بررسی اثر صمغ گزانتان بر کیفیت پاستای بدون گلوتن

وحید جمالی ماربینی[1*]، مریم جوکار[2]، مرضیه بلندی[2]، ابوالفضل اصلانی چقیورتی[3]

[1] دانش آموخته کارشناسی ارشد تکنولوژی مواد غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دامغان،
[2] عضو هیئت علمی گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دامغان،
[3] دانش آموخته کارشناسی علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آزادشهر،

تاریخ دریافت : ۹۴/۱/۲۰ تاریخ پذیرش : ۹۴/۱۱/۱۱

چکیده

بیماری سلیاک، ناهنجاری ژنتیکی مادام العمر روده‌ای است، افراد مبتلا به این بیماری نمی‌توانند گلوتن را مصرف نمایند این بیماری به سبب خوردن گلوتن تشدید می‌شود، این در حالی است که گلوتن از مهم‌ترین ترکیبات تشکیل دهنده پاستا می‌باشد. از این‌رو هدف از تحقیق تولید پاستای بدون گلوتن حاوی آرد برنج، نشاسته ذرت و صمغ گزانتان در سطوح ۰، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد بود. نتایج آزمون فارینوگراف نشان داد با افزایش میزان صمغ گزانتان، جذب آب و زمان گسترش خمیر افزایش یافت، پایداری خمیر روند مشخصی نداشت و افزایش صمغ سبب کاهش درجه نرم شدن خمیر نسبت به خمیر شاهد شد. همچنین نتایج آزمون رئومتر نشان داد، افزودن صمغ گزانتان باعث افزایش الاستیسیته و کاهش ویسکوزیته خمیر می‌گردد. وزن بعد از پخت و کاهش لعاب برای پاستای تولیدی در سطح ۱ درصد صمغ گزانتان به ترتیب برابر با ۵۴/۴۷ و ۵/۱۳ درصد بود. نتایج برتری خواص رئولوژیکی خمیر، تکنولوژیکی و حسی پاستای بدون گلوتن حاوی ۱ درصد صمغ گزانتان را نسبت به سایر نمونه‌های تولیدی نشان داد.

واژه های کلیدی: پاستای فاقد گلوتن، سلیاک، رئولوژی، صمغ گزانتان، فارینوگراف.

Archive of SID

* مسوول مکاتبات : vahidjamali86@gmail.com

www.SID.ir

۱- مقدمه

بیماری سیلیاک یک ناهنجاری مادام العمر روده‌ای است که به سبب خوردن گلوتن در افراد حساس ایجاد می‌شود. این بیماری یکی از رایج‌ترین ناهنجاری‌های ژنتیکی در جهان است. گندم، چاودار و جو سبب تشدید علایم بیماری سیلیاک می‌شوند و این شرایط با حذف این مواد از رژیم غذایی علائم آن مشاهده نمی‌گردد. مصرف پروتئین گلوتن توسط بیماران سیلیاکی سبب التهاب و تورم روده کوچک شده که در نتیجه موجب جذب ناقص مواد ضروری از قبیل: آهن، کلسیم و ویتامین‌های محلول در چربی و گاهی اوقات سبب کاهش وزن، اسهال، کم خونی، خستگی، نفخ شکم و کمبود فولات می‌شود (۲۰،۵). از عوارض دیگر سیلیاک می‌توان به پوکی استخوان (۱۱) مشکلات عصبی و روحی، بیماری صرع و افسردگی اشاره کرد (۶). از سوی دیگر تنها راه درمان بیماری سیلیاک استفاده از یک رژیم غذایی فاقد پروتئین‌های پرولامین یا اصطلاحاً فاقد گلوتن در تمام طول عمر بیمار است (۲۱).

گلوتن اصلی‌ترین پروتئین سازنده ساختمان حاضر در آرد گندم است و نقش عمده‌ای در عملکرد محصولات پخت ایفا می‌کند (۹،۱). پاستا به عنوان یکی از فرآورده‌های مهم و پر مصرف، محصولی از آرد گندم دوروم می‌باشد. یکی از اساسی‌ترین مسئله برای محققان علوم غذایی، تولید پاستای بدون گلوتن و جایگزین کردن پروتئین گلوتن با ترکیبات دیگر است. زیرا فقدان گلوتن، تاثیر شگرفی بر بسیاری از شاخص‌های کیفی پاستا مانند کیفیت پخت و میزان لعاب بر جای می‌گذارد. افزایش وزن در اثر پخت و افت پخت (لعاب) دو صفت بسیار مهم در تعیین خصوصیات پاستا می‌باشند. این دو خصوصیت بسیار تحت تأثیر میزان پروتئین و کیفیت پروتئین هستند. پاستای بدون گلوتن به یک سوبسترای پلی‌مری مانند نشاسته‌ها و هیدروکلوئیدها نیاز دارد که خصوصیات ویسکوالاستیک گلوتن در خمیر را تقلید کند و موجب بهبود بافت، احساس دهانی مطلوب و قابلیت پذیرش بالاتر این محصولات شود (۱۹). به دنبال تلاش برای جایگزین نمودن گلوتن در محصولات فاقد گلوتن، از هیدروکلوئیدها مانند گزانتان، گوار، کربوکسی متیل سلولز، هیدروکسی متیل سلولز، پکتین و غیره در سطوح متفاوت در فرمولاسیون حاوی آرد برنج، آرد ذرت و گندم سیاه استفاده شده است (۲۷). اثرات کلی هیدروکلوئیدها روی خمیر گندم و محصولات بدون گلوتن مسلماً به منبع هیدروکلوئید، ساختمان شیمیایی، روش استخراج، اصلاحات شیمیایی و مقدار استفاده از هیدروکلوئیدها در فرمولاسیون خمیر و برهم کنش با دیگر ترکیبات تشکیل دهنده خمیر و محصولات بدون گلوتن بستگی دارد (۲۵).

صمغ گزانتان یک پلی‌ساکارید خارج سلولی است که به وسیله‌ی انواعی گزانتاموناس کمپستریس[1] تولید می‌شود (۱۰). واحدهای اصلی سازنده آن گلوکز، مانوز و اسیدگالاکتورونیک می‌باشند. کل ساختار مولکول، به وسیله‌ی پیوندهای غیرکووالانسی (پیوند هیدروژنی) پایدار شده است (۱۲). بطور کلی صمغ گزانتان بعلت داشتن ویسکوزیته بالا در غلظت و سرعت برش کم، مدول الاستیک بالا، رفتار رئولوژی پسود پلاستیک، حساس نبودن به حرارت و سازگاری با نمک، پایداری در اسید قلیل و آنزیم‌ها در تولید محصولات بدون گلوتن کاربرد زیادی دارد (۲۸).

