

بهینه‌سازی فرمولاسیون شیر عسل حاوی دارچین با روش سطح پاسخ

شهلا شمسی^۱ و لیلا روفه‌گری نژاد*^۲

تاریخ پذیرش: ۹۶/۲/۱۰

تاریخ دریافت: ۹۵/۹/۱۶

^۱ دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی تبریز، ایران

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

* مسئول مکاتبه: Email: l.roufegari@iaut.ac.ir

چکیده

دارچین به دلیل دارا بودن ترکیبات فنلی متعدد، اثرات سلامتی بخش و درمانی ثابت شده دارد. جهت تولید محصولی فراسومند و افزایش رغبت به مصرف شیر، در این تحقیق تولید شیر عسل طعم‌دار حاوی دارچین در مقادیر ۰/۱، ۰/۴ و ۰/۷ درصد (وزنی/حجمی) و صمغ گوار و کاپاکاراگینان هر دو در سطوح صفر، ۰/۰۵ و ۰/۱ درصد (وزنی/حجمی) مورد مطالعه قرار گرفت. آنالیز آماری با استفاده از نرم افزار Design Expert و طرح باکس بهنکن انجام شد. ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی از قبیل pH و اسیدیته، ویسکوزیته و میزان رسوب همچنین ویژگی تغذیه‌ای با اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی ارزیابی شد. جهت بررسی تاثیر ضد میکروبی دارچین، شمارش جمعیت کل باکتری‌ها انجام و ارزیابی حسی نیز با استفاده از آزمون هدونیک پنج نقطه‌ای صورت گرفت. نتایج نشان داد که اضافه کردن دارچین بدون تاثیر نامطلوب بر pH و اسیدیته، باعث افزایش خصوصیات آنتی‌اکسیدانی شد اما مطلوبیت ویژگی‌های حسی در مقادیر بالای دارچین به دلیل ایجاد احساس شنی کاهش یافت. علاوه بر این، با بالا رفتن مقدار دارچین در نمونه‌ها، جمعیت کل باکتری‌ها کاهش معنی‌داری داشت. کاربرد صمغ‌های گوار و کاپاکاراگینان میزان رسوب را در نمونه‌ها به‌طور معنی‌داری کاهش و مطلوبیت حسی را افزایش دادند. نتایج بهینه‌سازی نشان داد که با استفاده از ۰/۴۳ درصد دارچین، ۰/۰۹ درصد گوار و ۰/۰۸ درصد کاپاکاراگینان، امکان تولید محصولی با پایداری مناسب، عمر ماندگاری، خصوصیات تغذیه‌ای و پذیرش کلی بالا وجود دارد.

واژگان کلیدی: خاصیت آنتی‌اکسیدانی، دارچین، شیر، فراسومند، گوار، کاپاکاراگینان

مقدمه

عفونی و سرطان سیستم گوارشی در کشورهای که سرانه مصرف شیر در آن‌ها بالا می‌باشد، کمتر است. علاوه بر این، این جوامع ضریب هوشی بالاتری دارند (کشتکاران و همکاران ۲۰۱۳). امروزه کاهش مصرف شیر و دریافت ناکافی کلسیم، منجر به همه گیر شدن

مصرف محصولات لبنی و به‌خصوص شیر به عنوان یکی از شاخص‌های توسعه جوامع انسانی مطرح بوده و گزارشات سازمان بهداشت جهانی نشان می‌دهد آمار مبتلایان به فشارخون، پوکی استخوان، بیماری‌های

۱۳۹۴). همچنین تاثیر عصاره دارچین بر رشد باکتری‌های پروبیوتیکی در شیر موز نیز مطلوب گزارش شده است (مرحمتی‌زاده و همکاران ۱۳۹۱). استفاده از دارچین همراه با شنبلیله و هل در تولید پنیر تهیه شده از شیر بز (حمید و عبدالرحمن ۲۰۱۲) و بررسی اثرات درمانی ماست حاوی دارچین بر بیماران دیابتی (شوری و بابا ۲۰۱۱) نیز مطالعه شده است.

استفاده از هیدروکلوئیدهایی مانند گوار، آلژینات، کاراگینان، گزانتان، پکتین و انواع دیگر صمغ‌ها در مواد غذایی مختلف و به‌ویژه نوشیدنی‌ها به منظور افزایش گرانروی یا بدست آوردن پایداری و احساس دهانی مطلوب متداول است (ال-هوتی و همکاران ۲۰۰۲). در مورد نوشیدنی‌های لبنی، میان‌کنش بین پروتئین‌ها و پلی ساکاریدها اهمیت خاصی دارد و توسط محققان متعددی بررسی شده است بطوری که کاراگینان بیشترین استفاده را در شیر طعم دار شده با کاکائو داشته است (لانگندورف و همکاران ۲۰۰۰). اسمیت و همکاران (۲۰۰۰) به تاثیر مطلوب استفاده از صمغ‌های گوار، کاراگینان و گزانتان بر پایداری خامه هوادهی شده اشاره کرده‌اند. طی نتایج تحقیقات سلیمانیان و همکاران (۱۳۹۱) اضافه کردن کاراگینان به شیر کاکائو بهترین روش برای حفظ ویژگی‌های حسی و کاهش میزان رسوب و افزایش ویسکوزیته بیان شده است. کشتکاران و همکاران (۱۳۹۱) تاثیر گونه مورد استفاده برای استخراج کتیرا و غلظت این صمغ را بر ویژگی‌های جریان رفتاری و حسی نوشیدنی شیر خرما معنی‌دار عنوان کرده‌اند. با توجه به خصوصیات ارزشمند دارچین و عدم تولید صنعتی این محصول، لذا هدف از این پژوهش تولید و بهینه سازی فرمولاسیون شیر عسل طعم‌دار شده با پودر دارچین و پایدارشده با پایدارکننده‌های گوار و کاراگینان بود.

بیماری خاموش قرن یعنی پوکی استخوان در بین افراد جامعه گردیده است. به جهت افزایش رغبت به مصرف شیر به خصوص در کودکان، شیرهای طعم‌دار گزینه مناسبی می‌تواند باشد بطوریکه استفاده از افزودنی‌های مجاز در نوشیدنی‌های لبنی به منظور ایجاد تنوع در طعم و رنگ و در نتیجه افزایش سرانه مصرف و همچنین ارتقاء خصوصیات سلامتی بخش محصول مورد هدف تکنولوژیست‌ها و محققان بوده است (لانگندورف و همکاران ۲۰۰۰).

