مجله دنیای میکروب‌ها
سال نهم شماره دوم (پیاپی ۲۷) تابستان ۱۳۹۵
صفحات ۱۳۲-۱۲۱

Original Article

ارزیابی اثر پروتئاز قلیایی *باسیلوس لیکنی فورمیس* بر ویژگی های کیفی، رئولوژیکی و حسی ماکارونی غنی شده با سویا

سید عماد حسینی[۱]، فاطمه اردستانی[۲*]

[۱] کارشناس ارشد، گروه مهندسی صنایع غذایی، واحد ساری، دانشگاه آزاد اسلامی، ساری، [۲] استادیار، گروه مهندسی شیمی، واحد قائم شهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائم شهر.

چکیده

سابقه و هدف: ماکارونی از سال ۱۳۱۳ در ایران تولید می شود، اما کیفیت آن به دلیل عدم دسترسی به گندم دوروم و فناوری تولید سمولینا، مطلوب نیست. این مطالعه با هدف ارزیابی اثر پروتئاز قلیایی *باسیلوس لیکنی فورمیس* بر خواص کیفی، رئولوژیکی و حسی ماکارونی غنی شده با سویا انجام شد.

مواد و روش ها: مقدار ۱ کیلوگرم نمونه از خمیر و ماکارونی خشک طبق روش استاندارد برای ارزیابی ویژگی های کیفی، رئولوژیکی و حسی ماکارونی با افزودن پروتئین سویا هیدرولیز شده مورد استفاده قرار گرفت. از باکتری *باسیلوس لیکنی فرمیس* به دلیل قابلیت تولید آنزیم پروتئاز قلیایی برای هیدرولیز پروتئین های سویا استفاده شد. تولید پروتئاز قلیایی در کشت غوطه ور *باسیلوس لیکنی فرمیس* در pH ۹ و حرارت ۳۰ درجه سلیسیوس در مدت ۳ روز انجام شد.

یافته ها: با افزودن ۲۰ درصد پروتئین سویا هیدرولیز شده، زمان پخت به میزان ۱۵/۷۸ درصد، مقاومت در برابر شکست یک رشته ماکارونی خشک به میزان ۱۸/۱۳ درصد، زمان گسترش خمیر به میزان ۲۹/۰۲ درصد و درجه سست شدن خمیر به میزان ٦/۲۷ درصد کاهش یافت. همچنین عوامل افت پخت به میزان ۳۷/۳۷ درصد، چسبندگی به میزان ۵۷/۲٤ درصد، میزان جذب آب به مقدار ۵/۵۵ درصد و زمان پایداری خمیر به میزان ۱٦/٤٤ درصد افزایش یافت. پذیرش کلی خواص حسی ماکارونی در نمونه حاوی ۲۰ درصد پروتئین سویا هیدرولیز شده، ۳۳ درصد نسبت به نمونه بدون آن بدتر بود. حداکثر میزان پروتئین سویا هیدرولیز شده قابل استفاده در فرمولاسیون خمیر ماکارونی بدون تاثیر منفی بر ویژگی های آن، ۵ درصد تعیین گردید.

نتیجه گیری: نتایج نشان داد که پروتئین سویا هیدرولیز شده گزینه مناسبی برای غنی سازی ماکارونی نمی باشد.

واژگان کلیدی: *باسیلوس لیکنی فرمیس*، پروتئاز قلیایی، رئولوژی، ماکارونی، سویا.

دریافت مقاله: آبان ماه ۹٤ پذیرش برای چاپ: دی ماه ۹٤

مقدمه

ماکارونی یکی از فرآورده های مهم و پرمصرف غلات می باشد. این محصول به دلیل دارا بودن ارزش غذایی بالا، قیمت مناسب، قابلیت نگهداری و انبارداری و سهولت در امر تولید در برنامه غذایی اکثر کشورهای در حال توسعه جایگاه ویژه ای پیدا کرده و در چند ساله اخیر نیز به دلیل افزایش قیمت برنج در کشورمان، به طور گسترده ای در برنامه غذایی مردم وارد شده است. کشورهای ایتالیا و ترکیه به دلیل استفاده از ماشین آلات و تجهیزات پیشرفته و مدرن و به کارگیری گندم های دوروم و یا حداقل گندم سخت، محصولی با کیفیت ایده آل تولید نموده و بازارهای جهانی به ویژه کشورهای آسیای میانه را تسخیر کرده اند.

در ایران نیز اکثر افرادعلاقه مند به مصرف ماکارونی های تولیدی این کشورها هستند. علت این است که در کشور ما به

*) آدرس برای مکاتبه: قائم شهر، جاده نظامی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائم شهر، گروه مهندسی شیمی. تلفن: ۰۱۱٤۲۱۵۵۰۲۵ پست الکترونیک: F.ardestani@qaemshahriau.ac.ir

دلایلی مانند عدم استفاده از تکنولوژی پیشرفته و مواد اولیه مناسب، تولید محصول مرغوب همواره با مشکلات فراوانی روبرو بوده است. در شرایط کنونی، انتقال فناوری پیشرفته به کشور از نظر مسائل اقتصادی به ویژه در کوتاه مدت عملی نبوده و واحدهای تولیدی ناگزیر به استفاده از آرد گندم نرم و یا نیمه سخت و بدون استفاده از فناوری های جدید در تولید ماکارونی هستند.

عوامل یاد شده باعث تولید ماکارونی با وضعیت ظاهری نامناسب (از نظر رنگ و لکه)، افت پخت بالا، مقاومت پایین در برابر شکسته شدن، مقدار خمش پذیری پایین و به ویژه چسبندگی و خمیری شدن بالا شده و ماکارونی تولیدی ایران به هیچ وجه با محصول تولیدی از سمولینای گندم دوروم و یا فارینای گندم سخت در سایر کشورها قابل قیاس نیست (۱). بنابراین یافتن ترکیبات غنی کننده که موجب بهبود ویژگی های کیفی، رئولوژیکی و حسی ماکارونی تولید شده از آرد نول نیز می تواند به عنوان یک راه حل موثر در ارتقا کیفیت این محصول بسیار موثر باشد.

نتایج برخی تحقیقات در ارتباط با غنی سازی ماکارونی با ایزوله پروتئین های سویا نشان داد که استفاده از آرد سویا در ماکارونی موجب افزایش پروتئین ماکارونی و همچنین ارتقاء کیفیت آن می گردد (۲ و ۳). آلامی (Aalami) و همکاران گزارش نمودند که ماکارونی تهیه شده از گندم دوروم، پایین ترین میزان چسبندگی، ضایعات و بالاترین میزان سختی را دارا می باشد (٤).

