نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۹، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۲، ص. ۳۶۵-۳۵۹

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 9, No. 4, Winter 2014, p. 359-365

مقاله کوتاه پژوهشی

بررسی ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر و ارگانولپتیکی نان‌های تست حاوی آرد موز

سارا موحد[۱*]- ساناز ژرفی[۲]- حسین احمدی چناربن[۳]

تاریخ دریافت:۱۳۹۱/۲/۲۷
تاریخ پذیرش:۱۳۹۲/۷/۲۰

چکیده

در سال‌های اخیر استفاده از افزودنی‌ها به منظور افزایش کیفیت و بهبود خواص تغذیه‌ای نان مورد توجه قرارگرفته است. آرد موز به دلیل دارا بودن مقادیر قابل توجه‌ای فیبر، پروتئین، املاح و ویتامین‌ها می‌تواند سبب افزایش ویژگی‌های کیفی و تغذیه‌ای نان‌های حاصل گردد. در این پژوهش ابتدا آزمون‌های شیمیایی (تعیین رطوبت، خاکستر، پروتئین و فیبر) روی آرد گندم مصرفی انجام‌گردید و سپس آرد موز در سطوح مختلف ۱۰ و ۱۵ و۲۰ درصد به آرد گندم اضافه شد. آنگاه تولید نان‌های تست به روش نیمه صنعتی انجام‌شد. در ادامه برخی ویژگی‌های رئولوژیکی نمونه‌های خمیر نان‌های تست تعیین و در نهایت ویژگی‌های ارگانولپتیکی نان‌های تست حاوی آرد موز و فاقد آن (شاهد) به روش حسی مورد ارزیابی قرار گرفت. بر اساس نتایج، به‌کارگیری آرد موز در سطوح۱۰ ،۱۵و۲۰ درصد، سبب بهبود ویژگی‌های ارگانولپتیکی نان‌های تست حاوی آرد موز در مقایسه با نان شاهد شد، هم‌چنین در افزایش میزان جذب آب، زمان گسترش خمیر، پایداری خمیر، عدد والوریمتری وکاهش سست شدن خمیر نمونه‌ها در مقایسه با شاهد نقش داشت. هم‌چنین نمونه‌های حاوی آرد موز دارای بیشترین مقادیر انرژی(سطح زیر منحنی)و مقاومت به کشش بودند. قابل توجه این‌که نمونه‌های حاوی ۱۵ و ۲۰ درصد آرد موز، به‌عنوان بهترین نمونه‌ها در مقایسه با سایر تیمارها معرفی گردیدند.

واژه‌های کلیدی: آرد موز، رئولوژیکی، ارگانولپتیکی، نان تست

مقدمه

نان یکی از مهم‌ترین غذای مردم دراکثرنقاط جهان بوده و بیشترین سهم را در هرم غذایی افراد دارد. به همین دلیل بهتر است نان از ارزش تغذیه‌ای بالا، خواص مفید و درمانی لازم برخوردار باشد. به عبارتی بکارگیری نان با فرمولاسیون مناسب می‌تواند تأمین‌کننده بسیاری از املاح و ویتامین‌های مورد نیاز بدن باشد و در نتیجه از بروز بیماری‌های مختلف نظیرکم خونی، پوکی استخوان، سوء تغذیه و دیابت پیشگیری کند (رجب زاده ،۱۳۸۲). در ایران بیش از ۹۰درصد انرژی مصرفی افراد از مواد غذایی گیاهی تأمین می‌شود که سهم غلات ۶۴درصد و سهم نان ۴۰درصد درشهر و۶۰درصد در روستاها می‌باشد (غفارپور، ۱۳۷۴). امروزه با توجه به گسترش محصولات جدید و متنوع در صنایع غذایی،اکثر افراد خواهان غذاهایی هستند که با الگوهای متداول تغذیه‌ای هماهنگ بوده ضمن آنکه برای سلامتی نیز سودمند باشند. لذا با توجه به تغییرات سریع دنیای کنونی و نیز تغییر عادات غذایی و شیوه زندگی پراسترس افراد، جود فراورده‌های غذایی سالم‌تر کاملاً ضروری به نظر می‌رسد (Aparicio *et al.*, 2007). نان های صنعتی ضایعات بسیار ناچیزی در مقابل سایر نان ها داشته و به دلیل کیفیت بالای پخت، تنوع گسترده محصول، ماندگاری مناسب و انجام مرحله کامل تخمیر خمیر از جایگاه غذایی مناسبی برخوردار هستند. ازمهم‌ترین انواع نان‌های صنعتی، می‌توان به نان تست اشاره نمود که یکی از نان‌های پرمصرف در جهان، به خصوص در کشورهای اروپایی وآمریکایی می‌باشد. امروزه غنی‌سازی نان یکی از اهداف صنایع نانوایی بوده و فیبرهای غذایی جزء ترکیبات مفید تغذیه‌ای انسان محسوب می‌شود لذا با توجه به مزایای سلامتی مصرف آنها، متخصصین صنایع غذایی در پی یافتن روش‌های مناسب افزودن فیبر در فرآورده‌های نانوایی هستند (Mohamed *et al.*, 2010; Aparicio *et al.*, 2007). ترکیبات فیبری در منابع مختلفی از مواد غذایی یافت می‌شوند که یکی از آنها موز می باشد. تحقیقات نشان داده که مصرف موز در کاهش میزان کلسترول خون افراد تأثیر دارد. زمانی که در برنامه غذایی تعدادی از افراد، حدود

