

استفاده از فیبر بامبو به عنوان جایگزین چربی در شکلات صبحانه (کرم شکلات) و بررسی ویژگی‌های حسی، بافتی و فیزیکوشیمیایی آن

مارال خوش کیش^۱، مریم قراچورلو^{۲*} و سمیرا یگانه زاد^۳

۲ و ۱ - به ترتیب: کارشناس ارشد؛ و دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران،

ایران

۳ - دانشیار پژوهشگاه علوم و صنایع غذایی، مشهد، ایران

تاریخ دریافت: ۹۹/۵/۱۳؛ تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۱/۵

چکیده

فیبر بامبو از گیاهی به نام بامبو متعلق به خانواده (Poaceae) استخراج می‌شود و مانند دیگر فیبرهای گیاهی فاقد هرگونه نقش کالری زایی است. هدف از این پژوهش بررسی امکان تولید شکلات صبحانه، با این فیبر به جای روغن در پنج سطح (صفر، ۲/۵، ۴/۵، ۶/۵، ۸/۵ درصد) است. نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که استفاده از فیبر تا سطح ۸/۵ درصد اثر معنی‌دار روی مقادیر pH و فعالیت آبی ندارد. مشخص شد با افزایش فیبر در فرمولاسیون شکلات صبحانه، رطوبت و خاکستر بصورت معنی‌داری ($P < 0.05$) افزایش می‌یابد. همچنین نتیجه آنالیز کالری نشان داد با جایگزینی روغن با فیبر تا سطح ۸.۵ درصد میزان کالری محصول تا ۱۳/۴۲ درصد کاهش می‌یابد. ارزیابی حسی پنج فرمولاسیون شکلات صبحانه نیز حاکی از پذیرش بیشتر نمونه تهیه شده با ۴/۵ درصد فیبر بامبو است. نتایج آنالیز بافت و سنجش ویسکوزیته ظاهری نشان داد که با افزایش درصد فیبر در فرمول، پارامترهای ویسکوزیته ظاهری، سفتی، پیوستگی، چسبندگی و شاخص قوام به صورت معنی‌داری ($P < 0.05$) افزایش می‌یابد. بطور کلی شکلات صبحانه تهیه شده با ۴/۵ درصد فیبر بامبو می‌تواند جایگزین مناسبی برای چربی در شکلات صبحانه باشد و فرمول بهینه قادر است ۶/۳۵ درصد مقادیر کالری محصول را کاهش دهد.

واژه‌های کلیدی

ارزیابی حسی، آنالیز بافت، شکلات صبحانه، ویسکوزیته ظاهری

مقدمه

شیوع بیماری‌هایی مانند چاقی، قلبی عروقی، دیابت و انواع سرطان سبب توجه بیش از پیش به بحث تغذیه شده است. در این بین توصیه همه محققان مصرف مواد غذایی سالم‌تر است. یکی از موارد مهم

از حدود ده سال گذشته، توجه به تغذیه جایگاه ویژه‌ای در تحقیقات علمی پیدا کرده است. رابطه بین تغذیه و سلامتی، همچنین نگرانی از

بین مصرف کنندگان و افزایش تمایل آنها به غذای کم‌چرب شده است. در اینجا موضوع جایگزین کردن بخشی از روغن با موادی که بتوانند نقش روغن را در ماده غذایی داشته باشند و میزان کالری آنها کمتر باشد مطرح می‌شود که تولید شکلات صبحانه کم‌چرب یکی از این موارد است (Rezende *et al.*, 2015).

جایگزین‌های چربی، با توجه به ترکیباتشان، به سه گروه تقسیم می‌شوند. جایگزین‌های چربی بر پایه کربوهیدرات، جایگزین‌های چربی بر پایه پروتئین و جایگزین‌های چربی بر پایه چربی (Rezende *et al.*, 2015). در دهه اخیر انجمن‌های تغذیه‌ای استفاده از مواد غذایی حاوی فیبر و مصرف حداقل ۳۸ گرم فیبر رژیمی برای مردان و ۲۸ گرم برای زنان را توصیه کرده‌اند (Zhang *et al.*, 2017; Chongtham *et al.*, 2011).

ساقه‌های بامبو غنی از فیبر است که شامل اولیگوساکاریدها، لیگنین و پلی‌ساکاریدهاست. این فیبر به علت داشتن لیگنین عامل مهمی در جلوگیری از ابتلا به سرطان و کاهش کلسترول محسوب می‌شود. این فیبر همچنین خطر ابتلا به بیماری‌های روده را کاهش می‌دهد. فیبر ساقه‌های بامبو منبعی غنی از پتاسیم است و سبب نرمال سازی فشار خون و بهبود ضربان قلب می‌شود (Pandey *et al.*, 2011; Lu *et al.*, 2005). فیبر بامبو به کاهش خطر ابتلا به دیابت نوع ۲ و بیماری‌های قلبی و عروقی می‌انجامد. در کل، تحقیقات نشان داده‌است که فیبر گیاه بامبو دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی، ضد سرطانی، ضد دیابتی، ضد باکتریایی، ضد قارچی است و بهبود دهنده به-شمار می‌آید (Mustafa *et al.*, 2016; Pandey *et al.*, 2010; Choudhury *et al.*, 2010).

در این زمینه، کنترل مقدار چربی مصرفی جامعه بشری است. یکی از فرآورده‌های پرطرفدار، به خصوص در میان کودکان، شکلات صبحانه است. عموماً مصرف کنندگان این محصول را در وعده صبحانه مصرف می‌کنند. با توجه به مصرف شکلات صبحانه در این وعده غذایی و وجود مقادیر بالایی از چربی و قند در این محصول، بهتر است به فکر تعدیل مقادیر چربی و قند در شکلات صبحانه بود (Nebesny *et al.*, 2005). به‌منظور کاهش کالری و نمایه گلیسمی در شکلات صبحانه، می‌توان به‌جای ساکارز از کربوهیدرات‌هایی استفاده کرد که قابلیت هضم پایین دارند از قبیل پلی‌آل‌ها مانند ایزومالت، لاکتیتول و سوربیتول و قندهای کمیاب مانند D-تاگاتوز و لاکتولوز و پلی‌ساکاریدهایی مانند اینولین (Livesey *et al.*, 2001). ترکیب اصلی دیگر کرم‌های کاکائویی روغن‌ها و چربی‌هاست. چربی، در مقایسه با پروتئین، بیشترین کالری را دارد (۹ در برابر ۴ کیلوکالری در گرم). چربی منبع تأمین انرژی در بدن و اسیدهای چرب ضروری است. افزون بر این، در ایجاد عطر و طعم، احساس دهانی نقش مهمی در محصول بر عهده دارد. همچنین در ایجاد حالت خامه‌ای، بافت و قابلیت پذیرش محصول مؤثر است. چربی در ایجاد ویسکوزیته، رنگ و بافت دخالت دارد به‌طوری که کاهش میزان چربی باعث تغییر مقدار ویسکوزیته و کیفیت رنگ می‌شود (Jones *et al.*, 2000).

