

کاربرد امولسیفایر استر مونو و دی‌گلیسیرید اسید سیتریک (سیترم) به عنوان جایگزین لسیتین بر برخی ویژگی‌های کیفی شکلات شیری

سید باقر میرتاج الدینی^۱، صدیف آزادمرد دمیرچی^{۲*}، سیده‌ادی پیغمبردوست^۱ و هانیه رسولی پیروزیان^۳

تاریخ دریافت: ۹۴/۱/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۵/۲/۱۶

^۱ دانش‌آموخته کارشناسی ارشد (پردیس بین‌المللی ارس)، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

^۲ استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

^۳ دانشجوی دکتری علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

* مسئول مکاتبه: Email: sodeifazadmard@yahoo.com

چکیده

استفاده از لسیتین سویا به دلیل تاثیر منفی بر اکسیداسیون چربی شکلات در مدت نگهداری، داشتن رنگ تیره، طعم نامطلوب و از همه مهم‌تر به دلیل وجود تقلب‌های بسیار توسط افراد سودجو که موارد صنعتی آن را در صنعت غذا استفاده می‌نمایند، نیازمند بازنگری است و نیاز به استفاده از موارد جایگزین آن بدون ایجاد تهدید بر سلامت جامعه، بیشتر احساس می‌شود. به همین دلیل، در این پژوهش، اثر جایگزینی استر مونو و دی‌گلیسیرید اسید سیتریک (سیترم) بر ویژگی‌های میکروبی، فیزیکی شیمیایی و ارگانولپتیکی شکلات شیری به جای لسیتین سویا مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور ۰/۵ درصد از لسیتین (نمونه کنترل) و ۰/۴، ۰/۵، ۰/۶ درصد از سیترم در تولید شکلات استفاده گردید. نمونه‌ها به مدت سه ماه نگهداری شدند و پس از تولید و همچنین در فواصل زمانی یک ماهه، ویژگی‌های کیفی آنها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از مقایسه داده‌های مربوط به شمارش میکروارگانیزم‌ها در نمونه‌های شکلات در مدت زمان نگهداری ۹۰ روز اثر معنی‌داری ($P < 0.05$) روی شمارش میکروارگانیزم‌ها نشان نداد. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین مقدار اسیدیته ($1/8 \text{ mgKOH/g}$) متعلق به نمونه کنترل در پایان روز ۹۰ و کمترین (mgKOH/g) ۰/۹) متعلق به نمونه ۰/۵ درصد سیترم در ماه اول و دوم تولید بود. همچنین بیشترین مقدار پراکسید ($2/2 \text{ meq/Kg}$) متعلق به نمونه کنترل در پایان روز ۹۰ و کمترین ($0/6 \text{ meq/Kg}$) متعلق به نمونه کنترل در روز اول بود. اسیدیته و اندیس پراکسید نمونه‌های تولیدی با لسیتین بیشتر از تیمارهای حاوی سیترم بود و اختلاف معنی‌داری ($P < 0.05$) در مقایسه با تیمارهای حاوی سیترم مشاهده گردید. از نظر پذیرش کلی، پانلیست‌ها، طعم نمونه‌های شکلات تولید شده توسط سیترم را نسبت به نمونه کنترل، مطلوب گزارش کردند. در کل نتایج نشان می‌دهد که می‌توان با کاربرد سیترم، محصولی با ویژگی‌های کیفی بهتر و طعم مطلوب تولید و به بازار ارائه کرد.

واژگان کلیدی: ارگانولپتیکی، امولسیفایر، سیترم، شکلات، لسیتین

مقدمه

شناخته شده‌ترین کاربرد امولسیفایرها در صنعت قنادی مربوط به مصرف آنها در شکلات‌ها و پوشش‌های شکلاتی می‌باشد. امولسیفایرها به عنوان یک عامل امولسیفیه کننده، دو فاز مختلف را قادر می‌سازند که به صورت یک مخلوط شبه هموزن پایدار با یکدیگر ترکیب شده و مدت زیادی به همین حالت بمانند. بسیاری از امولسیفایرهایی که در صنعت آب‌نبات و شکلات استفاده می‌شوند عبارتند از؛ لسیتین، مونوگلیسریدهای فسفات و استیله، اسید لاکتیک و اسید تارتاریک، مونوگلیسریدها، گلیسرول مونواستئارات، استرهای پلی‌گلیسرول، استرهای سوربیتان، استرهای ساکارز، مونواسترهای پروپیلن گلیکول و پلی‌سوربات‌ها.

امولسیفایرها موادی هستند که سطوح فعال دارند و به ایجاد پراکندگی و پخش موادی که غیر قابل امتزاجند و یا به مقدار اندکی در یکدیگر حل می‌شوند، قادر هستند. امولسیفایرها علاوه بر امتزاج دو فاز آبی و روغنی، به دلیل دارا بودن اسیدهای چرب غیراشباع فراوان و نیز توانایی کاهش کشش سطحی بین مولکول‌های توده شکلات، قادر هستند سیالیت محصول را افزایش دهند. همچنین امولسیفایر دامنه تحمل دمایی بالایی داشته و در صورت مخلوط شدن با چربی، گسترده تغییر فازی در دماها را افزایش داده و ویسکوزیته پایینی را موجب می‌گردد (مینیفی ۱۹۹۹).

در صنایع شکلات‌سازی، لسیتین ویژگی‌های سیالیت شکلات را از طریق کاهش ویسکوزیته کنترل می‌نماید (مقصودی ۱۳۸۴). همچنین لسیتین از جذب رطوبت و کلوخه شدن شکر در پوشش‌ها جلوگیری می‌کند. افزایش بیش از اندازه مصرف لسیتین نه تنها ویسکوزیته شکلات را بیش از این کاهش نمی‌دهد، بلکه اثرات منفی مانند نرم شدن شکلات و افزایش زمان کریستالیزاسیون را نیز به همراه دارد. در نتیجه در پوشش‌هایی که حدود ۳۰ درصد چربی دارند نباید بیش از یک درصد لسیتین مصرف شود (مینیفی ۱۹۹۹).

