نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد 10، شماره 3، پاییز 1393، ص. 283-276

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 10, No. 3, Fall 2014, p. 276-283

ارزیابی و مقایسه ویژگی‌های میکروبی، حسی و پخت اسپاگتی‌های تولیدی به روش قدیمی و مدرن

بهزاد ناصحی[1*]

تاریخ دریافت:1392/2/30
تاریخ پذیرش:1392/6/12

چکیده

کیفیت تولید فرآورده‌های خمیری که در تمام کشورهای دنیا، محصولی شناخته شده هستند، وابسته به نوع آرد و فنآوری تولید است. در حال حاضر بخشی از تولید با استفاده از آرد گندم معمولی و با فنآوری قدیمی و بخشی دیگر با آرد سمولینا و فنآوری مدرن صورت می‌گیرد. در این پژوهش برای ارزیابی کیفیت اسپاگتی‌های تولیدی کشور از تمام کارخانه‌های استان خوزستان که به روش قدیمی تولید می‌کردند نمونه‌برداری شد و ویژگی‌های آن‌ها براساس استانداردهای موجود با فرآورده شرکت‌های با فنآوری مدرن کشور به عنوان کنترل مورد مقایسه قرار گرفت. تجزیه و تحلیل نتایج نشان داد که ویژگی‌های پخت، شیمیایی، حسی و میکروبی دارای اختلاف معنی‌داری ($p\leq0/05$) بودند. به طوری که مقدار پروتئین و زمان پخت این اسپاگتی‌ها کمتر و افت پخت‌شان بیشتر از نمونه‌های کنترل بود. از سوی دیگر داوران ظاهر، رنگ و طعم تمام نمونه‌های کنترل را بهتر ارزیابی کردند. همچنین بررسی نتایج مربوط به ویژگی‌های میکروبی نشان داد که تعداد کل میکروارگانیسم‌های مورد بررسی به‌جز کلی‌فرم در تمام نمونه‌ها در حد استاندارد بود، با این حال، شدت آلودگی در نمونه‌های تولیدی به‌روش قدیمی، بیشتر از نمونه‌های کنترل بود.

واژه‌های کلیدی: آرد سمولینا، افت پخت، خشک‌کن، شمارش کلی، اکستروژن

مقدمه

فرآورده های خمیری در تمام کشورهای دنیا، محصولی شناخته شده هستند. آنها به دلیل برخورداری از کربوهیدرات‌های مرکب و شاخص گلایسمی کمتر، نسبت به بسیاری از محصولات غله‌ای مانند نان و برنج از نظر تغذیه‌ای برتری دارند. ایتالیا با تولید سالانه سه میلیون تن و مصرف سرانه حدود 30 کیلوگرم، بزرگترین تولیدکننده و مصرف‌کننده این فرآورده‌ها محسوب می‌شود. ایران نیز با تولید 700 هزار تن و مصرف سرانه حدود 8 کیلوگرم در بین کشورها دارای جایگاه مهمی در این رابطه است (شهیدی و همکاران، 1386).

آرد سمولینا از گندم درشت و دانه سخت دروم تهیه می‌شود و دارای پروتئین، سختی و رنگدانه زرد بیشتری نسبت به آرد سایر گندم‌ها می‌باشد. به طور کلی هر چه میزان پروتئین سمولینا بالاتر باشد، بافت اسپاگتی بهتر خواهد بود و همچنین نشاسته کمتری در طی پخت تراوش می‌کند. به طوری که اسپاگتی با بافت خوب از گندم‌های با گلوتنین زیاد و گلیادین کم حاصل می‌شود (Malcolmson *et al*., 1993). تشکیل شبکه پروتئینی ضعیف یا گسسته در حین پخت، زمینه خروج مواد بیشتری را در حین ژله‌ای شدن نشاسته فراهم می‌کند. این مواد موجب چسبنده شدن محصول نیز می‌شوند. پژوهش‌ها نشان داده است که بین مقدار آمیلوز و کیفیت اسپاگتی رابطه‌ی معکوسی وجود دارد (Sharma *et al*., 2002). در این راستا افزودن منوگلیسیریدهای تجاری که به‌دلیل اتصال به آمیلوز سبب کاهش چسبندگی محصول و بهبود تحمل آن‌ها به پخت اضافی می‌شوند، ارزشمند است (Matsuo *et al*., Mercier *et al*., 1980; 1986).

اسپاگتی مناسب از آرد سمولینایی با میزان خاکستر کمتر از 0/9 درصد تولید می‌شود. زیرا افزایش میزان خاکستر سبب تولید محصول بسیار تیره و بد طعم خواهد شد (شهیدی و همکاران، 1386). از سوی دیگر حضور لیپوکسیژناز به‌دلیل تسریع واکنش‌های اکسیداسیون اسیدهای چرب غیراشباع و کاروتینوئیدها موجب افت رنگ فرآورده خمیری و کاهش گروه‌های سولفیدریل می‌شود (Delcros *et al*., 1998; Siedow, 1991). اگر اسپاگتی از گندم جوانه‌زده تهیه شود دارای وزن پخت و چسبندگی کمتر و کربوهیدرات‌های محلول و افت پخت بیشتری خواهد بود (Grant *et al*., 1993). امروزه و با استفاده

1- استادیار، گروه صنایع غذایی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین
(* - نویسنده مسئول: Email: b_nasehi@yahoo.com)

از فنآوری‌های مدرن، امکان استفاده از آرد سمولینایی با اندازه‌ای نزدیک به آرد معمولی امکان‌پذیر شده است. بنابراین به‌علت جذب سریع آب این نوع سمولینا، زمینه تولید خمیری یکدست و بهتر در زمان کمتر فراهم می‌شود (شهیدی و همکاران، 1386). البته همگام با کاهش اندازه سمولینا، وزن پخت افزایش و سفتی کاهش می‌یابد (Grant et al., 1993). بهینه‌سازی تمام مراحل تولید برای رسیدن به اسپاگتی با کیفیت عالی ضروری است. به عنوان مثال، برای اختلاط مناسب خمیر در زمانی که از سمولینای زبر استفاده می‌شود، به 5 تا 10 دقیقه زمان و 30 درصد آب (بر مبنای آرد) با دمای 40 تا60 درجه سانتی‌گراد نیاز است. استفاده از آب گرم موجب بهبود رنگ، نرمی خمیر، تسهیل اکستروژن و صاف‌تر شدن سطح محصول می‌شود. در صورتی که از سمولینای نرم استفاده شود، به آب با درجه حرارت کمتری برای اختلاط نیاز است (Delcros *et al*, 1998).