چربی می‌تواند منشأ بروز برخی از بیماری‌ها باشد. امروزه نقش چربی به عنوان یکی از دلایل اصلی ناراحتی‌های قلبی-عروقی به اثبات رسیده است. اضافه وزن، چاقی و انواع سرطان‌ها، افزایش فشار خون، خطر ابتلا به دیابت نوع دو و ناراحتی‌های کیسه صفرا منجر به کاهش پذیرش این محصول در

هدف از این تحقیق بررسی امکان استفاده از فیبر بامبو به عنوان جایگزین نسبی چربی در شکلات صبحانه و بررسی خواص فیزیکی، شیمیایی و بافتی شکلات صبحانه در فرمولاسیون محصولی سالم تر است.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق از فیبر بامبو شرکت اینتر فابر کشور لهستان استفاده شد. سایر مواد اولیه مورد نیاز شکلات صبحانه شامل پودر کاکائو، لستین، پلی گلیسرول پلی رسینولات^۱، شیر خشک بدون چربی، خمیر فندق، روغن گیاهی آفتابگردان و شکر آسیاب شده توسط کارخانه رضوان شکلات (کرج، ایران) فراهم شد. تولید و تهیه و آزمون نمونه‌ها نیز در این واحد تولیدی صورت گرفت.

روش تهیه نمونه‌های شکلات صبحانه

در جدول ۱، مقادیر ترکیبات تشکیل دهنده تیمارها نشان داده شده است. در ابتدای کار تمام مواد با دقت توزین و همزمان با هم به دستگاه آسیاب ساچمه‌ای، ساخت شرکت کوآتک کشور هلند، وارد شدند. این دستگاه قادر است مخلوط کردن، آسیاب کردن، کاهش اندازه ذرات و کنج را به طور هم زمان انجام دهد. نمونه‌ها در پنج سطح فیبر (صفر، ۲/۵، ۴/۵، ۶/۵، ۸/۵ درصد) با دمای ۵۰ درجه سلسیوس و با سرعت ۱۲۰ دور در دقیقه به مدت ۴۵ دقیقه آماده شدند. نمونه‌ها پس از طی مدت زمان لازم، تخلیه و در ظروف پلی اتیلنی بسته بندی و تا زمان اجرای آزمون‌ها در دمای محیط نگهداری شدند.

امروزه از ساقه‌های بامبو، به دلیل داشتن ارزش تغذیه‌ای بالا، به منظور بالا بردن ارزش غذایی برخی از فرمولاسیون‌ها استفاده می‌شود (Mustafa *et al.*, 2016; Pandey *et al.*, 2011). این فیبر یکی از ترکیبات معمول مورد استفاده در صنایع غلات، لبنیات و گوشت است.

ستافولوا و همکاران (Staffoloa, *et al.*, 2004) با بررسی تأثیر فیبرهای بامبو، سیب، گندم و اینولین بر ویژگی‌های رئولوژیکی و حسی ماست نشان دادند افزودن فیبرها تأثیر معنی‌داری بر میزان سینرزیس و pH نمونه‌ها ندارد. افزودن فیبرهای بامبو، سیب، گندم و اینولین موجب بهبود ویژگی‌های بافتی و حسی ماست می‌شود. بنابراین می‌توان از فیبرهای بامبو، سیب، گندم و اینولین به منظور بهبود ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی ماست استفاده کرد بدون اینکه تأثیر منفی بر طعم و مزه بگذارد.

رزنده و همکاران (Rezende, *et al.*, 2015) به بررسی تأثیر حذف چربی و افزودن فیبر بر ویژگی‌های بافتی و حسی شکلات پرداختند. در این تحقیق بتاگلوکان و اینولین به عنوان جایگزین چربی در شکلات استفاده شد و ویژگی‌های بافتی، ریز ساختار و ارزیابی حسی نمونه‌ها بررسی گردید. نتایج به دست آمده نشان داد، در تیمارهای حاوی فیبر بتاگلوکان و اینولین، میزان سختی بافت کاهش می‌یابد. نمونه‌های حاوی ۱۰۰ درصد بتاگلوکان و اینولین از نظر ارزیابی حسی نمره منفی کسب کردند. به طور کلی نتایج به دست آمده نشان می‌دهد افزودن ۱۰ درصد فیبر بتاگلوکان و اینولین می‌تواند جایگزین مناسبی برای چربی در شکلات باشد.

جدول ۱- ترکیبات تشکیل دهنده تیمارها (درصد وزنی)

فیبر بامبو	روغن گیاهی	وانیلین	پلی گلیسرول پلی رسینولات	خمیر فندق	لستین	پودر کاکائو	شیر خشک	شکر	ترکیبات تیمارها
۰	۲۴/۹	۰/۱	۰/۱	۱۳	۰/۵	۷/۵	۱۳	۴۰,۹	شاهد
۲/۵	۲۲/۴	۰/۱	۰/۱	۱۳	۰/۵	۷/۵	۱۳	۴۰,۹	T1
۴/۵	۲۰/۴	۰/۱	۰/۱	۱۳	۰/۵	۷/۵	۱۳	۴۰,۹	T2
۶/۵	۱۸/۴	۰/۱	۰/۱	۱۳	۰/۵	۷/۵	۱۳	۴۰,۹	T3
۸/۵	۱۶/۴	۰/۱	۰/۱	۱۳	۰/۵	۷/۵	۱۳	۴۰,۹	T4

pH

برای سنجش مقادیر pH نمونه‌ها مطابق استاندارد شماره ۳۷ ملی ایران عمل شد.

رطوبت و فعالیت آبی

رطوبت در نمونه‌ها براساس AOAC 931.04 و استاندارد ملی ایران شماره ۴۷۰۱ سنجیده شد. براساس این استاندارد پس از خشک شدن کامل پلیت‌ها در آون و با خنک شدن آنها در دسیکاتور، ۵ گرم نمونه با دقت ۰/۰۰۱ تهیه شد. نمونه‌ها در آون ۱۰۵ درجه سلسیوس تا از دست دادن کامل رطوبت خشک شدند و سرانجام با از دست دادن کامل رطوبت، نمونه‌ها در دسیکاتور خنک و بار دیگر وزن شدند. رطوبت نمونه‌ها از اختلاف رطوبت ایجاد شده در اثر خشک شدن در آون تقسیم بر وزن اولیه نمونه محاسبه شد. برای اندازه گیری فعالیت آبی نمونه‌ها نیز از دستگاه واتر اکتیویته شرکت نوواسینا، کشور آلمان، استفاده شد. دستگاه ابتدا با استفاده از نمک کالیبراسیون نوواسینا، کشور سوئیس، به طور کامل کالیبره شد. دمای تمامی نمونه‌ها در حین سنجش دمای محیط (۲۵ درجه سلسیوس) بود (Afoakwa et al., 2008).

