



## برخی از ویژگی‌های کیفی ماکارونی فراسودمند حاوی پودر بزرک

ذاکر آقاکشی پور<sup>۱\*</sup>، صدیف آزاد مرد دمیرچی<sup>۲</sup>، سید هادی پیغمبر دوست<sup>۲</sup> و عارف اولاد غفاری<sup>۱</sup>

تاریخ دریافت: ۹۳/۱/۳۱ تاریخ پذیرش: ۹۳/۹/۱۱

<sup>۱</sup> کارشناس ارشد، سازمان ملی استاندارد ایران

<sup>۲</sup> دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

\*مسئول مکاتبه: Email: Z\_aghakeshipour@yahoo.com

### چکیده

امروزه با توجه به میزان کم اسیدهای چرب ضروری، آنتی‌اکسیدان‌ها و فیبر در رژیم غذایی روزانه، نیاز به جبران آن با مصرف غذاهای حاوی این ترکیبات است. این ترکیبات از نظر تغذیه‌ای از اهمیت بالایی برخوردار بوده و در جلوگیری از بیماری‌های قلبی و عروقی و برخی از سرطان‌ها نقش مهمی دارند. در بین دانه‌های روغنی، بزرک نسبت به سایر دانه‌ها از نظر مقدار اسید چرب ضروری امگا ۳ (اسید آلفا-لینولنیک) غنی بوده و دارای مواد دیگری از جمله توکوفرول‌ها، فیبر و لیگنان‌ها است. ماکارونی یکی از محصولات غذایی است که استفاده زیادی دارد و بعلاوه فراوانی استفاده از آن می‌تواند یکی از گزینه‌ها برای غنی‌سازی باشد. در این پژوهش، در فرمولاسیون ماکارونی از صفر (نمونه کنترل)، ۵، ۱۰ و ۱۵٪ پودر دانه بزرک استفاده شد و در طی نگهداری بمدت ۳ ماه برخی ویژگی‌های کیفی آن اندازه‌گیری و با نمونه کنترل مقایسه شد. ویژگی‌های کیفی مورد مطالعه عبارت بودند از: درصد روغن، عدد اسیدی، عدد پروکسید، مقدار اسیدهای چرب ضروری، مقدار فیبر، توکوفرول‌ها، افت و وزن پخت. نتایج نشان داد که نمونه‌های حاوی پودر بزرک دارای روغن، اسید لینولنیک و گاما-توکوفرول بالایی داشتند. همچنین در نمونه‌های حاوی پودر بزرک، با افزایش درصد بزرک مصرفی درصد رطوبت محصول کاهش یافت. نتایج نشان داد که درصد رطوبت، خاکستر و درصد کل مواد جامد در آب پخت محصول با افزودن پودر بزرک بطورمعنی دار ( $P < 0/05$ ) کاهش یافت. همچنین با افزایش درصد بزرک وزن پخت، عدد اسیدی و پروکسید افزایش یافت. در کل نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که می‌توان با افزودن پودر بزرک به فرمولاسیون ماکارونی، محصولی با مقدار اسیدهای چرب ضروری و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی بیشتر به بازار مصرف ارائه کرد.

واژگان کلیدی: غذاهای فراسودمند، ماکارونی، بزرک، اسید چرب، توکوفرول، ویژگی‌های کیفی

## مقدمه

فرآورده‌های خمیری یکی از بی‌شمار فرآورده‌های به دست آمده از غلات است که مصرف آن در بیشتر کشورهای دنیا رایج می‌باشد. و به علت داشتن قیمت مناسب و ارزش غذایی خوب، جایگاه ویژه‌ای در سبد مصرف خانوارها دارد (شهیدی و ناصحی ۱۳۸۶). ماکارونی یکی از فرآورده‌های مهم و پرمصرف غلات و محصولی از آرد گندم است. (پیغمبردوست و اولاد غفاری ۱۳۸۸).

امروزه کمبود اسیدهای چرب ضروری ۳ و فیبر در رژیم غذایی مشهود است. اسیدهای چرب ضروری به دو گروه امگا-۳ و امگا-۶ تقسیم می‌شوند، که امروزه نیاز به گروه امگا ۳ بعلت کمبود در رژیم غذایی بیشتر از امگا ۶ است. اسیدهای چرب ضروری از قلب، رگ‌ها، سیستم دفاعی و عصبی بدن محافظت می‌کنند (نیلسون ۲۰۰۸). فیبرها نیز می‌توانند نقش مهمی در پیشگیری از بسیاری از بیماری‌ها همچون بیماری‌های قلبی و عروقی، دیابت و سرطان داشته باشد. تلاش زیادی برای جبران این کمبود با تولید غذاهای فراسودمند و حاوی این ترکیبات می‌شود. یکی از غذاهایی که می‌شود با اسیدهای چرب ضروری و فیبرها غنی سازی کرد ماکارونی است.

