مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

ارزیابی تاثیر افزودن دی تاگاتوز و اسانس لیمو بر ویژگی‌های کیفی شکلات

مرجان نوری[1*]، امیرحسین آگاهی[2]

۱- استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد رودهن، دانشگاه آزاد اسلامی، رودهن، ایران.

۲-کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد رودهن، دانشگاه آزاد اسلامی، رودهن، ایران.

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۷/۰۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۹/۳۰

کلمات کلیدی:

اسانس لیمو،

آنتی اکسیدان،

دی تاگاتوز،

شکلات،

کم شکر.

DOI: 10.22034/FSCT.19.132.149

DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.132.11.4

* مسئول مکاتبات:

Marjan.nouri@iau.ac.ir

چکیده

شکلات محصولی پرطرفدار و پر مصرف در گروه‌های سنی مختلف است اما در سال‌های اخیر تحت تاثیر افزایش نیاز مصرف کنندگان به شکلات سالم یعنی کم قند یا بدون قند قرار گرفته است. هدف پژوهش حاضر جایگزین کردن ساکاروز موجود در شکلات با دی تاگاتوز و همچنین بکارگیری اسانس لیمو جهت بهبود خصوصیات بیولوژیک می‌باشد. هفت فرمولاسیون شکلات تولید شده شامل درصدهای مختلف تاگاتوز (۰، ۱۳، ۲۹ و ۴۷ درصد) و اسانس لیمو (۰، ۰/۱ و ۰/۲ درصد) بود، سپس آزمون‌های میزان رطوبت، چربی، قند قبل و بعد آبکافت، خصوصیات رنگی، سختی بافت، آنتی اکسیدانی، میکروبی و حسی بر روی نمونه‌ها انجام شد. نتایج نشان داد رطوبت نمونه‌ها (بجز CTL_5: حاوی ۴۷/۸۰ درصد تاگاتوز و ۰/۱ درصد اسانس لیمو) اختلاف معنی داری با شاهد داشتند همچنین میانگین قند قبل از آبکافت نمونه‌ها با یکدیگر اختلاف معناداری داشت اما درصد چربی آنها (۳۳/۳۹ تا ۳۳/۴۱ درصد) بدون تفاوت معنی دار بود. حضور اسانس منجر به کاهش سختی نمونه‌ها شده است بطوریکه CTL_6 (نمونه حاوی ۴۷/۹۰ درصد تاگاتوز و ۰/۲ درصد اسانس لیمو) با داشتن مقادیر اسانس بیشتر دارای سختی بافت کمتری (۱۶/۶۱ N) بود. دو عامل تاگاتوز و اسانس لیمو بر خصوصیات رنگی تاثیر گذار بودند اما تنها اسانس لیمو بر خصوصیات آنتی اکسیدانی اثر داشت و همه نمونه‌ها از لحاظ بار میکروبی در حد استاندارد قرار داشتند. در ارزیابی حسی به نمونه شاهد (۴/۹۶) مشابه با نمونه CTL_5 (۴/۹۲) امتیاز پذیرش کلی داده شد. نتایج نهایی این پژوهش، CTL_5 را به عنوان مناسبترین فرمولاسیون جهت تولید شکلات سلامتی بخش معرفی کرد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.132.11.4]

[DOI: 10.22034/FSCT.19.132.149]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.132.11.4]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.132.149]

۱-مقدمه

در سال‌های اخیر بازار و صنعت شکلات سازی تحت تاثیر افزایش نیاز مصرف کنندگان به شکلات سالم یعنی کم قند یا بدون قند افزایش یافته است [۱]. شکلات منبعی از انرژی با سوخت و ساز سریع است که سرشار از پلی فنل‌ها از جمله کاتچین، آنتوسانیدین و پروآنتوسیانیدین می‌باشد، طعم و بافت منحصر به فرد شکلات و ایجاد احساس لذت پس از خوردن آن، از دلایل عمده مصرف رو به رشد این محصول است [۲]. مصرف شکلات اثرات مثبتی بر فشار خون، انسولین و عملکرد عروقی دارد همچنین خاصیت آنتی اکسیدانی و تولید اکسید نیتریک را افزایش می‌دهد [۳].

تاکنون، تحقیقات گسترده‌ای به منظور کاهش یا جایگزینی قند و چربی در شکلات صورت گرفته است به طور مثال از دی تاگاتوز و اینولین بعنوان جایگزین ساکارز، کلاژن هیدرولیز شده به عنوان بخشی از چربی کره کاکائو و همچنین پودر خرما و آرد سویا به عنوان ترکیبات سودمند در شکلات بکار رفته است [٤، ٥، ٦]. نتایج بکارگیری مارمالاد لیمو، دی تاگاتوز، اینولین، استویا و همچنین تفاله قهوه عربیکا در شکلات، مطلوب بوده است [٦، ٧، ٨]. قند احیا کننده دی تاگاتوز یک ستوهگزوز و ایزومر دی گـالاکتوز است که بطور طبیعی در غلظت‌های پایین از برخی میوه جات و محصولات لبنی جداسازی شده است. این شیرین کننده کم کالری و با ارزش بعنوان یک افزودنی ایمن در محصولات غذایی رژیمی قابل استفاده است [۹].

تنوع افزودنی های عطر و طعم دهنده محصولات غذایی بسیار گسترده است، این مواد ممکن است طبیعی، مصنوعی یا ترکیبی از آنها باشد [۱۱]. گزارش شده است که اسانس لیمو دارای خواص ضد باکتریایی، آنتی اکسیدانی و قارچ کش است و به عنوان افزودنی ایمن در فهرست GRAS[1] شناخته شده است همچنین بعنوان نگهدارنده یا طعم دهنده در صنایع غذایی پرمصرف است [۱۲]. ترکیبات طعم دهنده اصلی آن شامل سیترال[2]، لیمونن[3]، میرسن[4]، اکتانال[5] و گاما ترپینن[6] است [۱۳].

1. Generally recognized as safe
2. Citral
3. Limonene
4. Myrcene
5. Octanal

در این پژوهش سعی بر آن شده است که با کاهش ساکاروز و جایگزینی آن با شیرین کننده دی تاگاتوز و همچنین بکارگیری اسانس لیمو، خصوصیات کیفی و آنتی اکسیدانی شکلات بهبود یابد و در انتها بهترین فرمولاسیون جهت تولید شکلات کم شکر و سلامتی بخش که مورد پسند ارزیابان حسی هم باشد، معرفی شود. بررسی پژوهش‌های پیشین نشان داده است که تاکنون از ترکیب مقادیر مختلف دی تاگاتوز (۰، ۱۳، ۲۹ و ٤٧ درصد) و اسانس لیمو (۰/۱،۰ و ۰/۲ درصد) در فرمولاسیون شکلات استفاده نشده است در نتیجه نیاز به این تحقیق احساس شد.