کالری

مقادیر انرژی برای پروتئین، چربی، کربوهیدرات به ترتیب ۴، ۹ و ۴ کیلوکالری به ازای هر گرم است. پس از اندازه گیری هریک از

پارامترهای شیمیایی ذکر شده، مقدار کالری در ۱۰۰ گرم برای هر یک از پنج فرمولاسیون شکلات صبحانه محاسبه شد (Mahdavianmehr et al., 2014).

خاکستر

برای سنجش مقدار خاکستر در نمونه‌ها از استاندارد ملی ایران شماره ۴۷۰۱ استفاده شد. ابتدا کروزه‌ها خشک و در دسیکاتور خنک شدند. پس از آن، در مرحله توزین اولیه مقدار ۳-۵ گرم نمونه درون کروزه ریخته و نمونه‌های مذکور برای استحصال خاکستر در دمای ۶۰۰ درجه سلسیوس سوزانده شدند. بعد از سوخته شدن نمونه‌ها در کوره الکتریکی پارس طب، ایران و خنک شدن آن در دسیکاتور، وزن کروزه مذکور محاسبه و از وزن کروزه خالی کسر شد. مقدار به دست آمده تقسیم بر مقدار وزن نمونه به عنوان خاکستر در نظر گرفته شد.

ارزیابی حسی

پس از برگزاری آزمون‌های حسی مقدماتی، ۱۵ نفر ارزیاب که بیشترین دقت را در ارزیابی و تشخیص نمونه‌های مشابه داشتند برای آزمون حسی انتخاب شدند. بیست گرم از هر نمونه در اختیار ارزیاب‌های حسی قرار گرفت. ارزیاب‌ها به طور هم-زمان و مجزا، در دمای محیط، نمونه‌ها را ارزیابی کردند. ترتیب ارائه نمونه‌ها برای هر ارزیاب با ارزیابی

سطح زیر منحنی نیرو_ زمان در ناحیه مثبت نمودار است. سفتی^۲ بالاترین نقطه در نمودار نیرو_ زمان است که می تواند بر حسب نیوتون یا گرم بیان شود. نیروی پیوستگی^۳ نیروی لازم برای جدا شدن پروپ از نمونه یا بیشترین نیروی منفی تولید شده در طول برگشت و خارج شدن پروپ از ظرف اندازه گیری است (نقطه مینیمم نمودار). کار چسبندگی (g.s) مساحت ناحیه منفی نمودار و نمادی از شاخص گرانیروی محصول است. شاخص گرانیروی^۴ مقاومت سیال در برابر اعمال تنش برشی است (Bourne *et al.*, 1978; Fiszmine *et al.*, 2000; Szczesniak *et al.*, 1963)

آنالیز آماری

این پژوهش در قالب طرح فاکتوریل بر پایه کاملاً تصادفی در سه تکرار با استفاده از نرم افزار SPSS 23 اجرا شد. همچنین از آزمون چند دامنه‌ای دانکن برای مقایسه روند تغییرات بین تیمارها در سطح احتمال پنج درصد استفاده و نمودارها با نرم افزار اکسل رسم شد.

نتایج و بحث

pH

نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد اثر افزودن فیبر بامبو در شکلات صبحانه بر pH معنی‌دار نیست، علت این موضوع احتمالاً می‌تواند pH خنثی فیبر بامبو باشد (Lu *et al.*, 2005). نتیجه حاصل، مشابه نتیجه به دست آمده از پژوهش ستافولوا و همکاران (Staffoloa, *et al.* 2004) است که تأثیر فیبرهای بامبو، سیب، گندم و اینولین را بر ویژگی‌های رئولوژیکی و حسی ماست بررسی کردند. علت این موضوع احتمالاً می‌تواند pH خنثی فیبر بامبو باشد (Lu *et al.*, 2005).

دیگر متفاوت بود. آزمون حسی به روش امتیازدهی (از بسیار مطلوب تا بسیار نامطلوب) در نظر گرفته شد و ویژگی های طعم و مزه، بافت، بو، احساس دهانی و پذیرش کلی توسط ارزیاب‌ها بررسی شد. داده‌های کیفی (غیر پارامتریک) به داده‌های کمی (پارامتریک) تبدیل گردید. به این ترتیب که به عبارات بسیار نامطلوب تا بسیار مطلوب به ترتیب امتیاز ۱ تا ۵ داده شد. بسته به درجه اهمیت فاکتورهای مورد بررسی، به فاکتور پذیرش کلی ضریب ۴، بافت ضریب ۳، احساس دهانی ضریب ۳، طعم و مزه ضریب ۲، رنگ، و بو ضریب ۱ داده شد (Farzanmehr *et al.*, 2008).

ویسکوزیته ظاهری

برای اندازه‌گیری ویسکوزیته نمونه‌ها، از دستگاه ویسکومتر Brookfield RVDV-II آمریکا استفاده شد، ابتدا ۲۰۰ میلی‌لیتر از نمونه در بشر ریخته و پس از توزین در بن ماری سیال شد. با اسپیندل شماره ۵ و دور ۱۰۰ rpm مقدار ویسکوزیته ظاهری در دمای ۴۵ درجه سلسیوس اندازه‌گیری شد (Mehraban *et al.*, 2014).

آنالیز بافت

برای آنالیز بافت نمونه‌ها به روش بک اکستروژن با استفاده از آنالیزور بافت Brookfield TA-TX آمریکا عمل شد. برای این منظور از پروپ صفحه‌ای با قطر ۴۰ میلی‌متر، سرعت پروپ ۱ میلی‌متر بر ثانیه و پیمایش مسیر ۴۰ میلی‌متر استفاده شد. نمونه‌های شکلات به منظور ذوب شدن یکنواخت درون آون ۵۰ درجه سلسیوس به مدت ۷۵ دقیقه قرار داده شدند پس از آن سریعاً به داخل محفظه پروپ منتقل شدند و آزمون روی آنها دنبال شد (Afoakwa *et al.*, 2008). شاخص قوام^۱ شاخصی برای تعیین پایداری پخشینه طی نگهداری است و

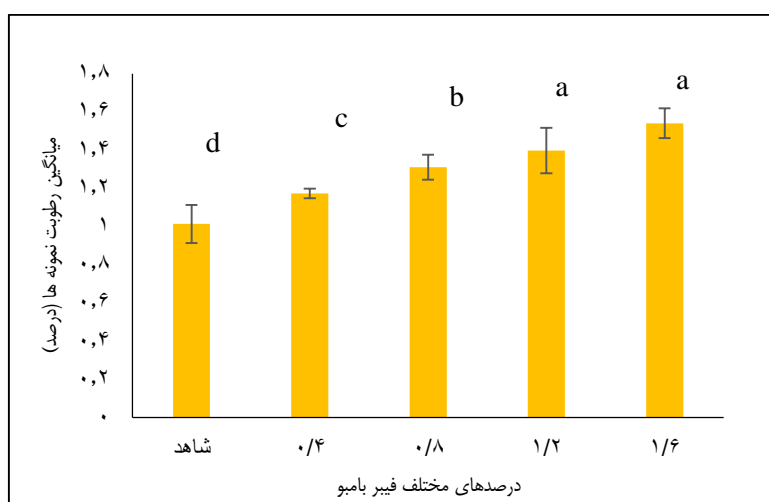
رطوبت و فعالیت آبی

به‌عنوان جایگزین ساکارز در شکلات شیری بررسی کردند. این پژوهشگران اعلام کردند که با افزایش اینولین و کاهش D-تاگاتوز رطوبت افزایش می‌یابد. سیر فعالیت آبی نمونه‌ها نیز به ترتیب افزایش درصد فیبر فرمول، صعودی است ولی در کل اختلاف معنی‌دار بین تیمارها وجود ندارد. این امر دلالت بر خاصیت جذب آب و حفظ رطوبت بالای فیبر بامبو دارد، به‌طوری که با مولکول‌های آب به خوبی پیوند (باند) شده و در نتیجه فعالیت آبی را افزایش داده است (Staffoloa *et al.*, 2011).