اکستروژن فرآیندی است که موجب تغییرات اساسی در ساختمان فیزیکی فرآورده می‌شود. این عملیات موجب شکستن شبکه پروتئینی بخصوص در آرد ضعیف یا نرم می‌شود (Pagani *et al*., 1989). افزایش سرعت چرخش مارپیچ موجب افزایش فشار و درجه حرارت در اکسترودر و کاهش مقدار آب خمیر می‌شود. اعمال فشار در خمیرهای خیلی خشک، موجب افزایش درجه حرارت و کاهش کیفیت و رنگ آن‌ها می‌شود. از سوی دیگر، افزایش فاصله بین مارپیچ و سیلندر که در اثر ساییدگی رخ می‌دهد موجب کاهش فشار در اکسترودر، بدشکلی محصول و افت کیفیت آن می‌شود. درجه حرارت اکسترودر بر تمام ویژگی‌های کیفی اسپاگتی شامل رنگ، بافت و وزن پخت تأثیر می‌گذارد. به‌طوری که با افزایش درجه حرارت آن وزن پخت، سفتی و شاخص زردی افزایش می‌شود. بهترین محصول، زمانی تولید می‌شود که خمیر اسپاگتی در دمای 40 تا50 درجه سانتی‌گراد مرحله اکستروژن را طی کند (Abecassis *et al*., 1984).

دمای خشک‌کن بر رنگ، بافت، ویژگی‌های پخت و میکروبی فرآورده خمیری مؤثر است. در روش‌های مدرن به‌دلیل بکارگیری از درجه حرات‌های بسیار زیاد تا 100 درجه سانتی‌گراد، زمینه بهبود کیفیت و رنگ محصول و کاهش میکروارگانیسم، زمان فرآیند، چسبندگی و افت پخت فراهم می‌شود. همچنین آنزیم‌های آمیلولیتیک در روش‌های مدرن غیرفعال می‌شوند، بنابراین نشاسته کمتر مورد آسیب قرار می‌گیرد، از سوی دیگر میزان افت ویتامین‌ها نیز کمتر است (Malcolmson *et al*., 1993). در حال حاضر تعداد 1370واحد تولید فرآورده‌های خمیری با ظرفیت سالانه حدود 4200 هزار تن مشغول به‌کار هستند. تولید بیشتر آن‌ها با استفاده از آرد نول و به روش قدیمی یعنی تولید ناپیوسته، خشک کردن در دمای کم و عدم استفاده از خلاء در مراحل تولید می‌باشد، بنابراین محصول تولیدی از کیفیت مطلوبی برخوردار نیست. بنابراین برای بهبود کیفیت این فرآورده‌ها از سال 1377 تعدادی کارخانه با فنآوری‌های جدید راه‌اندازی شده‌اند که تولید آنها با استفاده از آرد سمولینا و به صورت پیوسته با بکارگیری از دماهای زیاد در مرحله خشک کردن و خلاء در مراحل تولید انجام می‌شود. طبق اطلاعات وزارت صنعت، معدن و تجارت، تعداد 94 کارخانه اسپاگتی با ظرفیت حدود 250 هزار تن در استان خوزستان وجود دارد (پورتال وزارت صنعت، معدن و تجارت، 1392). از آنجایی که تاکنون هیچ مقاله معتبری در خصوص مقایسه ویژگی‌های فرآورده‌های تولیدی کشور با این دو روش منتشر نشده است، در این پژوهش ویژگی‌های شیمیایی، پخت، حسی و میکروبی اسپاگتی‌های تولیدی به روش قدیمی با استانداردهای موجود و محصولات شرکت‌های با فناوری مدرن مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

مواد

نمونه های اسپاگتی شامل سه نمونه کنترل از کارخانه‌های با فنآوری مدرن کشور و هفت نمونه از تولیدات کارخانه‌های با فناوری قدیمی استان خوزستان، تهیه شدند که برای حفظ اطلاعات تولید، از ذکر نام آن‌ها خودداری می‌شود.

روش‌ها

ویژگی های شیمیایی تمام نمونه‌ها (رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر) براساس روش‌های مصوب استاندارد (AACC، 1995) تعیین شدند. ویژگی‌های پخت شامل زمان پخت و افت پخت با استفاده از روش مصوب استاندارد 50-16، AACC، 1990 و وزن پخت با روش مصوب استاندارد ملی به شماره 213 تعیین شدند. برای اندازه‌گیری قطر پخت، قطر رشته‌های اسپاگتی قبل و بعد از پخت با دستگاه ریز سنج (کولیس ورنیه) تعیین و براساس فرمول 1، افزایش قطر پخت محاسبه شد (Nasehi *et al*., 2009b).

افزایش قطر = [(A- B)/B]*100 (1)

A: قطر اسپاگتی پخته و B : قطر اسپاگتی خشک

اسیدیته با روش تیتراسیون تعیین شد، به طوری که پس از پخت اسپاگتی‌ها با روش مصوب (50-16، AACC، 1990)، 10 میلی‌لیتر از آب پخت پس از سرد شدن در حضور فنل فتالئین با سود 0/01 نرمال تا ظاهر شدن رنگ صورتی کمرنگ تیتر شد و اسیدیته بر حسب درصد اسیدلاکتیک با فرمول 2، تعیین گردید.