۲-مواد و روش ها

۲-۱-ترکیبات مورد استفاده در پژوهش حاضر

مواد اولیه شامل پودر کاکائو (از شرکت Altinmarka، کشور ترکیه)، کره کاکائو (با نام تجاری آفریقانا از شیرین عسل، کشور ایران)، لستین و وانیلین (شرکت Taste Marker، کشور دبی)، ساکاروز (سهامی قند، کشور ایران)، دی تاگاتوز (شرکت Damhert، کشور بلژیک) و اسانس لیمو (شرکت نیکوشیمی، کشور ایران) خریداری شدند. مراحل تولید در کارگاه شکلات سازی در استان البرز انجام شد. تمام محیط‌های کشت و مواد شیمیایی مورد استفاده در این پژوهش از شرکت مرک آلمان تهیه شدند.

۲-۲-آماده سازی نمونه‌ها

۲-۲-۱-تهیه نمونه‌های شکلات

هفت تیمار مطابق با فرمولاسیون موجود در جدول ۱ تهیه شدند، بدین صورت که همه ترکیبات (به جز اسانس لیمو) در داخل بالمیل آزمایشگاهی (آسیاب شکلات) با یکدیگر مخلوط شدند، کاهش اندازه ذرات و ورز دادن[7] شکلات همزمان انجام شد. شکلات در دمای ۵۰ درجه سلسیوس به مدت ۳ ساعت با دور ۸۵ دور بر دقیقه تهیه، سپس نمونه‌ها در انکوباتور با دمای ۵۰ درجه سلسیوس به مدت ۱۲ ساعت نگهداری شدند. در مرحله بعد اسانس لیمو اضافه و نمونه‌ها با تمپرینگ آزمایشگاهی با سرعت در دور ۷۵ دور بر دقیقه مشروط دمایی شدند، در انتها

6. Gamma-terpinene
7. Conching

شکلات‌ها در قالب‌هایی از جنس فویل آلومینیوم پیچیده شدند و در ظروف در بسته تا انجام آزمایشات در دمای ۱۰ درجه سلسیوس (یخچال) نگهداری شدند [۹].

Table 1 Formulations of chocolate treatments in the present study

Code	Sugar	Cocoa butter	Cocoa powder	Lecithin	Vanillin	Lemon essential oil	D-Tagatose
CC	52.30	31	16	0.6	0.1	0	0
CTL_1	22.36	31	16	0.6	0.1	0.1	29.84
CTL_2	22.36	31	16	0.6	0.1	0.2	29.74
CTL_3	38.84	31	16	0.6	0.1	0.1	13.36
CTL_4	38.84	31	16	0.6	0.1	0.2	13.26
CTL_5	0	31	16	0.6	0.1	0.1	47.80
CTL_6	0	31	16	0.6	0.1	0.2	47.90

CC: Control Chocolate
CTL: Chocolate containing D-tagatose and lemon essential oil

۲-۳- آزمون‌های مورد بررسی

۲-۳-۱- آزمون‌های فیزیکو شیمیایی شامل تعیین رطوبت، قند و چربی

درصد رطوبت به روش کارل فیشرمطابق استاندارد AOAC به شماره ۱۰-۹۷۷ بدین صورت انجام شد که ۲ گرم از نمونه‌های شکلات در آون (ساخت شرکت Memmert، آلمان) با دمای ۱۰۰ درجه سلسیوس خشک و میزان کاهش وزن به عنوان محتوای رطوبت گزارش شد.

میزان قند قبل و بعد از آبکافت نمونه‌ها به روش لین-اینون فیشرمطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۷۵۹، خلاصه روش بدین صورت بود که ۵ گرم از شکلات خرد شده با مقداری آب ولرم مخلوط شد. مدت زمانی به محلول فرصت داده تا ترکیبات نامحلول رسوب کنند، سپس مایع رویی به آهستگی از یک صافی عبور داده و به یک بالون حجمی ۱۰۰ میلی لیتر منتقل شد، این عمل چندین مرتبه انجام شد تا سرد کردن و رسیدن به حجم ۱۰۰ میلی لیتر انجام شد. محلول مورد نظر برای اندازه گیری میزان قند قبل و بعد از آبکافت استفاده شد. عمل عیارسنجی با بکارگیری فهلینگ‌های A و B انجام شد. همچنین محلول‌های قند با غلظت‌های ترتیبی مطابق با استاندارد هدف تهیه شد.

میزان چربی کل مطابق استاندارد AOAC به شماره ۱۵-۹۶۳ به طور خلاصه ۵ گرم از نمونه همگن شده را در کاغذ صافی ریخته و وزن آن یادداشت شد سپس داخل قسمت استخراج کننده قرار داده شد و حدود ۳۰۰ میلی لیتر محلول ان-هگزان به داخل بالن سوکسله که قبلا به وزن ثابت رسیده بود اضافه گردید. مبرد به آب سرد متصل شد و دمای هیتر طوری تنظیم شد که در طی ۱ ساعت ۷ الی ۸ مرتبه سیرکولاسیون انجام پذیرد. پس از چند ساعت حلال بازیابی شد و بالن از دستگاه جدا گردید و بر روی دستگاه بن ماری قرار داده تا هگزان آن تبخیر شد، سپس بالن در آون ۱۰۰ درجه قرار گرفت تا به وزن ثابت برسد سپس در دسیکاتور سرد و توزین گردید، با استفاده از روابط ۱ و ۲ نتایج حاصل شد [۱۴].

$(W_1 - W_0) / M \times 100$:درصد چربی کل : رابطه ۱

W_1 : وزن بالن + وزن چربی استخراج شده : رابطه ۲

M : وزن نمونه، W_0 : وزن اولیه بالن خالی

۲-۳-۲-میزان سختی بافت

قطعات شکلات با ابعاد ۱۰×۲۰×۸۰ میلی متر در دمای ۲۰ درجه سلسیوس به مدت ۶ ساعت در دستگاه انکوباتور یخچال دار (ساخت شرکت شیماز، ایران) نگهداری شدند. آزمون نفوذ با دستگاه بافت سنج (ساخت شرکت Hounsfield مدل H50KS انگلستان)، مجهز به سمبه ته صاف ۱/۶ میلی متری و سرعت نفوذ ۱/۵ میلی متر بر ثانیه انجام گرفت و نیروی حداکثر در عمق ۶ میلیمتری به عنوان شاخص سختی گزارش شد [۸].

۲-۳-۳-اندازه گیری خصوصیات رنگی

اندازه گیری خصوصیات رنگی با استفاده از دستگاه هانترلب (شرکت Hunter Lab-D25- 9000، آلمان) انجام شد. برای

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-25]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.132.11.4]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.132.149]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-25]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.132.11.4]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.132.149]

این منظور نمونه‌های شکلات به صورت دایره‌ای به قطر ۹۰ میلی متر و ضخامت ۱۰ میلی متر تهیه شدند و در دمای محیط ۲۵ درجه سلسیوس نگهداری و در سیستم CIELAB فاکتورهای a^*، b^* و L^* آنها سنجیده شدند [۱۵].