در همین راستا اثر صمغ گزانتان در قدرت تورم، شاخص حلالیت و وضعیت پراکندگی گرانول‌های نشاسته گندم مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد ویسکوزیته در مخلوط نشاسته– گزانتان در سرعت برشی متفاوت، ویسکوزیته و رفتار پسودو پلاستیک متفاوت را نشان می‌دهد (۱۸). هم‌چنین بررسی ویژگی‌های رئولوژیکی مخلوط نشاسته برنج و صمغ گزانتان نشان داد در دمای ۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد با افزایش میزان صمغ گزانتان ویسکوزیته ظاهری، شاخص غلظت، جریان برشی– رقیق‌سازی افزایش یافت و در دامنه‌ی دمایی ۲۵–۷۵ درجه‌ی سانتی‌گراد مخلوط از رابطه آرنیوس پیروی کرد با افزایش غلظت صمغ انرژی فعال سازی کاهش و مدول G' و G'' افزایش یافت (۱۳). محققین امکان استفاده از آرد برنج، نشاسته ذرت و نشاسته کاساوا را برای جایگزینی آرد گندم در تولید نان سفید بدون گلوتن مورد ارزیابی قرار دادند. نان تولیدی از آرد برنج، بافتی نرمتر با استحکام بهتر و توزیع سلولهای گازی همگن‌تر نسبت به نمونه های حاوی نشاسته ذرت و نشاسته کاساوا داشت (۱۵). نتایج خصوصیات رئولوژیکی خمیر برنج حاوی صمغ‌های گزانتان، گزانتان – گوآر و گزانتان – خرنوب با امولسیفایر داتم رفتار ضعیف شوندگی در اثر استرس از خودش نشان دادند. بیشترین مقادیر G'', G' برای خمیر برنج دارای صمغ‌های گزانتان، گزانتان – گوآر و گزانتان – خرنوب با امولسیفایر داتم بود (۸).

[1] *Xanthamonas Campestris*

Archive of SID

www.SID.ir

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد اولیه

نشاسته‌ی ذرت از کارخانه نشاسته البرز، آرد برنج (۹/۸۵ درصد رطوبت، ۸/۱ درصد پروتئین و ۰/۵۱ درصد خاکستر) از کارخانه پودرینه شمال و صمغ گزانتان محصول شرکت پرویسکو[1]، ساخت کشور سوئیس تهیه شد. صمغ گزانتان در سطوح ۰، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد وزنی/ وزنی با آرد برنج و نشاته ذرت مخلوط گردید.

۲-۲- روش تولید پاستای بدون گلوتن

ابتدا مواد اولیه نشاسته ذرت (۳۰ درصد)، آرد برنج (۷۰ درصد) و صمغ گزانتان در سطوح (۰، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد وزنی/وزنی) به مدت ۳ دقیقه داخل دستگاه همزن[2](Pilot Plant شرکت انسلمو[3] ساخت کشور ایتالیا) مخلوط گردید سپس آب به نسبت ۲۰ درصد وزن آرد به فرمولاسیون اضافه شد و به مدت ۱۰ دقیقه عمل همزدن ادامه یافت در نهایت مخلوط تحت دمای ۴۵ درجه سلسیوس با قالب فرم پیکولی و تحت فشار ۰/۶ میلی‌متر جیوه اکسترود[4] گردید. در طول فرآیند اکسترود، دمای خمیر خارج شده از قالب تحت جریان دمای آب ۲۰ درجه سلسیوس قرار داشت تا پاستای خارج شده از قالب به هم نچسبد و شکل خود را از دست ندهد. پاستای خارج شده از قالب ابتدا بر روی سینی‌های پلاستیکی ریخته شد و فن موجود در زیر سینی جهت جلوگیری از بهم چسبیدن پاستای در طول فرآیند به طور مداوم روشن بود. سپس پاستای تولیدی برای انتقال به خشک کن بر روی سینی‌های چوبی با توری پلاستیکی قرار گرفت و داخل خشک کن اتوماتیک (خشک کن کابینتی، شرکت انسلمو- ساخت کشور ایتالیا) خشک گردید. فرآیند خشک کردن پاستا در ۲ مرحله انجام گرفت، مرحله ابتدایی خشک کردن در دمای پایین (۵۰ درجه سلسیوس) و رطوبت بالا (۵۵ درصد) به مدت ۲ ساعت انجام گرفت که این امر جهت جلوگیری از خشک شدن سریع سطح و در نتیجه پیش‌گیری از ترک خوردگی پاستا صورت پذیرفت. در مرحله دوم خشک کردن از دمای بالا (۷۵ درجه سلسیوس) و رطوبت پایین (۲۰ تا ۳۰ درصد) استفاده شد. در انتهای فرآیند خشک کردن، رسیدن به رطوبت ۱۰ درصد مورد نظر بود که به مدت ۳ ساعت زمان برای این منظور سپری شد. پاستای تولیدی خشک شده پس از سرد شدن در سلوفان‌های OPP[5] بسته‌بندی و تحت دمای ۱۸ درجه سلسیوس انبارداری شدند. پس از دو ساعت آزمایشات تکنولوژیکی و حسی بر روی نمونه‌ها انجام پذیرفت.

۲-۳- ارزیابی خصوصیات رئولوژیکی خمیر و کیفیت پاستای بدون گلوتن

۲-۳-۱- آزمون رئولوژیکی خمیر

آزمون فارینوگراف براساس استاندارد ملی ایران به شماره‌ی ۱-۳۲۴۶ انجام شد. هم‌چنین آزمون تعیین قابلیت ارتجاعی خمیر (رئومتر) نیز براساس استاندارد شماره (۱۱۵۴۵) در دامنه فرکانس ۰/۱ تا ۱۰۰ هرتز و کرنش ثابت ۰/۶ درصد انجام شد.

۲-۳-۲- وزن بعد از پخت و افت پخت پاستا

وزن بعد از پخت و افت پخت (عدد لعاب) براساس استاندارد شماره (۲۱۳) انجام شد.

۲-۴- ارزیابی حسی

جهت انجام این آزمون از یک تیم ۸ نفره که آشنایی و مهارت کافی در ارزیابی و شناسایی کیفی محصولات غذایی را داشتند استفاده گردید. آزمون ارزیابی حسی (طعم و مزه، قابلیت جویدن، بافت، رنگ، چسبندگی و پذیرش کلی) طبق روش پنج نقطه‌ای هدونیک مورد امتیازدهی قرار گرفت (۱۶).

