بررسی اثر آنزیم آلفا آمیلاز بر کیفیت ماکارونی

محمد شاهدی[۱] و بیتا منصوری[۲]

چکیده

ماکارونی یکی از تولیدات صنایع غذایی است که از دستهٔ فراورده‌های خمیری محسوب می‌گردد. فراورده‌های خمیری معمولاً از سمولینا تهیه می‌شوند. این آرد از آسیاب کردن گندم دوروم و یا گندم‌های سخت، تحت یک فرآیند خاص به دست می‌آید. در این تحقیق، برای بررسی تأثیر آنزیم آلفا آمیلاز بر کیفیت ماکارونی، سه رقم گندم دوروم، یاواروس، آلتار ۸۴ و زردک انتخاب، و از هر رقم مقداری گندم جوانه زده تهیه شد. نمونه‌های جوانه زده هر رقم بانمونه‌های جوانه نزده همان رقم مخلوط شد تا سمولینا با سه دامنه عدد فالینگ ۵۰۰-۱۰۰۰، ۳۰۰-۳۵۰ و ۱۵۰ - ۲۰۰ به دست آمد.

با مطالعاتی که انجام شد، مشخص گردید که حضور فعال آنزیم آلفاآمیلاز در سمولینا باعث کاهش زمان پخت و رنگ ماکارونی تولیدی می‌شود. در صورتی که مقدار آنزیم کم باشد، مقدار مدول الاستیسیته و مقاومت شکنندگی ماکارونی‌ها افزایش می‌یابد. این تحقیق نشان داد تغییرات میزان آنزیم آلفاآمیلاز، بر رنگ سمولینا و میزان افت پخت ماکارونی تأثیر ندارد.

واژه‌های کلیدی: *گندم دوروم، آنزیم آلفا آمیلاز، عدد فالینگ، ماکارونی*

مقدمه

یکی از بزرگ‌ترین مشکلات قرن حاضر، مسئله کمبود مواد غذایی و افزایش روز افزون جمعیت است. در این میان، استفاده هر چه بهتر از مواد غذایی موجود، خصوصاً منابع گیاهی، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (۱۱). یکی از مهم‌ترین و پرمصرف‌ترین منابع گیاهی، گندم است. در کشورهای اروپایی، مصرف گندم، بیشتر به صورت محصولاتی غیر از نان، هم چون ماکارونی است. به طوری که در برخی از کشورها مانند ایتالیا ماکارونی جزو غذاهای سنتی محسوب می‌گردد. در ایران، به علت عدم استفاده از سمولینا و جای‌گزین کردن آرد نول به عنوان آرد مصرفی در تهیه ماکارونی، کیفیت این محصول کاهش

۱. دانشیار صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
۲. کارشناس ارشد صنایع غذایی، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیهٔ بذر چغندرقند، کرج

یافته است. بنابراین، بررسی عوامل مؤثر جانبی بر ماکارونی‌های تولیدی، می‌تواند عاملی در بهبود کیفیت آن باشد.

در گندم جوانه زده، به مقدار زیاد آنزیم آلفا آمیلاز وجود دارد، که با آزمایش‌هایی که به روش الکتروفورز انجام شده، مشاهده کرده‌اند هشت ترکیب مختلف از این آنزیم در گندم‌های دوروم جوانه زده موجود است (۱۵).

با توجه به آن که ژلاتینه شدن نشاسته غلات در حرارت‌های ۵۵-۵۶ درجه سانتی‌گراد اتفاق می‌افتد، و اثر هیدرولیزی این آنزیم بر نشاسته ژلاتینه شده بیشتر می‌باشد، بررسی آثار منفی آنزیم آلفا آمیلاز بر محصولات خمیری قابل توجه است (۱۴). اثر این آنزیم در نمونه‌های حاصل از گندم‌های ضعیف (با پروتئین کم) بیشتر می‌شود (۸).

