

تولید و ارزیابی برخی از ویژگی‌های کیفی شکلات حاوی پودر بزرک

زهرا حسن‌نژاد^۱، صدیف آزادمرد دمیرچی^۲، محمود صوتی‌خیابانی^۳، سیده‌های پیغمبردوست^۲
و هانیه رسولی پیروزیان^{۴*}

^۱ دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد علوم و صنایع غذایی، پردیس بین‌المللی ارس، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

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

^۳ دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

^۴ دانش‌آموخته دکتری علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۳/۲۸؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۸/۱۲

چکیده

سابقه و هدف: امروزه با توجه به دریافت کم اسیدهای چرب ضروری از نوع امگا ۳، آنتی‌اکسیدان‌ها و فیبر در رژیم غذایی، مصرف مواد غذایی غنی شده با چنین ترکیبات سلامت‌بخشی امری ضروری محسوب می‌شود. در بین دانه‌های روغنی، بزرک غنی از اسید آلفا-لینولنیک بوده و دارای ترکیباتی چون توکوفرول، فیبر و لیگنان‌ها نیز می‌باشد.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش، پودر بزرک برای غنی‌سازی شکلات و تبدیل آن به محصول بالقوه فراسودمند در سطوح صفر (نمونه کنترل)، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد به فرمول شکلات افزوده شد. ویژگی‌های کیفی شکلات غنی شده نظیر رطوبت، درصد چربی، فیبر، مقدار اسیدهای چرب ضروری، اندیس اسیدی و عدد پراکسید هر ۱۵ روز یک بار در مدت ۳ ماه نگهداری اندازه‌گیری گردید.

یافته‌ها: نتایج به‌دست‌آمده نشان داد با افزایش درصد بزرک در تیمارها، محتوای رطوبت، درصد چربی، محتوای فیبر و اسیدهای چرب ضروری (اسید آلفا لینولنیک و اسید لینولنیک) نسبت به نمونه کنترل افزایش یافت. با افزودن بزرک به شکلات، از مقدار اسیدهای چرب اشباع به مقدار قابل چشمگیری کاسته و بر مقدار اسیدهای چرب چند غیراشباعی افزوده شد. همچنین با افزایش مقدار پودر بزرک در فرمول شکلات، اندیس اسیدی و عدد پراکسید تیمارها روند افزایشی نشان داد. بیشترین و کمترین مقدار اندیس اسیدی به ترتیب متعلق به نمونه با ۲۰ درصد بزرک در پایان روز ۹۰ (۰/۳۰۳ میلی‌گرم پتاس بر گرم روغن) و نمونه کنترل در روز اول (۰/۱۸ میلی‌گرم پتاس بر گرم روغن) بود. بیشترین مقدار پراکسید (۱/۸۷۵ میلی‌اکی‌والان پراکسید بر کیلوگرم روغن) متعلق به نمونه با ۲۰ درصد بزرک در پایان روز ۹۰ و کمترین (۰/۵ میلی‌اکی‌والان پراکسید بر کیلوگرم روغن) متعلق به نمونه کنترل در روز اول بود. لازم به ذکر است افزایش در عددهای اسیدی و پراکسید در حد معمول بوده و از حد استاندارد خارج نشد.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش می‌توان بیان نمود با کاربرد پودر بزرک در فرمولاسیون شکلات می‌توان محصولی جدید و غنی از اسیدهای چرب و فیبر ضروری تولید و به بازار ارائه کرد؛ اما با در نظر گرفتن اینکه افزودن مقادیر

*مسئول مکاتبه: rasuly_h@yahoo.com

بالای پودر بزرک بر مقادیر اندیس اسیدی و پراکسید محصول تأثیرگذار است، لذا استفاده از مقادیر متوسط پودر بزرک (۱۰ درصد) پیشنهاد می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: اسیدهای چرب، بزرک، شکلات، محصول فراسودمند

شکلات غنی شده با باکتری‌های پروبیوتیک، شکلات دوستدار دندان محتوی ایزومالت و نوعی پودر کاکائو حاوی درصد بالایی از ترکیبات پلی فنولی اشاره داشت (۸).

در این پژوهش امکان غنی سازی شکلات با دانه‌های بزرگ با هدف بهره‌مندی از دو ترکیب ارزشمند موجود در آن (اسیدهای چرب ضروری و فیبر) بررسی می‌شود. با توجه به مقادیر ناچیز اسیدهای چرب غیراشباع امگا ۳ و امگا ۶ در شکلات انتظار بر این است که با افزودن پودر بزرگ غنی سازی از نظر امگا ۳، امگا ۶ و فیبر صورت گیرد. هدف از انجام پژوهش حاضر تولید شکلات غنی شده با پودر بزرگ، تعیین مقدار اسیدهای چرب ضروری و فیبر به عنوان ترکیبات فراسودمند و بررسی تغییرات برخی از ویژگی‌های کیفی مهم شکلات تولیدی در سه ماه دوره نگهداری می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مواد اولیه: خمیر کاکائو، پودر کاکائو، کره کاکائو (نام تجاری آلتین مارکای ترکیه)، ساکاروز (شرکت قند پیرانشهر)، وانیل (نام تجاری خرس نشان چین)، لسیتین (شرکت آرچر دانیل میدلند، آمریکا)، دانه بزرگ (بازار شهر شبستر) در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفتند.

تهیه نمونه‌های شکلات: ابتدا تمامی مواد اولیه تولید شکلات (شکر، پودر کاکائو، خمیر کاکائو، پودر بزرگ و وانیل) بر اساس مقدار مورد نیاز از هر فرمول (جدول ۱) توزین شدند. مخلوط توزین شده به همراه کره کاکائو در یک مخزن (استیل، شرکت نیکو منظر تبریز) بصورت خمیر درآمده، به دستگاه کاهش‌دهنده اندازه ذرات (پالایش‌کننده پنج غلطکی استیل، شرکت تروسیومای، آلمان) انتقال داده شد تا عمل آسیاب و

در سال‌های اخیر با مطرح شدن غذاهای فراسودمند و افزایش آگاهی مصرف‌کنندگان نسبت به رابطه بین سلامتی و مصرف مواد غذایی، تقاضا برای غذاهای سلامت بخش افزایش یافته است (۱۵). برای افزایش سلامتی و جلوگیری از بیماری‌هایی مثل سرطان محققان درصدد غنی‌سازی مواد غذایی با کمک ریزمغذی‌هایی چون اسیدهای چرب امگا ۳، فیتوسترول‌ها و فیبرهای محلول هستند.

