بررسی تاثیر کلرید سدیم برخصوصیات حسی و فیزیکی ماکارونی

سودابه حیدریان[1]، محمدرضا سعیدی اصل[2*]، ابوالقاسم عبداله زاده[2]، بیژن عسکری[3]، رضا افشین پژوه[4]

[1]دانش آموخته ی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران

[2] دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران

[3] دانشجوی دکترای علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

[4] کارشناس ارشد بخش تحقیق و توسعه، شرکت زرماکارون، تهران، ایران

تاریخ دریافت:1392/3/6 تاریخ پذیرش: 1392/10/27

چکیده

ماکارونی یکی از فرآورده‌های غله ای می باشد که دارای ارزش غذایی بالا است. در سالیان اخیر این فرآورده به طور گسترده ای در برنامه غذایی مردم ایران وارد شده است. این مطالعه با هدف برطرف نمودن برخی معایب ماکارونی و بهبود نسبی کیفیت آن انجام شد. اثر میزان نمک در سطوح 0/5، 1، 1/5 و 2 درصد بر ویژگی‌آرد (جذب آب)، خمیر (زمان گسترش خمیر، مقاومت خمیر، درجه سست شدن خمیر، مقاومت به کشش، قابلیت کشش، حداکثر مقاومت به کشش خمیر، انرژی خمیر، فشار، کشش پذیری آلوئوگراف، نسبت طول به فشار و فرآورده‌ی نهایی(میزان رطوبت، خاکستر، عدد پخت و عدد لعاب، چسبندگی، سفتی، شوری و طعم و مزه) در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با چهار تکرار بررسی شد. همچنین تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط نرم افزار MINITAB14 و مقایسه میانگین ها با آزمون چند دامنه-ای دانکن در سطح 5% انجام گرفت. نتایج آزمون نشان داد که افزودن نمک در حد یک درصد سبب افزایش جذب آب آرد، کاهش زمان گسترش خمیر، مقاومت خمیر و افزایش مقاومت خمیر به تخمیر و مقاومت خمیر به کشش می‌شود. با افزودن نمک به خمیر ماکارونی، استحکام آرد و قدرت یونی و خواص فیزیکی خمیر بهبود یافت. همچنین افزودن نمک در حد 1 درصد باعث کاهش معنی دار عدد لعاب و عدد پخت نمونه‌ها شد. نمونه‌های حاوی 1/5 و 2 درصد نمک دارای کمترین میزان لعاب بود. کمترین میزان افت پخت در نمونه حاوی 2 درصد نمک مشاهده شد. در ارزیابی حسی فرآورده، نمونه حاوی 1% نمک به عنوان بهترین نمونه انتخاب گردید.

واژه های کلیدی: کلرید سدیم، ماکارونی، خصوصیات حسی، فیزیکی

* مسوول مکاتبات: dr.saeidi@ iaus.ac.ir

Archive of SID

www.SID.ir

1- مقدمه

ماکارونی یکی از فرآورده‌های مهم و پرمصرف غلات است که در سال‌های اخیر به طور گسترده‌ای در برنامه غذایی مردم ایران وارده شده است. این محصول که از لحاظ طبقه‌بندی جزء فرآورده‌های خمیری است، در اشکال و اندازه‌های مختلف توسط واحدهای تولیدی تهیه و عرضه می‌شود (1). ماکارونی مانند دیگر محصولات غلات، به عنوان ارزان‌ترین منبع تأمین انرژی در تغذیه‌ی قسمت اعظمی از مردم جهان نقش حیاتی دارد. براساس بررسی‌های انجام شده، توسط سازمان غذا و کشاورزی سازمان ملل، مردم کشورهای خاورمیانه و خاور نزدیک در حدود 70 درصد انرژی مورد نیاز خود را از محصولات گندم تأمین می‌کنند. در ایران نیز بیش از 90 درصد انرژی مصرفی از منابع غذایی گیاهی تأمین می‌شود که سهم غلات در حد 64 درصد می‌باشد (2). رئولوژی خمیر یکی ازمهم‌ترین فاکتورهای تأثیرگذار بر خصوصیات اکسترود می‌باشدو برهم‌کنش‌های فیزیکوشیمیایی بین مولکول‌های پروتئین شامل باندهای دی سولفیدی (10)، باندهای هیدروژنی ویونی (4)، فعل وانفعالات آب گریز و واندروالسی عامل گسترش شبکه گلوتنی می‌باشد و نقش کلیدی درخصوصیات رئولوژیکی دارد (12،6). باتوجه به فعل وانفعالات ذکرشده که درون شبکه گلوتن اتفاق می‌افتد، می‌توان ازترکیبات بهبود دهنده خصوصیات رئولوژیکی خمیرمانند نمک‌ها، هیدروکلوئیدها واکسیدکننده‌ها جهت ارتقاء کیفیت ماکارونی استفاده کرد (17،3). با افزایش نمک‌ها فعل وانفعالات آب گریز بین پروتئین‌های گلوتن افزایش می‌یابد، بنابراین استحکام خمیر نیز افزایش می‌یابد (18). همچنین مشخص گردید که افزودن کلریدسدیم موجب افزایش مقاومت خمیر می‌شود (8).

