخ شیر تاثیرگذار بوده و به عنوان دلیلی بر سفتی بیشتر نمونه‌های حاوی ۰/۰٤۵ g/kg عصاره ریشه چوبک نسبت به نمونه تهیه شده از ۰/۰۳۰ g/kg عصاره مطرح است. در رابطه با خامه ای بودن، نتایج حاکی از آن بود که ارزیاب‌های حسی امتیاز بالاتری را برای نمونه‌های حاوی مقدار عصاره بیشتر در نظر گرفتند (شکل ۵)، بدین ترتیب که اختلاف معنی داری بین خامه ای بودن نمونه شاهد (۳/۱) و نمونه حاوی بیشترین مقدار عصاره (٤/۲) وجود داشت ($p<۰/۰۵$). دلیل این امر می‌تواند ناشی از توانایی بالای بخش هیدروکلوئیدی عصاره در جهت نگهداری آب و پایدارکنندگی سیستم و همچنین عملکرد آن در نقش کرکایوپروتکتانت باشد [۵۱]. بنابراین با افزایش غلظت عصاره ریشه چوبک، رابطه معکوسی بین روند خامه ای بودن و خصوصیات سردی، زبری و سفتی وجود داشت که مطابق با نتایج گزارش شده توسط Javidi et al. (2016) بود [۳۸]. بررسی منابع بیانگر این مطلب است که اغلب ساپونین‌ها تلخ مزه هستند [۵۲]. ازاین‌رو، با توجه به این‌که عصاره ریشه چوبک حاوی ساپونین است، تلخی نمونه های یخ شیر نیز مورد بررسی قرار گرفت. همانطور که در شکل ۵ دیده می‌شود با افزودن عصاره و افزایش مقدار آن از ۰/۰۱۵ به g/kg ۰/۰٤۵، تلخی نمونه‌ها از ۱ با ۱/٦ افزایش یافت ($p<۰/۰۵$). اما اختلاف بین تلخی نمونه‌های حاوی ۰/۰۱۵ و g/kg ۰/۰۳۰ عصاره و همچنین نمونه‌های حاوی ۰/۰۳۰ و g/kg ۰/۰٤۵ عصاره معنی دار نبود ($p>۰/۰۵$). اگرچه کاربرد عصاره ریشه چوبک در فرمولاسیون یخ شیر باعث شد نمونه‌های نهایی کمی تلخ مزه باشند، اما لازم به ذکر است که این اثر بر پذیرش بیشتر نمونه‌های حاوی غلظت بالاتر عصاره، موثر واقع نشد. بدین ترتیب که بیشترین امتیاز پذیرش کلی (۸/۱) به نمونه تهیه شده از g/kg ۰/۰٤۵ عصاره تعلق گرفت که به طور معنی داری بالاتر از امتیاز مربوط به نمونه شاهد (۷) و نمونه حاوی g/kg ۰/۰۱۵ عصاره (۷/۳) بود ($p<۰/۰۵$).

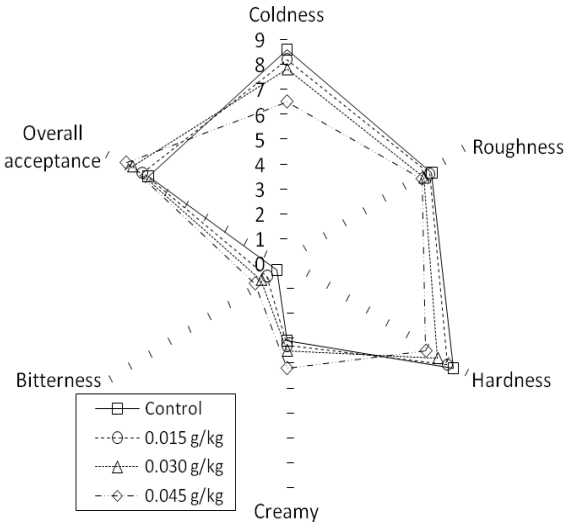

Fig 5 Sensory evaluation of ice milk samples in the absence (control) and presence of different concentrations of Chubak root extract

٤- نتیجه گیری

برازش داده‌های رئولوژیکی آمیخته با مدل هرشل بالکلی بیانگر ماهیت شل شونده با برش این ماده بود. همچنین، افزایش غلظت عصاره ریشه چوبک سبب افزایش ویسکوزیته، زمان اولین چکه و خصوصیت حسی خامه ای بودن گردید، در حالی‌که مقدار سرعت ذوب، شاخص رفتار جریان، سفتی، چسبندگی و ویژگی‌های حسی زبری و سردی را کاهش داد. اگرچه مقدار بیشتر عصاره در شیر یخ منجر به افزایش کمی در تلخی نمونه‌ها شد، اما بر روند افزایشی امتیاز پذیرش کلی اثرگذار نبود. به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که عصاره ریشه چوبک پتانسیل کاربرد به عنوان عامل افزاینده حجم، امولسیون کننده و پایدارکننده را در سیستم شیر یخ داشته و می‌تواند سبب بهبود کیفی این فرآورده گردد.