غذا باید علاوه بر برطرف کردن گرسنگی، عامل جلوگیری کننده از بیماری‌های مربوط به تغذیه نیز باشد. با توجه به این مسئله و نیاز به افزایش کیفیت زندگی در دوران میانسالی و کهنسالی، تقاضا برای غذاهای فراسودمند^۱ افزایش یافته است (کوتیلاین و همکاران ۲۰۰۶). غذاهای فراسودمند (عملگرا) به گروهی از مواد غذایی اطلاق می‌گردد که علاوه بر خصوصیات تغذیه‌ای مورد انتظار، بتوانند خصوصیات سلامتی بخشی دیگری را نیز تامین نمایند (استانتون و همکاران ۲۰۰۵). با توجه به کاربرد دارویی گیاهان دارویی در بسیاری از کشورها، تعداد زیادی از محصولات غذایی فراسودمند از طریق افزودن این گیاهان به ماده غذایی تهیه شده‌اند (شی و شهیدی ۲۰۱۰).

استفاده از گیاهان با خاصیت دارویی، در سال‌های اخیر بسیار مورد توجه واقع شده است. دارچین یکی از گیاهان دارویی می‌باشد که به دلیل دارا بودن عطر و طعم خاص، مورد توجه مصرف کنندگان می‌باشد (ماتیو و ابراهام ۲۰۰۶). دارچین دارای یک سری از ترکیبات فنولیک از قبیل سینامالدهید، کومارین، کامفن، ایگنول، سینامیک اسید، سیناساسیول و گاما-ترپینن می‌باشد که وجود آن‌ها نقش آنتی اکسیدانی دارچین را افزایش می‌دهد (کمالی روستا و همکاران ۱۳۹۰). تولید شیر شتر با استفاده از اسانس پونه، آویشن، دارچین و اسطوخودوس مطالعه شده است (معروفی و جوان

مواد و روش‌ها

مواد

شیر مصرفی با ۱/۵ درصد چربی از شرکت شیر پاستوریزه پگاه آذربایجان شرقی (جدول ۱)، کاراگینان از

نوع کاپا (پالس گارد دانمارک)، گوار (شرکت آریا شیرین نوش، تحت لیسانس کارمولی ایتالیا)، عسل (تهیه شده از واحد بسته‌بندی آذرکندو) برای تهیه نمونه‌های آزمایشی مورد استفاده قرار گرفت.

جدول ۱- مشخصات شیر اولیه مصرفی

چربی (%)	اسیدیته (%)	pH	ماده خشک (%)	دانسیته (g/cm ³)
۱/۰±۰۵/۱	۱۰±۱۵/۰۰۳	۱/۰±۷/۰۵	۱۱/۰±۵/۰۵	۱/۰±۰۳۱/۰۰۴

روش‌ها

تولید شیر عسل حاوی دارچین

متغیرهای مورد بررسی در این تحقیق پودر دارچین (۱/۷-۰/۰ درصد)، صمغ گوار (صفر تا ۰/۱ درصد) و صمغ کاپا کاراگینان (صفر تا ۰/۱ درصد) بود. سطوح این متغیرها توسط طرح باکس بهنکن با شش تکرار در نقطه مرکزی طرح (جدول ۲) تعیین گردید.

اندازه‌گیری ویسکوزیته

ویسکوزیته ظاهری با دستگاه ویسکومتر بروکفیلد (مدل RVDV-II - آمریکا) بلافاصله بعد از خروج از یخچال و تحت دمای ۴°C و سرعت برشی ۱۸۰ دور در دقیقه اندازه‌گیری و بر حسب سانتی‌پواز (Cp) بیان شد (پراکاش و همکاران ۲۰۱۰).

اندازه‌گیری میزان رسوب

مقدار ۲۰ گرم از نمونه‌های شیر دارچین در لوله‌های آزمایش که قبلاً به وزن ثابت رسیده بودند، توزین گردید و در دستگاه سانتی‌فیوژ (هتیچ^۲ مدل EBA21-آلمان) با سرعت ۵۶۰۰ دور در دقیقه (معادل ۳۰۱۵ g) به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۲۰°C سانتی‌فیوژ شد. رسوب از قسمت محلول جدا و در آن (ممرت^۳ آلمان) با دمای ۱۲۰°C به مدت ۳۶ ساعت خشک شد پس از سرد شدن در دسیکاتور وزن گردید و نتایج بر حسب گرم رسوب در صد گرم شیر دارچین گزارش شد (پراکاش و همکاران ۲۰۱۰).

بررسی خاصیت آنتی‌اکسیدانی با آزمون DPPH

بررسی فعالیت آنتی‌رادیکالی نمونه‌ها، با استفاده از رادیکال‌های پایدار DPPH مطابق با روش وگا گالوز و همکاران (۲۰۰۹) انجام گرفت. ۳۰ میکرولیتر از نمونه‌ها با ۶۰۰ میکرولیتر از محلول متانولی ۱ میلی‌مولار DPPH مخلوط و سپس به حجم ۶ میلی‌لیتر رسانده شد و بعد از

برای آماده کردن تیمارها، ابتدا عسل به میزان ۱۸ درصد در دمای ۴۰°C با شیر مخلوط شد و سپس پودر دارچین، صمغ کاراگینان و گوار مطابق با مقادیر ذکر شده در طرح آزمایشی به آن اضافه و با استفاده از میکسر با دور تند، عمل اختلاط انجام شد سپس محصول در دمای ۷۵°C به مدت ۱۵ دقیقه پاستوریزه و بلافاصله خنک شده و در بطری‌های شیشه‌ای ۲۰۰ میلی‌لیتری استریل پر شد. با توجه به اینکه هدف گذاری این طرح بر مبنای بدست آوردن فرمولاسیون بهینه برای معرفی محصول جدید بود لذا تمرکز اصلی بر روی مطلوبیت شاخص‌های شیمیایی و تغذیه‌ای بود و آنالیزها در سه روز اول بعد تولید انجام شد.

ویژگی‌های شیمیایی

pH با استفاده از pH متر (متر مدل ۹۰۳۲ سوئیس) و اسیدیته با روش پتانسیومتری و بر مبنای اسید لاکتیک طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۱۵۲۷ تعیین شد (موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران ۱۳۹۳).

¹Centipoise

²Hettich

³Memmert

⁴2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl

مدل‌سازی روابط بین خصوصیات شیر دارچین و فرمولاسیون آن، مقدار دارچین، صمغ گوار و کاراگینان به عنوان متغیر مستقل و پذیرش کلی، خصوصیات شیمیایی (pH و اسیدیته، ماده خشک، ویسکوزیته، میزان رسوب و پارامترهای رنگ)، میزان خاصیت آنتی‌اکسیدانی و شمارش کل میکروبی هر کدام به طور جداگانه به عنوان پاسخ وابسته بر اساس معادله زیر تحلیل شدند:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_4 x_1^2 + \beta_5 x_2^2 + \beta_6 x_3^2 + \beta_7 x_1 x_2 + \beta_8 x_1 x_3 + \beta_9 x_2 x_3$$

در این معادلات Y پاسخ پیش بینی شده، β_0 برابر با ضریب ثابت، $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ برابر با اثرات خطی، $\beta_{11}, \beta_{22}, \beta_{33}$ اثر مربعات و $\beta_{12}, \beta_{13}, \beta_{23}$ اثر متقابل می‌باشد (مصطفوی و همکاران ۱۳۹۳). جهت بهینه‌سازی فرمولاسیون، بیشینه نمودن امتیاز پذیرش کلی و خاصیت آنتی‌اکسیدانی، کمینه کردن میزان رسوب و قرار گرفتن ویسکوزیته در محدوده داده‌های بدست آمده به عنوان اهداف مورد نظر آزمایشات در تجزیه و تحلیل‌های آماری مورد توجه قرار گرفت و فرمولاسیون بهینه با استفاده از نرم افزار تعیین شد.