باتو[1] (2002) با افزودن نمک به افزایش قابلیت توسعه‌پذیری خمیر دست یافت (5). میلر و حسنی[2] (2002) دریافتند که کلرید سدیم موجب کاهش قابلیت جذب آب آرد می‌شود (16). پرستون[3] (1989) اثر بهبود دهندگی نمک بر روی خمیر را در غلظت‌های کمتر این ماده، با استفاده از فارینوگراف، اکستنسوگراف و آلوئوگراف مشاهده کرد (18). در بررسی دیگر مشخص شد که خمیر حاوی کلرید سدیم نسبت به خمیری که فاقد این افزودنی باشد، نیاز به مدت زمان بیشتری برای هم زدن جهت تهیه خمیر دارد اما خمیر حاوی کلرید سدیم پایداری بیشتری در مقابل هم زدن از خود نشان می‌دهد (16). دانتلا و الساندرو[4] (2000)، خصوصیات ویسکوالاستیک یک نوع خمیر (مخلوطی از گندم دوروم و گندم معمولی با غلظت‌های مختلف نمک) را با استفاده از یک رئومتر با فشار تنظیم شده بررسی کردند. افزایش محتوای سمولینا و کلرید سدیم، باعث افزایش استحکام خمیر گردید. همچنین خصوصیات فیزیکی خمیر بستگی زیادی به توزیع اندازه ذرات و افزودن نمک دارد، بنابراین با تغییر نسبت آرد سمولینا و استحکام یونی، می‌توان خمیری با رفتار رئولوژیکی نزدیک به خمیر سمولینا بدست آورد (9). در تحقیقی که بر روی تأثیر مقادیر مختلف نمک در آب پخت بر خصوصیات بافتی و جذب آب ماکارونی انجام شد، مشخص گردید که با افزایش میزان نمک در آب پخت، سختی و چسبندگی بافت افزایش می یابد و میزان جذب آب توسط ماکارونی و زمان پخت هم تحت تأثیر نمک تغییر می کند و تعیین مقدار استاندارد نمک برای دستیابی به خصوصیات پخت و بافت مطلوب ضروری می‌باشد (19). با توجه به این که، چنین پژوهشی در سطح محدودی در دنیا انجام شده بود، بنابراین از نتایج تحقیق های انجام شده بر روی سایر فرآورده ها استفاده گردید. وو[5] و همکاران (2009) با افزودن خمیر سیب زمینی شیرین به خمیر آرد، کاهش جذب آب و افزایش زمان توسعه خمیر در فارینوگراف، کاهش فشار، طول و نسبت طول/فشار آلوئوگراف و کاهش کشش‌پذیری، مقاومت به کشش و مقاومت نسبی در اکستنسوگراف را گزارش نمودند (21). کالجو[6] و همکاران (2009)، با افزودن آرد چاودار به آرد گندم دریافتند که فشار و نسبت طول/فشار افزایش و طول و انرژی آلوئوگراف کاهش می یابد (7). غفران سعید[7] و همکاران (2009)، اثر افزودن سبوس برنج به خمیر را بررسی و گزارش نمودند که جذب آب، زمان توسعه و پایداری خمیر کاهش ولی درجه نرمی خمیر افزایش می‌یابد و علت آن را محدودیت جذب آب توسط فیبرهای سبوس برنج بیان کردند که در نتیجه باعث جذب آب کمتر و نرم شدن خمیر می‌گردد. فشار آلوئوگراف با افزایش سبوس برنج

1 - Butow
2 - Miller&Hoseny
3 - Preston
4 - Donatella&Alessandro
5 - Wu
6 - Callejo
7 - Ghufran Saeed

Archive of SID

www.SID.ir

افزایش، اما طول به دلیل کاهش گلوتن و در نتیجه ی کاهش الاسیته خمیر کاهش یافت (11). میبا1 و همکاران (2007)، در بررسی اثر افزودن آرد بارهنگ مشاهده کردند که با افزایش آرد بارهنگ، ظرفیت جذب آب و روغن افزایش می‌یابد که علت را افزایش میزان کربوهیدرات و قندهای ترکیب آرد و کاهش محتوای گلوتن آرد دانستند. با افزایش بارهنگ به بیش از 5%، فشار، طول و انرژی آلوئوگراف کاهش یافت (15).هم چنین مشخص شده است که نمک نقش مهمی درمحصولات خمیری پخته شده ایفامی‌کند ومعمولادرسطوح2- 1 درصدبسته به وزن آرداستفاده می‌شود،ازنمک به عنوان بهبود دهنده طعم وهمچنین به عنوان پایدارکننده فرآیند تخمیر مخمرها استفاده می‌شود (14).هدف ازاین پژوهش بررسی اثرافزودن نمک برخصوصیات رئولوژیکی خمیر و کیفیت نهایی ماکارونی تولیدی و به عبارت دیگر،ارائه ی راهکاری برای تولید ماکارونی با کیفیت مناسب وقابل قبول با استفاده ازآرد نول بود.