بر اساس بررسی های انجام شده توسط ناصری (Naseri) و همکاران مشخص گردید که در اثر افزودن ایزوله پروتئین سویا، درجه سست شدن و قوت آرد افزایش می یابد (۵). همچنین مجذوبی (Majzoobi) و همکاران اعلام نمودند که افزودن پروتئین سویا باعث کاهش لعاب محصول شده و حجم نشاسته ته نشین شده در حین پخت افزایش پیدا می کند (٦). نتایج پژوهش ناصحی (Nasehi) و همکاران در سال ۲۰۰۹ نشان دادند که افزودن آرد کامل سویا موجب کاهش زمان پخت، وزن پخت و رنگ و افزایش افت پخت ماکارونی می گردد (۷). ناصحی (Nasehi) و همکاران در سال ۲۰۱۱ به این نتیجه رسیدند که ماکارونی تولید شده با آرد کامل سویا در مدت ۷ ماه نگهداری در بسته بندی پلی اتیلن، افزایش اسیدیته و کاهش رنگ قابل توجهی دارد (۸).

شوگرن (Shogren) و همکاران دریافتند که با استفاده از ۵۰ درصد آرد سویا در ترکیب ماکارونی، به تدریج بافت آن سخت و مزه نیز تلخ می گردد (۹). سروات (Sereewat) و همکاران نشان دادند که افزودن آرد سویا به ماکارونی تهیه شده از آرد برنج موجب افزایش محتوی پروتئین، بهبود رنگ زرد و سفتی ماکارونی شده و بافت محصول قابل مقایسه با ماکارونی تهیه شده از سمولینا می باشد (۱۰). نتایج بررسی های بیانو (Baiano) و همکاران نشان داد که جایگزینی سمولینا با آرد سویا موجب تضعیف خمیر و افزایش نسبت سختی به گسترش خمیر می گردد (۱۱). لاماچیا (Lamacchia) و همکاران دریافتند که از پیوند پروتئین های سمولینا با گلوبولین های سویا، پلی مرهایی با وزن مولکولی بالا شکل می گیرد (۱۲).

دانه سویا دارای ٤۰ درصد پروتئین و ۲۰ درصد روغن در ماده خشک است. با استخراج روغن در دماهای پایین می توان به ایزوله پروتئین سویا دست یافت که ترکیبی از انواع پروتئین ها مانند گلوبولین، پروتئین های آب پنیر، لیپوکسی ژناز، بتا آمیلاز، لکتین و ... می باشد. این پروتئین ها دارای ارزش غذایی قابل توجهی بوده و برای غنی سازی فراورده های غذایی تولید شده از غلات، بسیار مناسب می باشند (۱۳).

برخی از میکروارگانیسم ها مانند باکتری *باسیلوس لیکنی فورمیس* (*Bacillus licheniformis*) قادر به تولید آنزیم های پروتئاز قلیایی بوده که در هیدرولیز پروتئین های سویا عملکرد قابل قبولی را نشان می دهند (١٤). هدف از این مطالعه ارزیابی اثر پروتئاز قلیایی *باسیلوس لیکنی فورمیس* بر خواص کیفی، رئولوژیکی و حسی ماکارونی غنی شده با سویا بود.

مواد و روش ها

الف) مواد مورد استفاده: آرد نول با خاکستر ۰/۵ درصد، رطوبت ١٤ درصد، پروتئین ۸ درصد، چربی ۰/۹ درصد، فیبر

۰/۳ درصد و اسیدیته ۳/۲ از کارخانه آرد روشن تهران و آرد سویای کامل با خاکستر ۵ درصد، رطوبت ۵ درصد، پروتئین ۳۷/۵ درصد، چربی ۱۷ درصد و فیبر ۱٤ درصد از کارخانه زرین گل واقع در شهرک صنعتی آق قلا تهیه گردید. *باسیلوس لیکنی فورمیس* (*Bacillus licheniformis* PTCC1525) از مرکز کلکسیون منطقه ای میکروارگانیسم های صنعتی ایران واقع در سازمان پژوهش های علمی و صنعتی ایران به صورت لیوفیلیزه تهیه شد. از محیط کشت Brain Heart infusion Agar و سایر مواد شیمیایی ساخت شرک مرک، آلمان استفاده گردید.

ب) استخراج پروتئین از آرد کامل سویا: ابتدا آرد سویا با آب به نسبت ۱ به ۱۰ مخلوط و سپس pH آن توسط اسید کلریدریک ۲ نرمال به ٤/۵ (pH ایزوالکتریک آرد سویا) رسانده شد. این مخلوط به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ٤۰ درجه سلیسیوس به هم زده شد. سپس رسوب پروتئین از قندهای محلول توسط سانتریفیوژ کردن با سرعت ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۱۵ درجه سلیسیوس جداسازی گردید. در نهایت، pH پروتئین با استفاده از محلول سود سوزآور ۲ نرمال بر روی ۷ تنظیم گردید. پروتئین استخراج شده در آون در خلا با دمای ٤۰ درجه سلیسیوس به مدت ۸ ساعت خشک شد (۱۵).

ج) کشت اولیه باکتری و تهیه مایه تلقیح: باکتری لیوفیلیزه تحت شرایط سترون به ۲ میلی لیتر آب مقطر سترون منتقل و سپس بدون تاخیر به پتری دیش ها و اسلنت های آماده شده محتوی محیط کشت سترون Brain Heart infusion Agar به صورت کشت خطی تلقیح گردید. سپس پتری دیش ها و اسلنت های تلقیح شده در دمای ۳۰ درجه سلیسیوس به مدت ۲٤ ساعت تا ظهور کلنی های *باسیلوس لیکنی فرمیس* گرماگذاری گردید. برای تهیه سوسپانسیون اسپوری از باکتری، کلنی های رشد نموده بر روی پتری دیش ها با استفاده از لوپ سترون در مجاورت شعله به ۵ میلی لیتر آب مقطر استریل انتقال داده شدند. شمارش باکتری ها در سوسپانسیون اسپوری با استفاده از لام توما (Thoma lam) انجام شد. تعداد اسپورها بر روی 10^{10} اسپور در هر میلی لیتر آب مقطر تنظیم گردید. از این سوسپانسیون اسپوری به عنوان مایه تلقیح برای فرایند تولید پروتئاز قلیایی استفاده شد (۱٦).

د) تولید پروتئاز قلیایی و هیدرولیز پروتئین سویا: تولید پروتئاز قلیایی در شرایط کشت غوطه ور باکتری *باسیلوس لیکنی فورمیس* در محیط کشت حاوی ۱۵ گرم در لیتر گلوکز، ۱ گرم در لیتر پتاسیم هیدروژن فسفات، ۰/۳ گرم در لیتر سولفات منیزیم، ۰/۲ گرم در لیتر سولفات آهن، ۰/۲ گرم در لیتر سولفات روی و ۱ گرم در لیتر کربنات کلسیم در۹ pH و درجه حرارت ۳۰ درجه سلیسیوس به مدت ۳ روز انجام شد (۱۷). محیط کشت پس از ۳ روز، با دور ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شده و رومانند به عنوان محلول حاوی پروتئاز قلیایی مورد استفاده قرار گرفت (۱۸). به منظور هیدرولیز پروتئین های سویا یک محلول آبی با غلظت ۹۵ درصد از پروتئین های استخراج شده از آرد سویا در آب آماده گردید. این محلول ابتدا در دمای ۸۰ درجه سلیسیوس به مدت ۱۰ دقیقه حرارت داده شد تا مولکول های پروتئینی دارای وزن مولکولی بالا تا حدی شکسته شوند. سپس pH آن توسط محلول ۲ نرمال سود سوزآور به ۸/۵ رسیده و فرایند هیدرولیز پروتئین ها با افزودن محلول حاوی آنزیم پروتئاز قلیایی انجام گرفت (۱۹). پروتئین سویا هیدرولیز شده سپس در درجه حرارت ٦۵ درجه سلیسیوس به مدت ۲ ساعت گرم و تغلیظ گردید. سپس مایع تغلیظ شده در آون در درجه حرارت ٦۵ درجه سلیسیوس تا رسیدن به رطوبت ۱۲ درصد خشک شد (۱۹).