دربارهٔ اثر آنزیم آلفا آمیلاز بر کیفیت محصولات خمیری، بین پژوهشگران اختلاف نظر وجود دارد. دیک وهمکاران (۶) گزارش کردند که جوانه زنی اثری بر سختی اسپاگتی، میزان افت پخت[1]، و وزن پس از پخت اسپاگتی ندارد. دکستر و ماتسو (۴) نیز اظهار داشتند چسبندگی نمونه‌ها به خسارت جوانه زنی بستگی ندارد. برعکس، ماتسو (۱۲) گزارش کرد که حضور آنزیم آلفا آمیلاز در برخی از نمونه‌های سمولینا باعث آثار منفی در محصولات خمیری حاصله از آنها می‌شود، به ویژه در مواقعی که میزان این آنزیم در خمیر زیاد باشد. گرانت و همکاران (۸) دریافتند که خسارت جوانه زدن دانه، شامل کاهش جذب آب خمیر، ترک خوردگی محصولات در طی مدت انبار داری، خرد شدن رشته‌ها در مدت زمان نگهداری آنها، افزایش افت پخت و تغییرات جزئی رنگ محصول نهایی، و در نهایت کاهش چسبندگی محصول حاصله می‌باشد. درصد آب خمیر نیز روی چسبندگی محصول نهایی مؤثر است. افزودن آب، بیش از حد مطلوب به خمیر باعث افزایش چسبندگی محصول می‌گردد (۲).

عامل دیگری که روی کیفیت و مخصوصاً میزان افت پخت ماکارونی مؤثر است، مدت زمان انبارداری آن می‌باشد. با افزایش مدت زمان انبارداری ماکارونی افت پخت آن کاهش می‌یابد (۵).

هدف از این تحقیق بررسی اثر آنزیم آلفا آمیلاز بر کیفیت ماکارونی است. آزمایش‌های مختلف، در سه دامنه عدد فالینگ ۱۵۰-۲۰۰، ۳۰۰-۳۵۰ و ۵۰۰-۱۰۰۰ (نمونه‌های اصلی بدون استفاده از گندم جوانه زده) انجام شده است.

مواد و روش‌ها

برای انجام آزمایش از سه رقم گندم دوروم، یاواروس، آلتار ۸۴ و زردک استفاده شد. این گندم‌ها از موسسه اصلاح نهال و بذر سازمان تحقیقات کشاورزی، واقع در شهرستان کرج تهیه شد. رقم یاواروس در کرج، آلتار در اهواز و زردک در کرمانشاه، در موسسه تحقیقات کشاورزی تولید شده است.

کلیه آزمایش‌ها در سه تکرار انجام شد، و در صورتی که تفاوت بارزی بین نتایج حاصله به دست می‌آمد، تا پنج تکرار در نظر گرفته می‌شد. ابتدا به منظور شناسایی خصوصیات کیفی هر رقم از گندم‌های انتخاب شده، تعدادی آزمایش اولیه بر روی آنها انجام شد. به منظور اندازه‌گیری پروتئین نمونه‌ها از روش کجلدال (N ×۵/۷)استفاده گردید (۱). اندازه‌گیری خاکستر نمونه‌ها با استفاده از کوره، در دمای ۵۰۰-۵۵۰ درجه سانتی‌گراد انجام شد (۱). به منظور اندازه‌گیری گلوتن گندم‌ها از دستگاه گلوتامیک استفاده به عمل آمد. برای بررسی فعالیت آلفا آمیلاز نمونه‌ها دستگاه فالینگ نامبر به کار رفت (۱۴). بر روی نمونه‌ها آزمایش زلنی نیز انجام گرفت (۱).

علاوه بر این مشخصات، خواص کیفی ظاهری نمونه‌ها از نظر شیشه‌ای بودن، وجود لکه‌های آردی و لکه‌های قهوه‌ای، وزن هکتولیتر و درصد سن زدگی هر نمونه نیز مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل در جدول ۱ مشاهده می‌شود. به منظور بررسی اثر آنزیم آلفا آمیلاز، از هر رقم گندم حدود ۱۰۰ گرم نمونه به مدت ۲۴ ساعت در دمای محیط، به طور غوطه‌ور در

