

مروری بر عوامل موثر بر ویژگی‌های بافت و رئولوژی خمیر نان جهت ارتقا امنیت غذایی

A review of factors affecting texture and rheology of bread dough to improve food safety

آسیه حسن زاده^۱، زهرا صالحی^۲

پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۱۵

دریافت: ۱۴۰۱/۷/۱۲

چکیده

امنیت غذایی زیربنای توسعه اقتصادی، سیاسی و اجتماعی جوامع بشری می‌باشد. گندم یک کالای استراتژیک بوده لذا توجه و دقت در کیفیت و فرآوری این محصول خصوصا در عرصه تولید آرد و نان بسیار حائز اهمیت است. یکی از مهم‌ترین راهکارها جهت ارتقاء امنیت غذایی، حفظ کیفیت نان می‌باشد. یکی از فاکتورهای اساسی و موثر بر کیفیت نان، ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر است. برای بررسی ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر حاصل از آرد گندم از روش‌های متداولی استفاده می‌شود. کیفیت و کمیت محصولات صنایع پخت وابسته به میزان پارامترهای اندازه‌گیری شده در آزمون‌های رئولوژی است که این خود در ارتباط با مواد اولیه موجود در فرمولاسیون خمیر می‌باشد. در این تحقیق به بررسی برخی از مهم‌ترین عوامل تاثیرگذار بر بافت و رئولوژی خمیر نان از جمله نوع آرد، درجه استحصال آرد، افزودن صمغ‌ها، آنزیم‌ها و ... می‌پردازیم.

کلمات کلیدی: رئولوژی، خمیر، نان، درجه استحصال آرد، هیدروکلئوئید.

۱. مقدمه

با وجود افزایش تولید غذا در نیم قرن گذشته، امنیت غذایی موضوع راهبردی و هدف مهم سیاست‌های کشاورزی در بسیاری از کشورها می‌باشد. زنجیره تامین نان به دلیل نقش مهمی که در امنیت غذایی کشور داشته، دارای اهمیت ویژه می‌باشد. نان یکی از اقلام مهم در سبد تغذیه خانوارها به حساب می‌آید. براساس تحقیقات و بررسی‌های بعمل آمده عمده ترین گروه غذایی در تامین انرژی و پروتئین دریافتی در رژیم غذایی افراد کشور، نان می‌باشد و به دلیل قیمت مناسب، جنبه‌های تغذیه‌ای، تأمین انرژی، عادات و سنت غذایی مردم جزء یکی از پرمصرف‌ترین غذاها می‌باشد. براساس این بررسی‌ها به دلیل اینکه نان به عنوان یک منبع مهم تغذیه‌ای است ولی همچنان دستخوش مسائل مربوط به کیفیت، ضایعات نان و همچنین کمبود گندم در کشور هستیم. که در این باره تحقیقات فراوانی انجام شده که در مهم‌ترین فاکتورهایی که بر روی کیفیت نان تأثیر می‌گذارد درجه استحصال آرد است. با توجه به اینکه اختلاف قابل ملاحظه‌ای در ترکیب آندوسپرم و پوسته دانه گندم وجود دارد. آرد‌هایی که درجه استحصال مختلف دارند از لحاظ ترکیب و میزان پروتئین یکسان نخواهند بود (پرهیزکار و همکاران، ۱۳۹۳). دیگر اینکه کاهش کیفیت، عمر ماندگاری و بیاتی محصولات، پس از پخت مهم‌ترین دلیل ضایعات نان است. فرایند بیاتی شامل سه عامل یعنی سفت شدن، افت طعم و افت تردی

¹ استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، مؤسسه آموزش عالی بصیر، آبیک، قزوین

دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، مؤسسه آموزش عالی بصیر، آبیک، قزوین، ²

