مدل سازی و بهینه سازی خصوصیات بافتی سس مایونز کم کالری حاوی زانتان، گوار و نشاسته ذرت پری ژلاتینه به عنوان جانشین چربی

نازنین فاطمه رحمتی[1*]، مصطفی مظاهری تهرانی[2]، آرش کوچکی[2]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

۲- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

(تاریخ دریافت: ۹۰/۱۲/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۱/۸/۳)

چکیده

مایونز یکی از انواع امولسیون های روغن در آب می باشد که به طور معمول دارای ۷۰ تا ۸۰ درصد روغن است. آگاهی روز افزون مردم به عنوان مصرف کننده نسبت به اثرات سوء مصرف محصولات پر چرب، تولید کنندگان مواد غذایی را بر آن داشته است تا به دنبال راه چاره ای موثر برای غلبه بر این چالش باشند. در این تحقیق نمونه های سس مایونز با چربی کاهش یافته (۴۵ درصد روغن) با استفاده از جانشین های چربی زانتان (صفر تا ۰/۳ درصد)، گوار (صفر تا ۰/۳ درصد) و نشاسته ذرت پری ژلاتینه (۲ تا ۴ درصد) با به کارگیری طرح مرکب مرکزی تولید و صفات بافتی نمونه ها (سفتی، قوام، نیروی چسبندگی و چسبندگی) اندازه گیری و با نمونه شاهد حاوی ۷۰ درصد روغن مقایسه شدند. نتایج نشان داد که بیشترین مقادیر برای تمامی ویژگی های بافتی اندازه گیری شده مربوط به نمونه حاوی ۰/۳ درصد زانتان، ۰/۳ درصد گوار و ۴ درصد نشاسته و کمترین مقادیر مربوط به نمونه دارای ۲ درصد نشاسته و بدون حضور زانتان و گوار بود. اکثر نمونه های کم کالری بافت بهتر و قوام بیشتری نسبت به نمونه شاهد داشتند که بیان کننده توانایی بالای هیدروکلوئیدهای استفاده شده در ایجاد بافت بود. همچنین نتایج نشان دهنده اثر تشدید کنندگی بین زانتان و نشاسته ذرت پری ژلاتینه بود که منجر به افزایش قوام و بهبود بافت نمونه ها گردید. مدل سازی صفت های بافتی و ضریب تبیین بالای مدل های بدست آمده حاکی از قدرت بالای مدل ها در تخمین داده و تطابق مناسب داده های حاصل از اندازه گیری با اعداد تخمین زده شده توسط مدل ها بود.

کلید واژگان: سس مایونز، خصوصیات بافتی، صمغ زانتان، صمغ گوار، نشاسته ذرت پری ژلاتینه

*مسئول مکاتبات: nf_rahmati@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

۱- مقدمه

بر اساس استاندارد ایران، مایونز چاشنی است که از امولسیون شدن روغن های گیاهی خوراکی در یک فاز مایع حاوی سرکه بوجود می‌آید و این امولسیون روغن در آب توسط ترکیبات امولسیفایری موجود در زرده تخم مرغ پایدار می‌گردد [۱].

چربی ها به عنوان تامین کننده مهم انرژی برای رشد، تأمین اسیدهای چرب ضروری و به عنوان منبعی از ویتامین های محلول در چربی، ضروری هستند. در دهه های اخیر مصرف روغن ها و چربی ها افزایش قابل توجهی یافته است. از جمله دلایل این افزایش، مصرف برخی از مواد غذایی می باشد که برای ایجاد ویژگی های بافتی مناسب، در تولید آنها از روغن به مقدار زیادی استفاده می شود. یک مثال مشخص در این رابطه سس های سالاد هستند [۲]. تاکنون تحقیقات زیادی برای تولید سس مایونز کم کالری با استفاده از ترکیبات مختلف صورت گرفته است. لیو و همکاران (۲۰۰۷) امکان استفاده از پکتین را در کاهش روغن در سس مایونز مورد بررسی قرار دادند. این محققین بیان نمودند که با استفاده از پکتین می توان سطح روغن را در سس مایونز از ۸۰ درصد به ۴۰ درصد کاهش داد و محصولی با بافت و پذیرش حسی بدون تفاوت معنی دار با نمونه شاهد پر چرب تولید کرد اما اندازه ذرات این محصول ۸ برابر بزرگتر از اندازه ذرات نمونه شاهد بود [۳]. وراسینچای و همکاران (۲۰۰۵) از بتا گلوکان جهت تهیه سس مایونز کم چرب استفاده نمودند و مشاهده کردند که مایونز کم چرب تولیدی دارای پایداری بیشتر نسبت به مایونز پر چرب است و جایگزینی روغن حداکثر تا مقدار ۵۰ درصد از مقدار روغن اولیه (کاهش روغن از ۸۲ درصد به ۴۱ درصد) صدمه ای را به ویژگی های حسی سس مایونز وارد نکرده است [۴]. مان و همکاران (۲۰۰۹) اثر نشاسته اصلاح شده با آنزیم 4α-GTASE به همراه صمغ زانتان را در کاهش روغن سس مایونز مورد بررسی قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که محصول با ۳۷/۵ درصد روغن، ۵/۶ درصد نشاسته و ۰/۱ درصد زانتان بیشترین شباهت را در ظاهر و ویژگی های رئولوژیکی با نمونه پر چرب داشته است [۵]. سو و همکاران (۲۰۱۰) از زانتان و فیبر مرکبات هر کدام به تنهایی و به صورت ترکیبی با گوار برای کاهش روغن از ۷۳ درصد به ۳۶/۵ درصد استفاده کردند. نتایج حاکی از آن بود که وقتی از مخلوط ۱ درصد فیبر مرکبات - ۰/۵ درصد گوار و همچنین مخلوط ۱/۵ درصد صمغ زانتان - ۱ درصد صمغ گوار به عنوان جایگزین چربی در سس مایونز استفاده شد، تفاوت معنی داری در تنش تسلیم، ویسکوزیته و شاخص رفتار جریان این نمونه ها با نمونه شاهد (بدون صمغ) مشاهده نگردید [۶]. شن و همکاران (۲۰۱۰)، امیرکاوئی و همکاران (۱۳۸۳) و دهقان و همکاران (۱۳۸۷) نیز به ترتیب امکان استفاده از دکسترین جو، مالتو دکسترین به همراه صمغ زانتان و نشاسته پری ژلاتینه گندم را در تولید سس مایونز کم کالری مورد بررسی قرار دادند [۷]، [۲]، [۸].

