Archive of SID

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۱۲، شماره ۱، فروردین-اردیبهشت ۱۳۹۵ ص.۴۸-۳۴

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 12, No. 1, Apr. May. 2016, p. 34- 48

ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی، حسی و رئولوژیکی سس مایونز کم‌کالری بر پایه لبنیات

امین رنگ‌ریز[۱]، سید علی مرتضوی*[۲]، مرتضی خمیری[۳]، سید سهیل امیری عقدایی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۸/۱۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۹/۱۶

چکیده

در این پژوهش ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی، حسی و رئولوژیکی سس مایونز کم‌کالری با استفاده از ماست مورد بررسی قرار گرفت. چربی مایونز در سطوح ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد با استفاده از ماست جایگزین گردید و نمونه‌های مایونز به ترتیب با اسامی SM_1 (۲۵ درصد جایگزینی چربی)، SM_2 (۵۰ درصد جایگزینی چربی) و SM_3 (۷۵ درصد جایگزینی چربی) نام‌گذاری شدند. نمونه حاوی ۶۶ درصد روغن نیز به عنوان شاهد درنظر گرفته شد. نتایج حاصل از آزمایش‌های شیمیایی نشان داد که میزان کالری محاسباتی تمامی نمونه‌های مایونز کم‌چرب به‌طور معنی‌داری کم‌تر از نمونه شاهد بود اما حاوی مقادیر بیشتری رطوبت بودند. از نظر ویژگی‌های بافتی کم‌ترین میزان سفتی مربوط به نمونه SM_3 بود. میزان ویسکوزیته نمونه‌های مایونز کم‌چرب نیز در مقایسه با نمونه شاهد کمتر بود. به لحاظ ویژگی‌های رئولوژیکی در تمامی نمونه‌ها مدول ذخیره بیشتر از مدول افت بود در نتیجه همه نمونه‌ها در گروه مواد ویسکوالاستیک جامد طبقه‌بندی شدند. همچنین تانژانت افت در نمونه‌های مایونز کم‌چرب بیشتر از نمونه شاهد بود که بیانگر گرایش رفتار این نمونه‌ها به رفتار شبه‌مایع می‌باشد. در ارزیابی حسی بالاترین میزان پذیرش کلی مربوط به نمونه SM_3 و SM_2 بود، این مطلب بیانگر این موضوع می‌باشد که ماست می‌تواند جایگزین چربی مناسبی در فرمولاسیون سس مایونز باشد.

واژه‌های کلیدی: رفتار جریان، سس مایونز کم‌چرب، ماست، ویژگی‌های ویسکوالاستیک

مقدمه

مایونز از سس‌های امولسیونی است که همه جای دنیا مصرف فراوانی پیدا کرده است (Depree & savage, 2001). این سس چاشنی است که از امولسیون شدن روغن‌های گیاهی خوراکی در یک فاز آبی شامل سرکه به وجود می‌آید. امولسیون حاصل شده، از نوع روغن در آب بوده و توسط زرده تخم مرغ ایجاد می‌گردد. همچنین ممکن است دارای ترکیبات اختیاری نظیر نمک، شکر، خردل و یا افزودنی‌های غذایی نظیر ترکیبات اسیدی کننده، پایدار کننده و نگهدارنده باشد (موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران). این سس گذشته از طعم مطلوبی که به عنوان یک چاشنی در غذاهایی مانند انواع ساندویچ و سالادها پدید می‌آورد، بدان علت که موادی مانند تخم مرغ و روغن ترکیبات اصلی آن‌را تشکیل می دهند، می‌تواند نقش موثری را در تامین مواد مغذی و انرژی لازم برای انسان داشته باشد (Depree & savage, 2001). با این وجود، مصرف سس مایونز به علت دارا بودن مقادیر فراوان روغن (حداقل ۶۶ درصد طبق استاندارد ملی ایران) توصیه نمی‌شود. به دلیل این که مصرف زیاد این فرآورده منجر به بروز عوارض و بیماری‌هایی چون چاقی، تصلب شرائین و نارسایی‌های قلبی می‌شود از این‌رو، مصرف‌کنندگان به دنبال مصرف سس‌های کم کالری و رژیمی می‌باشند. اما با توجه به نقش چربی در فرمولاسیون سس مایونز و تأثیر به‌سزای آن در ایجاد طعم، با کاهش میزان چربی این فرآورده ویژگی‌های حسی و رئولوژیکی آن به شدت تغییر می‌کند (طلوعی و همکاران،۱۳۸۹). به همین دلیل، پژوهشگران به دنبال استفاده از ترکیبی مناسب به‌عنوان جایگزین چربی در فرمولاسیون مواد غذایی می‌باشند. با انتخاب جایگزین‌های مناسب برای چربی‌ها در مقادیر معین می‌توان مایونزی با بافت مناسب همانند مایونز سنتی تولید نمود. جایگزین‌های چربی که به آنها جانشین یا بدل چربی نیز گفته می‌شود موادی هستند که به جای تمام یا برخی از چربی های موجود در غذا استفاده می‌شوند، مقدار چربی و کالری موجود در غذا را کاهش و در عین حال به غذا، طعم، بافت و احساس دهانی شبیه به چربی می‌دهند (Jones, 1996) و باید از لحاظ ساختار فیزیکی و شیمیایی با چربی تفاوت داشته باشند. در رابطه

۱-دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی،دانشگاه آزاد اسلامی واحدسبزوار، سبزوار، ایران
۲- استاد گروه علوم وصنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
۳- دانشیارگروه علوم وصنایع غذایی،دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
۴- مربی گروه علوم وصنایع غذایی موسسه آموزش عالی بهاران گرگان، گرگان، ایران
(* - نویسنده مسئول: Email: mortazavi@yahoo.com)

www.SID.ir

Archive of SID

با جایگزین‌های چربی در سس مایونز می‌توان از چربی‌های کم کالری، برخی کربوهیدرات‌ها مانند نشاسته، صمغ‌ها و حتی جایگزین-های چربی بر پایه پروتئین مانند تخم مرغ، ژلاتین و غیره استفاده کرد (Jones, 1996).

ماست یک فراورده تخمیری بسیار مفید حاصل از شیر می‌باشد که حضور انواع باکتری های لاکتیک در آن اثرات سودمندی بر سلامتی انسان دارد که به صورت کاهش pH به حفظ سلامتی روده و ممانعت از رشد باکتری‌های پاتوژن کمک می‌نماید همچنین گزارش شده است که مصرف فرآورده‌های تخمیری شیر ترشح بزاق، صفرا، شیر لوزالمعده و معده را افزایش داده و زمان تخلیه معده را کاهش می‌دهد (گوتری،۱۳۷۲).

در راستای استفاده از جایگزین‌های چربی در فرمولاسیون سس مایونز تحقیقات مختلفی صورت گرفته است از جمله امیر کاویی و همکاران (۱۳۸۳) از صمغ زانتان و مالتودکسترین برای جایگزینی چربی در دو نوع سس سالاد کم چرب (سس مایونز و سس ایتالیایی) استفاده نمودند. نتایج نشان داد که استفاده از صمغ زانتان، موجب افزایش ویسکوزیته شده و باعث بهبود نسبی ویژگی‌های سس مایونز و سس ایتالیایی می‌شود. مطالعات Netipramook (۱۹۹۱) نیز نشان داد که می‌توان از صمغ زانتان به عنوان جایگزین چربی جهت تولید مایونز کم‌چرب با بافتی مناسب استفاده کرد. در همین راستا Yilmazer(۱۹۹۱) تأثیر پروپیلن گلیکول و صمغ زانتان را بر پایداری و ویژگی‌های حسی سس مایونز مورد بررسی قرار دادند. این پژوهشگر نشان داد که افزودن صمغ زانتان موجب افزایش ویسکوزیته و بهبود بافت مایونز می‌شود. طی پژوهش‌های انجام شده توسط Liu و همکاران (۲۰۰۷) مشخص گردید که می‌توان از ایزوله پروتئین آب پنیر به صورت ترکیبی با مواد دیگر به عنوان جایگزین چربی استفاده نمود. نتایج بررسی این پژوهشگران نشان داد که تمامی نمونه‌ها رفتاری رقیق شونده با برش داشتند. در پژوهشی دیگر استفاده از نشاسته‌ی تغییر یافته برنج به عنوان جایگزین چربی در فرمولاسیون سس مایونز کم چرب توسط Mun و همکاران (۲۰۰۹) بررسی شد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که این نوع نشاسته موجب بهبود ویژگی‌های رئولوژیکی و بافتی سس مایونز کم‌چرب می‌گردد. در پژوهشی امیری و همکاران (۲۰۱۲) نیز امکان استفاده از موسیلاژ دانه اسفرزه را به عنوان جایگزین چربی در فرمولاسیون سس مایونز کم‌چرب بررسی نمودند. نتایج این پژوهش نشان داد که می‌توان از موسیلاژ دانه اسفرزه به عنوان یک جایگزین چربی مناسب در فرمولاسیون سس مایونز کم چرب استفاده نمود. منصوری‌پور و همکاران(۱۳۸۸) در پژوهشی دیگر تأثیر کاربرد توأم صمغ کتیرای پولکی و کیتوزان را بر ویژگی‌های رئولوژیکی سس مایونز مورد آزمایش قرار دادند و اعلام کردند که ویژگی‌های جریان سس مایونز به سرعت برشی و نیز به زمان وابسته است و همچنین با استفاده توأم این دو صمغ در فرمولاسیون سس مایونز می‌توان محصولی قابل قبول از نظر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی تولید نمود. امیری و همکاران (۱۳۸۹) نیز ضمن استفاده از بتاگلوکان جو بدون پوشینه به عنوان جایگزین چربی در سطوح مختلف، بیان کردند تمامی نمونه‌های سس مایونز، رفتاری رقیق شونده با برش دارند و تمامی نمونه‌ها جزء سیالات ویسکوالاستیک جامد می‌باشند همچنین در پژوهشی دیگر طلوعی و همکاران (۱۳۸۹) به بررسی ویژگی‌های سس مایونز کم چرب حاوی اینولین و پکتین پرداختند. نتایج این پژوهش، نشان داد که می توان از پکتین و اینولین به عنوان جایگزینی مناسب برای چربی در فرمولاسیون سس مایونز کم‌چرب استفاده نمود و میزان کالری موجود در سس مایونز را کاهش داد. امیری و همکاران (۱۳۸۹) قابلیت استفاده از صمغ کتیرا و مالتودکسترین را بعنوان جایگزین چربی در سس مایونز مورد بررسی قرار دادند. این پژوهشگران گزارش نمودند که می‌توان از کتیرا همراه با مالتودکسترین به‌عنوان جایگزینی مناسب برای چربی در فرمولاسیون سس مایونز کم چرب استفاده نمود. با توجه به پژوهش‌های انجام شده ثابت گردیده است که ماست دارای فواید بسیاری برای انسان می‌باشد و علاوه بر اثرات مفید تغذیه‌ای، ماست قادر است به لحاظ تکنولوژیکی نیز برخی از ویژگی‌های سس مایونز کم چرب را به دلیل دارا بودن ویژگی‌های رئولوژیکی و بافتی مطلوب بهبود بخشد. مایونز از نظر رئولوژیکی سیالی غیرنیوتنی، شبه پلاستیک (سودوپلاستیک)، دارای تنش تسلیم، رفتار تیکسوتروپیک و ویژگی‌های ویسکوالاستیک می‌باشد (Barbosa-canovas&ma, 1995 ؛ منصوری‌پور و همکاران، ۱۳۸۸). از این‌رو، ماست به دلیل شباهت بیشتر از لحاظ رئولوژیکی با مایونز (یاورمنش و همکاران، ۱۳۸۶)، از بین فراورده های لبنی برای جایگزین نمودن چربی سس مایونز انتخاب شده است. در این پژوهش سعی شده‌است که با افزودن ماست بعنوان جایگزین چربی در سس مایونز، میزان کلسترول موجود در این فرآورده را کاهش داده و همچنین از خواص فوق‌العاده ماست در این فرآورده بهره برد. استفادکنندگان از نتایج این پژوهش کارخانجات سس مایونز و موسسه‌های تحقیقاتی می‌باشند.