ه) آماده سازی ماکارونی: آرد گندم به همراه مقادیر معین از پروتئین هیدرولیز شده سویا در داخل مخلوط کن (Anselmo، ایتالیا) با آب مخلوط شد تا خمیری با میزان رطوبت ۳٦ درصد به دست آید. سپس خمیر در اکسترودر با فشار ٦۰ بار و دمای ٦۵ درجه سلیسیوس ریخته شد تا ماکارونی با فرم رشته ای و با قطر ۱/۵ میلی متر تولید گردد. ماکارونی ها در دمای ۷۵ درجه سلیسیوس به مدت ۸ ساعت خشک شدند. بسته بندی با لفاف پلی پروپیلن صورت گرفت (۹).

و) نمونه برداری: در ابتدا ۶۰۰ کیلوگرم ماکارونی خشک تهیه گردید. نمونه های اولیه، انباشته و کم وزن به ترتیب طبق دستورالعمل های استاندارد برداشته شد. ابتدا از ۱۰ نقطه مختلف در توده محصول، نمونه هایی به وزن ۶ کیلوگرم برداشت و پس از مخلوط کردن نمونه های اولیه، نمونه های انباشته و همگن به دست آمد. در نهایت مقدار ۱ کیلوگرم از نمونه همگن به منظور انجام آزمون های کیفی و حسی ماکارونی استفاده گردید. همچنین به همین روش از خمیر ماکارونی نیز قبل از شکل دهی و پخت، مقدار ۱ کیلوگرم نمونه برداشته و برای آزمون های رئولوژیکی خمیر استفاده گردید (۲۰).

ز) اندازه گیری ویژگی های ماکارونی:

۱- افت پخت: مقدار ۱۰۰ گرم نمونه در ۳۰۰ میلی لیتر آب جوش تا رسیدن به زمان مناسب پخت برای ماکارونی های تازه (۱۳ دقیقه) غوطه ور گردید. آب پخت برای مدت ۱ ساعت در یک آون در دمای ۱۱۵ درجه سلیسیوس کاملاً تبخیر و ماده خشک باقی مانده توزین شده و به عنوان درصد ماده از دست رفته (افت پخت) در هر زمان پخت بیان گردید (۲۱).

۲- *چسبندگی:* حداقل ۶ گرم ماکارونی در زمان پخت مناسب (۱۳ دقیقه) طبخ گردید. سپس محتویات آبکش شده و به مدت ۱۰ دقیقه نگهداری شد. از دستگاه اکستنسوگراف (Extensograph, Brabender, Germany) برای تعیین چسبندگی استفاده شد. پلانجر آلومینیومی ۱۹ در ۴۰ میلی متری، با سرعت ۴ میلی متر در ثانیه، نیرویی معادل ۵۲۰۰ نیوتن بر مترمربع وارد نموده است. با رسیدن به حداکثر نیرو، پلانچر به سمت بالا حرکت کرده ماکزیمم تورفتگی در زیر خط پایه چارت اینستران مبین چسبندگی است (۲۱).

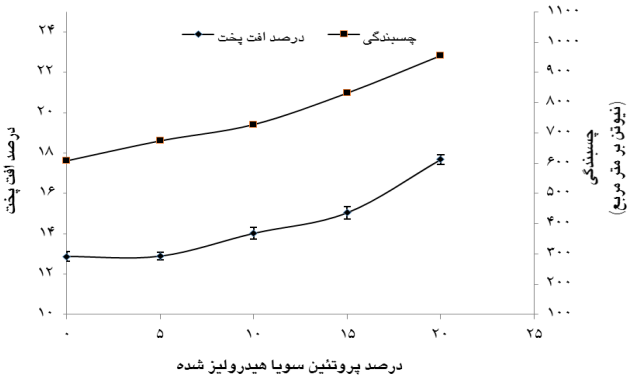
۳- *مقاومت در برابر شکست یک رشته ماکارونی خشک:* یک رشته ماکارونی روی تکیه گاه قرار داده شد. سپس با پروب اینستران با سرعت ۸۰ میلی متر در دقیقه روی رشته ماکارونی نیرو وارد شد. منحنی بر روی چارت برگشته پیکی ایجاد شده که حاصل ضرب ارتفاع پیک در ۱۰، نیروی لازم برای شکسته شدن ماکارونی را نشان می دهد. با قرار دادن این عدد در رابطه مربوط به مقاومت ماکارونی های میله ای، مقاومت در برابر شکست یک رشته به دست می آید (۲۱).

۴- *جذب آب:* مقدار ۱۰۰ گرم رشته ماکارونی در آب مقطر در حال جوش پخته شد. ماکارونی پخته شده بعد از خنک شدن توزین شده و درصد جذب آب آنها از مقدار افزایش وزن محاسبه گردید (۲۱).

۵- *اندازه گیری ویژگی های خمیر ماکارونی:* آزمون های انجام شده بر روی خمیر ماکارونی شامل تعیین ویژگی های فارینوگرافی توسط دستگاه فارینوگراف (Brabender, Germany) انجام گردید. آزمون کریپ که به کمک دستگاه بافت سنج (Stevens-LFRA, UK) صورت گرفت. در آزمون کریپ خمیر ماکارونی به صورت قطعات استوانه ای شکل به قطر ۱ و طول ۳ سانتی متر تهیه شد. این قطعات بر روی صفحه نگهدارنده دستگاه قرار گرفته و سپس پروب دستگاه به قطر ۲/۵ سانتی متر و با سرعت ۲ میلی متر بر ثانیه شروع به حرکت به سمت نمونه کرد و به عمق ۵ میلی متر در داخل نمونه فرو رفت. خمیر نیرویی به پروب وارد می نمود که این نیرو در مقابل زمان از روی صفحه نمایش دستگاه، بر حسب لود-گرم ثبت گردید. این عمل برای هر نمونه ۵ بار تکرار و نمودار آن بر حسب زمان-نیرو رسم شده و مقدار جزء الاستیک و ویسکوز با استفاده از نمودار به دست آمد. جذب آب در آرد، زمان گسترش خمیر، مقاومت خمیر و درجه سست شدن نیز طبق روش استاندارد تعیین گردید (۲۱).