۱ و۲- استادیار و دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ورامین- پیشوا، گروه علوم و صنایع غذایی، ورامین، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: movahhed@iauvaramin.ac.ir)
۳- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ورامین- پیشوا، گروه زراعت و اصلاح نباتات، ورامین، ایران

۳۰۰g/kg تا ۵۰۰ موز خشک منجمدافزوده شد، تأثیر کاهش دهندگی میزان کلسترول خون آنها مشاهده گردید.آرد موز به لحاظ برخی ویتامین‌ها، املاح، ترکیبات آنتی اکسیدانی، پروتئینی و فیبری، غنی بوده، لذا دارای خواص تغذیه‌ای و درمانی فراوانی است به گونه‌ای که در پیشگیری از بیماری های قلبی عروقی، کاهش خطر ابتلا به برخی از سرطان‌ها، کاهش خطر احتمال سنگ کلیه و کاهش دیابت نقش دارد(Mohamed *et al.*, 2010). Aparicio و همکاران (۲۰۰۷) موفق به تولید کلوچه‌هایی گردیدند که در فرمول آنها حدود ۱۵٪ پودر موز استفاده شده‌بود. کلوچه های مذکور نسبت به کلوچه های شاهد از قابلیت هضم و ماندگاری بالاتری برخوردار بودند(Aparicio *et al* , 2007). Tribeseو همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند که موز سرشار از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی است و افزودن آن به مواد غذایی دارای اثرات مفیدی می‌با`شد. قابل توجه این‌که در تولید برخی محصولات غذایی نظیر ژله، سس، نان و کنسروها می‌توان از حدود ۱۰٪ نشاسته موز استفاده کرد(Tribese *et al.*,2009).

Li Choo و همکاران (۲۰۱۰) موفق به تولید انواع خاصی از نودل گشتند که در فرمولاسیون تهیه آنها از ۳۰ درصد آرد موز استفاده شده بود، نتایج نشان داد که افزودن آرد موز به آردگندم باعث افزایش فیبرغذایی و افزایش ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی نودل حاصل می‌گردد(Li choo *et al.*,2010). Zhang و همکاران (۲۰۱۰) با بررسی ترکیبات موجود در موز و پودر موز دریافتند که مواد مذکور غنی از املاح پتاسیم، سدیم و کلسیم بوده ضمن آن‌که موزسبز منبع غنی نشاسته بوده به طوری که امروزه از نشاسته آن در تهیه سرکه، نکتار و برخی میان‌وعده‌ها استفاده می‌شود در حالی‌که در گذشته فقط به عنوان خوراک دام مورد استفاده قرار می‌گرفت(Zhang *et al.*,2010).

در این تحقیق پودر موز با اهداف بهبود خصوصیات کیفی ،رئولوژیکی وارگانولّتیکی به عنوان افزودنی مناسب به فرمولاسیون نان تست اضافه گردید تا اثرات آن از نظر ویژگیهای مختلف مورد بررسی و مطالعه قرار گیرد

مواد و روش‌ها

مواد اولیه مورد نیاز جهت پخت نان تست، شامل آرد گندم نول با درجه استخراج ۶۸ درصد (شرکت سحر)، نمک (شرکت هدیه)، مخمر نانوایی (شرکت ایران ملاس) و آرد موز (شرکت Diana فرانسوی، ۲۵ درصد پروتئین، ۷/۱درصد فیبر، ۳/۷درصد سدیم، ۰/۷درصد چربی، ۳/۲ درصد خاکستر، ۲۷درصد کلسیم، ۱/۴درصد آهن و۵درصد رطوبت) بودند. لازم به ذکر است که درکلیه آزمون‌ها، تیمار شاهد با کد C، تیمار حاوی ۱۰ درصد آرد موز بر اساس وزن آرد گندم با کد B_1، تیمار حاوی ۱۵ درصد آرد موز بر اساس وزن آرد گندم با کد B_2، تیمار حاوی۲۰ درصد آرد موز بر اساس وزن آرد گندم با کد B_3، مشخص شدند.

آزمون‌های شیمیایی نمونه‌های آرد و نان

آزمون‌های شیمیایی به عمل آمده روی آرد گندم، شامل اندازه‌گیری رطوبت (AACC به شماره ۱۶-۴۴)، خاکستر(AACC به شماره ۰۱-۰۸)، پروتئین (ICC به شماره۱۲-۴۶) و فیبر (استاندارد ملی ایران به شماره ۰۵-۳۱) بودند. همچنین آزمون‌های شیمیایی به عمل آمده روی نمونه‌های نان، شامل رطوبت، خاکستر، پروتئین و فیبر بودند که مطابق روش‌های استاندارد فوق انجام شدند (AACC, 2003; ICC, 1992).