2- مواد و روش ها

2-1- مواد

زمان انجام این تحقیق در فاصله زمانی دی ماه 89 تا شهریور ماه 90 و محل انجام آن گروه صنعتی زر (شرکت زر ماکارون) بود.مواد اولیه بکار رفته جهت تهیه ماکارونی شامل آرد سمولینا، گلوتن خشک، نمک و آب بود. سمولینای گندم دوروم (رقم آریا) از شرکت آرد زر کرج تهیه گردید. نمک مورد استفاده در این تحقیق، نمک دو بار تصفیه شده (با کریستالیزاسیون مجدد) بود که تا روز تولید، در انبار با دمای 27 درجه‌ی سانتی‌گراد نگهداری گردید. نمونه‌های ماکارونی به صورت آزمایشی با استفاده از دستگاه تحقیقاتی La monferrina ساخت کشور ایتالیا و با قالب پیکولی تولید گردید.جهت تهیه ماکارونی از فرمولاسیون 0/5، 1، 1/5، و2 درصد نمک استفاده گردید.

2-2- روش تهیه خمیر و فرآیند خشک کردن ماکارونی

فاز جامد که متشکل از نمونه‌های آرد و نمک با درصدهای 0/5، 1، 1/5، و2 بود، هر نمونه به مدت حداقل 3 دقیقه داخل دستگاه هم‌زن[2] مخلوط گردید تا آرد و نمک به صورت کاملاً همگن مخلوط شود، سپس آب به نسبت 34 درصد وزن آرد به فرمولاسیون اضافه گردید و مدت زمان 10 دقیقه عمل هم‌زدن ادامه یافت تا شبکه گلوتن شکل گیرد، در نهایت مخلوط تحت دمای45 درجه‌ی سانتی‌گراد با قالب برنزی پیکولی و تحت فشار 0/6 میلیمتر جیوه، روزن‌رانی[3] گردید. در طول فرآیند روزن‌رانی دمای خمیر خارج شده از قالب تحت جریان دمای آب20°C تنظیم شد تا ماکارونی‌خارج شده از قالب به هم نچسبیده و شکل خود را از دست ندهند. ماکارونی‌های پیکولی خارج شده از قالب ابتدا روی سینی‌های پلاستیکی ریخته شده و فن موجود در زیر سینی جهت جلوگیری از بهم چسبیدن ماکارونی‌ها در طول فرآیند به طور مداوم روشن بود. ماکارونی‌ها سپس برای انتقال به خشک کن روی سینی‌های چوبی با توری پلاستیکی قرار گرفته و داخل خشک کن خودکار خشک گردید. فرآیند خشک کردن ماکارونی‌ها در 2 مرحله صورت گرفت، مرحله ابتدایی خشک کردن در دمای پایین (حدود 50°C) و رطوبت بالا (55 درصد) به مدت 2 ساعت انجام گرفت که این مرحله جهت جلوگیری از خشک شدن سریع سطح و در نتیجه پیش‌گیری از ترک خوردگی ماکارونی صورت پذیرفت. در مرحله دوم خشک کردن از دمای بالا (75°C) و رطوبت پایین(20 تا30 درصد) استفاده گردید که این مرحله به مدت 3 ساعت به طول انجامید و رطوبت نهایی ماکارونی به 10 درصد رسید. ماکارونی‌های خشک شده پس از سرد شدن درسلفون‌های OPP[4] بسته‌بندی شده و تحت دمای18- °C نگهداری گردید.

2-3- آزمون‌ها و طرح آماری

در این مطالعه با استفاده ازآزمون‌های رئولوژیکی و فیزیکی، ویژگی‌های کیفی ماکارونی بررسی گردید. برای انجام آزمون-های فارینوگرافی، اکستنسوگرافی، آلوئوگرافی، رطوبت، خاکستر، عدد لعاب و عدد پخت به ترتیب از روش‌های استاندارد ایران با شماره‌های(1- 3246)، (2- 3246)،(11545)، (2705)،،(2706)،(213) و (213) استفاده گردید (13). این تحقیق در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با چهار تکرار انجام گردید. تیمارها شامل 0/5، 1، 1/5، و2 درصد نمک و نمونه شاهد بود. تجزیه و تحلیل داده‌ها با نرم افزار MINITAB14 و مقایسه

1- Mapba
2- Mixer
3- Extrusion
4- Oriented Polypropylene

Archive of SID

www.SID.ir

میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح 5 درصد معنی‌داری انجام گرفت و نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel 2007Microsoft رسم گردید. همچنین جهت انجام آزمون حسی، از یک تیم 25 نفره از داوران آموزش دیده شرکت زر ماکارون استفاده گردید. آزمون ارزیابی حسی طبق روش هدونیک[1] انجام گردید.

