

تأثیر افزودن آرد جوانه ذرت بدون چربی بر خواص رئولوژیکی و حسی ماکارونی

سارا موحد^{a*}، زهرا معصومی خواه^b، کاوه زرگری^c

^a استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ورامین - پیشوا

^b دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ورامین - پیشوا

^c استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ورامین - پیشوا

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۰/۱/۱۵

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۹/۶/۱۷

۲۳

چکیده

مقدمه: آرد جوانه ذرت بدون چربی غنی از مواد معدنی، پروتئین ها و برخی اسیدهای آمینه ضروری نظیر لیزین بوده و می تواند به عنوان مکمل غذایی مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش ها: در این پژوهش اثرات افزودن مقادیر ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد آرد جوانه ذرت بدون چربی بر روی ویژگی های رئولوژیکی خمیر ماکارونی مورد بررسی قرار گرفت. تیمارهای مختلف به صورت صنعتی، به روش نیمه پیوسته تولید و سپس آزمون های رئولوژیکی شامل فارینوگراف و اکستنسوگراف و آزمون حسی مطابق روش های استاندارد بر روی تمامی نمونه ها انجام گردید.

یافته ها: نتایج نشان داد که با به کارگیری بیشتر آرد جوانه ذرت بدون چربی، مقدار جذب آب و زمان گسترش خمیر افزایش ولی مقاومت خمیر و کشش پذیری آن کاهش یافت. همچنین مقاومت به کشش خمیر افزایش، قابلیت کشش کاهش و مقدار ضریب (نسبت مقاومت به کشش بر قابلیت کشش) افزایش و انرژی (سطح زیر منحنی) کاهش یافت. در ارزیابی حسی نمونه های تولید شده از نظر رنگ، طعم، قابلیت جویدن و چسبندگی به دندان، توسط ارزیاب های آموزش دیده، دو نمونه ماکارونی دارای ۱۰ و ۲۰ درصد آرد جوانه ذرت بدون چربی متفاوت و مطلوب تر تشخیص داده شدند به همراه نمونه شاهد جهت انجام آزمون ترجیح در اختیار گروه مصرف کننده خانگی قرار داده شدند که در این میان نمونه ماکارونی دارای ۱۰ درصد آرد جوانه ذرت بدون چربی به عنوان نمونه برگزیده انتخاب گردید.

نتیجه گیری: نمونه ماکارونی دارای ۱۰ درصد آرد جوانه ذرت بدون چربی به لحاظ دارا بودن خواص رئولوژیکی، پخت و ویژگی های حسی، کیفیت مطلوب تری نسبت به سایر نمونه ها داشت.

واژه های کلیدی: آرد جوانه ذرت بدون چربی، ارزیابی حسی، ماکارونی، ویژگی های رئولوژیکی

مقدمه

غلات از اولین محصولات کشاورزی است که انسان به عنوان غذا مورد استفاده قرار داده (جعفری، ۱۳۷۷) و در این میان گندم، یکی از غلات مهم و پرمصرف در سراسر جهان می باشد که به دلیل خواص تغذیه‌ای و تکنولوژیکی منحصر به خود، مورد توجه بیشتر مردم دنیا قرار گرفته است (Dexter, 1978).

از جمله فرآورده‌های پرمصرف که از گندم تهیه می‌شود ماکارونی می باشد. ماکارونی یک واژه عمومی است که طیف وسیعی از محصولات خمیری را در بر می‌گیرد ولی به طور کلی به گروهی از مواد غذایی اطلاق می‌شود که در نتیجه اختلاط سمولینا (آرد گندم دوروم) یا آرد گندم سخت یا نرم یا مخلوطی از دو یا چند گروه از این مواد به همراه آب یا یک یا چند ترکیب مجاز و سپس خشک کردن خمیر حاصل به دست می‌آید (Pomeranz, 1984). به عقیده برخی از مورخین، این محصول در سال ۱۲۹۲ میلادی، توسط مارکوپولو از چین به ایتالیا و از آن جا به سایر کشورها انتقال یافته است (جعفری، ۱۳۷۷).

از انواع آرد گندم جهت تولید ماکارونی و محصولات خمیری استفاده می‌شود، اما سمولینای گندم دوروم به علت کیفیت و کمیت پروتئینی و خواص رئولوژیکی مطلوب در حالت خمیری، ایجاد رنگ و کیفیت پخت مناسب در ماکارونی، به عنوان بهترین ماده اولیه در سراسر دنیا شناخته شده است (Park et al., 1990). ارزش غذایی ماکارونی بر حسب ترکیبات نوع گندم مصرفی و یا مواد افزودنی موجود در فرمول تولید آن، تغییر می‌یابد. عموماً اختلافاتی که در ترکیبات گندم‌ها و یا تکنیک‌های مختلف آسیابانی وجود دارد، تأثیر چندانی در ارزش غذایی فرآورده‌ها ندارد و اختلافات عمده بین فرآورده‌های مختلف ماکارونی ناشی از مصرف موادی نظیر تخم مرغ، اسفناج، گوجه فرنگی، پروتئین یا کنسانتره گیاهی، فرآورده‌های شیری و همچنین ویتامین‌ها و مواد معدنی می‌باشد. در این محصولات میزان سدیم، چربی و اسیدهای چرب اشباع شده به مقدار کمی وجود دارد و نیز به واسطه مقادیر کلسترول کم و کربوهیدرات بالا، مصرف این گونه فرآورده‌ها توصیه می‌گردد. به هر حال فرآورده‌های ماکارونی مانند هر منبع غذایی دیگر، به تنهایی قادر نیست که تمامی نیازهای تغذیه‌ای انسان را تأمین نماید (Pomeranz, 1988).