آزمون‌های رئولوژیکی نمونه‌های خمیر نان‌های تست

در تحقیق حاضر، آزمون‌های رئولوژیکی روی خمیر شاهد(فاقد پودر موز) و خمیر تیمارهای حاوی مقادیر مختلف پودر موز انجام گرفت. آزمون‌های مذکور شامل فارینوگراف (AACC، شماره۲۱-۵۴) واکستنسوگراف(ICC،شماره۱۱۴) بودند (AACC, 2003; ICC, 1992).

روش تولید نان‌های تست و چگونگی پخت آن‌ها

بمنظور تولید نان تست، ابتدا مواد اولیه (آرد گندم نول، آب، نمک، مخمر ساکارومایسس سرویزیه، روغن مایع) تهیه وتوزین گردیدند. بدین منظور برای ۵۰۰ گرم آرد گندم، ۱گرم نمک، ۵ گرم مخمر، ۴ میلی‌لیتر روغن و مقادیری آب (بر اساس میزان جذب آب فارینوگراف) مورد استفاده قرار گرفت. به علاوه آرد موز در سطوح مختلف ۱۰، ۱۵ و۲۰ درصد وزن آرد گندم مصرفی استفاده شد. عملیات تهیه خمیر در مخزن خمیرگیر انجام و حدود ۲۰ دقیقه عمل اختلاط آرد موز و آرد گندم مصرفی صورت گرفت. سپس سایر مواد خشک و پودری به مخلوط حاصل اضافه‌شد. در این مرحله، آب (مطابق درصدهای متفاوت جذب آب فارینوگراف) به مخلوط اضافه و پس از اختلاط کامل آرد و آب و تشکیل توده فرم‌پذیر خمیر، استراحت اولیه نمونه‌ها به مدت ۱۰ دقیقه انجام شد. سپس قطعاتی از خمیر به وزن تقریبی ۴۵۰ گرم، چانه‌گیری و گرد شدند و پس از ۱۰ دقیقه استراحت، جهت پخت، وارد فر گردیدند. دمای فر پخت معادل ۲۲۰-۲۰۰ درجه سلسیوس و زمان آن حدود ۴۵ دقیقه بود.

آزمون تعیین ویژگی‌های ارگانولپتیکی نان‌ها به روش حسی

به منظور ارزیابی ویژگی‌های ارگانولپتیکی به‌روش حسی، نظیر (حجم، رنگ پوسته، ویژگی پوسته، شکستگی و پارگی ،بافت، عطر و بو، مزه و حفره‌ای و دانه‌ای بودن مغز نان) در نان تست شاهد و نیز

نان‌های حاوی ۱۰، ۱۵ و۲۰درصد پودر موز، از تجزیه و تحلیل خصوصیات نان بر اساس حواس پنجگانه استفاده شد. ملاک عمل نظر و تمایل شخصی افراد متخصص وآموزش دیده نسبت به نان‌ها بود. در این تحقیق، نمونه‌ها پس از برش، کد گذاری و توسط ۱۰ نفر از ارزیاب های آموزش دیده مورد بررسی قرارگرفتند. مطابق ارزشیابی مذکور، حداکثر امتیاز مربوط به حجم (۱۰ امتیاز)، رنگ پوسته (۸ امتیاز)، ویژگی پوسته (۳ امتیاز)، شکستگی و پارگی (۳ امتیاز)، حفره‌ای و دانه‌ای بودن مغز نان (۱۰ امتیاز)، عطر و بو (۱۰ امتیاز)، مزه (۱۵ امتیاز) و بافت (۱۵ امتیاز) بودند (پایان، ۱۳۸۷).

روش تجزیه و تحلیل آماری

به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از طرح کاملا تصادفی و در سه تکرار استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن و با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ انجام گردید.

نتایج و بحث

جدول ۱ مشخصات آرد گندم مصرف شده در تولید نان‌های تست، جدول‌های ۲ و۳ نتایج مقایسه میانگین آزمون ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر نان‌های تست حاوی آرد موز و شاهد و جدول ۴ نتایج مقایسه میانگین آزمون ویژگی‌های ارگانولپتیکی به روش حسی نان‌های تست تولیدی را نشان می‌دهند.