بزرک گیاهی است متعلق به خانواده‌ی *Linaceae* و جنس *Linum* که کشت آن از حدود ۵۰۰۰ هزار سال قبل از میلاد به دلیل فواید دارویی و روغن آن صورت می‌گیرد. دانه بزرک حاوی ۴۵-۴۰ درصد روغن، مقدار زیادی از اسیدهای چرب لینولنیک (از گروه اسیدهای چرب ضروری امگا ۳)، ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و فیبر می‌باشد (منتس و همکاران ۲۰۰۸، اومه ۱۹۹۷، تبعی و همکاران ۲۰۰۸).

بزرک در فرمولاسیون محصولات غذایی مختلفی استفاده شده است. چن و همکاران (۱۹۹۴) تحقیقاتی در مورد پایداری بزرک در محصولات هم چون کیک انجام داده‌اند. کوکا و آنیل (۲۰۰۷) در مطالعه‌ای ویژگی‌های

رئولوژیکی خمیر حاصل از مخلوط آرد گندم و پودر دانه‌های بزرک را مورد بررسی قرار داده‌اند. منتس و همکاران (۲۰۰۸) تأثیر استفاده از پودر دانه‌های بزرک روی کیفیت نان، بیاتی نان، میزان ۷-توکوفرول و اسید-های چرب غیراشباع نان را مورد مطالعه قرار داده‌اند. همچنین تحقیقات انجام شده در مورد اثر بزرک در سلامتی انسان در حال افزایش می‌باشد. نشان داده شده است که مصرف بزرک می‌تواند نقش مهمی در پیشگیری از بسیاری از بیماری‌ها داشته باشد (تاریپلا و همکاران ۲۰۰۵).

با توجه به مصرف بالای ماکارونی و ارزش تغذیه‌ای بالای دانه بزرک، در این مطالعه اثر افزودن پودر بزرک در درصد‌های مختلف در فرمولاسیون ماکارونی بر ویژگی‌های کیفی آن بررسی شده است.

## مواد و روش‌ها

## مواد مصرفی

دانه های بزرک و نمک از بازار محلی تبریز خریداری شد. آرد سمولینای هم از شرکت آرد زر تهیه گردید. همچنین مواد شیمیایی مورد استفاده شامل هیدروکسید پتاسیم و سدیم، II-هگزان، یدور پتاسیم، معرف فنل فتالین، تیوسولفات سدیم، معرف نشاسته، اسید استیک، اتانول، کلروفرم، سود، ایزوپروپانول، اسید کلریدریک از شرکت مرک (آلمان) بود.

## روش تولید ماکارونی

تولید ماکارونی طبق روش پیغمبردوست و اولاد غفاری (۱۳۸۸)، انجام گرفت. بعد از اینکه دانه‌های بزرک از مواد زائد پاک شدند جهت خرد شدن وارد آسیاب شدند. به دلیل حساس بودن روغن این دانه‌ها، آسیاب آنها در چند مرحله صورت گرفته و بعد از هر مرحله با استفاده از الک ۰٫۶ میلی متر الک شدند و سپس ذرات باقی مانده روی الک دوباره وارد خردکن شدند و تا حد امکان آسیاب شدند، سپس در فریزر (۱۸- درجه سانتی گراد) تا زمان مخلوط شدن با ماکارونی نگهداری شدند. سپس

دوتا (۲۰۰۶) و آنالیز توکوفرول با کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا) براساس روش فتحی آچاچلویی (۲۰۰۹) انجام گرفت.

### طرح آماری

آنالیز آماری داده‌ها بر اساس طرح آزمایشی کاملاً تصادفی با استفاده از نرم افزار SAS انجام شد. به منظور مقایسه میانگین‌ها از آزمون توکی (حداقل در سطح معنی‌داری  $P < 0.05$ ) استفاده شد.