در سال‌های اخیر استفاده از افزودنی‌ها به منظور افزایش کیفیت و خواص تغذیه‌ای ماکارونی مورد توجه فراوان قرار گرفته و تاکنون ترکیبات مختلفی نظیر گلوتمن فعال، مونوگلیسیریدها، پودر آب پنیر، سبوس گندم، انواع ویتامین و مواد معدنی مورد آزمایش قرار گرفته و حتی برخی از آن‌ها در حال حاضر در صنعت مورد استفاده قرار می‌گیرند (محمدیان، ۱۳۶۹). یکی دیگر از افزودنی‌ها که در تولید ماکارونی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد، آرد (کنجاله) جوانه ذرت بدون چربی است. بررسی‌ها نشان داده که کنجاله جوانه ذرت بدون چربی تقریباً دارای ۲۹-۲۵ درصد پروتئین، ۱/۵ درصد لیزین، ۴ درصد قند، ۰/۵ درصد چربی و ۱۰ درصد خاکستر بوده و از نظر اسیدآمینه ضروری لیزین، منبع بسیار غنی معرفی می‌شود زیرا میزان این اسیدآمینه در گندم بسیار کم بوده در حالی که در جوانه ذرت حدود ۶-۵ درصد کل پروتئین‌های آن را تشکیل داده که این مقدار بیش از دوبرابر مقدار لیزین در آرد گندم است (Tsen et al., 1974). از اختلاط مناسب آرد جوانه ذرت بدون چربی با آرد گندم، محصولی به دست می‌آید که ارزش بیولوژیکی پروتئین آن افزایش یافته و با این عمل کمبود اسیدهای آمینه در هر دو غله تکمیل می‌شود.

جوانه ذرت، حدود ۱۲ درصد دانه ذرت را تشکیل می‌دهد که این میزان در ذرت، خیلی بیشتر از سایر غلات است (Blessin et al., 1972). پروتئین جوانه ذرت، از آلومین و گلوبولین تشکیل شده و از نظر کمی و کیفی نسبت به پروتئین‌های آندوسپرم برتری دارد و محدودیت برخی از اسیدهای آمینه (به ویژه لیزین و متیونین) در پروتئین ذرت، مربوط به پروتئین‌های بخش آندوسپرم آن است. به عبارتی پروتئین جوانه ذرت، از الگوی اسیدآمینه بهتری در مقایسه با آندوسپرم آن برخوردار می‌باشد. به عبارتی جوانه ذرت که یکی از مواد مورد استفاده در کارخانه‌های تولید آرد، نشاسته و روغن ذرت است (پایان، ۱۳۸۳)، غنی از مواد معدنی و پروتئین‌ها بوده و دارای اسیدآمینه ضروری لیزین می‌باشد که مقدار آن در جوانه ذرت، دو برابر آرد ذرت و آرد گندم است (Tsen et al., 1973 ; Mertz, 1972) به عبارت دیگر ضمن آن که جوانه ذرت ماده مناسبی برای استحصال روغن می‌باشد، کنجاله آن ماده مناسبی برای تهیه آرد جوانه ذرت است (Blessin et al., 1979). امروزه آرد جوانه ذرت به عنوان مکمل غذایی دارای کاربردهای

تحقیقات Tsen و همکاران در سال ۱۹۷۴، نشان داد که نان قابل قبول تحت شرایط بهینه از آرد گندم غنی شده با ۱۲ درصد آرد جوانه ذرت بدون چربی به دست می آید. همچنین تحقیقات نشان داد که افزودن سدیم استیرویل ۲- لاکتیلات (SSL) و مونوگلیسیرید اتوکسیلات (EM) برای پخت نان های با پروتئین بالا مفید بوده چون به عمل آوری خمیر کمک کرده و باعث بهبود پخت نان هایی که حاوی ۱۲ درصد آرد جوانه ذرت بدون چربی بودند می شوند (Tsen et al., 1974).

مواد و روش ها

- تهیه نمونه ها

آرد گندم نول با درجه استخراج ۶۵-۷۰ درصد از شرکت آرد پویا واقع در قم و آرد جوانه ذرت بدون چربی از کارخانه گلکوزان قزوین تهیه گردید. آرد جوانه ذرت بدون چربی در مقادیر ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد به آرد نول افزوده شده و ماکارونی فرمی (حلزونی) به صورت صنعتی و به روش نیمه پیوسته تولید شد. در کلیه آزمون ها نمونه شاهد (دارای آرد نول فاقد آرد جوانه ذرت بدون چربی) با کد C و نمونه های دارای مقادیر ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد آرد جوانه ذرت بدون چربی به ترتیب با کد های G_1 ، G_2 و G_3 مشخص شدند.

- آزمون های شیمیایی آرد گندم

آزمون های شیمیایی به عمل آمده بر روی آرد گندم در تحقیق شامل اندازه گیری رطوبت (طبق استاندارد بین المللی AACC به شماره ۱۶-۴۴)، pH (طبق استاندارد بین المللی AACC به شماره ۵۲-۲)، خاکستر (طبق استاندارد بین المللی AACC به شماره ۰۱-۰۸)، پروتئین (طبق استاندارد بین المللی AACC به شماره ۱۲-۴۶)، چربی (طبق استاندارد بین المللی AACC به شماره ۱۰-۳۰)، عدد رسوبی (طبق استاندارد بین المللی AACC به شماره ۱۱۶)، فیبر خام (طبق استاندارد بین المللی AACC به شماره ۱۰-۳۲)، گلوتن خشک و مرطوب (طبق استاندارد بین المللی AACC به شماره ۱۱-۳۸) بود.