با توجه به اثرات سوء روغن بر سلامتی و آثار قابل توجه غلطت پایین هیدروکلوئیدها مانند نشاسته ها و صمغ ها بر خواص سیستم های غذایی و در بسیاری از موارد صرفه اقتصادی آنها، می توان از این ترکیبات در اصلاح ویژگی ها و فرموله کردن مواد غذایی جدید استفاده کرد [۹]. صمغ ها جزئی از فرمول تولید اکثر سس ها هستند. این پلی ساکاریدها با افزایش غلظت فاز پیوسته موجب کاهش چسبندگی و متراکم شدن قطرات چربی و کاهش احتمال برخورد و اتصال این قطرات به یکدیگر از طریق کاهش آزادی و حرکت قطرات پراکنده امولسیون گردیده و در نتیجه موجب ثبات امولسیون می گردند [۱۰]. بر این اساس اهداف تحقیق حاضر را می توان ۱- تولید سس مایونز با چربی و تخم مرغ کاهش یافته با استفاده از زانتان، گوار و نشاسته ذرت پری ژلاتینه به عنوان جانشین چربی و شیر سویا به عنوان جایگزین قسمتی از تخم مرغ، ۲- بررسی خصوصیات بافتی محصول و ۳- بهینه سازی بافت به روش سطح پاسخ[1] و یافتن بهترین مدل جهت تخمین داده بیان نمود.

1. Response surface method

Archive of SID

www.SID.ir

۲- مواد و روش ها

۲-۱- مواد

روغن آفتابگردان، تخم مرغ، سرکه، شکر، نمک و پودر خردل از بازار تهیه شدند. آرد سویای کامل (۴۰ درصد پروتئین) از کارخانه توس سویا (مشهد)، اسید سیتریک از شرکت مرک (آلمان)، صمغ های زانتان و گوار از شرکت Sigma Aldrich (آمریکا) و نشاسته ذرت پری ژلاتینه از کارخانه پارس استا (تهران) خریداری شدند.

۲-۲- روش ها

۲-۲-۱- تهیه شیر سویا

آب با دمای بین ۹۰ تا ۹۵ درجه سلسیوس با نسبت ۳ به ۱ به آرد کامل سویا (با ۴۰ درصد پروتئین) اضافه و با همزن (SINBO SMX 2725 STAND MIXER, China) با سرعت ۱ دستگاه به مدت ۲۰ دقیقه مخلوط شد.

۲-۲-۲- تهیه سس مایونز

بر طبق استاندارد ایران اگر میزان چربی در سس مایونز با ۶۶ درصد روغن حداقل ۲۵ درصد کاهش یابد سس با چربی کاهش یافته[1] و اگر حداقل ۵۰ درصد کاهش یابد سس کم چرب[2] خواهد بود [۱]. ۲۰ نمونه سس مایونز با چربی کاهش یافته (۴۵ درصد روغن) و نسبت های مختلف بین سه فاکتور زانتان (صفر تا ۰/۳ درصد)، گوار (صفر تا ۰/۳ درصد) و نشاسته ذرت پری ژلاتینه (۲ تا ۴ درصد) بر اساس طرح مرکب مرکزی[3] (روش سطح پاسخ) تولید شدند. مخلوط تخم مرغ – شیر سویا (۵۰:۵۰) امولسیفایر تمامی نمونه ها در نظر گرفته شد. دو نمونه سس مایونز پر چرب به عنوان شاهد با ۷۰ درصد روغن، نمونه اول با مخلوط تخم مرغ – شیر سویا (۵۰ :۵۰) و شاهد دوم با تخم مرغ کامل به عنوان امولسیفایر جهت مقایسه بافت تهیه شدند.

شکل ۱ فرآیند تولید نمونه های سس مایونز را نشان می دهد. مواد اولیه استفاده شده بر حسب درصد وزنی در جدول ۱ و نسبت های مختلف زانتان، گوار و نشاسته ذرت پری ژلاتینه در جدول ۲ آورده شده است.

۲-۲-۳- بررسی خصوصیات بافتی

برای سنجش بافت نمونه های سس از دستگاه آنالیز بافت (QTS 25 Faranel CNS، انگلیس) استفاده و صفات بافتی نمونه ها شامل سفتی[4]، قوام[5]، نیروی چسبندگی[6] و چسبندگی[7] مورد ارزیابی قرار گرفتند. اندازه گیری با روش بک اکستروژن و با استفاده از ظرف اندازه گیری با ارتفاع ۵۵ و قطر داخلی ۴۵ میلی متر و پروب با قطر ۴۲ میلی متر انجام شد. عمق نفوذ پروب به داخل نمونه معادل با ۳۰ میلی متر در نظر گرفته شد.

۲-۲-۴- آنالیز آماری

روش سطح پاسخ یکی از انواع طرح های آماری مورد استفاده برای بهینه سازی می باشد. استفاده از روش های بهینه سازی در تولید، منجر به صرفه جویی در زمان، هزینه و استفاده از مواد اولیه کمتر و دریافت نتیجه مطلوب و بدست آوردن مدل پیشگوی داده می شود.

در این تحقیق طرح مرکب مرکزی که یکی از انواع طرح های سطح پاسخ است با ۳ فاکتور زانتان (صفر تا ۰/۳ درصد)، گوار (صفر تا ۰/۳ درصد) و نشاسته ذرت پری ژلاتینه (۲ تا ۴ درصد) جهت تولید ۲۰ نمونه سس مایونز با چربی کاهش یافته مورد استفاده قرار گرفت. در نهایت مدل پیشگو برای هر یک از صفت های مورد اندازه گیری بدست آمده و فرمولاسیون نمونه بهینه تعیین شد. آنالیز داده و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار Design expert نسخه 6.0.2 صورت پذیرفت.