۲-۳-٤- آزمون میکروبیولوژیکی

نمونه‌های شکلات قبل ازتوزین به مدت ۱ ساعت در دمای ۳۷ درجه سلسیوس گرم و ذوب شدند، سپس ۱۰ گرم از هر نمونه به صورت اسپتیک به داخل کیسه‌های پلاستیکی حاوی ۹۰ میلی لیتر محلول کلرید سدیم استریل ۰/۸۵ درصد (وزنی برحجمی) و پپتون (۰/۱ درصد) منتقل و به مدت ۲ دقیقه در دمای ۳۷ درجه سلسیوس همگن شدند. هر نمونه به طور مناسب توسط رقت‌های متوالی تهیه شده از محلول کلرید سدیم استریل ۰/۸۵ درصد (وزنی برحجمی) و پپتون (۰/۱ درصد) رقیق شد. شمارش گروه‌هایی از میکروارگانیسم‌ها همانند باکتری‌های زنده، باکتری‌های تشکیل دهنده اسپور، مخمرها و کپک‌ها، کپک زروفیلیک، گونه‌های آنتروباکتریاسه، آنتروکوکوس و استافیلوکوک کوآگولازمثبت روی نمونه‌های شکلات با استفاده از روش متداول پور پلیت[1] مورد بررسی قرار گرفت. پلیت‌ها پس از گرمخانه گذاری از نظر انواع کلنی‌ها و ویژگی‌های مورفولوژیکی مرتبط با هر محیط رشد مورد بررسی قرار گرفتند و نتایج به صورت واحدهای تشکیل دهنده کلنی در هر گرم نمونه (CFU/g) بیان شد [۱٦].

۲-۳-۵-آزمون مهار رادیکال‌های آزاد DPPH

محلول رادیکال DPPH بدین صورت تهیه شد که ۰/۰۰۵ گرم از پودر رادیکال آزاد DPPH در یک فلاسک حجمی (۱۰۰ میلی لیتری) حاوی متانول حل گردید. ۱ تا ۲/۵ گرم از نمونه توزین و با متانول ۸۰ درصد (وزنی بر حجمی) در فلاسک حجمی (۵۰ میلی لیتری) مخلوط شد، سپس استخراج با تکان دادن شدید دستی انجام شد. سپس نمونه‌ها از طریق کاغذ صافی واتمن شماره ٤ فیلتر شدند تا ترکیبات نامحلول از بین برود، پس از آن رقت‌هایی (نمونه‌ای از فلاسک حجمی ۵۰ میلی لیتری: آب مقطر) ۱:۱، ۲:۱، ۵:۱، ۱۰:۱ و ۲۰:۱ تهیه شدند. واکنش بین ۰/۲ میلی لیتر سوسپانسیون و ۷/۸ میلی لیتر محلول رادیکال متانولی انجام شد، از متانول به عنوان نمونه تنها (۰/۲ میلی لیتر آب مقطر با ۷/۸ میلی لیتر متانول ۸۰ درصد) و از ۰/۲ میلی لیتر آب با ۷/۸ میلی لیتر محلول رادیکال متانولی به عنوان نمونه شاهد استفاده شد. میزان جذب نمونه‌های آزمایش شده در ۵۱۷ نانومتر پس از واکنش ۳۰ دقیقه‌ای در تاریکی اندازه گیری و مقدار IC_{50} محاسبه شد [۱۷].

۲-۳-٦-ارزیابی حسی

ارزیابی حسی توسط ۲۵ ارزیاب آموزش دیده صورت گرفت، به منظور پرهیز از بروز خطاهای متداول در ارزیابی حسی نظیر خطای حاصل از انتظار ارزیاب‌ها یا خطای حاصل از محرک، نمونه‌ها در اندازه و ظروف مشابه مخصوصی که با اعداد سه رقمی و به صورت تصادفی رمزگذاری شده بودند در اختیار ارزیاب‌ها قرار داده شدند. نمونه‌ها از لحاظ رنگ، طعم، بو، مزه و بافت مورد ارزیابی قرار گرفتند و هر کدام از ارزیابان حسی بر اساس مقیاس پنج نقطه‌ای از ۱ برای "غیر قابل پذیرش" و ۵ برای "عالی" نمره دادند [۱۸].

۲-٤- روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

به منظور تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها و بررسی اطلاعات به دست آمده از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی استفاده شد. تمام آزمایش‌ها در سه تکرار انجام شد، سپس میانگین و انحراف معیار بدست آمد. به منظور تعیین وجود اختلاف بین میانگین‌ها آنالیز واریانس و برای گروه بندی آنها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد. در تمام مراحل تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از نرم افزار Minitab نسخه ۲۱ استفاده شد.

۳-نتایج و بحث

۳-۱- میزان رطوبت

نتایج جدول ۲ نشان داد میانگین رطوبت همه نمونه‌های شکلات با یکدیگر اختلاف معناداری داشتند بجز نمونه CTL 5 (۱/۰۵ درصد) با شاهد (۹۹/ درصد) که اختلاف معنی داری در میزان رطوبت آنها مشاهده نشد. نتایج نشان داد میزان رطوبت با کاهش مقادیر اسانس لیمو و افزایش مقادیر تاگاتوز در نمونه‌ها کاهش

1 . Pour plate

یافته است. در میان نمونه‌ها CTL_4 (۱/۶۱ درصد) با تفاوت معنی دار بیشترین میزان رطوبت را داشت.

در پژوهش حاضر همه نمونه‌ها دارای رطوبت کمتر از ۲ درصد بودند و علت افزایش رطوبت با افزایش درصد اسانس لیمو را می‌توان ناشی از وجود گروه‌های هیدروفیل و طبیعت جاذبه الرطوبه آن دانست [۱۲، ۱۳]. نمونه‌ای که دارای بیشترین میزان تاگاتوز بود در فاکتور رطوبت تفاوت معنی داری با نمونه شاهد نداشت که نشان از تمایل کم تاگاتوز به جذب و حفظ رطوبت است، نتایج بدست آمده با نتایج سایر محققان مشابه بود [٤، ٥، ١٩].

Table 2. The comparison effects of D-tagatose and lemon essential oil on moisture (%), fat (%), and sugar (%) before and after hydrolysis in chocolate treatments

Treatments	CC	CTL_1	CTL_2	CTL_3	CTL_4	CTL_5	CTL_6
Moisture (%)	$0.99^{f} \pm 0.05$	$1.20^{d} \pm 0.11$	$1.34^{c} \pm 0.09$	$1.50^{b} \pm 0.03$	$1.61^{a} \pm 0.07$	$1.05^{f} \pm 0.12$	$1.13^{e} \pm 0.05$
Fat (%)	$33.40^{a} \pm 0.03$	$33.41^{a} \pm 0.02$	$33.39^{a} \pm 0.04$	$33.40^{a} \pm 0.02$	$33.41^{a} \pm 0.01$	$33.40^{a} \pm 0.05$	$33.39^{a} \pm 0.01$
Sugar (%) before hydrolysis	$8.29^{d} \pm 0.02$	$15.60^{b} \pm 0.021$	$15.41^{b} \pm 0.05$	$10.74^{c} \pm 0.33$	$10.39^{c} \pm 0.06$	$22.11^{a} \pm 0.09$	$22.00^{a} \pm 0.10$
Sugar (%) after hydrolysis	$50.91^{a} \pm 0.53$	$50.10^{b} \pm 0.86$	$50.00^{b} \pm 1.01$	$49.84^{b} \pm 0.89$	$49.80^{b} \pm 1.06$	$50.37^{b} \pm 0.78$	$50.40^{b} \pm 0.91$