### نتایج و بحث

#### ویژگی‌های پودر دانه بزرک

ویژگی‌های پودر دانه بزرک در جدول ۱ آورده شده است. در پودر بزرک مقدار روغن ( $35/3 \pm 0/03$ ) و اسید لینولنیک ( $50/1 \pm 0/01$ ) است. منتس و همکاران (۲۰۰۸) مقدار روغن دانه‌ی بزرک را  $24/94\%$  گزارش نمودند که  $58/14\%$  اسیدهای چرب این روغن به اسید لینولنیک اختصاص داشت. اومه و مزا (۱۹۹۳) مقدار روغن دانه‌ی بزرک را در گونه‌های مختلف بین  $34\%$  -  $45\%$  گزارش نمودند، و مقدار اسید لینولنیک در روغن به دست آمده از آن‌ها بین  $63\%$  -  $45\%$  بود. بنابراین، عموماً نتایج بدست آمده در این مطالعه با یافته‌های قبلی مشابهت داشته است.

به ازاء ۱۰۰ قسمت سمولینای حاوی صفر (نمونه کنترل)، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد پودر بزرک با مقدار رطوبت ۱۳ درصد افزوده شد. سپس ۲۵ قسمت آب ۳۰ درجه سانتی‌گراد به مخلوط افزوده شده و عمل اختلاط انجام شد. عمل اختلاط بسته به کیفیت گلوتن سمولینا، بین ۱۰ الی ۱۵ دقیقه به طول می‌انجامد. پس از تهیه خمیر آن را وارد دستگاه دیگری کرده و عمل ورز دادن را انجام می‌دهیم. سپس عمل ورز دادن نهایی توسط دستگاه گرامولا انجام می‌گیرد. سپس خمیر را در پرس هیدرولیکی قرار داده که خمیر در اثر فشار زیاد از قالب فلزی عبور کرده و به شکل دلخواه در می‌آید. رشته‌های خمیری پس از خروج از قالب به اندازه‌های دلخواه بریده می‌شوند و جهت خشک کردن به محفظه یا اتاقک-های خشک کن منتقل می‌گردد.

#### آزمون‌های شیمیایی

آزمون رطوبت با استفاده از روش AACC 14-15، آزمون خاکستر با استفاده از روش AACC 08-01، آزمون پروتئین با استفاده از روش AACC 46-12، آزمون درصد کل مواد جامد در آب پخت و آزمون وزن بعد از پخت براساس استاندارد ملی ایران به شماره ۲۱۳، اندازه گیری اسیدیته و عدد پروکسید با روش آزادمرد دمیرچی (۱۳۹۱)، اندازه گیری اسید چرب با کروماتوگرافی گازی براساس روش آزادمرد دمیرچی و

جدول ۱- ویژگی‌های پودر بزرک مورد استفاده در فرمولاسیون ماکارونی

ویژگی	پودر بزرک	ترکیب	پودر بزرک
رطوبت (%)	$5/35 \pm 0/01$	اسید پالمیتیک* (%)	$6/4 \pm 0/01$
فعالیت آبی	$0/64 \pm 0/02$	اسید استئاریک (%)	$2/5 \pm 0/01$
خاکستر (%)	$3/22 \pm 0/01$	اسید اولئیک (%)	$18/9 \pm 0/01$
چربی (%)	$35/3 \pm 0/02$	اسید لینولنیک (%)	$15/2 \pm 0/01$
عدد پروکسید (meq O <sub>2</sub> /Kg oil)	$1/9 \pm 0/21$	اسید لینولنیک (%)	$53/2 \pm 0/01$
اسیدیته (mg KOH / 100 gr)	$2/92 \pm 0/11$	۷-توکوفرول (ppm)	۹۰

\* در مورد مقدار اسیدهای چرب، درصد از کل اسیدهای چرب است.

**رطوبت در نمونه‌های ماکارونی**

درصد رطوبت محصول با افزودن پودر بزرک بطور معنی‌داری ( $P > 0/05$ ) کاهش یافت (جدول ۲). کاهش درصد رطوبت محصول احتمالاً به دلیل کاهش درصد آرد سمولینای مورد استفاده و افزایش بزرک مصرفی در تهیه محصول باشد. این نتیجه مطابق با تحقیق رندون ویلالوبوس (۲۰۰۹) می‌باشد که در آن درصد رطوبت در ترتیلا با افزودن بزرک کاهش یافت. این

کاهش ممکن است بخاطر خاصیت هیدروفوبیکی روغن بزرک نیز باشد (رندون ویلالوبوس و پرز، ۲۰۰۹). همچنین درصد رطوبت محصول با گذشت زمان تغییر معنی‌داری نداشت. درصد رطوبت محصول از فاکتورهای مهم ماندگاری محصول است و در صورت بیش از حد بودن موجب کپک زدگی و همچنین می‌تواند موجب افزایش اسیدیته و هیدرولیز روغن شود.