ایرادات عمده‌ای که امروزه در مورد لسیتین بوجود آمده است، وجود تقلبات بسیار در تولید این امولسیفایر بوده، همچنین رنگ تیره آن که به عنوان فاکتور نامطلوب در تولید شکلات، بویژه شکلات سفید می‌باشد و نیز طعم ناخوشایند لسیتین که برای جبران آن نیازمند استفاده از طعم دهنده‌های بیشتر می‌باشد. تاثیر منفی لسیتین بر اکسیداسیون چربی به دلیل دارا بودن اسید لینولئیک از فاکتورهایی است که در نگهداری شکلات باعث افت کیفیت محصول از نظر طعمی می‌گردد (مینیفی ۱۹۹۹).

مونو و دی‌گلیسریدها نیز غالباً تقطیری یا خالص به عنوان افزودنی به شکلات و پوشش اضافه می‌شوند. این ترکیبات، به ویژه آنهایی که در دمای بالا تهیه شده‌اند (مانند GMS)، می‌توانند به عنوان نقاط هسته‌زایی عمل کنند. آنها غالباً در پوشش‌های ترکیبی حاوی روغن هسته پالم به عنوان عوامل ضد شکوفه زدن استفاده می‌شوند تا ماندگاری محصول را افزایش دهند. عموماً این مواد به مقدار ۰/۵ درصد استفاده می‌شوند (مقصودی ۱۳۸۴).

استر مونو و دی‌گلیسرید اسید سیتریک، امولسیفایر هیدروفیلیکی است که در امولسیون‌های روغنی در آب مورد استفاده قرار می‌گیرد. متصل کردن گلیسرول با اسید سیتریک قبل از استریفیکاسیون سایر قسمت‌های گلیسرول، خاصیت هیدروفیلی امولسیفایر را بیشتر می‌کند. از این امولسیفایر جهت معلق کردن پودر سفید مخصوص قهوه در نوشیدنی قهوه و در شکلات برای تنظیم قوام، ویسکوزیته و قابلیت چسبندگی استفاده می‌نمایند (بکت ۱۹۹۴).

آکارا و همکاران (۲۰۱۴) ویژگی‌های رئولوژیکی شکلات شیری را توسط امولسیفایرهای لسیتین، سیترم و PGPR مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد که ترکیب لسیتین و PGPR بیشترین تاثیر را در این راستا داشت. همچنین ژوانوویچ و پیژان (۲۰۰۴) تاثیر غلظت‌های مختلف امولسیفایر لاکتوم P22 را به عنوان

کاهش اندازه ذرات (Refining) تا حد ۳۰-۲۵ میکرون صورت گرفت. هدف از انجام این کار، عدم احساس شنی مواد حین خوردن و نیز پخش و پراکندگی کامل تمامی اجزاء سازنده شکلات با یکدیگر جهت ایجاد طعم یکدست و مطلوب بود. عمل ورز دادن شکلات (کانچینگ) توسط دستگاه کانچ در مرحله بعد انجام گرفت تا توده به هم چسبیده شکلات را به یک مایع روان و سیال و یکدست تبدیل کند. مدت زمان این مرحله بین ۲۲-۱۰ ساعت می‌تواند متغیر باشد. کانچینگ فرایند ضروری برای بهبود ویسکوزیته، بافت و عطر و طعم نهایی در محصول است. معمولاً عمل کانچینگ با ورز دادن (تکان و مالش شدید) شکلات در دمای بالای ۵۰°C به مدت چندین ساعت انجام می‌گیرد. در مراحل اولیه، با حذف برخی ترکیبات فرار نامطلوب نظیر اسید استیک، رطوبت نیز کاهش می‌یابد و متعاقباً برهم‌کنش‌هایی میان فاز پیوسته و پراکنده صورت می‌گیرد. فرایند کانچینگ به علت اینکه در دماهای بالا صورت می‌گیرد، باعث بهبود عطر و طعم می‌شود و عطر و طعم کاراملی در شکلات ایجاد می‌کند. در مرحله بعد، نمونه‌ها توسط دستگاه تمپرینگ مشروط دمایی شدند. شکلات در قالب‌های از جنس پلی‌کربنات ریخته شد و در یخچال در دمای ۵°C سرد شد. سرانجام، نمونه‌های شکلات پس از قالب‌گیری ابتدا در سلفون‌های OPP بسته‌بندی شد و سپس در ظروف در بسته تا زمان انجام آزمون‌ها در دمای ۱۵°C نگهداری شدند.

فرمول شکلات شامل؛ ۸ گرم خمیر کاکائو، ۲۹ گرم کره کاکائو، ۳۶ گرم شکر، ۲۲ گرم شیر خشک، ۴/۵ گرم شیر خشک کاراملایز، ۰/۵ گرم لسیتین و ۰/۰۱ گرم وانیلین در ۱۰۰ گرم محصول بود.

تهیه تیمارهای آزمایشی

به منظور بررسی تاثیر امولسیفایر استر مونو و دی‌گلیسیرید اسید سیتریک بر جایگزینی با لسیتین سویا در تهیه شکلات شیری، سه نمونه شکلات با غلظت‌های ۰/۴، ۰/۵ و ۰/۶ درصد از سیترم تولید شده و با نمونه

بازدارنده بلوم بر پایداری بلوم چربی در شکلات بررسی کردند. محققان گزارش کردند که لاکتوم P22 باعث بهبود پایداری بلوم چربی نمونه‌های شکلات شد، ولی ویژگی‌های حسی تیمارها را کاهش داد. میلی‌سی-ویچ و همکاران (۲۰۱۴) ویژگی‌های رئولوژیکی شکلات ذوب شده را با استفاده از امولسیفایرهای مختلف (لسیتین، PGPR، استرهای اسید سیتریک و اسیدهای چرب مونو و دی‌گلیسیرید (سیترم)) در مدت زمان ۳۰ روز نگهداری در دمای ۵۰°C بررسی کردند. نتایج حاکی از این بود که ویژگی‌های رئولوژیکی تمامی تیمارها طی مدت زمان نگهداری تغییر یافت.