۶- *زمان پخت:* برای اندازه گیری زمان پخت، ۲۵ گرم ماکارونی به بشر محتوی ۳۰۰ میلی لیتر آب مقطر در حال جوش اضافه شد. ۲ دقیقه قبل از زمان پخت تقریبی و هر ۳۰ ثانیه یک بار، یک تکه از ماکارونی خارج و بین دو صفحه شیشه ای فشرده می شد تا زمانی که هیچ اثری از مغز سفید وسط ماکارونی باقی نماند. در این صورت ماکارونی به طور کامل پخته است (۲۱).

۷- *وزن پخت:* مقدار معینی ماکارونی را درون آب ریخته و پس از طی زمان تعیین شده برای پخت، محتویات بشر به وسیله قیف بوخنر و به مدت یک دقیقه آبکش گردید. سپس ماکارونی به ظرفی که پیشتر توزین شده بود، منتقل شده و وزن



نمودار ۱: تغییرات عوامل درصد افت پخت و میزان چسبندگی ماکارونی در نمونه های ماکارونی تهیه شده از آرد نول همراه با مقادیر متفاوت پروتئین سویا هیدرولیز شده.

پخت برای صد گرم ماکارونی خشک تعیین گردید (۲۱).

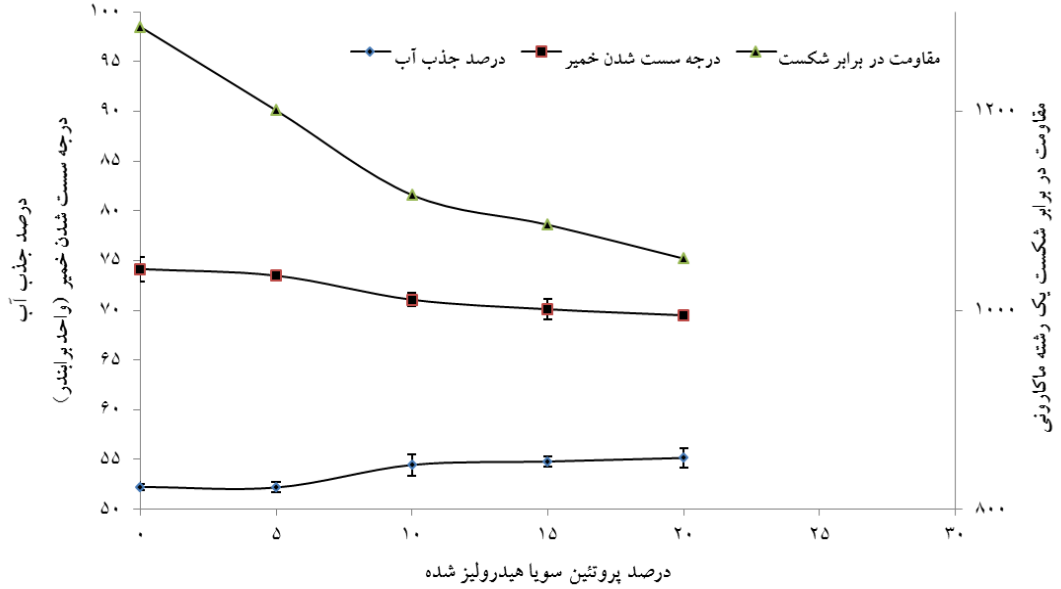
۸- ارزیابی حسی: از پنج ارزیاب آموزش دیده خواسته شد تا با آزمون نمونه های ماکارونی نظر خود را با درج رتبه ای بین ۱ تا ۵ (امتیاز ۱ مبین کیفیت نامطلوب و به ترتیب امتیازهای بالاتر مبین کیفیت بهتر بوده است) در فرم مربوطه بیان کنند. دو نمونه برگزیده توسط ارزیابان آموزش دیده به همراه نمونه کنترل در اختیار ۳۰ نفر مصرف کننده خانگی قرار گرفت و از آنها خواسته شد تا براساس آزمون ترجیح، نمونه برتر را انتخاب کنند.

یافته ها

الف) افت پخت ماکارونی: با افزایش مقدار پروتئین سویا هیدرولیز شده در نمونه ها، افت پخت روندی صعودی پیدا کرد (نمودار ۱). افت پخت ماکارونی در نمونه محتوی ۲۰ درصد پروتئین سویا هیدرولیز شده نسبت به نمونه شاهد ۳۷/۳۷ درصد افزایش یافت.

ب) چسبندگی ماکارونی: نتایج نشان داد که سطوح مختلف پروتئین سویا هیدرولیز شده در میزان چسبندگی ماکارونی تاثیر داشت. این در حالی است که کمترین چسبندگی در نمونه شاهد و بیشترین چسبندگی در تیمار ۲۰ درصد پروتئین سویا هیدرولیز شده اتفاق افتاد (نمودار ۱). میزان چسبندگی نمونه حاوی ۲۰ درصد پروتئین سویا هیدرولیز شده نسبت به نمونه شاهد، یک افزایش ۵۷/۲٤ درصدی را نشان داد.

ج) مقاومت در برابر شکست یک رشته ماکارونی خشک: مقدار پروتئین سویا هیدرولیز شده اثری منفی بر استحکام ماکارونی حاصله داشت (نمودار ۲). با افزایش میزان پروتئین سویا



نمودار ۲: تغییرات عوامل درصد جذب آب، مقاومت در برابر شکست یک رشته ماکارونی خشک و درجه سست شدن خمیر پس از ۱۰ دقیقه در نمونه های ماکارونی تهیه شده از آرد نول همراه با مقادیر متفاوت پروتئین سویا هیدرولیز شده.

هیدرولیز شده، مقاومت یک رشته ماکارونی خشک در برابر شکست کاهش یافت. شاخص یاد شده در نمونه های محتوی ۲۰ درصد پروتئین سویا هیدرولیز شده نسبت به نمونه شاهد (بدون آن) با ۱۸/۱۳ درصد کاهش روبرو بود. حتی با افزودن تنها ۵ درصد پروتئین سویا هیدرولیز شده به فرمولاسیون خمیر ماکارونی نیز یک کاهش ٦ درصدی در استحکام ماکارونی مشاهده گردید.

د) درصد جذب آب آرد: با افزودن پروتئین سویا هیدرولیز شده درصد جذب آب آرد افزایش یافت (نمودار ۲). در نمونه های محتوی ۲۰ درصد پروتئین سویا هیدرولیز شده درصد جذب آب نسبت به نمونه شاهد بدون آن، ۵/۵۵ درصد افزایش داشت.

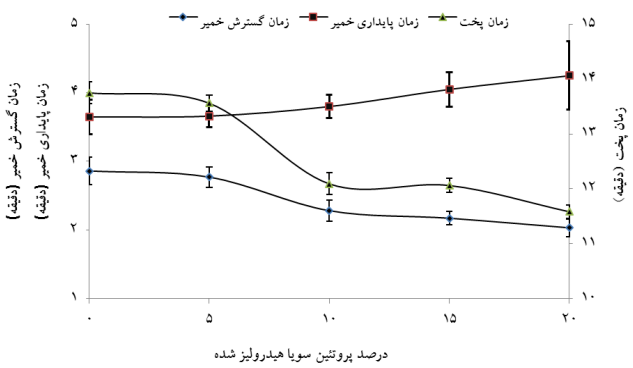
ه) درجه سست شدن خمیر: افزودن پروتئین سویا هیدرولیز شده به فرمولاسیون خمیر ماکارونی، درجه سست شدن خمیر را به طور منظم کاهش داد (نمودار ۲). با افزودن ۲۰ درصد پروتئین سویا هیدرولیز شده، قوت آرد حاصل به میزان ٦/۲۷ درصد نسبت به نمونه شاهد افزایش یافته و در نتیجه، درجه سست شدن خمیر به همین میزان کاهش یافت.