درصد اسیدیته = میلی لیتر سود مصرفی/ 20 (2)

بمنظور ارزیابی حسی، ابتدا نمونه‌های اسپاگتی پخته براساس روش سازمان بین المللی استاندارد، تهیه شدند (ISO, 1985). آزمون حسی در دمای حدود 20 درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی 45 درصد و در صبح و زیر نور مصنوعی زرد برای ارزیابی رنگ نمونه‌ها و قرمز

برای تعیین سایر ویژگی‌ها انجام شد. 30 داور ماهر که با مفاهیم رنگ و ظاهر، بافت و طعم نمونه‌ها آشنا بودند، کار ارزیابی را بر اساس آزمون لذت بخشی پنج نقطه‌ای از 1 (خیلی بد) تا 5 (خیلی خوب) انجام دادند (Nasehi et al., 2009a). به منظور ارزیابی ویژگی‌های میکروبی، ابتدا سوسپانسیون اولیّه تهیه شد، دین منظور 11 گرم نمونه‌ی آسیاب شده به 99 میلی‌لیتر سرم فیزیولوژیک استریل اضافه شد. برای شمارش کلی هوازی مزوفیل نمونه‌ها در دو رقت 10^{-3} و 10^{-4} و در دو تکرار که مجموعاً تعداد 144 پلیت را در شامل می‌شد کشت داده شدند. آگار مغذی محیط کشت مورد استفاده و کشت به صورت سطحی انجام شد. پلیت‌ها به مدت 3-2 روز در دمای 37/5 درجه سانتی‌گراد گرمخانه گذاری شدند. سپس تعداد پرگنه‌ها به‌وسیله‌ی دستگاه پرگنه‌شمار، تعیین شد. برای شمارش کلی‌فرم، از محیط کشت اختصاصی VRBA و روش کشت تک لایه یا دو لایه استفاده شد، سپس پلیت‌ها در گرمخانه 37 درجه سانتی‌گراد به مدت 2-1 روز قرار گرفتند (استاندارد ملی شماره 5272). به منظور کشت و شمارش کپک و مخمر از استاندارد ملی ایران شماره 2 – 10899 و 9899 و محیط کشت SDA استفاده شد. پلیت‌های کشت داده شده به صورت وارونه در گرمخانه در دمای 23 تا 25 درجه انتی‌گراد به مدت 5 تا 7 روز قرار گرفتند. این پژوهش به‌صورت طرح آماری کاملا تصادفی انجام گرفت. آزمایشات در سه تکرار انجام شدند، سپس میانگین و انحراف معیار محاسبه گردید. آنالیز واریانس یک طرفه و آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح آماری 5 درصد با استفاده از برنامه آماری SASS برای بررسی اختلافات بین تیمارهای مختلف، انجام گردید. نمودارها در برنامه کامپیوتری اکسل ترسیم شدند.

نتایج و بحث

جدول 1، نشان داد که مقدار این ویژگی‌ها در انواع اسپاگتی دارای تغییرات معنی‌داری ($p\leq0/05$) بود. به عبارت دیگر ویژگی‌های پخت با تغییر نمونه‌ها، تغییر کرده‌اند (جدول 2). بررسی تغییرات زمان

جدول 1- تجزیه واریانس ویژگی‌های پخت*

ویژگی	زمان پخت (دقیقه)	اسیدیته (درصد)	قطر خشک (میلیمتر)	قطر پخت (درصد)		افت پخت(درصد)		وزن پخت(درصد)	
				معمولی	اضافی	معمولی	اضافی	معمولی	اضافی
F	44/00*	571/03*	1/88*	293/16*	30/21*	43/72*	185/96*	171/95*	56/98*
R^2	0/951	0/996	0/457	0/992	0/931	0/951	0/988	0/987	0/962
CV	3/588	4/473	13/403	2/702	4/361	7/869	3/992	1/308	1/850

* معنی‌داری در سطح $p\leq0/05$

مقدار افت پخت شده است. از سوی دیگر بررسی تغییرات افت پس از پخت اضافی نمونه‌ها نیز همین نتایج را تأیید می‌کند. پژوهش‌های پیشین هم نشان دادند که کاهش مقدار پروتئین و یا خشک کردن فرآورده در دمای پایین، سبب افزایش افت پخت نمونه پخت نمونه‌ها نشان داد که مقدار میانگین‌ها بین 7/00 تا 12/27 دقیقه و در شش گروه ($p\leq0/05$) قرار گرفتند. بیشترین زمان پخت مربوط به نمونه‌های کنترل بود و سایر نمونه‌ها به دلیل استفاده از آرد نول به‌جای آرد سمولینا و خشک شدن در دمای کم، همگی زمان پخت کمی داشتند. سایر پژوهش‌ها نیز حاکی از آن است که کاهش مقدار گلوتن و کیفیت آن، موجب کاهش زمان پخت شده است (Nasehi *et al*., 2009b). بررسی تغییرات اسیدیته نمونه‌ها نشان داد که مقدار میانگین‌ها بین 0/25 تا 1/22 درصد و در هفت گروه ($p\leq0/05$) قرار گرفتند. مقایسه یافته‌های این پژوهش با سایر پژوهش‌ها نشان می‌دهد که مقدار اسیدیته نمونه‌های تولیدی به روش قدیمی تا حدودی زیاد است، شاید به این دلیل که دمای محیط در بیشتر روزهای سال بالا است که این موجب افزایش تنفس در گندم و آرد و همچنین تسریع فسادهای آنزیمی و میکروبی در فرآورده می‌شود (Matsuo *et al*., 1986; Nasehi *et al*., 2011).