۲-۵- آنالیز آماری

این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. نتایج به دست آمده با نرم افزار SPSS16 آنالیز و مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد. داده‌های حاصل از ارزیابی حسی با استفاده از آزمون ناپارامتری فریدمن مورد ارزیابی قرار گرفتند، در تمامی آنالیزها، سطح معنی داری ۰/۰۵ درصد در نظر گرفته شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- تأثیر افزودن گزانتان بر ویژگی‌های فارینوگرافی خمیر

[1] Provisco
[2] mixer
[3] Anselmo
[4] Extrusion
[5] Oriented Poly Propylene

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۱- تأثیر افزودن صمغ گزانتان بر خواص فارینوگرافی خمیر پاستا

شاخص تیمار	جذب آب (درصد)	زمان گسترش (دقیقه)	پایداری (دقیقه)	درجه نرم شدن (واحد برابندر)
شاهد (A0)	۵۰/۲۶±۱/۸۷^{c}	۱/۲۱±۰/۱۹^{c}	۱/۲۴±۰/۱۸^{b}	۱۳۲/۴۳±۱۴/۰۶^{a}
۰/۵درصد گزانتان (A1)	۵۷/۷۶±۰/۴۵^{b}	۱/۵۸±۰/۲۲^{b}	۱/۶۴±۰/۱۶^{ab}	۱۰۰/۸۴±۱۱/۶^{b}
۱ درصد گزانتان (A2)	۵۸/۵۳±۱/۱۶^{ab}	۱/۹۱±۰/۱۵^{ab}	۱/۸۲±۰/۴۲^{a}	۹۰/۶۱±۵/۴۸^{c}
۱/۵درصد گزانتان (A3)	۵۸/۹۵±۱/۲۴^{a}	۲/۳۲±۰/۲۸^{a}	۱/۷۵±۰/۱۳^{a}	۸۸/۶۳±۶/۳۸^{c}

حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده وجود اختلاف آماری معنی‌دار در $p< ۰/۰۵$ می‌باشد.

نتایج آزمون فارینوگراف برای تیمارهای مختلف در جدول شماره ۱ آورده شده است.

۳-۲- جذب آب

جذب آب یک فاکتور مهم در تولید پاستا محسوب می‌شود. از طرفی هرچه میزان مصرف آب کمتر باشد زمان فرآیند خشک‌کردن کاهش می‌یابد (۲). همانگونه که در جدول ۱ مشاهده می‌شود درصد جذب آب نمونه‌ها در محدوده ۵۸/۹۵-۵۰/۲۶ درصد متغیر بود و روندی صعودی مشاهده شد. نتایج نشان داد افزودن صمغ گزانتان به تیمارها سبب افزایش معنی‌دار میزان جذب آب خمیرها نسبت به خمیر شاهد در فارینوگراف شد، که به علت طبیعت آب دوست هیدروکلوئیدها است. لازارید و همکاران (۲۰۰۷) نیز در اثر افزودن صمغ گزانتان به نان بدون گلوتن، نتایج مشابهی را بدست آوردند. افزایش میزان صمغ گزانتان از ۰/۵ به ۱درصد سبب افزایش جذب آب در خمیرها شد اما از نظر آماری تفاوت معنی‌داری در سطح ۹۵ درصد نداشتند ولی با افزایش صمغ از ۰/۵ درصد به ۱/۵ درصد با افزایش جذب آب در سطح اطمینان ۹۵ درصد تفاوت معنی داری مشاهده شد (۱۴).

۳-۳- زمان گسترش خمیر

شاخص زمان گسترش خمیر بیانگر قدرت نسبی گلوتن آرد می‌باشد، به این معنی که زمان‌های گسترش کوتاه نشان دهنده‌ی ضعیف بودن پروتئین گلوتن است (۳). گسترش سریع‌تر خمیر آرد تا حدی در تولید پاستا یک مزیت به‌حساب می‌آید. سهولت شکل‌گیری خمیر و عدم ایجاد فشار به قالب پرس از مزایای دیگر کاهش زمان گسترش خمیر می‌باشد که کاربرد مهم آن در تولید انواع مختلفی از پاستا که از نظر طولی کوتاه می‌باشند به دلیل تحمل فشار کم در حین شکل‌گیری، امکان ترک خوردگی و شکنندگی پس از فرآیند خشک شدن، کاهش می‌یابد اما خمیرهای دارای زمان گسترش خیلی پایین باعث تغییر شکل خمیر پس از اکسترودر می‌شود (۲). دامنه زمان‌های گسترش خمیر برای رقم‌های مختلف گندم دوروم بین ۲/۱-۰/۹ دقیقه گزارش شده است، در حالی که آمارجت و همکاران (۱۹۹۳) دامنه بالاتری را گزارش نمودند (۴). همانطور که نتایج آزمون فارینوگراف در جدول ۱ نشان می‌دهد زمان گسترش خمیر در محدوده ۲/۳۲-۱/۲۱ دقیقه می‌باشد. نتایج حاصل نشان داد که در اثر افزودن صمغ گزانتان به آرد، زمان گسترش خمیر افزایش پیدا کرد که بیشترین زمان گسترش خمیر در تیمار ۱/۵ درصد گزانتان مشاهده شد و پایین‌ترین زمان گسترش مربوط به نمونه شاهد بود که نشان دهنده آن است که با افزایش درصد جذب آب، زمان گسترش خمیر افزایش می‌یابد. تمام تیمارها تفاوت معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد با نمونه شاهد داشتند. نتایج مشابهی توسط لازارید و همکاران (۲۰۰۷) و همچنین کوریک و همکاران (۲۰۰۷) در اثر افزودن صمغ گزانتان و گوار به نان بدون گلوتن، بدست آمد (۷،۱۴). در مجموع این نتایج نشان می‌دهد که افزودن صمغ گزانتان باعث تشکیل شبکه‌ای مشابه شبکه گلوتنی شده و قوام خمیر را افزایش داده است.

۳-۴- پایداری خمیر

نتایج این آزمون در جدول ۱ نشان می‌دهد که تیمار ۱درصد صمغ گزانتان بالاترین زمان پایداری و تیمار شاهد کمترین زمان پایداری خمیر را دارد. افزودن صمغ گزانتان به آرد تا سطح ۱ درصد سبب افزایش تحمل خمیر به مخلوط کردن شد اما افزایش میزان صمغ از ۱درصد به ۱/۵ درصد سبب کاهش پایداری خمیر گردید. اما اختلاف معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد بین

Archive of SID

www.SID.ir

آنها مشاهده نشد. فاکتورهای زمان گسترش و پایداری خمیر نشان‌دهنده میزان قدرت آرد هستند و هر چه این مقادیر بیشتر باشد خمیرهای حاصل قوی‌تر می‌باشند. بر طبق نتایج به دست آمده بر روی خمیر آرد گندم توسط کوریک و همکاران (۲۰۰۱) زمان گسترش خمیر و زمان مقاومت با یکدیگر رابطه مثبت و معنی‌داری دارند. از این رو آردهایی که زمان گسترش خمیر بالایی دارند، قاعدتاً باید زمان مقاومت خمیر خوبی نیز داشته باشند (۷). این مطلب در نتایج تحقیق حاضر نیز مشاهده گردیده است.