1. Reduced fat
2. Low fat
3. Central composite design

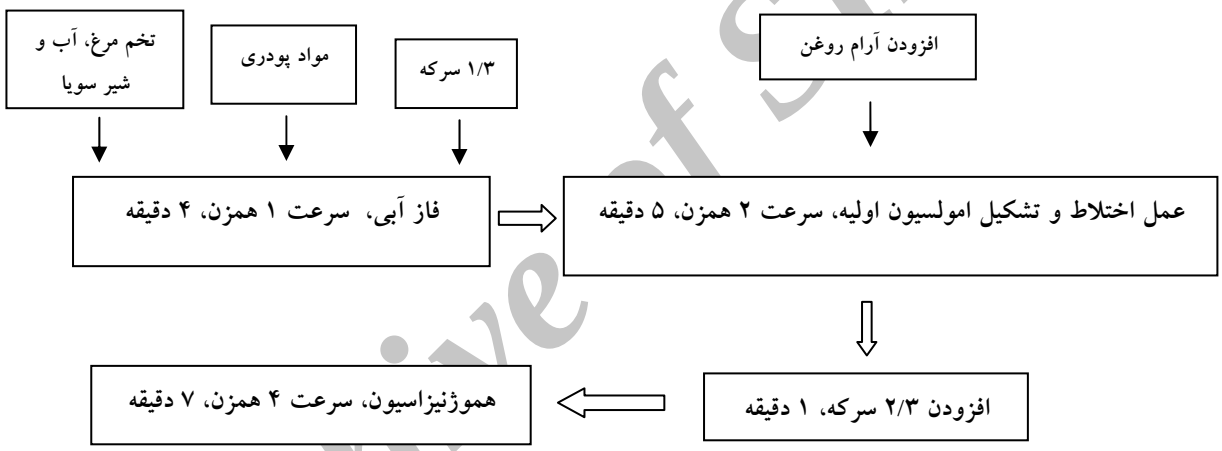
4. Firmness
5. Consistency
6. Adhesive force
7 Adhesiveness

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱ مواد اولیه استفاده شده برای تولید نمونه های مختلف سس مایونز بر حسب درصد وزنی

نوع نمونه	روغن آفتابگردان	تخم مرغ	شیر سویا	سرکه	نمک	شکر	اسید سیتریک	خردل	زانتان، گوار، نشاسته ذرت پری ژلاتینه	آب
با چربی کاهش یافته	٪۴۵	٪۶	٪۶	٪۱۲	٪۰/۵	٪۵	٪۰/۱	٪۰/۴	طبق جدول ۲	تا ٪۱۰۰
شاهد ۱	٪۷۰	٪۶	٪۶	٪۱۲	٪۰/۵	٪۵	٪۰/۱	٪۰/۴	۰	۰
شاهد ۲	٪۷۰	٪۱۲	۰	٪۱۲	٪۰/۵	٪۵	٪۰/۱	٪۰/۴	۰	۰



شکل ۱ فرآیند تولید سس مایونز

۳- نتایج و بحث

۳-۱- صفات بافتی

اعداد مربوط به ویژگی های بافتی نمونه های مختلف سس مایونز در جدول ۲ قابل مشاهده است. همانطور که مشاهده می شود با افزایش میزان هیدروکلوئید در فرمولاسیون سس مایونز اعداد مربوط به این چهار ویژگی بافتی افزایش یافته است.

نتایج آنالیز واریانس داده ها و میزان عدم برازش برای هر مدل در جدول ۳ آورده شده است. با توجه به داده های موجود در جدول ۳ مشخص شد که حضور هر سه هیدروکلوئید استفاده شده در ایجاد ویژگی های بافتی سس مایونز معنی دار بوده است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲ تاثیر زانتان، گوار و نشاسته ذرت پری ژلاتینه بر صفات بافتی نمونه های سس مایونز

چسبندگی (نیوتن.ثانیه)	نیروی چسبندگی (نیوتن)	قوام (نیوتن.ثانیه)	سفتی (نیوتن)	نشاسته ذرت پری ژلاتینه	صمغ گوار	صمغ زانتان	تیمار
۱۳/۳۷	۱/۰۱	۳۰/۱۴	۱/۲۳	۴	۰/۳	۰	۱
۴۰/۵۶	۳/۱۲	۸۷/۶۷	۳/۷۰	۴	۰/۳	۰/۳	۲
۳۲/۸۶	۲/۲۸	۶۳/۰۸	۲/۵۹	۳	۰/۱۵	۰/۳	۳
۱۸/۲۲	۱/۳۸	۳۹/۶۱	۱/۶۷	۳	۰/۱۵	۰/۱۵	۴
۱۴/۱۷	۱/۰۱	۳۰/۹۴	۱/۲۴	۲	۰	۰/۳	۵
۱۷/۴۴	۱/۴۰	۳۹/۰۲	۱/۶۸	۳	۰/۱۵	۰/۱۵	۶
۸/۳۵	۰/۷۸	۲۴/۲۷	۱/۰۰	۴	۰	۰	۷
۱۰/۸	۰/۷۸	۲۲/۷۳	۰/۹۴	۳	۰/۱۵	۰	۸
۱۷/۶۳	۱/۴۷	۴۳/۵۵	۱/۹۲	۲	۰/۳	۰/۳	۹
۹۵/۱۸	۱/۴۱	۴۰/۸۲	۱/۷۳	۳	۰/۱۵	۰/۱۵	۱۰
۸/۹۶	۰/۶۰	۱۶/۷۶	۰/۷۱	۲	۰/۳	۰	۱۱
۱۶/۶۲	۱/۰۶	۳۲/۶۵	۱/۳۳	۳	۰	۰/۱۵	۱۲
۲۳/۰۱	۱/۶۵	۴۸/۶۰	۱/۹۵	۳	۰/۱۵	۰/۱۵	۱۳
۲۴/۹۲	۱/۷۳	۵۵/۷۴	۲/۳۶	۳	۰/۳	۰/۱۵	۱۴
۱۸/۸۸	۱/۴۵	۴۴/۰۴	۱/۸۳	۳	۰/۱۵	۰/۱۵	۱۵
۲۶/۵۷	۲/۱۷	۶۳/۳۳	۲/۶۹	۴	۰/۱۵	۰/۱۵	۱۶
۱۰/۲۴	۰/۷۹	۲۴/۲۸	۱/۰۰	۲	۰/۱۵	۰/۱۵	۱۷
۳۲/۵۶	۲/۳۲	۷۵/۲۱	۳/۲۸	۴	۰	۰/۳	۱۸
۱۸/۱۵	۱/۳۸	۳۶/۶۷	۱/۷۲	۳	۰/۱۵	۰/۱۵	۱۹
۲/۱۴	۰/۱۴	۵/۵۵	۰/۲۱	۲	۰	۰	۲۰
۵/۳۵	۰/۴۱	۱۲/۹۶	۰/۵۵	۰	۰	۰	شاهد ۱
۵/۸۵	۰/۴۷	۱۴/۳۹	۰/۶۰	۰	۰	۰	شاهد ۲