- آزمون های شیمیایی آرد جوانه ذرت

آزمون های شیمیایی به عمل آمده بر روی آرد جوانه ذرت بدون چربی شامل اندازه گیری رطوبت (طبق

بسیاری بوده زیرا حاوی مقادیر بالای پروتئین و عناصر معدنی مفیدی (فسفر، پتاسیم، منیزیم، سدیم، کلسیم، آهن، روی و مس) می باشد (Gardner et al., 1971). جوانه ذرت در بهبود خواص مختلفی نظیر انحلال پذیری، جذب آب، ثبات گرمایی، تشکیل ژلاتین، ثبات امولسیون و تولید کف نقش دارد (Messinger et al., 1987).

آرد تهیه شده از جوانه های ذرت بدون روغن که محصول جانبی صنعت روغن سازی ذرت می باشد، غنی از پروتئین، فیبر و مواد معدنی است (Huang et al., 1991) و می تواند جایگزین مناسبی برای سویا در فرآورده های مختلف غذایی باشد (پایان، ۱۳۸۳). کیفیت پروتئین موجود در آرد جوانه ذرت بدون چربی از نظر غذایی مطلوب بوده زیرا از نوع پروتئین های آلبومین و گلوبولین می باشد (Gupta et al., 1998) و بازده راندمان پروتئین آن تشابه زیادی با پروتئین سویا دارد (Satterlee et al., 1979). میزان پروتئین موجود در جوانه ذرت بسیار بالا و از نظر ترکیب و نوع اسید آمینه های ضروری کاملاً متعادل بوده (Gupta et al., 1998) به طوری که می توان از آن، به منظور جبران کمبود اسید آمینه های تغذیه کودکان طبق استانداردهای FAO/WHO استفاده نمود (Siddiq et al., 2009). ظرفیت پیوند پروتئین های جوانه ذرت با آب بسیار بالا و حتی بیشتر از توانایی جذب پروتئین های آب پنیر و سویا ذکر شده است (Hermansson, 1977; Zayas et al., 1989). به علاوه خواص امولسیونی پروتئین های جوانه ذرت مطلوب بوده (Zayas et al., 1989) که این خاصیت در حفظ سیستم های کلوئیدی نقش دارد (پایان، ۱۳۸۳).

در تحقیقات Blessin و همکاران در سال ۱۹۷۲ میلادی، با عنوان غنی سازی کلوچه و مافین (نوعی شیرینی یا کلوچه که به صورت گرم و با کره می خورند) با آرد جوانه ذرت به بررسی اثرات این ماده مغذی به منظور ارتقاء کیفیت این محصولات پرداختند و مفید بودن آرد جوانه ذرت برای پخت کلوچه، مافین و پای (نوعی شیرینی میوه دار یا گوشت دار) را بررسی و به این نتیجه رسیدند که کلوچه ها و مافین را می توان از آرد گندم غنی شده با ۲۵ درصد آرد جوانه ذرت بدون چربی تهیه کرد.

Peri و همکاران در سال ۲۰۰۷ میلادی اسنک های مغذی که دارای ۸۵ درصد آرد جوانه ذرت و مقادیر مختلف نشاسته ذرت و پروتئین شیر بود را تهیه نمودند. نتایج

تأثیر افزودن آرد جوانه ذرت بر خواص رئولوژیکی و حسی ماکارونی

درصد) نیز، آزمون اکستنسوگراف (طبق استاندارد بین‌المللی AACC به شماره ۱۰-۵۴) انجام پذیرفت (AACC, 2000).

- آزمون های حسی ماکارونی

در آزمونهای حسی، نمونه های ماکارونی به شکل کدگذاری همراه با پرسشنامه در اختیار چهار ارزیاب آموزش دیده (پانلیست ها) قرار گرفت و سپس با در نظر گرفتن ویژگی های کیفیت تام شامل شکل، رنگ، طعم و قابلیت چسبندگی به دندان ها، ماکارونی ها را در رتبه های ۱ تا ۵ (نمونه های خیلی مطلوب رتبه ۱ و نمونه های نامطلوب رتبه ۵) قرار دادند. پس از آن دو نمونه برگزیده به همراه نمونه کنترل توسط ۵۰ ارزیاب آموزش ندیده (گروه مصرف کننده خانگی) به روش آزمون ترجیح بر اساس فرم های موجود در پژوهشکده غله و نان تهران مورد ارزیابی قرار گرفتند.

- تجزیه و تحلیل آماری

کلیه آزمون ها در سه تکرار و با استفاده از تجزیه و تحلیل واریانس، آزمون چند دامنه‌ای دانکن و نرم‌افزار SAS انجام شد.

یافته ها

در جداول ۱ و ۲ مشخصات نمونه های آرد گندم نول و آرد جوانه ذرت بدون چربی که آزمون های شیمیایی بر روی آن ها انجام گرفته، نشان داده شده است. همچنین در جدول ۳ به نتایج مقایسه میانگین آزمونهای شیمیایی انواع ماکارونی، در جداول ۴ و ۵ به نتایج فاکتورهای فارینوگراف و اکستنسوگراف و در جدول ۶ به نتایج ارزیابی حسی آنها اشاره شده است. در نمودار ۱ نیز درصد پذیرش تیمارها ارائه گردیده است.