در این پژوهش از استر مونو و دی‌گلیسیرید اسید سیتریک به عنوان جایگزین لسیتین در تولید شکلات شیری با هدف بهبود ویژگی‌های حسی و طعمی شکلات همراه با افزایش اثرات سلامت‌بخشی محصول استفاده و سپس اثر جایگزینی آن بر ویژگی‌های میکروبی، فیزیکی شیمیایی و ارگانولپتیکی در مقایسه با تیمار کنترل (لسیتین) مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

خمیر کاکائو (آلتین مارکا ترکیه)، کره کاکائو (آلتین مارکا ترکیه)، ساکارز (شرکت قند پیرانشهر)، شیر خشک پرچرب (شرکت آریا رامنا)، وانیلین (Rhodo فرانسه)، شیر خشک کاراملایز (فرانسه)، امولسیفایر (برای نمونه‌های کنترل از لسیتین سویا شرکت Cargill هلند استفاده گردید و برای تیمار نمونه‌های مورد مقایسه با نمونه‌های کنترل از استر مونو و دی‌گلیسیرید اسید سیتریک با نام تجاری Citrem تولید شده توسط شرکت Palsgaard دانمارک استفاده گردید).

تهیه نمونه‌های شکلات

ابتدا مواد اولیه شکلات یعنی خمیر کاکائو، کره کاکائو، شکر، شیرخشک، مواد معطر و امولسیفایر با استفاده از یک سیستم دو غلتکی، با هم میکس شدند. سپس با استفاده از دستگاهی به نام five roll (پنج غلتکی)، عمل

روش اندازه‌گیری اسیدیته و اندیس پراکسید

اسیدیته و اندیس پراکسید با استفاده از روش AOAC (۲۰۰۵) اندازه‌گیری گردید.

ارزیابی حسی

برای ارزیابی حسی، ابتدا در یک آزمون اولیه، پانزده نفر انتخاب شدند و نمونه‌های دو به دو مشابه با کدهای متفاوت در اختیار ارزیاب‌ها قرار گرفت. افرادی که قادر به تشخیص نمونه‌های مشابه و غیرمشابه بودند (ده نفر پانلیست نهایی) برای ارزیابی نمونه‌های اصلی انتخاب شدند. صفات انتخاب شده (رنگ روشن، عطر و طعم، بوی شکلات، بافت یکنواخت، طعم پسماند در دهان) برای ارزیابی حسی از استاندارد ملی ایران برگزیده شد (استاندارد ملی ایران شماره ۶۰۸). برای هر ویژگی امتیاز یک، نشان‌دهنده پایین‌ترین شدت صفت مورد ارزیابی و امتیاز ۵ نماینده بیشترین شدت صفت مورد ارزیابی بود. ارزیاب‌ها برای آشنایی با مفاهیم ویژگی‌های مورد ارزیابی آموزش داده شدند و هر نمونه با کد فرضی در اختیار آنها قرار داده شد.

طرح آماری مورد استفاده

آزمایش‌ها به صورت طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی انجام گرفت و داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS ۱۶ و آنالیز واریانس دو طرفه تجزیه و تحلیل شدند. اثرات مورد بررسی شامل نوع امولسیفایر، غلظت امولسیفایر، اثر زمان بر آروما و طعم محصول، درصد مقبولیت و اثرات متقابل آنها بود. مقایسه میانگین‌ها در سطح $\alpha=0/05$ انجام و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel صورت گرفت.

نتایج و بحث

ویژگی‌های میکروبی نمونه‌ها

نتایج حاصل از مقایسه داده‌های حاصل از شمارش میکروبی در نمونه‌های شکلات در طول مدت زمان

کنترلی شکلات، حاوی غلظت ۰/۵ درصد لسیتین، مقایسه صورت گرفت. تمامی نمونه‌ها و نمونه کنترلی با انجام آزمایشات میکروبی (انتروباکتریاسه، اشرشیاکلی، استافیلوکوکوس‌های کوagulaz مثبت، سالمونلا، کپک و مخمر) و آزمایشات شیمیایی (اسیدیته و عدد پراکسید) در چهار بازه زمانی (روز اول، روز سی‌ام، روز شصت‌ام و روز نود پس از تولید) و ارزیابی حسی بر روی صفات رنگ، عطر و طعم، بوی شکلات، بافت یکنواخت، طعم پسماند در دهان، توسط ده پانلیست آموزش دیده انجام گرفت.

آزمون‌های میکروبی

تمامی آزمون‌های میکروبی شامل شمارش انتروباکتریاسه، اشرشیاکلی، استافیلوکوکوس‌های کوagulaz مثبت، سالمونلا، کپک و مخمر مطابق استاندارد ملی ایران انجام شد.

شمارش انتروباکتریاسه طبق استاندارد ملی به شماره ۱-۲۶۱۱ انجام گردید و حدود قابل قبول آن حداکثر ۱۰ بود (استاندارد ملی ایران ۱۳۸۶). شمارش اشرشیاکلی طبق استاندارد ملی به شماره ۲۹۴۶، انجام گردید و حدود قابل قبول آن منفی باشد (استاندارد ملی ایران ۱۳۸۴). شمارش استافیلوکوکوس‌های کوagulaz مثبت، طبق استاندارد ملی به شماره ۳-۶۸۰۶، صورت گرفت و حدود قابل قبول آن منفی باشد (استاندارد ملی ایران ۱۳۸۵). شمارش سالمونلا طبق استاندارد ملی به شماره ۱۸۱۰، انجام شد و حدود قابل قبول آن منفی باشد (استاندارد ملی ایران ۱۳۸۱). شمارش کپک و مخمر شمارش کپک و مخمر با استفاده از محیط کشت YGC آگار، طبق استاندارد ملی به شماره ۳-۱۰۸۹۹، انجام شد و حدود قابل قبول آن حداکثر ۱۰ می‌باشد (استاندارد ملی ایران ۱۳۹۲).