نویسنده مسئول مکاتبه کننده: Salehizahra868@gmail.com

پوسته نان است که پیامد آن چرمی شدن می باشد. سورفکتانت ها با کند کردن سرعت فرایند کریستالیزاسیون نشاسته، از سفتی و بیاتی نان جلوگیری می کند و از بین ژل های سورفکتانت استرهای دی استیل تارتاریک اسید منو گلسیرید^۳ گلیسرول منو استئارات تقطیر شده^۴ و سدیم استئاروئیل لاکتیلات^۵ با افزایش محتوی شورتینینگ بر کیفیت پخت نان نشانگر افزایش در حجم ویژه، حجم نان، کیفیت پخت، کیفیت کلی، بهبود رنگ و بافت بود. که نتایج بررسی ها نشان داد که SSL (سدیم استئاروئیل لاکتیلات) بر روی نان تافتون حداکثر بهبود را در کیفیت نان داشته است (کریمی و عزیز، ۱۳۸۶). در سال های اخیر به دلیل کمبود گندم و شرایط بد اقتصادی، تحقیقات گسترده ای به منظور جایگزینی آرد سایر غلات و حبوبات با آرد گندم برای تهیه نان صورت گرفته است که در میان غلات از آرد سورگوم با درصدهای مختلف با آرد گندم مورد بررسی قرار گرفت. دانه سورگوم به لحاظ ارزش تغذیه ای معادل ارزن، ذرت، گندم و برنج است. در میان غلات، سورگوم یک منبع غنی از مواد فیتوشیمیایی شامل، تانین، اسیدها، آنتوسیانین ها و فیتواسترول ها می باشد و از لحاظ خصوصیات فیزیوشیمیایی مشابه آرد گندم می باشد (باقری و همکاران، ۱۳۹۵). همچنین تمایل مردم به داشتن محصول با کیفیت بالاتر و زمان ماندگاری بیشتر افزایش داشته است. در بین محصولات، تولید نان به صورت نیم پز و منجمد بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. در میان افزودنی های استفاده شده در صنعت پخت آرنیم لپپاز به دلیل دنا توره شدن در حین پخت و عدم باقی ماندن در محصول نهایی و همچنین به خاطر اینکه جزو ترکیبات طبیعی قرار دارد مقبولیت بیشتری در نزد مصرف کنندگان دارند و استفاده از صمغ ها در محصولات نانوائی منجمد به دلیل تاثیر آنها بر تاخیر بیاتی بعد از پخت یا نیم پخت و در دوره نگهداری به صورت منجمد پیشنهاد شده است. صمغ گوار که یک پلی ساکارید تهیه شده از آندوسپرم لوبیای گوار^۶ است، در غلظت کم ویسکوزیته بالایی ایجاد می کند و استفاده از آن برای افزایش پایداری و پیوند با آب، بهبود مخلوط کردن، پایداری فرمول، افزایش زمان نگهداری از طریق حفظ رطوبت و حذف سینرزیس در محصول غذایی منجمد پیشنهاد شده است (هجرانی و همکاران، ۱۳۹۳).

۲. مهم ترین عوامل موثر بر ویژگی های بافت و رئولوژی خمیر نان

۲-۱. تاثیر درجه استحصال آرد بر ویژگی های بافت و رئولوژی خمیر نان

هر چند که تعریف واژه درجه استحصال آرد^۷ در خود کلمه نهفته است، اما اگر در کاربرد این واژه دقت نشود ممکن است مفهوم آن مبهم باشد. در واقع درجه استحصال آرد به معنای نسبت گندم بازیابی شده به شکل آرد توسط فرایند آسیاب کردن است. در تعریف دیگر، تعداد قسمت های وزنی آرد حاصل از آسیاب کردن یکصد کیلوگرم گندم را درصد استحصال آرد نامیده اند. با افزایش درصد استحصال آرد مقدار خاکستر آن نیز افزایش می یابد. زیرا مقدار املاح معدنی که ناشی از حضور لایه های بیرونی تر دانه گندم است در

³ DATEM

⁴ DGMS

⁵ SSL

⁶ Guar bean endosperm

⁷ Degree of flour extraction

آرد های با درصد استحصال بالا افزایش می یابد. با افزایش درصد استحصال، رنگ آرد افزایش پیدا می کند به دلیل حضور مواد غیر آندوسپرمی بیشتر می باشد که باعث تیره تر شدن آرد می شوند. در آرد هایی با درصد استخراج بالای ۷۵٪ رنگ آرد بطور فزاینده زیاد می شود. با افزایش درصداستحصال آرد، رطوبت آن کاهش می یابد که علت این کاهش مربوط به حضور لایه های بیرونی دانه گندم در آردهای با درصد استخراج بالا می باشد، که این اجزا به دلیل داشتن مقدار رطوبت کمتر نسبت به قسمت های داخلی تر دانه، باعث کاهش محتوای رطوبت این آردها می شوند. با افزایش درصد استحصال آرد میزان پروتئین، فیبر و چربی آن افزایش می یابد. زیرا میزان این ترکیبات در داخل دانه گندم یکسان نبوده و بیشتر در لایه های خارجی یعنی سبوس و لایه آرون ظاهر می شوند. با افزایش درجه استحصال تا یک حد معینی، میزان گلوتن مرطوب اندازه گیری شده را افزایش می دهد. اما بالاتر از آن حد باعث کاهش میزان گلوتن مرطوب می شود. با افزایش درجه استخراج آرد، عدد رسوبی کاهش می یابد. چون با وجود اینکه میزان پروتئین در لایه های بیرونی تر دانه گندم بیشتر از آندوسپرم می باشد، اما کیفیت آن در لایه های خارجی افت می کند. عدد فالینگ معیاری از فعالیت آنزیمی آرد می باشد. هرچه فعالیت آنزیم آلفاآمیلاز در آرد بالاتر باشد، عدد فالینگ کاهش بیشتری می یابد. و توزیع آنزیم آلفاآمیلاز در لایه های خارجی دانه گندم مخصوصا در قسمت جوانه متمرکز می باشد از اینرو با افزایش درصد استحصال آرد عدد فالینگ کاهش می یابد. با افزایش درصد استخراج آرد، اندازه ی آن افزایش می یابد. این امر ناشی از حضور ذرات سبوس در آرد های با درصد استخراج بالا می باشد، که باعث زبری این آردها می شود. درشت بودن اندازه ی ذرات آرد روی خصوصیات رئولوژیکی خمیر و کیفیت شبکه گلوتنی و در نتیجه حجم نان تأثیر منفی دارد (پرهیزکار و همکاران، ۱۳۹۳).