در سال‌های اخیر تأثیر دانه بزرگ بر سلامتی انسان به دلیل داشتن اسیدهای چرب امگا ۳، فیبر و لیگنان مورد توجه واقع شده و پژوهش‌هایی نیز در زمینه کاربرد آن به عنوان ماده اولیه در برخی مواد غذایی صورت گرفته است (۱۳). دانه بزرگ حاوی ۴۴-۴۰ درصد روغن است. این دانه روغنی به واسطه دارا بودن سه ترکیب مهم اسید آلفا-لینولنیک (اسید چرب امگا ۳)، درصد بالای فیبرهای رژیمی (اعم از محلول و نامحلول در آب) و محتوای بالای لیگنان‌های گیاهی آثار سودمندی بر سلامتی انسان دارد (۲۰). اسیدهای چرب امگا ۳ از اسیدهای چرب ضروری هستند و سبب پیشگیری از بیماری‌های قلبی، ورم مفاصل، التهاب بافتی، بیماری‌های خود ایمنی و سرطان می‌شوند (۲۰). همچنین مقدار اسید چرب آلفا-لینولنیک در دانه بزرگ در مقایسه با سایر منابع گیاهی حاوی این اسید چرب بیشتر می‌باشد (۱۰).

شکلات به عنوان یکی از پرمصرف‌ترین تنقلات در رژیم‌های غذایی، فرآورده مناسبی برای غنی‌سازی است. بر اساس مطالعات محبوییت شکلات فراسودمند در بین مردم به سرعت رو به افزایش می‌باشد. امروزه مصرف‌کنندگان به دنبال شکلاتی هستند که حافظ سلامت آن‌ها باشد و نیز از برخی بیماری‌ها جلوگیری کند (۱۱). از نمونه محصولات غنی شده در صنعت شکلات سازی می‌توان به

دمای ۸-۱۲ درجه سانتی‌گراد خنک‌سازی شدند. پس از سرد شدن، نمونه‌ها از قالب جدا شده و در بسته‌بندی‌های پلی‌اتیلنی با درزبندی حرارتی بسته‌بندی و تا زمان انجام آزمایش‌ها در دمای یخچال نگهداری شدند (۷).

کاهش اندازه ذرات صورت گیرد. تولید شکلات با ورز دادن خمیر مرحله قبل در همزن آزمایشگاهی به مدت ۲۴ ساعت تکمیل گردید. نمونه‌های شکلات پس از طی مدت زمان لازم تخلیه و بعد از انجام تمپرینگ دستی، در قالب‌هایی از جنس پلی‌کربنات ریخته شدند. قالب‌ها به مدت ۲۰ دقیقه در سردکن با

جدول ۱- فرمولاسیون‌های مختلف نمونه‌های شکلات تولید شده در این مطالعه

Table 1- Different formulations (%) of chocolate samples produced in this study

بزرک (Flaxseed)	وانیلین (Vanillin)	لسیتین (Lecithin)	خمیر کاکائو (Liquor)	پودر کاکائو (Cocoa Powder)	کره کاکائو (Cocoa Butter)	شکر (Sugar)	تیمار (Treatment)
0	0.1	0.4	8	12	22	57.5	شاهد (Control)
5	0.095	0.38	7.6	11.4	20.9	54.625	F ₁
10	0.09	0.36	7.2	10.8	19.8	51.75	F ₂
15	0.085	0.34	6.8	10.2	18.7	48.875	F ₃
20	0.08	0.32	6.4	9.6	17.6	46	F ₄

شاهد= نمونه بدون بزرک، F₁= نمونه با ۵ درصد بزرک، F₂= نمونه با ۱۰ درصد بزرک، F₃= نمونه با ۱۵ درصد بزرک، F₄= نمونه با ۲۰ درصد بزرک

Control: Sample without flaxseed powder, F₁: Sample containing 5% flaxseed powder, F₂: Sample containing 10% flaxseed powder, F₃: Sample containing 15% flaxseed powder, F₄: Sample containing 20% flaxseed powder.

پروپیلن جهت‌دار^۱ بسته‌بندی و سپس تا زمان انجام آزمون‌ها در ظروف دربسته در دمای خشک و خنک (یخچال) نگهداری شدند.

برخی ویژگی‌های شیمیایی شکلات: مقدار رطوبت کل مطابق با استاندارد ملی ایران (۱۴)، عدد پراکسید و اندیس اسیدی با استفاده از روش انجمن رسمی شیمیدانان تجزیه^۲ (۲)، درصد چربی با روش سوکسله (۴) و اندازه‌گیری فیبر مطابق با روش شماره ۹۹۱/۴۳ انجمن رسمی شیمیدانان تجزیه (۱) صورت گرفت.

آماده‌سازی نمونه‌ها: دانه‌های بزرک از بازار محلی خریداری شدند. از مواد زائد پاک‌شده، پس از بوجاری (آون در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه) در خردکن آزمایشگاهی آسیاب و توسط الک با منافذ حداکثر ۰/۶ میلی‌متری الک شدند. آنالیز ترکیبات شیمیایی بزرک انجام شد (جدول ۲). پودر بزرک در کیسه‌های پلاستیکی تا زمان اختلاط با شکلات در یخچال نگهداری گردید. در این پژوهش، چهار نمونه شکلات با فرمول متفاوت (جدول ۱) تولید و با نمونه شاهد مقایسه گردیدند. پنج تیمار (کنترل= نمونه بدون بزرک، F₁= نمونه با ۵ درصد بزرک، F₂= نمونه با ۱۰ درصد بزرک، F₃= نمونه با ۱۵ درصد بزرک، F₄= نمونه با ۲۰ درصد بزرک) تولیدی پس از قالب‌گیری ابتدا در لفاف‌های سلفون

1. Oriented Polypropylene (OPP)
2. Association of Official Analytical Chemists (AOAC)

حاصله سانتریفیوژ و لایه هگزان حاوی متیل استر اسیدهای چرب جداسازی گردید (۶).

آنالیز متیل استر اسیدهای چرب با کروماتوگرافی گازی^۱: آنالیز متیل استر اسیدهای چرب مطابق روش آزادمرد و داتا (۲۰۱۰) با اعمال برخی تغییرات جزئی (تغییر طول و قطر ستون، سرعت جریان گاز هلیوم) صورت گرفت (۳). به منظور آنالیز متیل استر اسیدهای چرب، از دستگاه کروماتوگرافی گازی مجهز به ستون موئینی سیلیکائی BPX70 (اس جی ای، آستین، آمریکا) با طول ۳۰ متر و قطر ۰/۲۲ میکرومتر با ضخامت فیلم ۰/۲۵ میکرومتر استفاده گردید. دمای دریچه تزریق ۲۳۰ درجه سانتی گراد، دمای آشکارساز ۲۴۰ درجه سانتی گراد و سرعت جریان گاز حامل (هلیوم) ۱/۲ میلی لیتر بر دقیقه بود. روش تزریق به کروماتوگرافی گازی نیز به صورت اسپلینت صورت گرفت (۵).

