



مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی-پژوهشی

اثر نسبت‌های مختلف هیدروکلوئیدها و امولسیفایرهای غذایی بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی، بافتی و میکروبی کیک اسفنجی در طی دوره نگهداری

مریم فاخرنیا^۱، محمد علیزاده^۱، محمود رضازادباری^۱، حامد حسن زاده^۲

۱- گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

۲- گروه بهداشت و صنایع غذایی، دانشکده پیرادامپزشکی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

اطلاعات مقاله

چکیده

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۲/۲۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۴/۱۱

کلمات کلیدی:

کیک اسفنجی،

هیدروکلوئید،

امولسیفایر،

شاخص‌های رنگ،

بافت سنجی

در این تحقیق به منظور بهبود شاخص‌های کیفی کیک اسفنجی، سه نوع هیدروکلوئید (کیتوزان، کتیرا، هیدروکسی پروپیل متیل سلولز) به میزان ۲٪ بر پایه وزن آرد و سه نوع امولسیفایر (پروپیلن گلیکول، گلیسرول مونو استئارات و لستین) به میزان ۱٪ بر پایه وزن آرد در نسبت‌های مختلف اضافه گردید. دانسیته توده‌ای، دانسیته واقعی، فعالیت آبی، رطوبت، محتوای آمیلوز، ویژگی‌های بافتی، کپک و مخمر و شاخص‌های رنگ به عنوان شاخص‌های کیفی در طول مدت ماندگاری ۱۲ هفته ای کیک مورد بررسی قرار گرفتند. افزودن امولسیفایرها و هیدروکلوئیدها در نسبت‌های مختلف، تفاوت معنی‌داری در شاخص‌های رنگ، فعالیت آبی و سفتی از نظر صنعتی نداشتند و این سه فاکتور صرفاً تحت تاثیر زمان ماندگاری کیک بودند. افزایش هیدروکسی پروپیل متیل سلولز بیشترین تاثیر (۶/۸۱٪) در کاهش دانسیته واقعی و افزایش لستین بیشترین تاثیر (۱۳/۴۸٪) در کاهش دانسیته توده‌ای را داشت. در مقایسه سه نوع هیدروکلوئید، کیتوزان بیشترین تاثیر بر روی حفظ رطوبت را داشت. لستین در طول شش هفته اول ماندگاری و پروپیلن گلیکول در طول سه هفته آخر از نظر بالا نگهداشتن محتوای آمیلوز موثر بودند. لستین بیشترین تاثیر را در کاهش حداکثر نیروی لازم برای برش داشت، به طوری که کیک‌های حاوی لستین رویه تردتر داشتند و این امولسیفایر تا هفته ششم نیز تاثیر مهمی در جلوگیری از سفتی بافت کیک داشت. به دلیل عدم رشد کپک و مخمر در نمونه‌های مورد آزمون، تفاوت معنی داری از نظر جمعیت میکربی در نسبت‌های مختلف هیدروکلوئیدها و امولسیفایرها مشاهده نگردید ($p < 0.05$). افزایش لستین در مقایسه با دو نوع امولسیفایر دیگر سبب افزایش شاخص کروما گردید.

DOI: 10.22034/FSCT.20.138.1

DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.138.1.3

* مسئول مکاتبات:

h.hassanzadeh@ilam.ac.ir ;

m.alizadeh@urmia.ac.ir

۱- مقدمه

کیک‌ها مهم‌ترین فراورده‌های نانوائی هستند و بازار جهانی آنها سالانه رشدی در حدود ۱/۵ درصد دارد. چالش‌های موجود در بازار کیک شامل کاهش هزینه‌ها و افزایش زمان ماندگاری و کنترل کیفیت آن می‌باشد [۱]. صنعت کیک شامل مخلوط کردن مواد به صورت یک خمیر بوده که به دلیل سطح بالایی از فاز مایع دارای ویسکوزیته پائین بوده و این خمیر به کیک تبدیل می‌گردد [۲]. گرچه روش تهیه کیک در کیفیت آن تاثیر بسیار مهمی دارد و لیکن نقش و تاثیرات متقابل مواد تشکیل دهنده آن بطور کامل مشخص نشده است. هر گونه تغییر در فرمول کیک نیز در این تاثیرات اهمیت فراوانی خواهد داشت زیرا کیک دارای تنوع بسیار زیادی می‌باشد. در هر حال فرمول کلی کیک شامل آرد، شکر، تخم مرغ، روغن یا چربی و عوامل حجم دهنده می‌باشد. رطوبت کلی این محصول در انواع مختلف از ۱۸-۲۸ درصد متغیر بوده به طوری که بیش از انواع شیرینی و کمتر از نان می‌باشد [۳]. در کیک‌های صنعتی تمام مواد اولیه کیک شامل آرد، شکر، پودرهای نانوائی، شیر خشک، تعداد تخم مرغ، مواد طعم دهنده، رنگهای مجاز خوراکی و خلاصه تمام مواد اولیه حتی گاهی روغن را به نسبت معینی فرمول کرده و در اختیار مصرف کننده خانگی قرار می‌دهد تا در مواقع لزوم کیک تازه تهیه نماید. در چنین مواردی اضافه کردن شیر تازه، آب، روغن و تخم مرغ به نسبت معین توسط مصرف کننده انجام می‌گیرد [۴]. در کیک‌های اسفنجی مقدار شکر، آرد، تخم مرغ کامل کم و بیش برابر است به خاطر استفاده از تخم مرغ کامل که در مقایسه با سفیده تخم مرغ کمتر پف می‌کند بایستی مواظب افزایش حجم خمیر کیک بود. اضافه کردن کرم تارتار، آب لیمو، نمک و شکر به ایجاد حالت اسفنجی و ثبات آن کمک می‌کند [۵]. امولسیون کننده‌ها موادی هستند که در بافت خمیر بین دو فاز غیر قابل اختلاط قرار گرفته و با کم کردن کشش سطحی مولکولهای دو فاز سبب آسان شدن اختلاط آنها و تشکیل یک امولسیون پایدار می‌شود. این ترکیبات دارای قطب‌های

هیدروفیل و لیپوفیل هستند بکار گرفتن آنها موجب کم شدن تورم نشاسته، زیاد شدن دمای ژلاتینه شدن، بهبود ویژگی‌های رئولوژیکی، بهبود بافت، رنگ، حجم و تاخیر در بیاتی می‌گردد [۶]. اولین امولسیون کننده‌های مورد استفاده در صنایع غذایی، انواع طبیعی آنها مانند، لیپوپروتئین‌ها، نمک‌های صغراوی، کازئین و لسیترین بودند، امروزه بیشتر از لسیترین به عنوان امولسیون کننده طبیعی استفاده می‌شوند، اما انواع سنتزی آنها مانند مونو و دی گلیسریدها کاربرد وسیعی پیدا کرده اند. کمک به کمپلکس شدن نشاسته و پروتئین، واکنش با پروتئین‌ها. تغییر ویسکوزیته خمیر، هوادهی و کف کنندگی خمیر، تغییر بافت فرآورده، روان کردن شبکه گلوتن، تغییر حالت کریستال نشاسته مرطوب کنندگی، به تاخیر انداختن بیاتی و بهبود کام پذیری فرآورده نهایی از مهم‌ترین نقش امولسیون کننده در فرآورده‌های پخت هستند [۷]. مکانیسم اثر امولسیون کننده‌ها در مشروط کردن خمیر و نرم شدن بافت آن به خوبی بیان نشده‌اند، اما بیشتر محققین اثر آنها را در بهبود کیفیت فرآورده‌های پخت مثبت ارزیابی می‌کنند. کاربرد امولسیون کننده‌ها در فرآورده‌های پخت به صورت تخصصی درآمده و برای نمونه برای ثبات امولسیون خمیر از مونوگلیسریدها، استرهای اسید سیتریک، مونو دی گلیسریدها استفاده می‌شود [۸]. لسیترین به عنوان نوعی امولسیفایر کارآمد و با ایمنی مصرف زیاد در صنایع غذایی از جذابیت زیادی برخوردار است و مصرف آن از سالهای ۱۹۵۰ متداول شده لسیترین مایع مخلوطی است از فسفو لیپیدها و گلیسرولیپیدهای قطبی با اسید چرب استریفیه شده و بیشتر اشباع است. مهمترین لسیترین که مربوط به سویا است دارای مقدار بیشتری اسید چرب غیر اشباع و مقدار کمتری اسید چرب اشباع است. کار لسیترین مانند سایر امولسیفایرها کاهش فشار سطحی بین دو فاز غیر همگن و جلوگیری از جدا شدن آنها و دو فاز شدن مخلوط است [۹]. هیدروکلئیدها که اغلب با نام صمغ‌ها شناخته می‌شوند پلیمرهای هیدروفیلیک، با منشاء گیاهی، میکروبی، حیوانی و یا سنتتیک می‌باشند و عموماً شامل گروه‌های هیدروکسیل و در بعضی موارد پلی‌الکترولیت‌ها هستند و معمولاً