تولید تمام نمونه‌ها در شرایط نسبی بهداشتی مربوط می‌شود. بیشترین شمارش کپک مربوط به تمامی نمونه‌های شکلات در پایان روز ۹۰ نگهداری بود. علت افزایش شمارش کپک در نمونه‌های شکلات طی ۹۰ روز نگهداری، احتمالاً در نتیجه وجود آلودگی ثانویه بود. شمارش مخمر در طی نگهداری در هیچ کدام از نمونه‌ها افزایش نشان نداد.

نگهداری ۹۰ روز مطابق جدول ۱ می‌باشد. نتایج حاصل از آزمون میکروبی نشان داد که بار میکروبی اشریشیاکلی، سالمونلا و استافیلوکوکوس‌های کوآگولاز مثبت در تمام طول مدت نگهداری برای همه نمونه‌ها صفر است. بار میکروبی انتروباکتریاسه، کپک و مخمر در محدوده قابل قبول قرار داشت. در مدت زمان ۹۰ روز نگهداری در تمام نمونه‌های شکلات، شمارش کپک و مخمرها بسیار نزدیک به هم و اندک بود که این امر به

جدول ۱- شمارش انتروباکتریاسه، کپک و مخمر (CFU/mg) در مدت زمان نگهداری

نمونه‌ها				میکروارگانسیم
شکلات	شکلات	شکلات	شکلات	مدت زمان نگهداری
شکلات ۰/۶ درصد	شکلات ۰/۵ درصد	شکلات ۰/۴ درصد	شکلات ۰/۵ درصد	
لسیتین	سیترم	سیترم	سیترم	انتروباکتریاسه
cfu ۱۰ <	cfu ۱۰ <	cfu ۱۰ <	cfu ۱۰ <	
cfu ۱۰ <	cfu ۱۰ <	cfu ۱۰ <	cfu ۱۰	
cfu ۱۰ <	cfu ۱۰ <	cfu ۱۰ <	cfu ۱۰	
cfu ۱۰ <	cfu ۱۰ <	cfu ۱۰ <	cfu ۱۰	روز ۱
cfu ۱۰ <	cfu ۱۰ <	cfu ۱۰ <	cfu ۱۰ <	روز ۳۰
cfu ۱۰ <	cfu ۱۰ <	cfu ۱۰ <	cfu ۱۰	روز ۶۰
cfu ۱۰ <	cfu ۱۰ <	cfu ۱۰ <	cfu ۱۰	روز ۹۰
cfu ۱۰ <	cfu ۱۰ <	cfu ۱۰ <	cfu ۱۰ <	کپک‌ها
cfu ۱۰ <	cfu ۱۰ <	cfu ۱۰ <	cfu ۱۰ <	
cfu ۱۰ <	cfu ۱۰ <	cfu ۱۰ <	cfu ۱۰ <	
cfu ۱۰	cfu ۱۰	cfu ۱۰	cfu ۱۰	
cfu ۱۰ <	cfu ۱۰ <	cfu ۱۰ <	cfu ۱۰ <	مخمرها
cfu ۱۰ <	cfu ۱۰ <	cfu ۱۰ <	cfu ۱۰ <	
cfu ۱۰ <	cfu ۱۰ <	cfu ۱۰ <	cfu ۱۰ <	
cfu ۱۰ <	cfu ۱۰ <	cfu ۱۰ <	cfu ۱۰ <	

روند کاهشی را نشان داد (شکل ۱)، هرچند میان تیمارهای حاوی سیترم اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ($P < 0.05$). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین مقدار اسیدیته ($1/8 \text{ mgKOH/g}$) متعلق به نمونه کنترل در پایان روز ۹۰ و کمترین ($0/9 \text{ mgKOH/g}$) متعلق به نمونه ۰/۵ درصد سیترم در ماه اول و دوم تولید بود (شکل ۱).

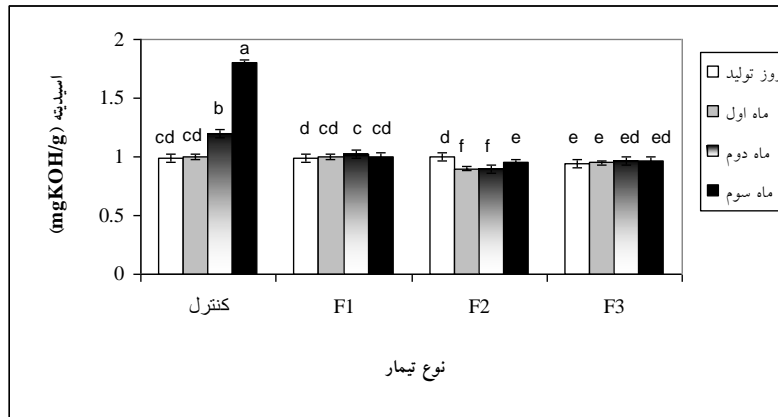
اسیدیته همه نمونه‌ها تا پایان زمان نگهداری به غیر از نمونه کنترل در روز ۹۰ در محدوده قابل قبول قرار

تغییرات اسیدیته شکلات

عدد اسیدی به عنوان یکی از پارامترهای مهم در کنترل کیفی و ماندگاری روغن‌ها و چربی‌های خوراکی مطرح است. در اثر هیدرولیز و لیپولیز این عدد می‌تواند افزایش یابد و مقدار بالای آن نشانه کیفیت نامطلوب محصول می‌باشد. در این بررسی اثر تیمار و برهم‌کنش تیمار و زمان بر اسیدیته معنی‌دار نبود ($P < 0.05$)، اما زمان نگهداری باعث تغییر معنی‌دار ($P < 0.05$) عدد اسیدی شد. با افزایش مقدار سیترم، عدد اسیدی تیمارها

افتاده و در نتیجه منجر به افزایش اسیدیته محصول می‌گردد.