مواد و روش‌ها

مواد

مواد اولیه برای تولید سس مایونز شامل روغن مایع (روغن مایع آفتابگردان شرکت نینا)، سرکه سفید (شرکت وردا)، ادویه‌جات مورد نیاز (شکر، نمک، پودر خردل)، ماست (۲/۸ درصد چربی، ۱۰ درصد مواد خشک و ۷ درصد پروتئین (شرکت پگاه گلستان))، صمغ زانتان (پروویسکو، تهران)، تخم‌مرغ و بنزوات سدیم به‌عنوان نگهدارنده (تیتران، روسیه) بود.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۱- نوع و مقدار ترکیبات مورد استفاده در فرمولاسیون نمونه‌های سس مایونز (درصد وزنی)

ترکیبات	S	SM_1	SM_2	SM_3
روغن	۷۱	۵۳/۵	۳۵/۵	۱۷/۵
سرکه	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
نمک	۱	۱	۱	۱
شکر	۴	۴	۴	۴
تخم‌مرغ	۱۳	۱۳	۱۳	۱۳
خردل	۱	۱	۱	۱
بنزوات سدیم	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷
زانتان	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲

S: نمونه مایونز پرچرب (شاهد)، SM_1: نمونه مایونزی که ۲۵ درصد از روغن آن کاسته شده است، SM_2: نمونه مایونزی که ۵۰ درصد از روغن آن کاسته شده است، SM_3: نمونه مایونزی که ۷۵ درصد از روغن آن کاسته شده است.

روش‌ها

آماده‌سازی مایونز

ترکیبات مورد استفاده در فرمولاسیون نمونه‌های سس مایونز به همراه مقدار آن‌ها ، مطابق جدول ۱ می‌باشد. لازم به ذکر است که برای هر تیمار، با توجه به انجام آزمون‌های مختلف و میزان مورد نیاز جهت هریک از این آزمون‌ها و در نظر گرفتن احتمال خطا، مقدار یک کیلوگرم نمونه تهیه شد.

جهت تولید نمونه‌های سس مایونز، ابتدا تخم‌مرغ و مواد پودری (نمک، شکر، پودر خردل، بنزوات و صمغ زانتان) را به مدت یک دقیقه مخلوط شدند. سپس روغن به تدریج طی سه مرحله درون مخلوط کن اضافه شد تا امولسیون کامل شود و در نهایت سرکه به مخلوط اضافه و به مدت ۵ دقیقه باهمزن به خوبی همزده پس از آن مقداری به‌عنوان شاهد برداشته و به بقیه مخلوط به میزان تعیین شده و در سه سطح ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد وزنی، ماست اضافه شد. پس از کامل شدن مراحل تولید و پرکردن در ظروف مخصوص، نمونه‌ها تا زمان انجام آزمون‌ها در یخچال (دمای ۴ درجه سانتی‌گراد) نگهداری شدند (امیری و همکاران،۱۳۸۹ ؛ Jones, 1996).

آزمون‌های شیمیایی

به‌منظور اندازه‌گیری رطوبت و خاکستر نمونه‌های مایونز از روش استاندارد ملی ایران به شماره ۲۴۵۴ استفاده شد. پروتئین و چربی نمونه‌ها به ترتیب با استفاده از روش کلدال و روش بلای و دایر (Akoh, 1998) اندازه‌گیری شدند. میزان کربوهیدرات نیز از تفریق درصد تمامی ترکیبات (خاکستر، رطوبت، پروتئین و چربی) از ۱۰۰ درصد حاصل شد (امیری و همکاران،۱۳۸۹). میزان کالری‌زایی نمونه-های سس تولیدی با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید (امیری وهمکاران،۱۳۸۹):

(۱) (پروتئین × ۴) + (چربی × ۹) + (کربوهیدرات × ۴)= کالری زایی

اندازه‌گیری pH

بمنظور اندازه‌گیری pH نمونه‌های سس مایونز انتخاب شده، از دستگاه pH متر (مدلAZ86p3، ایران) استفاده گردید و آزمون بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره ۲۴۵۴ انجام شد.

آزمون پایداری

بمنظور اندازه‌گیری پایداری نمونه‌های تولیدی مقدار ۲۵ گرم نمونه درون لوله سانتریفوژ توزین و به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفوژ (۳۰۰۰ دور در دقیقه) گردید، سپس نمونه‌های سانتریفوژ شده به مدت ۴۸ ساعت در آون (۵۰ درجه سانتی‌گراد) قرار داده شد و پس از این مرحله لایه روغن جدا شده از مایونز دور ریخته شد (Mc Clements&Demetriades, 1998). در نهایت پایداری امولسیون برحسب درصد و با استفاده از معادله زیر تعیین شد:

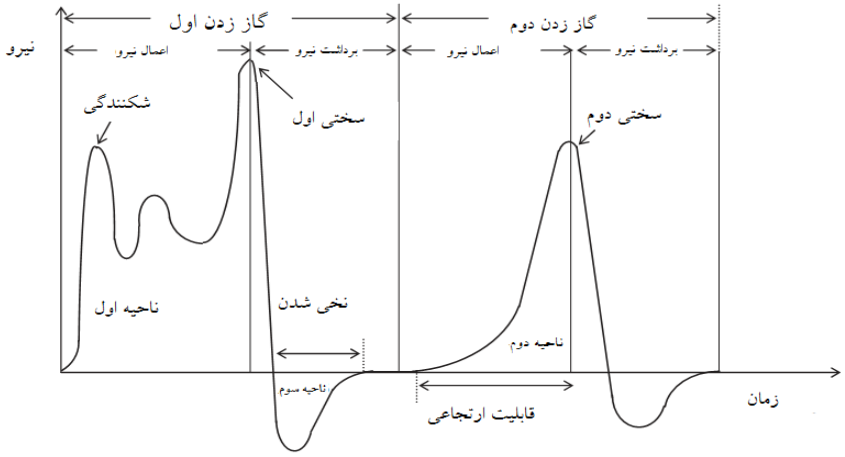
(۲) ۱۰۰× (وزن اولیه /وزن رسوب سانتریفوژ)= پایداری امولسیون(٪)

ویژگی‌های بافتی

جهت اندازه‌گیری ویژگی‌های بافتی نمونه های مایونز، از دستگاه آنالیز بافت شرکت بروکفیلد با سلول بارگذاری ۱۰۰۰۰گرم استفاده شد و ویژگی‌های بافتی آن دردمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد اندازه گیری شد. پروب مورد استفاده در این آزمون از نوع استوانه‌ای با قطر ۲۰ میلی‌متر و ارتفاع ۵۰ میلی‌متر (پروب TA3/1000) بود. سرعت نفوذ پروب به داخل نمونه یک میلی‌متر در ثانیه و عمق نفوذ آن ۱۰ میلی‌متر انتخاب شد (امیری و همکاران،۱۳۸۹). لازم به ذکر است که جهت انتخاب نوع پروب مناسب و سایر پارامترهای مورد استفاده از دستورالعمل شرکت سازنده استفاده گردید. ویژگی‌های بافتی نظیر سفتی، انسجام و چسبندگی در قالب منحنی نیرو- زمان توسط دستگاه، رسم شد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۱- نمونه‌ای از منحنی TPA حاصل از دستگاه آنالیز بافت. (سفتی): حداکثر نیرو طی اولین چرخه فشرده شدن. (انسجام): نسبت مساحت ناحیه ۲ به ناحیه ۱. (چسبندگی): عبارت است از ناحیه نیروی منفی حاصل از گاز زدن اول که بیانگر کار لازم جهت بیرون کشیدن پروب دستگاه از داخل نمونه می‌باشد. (الاستیسته): عبارت است از ارتفاعی که نمونه در بازه زمانی بین انتهای گاز زدن اول و شروع گاز زدن دوم به آن باز می گردد. (صمغی بودن): حاصلضرب سختی و میزان انسجام نمونه می باشد(قنبرزاده،۱۳۸۸).