تجزیه و تحلیل آماری: کلیه آزمایشها در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام گرفت. تیمارهای مورد بررسی شامل جایگزینی بزرک در سطوح ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد و مقایسه با نمونه شاهد (فاقد بزرک) بود. تجزیه و تحلیل دادهها با استفاده از نرم افزار اس پی اس اس ۱۶ و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار اکسل انجام گرفت. مقایسه میانگینها نیز با کمک آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

تغییرات مقدار رطوبت طی زمان نگهداری: با افزایش درصد پودر بزرک در فرمولاسیون شکلات، میانگین محتوای رطوبت نمونهها افزایش یافت (جدول ۳). از نظر محتوای رطوبت بین تیمارها اختلاف معنی داری وجود داشت ($p < 0.05$). مقایسه

جدول ۲- آنالیز ترکیبات شیمیایی پودر بزرک

Table 2- Chemical compositions of flaxseed powder

مقدار (Quantity)	ترکیبات (Ingredients)
5.53±0.006	رطوبت (درصد) Moisture (%)
0.64±0.007	فعالیت آبی Water activity
3.23±0.008	خاکستر (درصد) Ash (%)
32.3±0.17	چربی (درصد) Fat (%)
6.4±0.21	اسید پالمیتیک (در صد گرم روغن) Palmitic acid
2.5±0.22	اسید استئاریک Stearic acid
18.9±0.05	اسید اولئیک Oleic acid
15.2±0.11	اسید لینولئیک Linoleic acid
53.2±0.13	اسید لینولئیک Linolenic acid
1.9±0.04	عدد پراکسید (میلی اکی والان پراکسید بر کیلوگرم روغن) Peroxide value (meq/kg)
2.9 ±0.09	اندیس اسیدی (میلی گرم پتاس بر گرم روغن) Acid index (mgKOH/g)

تعیین پروفایل اسیدهای چرب

آماده سازی متیل استر اسیدهای چرب: به منظور آماده سازی متیل استر اسیدهای چرب، ۱۰ میلی گرم روغن در ۰/۵ میلی لیتر هگزان در لوله آزمایش حل شده و سپس ۲ میلی لیتر سود ۰/۰۱ مولار در متانول خشک به آن اضافه گردید. لوله آزمایش حاوی محلول مذکور در حمام آب ۶۰ درجه سانتی گراد به مدت ۱۰ دقیقه نگهداری شد. سپس ۳ میلی لیتر معرف تری فلورید بور اضافه و ۱۰ دقیقه دیگر نیز در حمام آب ۶۰ درجه سانتی گراد نگهداری گردید. بعد از انجام واکنش لوله آزمایش تحت جریان آب، سرد و به آن ۲ میلی لیتر محلول نمک کلرید سدیم ۲۰ درصد و ۱ میلی لیتر هگزان اضافه شد. در نهایت مخلوط

1. Gas Chromatography (GC)

میانگین‌ها نشان داد که بیشترین مقدار محتوای رطوبت متعلق به نمونه با ۲۰ درصد بزرک در پایان روز ۹۰ و کمترین متعلق به نمونه کنترل در روز اول بود (جدول ۳). افزایش مقدار رطوبت در نمونه‌های با مقدار بالاتر پودر بزرک به دلیل محتوی رطوبتی بزرک و نیز بالا بودن مقدار فیبر و ترکیبات موسیلاژی آن بویژه نقش فیبر در افزایش ظرفیت نگهداری آب می‌باشد. محتوای رطوبت با گذشت زمان در تیمارها افزایش یافت؛ این تغییرات در برخی از روزهای نگهداری معنی‌دار بود ($p < 0.05$). این موضوع می‌تواند به دلیل جذب رطوبت از محیط (شرایط بسته‌بندی) باشد. مقدار رطوبت کلیه نمونه‌ها در محدوده ۰/۵۳ درصد (نمونه شاهد) تا ۱/۲۳ درصد (تیمار ۲۰ درصد در پایان روز ۹۰ نگهداری) بود. لازم به ذکر است محدوده رطوبت قابل قبول برای شکلات تا ۱/۵ درصد می‌باشد.

جدول ۳- تغییرات میزان رطوبت نمونه‌های شکلات در مدت زمان ۳ ماه نگهداری

Table 3- Changes in moisture contents of chocolate samples during 3 months storage

روز (Day)	روز اول (Day 1)	روز ۱۵ (Day 15)	روز ۳۰ (Day 30)	روز ۴۵ (Day 45)	روز ۶۰ (Day 60)	روز ۷۵ (Day 75)	روز ۹۰ (Day 90)
نمونه شاهد (Control)	0.528 ^{Be}	0.537 ^{Bd}	0.718 ^{Ad}	0.755 ^{Ad}	0.767 ^{Ac}	0.779 ^{Ac}	0.798 ^{Ac}
نمونه F ₁	0.698 ^{Cd}	0.749 ^{Bc}	0.819 ^{ABc}	0.888 ^{Ac}	0.929 ^{Ab}	0.966 ^{Ab}	0.991 ^{Ab}
نمونه F ₂	0.9 ^{Bc}	0.903 ^{Bb}	0.92 ^{ABb}	0.927 ^{ABb}	0.957 ^{Ab}	0.994 ^{Ab}	1.05 ^{Ab}
نمونه F ₃	1.026 ^{Ab}	1.1 ^{Aa}	1.13 ^{Aa}	1.133 ^{Aa}	1.148 ^{Aa}	1.187 ^{Aa}	1.212 ^{Aa}
نمونه F ₄	1.1 ^{Aa}	1.13 ^{Aa}	1.117 ^{Aa}	1.163 ^{Aa}	1.163 ^{Aa}	1.17 ^{Aa}	1.227 ^{Aa}

شاهد= نمونه بدون بزرک، F₁= نمونه با ۵ درصد بزرک، F₂= نمونه با ۱۰ درصد بزرک، F₃= نمونه با ۱۵ درصد بزرک، F₄= نمونه با ۲۰ درصد بزرک- a-d: حروف کوچک مختلف نشان از وجود تفاوت معنی‌داری بین تیمارها و حروف بزرگ (A-C) مختلف نشان از وجود تفاوت معنی‌داری در زمان‌های مختلف در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