نتایج مقایسه میانگین‌های رطوبت در شکل ۱ آورده شده است. نتیجه آزمون نشان می‌دهد که اختلاف بین تیمارها معنی‌دار ($P < 0.05$) است و با افزایش درصد فیبر فرمول، درصد رطوبت نمونه‌ها نیز افزایش یافته‌است. علت افزایش رطوبت با افزایش درصد فیبر را می‌توان به رطوبت فیبر بامبو مصرفی نسبت داد. فیبر بامبو در مقایسه با روغن رطوبت بالاتری دارد. این نتیجه مشابه نتیجه به‌دست آمده از کار پژوهشی شوریده و همکاران (Shoorideh *et al.*, 2011) است که تأثیر D-تاگاتوز و فیبر اینولین را

جدول ۱- نتایج میانگین pH و فعالیت آبی نمونه‌ها

فعالیت آبی	pH	سطح فیبر
0.001 ± 0.27	6.99 ± 0.09	شاهد
0.001 ± 0.27	7.02 ± 0.01	۲٫۵٪
0.007 ± 0.279	7.01 ± 0.17	۴٫۵٪
0.01 ± 0.285	6.99 ± 0.01	۶٫۵٪
0.015 ± 0.277	6.98 ± 0.03	۸٫۵٪



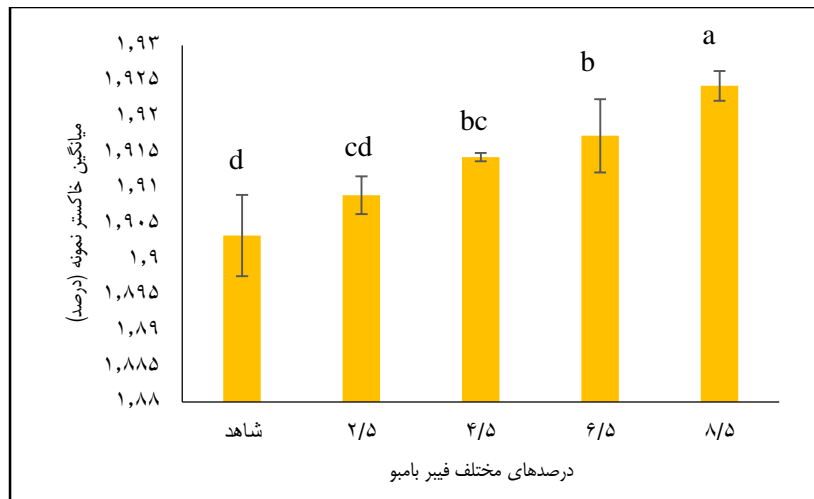
شکل ۱- نمودار مقایسه میانگین رطوبت نمونه‌ها

استفاده از فیبر بامبو به عنوان جایگزین چربی در شکلات صبحانه...

خاکستر

صورت معناداری ($P < 0.05$) افزایش یافته است که علت آن افزودن فیبر بامبو است (Zhang *et al.*, 2017). نتایج مقایسه میانگین در شکل ۲ نشان داده شده است.

اندازه‌گیری‌ها نشان می‌دهد که خود فیبر دارای ۰/۳ درصد خاکستر است. بنابراین با افزایش درصد فیبر در شکلات صبحانه، خاکستر نمونه‌ها نیز به



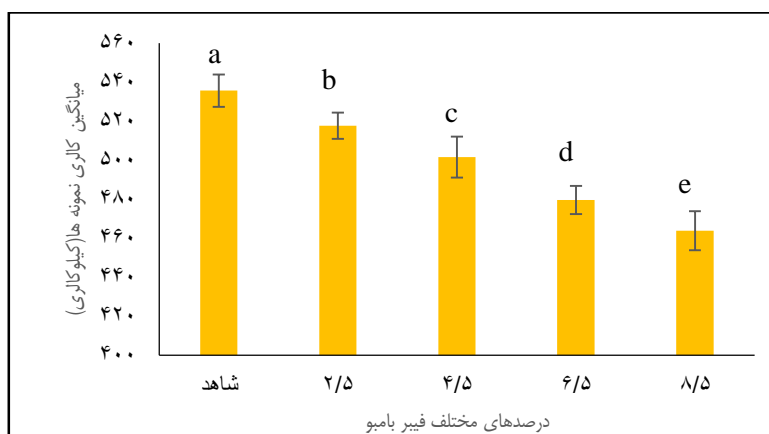
شکل ۲- مقایسه میانگین میزان خاکستر (درصد وزنی) نمونه‌های شکلات صبحانه

میانگین‌های حداقل دارای یک حرف مشابه بر مبنای آزمون دانکن اختلاف معنی‌دار ندارند ($P < 0.05$)

کالری

کاهش نشان می‌دهد که این افت کالری ناشی از کاهش روغن در فرمولاسیون شکلات صبحانه است. بیشترین میزان کالری را نمونه شاهد با صفر درصد فیبر با میانگین ۵۳۵/۷۱ کیلوکالری در ۱۰۰ گرم دارد در حالی که کمترین میزان کالری مربوط است به نمونه با ۸/۵ درصد فیبر بامبو با میانگین ۴۶۳/۸۱ کیلوکالری در ۱۰۰ گرم. کوکرووا و همکاران (Kucerova *et al.*, 2013) در بررسی تأثیر فیبرهای بامبو، گندم، سیب و سیب‌زمینی بر فرآورده‌های خمیری و نان گزارش کردند که افزودن فیبر بامبو موجب کاهش کالری محصول به صورت معنی‌دار، در مقایسه با نمونه شاهد، می‌شود که این تحقیق با نتایج تحقیق آنها همخوانی دارد.