ویژگی‌های رئولوژیکی

بمنظور بررسی تأثیر ماست بر ویژگی‌های رئولوژیکی نمونه‌های سس مایونز، آزمون‌های ارزیابی ویژگی‌های جریان و بررسی روند تغییرات ویسکوزیته نسبت به زمان پس از تولید آنها با استفاده از دستگاه رئومتر مدل Physica MCR301 ساخت شرکت ANTON Paar اتریش مجهز به سیستم تنظیم دما Peltier plate با حساسیت ۰/۰۱± درجه سانتی‌گراد سیرکولاتور آب با الگوی صفحه-صفحه[1] با قطر ۴۰ میلی‌متر (GAP: 1mm) استفاده گردید و نمونه‌ها به مدت ۵ دقیقه در فضای بین صفحه‌ها به منظور ایجاد تعادل حرارتی در نمونه و بازگشت[2] ساختار قرار داده شدند. همچنین جهت جلوگیری از تبخیر از تله حلال[3] استفاده گردید (عالم‌زاده و همکاران، ۱۳۸۸). با توجه به رفتار رقیق‌شوندگی با برش تمامی نمونه‌ها که بیانگر رفتار سیالات غیرنیوتنی است از ۲ مدل سیالات غیرنیوتنی (مدل قانون توان و هرشل- بالکلی) بمنظور مدل سازی ویژگی های رفتاری جریان مایونز استفاده شد که معادلات آن‌ها به شرح زیر است:

قانون توان $\tau = k\dot{\gamma}^n$

هرشل-بالکلی $\tau = \tau_0 + k\dot{\gamma}^n$

که در این معادله τ تنش برشی(pa)، τ_0 تنش تسلیم(pa)، k ضریب قوام ($pa.s^n$) ، $\dot{\gamma}$ ، سرعت برشی (s^{-1}) و n شاخص رفتار جریان (بدون بعد) می‌باشد.

جهت انجام آزمون‌های نوسانی ابتدا آزمون روبش کرنش در محدوده کرنش ۷۰۰-۰/۵۰ درصد و در فرکانس ثابت HZ ۱ انجام شد و سپس بمنظور تعیین ریز ساختار آزمون روبش فرکانس انجام شد و محدوده فرکانس مورد مطالعه HZ ۵۰-۰/۰۰۱ بوده است. همچنین بمنظور اطمینان از قرارگرفتن در ناحیه خطی ویسکوالاستیک از کرنش ثابت ۰/۳ درصد برای کلیه آزمون‌ها استفاده شد و پارامترهای مورد نظر حاصل شد (عالم‌زاده و همکاران، ۱۳۸۸).

ارزیابی حسی

جهت ارزیابی حسی نمونه های مایونز کم‌چرب، از ۷ داور که آزمون آستانه چشایی را با موفقیت گذرانده بودند استفاده شد. برای ارزیابی نمونه های اصلی از مقیاس هدونیک ۵ نقطه‌ای استفاده شد. به این ترتیب هفت فاکتور تأثیر گذار سس مایونز شامل ظاهر (درخشندگی، شفافیت)، رنگ (مطلوبیت رنگ معمول مایونز و کرمی بودن)، طعم (شدت طعم)، قوام، بافت (یکنواختی و سفتی)، بو و احساس دهانی مورد ارزیابی قرار گرفت (Worrasinchai *et al.*,2006).

تجزیه و تحلیل آماری

در این پژوهش، تجزیه و تحلیل نتایج در قالب طرح کاملاً تصادفی و تمامی آزمون‌ها در ۳ تکرار انجام شد و برای تعیین بهترین مدل که بر داده‌های تجربی برازش داده می‌شود از R^2 (ضریب همبستگی) و SD (انحراف معیار) استفاده شد. برای مقایسه‌ی میانگین تیمارها از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (دانکن) در سطح احتمال ۵ درصد، استفاده گردید. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از

1Plate and Plate
2 recovery
3solvent trap

www.SID.ir

Archive of SID

نرم افزار SAS (۲۰۰۱) انجام گرفت و نمودارها توسط نرم افزار Excel رسم شد.

نتایج و بحث

ترکیب شیمیایی و میزان کالری

ترکیب شیمیایی و میزان کالری محاسبه شده نمونه‌های مایونز کم‌چرب و نمونه شاهد در جدول ۲ نشان داده شده است. بر اساس آزمون‌های انجام شده و نتایج حاصل از آن‌ها، همان‌طورکه انتظار می‌رفت مقدار چربی کاهش قابل ملاحظه‌ای یافت، بطوری‌که در نمونه شاهد بیش‌ترین میزان چربی و در نمونه SM_3 کم‌ترین میزان چربی مشاهده شد. همچنین با توجه به پیش‌بینی‌های صورت گرفته بیش‌ترین و کم‌ترین میزان رطوبت به ترتیب در نمونه‌های SM_3 و شاهد، مشاهده گردید. میزان پروتئین نیز در نمونه‌های مایونز کم‌چرب افزایش یافت بر همین اساس کم‌ترین و بیش‌ترین میزان پروتئین به ترتیب متعلق به نمونه شاهد و نمونه SM_3 می‌باشد. از نظر میزان کربوهیدرات نمونه‌های مایونز کم‌چرب اختلاف معنی‌داری با نمونه شاهد نداشتند($p>0/05$). کمترین میزان خاکستر در نمونه SM_2 مشاهده گردید اما بقیه نمونه‌ها اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. از نظر میزان کالری‌زایی، در نمونه‌های مایونز کم‌چرب در مقایسه با نمونه شاهد میزان کالری به طور قابل ملاحظه‌ای کم‌تر بود به طوری‌که نمونه شاهد بیش‌ترین و نمونه SM_3 دارای کم‌ترین میزان کالری می‌باشد. در پژوهشی امیری و همکاران (۱۳۸۹) امکان استفاده از صمغ کتیرا و مالتودکسترین بعنوان جایگزین چربی در سس مایونز را مورد بررسی قرار دادند. این پژوهشگران اعلام کردند که میزان کالری در نمونه‌های مایونز کم چرب در مقایسه با نمونه شاهد (پرچرب) به‌طور قابل ملاحظه‌ای کمتر بود. همچنین طلوعی و همکاران (۱۳۸۹) نیز در پژوهشی دیگر بر روی مایونز کم‌چرب اعلام کردند که میزان کالری‌زایی نمونه‌های مایونز کم‌چرب در مقایسه با نمونه شاهد(پرچرب) کمتر بود. در این پژوهش نیز ثابت گردید که میزان کالری‌زایی در نمونه‌های مایونز کم‌چرب به دلیل دارا بودن مقادیر بالای رطوبت در مقایسه با نمونه شاهد(پرچرب) به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافت.

ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی

میزان pH نمونه‌ها

نتایج آزمون pH نمونه‌های مایونز کم‌چرب تولید شده در این پژوهش در شکل۲ نشان داده شده است. ملاحظه می‌گردد که از نمونه شاهد تا نمونه SM_3 به موازات افزایش ماست، pH نمونه‌ها کاهش یافته‌است به‌طوری‌که نمونه SM_2 و SM_3 دارای کمترین میزان pH در بین نمونه‌ها بودند و اختلاف معنی‌داری با نمونه شاهد داشتند. اگرچه در نمونه SM_1 نیز کاهش pH مشاهده می‌شود اما در کل به لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با نمونه شاهد نداشت. بر اساس استاندارد ملی ایران pH سس مایونز نباید از ۴/۱ بیشتر باشد. بنابراین pH کلیه نمونه‌های مایونز مورد آزمایش مطابق با استاندارد ملی است. پیش از این Worrasinchai و همکاران (۲۰۰۶)، pH نمونه مایونز پرچرب را ۳/۸۴ گزارش نمودند. نتایج این پژوهش با نتایج امیری وهمکاران (۱۳۸۹) مطابقت داشت. با توجه به اینکه ماست یک فراورده اسیدی و حاوی باکتری غیربیماری‌زا مقاوم به اسید مانند لاکتوباسیلوس بولگاریکوس می‌باشد و احتمال رشد و فعالیت آن‌ها نیز وجود دارد، در نتیجه کاهش pH دور از انتظار نبود، از سوی دیگر کاهش pH احتمالاً می‌تواند به‌علت شکسته شدن برخی از گروه‌های استری و تبدیل آن‌ها به گروه‌های اسیدی مربوط باشد.

میزان پایداری نمونه‌ها

ناپایداری امولسیون مایونز بیشتر به دلیل تجمع و ادغام شدن قطرات امولسیون با یکدیگر و افزایش قطر ذرات است، که در نتیجه با کاهش نسبت سطح به حجم، موجب کاهش اصطکاک در بین قطرات امولسیون شده و منجر به ناپایداری امولسیون می‌گردد. در این پژوهش، پایداری امولسیون در مقابل نیروی گریز از مرکز بررسی شد. شکل ۳ نتایج پایداری تمامی نمونه‌ها را پس از گذشت یک هفته از تولید آنها نشان می‌دهد.

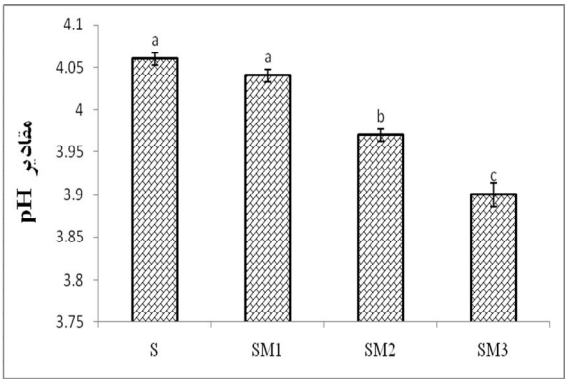
جدول۲- ترکیب شیمیایی و میزان کالری نمونه های مایونز

نمونه	چربی	پروتئین	رطوبت	کربوهیدرات	خاکستر	کالری
S	۷۴/۲۰±۰/۵۸^{a}	۱/۸۸±۰/۰۱^{d}	۱۸/۱۶±۰/۴۴^{d}	۴/۹۴±۰/۰۳^{a}	۰/۸۲±۰/۰۰۴^{a}	۶۹۵/۰۸±۳/۶۶^{a}
SM_1	۵۸/۶۵±۰/۵۹^{b}	۳/۷۸±۰/۰۱^{c}	۳۱/۸۳±۰/۹۲^{c}	۴/۹۲±۰/۰۳^{a}	۰/۸۲±۰/۰۰۳^{a}	۵۶۲/۶۵±۴/۵۷^{b}
SM_2	۴۴/۵۲±۰/۷۵^{c}	۵/۶۴±۰/۰۱^{b}	۴۴/۱۶±۱/۰۱^{b}	۴/۹۱±۰/۰۵^{a}	۰/۷۷±۰/۰۱۶^{b}	۴۴۲/۸۸±۷/۸۵^{c}
SM_3	۱۹/۶۰±۰/۲۶^{d}	۷/۰۶±۰/۰۱^{a}	۶۷/۶۶±۰/۴۴^{a}	۴/۹۰±۰/۴^{a}	۰/۷۸±۰/۰۱۹^{ab}	۲۲۴/۲۴±۲/۳۹^{d}