همچنین بررسی قطر اسپاگتی‌های خشک در جدول 2، نشان داد که مقدار میانگین‌ها بین 1/27 تا 1/7 میلی‌متر قرار داشت. تغییرات افزایش قطر اسپاگتی‌ها پس از پخت معمولی بین 27/57 تا 59/63٪ و در شش گروه ($p\leq0/05$) قرار گرفتند. از سوی دیگر بررسی تغییرات افزایش قطر اسپاگتی‌ها پس از پخت اضافی نشان داد که مقدار میانگین‌ها بین 57/93 تا 95/67 درصد و در شش گروه ($p\leq0/05$) قرار گرفتند. بررسی یافته‌های جدول نشان داد علی‌رغم اختلاف معنی‌دار میانگین‌ها، افزایش قطر پس از پخت تابع نوع آرد مصرفی و تکنولوژی تولید نبود. تغییر افت پس از پخت معمولی اسپاگتی‌ها در جدول 2، نشان داد که مقدار میانگین‌ها بین 4/4 تا 10/0 درصد قرار داشت و در سطح 5 درصد در شش گروه قرار گرفتند. به طوری که نمونه‌های کنترل کمترین و سایر نمونه‌ها بیشترین افت را نشان دادند. بنابراین اگرچه مقدار افت در تمام نمونه‌ها از حد نهایی استاندارد ملی شماره 213 کمتر است، اما بین این شاخص و نوع آرد مصرفی و تکنولوژی تولید رابطه‌ی معنی‌داری ($p\leq0/05$) وجود داشت، بطوری که استفاده از آرد سمولینا بجای آرد نول باعث کاهش 50 درصدی فرآورده‌های خمیری می‌شود (Nasehi *et al*., 2009b; Mercier *et al*., 1980). از سوی دیگر بررسی روند افزایش وزن پس از پخت معمولی اسپاگتی‌ها نشان داد که مقدار میانگین‌ها بین 148 تا 212 درصد قرار داشت و در سطح 5 درصد در شش گروه قرار گرفتند. با

این حال افزایش وزن نمونه‌ها به‌جز یکی از نمونه‌های تولیدی به روش قدیمی، بیش از حداقل تعیین شده در استاندارد ملی شماره 213 بود، بنابراین اگرچه بین نمونه‌ها رابطه معنی‌داری ($p\leq0/05$) وجود داشت، اما تغییر وزن پخت تابع آرد مصرفی و تکنولوژی تولید نبود. از سوی دیگر بررسی تغییرات افزایش وزن پس از پخت اضافی نمونه‌ها نیز نتایج مشابهی داشت.

ویژگی های شیمیایی

نتایج تجزیه واریانس ویژگی‌های شیمیایی انواع اسپاگتی در جدول 3، نشان داد که اختلاف ترکیبات شیمیایی انواع اسپاگتی معنی‌دار ($p\leq0/05$) بود. به عبارت دیگر، ترکیبات شیمیایی با تغییر نمونه‌ها، تغییر کرده است. تحلیل نتایج حاصل در جدول 4، نشان داد که مقدار رطوبت در دامنه 8/61 تا 11/95 درصد بود که با توجه به استاندارد ملی شماره 213، در حد قابل قبول قرار داشت. با این حال میانگین رطوبت نمونه‌ها در نه گروه ($p\leq0/05$) قرار گرفتند. همچنین نتایج این بخش نشان داد که نمونه‌های تولیدی به روش قدیمی، دارای رطوبت کمتری نسبت به نمونه‌های کنترل بودند، این مسأله به دلیل خشک کردن بیش از اندازه محصولات در این روش به‌منظور کنترل فساد میکروبی، می‌باشد که از نظر اقتصادی هم مقرون به صرفه نیست (رجب‌زاده و همکاران، 1370).بررسی مقدار خاکستر نمونه‌ها در جدول 4، نشان داد که تغییرات در دامنه 0/11 تا 1/02 درصد قرار داشت و میانگین‌ها در سطح 5 درصد در هفت گروه قرار گرفتند. مقدار این ترکیب هم با توجه به استاندارد ملی شماره 213، در حد قابل قبول بود. این نتایج مطابق یافته‌های رجب‌زاده و همکاران (1370) و ناصحی و همکاران (2009a) است. اما مقدار پروتئین نمونه‌ها در دامنه 8/93 تا 13 درصد بود و میانگین نمونه‌ها در سه گروه ($p\leq0/05$) قرار گرفتند. بررسی جدول 4، نشان داد که مقدار پروتئین در تمام نمونه‌های تولیدی به روش قدیمی، پایین‌تر از حد استاندارد ملی شماره 213، یعنی حداقل 10 درصد است در حالی که مقدار پروتئین نمونه‌های کنترل در حد قابل قبول استاندارد هستند. این نتایج حاکی از تأثیر مواد اولیه بر کیفیت فرآورده‌ها می‌باشد، به طوری که استفاده از آرد سمولینا بجای آرد نول در تولید فرآورده‌های کنترل چنین دستآوردی داشته است (Nasehi *et al*., 2009a; Malcolmson *et al*., 1993). میانگین مقدار چربی نمونه‌ها در دامنه 1/35 تا 1/41 درصد و در سه گروه ($p\leq0/05$) قرار گرفتند. بررسی جدول 4، نشان می‌دهد که مقدار چربی نمونه‌های مورد آزمایش روند مشخصی ندارد. از سوی دیگر، زیاد بودن مقدار این ترکیب در مقایسه با یافته‌های دیگران نظیر رجب‌زاده و همکاران (1370) و ناصحی و همکاران (2009a)، یکی دیگر از دلایل اسیدیته بالا در نمونه‌های تولیدی به روش قدیمی است. این در حالی است که برای این شاخص هیچ عدد استانداردی وجود ندارد.

ارزیابی حسی

بررسی نتایج تجزیه واریانس ویژگی‌های حسی در جدول 3، نشان داد که اختلاف در مقدار ویژگی‌های حسی انواع اسپاگتی معنی‌دار ($p\leq0/05$) بود. به عبارت دیگر، ویژگی‌های حسی با تغییر نمونه‌ها، تغییرکرده است که نتایج آن در جدول 4، نمایان است.