جدول ۴ مدل های مربوط به ۴ ویژگی بافتی مورد مطالعه را نشان می دهد. معمولا در طرح های بهینه سازی از ضریب تبیین، ضریب تبیین تصحیح شده و فاکتور عدم برازش برای سنجش کارایی یک مدل پیشگو در تخمین اعداد استفاده می شود. ضریب تبیین (R^2) بالا برای یک مدل نشان دهنده کارایی بالای آن مدل در تخمین و پیشگویی داده می باشد. ضریب تبیین کم و عدم برازش معنی دار نشان دهنده این است که اعداد اندازه گیری شده تطابق قابل قبولی با اعداد تخمین زده شده توسط مدل ندارند. با توجه به ضریب تبیین و ضریب تبیین تصحیح شده مدل ها (جدول ۴) مشخص است که مدل های مربوط به هر ۴ صفت بافتی از قدرت پیشگویی بسیار بالایی برخوردار هستند. همچنین نتایج نشان دهنده میزان عدم برازش غیر معنی دار (جدول ۳) برای مدل ها بود. غیر معنی دار بودن میزان عدم برازش به این معناست که دلیلی برای عدم صحت داده های حاصل از مدل پیشگو وجود ندارد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳ نتایج آنالیز واریانس داده های مربوط به ویژگی های بافتی

منبع	سفتی			قوام			نیروی چسبندگی			چسبندگی		
	میانگین مربعات	ارزش F	ارزش P	میانگین مربعات	ارزش F	ارزش P	میانگین مربعات	ارزش F	ارزش P	میانگین مربعات	ارزش F	ارزش P
مدل	۱/۵۳	۶۴/۳۲	<۰/۰۰۰۱	۸۲۸/۱۶	۳۷/۳۳	<۰/۰۰۰۱	۰/۹۹	۵۱/۵۱	<۰/۰۰۰۱	۱۷۸/۳۰	۴۲/۳۴	<۰/۰۰۰۱
زانتان	۷/۴۶	۳۱۳/۶۰	<۰/۰۰۰۱	۴۰۴۰/۱۰	۱۸۲/۱۰	<۰/۰۰۰۱	۴/۷۵	۲۴۵/۹۶	<۰/۰۰۰۱	۸۸۶/۶۱	۱۷۱/۱۷	<۰/۰۰۰۱
گوار	۰/۷۶	۳۲/۰۰	۰/۰۰۰۲	۴۲۵/۶۳	۱۹/۱۸	۰/۰۰۱۴	۰/۶۹	۳۵/۵۷	۰/۰۰۰۱	۹۹/۸۶	۱۹/۲۸	۰/۰۰۱۴
نشاسته	۴/۶۵	۱۹۵/۴۰	<۰/۰۰۰۱	۲۵۴۵/۳۰	۱۱۴/۷۲	<۰/۰۰۰۱	۲/۹۱	۱۵۰/۵۲	<۰/۰۰۰۱	۴۶۶/۰۸	۸۹/۹۸	<۰/۰۰۰۱
زانتان[۲]	۰/۰۱۶	۰/۶۹	۰/۴۲۵۶	۸/۲۰	۰/۳۷	۰/۵۵۶۷	۰/۰۰۰۲۲	۰/۰۱۲	۰/۹۱۵۷	۱/۳۳	۰/۲۶	۰/۶۲۳۱
گوار[۲]	۰/۰۰۶۱۴	۰/۲۶	۰/۶۲۲۴	۰/۵۳	۰/۰۲۴	۰/۸۸۰۷	۰/۰۴۴	۲/۲۶	۰/۱۶۳۸	۰/۳۶	۰/۰۷۰	۰/۷۹۶۳
نشاسته[۲]	۰/۰۰۰۰۲	۰/۰۰۰۸۵۹	۰/۹۷۷۲	۱/۸۸	۰/۰۸۵	۰/۷۷۶۸	۰/۰۰۴۶	۰/۲۴	۰/۶۳۵۹	۲۰/۴۸	۳/۹۵	۰/۰۷۴۸
زانتان× گوار	۰/۰۱۷	۰/۷۲	۰/۴۱۶۳	۷/۹۸	۰/۳۶	۰/۵۶۲۰	۰/۰۴۱	۲/۱۰	۰/۱۷۷۵	۰/۰۱۸	۰/۰۰۳۴	۰/۹۵۴۱
زانتان× نشاسته	۰/۷۹	۳۳/۰۸	۰/۰۰۰۲	۳۹۶/۰۷	۱۷/۸۵	۰/۰۰۱۸	۰/۴۶	۲۳/۶۳	۰/۰۰۰۷	۱۱۷/۸۱	۲۲/۷۵	۰/۰۰۰۸
گوار×نشاسته	۰/۰۳۵	۱/۴۸	۰/۲۵۲۴	۳/۷۷	۰/۱۷	۰/۶۸۹۰	۰/۰۰۱۵	۰/۰۷۸	۰/۷۸۵۲	۰/۹۴	۰/۱۸	۰/۶۷۹۴
باقی مانده	۰/۰۲۴			۲۲/۱۹			۰/۰۱۹			۵/۱۸		
عدم برازش	۰/۰۳۶	۳/۱۱	۰/۱۱۹۴	۲۶/۳۰	۱/۴۶	۰/۳۴۵۳	۰/۰۲۸	۲/۵۹	۰/۱۵۹۷	۶/۴۰	۱/۶۲	۰/۳۰۵۴
خطای خالص	۰/۰۱۲			۱۸/۰۷			۰/۰۱۱			۳/۹۶		

جدول ۴ مدل های پیشگو برای سفتی، قوام، نیروی چسبندگی و چسبندگی بافت نمونه های سس مایونز