1. Cooking loss

جدول ۱. ترکیب شیمیایی و فاکتورهای ظاهری گندم‌های یاواروس، زردک و آلتار ۸۴

فاکتورهای اندازه‌گیری شده	یاواروس	زردک	آلتار ۸۴
درصد پروتئین	۱۲/۶۵	۱۴/۱۵	۱۳/۲
درصد گلوتن	۲۸	۴۴	۳۳
درصد گلوتن خشک	۷	۱۴	۱۰
اندیس گلوتن	۷	۱۸	۱۸
درصد رطوبت	۱۰/۹	۱۱/۵	۱۱
درصد خاکستر	۱/۸	۱/۷	۱/۵۵
عدد زلنی	۰/۱۳	۰/۱۸	۰/۱۴
عدد فالینگ	۵۱۷	۹۷۰	۵۷۱
هکتولیتر (kg)	۸۰/۹۰	۷۹/۷۰	۷۷/۸
درصد لکه آردی	۱۶/۲	۳/۳	۵/۵
درصد سن زدگی	۱/۵	۰	۰/۵
میزان سمولینا (درصد)	۶۸	۷۵/۲۵	۷۵/۲۷

آب قرار داده شد. سپس، نمونه‌ها به مدت ۳۶-۴۸ ساعت در شرایط مرطوب (بین دو ورقه کاغذ صافی خیس) نگهداری شدند. به محض این که جوانه‌های گندم شروع به رشد کرد، رطوبت قطع گردیده و گندم‌های جوانه زده در دمای محیط خشک شدند (۸).

برای انجام آزمایش، گندم‌های جوانه زده به نسبت‌های مختلف با نمونه‌های جوانه نزده مخلوط شدند، و پس از آسیاب کردن به وسیله آسیاب آزمایشگاهی ساخت شرکت فالینگ نامبر آزمایش فالینگ نامبر بر روی آنها انجام گرفت. نسبت مخلوط کردن در حدی بود که در دو دامنه زمانی مختلف ۱۵۰-۲۰۰ و ۳۰۰-۳۵۰ ثانیه، عدد فالینگ به دست آمد. به منظور مقایسه، نمونه‌های جوانه نزده هر رقم گندم نیز در آزمایش‌ها وارد گردید. پس از آسیاب کردن نمونه‌ها به وسیله آسیاب تهیه سمولینا ساخت شرکت شوپن و تهیه سمولینا، از هر نمونه، ماکارونی پولک شکل تهیه شد. پس از عملیات پرس پولک‌ها تحت فشار ۸۰ بار، و عملیات خشک کردن نمونه‌ها در حرارت ۶۰-۶۵ درجه سانتی‌گراد، آزمایش‌های بررسی کیفیت بر روی پولک‌ها انجام شد.

برای آزمایش پخت نمونه‌ها از پولک تهیه شده، پولک‌های ریزی به شعاع ۳/۵ میلی‌متر تهیه، و سپس در آون ۶۰-۶۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک گردید. سپس نمونه‌های تهیه شده در آب جوش قرار گرفته و در زمان‌های مختلف، نمونه‌ای از پولک‌ها زیر وزنه دو کیلوگرمی قرار داده شد. زمان له شدن پولک‌ها نشانه پایان آزمایش منظور گردید. طولانی‌تر بودن زمان له شدن پولک‌های در حال پخت، نشانه کیفیت بالاتر محصول است (۷ و ۹).

به منظور بررسی میزان چسبندگی نمونه‌ها، پولک‌های تهیه شده به مدت ۱۰ دقیقه در آب مقطر پخته شدند. سپس از آب خارج شده، و پس از پنج دقیقه تأمل میزان چسبندگی نمونه‌ها توسط دستگاه اینسترون[1] اندازه‌گیری شد. برای استفاده از دستگاه اینسترون، در یک صفحه پلکسی گلاس سوراخی به قطر پنج سانتی‌متر ایجاد گردید. این صفحه بر روی صفحه فلزی دستگاه

1. Instron 1140

پیچ و هر نمونه پولک بین این دو صفحه قرار داده شد. کاوند استوانه‌ای شکل[1] دستگاه، بر روی پولک پخته شده فشار مشخصی وارد می‌کرد، و نیروی منفی که هنگام برگشت کاوند استوانه‌ای شکل ثبت می‌شد، به عنوان میزان چسبندگی نمونه در نظر گرفته می‌شد. کاوند استوانه‌ای شکل بر هر نمونه به مدت پنج ثانیه فشار وارد می‌آورد (۸ و ۱۰).