و) زمان گسترش خمیر: در اثر افزودن پروتئین سویا هیدرولیز شده به آرد، زمان گسترش خمیر کاهش یافت (نمودار ۳).

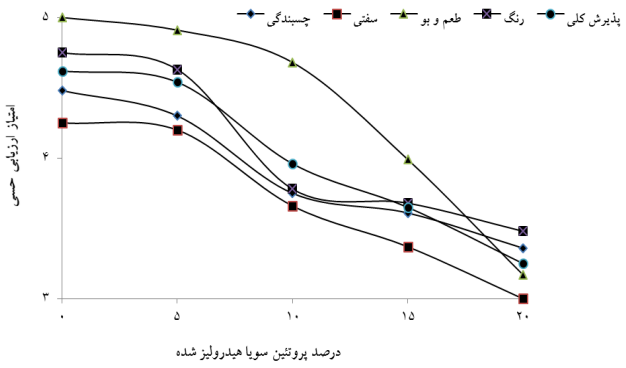
ز) زمان مقاومت خمیر: با افزایش درصد پروتئین سویا هیدرولیز شده، زمان گسترش خمیر، کاهش و در نقطه مقابل آن مقاومت و پایداری خمیر تهیه شده افزایش یافت (نمودار ۳). بالاترین مقاومت و پایداری خمیر مربوط به نمونه های محتوی ۲۰ درصد پروتئین سویا هیدرولیز شده و پایین ترین مقاومت ها مربوط به تیمار شاهد بود. زمان مقاومت نمونه حاوی ۲۰ درصد پروتئین سویا هیدرولیز شده، ١٦/٤٤ درصد بیشتر از نمونه شاهد بود.

ح) زمان پخت ماکارونی: نتایج نشان داد که سطوح مختلف پروتئین سویا هیدرولیز شده به طور مستقیم بر زمان پخت ماکارونی تاثیرگذار بوده و با افزایش درصد پروتئین سویا هیدرولیز شده، زمان پخت نمونه های حاوی آین ماده کاهش یافت. زمان پخت برای تیمارهای حاوی ۲۰ درصد پروتئین سویا هیدرولیز شده نسبت به نمونه شاهد، ۱۵/۷۸ درصد کاهش یافت (نمودار ۳).

ط) ارزیابی حسی ماکارونی پخته شده: با افزایش درصد پروتئین سویا هیدرولیز شده، میزان چسبندگی افزایش یافته و امتیاز مربوط به این عامل نیز روال نزولی داشت (نمودار ٤). امتیاز مربوط به این عامل در نمونه حاوی ۲۰ درصد پروتئین سویا هیدرولیز شده نسبت به نمونه شاهد بدون آن ۲۸/۱٤ درصد بدتر بود. با افزایش میزان پروتئین سویا هیدرولیز شده امتیاز فاکتور سفتی نیز روال نزولی داشت (نمودار ٤). افزودن ۲۰ درصد پروتئین سویا هیدرولیز شده موجب کاهش امتیاز سفتی ماکارونی به میزان ۳۳/۳۳ درصد گردید. این کاهش امتیاز



نمودار ۳: تغییرات عوامل زمان گسترش خمیر، زمان پایداری خمیر و زمان پخت ماکارونی در نمونه های ماکارونی تهیه شده از آرد نول همراه با مقادیر متفاوت پروتئین سویا هیدرولیز شده.



نمودار ۴: تغییرات امتیازهای مربوط به ویژگی های حسی در نمونه های ماکارونی تهیه شده از آرد نول همراه با مقادیر متفاوت پروتئین سویا هیدرولیز شده.

حتی با افزودن ۱۰ درصد پروتئین سویا هیدرولیز شده نیز قابل ملاحظه و بیش از ۱۵ درصد بود. اما افزودن ۵ درصد پروتئین سویا هیدرولیز شده، فقط موجب ۱ درصد کاهش امتیاز سفتی گردید. به طور کلی مصرف کننده ها ماکارونی با رنگ روشن را ترجیح می دهند. ارزیابان رنگ ماکارونی حاوی ۲۰ درصد پروتئین سویا هیدرولیز شده را بدتر گزارش کردند. امتیاز رنگ نمونه حاوی ۲۰ درصد پروتئین سویای هیدرولیز شده نسبت به نمونه شاهد نزدیک به ۳۰ درصد کمتر بود. با افزایش درصد پروتئین سویا هیدرولیز شده، رنگ ماکارونی نیز بدتر شد (نمودار ٤). اختلافی در حد ٤٠/٦٧٪ بین طعم و بوی ماکارونی های تهیه شده با ۲۰ درصد پروتئین سویا هیدرولیز شده و نمونه های شاهد وجود داشت. با افزایش مقدار پروتئین سویا هیدرولیز شده از کیفیت مزه نمونه ها نیز کاسته شد (نمودار ٤).

بحث

در این مطالعه شاخص های افت پخت، چسبندگی، زمان پخت، مقاومت در برابر شکست یک رشته ماکارونی، درصد جذب آب، زمان گسترش خمیر، زمان پایداری خمیر و درجه سست شدن خمیر با افزودن پروتئین سویا هیدرولیز شده با استفاده از پروتئاز قلیایی تولید شده از باکتری *باسیلوس لیکنی فورمیس* مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که با افزودن ۲۰ درصد پروتئین سویا هیدرولیز شده به خمیر، زمان پخت به میزان ۱۵/۷۸ درصد، مقاومت در برابر شکست یک رشته ماکارونی خشک به میزان ۱۸/۱۳ درصد، زمان گسترش خمیر به میزان ۲۹/۰۲ درصد و درجه سست شدن خمیر به میزان ٦/۲۷ درصد نسبت به نمونه شاهد کاهش یافت.

همچنین عوامل افت پخت به میزان ۳۷/۳۷ درصد، چسبندگی به میزان ٥٧/٢٤ درصد، درصد جذب آب به میزان ٥/٥٥ درصد و زمان پایداری خمیر به میزان ١٦/٤٤ درصد افزایش یافت. افزودن ۲۰ درصد پروتئین سویا هیدرولیز شده تغییرات نامطلوب قابل ملاحظه ای در ویژگی های حسی ماکارونی پخته شده ایجاد نمود. پذیرش کلی ماکارونی از لحاظ چسبندگی، طعم، مزه، رنگ و سفتی در نمونه حاوی ۲۰ درصد پروتئین سویا هیدرولیز شده، ۳۳ درصد نسبت به نمونه بدون آن بدتر بود. حداکثر میزان پروتئین سویا هیدرولیز شده قابل استفاده در فرمولاسیون خمیر ماکارونی بدون تاثیر منفی بر ویژگی های آن ٥ درصد تعیین گردید.