بررسی نتایج مربوط به ظاهر اسپاگتی‌ها نشان داد که مقدار میانگین امتیازها بین 1/7 تا 4/9 قرار داشت و در سطح آماری 5 درصد در پنج گروه قرار گرفت. بررسی این نتایج نشان داد که بین ظاهر اسپاگتی و نوع آرد مصرفی و تکنولوژی تولید رابطه‌ای معنی‌داری وجود دارد، زیرا داوران ظاهر تمام نمونه‌های کنترل را خیلی خوب ارزیابی کردند، این در حالی است که این ویژگی برای بیشتر نمونه‌های تولیدی به روش قدیمی، بد گزارش شد. البته این نتایج قابل انتظار بود زیرا استفاده از آرد نول در فرمول و همچنین خشک کردن در دمای حدود 60 درجه سانتی‌گراد، زمینه خروج مقدار بیشتری آمیلوز را از نشاسته فراهم می‌کند که موجب ظاهر نامطلوب فرآورده می‌شود (Mercier *et al*., 1980). بررسی نتایج مربوط به رنگ اسپاگتی‌ها در جدول 4، نشان داد که مقدار میانگین امتیازها بین 3/4 تا 4/3 و در پنج گروه ($p\leq0/05$) قرار گرفتند. همچنین بین رنگ اسپاگتی و نوع آرد مصرفی و تکنولوژی تولید رابطه‌ای معنی‌داری وجود داشت، زیرا داوران رنگ نمونه‌های کنترل را بهتر از سایر نمونه‌ها ارزیابی کردند. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که علاوه بر بیشتر بودن مقدار رنگدانه در آرد سمولینا نسبت به آرد نول، شرایط تولید مانند مقدار خلاء و دمای خشک کردن در روش‌های مدرن به گونه‌ای است که آنزیم‌های مخرب رنگ از بین می‌روند، همچنین افزایش مقدار خاکستر هم زمینه بدرنگی را فراهم می‌کند (Sharma *et al*., 2002; Siedow, 1991). بررسی نتایج مربوط به بافت اسپاگتی‌ها، نشان داد که مقدار میانگین امتیازها بین 2/7 تا 5/0 قرار داشت و در سطح آماری 5 درصد در شش گروه قرار گرفتند.

ارزیابی این نتایج مبین این بود که اگرچه بین بافت نمونه‌ها رابطه‌ای معنی‌داری وجود دارد، اما کیفیت آن تابع نوع آرد مصرفی و تکنولوژی تولید نیست. این نتایج شاید به دلیل علاقه داوران ایرانی به بافت‌های نرم‌تر است، در حالی که بیشتر مصرف کنندگان دنیا به فرآورده‌های سفت‌تر تمایل دارند. این نتایج با توجه به مقدار پروتئین، خشک‌کن و اکستروژن مطابق یافته‌های سایر پژوهشگران است (Pagani *et al*., 1989; Malcolmson *et al*., 1993).

از سوی دیگر بررسی نتایج مربوط به طعم اسپاگتی‌ها در جدول 4، نشان داد که مقدار میانگین امتیازها بین 2/9 تا 4/5 قرار داشت و در سطح آماری 5 درصد در هشت گروه قرار گرفتند. همچنین بین

طعم اسپاگتی و نوع آرد مصرفی و تکنولوژی تولید رابطه‌ای معنی‌داری وجود داشت، زیرا داوران طعم تمام نمونه‌های کنترل را بهتر از نمونه‌های تولیدی به روش قدیمی، ارزیابی کردند. تفسیر این نتایج بدین صورت است که بالا بودن افت پخت در این نمونه‌ها موجب افزایش خروج نشاسته، پروتئین، ویتامین‌های محلول، املاح و مواد معطر می‌شود که به دنبال آن طعم کاهش می‌یابد. از سوی دیگر مقدار اسیدیته و خاکستر این نمونه‌ها که بیشتر از کنترل بودند نیز بر بدمزگی موثر هستند (Mercier *et al*., 1980)

جدول 2- مقایسه میانگین‌های ویژگی‌های پخت*

نمونه	زمان پخت (دقیقه)	اسیدیته (درصد)	قطر خشک (میلیمتر)	قطر پخت (درصد)		افت پخت(درصد)		وزن پخت(درصد)	
				معمولی	اضافی	معمولی	اضافی	معمولی	اضافی
کنترل1	^{f}7/0±1/00	^{c}0/53±0/00	^{b}1/3±0/25	^{b}50/9±0/50	^{c}78/5±1/01	^{ef}4/9±0/10	^{e}7/4±0/40	^{e}178/0±1/00	^{a}307/0±2/00
کنترل2	^{b}11/2±0/20	^{f}0/35±0/02	^{a}1/7±0/30	^{d}45/2±1/25	^{e}65/6±1/31	^{ef}5/0±0/20	^{f}6/3±0/30	^{e}178/0±2/00	^{e}234/0±4/00
کنترل3	^{a}12/3±0/30	^{e}0/40±0/00	^{a}1/7±0/00	^{f}32/2±2/61	^{f}57/9±0/97	^{f}4/4±0/10	^{g}5/1±0/10	^{c}192/0±2/00	^{d}254/4±4/50
نمونه1	^{c}10/4±0/20	^{a}1/22±0/02	^{ab}1/6±0/35	^{c}47/5±0/51	^{de}68/6±0/50	^{a}10/0±1/00	^{a}13/9±0/10	^{f}170/0±5/00	^{d}252/7±2/50
نمونه2	^{e}8/9±0/40	^{e}0/40±0/02	^{ab}1/4±0/25	^{g}27/6±5/51	^{de}70/3±0/51	^{b}9/0±0/20	^{b}11/5±0/50	^{e}176/0±1/00	^{e}238/0±3/00
نمونه3	^{de}9/4±0/20	^{b}0/60±0/00	^{b}1/3±0/20	^{a}58/5±3/51	^{a}95/7±0/50	^{d}6/0±0/30	^{c}10/0±0/50	^{a}212/0±2/00	^{c}265/4±4/50
نمونه4	^{e}9/0±0/50	^{b}0/60±0/01	^{ab}1/4±0/00	^{e}39/1±2/58	^{c}77/8±1/02	^{c}7/5±0/50	^{d}9/2±0/20	^{d}186/0±3/00	^{c}264/7±5/03
نمونه5	^{de}9/4±0/20	^{d}0/47±0/02	^{ab}1/4±0/00	^{a}59/6±4/50	^{b}84/5±0/55	^{de}5/5±0/50	^{f}6/5±0/50	^{b}200/0±1/00	^{cd}258/7±8/05
نمونه6	^{cd}9/9±0/30	^{c}0/54±0/04	^{ab}1/5±0/10	^{g}27/8±3/40	^{cd}73/6±1/26	^{de}5/7±0/30	^{e}7/3±0/30	^{b}200/0±0/00	^{b}277/7±2/52
نمونه7	^{f}7/2±0/20	^{g}0/25±0/02	^{ab}1/4±0/00	^{cd}46/8±4/06	^{cd}74/4±2/57	^{b}9/0±1/00	^{b}11/0±0/30	^{g}148/0±3/00	^{b}278/0±7/55