شکل ۳ روند تغییرات میزان کالری شکلات صبحانه را طی اضافه کردن فیبر بامبو، به جای چربی، نشان می‌دهد. میزان کالری شکلات صبحانه در پنج سطح جایگزینی روغن با فیبر بامبو محاسبه شد. نتایج حاکی از آن است که با افزایش سطح فیبر به جای روغن، میزان کالری محصول به طور کاملاً معنی‌دار کاهش پیدا می‌کند، به گونه‌ای که نمونه دارای ۸/۵ درصد فیبر کمترین میزان کالری را داراست. مقایسه میانگین کالری پنج فرمولاسیون شکلات صبحانه نشان دهنده اختلاف معنی‌دار ($P < 0.05$) بین آنهاست. بر طبق نتایج به دست آمده، میزان کالری شکلات صبحانه در این جایگزینی تا سطح ۸/۵ درصد ۷۱/۹ کیلوکالری یا ۱۳/۴۲ درصد



شکل ۳- نمودار مقایسه میانگین کالری نمونه‌ها

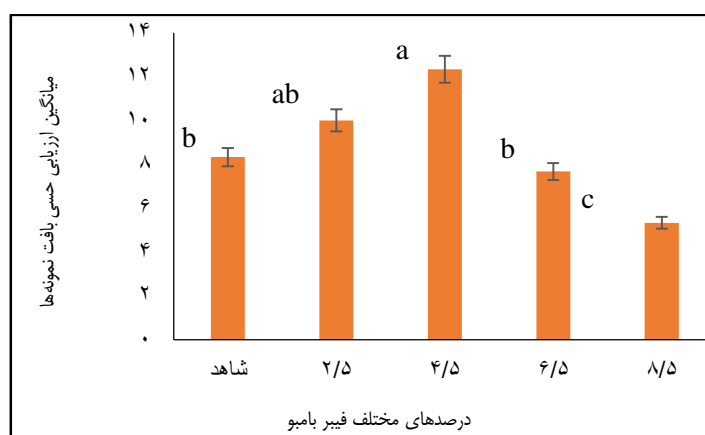
میانگین‌های حداقل دارای یک حرف مشابه بر مبنای آزمون دانکن اختلاف معنی‌دار ندارند ($P < 0.05$)

ارزیابی حسی

گروه ارزیاب دریافت کرده است. از نظر بافت و احساس دهانی نیز تیمارهای ۴/۵ و ۲/۵ درصد با اختلاف کم بیشترین امتیاز را دریافت کرده‌اند. گروه ارزیاب از تیمارهای ۶/۵ و ۸/۵ درصد، به علت ویسکوزیته بالا و بافت سفت و چسبندگی به کام، چندان استقبال نکرده‌اند.

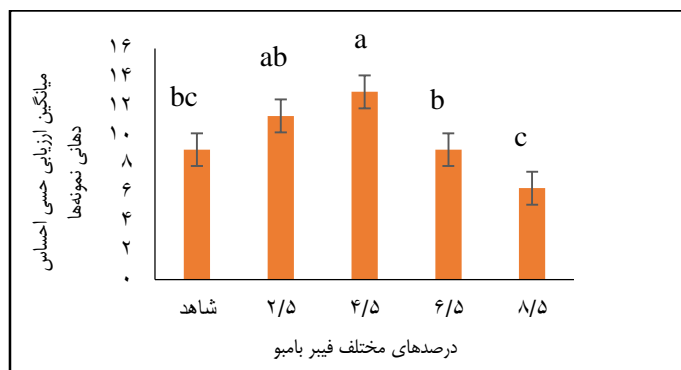
بنابراین اضافه کردن فیبر تا سطح ۴/۵ درصد می‌تواند از نظر طعمی و کیفی جایگزین مناسبی برای روغن در شکلات صبحانه باشد.

نتایج حاصل از ارزیابی حسی نمونه‌ها در شکل‌های ۴ تا ۶ نشان داده شده است. با ارزیابی حسی نمونه‌ها و با اضافه کردن فیبر بامبو به جای روغن در سطوح مختلف مشخص گردید که بین تیمارها در ویژگی‌های حسی بافت، احساس دهانی و پذیرش کلی اختلاف معنی‌دار ($P < 0.05$) وجود دارد. اما بین پارامترهای حسی دیگر شامل طعم، رنگ و بو بین تیمارها اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. تیمار ۴/۵ درصد بیشترین امتیاز پذیرش کلی را توسط

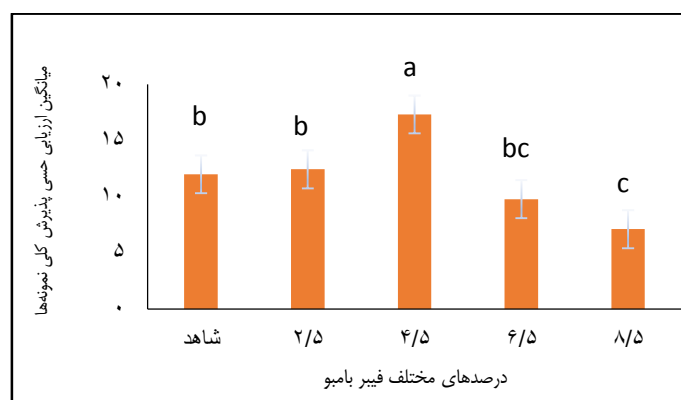


شکل ۴- نمودار مقایسه میانگین ارزیابی احساس دهانی نمونه‌ها

استفاده از فیبر بامبو به عنوان جایگزین چربی در شکلات صبحانه...



شکل ۵- مقایسه میانگین ارزیابی حسی احساس دهانی نمونه‌ها



شکل ۶- مقایسه میانگین ارزیابی حسی پذیرش کلی نمونه‌ها

میانگین‌های حداقل دارای یک حرف مشابه بر مبنای آزمون دانکن اختلاف معنی‌دار ندارند ($P < 0.05$)

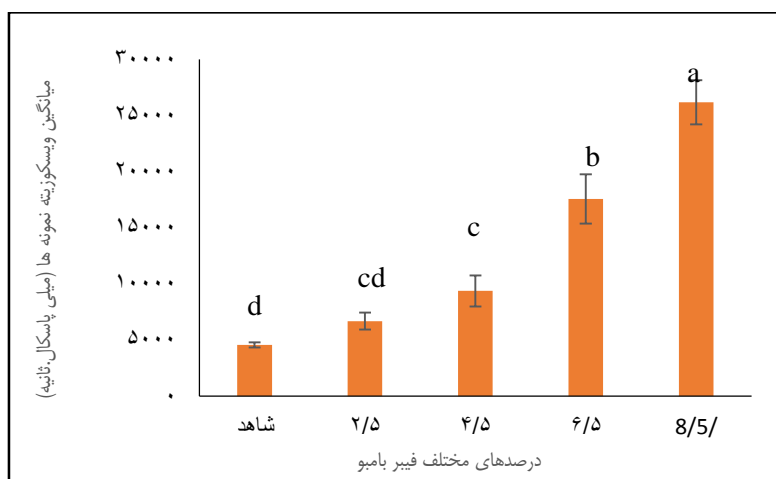
ویسکوزیته ظاهری

بسیار بالا موجب ایجاد اختلال در حین مخلوط‌سازی هنگام تولید شکلات می‌شود، از این رو ویسکوزیته مطلوب در تیمار حاوی ۴/۵ درصد فیبر مشاهده گردید، در گزارش‌های دیگر پژوهشگران نیز نتایج مشابهی دیده می‌شود. برای مثال و در تأیید نتایج این تحقیق، رزنده و همکاران (Rezende *et al.*, 2015)، در بررسی تأثیر فیبر اینولین، به جای چربی، بر شکلات گزارش کردند افزودن فیبر اینولین موجب افزایش ویسکوزیته ظاهری نمونه‌ها می‌شود؛ نتیجه-گیریهای تحقیق حاضر با نتایج تحقیق پژوهشگران گفته شده مطابقت دارد. بیطرف و همکاران (Bitaraf, *et al.* 2013)، شکلات تلخ کم کالری پری بیوتیک را با استفاده از فیبر پلی اینولین، مالتودکسترین و