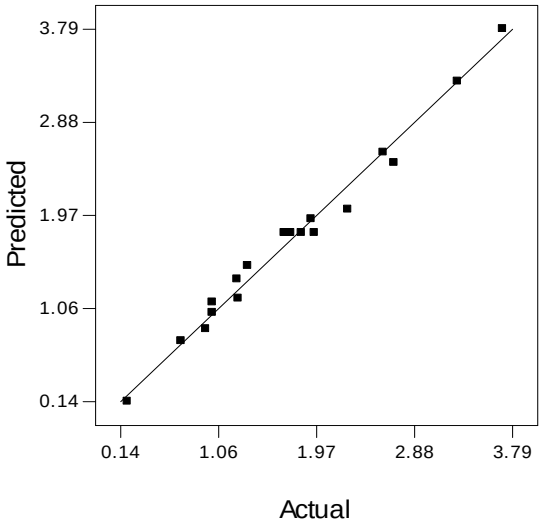
صفت بافتی	مدل پیشگو	ضریب تبیین	ضریب تبیین تصحیح شده
سفتی	$Firmness = -0.702+0.20\times Xa^{***}+3.48\times Gu^{***}+0.41\times St^{***}-3.43\times Xa^2-2.1\times Gu^2+2.72\ E-003\times St^2+2.05\times Xa\times Gu+2.09\times Xa\times St^{***}-0.44\times Gu\times St$	۰/۹۸۳	۰/۹۶۷
قوام	$Consistency = -21.31+9.64\times Xa^{***}+56.39\times Gu^{**}+14.56\times St^{***}-76.76\times Xa^2-19.43\times Gu^2-0.82\times St^2+44.38\times Xa\times Gu+46.90\times Xa\times St^{**}-4.57\times Gu\times St$	۰/۹۷۱	۰/۹۴۵
نیروی چسبندگی	$Adhesive\ force = -0.748\times-0.77\times Xa^{***}+2.67\times Gu^{***}+0.53\times St^{***}+0.40\times Xa^2-5.59\times Gu^2-0.04\times St^2+3.16\times Xa\times Gu+1.59\times Xa\times St^{***}+0.09\times Gu\times St$	۰/۹۷۸	۰/۹۵۹
چسبندگی	$Adhesiveness = -24.87-22.93\times Xa^{***}+19.38\times Gu^{**}+19.02\times St^{***}+30.92\times Xa^2-16.18\times Gu^2-2.72\times St^2-2.11\times Xa\times Gu+25.58\times Xa\times St^{***}+2.28\times Gu\times St$	۰/۹۶۸	۰/۹۴۰

*: $P < 0.05$, **: $P < 0.01$, ***: $P < 0.001$; Xa: xanthan, Gu: guar, St: starch.

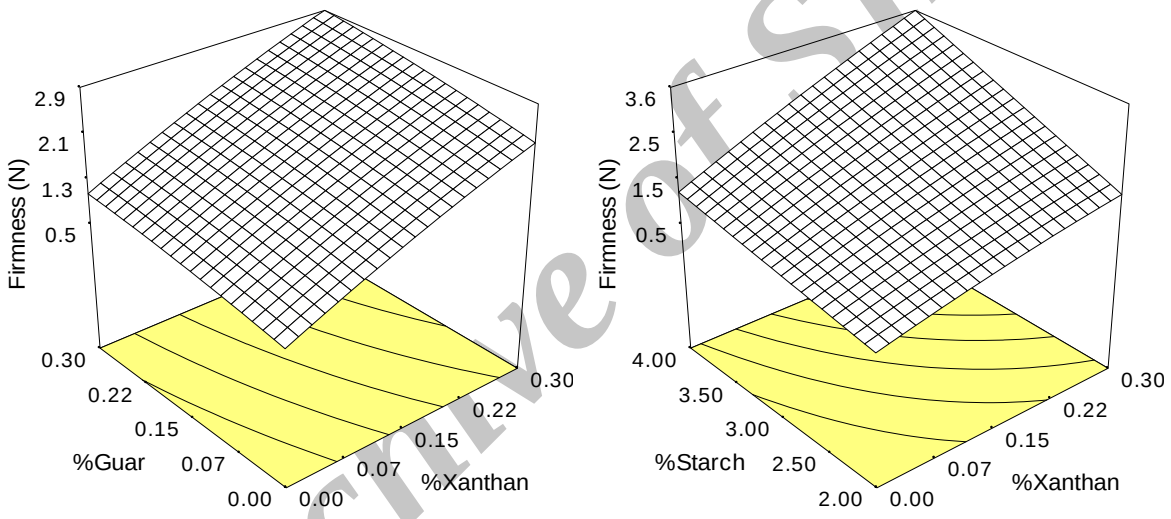
شکل ۲ نشان دهنده مقادیر پیش بینی شده برای سفتی توسط مدل در برابر نتایج حاصل از اندازه گیری این کمیت می باشد. با توجه به پراکندگی مناسب داده ها در اطراف خط برازش و تطابق مناسب داده ها، می توان توانایی بالایی را برای مدل متصور شد. شکل ۳ نشان دهنده چگونگی تاثیر تیمارها بر سفتی بافت نمونه های سس مایونز می باشد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲ مقادیر پیش بینی شده توسط مدل در برابر مقادیر اندازه گیری شده برای سفتی بافت



شکل ۳ نمودارهای رویه برای سفتی بافت و چگونگی تاثیرگذاری تیمارها بر مدل

نتایج آنالیز واریانس و نمودارهای رویه نشان دهنده اثر بیشتر زانتان بر سفتی و دیگر ویژگی های بافتی می باشد و بعد از این صمغ به ترتیب نشاسته ذرت پری ژل و گوار بر ویژگی های بافتی تاثیرگذار بوده اند. دیگر محققین نیز پتانسیل بالای زانتان در جذب آب، افزایش ویسکوزیته و قوام را گزارش کرده اند. حضور بار منفی در ساختار زانتان، وزن مولکولی بالا، ساختار مارپیچی با استحکام بالا و ایجاد تجمعاتی از طریق برقراری پیوند هیدروژنی دلایل افزایش ویسکوزیته محلول های حاوی زانتان گزارش شده است [۱۳- ۱۶].

همچنین نتایج نشان دهنده وجود رابطه سینرژیست بین زانتان و نشاسته ذرت پری ژلاتینه بود به طوریکه در تمامی غلظت های نشاسته افزایش زانتان باعث افزایش قابل توجه سفتی بافت نمونه ها شد. این اثر تشدید کنندگی بین زانتان و نشاسته باعث ایجاد بافتی با قوام بیشتر برای نمونه های حاوی این دو هیدروکلوئید گردید.