3- نتایج و بحث

3-1- تأثیر افزودن نمک بر ویژگی‌های فارینوگراف

نتایج اثر مقادیر مختلف نمک بر میانگین ویژگی‌های فارینوگرافی خمیر در جدول 1 آمده است. اثر تیمارهای مختلف نمک بر ویژگی‌های خمیر شامل:زمان گسترش خمیر، زمان پایداری خمیر، مقدار نرم خمیر شدن پس از 10 دقیقه معنی دار($p<0.05$) بود، اما در مقدار جذب آب آرد بین نمونه شاهد و تیمارهای 0/5% و 1% تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

برطبق نتایج به دست آمده (جدول 1)، درصد جذب آب در تیمارهای 1/5% و 2% کاهش یافت. میلر و حسنی[2] (2008) نیز کاهش جذب آب آرد در اثر افزودن نمک را مشاهده کردند. جذب آب یک فاکتورمهم درتولید ماکارونی محسوب می‌شود، هرچه میزان جذب آب کمتر باشد، مدت زمان فرآیند خشک کردن کاهش می‌یابد (16). باتو[3] و همکاران (2002) دراثر افزودن نمک به آرد، نتایج مشابهی بدست آوردند. این نتایج نشان داد که افزودن نمک باعث تقویت شبکه گلوتنی شده و قوام خمیر را افزایش می‌دهد، در نتیجه موجب افزایش زمان گسترش خمیر می‌شود (5). نتایج نشان داد که در اثر افزودن نمک به آرد، مقاومت خمیر افزایش و در مقادیر بالاتر از 1/5 درصد کاهش می یابد زیرا با افزایش غلظت یون‌ها به صورت زوج یون، بارهای پروتئین را خنثی می‌کنند که این امر موجب جدا شدن مولکول‌ها از یکدیگر می‌شود. در اثر کاهش بار کلی پروتئین‌ها در نتیجه ی زوج یون‌های تشکیل شده، تجمع پروتئین‌های واسطه افزایش و برهم کنش‌های آبگریزی ایجاد می‌شود (19). فاکتورهای زمان گسترش و پایداری خمیر نشان دهنده میزان قدرت آرد هستند و هر چه این مقادیر بیشتر باشند، خمیرهای حاصل قوی‌ترهستند، در این میان نمونه حاوی 1/5 درصد نمک دارای بیشترین میزان مقاومت در بین تیمارها بود. هر چند که تفاوت معنی داری بین تیمار 1/5 درصد و 2 درصد مشاهده نگردید (جدول 1). بر طبق نتایج کابادا[4] (1994) مشخص گردید که، زمان گسترش خمیر و زمان مقاومت خمیردارای رابطه مثبت و معنی‌داری می‌باشند (8). این تحقیق نیز نتایج نشان داد که تیمارهای با زمان گسترش خمیر بالاتر، دارای مقاومت بیشتری بودند و اختلاف معنی‌داری بین تیمارها و نمونه شاهد مشاهده شد($p<0.05$). همچنین نتایج پژوهش پرستون (1998) نشان داد که افزودن نمک در حد یک درصد سبب کاهش درجه سست شدن خمیر می‌گردد اما مقادیر بالاتر نمک باعث افزایش نرم شدن خمیر شده و در غلظت‌های پایین نمک (0/05 تا 0/1 مولار)، مقاومت خمیر افزایش می‌یابد.

جدول 1- تأثیر نمک بر ویژگی‌های فارینوگرافی خمیر

تیمار	میزان جذب آب (%)	زمان گسترش خمیر (دقیقه)	مقاومت خمیر (دقیقه)	درجه سست شدن خمیر پس از 10 دقیقه (واحد برابندر)
شاهد	57/90 ± 18 [b]	3/70 ± 1/15 [c]	3/80 ± 0/58 [e]	74/15 ± 1/15 [a]
0/5	57/80 ± 0/16 [b]	4/50 ± 0/58 [b]	9/67 ± 0/15 [c]	35/48 ± 2/08 [c]
1	58/30 ± 0/06 [a]	3/20 ± 0/57 [c]	5/60 ± 0/21 [d]	54/39 ± 2/06 [b]
1/5	57/40 ± 0/15 [b]	8/20 ± 0/58 [a]	18/10 ± 0/12 [a]	15/50 ± 1/53 [d]
2	56/13 ± 0/16 [c]	8/20 ± 0/15 [a]	16/60 ± 0/14 [b]	10/17 ± 1/42 [e]

* حروف متفاوت در هر ستون نشانه اختلاف معنی دار در سطح 95% می باشند.

1- Hedonic scale
2- Miller &Hoseney
3- Butow
4- Cubadda

Archive of SID

www.SID.ir

جدول 2- تأثیر نمک بر ویژگی‌های اکستنسوگرافی خمیر

تیمار	مقاومت به کشش خمیر (واحد برابندر)	قابلیت کشش خمیر (mm)	ضریب (نسبت مقاومت به کشش بر قابلیت کشش)	انرژی (مساحت سطح زیر منحنی) (cm2)
شاهد	e344/987±1/737	ab116/763±0/323	d3/1±0/103	d59/439±0/6
0/5	c535/04±2/603	a118/297±0/082	c4/53±0/077	b95/948±0/51
1	d474/12±1/25	b112/337±0/0637	c4/4±0/65	c77/677±0/723
1/5	a854/22±1/463	d94/697±0/075	a10/34±0/047	a129/067±0/627
2	b723/796±1/13	c104/817±0/055	b6/867±0/43	ab127/413±0/633

* حروف متفاوت در هر ستون نشانه اختلاف معنی دار در سطح 95% می باشند.