**جدول ۲ - تغییرات رطوبت در نمونه‌های ماکارونی حاوی مقادیر مختلفی از پودر بزرک در طی نگهداری**

تیمار	روز یک	ماه اول	ماه دوم	ماه سوم
ماکارونی کنترل	۱۱/۶۵ <sup>a</sup>	۱۱/۱ <sup>a</sup>	۱۱/۱ <sup>a</sup>	۱۱/۰۷ <sup>a</sup>
۵٪ بزرک	۷/۹۵ <sup>b</sup>	۷/۹۳ <sup>b</sup>	۷/۹۲ <sup>b</sup>	۷/۸۸ <sup>b</sup>
۱۰٪ بزرک	۷/۹۱ <sup>b</sup>	۷/۸۹ <sup>b</sup>	۷/۹ <sup>b</sup>	۷/۸۴ <sup>b</sup>
۱۵٪ بزرک	۶/۷۵ <sup>b</sup>	۶/۷۱ <sup>b</sup>	۶/۶۷ <sup>b</sup>	۶/۶۱ <sup>b</sup>

حروف متفاوت نشانه‌ی حداقل تفاوت معنی‌دار ( $P < 0/05$ ) است. در طول نگهداری تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

**خاکستر**

مقدار خاکستر محصول با افزودن پودر بزرک به طور معنی‌دار ( $P > 0/05$ ) کاهش یافت (جدول ۳). کاهش میزان خاکستر محصول احتمالاً به دلیل کاهش درصد آرد سمولینای مورد استفاده و افزایش بزرک مصرفی

در تهیه محصول باشد. خاکستر نشان دهنده مقدار مواد معدنی در محصول می‌باشد. مقدار خاکستر نیز در طی نگهداری ثابت ماند که بدیهی است. چون مواد معدنی در شرایط نگهداری پایدار است و تغییری در آنها حاصل نمی‌شود.

**جدول ۳ - تغییرات خاکستر بر مبنای ماده خشک در نمونه‌های ماکارونی حاوی مقادیر مختلفی از پودر بزرک در طی نگهداری**

تیمار	روز یک	ماه اول	ماه دوم	ماه سوم
ماکارونی کنترل	۱/۱ <sup>a</sup>	۱/۱ <sup>a</sup>	۱/۰۸ <sup>a</sup>	۱/۰۷ <sup>a</sup>
۵٪ بزرک	۰/۶ <sup>b</sup>	۰/۶ <sup>b</sup>	۰/۶۳ <sup>b</sup>	۰/۶۳ <sup>b</sup>
۱۰٪ بزرک	۰/۶۹ <sup>b</sup>	۰/۶۹ <sup>b</sup>	۰/۶۹ <sup>b</sup>	۰/۷۱ <sup>b</sup>
۱۵٪ بزرک	۰/۷۷ <sup>b</sup>	۰/۷۷ <sup>b</sup>	۰/۷۷ <sup>b</sup>	۰/۷۷ <sup>b</sup>

حروف متفاوت نشانه‌ی حداقل تفاوت معنی‌دار ( $P < 0/05$ ) است. در طول نگهداری تفاوت معنی‌داری می‌باشد.

**درصد کل مواد جامد در آب پخت**

درصد کل مواد جامد در آب پخت نمونه‌های ماکارونی با افزودن درصد پودر بزرک کاهش یافت (جدول ۴). در

تمام نمونه‌های حاوی پودر بزرک، درصد کل مواد جامد در آب پخت پایین‌تر از نمونه شاهد بود. اما بیشترین کاهش در نمونه ۵٪ اتفاق افتاد (جدول ۴). این کاهش

به چسبندگی بیشتر آن در حین پخت می‌شود. طبق استاندارد ملی به شماره ۲۱۳، حداکثر درصد کل مواد جامد در آب پخت ۱۱ می‌باشد. لذا باتوجه به نتایج بالا، افزودن ۵ درصد پودر بزرک، محصولی با کیفیت مناسب را بوجود می‌آورد. در طی نگهداری نیز تغییر معنی داری در درصد کل مواد جامد در آب پخت مشاهده نشد.