±Standard deviation (a-f): Different uppercase letters with statistical differences in the studied level ($p<0.05$) related to the studied times

CC: Control chocolate, CTL_1: Chocolate treated with 29.84 (%) D-tagatose and 0.1 (%) lemon essential oil, CTL_2: Chocolate treated with 29.74 (%) D-tagatose and 0.2 (%) lemon essential oil, CTL_3: Chocolate treated with 13.36 (%) D-tagatose and 0.1 (%) lemon essential oil, CTL_4: Chocolate treated with 13.26 (%) D-tagatose and 0.2 (%) lemon essential oil, CTL_5: Chocolate treated with 47.80 (%) D-tagatose and 0.1 (%) lemon essential oil and CTL_6: Chocolate treated with 47.90 (%) D-tagatose and 0.2 (%) lemon essential oil

۳-۲- میزان چربی

نتایج مقادیر مربوط به درصد چربی در محدوده ۳۳/۳۹ تا ۳۳/٤۱ نشان داده شد (جدول ۲)، نمونه‌های شکلات حاوی دی تاگاتوز و اسانس لیمو از نظر چربی با نمونه شاهد تفاوت معناداری نداشتند ($p>۰/۰۵$). زیرا تغییری بر میزان ترکیبات چرب و جایگزینی چربی در نمونه‌های شکلات صورت نگرفته است و مشابه با پژوهش پیشین بود [٦].

۳-۳- میزان قند قبل و بعد از آبکافت

همانطور که در جدول ۲ مشاهده شد میانگین قند قبل از آبکافت نمونه‌های شکلات دارای اختلاف معناداری بودند و نمونه شاهد (۸/۲۹ درصد) کمترین قند قبل از آبکافت را داشت. نمونه‌های حاوی بیشترین مقدار تاگاتوز دارای بالاترین مقدار قند قبل از آبکافت بودند و میزان اسانس لیمو بر آن بی تاثیر بود. میزان قند قبل از آبکافت در نمونه‌ها به میزان قند احیا کننده مرتبط است که با افزایش میزان قند احیا کننده تاگاتوز این عامل بصورت معنی دار افزایش یافت [٤ و ٢٥]. نتایج میزان قند بعد از آبکافت نشان داد این فاکتور در نمونه شاهد (۵۰/۹۱ درصد) با تفاوت معنی داری بیشتر از سایر نمونه‌ها بود. میزان تاگاتوز و اسانس لیمو بر قند بعد از آبکافت بی تاثیر بود و نتایج آن نشان داد آبکافت اسیدی به خوبی انجام شده است [٤].

محققان پیشین محتوای قند شکلات تیره و شیری را بررسی کردند و نتایج آنها نشان داد در شکلات شیری به دلیل حضور قند احیا کننده لاکتوز، درصد قند قبل از ابکافت بیشتر بود [۵، ۱۹]. همراستا با پژوهش حاضر، کاهش قند ساکاروز و افزایش میزان گلوکز و فروکتوز با جایگزینی پودر خرما در شکلات تیره کم کالری منجر به کاهش قند بعد از آبکافت شد [٦].

۳-٤-خصوصیات رنگی

خصوصیات رنگی اولین تأثیر را در بیان کیفیت محصول به مصرف کننده ارائه می‌دهد در نتیجه شدت مقبولیت محصول تحت تأثیر قرار می‌گیرد [۱۸]. نتایج جدول ۳ نشان داد، هر دو

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-25]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.132.11.4]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.132.149]

عامل تاگاتوز و اسانس بر میزان فاکتورهای رنگی تاثیر گذار بوده‌اند بدین صورت که با افزایش میزان تاگاتوز، شدت L* و a* نمونه‌ها افزایش یافت و در نسبت عکس با میزان اسانس لیمو بود. در میان نمونه‌ها، روشنی CC (۱۶/۲۸) با CTL_4 (۱۶/۳۰) تفاوت معنی داری نداشت. CTL_5 (۲۰/۵۶) دارای بیشترین میزان روشنی بود زیرا این نمونه‌ها به ترتیب دارای کمترین و بیشترین میزان تاگاتوز بودند. a* در CC (۷/۰۱) کمترین مقدار بود و نمونه CTL_4 با کمترین تاگاتوز و بیشترین اسانس بعد از نمونه شاهد دارای کمترین a* (۷/۴۴) بود از سوی دیگر CTL_5 دارای بیشترین میزان این فاکتور (۹/۵۲) بود. نتایج جدول ۳ نشان داد با افزایش میزان تاگاتوز و اسانس لیمو، b* افزایش یافته است. در میان نمونه‌ها b* در CC (۶/۰۰) کمترین و در CTL_6 بیشترین میزان این عامل (۸/۸۰) مشاهده شد، زیرا در این نمونه بالاترین میزان تاگاتوز و اسانس حضور داشت که هر دو از عوامل تاثیر گذار مثبت بر b* بودند.

نتایج پژوهش‌های پیشین همراستا با نتایج تحقیق حاضر بود بدین صورت که کمترین مقادیر L* ، a* و b* در نمونه شکلات دارای ۱۰۰ درصد اینولین بدون تاگاتوز مشاهده گردید و با افزایش مقادیر تاگاتوز هر سه فاکتورها رنگی افزایش یافتند [٤]. از درصدهای مختلف دانه‌های رست شده و نشده کاکائو جهت تولید شکلات بهره بردند و نتایج نشان داد افزایش بکارگیری مایع کاکائو رست نشده منجر به افزایش L* ، a* و b* نمونه‌ها شده است [١٦]. افزودن اسانس دارچین به فرمولاسیون شکلات منجر به کاهش جزئی عوامل رنگی L* و a* و افزایش b* شده است که مطابق با تاثیر اسانس لیمو در پژوهش حاضر است [۲۰، ۲۱].