در غلظت‌های بالاتر (0/5 تا 1 مولار)، اثر نمک وابسته به نوع آن می‌باشد (18).

3-2- تأثیر افزودن نمک بر ویژگی‌های اکستنسوگرافی

نتایج اثر درصدهای مختلف تیمار نمک بر میانگین ویژگی‌های خمیر در جدول 2 ارائه شده است. با توجه به نتایج بدست آمده اثر تیمارهای مختلف نمک بر تمامی ویژگی‌های خمیر شامل: مقاومت خمیر به کشش، قابلیت کشش خمیر، انرژی، حداکثر مقاومت به کشش و ضریب (نسبت مقاومت خمیر به کشش و قابلیت کشش آن) معنی‌دار بود ($p<0.05$).

با توجه به نتایج بدست آمده از جدول 2 مشخص گردید که با افزودن نمک، مقاومت خمیر دربرابر کشش تا حد 1/5 درصد افزایش می‌یابد. نمونه ی حاوی 1/5 درصد نمک دارای نتایج اکستنسوگرافی نسبتا مطلوب‌تری نسبت به سایر موارد بود اما نمونه شاهد مقاومت کمتری نسبت به سایر تیمارها نشان داد. طبق نتایج پرستون(1989)، با افزایش میزان نمک، فعل وانفعالات آب گریز بین پروتئین‌های گلوتن افزایش یافته، بنابراین مقاومت به کشش درخمیر افزایش می‌یابد، این مطلب در نتایج این تحقیق نیز مشاهده گردیده است (18). بررسی داده‌ها نشان داد که در نتیجه افزودن نمک در حد 0/5 درصد قابلیت کشش خمیرافزایش یافت. اثر فاکتورهای مقاومت به کشش وقابلیت کشش خمیر در مقدار عددی ضریب (نسبت مقاومت خمیر به کشش به قابلیت کشش آن)، مشخص می‌شود. افزودن نمک منجر به افزایش این نسبت در نمونه‌های حاوی نمک شده است. احتمالاً مقدار زیاد نمک دراین ماده در تقویت برهم کنش بین مولکول‌های گلوتن مؤثراست اما مقادیر بالاتر از 1/5 درصد باعث ایجاد تغییراتی در شبکه گلوتنی و کاهش نسبت مقاومت به کشش می‌شود (5).

بررسی داده‌ها نشان داد که با افزودن 0/5 درصد نمک میزان انرژی خمیر افزایش معنی‌داری نسبت به نمونه شاهد داشت($p<0/05$)، اما در مقادیر بالاتر از 1/5 درصد نمک انرژی خمیر کاهش یافت (جدول2). نتایج تحقیقات نشان داده است که نوع ماده افزودنی اثرات متفاوتی بر انرژی خمیر دارد (2). ویژگی مساحت یا انرژی خمیر همان سطح زیرمنحنی می‌باشد و نشان-دهنده کل انرژی مصرفی به منظور کشش‌پذیری خمیر می‌باشد که در این مطالعه نمونه حاوی 1/5 درصد نمک دارای بیشترین انرژی بود (جدول 2). در میان نمونه های مورد بررسی تیمار 1/5 درصد نمک، دارای حداکثر مقاومت به کشش نسبت به سایر نمونه ها بود، بطوری که با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری نشان داد ($p<0/05$) (جدول 2). با توجه به نتایج بدست آمده، با افزایش مقدار نمک حداکثر مقاومت نسبی افزایش یافت. بیشترین مقاومت نسبی در تیمار 1/5 درصد نمک مشاهده گردید که اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد داشت ($p<0/05$) (جدول 2).

3-3- تأثیر افزودن نمک بر ویژگی‌های آلوئوگرافی

میانگین ویژگیهای آلوئوگرافی شامل، فشار(پایداری)[1] (P)، کشش پذیری[2] (L)، انرژی[3] (W)، نسبت طول/فشار[4] (P/L) در جدول 3 مقایسه شده اند. نتایج نشان داد که میزان نمک بر کلیه صفات آلوئوگرافی دارای اثر معنی‌داری می باشد ($p<0/05$) (جدول 3). در میان تیمارهای مورد بررسی، بیشترین مقدار فشار در تیمارهای 1% و 1/5% نمک و کمترین مقدار در نمونه شاهد مشاهده گردید و همچنین تمام تیمارها به جز تیمار 2% نمک، با

1- Tenacity
2- Elasticity
3- Deformation Energy
4- Configuration Ratio

Archive of SID

www.SID.ir

نمونه شاهد اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول 3). بنابراین به نظر می‌رسد که مقدار 1% نمک تیمار مناسبی جهت حصول فشار مناسب در دستگاه آلوئوگراف است، زیرا دارای بالاترین میزان فشار می‌باشد. نتایج حاکی از آن است که اثر غلظت های مختلف نمک بر کلیه نمونه‌ها معنی‌دار می باشد. با افزایش مقدار نمک تا تیمار 1/5 درصد، میزان کشش پذیری افزایش و در حد بیشتر، کاهش می‌یابد. بنابراین چنین بر می‌آید که نمونه 1/5% نمک از نظر مقدار انرژی خمیر مناسب‌تر می‌باشد، به دلیل این که دارای بیشترین میزان کشش پذیری می باشد. غفران سعید و همکاران (2009) نیز با مشاهده کاهش طول آلوئوگراف، کاهش گلوتن و در نتیجه الاستیسته خمیر را عامل ایجاد این پدیده دانستند (11).