۱-۱-۲. تأثیر درجه استحصال آرد بر خصوصیات رئولوژی خمیر

با افزایش درصد استحصال میزان سست شدن خمیر افزایش و مقاومت ماکزیمم آن کاهش می یابد. با وجود اینکه میزان پروتئین با افزایش درصد استحصال افزایش می یابد. اما مقاومت و استحکام گلوتن کاهش می یابد و در آردهایی با درصد استخراج بالا خمیرهایی تولید می کنند که شبکه گلوتنی آنها به راحتی توسط عملیات مداوم بهم زدن و مخلوط کردن فرو می پاشد و این خمیرها مقاومت کمی در مقابل کشش از خود نشان می دهند. از طرفی ذرات سبوس به ساختمان یکنواخت و منسجم شبکه گلوتنی لطمه وارد کرده و مقاومت خمیر در برابر عوامل مکانیکی و قابلیت نگهداری گاز توسط شبکه کاهش می یابد. رابطه ی بین درصد استحصال آرد و میزان جذب آب آرد، یک رابطه خطی و مستقیم می باشد. این امر ناشی از این است که میزان آسیب دیدگی نشاسته زیاد شده و متعاقبا پنتوزان بالا رفته، که باعث بالارفتن میزان جذب آب آرد خواهد شد و زمان شکل گیری خمیر افزایش می یابد (پرهیزکار و همکاران، ۱۳۹۳).

۲-۱-۲. تأثیر درجه استحصال آرد بر خواص کیفی نان

از بین خصوصیات مهم نان که بیشتر از همه تحت تأثیر درصد استحصال آرد می باشد، حجم آن است. با افزایش درصد استحصال حجم نان کاهش پیدا می کند و این عمدتاً بدلیل حضور سبوس و تضعیف شبکه گلوتنی خمیرهای تهیه شده از آرد های با درصد استخراج بالا می باشد که گاز کربنیک تولید شده در جریان تخمیر را نمی توانند به خوبی نگهداری نمایند. از دیگر خصوصیات می توان رنگ پوسته، رنگ مغز نان، خصوصیات بافتی و ارگانولپتیک آن را نام برد. با افزایش درصد استخراج آرد رنگ مغز نان از سفید به سفید شیری رنگ و در درصدهای بالاتر به قهوه ای کم رنگ تغییر می نماید. تأثیر سبوس روی بافت، دانه بندی و حجم نان یک تأثیر منفی می باشد. اما عطر و بوی نان بسته به میزان سبوس مورد استفاده بهبود نشان می دهد. حداکثر مقدار قابل قبول سبوس در تهیه نان ۱۵ درصد می باشد، اما این مقدار متغیر بوده و بستگی به ماهیت اصلی نان در مناطق مختلف جهان دارد و با افزایش درصد استحصال آرد، پوکی و تخلخل نان کاهش می یابد که به دلیل تأثیر نامطلوب سبوس روی شبکه گلوتنی و تضعیف قابلیت نگهداری گاز توسط آن می باشد (پرهیزکار و همکاران، ۱۳۹۳). اما سفتی و نرمی بافت و ساختار نان بهبود یافته و قابلیت جویدن نان بهتر می شود. افزایش درصد استحصال آرد روی خصوصیات حسی نان تأثیر مثبت دارد و عطر و بوی مخصوص نان را تشدید می کند و همچنین بیاتی نان را به تعویق می اندازد. این آرد ها مقدار رطوبت بیشتری دارند که به علت جذب آب بیشتر این آردها می باشد (پرهیزکار و همکاران، ۱۳۹۳). ژل های سورفکتانت باعث افزایش مقاومت خمیر می شود و همچنین باعث بهبود کیفیت پخت نان می شوند که تأثیر این افزودنی ها به نوع آرد و فرایند پخت نان بستگی دارد (کریمی و عزیز، ۱۳۸۶) نتایج حاصل از دستگاه فارینوگرام نشان داده که با افزایش درصد SSL در نان تافتون میزان درصد جذب آب کاهش می یابد که نشان دهنده مقدار آبی است که آرد برای رسیدن به قوام مطلوب و ایجاد محصول نهایی با کیفیت جذب می کند، زمان گسترش خمیر کاهش می یابد و زمان مقاومت خمیر که نشان دهنده تحمل آرد نسبت به مخلوط شدن است افزایش می یابد. درجه سستی خمیر پس از ۱۰ و ۲۰ دقیقه کاهش می یابد، که نشان دهنده ضعیف تر شدن خمیر است و همچنین ارزش والیمتری که نشان دهنده ی کیفیت کلی خمیر است با افزایش میزان SSL افزایش می یابد (کریمی و عزیز، ۱۳۸۶) نتایج حاصل از اکستنسوگرام نشان داده که مقاومت به کشش افزایش یافته و قابلیت کشش که بیانگر میزان الاستیسیته است، کاهش می یابد و انرژی که نشان دهنده ی میزان کار انجام شده برای کشش خمیر و میزان کشش پذیری و قابلیت گسترش خمیر است، افزایش می یابد و همچنین نتایج آزمون تعیین محتوی رطوبت نشان می دهد در نان حاوی SSL در مقایسه با شاهد، با افزایش میزان SSL رطوبت نان افزایش می یابد [۲]. نتایج ارزیابی حسی نشان داد که نان های حاوی SSL دیرتر بیات می شوند و از نظر خواص دیگر مانند خصوصیات سطح زیرین و فوقانی نان، پوکی، تخلخل نان، فرم و شکل نان تفاوت معنی داری بین نمونه ها وجود نداشت، البته بو و طعم و مزه نان با افزایش میزان SSL در حد ۷۵٪ کمی کاهش یافته است که در سطح معنی داری نبود (کریمی و عزیز، ۱۳۸۶).