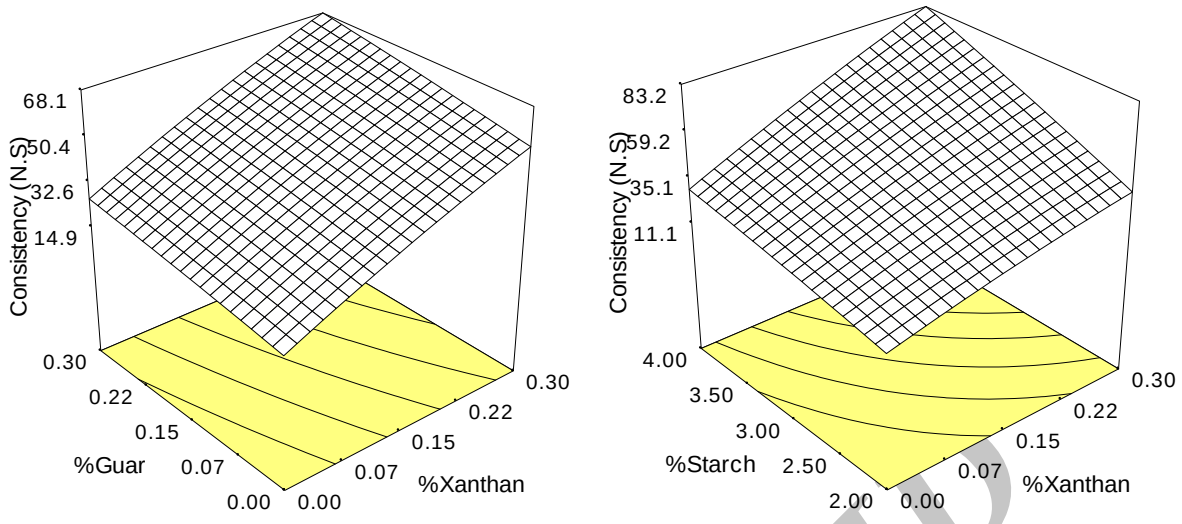
شکل ۴ نشان دهنده چگونگی اثرگذاری تیمارها بر قوام بافت است. برای این صفت نیز روندی مشابه آنچه در مورد سفتی بافت بیان گردید، مشاهده شد.

با توجه به نتایج آنالیز واریانس که نشان دهنده تاثیر بیشتر اثر متقابل زانتان و نشاسته ذرت پری ژلاتینه در بین تمامی اثرهای

Archive of SID

www.SID.ir

متقابل بر مدل قوام بافت می باشد، می توان وجود بر هم کنش بین این دو ترکیب را مسئول این پدیده دانست.



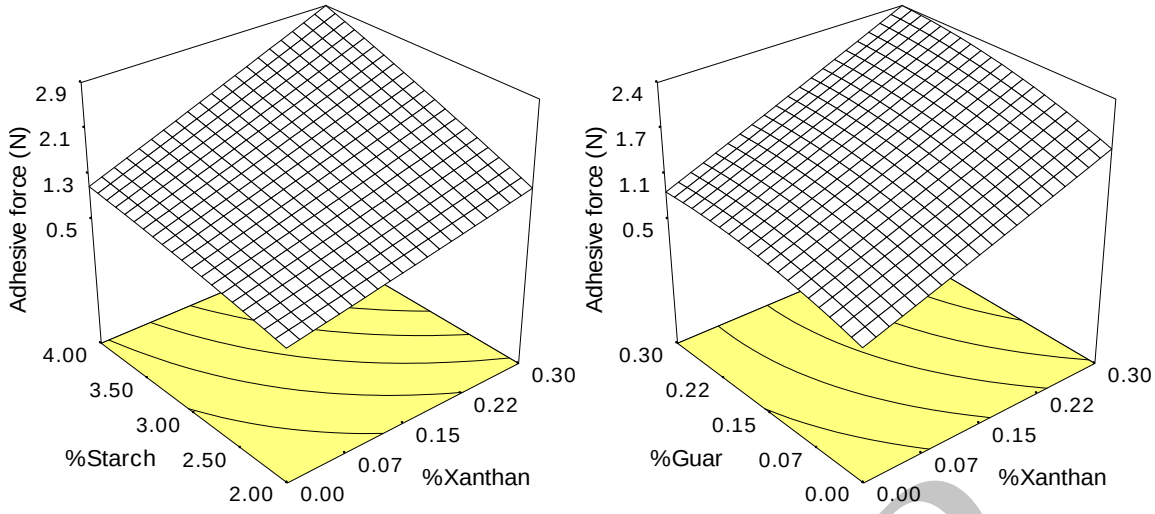
شکل ۴ نمودارهای رویه برای قوام بافت و چگونگی تاثیرگذاری تیمارها بر مدل

وبر و همکاران (۲۰۰۹) به بررسی نوع پیوند ایجاد کننده بر هم کنش صمغ های زانتان و گوار با نشاسته ذرت با استفاده از اشعه مادون قرمز پرداختند. در این پژوهش هیچ نوع پیوند کووالانسی بین نشاسته و این صمغ ها مشاهده نشد، بنابراین این محققین بیان نمودند که تنها نوع پیوند ممکن در ایجاد این اثر متقابل پیوند هیدروژنی می باشد [۱۷]. همچنین اثر تشدید کنندگی بین زانتان و یک نوع نشاسته اصلاح شده[1] توسط دولز و همکاران (۲۰۰۷) در سس مایونز با ۳۴ درصد روغن گزارش شد. این محققین بیان نمودند که با به کارگیری مخلوط صمغ زانتان و نشاسته، قوام بیشتری نسبت به هنگامی که از مخلوط نشاسته – صمغ لوکاست و یا مخلوط نشاسته – صمغ زانتان – صمغ لوکاست به عنوان جایگزین چربی استفاده می شود برای سس مایونز حاصل خواهد شد که علت مشاهده این نتیجه اثر متقابل بیشتر بین این دو ترکیب بیان شد [۱۸]. دلیل این پدیده احتمالا مربوط به بهم پیوستن مولکول های هیدروکلوئیدهای موجود در سیستم مخلوط می باشد که باعث افزایش حجم هیدرودینامیک در اثر بر هم کنش هیدروکلوئیدها می شود. حجم هیدرودینامیک فضایی است که هر مولکول پلیمر بعد از قرار گرفتن در آب و جذب آب پیدا می کند. هر چه حجم هیدرودینامیک یک پلیمر بیشتر باشد تاثیر آن بر ویژگی های بافتی بیشتر است زیرا با آب درگیری بیشتری پیدا می کند [۱۹]. نتایج نشان داد که اکثر نمونه ها، قوام بافت بیشتری نسبت به نمونه های شاهد داشتند که بیانگر قدرت بالای هیدروکلوئیدهای به کار گرفته شده و تاثیرگذاری بر بهبود ویژگی های بافتی می باشد. وراسینچای و همکاران (۲۰۰۵) میزان سفتی بافت و چسبندگی بیشتری را برای نمونه های سس مایونز رژیمی با ۲۰ و ۴۰ درصد روغن و بتا گلوکان به عنوان جایگزین چربی نسبت به نمونه شاهد دارای ۸۰ درصد روغن گزارش نمودند [۴]. لیو و همکاران (۲۰۰۶) نیز میزان سفتی بیشتری را برای نمونه با ۴۰ درصد روغن و دارای ژل پکتین به عنوان جایگزین چربی نسبت به نمونه شاهد با ۸۰ درصد روغن گزارش کردند. همچنین نتایج این تحقیق نشان داد که نمونه های حاوی ژل پکتین میکروپارتیکل شده یا مخلوط پروتئین آب پنیر– پکتین بافت ضعیف تری نسبت به نمونه شاهد داشته اند [۳]. بنابراین انتخاب نوع جایگزین چربی در محصولات رژیمی با توجه به اینکه روغن نقشی مهم در ایجاد بافت محصولات غذایی دارد، می تواند به عنوان نکته ای کلیدی در تولید محصولات با میزان روغن کمتر در نظر گرفته شود.