جدول ۲- نمایش کدهای متغیرهای مستقل

متغیر مستقل	نماد ریاضی	کد و سطح مربوطه
		+۱ ۰ -۱
دارچین	X1	۰/۷ ۰/۰۴ ۰/۱
درصد گوار	X2	۰/۱ ۰/۰۵ ۰
کاپا کاراگینان	X3	۰/۱ ۰/۰۵ ۰

نتایج و بحث

آرایش طرح باکس بهنکن همراه با پاسخ‌های مربوط به متغیرهای وابسته در جدول ۳ آورده شده است.

۳۰ دقیقه نگهداری در دمای اتاق و محل تاریک، میزان جذب (A_1) در طول موج ۵۱۷ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (هاچ مدل DR2800-آمریکا) قرائت شد. نمونه کنترل نیز مشابه با روش ذکر شده و بدون اضافه کردن شیر تهیه و جذب (A_0) آن قرائت شد. آزمایش در سه تکرار انجام و برای صفرکردن دستگاه، متانول استفاده شد. میزان فعالیت گیرندگی رادیکال با استفاده از فرمول زیر تعیین شد.

$$\text{DPPH درصد مهار} = [(A_0 - A_1) / A_0] \times 100$$

شمارش کلی باکتری‌های مزوفیل هوازی

مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۵۴۸۴ انجام شد به این صورت که بعد از تهیه رقت‌های متوالی از نمونه، عمل کشت در محیط کشت پلیت کانت آگار به صورت کشت آمیخته و دوتایی انجام گرفت و در دمای ۳۰°C به مدت ۷۲ ساعت گرمخانه‌گذاری شد. پلیت‌هایی با تعداد پرگنه‌های بین ۲۰ تا ۳۰۰ مورد شمارش قرار گرفته و میزان کل باکتری‌های مزوفیل هوازی گزارش گردید (موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران ۱۳۸۱).

ارزیابی حسی

ارزیابی حسی بر اساس مقبولیت در رنگ، طعم و بو، بافت و احساس دهانی محصول شیر عسل حاوی دارچین با استفاده از ۲۰ نفر ارزیاب غیر ماهر طبق مقیاس هدونیک پنج نقطه‌ای (۱= غیر قابل قبول، ۲= نسبتاً رضایت بخش، ۳= متوسط، ۴= خوب، ۵= عالی) انجام و نتیجه نهایی به صورت پذیرش کلی گزارش شد (کشتکاران و همکاران ۱۳۹۱).

تجزیه و تحلیل آماری

در این تحقیق از طرح باکس بهنکن با سه متغیر مستقل در سه سطح و شش تکرار در نقطه مرکزی (برای محاسبه تکرار پذیری فرآیند) استفاده شد که مجموع تیمارها برابر ۲۰ بود. کدهای متغیرهای مستقل و وابسته به کار رفته در جدول ۲ قابل مشاهده است. آنالیز داده‌ها (در سطح ۹۹٪ و ۹۵٪) و رسم شکل‌ها با استفاده از نرم افزار Design Expert نسخه 6.0.2 انجام شد. جهت

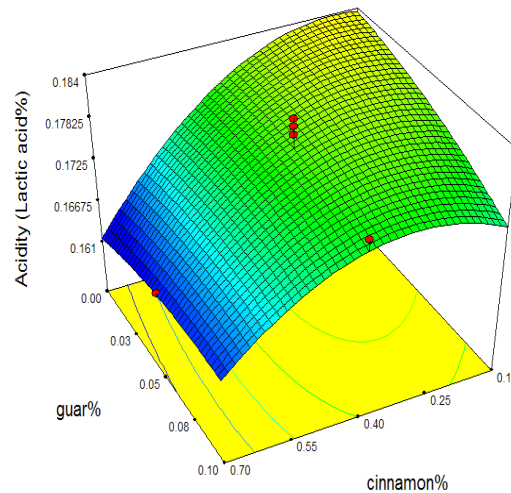
جدول ۳- آرایش طرح باکس بهنکن و پاسخ‌های مربوط به متغیرهای وابسته در برابر متغیرهای مستقل

شماره تیمار	سطوح کد گذاری شده			اسیدیته (%LA)	ویسکوزیته (cp)	رسوب (%)	حسی	بازدارندگی DPPH (%)	شمارش میکروبی (logcfu/ml)	pH
	X ₃	X ₂	X ₁							
۱	-۱	۰	۰	۰/۱۸۱	۲۲/۸	۸/۵	۳/۶	۲۸/۴	۳/۵۷	۶/۶۵
۲	۱	-۱	۱	۰/۱۶۵	۲۷/۹	۹	۲/۸	۴۷/۵۷	۳/۰۱	۶/۷
۳	۰	۰	۱	۰/۱۶۵	۲۹/۱	۹/۲	۳/۶	۳۶/۴۵	۳	۶/۷
۴	۰	۰	۰	۰/۱۸۳	۳۴/۲	۸/۳۵	۴/۶	۳۲	۳/۵۳	۶/۶۴
۵	۱	۰	۰	۰/۱۷۸	۳۴/۷	۸/۰۱	۴/۲	۳۷/۴۷	۳/۴۷	۶/۶۸
۶	۱	۱	-۱	۰/۱۷۷	۳۲	۶	۳/۸	۲۷	۳/۷	۶/۶۶
۷	۰	۰	۰	۰/۱۸۲	۳۵	۸/۶۸	۴/۷	۳۷/۲۷	۳/۶۲	۶/۶۸
۸	۰	۱	-۱	۰/۱۷۷	۲۰/۳۵	۷	۲/۸	۲۱/۳	۳/۷۹	۶/۶
۹	۱	-۱	-۱	۰/۱۸۷	۲۱/۹۵	۶/۵	۲/۸	۲۴	۳/۸	۶/۶۲
۱۰	۰	-۱	۰	۰/۱۷۳	۳۲/۲	۸/۹	¼	۳۶/۶۷	۳/۸۱	۶/۶۱
۱۱	۰	۰	۰	۰/۱۷۵	۳۵/۵	۸/۶۵	۴/۸	۳۲	۳/۴۲	۶/۶۶
۱۲	۱	۱	۱	۰/۱۶۸	۴۱/۵	۷/۵	۳/۸	۴۳/۵	۳/۰۱	۶/۷۲
۱۳	۰	۰	۰	۰/۱۸۲	۳۲	۶/۴۴	۴/۸	۳۵	۳/۶۴	۶/۶۵
۱۴	۰	۰	-۱	۰/۱۷۵	۲۴/۱	۷/۰۲	۳/۸	۲۷	۳/۸۱	۶/۶۳
۱۵	۰	۰	۰	۰/۱۸۲	۳۴/۵	۸/۴۷	۴/۹	۳۲/۱۲	۳/۵۶	۶/۶۶
۱۶	۰	۰	۰	۰/۱۸۱	۳۴	۸/۴۵	۴/۷	۳۷/۰۷	۳/۴۳	۶/۶۵
۱۷	-۱	-۱	-۱	۰/۱۹	۱۹/۲	۷/۵	۲/۸	۲۱/۳۱	۳/۷۸	۶/۶۱
۱۸	-۱	۱	۱	۰/۱۶۶	۲۷/۲	۹/۲	۲/۶	۳۲/۵	۲/۸۲	۶/۷
۱۹	۰	۱	۰	۰/۱۷۸	۳۶	۸/۲	۴/۸	۳۶/۶۶	۳/۵۱	۶/۶۴
۲۰	-۱	-۱	۱	۰/۱۶۵	۲۴	۱۰/۹۲	۲/۸	۳۱/۵	۲/۸۸	۶/۷۳