S: نمونه مایونز پرچرب (شاهد)، SM_1: نمونه مایونزی که ۲۵ درصد از روغن آن کاسته شده است، SM_2: نمونه مایونزی که ۵۰ درصد از روغن آن کاسته شده است، SM_3: نمونه مایونزی که ۷۵ درصد از روغن آن کاسته شده است. حروف یکسان در ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار(در سطح ۵ درصد) است. کالری‌زایی= (پروتئین×۴) + (چربی×۹) + (کربوهیدرات×۴)

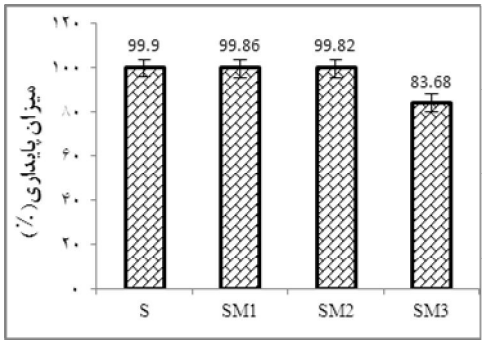
www.SID.ir

Archive of SID



شکل۲- نتایج pH نمونه‌ها پس از تولید. S: نمونه مایونز پرچرب (شاهد)، SM_1: نمونه مایونزی که ۲۵ درصد از روغن آن کاسته شده است، SM_2: نمونه مایونزی که ۵۰ درصد از روغن آن کاسته شده است، SM_3: نمونه مایونزی که ۷۵ درصد از روغن آن کاسته شده است.

همان‌طورکه ملاحظه می‌شود نمونه SM_3 که حاوی ماست بیشتری در فرمولاسیون خود بود، کمترین میزان پایداری را به خود اختصاص داد اما بقیه نمونه‌ها اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند ($p>0/05$). Sirhalmi و همکاران (۲۰۰۱) میانگین شاخص پایداری نمونه سس مایونز دارای روغن آفتابگردان و تخم مرغ را ۸۰/۸ درصد گزارش نمودند که از میانگین شاخص‌های پایداری این پژوهش کمتر بود. بیشترین امتیاز در بین نمونه‌ها متعلق به نمونه شاهد می‌باشد اما نکته‌ای که حائز اهمیت است سیر نزولی این اعداد می‌باشد که همزمان با اضافه شدن مقادیر بیشتر ماست در حال کم شدن است. یکی از عوامل مؤثر در پایداری نمونه‌های مایونز بر طبق قانون استوک ویسکوزیته نمونه‌ها می‌باشد. با توجه به این‌که ویسکوزیته نمونه‌های SM_1، SM_2 و SM_3 روند کاهشی را طی کردند بر همین اساس پایداری این نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد کمتر بود. بر همین اساس می‌توان نتیجه گرفت که با اضافه کردن مقادیر بیشتر ماست می‌بایست از پایدارکننده‌ای مناسب به منظور افزایش پایداری نمونه‌ها استفاده شود. همچنین Mun و همکاران (۱۹۹۹) نیز با بررسی تأثیر صمغ زانتان بر ویژگی‌های سس مایونز کم‌چرب، افزایش میزان پایداری نمونه‌های سس کم‌چرب حاوی صمغ زانتان را به دلیل افزایش ویسکوزیته نمونه گزارش نمودند. در همین راستا نیک زاده و همکاران (۲۰۱۲) نیز به نتایج مشابهی دست یافتند. این پژوهشگران گزارش نمودند که استفاده از صمغ‌هایی نظیر زانتان و گوار و همچنین برخی پروتئین‌ها موجب افزایش پایداری و جلوگیری از خامه‌ای شدن سس مایونز کم‌چرب می‌شود.



شکل۳- نتایج آزمون پایداری نمونه ها (یک هفته پس از تولید). S: نمونه مایونز پرچرب (شاهد)، SM_1: نمونه مایونزی که ۲۵ درصد از روغن آن کاسته شده است، SM_2: نمونه مایونزی که ۵۰ درصد از روغن آن کاسته شده است، SM_3: نمونه مایونزی که ۷۵ درصد از روغن آن کاسته شده است.

ویژگی‌های بافتی

ویژگی‌های بافتی نمونه های مایونز کم چرب تولید شده در این پژوهش در جدول ۳ ارائه شده است. یکی از فاکتورهای مهم و تأثیرگذار در سس مایونز میزان سفتی بافت آن می‌باشد که در پذیرش و جلب رضایت مصرف‌کنندگان بسیار مؤثر است. از نظرمیزان سفتی، مشاهده گردید که با اضافه کردن ماست به نمونه‌های مایونز به تدریج میزان سفتی نمونه‌ها کم شد به‌طوری‌که در نمونه شاهد بیشترین میزان سفتی و در نمونه SM_3 کم‌ترین میزان سفتی مشاهده شد.

www.SID.ir

Archive of SID

همان‌طورکه در جدول ۳ مشاهده می‌شود در نمونه SM_1 به دلیل اینکه میزان کمتری از روغن کاسته شده بود، اختلاف معنی‌داری با نمونه شاهد نداشت اما پس از آن این تغییر در نمونه SM_2 با اضافه شدن مقادیر بیشتر ماست، بیشتر شد به‌طوری‌که اختلاف معنی‌داری را با نمونه شاهد ایجاد نمود و سفتی آن کمتر شد و در نهایت سفتی بافت مایونز در نمونه SM_3 به کمترین میزان خود رسید. نتایج این پژوهش با نتایج Mun و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت داشت، به‌طوری که این پژوهشگران با بررسی میزان سفتی نمونه های سس مایونز کم چرب تهیه شده با بتاگلوکان مخمر، با افزایش درصد جایگزینی روغن با بتاگلوکان از ۵۰ درصد به ۷۵ درصد کاهش میزان سفتی را گزارش کردند. در پژوهشی دیگر، Liu و همکاران (۲۰۰۷)، با افزودن ایزوله پروتئین آب پنیر و پکتین با متوکسیل پایین در سطح ۵۰ درصد به عنوان مقلد چربی، کاهش میزان سفتی را در مایونز کم چرب گزارش نمودند. در مورد علت کاهش سفتی در نمونه‌های مایونز کم‌چرب، می‌توان گفت با توجه به این که مایونز نوعی امولسیون روغن در آب است (سیال ویسکوالاستیک) ممکن است با کاهش میزان روغن قدرت تشکیل امولسیون اولیه کاهش یافته و قادر به تشکیل امولسیون منسجم نباشد اما آزمون انسجام بافت نمونه ها نشان داد که در ابتدا با اضافه کردن جایگزین چربی افت شدیدی در انسجام بافت مایونز ایجاد شد به‌طوری‌که نمونه SM_1 دارای کمترین انسجام نسبت به شاهد بود اما به‌تدریج با کاهش بیشتر میزان چربی، بافت آن از نظر انسجام بهبود یافت به‌طوری‌که در نمونه SM_3 این انسجام به‌طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافت و در مقایسه با نمونه شاهد دارای انسجام بیشتری بود و اختلاف معنی‌داری با بقیه نمونه‌ها داشت.

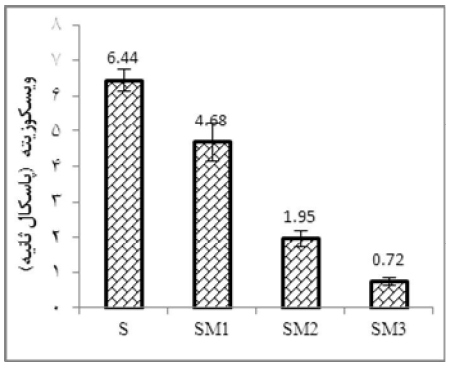
جدول۳- ویژگی‌های بافتی نمونه‌های مایونز

نمونه	سفتی (گرم)	انسجام
S	۱۱۷/۶۶±۰/۶۶^{a}	۰/۷۶±۰/۰۰۸^{b}
SM_1	۱۱۸/۶۶±۰/۸۸^{a}	۰/۶۲±۰/۰۰۶^{c}
SM_2	۴۸/۶۶±۰/۳۳^{b}	۰/۷۳±۰/۰۰۸^{b}
SM_3	۲۳/۳۳±۰/۶۶^{c}	۰/۸۹±۰/۰۵۸^{a}

S: نمونه مایونز پرچرب (شاهد)، SM_1: نمونه مایونزی که ۲۵ درصد از روغن آن کاسته شده است، SM_2: نمونه مایونزی که ۵۰ درصد از روغن آن کاسته شده است، SM_3: نمونه مایونزی که ۷۵ درصد از روغن آن کاسته شده است. حروف یکسان در ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار (در سطح ۵ درصد) است.