قابلیت ارتجاعی کیک و ارزیابی‌های حسی مورد آزمایش قرار گرفت [۱۳].

کاربرد فیبرهای رژیمی دارای نقش تغذیه‌ای بوده و در برابر بیماریهای قلبی-عروقی، سرطان، کاهش کلسترول سرم و تنظیم سطح گلوکز خون موثر هستند کیتوزان و الیگومرهای کیتوزان بعنوان فیبرهای غذایی مورد توجه هستند الیگوساکاریدهای کیتوزان از نظر بیولوژیکی فعال‌تر از کیتوزان با وزن ملکولی بالا هستند و این ترکیبات قابلیت زیست دسترسی به ویتامینهای A, B₁, B₂, B₃, B₆, B₉ و B₁₂ و ریوفلاوین‌ها و آهن روی و مس را افزایش می‌دهد و افزایش کیتوزان به فرآورده‌های نانوائی یک شانس برای تلفیق خواص تکنولوژیکی با خواص بیولوژیکی را به همراه دارد در بررسی انجام یافته تاثیر انواع کیتوزان با اوزان ملکولی مختلف و الیگوساکارید آن بر بیاتی نان مورد بررسی قرار گرفت و مشخص گردید. الیگو ساکاریدهای کیتوزان و کیتوزان با وزن ملکولی با وزن ملکولی پائین سرعت بیاتی را افزایش و کیتوزان با وزن ملکولی متوسط، کمتر از دو نوع بالا بیاتی را افزایش می‌دهند [۱۴]. Aryai و همکاران (۲۰۱۵) از سه صمغ سلولز میکروکریستاله^۱ هیدروکسی پروپیل متیل سلولز^۲ و زانتان، دو امولسیفایر گلیسرول منو استئارات^۳ و سدیم استئاریل لاکتیلات^۴ و همچنین ایزوله پروتئین آب پنیر^۵ به عنوان جایگزین چربی استفاده کردند. گزارش کردند که اضافه کردن هیدروکلوئیدها ویسکوزیته و دانسیته خمیر را افزایش داد. در میان هیدروکلوئیدها زانتان بیشترین تاثیر را داشته و بعد از آن سلولز میکروکریستاله و هیدروکسی پروپیل متیل سلولز قرار گرفتند [۱۵]. احمدی و همکاران (۱۳۹۵) به بررسی اثر صمغ گوار و امولسیفایر پروپیلن گلیکول مونو استئارات (PGME) بر خصوصیات کیفی و فیزیکوشیمیایی کیک اسفنجی پرداختند و صمغ گوار در سطوح صفر، ۰/۳ و ۰/۵٪ و امولسیفایر PGME

به طور طبیعی در غذاها وجود داشته و یا افزوده می‌شوند. مهمترین خواص هیدروکلوئیدها شامل ایجاد ویسکوزیته (قوام یا ژلی) و اتصال به آب می‌باشد ولی برخی خواص دیگر از جمله پایداری امولسیون‌ها، جلوگیری از کریستالیزاسیون مجدد یخ و خواص ارگانولپتیکی می‌باشد [۱۰]. ویژگی‌های الیگوساکارید کیتوزان، از قبیل درجه داستیلاسیون، انتشار بار و ویژگیهای شیمیایی آن باعث مصرف زیاد آن می‌شود برخلاف کیتوزان با وزن ملکولی بالا، الیگوساکارید کیتوزان به راحتی در روده وارد جریان خون می‌شود و دارای اثرات بیولوژیکی در ارگانیزم‌ها می‌باشد. بیشتر مکانیسم‌های پذیرفته شده نشان داده‌اند که الیگو ساکارید با جلوگیری از عملکرد بیولوژیکی دیواره سلولی میکروب مانع ورود مواد به درون سلول گشته در نتیجه سلول میکروب در اثر فقدان مواد غذایی منجر به مرگ می‌گردد [۱۱].

کیک‌های با کیفیت بالا دارای ویژگیهایی از جمله حجم بالا، بافت یکنواخت، تردی، ماندگاری و تحمل به بیاتی هستند که همگی اینها بسته به فرمول و هوادهی خمیر کیک دارد و کیفیت نهایی کیک می‌تواند تحت تاثیر افزودن مواد باشد که بر خواص کیک موثر هستند مانند عملکردی که هیدروکلوئیدها دارند [۱۲]. این پلی ساکاریدها در تهیه غذا برای اهداف مختلفی مورد استفاده قرار می‌گیرند برای تامین فیبر غذایی یا مشارکت در خواص عملکرد خاصی در محصولات همچنین آنها قادر هستند بافت غذا را بهبود داده، رتروگراسیون نشاسته را به تاخیر انداخته و حفظ رطوبت را بهبود می‌بخشند و نیز کیفیت نهایی محصولات در طی نگهداری را افزایش دهند در مطالعه ای که به منظور بررسی تاثیر هر یک از انواع هیدروکلوئیدها مانند سدیم آلزینات، کاراگنیان، پکتین، هیدروکسی پروپیل متیل سلولز، صمغ لوبیای لوکاست، گوارگام و زانتان گام صورت گرفته است خواص خمیر از جمله دانسیته خمیر، حجم کیک تقارن، بافت کیک از جمله سفتی، صمغیت، جوندگی، چسبندگی، پیوستگی و

- 1- Microcrystalline cellulose
- 2- hydroxypropyl methylcellulose
- 3- Glycerol monostearate
- 4- Sodium stearoyl lactylate
- 5- Whey protein isolate

در سطح صفر و ۰/۵٪ را به فرمولاسیون کیک اسفنجی اضافه نمودند. نتایج مربوطه نشان داده است که افزودن صمغ گوار و امولسیفایر PGME باعث بهبود جذب آب، افزایش تخلخل و بهبود بافت می گردد به طوری که بررسی خواص بافتی کیک توسط دستگاه بافت سنج بیان کرد که افزودن صمغ و امولسیفایر موجب کاهش سفتی کیک بر اثر مرور زمان می گردد [۱۶]. پور فرزاد و همکاران (۲۰۱۲) نیز از روش رویه پاسخ به منظور مطالعه تأثیر اجزا ژل بهبود دهنده بر چسبندگی خمیر نان بربری و بهینه سازی فرمول ژل استفاده کردند. نمونه های ژل با افزودن سدیم استئاروئیل لاکتیلات داتم و پروپیلن گلیکول در دامنه ۰ تا ۰/۵ گرم بر ۱۰۰ گرم تولید کردند. نتایج نشان داده است که افزودن هر سه جزء به فرمول ژل موجب کاهش نیروی چسبندگی شده است. هر چند در اثر افزودن هر سه جزء، فاصله چسبندگی افزایش یافت اما مجذور سدیم استئاروئیل لاکتیلات و برهم کنش داتم و پروپیلن گلیکول به طور معنی داری آن را کاهش داده اند. سطح چسبندگی نیز فقط تحت تأثیر مجذور سدیم استئاروئیل لاکتیلات قرار گرفت و سایر اجزاء فاقد تأثیر معنی دار بر این شاخص بوده است [۱۷].