۵- منابع

[1] El Gazzar, H., Abd El Aziz, M., & Nasr, W. I. (2013). Effect of using germinated fenugreek on the quality of ice milk. *Annals Of Agricultural Science Moshtohor Journal,* 51 (2), 117-124.

[2] Ibrahim, S. A., El-Dairy, S. Y., & FiKry, S.

www.SID.ir

Archive of SID

A. (1994). The keeping quality of low calorie butter made with adding Kareish cheese or sodium caseinate. *Egyptian Journal of Dairy Science*, *22*, 47-47.

[3] Giese, J. (1996). Fats, oils, and fat replacers. *Food technology (Chicago)*, *50*(4), 77-84.

[4] WHO, World Health Organization. 2003. *Disease-specific recommendations*, available at: http://www.who.int/nutrition/topics/5_population_nutrient/en/index12.html

[5] Food and Drug Administration (1994). International, Arlington,VA,U.S.A.

[6] Nitschke, M., & Costa, S. G. V. A. O. (2007). Biosurfactants in food industry. *Trends in Food Science & Technology*, *18*(5), 252-259.

[7] Euston, S. R., & Goff, H. D. (2019). Emulsifiers in dairy products and dairy substitutes. In *Food emulsifiers and their applications* (pp. 217-254). Springer, Cham.

[8] Vijayakumar, S., & Saravanan, V. (2015). Biosurfactants-types, sources and applications. *Research Journal of Microbiology*, *10*(5), 181.

[9] Rekvig, L., Kranenburg, M., Hafskjold, B., & Smit, B. (2003). Effect of surfactant structure on interfacial properties. *EPL (Europhysics Letters)*, *63*(6), 902. [10] Kralova, I., & Sjöblom, J. 2009. Surfactants used in food industry: a review. Journal of Dispersion Science & Technology, 30, 1363-1383.

[11] Mcclements, D. J. (2007). Critical review of techniques and methodologies for characterization of emulsion stability. *Critical reviews in food science and nutrition*, *47*(7), 611-649.

[12] Walstra, P. (1991). Principles of emulsion formation. Editors: J. Laven, HN Stein, 77.

[13] Schubert, H., & Engel, R. (2004). Product and formulation engineering of emulsions. *Chemical Engineering Research and Design*, *82*(9), 1137-1143.

[14] Jafari, S. M., Assadpoor, E., He, Y., & Bhandari, B. (2008). Re-coalescence of emulsion droplets during high-energy emulsification. *Food hydrocolloids*, *22*(7), 1191-1202.

[15] Hasenhuettl, G. L., & Hartel, R. W. (Eds.). 2008. Food emulsifiers and their applications (Vol. 40, No. 6). New York: Springer.

[16] AlYousef, Z. A., Almobarky, M. A., & Schechter, D. S. 2018. The effect of nanoparticle aggregation on surfactant foam stability. Journal of Colloid & Interface Science, 511, 365-373.

[17] Kregiel, D., Berlowska, J., Witonska, I., Antolak, H., Proestos, C., Babic, M., & Zhang, B. 2017. Saponin-based, biological-active surfactants from plants. Application & Characterization of Surfactants, 183-205.

[18] Salminen, H., Bischoff, S., & Weiss, J. 2019. Impact of concentration ratio on the formation and stability of emulsions stabilized by Quillaja saponin–sodium caseinate mixtures. Food Biophysics, 14, 109-119.

[19] Ghaffari, S. M. 2004. Cytotaxonomy of some species of Acanthophyllum (Caryophyllaceae) from Iran. Biologia Bratislava, 59, 53-60.

[20] Jahanbin, K., Gohari, A. R., Moini, S., Emam-Djomeh, Z., & Masi, P. 2011. Isolation, structural characterization and antioxidant activity of a new water-soluble polysaccharide from Acanthophyllum bracteatum roots. International Journal of Biological Macromolecules, 49, 567-572.

[21] Jahanbin, K., Moini, S., Gohari, A. R., Emam-Djomeh, Z., & Masi, P. 2012. Isolation, purification and characterization of a new gum from Acanthophyllum bracteatum roots. Food Hydrocolloids, 27, 14-21.