جدول ۱- میانگین ویژگی های شیمیایی آرد نول

تیمار/ ویژگی	رطوبت (%)	خاکستر (%)	پروتئین (%)	چربی (%)	فیبر خام (%)	گلوتن مرطوب (%)	گلوتن خشک (%)	عدد زلنی	pH
آرد نول	۱۴/۲	۰/۴۳۳	۹/۸۱	۰/۱۲	۱/۰۴۷	۲۸/۱	۹/۸	۲۳	۶/۱۸

استاندارد بین المللی AACC به شماره ۱۶-۴۴)، pH (طبق استاندارد بین المللی AACC به شماره ۵۲-۲)، خاکستر (طبق استاندارد بین المللی AACC به شماره ۰۸-۰۱)، پروتئین (طبق استاندارد بین المللی AACC به شماره ۱۲-۴۶)، چربی (طبق استاندارد بین المللی AACC به شماره ۱۰-۳۰)، فیبر خام (طبق استاندارد بین المللی AACC به شماره ۱۰-۳۲) بودند. همچنین آزمونهای شیمیایی به عمل آمده بر روی نمونه‌های ماکارونی شامل خاکستر و پروتئین بودند که مطابق روش‌های استاندارد فوق انجام گردید.

- روش تولید ماکارونی

جهت تولید ماکارونی کوتاه (فرمی)، ابتدا آرد جوانه ذرت بدون چربی با نسبت های ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد به آرد گندم نول اضافه شده و با حدود ۳۰-۲۵ درصد وزنی آن، آب ولرم (حدود ۴۰ درجه سانتی گراد) مخلوط شد. همچنین خمیری به عنوان شاهد (فاقد آرد جوانه ذرت بدون چربی) تهیه گردید. تهیه خمیر در مخلوط کن انجام گرفت. سپس خمیر حاصل با فشار زیاد از قالب های پرس عبور داده شد تا شکل لازم (حلزونی) را به خود بگیرد. پس از خروج ماکارونی از قالب، آن ها را بر روی طبق قرار داده، پخش کرده و به گرمخانه منتقل گردید. پس از ۴۸ ساعت و اتمام مرحله خشک کردن، ماکارونی از گرمخانه خارج و به مدت یک ساعت در سالن بسته بندی برای رسیدن به دمای محیط نگه داشته و سپس بسته بندی شد.

- آزمون های رئولوژیکی خمیر ماکارونی

به منظور تعیین برخی ویژگی‌های رئولوژیکی نمونه‌های خمیر شاهد و خمیر حاوی ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد آرد جوانه ذرت بدون چربی، از آزمون فارینوگراف (طبق استاندارد بین المللی AACC به شماره ۲۱-۵۴) استفاده شد. به علاوه بر روی دو نمونه خمیر دیگر (شاهد و ۱۰

جدول ۲- میانگین ویژگی های شیمیایی آرد جوانه ذرت بدون چربی

تیماز / ویژگی	رطوبت (%)	خاکستر (%)	پروتئین (%)	چربی (%)	فیبر خام (%)	pH
آرد جوانه ذرت بدون چربی	۲/۵۷	۱/۹۴۲	۱۹/۷۷	۱/۸۹	۹/۰۹۵	۴/۴۶

جدول ۳- مقایسه میانگین آزمون های شیمیایی در ماکارونی حاوی آرد جوانه ذرت بدون چربی و شاهد*

تیماز	پروتئین	خاکستر
C	۱۱/۰۶ ^d	۰/۳۶ ^c
G ₁	۱۱/۷۳ ^c	۰/۵۶ ^b
G ₂	۱۳/۳ ^b	۰/۷۸ ^a
G ₃	۱۴/۴۳ ^a	۰/۷۸ ^a

*در هر ستون میانگین های دارای حروف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد و با استفاده از آزمون دانکن تفاوت معنی دار ندارند.

جدول ۴- مقایسه میانگین فاکتورهای فارینوگراف در خمیر ماکارونی حاوی آرد جوانه ذرت بدون چربی و شاهد*

تیماز / ویژگی	جذب آب (درصد)	زمان گسترش (دقیقه)	پایداری (زمان مقاومت) (دقیقه)	درجه سست شدن خمیر بعد از ۱۰ دقیقه (فارینو)	درجه سست شدن خمیر بعد از ۱۲ دقیقه (فارینو)
C	۵۴/۹ ^d	۲/۹۵ ^d	۱۱/۴ ^a	۲۱ ^c	۳۶/۵ ^b
G ₁	۶۴/۱۵ ^c	۴/۹۵ ^c	۴/۳ ^c	۶۹/۵ ^a	۱۰۳ ^a
G ₂	۷۰/۱۵ ^b	۵/۵۵ ^b	۲/۳۵ ^d	۵۹ ^b	۹۸/۵ ^a
G ₃	۷۲/۹ ^a	۸/۲۵ ^a	۸/۴۵ ^b	۹ ^d	۰ ^c

*در هر ستون میانگین های دارای حروف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد و با استفاده از آزمون دانکن تفاوت معنی دار ندارند.

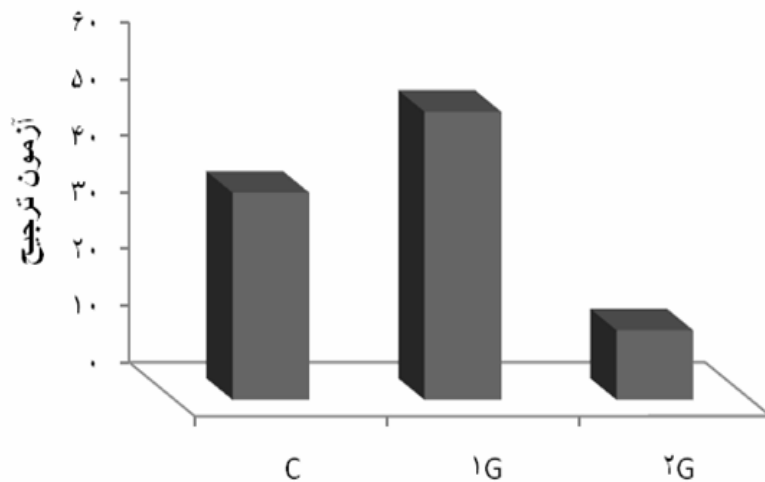
جدول ۵- ویژگی های رئولوژیکی نمونه های مختلف خمیر در دستگاه اکستنسوگراف