نتایج نشان داد که افزودن مقادیر مختلف نمک بر شاخص انرژی آلوئوگراف در کلیه نمونه‌ها معنی‌دار بوده است. با افزایش مقدار نمک تا 1 درصد میزان انرژی افزایش و پس از آن کاهش یافت. بنابراین چنین بر می‌آید که نمونه حاوی 1% نمک از نظر مقدار انرژی مناسب‌تر می‌باشد زیرا دارای بیشترین میزان انرژی می‌باشد. بر اساس نتایج مقایسه میانگین داده‌ها اثر غلظت‌های مختلف نمک بر شاخص طول/فشار آلوئوگراف در سطح احتمال 5% معنی‌دار شده است (جدول3). با افزایش مقدار نمک شاخص طول/فشار آلوئوگراف کاهش یافت. بین تیمار شاهد و تیمار 0/5%، 1% و 1/5% نمک از نظر آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، اما با تیمار 2% اختلاف معنی‌داری داشت (جدول 3)، بنابراین در این ویژگی آلوئوگراف نیز نمونه شاهد به علت دارا بودن بیشترین میزان، به عنوان تیمار مناسب انتخاب شد.

3-4- تأثیر افزودن نمک بر خصوصیات فیزیکی ماکارونی

نتایج حاصل از افزودن نمک بر میانگین خصوصیت فیزیکی ماکارونی نظیر رطوبت و خاکستر در جدول 4 نشان داده شده است.نتایج نشان داد که، افزودن نمک سبب کاهش میزان رطوبت نمونه‌ها پس از مرحله خشک کردن نسبت به نمونه شاهد گردید، کمترین مقدار رطوبت در نمونه 2 درصد مشاهده شد که با نمونه 1/5 درصد اختلاف معنی‌داری نداشت. نمونه‌های دارای مقادیر نمک بیشتر، میزان جذب آب کمتری داشتند و در نهایت دارای میزان رطوبت کمتری نیز بودند و نمونه حاوی 2 درصد نمک دارای کمترین میزان رطوبت بود (جدول 4). همچنین افزودن نمک به نمونه‌ها سبب افزایش میزان خاکسترخمیر ماکارونی نسبت به نمونه شاهد شد که البته در مقادیر 0/5 و 1 درصد این تغییر معنی‌دار نبود و بیشترین میزان خاکستر در نمونه حاوی 2 درصد نمک مشاهده شد، به دلیل این که نمک یک ماده معدنی بوده و سبب افزایش میزان خاکستر نمونه‌ها می گردد (جدول 4).

3-5- تأثیرافزودن نمک برعدد پخت و افت پخت

نتایج نشان داد که با افزودن نمک به نمونه‌ها و افزایش میزان آن، مقدار کل مواد جامد در آب پخت (لعاب) نسبت به نمونه شاهد و نمونه 0/5 درصد کاهش یافت و نمونه‌های حاوی 1/5و2 درصد نمک دارای کمترین میزان لعاب بودند. همچنین افزودن نمک و افزایش میزان آن سبب کاهش افت پخت نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد شد، کمترین میزان افت پخت در نمونه حاوی 2 درصد نمک دیده شد(جدول 4).

جدول 3- تأثیر نمک بر ویژگی‌های آلوئوگرافی خمیر

تیمار	فشار (P)	کشش پذیری (L)	انرژی (W)	نسبت طول/فشار(P/L)
شاهد	59±0/1^{d}	19±1/15^{d}	63±0/22^{c}	3/16±0/01^{a}
0/5	69±1/1^{c}	23±1/4^{c}	67±0/3^{c}	2/96±0/14^{a}
1	79±0/8^{a}	26±1/7^{b}	75±0/62^{a}	2/95±0/8^{a}
1/5	77±1/4^{a}	28±1/3^{a}	73±0/14^{b}	2/59±0/24^{ab}
2	65±1/15^{b}	26±1/75^{b}	55±0/43^{d}	2/20±0/76^{b}

* حروف متفاوت در هر ستون نشانه اختلاف معنی دار در سطح 95% می باشند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول 4- تأثیر نمک بر ویژگی‌های فیزیکی ماکارونی