Table 3. The comparison effects of D-tagatose and lemon essential oil on color, hardness and antioxidant attributes in chocolate treatments

Treatments	CC	CTL_1	CTL_2	CTL_3	CTL_4	CTL_5	CTL_6
L*	$16.28^{f} \pm 0.01$	$19.39^{c} \pm 0.09$	$18.75^{d} \pm 0.07$	$17.50^{e} \pm 0.05$	$16.30^{f} \pm 0.02$	$20.56^{a} \pm 0.11$	$20.10^{b} \pm 0.14$
a*	$7.01^{f} \pm 0.03$	$8.50^{c} \pm 0.10$	$7.92^{d} \pm 0.15$	$7.73^{de} \pm 0.06$	$7.44^{e} \pm 0.17$	$9.52^{a} \pm 0.20$	$9.10^{b} \pm 0.09$
b*	$6.00^{f} \pm 0.17$	$7.30^{d} \pm 0.09$	$6.97^{c} \pm 0.10$	$6.20^{f} \pm 0.19$	$6.72^{e} \pm 0.36$	$8.61^{b} \pm 0.06$	$8.80^{a} \pm 0.11$
Maximum compression force (N)	$17.10^{a} \pm 0.34$	$15.23^{b} \pm 0.07$	$15.05^{bc} \pm 1.16$	$14.90^{c} \pm 0.19$	$14.87^{c} \pm 0.03$	$16.85^{a} \pm 0.25$	$16.61^{ba} \pm 1.01$
IC50 (mg/mgDPPH)	$11.32^{a} \pm 0.12$	$7.41^{b} \pm 0.14$	$2.20^{c} \pm 0.71$	$7.54^{b} \pm 0.15$	$2.14^{c} \pm 0.31$	$7.48^{b} \pm 0.50$	$1.27^{c} \pm 0.11$

±Standard deviation (a-f): Different uppercase letters with statistical differences in the studied level ($p<0.05$) related to the studied times

CC: Control chocolate, CTL_1: Chocolate treated with 29.84 (%) D-tagatose and 0.1 (%) lemon essential oil, CTL_2: Chocolate treated with 29.74 (%) D-tagatose and 0.2 (%) lemon essential oil, CTL_3: Chocolate treated with 13.36 (%) D-tagatose and 0.1 (%) lemon essential oil, CTL_4: Chocolate treated with 13.26 (%) D-tagatose and 0.2 (%) lemon essential oil, CTL_5: Chocolate treated with 47.80 (%) D-tagatose and 0.1 (%) lemon essential oil and CTL_6: Chocolate treated with 47.90 (%) D-tagatose and 0.2 (%) lemon essential oil

۳-۵- سختی بافت

در جدول ۳ تاثیر معنی دار تاگاتوز و اسانس لیمو بر میزان سختی بافت شکلات‌ها نشان داده شده است. نمونه شاهد دارای بیشترین میزان سختی بود و در نمونه‌های تیمار شده با افزایش میزان تاگاتوز سختی بافت افزایش یافت اما حضور اسانس لیمو بر کاهش این فاکتور تاثیر گذار بود. نمونه‌های CC و CTL_5 (به ترتیب ۱۵/۲۳ و ۱۶/۸۵ N) بدون تفاوت معنی دار، سختی بافت مشابهی داشتند اما CTL_6 با داشتن میزان بالای تاگاتوز (۴۷/۹۰ درصد) و اسانس (۰/۲ درصد)، سختی بافت کمتری (۱۶/۶۱ N) نسبت به CTL_5 (۱۶/۸۵ N) داشت.

در مطالعه‌ای مشابه نشان داده شده است که سختی بافت نمونه‌ها با افزایش میزان تاگاتوز بیشتر شده است و فرمول‌های ۵۰ درصد اینولین-۵۰ درصد تاگاتوز، ۲۵درصد اینولین-۷۵ درصد تاگاتوز و ۱۰۰درصد تاگاتوز از قابلیت مناسبی جهت بهبود بافت برخوردار بودند [۵]. کمترین میزان گرانروی و تنش عملکرد در نمونه‌های شکلات حاوی مقادیر بالای تاگاتوز، مشاهده شد [۲۲]. در

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-25]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.132.11.4]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.132.149]

پژوهشی دیگر مقادیر سختی، تیکسوتروپی، گرانروی پلاستیک و ظاهری شکلات با افزایش درصد جایگزینی ساکاروز افزایش یافتند، در نتیجه نمونه‌ها با کمترین مقدار جایگزینی (۱۵ و ۲۰ درصد)، اختلاف کمتری با نمونه شاهد داشتند [٦]. نمونه شکلات حاوی بیشترین مقدار تفاله قهوه عربیکا (٦٠ درصد) به دلیل داشتن فیبر و رطوبت بیشتر دارای بالاترین میزان سفتی بافت بود [۸].

۳-٦- خصوصیات آنتی اکسیدانی

توانایی جهت مهار رادیکال‌های آزاد نمونه‌ها در جدول ۳ نشان داده شده است که میزان تاگاتوز بر روی این خاصیت معنی دار نبود اما میزان اسانس به طور معنی داری بر IC_{50} تاثیر گذار بود. نمونه شاهد (۱۱/۳۲mg/mg DPPH) دارای کمترین میزان خاصیت آنتی اکسیدانی و بیشترین IC_{50} بود، در مقابل نمونه‌های حاوی اسانس لیمو با تفاوت معنی داری خاصیت مهار رادیکال‌های آزاد بیشتری داشتند و CTL_2، CTL_4 و CTL_6 بدون تفاوت معنی داری با یکدیگر، بهترین خاصیت آنتی اکسیدانی را از خود نشان دادند.

بیشترین افت میزان مهار رادیکال‌های آزاد مربوط به کاهش محتوای ترکیبات پلی فنول است که هنگام پخت (بو دادن) شکلات رخ می‌دهد، سایر فرآیندهای تولید نیز این فعالیت را (البته به میزان کمتر) کاهش می‌دهد [۸، ۲۳]. اسانس لیمو دارای ساختار فنلی و ترکیبات زیست فعال است که منجر به خاصیت مهارکنندگی رادیکال آزاد می‌شود و هنگامیکه از این اسانس در تولید شکلات استفاده شد با توجه به مقادیر مورد استفاده، خاصیت آنتی اکسیدانی افزایش یافت [۱۲، ۱۳]. نتایج پژوهش‌های پیشین نشان داد بیشترین توانایی برای مهار رادیکال‌های آزاد توسط نمونه‌های شکلات حاوی ۱۰۰ درصد دانه رست شده کوکا (IC_{50}= ۹/٤۱ mg/mg DPPH) و ضعیف ترین آن توسط شکلات حاوی ۱۰۰ درصد دانه رست نشده کوکا (IC_{50}= ۱۱/٤۹ mg/mg DPPH) مشخص شد [١٦]. اسانس دارچین در سطح ۰/۱ درصد (وزنی / وزنی) به شکلات اضافه شد زیرا در این غلظت، طعم شکلات غنی شده با آن برای مصرف کننده قابل قبول بود و باعث افزایش خاصیت آنتی اکسیدانی نمونه‌های شکلات شد [۲۳].