* اعداد میانگین سه تکرار است؛ حروف متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی‌دار ($p\leq0/05$) در هر ستون می‌باشد

جدول 3- تجزیه واریانس ویژگی‌های شیمیایی، حسی و میکروبی*

ویژگی	رطوبت	خاکستر	پروتئین	چربی	ظاهر	رنگ	بافت	طعم	کلی‌فرم	شمارش کلی	کپک و مخمر
F	6160/52*	1098/19*	55/42*	8/93*	158/15*	9/69*	46/12*	89/06*	308/48*	5/50*	1/34*
R^2	0/999	0/997	0/961	0/800	0/986	0/813	0/954	0/975	0/992	0/712	0/375
CV	0/279	2/411	3/556	0/998	4/395	4/309	3/876	2/852	13/4	15/24	22/952

* معنی‌داری در سطح $p\leq0/05$

جدول 4- مقایسه میانگین‌های ویژگی‌های شیمیایی و حسی*

نمونه	%رطوبت	%خاکستر	%پروتئین	%چربی	ظاهر	رنگ	بافت	طعم
کنترل1	^{b}11/9±0/02	^{a}1/0±0/03	^{a}13/0±0/50	^{c}1/35±0/00	^{a}4/9±0/10	^{bc}4/0±0/00	^{a}5/0±0/00	^{b}4/3±0/00
کنترل2	^{d}10/7±0/01	^{d}0/6±0/02	^{a}12/8±0/00	^{cb}1/37±0/01	^{b}4/5±0/20	^{e}3/4±0/40	^{cd}3/9±0/30	^{a}4/5±0/10
کنترل3	^{a}11/9±0/00	^{g}0/1±0/01	^{a}12/7±0/50	^{a}1/40±0/02	^{b}4/5±0/20	^{ab}4/2±0/20	^{bcd}4/0±0/15	^{c}4/0±0/00
نمونه1	^{i}8/6±0/00	^{f}0/4±0/02	^{b}9/8±0/00	^{a}1/41±0/01	^{cd}2/7±0/10	^{cd}3/8±0/10	^{bc}4/2±0/00	^{f}3/2±0/20
نمونه2	^{e}9/9±0/05	^{b}1/0±0 /00	^{b}9/7±0/50	^{c}1/36±0/02	^{d}2/5±0/00	^{bcd}3/9±0/00	^{d}3/8±0/10	^{de}3/5±0/15
نمونه3	^{f}9/9±0/01	^{f}0/4±0/03	^{cb}9/6±0/10	^{c}1/35±0/01	^{c}2/8±0/15	^{e}3/4±0/10	^{bc}4/2±0/20	^{gh}3/0±0/00
نمونه4	^{i}8/6±0/03	^{e}0/5±0/00	^{b}9/8±0/10	^{cb}1/37±0/00	^{cd}2/7±0/00	^{a} 3/4±0/10	^{d}3/9±0/15	^{h}2/9±0/10
نمونه5	^{g}9/5±0/02	^{b}1/0±0/00	^{b}9/7±0/30	^{ab}1/39±0/00	^{b}4/4±0/10	^{bcd}3/9±0/10	^{e}3/4±0/10	^{d}3/7±0/10
نمونه6	^{h}8/9±0/06	^{e}0/5±0/01	^{c}9/3±0/74	^{a}1/40±0/01	^{b}4/2±0/25	^{cd}3/8±0/10	^{b}3/4±0/15	^{e}3/4±0/00
نمونه7	^{c}11/4±0/00	^{c}0/7±0/01	^{cb}9/3±0/00	^{a}1/41±0/02	^{e}1/7±0/10	^{de}3/7±0/15	^{f}2/7±0/10	^{fg}3/1±0/10

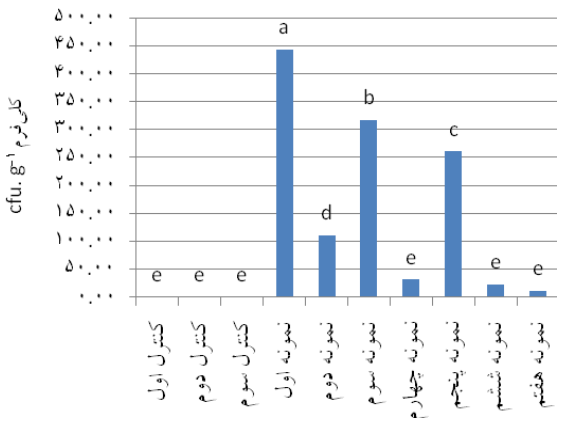
ویژگی های میکروبی

نتایج تجزیه واریانس ویژگی‌های میکروبی انواع اسپاگتی در جدول 3، نشان داد که مقدار آلودگی میکروبی تیمارها دارای تفاوت معنی‌داری ($p\leq0/05$) است. تحلیل نتایج حاصل در شکل 1،