آزمایش مودول الاستیسیته و بررسی میزان شکنندگی ماکارونی‌ها نیز توسط دستگاه اینستران، و با روش تعیین مقاومت نهایی خمشی انجام شد، و نتایج حاصله طبق فرمول‌های زیر بررسی و کنترل گردید.

$$V=\frac{3FL}{WT^2}$$

V = تنش کششی (gr/cm^2)

F = نیروی متمرکز بر نقطه‌ای در وسط تیغه مستطیل شکل ماکارونی (gr)

L = فاصله بین دو تکیه‌گاه قرار دادن نمونه (cm)

W = عرض نمونه (cm)

T = ضخامت نمونه (cm)

مودول الاستیسیته ورقه ماکارونی، با استفاده از مقدار نیرو و انحراف ایجاد شده، طبق فرمول زیر به دست می‌آید:

$$E=\frac{FL^3}{48DI}$$

E = مودول الاستیسیته (gr/cm^2)

L = فاصله بین دو تکیه‌گاه (cm)

D = مقدار انحراف (cm)

$$I=\frac{wT^3}{12}$$

Moment of Inertia=I (cm^4)

W = عرض نمونه (cm)

T = ضخامت نمونه (cm)

برای تعیین افت پخت، هر سه عدد نمونه از پولک‌های تهیه شده در ۵۰ سانتی‌متر آب مقطر جوش به مدت ۱۰ دقیقه پخته، سپس آب پخت آنها در آون ۱۰۰ درجه خشک شد. با توجه به وزن ظرف پیش از عملیات و پس از خشک شدن آب پخت نمونه‌ها، وزن ماده حل شده در آب پخت تعیین و از روی آن درصد افت پخت نمونه‌ها محاسبه گردید (۳ و ۸).

رنگ سمولیناها طبق روش ایکاردا تعیین و با رنگ‌های استاندارد و شماره‌بندی شده مقایسه شد.

برای اندازه‌گیری رنگ ماکارونی، از دستگاه دیتاکالر استفاده شد، و با محاسبه فاکتورهای d ،a و b در سیستم هانترلب، و استفاده از فرمول $E=\sqrt{(a)^2+(b)^2+(l)^2}$، میزان تیرگی نمونه‌ها به دست آمد.

برای تجزیه و تحلیل داده‌های به دست آمده و نتیجه‌گیری آزمایش‌های انجام گرفته، از روش‌های آماری تجزیه واریانس و آزمون دانکن استفاده گردید.

نتایج و بحث

اثر آنزیم آلفا آمیلاز بر زمان پخت ماکارونی

نتایج نشان داد که تغییرات میزان آنزیم بر زمان پخت نمونه‌ها در سطح یک درصد تأثیر معنی‌دار دارد. با مقایسه میانگین‌ها مشخص شد که در هر سه رقم گندم، با افزایش میزان آنزیم آلفا آمیلاز، زمان پخت نمونه‌ها کاهش می‌یابد. باتوجه به این که حضور آنزیم آلفا آمیلاز در نمونه‌ها باعث تخریب پیوندهای (۴-۱) آمیلوز می‌شود، و این که جذب آب نمونه در این حالت بالا می‌رود (۱۶)، کوتاه شدن زمان پخت در نمونه‌ها با میزان آلفاآمیلاز بالا، امری طبیعی می‌باشد. در این حالت نمونه‌ها سریع‌تر پخته شده و حالت و فرم خود را از دست می‌دهند (شکل ۱ و جدول ۲).