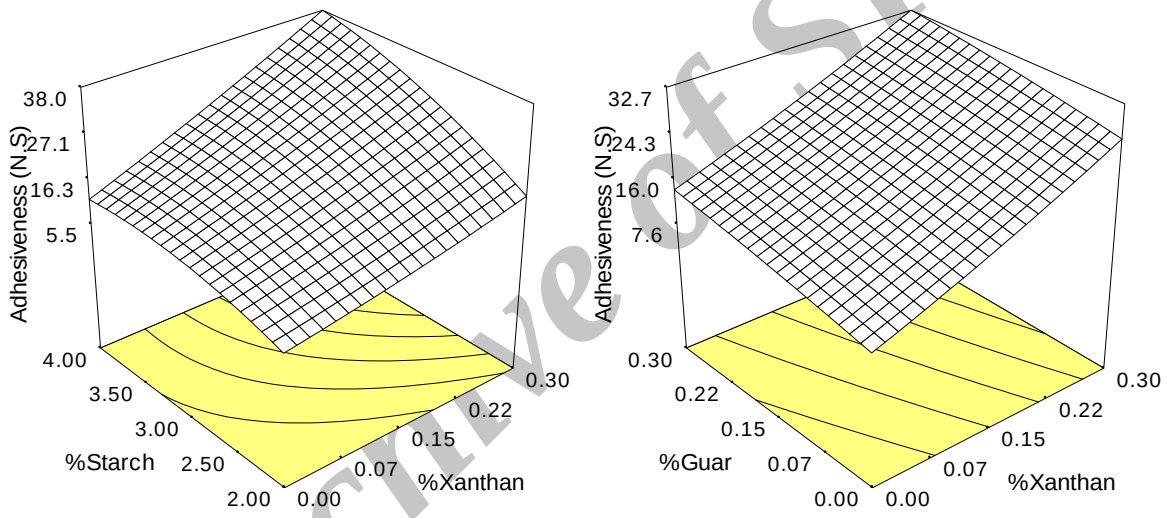
1. Acetylated distarch adipate

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۵ نمودارهای رویه برای نیروی چسبندگی و چگونگی تاثیرگذاری تیمارها بر مدل



شکل ۶ نمودارهای رویه برای چسبندگی بافت و چگونگی تاثیرگذاری تیمارها بر مدل

با توجه به شکل های ۵ و ۶، می توان دریافت که در مورد نیروی چسبندگی و چسبندگی نیز زانتان بیشترین تاثیر را داشته است. شکل ها و نتایج آنالیز واریانس بیان کننده این مطلب است که در صورت به کارگیری زانتان و نشاسته ذرت پری ژلاتینه چسبندگی بیشتری نسبت به آنچه وقتی زانتان و گوار به همراه هم به کار می روند برای بافت سس مایونز ایجاد خواهد شد. این نتیجه نیز تایید کننده وجود اثر متقابل بین زانتان و نشاسته ذرت پری ژلاتینه می باشد. حضور زانتان در سس های سالاد باعث ریزش راحت تر آنها (به دلیل ویژگی شل شوندگی با برش زانتان) و از طرف دیگر باعث چسبیدن سس به مواد تشکیل دهنده سالاد می شود. همچنین از زانتان به عنوان یکی از ترکیبات تشکیل دهنده فرمولاسیون چسب ها و نیز در فرمولاسیون خمیر دندان به عنوان پیوند دهنده استفاده می شود که نشان دهنده خاصیت چسبندگی این ترکیب است [۲۰]. نشاسته نیز ترکیبی است که به دلیل ماهیت چسبنده و قیمت ارزان در صنایع چسب سازی مورد استفاده قرار می گیرد [۲۱-۲۳]. لذا این دو ترکیب باعث ایجاد چسبندگی بیشتر در نمونه های سس مایونز شده اند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵ فرمولاسیون نمونه سس مایونز با بافت بهینه

Desirability (possibility)	چسبندگی	نیروی چسبندگی	قوام	سفتی	نشاسته	گوار	زانتان
۰/۹۸۷	۲۳/۰۰	۱/۶۵	۴۷/۶۶	۲/۰۰	٪۲/۷۲	٪۰/۱	٪۰/۲۶

۳-۲- بهینه یابی

برای بهینه سازی بافت از نرم افزار Design expert استفاده شد و مقادیر کمینه و بیشینه صفات بافتی برابر با حداقل و حداکثر داده های حاصل از آنالیز بافت (جدول ۲) و مقادیر هدف[1] برابر با داده های مربوط به بهترین نمونه از نظر پذیرش حسی که در آنالیز حسی نمونه ها تعیین شده بود، در نظر گرفته شد. بنابراین از اعداد مربوط به نمونه شماره ۱۳ به عنوان مقادیر هدف جهت بهینه سازی بافت استفاده و سپس بهینه یابی در مورد این ۴ ویژگی بافتی انجام پذیرفت. در نهایت فرمولی که بتواند هر ۴ صفت بافتی را همزمان در حد بهینه داشته باشد تعیین شد. جدول ۵ نشان دهنده میزان لازم از سه هیدروکلوئید مورد بررسی برای تولید نمونه بهینه و مقدار ۴ صفت بافتی که با به کار بردن این میزان از سه هیدروکلوئید در نمونه بهینه حاصل خواهد شد، می باشد.

۴- نتیجه گیری

ترکیبات شناخته شده با عنوان هیدروکلوئید با توانایی بالا در جذب آب و ایجاد بافت به طور گسترده در تولید محصولات کم چرب به کار می روند. در این تحقیق با بررسی عملکرد دو صمغ زانتان و گوار و نیز نشاسته ذرت پری ژلاتینه به عنوان یک نشاسته اصلاح شده به روش فیزیکی در ایجاد بافت، مشخص شد که به ترتیب زانتان، نشاسته ذرت پری ژلاتینه و سپس گوار دارای توانایی جذب آب، ایجاد بافت و شرکت در خصوصیات بافتی می باشند که وجود اثر تشدید کنندگی بین زانتان و نشاسته ذرت پری ژلاتینه این توانایی را افزایش می دهد. با توجه به نتایج این تحقیق می توان بیان نمود که هر سه ترکیب پتانسیل مناسب به عنوان جانشین چربی برای حصول بافت مناسب و تقلید بافت حاصل از به کار بردن مقدار زیادی از روغن در سس مایونز پر چرب را دارا می باشند.