داشت. در مدت زمان نگهداری در محصول به دلیل اینکه لسیتین حاوی اسیدهای چرب بیشتری از جمله اسید لینولئیک است، هیدرولیز اسیدهای چرب اتفاق

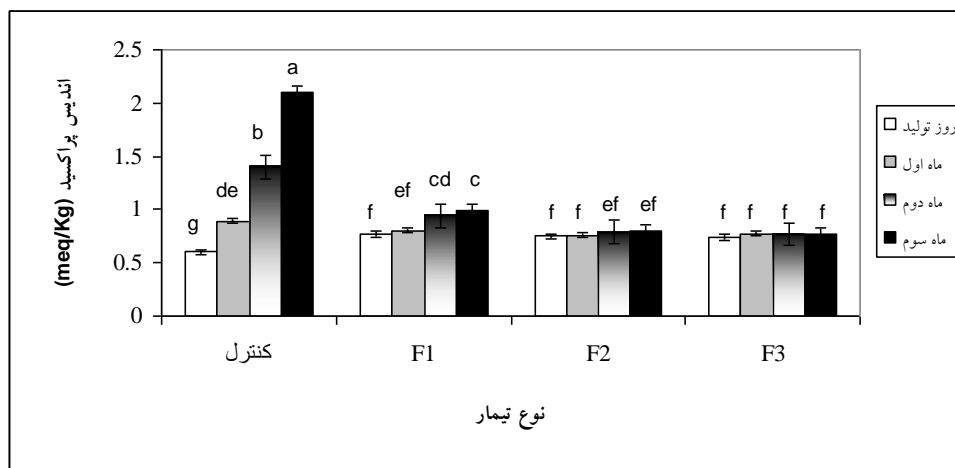


شکل ۱- تغییرات اسیدیته نمونه‌های شکلات در مدت زمان نگهداری

داد که بیشترین مقدار پراکسید (۲/۲ meq/Kg) متعلق به نمونه کنترل در پایان روز ۹۰ و کمترین (۰/۶ meq/Kg) متعلق به نمونه کنترل بود؛ زیرا مقدار پراکسید لسیتین حدوداً ۰/۶-۰/۷ و لی پراکسید سیترم ۰/۵-۰/۶ بود. بیشترین مقدار پراکسید در این پژوهش مربوط به نمونه شکلات کنترل در پایان روز ۹۰ بود. اندیس پراکسید همه نمونه‌ها تا پایان زمان نگهداری به غیر از نمونه کنترل در روز ۹۰ در محدوده قابل قبول قرار داشت.

تغییرات عدد پراکسید

نتایج حاصل از آزمون تغییرات عدد پراکسید، برای نمونه‌های مورد آزمایش معنی‌دار بود ($P < 0.05$). با افزایش مقدار سیترم، اندیس پراکسید تیمارها روند کاهشی را نشان داد (شکل ۲)، هرچند میان تیمارهای حاوی سیترم اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ($P < 0.05$). زمان نگهداری باعث تغییر معنی‌دار اندیس پراکسید شد (شکل ۲). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان



شکل ۲- تغییرات اندیس پراکسید نمونه‌های شکلات در مدت زمان نگهداری

خاصیت چسبندگی

در ارتباط با خاصیت چسبندگی، تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که نمونه‌ها اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند ($P < 0.05$) (جدول ۲). طوری‌که نمونه‌های حاوی سیترم نسبت به نمونه کنترل دارای چسبندگی کمتری بودند. همچنین مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در بین نمونه‌ها، کمترین چسبندگی به نمونه حاوی ۰/۵ درصد سیترم اختصاص داشت. تفاوت معنی‌داری بین درصدهای مختلف سیترم مشاهده نشد.

آکارا و همکاران (۲۰۱۴) ویژگی‌های رئولوژیکی شکلات شیری را توسط امولسیفایرهای لسیتین، سیترم و PGPR مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد که جایگزینی لسیتین توسط سایر امولسیفایرها منجر به افزایش ویسکوزیته پلاستیک کاسون و کاهش تنش تسلیم کاسون در نمونه‌ها شد. طوری‌که ترکیب لسیتین و PGPR بیشترین تاثیر را در این راستا داشت. جایگزینی لسیتین توسط مونوگلیسرید استر اسید سیتریک (سیترم LR10) باعث افزایش ویسکوزیته پلاستیک کاسون و تنش تسلیم کاسون شد. این پدیده می‌تواند به دلیل کارایی کمتر پوشش‌دهی ذرات شکر توسط استرهای چربی‌های گلیسرول باشد. از طرف دیگر، سیترم با پروتئین‌های شیر توسط نیروهای الکترواستاتیک و پیوندهای هیدروژنی باند می‌شود که در نتیجه عمل سورفاکتانتی پروتئین‌ها و سیترم را کاهش می‌دهد و این نشان از کارایی کمتر سیترم در مقایسه با لسیتین می‌باشد. سیترم 2in1 در کاهش ویسکوزیته پلاستیک و تنش تسلیم کارا می‌باشد، برخلاف لسیتین که به طور برجسته ویسکوزیته پلاستیک را تحت تاثیر قرار می‌دهد. تیمارهای حاوی مخلوط لسیتین و PGPR در مقایسه با سایر امولسیفایرها (۰/۲ : ۰/۲٪) کمترین ویسکوزیته پلاستیک را دارا بود. PGPR به طور موثر، تنش تسلیم و به مقدار کمتر ویسکوزیته شکلات را کاهش داد. تنش تسلیم توسط نیروهای مابین ذرات جامد تحت تاثیر

سیترم حاوی توکوفرول و آسکوربیل پالمیتات به مقدار ۴۰۰ppm می‌باشد که هر دو به دلیل تاثیر آنتی-اکسیدانی (دارا بودن ترکیبات آنتی‌بلمینگ)، از اکسیداسیون نمونه‌های تیمار در مقایسه با نمونه کنترل در طول نگهداری جلوگیری کرد. با توجه به نتایج به دست آمده در این پژوهش می‌توان بیان نمود که افزودن استر مونو و دی‌گلیسرید نه تنها تاثیر سویی بر کیفیت شکلات نداشت، بلکه با گذشت سه ماه از نگهداری شکلات تیمار شده با سیترم، حاوی عددهای پراکسید پایین‌تری در مقایسه با نمونه کنترل بود.