ویسکوزیته ظاهری یکی از مهم‌ترین خصوصیات شکلات صبحانه است که تأثیر بسیاری بر بافت و سایر ویژگی‌های شکلات صبحانه دارد. این ویژگی تحت تأثیر عوامل بسیاری قرار می‌گیرد که از مهم‌ترین آنها فرمولاسیون شکلات صبحانه است و در میان ترکیبات مقدار چربی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار است. در این تحقیق مشخص شد که ویسکوزیته ظاهری نمونه‌ها از ۴۳۵۲ تا ۱۲۸۷۱/۱ mpa.s متغیر است. کاهش روغن و افزایش فیبر در فرمولاسیون شکلات صبحانه به طور معنی‌داری ($P < 0.05$) منجر به افزایش ویسکوزیته ظاهری نمونه‌ها شده است. یادآوری می‌شود که ویسکوزیته

کامل سویا به عنوان جایگزین چربی در خواص فیزیکی و حسی شکلات صبحانه کم چرب پرداختند. میزان چربی از ۳۹/۵۴ درصد (برای نمونه بدون آرد سویا) به ۳۷/۲۸ درصد (در نمونه حاوی ۲ درصد آرد سویا) کاهش یافت. ویسکوزیته نمونه‌ها در اثر افزایش غلظت آرد کامل سویا روند افزایشی نشان داد ولی اختلاف معنی‌داری بین نمونه‌ها مشاهده نشد.

دکستروز تهیه کردند و به جای ساکارز از شیرین کننده مصنوعی (سوکرالوز) و نسبت‌های متفاوتی از اینولین (ترکیب پری بیوتیک)، پلی دکستروز و مالتودکستری (به عنوان مواد حجم دهنده) استفاده کردند. نمونه‌های شکلات با نسبت‌های بالایی از ترکیبات جایگزین قند، گرانیوی بیشتری نسبت به سایر نمونه‌ها داشتند. پژوهان مهر و همکاران (Pagohan Mehr, et al. 2013)، به بررسی اثر آرد



شکل ۷- نمودار مقایسه میانگین ویسکوزیته ظاهری (میلی پاسکال. ثانیه) نمونه‌های شکلات صبحانه

میانگین‌های حداقل دارای یک حرف مشابه بر مبنای آزمون دانکن اختلاف معنی‌دار ندارند ($P < 0.05$)

بررسی اثر آرد کامل سویا به عنوان جایگزین چربی در شکلات شیری پرداختند و نشان دادند شکلات‌های حاوی مقادیر بیشتر آرد کامل سویا در هر دو زمان آسیاب کردن سخت‌تر بود تا در بقیه شکلات‌ها. چسبندگی یا شاخص گرانیوی نمونه‌ها نیز با افزایش درصد فیبر به صورت معنی‌داری ($P < 0.05$) افزایش یافت که این نتیجه همسو با نتایج به دست آمده از اندازه‌گیری ویسکوزیته ظاهری نمونه‌هاست. در واقع می‌توان علت این پدیده را به افزایش پلکانی درصد مواد جامد فرمول نسبت داد. شاخص قوام ملاکی برای اندازه‌گیری طبیعت

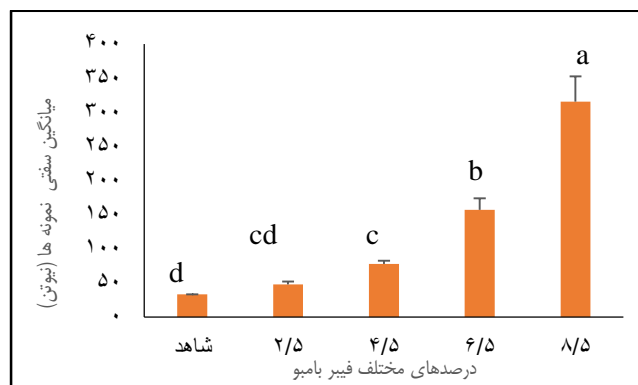
ارزیابی بافت

نتایج حاصل از ارزیابی بافت در شکل‌های ۸ تا ۱۱ نشان داده شده است. در شکلات صبحانه با افزایش درصد فیبر و به علت کاهش روغن فرمول، سفتی نمونه‌ها به شکل معنی‌داری ($P < 0.05$) افزایش پیدا کرده است. کمترین سفتی مربوط به نمونه شاهد با مقدار میانگین ۳۳/۱۶۱ نیوتون و بیشترین سفتی مربوط به نمونه ۸/۵ درصد با مقدار ۳۱۵/۲۶۳ نیوتون است. این نتیجه‌گیری مشابه نتایج به دست آمده از پژوهش پژوهان مهر و همکاران (Pagohan Mehr, et al. 2013) است که به

استفاده از فیبر بامبو به عنوان جایگزین چربی در شکلات صبحانه...

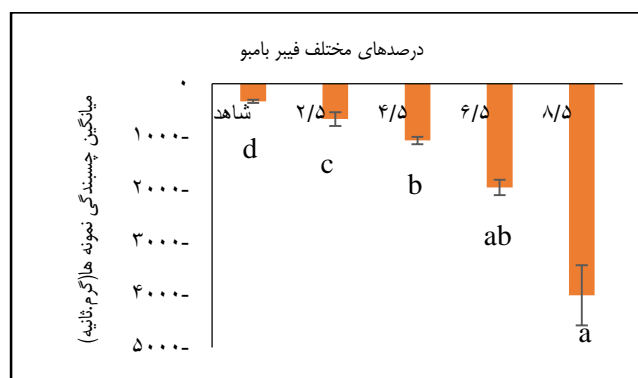
واقع می‌توان گفت که با افزایش فیبر و کاهش روغن در فرمول، پیوستگی همواره رو به افزایش است، اما افزایش بیش از حد سختی و پیوستگی موجب سفت شدن محصول نهایی می‌شود و از این رو نمونه‌های شکلات صبحانه حاوی ۴/۵ درصد فیبر مطلوب‌تر ارزیابی شده‌اند. این نتیجه‌گیری منطبق با نتایج تحقیقات جنایی و همکاران (Jenayi, et al. 2015) است. این پژوهشگران در تحقیقی اثبات کردند که با افزایش درصد فیبر پکتین در فرمولاسیون مارمالاد پوست هندوانه میزان پیوستگی بافت افزایش می‌یابد.