نمونه خمیر ماکارونی / آزمون	زمان تخمیر (دقیقه)	مقاومت به کشش خمیر (Bu)	قابلیت کشش خمیر (Mm)	ضریب (نسبت مقاومت به کشش بر قابلیت کشش)	انرژی (مساحت سطح زیرمنحنی) (cm ²)
C	۴۵	۳۲۱	۱۶۲	۲	۹۷
	۹۰	۳۶۶	۱۵۸	۲/۳	۱۰۳
	۱۳۵	۳۵۲	۱۵۸	۲/۲	۹۵
G ₁	۴۵	۴۰۵	۱۰۳	۳/۹	۶۱
	۹۰	۴۳۸	۹۵	۴/۶	۵۸
	۱۳۵	۴۴۱	۹۴	۴/۷	۵۸

جدول ۶- مقایسه میانگین ارزیابی حسی در ماکارونی حاوی آرد جوانه ذرت بدون چربی و شاهد*

تیماز / ویژگی	طعم	رنگ	چسبندگی
C	۲/۰۶ ^a	۲/۱۷۷ ^a	۵ ^a
G ₁	۲/۱۷۷ ^a	۲/۱۱۸ ^a	۵ ^a
G ₂	۱/۷۹۹ ^b	۱/۵۷۳ ^b	۵ ^a
G ₃	۱/۴۹۳ ^c	۱/۳۱۱ ^b	۷۵ ^a

*در هر ستون میانگین های دارای حروف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد و با استفاده از آزمون دانکن تفاوت معنی دار ندارند.



نمودار ۱- درصد پذیرش تیمارهای مختلف توسط گروه ارزیاب آموزش ندیده (مصرف کننده خانگی)

بحث

- نتایج آزمون فارینوگراف و اکستنسوگراف نمونه های خمیر ماکارونی

فارینوگراف خمیر نشان دادند که زمان گسترش خمیر با افزودن جوانه ذرت بدون چربی افزایش می یابد. از طرفی سهولت شکل گیری خمیر و عدم ایجاد فشار به قالب پرس از مزایای دیگر کم بودن زمان گسترش خمیر می باشد که کاربرد آن در تولید انواع مختلف محصولات کوتاه (شکل دار) می باشد که به دلیل تحمل فشار کم در حین شکل گیری، امکان ترک خوردگی و شکنندگی پس از فرآیند خشک شدن، کاهش می یابد (ناصری، ۱۳۸۷). با توجه به این که تیمار G_3 (حاوی ۳۰ درصد آرد جوانه ذرت بدون چربی) بالاترین زمان گسترش خمیر را دارا بود (حدوداً ۳ درصد) قطعات خرد شده ماکارونی در آن مشاهده گشت.

هم چنین با توجه به جدول ۴ مشاهده می گردد که از نظر فاکتور پایداری بین تمام تیمارها اختلاف معنی دار وجود دارد. از سویی با افزایش درصد آرد جوانه ذرت بدون چربی در مقادیر ۱۰ و ۲۰ درصد (تیمارهای G_1 و G_2)، مقاومت خمیر کاهش اما در مقادیر ۳۰ درصد (تیمار G_3) افزایش یافت که البته از آرد نول (تیمار C) پایین تر بود. لازم به ذکر است که در ارزیابی خمیر بر اساس ویژگی های فارینوگراف، زمان پایداری خمیر بین ۲-۰ دقیقه کیفیت خیلی ضعیف، ۴-۲ دقیقه کیفیت ضعیف، ۷-۴ دقیقه متوسط- قوی، ۱۰-۷ دقیقه کیفیت قوی، ۱۵-۱۰ دقیقه کیفیت خیلی قوی خمیر را نشان می دهد. (Williams et al., 1998). طبق نتایج Lucisano و همکاران در سال ۱۹۸۴، زمان گسترش و زمان مقاومت خمیر با یکدیگر

نتایج مقایسه میانگین فاکتورهای فارینوگراف نمونه های آرد (خمیر) در جدول ۴ نشان می دهد که از لحاظ میزان جذب آب و زمان گسترش خمیر در تمام نمونه ها، تفاوت معنی دار وجود دارد. نتایج حاصل از جدول مذکور، نشان می دهد که میزان جذب آب آرد با افزودن آرد جوانه ذرت بدون چربی در نمونه های ماکارونی به طور معنی داری افزایش یافته است. تحقیقات نشان داده که مقدار خاکستر بالاتر، دلالت بر ذرات سبوس بیشتر در آرد داشته که در نمونه های حاوی آرد جوانه ذرت مشاهده می شود و می تواند دلیل افزایش میزان جذب آب باشد. به طوری که بالاترین میزان جذب آب مربوط به تیمار G_3 و پایین ترین آن ها مربوط به تیمار C بوده است. نتایج حاصله، تشابه زیادی با نتایج به دست آمده در غنی سازی ماکارونی با آرد سویا توسط Morad و همکاران در سال ۱۹۸۰ و Lucisano و همکاران در سال ۱۹۸۴ دارد (Morad et al., 1980; Lucisano et al., 1984). به علاوه در اثر به کارگیری بیشتر آرد جوانه ذرت بدون چربی به آرد نول، زمان گسترش خمیر افزایش می یابد. از این رو بین درصد آرد جوانه ذرت بدون چربی اضافه شده و زمان گسترش خمیر رابطه مستقیم مشاهده می شود. نتایج حاصل با نتایج Lucisano و همکاران در سال ۱۹۸۴، منطبق می باشد که در بررسی اثر افزودن آرد جوانه ذرت بدون چربی بر ویژگی های