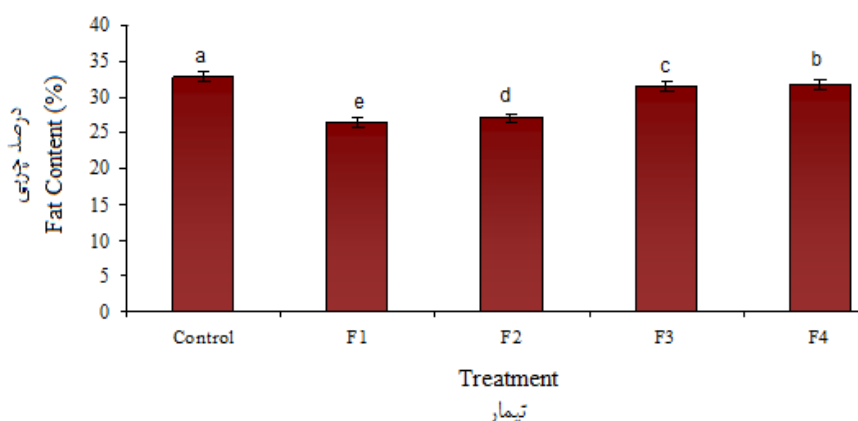
Control: Sample without flaxseed powder, F₁: Sample containing 5% flaxseed powder, F₂: Sample containing 10% flaxseed powder, F₃: Sample containing 15% flaxseed powder, F₄: Sample containing 20% flaxseed powder. a-d: Lowercase letters indicate significant differences ($p < 0.05$) among the samples and capital letters (A-C) indicate significant differences ($p < 0.05$) during storage

محصول احتمالاً به دلیل کاهش درصد دوشاب مورد استفاده و افزایش بزرک مصرفی در فرمولاسیون محصول بود. ولی درصد رطوبت محصول با گذشت زمان به‌طور معنی‌داری افزایش یافت که این امر احتمالاً به دلیل دربندی نامناسب و جذب رطوبت از محیط طی زمان نگهداری بود. کمترین مقدار رطوبت مربوط به محصول با ۱۵ درصد بزرک در ماه اول و بیشترین مقدار مربوط به دوشاب خالص و در ماه سوم نگهداری بود (۲۱).

نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش با نتایج حاصل از مطالعات پوجانیمو و همکاران (۲۰۰۶) پیرامون افزودن دانه بزرک در فرمولاسیون نان مطابقت دارد. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که قابلیت حفظ رطوبت و نرمی بافت در نمونه‌های حاوی بزرک نسبت به نمونه‌های شاهد بیشتر بوده است (۱۷). نتایج پژوهش یاغچی و همکاران (۲۰۱۴) نشان داد درصد رطوبت دوشاب با افزایش درصد بزرک در فرمولاسیون کاهش یافت. مقدار رطوبت دوشاب از مقدار رطوبت پودر دانه بزرک بیشتر است و کاهش درصد رطوبت

رندون ویلاوبوس و همکاران (۲۰۰۹) با بررسی تأثیر استفاده از بزرک در سطوح ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد در تورتیلا نشان دادند که مقدار لیپید، مقدار اسیدهای چرب غیراشباع و پروتئین در تورتیلای غنی شده با بزرک نسبت به محصول شاهد افزایش پیدا کرد (۱۸). در پژوهش هال و همکاران (۲۰۰۵) نمونه‌های ماکارونی با دانه کامل بزرک در مقادیر ۱۰ و ۲۰ درصد غنی‌سازی شد. سپس تحت شرایط دمایی ۴۰، ۷۰ و ۹۰ درجه سانتی‌گراد خشک و نمونه‌ها به مدت ۳۲ هفته در دمای محیط نگهداری شدند. نتایج پژوهش نشان داد که محتوای کل چربی و اسید آلفا-لینولنیک در تیمارهای ماکارونی حاوی بزرک در طول ۳۲ هفته نگهداری دستخوش تغییر نگردید (۱۲).

تغییرات درصد چربی: با افزایش پودر بزرک، مقدار چربی ابتدا کاهش و سپس افزایش یافت (شکل ۱). نتایج آنالیز آماری نشان می‌دهد بین نمونه‌های شکلات از نظر مقدار چربی اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($P < 0.05$). بیشترین و کمترین مقدار چربی به ترتیب متعلق به نمونه شاهد و نمونه شکلات با ۵ درصد بزرک بود (شکل ۱). علت کاهش درصد چربی در تیمارهای ۵ و ۱۰ درصد بزرک و افزایش آن در تیمارهای ۱۵ و ۲۰ درصد بزرک به دلیل عدم تناسب درصد کاهش کره کاکائو با افزایش بزرک است. شایان ذکر است که مقدار چربی نمونه‌های شکلات شاهد و حاوی پودر بزرک در طول زمان ثابت بوده و تغییر معنی‌داری نشان نداد ($p > 0.05$).



شکل ۱- درصد چربی در نمونه‌های مختلف شکلات

شاهد= نمونه بدون بزرک، F₁= نمونه با ۵ درصد بزرک، F₂= نمونه با ۱۰ درصد بزرک، F₃= نمونه با ۱۵ درصد بزرک، F₄= نمونه با ۲۰ درصد بزرک
a-e: حروف کوچک مبین تفاوت معنی دار بین میانگین درصد چربی نمونه‌های شکلات می‌باشد.

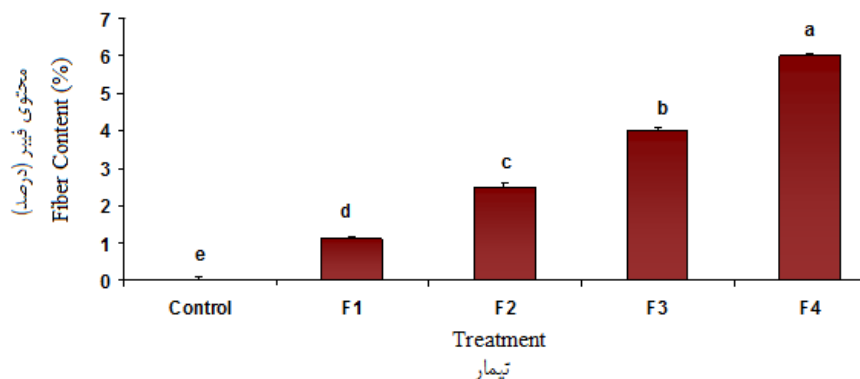
Figure 1- Fat contents (%) in chocolate samples

Control: Sample without flaxseed powder, F₁: Sample containing 5% flaxseed powder, F₂: Sample containing 10% flaxseed powder, F₃: Sample containing 15% flaxseed powder, F₄: Sample containing 20% flaxseed powder.

a-e: Lowercase letters indicate significant differences ($p < 0.05$) among the chocolate samples

یافت (شکل ۲)؛ به طوری که کمترین مقدار فیبر (۰/۱ درصد) در شکلات شاهد و بیشترین مقدار فیبر مربوط به شکلات با ۲۰ درصد پودر بزرک بوده است. این افزایش به بالا بودن مقدار فیبر پودر بزرک نسبت به کاکائو مرتبط است.