نتایج به دست آمده در رابطه با اثر پروتئین سویا هیدرولیز شده بر افت پخت با تحقیقات قبلی که گزارش شده مبنی بر تضعیف شبکه گلوتنی و ساختار کلی ماکارونی و زمینه خروج مواد جامد از ماکارونی و ورود آنها به آب با افزودن سویا مطابقت داشت. پوسته آرد سویا موجب از هم گسستگی شبکه پروتئینی می شود. این ذرات، حاوی مواد محلول در آب هستند. وجود این ذرات و تسهیل جذب آب توسط نشاسته، موجب شکستن آن و خروج بیشتر آمیلوز از گرانول ها و ورود آمیلوز به آب می شود. از سوی دیگر، قندهای محلول در آب در حبوبات نسبت به آرد گندم بیشتر است. این امر می تواند دلیل دیگری برای افزایش افت پخت باشد (۷).

نتایج نشان دهنده کاهش قابل ملاحظه وزن پخت پس از پخت بهینه بود. به طوری که با افزایش درصد آرد سویا، وزن پخت از ۲۳۸/٥ در نمونه های حاوی ۲٥ درصد آرد سویا و ۱ درصد گلوتن، به ۲۲۸/۸ در نمونه هایی با همان مقدار گلوتن اما با ٦٥ درصد آرد سویا کاهش یافت. به عبارتی با افزایش مقدار آرد سویا، وزن پخت نیز کمتر شده (افت پخت افزایش یافت) که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. هر چه میزان افت پخت بیشتر باشد، میزان نرمی محصول نیز بیشتر می شود که این موضوع با نتایج به دست آمده هم خوانی داشت.

ناصری (Naseri) و همکاران نیز گزارش نمودند که افزودن ایزوله پروتئین سویا در مقادیر ۲ و ٤ درصد باعث کاهش لعاب ماکارونی می گردد. با افزایش مقدار این ترکیب به ٦ درصد، حجم نشاسته ته نشین شده در حین پخت افزایش داشت که این مساله یک پارامتر منفی محسوب می شود. اما افزودن ایزوله پروتئین سویا در مقادیر ۲ و ٤ درصد موجب کاهش حجم نشاسته ته نشین شده در زمان پخت می گردد (٥).

چسبندگی ماکارونی یکی از ویژگی های نامطلوب آن به شمار

می آید. چسبندگی ماکارونی به دلیل خروج مولکول های نشاسته به ویژه آمیلوز از گرانول های نشاسته در هنگام ژلاتینه شدن آن ها در اثر پخت می باشد. میزان چسبندگی ماکارونی ارتباط مستقیمی با درصد افت پخت آن دارد و با افزایش افت پخت ماکارونی، چسبندگی آن نیز افزایش یافت.

بنابراین تعیین افت پخت ماکارونی می تواند به عنوان شاخص چسبندگی آن به کار رود. ارتباط مستقیمی میان مقدار آمیلوز نشاسته و میزان چسبندگی ماکارونی وجود دارد (۲۲). در این تحقیق، با افزایش درصد پروتئین سویا هیدرولیز شده، چسبندگی افزایش یافت. جذب آب، یک عامل مهم در تولید ماکارونی محسوب می شود. زیرا هرچه میزان مصرف آب کمتر باشد زمان فرآیند خشک کردن کاهش می یابد.

درصد جذب آب در نمونه های محتوی ۲۰ درصد پروتئین سویا هیدرولیز شده نسبت به نمونه شاهد، ۵/۵۵ درصد افزایش داشت. نتایج مشابهی در فرمولاسیون های دارای ۱۰،۱۵ و ۲۰ درصد آرد سویا و ۵ و ۱۰ درصد کنسانتره پروتئین سویا به دست آمد (۲۳). برخی از تحقیقات پیشین نیز افزایش در درصد جذب آب آردهای حاوی پروتئین سویا را گزارش کرده اند (۲٤ و ۲۵).

همچنین تحقیقات ناصری (Naseri) و همکاران نیز نشان داد که افزودن ایزوله پروتئین سویا به خمیر ماکارونی موجب افزایش جذب آب می گردد (۵). تحقیقات موحد (Movahhed) و همکاران در رابطه با اثرات افزودن آرد جوانه ذرت بدون چربی به خمیر ماکارونی نشان داد که با افزودن آرد ذرت، درصد جذب آب در خمیر افزایش می یابد (۲٦). نتایج پژوهش حاضر نشان داد که زمان گسترش خمیر در نمونه های حاوی ۲۰ درصد پروتئین سویا هیدرولیز شده نسبت به نمونه شاهد ۲۹/۰۲ درصد کمتر بود. این نتایج با نتایج ناصری (Naseri) و همکاران نیز تطابق داشت (۵).

زمان گسترش و زمان مقاومت خمیر با یکدیگر رابطه معکوس داشتند. کاهش زمان گسترش خمیر، یک ویژگی مطلوب به شمار می آید. سهولت شکل گیری خمیر و عدم ایجاد فشار به قالب پرس از مزایای کاهش زمان گسترش خمیر بوده که کاربرد مهم آن در تولید انواع مختلف محصولات کوتاه است. زیرا برای این گروه از فرآورده ها به دلیل تحمل پذیری پایین در مقابل فشار، امکان ترک خوردگی در حین شکل گیری و شکنندگی پس از فرآیند خشک شدن، بیشتر می باشد. اما تحقیقات موحد (Movahhed) و همکاران در رابطه با اثرات افزودن آرد جوانه ذرت بدون چربی به خمیر ماکارونی نشان داد که با افزودن آرد جوانه ذرت، زمان گسترش خمیر افزایش و مقاومت و کشش پذیری آن کاهش می یابد (۲٦).

بنابراین پروتئین های هیدرولیز شده سویا از این لحاظ، غنی کننده مناسب تری نسبت به آرد جوانه ذرت هستند. افزودن پروتئین سویا هیدرولیز شده تاثیر مطلوبی بر عوامل زمان گسترش و زمان پایداری خمیر داشت. این مطلب در نتایج تحقیق ناصری (Naseri) و همکاران نیز مشاهده گردید. به طوری که آرد حاوی ٦ درصد ایزوله پروتئین سویا بالاترین زمان مقاومت (٦/۷ دقیقه) و آرد شاهد (بدون ایزوله پروتئین سویا) پایین ترین زمان مقاومت (۵/۲ دقیقه) را داشت (۵).

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که پروتئین سویا هیدرولیز شده از نظر مقاومت رشته های خشک ماکارونی در برابر شکستن نمی تواند به عنوان یک افزودنی مناسب در تهیه ماکارونی در نظرگرفته شود. در ارزیابی خمیر بر اساس ویژگی های فارینوگراف، زمان پایداری خمیر بین ۰ تا ۲ دقیقه به عنوان معیار کیفیت بسیار ضعیف، ٤-۲ دقیقه کیفیت ضعیف، ۷-٤ دقیقه کیفیت متوسط تا قوی، ۱۰-۷ دقیقه کیفیت قوی و ۱۵-۱۰ دقیقه نشان دهنده کیفیت خیلی قوی خمیر درنظر گرفته می شود (۲۱).