۳-۵- درجه نرم شدن خمیر

شاخص درجه نرم شدن خمیر در آرد گندم به کیفیت گلوتن مرتبط است. بررسی‌های انجام شده توسط پتروا و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که خمیرهای حاصل از گندم دوروم قوی که زمان گسترش طولانی دارند، درجه نرم شدن کمتر را نشان می‌دهند (۲۲). سیزن معتقد است که اگر درجه نرم شدن خمیر برای گندم‌های دوروم از ۶۰ برابندر کمتر باشد، کیفیت نمونه عالی محسوب می‌شود، اگر بین ۶۰-۹۰ برابندر باشد کیفیت خوب در نظر گرفته می‌شود و اگر درجه نرم شدن بیش از ۶۰ برابندر باشد کیفیت ضعیف است و برای تهیه فرآورده‌های خمیری مناسب نمی‌باشد (۲۶). نتایج این آزمون در جدول ۱ نشان می‌دهد درجه نرم شدن خمیر (بر حسب واحد برابندر) در محدوده ۱۳۲-۸۸ واحد برابندر می‌باشد که تیمار شاهد بیشترین و تیمار ۱/۵ درصد صمغ گزانتان کمترین میزان درجه نرم شدن خمیر را نشان می‌دهد. نتایج نشان داد، افزودن صمغ گزانتان سبب کاهش درجه سست شدن خمیر نسبت به نمونه شاهد می‌گردد و نشان‌دهنده قوی‌تر شدن بافت خمیر نسبت به نمونه شاهد می‌باشد. کوریک و همکاران (۲۰۰۷) نتایج مشابهی را با اضافه کردن ۳ درصد صمغ گوآر به مخلوط آرد برنج و نشاسته ذرت اکسترود شده بدست آوردند (۷).

در مقایسه بین منحنی‌های فارینوگرام، شبیه ترین منحنی فارینوگرام نسبت به منحنی فارینوگرام حاصل از خمیر آرد گندم، در تیمار دارای ۱ درصد صمغ گزانتان مشاهده شد که می‌توان آن را به عنوان جانشین گلوتن در سیستم های بدون گلوتن استفاده نمود.

۳-۶- تأثیر افزودن صمغ گزانتان بر ویژگی‌های آزمون رئومتر خمیر

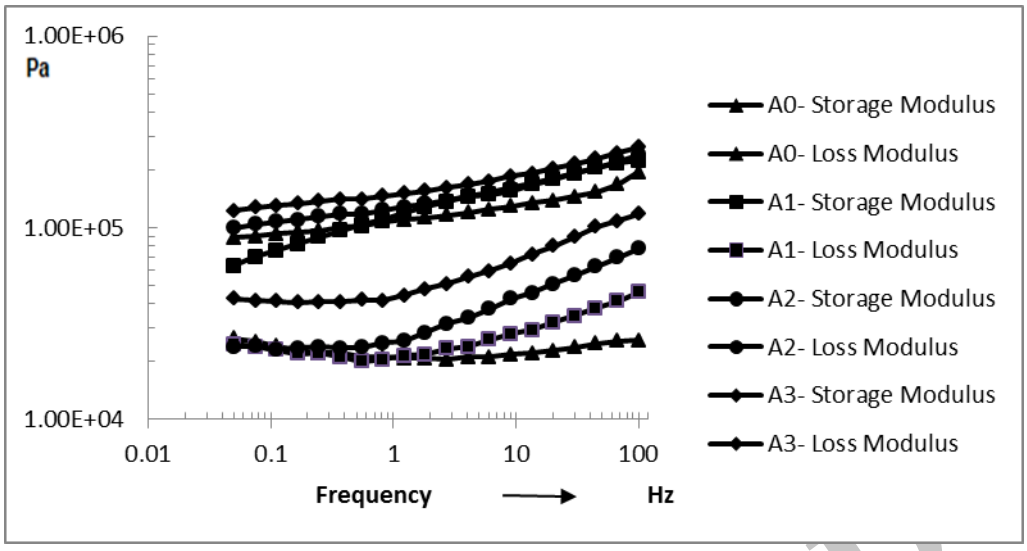
نتایج بصورت شکل‌هایی است که نشان دهنده مدول الاستیک[1] و مدول ویسکوز[2] به عنوان تابعی از فرکانس می‌باشد (شکل-۱). نتایج نشان داد ویسکوالاستیک خطی در محدوده کرنش ۰/۱۵ درصد بود و افت مدول الاستیک (G') و مدول ویسکوز (G'') در بالاتر از کرنش ۰/۱۵ درصد شروع می‌شود و در کرنش بالاتر از ۱ درصد بیشتر می‌شد، که نشان دهنده شکست ساختمان خمیرها در این سطح از کرنش است. به عبارت دیگر تا کرنش ۱ درصد مدول های G' و G'' حالت خطی خود را حفظ کردند در صورتی که در کرنش‌های بالاتر این حالت خطی از بین رفت. به این ترتیب این مقدار به عنوان انتهای ناحیه ویسکوالاستیک خطی انتخاب شد. فان تاین و همکاران (۱۹۹۸) نتایج مشابهی در خمیر حاصل از آرد گندم و آب مشاهده نمودند، که محدوده ویسکوالاستیک خطی در سطح کرنش ۰/۱ تا ۰/۱۵ درصد قرار داشت (۲۳).