۲-۲. تاثیر نوع آرد بر ویژگی های بافت و رئولوژی خمیر نان

۲-۲-۱. تاثیر و بررسی آردهای سورگوم و آرد گندم بر ویژگی های بافت و رئولوژی خمیر نان

آرد سورگوم یک منبع غنی از فیبر رژیمی و چربی محسوب می شود. بررسی خصوصیات فارینوگرافی خمیر نشان داد که با افزایش درصد جایگزینی آرد سورگوم میزان جذب آب به طور معنی داری کاهش می یابد میزان جذب آب تابعی از میزان مواد هیدروفیل، پروتئین های اصلی و کربوهیدرات در فرمولاسیون می باشد. پروتئین های گندم (گلوتم) به عنوان ترکیباتی با خصوصیات هیدروفیل بالا شناخته می شوند اما سورگوم فاقد این نوع پروتئین است. بنابراین کاهش میزان جذب آب در هنگام جایگزینی آرد گندم با آرد سورگوم را می توان به کاهش مقدار گلوتم در خمیر نسبت داد. از طرفی علت کاهش میزان جذب آب با افزایش میزان جایگزینی آرد سورگوم ممکن است به علت طبیعت هیدروفوب پروتئین موجود در آن (کافرین) باشد (باقری و همکاران، ۱۳۹۵). با افزایش سطح جایگزینی آرد سورگوم ، زمان توسعه خمیر کاهش می یابد. به طوری که نمونه حاوی ۱۰۰ درصد آرد گندم بالاترین زمان توسعه خمیر را دارد. زمان توسعه خمیر با کاهش میزان پروتئین گلوتم، کاهش می یابد. پس در نتیجه با افزایش میزان سورگوم زمان توسعه خمیر کاهش می یابد. با افزایش میزان جایگزینی آرد سورگوم ثابت خمیر کاهش می یابد. ثابت خمیر نشان دهنده ی قدرت آرد می باشد . با افزایش درصد جایگزینی آرد سورگوم از میزان قدرت آرد کاسته می شود. علت کاهش پایداری خمیر ناشی از کاهش میزان پروتئین گلوتم در اثر جایگزینی آرد سورگوم می باشد. از طرف دیگر آرد سورگوم حاوی ترکیبات پلی ساکاریدی (فیبر نامحلول) می باشد که اثر تضعیف کنندگی بر قابلیت کشش پذیری و عملکرد گلوتم دارد (باقری و همکاران، ۱۳۹۵). با افزایش نسبت آرد سورگوم در مخلوط آرد گندم و سورگوم شاخص مقاومت به مخلوط کردن خمیر^۸ افزایش می یابد . بنابراین، جایگزینی آرد سورگوم باعث ضعیف شدن خمیر می گردد . عدم وجود گلوتم در آرد سورگوم باعث می شود که با افزایش درصد جایگزینی آرد سورگوم ، میزان گلوتم در فرمولاسیون کاهش یافته و مقاومت ویسکوالاستیکی خمیر کاهش می یابد (باقری و همکاران، ۱۳۹۵). با افزایش نسبت جایگزینی آرد سورگوم تا ۵۰ درصد مقدار ویسکوزیته به طور معنی داری کاهش می یابد. اما در سطح بالاتر افزایش می یابد. دلیل کاهش میزان پروتئین گلوتم و از هم پاشیده شدن شبکه گلوتمی در نسبت های پایین جایگزینی است . اما در سطح بالاتر جایگزینی (۷۵ درصد) به دلیل افزایش مقدار نشاسته و ژلاتینه شدن آن، ویسکوزیته سوسپانسیون افزایش می یابد (باقری و همکاران، ۱۳۹۵). با افزایش نسبت جایگزینی آرد سورگوم به مقادیر بیش از ۵۰ درصد، دمای ژلاتیناسیون افزایش می یابد. و علت افزایش دمای ژلاتیناسیون ناشی از افزایش نشاسته و در نتیجه کاهش میزان دسترسی آب است. که باعث افزایش دمای ژلاتیناسیون می گردد (باقری و همکاران، ۱۳۹۵). با افزایش درصد جایگزینی آرد سورگوم تا ۵۰ درصد توانایی خمیر برای نگهداری گاز کاهش یافت. علت این امر کاهش میزان پروتئین گلوتم و از بین رفتن شبکه به هم پیوسته گلوتمی و در نتیجه کاهش پایداری و ثابت خمیر است. با افزایش سطح جایگزینی تا ۷۵ درصد توانایی قابلیت نگهداری گاز افزایش می یابد. افزایش توانایی خمیر برای نگهداری گاز در سطح جایگزینی ۷۵ درصد، که احتمالاً به دلیل تشکیل شبکه ای از گرانول های نشاسته و پروتئین است که باعث حفظ گاز تولید شده توسط مخمر می شود. اما در نمونه حاوی ۱۰۰ درصد آرد سورگوم میزان توانایی خمیر برای نگهداری گاز مجدد کاهش می یابد. با وجود تشکیل