ویسکوزیته

ویسکوزیته سس مایونز یکی از فاکتورهای مهم و موثر بر میزان پذیرش مصرف‌کنندگان است. بررسی روند تغییرات ویسکوزیته نسبت به سرعت برشی نشان‌دهنده کاهش ویسکوزیته در نمونه‌ها بود که بیانگر رفتار سودوپلاستیکی آن‌ها می‌باشد (شکل ۵) که پیش از این توسط منصوری‌پور و همکاران (۱۳۸۸)، Worrasinchai و همکاران (۲۰۰۶) و امیری و همکاران(۱۳۸۹) به اثبات رسیده است. همان‌طورکه در شکل۴ نشان داده شده است، بالاترین و پایین‌ترین میزان ویسکوزیته که با استفاده از دستگاه رئومتر مدل Physica MCR301 ساخت شرکت ANTON Paar اتریش در سرعت ۵۰ دور در دقیقه اندازه‌گیری شد، به ترتیب در نمونه‌های شاهد و SM_3 مشاهده شد. دلیل کاهش ویسکوزیته در مقادیر مختلف جایگزینی را می‌توان اینگونه تفسیر کرد که مقدار روغن جهت تشکیل امولسیون پایدار کاهش یافته و متعاقب آن ویسکوزیته کاهش می‌یابد. از سوی دیگر در سس مایونز، افزایش سطح تماس قطرات روغن با یکدیگر منجر به افزایش نیروی اصطکاک بین ذرات می‌شود، همین امر تأثیر بسزایی بر ویسکوزیته مایونز دارد (نیک زاده و همکاران،۲۰۱۲). در همین راستا Juszczak و همکاران(۲۰۰۳) در پژوهشی با بررسی ویژگی‌های رئولوژیکی نمونه مایونز دارای ۶۸ درصد چربی گزارش نمودند که ویسکوزیته مایونز در سرعت برشی ثابت با گذشت زمان کاهش پیدا کرده است.



شکل٤- میزان ویسکوزیته نمونه‌های مختلف مایونز. S: نمونه مایونز پرچرب (شاهد)، SM_1: نمونه مایونزی که ۲۵ درصد از روغن آن کاسته شده است، SM_2: نمونه مایونزی که ۵۰ درصد از روغن آن کاسته شده است، SM_3: نمونه مایونزی که ۷۵ درصد از روغن آن کاسته شده است.

ویژگی های رئولوژیکی

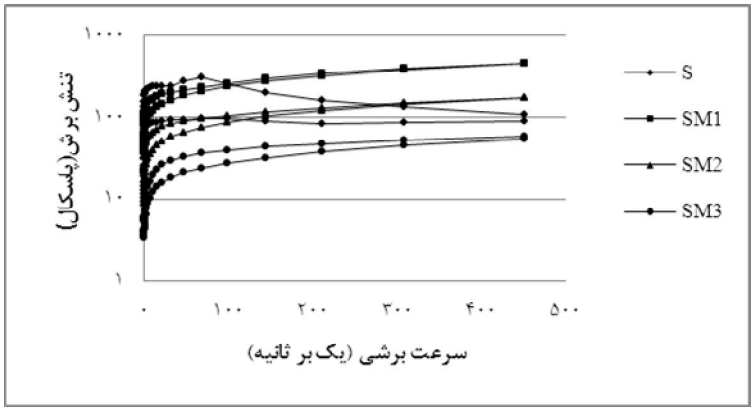
رفتار جریان سس‌های مایونز و پدیده هیسترزیس[1]

شکل۵ رابطه تنش برشی در مقابل سرعت برشی را نشان می‌دهد. با توجه به شکل می‌توان دریافت که نمونه‌های مایونز به لحاظ رئولوژیکی در گروه سیالات غیرنیوتنی طبقه‌بندی می‌شوند، زیرا رابطه تنش برشی- سرعت برشی رابطه‌ای غیرخطی می‌باشد. جهت تعیین رفتار نمونه‌های مایونز از مدل‌های قانون توان و هرشل بالکی جهت برازش داده های تنش برشی در مقابل سرعت برشی استفاده شد.

1 Hysteresis

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۵- رابطه سرعت برشی- تنش برشی در نمونه‌های سس مایونز با غلظت‌های مختلف ماست. S: نمونه مایونز پرچرب (شاهد)، SM_1: نمونه مایونزی که ۲۵ درصد از روغن آن کاسته شده است، SM_2: نمونه مایونزی که ۵۰ درصد از روغن آن کاسته شده است، SM_3: نمونه مایونزی که ۷۵ درصد از روغن آن کاسته شده است.

در این پژوهش مشخص شد که مدل قانون توان به دلیل دارا بودن ضریب همبستگی (R^2) بالاتر نسبت به مدل هرشل بالکلی مدل پیشگوی مناسب‌تری در منحنی بارگذاری برای نمونه‌های شاهد، SM_1 و SM_2 بود اما نمونه SM_3 توسط این مدل برازش داده نشد بلکه بهترین مدل برای برازش آن هرشل‌بالکلی بود که ضریب همبستگی (R^2) بالاتری نسبت به مدل قانون توان داشت و همچنین دارای تنش تسلیم نیز بود. مقادیر پارامترهای مدل قانون توان، شامل ضریب قوام (K)، شاخص رفتار جریان (n) و ضریب همبستگی (R^2) برای نمونه های سس مایونز تولید شده در این پژوهش در جدول های ۴ و ۵ ارایه شده اند. اندیس رفتار جریان (n) بیان‌گر رفتار جریان امولسیون است به طوری که در سیالات نیوتنی n=1، در سیالات سودوپلاستیک ۱>n>۰ و در سیالات دایلاتانت n>1 می‌باشد. همان‌طورکه در جدول‌های ۴ و ۵ نشان داده شده است تمامی نمونه-های تهیه شده در این پژوهش به جز نمونه شاهد در منحنی باربرداری، اندیس رفتار جریان کم‌تر از ۱ داشتند که نشان‌دهنده رفتار رقیق‌شوندگی با برش یا سودوپلاستیسیته است. اندیس رفتار جریان در نمونه شاهد در منحنی باربرداری مساوی ۱ بود که نشان دهنده رفتار پلاستیک بینگهام می‌باشد و به دلیل ضریب همبستگی بالاتر مدل بینگهام نسبت به مدل هرشل‌بالکلی، از مدل پلاستیک بینگهام برای برازش آن استفاده شد. رفتار سودوپلاستیکی مایونز پیش از این توسط پژوهشگرانی مانند Worrasinchai و همکاران (۲۰۰۶)، Liu و همکاران (۲۰۰۷)، منصوری‌پور و همکاران (۱۳۸۸) نشان داده شده است. خاصیت رقیق‌شوندگی با برش سس مایونز باعث بهبود پراکندگی ذرات در فاز مایع شده و از به هم چسبیدن ذرات روغن و دو فاز شدن سس در طی زمان جلوگیری می‌نماید. کم‌ترین و بیش‌ترین اندیس رفتار جریان در حالت بارگذاری به ترتیب در نمونه های شاهد و SM_3 مشاهده شد. هرچه اندیس رفتار جریان کم‌تر باشد، سیال رفتار رقیق‌شوندگی با برش بیش‌تری از خود نشان می‌دهد. از نظر ضریب قوام (K) بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار در حالت بارگذاری به ترتیب در نمونه‌های شاهد و SM_3 و در حالت باربرداری به ترتیب در نمونه‌های شاهد و SM_1 مشاهده شد، به‌طوری که مقدار ضریب قوام در حالت باربرداری در مقایسه با حالت بارگذاری کاهش یافت. امیری و همکاران (۱۳۸۹)، Mun و همکاران (۲۰۰۹) نیز با بررسی ویژگی‌های رئولوژیکی سس مایونز کم چرب کاهش ضریب قوام را از حالت بارگذاری به حالت بار برداری نشان دادند. در رابطه با تنش تسلیم نیز در منحنی باربرداری آنچه مشهود است نمونه SM_1 بالاترین تنش تسلیم به میزان ۳۱/۲۷ پاسکال و نمونه SM_3 کم‌ترین تنش تسلیم را به میزان ۲/۵۲ پاسکال داشتند.

جدول٤- پارامترهای مدل قانون توان و هرشل‌بالکلی برای نمونه های مایونز (منحنی بارگذاری)

نمونه	N	K(*pa.s*)	R^2	τ_0	مدل مناسب جهت برازش
S	۰/۰۶۴	۱۶۵/۰۸	۰/۹۷۱	–	قانون توان
SM_1	۰/۲۱۱	۱۰۹/۲۵	۰/۹۴۵	–	قانون توان
SM_2	۰/۱۹۲	۴۴/۹۷۴	۰/۹۶۷	–	قانون توان
SM_3	۰/۴۰۲	۵/۵۰۱	۰/۹۶۳	۳/۰۱	هرشل بالکلی

جدول۵- پارامترهای مدل بینگهام و هرشل‌بالکلی برای نمونه های مایونز (منحنی باربرداری).

www.SID.ir

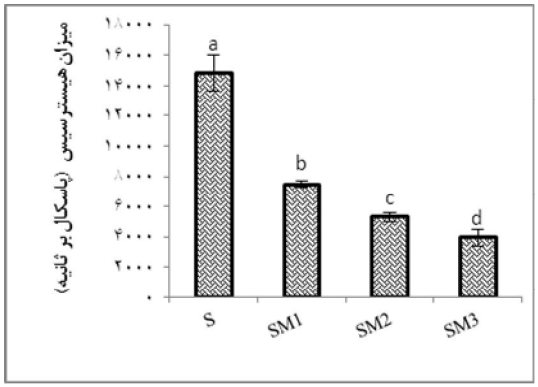
Archive of SID

نمونه	N	K(*pa.s*)	R^2	τ_0	مدل مناسب جهت برازش
S	۱	۰/۰۵۵	۰/۹۸۱	۲۴/۲۸	پلاستیک بینگهام
SM_1	۰/۳۶۵	۴۰/۳۱	۰/۹۸۶	۳۱/۲۷	هرشل بالکلی
SM_2	۰/۳۶۹	۱۲/۸۵	۰/۹۹۱	۴/۱۵	هرشل بالکلی
SM_3	۰/۴۶۹	۲/۹۸	۰/۹۹۷	۲/۵۲	هرشل بالکلی

S: نمونه مایونز پرچرب (شاهد)، SM_1: نمونه مایونزی که ۲۵ درصد از روغن آن کاسته شده است، SM_2: نمونه مایونزی که ۵۰ درصد از روغن آن کاسته شده است، SM_3: نمونه مایونزی که ۷۵ درصد از روغن آن کاسته شده است.

تنش تسلیم بیانگر استحکام ساختمانی نمونه می‌باشد و همچنین اگر مایونز بعنوان چاشنی سالاد بکار رود، در توانایی پوشش‌دهندگی سطحی بر روی سالاد نقش مؤثری دارد.