به نظر می رسد با افزایش زمان تخمیر، آرد حاوی جوانه ذرت بدون چربی مقاومت خود را در مقابل تخمیر افزایش داده و نتایج اکستنسوگراف قوی تری را از خود نشان می دهند. از آنجا که نتایج اکستنسوگراف مستقیماً مرتبط با ویژگی های پروتئین گلوتن آرد است، تغییر در مقاومت خمیر به کشش را می توان با فعل و انفعال بین ساختار جوانه ذرت بدون چربی و گلوتن توجیه نمود.

هم چنین داده های دیگر این آزمون نشان می دهد که در نتیجه افزودن آرد جوانه ذرت بدون چربی، قابلیت کشش خمیر کاهش می یابد. اثر فاکتورهای مقاومت به کشش و قابلیت کشش خمیر در مقدار عددی ضریب (نسبت مقاومت به کشش بر قابلیت کشش) مشخص می شود. افزودن آرد جوانه ذرت بدون چربی منجر به افزایش نسبت مذکور شده است و افزایش در ضریب در نمونه حاوی ۱۰ درصد آرد جوانه ذرت بدون چربی پس از ۴۵، ۹۰ و ۱۳۵ دقیقه تخمیر مشاهده می شود. احتمالاً مقدار زیاد پروتئین در این فرمول در فعل و انفعال قوی بین جوانه ذرت بدون چربی و پروتئین های آرد گندم مؤثر است.

به علاوه نتیجه دیگر آزمون اکستنسوگراف نشان داده که اثر روی انرژی، بسته به نوع ماده افزودنی متفاوت است. ویژگی مساحت یا انرژی همان سطح زیر منحنی بوده و نشان دهنده کل انرژی مصرفی به منظور کشیدن خمیر می باشد. داده های تحقیق حاضر نشان داد که با افزودن آرد جوانه ذرت بدون چربی، سطح زیر منحنی یا میزان انرژی پس از ۱۳۵ دقیقه تخمیر مقدار آن کاهش می یابد. بنابراین در مورد آرد جوانه ذرت بدون چربی، با افزایش زمان تخمیر، خمیر مقاومت خود را در مقابل تخمیر طولانی مدت از دست داده و تحمل تخمیر طولانی مدت را ندارد. در نتیجه باید مراحل تخمیر را کوتاه تر نمود تا تخمیر سریع تر وارد مرحله پروسس شود.

- نتایج آزمون های حسی ماکارونی

ویژگی های حسی نمونه های ماکارونی پس از پخت به روش رتبه بندی توسط گروه ارزیاب آموزش دیده مورد آزمون قرار گرفت و بر اساس نتایج جدول ۶ مشاهده می گردد که از نظر فاکتور طعم، بین تیمارهای C و G₁ با سایر تیمارها تفاوت معنی دار وجود دارد. به عبارتی افزودن آرد جوانه ذرت بدون چربی به آرد ماکارونی تا سطح ۱۰

رابطه معکوس دارند این مسئله در مورد تیمارهای شاهد، G₁ و G₂ صادق می باشد یعنی دارای زمان گسترش کم و زمان مقاومت خمیر بالا هستند. اما این رابطه در مورد تیمار G₃ که حاوی ۳۰ درصد آرد جوانه ذرت بدون چربی بود، صدق نمی کند. به علاوه میزان پایداری تیمار شاهد (۱۱/۴ دقیقه) از بقیه تیمارها بالاتر بوده که می توان آن را در زمره آرد های قوی قرار داد و پس از آن به ترتیب در تیمارهای G₃، G₁ و G₂ کاهش یافته است.

هم چنین مطابق نتایج جدول ۴ مشخص می شود که افزودن مقادیر ۱۰ و ۲۰ درصد آرد جوانه ذرت بدون چربی، سبب کاهش سست شدن خمیر پس از زمان های ۱۰ و ۱۲ دقیقه شده است. نتایج حاصل با نتایج Lucisano و همکاران در سال ۱۹۸۴، منطبق می باشد. از سویی از نظر فاکتور درجه سست شدن خمیر پس از ۱۰ و ۱۲ دقیقه، بین تمام تیمارها تفاوت معنی دار وجود دارد و درجه سست شدن خمیر پس از ۱۲ دقیقه نسبت به ۱۰ دقیقه (به جز تیمار G₃) افزایش یافته است و تیمار C (شاهد) که حاوی مقدار خاکستر کم تری است، دارای کم ترین و تیمار G₁ و سپس G₂ دارای بیشترین مقدار سست شدن خمیر می باشد یعنی با افزودن آرد جوانه ذرت بدون چربی به آرد، قوت آرد حاصل افزایش و درجه سست شدن خمیر پس از ۱۰ و ۱۲ دقیقه کاهش می یابد.

طی نتایج آزمون اکستنسوگراف (جدول ۵)، چهار ویژگی های خمیر یعنی قابلیت کشش خمیر، مقاومت به کشش خمیر، ضریب (نسبت مقاومت به کشش بر قابلیت کشش) و انرژی (مساحت زیر منحنی) در زمان های مختلف تخمیر (۴۵، ۹۰ و ۱۳۵ دقیقه) مورد بررسی قرار گرفت.