بررسی اثر متغیرهای مستقل بر pH و اسیدیته

در این تحقیق مقدار pH نمونه‌های شیر دارچین بین ۶/۶۰ تا ۶/۷۳ و اسیدیته در محدوده ۰/۱۶۵ تا ۰/۱۹ متغیر بود. نتایج تجزیه آماری داده‌ها نشان‌دهنده اعتبار و صحت مدل درجه دو برازش شده برای pH و اسیدیته بود. بر اساس نتایج، متغیر مستقل دارچین و نیز اثر متقابل دارچین و گوار و اثر درجه دوم دارچین بر این پارامترها تاثیرگذار بود ($P < 0/01$). با توجه به شکل ۱ نمونه‌هایی با ۰/۷ درصد دارچین و بدون صمغ گوار کمترین اسیدیته و نمونه‌های حاوی ۰/۱ درصد دارچین

و فاقد صمغ گوار بیشترین اسیدیته را داشتند. نتایج بدست آمده با نتایج گزارش شده توسط معروفی و جوان (۱۳۹۴) مطابقت دارد. طبق گزارش این محققان پس از گذشت پنج روز pH در نمونه‌ی شیر شتر کنترل بیشتر از نمونه‌های حاوی اسانس دارچین بود، این مسئله را می‌توان به فعالیت ضد میکروبی دارچین مربوط دانست. تحقیقات عبدالله و همکاران (۲۰۰۷) به افزایش اسیدیته شیر و رضایی و همکاران (۱۳۹۰) به افزایش اسیدیته ماست منجمد همزمان با افزودن گوار اشاره کرده است.

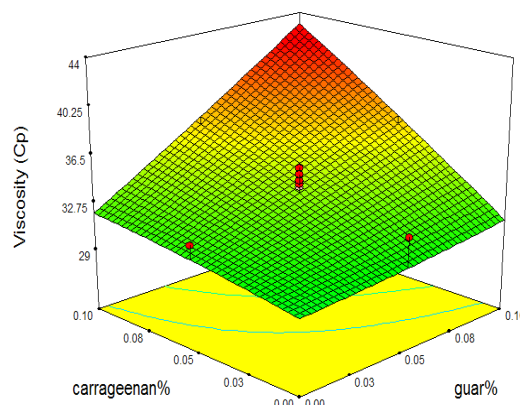


شکل ۱- نمایش سه بعدی، اثر دارچین و گوار بر اسیدیته

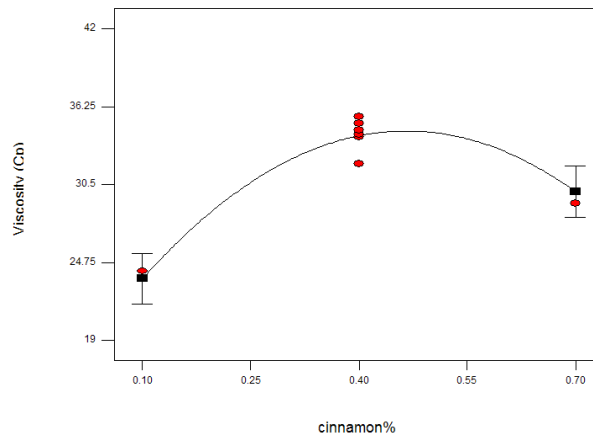
قسمت سولفات‌ها یا آنیونی آن با کازئین واکنش داده و تشکیل ژل می‌دهد. افزایش ویسکوزیته در شیرهای طعم دار در حضور کاپا کاراگینان و یوتا کاراگینان و ترکیبی از کاپا و یوتا در غلظت‌های مختلف گزارش شده است (تیجسن و همکاران ۲۰۰۷؛ لانگندروف و همکاران ۲۰۰۰). با توجه به تاثیر درجه دوم دارچین (شکل ۳) انتظار می‌رود بیشترین ویسکوزیته در نمونه‌های حاوی بیشینه مقادیر صمغ گوار و کاپا کاراگینان و مقدار میانه‌ی دارچین نتیجه شود.

بررسی اثر متغیرهای مستقل بر ویسکوزیته

طبق نتایج میزان ویسکوزیته نمونه‌ها در محدوده ۱۹/۳ تا ۴۱/۵ سانتی پواز قرار داشت. آنالیز آماری نشان داد که اثرات مستقل دارچین، گوار و کاراگینان همچنین تاثیر متقابل گوار و کاراگینان و اثر درجه دوم دارچین اثر معنی‌داری بر ویسکوزیته دارند ($P < 0.01$). مطابق شکل ۲ کاپا کاراگینان و گوار تاثیر افزایش بر میزان ویسکوزیته دارند. این مسئله را می‌توان به ساختار شیمیایی این هیدروکلوئید مربوط دانست که از یک طرف به علت داشتن گروه سولفات (آبدوست)، به خوبی توسط مولکول‌های آب احاطه می‌شود و از طرف دیگر



شکل ۲- نمایش سه بعدی، اثر کاپا کاراگینان و گوار (در سطح بالای دارچین) بر ویسکوزیته