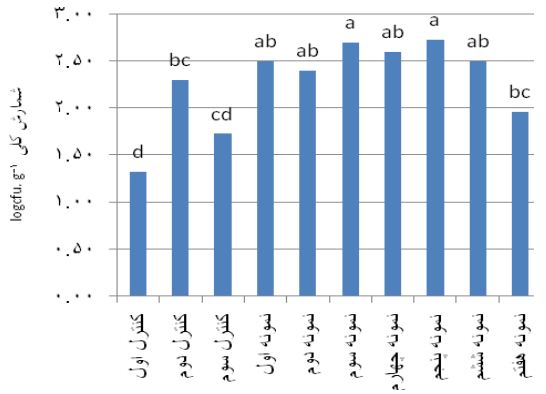
نشان داد که مقدار میانگین آلودگی اسپاگتی‌ها به کلی‌فرم بین 0/0 تا 443/3 پرگنه در هر گرم بود و در پنج گروه ($p\leq0/05$) قرار داشتند. ارزیابی این نتایج نشان داد که آلودگی اسپاگتی به کلی‌فرم دارای رابطه معنی‌داری با تکنولوژی تولید است، زیرا در هیچ یک از نمونه‌های کنترل، کلی‌فرمی مشاهده نشد که این مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره 2393 بود. بررسی نتایج مربوط به شمارش کلی میکروارگانیسم‌های هوازی مزوفیل در شکل 2، نشان داد که مقدار میانگین لگاریتم پرگنه‌ها در هر گرم بین 1/33 تا 2/73 بود، بررسی این یافته‌ها حاکی از آن است که آلودگی اسپاگتی‌ها به این گروه از میکروارگانیسم‌ها، دارای رابطه معنی‌داری ($p\leq0/05$) با تکنولوژی تولید است، زیرا کمترین مقدار آلودگی در نمونه‌های کنترل مشاهده شد. این نتایج به دلیل استفاده از درجه حرارت‌های بالا در مرحله خشک کردن، مقدار خلاء و شیوه پیوسته تولید و بسته‌بندی قابل انتظار بود (Grant *et al*., 1993; Abecassis *et al*., 1984). با این حال مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره 2393، تعداد میکروارگانیسم‌های هوازی مزوفیل همه نمونه‌ها در حد قابل قبول بود.

بررسی نتایج مربوط به شمارش کپک و مخمر نیز در شکل 3، نشان داد که مقدار میانگین لگاریتم پرگنه‌ها در هر گرم بین1/5 تا 2/4 قرار داشت. این نتایج هم نشان داد که آلودگی اسپاگتی‌ها به این گروه از میکروارگانیسم رابطه معنی‌داری ($p\leq0/05$) با تکنولوژی تولید دارد، زیرا کمترین مقدار آلودگی در نمونه‌های کنترل مشاهده شد. با این حال مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره 2393، تعداد آن‌ها در حد قابل قبول می‌باشد.

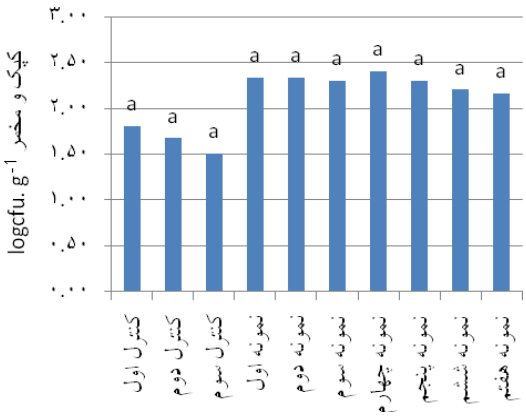
نتایج پژوهش رجب زاده و همکاران (1370)، در بررسی میکروبی فرآورده‌های خمیری 24 کارخانه ایران نشان داد که تعداد کپک‌ها در حد قابل قبول بود، شمارش کلی میکروب‌ها در 4/2 درصد از نمونه‌ها بیش از حد استاندارد بود و فقط کلی‌فرم‌های یک کارخانه به 10 عدد در هر گرم رسید. بنابر این به نظر می‌رسد علت بالا بودن آلودگی در فرآورده‌های تولیدی به روش قدیمی، به دلیل استفاده از مواد اولیه با فلور میکروبی بالا، مقدار خلاء پایین، خشک کردن در دمای کم، آلودگی بعد از فرآوری و استفاده از مواد بسته‌بندی نامناسب است (ناصحی، 1391). بنابراین برای پیشگیری از آلودگی فرآورده‌های خمیری باید تمام اصول بهداشتی به وسیله کارگران در هنگام تولید و بسته بندی اسپاگتی رعایت شود و از آب سالم و تصفیه شده و روش‌های مدرن تولید و خشک کردن استفاده گردد.



شکل 1- مقایسه میانگین‌های شمارش کلی‌فرم‌های اسپاگتی (($p\leq0/05$))



شکل 2- مقایسه میانگین‌های شمارش کلی میکروارگانیسم‌های هوازی مزوفیل ($p\leq0/05$)



شکل 3- مقایسه میانگین‌های شمارش کپک و مخمر ($p\leq0/05$)

نتیجه گیری

تجزیه و تحلیل نتایج نشان داد که ویژگی‌های پخت، شیمیایی، حسی و میکروبی انواع اسپاگتی‌های مورد بررسی دارای اختلاف معنی‌داری بودند. یافته‌ها نشان داد که مقدار رطوبت و خاکستر نمونه‌ها در حد قابل قبول بود، اما مقدار پروتئین نمونه‌های تولیدی به روش قدیمی، پایین‌تر از حد استاندارد ملی شماره 213 بودند. بررسی تغییرات پخت نمونه‌ها نیز حاکی از آن بود که همه نمونه‌های تولیدی به روش قدیمی، به دلیل استفاده از آرد نول دارای زمان پخت کمتری نسبت به نمونه‌های کنترل بودند.