احتمالاً به دلیل افزایش سفتی و حفظ شکل نمونه‌های ماکارونی و همچنین ترکیبات موجود در پودر دانه بزرک می‌باشد که از اتلاف مواد جامد و نشت آن به آب پخت جلوگیری می‌کند. هر چقدر درصد کل مواد جامد در آب پخت بیشتر باشد نشان دهنده اینست که کیفیت آرد مصرفی پایین بوده است. افزایش درصد کل مواد جامد در آب پخت، منجر

جدول ۴ - تغییرات درصد کل مواد جامد در آب پخت در نمونه‌های ماکارونی حاوی مقادیر مختلفی از پودر بزرک در طی نگهداری

تیمار	روز یک	ماه اول	ماه دوم	ماه سوم
ماکارونی کنترل	۱۰/۰۱ <sup>a</sup>	۱۰/۰۳ <sup>a</sup>	۱۰/۰۵ <sup>a</sup>	۱۰/۰۵ <sup>a</sup>
۵٪ بزرک	۵/۰۳ <sup>b</sup>	۵/۰۵ <sup>b</sup>	۵/۰۵ <sup>b</sup>	۵/۰۶ <sup>b</sup>
۱۰٪ بزرک	۸/۰۵ <sup>c</sup>	۸/۰۳ <sup>c</sup>	۸/۰۵ <sup>c</sup>	۸/۰۵ <sup>c</sup>
۱۵٪ بزرک	۹/۰۳ <sup>d</sup>	۹/۰۳ <sup>d</sup>	۹/۰۳ <sup>d</sup>	۹/۰۳ <sup>d</sup>

حروف متفاوت نشانه‌ی حداقل تفاوت معنی‌دار ( $P < 0.05$ ) است. در طول نگهداری تفاوت معنی داری می‌باشد.

### وزن پخت

وزن پخت نمونه‌های ماکارونی با افزودن پودر بزرک افزایش یافت (جدول ۵). بیشترین افزایش مربوط به نمونه ۵٪ بود (جدول ۵). نتایج نشان می‌دهد که افزودن پودر بزرک در مقدار ۵٪ بهترین محصول را از نظر وزن پخت تولید می‌کند. افزایش در وزن پخت ممکن

است از ترکیبات موجود در پودر بزرک همچون فیبرها و ترکیبات جاذب الرطوبه دیگر ناشی شود. در طی نگهداری نیز این ویژگی بررسی شد و مشاهده شد که نگهداری ماکارونی تغییری را در وزن پخت به وجود نمی‌آورد.

جدول ۵ - تغییرات وزن پخت در نمونه‌های ماکارونی حاوی مقادیر مختلفی از پودر بزرک در طی نگهداری

تیمار	روز یک	ماه اول	ماه دوم	ماه سوم
ماکارونی کنترل	۴۴ <sup>a</sup>	۴۴ <sup>a</sup>	۴۴/۱۳ <sup>a</sup>	۴۴/۱۳ <sup>a</sup>
۵٪ بزرک	۴۹/۰۵ <sup>b</sup>	۴۹/۰۷ <sup>b</sup>	۴۶/۰۶ <sup>b</sup>	۴۶/۰۷ <sup>b</sup>
۱۰٪ بزرک	۴۶/۰۳ <sup>c</sup>	۴۶/۰۳ <sup>c</sup>	۴۶/۰۳ <sup>c</sup>	۴۶/۰۳ <sup>c</sup>
۱۵٪ بزرک	۴۶/۰۷ <sup>c</sup>	۴۶/۰۷ <sup>c</sup>	۴۶/۰۷ <sup>c</sup>	۴۶/۰۷ <sup>c</sup>

حروف متفاوت نشانه‌ی حداقل تفاوت معنی‌دار ( $P < 0.05$ ) است. در طول نگهداری تفاوت معنی داری می‌باشد.

### اسیدیته

اسیدیته محصول با افزایش درصد بزرک مورد استفاده بطور معنی‌داری ( $P > 0.05$ ) افزایش یافت (جدول ۶). این

افزایش احتمالاً به دلیل افزایش در مقدار پودر بزرک مورد استفاده در ترکیب محصول می‌باشد. افزایش اسیدیته با افزایش پودر بزرک به علت وجود اسیدهای

می‌شود. هرچند، در طول نگهداری اسیددیده بیشتر از حد استاندارد بالا نرفت. نتایج تحقیق رندون ویلالوبوس و پرز (۱۹۹۸) نشان می‌دهد میزان اسیدهای چرب آزاد در ترتیلا با افزایش میزان درصد بزرک افزوده شده به محصول مابین ۲۶/۳۲ درصد تا ۳۰/۰۸ با احتمال آماری ( $P > 0.05$ ) درصد افزایش پیدا می‌کند.