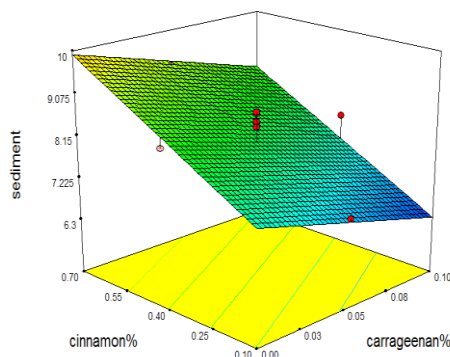


شکل ۳- نمایش تک عاملی دارچین بر ویسکوزیته

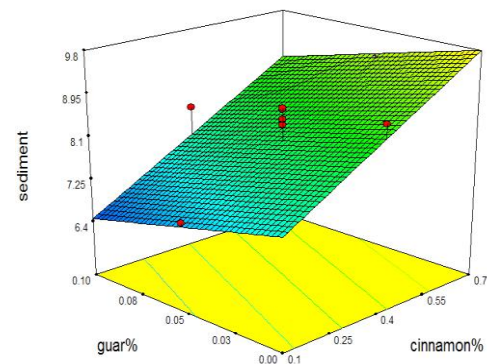
در برابر دو فازه شدن با ترکیب حداکثر میزان صمغ گوار و کاپا کاراگینان (۰/۱ درصد) و حداقل میزان دارچین (۰/۱ درصد) بدست آمد. علت تاثیر هیدروکلوئیدها در افزایش پایداری را می‌توان به واکنش بین بارهای منفی گروه‌های سولفات کاراگینان و یون‌های مثبت پروتئین‌های شیر و نیز خاصیت آبدوستی کاراگینان مربوط دانست (اسپانگنولو و همکاران ۲۰۰۵). اثر تشدیدکنندگی در این خاصیت با همراه شدن صمغ گوار در کنار کاراگینان نیز گزارش شده است (لو و همکاران ۱۹۹۶؛ اسمیت و همکاران ۲۰۰۰). استفاده از هیدروکلوئیدهای مختلف برای کاهش دوفازه شدن شیرکاکائو نیز موفقیت آمیز گزارش شده است (گاتاده و همکاران ۲۰۰۹؛ اسپانگنولو و همکاران ۲۰۰۵).

بررسی اثر متغیرهای مستقل بر میزان رسوب

رسوب در شیر دارچین در نتیجه تجمع و ته‌نشینی ذرات دارچین در طول انبارداری است. مشابه با چنین وضعیتی در شیرکاکائو اتفاق می‌افتد و برای جلوگیری از آن در صنعت از پایدارکننده‌ها استفاده می‌شود. به نظر می‌رسد استفاده از این ترکیبات تا حد زیادی بتواند با کاهش دوفازه شدن شیر دارچین، پایداری محصول را بهبود ببخشد. نتایج آنالیز آماری نشان دهنده تاثیر معنی‌دار متغیرهای مستقل دارچین، گوار و کاپا کاراگینان و مدل خطی برازش شده بر میزان رسوب بود ($p < 0.05$). میزان رسوب در نمونه‌ها در محدوده ۶ تا ۱۰/۹۲ درصد قرار داشت و بیشترین پایداری محصول



شکل ۵- نمایش سه بعدی، اثر کاراگینان و دارچین بر میزان رسوب



شکل ۴- نمایش سه بعدی، اثر گوار و دارچین بر میزان رسوب

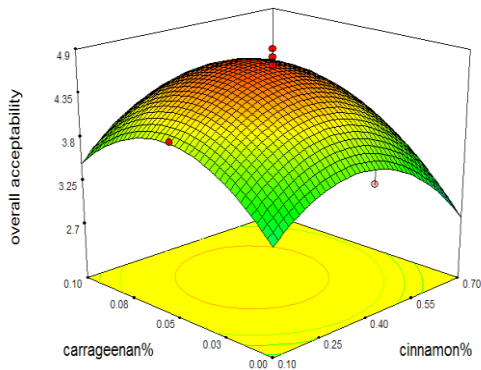
بررسی اثر متغیرهای مستقل بر خاصیت آنتی اکسیدانی

میزان خاصیت بازداندگی رادیکال‌های آزاد (بازدارندگی DPPH) در نمونه‌ها از ۲۱/۳۱ درصد (نمونه تهیه شده با ۰/۱ درصد دارچین، ۰/۱ درصد گوار و بدون کاپاکاراگینان) تا میزان ۴۷/۵۷ درصد (نمونه تهیه شده با ۰/۱ درصد کاپاکاراگینان و ۰/۷ درصد دارچین، بدون گوار) متفاوت بود. نتایج آنالیز آماری نشان داد که متغیر مستقل دارچین و کاپاکاراگینان به طور معنی‌داری بر روی خاصیت آنتی اکسیدانی تاثیرگذار می‌باشند ($p < 0.01$). همچنین اثر متقابل دارچین و کاپاکاراگینان و اثر درجه دوم دارچین نیز معنی‌دار نتیجه شد ($p < 0.05$). مطابق شکل ۶ با افزایش مقدار دارچین و کاپاکاراگینان مقدار ظرفیت آنتی اکسیدانی افزایش می‌یابد. دارچین به دلیل دارا بودن ترکیبات فنولیک متعدد، خاصیت آنتی اکسیدانی داشته و به همین دلیل با بالارفتن میزان دارچین در نمونه‌ها، ظرفیت آنتی اکسیدانی نیز بیشتر شده است. معروفی و جوان (۱۳۹۴) نیز در تولید شیر شتر طعم‌دار با اسانس گیاهان دارویی، خاصیت آنتی اکسیدانی شیر طعم دار شده با اسانس دارچین را بیشتر گزارش کردند. روشا و همکاران (۲۰۰۷) طی مطالعاتی بر روی فعالیت آنتی اکسیدانی سولفات پلی‌ساکاریدهای به دست آمده از جلبک دریایی قهوه‌ای و قرمز، تاثیر آنتی‌اکسیدانی این ترکیبات را بیان کرده‌اند. طی مطالعات انجام شده توسط نکاس و بارتوسیکوا (۲۰۱۳) ضمن تایید خصوصیات آنتی اکسیدانی کاراگینان، وجود همبستگی مثبت بین مقدار گروه‌های سولفات در این ترکیب با توانایی جذب رادیکال‌های آزاد نیز بیان شده است.