شبکه ای از گرانول های نشاسته، به علت حذف کامل گلوتن، شبکه ای مانند نمونه ۷۵ درصد تشکیل نمی شود. دلیل عدم وجود شبکه گلوتن، قابلیت نگهداری گاز تولید شده توسط مخمر کاهش می یابد (باقری و همکاران، ۱۳۹۵). با افزایش درصد جایگزینی آرد سورگوم میزان حجم نان کاهش می یابد. این اثر کاهش احتمالا به خاطر کاهش الاستیسیته و ویسکوزیته خمیر ناشی از کاهش گلوتن در اثر جایگزینی آرد سورگوم که منجر به کاهش قابلیت بالا آمدن منظم و یکنواخت خمیر در حین مرحله تخمیر و پخت می شود، می باشد. و همچنین میتواند به دلیل از بین رفتن و تضعیف شبکه گلوتنی باشد (باقری و همکاران، ۱۳۹۵). با افزایش میزان جایگزینی آرد سورگوم فاکتور L^* که نشان دهنده ی روشنی رنگ است، کاهش می یابد. به طوری که نمونه حاوی ۱۰۰ درصد آرد گندم، بیشترین مقدار L^* را دارا بود و نمونه ی حاوی ۱۰۰ درصد آرد سورگوم کمترین مقدار L^* را دارا بود این روند نشان دهنده تیره تر شدن رنگ نان در اثر افزایش آرد سورگوم است. به علت وجود رنگدانه و بالا بودن فیبر موجود در دانه سورگوم می باشد. فاکتور a^* که نشان دهنده ی قرمزی نان است به طور معنی داری افزایش می یابد. با افزایش جایگزینی آرد سورگوم رنگ پوسته نان تمایل به رنگ قرمز پیدا میکند. فاکتور b^* هم مانند فاکتور a^* افزایش می یابد و علت آن وجود رنگدانه زرد در پوست دانه های سورگوم است (باقری و همکاران، ۱۳۹۵).

۲-۳. تاثیر استفاده از صمغ ها بر ویژگی های بافت و رئولوژی خمیر نان

یکی از افزودنی هایی که به طور گسترده در صنایع غذایی مورد استفاده قرار می گیرد، هیدروکلوئیدها می باشد. این ترکیبات قادر به بهبود خواص ژلاتیناسیون نشاسته و بالا بردن کیفیت محصول نهایی در طی نگهداری هستند. برخی از مطالعات حاکی از استفاده از صمغ ها به عنوان جایگزین چربی، جایگزین گلوتن در فرمولاسیون نان های بدون گلوتن و منبع فیبرهای درمانی می باشد. افزودن صمغ دانه قدومه شیرازی می تواند باعث اصلاح خواص رئولوژیکی خمیر حاصل از آرد گندم شده و کیفیت نان را افزایش دهد. در مقایسه با صمغ گزانتان، خمیر حاوی این صمغ، ویسکوزیته و ثبات کمتری داشت. میزان جذب آرد در غلظت های پائین صمغ مشابه صمغ گزانتان بود، اما در غلظت های بالاتر، آرد حاوی صمغ قدومه شیرازی جذب آب کمتری داشت. دمای ژلاتیناسیون آرد حاوی این دو صمغ کاهش نشان داد که این روند کاهش می یابد در آرد دارای گزانتان بیشتر بود. صمغ گزانتان و قدومه شیرازی باعث بهبود خواص نان و نرمی آن شدند که این بهبود در مورد صمغ گزانتان چشمگیرتر بود. صمغ دانه قدومه شیرازی را می توان به عنوان یک افزودنی طبیعی گیاهی به آرد گندم اضافه نمود و کیفیت آن را تا حدی ارتقاء بخشید (کوچکی و همکاران، ۱۳۹۰) و (حسن زاده و برزگرفتحی، ۱۴۰۰). افزودن صمغ دانه قدومه شیرازی می تواند باعث اصلاح خواص رئولوژیکی خمیر حاصل از آرد گندم شده و کیفیت نان را افزایش دهد. در مقایسه با صمغ گزانتان، خمیر حاوی این صمغ، ویسکوزیته و ثبات کمتری داشت. میزان جذب آرد در غلظت های پایین صمغ مشابه صمغ گزانتان بود، اما در غلظت های بالاتر، آرد حاوی صمغ قدومه شیرازی جذب آب کمتری داشت. دمای ژلاتیناسیون آرد حاوی این دو صمغ کاهش نشان داد که این روند کاهش می یابد در آرد دارای گزانتان بیشتر بود. صمغ گزانتان و قدومه شیرازی باعث بهبود خواص نان و نرمی آن شدند