با توجه به جدول۲، شش ویژگی خمیر یعنی درصد جذب آب توسط آرد، زمان گسترش خمیر، زمان پایداری خمیر، درجه سست شدن خمیر پس از ده و دوازده دقیقه و عدد والوریمتری مورد بررسی قرار گرفتند. مهم‌ترین فاکتور در فارینوگراف تعیین دقیق جذب آب آرد برای رسیدن به قوام مشخص می‌باشد. بر اساس نتایج، میزان جذب آب در تیمارهای B_3 و B_2 بیشترین و در تیمارهای B_1 و سپس شاهد (عدم تفاوت معنی‌دار با یکدیگر) کمترین مقدار بود ($P<0/05$). به عبارتی به‌کارگیری سطوح مختلف آرد موز سبب افزایش میزان جذب آب نمونه‌ها در مقایسه با نمونه شاهد گردید. دلیل این افزایش، بالا بودن درصد فیبر، قند و هم‌چنین الکترولیت‌هایی مانند پتاسیم در ساختار آرد موز می‌باشد. تأثیر این ترکیبات، به دلیل توانایی آن‌ها در رقابت با گلوتن برای جذب آب و تضعیف شبکه گلوتنی مورد نیاز برای تشکیل خمیر می‌باشد (Rodriguez *et al.*, 2008). نتایج به دست آمده از تحقیق با نتایج حاصل از تحقیقات Mohamed و همکاران در سال ۲۰۱۰ مطابقت دارد(Mohamed *et al.*, 2010). با توجه به جدول ۲ ، بیشترین زمان گسترش خمیر مربوط به تیمار B_3 و سپس B_2 وB_1 بود وکمترین آن به تیمار شاهد تعلق داشت اما بین تیمارهای B_3 با B_2 و B_2 باB_1 تفاوت معنی‌دار مشاهده نگردید($P<0/05$). به عبارتی به‌کارگیری آرد موز در فرمولاسیون نان تست توانست سبب افزایش زمان گسترش خمیر در مقایسه با نمونه شاهد گردد. Mohamed و همکاران نیز درسال ۲۰۱۰ اظهار داشتند که در فرمولاسیون تهیه نان تست، افزودن آرد موز سبب افزایش زمان گسترش خمیر می‌گردد (Mohamed *et al.*, 2010).

جدول ۱ - ویژگی‌های آرد گندم مصرفی در تولید نان تست

تیمار	رطوبت(٪)	خاکستر(٪)	پروتئین(٪)	فیبر(٪)	گلوتن مرطوب(٪)	عدد رسوبی(٪)	pH
آرد گندم نول	۱۰/۱۲	۰/۵۹	۱۰/۳۲	۰/۹۷	۲۸/۱	۲۲	۵/۷

جدول۲- مقایسه میانگین آزمون فارینوگراف در نمونه های خمیر نان تست حاوی آرد موز و شاهد

تیمار	میزان جذب آب	زمان گسترش خمیر(min)	زمان پایداری خمیر(min)	درجه سست شدن خمیر بعد از ۱۰ دقیقه(B.U)	درجه سست شدن خمیر بعد از ۱۲دقیقه(B.U)	کیفیت فارینوگراف(والوریمتری)
C	۵۴±۱۲/۲۵^{c}	۲/۲۵±۱/۲^{c}	۴/۵±۲/۱^{c}	۵۵±۱۹/۱۴^{c}	۸۰±۲۰/۱۶^{b}	۵۳±۱۴/۱۲^{b}
B_1	۵۴/۲±۱۳/۲^{c}	۳/۲۵±۰/۷۴^{b}	۴/۷۵±۱/۶^{b}	۵۰±۱۷/۱۴^{b}	۸۰±۱۹/۱۷^{b}	۵۳±۱۳/۱۱^{b}
B_2	۵۵/۱±۱۴/۲^{b}	۳/۵±۱/۲^{ab}	۴/۷۵±۲/۲^{b}	۴۰±۱۰/۵^{a}	۷۰±۱۸/۹^{a}	۵۶±۱۶/۱۱^{a}
B_3	۵۶±۱۱/۱۱^{a}	۴±۲/۱^{a}	۵±۱/۲^{a}	۴۰±۱۳/۱۲^{a}	۷۰±۱۳/۲۱^{a}	۵۶±۱۰/۶^{a}

در هر ستون میانگین هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی دار ندارند.

جدول ٤ – مقایسه میانگین حاصل از ارزیابی ویژگی‌های ارگانولپتیکی نمونه های نان تست حاوی آرد موز و شاهد

تیمار	عطر و بو	طعم و مزه	رنگ پوسته	بافت	حفره‌ای و دانه‌ای بودن مغز نان	شکستگی و پارگی	ویژگی پوسته	حجم نان
C	۸/۶۶±۱/۷^{b}	۱۰±۱/۷^{b}	۵/۳۳±۱/۷^{c}	۱۰±۲/۷^{c}	۵/۳۳±۱/۳^{c}	۱±۰/۱^{b}	۱±۰/۲^{b}	۱±۰/۲^{b}
B_1	۹/۶۶±۱/۸^{ab}	۱۱±۳/۴^{ab}	۶/۶۶±۲/۳^{b}	۱۱±۲/۱^{b}	۶/۶۷±۱/۱^{b}	۲±۰/۵^{a}	۲±۰/۳^{a}	۱/۸۳±۰/۶^{a}
B_2	۱۰±۳/۵^{a}	۱۱±۲/۴^{ab}	۷±۲/۸^{a}	۱۱/۳۳±۱/۳^{b}	۶/۷±۲/۳^{b}	۲/۳۳±۱/۱^{a}	۲/۳۳±۰/۴^{a}	۲±۰/۵^{a}
B_3	۱۰±۲/۴^{a}	۱۱/۳۳±۲/۴^{a}	۷/۳۳±۲^{a}	۱۲/۳۳±۲/۴^{a}	۹±۲/۵^{a}	۲/۶۶±۰/۷^{a}	۲/۶۶±۱/۱^{a}	۲±۰/۲^{a}