تیمار	رطوبت (%)	خاکستر (%)	عدد پخت	کل مواد جامد در آب پخت (لعاب)(%)
شاهد	9/66 ± 0/07a	0/70 ± 0/01b	51/50 ± 0/02a	7/79 ± 0/01a
0/5	9/71 ± 0/01a	0/71 ± 0/01b	50/29 ± 0/04ab	7/79 ± 0/02a
1	9/76 ± 0/02a	0/71 ± 0/01b	49/79 ± 0/37ab	6/91 ± 0/01b
1/5	± 0/01ab 9/21	0/72 ± 0/01b	49/45 ± 0/49ab	6/32 ± 0/02c
2	9/10 ± 0/1b	0/74 ± 0/01a	48/73 ± 0/15b	6/21 ± 0/02c

* حروف متفاوت در هر ستون نشانه اختلاف معنی دار در سطح 95% می باشند

3-6- ارزیابی حسی

در این تحقیق، تأثیر افزودن نمک بر خصوصیات حسی پاستای پخته شده شامل چسبندگی، سفتی، شوری و طعم و مزه مورد بررسی قرار گرفت.با توجه به نتایج، با افزایش میزان نمک، در حد 1/5 تا 2 درصد میزان چسبندگی کاهش یافت و کمترین میزان چسبندگی رشته های ماکارونی مربوط به نمونه حاوی 2 درصد نمک بود. این امر می تواند به دلیل افزایش کیفیت پروتئین ماکارونی باشد که از ورود نشاسته درماکارونی به آب پخت جلوگیری می کند. سوزر و کایا (2003) خصوصیات کیفی ماکارونی پخته شده با درصدهای مختلف نمک در آب پخت را بررسی کردند، نتایج به دست آمده نشان داد که با افزایش نمک در آب پخت میزان چسبندگی افزایش می‌یابد که این امر به دلیل عدم نفوذ آب به لایه های درونی بوده که باعث عدم گسترش شبکه پروتئین شده و به همین دلیل نشاسته به راحتی به آب پخت انتشار می‌یابد (20). این امر تا حدی (بخصوص در تیمارهای 1/5-1 نمک) با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.همچنین نتایج حاصل نشان داد که با افزودن میزان نمک، میزان سفتی نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد افزایش یافت و با افزایش مقدار نمک میزان سفتی افزایش پیدا کرد که نمونه حاوی 1/5 درصد نمک دارای بیشترین میزان سفتی بود. با توجه به نتایج به دست آمده از فارینوگراف در تحقیق حاضر، در اثر افزودن نمک به آرد مقاومت خمیر افزایش پیدا کرد که این امر سبب افزایش سفتی ماکارونی بعد از پخت شده است (جدول 1).با افزایش میزان نمک، میزان شوری نمونه‌ها نسبت به شاهد افزایش یافت اما در نمونه‌های حاوی 0/5 و 1 درصد نمک این اختلاف معنی‌دار نبود و در نمونه‌های حاوی 1/5 و 2 درصد نمک شوری محسوس بود (جدول 5).با توجه به نتایج بدست آمده در نمونه‌های حاوی 0/5 و 1 درصد، نمک باعث تشدید طعم شد، در نتیجه طعم بهتری توسط ارزیاب‌ها احساس گردید اما در نمونه‌های حاوی 1/5 و 2 درصد، به دلیل افزایش مقدار نمک و شوری قابل احساس نمونه-ها میزان مقبولیت طعم کاهش پیدا کرد. بررسی کلی ماکارونی‌ها نشان داد که نمونه‌های حاوی 0/5 و 1 درصد نمک، بیشترین امتیاز را داشته و نمونه‌های شاهد و حاوی 2 درصد نمک دارای کمترین امتیاز بودند (جدول5).

4- نتیجه گیری

با بررسی نتایج مشاهده شد که افزودن نمک در حد بهینه سبب تقویت شبکه گلوتن و منجر به افزایش پایداری و زمان توسعه خمیر و کاهش جذب آب، افزایش مقاومت و قوام خمیر، کاهش درجه سست شدن خمیر، افزایش مقاومت خمیر به کشش، انرژی، فشار خمیر،کشش پذیری خمیر، افزایش نسبت طول/فشار و کاهش مدت زمان خشک کردن فرآورده می گردد که این امر در نهایت باعث بهبود کیفیت خمیر ماکارونی می‌شود. با افزودن نمک به خمیر ماکارونی، استحکام آرد و قدرت یونی و خواص فیزیکی خمیر بهبود می یابد.همچنین افزودن این ماده سبب کاهش افت پخت ماکارونی و میزان مواد جامد در آب می شود. نتایج ارزیابی حسی نشان داد که میزان 1/5% و 2% نمک تأثیر منفی بر روی طعم و مزه محصول نهایی داشت و توسط مصرف کننده قابل قبول نبود. بنابراین افزودن نمک در حد 1% دارای تأثیر قابل ملاحظه و معنی داری بر شاخص‌های کیفی و رئولوژیکی بوده و در مقبولیت نهایی ماکارونی تولیدی از نظر