که این بهبود در مورد صمغ گزانتان چشمگیرتر بود. به طور کل این تحقیق بیانگر این مساله است که صمغ دانه قدومه شیرازی را می توان به عنوان یک افزودنی طبیعی گیاهی به آرد گندم اضافه نمود و کیفیت آن را تا حدی ارتقاء بخشید (کوچکی و همکاران، ۱۳۹۰). صمغ ها بیوپلیمرهای آبدوست، با وزن مولکولی بالا و اغلب عملگرا، در مواد غذایی هستند. که بیشتر برای افزایش جذب و حفظ آب، بهبود رفتار رئولوژیک خمیر و افزایش زمان ماندگاری استفاده می شوند. صمغ ها با جذب و حفظ رطوبت، موجب آهسته شدن روند واگشتگی نشاسته، کاهش سفتی مغز نان و بهبود کلی کیفیت محصول نهایی می گردند. این ویژگی باعث شده است، که از انواع صمغ ها در فرمولاسیون بهبود دهنده های نان استفاده شود (عسگری و همکاران، ۱۳۹۸) و (حسن زاده و پوردشت، ۱۴۰۱).

۲-۴. تاثیر استفاده از آنزیم ها بر ویژگی های بافت و رئولوژی خمیر نان

یکی از روش های ارائه نان تازه که در اغلب نان های صنعتی مد نظر قرار گرفته، تولید و عرضه خمیر و نان های منجمد به شیوه های مختلف از جمله نان نیم پز و منجمد است. تولید خمیر یا نانی که با روش انجماد می بایست عرضه شود. شرایط متفاوتی با روش های معمول عرضه نان دارد، در روش های معمول از آنزیم ها، امولسیفایر و مواد کمک کننده به مخمر معمولی استفاده می شود. اما امروزه برای تولید نان منجمد، بهبود دهنده های تجاری مختلفی تولید و عرضه می شود که شرایط متفاوتی با روش های معمول دارند. در این خصوص جایگزینی امولسیفایرها با آنزیم های لیپاز و فسفولیپاز و تغییر در میزان و نسبت آنزیم ها تأثیر بسزایی در حفظ کیفیت خمیر و نان طی انجماد خواهند داشت (هجرانی و همکاران، ۱۳۹۳a). آنزیم ها سبب افزایش میزان حجم نان نیم پز منجمد پس از پخت کامل می شوند، اثر لیپاز بیشتر بر شبکه گلوتن و تأثیر آنزیم آمیلاز بر تجزیه نشاسته به دکسترین ها با وزن مولکولی کمتر می باشد که این ترکیب به عنوان قند قابل تخمیر مورد استفاده مخمر قرار می گیرد و باعث افزایش تولید CO₂ به وسیله ی مخمر می شود، همچنین توزیع یکنواخت سلول های گاز و ایجاد بافت نرم تر به دلیل تولید دکسترین های محلول از پلیمریزاسیون نشاسته است و در نهایت باعث افزایش تخلخل نان می شوند محققان افزایش حجم با استفاده از آنزیم لیپاز را به دلیل تأثیر این آنزیم بر افزایش پایداری و تقویت خمیر نسبت داده اند که سبب افزایش توانایی خمیر برای حفظ الاستیسیته و افزایش حجم در طول دوره تخمیر و پخت می شود، مکانیزم این عمل بدلیل اثر لیپاز بر تولید ترکیبات فعال سطحی از لیپیدهای داخلی می باشد، که این مواد فعال سطحی، خاصیت امولسیون کنندگی دارند و می توانند با پروتئین های شبکه گلوتن واکنش داده و سبب تغییر یا اصلاح آن شوند و قدرت خمیر را افزایش دهند همچنین مونوگلسیریدها باعث لغزندگی بهتر مولکول های گلوتن می شوند که در نتیجه سبب بهبود بافت و نگهداری سلول های گاز در شبکه گلوتن می شوند و در نهایت تخلخل نان را نیز بهبود می بخشند (هجرانی و همکاران، ۱۳۹۳a). اثر آمیلاز بر کاهش سفتی در اثر تجزیه پیوندهای گلیکوزیدی موجود در نشاسته به دکسترین ها با وزن مولکولی کمتر است که این هیدرولیز نشاسته باعث تاخیر در تشکیل زنجیره دو گانه آمیلوپکتین شده و مانع پیوند مولکولهای آمیلوپکتین باهم می شود و در نتیجه تشکیل شبکه ۳ بعدی آن را تضعیف می کند