محتوای فیبر (گرم در ۱۰۰ گرم محصول): نتایج آنالیز آماری نشان داد که بین کلیه تیمارها اختلاف معنی‌داری به لحاظ محتوای فیبری ($p < 0.05$) وجود دارد. با افزودن پودر بزرک میانگین درصد فیبر نمونه‌های شکلات به طور معنی‌دار ($p < 0.05$) افزایش



شکل ۲- مقایسه درصد فیبر (گرم در ۱۰۰ گرم محصول) نمونه‌های شکلات

Control= نمونه بدون بزرک، F₁= نمونه با ۵ درصد بزرک، F₂= نمونه با ۱۰ درصد بزرک، F₃= نمونه با ۱۵ درصد بزرک، F₄= نمونه با ۲۰ درصد بزرک
a-e: حروف کوچک نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

Figure 2- Fiber contents (%) in different chocolate samples

Control: sample without flaxseed powder, F₁: sample containing 5% flaxseed powder, F₂: sample containing 10% flaxseed powder, F₃: sample containing 15% flaxseed powder, F₄: sample containing 20% flaxseed powder.
a-e: Letters indicate significant differences among chocolate samples (P<0.05).

به ۸/۵۳ درصد و اسید لینولنیک به ۸/۸ درصد تغییر یافت؛ بنابراین مشاهده می‌گردد با افزودن بزرک از مقدار اسیدهای چرب اشباع (۵۷/۵ درصد) به مقدار قابل چشمگیری کاسته شده و به مقدار اسیدهای چرب چند غیراشباعی افزوده گردید. به‌طورکلی مقدار اسیدهای چرب چند غیراشباعی از ۳۳/۵ درصد در نمونه شاهد به ۴۷/۲۵ درصد در نمونه با ۲۰ درصد بزرک و مقدار اسید آلفا-لینولنیک و اسید لینولنیک به‌ترتیب از صفر به ۸/۸ درصد و ۸/۵۳ درصد افزایش یافت.

در پژوهش یاغچی و همکاران (۲۰۱۴) مقدار ۵ نوع اسید چرب (اسید پالمیتیک، استئاریک، اولئیک، لینولنیک و لینولنیک) با افزایش درصد بزرگ مصرفی در دوشاب روند افزایشی نشان داد (۲۱). طبق یافته‌های پیغمبردوست و همکاران (۲۰۱۳) با افزودن پودر بزرک به نان درصد روغن نمونه‌ها و مقدار اسید لینولنیک تا ۲۰ درصد افزایش یافت.

شیر و دیویس (۲۰۰۵) با افزودن بزرک در سطوح ۵، ۱۵، ۳۰ و ۴۵ درصد به مافین، مقدار فیبر اندازه‌گیری شده در تیمارها را به‌ترتیب ۳/۵۵، ۵/۱، ۶/۹۳، ۸/۱۳ درصد گزارش کردند. این افزایش معنی‌دار در محتوای فیبر با نتایج حاصل از این پژوهش مطابقت دارد (۱۹).

تغییرات اسیدهای چرب: اندازه‌گیری اسیدهای چرب در نمونه شاهد و نمونه شکلات با ۲۰ درصد بزرک در روز تولید و روزهای نگهداری ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ انجام گرفت (جدول ۴ و ۵). غنی‌سازی شکلات با پودر بزرک اثر معنی‌داری بر مقادیر اسیدهای چرب داشت (جدول ۴). اسیدهای چرب غالب در نمونه شکلات بدون بزرک به‌ترتیب اسید اولئیک (۳۳/۵ درصد)، اسید استئاریک (۳۰/۵ درصد)، اسید پالمیتیک (۲۷ درصد) و مقادیر اسید لینولنیک و اسید لینولنیک صفر بود. با افزودن بزرک به شکلات این مقادیر برای اسید اولئیک به ۲۷/۲ درصد، اسید استئاریک به ۱۶/۲ درصد، اسید پالمیتیک به ۲۰/۴۳ درصد، اسید لینولنیک

جدول ۴- مقایسه اسیدهای چرب در تیمارهای کنترل و ۲۰ درصد پودر بزرک در روز اول

Table 4- fatty acids profiles of control sample and chocolates containing%20 flaxseed at day 1

روز اول (Day 1)		اسیدهای چرب (Fatty Acids)
تیمار ۲۰ درصد بزرک (20% Flaxseed)	نمونه شاهد (Control)	
19.96 ^b	27 ^a	اسید پالمیتیک (Palmitic acid)
16 ^b	30.5 ^a	اسید استئاریک (Stearic acid)
29 ^b	33.5 ^a	اسید اولئیک (Oleic acid)
9.52 ^a	0 ^b	اسید لینولئیک (Linoleic acid)
8.73 ^a	0 ^b	اسید لینولنیک (Linolenic acid)

a-b: حروف کوچک نشان‌دهنده مقایسه میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد در سطرها می‌باشد.

a- b: Letters indicate significant differences ($p < 0.05$) among the samples

محتوای اسید آلفا-لینولنیک بزرک وجود دارد. همچنین شرایط اختلاط بزرک در محصولات غذایی بایستی طوری طراحی شود که اکسیداسیون اسید آلفا لینولنیک حداقل باشد (۹).

تغییرات اندیس اسیدی شکلات: با افزودن پودر بزرک به شکلات، اندیس اسیدی تیمارها روند افزایشی را نشان داد (جدول ۶). اندیس اسیدی نمونه شاهد و نمونه‌های حاوی بزرک اختلاف معنی‌داری نشان دادند ($p < 0.05$). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین مقدار اندیس اسیدی (۰/۳۰۳ میلی‌گرم پتاس بر گرم روغن) متعلق به نمونه با ۲۰ درصد بزرک در پایان روز ۹۰ و کمترین (۰/۱۸ میلی‌گرم پتاس بر گرم روغن) متعلق به نمونه کنترل در روز اول بود (جدول ۶). با توجه به محتوای بالای چربی بزرک (اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع) و مقدار بالای آنزیم‌های لیپاز، علت افزایش اندیس اسیدی طی زمان نگهداری به هیدرولیز و لیپولیز چربی مرتبط می‌باشد. به علاوه در نمونه شاهد نیز به دلیل وجود کره کاکائو و اسیدهای چرب تغییرات اندیس اسیدی در

در طی پخت، مقدار اسید لینولنیک ثابت ماند. مقدار اسید چرب لینولئیک و اولئیک در نمونه شاهد (نمونه آرد بدون پودر بزرک) بیشتر از نمونه‌های دیگر بود. درصد اسید چرب استئاریک در نمونه شاهد کمتر و با افزایش پودر بزرک افزایش یافت. در طی فرآیند پخت در بین اسیدهای چرب مختلف، مقدار اسید پالمیتیک و اسید لینولنیک تقریباً ثابت ماند و تفاوت معنی‌داری بین نمونه‌های آرد و نمونه‌های نان مشاهده نگردید ($p > 0.05$). در طی فرآیند پخت از مقدار اسید لینولئیک به‌طور معنی‌دار کاسته شد ($p < 0.01$). ثابت ماندن مقدار اسید چرب لینولنیک احتمالاً به دلیل وجود ترکیبات فنولی و توکوفرول در پودر بزرک می‌باشد که نقش محافظت‌کنندگی از اسیدهای چرب غیراشباع را دارند (۱۶).