ویسکوز مواد غذایی است. در زمینه شاخص قوام، همانطور که در شکل ۱۰ مشاهده می‌شود، ضریب قوام نمونه شاهد در کمترین حالت ۵۴۷/۸۷ گرم ثانیه و ضریب قوام نمونه ۸/۵ درصد در بیشترین حالت ۵۱۷۲/۴۰ گرم ثانیه قرار دارد. کاهش درصد روغن و افزایش فیبر فرمولاسیون، نسبت بین فاز جامد به فاز غیر جامد و همچنین میزان فاز جامد کل محصول را افزایش می‌دهد و باعث افزایش ضریب قوام شکلات صبحانه می‌گردد. میزان پیوستگی نمونه‌ها نیز با افزایش درصد فیبر نمونه‌ها به شکل معنی‌داری ($P < 0.05$) افزایش می‌یابد. در



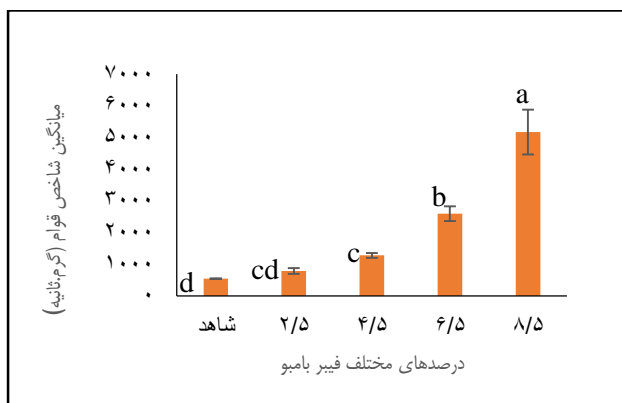
شکل ۸ - مقایسه میانگین سفتی (نیوتن) نمونه‌ها

میانگین‌های حداقل دارای یک حرف مشابه بر مبنای آزمون دانکن اختلاف معنی‌دار ندارند ($P < 0.05$)

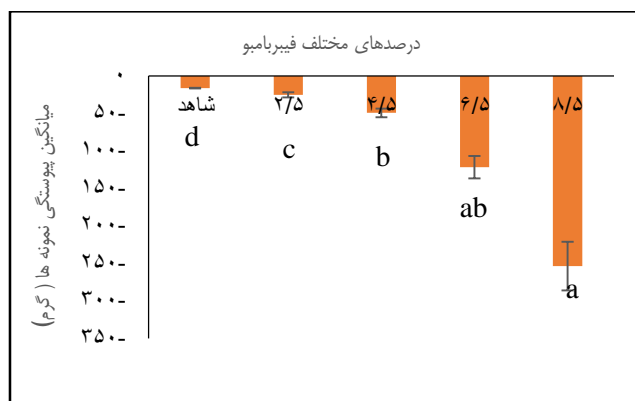


شکل ۹ - مقایسه میانگین چسبندگی (گرم.ثانیه) نمونه‌های شکلات صبحانه

میانگین‌های حداقل دارای یک حرف مشابه بر مبنای آزمون دانکن اختلاف معنی‌دار ندارند ($P < 0.05$)



شکل ۱۰- مقایسه میانگین شاخص قوام (گرم.ثانیه) نمونه‌های شکلات صبحانه



شکل ۱۱- مقایسه میانگین پیوستگی (گرم) نمونه‌ها

نتیجه‌گیری

افزایش درصد فیبر و کاهش روغن به شکل معنی‌داری افزایش می‌یابد. آنالیز بافت نمونه‌ها نیز حاکی از آن است هم‌زمان با افزایش فیبر فرمولاسیون، سفتی، چسبندگی، پیوستگی، شاخص قوام، نمونه‌ها نیز افزایش می‌یابد ($P < 0.05$). اما میزان مطلوب ویسکوزیته و ویژگی‌های بافتی در نمونه شکلات صبحانه حاوی ۴/۵ درصد فیبر مشاهده می‌شود. ارزیابی حسی نمونه‌ها نیز نشان داد که نمونه دارای ۴/۵ درصد فیبر با اختلاف معنی‌دار، در مقایسه با سایر نمونه‌ها، بیشترین میزان پذیرش حسی را در میان ارزیاب‌های حسی دارد و می‌تواند این فرمولاسیون را به عنوان بهترین سطح از استفاده از فیبر به‌جای روغن در فرمولاسیون

نتایج این پژوهش نشان دهنده آن است که افزودن فیبر بامبو به‌جای روغن در فرمولاسیون شکلات صبحانه تأثیر معنی‌دار بر pH و فعالیت آبی محصول ندارد، اما مقادیر خاکستر و رطوبت نمونه‌ها با اختلاف معنی‌دار ($P < 0.05$) روند صعودی پیدا می‌کنند. هرچند این روند صعودی به‌صورت کلی برکیفیت نهایی محصول اثر منفی ندارد. میزان کالری یا مقدار انرژی فرمول، طی این جایگزینی به شکل معنی‌دار کاهش می‌یابد که با توجه به مصرف شکلات صبحانه به عنوان وعده صبحانه می‌تواند در پیشگیری از ابتلا به چاقی و سایر بیماری‌های مرتبط مؤثر باشد. مشخص شد ویسکوزیته تیمارها با

استفاده از فیبر بامبو به عنوان جایگزین چربی در شکلات صبحانه...

شکلات صبحانه اعلام کرد که قادر است ۶/۳۵ بهترین سطح از اضافه کردن فیبر به جای درصد از مقادیر کالری محصول نهایی را کاهش دهد. روغن در فرمولاسیون شکلات صبحانه اعلام بنابراین می‌توان این فرمولاسیون را به عنوان کرد.

سپاسگزاری

از جناب آقای مهندس مهدی بلوگی مدیر عامل محترم شرکت صنایع غذایی رضوان شکلات استان البرز و سرکار خانم مهندس سمیرا اسدالهی کارشناس واحد تحقیق و توسعه شرکت رضوان شکلات و آقای مجید محمدی، فرشته قاسم زاده و مرضیه شیرمحمدی که در اجرای برخی از مراحل این پروژه یاری رسانده‌اند سپاسگزاری می‌شود.

تعارض منافع

نویسندگان در خصوص انتشار مقاله ارائه شده به طور کامل از سوء اخلاق نشر، از جمله سرقت ادبی، سوء رفتار، جعل داده‌ها و یا ارسال و انتشار دوگانه، پرهیز نموده‌اند و منافی تجاری در این راستا وجود ندارد.