بررسی اثر متغیرهای مستقل بر پذیرش کلی

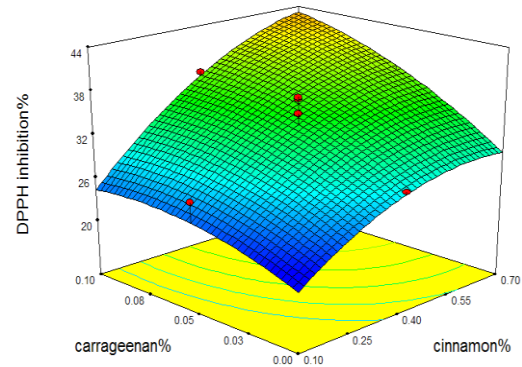
از نظر ارزیابان حسی، پذیرش کلی نمونه‌ها به طور معنی‌داری تحت تاثیر هر سه متغیر مستقل مورد بررسی

قرار داشت ($p < 0.01$). نمونه‌های تهیه شده با ۰/۰۵ درصد دارچین، ۰/۰۵ درصد گوار و ۰/۰۵ درصد کاپاکاراگینان بیشترین پذیرش کلی (۴/۸) داشتند در صورتی که نمونه حاوی بیشترین مقدار دارچین (۰/۷ درصد) و بدون صمغ، کمترین نمره (۲/۱) را از ارزیابان حسی دریافت کرد. همانگونه که در شکل ۷ مشاهده می‌شود با افزایش دارچین، گوار و کاراگینان ابتدا میزان پذیرش کلی افزایش و سپس کاهش می‌یابد. به نظر می‌رسد که افزایش گرانیوی در نتیجه اضافه کردن صمغ، بیشترین تاثیر را بر ویژگی‌های مورد ارزیابی و پذیرش کلی دارد اما همان‌طور که در شکل ۷ مشخص است، افزایش گرانیوی تا حد معینی می‌تواند باعث افزایش امتیاز پذیرش کلی شود. بر اساس نتایج حاصل از تحقیقات، افزایش ویسکوزیته معمولاً باعث کاهش طعم در شیرکاکائو می‌شود که این موضوع به نوع هیدروکلئید و رفتار رئولوژیکی آن‌ها بستگی دارد (پانگورن و همکاران ۱۹۷۸؛ یانس و همکاران ۲۰۰۲). در مقایسه با دو نوع صمغ استفاده شده در این تحقیق، تاثیر کاراگینان بر ویژگی‌های حسی بیشتر از صمغ گوار بود. یانس و همکاران (۲۰۰۲) نیز به پایین آمدن فاکتورهای حسی با افزایش ویسکوزیته تاکید کرده‌اند. علاوه بر نوع و غلظت صمغ، احساس دهانی نامناسب و شنی همراه با ناخوشایند بودن ظاهری به دلیل سرعت بالای دوفازه شدن در نمونه‌های حاوی مقدار بالای دارچین (در بحث مربوط به میزان رسوب به آن اشاره شد)، به کاهش امتیاز این نمونه‌ها منتهی شده است.



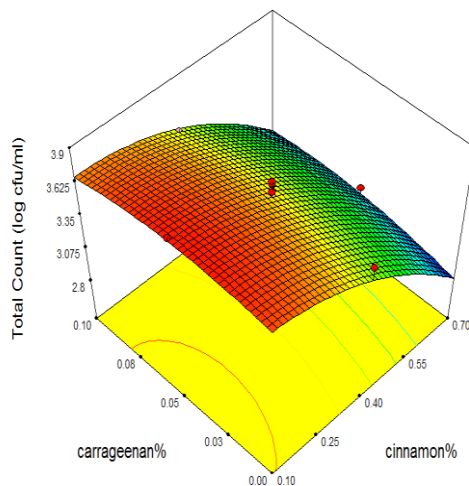
شکل ۷- نمایش سه بعدی، اثر کاپاکاراگینان و دارچین بر پذیرش کلی

گزارش شده است. همچنین کاهش جمعیت بار میکروبی در شیر شتر در نتیجه استفاده از اسانس مریم گلی و مرزنجوش توسط ال اوتابی و ال دمرداش (۲۰۰۸) بیان شده است. دارچین به دلیل داشتن سینامالدهید (۶۰/۴۱ درصد)، کامفن (۴/۶۹ درصد) و سینامیک اسید (۲/۶۳ درصد) دارای خاصیت ضد میکروبی اثبات شده می‌باشد (اجاق و همکاران ۱۳۹۱).



شکل ۶- نمایش سه بعدی، اثر کاپاکاراگینان و دارچین بر درصد بازدارندگی DPPH

بررسی اثر متغیرهای مستقل بر جمعیت کل میکروبی شکل ۸ تاثیر مقدار دارچین بر جمعیت کل باکتری‌های موجود در شیر را نشان می‌دهد. نتایج آماری نیز نشان داد که تاثیر مستقل و درجه دوم دارچین تاثیر معنی‌دار بر تعداد باکتری‌ها دارد ($p < 0.01$). با افزایش مقدار دارچین تعداد میکروب‌های موجود در نمونه‌های شیر عسل حاوی دارچین کاهش می‌یابد. نتایج مشابهی نیز در کاربرد اسانس دارچین توسط معروفی و جوان (۱۳۹۲)



شکل ۷- نمایش سه بعدی، اثر کاپاکاراگینان و دارچین بر شمارش کل باکتری

مدلسازی روابط بین خصوصیات شیرعسل حاوی دارچین و فرمولاسیون

به منظور حصول مدل‌های تجربی برای پیش‌بینی هر کدام از پاسخ‌ها، رابطه‌های خطی و چند جمله‌ای درجه دوم بر داده‌های بدست آمده از آزمایش‌ها برازش داده شده و مورد آنالیز آماری قرار گرفتند تا مدل مناسب گزینش شود. معنی‌دار بودن مدل‌ها با استفاده از آزمون F، مقدار احتمال p و ضریب همبستگی R^2 بررسی شد. با

توجه به معنی‌داری مدل خطی برای میزان رسوب و مدل درجه دوم برای سایر پاسخ‌ها، این مدل‌ها به عنوان مدلی مناسب جهت پیشگویی هرکدام از پاسخ‌ها برگزیده شد. بی‌معنی بودن آزمون فقدان برازش، مقدار بالای ضریب تبیین به عنوان نسبت تغییرات توصیف شده توسط مدل‌ها به تغییرات کل و همچنین مقادیر بالا و نزدیک R^2_{Pred} و R^2_{Adj} نشان‌دهنده قدرت بالای این مدل‌ها در پیش‌بینی پاسخ‌ها می‌باشد (جدول ۴).