لازم به ذکر است که آزمون اکستنسوگراف در مورد تیمارهای G₂ و G₃ که به ترتیب حاوی ۲۰ و ۳۰ درصد آرد جوانه ذرت بدون چربی بودند، به دلیل کشش بیش از حد خمیر امکان پذیر نبوده لذا این آزمون فقط بین نمونه شاهد (C) و نمونه حاوی ۱۰ درصد آرد جوانه ذرت بدون چربی (تیمار G₁) انجام گردید.

نتایج به دست آمده نشان داد که با افزودن آرد جوانه ذرت بدون چربی، مقاومت خمیر در برابر کشش افزایش می یابد. همانطور که در جدول ۵ نشان داده شده، نمونه حاوی ۱۰ درصد آرد جوانه ذرت بدون چربی در زمان ۴۵، ۹۰ و ۱۳۵ دقیقه تخمیر، اختلاف معنی داری با شاهد دارد.

تأثیر افزودن آرد جوانه ذرت بر خواص رئولوژیکی و حسی ماکارونی

درصد وزنی هیچ گونه تأثیر نامطلوبی بر طعم محصول ایجاد نمی‌کند اما مقدار بیش از آن موجب کاهش مطلوبیت طعم ماکارونی می‌گردد. این نتایج، مشاهدات Lucisano و همکاران در سال ۱۹۸۴ را تأیید می‌کند. اما از نظر فاکتور رنگ، مشخص می‌شود که با افزایش به کارگیری میزان آرد جوانه ذرت بدون چربی رنگ فرآورده نسبت به نمونه شاهد نقصان یافته به عبارتی با افزایش میزان آرد جوانه ذرت بدون چربی رنگ محصول، تیره تر شد. این نتایج با مشاهدات Lucisano و همکاران در سال ۱۹۸۴ مطابقت دارد.

از نظر میزان چسبندگی به دندان، تفاوت معنی دار بین نمونه‌ها مشاهده نگردید یعنی هیچ گونه اختلافی بین نمونه‌های دارای آرد جوانه ذرت بدون چربی و نمونه شاهد (آرد نول) وجود ندارد. یعنی افزودن آرد جوانه ذرت بدون چربی سبب افزایش میزان جذب آب و افزایش چسبندگی به دندان می‌شود. یعنی آرد جوانه ذرت بدون چربی به عنوان منبع پروتئینی تأثیری در فاکتور چسبندگی ماکارونی نداشت.

پس از آن با توجه به نتایج به دست آمده از ارزیابی ویژگی‌های حسی توسط گروه ارزیاب آموزش دیده، دو نمونه ماکارونی حاوی ۱۰ و ۲۰ درصد آرد جوانه ذرت بدون چربی و نمونه شاهد در اختیار ۵۰ نفر ارزیاب آموزش ندیده قرار داده شدند. اعضای این گروه بر اساس آزمون ترجیح، کیفیت نمونه‌ها را از نظر رنگ، طعم و مزه و قابلیت جویدن و میزان چسبندگی به دندان مورد بررسی قرار دادند. نتایج بررسی آماری یافته‌های به دست آمده از ارزیابی انجام شده توسط گروه ارزیاب آموزش ندیده در نمودار ۱ نشان داد که اعضای گروه، نمونه ماکارونی دارای ۱۰ درصد آرد جوانه ذرت بدون چربی (G₁) و سپس C و G₂ را به عنوان نمونه‌های برگزیده، انتخاب نمودند.

نتیجه گیری

نتایج تحقیق مشخص کرد که افزودن آرد جوانه ذرت بدون چربی، تأثیر متفاوتی بر روی پارامترهای فیزیکوشیمیایی، تغذیه‌ای و ویژگی‌های حسی ماکارونی داشته است. با افزودن آرد جوانه ذرت بدون چربی به آرد ماکارونی میزان پروتئین و خاکستر افزایش یافت. از نظر ویژگی‌های فارینوگراف، با افزودن آرد جوانه ذرت بدون

چربی در نمونه‌های ماکارونی، میزان جذب آب و گسترش خمیر افزایش، زمان پایداری خمیر کاهش اما در تیمار G₃ با افزایش روبرو گردید. همچنین درجه سست شدن آن پس از ۱۰ و ۱۲ دقیقه کاهش داشت اما نسبت به نمونه شاهد دارای افزایش بود (به جز تیمار G). طبق نتایج حاصل از آزمون اکستنسوگراف مقاومت به کشش خمیر افزایش، قابلیت کشش کاهش، مقدار ضریب افزایش و مساحت زیر منحنی (انرژی) به دلیل نرم شدن خمیر طی تخمیر کاهش یافت. از لحاظ آزمون‌های حسی، مشاهده شد که با افزایش درصد غنی‌سازی، برخی ویژگی‌های ماکارونی دچار نقصان می‌شود. به طوری که ارزیاب‌های چشایی، نمونه شاهد را به سایر نمونه‌ها ترجیح دادند ولی در میان نمونه‌های غنی شده نمونه حاوی ۱۰ درصد آرد جوانه ذرت بدون چربی بعد از نمونه شاهد از نظر چشایی دارای وضعیت بهتری بود. مطالب فوق نشان دهنده این مطلب است که با اینکه هیچ کدام از تیمارها در برگیرنده تمامی اثرات مثبت نبودند اما نمونه دارای ۱۰ درصد آرد جوانه ذرت بدون چربی در کل وضعیت مطلوب‌تری نسبت به سایر نمونه‌ها داشت. بنابراین مناسب‌ترین درصد افزودن آرد جوانه ذرت بدون چربی به آرد ماکارونی جهت تولید محصولی مطلوب، ۱۰ درصد وزنی می‌باشد. لذا با توجه به افزایش مصرف سرانه ماکارونی در کشور، غنی‌سازی و بهبود ارزش تغذیه‌ای آن، مطابق نیازهای جامعه، کاملاً منطقی به نظر می‌رسد.