چون و همکاران (۱۹۹۴) با اندازه‌گیری مقدار مصرف اکسیژن، پایداری و تغییرات محتوای اسید آلفا-لینولنیک دانه بزرک را تحت شرایط مختلف پخت در مخلوط مافین بررسی کردند. نتایج پژوهش نشان داد تحت شرایط عادی پخت، اتلاف ناچیزی در

زهرا حسن نژاد و همکاران

طول زمان معنی دار بود ($p < 0.05$). اندیس اسیدی همه نمونه‌ها تا پایان زمان نگهداری در محدوده قابل قبول قرار داشت.

جدول ۵- مقایسه اسیدهای چرب در تیمار حاوی ۲۰ درصد پودر بزرک طی روزهای مختلف نگهداری

Table 5- Fatty acids profiles of chocolate samples containing 20% flaxseed during storage period

روز ۶۰ (Day 60)	روز ۴۵ (Day 45)	روز ۳۰ (Day 30)	روز ۱۵ (Day 15)	روز اول (Day 1)	اسیدهای چرب (Fatty acids)
20.43	18.89	18.49	18.32	19.96	اسید پالمیتیک (Palmitic acid)
16.2	15.48	15.8	15.8	16	اسید استئاریک (Stearic acid)
27.2	28.4	28.2	29.1	29	اسید اولئیک (Oleic acid)
8.3	8.68	8.21	10.8	9.52	اسید لینولئیک (Linoleic acid)
8.8	8.3	8.3	8.11	8.73	اسید لینولنیک (Linolenic acid)

جدول ۶- تغییرات میزان اندیس اسیدی (میلی گرم پتاس بر گرم روغن) نمونه‌های شکلات طی مدت زمان ۳ ماه نگهداری.

Table 6- Changes in acid index (mg KOH/g oil) of chocolate samples during 3 months storage

روز ۹۰ (Day 90)	روز ۷۵ (Day 75)	روز ۶۰ (Day 60)	روز ۴۵ (Day 45)	روز ۳۰ (Day 30)	روز ۱۵ (Day 15)	روز اول (Productin Day)	روز (Day) نمونه (Sample)
0.257 ^{Ab}	0.248 ^{Ab}	0.247 ^{Ab}	0.224 ^{ABb}	0.214 ^{Bb}	0.202 ^{Bb}	0.189 ^{Cb}	نمونه شاهد (Control Sample)
0.268 ^{Aab}	0.257 ^{Ab}	0.259 ^{Ab}	0.246 ^{Aa}	0.237 ^{ABa}	0.224 ^{Ba}	0.204 ^{Ba}	نمونه F ₁
0.282 ^{Aa}	0.281 ^{Aa}	0.267 ^{Aab}	0.256 ^{Aa}	0.247 ^{ABa}	0.235 ^{Ba}	0.217 ^{Ba}	نمونه F ₂
0.291 ^{Aa}	0.279 ^{Aa}	0.28 ^{Aa}	0.269 ^{ABa}	0.257 ^{Ba}	0.246 ^{Ba}	0.232 ^{Ba}	نمونه F ₃
0.303 ^{Aa}	0.295 ^{Aa}	0.293 ^{Aa}	0.28 ^{Aa}	0.268 ^{Ba}	0.257 ^{Ba}	0.238 ^{Ca}	نمونه F ₄

شاهد= نمونه بدون بزرک، F₁= نمونه با ۵ درصد بزرک، F₂= نمونه با ۱۰ درصد بزرک، F₃= نمونه با ۱۵ درصد بزرک، F₄= نمونه با ۲۰ درصد بزرک - a-b: حروف کوچک مختلف نشان از وجود تفاوت معنی‌داری بین تیمارها و حروف بزرگ (A-C) مختلف نشان از وجود تفاوت معنی‌داری در زمان‌های مختلف در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

Control: Sample without flaxseed powder, F₁: Sample containing 5% flaxseed powder, F₂: Sample containing 10% flaxseed powder, F₃: Sample containing 15% flaxseed powder, F₄: Sample containing 20% flaxseed powder.

a-b: Lowercase letters indicate significant differences ($p < 0.05$) among the samples and capital letters (A-C) indicate significant differences ($p < 0.05$) during storage

افزایش یافت ($p < 0.05$). این افزایش احتمالاً به دلیل افزایش در غلظت بزرک مورد استفاده در ترکیب محصول می‌باشد (۲۱). در پژوهش پیغمبر دوست و همکاران (۲۰۱۳) اندیس اسیدی تیمارهای مختلف

یاغچی و همکاران (۲۰۱۴) در پژوهشی با افزودن پودر بزرک به دوشاب در سطوح صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد مشاهده کردند اندیس اسیدی محصول با افزایش درصد بزرک مورد استفاده به‌طور معنی‌داری

کمترین مقدار پراکسید (۰/۵ میلی‌اکی‌والان پراکسید بر کیلوگرم روغن) متعلق به نمونه شاهد بود (جدول ۷). با توجه به اینکه بزرگ حاوی اسیدهای چرب ضروری (چند غیراشباعی) می‌باشد و اسیدهای چرب با پیوندهای دوگانه مستعد اکسیداسیون هستند، در نتیجه در اثر اکسیداسیون عدد پراکسید افزایش می‌یابد. بیشترین مقدار پراکسید در این پژوهش مربوط به نمونه شکلات حاوی ۲۰ درصد بزرگ در پایان روز ۹۰ بود. پراکسید کلیه نمونه‌ها تا پایان زمان نگهداری در محدوده قابل قبول بود.

نان در اثر افزودن پودر دانه‌های بزرگ در مقادیر ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد تفاوت معنی‌داری نداشته ($p > 0.05$) و اندیس اسیدی نمونه شاهد کمتر از سایر نمونه‌ها بود (۱۶).