هدف اصلی این پژوهش بررسی تأثیر افزودن سه نوع امولسیفایر (لسیتین، پروپیلن گلیکول و گلیسرول مونواستئارات) بعنوان موادی که در بافت خمیر سبب تسهیل اختلاط و پایداری آن می گردد و نیز سه نوع هیدروکلوئید (هیدروکسی پروپیلن متیل سلولز، کیتوزان و کتیرا) بعنوان عوامل نگهدارنده آب در خمیر کیک، بر شاخص های کیفی کیک می باشد. این اختلاط در نسبت های مختلف از هر یک از امولسیفایرها و هیدروکلوئیدها در خمیر صورت گرفته تا مطلوب ترین نسبت اختلاط امولسیفایر و هیدروکلوئیدها از نظر بررسی شاخص های کیفی در طول مدت زمان ماندگاری کیک حاصل گردد.

۱- مواد و روش ها

۱-۲- مواد

آرد نول تولید شرکت آرد خوشه نقده، روغن مایع با نام تجاری نازگل، شکر تولید کارخانه قند ارومیه، تخم مرغ کامل تهیه شده از مرغداری سطح شهرستان ارومیه، شربت اینورت تهیه شده در شرکت تالیا، نمک طعام با نام تجاری به صبا، پودر وانیل تولید شرکت جیوودان، شیر خشک شرکت بینارزن، نشاسته تولید شرکت چی چست سنبله، گلوکز تولید چی چست گلوکز، بیکنینگ پودر تولید شرکت هرمین، کیتوزان با وزن ملکولی متوسط از شرکت پارس طب نوین، کتیرا (تراگانانت) از عطاری شهرستان ارومیه، هیدروکسی پروپیل متیل سلولز از شرکت سیگما آلد ریچ، گلیسرول مونو استئارات شرکت irxathate تهیه شدند. لسیتین تولید شرکت بهپاک، پروپیلن گلیکول تولید شرکت SKC کشور کره، آنزیم آمیلاز (from potato) ساخت شرکت Fluka، سایر مواد و محلولهای شیمیایی با خلوص تجزیه ای بالا (تولید شرکت مرک) مورد استفاده قرار گرفتند.

۲-۲- روش تولید

برای تولید محصول (کیک) از کلیه مواد اولیه مطابق با جدول ۱ با درصدهای ذکر شده توزین گردید همچنین میزان هیدروکلوئیدها (هیدروکسی پروپیل متیل سلولز، کیتوزان، کتیرا) در مجموع به میزان ۲٪ بر پایه وزن آرد و امولسیفایرها (گلیسرول مونو استئارات مونو سدیم و پروپیلن گلیکول و لسیتین) در مجموع به میزان ۱٪ بر پایه وزن آرد مطابق جدول ۲ توزین و آماده گردید. مواد اولیه مایع ترکیب و با استفاده از همزن moulinex ۲ دقیقه مخلوط گردید. سپس سایر مواد بجز آرد و بیکنینگ پودر مخلوط گردیده و مجدداً به مدت ۲ دقیقه عملیات مخلوط کردن مواد صورت گرفت. پس از مرحله فوق، ترکیب هیدروکلوئیدها و امولسیفایرها به فرمولاسیون تهیه شده اضافه گردید و بمدت یک دقیقه اختلاط صورت گرفت و در نهایت آرد و بیکنینگ پودر اضافه گردید و یک اختلاط

Percentage (%)	Ingredients	Number
38	Zero flour	1
21.7	Sugar	2
10.66	Liquid oil	3
12.2	egg	4
4.57	Invert syrup	5
8.4	Water	6
0.15	Salt	7
0.114	vanilla	8
0.76	milk powder	9
1.06	starch	10
1.6	Glucose	11
0.78	Baking powder	12

جزئی به منظور ترکیب مواد اولیه با آرد و بیکنینگ پودر صورت گرفت. پس از تهیه خمیر، با استفاده از قیف زن در داخل کپسول های کیک (قالب های کاغذی) به میزان ۳۰ گرم خمیر تزریق گردید و سپس در داخل فر به مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۱۷۰ درجه سانتیگراد پخته شد. پس از پخت کیک‌ها از قالب‌های مربوطه جدا و پس از سرد شدن در تونل سرد کن ب مدت ۱۰-۱۵ دقیقه در دستگاه مربوطه بسته بندی گردید. محصولات تولید شده براساس طرح آماری در هفته‌های ۰، ۶ و ۱۲ مدت ماندگاری در دمای اتاق نگهداری و در زمان مقرر برابر جدول آماری مورد آزمون قرار گرفتند.

Table 1. The prepared cake formulation along with the corresponding percentages

Table 2. Experimental design used to produce cakes based on the studied factors

Run	Block	Chitosan	HMC	Tragacanth	PG	Lecithin	GMS	Time
								weeks
1	Block 1	0.5	0.5	0	0.667	0.667	0.667	12
2	Block 1	0	0	1	2	0	0	0
3	Block 1	1	0	0	0	2	0	6
4	Block 1	0	0	1	2	0	0	0
5	Block 1	0	1	0	0	2	0	0
6	Block 1	0.5	0.5	0	0.667	0.667	0.667	0
7	Block 1	0	0	1	0	0	2	12
8	Block 1	1	0	0	2	0	0	12
9	Block 1	0	0	1	0	2	0	0
10	Block 1	0	0	1	0	0	2	0
11	Block 1	0	1	0	0	0	2	0
12	Block 1	0	0	1	0	0	2	0
13	Block 1	0	1	0	0	2	0	12
14	Block 1	0	0	1	0	2	0	0
15	Block 1	0	0	1	0	2	0	12
16	Block 1	1	0	0	2	0	0	0
17	Block 1	0	1	0	0	0	2	12
18	Block 1	0	0	1	0	2	0	12
19	Block 1	1	0	0	0	0	2	0

20	Block 1	0.333	0.333	0.333	0.667	0.667	0.667	6
21	Block 1	1	0	0	2	0	0	12
22	Block 1	0	1	0	2	0	0	0
23	Block 1	0	0	1	2	0	0	12
24	Block 1	0	1	0	2	0	0	12
25	Block 1	1	0	0	0	2	0	12
26	Block 1	0	0	1	2	0	0	12
27	Block 1	1	0	0	0	0	2	12
28	Block 1	1	0	0	0	2	0	0
29	Block 1	1	0	0	2	0	0	0
30	Block 1	1	0	0	2	0	0	6
31	Block 1	The formulation produced according to the company's formula (control)						

اندازه‌گیری رطوبت کیک‌های تولیدی مطابق استاندارد شماره ۲۷۰۵ بدین صورت انجام گرفت. نمونه بطورکاملاً همگن از محصول تهیه شده و رطوبت کیک از روی کاهش وزن با قرار دادن نمونه‌ها داخل اتو ۱۰۵ درجه سانتیگراد محاسبه گردید. از هر RUN ۳ نمونه مورد آزمون قرار گرفت و میانگین نتایج حاصل به عنوان درصد رطوبت نمونه هر نمونه گزارش گردید.