جدول ۴- ضرایب رگرسیون بدست آمده از مدل‌های برازش یافته بر داده‌های پاسخ

منبع	pH	اسیدیته	ویسکوزیته	رسوب	بازدارندگی	شمارش	پذیرش کلی
β_0	۶/۶۰	۰/۱۸۶	۱۴/۰۸	۷/۶۵	۱۶/۶۵	۲/۸۵	۲/۲۶
X_1	-۰/۳۵	۰/۰۲۱	۷۲/۰۲	۳/۹۳	۴۶/۵۹	۰/۱۲	۵/۶۱
X_2	۰/۸۷	-۰/۰۷۷	-۹/۶۸	-۹/۸۴	-۴۷/۲۶	-۳/۴۷	۲۰/۲۸
X_3	-۰/۵۱	-۰/۱۴	۱۵/۷۲	-۱۲/۱۵	۱۱۰/۵	۲/۱۲	۲۸/۹۵
X_1X_2	-۰/۳۳	۰/۲۲۵	۴۶/۶۶	---	-۵۰/۵	۰/۲۵	۴/۱۶
X_1X_3	-۰/۶۶	۰/۰۴۱	۳۱/۶۶	---	۱۵۵/۶۶	۲/۲۵	۷/۵
X_2X_3	۵/۰۳	-۰/۲۵	۹۶۵	---	-۱۰۳	-۲/۵۰	۵/۰۵
X_1X_1	۰/۱۹	-۰/۰۷۵	-۸۱/۵۶	---	-۳۵/۲۶	-۲/۱۱	-۸/۲۳
X_2X_2	-۸/۹۰	-۰/۵۲۷	۶۳/۶۳	---	۷۲۶/۳۶	۲۶	-۲۰۰
X_3X_3	۷/۰۹	۱/۰۷۲	-۷۶/۳۶	---	-۷۸۵/۶۳	-۳۰	-۲۸۰
R^2	۹۳/۴۴	۸۵/۴۳	۹۵/۷۴	۸۸/۸۲	۹۳/۶۰	۹۵/۳۱	۹۸/۴۱
R^2_{Adj}	۸۷/۵۴	۷۲/۳۲	۹۱/۹۰	۸۴/۷۴	۸۴/۸۷	۹۱/۰۸	۹۶/۹۷
R^2_{Pred}	۷۶/۰۵	۶۲/۳۰	۷۳/۳۸	۶۸/۲۲	۶۰/۲۶	۷۶/۴۴	۸۸/۵۲

β_0 ضریب ثابت X_1 ضریب دارچین X_2 ضریب گوار X_3 ضریب کاپاکاراگینان

بهینه سازی

شرایط عملیاتی بهینه، با استفاده از تکنیک بهینه سازی عددی^۱ جستجو شد. بدین منظور اهداف بهینه‌سازی (بیشترین پذیرش کلی و خاصیت آنتی‌اکسیدانی، کمترین میزان رسوب و میزان ویسکوزیته در محدوده) و درجه اهمیت آن‌ها (اهمیت یکسان) تعیین شد. نتایج نشان داد که مطلوب‌ترین شرایط زمانی بدست می‌آید که میزان دارچین ۰/۴۳ درصد، صمغ گوار ۰/۰۹ درصد و کاپاکاراگینان ۰/۰۸ درصد باشد. برای اعتبارسنجی فرمول بدست‌آمده نمونه‌ای با مقادیر بهینه حاصل از مدل تجربی تهیه شد و معنی‌دار نبودن نتایج آزمایشات با نتایج گزارش شده توسط نرم افزار، اعتبار فرمولاسیون را تایید کرد.

نتیجه گیری

نتایج آزمون‌های حسی و شیمیایی نمونه‌های شیرعسل حاوی دارچین نشان داد که دارچین نه تنها می‌تواند ویژگی‌های تغذیه‌ای را بهبود ببخشد بلکه به دلیل نقش ضد میکروبی خود، می‌تواند باعث بیشتر شدن پایداری میکروبی محصول شده و عمر ماندگاری را نیز طولانی‌تر کند. با توجه به کاهش معنی‌دار ویژگی حسی در مقادیر بالای اختلاط دارچین ($p < 0/01$)، به نظر می‌رسد در تحقیقات آتی به ترفیع این مسئله و ارائه راهکارهایی جهت کاهش شنی شدن در محصول پرداخته شود. اثر سینرژیستی هیدروکلوئیدهای مورد استفاده در بهبود پایداری فیزیکی و کاهش دو فازه شدن نیز معنی‌دار نتیجه شد ($p < 0/05$). علاوه بر این، نتایج نشان داد که کاپاکاراگینان، علاوه بر تاثیر روی ویسکوزیته و

¹ Numerical optimization

پایداری محصول، توانایی محصول را در جذب رادیکال‌های آزاد افزایش داد. نتایج حاصل از مطالعه حاضر با استفاده از طرح باکس بهنکن به منظور بهینه‌سازی فرمولاسیون شیر عسل حاوی دارچین با هدف تولید محصولی فراسودمند با داشتن خاصیت آنتی‌اکسیدانی بالا و شاخص‌های کیفی مناسب حاکی از آن بود که در صورت استفاده از ۰/۴۳ درصد دارچین، ۰/۰۹ درصد صمغ گوار و ۰/۰۸ درصد کاپاکاراگینان امکان نایل شدن به هدف‌گذاری انجام شده وجود دارد.

منابع مورد استفاده

- اجاق م، رضائی م، رضوی ه، حسینی م، ۱۳۹۱، مطالعه اثر ضد باکتریایی اسانس پودر دارچین (*Cinnamomum Zeylanicum*) در شرایط آزمایشگاهی در برابر پنج باکتری عامل فساد غذایی، فصلنامه علوم و صنایع غذایی، ۳۵، ۷۶-۶۷.
- بی‌نام، ۱۳۹۳، استاندارد ملی ایران شماره ۱۵۲۷، شیر طعم دار-ویژگی‌ها و روشهای آزمون، موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی.
- بی‌نام، ۱۳۸۱، استاندارد ملی ایران شماره ۵۴۸۴، شیر و فرآورده‌های آن-روش شمارش کلی پرگنه‌های میکروارگانیسم‌ها، موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی.
- رضایی ر، خمیری م، کاشانی نژاد م، اعلی م، ۱۳۹۰، اثر صمغ گوار و صمغ عربی بر برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی ماست منجمد، مجله پژوهش‌های صنایع غذایی، ۱، ۹۱-۸۴.
- سلیمیان س، خسروشاهی اصل ا، زمردی ش، ۱۳۹۱، تاثیر نوع و مقدار پایدار کننده‌ها بر پایداری و خواص رئولوژیکی و حسی شیر کاکائو، نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی، ۲، ۱۷۳-۱۶۷.
- کشتکاران م، محمدی فر م، اسدی غ، ۱۳۹۱، بررسی دوگونه صمغ کتیرا بر برخی ویژگی‌های رئولوژیکی، فیزیکی و حسی نوشیدنی خرما، مجله‌ی علوم و تغذیه و صنایع غذایی ایران، ۳، ۴۲-۳۱.
- کمالی‌روستال، قوامی م، قراچورلو م، عزیزی‌نژاد ر، ۱۳۹۰، استخراج عصاره‌ی دارچین و بررسی تاثیر آن بر پایداری روغن آفتابگردان، مجله‌ی علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، ۱۳، ۲۲-۱.
- مرحمتی زاده م، یقظین ع، رضازاده س، ۱۳۹۱، مطالعه تاثیر دارچین بر رشد باکتری‌های پروبیوتیکی لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس و بیفیدوباکتریوم بیفیدوم در شیر موز، مجله پژوهش‌های نوین دامپزشکی، ۱۱، ۱۶-۹.
- معروفی ه، جوان ا، ۱۳۹۴، تولید شیر شتر طعم دار با استفاده از اسانس گیاهان دارویی، همایش ملی توسعه پرورش شتر ایران، دانشگاه گنبد کاووس، ۵۶۳-۵۵۰.
- مصطفوی ف س، مظاهری تهرانی م، محبی م، ۱۳۹۳، بهینه‌سازی فرمولاسیون بستنی وانیلی حاوی کنسانتره پروتئین شیر با استفاده از روش سطح پاسخ، فصلنامه علوم و صنایع غذایی، ۴۴، ۱۵۳-۱۴۳.
- Abdalla A, Darvish S, Ayda E and Elhamahmy R, 2007. Egyptian mango by-product, antioxidant and antimicrobial activities of extract and oil from mango seed kernel. *Food Chemistry* 103:1141-1152.
- Alhooti S, Sidhu J, Alsaqer J and Alothman A, 2002. Chemical composition and quality of date syrup as affected by pectinase/cellulose enzyme treatment. *Food Chemistry* 51(6):834-841.
- Gatade A, Ranver R and Sahoo A, 2009. Physico-chemical and sensorial characteristics of chocolate prepared from soy milk. *Advance Journal of Food Science and Technology* 1(1): 1-5.
- Hamid O and Abdelrahman N, 2012. Effect of adding cardamom, cinnamin and fenugreek ti goat's milk curd on the quality of white cheese during storage. *International Journal of Dairy Science* 7(2):43-50.
- Keshtkaran M, Mohammadifar M, Asadi G, Nejad R and Balaghi S, 2013. Effect of gum tragacanth on physical and rheological properties of a flavored milk made with date syrup. *Journal of Dairy Science* 96(8):4794-4803.