[22] Khosrow Shahi, S., Didar, Z., Hesarinejad, M. A., & Vazifedoost, M. (2020). Optimized pulsed electric field assisted extraction of biosurfactants from Chubak (Acanthophyllum squarrosum) root and its application in ice cream. Journal of the Science of Food and Agriculture.

[23] Karazhiyan, H., & Keyhani, V. (2015). The effect of Chubak extract on sponge cake as an egg white substitute. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 11 (1), 63-76.

[24] Keyhani, V., Mortazavi, S. A., Karimi, M., Karazhiyan, H., Sheikholeslami, Z. (2016). Ultrasound-assisted extraction of saponins from chubak plant (*Acanthophyllum Glandulosum*) root based on their emulsification and foaming properties. Journal of Research and Innovation in Food Science and Technology, 4(4), 325-342.

[25] Oladzadabbasabadi, N., Karazhiyan, H., & Keyhani, V. (2017). Addition of the Chubak extract and egg white on biophysical properties of grape juice during evaporation

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 13:01 IRDT on Sunday June 20th 2021

www.SID.ir

Archive of SID

2008. Study of the functionality of selected hydrocolloids and their blends with κ-carrageenan on storage quality of vanilla ice cream. LWT-Food Science & Technology, 41, 1816-1827.

[38] Javidi, F., Razavi, S. M. A., Behrouzian, F., & Alghooneh, A. 2016. The influence of basil seed gum, guar gum and their blend on the rheological, physical and sensory properties of low-fat ice cream. Food Hydrocolloids, 52, 625-633.

[39] Javidi, F., & Razavi, S. M. 2018. Rheological, physical and sensory characteristics of light ice cream as affected by selected fat replacers. Journal of Food Measurement & Characterization, 12, 1872-1884.

[40] Clarke, C. 2004. Ice cream ingredients. In the science of ice cream, pp. 38-57. Cambridge: Royal Society of Chemistry Publishing.

[41] Akalin, A.S., Karagözlü, C., Ünal, G. 2008. Rheological properties of reduced-fat and low-fat ice cream containing whey protein isolate and inulin. European Food Research and Technology, 227, 889-895.

[42] Aime, D. B., Arintfied, S. D., Malcormson, L. J., & Ryland, D. 2001. Textural analysis of fat reduced vanilla ice cream products. Food research international, 34.2-3, 237-246.

[43] Karaka, O. B., GÜven, M., Yasar, K., Kaya, S., & Kahyaoglu, T. 2009. The functional, rheological and sensory characteristics of ice creams with various fat replacers. International Journal of Dairy Technology, 62, 93-99.

[44] BahramParvar, M., Haddad Khodaparast, M.H., & Razavi, S.M.A. 2010. Rheological characterization and sensory evaluation of typical soft ice cream made with selected food hydrocolloids. Food Science & Technology International, 16, 79–88.

[45] Goff, H. D. 1997. Colloidal aspects of ice cream—a review. International Dairy Journal, 7, 363-373.

[46] Briggs, J.L., Steffe, J.F., & Ustunol, Z. 1996. Van method evaluates the yield stress of frozen ice cream. Journal of Dairy Science, 79, 527-531.

[47] Emadzadeh, B., Razavi, S.M.A., & Hashemi, M. (2011). Viscous flow behavior of low-calorie pistachio butter: A response surface methodology. International Journal of Nuts & Related Sciences, 2, 37-47.

process. *Journal of Food Process Engineering*, *40*(5), e12538.

[26] Karazhiyan, H. (2019). Chubak (Acanthophyllum glandulosum) Root Gum. *Emerging Natural Hydrocolloids: Rheology and Functions*, 371-396.

[27] Schmidt, K., Lundy, A., Reynolds, J., and Yee, L.N. 1993. Carbohydrate or protein based fat mimicker effects on ice milk properties, *Journal of Food Science, 58: 761-763*.

[28] Marshall, R. T., Goff, H. D., & Hartel, R. W. 2003. Ice cream, (3rd ed.). New York: Aspen Publishers.

[29] Sofjan, R. P., & Hartel, R. W. 2004. Effects of overrun on structural and physical characteristics of ice cream. International Dairy Journal, 14, 255-262.

[30] Syed, Q. A., Anwar, S., Shukat, R., & Zahoor, T. 2018. Effects of different ingredients on texture of ice cream. Journal of Nutritional Health & Food Engineering, 8, 422-435.

[31] Pelan, B. M. C., Watts, K. M., Campbell, I. J., & Lips, A. 1997. The stability of aerated milk protein emulsions in the presence of small molecule surfactants. Journal of Dairy Science, 80, 2631-2638.