تغییرات عدد پراکسید: با افزودن پودر بزرگ، عدد پراکسید نمونه‌های شکلات تفاوت معنی‌دار ($p < 0.05$) و افزایشی نشان داد (جدول ۷). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین مقدار پراکسید (۱/۸۷۵ میلی‌اکی‌والان پراکسید بر کیلوگرم روغن) متعلق به نمونه با ۲۰ درصد بزرگ در پایان روز ۹۰ و

جدول ۷- تغییرات میزان پراکسید (میلی‌اکی‌والان پراکسید بر کیلوگرم روغن) نمونه‌های شکلات در طول مدت زمان ۳ ماه نگهداری

Table 7- Changes in peroxide value (meq proxide/kg oil) of chocolate samples during 3 months storage

روز (Day)	روزاول (Production Day)	روز ۱۵ (Day 15)	روز ۳۰ (Day 30)	روز ۴۵ (Day 45)	روز ۶۰ (Day 60)	روز ۷۵ (Day 75)	روز ۹۰ (Day 90)
نمونه شاهد (Control)	0.448 ^{Dd}	0.473 ^{Cd}	0.473 ^{Ce}	0.498 ^{Ce}	0.546 ^{Be}	0.574 ^{Bd}	0.648 ^{Ae}
نمونه F ₁	0.618 ^{Cc}	0.624 ^{Cc}	0.648 ^{BCd}	0.674 ^{Bd}	0.698 ^{Bd}	0.648 ^{Bc}	0.924 ^{Ad}
نمونه F ₂	0.873 ^{Bb}	0.935 ^{Bb}	1.025 ^{ABc}	1.14 ^{Ac}	1.224 ^{Ac}	1.324 ^{Ab}	1.374 ^{Ac}
نمونه F ₃	0.983 ^{Cb}	1.075 ^{Bb}	1.19 ^{Bb}	1.35 ^{Ab}	1.49 ^{Ab}	1.492 ^{Ab}	1.64 ^{Ab}
نمونه F ₄	1.373 ^{Ba}	1.473 ^{Ba}	1.519 ^{Ba}	1.622 ^{Aa}	1.651 ^{Aa}	1.751 ^{Aa}	1.875 ^{Aa}

شاهد= نمونه بدون بزرگ، F₁= نمونه با ۵ درصد بزرگ، F₂= نمونه با ۱۰ درصد بزرگ، F₃= نمونه با ۱۵ درصد بزرگ، F₄= نمونه با ۲۰ درصد بزرگ - a-d: حروف کوچک مختلف نشان از وجود تفاوت معنی‌داری بین تیمارها و حروف بزرگ (A-C) مختلف نشان از وجود تفاوت معنی‌داری در زمان‌های مختلف در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

Control: Sample without flaxseed powder, F₁: Sample containing 5% flaxseed powder, F₂: Sample containing 10% flaxseed powder, F₃: Sample containing 15% flaxseed powder, F₄: Sample containing 20% flaxseed powder.

a-d: Lowercase letters indicate significant differences ($p < 0.05$) among the samples and capital letters (A-C) indicate significant differences ($p < 0.05$) during storage

پایداری و زمان ماندگاری محصول، مقدار اسیدهای چرب آزاد باید مورد توجه قرار گیرد. همچنین بالا بودن عدد پراکسید در نمونه‌های حاوی پودر بزرگ با درصد بالاتر، احتمالاً به دلیل وجود مقادیر بالای اسیدهای چرب غیراشباع در پودر بزرگ می‌باشد (۲۱).

در پژوهش رندون- ویلاوبوس و همکاران (۲۰۰۹) افزایش تدریجی مقدار پراکسید تورتیلا با

در پژوهش یاغچی و همکاران (۲۰۱۴)، با افزایش درصد بزرگ مقدار پراکسید به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. کمترین مقدار پراکسید مربوط به محصول با ۵ درصد بزرگ و در ابتدای تولید بود و بیشترین مقدار مربوط به محصول با ۱۵ درصد بزرگ و در ماه سوم نگهداری بود. مقدار پراکسید به مقدار اسیدهای چرب آزاد ارتباط مستقیم دارد، زیرا اسیدهای چرب آزاد بسیار مستعد به اکسیداسیون هستند. در نتیجه در مورد

بزرک استفاده نمود. نتایج بررسی تأثیر استفاده از پودر بزرک در ترکیب با شکلات نشان داد افزودن پودر بزرک به شکلات باعث افزایش فیبر و اسیدهای چرب چند غیراشباعی از گروه امگا ۳ می‌شود. افزودن بزرک به شکلات منجر به افزایش رطوبت، عدد پراکسید و اندیس اسیدی محصول در طول نگهداری گردید، اما مقادیر هر سه فاکتور در محدوده استاندارد قرار داشت. بزرک منبع ارزشمندی از ترکیبات بیولوژیکی فعال شامل اسیدهای چرب چند غیراشباعی ضروری، پروتئین، اسیدهای فنولی و لیگنان می‌باشد که می‌تواند علاوه بر ایجاد ارزش غذایی بالا به‌عنوان افزودنی و مکمل غذایی در داروهای مؤثر بر سلامتی مورد استفاده قرار گیرد؛ بنابراین شکلات غنی شده با بزرک باعث بهبود و افزایش ارزش غذایی شکلات می‌شود. با استناد به نتایج پژوهش می‌توان شکلات غنی شده با پودر بزرک را به‌عنوان یک محصول فراسودمند معرفی نمود.

افزایش درصد بزرک به اکسیداسیون روغن و رنسیدیتی مرتبط شده است. بالا بودن مقدار اسید آلفا-لینولیک در روغن بزرک باعث مستعدتر شدن آن برای فساد اکسیداتیو و در نتیجه کاهش کیفیت روغن بزرک می‌شود (۱۸).

در پژوهش پیغمبردوست و همکاران (۲۰۱۳)، اثرات افزودن پودر بزرک در مقادیر صفر (شاهد)، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد به آرد گندم بررسی گردید. نتایج نشان داد که عدد پراکسید نمونه‌های مختلف با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند ($p > 0.05$) ولی عدد پراکسید به‌طور معنی‌دار ($p < 0.01$) در طی فرآیند پخت افزایش یافت. تأثیر مستقیم حرارت پخت می‌تواند باعث افزایش عدد پراکسید شود (۱۶).