سس مایونز از نظر رفتار رئولوژیکی در دسته سیالات تیکسوتروپیک قرار می‌گیرد. در این سیالات، با افزایش زمان ویسکوزیته آنها در یک سرعت برشی ثابت کاهش می‌یابد و دو منحنی افزایش سرعت برشی و کاهش سرعت برشی در آنها منطبق نیستند و یک پسماند یا هیسترزیس بین آنها مشاهده می‌شود. بنابراین ویژگی‌های جریان این سیالات هم به سرعت برشی و هم به زمان وابسته است(Sharma *et al*., 2007). همانطورکه در شکل ۶ نشان داده شده است بیشترین میزان هیسترزیس در نمونه شاهد، مشاهده شد و به تدریج با اضافه نمودن ماست به نمونه مایونز از میزان هیسترزیس کاسته شد به‌طوری‌که در نمونه SM_3 کم‌ترین میزان هیسترزیس مشاهده شد پس با مشاهده این مقادیر می‌توان نتیجه گرفت که اضافه نمودن ماست به سس مایونز می‌تواند تاثیر زیادی بر کاهش میزان هیسترزیس داشته باشد. Worrasinchai و همکاران (۲۰۰۶) در پژوهشی نشان دادند که ویژگی‌های جریان نمونه‌های مایونز هم به سرعت برشی و هم به زمان بستگی دارد و این ماده دارای رفتار تیکسوتروپیک می‌باشد.



شکل٦- میزان هیسترزیس در نمونه‌های مایونز تولیدی. S: نمونه مایونز پرچرب (شاهد)، SM_1: نمونه مایونزی که ۲۵ درصد از روغن آن کاسته شده است، SM_2: نمونه مایونزی که ۵۰ درصد از روغن آن کاسته شده است، SM_3: نمونه مایونزی که ۷۵ درصد از روغن آن کاسته شده است.

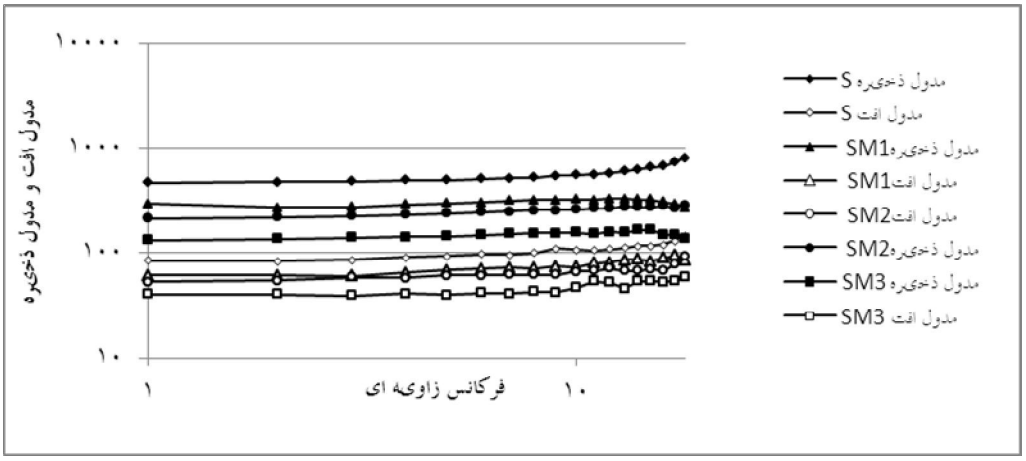
آزمون دینامیکی یا نوسانی

بمنظور تعیین ویژگی‌های ویسکوالاستیک نمونه های مایونز تهیه شده در این تحقیق، از آزمون نوسانی روبش فرکانس[1] استفاده شد. در این آزمون مدول‌های ذخیره (G') و افت (G'') مورد بررسی قرار گرفت. همان‌طور که در شکل ۷ نشان داده شده است، در تمامی نمونه‌ها G' بیشتر از G'' بود و در نتیجه نمونه‌ها در ردیف مواد ویسکوالاستیک جامد طبقه‌بندی شدند. در مطالعات گذشته نیز گزارش شده است که نمونه‌های مایونز در محدوده فرکانس ۰/۱ تا ۱۰ Hz ویژگی ژل‌های ضعیف را از خود نشان می دهند. Barbosa-canovas و Ma (۱۹۹۵) گزارش کردند که در امولسیون‌هایی با مقادیر بالای روغن، میزان G' بالاتر است و در این حالت میزان انرژی قابل بازیافت نمونه بیشتر می‌باشد. در این پژوهش علی رغم کاهش مقادیر بالای روغن در مقایسه با مایونز پرچرب (شاهد) مقدار G' بیشتر از G'' بود که بیانگر مناسب بودن ماست به عنوان جایگزین چربی در فرمولاسیون سس مایونز می‌باشد.

1 Frequency sweep

www.SID.ir

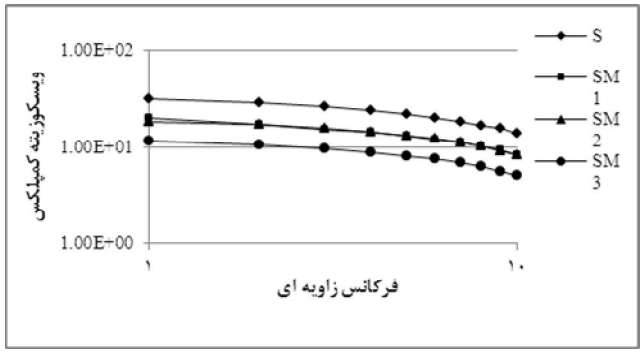
Archive of SID



شکل۷- مقایسه مدول افت و ذخیره نمونه های مایونز. S: نمونه مایونز پرچرب (شاهد)، SM_1: نمونه مایونزی که ۲۵ درصد از روغن آن کاسته شده است، SM_2: نمونه مایونزی که ۵۰ درصد از روغن آن کاسته شده است، SM_3: نمونه مایونزی که ۷۵ درصد از روغن آن کاسته شده است.

Mancini و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که مایونز ویژگی‌های یک ژل ضعیف را در محدوده ۰/۱ تا ۱۰ هرتز نشان می‌هد. در کل این‌گونه انتظار می‌رود که امولسیون‌هایی با مقادیر روغن بالاتر، میزان G' بالاتری داشته باشند. در این پژوهش نمونه-های ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد به لحاظ G' در مقایسه با نمونه شاهد کمتر بودند و دلیل این امر حضور مقادیر مختلف ماست بود که خاصیت ویسکوز محصول و در نتیجه مقدار G'' را افزایش داد. افزایش این مدول بر افزایش رفتار ویسکوز درمقایسه با رفتار ویسکوالاستیک دلالت دارد. همان‌طور که در شکل ۷ مشخص است، بالاترین و پایین‌ترین میزان G'' در بین تمامی نمونه‌ها به ترتیب در نمونه‌های ۷۵ درصد و شاهد مشاهده شد.

فاکتور دیگری که ازاین آزمون بدست آمده است، ویسکوزیته کمپلکس (η^*) می باشد که روند تغییرات آن در نمونه نسبت به فرکانس زاویه‌ای در شکل ۸ نشان داده شده است. همان‌طورکه مشاهده می‌شود با افزایش فرکانس، ویسکوزیته کمپلکس کاهش می یابد و رفتار رقیق شوندگی نمونه‌ها کاملاً مشهود می‌باشد. لازم به ذکر است که در تمامی فرکانس ها نمونه شاهد بیشترین و نمونه SM_3 کمترین ویسکوزیته کمپلکس را به خود اختصاص دادند. در همین راستا Liu و همکاران(۲۰۰۷) و همچنین منصوری‌پور و همکاران(۱۳۸۸) نیز ضمن آزمایش بر روی سس مایونز کم چرب، گزارش نمودند که بیشترین ویسکوزیته کمپلکس در نمونه‌های مورد پژوهش، مربوط به نمونه شاهد (مایونز پرچرب) بود که با نتایج بدست آمده از این پژوهش شباهت دارد.



شکل۸- روند تغییرات ویسکوزیته نسبت به فرکانس زاویه‌ای. S: نمونه مایونز پرچرب (شاهد)، SM_1: نمونه مایونزی که ۲۵ درصد از روغن آن کاسته شده است، SM_2: نمونه مایونزی که ۵۰ درصد از روغن آن کاسته شده است، SM_3: نمونه مایونزی که ۷۵ درصد از روغن آن کاسته شده است.

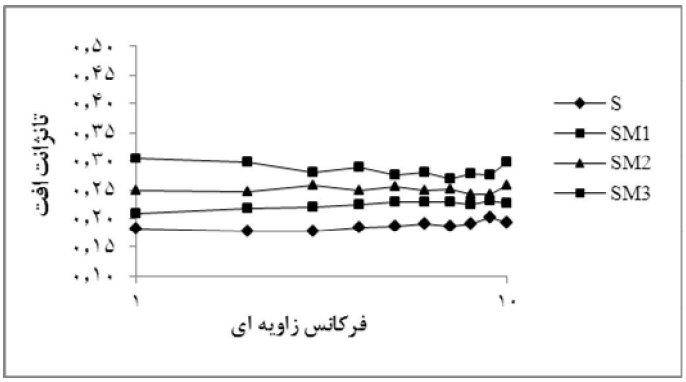
فاکتور دیگری که در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفت تانژانت اتلاف[1] ($\tan\delta$) بود. این فاکتور در واقع بیانگر آن است که در جسم ویسکوالاستیک کدام ویژگی رئولوژیکی (ویسکوز یا الاستیک) غالب است. به عبارت دیگر حاکی از نسبت انرژی هدر رفته به صورت ویسکوز (G'') به انرژی ذخیره شده به صورت الاستیک (G') است. به همین دلیل زمانی که $\tan\delta$ بزرگتر از یک باشد، بدین معنی است که

1 Loss tangent value

www.SID.ir

Archive of SID

ماده ویسکوالاستیک مایع است و در صورتی که tanδ کمتر از یک باشد، ماده ویسکوالاستیک جامد است (قنبرزاده،۱۳۸۸). همانطور که در شکل ۹ مشخص است در تمامی نمونه‌ها میزان tanδ کمتر از یک بود که نشان‌دهنده بیشتر بودن خاصیت الاستیک نسبت به خاصیت ویسکوز است در همین راستا Liu و همکاران(۲۰۰۷)، Mun و همکاران (۲۰۰۹) و امیری و همکاران (۱۳۸۹) به نتایج مشابهی دست یافتند، بطوری که در تمامی نمونه های مایونز کم چرب تولید شده میزان tanδ کمتر از یک بود. در بین تمامی نمونه‌ها، پایین‌ترین میزان تانژانت افت در نمونه شاهد مشاهده شد، که بیانگر این مطلب است که این نمونه نسبت به سایر نمونه‌ها خاصیت الاستیک بیشتری دارد. بالاترین میزان tanδ در نمونه SM_3 مشاهده شد که بیانگر گرایش این نمونه به رفتار شبه مایع است و دلیل آن ممکن است حضور میزان بالای آب در این نمونه باشد.