۸-۲- اندازه‌گیری کپک و مخمر

اندازه‌گیری میزان کپک و مخمر در هر یک از محصولات تولیدی به استناد استاندارد ملی به شماره ۱۰۸۹۹-۲ در مواد غذایی با فعالیت آبی (a_w) مساوی یا کمتر از ۰.۹۵ با استفاده از محیط کشت DG18 (دی کلران ۱۸٪ گلیسرول اگر) صورت گرفت. برای این منظور پس از تهیه محیط کشت در پلیت‌ها و تهیه رقت مربوطه، کشت به صورت سطحی صورت گرفته و پلیت‌ها به صورت هوازی، با درپوش بالا و ایستاده در انکوباتور در دمای ۲۵ درجه به مدت ۵-۷ روز گرمخانه‌گذاری شدند [۱۹].

۹-۲- اندازه‌گیری دانسیته توده ای

۳-۲- رنگ سنجی

به منظور ارزیابی رنگ محصولات تولیدی از دستگاه رنگ‌سنج (Minolta, CR400, Japan) استفاده گردید.

۴-۲- اندازه‌گیری بافت

از دستگاه بافت سنج (Texture Analyser, TA-XTPPlus, stblemicrosystem, uk) برای ارزیابی بافت کیک‌های تولیدی استفاده شد.

۵-۲- تعیین میزان فعالیت آبی

برای تعیین میزان فعالیت آبی محصولات تولیدی از دستگاه Labmaster.aw (novasina) استفاده گردید.

۶-۲- اندازه‌گیری محتوی آمیلوز

به منظور اندازه‌گیری محتوای آمیلوز نشاسته محلول از دستگاه اسپکتروفتومتر UV دار (شیمادزو) در طول موج ۶۲۰ نانومتر استفاده گردید [۱۸].

۷-۲- اندازه‌گیری رطوبت

۳- نتایج و بحث

۳-۱- دانسیته واقعی

در بررسی‌های دانسیته واقعی در مقایسه نسبت‌های مختلف سه نوع هیدروکلوئید (کیتوزان، تراگاکانت و هیدروکسی پروپیل متیل سلولز) با افزایش میزان کیتوزان دانسیته واقعی افزایش می‌یابد در حالیکه در خصوص هیدروکسی پروپیل متیل سلولز این رابطه معکوس می‌باشد (با افزایش هیدروکسی پروپیل متیل سلولز مقدار دانسیته واقعی کاهش می‌یابد) (شکل ۴). تغییر مقدار تراگاکانت تفاوت معنی‌داری در میزان دانسیته واقعی حاصل نمی‌نماید. در مقایسه این سه نوع هیدروکلوئید، کیتوزان بیشترین تاثیر در میزان دانسیته واقعی را داشت ($p < 0,05$). در مقایسه نسبت‌های دو نوع هیدروکلوئید هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و کیتوزان در طول ماندگاری (۱۲ هفته) با افزایش نسبت کیتوزان به هیدروکسی پروپیل متیل سلولز تا ۴ هفته پس از تولید بیشترین مقدار دانسیته واقعی مشاهده گردید و کمترین مقدار دانسیته با افزایش هیدروکسی پروپیل متیل سلولز به کیتوزان در پایان مدت ماندگاری (۱۲-۱۰ هفته) مشاهده گردید (شکل ۴). Bárcenas و همکاران (۲۰۰۷) در نتیجه بررسی خود گزارش کردند که هیدروکسی پروپیل متیل سلولز حجم نان تولیدی را افزایش می‌دهد که این نتیجه با نتیجه حاصل از این تحقیق مطابقت داشت [۲۳].

نسبت دو هیدروکلوئید کیتوزان به هیدروکسی پروپیل متیل سلولز تا ۰/۰۵ درصد در مجموع تغییر محسوسی در دانسیته ایجاد ننمودند و میزان دانسیته صرفاً موثر از زمان ماندگاری یک بود بطوریکه بیشترین دانسیته از ۰ تا حدود ۲ هفته پس از تولید مشاهده گردید (شکل ۵). turabi و همکاران (۲۰۰۸) نیز در بررسی خود گزارش کردند که هیدروکسی پروپیل متیل سلولز باعث افزایش حجم گردیده که نهایتاً منجر به کاهش دانسیته می‌گردد، این بررسی با

با استفاده از یک نمونه گیر حجم مشخصی از یک تهیه و پس از توزین یک توسط ترازوی ۰/۰۰۱ دانسیته توده‌ای محاسبه گردید. لازم به ذکر است نمونه‌های لازم، از سه نمونه از هر آزمایش صورت گرفت و نتایج به صورت میانگین نتایج حاصل از سه نمونه بدست آمد [۲۰].

۲-۱۰- اندازه‌گیری دانسیته واقعی

با استفاده از یک قالب استوانه‌ای از سه نمونه از هر آزمایش نمونه فشرده تهیه شد و پس از توزین توسط ترازوی ۰/۰۰۱ دانسیته واقعی محاسبه گردید. لازم به توضیح است جهت تهیه نمونه فشرده، فشرده‌سازی نمونه‌ها تا حد امکان و از کلیه قسمت‌های یک صورت گرفت (مغز، پوسته) [۲۱].

۲-۱۱- تعیین شاخص‌های رنگ

با ایجاد برش از سطح مقطع میانی با استفاده از یک کاردک تیز، شاخص‌های رنگ L^* , a^* , b^* به طور مستقیم از دستگاه هانتر لب بدست آمدند. قبل از اندازه‌گیری رنگ، دستگاه با یک صفحه سفید استاندارد کالیبره شد. برای هر آزمایش میانگین حاصل از سه تکرار اندازه‌گیری شد و پس از جمع‌آوری داده‌ها زاویه هیو و شاخص کروما با استفاده از رابطه‌های زیر بدست آمد [۲۲].

$$\text{Hue angle} = \arctan(b^*/a^*)$$

$$\text{Chroma} = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

۲-۱۲- آنالیز آماری

در این مطالعه از طرح آماری مخلوط برای مطالعه میزان اثرگذاری نسبت سه هیدروکلوئید و نسبت سه امولسیفایر و همچنین زمان نگهداری، بر شاخص‌های کیفی یک استفاده گردید و پس از پردازش داده‌ها به مدل‌های "شفه" و آنالیز رگرسیون، شرایط بهینه با استفاده از روش تابع مطلوبیت تعیین گردید.

غیریکنواختی قرار گرفته و می تواند با افزایش حجم کیک سبب کاهش دانسیته گردد که نتیجه این تحقیق با طرح حاضر مطابقت داشت [۲۴].