آرد نول حاوی ۲۰ درصد پروتئین سویا هیدرولیز شده در گروه کیفیت متوسط قرار گرفت. اما نمونه های آرد نول با درصدهای کمتر پروتئین سویا هیدرولیز شده در گروه کیفیت ضعیف قرار داشت. در حین پخت ماکارونی در آب، گرانول های نشاسته با جذب آب، ژلاتینه شدند. هم زمان با ژلاتینه شدن نشاسته در اثرحرارت، گلوتن نیز دناتوره گردید، اما تا حدی قابلیت جذب آب خود را حفظ کرده بود.

مناسب ترین زمان پخت هنگامی است که تعداد زیادی از

گرانول های نشاسته ژلاتینه شده باشند. در این حالت ساختار گچی میان رشته های ماکارونی در اثر فشرده شدن قابل مشاهده نمی باشد (۲۱).

به عبارت دیگر، غنی سازی با پروتئین سویا هیدرولیز شده سبب افزایش نرمی نمونه ها شد که نامطلوب به نظر می رسد. این در حالی است که افزودن ۵ درصد پروتئین سویا هیدرولیز شده، فقط موجب ۱ درصد کاهش امتیاز سفتی گردید. بنابراین به نظر می رسد غنی سازی خمیر ماکارونی با ۵ درصد پروتئین سویا هیدرولیز شده موجب بروز تغییرات نامطلوب قابل توجهی در عامل سفتی نگردید. یافته های این تحقیق مطابق با برخی از پژوهش های گذشته نیز بود.

در تحقیقات انجام شده قبلی، سفتی ماکارونی حاوی سبوس (۲۷) و آرد سویا بدون چربی (۹) پس از پخت بهینه و اضافی کمتر از نمونه های شاهد بود. این پدیده به دلیل تشکیل خمیری غیریکنواخت در اثر کاهش مقدار گلوتن روی می دهد. اما افزودن آرد کامل سویا موجب تغییر قابل توجهی در بافت نمونه ها نشد. این در حالی است که امتیاز بافت ماکارونی معمولی بیشتر از نمونه حاوی آرد سویا بود (۷).

امتیاز رنگ نمونه حاوی ۲۰ درصد پروتئین سویا هیدرولیز شده نسبت به نمونه شاهد نزدیک به ۳۰ درصد کمتر بود. با افزایش درصد پروتئین سویا هیدرولیز شده، رنگ ماکارونی نیز بدتر شد. زیرا مقدار کاروتنوئیدهای لوبیای سویا از گندم بیشتر است. از سوی دیگر وجود لیزین و قندهای احیایی در آن موجب تشدید رنگ محصول نهایی از طریق واکنش میلارد می شود. در تحقیقات دیگر هم گزارش شده که افزودن آرد لوبیا چیتی موجب کاهش شاخص روشنایی و افزایش شاخص قرمزی و زردی رنگ و افزودن آرد کامل سویا موجب کاهش ارزش رنگ تیمارها گردید (۷).

افزودن ۲۰ درصد پروتئین سویا هیدرولیز شده تغییرات نامطلوب قابل ملاحظه ای در ویژگی های حسی ماکارونی پخته شده ایجاد نمود. با افزایش مقدار پروتئین سویا هیدرولیز شده از کیفیت مزه نمونه ها نیز کاسته شد. برخی از پژوهش های گذشته نیز نشان داد که افزودن آرد کامل سویا موجب کاهش امتیاز طعم ماکارونی گردید. به طوری که مقدار آن از ٤/٦٥ در ماکارونی معمولی به حدود ۱/٦۷ در نمونه حاوی ۲۷ درصد آرد سویا تغییر یافت (۸ و ۹).

این در حالی است که تحقیقات موحد (Movahhed) و همکاران در رابطه با اثرات افزودن آرد جوانه ذرت بدون چربی به خمیر ماکارونی نشان داد که با افزودن ۱۰ درصد آرد جوانه ذرت، ویژگی های حسی از جمله طعم و مزه ماکارونی نسبت به نمونه بدون آرد جوانه ذرت، بهتر می شود (۲٦). بنابراین آرد جوانه ذرت از نظر ایجاد تغییرات مطلوب در خواص حسی محصول، غنی کننده بهتری نسبت به پروتئین هیدرولیز شده سویا می باشد.

نتیجه گیری

در این مطالعه با افزودن پروتئین سویا هیدرولیز شده به فرمولاسیون خمیر ماکارونی، تغییرات نامطلوبی در ویژگی های کیفی و رئولوژیکی ماکارونی روی داد. از جمله این تغییرات نامطلوب می توان به کاهش زمان پخت، مقاومت در برابر شکست یک رشته ماکارونی خشک و درجه سست شدن خمیر پس از ۱۰ دقیقه و افزایش افت پخت، چسبندگی و درصد جذب آب اشاره نمود. البته پروتئین سویا هیدرولیز شده موجب کاهش زمان گسترش خمیر و به تبع آن افزایش زمان پایداری خمیر نیز شد. وجود پروتئین سویا هیدرولیز شده در خمیر ماکارونی تغییرات نامطلوب قابل ملاحظه ای نیز در ویژگی های حسی ماکارونی پخته شده و پذیرش کلی آن از نظر مصرف کنندگان ایجاد نمود.

در مجموع، امتیاز پذیرش کلی ویژگی های حسی نیز نشان داد که مطلوب ترین نمونه ماکارونی همان نمونه بدون پروتئین سویا هیدرولیز شده می باشد و نمونه حاوی ۲۰ درصد پروتئین سویا هیدرولیز شده از لحاظ ویژگی های حسی بیش از ۳۳ درصد بدتر بود. البته پذیرش کلی نمونه محتوی ۵ درصد پروتئین سویا هیدرولیز شده نیز قابل قبول، ارزیابی گردید. به طور کلی افزایش درصد پروتئین سویا هیدرولیز شده موجب کاهش ویژگی های حسی محصول گردید. بر اساس نتایج به

دست آمده می توان گفت پروتئین سویا هیدرولیز شده گزینه مناسبی جهت غنی سازی ماکارونی نیست و حداکثر میزان پروتئین سویا هیدرولیز شده قابل استفاده بدون اثرات منفی بر کیفیت محصول، ۵ درصد تعیین گردید.

تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله از معاون محترم پژوهش دانشگاه های آزاد اسلامی واحد قائم شهر و ساری به دلیل همکاری صمیمانه در اجرای این پژوهش کمال امتنان را دارند.

References

1. Barati Z, Noroozi F. Macaroni certificate. Ministry of Industry, Mine and Trade. 2013; 1-9.

2. Chillo S, Laverse J, Falcone PM, Del Nobile MA. Quality of spaghetti in base amaranthus wholemeal flour added with quinoa, broad bean and chick pea. J Food Eng. 2008; 84(1): 101-107.