- Kotilainen L, Rajalahti R, Ragasa C and Pehu E, 2006. Health Enhancing Foods: Opportunities for strengthening the sector in developing countries. International Bank for Reconstruction and Development/ The World Bank.
- Langendorff V, Cuvelier G, Michon C, Launay B and Parker A, 2000. Effects of carrageenan type on the behaviour of carrageenan/milk mixtures. *Food Hydrocolloids* 14(4): 273-280.
- Lo C, Lee K, Richter R and Dill C, 1996. Dairy foods influence of guar gum on the distribution of some flavor compounds in acidified milk products. *Journal of Dairy Science* 79:2081-2090.
- Mathew S and Abraham T, 2006. Studies on the antioxidant activities of cinnamon (*Cinnamomum verum*) bark extracts, through various in vitro models. *Food Chemistry* 94(4): 520-528.
- Necas J and Bartosikova L, 2013. Carrageenan: a review. *Veterinarni Medicina* 58(4):187-205.
- Prakash S, Huppertz T, Karvchuk O and Deeth H, 2010. Ultra-high-temperature processing of chocolate flavoured milk. *Journal of Food Engineering* 96(2): 179-184.
- Panghorn R, Gibbs Z and Tasan C, 1978. Effect of hydrocolloids on apparent viscosity and sensory properties selected beverages. *Journal of Texture Studies* 9:415-436.
- Rocha M, Marques C, Dore C, Ferreira F, Rocha H and Leite E, 2007. Antioxidant activities of sulfated polysaccharides from brown and red seaweeds. *Journal of Applied Phycology* 19(2): 153-160.
- Shi J, Ho C and Shahidi F, 2010. *Functional foods of the east*. CRC Press, Taylor & Francis Group, London.
- Shori A and Baba A, 2011. *Cinnamomum verum* improved the functional properties of bioyogurts made from camel and cow milks. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences* 10(2): 101-107.
- Smith A, Kakuda Y and Goff H, 2000. Change in protein and fat structure in whipped cream caused by heat treatment and addition of stabilizer to the cream. *Food Research International* 33: 697-706.
- Spangnulo P, Dalgleish D, Goff H and Morris E, 2005. Kappa carrageenan interaction system containing casein micelles and polysaccharide stabilizers. *Food Hydrocolloids* 19:371-377.
- Stanton C, Ross R, Fitzgerald G and Vansinderen D, 2005. Fermented functional foods based on probiotics and their biogenic metabolites. *Current Opinion in Biotechnology* 16(2):198-203.
- Tijssen R, Canabady L and Mellema M, 2007. Gelation upon long storage of milk drinks with carrageenan. *Journal of Dairy Science* 90:2604-2611.
- Vega-Gálvez A, Discala K, Rodríguez K, Lemus-Mondaca R, Miranda M, López J and Perez-Won M, 2009. Effect of air-drying temperature on physico-chemical properties, antioxidant capacity, colour and total phenolic content of red pepper (*Capsicum annum, L. var. Hungarian*). *Food Chemistry* 117(4):647-653.
- Yanes M, Duran L and Costell E, 2002. Rheological and optical properties of commercial chocolate milk beverages. *Journal of Food Engineering* 51:229-234.

Optimization of honey milk formula containing cinnamon using response surface methodology

Sh Shamsi¹ and L Roufegari Nejad^{2*}

Received: December 6, 2016

Accepted: April 30, 2017

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

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

*Corresponding Author: E mail: l.roufegari@iaut.ac.ir

Abstract

Cinnamon primarily contains several phenolic compounds and its health and therapeutic effects has been proved. To produce functional product and renewed interest in milk consumption, honey milk formulations containing cinnamon (0.1, 0.4 and 0.7%), guar and kappa-carrageenan (0, 0.05 and 0.1%) have been studied in current research. Statistical analyze has been performed through Design Expert software and surface response methodology with Box-Behnken design. Physico-chemical properties such as pH, acidity, viscosity and sedimentation rate moreover nutritional value through radical scavenging activity (DPPH) have been evaluated. Antibacterial effect of cinnamon has been surveyed through total bacterial count and sensory properties analyzed using 5-point hedonic scale. The results showed that adding cinnamon to formula, improved the anti-oxidative properties without any side-effect on pH and acidity but at higher concentrations, sensory attributes associated with sandiness. Furthermore, with increasing amount of cinnamon in the samples, the bacterial population was reduced significantly. The use of guar and kappa-carrageenan gums significantly reduced sedimentation rate and increased sensory acceptability. The results of optimization showed that using cinnamon at 0.43%, guar gum 0.09% and kappa-carrageenan 0.08%, functional product formulation with high stability, extended shelf life and overall acceptability, is feasible.

Keywords: Anti-oxidative Properties, Cinnamon, Functional, Guar, kappa-carrageenan, Milk