چرب آزاد در روغن بزرک است که با افزایش مقدار پودر بزرک در ترکیب ماکارونی، موجب افزایش اسیددیده در ماکارونی می‌شود. هم چنین در طول نگهداری نیز اسیددیده محصول افزایش یافت که این افزایش در نمونه های حاوی پودر بزرک بیشتر بود. افزایش اسیددیده در طی نگهداری ناشی از هیدرولیز تری آسید گلیسرول‌های روغن موجود در پودر بزرک ناشی

جدول ۶- اسیددیده روغن حاصل از نمونه‌های ماکارونی حاوی مقادیر مختلفی از پودر بزرک و تغییرات آن در طی نگهداری

تیمار	روز یک	ماه اول	ماه دوم	ماه سوم
نمونه کنترل	۰/۲۱ <sup>cC</sup>	۰/۲۳ <sup>cB</sup>	۰/۲۵ <sup>cB</sup>	۰/۳۱ <sup>cA</sup>
۵٪ بزرک	۰/۵۱ <sup>bB</sup>	۰/۵۷ <sup>bA</sup>	۰/۵۷ <sup>bA</sup>	۰/۵۹ <sup>bA</sup>
۱۰٪ بزرک	۰/۵۴ <sup>bC</sup>	۰/۵۸ <sup>bB</sup>	۰/۵۸ <sup>bB</sup>	۰/۶۱ <sup>bA</sup>
۱۵٪ بزرک	۰/۶۱ <sup>aA</sup>	۰/۶۵ <sup>aB</sup>	۰/۶۵ <sup>aB</sup>	۰/۶۸ <sup>aC</sup>

حروف متفاوت نشانه‌ی حداقل تفاوت معنی‌دار ( $P < 0.05$ ) است. حروف کوچک تفاوت بین تیمارها و حروف بزرگ تفاوت در طول نگهداری را نشان می‌دهد.

#### عدد پروکسید

پروکسید نمونه‌های ماکارونی با افزایش درصد پودر بزرک بطور معنی‌داری ( $P > 0.05$ ) افزایش یافت (جدول ۷). این افزایش احتمالاً به دلیل افزایش در مقدار بزرک مورد استفاده و نیز به دلیل استفاده از حرارت در طی تهیه محصول باشد. بالا بودن عدد پروکسید در نمونه‌های حاوی پودر بزرک با درصد بالاتر، مطابق با نتیجه‌ی تحقیقات سالدیوار و همکاران (۲۰۰۶) بود. افزایش عدد پروکسید احتمالاً به دلیل وجود اسیدهای چرب غیر اشباع بالا در پودر بزرک می‌باشد که مستعد اکسیداسیون می‌باشند. مقادیر پروکسید بین (۲/۰۶) تا (۳/۷۱) متغیر بود که کمترین مقدار آن مربوط به محصول با ۵ درصد بزرک و در ابتدای تولید بود و بیشترین مقدار مربوط به محصول با ۱۰ و ۱۵ درصد بزرک و در ماه سوم نگهداری بود. میزان پروکسید به میزان اسیدهای چرب آزاد ارتباط مستقیم دارد، زیرا اسیدهای چرب آزاد بسیار مستعد به اکسیداسیون

هستند و در نتیجه در مورد پایداری و زمان ماندگاری محصول، باید میزان اسیدهای چرب آزاد مورد توجه قرار گیرند (رندون ویلالوبوس ۲۰۰۹). نتایج حاصل از مطالعات قبلی نیز نشان می‌دهد (رندون ویلالوبوس و پرز، ۲۰۰۹). افزایش تدریجی در میزان پروکسید با افزایش درصد بزرک اضافه شده به ترتیلا دیده می‌شود. این افزایش در میزان پروکسید به اکسیداسیون روغن و رانسیدیتی ارتباط دارد که با افزایش میزان بزرک مصرفی در محصول اکسیداسیون آن هم بیشتر می‌شود. بالا بودن میزان آلفا لینولنیک اسید در روغن بزرک باعث مستعدتر شدن آن برای فساد اکسیداتیو می‌شود که این امر باعث کاهش کیفیت روغن بزرک می‌شود. در طی نگهداری افزایشی در عدد پروکسید مشاهده نشد که مربوط به نگهداری و بسته بندی مناسب و همچنین ویژگی‌های محصول همچون مقدار آب پایین است.