Archive of SID

www.SID.ir

جدول 5- تأثیر نمک بر ارزیابی حسی ماکارونی

تیمار	چسبندگی	سفتی	شوری	طعم و مزه	ارزیابی کلی
شاهد	3/10 ± 0/31^{ab}	2/75 ± 0/23^{c}	3/28 ± 0/37^{a}	2/92 ±0/92^{bc}	2/73±0/82^{c}
0/5	3/07 ± 0/40^{ab}	2/83 ± 0/92^{c}	3/18 ± 0/15^{a}	3/38 ± 0/84^{a}	3/43±0/27^{a}
1	3/02 ± 0/32^{ab}	3/25 ± 0/44^{b}	3/22 ± 0/07^{a}	3/13 ± 0/71^{b}	3/37±0/78^{ab}
1/5	3/20 ± 0/54^{a}	3/75 ± 0/27^{a}	3/03 ± 0/80^{b}	2/92 ± 0/26^{bc}	3/1±0/31^{b}
2	2/62 ± 0/66^{b}	2/42 ± 0/04^{d}	3/48 ± 0/01^{c}	2/65 ± 0/47^{c}	2/37±0/51^{d}

مصرف کننده قابل پذیرش می باشد و می تواند به عنوان یک راهکار برای بهبود کیفیت کلی خمیر ماکارونی و فرآورده نهایی مد نظر قرار گیرد.

5- منابع

1- رجب زاده،ن. ،کیهان پور،ژ. و باقرزاده،ا. ارزیابی کیفیت ماکارونی درایران،نشریه پژوهشکده غله ونان، شماره 45.

2- رجب زاده،ن. 1357. اهمیت سختی گندم، نشریه شماره 1، پژوهشکده غله ونان ایران.تهران.

3-Berland, S, and Launay, B. 1995.Rheological properties of wheat flour doughs in steady and dynamic shear,effect of water content and some additives.*Cereal Chemistry*.72: 48-52.

4-Bloksma, A. H , and Bushuk , W .1988. Rheology and chemistry of dough in wheat , *Chemistry and Technology*.2: 131-217 .

5-Butow, B. J, Gras, P. W, Haraszi , R , and Bekes , F . 2002. Effects of different salts on mixing and extension parameters on a diverse group of wheat cultivars using 2-G mixograph and extensiograph methods. *Cereal Chemistry*. 79 (6): 826–833.

6-Caldwell , K . A .1979.The fractionation and purification of gliadins by hydrophobic interaction chromatography. *Journal of Food Science Agriculture*. 30: 185-196 .

7-Callejo, M. J., Bujeda, C., Rodríguez, G. and Chaya, C. 2009.Alveoconsistograph evaluation of rheological properties of rye doughs. Spanish *Journal of Agricultural Research*, 7(3): 638-644.

8-Cubadda , R .1994 . Verfahrenstechnik und Nahrwert von Teigwaren , Getreide , Mehl und Brot. 48:5 , 104-109.

9-Donatella, P, Alessandro, S . 2000. Rheology of wheat doughs for fresh pasta blends and salt content production: Influence of semolina-flour blends and salt content, *Journal of Texture Studies*. 31: 163-182.

10-EWART, J. A. D. 1985. Blocked thiols in glutenin and protein quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 36:101-112.

11-Ghufran Saeed, SM., Saqib. A., Mubarak, A., Rashida, A. and Fred, S. 2009. Influence of rice bran on rheological properties of dough and in the new product development. *Journal of Food Science and Technology*.46(1): 62–65.

12-Huenber, F. R, and Wall, J. S., 1980. Wheat glutenin: effect of dissociating agents on molecular weight and composition as determined by gel filtration chromatography, *Journal of Agriculture Food Chemistry*. 28:433-428.

13-Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Food products [in Persian].

14-Lazaridou, A., Duta ,D., Papageorgiou, M., Belc , N ., Biliaderis ,C.G. 2007,Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten free. *Journal of Food Engineering* .79:1033-1047.

15-Mepba Horsfall, D ., Lucy, E ., and Nwaojigwa, S. U. 2007, Chemical Composition, Functional And Baking Properties Of Wheat-Plantain Composite Flours. *African Journal of Food Agriculture Nutrition Development*.7(1).

16-Miller , R. A, and Hoseney ,R .C .2008. Role of salt in baking ,*Cereal Food World* , 53:1 ,4-6 .

17-Nakamura, M, and Kurata, T. 1997.Effect of L-ascorbic acid on the rheological properties of wheat flour-water dough. *Cereal Chemistry*. 74:647-650.

18-Preston, K. R., 1989 , Effects of neutral salts of lyotropic series on the physical dough properties of a Canadian red spring wheat flour , *Cereal Chemistry* .,66: 144-148.

19-Salovaara, H. 1982.Effects of partial sodium chloride replacement by other salts on wheat dough rheology and breadmaking. *Cereal Chemistry*. 59:422-426.

Archive of SID

www.SID.ir

20- Sozer, N, and Kaya, A. 2003 , Changes in cooking and textural properties of spaghetti cooking with different levels of salt in the cooking water , *Journal Texture Studies* .34: 381-390.

21-Wu, K. L., Sung, W. C. and Yang, C. H. 2009. Characteristics of dough and bread as affected by the incorporation of sweet potato paste in the formulation. *Journal of Marine Science and technology*, 17(1): 13-22.

Archive of SID

www.SID.ir