رابطه مقدار آنزیم آلفاآمیلاز سمولینا و رنگ آن

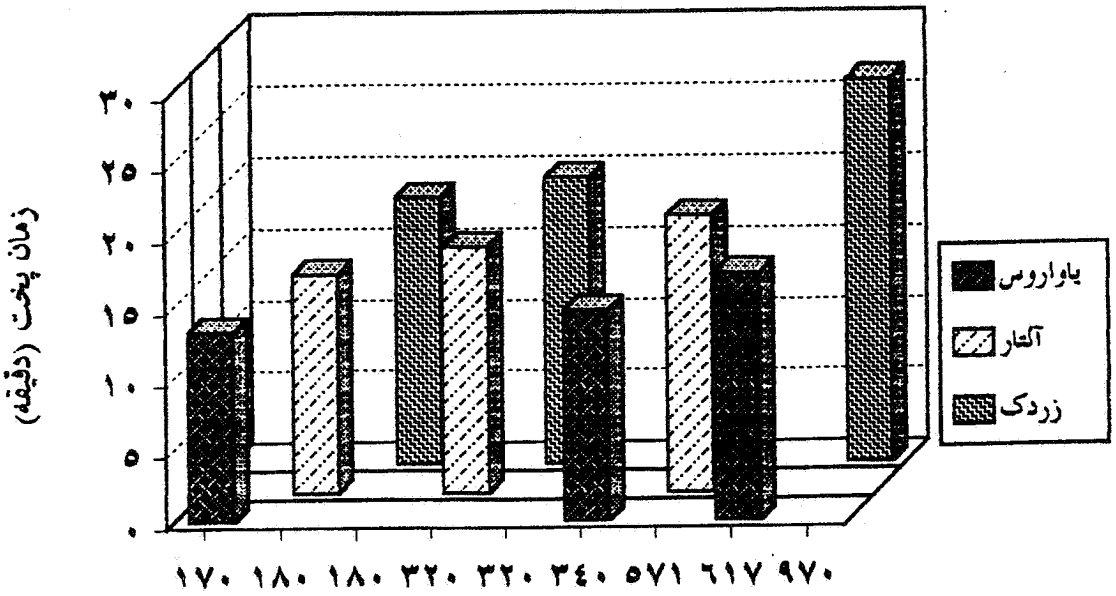
مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تغییرات میزان آنزیم، بر رنگ سمولینای نمونه‌ها تأثیری نمی‌گذارد. بین هر سه رقم، در سطح آماری پنج درصد، اختلاف رنگ مشاهده نشد. نظر به این که اثر آنزیم آلفاآمیلاز بیشتر بر نشاسته ژلاتینه شده می‌باشد (۱۴)، و در گندم و حالت آرد شده آن (سمولینا) تأثیر زیادی نمی‌گذارد،

1. Compressimeter probe

جدول ۲. مقایسه میانگین‌های زمان پخت، رنگ سمولینا و رنگ ماکارونی حاصل از سه رقم گندم، در سه سطح آنزیم آلفاآمیلاز[1]

تیمار	میانگین زمان پخت (دقیقه)	آزمون دانکن (٪۵)	میانگین رنگ سمولینا	آزمون دانکن (٪۵)	میانگین رنگ ماکارونی در سیستم هانترلب	آزمون دانکن (٪۵)
یاواروس ۱	۱۷/۳۳۳	D	۴/۶۶۷	AB	۷۶/۷۶	A
یاواروس ۲	۱۴/۶۶۷	E	۴/۳۳۳	AB	۷۴/۵۸۳	B
یاواروس ۳	۱۳/۳۳۳	F	۴/۳۳۳	AB	۷۳/۰۳۷	D
آلتار ۱	۱۹/۳۳۳	BC	۴/۳۳۳	AB	۷۴/۶۰۰	B
آلتار ۲	۱۷/۱۶۷	D	۴/۳۳	AB	۷۴/۴۸۳	B
آلتار ۳	۱۵/۳۳۳	E	۳/۶۶۷	B	۷۲/۲۳۰	E
زردک ۱	۲۶/۶۶۷	A	۴/۶۶۷	AB	۷۳/۷۶۳	C
زردک ۲	۲۰/۰۰۰	B	۵/۳۳۳	A	۷۲/۸۱۷	D
زردک ۳	۱۸/۶۶۷	C	۵/۰۰۰	A	۶۸/۳۳۷	F

۱. در هر ستون، میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، فاقد تفاوت آماری در سطح ۹۵٪ می‌باشند.