آزمون فرکانسی انجام شده (شکل‌های ۲الی ۵) نشان داد، در همه تیمارها و نمونه شاهد، مدول الاستیک (G') بیشتر از مدول ویسکوز (G'') در کل دامنه فرکانس است، و هر دو مدول وابسته به فرکانس بوده و با افزایش فرکانس، افزایش پیدا کردند، که نشان‌دهنده یک رفتار شبه الاستیک[3] برای خمیرهای حاصل از تیمارها و خمیر شاهد بود، در نتیجه tan δ[4] برای فرمولاسیون‌ها کمتر از ۱ بود. نتایج مشابهی در اثر مطالعه رئولوژیکی دینامیک بر روی خمیر آرد برنج با و بدون صمغ هیدروکسی پروپیل متیل سلولز بدست آمد. tan δ در تمامی نمونه ها بیشتر از ۰/۱ درصد بود که طبیعت ژلی ضعیف خمیرهای حاصل از تیمارهای مختلف و خمیر شاهد را نشان می‌دهد. افزودن صمغ گزانتان بر روی tan δ خمیرهای حاصل تأثیر داشت، که این اثر به سطح صمغ وابسته بود، به طوری که افزایش گزانتان سبب کاهش tan δ گردید و نشان دهنده آن بود که صمغ گزانتان سبب الاستیک‌تر شدن بافت خمیر به دلیل پیوند هیدروژنی می‌گردد. نتایج مشابهی در اثر افزودن صمغ‌های گزانتان و β-گلوکان بدست آمد، که این دو صمغ موجب کاهش قابل ملاحظه tanδ

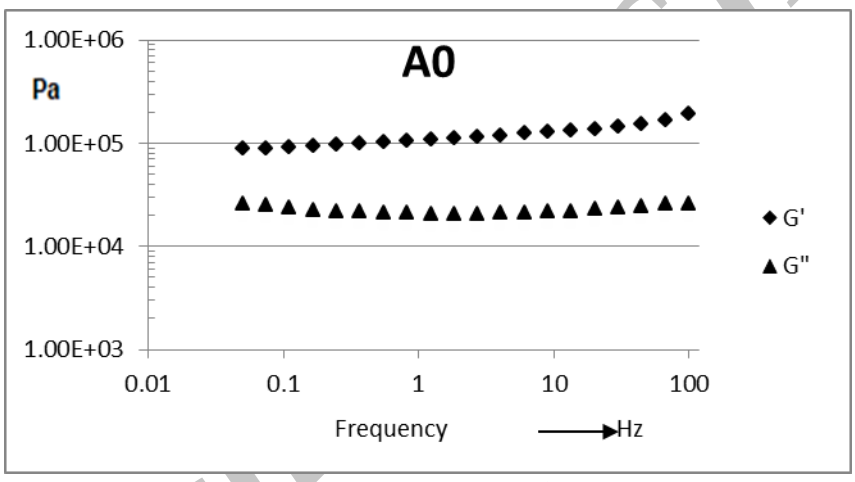
[1] Storage G'
[2] Loss G''
[3] Elastic like
[4] Loss tan