1. Target

۵- منابع

[1] Institute of standards and industrial research of Iran, isir number 2454, mayonnaise and salad dressing specification 1st edition. (Persian)

[2] Amir kavi, Sh., Fatemi, H., & Sahari, M. (2005). Formulation and technology of low calorie salad dressing production. Agricultural Science & Technology, 8, 181-190. (Persian)

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

[4] Worrasinchai, S., Suphantharika, M., Pinjai, S., & Jamnong, P. (2006). β-Glucan prepared from spent brewer˜s yeast as a fat replacer in mayonnaise. Food Hydrocolloids, 20, 68-78.

[5] Mun, S., Kim, Y. L., Kang, C. G. & Park, K.H. (2009). Development of reduced-fat mayonnaise using 4αGTASE modified rice starch and xanthan gum. International Journal of Biological Macromolecules, 44, 400-407.

[6] Su, H., Lien, C., Lee, T. A., & Ho, R. S. (2010). Development of low fat mayonnaise containing polysaccharide gum as functional ingredients, Journal of the Science of Food and Agriculture, 90, 806-812.

[7] Shen, R., & Luo, Sh. (2010). Dong, J., Application of oat dextrine for fat substitute in mayonnaise, 126, 65-71.

[8] Dehghan, A., Farahnaki, A., Mesbahi, Gh. & Majzoobi, M. (2008). Wheat and corn pre gelatinized starch production by roller drier and its substitution with native starch to produce salad dressing, 18th congress on food science and technology, Mashhad.

[9] Farahnaki, A., Majzoobi, M., & Mesbahi, Gh. (2010).Properties of hydrocolloids; Food and pharmaceutical applications. Tehran: Agricultural science of Iran, 9-10. (Persian)

Archive of SID

www.SID.ir

[10] Maghsoudi, Sh. (2004).The technology of sauces producing. 1t ed. Tehran: Marzedanesh Press, 119-130. (Persian)

[11] Garcia – Ochoa, F., Santos, V. E., Casas, J. A., & Gomez, E. (2000). Xanthan gum: production, recovery, and properties, Biotechnology advances, 18, 549-579.

[12] Chaisawang, M., & Suphantharica, M. (2005). Effects of guar and xanthan gum additions on physical and rheological properties of cationic tapioca starch, Carbohydrate Polymers, 61, 288-295.

[13] Katzbauer, B. (1998). Properties and applications of xanthan gum, Polymer Degradation Stability, 59, 81-84.

[14] Viebke, C., & Williams, P. A. (2000). Determination of molecular mass distribution of k-carrageenan and xanthan using asymmetrical flow field-flow fractionation, Food Hydrocolloids, 14, 265-270.

[15] Wang, F., Su, Z., & Wang, Y. J. (2001). Study of xanthan gum / waxy corn starch interaction in solution by viscometry, Food hydrocolloids, 15, 575-581.

[16] Sanchez, V. E., Bartholomai, G. B., & Pilosof, A. M. R. (1995). Rheological properties of food gums as related to their water binding capacity and to soy protein interaction, Lebensm-Wiss u.-Technology, 28, 380-385.

[17] Weber, F. H., Clerici, M. T. P. S., Collares-Queiroz, F. P., & Chang, Y. K. (2009). Interaction of Guar and Xanthan Gums with Starch in the Gels Obtained from Normal,Waxy and High-amylose Corn Starches, Starch/Stärke, 61, 28–34.

[18] Dolz, M., Hernandez, M. J., Delegido, J., Alfaro, M., & Munoz, J. (2007). Influence of xanthan gum and locust bean gum upon flow and thixotropic behavior of food emulsions containing modified starch, Journal of Food Engineering, 79, 179-186.

[19] Farahnaki, A., Majzoobi, M., & Mesbahi, Gh. (2010) Properties of hydrocolloids; Food and pharmaceutical applications. Tehran: Agricultural science of Iran, 11-25. (Persian)

[20] Palaniraj, A., & Jayaraman, V. (2011). Production, recovery and applications of xanthan gum by Xanthomonas campestris, Journal of Food Engineering, 106, 1-12.

[21] Kennedy, H. M. & Fischer, A. C. (1984). Starch and dextrins in prepared adhesives. in: Starch: chemistry and technology, R. L. Whistler, J. N. Bemiller and E. F. Paschall (eds), Academic press, Orlando.

[22] Onusseit, H. (1993). Starch in industrial adhesives: new developments. Industrial Crops and Products, 1, 141-146.

[23] Wang, Z., Li, Z., Gu, Z., Hong, Y., & Cheng, C. (2012). Preparation, characterization and properties of starch-based wood adhesive. Carbohydrate Polymers, 88, 699-706.

Archive of SID

www.SID.ir

Modeling and optimization of textural properties of low calorie mayonnaise containing xanthan, guar and pre gel corn starch as fat replacer

Rahmati, N. F.[1*], Mazaheri Tehrani, M. [2], Koocheki, A. [2]

1. MSc student, Department of food science and technology, Ferdowsi university of Mashhad
2. Associate professor, Department of food science and technology, Ferdowsi university of Mashhad

(Received: 90/12/23 Accepted: 91/8/3)

Mayonnaise is a kind of oil in water emulsion that generally contains 70-80% oil. Increasing knowledge of people about full fat food products has made manufacturers solve the problems related to the health concerns. In this research reduced fat mayonnaise samples (45% oil) were produced using xanthan (0-0.3%), guar (0-0.3%) and preglatinized corn starch (2-4%) as fat replacer by central composite design and their textural attributes (firmness, consistency, adhesive force and adhesiveness) were measured and compared with those of full fat mayonnaise (70% oil) as control sample. The highest textural values were observed for the sample which was made with 0.3% xanthan, 0.3% guar and 4% preglatinized corn starch and the lowest values were found for the sample containing only 2% starch as fat replacer. Most of the samples demonstrated textural values higher than those of control sample, describing high performance of the used hydrocolloids in developing thickness. Besides, synergistic interaction was observed between xanthan and pre gel corn starch that consequently resulted in improved textural properties. Modeling and high coefficients of determination revealed high satisfaction of the models to predict data.

Key words: Mayonnaise, Textural attributes, Xanthan gum, Guar gum, Pre gelatinized corn starch

Archive of SID

[*] Corresponding Author E-Mail address: nf_rahmati@yahoo.com

www.SID.ir