در هر ستون میانگین هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی دار ندارند

جدول۳ – مقایسه میانگین آزمون اکستنسوگراف در نمونه های خمیر نان تست حاوی آرد موز و شاهد

تیمار	انرژی (مساحت زیر منحنی) (cm^2)			مقاومت به کشش (B.U)			قابلیت کشش خمیر(mm)			عدد نسبت		
	زمان تخمیر			زمان تخمیر			زمان تخمیر			زمان تخمیر		
	۴۵	۹۰	۱۳۵	۴۵	۹۰	۱۳۵	۴۵	۹۰	۱۳۵	۴۵	۹۰	۱۳۵
C	۸۵±۹^{d}	۸۸±۱۰/۵^{c}	۷۷±۱۰^{d}	۳۵۰±۱۵^{d}	۶۳۵±۱۸^{d}	۵۱۰±۱۸^{d}	۶/۲۳±۱/۲^{d}	۹/۳۱±۲/۹^{c}	۱۰/۴±۲/۴^{d}	۸۰±۱۳^{d}	۸۲±۱۳/۱^{d}	۶۶±۱۰/۱^{d}
B_1	۱۱۵±۸^{c}	۹۸±۱۲/۸^{b}	۹۰±۱۳^{c}	۴۰۵±۱۸^{c}	۷۹۰±۳۴^{c}	۷۵۵±۳۶^{c}	۳/۶±۱/۶^{c}	۸/۹۷±۲/۴^{b}	۹/۸۱±۳/۳^{c}	۱۰۰±۱۲/۱^{c}	۹۱±۱۵/۲^{c}	۷۹±۱۱/۱^{c}
B_2	۱۳۲±۱۲/۲^{b}	۹۹±۹/۷^{b}	۱۰۲±۱۹^{b}	۴۲۰±۲۱^{b}	۹۱۰±۳۱^{b}	۷۸۰±۲۵/۷^{b}	۲/۹±۰/۲۳^{b}	۸۳/۸±۱۱/۱۲^{b}	۷/۳۳±۲/۸^{b}	۱۰۵±۱۸/۱^{b}	۱۱۰±۱۷/۵^{b}	۹۶±۱۸/۳^{b}
B_3	۱۶۰±۱۸^{a}	۱۰۳±۱۹/۶^{a}	۱۰۸±۱۷/۶^{a}	۵۳۰±۲۶^{a}	۹۲۰±۳۴^{a}	۸۸۵±۳۶/۱۸^{a}	۲/۵۴±۰/۴۱^{a}	۶/۴۱±۱/۹^{a}	۵/۱±۱/۳^{a}	۱۰۸±۱۱/۳^{a}	۱۲۰±۲۰/۱^{a}	۱۱۲±۲۱/۳^{a}

در هر ستون میانگین هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی دار ندارند

از سوی دیگر بیشترین زمان پایداری خمیر مربوط بـه تیمـار B_3 (دارای تفاوت معنی دار با سایر تیمارها) و سپس تیمارهای B_2 وB_1(عدم تفاوت معنی‌دار با یکدیگر) و کمترین آن متعلق بـه تیمـار شـاهد بود ($P<0/05$). این بدان معنا است که آرد موز در اصلاح ساختار آرد و افزایش پایـداری خمیـر حاصـل از آن نقـش داشـته‌اسـت. تحقیقـات Rodriguez و همکاران در سـال ۲۰۰۸ نـشان داد کـه افـزودن۱۰، ۱۵،۲۰ و ۲۵ درصد پودر سرشار از فیبر آرد مـوز بـه آرد گنـدم، سـبب