شکل۹- مقایسه تانژانت افت نمونه های مایونز. S: نمونه مایونز پرچرب (شاهد)، SM_1: نمونه مایونزی که ۲۵ درصد از روغن آن کاسته شده است، SM_2: نمونه مایونزی که ۵۰ درصد از روغن آن کاسته شده است، SM_3: نمونه مایونزی که ۷۵ درصد از روغن آن کاسته شده است.

ارزیابی حسی

نتایج بدست آمده از ارزیابی حسی نمونه های مایونز تهیه شده در این پژوهش در جدول ۶ نشان داده شده است. از نظر ارزیابان تمامی نمونه‌ها به لحاظ طعم اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند ($p>$۰/۰۵). از نظر رنگ نمونه شاهد و SM_1 کمترین امتیاز را کسب نمودند در حالیکه نمونه SM_2 و SM_3 دارای بیشترین امتیاز بودند و اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند ($p>$۰/۰۵). از نظر ویژگی بو، بیشترین و کمترین امتیاز به ترتیب مربوط به نمونه SM_3 و شاهد بود، اما در کل تمامی نمونه‌ها از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. بلحاظ بافت نیز با توجه به اینکه نمونه SM_3 بیشترین امتیاز را کسب نموده بود اما به لحاظ آماری تمامی نمونه‌ها با یکدیگر یکسان بودند و اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. از نظر ویژگی قوام نیز به لحاظ آماری تمامی نمونه‌ها اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند اما بیشترین امتیاز قوام مربوط به نمونه SM_1 بود. از نظر درخشندگی سطحی همان‌طورکه در جدول ۶ مشاهده می‌شود در نمونه شاهد کمترین درخشندگی را دارد اما به تدریج با اضافه شدن ماست این ویژگی در حال افزایش است به‌طوریکه در نمونه SM_3 به بالاترین سطح خود می‌رسد و بیشترین امتیاز را به خود اختصاص می-دهد در نتیجه نمونه SM_2 و SM_3 اختلاف معنی‌داری با نمونه شاهد و SM_1 دارند ($p<$۰/۰۵). به لحاظ ویژگی احساس دهانی، ارزیابان بیشترین امتیاز را به نمونه SM_3 و کمترین امتیاز را به نمونه SM_1 دادند اما از لحاظ آماری در کل نمونه‌ها اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند ($p>$۰/۰۵). در نهایت به لحاظ پذیرش کلی کمترین امتیاز به نمونه شاهد و بیشترین امتیاز به نمونه SM_3 تعلق گرفت و به لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری بین نمونه‌های SM_2 و SM_3 با نمونه‌های شاهد و SM_1 مشاهده شد. سیر صعودی نتایج حاصل از پذیرش کلی محصول، نشان داد که با افزودن ماست به سس مایونز مقبولیت آن از نظر مصرف‌کنندگان بیشتر شده است. در این جدول بیشترین امتیازات مربوط به سس مایونز کم‌چرب بود در حالیکه کمترین امتیازات به نمونه شاهد (سس مایونز پرچرب) تعلق گرفت. در نتیجه می‌توان با اضافه کردن ماست به سس مایونز چربی آن را به حداقل کاهش دهیم بدون آنکه از دیدگاه مصرف‌کننده مقبولیت آن کاسته شود.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج حاصل از آزمون‌های فیزیکوشیمیایی و ارزیابی حسی مشخص گردید که می‌توان ماست را به مقدار ۲۵ و ۵۰ درصد وزنی به سس مایونز اضافه نمود و محصولی با عنوان سس ماست تولید نمود زیرا که بر اساس آزمون‌های رئولوژیکی، با اضافه نمودن ماست می‌توان محصولی جدید و کم‌کالری با ویژگی‌های رئولوژیکی سس مایونز تولید نمود و از نظر ارزیابان امتیازاتی بالاتر از نمونه مایونز پرچرب کسب کند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٦- ارزیابی حسی نمونه های مایونز.

نمونه	طعم	رنگ	بو	بافت	قوام	درخشندگی سطحی	احساس دهانی	پذیرش کلی
S	۲/۸۰±۰/۳۷^{a}	۳/۰۰±۰/۴۴^{b}	۳/۴۰±۰/۵۰^{a}	۳/۲۰±۰/۴۸^{a}	۳/۶۰±۰/۴۰^{a}	۳/۰۰±۰/۵۴^{b}	۳/۰۰±۰۰^{ab}	۳/۱۴±۰/۲۵^{b}
SM_1	۲/۸۰±۰/۵۸^{a}	۳/۸۰±۰/۴۸^{ab}	۳/۶۰±۰/۲۴^{a}	۳/۲۰±۰/۳۷^{a}	۴/۰۰±۰/۳۱^{a}	۳/۸۰±۰/۳۷^{ab}	۲/۶۰±۰/۵۰^{b}	۳/۴۰±۰/۲۰^{ab}
SM_2	۳/۸۰±۰/۳۷^{a}	۴/۴۰±۰/۲۴^{a}	۴/۰۰±۰/۵۴^{a}	۳/۶۰±۰/۶۰^{a}	۳/۶۰±۰/۵۰^{a}	۴/۸۰±۰/۲۰^{a}	۳/۶۰±۰/۵۰^{ab}	۳/۹۷±۰/۲۹^{a}
SM_3	۳/۰۰±۰۰^{a}	۴/۶۰±۰/۴۰^{a}	۴/۲۰±۰/۳۷^{a}	۴/۶۰±۰/۲۴^{a}	۳/۸۰±۰/۳۷^{a}	۴/۴۰±۰/۲۴^{a}	۴/۲۰±۰/۳۷^{a}	۴/۱۱±۰/۱۲^{a}

S: نمونه مایونز پرچرب (شاهد)، SM_1: نمونه مایونزی که ۲۵ درصد از روغن آن کاسته شده است، SM_2: نمونه مایونزی که ۵۰ درصد از روغن آن کاسته شده است، SM_3: نمونه مایونزی که ۷۵ درصد از روغن آن کاسته شده است. حروف یکسان در ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار (در سطح ۵ درصد) است.

نتایج این پژوهش نشان داد که نمونه حاوی ۷۵ درصد ماست بیش‌ترین امتیاز را توسط ارزیابان به خود اختصاص داد اما از نظر آماری به لحاظ سفتی بافت، ویسکوزیته، پایداری و pH اختلاف معنی‌داری با نمونه شاهد داشت که پیش بینی می‌شود تمامی این مشکلات از کم بودن مقدار صمغ در این نمونه می‌باشد به دلیل اینکه صمغ‌ها می‌توانند ویسکوزیته و قوام نمونه‌های مایونز کم‌چرب را افزایش داده و موجب بهبود پایداری آن‌ها گردند. همان‌طورکه مشاهده می‌شود نمونه‌ی حاوی ۵۰ درصد ماست، پس از نمونه ۷۵ درصد ماست از نظر ارزیابان بهترین نمونه بود و همچنین این نمونه از نظر تمامی آزمایشات، به جز سفتی بافت، مورد قبول بود و به لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با نمونه شاهد نداشت. نمونه ۲۵ درصد ماست از نظر ارزیابان نتایج ضعیفی کسب نمود و به لحاظ کالری‌زایی و چربی نیز از نمونه ۵۰ و ۷۵ درصد نیز بیش‌تر بود اما از نظر آماری در تمامی آزمایش‌ها به جز انسجام بافت، اختلاف معنی‌داری با نمونه شاهد نداشت. از مجموع نتایج بدست آمده از آزمون‌ها می‌توان نتیجه گرفت که با کاربرد ماست در فرمولاسیون سس مایونز می‌توان سس کم-کالری بر پایه ماست با نتایج خوب از نظر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی، رئولوژیکی و ارگانولپتیکی تولید نمود. به دلیل اینکه ملاک اصلی برای انتخاب نمونه برتر، خواص ارگانولپتیکی بهتر و مقبولیت از نظر مصرف کننده می‌باشد، نمونه ۵۰ درصد ماست (SM_2) به دلیل کسب نتایج مثبت بیش‌تر، به عنوان نمونه برتر انتخاب گردید. ادامه این پژوهش به منظور صنعتی و نیمه صنعتی شدن تولید این فرآورده در حال انجام است.

سپاس‌گزاری

بدین‌وسیله از مدیریت و کارکنان محترم واحد تحقیقات و توسعه و واحد کنترل کیفیت شرکت صنایع شیر پگاه گلستان (آورتا) و مدیریت محترم موسسه آموزش عالی بهاران گرگان که در انجام این پژوهش همکاری صمیمانه داشتند قدردانی می‌گردد.

منابع

امیری، س. ۱۳۸۹. استخراج بتاگلوکان از جو بدون پوشینه و استفاده از آن در فرمولاسیون سس مایونز، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

امیری، س.، اعلمی، م.، رضایی، ر. ۱۳۸۹. بررسی تأثیر هیدروکلوئید دانه اسفرزه بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی ماست کم چرب. نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران، جلد۶، شماره ۳.

امیری،س.، اعلمی، م.، رضایی، ر. ۱۳۸۹. امکان سنجی قابلیت استفاده از صمغ کتیرا و مالتودکسترین به عنوان جایگزین چربی در سس مایونز. مجله الکترونیک فرآوری و نگهداری مواد غذایی جلد دوم، شماره سوم، پاییز۸۹.

طلوعی، ا .۱۳۸۹. استفاده از پکتین و اینولین به عنوان جایگزین چربی در سس مایونز. پایان نامه ی کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سبزوار.