[32] Warren, M. M., & Hartel, R. W. 2018. Effects of Emulsifier, overrun and dasher speed on ice cream microstructure and melting properties. Journal of Food Science, 83, 639-647.

[33] Yeon, S. J., Kim, J. H., Hong, G. E., Park, W., Kim, S. K., Seo, H. G., & Lee, C. H. 2017. Physical and sensory properties of ice cream containing fermented pepper powder. Korean Journal for Food Science of Animal Resources, 37, 38.

[34] Muse, M. R., & Hartel, R. W. 2004. Ice cream structural elements that affect melting rate and hardness. Journal of dairy science, 87, 1-10.

[35] Muzammil, H. S., Haider, S., Rasco, B., & Sublanis, S. 2015. Physicochemical properties of probiotic frozen yogurt with different levels of glycerol and overrun. International Journal of Development Research, 5, 3209-3213.

[36] Guinard, J.X., Zoumas-Morse, C., Mori, L., Panyam, D., Kilara, A. 1996. Effect of sugar and fat on the acceptability of vanilla ice cream. Journal of Dairy Science, 79, 1922-1927.

[37] Soukoulis, C., Chandrinos, I., & Tzia, C.

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 13:01 IRDT on Sunday June 20th 2021

www.SID.ir

Archive of SID

[48] Regand, A., & Goff, H. D. 2006. Ice recrystallization inhibition in ice cream as affected by ice structuring proteins from winter wheat grass. Journal of Dairy Science, 89, 49-57.

[49] Clarke, C. 2012. *Ice cream: A complex composite material*. In: The science of ice cream. Cambridge, England: published by the Royal Society of Chemistry.

[50] BahramParvar, M., & Goff, H. D. 2013. Basil seed gum as a novel stabilizer for structure formation and reduction of ice recrystallization in ice cream. Dairy Science & Technology, 93, 273–285.

[51] Varela, P., Pintor, A., & Fiszman, S. 2014. How hydrocolloids affect the temporal oral perception of ice cream. Food hydrocolloids, 36, 220-228.

[52] Sezgin, A. C., & Artik, N. 2010. Determination of saponin content in Turkish tahini halvah by using HPLC. Advance Journal Food Science & Technology, 2, 109-115.

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 13:01 IRDT on Sunday June 20th 2021

www.SID.ir

Archive of SID

Iranian Journal of Food Science and Technology

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 13:01 IRDT on Sunday June 20th 2021

Investigation of the effect of using Chubak extract on physicochemical and sensory properties of ice milk

Khosrow Shahi, S. [1], Hesarinejad, M. A. [2*], Didar, Z. [1], Vazifedoost, M. [1]

1. Department of Food Science and Technology, Neyshabur branch, Islamic Azad University, Neyshabur, Iran
2. Department of Food Processing, Research Institute of Food Science and Technology (RIFST), Mashhad, Iran

ARTICLE INFO

Article History:

Received 2021/ 02/ 03
Accepted 2021/ 03/ 13

Keywords:

Ice milk,
Chubak extract,
Physical properties,
Overrun,
Sensory evaluation.

DOI: 10.29252/fsct.18.05.19

*Corresponding Author E-Mail:
ma.hesarinejad@rifst.ac.ir

ABSTRACT

Ice milk is a low-fat frozen dairy product, which is much cheaper than ice cream. The texture of low-fat products is one of the most important issues in the marketing of these products. There has been a lot of research on the use of surfactants in ice cream formulations, which shows the ability of these compounds to increase consistency and agitation and aeration, improve melting resistance, create a softer and creamier texture, and increase the overrun. The present study investigated the effect of adding Chubak root extract powder to ice milk on the quality of this product. Ice milk mixture was produced with different concentrations of Chubak extract powder (0, 0.015, 0.030 and 0.045 g/kg) and the changes in physicochemical and sensory properties of ice milk were investigated. The results showed that increasing the concentration of the extract in ice milk increased the consistency coefficient, overrun, melting resistance, creaminess and overall acceptance, while the values of flow behavior index, hardness, adhesiveness, roughness and coldness decreased. These results can be related to increased water absorption, improved agitation, increased fat instability and smaller ice crystals. Sensory evaluation showed that ice milk containing 0.045 g/kg Chubak root extract powder had the highest overall acceptance and gained more scores. It can be concluded that the use of Chubak root extract powder in the preparation of ice milk can improve the functional characteristics of the product so that it can achieve a higher position in the group of frozen dairy products.

www.SID.ir