۳-۷- ارزیابی تاثیر دی تاگاتوز و اسانس لیمو بر جمعیت میکروبی

حضور میکروارگانیزم‌های نامطلوب در محصولات غذایی، سلامت مصرف کنندگان را به خطر می‌اندازد در نتیجه کنترل آنها بسیار حایز اهمیت است [۱۵]. در جدول ٤ تاثیر دی تاگاتوز و اسانس لیمو بر تعداد کل باکتری‌ها، تعداد باکتری‌های تشکیل دهنده اسپور، مخمرها و کپک‌ها، کپک‌های خشکی دوست، انتروباکتریاسه، انتروکوک و استافیلوکوکوس کوآگولاز مثبت نشان داده شده است. تعداد کل باکتری‌ها در نمونه شاهد از سایر نمونه‌ها بیشتر و حضور اسانس لیمو در کاهش این مقدار تاثیرگذار بود بطوریکه نمونه‌های حاوی ۰/۲ درصد اسانس (CTL_2، CTL_4 و CTL_6) دارای کمترین میزان بار میکروبی بودند. میزان باکتری‌های اسپورزا در تمام نمونه‌ها بدون تفاوت معنی داری یکسان بود که نشاندهنده عدم تاثیر پذیری اسانس بر کاهش اسپورها بود. میکروارگانیسم های مخمر، کپک، کپک‌های خشکی دوست و استافیلوکوکوس کوآگولاز مثبت در محیط کشت هیچکدام از نمونه‌ها مشاهده نشد. بیشترین میزان انتروباکتریاسه و انتروکوکوس در نمونه شاهد مشاهده شد اما در نمونه‌های CTL_1، CTL_3 و CTL_5 شدت آلودگی کاهش یافت و در نمونه‌های CTL_2، CTL_4 و CTL_6 هیچ رشدی از این دو باکتری مشاهده نشد. مطالعه‌ی حاضر نشان داد که در هفت فرمولاسیون، میزان میکروارگانیسم‌های موجود در حد استاندارد بود بدین صورت که بر اساس استاندارد ملی ایران بیشینه تعداد به ترتیب آنتروباکتریاسه 10^2 در هر گرم، باسیلوس سرئوس 10^2 در هر گرم، کپک 3×10^2 در هر گرم و مخمر 10^3 در هر گرم است [٢٤].

ترکیبات تشکیل دهنده، نوع فرآیند تخمیر دانه‌های کاکائو و شرایط نگهداری شکلات از عوامل اساسی موثر در آلودگی میکروبی به حساب می آیند [۲۵]. دانه‌های کاکائو سرشار از مس، گوگرد، ویتامین C و دو فلاونوئید کاتچین و اپی کاتچین هستند [۲٦]. این ترکیبات می‌توانند در برابر باکتری‌های گرم مثبت موثر باشند همچنین فعالیت باکتری کشی بهتری در برابر باکتری‌های گرم منفی از خود نشان داده‌اند [۲٦، ۲۷]. میزان آلودگی میکروبی شیرینی‌های سنتی عرضه شده در قنادی‌های شهر یزد نشان داد

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-25]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.132.11.4]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.132.149]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-25]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.132.11.4]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.132.149]

۳۳/۸ درصد از آلودگی نمونه‌ها متعلق به انتروباکتریاسه، اشرشیا کلی، کپک و مخمر به ترتیب ۲/ ۱۳درصد، ۵ درصد، ۷/ ۲۱ درصد و ٤/ ۱۱ درصد بود.ه است بیشترین میزان آلودگی مربوط به شیرینی «لوز پسته (۸/۸۸ درصد)» و کمترین متعلق به شیرینی «حاجی بادام»، بدون هیچ آلودگی میکروبی بود [۲۸]. با افزودن امگا ۳ به شکلات شیری، نتایج حاصل از آزمون میکروبی نشان داد که تیمارها فاقد هرگونه آلودگی مربوط به سالمونلا، *استافیلوکوکوس اورئوس* و اشترشیا بودند [۲۹]. در پژوهش دیگری بالاترین سطح تعداد کل باکتری‌ها در شکلات شاهد $۲/۳ \times ۱۰^{٦}$ CFU/g بود و برای سایر نمونه‌های تیمار شده با دانه رست شده و نشده کوکا، میزان کل باکتری‌ها مشابه بود و به $۱/۷–٤/۲ \times ۱۰^{٤}$ CFU/g رسید، اگر چه تفاوت آماری میان نتایج ذکر شد. باکتری‌های تشکیل دهنده اسپور در تمام نمونه‌های شکلات در سطح $۱/۵–۳/۳ \times ۱۰^{۳}$ CFU/g بدون در نظر گرفتن دانه رست شده و نشده کوکا، وجود داشت [۱٦].

Table 4 The effect of D-tagatose and lemon essential oil on the microbial population (CFU/g) of chocolate treatments

Microorganism	CC	CTL_1	CTL_2	CTL_3	CTL_4	CTL_5	CTL_6
Total viable count	3.10×10^{5} a	1.07×10^{4} b	1.24×10^{2} c	4.10×10^{4} b	2.40×10^{2} c	1.06×10^{4} b	1.65×10^{2} c
Spore-forming bacteria	1.50×10^{1} a	1.09×10^{1} a	1.00×10^{1} a	1.21×10^{1} a	1.02×10^{1} a	1.14×10^{1} a	1.05×10^{1} a
Yeasts and molds	-	-	-	-	-	-	-
Xerophilic molds	-	-	-	-	-	-	-
Enterobacteriaceae	4.07×10^{2} a	6.34×10^{1} b	-	5.27×10^{1} b	-	3.45×10^{1} b	
Enterococcus spp.	2.23×10^{2} a	1.06×10^{1} b	-	2.10×10^{1} b	-	2.58×10^{1} b	
Staphylococcus spp. coagulase-positive	-	-	-	-	-	-	-

±Standard deviation (a-f): Different uppercase letters with statistical differences in the studied level (p<0.05) related to the studied times

CC: Control chocolate, CTL_1: Chocolate treated with 29.84 (%) D-tagatose and 0.1 (%) lemon essential oil, CTL_2: Chocolate treated with 29.74 (%) D-tagatose and 0.2 (%) lemon essential oil, CTL_3: Chocolate treated with 13.36 (%) D-tagatose and 0.1 (%) lemon essential oil, CTL_4: Chocolate treated with 13.26 (%) D-tagatose and 0.2 (%) lemon essential oil, CTL_5: Chocolate treated with 47.80 (%) D-tagatose and 0.1 (%) lemon essential oil and CTL_6: Chocolate treated with 47.90 (%) D-tagatose and 0.2 (%) lemon essential oil

۳–۸– ارزیابی تاثیردی تاگاتوز و اسانس لیمو برخصوصیات حسی

تاثیر دی تاگاتوز و اسانس لیمو بر ارزیابی حسی با بررسی فاکتورهای بافت، بو، مزه، احساس دهانی، چسبندگی و پذیرش کلی انجام شد (شکل ۱). همانطور که مشخص است نمونه‌های شکلات تیمار شده با دی تاگاتوز و اسانس لیمو از نظر خصوصیات بافتی، طعمی و احساس دهانی با نمونه شاهد متفاوت بودند (p<۰/۰۵). نتایج بافت نشان داد که افزایش میزان اسانس لیمو منجر به افت کیفیت بافت شده است که با نتایج دستگاهی این فاکتور همراستا بود. فاکتورهای مزه و چسبندگی نمونه شاهد و تیمار شده تفاوت معنی داری با یکدیگر نداشتند اما احساس دهانی نمونه شاهد امتیاز بالاتری دریافت کرد که احتمالا به دلیل عدم پذیرش مزه اسانس لیمو در شکلات بوده است. در میان شکلات‌ها، نمونه شاهد دارای مطلوب ترین امتیاز پذیرش کلی از نظر ارزیابان بود و در نمونه شاهد برابر با ٤/۹٦ که مشابه ترین نمونه به آن CTL_5 با عدد ٤/۹۲ شناسایی شد.