نتیجه حاصل از این تحقیق مطابقت داشت [۲۱].
Ashwini و همکاران (۲۰۰۹) گزارش نمودند که هیدروکسی پروپیل متیل سلولز در شبکه پروتئینی

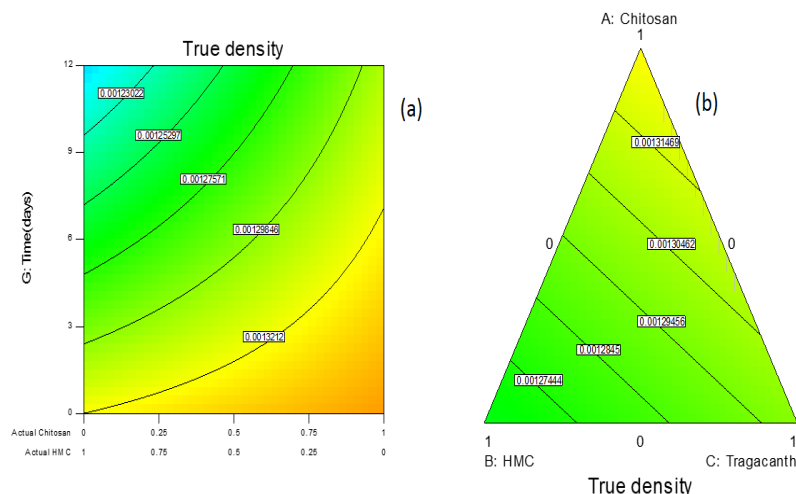


Figure 1. The interaction effect of time and the ratio of chitosan to HPMC on the actual density (a) and the interaction effect of chitosan, tragacanth, HPMC on the actual density (b)

افزایش پروپیلن گلیکول و لستین به نسبت های مساوی در دانسیته توده یکسان بود در حالیکه چنانچه ذکر شد کمترین دانسیته در بیشترین مقدار لستین بود (شکل ۲). در این زمینه احمدی و همکاران (۱۳۹۵) به بررسی اثر صمغ گوار و امولسیفایر پروپیلن گلیکول مونو استئارات (PGME) بر خصوصیات کیفی و فیزیکوشیمیایی کیک اسفنجی پرداختند و صمغ گوار در سطوح صفر، ۰/۳ و ۰/۵٪ و امولسیفایر PGME در سطح صفر و ۰/۵٪ را به فرمولاسیون کیک اسفنجی اضافه نمودند. نتایج مربوطه نشان داده است که افزودن صمغ گوار و امولسیفایر PGME باعث بهبود جذب آب، افزایش تخلخل و بهبود بافت می گردد [۱۶].

۲-۳- دانسیته توده ای

در بررسی های انجام یافته بر روی دانسیته توده، نتایج آزمایشات در مورد سه امولسیفایر (پروپیلن گلیکول، گلیسرول مونو استئارات و لستین) نشانگر آن بود که با افزایش مقدار لستین (از ۰ تا ۲٪) میزان دانسیته توده ای کاهش می یابد که بنظر می رسد افزایش لستین با پایداری حباب های هوا در داخل خمیر باعث افزایش حجم توده ای و نهایتاً افزایش حجم کیک گردیده و موجب کاهش دانسیته توده ای می گردد. بیشترین دانسیته توده ای با افزایش ۲-۱/۵٪ گلیسرول مونو استئارات حاصل گردید. افزایش پروپیلن گلیکول و گلیسرول مونو استئارات تقریباً به یک میزان در تغییر دانسیته توده ای موثر بودند و مقدار آنها برخلاف لستین رابطه مستقیم با دانسیته توده ای داشت ($p < 0.05$). تاثیر افزایش میزان مساوی گلیسرول مونو استئارات و لستین (۱٪-۱٪) به فرمول کیک تقریباً با

در مطالعه ای که Heenan و همکاران (۲۰۱۰) انجام دادند گزارش کردند که رطوبت به عنوان یکی از عوامل موثر در تازگی و مطلوبیت کیک می باشد. در بررسی‌های انجام یافته بر روی انواع هیدروکلوئیدها مشاهده گردید در مقایسه نسبت‌های مختلف کیتوزان و هیدروکسی پروپیل متیل سلولز با افزایش میزان کیتوزان در سه هفته اول نگهداری کیک‌ها بیشترین میزان رطوبت را داشته و کمترین میزان رطوبت در بیشترین نسبت هیدروکسی پروپیل متیل سلولز به کیتوزان و در سه ماهه آخر نگهداری مشاهده گردید [۲۵]. Mehraban و همکاران (۱۳۹۶) به بررسی ویژگی های فیزیکوشیمیایی کیک اسفنجی فاقد گلوتن پرداختند و گزارش کردند که اثر مستقل افزودن صمغ افزایش معنی داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد در میزان رطوبت کیک اسفنجی بدون گلوتن نشان دادند [۲۶]. در همین رابطه، Turabi و همکاران (۲۰۰۸) با تولید کیک بدون گلوتن حاوی آرد برنج بیان کردند که ترکیباتی نظیر صمغ، آنزیم و امولسیفایر قابلیت حفظ رطوبت محصولات بدون گلوتن را در حین فرآیند پخت دارند [۲۱].

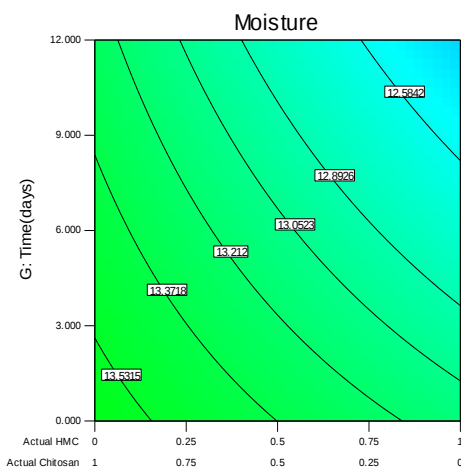


Figure 3. Interaction effect of time and ratio of chitosan to HPMC on moisture content

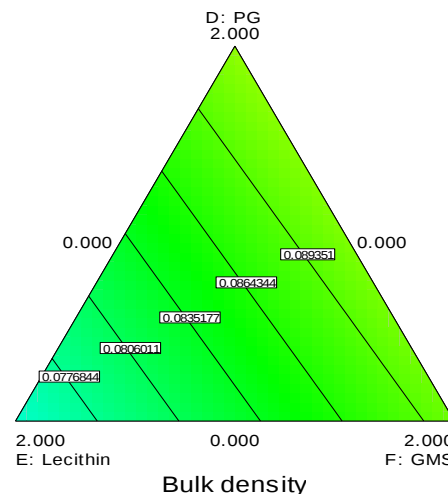


Figure 2. The interaction effect of lecithin, GMS and PG on bulk density.

۳-۳- رطوبت و فعالیت آبی

تأثیر هیچ یک از انواع هیدروکلوئیدها و امولسیفایرها بر روی فعالیت آبی در طول دوره ماندگاری کیک معنی دار نبود و فعالیت آبی صرفاً تحت تأثیر زمان ماندگاری قرار گرفت بیشترین مقدار فعالیت آبی ۰/۶۴۵ و در هفته اول پس از تولید بود در حالیکه میزان فعالیت آبی تا هفته ششم ماندگاری کاهش و به ۰/۶۲ رسید. در بررسی نسبت هیدروکسی پروپیل متیل سلولز به کیتوزان (در مجموع تا ۰/۰۵ درصد) نتایج حاصله از رطوبت نشان دهنده عدم تأثیر نسبت دو هیدروکلوئید بود. رطوبت محصولات صرفاً تحت تأثیر زمان ماندگاری بود بطوریکه در طول مدت ماندگاری کاهش یافته و این میزان از حدود ۱۴/۲ در سه هفته اول ماندگاری به ۱۲/۸ در هفته دوازدهم ماندگاری کاهش یافته بود (شکل ۳). Krech و همکاران (۲۰۱۱) تأثیر کیتوزان در حفظ رطوبت در بافت نان با کیتوزان با وزن ملکولی متوسط را نشان دادند [۱۴]. Ashwini و همکاران (۲۰۰۹) تأثیر هیدروکسی پروپیل متیل سلولز را بر حفظ رطوبت در کیک گزارش کردند در مقایسه نتیجه طرح حاضر با بررسی مذکور تأثیر بیشتر کیتوزان بر حفظ رطوبت در کیک را می توان نتیجه گیری کرد [۲۴].