و در نهایت با عث کاهش سفتی نان می شود [۶]. افزودن آمیلاز باعث بهبود رنگ پوسته می شود که دلیل آن را بخاطر افزایش تشکیل قندهای ساده، همچنین اثر آن بر تجزیه ساختمان پروتئین ها و تولید گروه های NH_2 دانستند که این مواد در واکنش میلارد شرکت می کنند و سبب بهبود رنگ پوسته نان می شود، تأثیر ریزتر شدن اندازه ذرات در افزایش مؤلفه L^* را می توان به میزان بیشتر حفرات و نظم آن ها نسبت داد که هرچه بیشتر باشد رنگ محصول روشن تر است. مثال واضح آن تأثیر امولسیفایرها (مثل منو گلیسیریدها که در اثر تجزیه آنزیم لیپاز بوجود می آیند) در کیک است که وقتی در اثر وجود امولسیفایر در کیک بافت ریزتر و حفرات منظم تر و بیشتر می شوند رنگ محصول روشن تر می گردد، همچنین این واکنشها باعث تولید ترکیبات مؤثر بر عطر، طعم و رنگ می شوند در نتیجه این فاکتور ها را بهبود می بخشد (هجرائی و همکاران، ۱۳۹۳b). آنزیم لیپاز باعث افزایش واکنش های اکسیداسیونی شده و تولید اسیدهای چرب غیراشباع میکند که این ترکیبات با لیپوکسیژناز موجود در آرد گندم واکنش داده و سبب سفید تر شدن نان میشود. آنزیم لیپاز تأثیری بر قهوه ای تر شدن رنگ پوسته ندارد، زیرا دلیل ایجاد رنگ واکنش های غیر آنزیمی (میلارد) که بین آمینو اسیدها و قندهای ساده است، می باشد که لیپاز در تشکیل این مواد اثری ندارد (هجرائی و همکاران، ۱۳۹۳b). برای به تاخیر انداختن بیاتی نان، به کارگیری خمیرترش لاکتیکی و یا اعمال روش هایی نظیر بهبود روش های تهیه خمیر، بهبود کیفیت پخت، بسته بندی نان و استفاده از برخی افزودنی ها و بهبود دهنده ها بسیار موثر است. همچنین از افزودنی ها و بهبود دهنده های مهم می توان به انواع نشاسته های ژلاتینه، پنتوزان ها، چربی ها، امولسیفایرها، آنزیم ها به خصوص آلفا آمیلاز و برخی هیدروکلئیدها اشاره نمود. اثر آنزیم آمیلاز و زایلاناز را بر ویژگی رئولوژیکی خمیر نان غنی شده با سیوس مورد ارزیابی قرار دادند. این محققان گزارش کردند، آنزیم آمیلاز به طور قابل توجهی نرم شدگی، اندیس زمان اختلاط، قابلیت افزایش حجم خمیر را افزایش داد. این در حالی بود که آنزیم زایلاناز توانست جذب آب، زمان گسترش، مقاومت، گسترش، چسبندگی و زمان اختلاط خمیر آرد گندم را افزایش دهد (نجات بخش و همکاران، ۱۳۹۷) و (شیخ الاسلامی و همکاران، ۱۳۹۹).

۳. نتیجه گیری

در این تحقیق تاثیر فاکتورهای مهمی از جمله نوع آرد، درجه استحصال آرد، کاربرد صمغ ها، آنزیم ها بر ویژگی های رئولوژیکی خمیر نان بررسی شد و نتایج حاصله نشان داد افزایش درجه استحصال آرد میزان سست شدن خمیر افزایش مقاومت و استحکام گلوتن نیز کاهش رنگ مغز نان شیری یا قهوه ای رنگ پوسته بهبود یافته اما بر روی بافت دانه بندی و حجم نان تاثیر منفی دارد. درشت بودن اندازه ی ذرات آرد روی خصوصیات رئولوژیکی خمیر و کیفیت شبکه گلوتنی و در نتیجه حجم نان تاثیر منفی دارد. عدم وجود گلوتن در آرد باعث می شود، میزان گلوتن در فرمولاسیون کاهش یافته و مقاومت ویسکوالاستیکی خمیر کاهش می یابد. هیدروکلئید گوار بیشترین تاثیر را بر روی خواص رئولوژیکی خمیر و کیفیت نان داشته و بطور کل هیدروکلئید ها باعث تقویت خمیر نان می شوند. آنزیم آمیلاز به طور قابل توجهی نرم شدگی، اندیس زمان اختلاط، قابلیت افزایش حجم خمیر را افزایش داد.