در پژوهشی نتایج ارزیابی حسی نمونه‌های شکلات از لحاظ بافت، رنگ، عطر، طعم و براقیت محصول نشان داد که بیشترین مقبولیت حسی مربوط به نمونه حاوی ۲۰ درصد تفاله قهوه عربیکا و کمترین مقبولیت به دلیل طعم گسی مربوط به نمونه حاوی٦۰ درصد تفاله بود [۸]. خصوصیات حسی نمونه‌های شکلات نشان داد کاهش ۷ درصد چربی (آرد سویا) و ۱۰ درصد قند (پودر خرما) بالاترین امتیاز ارزیابی را دارا بود [۷]. مانیتول و

دی تاگاتوز به عنوان شیرین کننده می‌توانند میزان شکوفه، رنگ، تردی، روان بودن، تلخی طعم و پودر بودن احساس بعد از مصرف شکلات را افزایش دهند، اما سختی، جویدنی، شیرینی طعم، شدت طعم کلی و طعم کاکائو با ادامه روند کاهش یافت [۳۰]. میانگین امتیازات ارزیابی حسی نشان داد شکلات تهیه شده با جایگزینی شکر با استویا به میزان ۵۰ درصد در مقایسه با سایر تیمارها از نظر حسی نمره بالاتری داشت البته ارزیابان تمام نمونه‌های شکلات را تا ۷۵ درصد جایگزینی شکر با استویا پذیرفتند [۱۶].

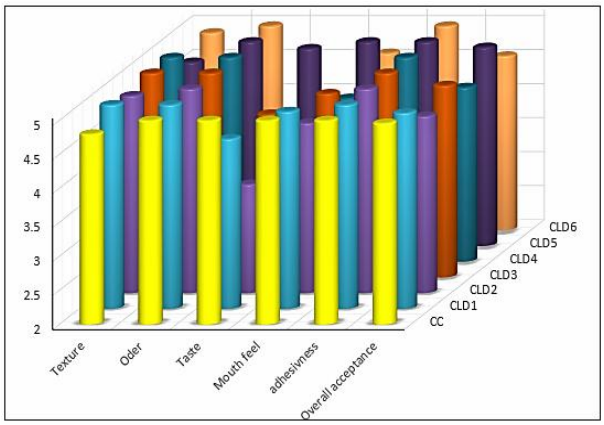

Fig 1 The effects of D-tagatose and lemon essential oil on sensory features

٤- نتیجه گیری

با توجه به نتایج بدست آمده می توان نتیجه گرفت به ترتیب کاهش و افزایش مقادیر تاگاتوز و اسانس لیمو بر افزایش رطوبت و همچنین افزایش تاگاتوز بر میانگین قند قبل از آبکافت نمونه‌های تیمار شده تاثیر گذار بوده است اما تفاوت معنی داری در میزان چربی شکلات‌ها مشاهده نشد. حضور تاگاتوز و اسانس لیمو بر روی شدت فاکتورهای رنگی L* ، a* و b* نمونه‌ها تاثیر معنی داری داشت همچنین با افزایش میزان اسانس لیمو از سختی بافت شکلات‌ها کاسته شد. ظرفیت آنتی اکسیدانی رادیکال‌های آزاد نمونه‌های شکلات تیمار شده با اسانس لیمو افزایش یافت و با توجه به فعالیت ضد میکروبی محتوای فنلی آن کاهش آلودگی در نمونه‌های تیمار شده وجود داشت. در میان نمونه‌های تیمار شده CTL_5 با داشتن مناسب ترین نتایج بیولوژیک و امتیاز ارزیابان حسی، به عنوان فرمولاسیون برتر جهت فرمولاسیون شکلات شناسایی شد.

٥- منابع

[1] Faccinetto-Beltrán, P., Gómez-Fernández, A.R., Santacruz, A. and Jacobo-Velázquez, D.A. 2021. Chocolate as carrier to deliver bioactive ingredients: current advances and future perspectives, Foods, 10(9):2065.

[2] Chin Tan, T.Y., Lim, X.Y., Hui Yeo, J.H., Lee, S.W.H. and Ming Lai, N. 2021. The health effects of chocolate and cocoa: a systematic Review, Nutrients, 13(9):2909.

[3] Dong, J.Y., Hiroyasu, I., Kazumasa, Y., Norie, S. and Shoichiro, T. 2017. Chocolate consumption and risk of stroke among men and women: A large population-based, prospective cohort study, Atherosclerosis, 260:8-12.

[4] Shoorideh, M., Taslimi, A., Azizi, M. H. and Mohammadifar, M.A. 2011. Study of effects of D-tagatose and inulin as sugar substitutes on the physical, chemical and rheological properties of milk chocolate, Journal of Food Science and Technology, 8 (30):113-125.

[5] Tayefeh Ashrafiyeh, N., Azizi, M.H., Taslimi, A., Mohamadi Far, M.A., Shorideh, M. and Mohammadi, M. 2014. The effect of collagen hydrolysate as a partial replacement of cocoa butter on the rheological and sensory properties of milk chocolate, Journal of Food Science and Technology, 11 (42):141-153.

[6] Mohammadi, A., Asadolahi, S. and Eshaghi, M.R. 2018. Effect of replacing sucrose and fat with date powder and soy flour on physical and chemical properties of dark low- calorie chocolate, Journal of Food Science and Technology, 78(15):311-319.

[7] Javidi Pejman, I., karazhyan, R. and Gord-Noshahri, N. 2022. Evaluation of the effect of Arabica coffee pulp waste as a sugar substitute on the antioxidant, textural and sensory properties of beneficial chocolate, Journal of Food Science and Technology, 19 (126):217-225.

[8] Ramya, P. and Bhasker, V. 2018. Development of chocolate center filled with lemon marmalade and its sensory studies, International Journal of Food Science and Nutrition, 3(2):155-159.

[9] Chahed, A., Nesler, A., Aziz, A., Barka, E.A., Pertot, I. and Perazzolli, M. 2021. A

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-25]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.132.11.4]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.132.149]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.132.11.4]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.132.149]

production base on Celery and Blackberry beverages by using *Lactobacillus plantarum,* Journal of Food Science and Technology, 16 (91):157-167.

[19] Shourideh, M., Taslimi, A., Azizi, M., Mohammadifar, M. and Mashayekh, M. 2010. Effects of D-Tagatose, inulin and stevia as sugar substitutes on the physical, chemical, rheological and sensory properties of dark chocolate, Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology, 5(3):29-38.

[20] Aji Muhammad, D.R., Tuenter, E., Patria, G.D., Foubert. K., Luc, P. and Dewettinck K. 2021. Phytochemical composition and antioxidant activity of *Cinnamomum burmannii Blume* extracts and their potential application in white chocolate, Food Chemistry, 340:127983.