Archive of SID

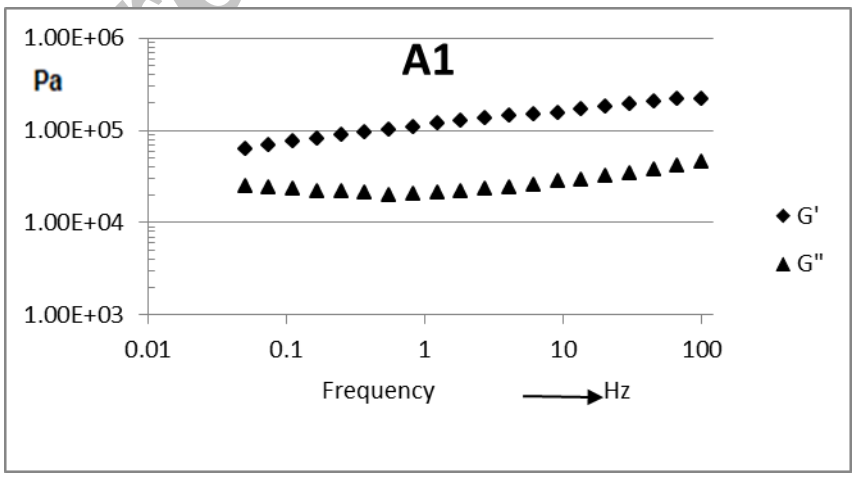
www.SID.ir



شکل ۱- مقایسه مقادیر G' و G" تیمارهای A1,A2,A3 با نمونه شاهد

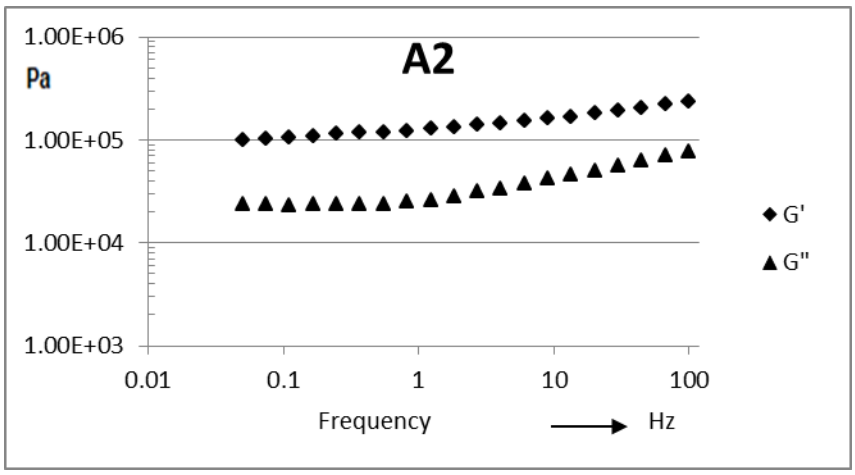


شکل ۲- وابستگی G' و G" به فرکانس در تیمار شاهد

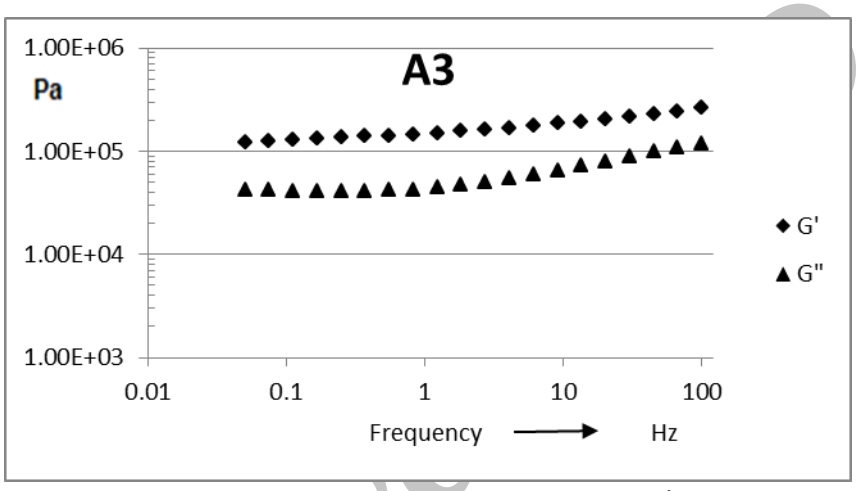


شکل ۳- وابستگی G' و G" به فرکانس در تیمار حاوی ۰/۵ درصد صمغ گزانتان

www.SID.ir



شکل ۴- وابستگی 'G و "G به فرکانس در تیمار حاوی ۱ درصد صمغ گزانتان



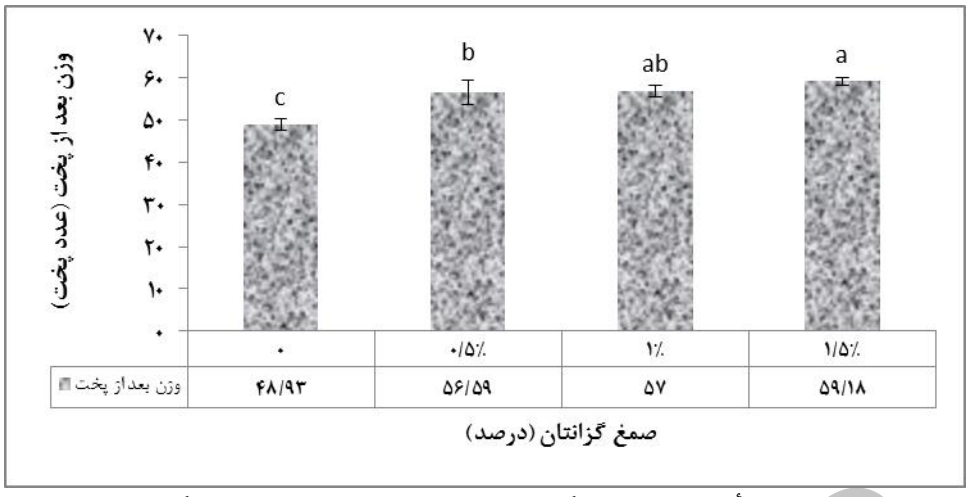
شکل ۵) وابستگی 'G و "G به فرکانس در تیمار حاوی ۱/۵ درصد صمغ گزانتان

نسبت به دیگر صمغ‌های به کار رفته مثل: آگاروز، کربوکسی متیل سلولز و پکتین شدند (۱۴). بطور کلی افزایش سطح صمغ گزانتان از ۰/۵٪ به ۱/۵٪ سبب کاهش مقدار $\tan\delta$ گشت، که نشان می‌دهد با افزایش میزان سطح صمغ، میزان در برگیری ترکیبات الاستیک در خمیر بیشتر می‌شود.

۳-۷- تأثیر افزودن صمغ گزانتان بر وزن بعد از پخت و افت پخت

مقادیر آزمون وزن بعد از پخت در شکل ۶ نشان می‌دهد که وزن پس از پخت نمونه‌ها در محدوده ۵۹/۱۸-۴۸/۹۳ گرم می‌باشد. تیمار حاوی ۱/۵ درصد صمغ گزانتان بالاترین وزن و تیمار شاهد کمترین وزن پس از پخت را دارد. در محصولات بدون گلوتن به دلیل عدم گلوتن تشکیل یک شبکه پایدار توسط هیدروکلوئیدها ایجاد گشته، به طوری که سفتی و خصوصیات سطحی پاستا بهبود می‌یابد. این شبکه گرانول‌های نشاسته ژلاتینه شده را به دام انداخته و از شکستگی سطحی پاستا، خروج کربوهیدرات و پروتئین به داخل آب پخت جلوگیری می‌کند اما محصولاتی که دارای هیدروکلوئید بیشتری هستند به علت طبیعت آب دوستی آنها، میزان جذب آب بالاتری دارند. نتایج نشان داد افزودن صمغ گزانتان به تیمارها، سبب افزایش معنی‌دار میزان وزن پس از پخت نمونه‌ها نسبت به خمیر شاهد گردید. تفاوت معنی‌داری در سطح ۹۵ درصد بین نمونه‌های ۱٪ و ۱/۵٪ وجود نداشت اما بین نمونه‌های ۰/۵٪ و ۱/۵٪ تفاوت معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد وجود داشت. که به علت طبیعت آب دوست هیدروکلوئیدها است. نتایج مشابه ای توسط سوسانا و همکاران (۲۰۱۳)، بدست آمد. آنها در مقایسه بین پاستای گندم دروم و بدون گلوتن نشان دادند که افزودن صمغ به پاستا باعث افزایش وزن در اثر پخت شد و پاستا با صمغ گوار نسبت به دیگر صمغ‌های گزانتان و هیدروکسی پروپیل متیل سلولز افزایش وزن پخت بالاتری داشت (۲۷).

Archive
www.SID.ir



شکل ۶- تأثیر افزودن صمغ گزانتان بر وزن بعد از پخت پاستای بدون گلوتن

A0: نمونه شاهد، A1: نمونه ۰/۵ درصد صمغ گزانتان، A2: نمونه ۱ درصد صمغ گزانتان، A3: نمونه ۱/۵ درصد صمغ گزانتان