عالم زاده، ط.، محمدی‌فر، م.ا.، عزیزی، م.ح.، و قناتی، ک. ۱۳۸۸. تأثیر دو گونه صمغ کتیرای ایرانی(اصفهان و اسفراین) بر ویژگی های رئولوژیک سس مایونز، فصلنامه علوم و غذایی ایران، دوره ۷، شماره ۳، پاییز ۱۳۸۹.

قنبرزاده، ب. ۱۳۸۸. مبانی رئولوژی مواد و بیوپلیمرهای غذایی، انتشارات دانشگاه تهران.

منصوری‌پور، ث.، میزانی، م.، مرادی، ص.، و علیمی، م. ۱۳۸۸. تأثیر کاربرد توأم صمغ کتیرا پولکی و کیتوزان بر ویژگی‌های رئولوژیکی سس مایونز. علوم غذایی و تغذیه، سال ۸، شماره ۲، بهار۱۳۹۰.

www.SID.ir

Archive of SID

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، آزمونهای شیمیایی سس مایونز ، استاندارد شماره ۲۴۵۴.

یاورمنش، م.، رضوی، م.ع.، حبیبی‌نجفی، م.ب.، و سهرابی‌بالسینی، م. ۱۳۸۶. بررسی خواص رئولوژیکی ماست ایرانی تهیه شده از استارترهای مختلف. همایش منطقه‌ای صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قوچان، اسفند ۸۶.

10- Akoh, C. C. 1998, Fat replacers. Food Technology. 52: 47–53.

Amiri Aghdaei, S.S., Aalami, M., Babaei Geefan, S. & Ranjbar, A. 2012. Application of Isfarzeh seed (Plantago ovate L.) mucilage as a fat mimetic in mayonnaise. Association of Food Scientists & Technologists (India).

Barbosa-canovas, G. V. & Ma, L. 1995. Rheological characterization of mayonnaise .part 2:flow and viscoelastic properties at different oil and xanthan gum concentrations. Journal of Food Engineering, 25, 409-425.

Depree, J. A., & Savage, G. P. 2001. Physical and flavour stability of mayonnaise. Trends in Food Science and Technology, 12, 157– 163.

Jones, S.A. 1996. Hand book of fat replacer.CRC,Florida. 350p.

Juszczak,L.,Fortuna,T.&Kosla,A. 2003.Sensory and rheological properties of polish commercial mayonnaise. Nahrung/food,47,No.4,232-235.

Liu, H., Xu, X.M. and Guo, Sh.D. 2007. Rheological, texture and sensory properties of low-fat mayonnaise with different fat mimetics. LWT. 40; 946-954.

Mancini,F.,Montanari,L.,Peressini,D.& Fantozzi,P.(2002).Influence of alginate concentration and molecular weight n functional properties of mayonnaise. j.lebensm-wiss.u.-technol., 35,517-527.

Mc Clements, D.J., and Demetriades, K. 1998.An integrated approach to the development of reduced-fat emulsions. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 38, 511-536.

Mun, S., Kim,Y.L., Kang, C., Kang, C., Shim, J., Kim, Y. 2009, Development of reduced-fat mayonnaise using 4[alpha]GTase-modified rice starch and xanthan gum. International Journal of Biological Macromolecules. 44(5): 400-407.

Netipramook, M. 1991. Development of reduced calorie salad dressings. Thesis M. Sc. In Agro-Industrial Product Department. Kasetsart Univ. Bankok. Thailand

Nikzade V, MazaheriTehrani M and Saadatmand-Tarzjan M. 2012. Optimization of low cholesterol-low fat mayonnaise formulation. Food Hydrocolloids 28: 344-352

Sharma,B.R., Dhuldhoya,N.C., Merchant,S.U.& Merchant,U.C. 2007. Hydrocolloids, efficient rheology control additives. ww.lucidgroup.com/knowledgecenter/hydrocolloids_efficient.pdf

Worrasinchai S, Suphantharika M, Pinjai S and Jamnong P. 2006. β-Glucan prepared from spent brewer's yeast as a fat replacer in mayonnaise. Food Hydrocolloids 20: 68–78.

Yilmazer, G. 1991, Effect of propylene glycol alginate and xanthan gum on stability of oil in water emulsions.j. food science on official publication of institute of food tech, 58(3), 513-517.

www.SID.ir

Archive of SID

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 12, No. 1, Apr. May. 2016, p. 34- 48

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۱۲، شماره ۱، فروردین-اردیبهشت ۱۳۹۵ ص.۴۸-۳۴

Physicochemical, textural, sensory and rheological properties of low-calorie mayonnaise with dairy-based

A.Rangriz[1], S.A.Mortazavi[2*], M.Khomeiri[3], S.S. Amiri Aghdaei[4]

Received: 2013.11.05
Accepted: 2014.12.07

Introduction: Traditional mayonnaise is probably one of the oldest and most widely used sauces in all over the world. Mayonnaise is a product with particular consistency and is classified as a type of oil in water emulsions. Vegetable oil, acetic acid, and egg yolk are main components of mayonnaise. In addition, mayonnaise may contain salt, sweeteners, spices, effective flavor materials, preservatives and stabilizers. It must contain at least 78.5 % of total fat and 6 % pureegg yolk. Due tohigh levels of oil present in mayonnaise, continuous usageof this product may result in diseases such as obesity,arteriosclerosis, hypertension and cardiovascular diseases.Therefore, consumers tend to consume low-fat products.

Yoghurt is a very useful fermented milk products in terms of lactic acid bacteria that have beneficial effects on human health and Because of the similarity between this productand mayonnaise in terms of rheological properties, Yoghurt have been selected as a fat mimetic in mayonnaise.Therefore, the objective of present study was to investigate the effects of partial fat substitutionby yoghurt on physicochemical, rheological and sensory properties of low fat mayonnaise.

Materials and methods

Mayonnaise preparation

One kilogram of each mayonnaise sample was prepared.Different recipes of mayonnaise contained yoghurt asfat mimetic (as % of oil and yoghurt) including (49.5 % & 25%), (33% & 50%), (16.5% & 75%). All formulations contained 13 % Egg yolk, 10 % Vinegar, 1 %Mustard, 1 % common salt ,4 % sugar , sodium benzoate 0.07 % , Xanthan gum 0.2%.Mayonnaise preparation procedure was as follows; firstlyegg and vinegar were mixed together and then all otherIngredients(including Yoghurt for the low fatmayonnaise recipes) except oil were added and mixed well. The oil was finally poured insidethe mixer very slowly and homogenized for 1 min. Subsamples (250 g) of mayonnaise were aseptically transferredto sterile 250 ml, Duran glass bottles withpolypropylenescrew caps and left for one-day at 5 °C.

Proximate composition analysis

Moisture, protein, and ash contents were determined accordingto AOAC (2005) official methods. Fat content wasmeasured by Bligh and Dyer (1959) method, and totalcarbohydrate content was calculated by difference.

Rheological measurements

Rheological measurements were performed after 24 hstorage using a Brookfield viscometer Model RVDV-IIwith aspindle no.6 at 5 °C and 25 °C. Shear stress data wereplotted versus shear rate for each mayonnaise sample ata range of spindle speed (10–200 rpm). Plots of Lnshear stress versus Ln shear rate (for each sample) werethen used to calculate values including flow behaviorindex (n) andconsistency coefficient (K).

Texture analysis

Mayonnaise samples were stored in refrigerator for 24 huntil texture analysis. The measurements were carriedout using a Brookfield texture analyzer (BrookfieldLFRA texture analyzer model number 4500 texture prolite) equipped with a 38 mm diameter cylindrical probeat 25 °C.

1- MSc Student, Department of Food Science and Technology, Sabzevar Islamic Azad University, Sabzevar, Iran.
2- Professor, Department of Food Science and Technology , Collage of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, mashhad, Iran.
3- Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources.
4- Lecturer, Department of Food Science and Technology, Baharan Institute of Higher Education, Gorgan, Iran.
(*- Corresponding author Email: mortazavi@yahoo.com)

www.SID.ir

Archive of SID

The condition of the analysis was as follows; one cyclewas applied, at a constant crosshead velocity of 1 mm/s to asample depth of 30 mm, and then returned. From the resultingforce-time curve, the values for texture attributes, i.e.firmness, adhesiveness, and consistency were obtained usingtexture pro lit software.

pH measurement and stability test

pH was determined using AOAC standard method at 25 °C. The samples were assessed for the stability test after 24 h storage at 35 °C. Mayonnaise stability wasdetermined after centrifugation (10 min, 2,500 rpm), andwas expressed as the volume of separated phase to the totalemulsion volume.

Color measurement

Mayonnaise samples were measured for color in the L*, a*,b* system using a Lovibond Colorimeter.

Sensory analysis

After 1 day storage Sensory characteristics including appearance,color, odor, texture, taste, and overall acceptabilitywere evaluated by 14 semi-trained panel on 5-point hedonicscale (1 = the least or the lowest; 5 = the most or thehighest).

Statistical analysis

All the tests were performed in triplicate. The data collectedwere analyzed by one-way analysis of variance (ANOVA),and significant differences of means were compared usingDuncan test at 5 % significance level using SAS softwareprogram.

Results and Discussion: In present study, physicochemical, texture, sensory and rheological properties were evaluated in mayonnaise formulation with dairy-based. Fat was partially substituted by yoghurt at levels of 25, 50 and 75% which were referred respectively as SM_1 (25% fat substitution level), SM_2 (50% fat substitution level) and SM_3 (75% fat substitution level) and the full fat mayonnaise (S) with 66 % oil was used as control sample. Results indicated that low-fat mayonnaise samples had considerably lower energy content compared with control sample, but higher water content than it. In terms of texture, SM_3 had lower hardness compared with control sample. The samples exhibited thixotropic and shear thinning behavior through rheological studies and all samples were classified in the group of solid viscoelastic materials because, in all samples, storage modulus was greater than loss modulus. Also, the loss tangent of low-fat mayonnaise samples were higher than the control sample which reflects the tendency of these samples behavior to pseudo-liquid behavior. Results of sensory evaluation demonstrated that SM_2 and SM_3samples, were more acceptable. It was concluded that yoghurt can be used as a suitable fat replacer in mayonnaise formulation.

Keywords: Low-fat mayonnaise, Yoghurt, Viscoelastic properties, Flow behavior.

www.SID.ir