ارزیابی حسی

ارزیابی حسی شکلات کنترل و شکلات حاوی سیترم در چهار مرحله و در روزهای ۱، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ نگهداری انجام گرفت. نتایج حاصل از مقایسه آنالیزهای آماری و ویژگی‌های حسی نمونه‌های شکلات در روزهای مذکور در ادامه تشریح شده است.

ویژگی‌های ظاهری

از نظر ویژگی رنگ، بررسی‌ها نشان داد که نمونه‌ها اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند ($P < 0.05$) (جدول ۲). طوری‌که نمونه‌های حاوی سیترم نسبت به نمونه کنترل دارای رنگ روشن‌تری بودند. همچنین مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در بین نمونه‌ها بیشترین امتیاز مربوط به نمونه سیترم با ۰/۵ درصد بود. تفاوت معنی‌داری بین درصدهای مختلف سیترم گزارش نشد.

ویژگی‌های یکنواختی بافت

در ارتباط با صفت یکنواختی بافت، نمونه‌ها اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند ($P < 0.05$) (جدول ۲). همچنین مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در بین نمونه‌ها بیشترین امتیاز مربوط به تیمار F3 در پایان روز ۹۰ بود و نمونه کنترل در پایان روز ۹۰، کمترین یکنواختی بافت را دارا بود. بین نمونه‌های با درصدهای مختلف سیترم نیز تفاوت معنی‌داری مشاهده گردید. این نشان می‌دهد که اضافه کردن سیترم روی افزایش یکنواختی بافت شکلات تاثیرگذار است.

گلیسیرید اسید سیتریک به دلیل دارا بودن توکوفرول به مقدار ۴۰۰ppm و نیز آسکوربیل پالمیتات به مقدار ۴۰۰ppm که هر دو نقش آنتی‌اکسیدانی دارند محصول تولیدی را در برابر بلومینگ محافظت می‌نمایند. بنابراین استفاده از سیترم باعث تاخیر در بلوم چربی در شکلات می‌گردد.

اسیدهای چرب غیراشباع مستعد اکسیداسیون و اسیدهای چرب اشباع مستعد رانسیدیتی هستند. در اثر اکسیداسیون، اسیدهای چرب غیراشباع به اسیدهای چرب اشباع تبدیل می‌شوند. اسیدهای چربی که از حالت غیراشباع به اشباع تبدیل شده‌اند، اکثراً اسیدهای چربی هستند که در سطح محصول قرار می‌گیرند و زمانی که در معرض اکسیژن باشند، تغییر ساختار داده و به شکل لایه‌ای موم مانند در سطح محصول نمایان می‌شود و بلومینگ رخ می‌دهد. آنتی‌اکسیدان‌ها مانع از اکسیداسیون شده، در نتیجه مانع از بلومینگ می‌شوند.

پذیرش کلی

نمره نهایی ارزیابی حسی، نشان‌دهنده این بود که ارزیاب‌ها بیشترین امتیاز را به تیمارهای حاوی سیترم اختصاص دادند و به دلیل عدم وجود تفاوت قابل توجه در طعم نمونه‌های تیمار شده، تفاوتی در درصد‌های مورد آزمایش در پژوهش اعلام نداشتند (جدول ۲). نتایج نشان داد که در تمامی موارد محصول حاوی سیترم، طعم حقیقی شکلات را بروز می‌نمود. همچنین به دلیل عدم وجود لسیتین که دارای طعم تند رنسیدی می‌باشد، در تیمارهای حاوی سیترم، آرومای حاصل از ترکیب کره کاکائو و شیر خشک بیشتر محسوس بوده و ایجاد طعم جدیدی نمود.

قرار می‌گیرد. چربی آزاد، تاثیر زیادی در سیالیت دارد و ویسکوزیته پلاستیک را شدیداً کاهش می‌دهد. PGPR حجم اجزای فاز پیوسته را افزایش می‌دهد و باقیمانده رطوبت را باند کرده و مانع از هیدراته شده و تورم ذرات جامد نیز می‌شود. لسیتین و PGPR توانایی این را دارند که ذرات شکر را بیشتر لیپوفیل کند. هرچند گزارش شده است که سیترم LR10، ویسکوزیته پلاستیک و تنش تسلیم را تحت تاثیر قرار داد.

احساس دهانی

در این ارتباط، نمونه‌ها اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند ($P < 0.05$) (جدول ۲). همچنین مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در بین نمونه‌ها بیشترین امتیاز مربوط به تیمار F2 بود. کمترین امتیاز به نمونه کنترل اختصاص داشت. تفاوت معنی‌داری بین درصد‌های مختلف سیترم مشاهده نگردید.

پخش‌شدگی طعم در دهان

از نظر ویژگی پخش‌شدگی طعم در دهان، تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که نمونه‌ها اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند ($P < 0.05$) (جدول ۲). طوری‌که پخش‌شدگی طعم در دهان در نمونه‌های حاوی سیترم بسیار سریع و قوی‌تر نسبت به نمونه کنترلی بود. همچنین مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در بین نمونه‌ها بیشترین امتیاز مربوط به نمونه سیترم با ۰/۵ درصد بود. تفاوت معنی‌داری بین درصد‌های مختلف سیترم دیده نشد.