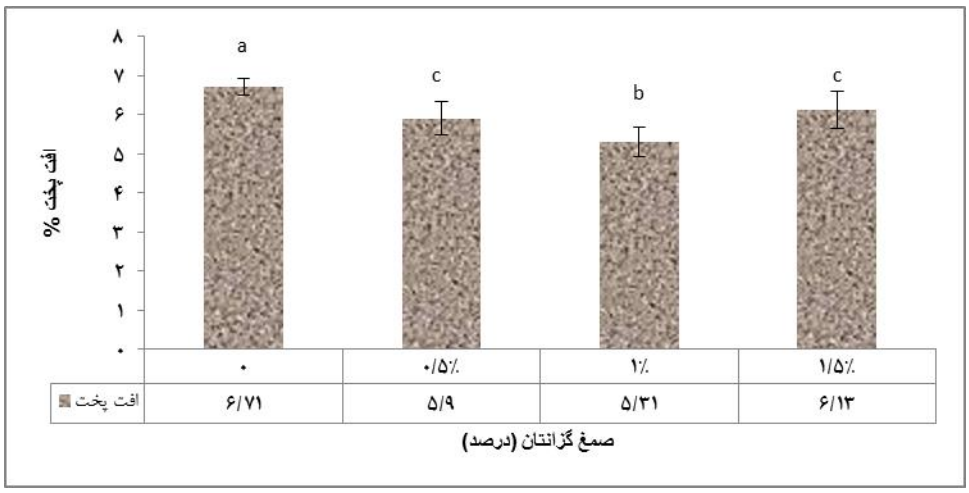
مقدار باقی‌مانده نشاسته در آب پخت و پز معمولا به عنوان شاخص کیفیت پاستا استفاده می‌شود. مقدار کم باقی‌مانده نشاسته نشان‌دهنده کیفیت بالاتر پاستا را می‌باشد(۲۷). ماده اصلی موجود در آب پخت پاستا نشاسته است و اصلی‌ترین ترکیب نشاسته مؤثر در لعاب آمیلوز می‌باشد و این ترکیب عامل اصلی چسبندگی در محصولات خمیری پخته باشد (۱۷). همچنین کاهش میزان لعاب پاستا ناشی از بالا بودن پروتئین به دلیل افزایش پیوندهای هیدروژنی ملکول آب و پروتئین در بافت محصول می‌باشد و میزان پروتئین بالا نیز به علت خاصیت امولسیون کنندگی، عامل مؤثری در این امر خواهد بود (۲۴). همانطور که در شکل ۷ ملاحظه می‌گردد میزان افت پخت نمونه‌های پاستا در محدوده ۶/۱۳-۶/۷۱ درصد می‌باشد که بالاترین میزان افت پخت مربوط به تیمار شاهد و کمترین میزان مربوط به تیمار ۱درصد صمغ گزانتان می‌باشد. در برخی از منابع گزارش شده است که افت پخت کمتر از ۶ درصد بسیار خوب و بالاتر از ۸ درصد نامناسب می‌باشد. نتایج بررسی‌ها نشان داد که با افزایش صمغ گزانتان از سطح ۰/۵ درصد به ۱ درصد میزان افت پخت کاهش می‌یابد اما با افزایش صمغ از ۱ درصد به ۱/۵ درصد افت پخت افزایش می‌یابد، که علت آن را می‌توان به میزان جذب آب بالاتر نسبت داد که این افزایش جذب آب باعث ایجاد حالت خمیری و وارفتگی محصول می‌گردد و باعث افزایش افت پخت می‌گردد. تمام تیمارها در سطح ۹۵ درصد تفاوت معنی داری با نمونه شاهد داشتند. سوسانا و همکاران (۲۰۱۳)، نیز نتایج مشابهی گزارش نمودند. این محققین در مقایسه بین پاستای گندم دروم و بدون گلوتن نشان دادن که از دست دادن لعاب در پاستای بدون گلوتن کمی بالاتر از پاستای گندم دروم می‌باشد این امر به دلیل عاری بودن آرد از محتوای گلوتن می‌باشد. اما با افزودن صمغ های گزانتان، گوار، هیدروکسی پروپیل متیل سلولز، پروتئین آب پنیر باعث کاهش عدد لعاب می‌گردد و به نتایج پاستای گندم دروم نزدیکتر می‌شود (۲۷).

۳-۸- ارزیابی حسی

تأثیر افزودن هیدروکلوئیدها بر خصوصیات حسی پاستای پخته شده شامل رنگ، طعم و مزه، بافت قابلیت جویدن، چسبندگی و پذیرش کلی در شکل ۸ نشان داده شده است. نتایج نشان داد تیمارهایی که حاوی سطوح پایین‌تر صمغ نسبت به سطوح بالاتر این افزودنی (۱/۵ درصد) امتیاز بیشتری کسب نموده‌اند. این امر با توجه به اینکه تیمار حاوی صمغ بالاتر آب بیشتری جذب نموده و در ارزیابی رنگ، طعم و مزه، بافت، قابلیت جویدن، چسبندگی و پذیرش کلی امتیاز کمتری نسبت به ۰/۵ و ۱٪ کسب کرده قابل توجیه می‌باشد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که افزایش میزان صمغ به طور معنی‌داری بر خواص حسی محصول نهایی موثر می‌باشد. به طور کلی محصولات تولیدی حاوی میزان صمغ کمتر در مقایسه با محصولات به دست آمده از میزان بالاتری صمغ

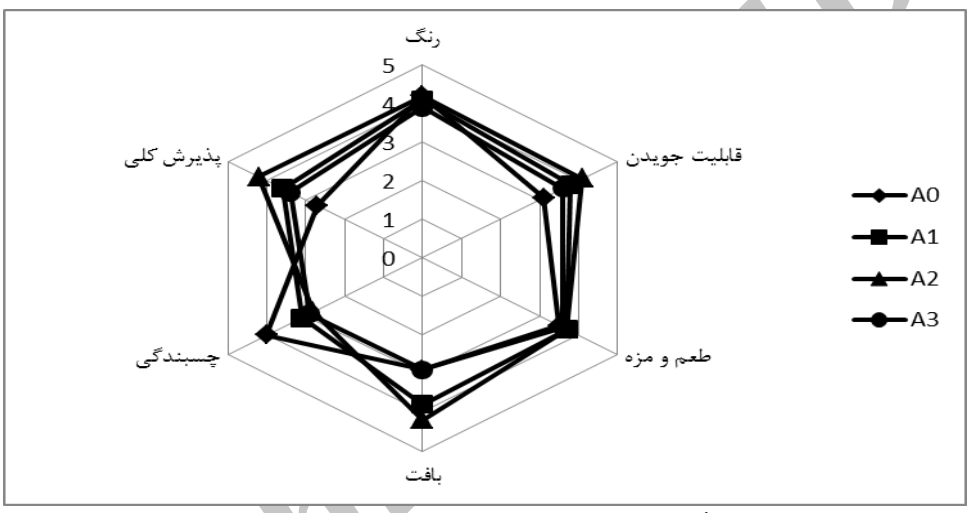
Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۷- تأثیر افزودن صمغ گزانتان بر افت پخت پاستای بدون گلوتن

A0: نمونه شاهد، A1: نمونه ۰/۵ درصد صمغ گزانتان، A2: نمونه ۱ درصد صمغ گزانتان، A3: نمونه ۱/۵ درصد صمغ گزانتان



شکل ۸- تأثیر افزودن صمغ گزانتان بر خصوصیات حسی پاستای بدون گلوتن

A0: نمونه شاهد، A1: نمونه ۰/۵ درصد صمغ گزانتان، A2: نمونه ۱ درصد صمغ گزانتان، A3: نمونه ۱/۵ درصد صمغ گزانتان

امتیاز بیشتری کسب نموده‌اند، این امر بیانگر این است که چنانچه میزان صمغ کنترل نگردد، اثر نامطلوبی بر محصول نهایی داشته و می‌تواند منجر به کاهش مقبولیت محصول توسط مصرف کننده شود.