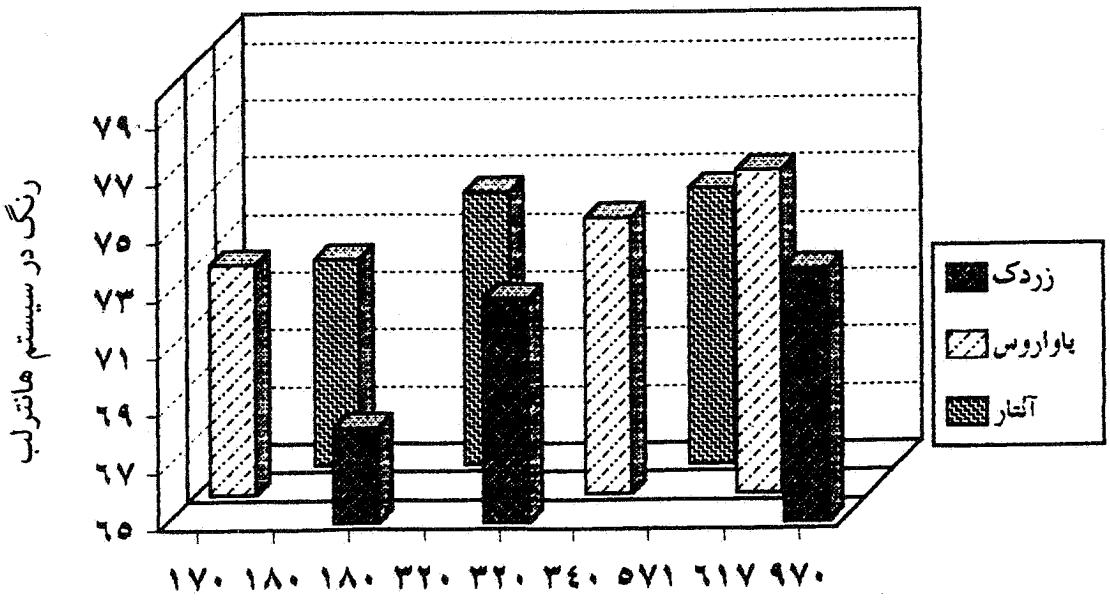


شکل ۱. اثر آنزیم آلفاآمیلاز بر زمان پخت ماکارونی

معنی‌دار نبودن تفاوت رنگ سمولیناها در نمونه‌های مختلف قابل پذیرش است (جدول ۲).

اثر آنزیم آلفاآمیلاز بر رنگ ماکارونی

در هر سه رقم، با افزایش میزان آلفاآمیلاز، بر تیرگی نمونه‌ها افزوده شده است. این نتیجه با آنچه توسط پژوهشگران دیگر گزارش شده است مطابقت دارد (۸)، وعلت آن می‌تواند اثر آنزیم بر تجزیه نشاسته، و فراهم شدن محیط مناسب برای واکنش‌های قهوه‌ای شدن در نمونه‌ها باشد (شکل ۲ و جدول ۲).



شکل ۲. اثر آنزیم آلفا آمیلاز بر رنگ ماکارونی

اثر آنزیم آلفاآمیلاز بر افت پخت ماکارونی

نتایج نشان داد که افزایش میزان آنزیم بر افت پخت نمونه‌ها اثری نداشته است. تنها در مورد رقم زردک، در صورتی که میزان آنزیم افزایش ناگهانی داشته باشد، و در محیط تا عدد فالینگ (۱۵۰-۲۰۰ ثانیه) باشد، باعث افزایش افت پخت نمونه می‌شود. ولی در مجموع، در صورتی که تفاوت افزایش آنزیم در محیط بالا نباشد، مقادیر جزئی این آنزیم و تأثیر آن در تخریب نشاسته در حدی نمی‌باشد که در افت پخت ماکارونی‌های تولیدی اثر منفی بگذارد (جدول ۳).

اثر آنزیم آلفاآمیلاز بر میزان مدول الاستیسیته ماکارونی

در نمونه‌های آلتار و زردک، مشاهده شد که با افزایش آنزیم در حد عدد فالینگ (۳۰۰-۳۵۰ ثانیه)، میزان مدول الاستیسیته نمونه‌ها بهبود می‌یابد، ولی در مورد رقم یاواروس این تفاوت معنی‌دار نبود.