[21] Dimas, R.A.M., Vale´rie, L., Alderweireldt, E., Vanoverberghe, P., Praseptiangga, D., Juvinal, J. G. and Dewettinck, K. 2019. Antioxidant activity and quality attributes of white chocolate incorporated with *cinnamomum burmannii blume* essential oil, Journal of Food Science and Technology, 57:1731-1739.

[22] Rad, H.A., Azizi, A. Darghahi, R., Bakhtiari, O., Javadi, M., Jafarzadeh, M., Homayuni Rad, H., Mirtajeddini, B., Mobaraki, N., Tayebali, M. and Rasouli Pirouzian, H. 2018. Development of synbiotic milk chocolate enriched with *Lactobacillus paracasei*, D-tagatose and galactooligosaccharide, Applied Food Biotechnology, 5(2):59-68.

[23] Di Matteo, A., Simeone, G.D.R., Rao, A.C.M. and Di Vaio, C. 2021. Morphological characteristics, ascorbic acid and antioxidant activity during fruit ripening of four lemon (*Citrus limon (L.) Burm. F.*) cultivars, Scientia Horticulturae, 276, 27.

[24] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Microbiology of pastry and confectionery products- specifications and test methods. Number 2395.

[25] De Vuyst, L., Lefeber, T., Papalexandratou, Z. and Camu, N. 2015. The functional role of lactic acid bacteria in cocoa bean fermentation, Biotechnology of Lactic Acid Bacteria: Novel Applications, pp:301-325.

[26] Lecumberri, E., Mateos, R., Izquierdo-review of knowledge on the mechanisms of action of the rare sugar D-tagatose against phytopathogenic oomycetes, Plant Pathology, 70:1979–1986.

[10] Shourideh, M., Taslimi, A., Azizi Tabarizzad, M.H., Mohammadi far, M.A. and Mashayekh, M. 2020. Effects of D-Tagatose, Inulin and stevia as sugar substitutes on the physical, chemical, rheological and sensory properties of dark chocolate, Journal of Nutrition Science and Food Technology, 3(18):29-38.

[11] Hematian, A., Nouri, M. and Dolatabad S.S. 2020. Kashk with caper (*Capparisspinosa L.*) extract: quality during storage, Foods Raw Material, 8(2):402–410.

[12] Sun, Y., Liu, Z., Wang, X., Zhang, F., Huang, X., Li, J., Sun, X., Guo, Y. and Han, X. 2021. Effect of HLB value on the properties of chitosan/zein/lemon essential oil film-forming emulsion and composite film, International Journal of Food Science and Technology, 56(10): 4925-4933.

[13] Yazgan, H., Ozogul, Y. and Kuley, E. 2019. Antimicrobial influence of nanoemulsified lemon essential oil and pure lemon essential oil on food-borne pathogens and fish spoilage bacteria, International Journal of Food Microbiology, 306:108266.

[14] AOAC (Association of Official Analytical Chemists International). (2005). Official methods of analysis. 18th ed. Maryland: AOAC International, 31:33-44.

[15] Nouri, M., Ezzatpanah, H., Abbasi, S. and Behmadi, H. 2013. Investigating the stability of chemical and physical characteristics of non-fat set yoghurt containing textured milk during the storage time, Journal of Food Science and Technology, 10 (40):66-57.

[16] Żyżelewicz, D., Budryn, G., Oracz, J., Antolak, H., Kręgiel, D. and Kaczmarska, M. 2018. The effect on bioactive components and characteristics of chocolate by functionalization with raw cocoa beans, Food Research International, 113:234-244.

[17] Basiri, M. and Nouri, M. 2021. Enrichment of strawberry frozen yogurt by chia (*Salvia hispanica L.*) seeds, Food & Health, 4(4):28-34.

[18] Nouri, M. and Amin Moghadasi1, A. 2019. Investigating the possibility of probiotic

Pulido, M. P., Goya, L. and Bravo, L. 2007. Dietary fibre composition, antioxidant capacity and physico-chemical properties of a fibre-rich product from cocoa (*Theobroma cacao L.*), Food Chemistry, 3:948-954.

[27] Santos, R.X., Oliveira, D.A., Sodré, G.A., Gosmann, G., Brendel, M. and Pungartnik, C. 2014. Antimicrobial activity of fermented The obroma cacao pod husk extract, Genetics and Molecular Research, 13(3): 7725-7735.

[28] Nasehinia, H., rahimi, S., kiani, M., Ghaneapur, M. R. and Ajam, F. 2017. Assessment of microbial contamination of traditional sweets in Yazd, Iran, Journal of Health Research in Community, 2(4):26-34.

[29] Gamarooni Pour, A. and Azizi, M.H. 2018. Studying effect of omega-3 extracted of Linseed oil on physicochemical properties of functional milk chocolate, Journal of Food Science and Technology, 78(15):183-190.

[30] Yang-Ju, S., Young Choi, S., Mi Yoo, K., Won Lee, K., Mee Lee, S., Hwang, I. K. and Kim, S. 2017. Anti-blooming effect of maltitol and tagatose as sugar substitutes for chocolate making, LWT - Food Science and Technology, 88: 87-94.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-25]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.132.11.4]

[DOI: 10.22034/FSCT.19.132.149]

Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

The Effect of Adding D-tagatose and Lemon Essential Oil on Quality of Chocolate

Nouri, M. [1]*, Agahi, A. H. [2]

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

ARTICLE INFO

Article History:

Received 2022/ 09/ 30
Accepted 2022/ 12/ 21

Keywords:

Lemon essential oil,
Antioxidant,
D-tagatose,
Chocolate,
Low sugar.

DOI: 10.22034/FSCT.19.132.149
DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.132.11.4

*Corresponding Author E-Mail:
Marjan.nouri@iau.ac.ir

ABSTRACT

Chocolate is a popular and widely consumed product in different ages, however, the demand of consumers has increased for healthy chocolate with free or low sugar in recent years. The objective of present research is to substitute the sucrose of chocolate with D-tagatose and lemon essential oil for improving biological functions. The seven formulations of chocolate included distinct percentages of D-tagatose (0, 13, 29 and 47 %) and lemon essential oil (0, 0.1 and 0.2 %). Afterwards, the tests were performed on chocolate treatments such as moisture level, fat, sugar content before and after hydrolysis, color perception, hardness, antioxidant, microbial and sensory evaluations. The results demonstrated that moisture of treatments (except CTL5 containing 47.80 % D-tagatose and 0.1 % lemon essential oil) was noticeably different from the control. A significant difference was observed between the average sugars of treatments before hydrolysis, however, there was no considerable difference in fat levels (33.39 to 33.41 %). The essential oil has led to a reduction in hardness, so CTL6 (including 47.90 % D-tagatose and 0.2 % lemon essential oil) with higher essential oil had a lower hardness (16.61 N). D-tagatose and lemon essential oil had an influence on color features, but antioxidant functions were affected only by essential oil and all treatments were within the standard range in terms of microbial load. In sensory assessment, the overall acceptance score was given to the control (4.96) and CTL5 (4.92). The conclusion of present research introduced CTL5 as the most suitable treatment for production of healthy chocolate.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-25]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.132.11.4]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.132.149]