مراجع

- Afoakwa, E. O., Paterson, A. and Fowler, M. 2008. Factors influencing rheological and textural qualities in chocolate – a review. *Trends in Food science and Technology*. (18): 290-298.
- Afoakwa, EO., Paterson, A., Fowler, M. and Vieira, J. 2008. Particle size distribution and compositional effects on textural properties and appearance of dark chocolates. *Journal of food engineering*. (87): 181–90.
- Bitaraf, SH., Abbasi, S. and Hamid, Z. 2013. Production of low-energy prebiotic dark chocolate using inulin, polydextrose, and maltodextrin. *Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Technology*. 8(1). (in Persian).
- Bourne, M. 1378. *Texture Profile Analysis*. *Food Technology*. (32): 62-66.
- Biscuit specification and test methods (37), National Standard Institute of Iran. (in Persian).
- Chongtham, M. S., Bisht, p. and Haorongbam, S. 2015. Nutritional properties of bamboo shoots: potential and prospects for utilization as a health food. *Science and Food Safety*. 10 (3): 153–168.
- Chongtham, N., Bisht, M. and Haorongbam, S. 2011. Nutritional Properties of Bamboo Shoots: Potential and Prospects for Utilization as a Health Food. *Food Science and Food Safety*. 10 (4). 168-153.
- Cocoa creams- Specification and test methods (4701), National Standard Institute of Iran. (in Persian).
- Chocolate- Specification and test methods (608), National Standard Institute of Iran. (in Persian).
- Fiszman, S. and Damasio, M. 2000. Suitability of single-compression and TPA tests determine adhesiveness in soild and semi-soild foods. *Journal of Texture Studies*. (31):55-68.
- Jenayi, M., Elhamirad, A., Astitri, S. 2015. Study Effect of pectin on texture, color and sensory watermelon humid marmalade. *Innovation of food science and technology*. (1):13-14. (in Persian).

- Kučerová J., Šottníková V., Nedomová Š. 2013. Influence of dietary fiber addition on the rheological and sensory properties of dough and bakery products. *Czech Journal of Food Sciences*. (31) 340-346
- Livesey, G. 2001. Tolerance of Low Digestible Carbohydrates: a general view. *British Journal of Nutrition*. (1): 7-16.
- Mehraban, M., Homayouni Rad, A. and Hosseini, R. 2014. Evaluation physicochemical, rheological and sensory properties of probiotic chocolate. *Food processing and preservation*. 6(2):63-79. (in Persian).
- Mustafa, U., Naeem, N., Masood, S. and Farooq, Z. 2016. Effect of Bamboo Powder Supplementation on Physicochemical and Organoleptic Characteristics of Fortified Cookies. *Food Science and Technology*. 4(1): 7-13.
- Nebesny, E., Zyz'elewicz, D., Motyl, I. and Libudzisz, Z. 2005. Properties of sucrose-free chocolates enriched with viable lactic acid bacteria. *European Food Research and Technology*. 358-362.
- Nongdam, P. and Tikendra, L. 2014. The Nutritional Facts of Bamboo Shoots and Their Usage as Important Traditional Foods of Northeast India. *Hindawi Publishing Corporation International Scholarly Research Notices*. 17(1): 1-17.
- Pandey, A. and Ojha, V. 2011. Precooking processing of bamboo shoots for removal of anti-nutrients. *Journal of Food Science and Technology*. 51(1): 1-8
- Pagohan Mehr, V. 2014. Evaluation effect of soy wholemeal flour as a fat substitute on physical and sensory properties in low fat breakfast chocolate. national congress on meals. *Research Institute of Food Science & Technology*. (1). (in Persian).
- Rezende, N. V., Benassi, M. T., Vissotto, F. Z., Augusto, P. and Grossmann, M. 2015. Effects of fat replacement and fiber addition on the texture, sensory acceptance and structure of sucrose-free chocolate. *Food Science and technology*. 50(6): 1413-1420.
- Rapaille, A., Gonze, M. and Van Der Schueren, F. 1995. Formulating sugar-free chocolate products with maltitol. *Food Technology*. 49(7): 51-54.
- Staffoloa, M. D., Bertola, N., Martinoa, M. and Bevilacqua, y. 2004. Influence of dietary fiber addition on sensory and rheological properties of yogurt. *International Dairy Journal* (14): 263–268.
- Shoorideh, m., Taslimi, a., Azizi, H. and Mohammadifar, M. A. 2011. Study of effect 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(29):105-121. (in Persian).
- Szczeniak, A. and Brandt Mand Freidman, H. 1963. Development of Standard Rating Scales for Mechanical Parameters and Correlation between the Objective and Sensory Texture Measurement. *Food Technology*. (28): 397-403.
- Tewari, D.N. Bamboo as poverty alleviator. 1988. Effects of Bamboo Shoot Dietary Fiber on Mechanical Properties, Moisture Distribution, and Microstructure of Frozen Dough. *Ind For* 114:610-2
- Topping, D.L. 2013. Dietary Fiber: Physiological Effects and Health Outcomes, in *Encyclopedia of Human Nutrition (Third Edition)*, B. Caballero, Editor, Academic Press: Waltham. (1): 50-54.
- Yehanezad, S., Raufi, N. And Mazaheri Tehrani, M. 2011. Evaluation effect of soy wholemeal flour as a fat substitute and milling time on tissue, rheological and sensory properties of milk chocolate. national congress of food science, Tehran, sharif university of technology. (20). (in Persian).

استفاده از فیبر بامبو به عنوان جایگزین چربی در شکلات صبحانه...

Zhang, H., Zhang, Y., Wang, X., Xiang, Q., Bai, Y., Li, S and Yang, L. 2017. Effects of Bamboo Shoot Dietary Fiber on Mechanical Properties, Moisture Distribution, and Microstructure of Frozen Dough. *Journal of Chemistry*. 13(3): 1-7.

Original Research

Using of Bamboo Fiber as A Fat Substitute in Breakfast Chocolate (Chocolate Cream) and the Study of Its Sensory, Tissue, and Physicochemical Characteristics

M. Khoshkish, M. Gharachorloo* and S. Yeganehzad

* Corresponding Author: Associate Professor of the Department of Food Science and Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. Email: m_gharachorloo@srbiau.ac.ir

Received: 3 August 2020, Accepted: 24 January 2021

[http://doi: 10.22092/fooder.2021.351382.1281](http://doi:10.22092/fooder.2021.351382.1281)

Abstract

Bamboo fiber is extracted from a plant called bamboo belonging to the poaceae family and has no caloric role. This study aims at investigating the possibility of producing breakfast chocolate, while replacing oil with this fiber at five levels, zero, 2.5, 4.5, 6.5, 8.5%. The results showed that replacing oil with fiber up to the level of 8.5% did not have a significant effect on pH values and water activity. It was found that moisture and ash increased significantly ($p < 0.05$), as the fiber increased in the breakfast chocolate formulation). Also, the result of calorie analysis showed that by replacing oil with fiber up to the level of 8.5%, the level of caloric content decreased by 13.42%. The five sensory evaluation of breakfast chocolate formulation also indicated a higher acceptance of the sample prepared with 4.5% bamboo fiber. The results of tissue analysis and measurement of visual viscosity showed that the parameters of visual viscosity, stiffness, cohesion, adhesion and consistency index increased significantly ($p < 0.05$) as the fiber percentage in the formula increased. In general, breakfast chocolate made with 4.5% bamboo fiber can be a good substitute for fat in breakfast chocolate and the optimal formula is able to reduce the caloric content by 6.35%.

Keywords: Sensory Evaluation, Texture Analysis, Breakfast Chocolate, Visual Viscosity