بلوم چربی

از نظر ویژگی بلوم چربی، نتایج حاکی از این بود که نمونه‌ها اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند ($P < 0.05$) (جدول ۲). همچنین مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که کمترین امتیاز مربوط به نمونه کنترل بود. نمونه با ۰/۶ سیترم کمترین بلوم چربی و نمونه کنترل بیشترین بلوم چربی را داشت. تفاوت معنی‌داری بین درصد‌های مختلف سیترم نیز مشاهده گردید. استر مونو و دی-

جدول ۲- نتایج ارزیابی حسی تیمارهای شکلات

تیمار	رنگ	یکنواختی بافت	چسبندگی	احساس دهانی	پخش شدگی طعم	بلوم چربی	پذیرش کلی
کنترل	۴/۱۰ ^a	۳/۷۳ ^c	۳/۹۳ ^g	۳/۰۰ ⁱ	۳/۸۰ ^k	۱/۲۳ ^m	۲/۳۰ ^q
F ₁	۴/۳۳ ^b	۳/۸۵ ^d	۴/۱۱ ^h	۳/۱۵ ^j	۳/۹۳ ^l	۱/۳۷ ⁿ	۲/۴۶ ^r
F ₂	۴/۳۶ ^b	۴/۰۸ ^e	۴/۱۶ ^h	۳/۱۸ ^j	۴/۰۳ ^l	۱/۴۹ ^o	۳/۵۵ ^r
F ₃	۴/۳۱ ^b	۴/۱۹ ^f	۴/۱۴ ^h	۳/۱۷ ^j	۳/۹۸ ^l	۱/۶۱ ^p	۳/۵۷ ^r

حروف کوچک نشانگر اختلاف معنی‌داری میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد

۰/۳ تا ۰/۷ درصد، رفتار مشابهی در ارتباط با پارامترهای کاسون (ویسکوزیته پلاستیک و تنش برشی) در هر چهار درصد از چربی ارائه داد. PGPR کاهش اندکی در ویسکوزیته پلاستیک کاسون نشان داد، اما کاهش قابل توجهی در تنش برشی مشاهده گردید. نتایج حاکی از برابری اثر لسیتین و PGPR بر ویسکوزیته پلاستیک بوده ولی PGPR اثر بیشتری بر تنش برشی نسبت به لسیتین داشت. در نتیجه مقدار بهینه امولسیفایر و محتوای چربی، یک فاکتور اساسی بر خواص سیالیت شکلات می‌باشد.

همچنین میلی‌سی‌ویچ و همکاران (۲۰۱۴) ویژگی‌های رئولوژیکی شکلات ذوب شده را با استفاده از امولسیفایرهای مختلف (لسیتین، PGPR، استرهای اسید سیتریک و اسیدهای چرب مونو و دی‌گلیسرید (سیترم)) در مدت زمان ۳۰ روز نگهداری در دمای ۵۰°C بررسی کردند. نتایج نشان داد که ویژگی‌های رئولوژیکی تمامی تیمارها طی مدت زمان نگهداری تغییر یافت. افزودن لسیتین، ویسکوزیته پلاستیک و تنش تسلیم را کاهش داد. در پایان زمان نگهداری، تنش تسلیم توده شکلات‌های حاوی لسیتین افزایش، در حالی که در سایر نمونه‌ها کاهش یافت. پس از افزودن امولسیفایر، بیشترین تاثیر در تنش تسلیم در نمونه‌های حاوی PGPR و بیشترین تاثیر در ویسکوزیته پلاستیک در نمونه‌های حاوی لسیتین مشاهده گردید.

در مطالعه‌ای مشابه، ژوانوویچ و پیژان (۲۰۰۴) اثر کاربرد استر اسید لاکتیک را بر کیفیت شکلات بررسی کردند. بدین منظور تاثیر غلظت‌های مختلف امولسیفایر لاکتوم P22 را به عنوان بازدارنده بلوم بر پایداری بلوم چربی در نمونه‌های شکلات مقایسه کردند. این ترکیب در مرحله پری‌کریستالیزاسیون به نمونه‌ها اضافه گردید. نتایج این مطالعه نشان داد که لاکتوم P22 باعث بهبود پایداری بلوم چربی نمونه‌های شکلات شد، ولی ویژگی‌های حسی تیمارها را کاهش داد. نمونه‌های شکلات که در دمای ۲۳°C پری کریستالیزه شده بودند و حاوی ۳٪ لاکتوم P22 بودند، بیشترین پایداری در برابر شکوفه چربی را دارا بودند. افزایش غلظت لاکتوم P22 ویژگی‌های حسی شکلات‌ها را بهبود داد، در حالی که دیناسان ۱۱۸ تاثیر چشمگیری بر کیفیت حسی نمونه‌ها نداشت. بیشترین امتیاز حسی در ترکیب ۰/۵٪ دیناسان ۱۱۸ و ۲٪ لاکتوم P22 گزارش شد. این نمونه‌ها حاوی سطح براق، صاف و ساختار یکنواخت بودند. در غلظت پایین لاکتوم P22 (۱-۳٪) با افزایش غلظت دیناسان ۱۱۸، سختی بافت نمونه‌ها کاهش یافت. نتایج بدست آمده برهم‌کنش میان لاکتوم P22 و دیناسان ۱۱۸ را نشان می‌دهد که در نتیجه با افزایش غلظت این ترکیبات باعث افزایش پایداری در برابر بلوم چربی می‌شود.

روزت و همکاران (۲۰۰۲) تاثیر لسیتین و PGPR را بر چهار درصد مختلف از محتوای چربی (۳۱-۳۴ درصد) در شکلات بررسی کردند. لسیتین سویا با غلظت بین

نتیجه‌گیری

ضرورت تولید شکلات با مواد اولیه مرغوب، امری است که امروزه بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. هر ماده اولیه‌ای که بر ویژگی‌های حسی، آرومایی و فیزیکی شیمیایی شکلات تاثیر منفی داشته باشد، از چرخه مصرف خارج شده و جایگزین‌های مناسب‌تر از آن مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این پژوهش، نتایج حاصل از تاثیر تیمار شکلات با استر مونو و دی-گلیسیرید اسید سیتریک (سیترم) بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و حسی شکلات نشان داد که استفاده از سیترم در شکلات به طور معنی‌دار باعث کاهش عدد پراکسید در نمونه‌ها می‌شود. همچنین افزایش غلظت سیترم نیز تاثیر معنی‌داری بر کاهش اسیدیته نمونه‌ها داشت. با افزایش مقدار سیترم عدد اسیدی تیمارها روند کاهشی را نشان داد. استر مونو و دی-گلیسیرید اسید

سیتریک به دلیل دارا بودن توکوفرول و آسکوربیل پالمیتات به مقدار ۴۰۰ppm که هر دو نقش آنتی-اکسیدانی دارند محصول تولیدی را در برابر بلومینگ و اکسیداسیون محافظت نمودند. ارزیابی حسی نشان داد پانلیست‌ها، نمونه‌های تیمار شده با سیترم را مطلوب‌تر از نمونه کنترل تشخیص دادند. در مجموع با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان بیان نمود که تیمار شکلات-ها با سیترم اثر مثبت در بهبود ویژگی‌های کیفی شکلات دارد.