افزایش پایداری خمیر در حین تخمیر می‌گردد(Rodriguez *et al.*, 2008). هم‌چنین از نظر درجه سست شدن خمیر پس از ۱۰ و ۱۲دقیقه، تیمارهای شاهد و سپس B_1 بالاترین وتیمارهای B_2 و B_3(عدم تفاوت معنی‌دار با یکدیگر) کمترین مقدار را داشتند. به علاوه از لحاظ این فاکتور بین کلیه تیمارها با شاهد تفاوت معنی‌دار مشاهده گردید (P<۰/۰۵). به‌عبارتی نتایج نشان می‌دهد که افزودن آرد موز سبب تقویت ساختار خمیر نسبت به تیمار شاهد و کاهش درجه سست شدن خمیر آن‌ها می‌گردد و تفاوت مشاهده شده به طور چشمگیری در تیمارهای حاوی ۱۵ و ۲۰ درصد آرد موز در مقایسه با تیمار شاهد قابل ملاحظه است. علت محکم شدن ساختار خمیر و کاهش سست شدن آن، حضور افزودنی مذکور و پیوند قوی آنها با اجزای آرد گندم می‌باشد(Rodriguez *et al.*, 2008). یکی دیگر از مهم‌ترین فاکتورهای اندازه‌گیری شده در فارینوگراف، ارزش نانوایی یا والوریمتری آرد است. به این مفهوم که آرد مورد استفاده تا چه اندازه قابلیت پخت و تولید نان را دارا می باشد، ضمن آن‌که افزایش عدد والوریمتری دلیل بر بهبود خصوصیات رئولوژیکی خمیر نیز می‌باشد. مطابق نتایج جدول۲، بیشترین میزان والوریمتری مربوط به تیمارهایB_3 و B_2 (عدم اختلاف معنی‌دار با یکدیگر و دارای تفاوت معنی‌دار با سایر تیمارها) و کمترین آن متعلق به تیمارهای شاهد و B_1 بود (P<۰/۰۵). به عبارتی در تمامی نمونه های نان تست که در آن از سطوح بالای آرد موز استفاده شد، درمقایسه با نمونه شاهد، عدد والوریمتری افزایش یافت در حالی‌که مقادیر ۱۰درصد پودر موز تأثیری روی عدد والوریمتری نداشت. نتایج حاصل از تحقیق با نتایج تحقیقات Mohamed و همکاران در سال ۲۰۱۰ مطابقت داشت که اعلام نمودند، افزودن ۱۵و۲۰ درصد پودر موز در قیاس با ۱۰درصد آن سبب بهبود کیفیت فارینوگراف نمونه ها می‌گردد(Mohamed *et al.*, 2010). با توجه به جدول ۳، چهار ویژگی خمیر یعنی قابلیت کشش خمیر، مقاومت به کشش، ضریب (نسبت مقاومت به کشش بر قابلیت کشش) و انرژی (مساحت زیر منحنی) در زمان های مختلف تخمیر (۴۵، ۹۰ و ۱۳۵ دقیقه) مورد بررسی قرارگرفت. بر اساس نتایج مقایسه میانگین فاکتور انرژی، تیمار B_3 در زمان تخمیری ۴۵،۹۰ و ۱۳۵ دقیقه دارای بیشترین مقدار انرژی و تیمار شاهد از کمترین مقداراین فاکتور در هرسه بازه زمانی برخوردار بود. به علاوه بین هر سه تیمار حاوی آرد موز و شاهد در تمامی زمان‌های تخمیر تفاوت معنی‌دار مشاهده شد (P<۰/۰۵). نتایج تحقیقات نشان داد که افزودن آرد موز می‌تواند سبب افزایش میزان انرژی خمیر در مقایسه با خمیر شاهد (فاقد آرد موز)گردد. علت آن به بالا بودن میزان فیبر موجود در آرد موز نسبت داده می‌شود. به‌عبارت دیگر افزایش مقدار فیبر، ویژگی ویسکوالاستیکی جامد آن را افزایش و شکل‌گیری مواد جامد سوسپانسیون را تسهیل نمود. به علاوه، از آن‌جا که پودر موز ویسکوزیته بالاتری نسبت به آرد گندم دارد لذا سبب افزایش انرژی خمیر به منظور کشیده شدن آن می‌گردد. نتایج حاصل با نتایج تحقیقات Rodriguez و همکاران در سال ۲۰۰۸ مطابقت نشان داد (Rodriguez *et al.*, 2008). از لحاظ فاکتور مقاومت به کشش، تمامی تیمارهای حاوی آرد موز در هر سه بازه زمانی با تیمار شاهد اختلاف معنی‌دار داشتند(P<۰/۰۵). براساس نتایج، تیمار B_3 در هر سه زمان تخمیر ۴۵،۹۰و۱۳۵دقیقه از بیشترین مقاومت به کشش خمیر وتیمار شاهد از کمترین مقدار این فاکتور برخوردار بودند. به عبارتی نمونه‌های خمیر حاوی آرد موز در مقایسه با خمیر شاهد نسبت به گذشت زمان از ثبات بیشتری برخوردار بوده و بالاترین میزان مقاومت را در مقایسه با خمیر شاهد داشتند ضمن آنکه در هر سه بازه زمانی بین هر سه تیمار حاوی پودر موز اختلاف معنی‌دار از لحاظ صفت مذکور مشاهده نشد(P<۰/۰۵). نتایج به دست آمده ازتحقیق با نتایج حاصل از تحقیقات Rodriguez و همکاران در سال ۲۰۰۸ و Mohamed و همکاران در سال ۲۰۱۰ مطابقت نشان داد(; Rodriguez *et al.*, 2008 Mohamed *et al.*, 2010). هم چنین بیشترین مقدار قابلیت کشش خمیر در هر سه بازه زمانی تخمیر، برای تیمار شاهد محاسبه شد(P<۰/۰۵). از سوی دیگر در بین نمونه‌های حاوی آرد موز و در هر سه بازه زمانی، به ترتیب تیمارهای B_1 ، B_2 وB_3 دارای بیشترین مقدار قابلیت کشش خمیر بودند. از آنجایی که قابلیت کشش خمیر با مقاومت به کشش خمیر رابطه معکوس دارد، لذا نتایج به دست آمده منطقی به‌نظر می‌رسد. ضمن آنکه نتایج حاصل از تحقیق با نتایج تحقیقات Rodriguez و همکاران در سال ۲۰۰۸ مطابقت نشان می‌دهد (Rodriguez *et al.*, 2008). همچنین افزودن پودر موز منجر به افزایش نسبت مقاومت به کشش بر قابلیت کشش گردید. از سوی دیگر بین کلیه تیمارها با تیمار شاهد از لحاظ این صفت تفاوت معنی‌دار مشاهده گردید(P<۰/۰۵). قابل توجه این‌که بیشترین مقدار عددی ضریب مذکور درتمام زمان های تخمیر، مربوط به تیمارB_3 و کمترین آن متعلق به تیمار شاهد بود (P<۰/۰۵). نتایج حاصل از تحقیق با نتایج حاصل از تحقیقات Rodriguez و همکاران در سال ۲۰۰۸ مطابقت نشان داد (Rodriguez *et al.*, 2008). با توجه به جدول ۴، افزایش میزان غنی سازی با آرد موز ، سبب بهبود کلیه ویژگی‌های ارگانولپتیکی نان های تولیدی گردید. به طوری‌که هر سه تیمار حاوی پودر موز در تمامی ویژگی‌های ارگانولپتیکی، نظیر (حجم، رنگ پوسته، ویژگی پوسته، شکستگی و پارگی، بافت، عطر و بو، مزه و حفره‌ای و دانه‌ای بودن مغز نان) در مقایسه با شاهد (فاقدآرد موز) بیشترین امتیاز را کسب نمودند. ضمن آن‌که کلیه تیمارها دارای اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد بودند (P<۰/۰۵). به علاوه تیمار حاوی۲۰ درصد آرد موز (B_3) در تمامی صفات مورد نظر از بیشترین و تیمار شاهد از کمترین امتیاز برخوردار بودند. با توجه به جدول۴ از نظر عطر و بو تیمارهای B_3 و B_2 دارای بالاترین و تیمار شاهد