نتیجه‌گیری کلی

دانه‌های بزرک غنی از اسیدهای چرب غیراشباع مانند اسید لینولیک، اسید لینولئیک و اسید اولئیک بوده و می‌توان از آن در تهیه شکلات غنی شده با

منابع

1. AOAC Official Method 991.43. 1991. Total, Soluble, and Insoluble Dietary Fiber in Foods.
2. AOAC. 2005. Official Method of Sampling and Analysis of Commercial Fats and Oils.
3. Azadmard-Damirchi, S. 2010. Chemistry and analysis of oils and fats. Amidi Publications Tabriz, 282p. (In Persian)
4. Azadmard-Damirchi, S. 2012. Food chemistry and analysis. Amidi Publications Tabriz, 475p. (In Persian)
5. Azadmard-Damirchi, S., and Dutta, P.C. 2006. Novel solid-phase extraction method to separate 4-desmethyl-, 4-monomethyl-, and 4, 4'-dimethylsterols in vegetable oils. *Journal of Chromatography A*. 1108: 183-187.
6. Azadmard-Damirchi, S., and Dutta, P.C. 2008. Stability of minor lipid components with emphasis on phytosterols during chemical interesterification of a blend of refined olive oil and palm stearin. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 85: 13-21.
7. Beckett S.T. 2000. *The Science of Chocolate*. London: Royal Society of Chemistry Paperbacks.
8. Belscak-Cvitanovic, A., Komes, D., Benkovic, M., Karlovic, S., Hesimovic, I., Jezec, D., and Bauman, I. 2012. Innovative formulations of chocolates enriched with plant polyphenols from *Rubus idaeus* leaves and characterization of their physical and sensory properties. *Food Research International*. 48: 2.820-830.
9. Chen, Z.Y., Ratnayake, W.M.N., and Cunnane, S.C. 1994. Oxidative stability of flaxseed lipids during baking. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 7: 629-632.

10. Coskuner, Y., and Karababa, E. 2007. Some physical properties of flaxseed (*Linum usitatissimum* L.). Journal of Food Engineering. 78: 1067–1073.
11. Eyre, C. 2008. Functional chocolate creeps up on main steam, UPL.
12. Hall, C.A., Manthey, F.A., Lee, R.E., and Niehaus, M. 2005. Stability of linolenic acid and secoisolariciresinol diglucoside in flaxseed-fortified macaroni. Journal of Food Science. 70: 8.483-489.
13. Howe, P. 2001. Cholesterol lowering benefits of soy and linseed enriched foods. Asia Pacific. Journal of Clinical Nutrition. 10:3.204-211.
14. Institute of Standards and Industrial Research of Iran, 2010. Cereal and cereal products- Determination of moisture content, No. 2705.
15. Ottaway, P.B. 2008. Food Fortification and Supplementation, Technological, Safety and regulatory aspects. Woodhead Publishing in Food Science, Technology and Nutrition.
16. Peighambaroust, S.H., Azadmard-Damirchi, S., Fathnejhad Kazemi, R., Nemati, M. and Rafat, S.A. 2013. Application of flaxseed in breadmaking: Effect on chemical characteristics, fat composition of flour and bread, and sensory quality of enriched semi-flat bread. Journal of Food Research. 23: 2.281-292. (In Persian).
17. Pohjanheimo, T.A., Hakala, M.A., Tahvonon, R.L., Salminen, S.J., and Kallio, H.P. 2006. Flaxseed in breadmaking: Effects on sensory quality, aging, and composition of bakery products. Journal of Food Science. 71: S343-S348.
18. Rendon-Villalobos, J.R., Bello-Prez, L.A., Agama-Acevedo, E., Islas-Hernandez, J.J., Osorio-Daz, P., and Tovar, J. 2009. Composition and characteristics of oil extracted from flaxseed-added corn tortilla. Food Chemistry. 117: 1. 83-87.
19. Shearer, A.E.H., and Davies, C.G.A. 2005. Physicochemical properties of freshly baked and stored whole- wheat muffins with and without flaxseed meal. Journal of of food Quality. 28: 2.137–153.
20. Williams, D., Verghese M., Walker, L.T., Boateng, J., Shackelford, L., and Chawan, C.B. 2007. Flax seed oil and flax seed meal reduce the formation of aberrant crypt foci (ACF) in azoxymethane-induced colon cancer in Fisher 344 male rats. Food and Chemical Toxicology. 45: 153–159.
21. Yaghchi, F., Peighambaroust, S.H., Hesari, J., Mohammadi, R. and Alizadeh, A.A. 2014. Production of Pekmez fortified with flaxseed and evaluation of some chemical properties. Iranian Food Science and Technology Research Journal. 10: 1.55-61. (In Persian)

Production and evaluation of some quality properties of chocolate containing Flaxseed powder

Z. Hassannezhad¹, S. Azadmard-Damirchi², M. Sowti-Khiabani³,
S.H. Peighambaroust² and H. Rasouli Pirouzian^{4*}

¹M.Sc graduate, Department of Food Science and Technology, Aras International Campus, University of Tabriz, Tabriz, Iran

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

³Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

⁴Ph.D graduate, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

Received: 2015/06/18; Accepted: 2016/02/02

Abstract

Background and Objectives: Nowadays, regard to intake insufficient amounts of essential fatty acids, antioxidants and fiber in daily diet, it is important to use foods enriched with such compounds. Among the oilseeds, flaxseed is rich in high level of α -linolenic acid as well as other compounds such as tocopherols, fiber and lignans.

Materials and Methods: Flaxseed powder was used in the formulation of chocolate at different levels of 0% (control sample), 5%, 10%, 15% and 20% to produce potentially functional product. The quality properties of samples including water, fat, fiber, and essential fatty acids contents, acid index and peroxide value were determined every 15 days during 3 months storage.

Results: The results showed that by increase in flaxseed proportion, water, lipid, fiber and essential fatty acid (α -linolenic and linoleic acids) increased. Flaxseed addition into chocolate resulted in considerable decrease in saturated fatty acid content, and increase in the amount of poly unsaturated fatty acids. Also, as added flaxseed powder increased, acid index and peroxide values tended to increase. Additionally, the maximum acid index (0.303 mg KOH/g) and peroxide value (1.875 meq/Kg) belonged to a sample containing 20% flaxseed powder. The minimum acid index (0.18 mgKOH/g) and peroxide value (0.5 meq/Kg) were observed in control treatments. It is noteworthy to mention that Increase in acid index and peroxide value were not significant and they were found to be in the standard ranges.

Conclusion: As a general result, it can be stated that by incorporating flaxseed powder in chocolate formulation, a new functional food rich in essential fatty acids and fiber can be produced and supplied to the market. But as adding high amounts of flaxseed powder would have significant effects on acid and peroxide values, incorporation of medium level (10%) is suggested.

Keywords: Chocolate, Fatty acids, Flaxseed, Functional product

*Corresponding author; rasuly_h@yahoo.com