3. Henderson SM, Perry RL. Agricultural process engineering. 10th ed. 1976; pp: 431.

4. Aalami M, Prasada U, Leelavath K. Physicochemical and biochemical characteristics of Indian durum wheat varieties: Relationship to semolina milling and spaghetti making quality. Food Chem. 2006; 102(4): 993-1005.

5. Naseri A, Taslimi A, Seyedin SM, Haranian P, Abadi A. Investigation the effect of soy protein isolate on properties of macaroni. Food Ind Sci. 2009; 6(21): 1-11. [In Persian]

6. Majzoobi M, Ghiasi F, Habibi M, Hedayati S, Farahnaky A. Influence of soy protein isolate on the quality of batter and sponge cake. J Food Process Pres. 2014; 38(3): 1164-1170.

7. Nasehi B, Mortazavi SA, Razavi SMA, Nasiri Mahallati M, Karim R. Optimization of the extrusion conditions and formulation of spaghetti enriched with full fat soy flour based on the cooking and color quality. Int J Food Sci Nutr. 2009; 60(4): 205-214.

8. Nasehi B, Jooyandeh H, Nasehi R. Quality attributes of soy-pasta during storage period. Pakistan J Nutr. 2011; 10: 307-312.

9. Shogren RL, Hareland GA, Wu YV. Sensory evaluation and composition of spaghetti fortified with soy flour. J Food Sci. 2006; 71(6): 428-432.

10. Sereewat P, Suthipinittham Ch, Sumathaluk S, Puttanlek Ch, Uttapap D, Rungsardthong V. Cooking properties and sensory acceptability of spaghetti made from rice flour and de-fatted soy flour. Food Sci Technol. 2015; 60: 1061-1017.

11. Baiano A, Lamacchia C, Fares C, Terracone C, La Notte E. Cooking behavior and acceptability of composite pasta made of semolina and toasted or partially defatted soy flour. Food Sci Technol. 2011; 44(4): 1226-1232.

12. Lamacchia C, Baiano A, Lamparelli S, Padalino L, La Notte E, Di Luccia A. Study on the interactions between soy and semolina proteins during pasta making. Food Res Int. 2010; 43(4): 1049-1056.

13. Nishinari K, Fang Y, Guo S, Phillips GO. Soy proteins: A review on composition, aggregation and emulsification. Food Hydrocolloid. 2014; 39: 301-318.

14. Ellaiah P, Srinivasulu B, Adinarayana K. A review on microbial alkaline protease. J Scientific Industrial Res. 2002; 61: 690-704.

15. Wang H, Johnson LA, Wang T. Preparation of soy protein concentrate and isolate from extruded-expelled soybean meals. J American Oil Chem Soc. 2004; 81(7): 713-717.

16. Nadeem M, Qazi JI, Baig S, Syed Q. Effect of medium composition on commercially important alkaline protease production by *Bacillus licheniformis* N-2. Food Technol Biotechnol. 2008; 46(4): 388-394.

17. Gupta R, Beg QK, Khan S, Chauhan B. An overview on fermentation, downstream processing and properties of microbial alkaline proteases. Appl Microbiol Biotechnol 2002; 60(4): 381-95.

18. Mukesh Kumar DJ, Venkatachalam P, Govindarajan N, Balakumaran MD, Kalaichelvan PT. Production and purification of alkaline protease from *Bacillus* sp. MPTK 712 isolated from dairy sludge. Global Veterinaria. 2012; 8(5): 433-439.

19. Allaoua A, Wang Zh, Zu Sh. Enzymatic hydrolysis of soy protein isolate and effect of succinylation on the functional properties of resulting protein hydrolysates. Food Res Int. 1998; 31(9): 617-623.

20. Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Agricultural food products- Layout for a standard method of sampling from a lot. ISIRI No.14948. 1rd revision, Karaj: ISIRI; 2013 [In Persian].

21. Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Macaroni-Specifications and test methods. ISIRI No. 213. 4rd revision, Karaj: ISIRI; 2013 [In Persian].

22. Dexter JE, Matsuo RR, Morgan BC. Spaghetti stickiness: some factors influencing and relationship to other cooking quality characteristics. J Food Sci. 1983; 48(5): 1545-1551.

23. Icard Verniere C, Feillet P. Effects of mixing conditions on pasta dough development and biochemical changes. Cereal Chem. 1999; 76(4): 558-565.

24. Orlando C, Stauffer CE. Soy protein in baking. Agro Food Ind High Technol. 2002; 13: 30-33.

25. Park WP, Kim ZU. Making characteristics of extruded noodles mixed with soybean flour. J Korean Agri Chem Soc. 1990; 33(3): 209-215.

26. Movahhed S, Masoomikhah Z, Zargari K. Effects of adding corn germ flour on rheological and sensory properties of macaroni. Food Technol Nutrition. 2012; 9(1): 23-32.

27. Edwards NM, Izydorczyk MS, Dexter JE, Biliaderis CG. Cooked pasta texture: Comparison of dynamic viscoelastic properties to instrumental assessment of firmness. Cereal Chem. 1993; 70: 122-126.

Journal of Microbial World
Volume 9, No. 2, June 2016

Original Article

Investigation of the effect of *Bacillus licheniformis* alkaline protease on qualitative, rheological and sensory properties of macaroni enriched with soy

Seyed Emad Hosseini[1], Fatemeh Ardestani[2]

[1]MS.c., Department of Food Engineering, Sari branch, Islamic Azad University, Sari, Iran.
[2]Assistant Professor, Department of Chemical Engineering, Qaemshahr branch, Islamic Azad University, Qaemshahr, Iran.

Abstract

Background & Objectives: Macaroni is produced since 1313 in Iran, but with not desirable quality due to low accessibility of durum wheat and semolina production technology. In this study, we analysed the effect of *Bacillus licheniformis* alkaline protease on qualitative, rheological and sensory properties of macaroni enriched with soy.

Materials & Methods: 1 kg of dough and dried macaroni was sampled based on the standard methods and used for evaluation of qualitative, rheological and sensory properties of macaroni enriched with hydrolyzed soy protein. *Bacillus licheniformis* was used because of its ability to produce an efficient alkaline protease for hydrolysis of soy proteins. Alkaline protease was produced in a submerged culture of *Bacillus licheniformis* at pH 9 and 30°C for 3 days.

Results: Addition of 20% hydrolyzed soy protein caused decrease in some factors including 15.78% in cooking time, 18.13% in resistance to defeat for a spaghetti filament, 29.02% in dough development time and 6.27% in loosening the dough as well as an increase of 37.37% in cooking loss, 57.24% in adhesion, 5.55% in water absorption percentage and 16.44% in dough stability time. Total acceptance of macaroni samples with 20% hydrolyzed soy protein were 33% less than control. The maximum useable hydrolyzed soy protein in macaroni dough without any negative impacts on its properties was determined as 5%.

Conclusion: Hydrolyzed soy protein is not a suitable case for macaroni enrichment.

Keywords: Alkaline protease, *Bacillus licheniformis*, Macaroni, Rheology, Soy.

Correspondence to: Fatemeh Ardestani

Tel: +98 1142155025

E-mail: F.ardestani@qaemshahriau.ac.ir

Journal of Microbial World 2016, 9(2): 121-132.