در این پژوهش، پارامتر ویسکوزیته پلاستیک پس از جایگزینی لسیتین اندازه‌گیری نشد و تلاش گردید پارامترهای دیگری که کمتر مورد بررسی قرار گرفته مطالعه گردد، زیرا این بررسی پیش‌تر توسط محققان به انجام رسیده است.

منابع مورد استفاده

- سازمان استاندارد ملی ایران، ۱۳۸۱، میکروبیولوژی مواد غذایی و خوراک دام- روش جستجوی سالمونلا در مواد غذایی- ۱۸۱۰.
- سازمان استاندارد ملی ایران، ۱۳۸۴، میکروبیولوژی مواد غذایی و خوراک دام- روش جستجو و شمارش اشرشیاکلی با استفاده از روش بیشترین تعداد احتمالی- ۲۹۴۶.
- سازمان استاندارد ملی ایران، ۱۳۸۵، میکروبیولوژی مواد غذایی و خوراک دام- روش جامع برای شمارش استافیلوکوکوس‌های کوآگولاز مثبت (استافیلوکوکوس اورئوس و سایر گونه‌ها) قسمت سوم- جستجو، شناسایی و شمارش به شیوه محتمل‌ترین تعداد (MPN) برای تعداد کم میکروارگانیزم ۳-۶۸۰۶.
- سازمان استاندارد ملی ایران، ۱۳۸۶، انتروباکتریاسه- قسمت اول- جستجو، شناسایی و شمارش به شیوه محتمل‌ترین تعداد (MPN) با پیش‌غنی‌سازی. ۱-۲۴۶۱.
- سازمان استاندارد ملی ایران، ۱۳۸۹، شکلات - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون- ۶۰۸.
- سازمان استاندارد ملی ایران، ۱۳۹۲، میکروبیولوژی مواد غذایی و خوراک دام - روش شمارش کپک‌ها و مخمرها- قسمت ۳- روش شمارش کلنی در فرآورده‌های با فعالیت آبی (Aw) مساوی یا کمتر از ۰/۶ - ۳-۱۰۸۹۹.
- مقصودی ش، ۱۳۸۴، تکنولوژی آب‌نبات و شکلات‌سازی، نشر علوم کشاورزی.
- Ačkara D, Škrabalb S, Šubarića D, Babića J, Miličevića B and Jozinovića A, 2014. Rheological properties of milk chocolates as influenced by milk powder type, emulsifier and cocoa butter equivalent additions. *International Journal of Food Properties* 9: 23-44.
- AOAC, 2005. Official method of sampling and analysis of cammercial fats and oils.
- Beckett ST, 1994. *Industrial chocolate manufacture and use* (2nd edition). Published by Chapman and Hall.
- Jovanovic O and Pajin B, 2004. Influence of lactic acid ester on chocolate quality. *Trends in Food Science and Technology* 15: 128-136.

- Miličević R, Miličević B, Ačkar D, Škrabal S, Šubarić D, Babić J, Jozinović A and Jašić M, 2014. Rheological properties of molten chocolate masses during storage - influence of emulsifiers. *Journal of Science Professional from Chemistry and Technology- Faculty of technology Tuzla* 7(1): 35-40.
- Minifie B, 1999. *Chocolate, cocoa and confectionary; science and technology*. Published by Aspen Publishers, Inc.
- Rousset P, Sellappan P and Daoud P, 2002. Effect of emulsifiers on surface properties of sucrose by inverse gas chromatography. *Journal of Chromatography A* 969: 97–101.

Application of ester mono-diglycerid citric acid (Citrem) in replacement of lecithin, on some qualitative characteristics of milk chocolate

SB Mirtajeddini¹, S Azadmard-Damirchi^{2*}, SH Peighambardoust² and H Rasouli-Pirouzian³

Received: April 19, 2015

Accepted: May 05, 2016

¹MSc Graduated, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

²Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

³PhD Student, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

*Corresponding author: Email: sodeifazadmard@yahoo.com

Abstract

Using soy bean lecithin in chocolate need further revisions and requires adding replacement without any threat on society health due to its negative effects on the lipid oxidation during storage of chocolate, causing darkness, unpleasant taste and more important that all above, because of the usual frauds of crass industrialization in the food industry. In this research, effects of substitution of ester of mono-diglycerid citric acid (Citrem) were assessed on the microbial, physico-chemical and organoleptic properties of milk chocolate. Preparation of chocolate with Citrem was done at different levels of 0.4%, 0.5% and 0.6%. The control samples made with 0.5% lecithin. The samples were stored for 3 months. Organoleptic and physico-chemical properties were analyzed every month. The results showed that the microbial enumeration of treatments was not affected during 90 days storage. Also, the maximum acidity (1.8 mgKOH/g) and peroxide values (2.2 meq/Kg) belonged to control samples in the end of storage period. The minimum acidity index (0.9 mgKOH/g) were seen in the samples containing 0.5% Citrem in days 30 and 60. The minimum peroxide value (0.6 meq/Kg) observed in control treatments in day one. Acidity and peroxide values of samples produced with lecithin were higher than chocolates with citrem. On the basis of consumer acceptance, chocolates containing Citrem, received higher sensory scores compared to the control treatments. Generally, the results indicated that by incorporating Citrem in chocolate, it is possible to produce product with desirable flavor and sensory properties that have significant role in the quality of chocolate.

Key words: Chocolate, Citrem, Emulsifier, Lecithin, Organoleptic