منابع

- پایان، ر. (۱۳۸۳). مقدمه‌ای به تکنولوژی فرآورده‌های غلات. نشر آبیژ، صفحات ۲۸۹-۲۸۶.
- تاجبخش، م. (۱۳۷۵). زراعت و اصلاح آفات و بیماری‌های آن. تبریز. انتشارات احرار، صفحات ۱۹-۱۵.
- جعفری، م. م. (۱۳۷۷). ماکارونی و فرآورده‌های مشابه. انتشارات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی شیراز.
- محمدیان، ز. (۱۳۶۹). غنی‌سازی ماکارونی با آرد سویا. پایان نامه کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی شهید بهشتی.
- ناصری، ع. (۱۳۸۷). بررسی تأثیر ایزوله پروتئین سویا بر ویژگی‌های ماکارونی. پایان نامه کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی شهید بهشتی.

AACC. (2000). Approved methods of analysis of the American Association of Cereal chemists (10th ed.). American Association of Cereal Chemistry, Inc., St Paul.

Blessin, C. W., Inglett, G. E., Garcia, W. J. & Deatherage, W. L. (1972). Defatted germ flour - Food ingredient from corn. *Food Prod, Develop.* 5(3), 34.

Blessin, C. W., Deatherage, W. L., Cavins, J. F., Garcia, W. J. & Inglett, G. E. (1979). Preparation and properties of defatted flour from dry-milled yellow, white, and high- lysine corn germ. *The American Association of Cereal Chemists*, 56(2), 105-109.

Collins, J. L. & Pangloli, P. (1997). Chemical, physical and sensory attributes of noodle with added sweet potato and soy flour. *Journal of Food Science*, 62(3), 622-625.

Dexter, J. E. (1978). Scanning electromicroscopy of cooked spaghetti. *Cereal Chem*, 55(1), 23-30.

Gardner, H. W., Inglett, G. E., Deatherage, W. L., Kwolek, W. F. & Anderson, R. A. (1971). Food products from corn germ. Evaluation as a good supplement after roll-cooking, *J. Food Sci*, 36(4).

Gupta, H. O. & Eggum, B. O. (1998). Processing of maize germ oil cake into edible food grade meal and evaluation of its protein quality. *Plant Food for Human Nutrition*, pp. 1-8.

Hermansson, A. M. (1977). Functional properties of proteins for food-water vapour sorption. *J. Food Technol*, 12: 177.

Huang, C. J. & Zayas, J. F. (1991). Aroma quality of corn germ protein flours determined by sensory and gas chromatographic profiles. *Journal of Food Quality*, pp. 377-390.

Lucisano, M., Casiraghi, E. M. & Barbieri, R. (1984). Use of defatted corn flour in pasta products. *Journal of Food Science*, 49: 482-484.

Mertz, E. T. (1972). Recent improvements in corn proteins. In:

Symposium: Seed protein, ed. by Inglett, G. E., Avi Pub, Co: Westport, Conn.

Messinger, J. K., Rupnow, J. H., Zeece, M. G. & Anderson, R. L. (1987). Effect of partial proteolysis and succinylation on functionality of corn germ protein isolate. *Journal of Food Science*, 52(6), 1620-1624.

Morad, M. M., El-Magoli, S. B. & Afifi, S. A. (1980). Macaroni supplemented with lupin and defatted soybean flours. *Journal of Food Science*, 45(2), 404-405.

Park, W. P. & Kim, Z. U. (1990). Processing characteristics of noodle mixed with soybean flour. *Journal of Korean Agriculture Chemical Society*, 33(3), 209-215.

Peri, C., Barbieri, R. & Casiraghi, E. M. (2007). Physical, chemical and nutritional quality of extruded corn germ flour and milk protein blends. *International Journal of Food Science & Technology*, 18(1), 43-52.

Pomeranz, Y. (1984). Advance in cereal science and technology. American Association of Cereal Chemists.

Pomeranz, Y. (1988). *Wheat Chemistry and Technology*. American Association of Cereal Chemists, Vol I: 3rd ed, pp. 120-125, 148-152.

Satterlee, L. D., Marshall, H. F. & Tennyson, J. M. (1979). Measuring protein quality. *Journal of American Oil Chemists Society*, pp. 103-109.

Siddiq, M., Nasir, M., Ravi, R., Butt, M. S., Dolan, K. D. & Harte, J. B. (2009). Effect of defatted maize germ flour addition on the physical and sensory quality of wheat bread. *Food Science and Technology*, 42(2), 464-470.

Tsen, C. C., Hoover, W. J. & Farrel., E. P. (1973). Baking quality of Tritical flour. *Cereal Chem*, 50:16.

Tsen, C. C., Mojibian, C. N. & Inglett, G. E. (1974). Defatted corn-germ flour as a nutrient fortifier for bread. *American Association of Cereal Chemists*, pp. 262-271.

Williams, P., EL-haramein, F., Nakkoul, H. & Rihawi, S. (1998). Crop quality

evaluation methods and guidelines. International center for agricultural research in dry areas (ICARDA).

Zayas, J. F. & Lin, C. S. (1989). Water Retention of two Types of Hexzan-

Defatted Corn Germ Proteins and Soy Protein Flour. 66(1), 51-55.

Zayas, J. F. & Lin, C. S. (1989). Emulsifying Properties of Corn Germ Protein. Cereal Chemistry. 66(4), 263-267.

Archive of SID