با توجه به آن که میزان مدول الاستیسیته ماکارونی بیشتر به مقدار گلوتن آن بستگی دارد (۷)، آنزیم آلفا آمیلاز، که بیشتر بر نشاسته تأثیر می‌گذارد، نمی‌تواند در میزان مدول الاستیسیته ماکارونی مؤثر باشد، ولی حضور کم آنزیم در نمونه‌ها باعث افزایش میزان آمیلوز آنها می‌گردد (۸). این نکته که آمیلوز نیز یکی از عوامل مؤثر بهبود در میزان مدول الاستیسیته ماکارونی است، افزایش میزان مدول الاستیسیته نمونه با افزایش جزئی آنزیم را قابل توجیه می‌کند (جدول ۳). ماتسو و همکارانش نیز در پژوهش‌های خود به مشابه این نتایج رسیده‌اند (۱۳).

اثر آنزیم آلفاآمیلاز بر مقاومت شکنندگی ماکارونی

نتایج به دست آمده در این زمینه، همانند اثر این آنزیم در مدول الاستیسیته نمونه‌ها است. به عبارتی، با افزایش میزان آنزیم در حد عدد فالینگ (۳۰۰-۳۵۰ ثانیه)، مقاومت شکنندگی نمونه‌ها بهتر می‌شود. این موضوع به تولید آمیلوز در نمونه‌ها، با افزایش میزان آنزیم باز می‌گردد (جدول ۳). نتایج مذکور با نتایج گزارش شده دیگر پژوهشگران هماهنگی دارد (۸ و ۱۳).

اثر آنزیم آلفاآمیلاز بر چسبندگی ماکارونی

حضور آنزیم آلفاآمیلاز در نمونه‌ها، تأثیری بر چسبندگی آنها نداشته است. البته در رقم آلتار مشاهده می‌شود که با افزایش

جدول ۳. مقایسه میانگین‌های افت پخت، مدول الاستیسیته و مقاومت شکنندگی نمونه‌های ماکارونی، در سه سطح آنزیم آلفاآمیلاز[۱]

تیمار	میانگین افت پخت (دقیقه)	آزمون دانکن (٪۵)	میانگین مدول الاستیسیته (gr/cm^2)	آزمون دانکن (٪۵)	میانگین تنش کششی (gr/cm^2)	آزمون دانکن (٪۵)
یاواروس ۱	۵/۳۷۸	A	۱۹۸۰/۵۶۷	C	۳۵۵/۷۳۳	E
یاواروس ۲	۵/۱۱۰	AB	۲۰۹۵/۵۶۷	BC	۳۸۰/۲۶۷	E
یاواروس ۳	۴/۶۰۰	AB	۲۵۹۰/۹۳۳	BC	۴۹۰/۶۶۷	DE
آلتار ۱	۵/۶۷۰	A	۲۹۱۳/۳۳۳	B	۴۶۶/۱۳۳	DE
آلتار ۲	۵/۶۶۳	A	۲۷۷۰/۰۰۰	A	۷۷۴/۴۰۰	AB
آلتار ۳	۵/۶۸	A	۲۴۸۴/۶۶۷	BC	۴۹۶/۸۰۰	DE
زردک ۱	۳/۵۱۷	B	۲۸۲۱/۳۳۳	BC	۵۶۴/۲۶۷	CD
زردک ۲	۴/۷۰۰	AB	۴۰۲۴/۴۳۳	A	۹۱۱/۲۰۰	A
زردک ۳	۰/۵۱۷	A	۲۶۳۷/۳۳۳	BC	۷۰۵/۳۳۳	BC

۱. در هر ستون، میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، فاقد تفاوت آماری در سطح ۹۵٪ می‌باشند.

جدول ۴. مقایسه میانگین‌های میزان چسبندگی نمونه‌های ماکارونی، در سه سطح آنزیم آلفاآمیلاز[۱]

تیمار	میانگین چسبندگی (kg/cm^2)	آزمون دانکن (٪۵)
یاواروس ۱	۰/۷۸۰	ABC
یاواروس ۲	۰/۹۸۷	ABC
یاواروس ۳	۰/۶۶۳	ABC
آلتار ۱	۰/۲۷۷	C
آلتار ۲	۱/۵۰۳	A
آلتار ۳	۱/۱۶۷	AB
زردک ۱	۱/۰۰۳	ABC
زردک ۲	۰/۵۵۳	ABC
زردک ۳	۰/۴۹۷	BC

۱. میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، فاقد تفاوت آماری در سطح ۹۵٪ می‌باشند.