۴- نتیجه گیری

نتایج آزمون رئولوژیکی خمیر نشان داد، با افزایش صمغ تا میزان ۱ درصد، خواص رئولوژیکی خمیر بهبود می‌یابد اما افزایش بیش از اندازه آن تاثیر منفی را نشان می‌دهد. همچنین افزودن صمغ تا سطح ۱٪ سبب کاهش افت پخت پاستا و میزان مواد جامد در آب پخت می‌شود اما با افزایش آن به ۱/۵٪ افت پخت افزایش می‌یابد. نتایج ارزیابی حسی نشان داد که سطح ۱/۵٪ صمغ تأثیر منفی بر روی کیفیت محصول نهایی دارند و از نظر مصرف کننده امتیاز کمتری را کسب نمود. در نهایت می‌توان نتیجه گیری کرد که صمغ در سطح ۱٪ دارای تأثیر مثبت بر شاخص‌های کیفی محصول نهایی دارند و از نظر مصرف کننده قابل قبول هستند و می‌تواند به عنوان جانشین گلوتن در افزایش کیفیت پاستای بدون گلوتن مورد استفاده قرار گیرد.

۵- منابع

۱. پور اسماعیل، ن.، عزیزی، م. ح.، عباسی، س. و محمدی، م. ۱۳۹۰. فرمولاسیون نان بدون گلوتن با استفاده از گوآر و آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی. مجله پژوهش‌های صنایع غذایی، شماره ۲۱، ۶۹-۸۰.

www.SID.ir

۲. ناصری، ع.، تسلیمی، ا.، سیدین، م.، هراتیان، پ، و ابدی، ع. ۱۳۸۸. بررسی تاثیر ایزوله پروتئین سویا بر ویژگیهای ماکارونی، فصلنامه علوم و صنایع غذایی ، دوره ۶، شماره ۲: ۱۱-۱.

3. Aalami, M., Prasada Rao, U., and Leelavath, K. 2007. Physicochemical and Biochemical characteristics of Indian durum Wheat Varieties: Relationship to Semolina Milling and Spaghetti Making Quality. Food chemistry, 102(4), 993-1005.

4. Amarjeet, K., Bhupendar, S., and Sidhu, J.S. 1993. Studies on bread and durum wheat blends. Chemie, Mikrobiologie, Technologie der Lebensmittel (Germany).

5. Blades, M., 1997. Food allergies and intolerances: an update. Nutrition & Food Science, 97,4: 146-151.

6. Bouquet, F., Ventura, A., Gobbi, G., Greco, L., Lambertini, A., Zaniboni, M. G., and Tassinari, C.A. 1992. Coeliac disease, epilepsy, and cerebral calcifications. The Lancet, 340, 8817: 439-443.

7. Curic, D,. Norotni, D,. Tusak, D,. Bauman, I,. and Gabric, D. 2007. Gluten-free bread production by the corn mcal and soy bean flour extruded bland usage. Journal of Agriculture conspectus scienifius, 72, 3:227-232.

8. Demirkesen, I,. Mert, B,. Sumnu, G,. and Shain, S. 2010. rheological properties ofgluten-free bread formulation. Journal of Engineering 96: 295-303.

9. Gallagher, E,. 2008. Formulation and nutritional aspects of gluten-free cereal products and infant foods. Gluten-free cereal products and beverages. Burlington: Academic/Elsevier Science, 321-346.

10. Harding, N. E., Cleary, J. M., & Ielpi, L. 1995. Genetics and biochemistry of xanthan gum production by Xanthomonas campestris. Food Biotechnology Microorganisms, 495-514.

11. Hernandez, L., and Green, P. H,. 2006. Extraintestinal manifestations of celiac disease. Current gastroenterology reports, 8,5: 383-389.

12. Jansson, P. E., Kenne, L., and Lindberg, B. 1975. Structure of the extracellular polysaccharide from Xanthomonas campestris. Carbohydrate Research, 45,1: 275-282.

13. Kim, C., and Yoo, B,. 2006. Rheological properties of rice starch–xanthan gum mixtures. Journal of Food Engineering, 75,1: 120-128.

14. Lazaridou, A., Duta, D., Papageorgiou, M., Belc, N., and Biliaderis, C. G. 2007. Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. Journal of food engineering, 79,3: 1033-1047.

15. López, A. C. B., Pereira, A. J. G., and Junqueira, R. G. 2004. Flour mixture of rice flour, corn and cassava starch in the production of gluten-free white bread.Brazilian Archives of Biology and Technology, 47,1: 63-70.

16. Lucisano, M., Cappa, C., Fongaro, L., and Mariotti, M. 2012. Characterisation of gluten-free pasta through conventional and innovative methods: Evaluation of the cooking behaviour. Journal of cereal science, 56,3: 667-675.

17. 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 (USA).

18. Mandala, I. G., and Bayas, E. 2004. Xanthan effect on swelling, solubility and viscosity of wheat starch dispersions. Food Hydrocolloids, 18,2: 191-201.

19. Marti, A., Pagani, M. A., and Seetharaman, K. 2011. Understanding starch organisation in gluten-free pasta from rice flour. Carbohydrate polymers, 84,3: 1069-1074.

20. Murray, J. A,. 1999. The widening spectrum of celiac disease. The American journal of clinical nutrition, 69,3: 354-365.

21. Niewinski, M. M,. 2008. Advances in celiac disease and gluten-free diet.Journal of the American Dietetic Association, 108,4: 661-672.

22. Petrova, I,. 2007. End-use quality of Bulgarian durum wheat. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 13: 161-169

23. Phan-Thien, N,. and Safari-Ardi, M,. 1998. Linear viscoelastic properties of flour-dough's different water concentration. Journal of Non-Newtonian fluid mechanic, 74:137-150

24. Pomeranz, Y,. 1988. Wheat: chemistry and technology (No. Ed. 3). American Association of Cereal Chemists.

25. Rojas, J. A., Rosell, C. M., and Benedito de Barber, C. 1999. Pasting properties of different wheat flour-hydrocolloid systems. Food Hydrocolloids, 13,1: 27-33.

26. Sissons, M,. 2008. Role of durum wheat composition on the quality of pasta and bread. Food, 2,2: 75-90.

27. Susanna, S., and Prabhasankar, P. 2013. A study on development of Gluten free pasta and its biochemical and immunological validation. LWT-Food Science and Technology, 50,2: 613-621.

28. Viturawong, Y., Achayuthakan, P., and Suphantharika, M. 2008. Gelatinization and

www.SID.ir

rheological properties of rice starch/xanthan mixtures: Effects of molecular weight of xanthan and different salts. Food Chemistry, 111,1: 106-114.

Archive of SID

www.SID.ir