اما بین قطر نمونه‌های خشک و پخته، نوع آرد مصرفی و تکنولوژی تولید رابطه‌ای پیدا نشد. از سوی دیگر اگرچه مقدار افت در تمام نمونه‌ها در حد استاندارد گزارش شد، اما بین این ویژگی و نوع آرد مصرفی و تکنولوژی تولید رابطه‌ای معنی‌داری ($p\leq0/05$) وجود داشت، به طوری که استفاده از آرد سمولینا بجای آرد نول باعث کاهش 50 درصدی مقدار افت شد. این در حالی بود که بررسی تغییرات افزایش وزن پس از پخت اسپاگتی‌ها نشان داد که این ویژگی در حد استاندارد بود و تابع نوع آرد مصرفی و تکنولوژی تولید نبود. نتایج مربوط به ظاهر، رنگ و طعم اسپاگتی‌ها حاکی از آن بود که بین نمونه‌های اسپاگتی و نوع آرد مصرفی و تکنولوژی تولید رابطه‌ای معنی‌داری ($p\leq0/05$) وجود داشت، زیرا ظاهر، رنگ و طعم تمام نمونه‌های کنترل بهتر از سایر نمونه‌ها ارزیابی شد. این در حالی است که بافت اسپاگتی‌ها تابع آرد مصرفی و تکنولوژی تولید نبود. بررسی نتایج مربوط به ویژگی‌های میکروبی نیز نشان داد که تمام میکروارگانیسم‌های مورد بررسی به‌جز کلی‌فرم در حد استاندارد بود، با این حال، شدت آلودگی در اسپاگتی‌ها دارای رابطه معنی‌داری ($p\leq0/05$) با تکنولوژی تولید است، زیرا کمترین مقدار آلودگی در نمونه‌های کنترل مشاهده شد.

به طور کلی علت تفاوت کیفیت فرآورده‌های اسپاگتی کارخانه‌های مختلف، از یک سو به دلیل تفاوت در نوع آرد و آب مصرفی و نسبت اختلاط آنها است و از سوی دیگر ناشی از ویژگی فناوری تولید مانند شیوه اختلاط، مقدار خلاء، فشار اکسترودر، روش خشک کردن و شیوه بسته‌بندی است. بنابراین پیشنهاد می‌شود که برای بهبود کیفیت این فرآورده‌ها، سازندگان داخلی برای ساخت ماشین آلات براساس تکنولوژی مدرن تشویق شوند؛ واحدهای تولید فرآورده‌های خمیری به سمت تولید با روش‌های پیوسته و خودکار هدایت شوند و مهارت بهداشتی و تخصصی پرسنل این صنعت با آموزش‌های تخصصی افزایش یابد.

منابع

پورتال مؤسسه استاندارد و پژوهش‌های صنعتی ایران، 1392، http://www.isiri.org.

پورتال وزارت صنعت، معدن و تجارت، 1392، http://www.mimt.gov.ir.

رجب‌زاده، ن.، کیهان پور، ژ.، باقر زاده خراسانی، ا.، 1370، ارزیابی کیفیت ماکارونی در ایران. مجموعه سخنرانی‌ها و مقالات اولین سمینار هسته خود کفایی و تحقیقاتی صنایع آرد و نان. ناشر: هسته خود کفایی تحقیقاتی صنایع آرد و نان.

شهیدی، ف.، ناصحی، ب.، راستگو، آ.، 1386، تکنولوژی فرآورده‌های خمیری. چاپ اول، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

ناصحی، ب.، 1391، بررسی ویژگی های میکروبی اسپاگتی حاوی آرد کامل سویا. فصلنامه علوم و صنایع غذایی. دوره37، صفحات 47-56.

Abecassis, J., Abbou, R., and Chaurand, M. H. 1994. Influence of extrusion conditions on extrusion speed, temperature, and pressure in the extruder and on pasta quality. Cereal Chemistry. 71(3), 247-253.

American Association of Cereal Chemists. 1995. Approved method of AACC, 9th ed.

Delcros, J. F., Rakotozafy, L., Boussard, A., Davidou, S., Porte, C., and Nicolas, J. 1998. Effect of mixing conditions on the behavior of lipoxygenase, peroxidase, and catalase in wheat flour doughs. Cereal Chemistry. 75, 85-93.

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

International Organization for Standardization (ISO). 1985. Durum wheat semolina and alimentary pasta estimation of cooking quality of spaghetti by sensory analysis. ISO 7304.

Malcolmson, L. J., Matsuo, R. R, and Balshaw, R. 1993. Textural optimization of spaghetti using response surface methodology: Effects of drying temperature and durum protein level, Cereal Chemistry. 70 (4), 417–423.

Matsuo, R., Dexter, R., Boudreau, A., and Daun, J. K. 1986. The role of lipids in determining spaghetti cooking quality. Cereal Chemistry. 63, 484 - 489.

Mercier, C., Charbonnifer, R., and Grebaut, J. 1980. Formation of amylase-lipid complexes by twine-screw extrusion cooking of manioc starch. Cereal Chemistry. 57, 4-9.

Nasehi, B., Jooyandeh, H., and Nasehi, R. 2011. Quality attributes of soy-pasta during storage period. Pakistan Journal of Nutrition. 10 (4), 307-312.

Nasehi, B., Mortazavi, S. A., Razavi, S .M .A., Mazaheri Tehrani, M., and Karim, R. 2009a. Effects of processing variables and full fat soy flour on nutritional and sensory properties of spaghetti using mixture design approach. International Journal of Food Sciences and Nutrition. 60 (1), 112-125.

Nasehi, B., Mortazavi, S. A., Razavi, S .M .A., Nasiri Mahallati, M., and Karim, R. 2009b. Optimization of the extrusion conditions and formulation of spaghetti enriched with full fat soy flour based on the cooking and color quality. International Journal of Food Sciences and Nutrition. 60(S4), 205-214.

Pagani, M. A., Resmini, P., and Dalbon, G. 1989. Influence of the extrusion process on characteristics and structure of pasta. Food Microstructer. 8, 173-182.

Sharma, R. 2002. The null-4 allel at the waxy locus in durum wheat affects pasta cooking quality. Journal of cereal science. 35, 287-297.

Siedow, J. N. 1991. Plant lipoxygenase: Structure and function. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology. 42, 145-188.