دارای کمترین امتیاز بودند. بهبودی نسبی مشاهده شده از لحاظ عطر و بو در تیمارهای حاوی آرد موز مربوط به خواص بویایی و بافت موز نسبت داده می‌شود. نتایج حاصل با نتایج تحقیقات Aurore و همکاران در سال ۲۰۰۹ مطابقت می‌نماید. آن‌ها عنوان نمودند که افزودن آرد موز باعث افزایش جزئی عطر و بو در نان های حاصل می‌گردد زیرا بیش از ۴۰ ترکیب فرار در موز وجود دارد که از این میان ۱۲ترکیب فرار در بوی موز تشخیص داده شده‌است. از جمله این ترکیبات فرار، استرها، الکل‌ها، ترکیبات‌کربونیل و اسیدهای کربوسیلیک می‌باشند که این ترکیبات در ایجاد بوی میوه‌ای و سایر بوها دخالت دارند (Auror *et al.*, 2009). در ضمن تیمارهای B_1 و B_2 که دارای ۱۰ و ۱۵ درصدآرد موز بودند از لحاظ مزه، بافت، ویژگی پوسته، رنگ پوسته، حجم و حفره‌ای و دانه‌ای بودن مغز نان با یکدیگر هیچ‌گونه تفاوت معنی‌دار نداشتند در حالیکه از لحاظ ویژگی حفره‌ای و دانه‌ای بودن مغز و بافت بین تیمار B_3 با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار مشاهده شد($P<۰/۰۵$). دلیل آن را می‌توان به ترکیبات مناسب موجود در موز به خصوص به بالابودن میزان مواد معدنی، ویتامین‌ها، فیبر، رطوبت و پروتئین‌های پودر موز نسبت داد که این ترکیبات به ویژه فیبر سبب افزایش جذب رطوبت نان و در نتیجه افزایش حفره‌ای و دانه‌ای بودن مغز نان و بهبود بافت و ویژگی‌های ارگانولپتیکی آن‌ها می‌گردد. Mohamed و همکاران درسال (۲۰۱۰) عنوان نمودند که غنی‌سازی نان با آرد موز سبب بهبود ویژگی‌های کیفی وارگانولپتیکی نان های تست می‌گردد (Mohamed *et al.*, 2010).