۳-۴- محتوای آمیلوز

مونو استئارات در هفته اول تولید، میزان آمیلوز کاهش می‌یابد البته این میزان کاهش کمتر از لسیتین می‌باشد. تاثیر پروپیلن گلیکول بر میزان آمیلوز در هفته اول معنی‌دار نبود ($p > 0.05$) بطور کلی موثرترین امولسیفایر در هفته اول پس از تولید از نظر میزان آمیلوز (بیشترین مقدار) در مقادیر خیلی بالای لسیتین و یا کم گلیسرول مونو استئارات حاصل گردید (شکل ۹).

آمیلوز و نشاسته محلول در طی فرایند ژلاتینه شدن در محیط آزاد می‌شوند ولیکن مقدار آنها در طی فرایند بیاتی بدلیل تمایل آنها، به تجمع مجدد کاهش می‌یابد و می‌تواند به عنوان فاکتوری در بیاتی کیک مطرح گردد [۲۲]. در آزمایشات انجام یافته در رابطه با اندازه‌گیری آمیلوز در هفته اول تولید محصول مشاهده گردید. افزایش لسیتین با افزایش میزان آمیلوز همراه بود این رابطه بر عکس تاثیر گلیسرول مونو استئارات بود بطوریکه با افزایش گلیسرول

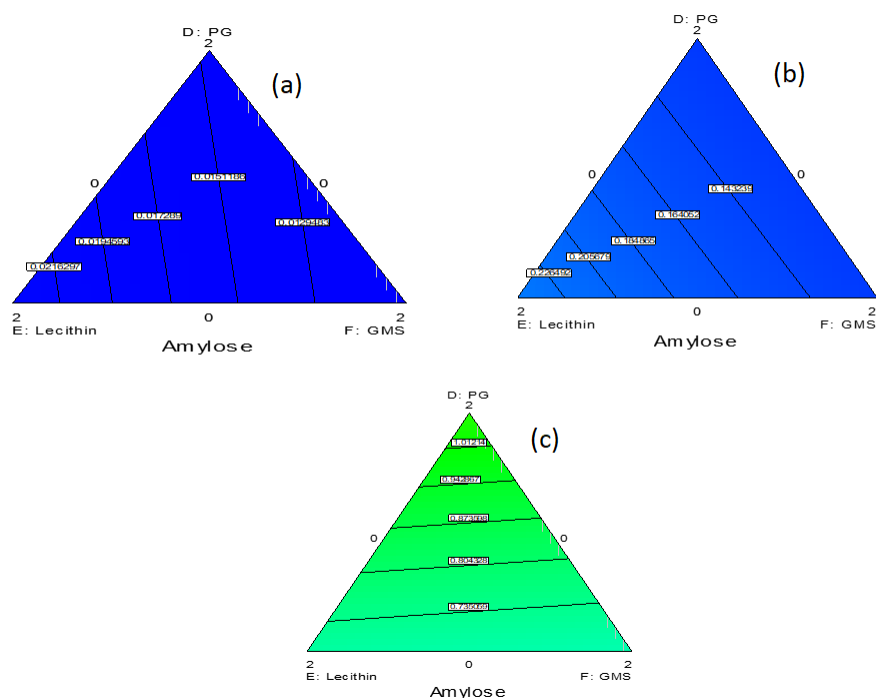


Figure 4. The interaction effect of lecithin, PG, and GMS on the amount of amylose in the first week (a), the sixth week (b) and the twelfth week (c)

کاهش مقدار دو امولسیفایر میزان آمیلوز افزایش می‌یابد بدین معنی که حضور دو امولسیفایر در کاهش آمیلوز و در روند بیاتی موثر می‌باشد (شکل ۱۰). در هفته دوازدهم (اواخر زمان ماندگاری محصول) عملکرد امولسیفایرها مغایر با هفته اول و ششم می‌باشد بطوریکه افزایش لسیتین با تاثیر کم رابطه معکوس با میزان آمیلوز داشته و این رابطه تقریباً

در آزمایشات انجام یافته در رابطه با آمیلوز در هفته ششم نیز نتایج تقریباً مشابه هفته اول بود به طوری که مطلوبترین نتیجه (بیشترین میزان آمیلوز) با مقادیر بالای لسیتین بدست آمد. تاثیر پروپیلن گلیکول و گلیسرول مونو استئارات در میزان آمیلوز تقریباً مشابه هم بوده و در هر دو مورد با

و صمغ گوار در سطوح صفر، $0/3$ و $0/5$ ٪ و امولسیفایر PGME در سطح صفر و $0/5$ ٪ را به فرمولاسیون کیک اسفنجی اضافه نمودند. بررسی خواص بافتی کیک توسط دستگاه بافت سنج بیان کرد که افزودن صمغ و امولسیفایر موجب کاهش سفتی کیک بر اثر مرور زمان می‌گردد [۱۶].

مطابق رابطه گلیسرول مونو استئارات با آمیلوز می‌باشد یعنی با افزایش گلیسرول مونو استئارات به فرمول کیک میزان آمیلوز کاهش می‌یابد. موثرترین امولسیفایر در هفته دوازدهم پروپیلن گلیکول می‌باشد. این امولسیفایر در هفته دوازدهم به مقدار قابل توجهی در کاهش روند بیاتی موثر می‌باشد. در مقایسه سه هفته اول، ششم و دوازدهم میزان آمیلوز در هفته ششم نسبت به هفته اول افزایش یافته و لیکن به میزان قابل توجهی که در هفته دوازدهم دیده می‌شود نیست (شکل ۱۱). با توجه به تاثیر مثبت لسیترین در شاخص‌های کیفی کیک به نظر می‌رسد با در نظر گرفتن نتایج طرح در خصوص تاثیر لسیترین در هفته‌های اول و ششم و پروپیلن گلیکول، در هفته دوازدهم ترکیب دو امولسیفایر در کاهش روند بیاتی تا پایان مدت نگهداری موثر می‌باشد [۲۷].

۳-۵- حداکثر نیروی لازم برای برش^۱

در بررسی انجام یافته در خصوص حداکثر نیروی لازم برای برش در هفته اول تولید، افزایش لسیترین تاثیر معنی‌داری در حداکثر نیروی لازم برای برش نداشته و موثرترین امولسیفایر در هفته اول در مقایسه سه نوع امولسیفایر گلیسرول مونو استئارات می‌باشد که با افزایش میزان گلیسرول مونو استئارات (از ۰ تا ۲۱ درصد) حداکثر نیروی لازم برای برش کاهش می‌یابد. تاثیر پروپیلن گلیکول در میزان حداکثر نیروی لازم برای برش مستقیم بوده و با افزایش پروپیلن گلیکول حداکثر نیروی لازم برای برش افزایش می‌یابد که نشان دهنده عدم تاثیر این امولسیفایر در شاخص‌های کیفی کیک می‌باشد. مطلوبترین کیفیت (نیروی کمتر) در هفته اول با بیشترین غلظت گلیسرول مونو استئارات حاصل گردید (شکل ۵ a). در تحقیقی مشابه احمدی و همکاران (۱۳۹۵) به بررسی اثر صمغ گوار و امولسیفایر پروپیلن گلیکول مونو استئارات (PGME) بر خصوصیات کیفی و فیزیکوشیمیایی کیک اسفنجی پرداختند