جدول ۷- تغییرات در عدد پروکسید روغن استخراجی از نمونه‌های ماکارونی حاوی مقادیر مختلفی از پودر بزرک در طی

## نگهداری

تیمار	روز یک	ماه اول	ماه دوم	ماه سوم
کنترل	۰/۵ <sup>cA</sup>	۰/۵ <sup>cA</sup>	۰/۶ <sup>cA</sup>	۰/۶ <sup>cA</sup>
۵٪ بزرک	۲/۰۶ <sup>bC</sup>	۲/۱۶ <sup>bB</sup>	۲/۲۶ <sup>bA</sup>	۲/۲۸ <sup>bA</sup>
۱۰٪ بزرک	۳/۲۶ <sup>aB</sup>	۳/۴۳ <sup>aA</sup>	۳/۴۳ <sup>aA</sup>	۳/۵۳ <sup>aA</sup>
۱۵٪ بزرک	۳/۶۳ <sup>aA</sup>	۳/۷ <sup>aA</sup>	۳/۷ <sup>aA</sup>	۳/۷۱ <sup>aA</sup>

حروف متفاوت نشانه‌ی حداقل تفاوت معنی‌دار ( $P < 0.05$ ) است. حروف کوچک تفاوت بین تیمارها و حروف بزرگ تفاوت در طول نگهداری را نشان می‌دهد.

## پروفایل اسیدهای چرب

اسید چرب غالب در نمونه ماکارونی کنترل (بدون بزرک) اسید لینولئیک (۴۱/۷٪) بود که بعد از آن اسید اولئیک (۲۴/۴٪) و اسید پالمیتیک (۲۳/۳٪) قرار داشت. با افزودن پودر بزرک ترکیب اسید چرب ماکارونی کاملاً فرق کرد که این تفاوت با افزایش درصد پودر بزرک در فرمولاسیون ماکارونی بیشتر شد (جدول ۸). با افزایش پودر بزرک، مقدار اسید پالمیتیک، اسید استئاریک، اسید اولئیک و اسید لینولئیک کاهش یافت اما مقدار اسید لینولئیک افزایش یافت (جدول ۸). مقدار افزایش اسید لینولئیک در نمونه‌های ماکارونی با افزایش پودر بزرک، معنی‌دار بود. این مطلب نشان‌گر غنی شدن ماکارونی حاوی پودر بزرک با اسید چرب

ضروری امگا-۳ است که از لحاظ تغذیه‌ای می‌تواند خیلی مفید و موثر باشد.

## توکوفرول

توکوفرول عمده در پودر بزرک، گاما توکوفرول می‌باشد که با افزایش مقدار پودر بزرک در فرمولاسیون ماکارونی، این ترکیب نیز بطور معنی‌دار افزایش یافت (جدول ۹). بیشترین مقدار گاما توکوفرول مربوط به نمونه ماکارونی با ۱۵٪ پودر بزرک بود. گاما توکوفرول خاصیت آنتی‌اکسیدانی و ویتامین E دارد. اما در بین توکوفرول‌ها از لحاظ خاصیت آنتی‌اکسیدانی اهمیت بالایی دارد. این ترکیب همچنین اثرات سودمند تغذیه‌ای بالایی دارد و می‌تواند از بیماری‌های زیادی همچون سرطان و بیماری‌های قلبی و عروقی پیشگیری کند.

جدول ۸- نتایج آنالیز اسیدهای چرب نمونه‌های ماکارونی حاوی مقادیر مختلفی از پودر بزرک

نمونه	اسید پالمیتیک	اسید استئاریک	اسید اولئیک	اسید لینولئیک	اسید لینولئیک
نمونه کنترل	۲۳/۳ <sup>a</sup>	۵/۱ <sup>a</sup>	۲۴/۴ <sup>a</sup>	۴۱/۷ <sup>a</sup>	۵/۱۲ <sup>d</sup>
۵٪ بزرک	۲۰/۰ <sup>b</sup>	۴/۱ <sup>a</sup>	۲۳/۱ <sup>b</sup>	۳۸/۵ <sup>b</sup>	۵/۱۰ <sup>c</sup>
۱۰٪ بزرک	۲/۱۸ <sup>c</sup>	۳/۵ <sup>b</sup>	۲۲/۷ <sup>c</sup>	۳۶/۴ <sup>c</sup>	۱۸/۱ <sup>b</sup>
۱۵٪ بزرک	۱۵/۲ <sup>d</sup>	۳/۱ <sup>b</sup>	۲۱/۱ <sup>d</sup>	۳۰/۱ <sup>d</sup>	۲۸ <sup>a</sup>

حروف متفاوت نشانه حداقل تفاوت معنی‌دار ( $P < 0.05$ ) در بین نمونه‌ها است.

## جدول ۹- نتایج آنالیز توکوفرول نمونه‌های ماکارونی

## حاوی مقادیر مختلفی از پودر بزرک

توکوفرول	کنترل	۵٪	۱۰٪	۱۵٪
گاما توکوفرول	۴ <sup>d</sup>	۹ <sup>c</sup>	۱۵ <sup>b</sup>	۱۸ <sup>a</sup>

حروف متفاوت نشانه‌ی حداقل تفاوت معنی‌دار ( $P < 0.05$ ) است.

## نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که دانه‌های بزرک غنی از اسیدهای چرب ضروری امگا ۳ (اسید لینولنیک) و گاما-توکوفرول بوده و می‌توان از آن‌ها در تهیه محصول

## منابع مورد استفاده

پیغمبردوست س ه. و اولاد غفاری ع. (۱۳۸۸). تکنولوژی فرآورده‌های ماکارونی. انتشارات عمیدی، تبریز

آزادمرد دمیرچی ص. (۱۳۸۹). شیمی و تجزیه روغن‌ها و چربی‌های خوراکی، انتشارات عمیدی، تبریز

شهیدی ف، ناصحی ب و راستگو آ. (۱۳۸۶). تکنولوژی فرآورده‌های خمیری. انتشارات دانشگاه فردوسی، مشهد

AOAC. 1993. Official Method of Sampling and Analysis of Commercial Fats and Oils.

Azadmard-Damirchi S and Dutta PC. 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.

Chen ZY, Ratnayake WMN and Cunnane SC. 1994. Oxidative stability of flaxseed lipids during baking. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 71:629-632.

Fathi-Achachlouei B, Azadmard Damirchi S. 2009. Milk thistle seed oil constituents from different varieties in Iran. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 86: 643-649.

Koca AF, and Anil M. 2007. Effect of flaxseed and wheat flour blends on dough rheology and bread quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87:1172-1175.

Mentes O, Bakkalbai E, Ercan, R. 2008. Effect of the use of ground flaxseed on quality and chemical composition of bread. *Food Science and Technology International*, 14: 299-306.

Nilson SA. 2008. Stabilization of Linseed Oil for use in Aquaculture Feeds. University of Saskatchewan Saskatoon, M.C. In the Deptment of Animal and Poultry Science.

Oomah BD, Kenaschuk, EO, Mazza, G. 1997. Tocopherols in Flaxseed. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45: 2076-2080.

Osorio-Daz P, Tovar, J. 2009. Composition and characteristics of oil extracted from flaxseed-added corn tortilla. *Food Chemistry*, 117:83-87.

Saldivar SO, Zorrilla, R, De La Parra C, Stagnitti G, Abril, R. 2006. Effect of DHA containing oils and powders on baking performance and quality of white pan bread. *Plant Foods for Human Nutrition*, 61:121-129.

Tabee E, Azadmard-Damirchi S, Jagerstad M, and Dutta PC. 2008. Effect of  $\alpha$ -Tocopherol on Oxidative Stability and Phytosterol Oxidation During Heating in Some Regular and High-Oleic Vegetable Oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 85:857-867.

Tarpilal A, Wennberg, T and Tarpila, S. 2005. Flaxseed as a functional food, *Current Topics in Nutraceutical Research*, 3:167-188.



## Some qualitative properties of functional macaroni with flaxseed powder

Z Aghakeshipour<sup>1\*</sup>, S Azadmard-Damirchi<sup>2</sup>, SH Peighambardoust<sup>2</sup> and A Oladghaffari<sup>1</sup>

Received: April 20, 2014 Accepted: December 02, 2014

<sup>1</sup> Chief Expert, Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Karaj, Iran

<sup>2</sup> Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

\*Corresponding author: Email: Z\_aghakeshipour@yahoo.com

### Abstract

Today regarding lack of essential fatty acids, antioxidants and fiber in the diet, there is a necessity to compensate these components by consumption of food products containing these substances. These substances have high nutritional value and have an important role in prevention from cardiovascular disease as well as some cancers. Among oil seeds, flaxseed is a rich source of  $\alpha$ -linolenic acid and contains high amounts of tocopherols, fiber and lignans. Macaroni has high-consumption food product, therefore is appropriate for enrichment. In this study, flaxseed at concentrations of 0 (control sample), 5, 10 and 15% was incorporated as powder into macaroni formulation. After 3 months of storage, qualitative properties were measured and compared to control sample. These properties included: oil percent, acidic value, peroxide value, essential fatty acids, fiber amount and tocopherol. Macaroni samples containing flaxseed powder had higher oil, linolenic acid and tocopherol content than control sample. An increase in the percent of flaxseed led to decrease in moisture content of the samples and total solids in baking water. Addition of flaxseed increased protein content, baking weight, acidity and peroxide value of samples. At all, it can be concluded that by addition of flaxseed powder to the macaroni formulation, it is possible to introduce a new product with high content of essential fatty acids and antioxidant compounds to the market.

**Keywords:** Macaroni, Flaxseed, Fatty acid, Functional products, Tocopherol, Qualitative properties