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج تحقیق، افزودن سطوح متفاوت آرد موز، تأثیر مثبتی بر کلیه ویژگی‌های رئولوژیکی و ارگانولپتیکی نان های تست تولیدی داشت. نتایج حاصل از آزمون فارینوگراف نمونه‌های خمیر نشان داد که بین افزودن سطوح بیشتر آرد موز و خصوصیات فارینوگرافی رابطه مثبت وجود داشته به طوری که میزان جذب آب در نمونه های حاوی آرد موز در قیاس با نمونه شاهد افزایش یافت ضمن آنکه نمونه حاوی ۲۰ درصد آرد موز (B_3)و سپس۱۵ درصد آرد موز (B_2) از بیشترین میزان جذب آب آرد برخوردار بودند به علاوه بین افزایش زمان گسترش خمیر، مقاومت خمیرو عدد والوریمتری نیز با افزودن مقادیر بیشتر آرد موز رابطه مثبت ومستقیم ملاحظه گردید، به طوری‌که در قیاس با نمونه شاهد، صفات مذکور به خصوص در حضور ۱۵ و ۲۰ درصد پودر موز (B_3 و B_2) با افزایش روبرو بودند. هم‌چنین بر اساس نتایج آزمون اکستنسوگراف، به جز فاکتور قابلیت کشش خمیر، سایر صفات اکستنسوگراف در نمونه های حاوی آرد موز نسبت به نمونه شاهد (فاقد آرد موز) افزایش یافت ضمن آنکه نمونه حاوی ۲۰ درصد آرد موز(B_3) از لحاظ مقاومت به کشش خمیر و انرژی (در هر سه بازه زمانی) دارای بالاترین امتیاز در مقایسه با نمونه شاهد و سایر نمونه ها بود. هم چنین بر اساس نتایج، افزودن آرد موز به نان تست تأثیر مثبتی بر ویژگی‌های ارگانولپتیکی محصول داشت. قابل توجه این‌که تیمارهای حاوی ۱۵ و۲۰ درصد پودر موز به‌عنوان بهترین نمونه‌ها از لحاظ کلیه ویژگی‌های ارگانولپتیکی معرفی گردیدند. امروزه با توجه به عوارض استفاده از داروهای شیمیایی، مصرف داروهایی با منشأ طبیعی ضروری به نظر می‌رسد. از آنجایی‌که خوراک صحیح می‌تواند به‌عنوان اولین دارو در درمان بسیاری از بیماری‌ها مورد استفاده قرارگیرد، بنابراین استفاده از نان‌های تست حاوی آرد موز در رژیم غذایی افراد به دلیل دارا بودن ارزش تغذیه‌ای بالا و بهبود ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر و بهبود ویژگی‌های ارگانولپتیکی نان منطقی به نظر می‌رسد.

منابع

بی نام.، ۱۳۸۵، موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، استانداردهای شماره ۳۷،۲۸۶۳و۳۹۶۱

پایان، ر. ۱۳۷۷، مقدمه‌ای بر تکنولوژی فرآورده‌های غلات، تهران، انتشارات نورپردازان ، ص۲۴-۸۳

رجب زاده.، ۱۳۸۲، تکنولوژی فرآورده های غلات، تهران.

غفارپور، م.، ۱۳۷۴، سهم نان در تامین نیازمندیهای تغذیه ای مردم، مجموعه مقالات اجلاس تخصصی، انستیتو تحقیقات تغذیه ای و صنایع غذایی کشور، ص۲۰.

Aparicio, A., Sonai, G., Sayago, A., Apolonio, V., Juscelino, T., Tania, E., Ascencio, O., Luis, A., Bello, P., 2007, Slowly digestible cookies prepared from resistant starch-rich linterized banana starch, Journal of Food Composition and Analysis, 20, 175-181.

Aurore, G., Berth, P., louis, F., 2009, Banana raw materials for making processed food products, Journal of Food Science & Technology, 20, 78-91.

Anonymous., 1992, ICC, STANDARD Method of International Cereal Chemistry

Anonymous., 2003, AACC. Approved methods of analysis of the American association of Cereal

Chemist (10 thed.).American Association of Cereal Chemistry, Inc ., stpaul

Mohamed, A., and Jingyuan, Xu., 2010, Processing colour and texture analysis, Journal of Food Chemistry, 118, 620-626.

Li Choo, C., and Noor Aziah, A., 2010, Effects of banana flour and betaglucan on the nutritional and sensory evaluation of noodles ,Journal of Food Chemistry , 119, 34-40.

Rodriguez, S., Ambriz, J., Hernandez, E., Agama- Acevedo, J., Tovar, A., Bello, P., 2008, Characterization of a fiber-rich powder prepared by liquefaction of unripe banana flour, Journal of Food Chemistry, 107, 1515- 1527.

Tribes, T., Uribe, M., Menezes, L. A., Bello-Perez, C., and Tadini, C., 2009, Thermal properties and resistant starch content of green banana flour (*Musa cavendishii*) produced at different drying conditions, LWT Food Science Technology, 42,1022-10

Zhang, P., Roy, L., Whistler, N., and Bemiller, R., 2010, Banana Starch: Production, physicochemical proportions, and digestibility a review, Journal of Carbohydrate Polymers, 59, 443-458.