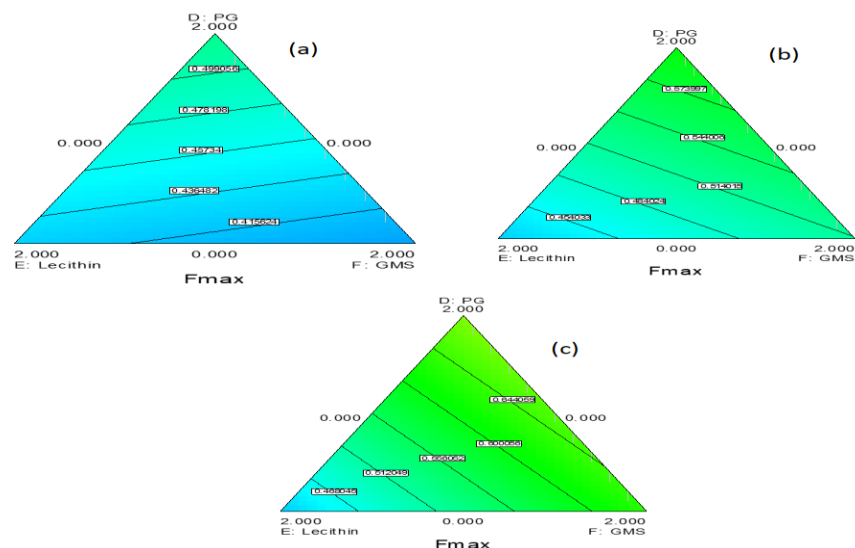


Figure 5. The interaction effect of lecithin, PG, GMS on Fmax in the first week (a), the sixth week (b) and the twelfth week (c)

۳-۶- شاخص هیو^۱ و شاخص کروما^۲

در بررسیهای انجام یافته در بر روی زاویه هیو در محصولات تولیدی مشخص گردید که این شاخص موثر از میزان هیدروکلوئیدها و امولسیفایرها نبوده و صرفاً تحت تاثیر زمان ماندگاری می باشد میزان زاویه هیو در انواع محصولات ۹۴/۴۵ در هفته اول تولید به میزان ۹۰ در هفته دوازدهم تغییر پیدا کرد که این تغییرات با اینکه از نظر آماری معنی دار بود و لیکن از دیدگاه صنعتی معنی دار نمی باشد. بیشترین شفافیت در رنگ حاصله در هفته اول حاصل از حضور لسیتین در محصول بود بطوریکه پروپیلن گلیکول تاثیر قابل توجهی در شاخص کروما نداشت و تاثیر گلیسرول مونو استئارات در کروما معکوس بود (با افزایش میزان گلیسرول مونو استئارات شاخص کروما کاهش پیدا کرد) (شکل ۶ a).

در بررسی صورت گرفته در هفته ششم مشاهده گردید. گلیسرول مونو استئارات هیچگونه تاثیری در حداکثر نیروی لازم برای برش نداشته و افزایش میزان پروپیلن گلیکول رابطه مستقیمی با حداکثر نیروی لازم برای برش داشته لذا این امولسیفایر در بهبود شاخص های کیفی موثر نبوده در حالیکه این رابطه در مورد لسیتین کاملاً معنی دار می باشد بطوریکه با افزایش میزان لسیتین حداکثر نیروی لازم برای برش به مقدار قابل توجهی کاهش داشته باشد (شکل ۵ b). در نتایج بررسیهای بدست آمده پروپیلن گلیکول همانند هفته اول و ششم تاثیر منفی بر شاخص های کیفی داشته تاثیر گلیسرول مونو استئارات در هفته دوازدهم معنی دار نبوده و لیکن تاثیر لسیتین قابل توجه می باشد. کمترین میزان حداکثر نیروی لازم برای برش در بالاترین مقادیر لسیتین در هفته دوازدهم حاصل گردیده است (شکل ۵ c).

1- Hu Index

2- Chroma Index

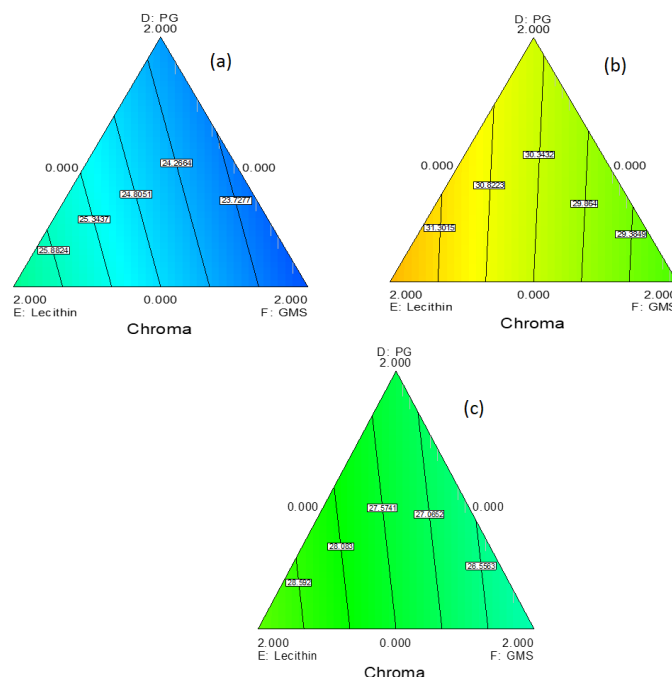


Figure 8. The interaction effect of lecithin, PG, GMS on Chroma in the first week (a), the sixth week (b) and the twelfth week (c)

آلودگی ثانویه و نیز کنترل مواد اولیه، رشد میکروبی در محصول را بتوان به حداقل رساند.

۴- نتیجه گیری

در این مطالعه از طرح ترکیبی برای مطالعه میزان اثرگذاری نسبت سه هیدروکلوئید و نسبت سه امولسیفایر و همچنین زمان نگهداری، بر شاخص های کیفی کیک استفاده گردید. پژوهش حاضر امکان استفاده از دو هیدروکلوئید هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و کیتوزان را در فرمولاسیون کیک در جهت دستیابی به اهداف کیفی از جمله بهبود شاخص های مربوط به دانسیته واقعی و حفظ و نگهداری رطوبت در بافت کیک را نشان داد. افزایش میزان کیترا در نسبت های مختلف تفاوت معنی داری از نظر بهبود شاخص های کیفی در کیک ایجاد نمود. در استفاده از نسبت های مختلف امولسیفایرها نیز، لستین از میان سه نوع امولسیفایر بکار گرفته شده در طرح، نقش مثبت بیشتری در بهبود شاخص های کیفی داشت، به طوری که کاربرد لستین

تأثیر سه نوع امولسیفایر در شاخص کروما در هفته ششم همانند هفته اول بود و لستین بیشترین تأثیر در شاخص کروما را داشت (شکل ۸ b). در هفته دوازدهم نیز همانند هفته های اول و ششم بیشترین تأثیر بر روی شفافیت و شدت رنگ مربوط به لستین بود در طول مدت ماندگاری محصول نیز بهترین نتیجه مربوطه به حداکثر میزان لستین در محصول بود (۳۱/۳) (شکل ۸ c).

۳-۷- کپک و مخمر

در بررسی انجام یافته بر روی محصولات تولیدی در طول مدت ماندگاری هیچگونه رشد کپک و مخمر در آنها مشاهده نگردید، لذا تفاوت معنی داری از نظر افزایش هر یک از انواع هیدروکلوئیدها و امولسیفایرها در نسبت های مختلف در فرمولاسیون کیک از نظر رشد کپک و مخمر مشاهده نگردید. به نظر میرسد با توجه به اینکه محصول کیک حاصل فراوری پخت در دمای بالا می باشد در صورت رعایت شرایط استاندارد در فرایند تولید، عدم