میزان آنزیم در حد عدد فالینگ ۳۵۰ ثانیه، چسبندگی نمونه‌ها زیاد شده است. پژوهشگران دیگر گزارش کرده‌اند که حضور آنزیم آلفا آمیلاز در نمونه‌ها، تأثیری بر چسبندگی ماکارونی تولیدی ندارد، و یا باعث کاهش چسبندگی آن می‌شود (۴). این که در دو نمونه یاواروس و زردک نیز از نظر عددی، افزایش میزان آنزیم، باعث کاهش چسبندگی نمونه‌ها شده، احتمالاً می‌توان افزایش چسبندگی نمونه‌های آنزیم دار رقم آلتار را یک نوع خطا به حساب آورد (جدول ۴).

سپاسگزاری

لازم می‌دانیم از آقای دکتر ایرانی، که در جمع آوری مطالب و ارائه آنها ما را یاری نمودند، هم چنین، از مسئولین بخش شیمی غلات موسسه اصلاح نهال و تهیه بذر کرج، و دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، به خاطر فراهم نمودن امکانات آزمایشگاهی و تحقیقاتی سپاسگزاری نماییم.

منابع مورد استفاده

۱. پروانه، و. ۱۳۷۱. کنترل کیفی و آزمایش‌های شیمیایی مواد غذایی. انتشارات دانشگاه تهران.

2. Chen, W. Z. and R. C. Hoseney. 1995. Wheat flour compound that produces sticky dough: Isolation and identification. J. Food Sci. 60(3): 434-437.

3. De Egidio, M. G. 1982. Standardization of cooking quality analysis in macaroni and pasta products. Cereal Foods World 27: 367-371.

4. Dexter, J. E. and R. R. Matso. 1983. Spaghetti stickness: Some factors influencing stickness and relationship to other cooking quality characteristics. J. Food Sci. 48: 1545-1551.

5. Dexter, J. E. and R. R. Matsuo. 1990. The spaghetti making quality of commercial durum wheat samples with variable-amylase activity. Cereal Chem. 67(5): 405-412.

6. Dick, J. W., D. E. Walshand and K. A. Gilles. 1974. The effect of field sprouting on the quality of durum wheat. Cereal Chem. 51: 180-188.

7. Fabriani, G. and C. Litas. 1992. Durum Wheat: Chemistry and Technology. Institu Nazionale Della Nurrizone, Rome, Italy.

8. Grant, L. A., J. W. Dick and D. R. Shelton. 1993. Effects of drying temperature, starch damage, sprouting and additives on spaghetti quality characteristics. Cereal Chem. 70(6): 676-684.

9. Grzybowski, R. A. and B. J. Donnelly. 1979. Cooking properties of spaghetti: Factors affecting cooking quality. J. Agric. Food Chem. 27: 380-384.

10. Guan, F. and P. A. Selb. 1994. Instrumental probe and method to measure stickiness of cooked spaghetti and noodles. Cereal Chem. 71(4): 380-384.

11. Kent, N. L. 1983. Technology of Cereal. 3rd. Ed., PP. 96-226, Oxford, New York.

12. Matsuo, R. R. 1987. The Effect of Enzymes on Pasta and Noodle Products. PP. 325-334. American Association of Cereal Chem., U.S.A.

13. Matsuo, R. R. and G. N. Irvine. 1970. Effect of gluten on the cooking quality of spaghetti. Cereal Chem. 47: 173-181.

14. Perten, H. 1964. Application of the falling number method for evaluation of alpha-amylase activity. Cereal Chem. 41(3): 127-139.

15. Samson, M. F. and M. H. Moral. 1995. Heat denaturation of durum wheat semolina α-amylase effects of chemical factors and pasta processing conditions. J. Food Sci. 60(6): 1313-1320.

16. Warchlewski, T. R. and R. Tkachuk. 1978. Durum wheat α-amylase: Isolation and purification. Cereal Chem. 55(2): 140-156.