References

منابع:

۱. پرهیزکار، م.، محسنی، ش.، محمودزاده آخرت، س. ر و جعفری، ج. ۱۳۹۳، خواص رئولوژی خمیر و کیفیت نان، همایش ملی علوم و فناوری های نوین در صنایع غذایی، تربت حیدریه.
۲. کریمی، م و عزیزی، م، ۱۳۸۶، بررسی اثرسطوح مختلف سدیم استئاروئیل لاکتیلات برخواص رئولوژی خمیر و کیفیت نان تافتون، فصلنامه علوم و صنایع غذایی ایران، دوره ۴، شماره ۳.
۳. باقری، ه.، کوچکی، آ و محبی، م، ۱۳۹۵، بررسی خصوصیات عملکردی نان ترکیبی تولید شده از آرد گندم و سورگوم، نشریه نوآوری در علوم و فناوری غذایی، سال هفتم، شماره ۱ اول.
۴. کوچکی، آ.، شهیدی، ف.، مرتضوی، س. ع.، کریمی، م و میلانی، ا. ۱۳۹۰، بررسی اثرصمغ های دانه قدومه شیرازی (*Alyssum homolocarpum*) و گزانتان بر خواص رئولوژی خمیر و کیفیت نان حاصل از آرد گندم.
۵. حسن زاده، آ و برزگر فتحی، پ. ۱۴۰۰، بررسی عملکرد افزودنی های بر پایه گیاهان بر کیفیت نان، سومین کنگره بین المللی علوم و صنایع غذایی، کشاورزی و امنیت غذایی، تهران.
۶. هجرانی، ت و شیخ الاسلامی، ز.، مرتضوی، ع و قیافه داوودی، م. ۱۳۹۳ a، اثر ترکیبی آنزیم های آمیلاز و لیپاز بر بهبود خصوصیات کیفی، رئولوژی و حسی نان بربری نیم پزمنجمد، مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، سال نهم، شماره ۳: ۶۲-۵۳.
۷. هجرانی، ت.، شیخ الاسلامی، ز.، مرتضوی، ع و قیافه داوودی، م، ۱۳۹۳ b، بررسی تاثیر صمغ گوار و آنزیم لیپاز بر ویژگی های رئولوژیکی و کیفیت پخت کامل نان بربری نیم پز و منجمد، فصلنامه علوم و صنایع غذایی، شماره ۴۵، دوره ۱۱.
۸. عسگری، م.، فدوی، ق و سیدین، س. م، ۱۳۹۸، بررسی اثر صمغ زرد بر ویژگی های فیزیکیوشیمیایی و رئولوژیک، حسی و زمان ماندگاری نان تست ارزیابی، علوم و صنایع غذایی، شماره ۹۵، دوره ۱۶.
۹. حسن زاده، آ و پوردشت، ا. ۱۴۰۱، نقش جایگزین های چربی در فرمولاسیون مواد غذایی، پنجمین همایش ملی فناوری های نوین در علوم و مدیریت صنایع غذایی ایران، تهران.
۱۰. نجات بخش، ر.، موحد، س و احمدی چناران، ح، ۱۳۹۷، تاثیرخمیرترش و آنزیم آلفاآمیلاز بر خواص کیفی نان تست، نشریه پژوهش های علوم و صنایع غذایی ایران، جلد ۱۴، شماره ۲: ۲۷۲-۲۵۹.
۱۱. شیخ الاسلامی، ز.، کرمی، م.، قیافه داوودی، م و محفوظی، م، ۱۳۹۹، تاثیر درجه استخراج آرد و آنزیم های آمیلاز و زایلاناز بر بافت و ویژگی های حسی نان بربری، علمی پژوهشی، شماره ۱۰۷، دوره ۱۷.

A review of factors affecting texture and rheology of bread dough to improve food safety

Asiyeh hasanzadeh ⁹, Zahra salehi ¹⁰

Received: 2022/10/04

Accepted:2023/01/05

ABSTRACT

Food security is the basis of economic, political and social development of human societies. Wheat is a strategic commodity, therefore attention and precision in the quality and processing of this product is very important, especially in the field of flour and bread production. One of the most important ways to improve food security is maintaining the quality of bread. One of the basic factors affecting the quality of bread is the rheological characteristics of the dough. Conventional methods are used to check the rheological characteristics of wheat flour dough. The quality and quantity of baking industry products depends on the amount of parameters measured in rheology tests, which are related to the raw materials in the dough formulation. In the research, we investigate some of the most important factors affecting the texture and rheology of bread dough, including the type of flour, the degree of extraction of flour, the addition of gums, enzymes.

Key word: Rheology, dough, bread, degree of extraction of flour, hydrocolloid.

⁹ Assistant Professor, Department of Food Industry, Basir Institute of Higher Education, Abyek, Qazvin

¹⁰ Master's student, Department of Food Industry, Basir Institute of Higher Education, Abyek, Qazvin