۵- منابع

- سبب افزایش شاخص کروما نسبت به گروه کنترل، تردی بیشتر رویه کیک و افزایش محتوای آمیلوز و در نتیجه کاهش روند بیاتی کیک گردد.
- rheological and sensory properties of dietary cake. *Iranian Journal of Food Sciences and Technology*, 13(55), 193-200 [In Persian].
- [16] Ahmadi, A., Maghsoudlu, Y., & Hamejani, M. (2018). Evaluation of the Effect of addition of guar gum and propylene glycol mono stearate emulsifier on quality and physicochemical properties of sponge cake. *Iranian Journal of Food Sciences and Technology*, 14(71), 231-241.
- [17] Pourfarzad, A., Haddad Khodaparast, M., Karimi, M., & Mortazavi, S. (2011). Use of response surface methodology for investigation the effect of gel improver components on the stickiness of Barbari bread dough. *Journal of Food Research*, 21(2), 257-268.
- [18] Ferng, L. H., Liou, C. M., Yeh, R., & Chen, S. H. (2016). Physicochemical property and glycemic response of chiffon cakes with different rice flours. *Food Hydrocolloids*, 53, 172-179.
- [19] Sirisoontarak, P., Suthirak, P., Papaka, K., & Vongsawasdi, P. (2017). Development of shelf stable chiffon cake using gamma irradiation. *LWT*, 75, 78-84.
- [20] Gómez, M., Oliete, B., García-Álvarez, J., Ronda, F., & Salazar, J. (2008). Characterization of cake batters by ultrasound measurements. *Journal of Food Engineering*, 89(4), 408-413.
- [21] Turabi, E., Sumnu, G., & Sahin, S. (2008). Rheological properties and quality of rice cakes formulated with different gums and an emulsifier blend. *Food hydrocolloids*, 22(2), 305-312.
- [22] Seyhun, N., Sumnu, G., & Sahin, S. (2005). Effects of different starch types on retardation of staling of microwave-baked cakes. *Food and bioproducts processing*, 83(1), 1-5.
- [23] Bárcenas, M. E., & Rosell, C. M. (2007). Different approaches for increasing the shelf life of partially baked bread: Low temperatures and hydrocolloid addition. *Food Chemistry*, 100(4), 1594-1601.
- [24] Ashwini, A., Jyotsna, R., & Indrani, D. (2009). Effect of hydrocolloids and emulsifiers on the rheological, microstructural and quality characteristics of eggless cake. *Food Hydrocolloids*, 23(3), 700-707.
- [25] Heenan, S. P., Dufour, J. P., Hamid, N., Harvey, W., & Delahunty, C. M. (2010). The influence of ingredients and time from baking on sensory quality and consumer freshness perceptions in a baked model cake system. *LWT-Food Science and Technology*, 43(7), 1032-1041.
- [26] Mehraban Shendi, Alami, Mehran, & Mokhtari. (2017). Investigating the physicochemical characteristics of gluten-free sponge cake. *Iran Journal of Food Science and Industry Research*, 13(2), 295-306.
- [27] Zhou, J., Faubion, J. M., & Walker, C. E. (2011). Evaluation of different types of fats for use in high-ratio layer cakes. *LWT-Food Science and Technology*, 44(8), 1802-1808.
- [1] Smth, J. P., & Simpson, B. K. (2018). Modified atmosphere packaging of bakery and pasta products. In *Principles of Modified-Atmosphere Amd Sous Vide Product Packaging* (pp. 207-242). Routledge.
- [2] Godefroidt, T., Ooms, N., Pareyt, B., Brijs, K., & Delcour, J. A. (2019). Ingredient functionality during foam-type cake making: a review. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 18(5), 1550-1562.
- [3] Wilderjans, E., Luyts, A., Goesaert, H., Brijs, K., & Delcour, J. A. (2013). Ingredient functionality in batter type cake making. *Trends in Food Science & Technology*, 30(1), 6-15.
- [4] Benyon, EB; Bamford, GST: 2001. *Cake and cookie technology*. Publishing of agricultural sciences.
- [5] Bravo-Núñez, Á., & Gómez, M. (2021). Enrichment of cakes and cookies with pulse flours. A review. *Food Reviews International*, 1-19.
- [6] Salek, K., & Euston, S. R. (2019). Sustainable microbial biosurfactants and bioemulsifiers for commercial exploitation. *Process Biochemistry*, 85, 143-155.
- [7] Chen, X., Chen, Y., Liu, Y., Zou, L., McClements, D. J., & Liu, W. (2022). A review of recent progress in improving the bioavailability of nutraceutical-loaded emulsions after oral intake. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 21(5), 3963-4001.
- [8] Arepally, D., Reddy, R. S., Goswami, T. K., & Datta, A. K. (2020). Biscuit baking: A review. *Lwt*, 131, 109726.
- [9] Östbring, K., & Wilde, P. (2015). *Thylakoid membranes from spinach*. Lund University, Faculty of Medicine Doctoral Dissertation Series, 59.
- [10] Kohajdová, Z., Karovičová, J., & Schmidt, Š. (2009). Significance of emulsifiers and hydrocolloids in bakery industry. *Acta Chimica Slovaca*, 2(1), 46-61.
- [11] Vikhareva, I. N., Buylova, E. A., Yarmuhametova, G. U., Aminova, G. K., & Mazitova, A. K. (2021). An overview of the main trends in the creation of biodegradable polymer materials. *Journal of chemistry*, 2021, 1-15.
- [12] Lai, H. M., & Lin, T. C. (2008). *Bakery Products: Science and Technology*. Bakery Products: Science and Technology, 3.
- [13] Gómez, M., Ronda, F., Caballero, P. A., Blanco, C. A., & Rosell, C. M. (2007). Functionality of different hydrocolloids on the quality and shelf-life of yellow layer cakes. *Food Hydrocolloids*, 21(2), 167-173.
- [14] Kerch, G., Zicans, J., & Meri, R. M. (2010). The effect of chitosan oligosaccharides on bread staling. *Journal of Cereal Science*, 52(3), 491-495.
- [15] Aryai, Peyman, Ghanbari, Massoud, Abda...pour, & Mohammad. (2015). The effect of some hydrocolloids and emulsifiers on the



Scientific Research

The effect of different proportions of hydrocolloids and food emulsifiers on the physicochemical, textural and microbial properties of sponge cake during the storage period

Maryam Fakhernia¹, Mohammad Alizadeh¹, Mahmoud Rezazadbari¹, Hamed Hassanzadeh²

1- Department of Food Science and Industry, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran

2- Department of Health and Food Industry, Faculty of Paraveterinary Medicine, Ilam University, Ilam, Iran

ABSTRACT

In this research, three different types of hydrocolloids (chitosan, tragacanth, hydroxy propyl methyl cellulose) 2 % on the basis of flour weight and three different kinds of emulsifiers (lecithin, glycerol mono stearate, propylene glycol) 1 % on the basis of flour weight, were added in different proportions to sponge cake's formulation in order to assay quality indicators of cake. Bulk density, true density, aw (water activity), moisture, amylose content, texture analysis, microbial growth and colour (hue, chroma) were used as quality indices during cake's shelf life period (12 weeks). Colour, aw and firmness did not significantly affect by any of hydrocolloids and emulsifiers and they affected only by the storage time. HPMC and lecithin had the most effect on decreasing true density and bulk density respectively. Results indicated that chitosan was the most effective hydrocolloid for retention of moisture in cakes. The amylose content increased by increasing lecithin during the six weeks and PG had significant effect in last three weeks of storage time. Lecithin also significantly affected the Fmax, so the cake's with high levels of lecithin in formulation had tender crust, and hardness decreased during the first six weeks of shelf life. No microbial growth was reported in addition of different proportions of hydrocolloids and emulsifiers. Except of lecithin, two other emulsifiers had no significant effect on Chroma index in comparison with control cakes.

ARTICLE INFO

Article History:

Received: 2023/5/15

Accepted: 2023/7/2

Keywords:

Sponge cake,

Hydrocolloids,

Emulsifiers,

Color indices,

Texture analysis

DOI: 10.22034/FSCT.20.138.1

DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.138.1.3

*Corresponding Author E-Mail:

h.hassanzadeh@ilam.ac.ir ;

m.alizadeh@urmia.ac.ir