مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

استفاده از ارزن به عنوان جایگزین آرد گندم در تولید کیک یزدی با گلوتن کاهش یافته

افسانه معینی [۱]، مسعود شفافی زنوزیان [۱*]، حجت کاراژیان [۲]، امیر حسین الهامی راد [۱]، احمد پدرام نیا [۱]

۱-گروه علوم و صنایع غذایی، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران.

۲-گروه علوم و صنایع غذایی، واحد تربت حیدریه، دانشگاه آزاد اسلامی، تربت حیدریه، ایران.

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۲۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۸/۰۱

کلمات کلیدی:

ارزن، آرد گندم،

کیک،

ویژگیهای بافتی،

ارزیابی حسی.

DOI: 10.52547/fsct.18.120.12

DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.120.12.4

مسئول مکاتبات:

mshafafiz@gmail.com

چکیده

محصولات نانوایی که بخش عمده‌ای از صنایع غذایی فراوری شده را تشکیل می‌دهند، عموماً با آرد گندم تهیه شده و در هنگام اختلاط با آب شبکه گلوتن قوی ایجاد می‌کنند. اگرچه حضور پروتئین‌های گلوتنی در آرد گندم یک ویژگی منحصر بفرد است اما، جایگزینی آرد گندم با سایر دانه‌های غلات در فرآورده‌های نانوایی تا یک حد مشخص امکان‌پذیر است. در تحقیق حاضر سه ارزن با نام‌های ارزن ایتالیایی، ارزن مرواریدی و ارزن معمولی استفاده شدند. آرد ارزن استفاده شده به نسبت ۱۰، ۳۰، ۵۰ و۱۰۰ درصد جایگزین آرد گندم شد. . ویژگیهای بافتی، حسی و پارامترهای رنگی نمونه های کیک مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که افزایش در مقدار آرد ارزن در خمیر کیک خواص کارآیی پخت خمیر کیک را کاهش داد. میانگین ارتفاع کیک با افزایش مقدار آرد ارزن در خمیر کیک کاهش یافت. ارزن مرواریدی حجم کیک ارزنی بهتری را درمقایسه با دو کیک ارزن دیگر نشان داد. پیوستگی کیک ارزن با افزایش مقدار ارزن کاهش یافت و این تغییرات در پیوستگی برای هر سه آرد ارزن مشابه بود. ترکیب ارزن در خمیر کیک چسبندگی را کاهش داد. کیک‌های با ترکیب بیشتر ارزن سختی بیشتری داشتند. بطور کلی، ارزن مرواریدی کیک بهتری را در مقایسه با ارزن‌های ایتالیایی و معمولی تولید کرد. مقبولیت کلی کیک‌های ارزن در ارزیابی‌های حسی بیشتر بدست آمدند. با در نظر گرفتن کلیه خصوصیات مورد بررسی، نسبت ۳۰ درصد جایگزینی آرد ارزن بهترین سطح جایگزینی پیشنهاد شد. نتایج این تحقیق در توسعه محصولات نانوایی حاوی ارزن بسیار مفید هستند.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.120.12.4]

[DOI: 10.52547/fsct.18.120.12]

۱-مقدمه

ارزن غله‌ای با دانه‌های کروی شکل بوده و دارای گونه‌های مختلف می‌باشد [۱] . شواهد نشان می‌دهد که این غله در کشورهای غربی از اهمیت قابل توجهی برخوردار نمی باشد، اما با این وجود ارزن مدت هاست به عنوان یک غذای اصلی در سراسر جهان مورد توجه است [۲] ، خصوصا، در رژیم غذایی مردم آفریقا و آسیا [۳]. ارزن‌ها در حال حاضر در قاره‌های آسیا و آفریقا کشت و مصرف می‌شوند و سهم قابل توجهی از پروتئین مورد نیاز در این مناطق را فراهم می‌کنند [٤].

ارزن‌ها به دو گروه عمده و جزئی طبقه‌بندی می‌شوند. ارزن‌های سورگوم و مروارید در گروه ارزن‌های عمده و سایر ارزن‌های دیگر به عنوان ارزن‌های جزئی طبقه‌بندی می‌شوند. در سراسر جهان ۹ گونه ارزن کشت می‌شوند. از میان این ۹ گونه، ۵ گونه بنام‌های ارزن پروسو یا ارزن معمولی (*Panicum miliaceum*) ارزن دم روباهی (*Setaria Italica*)، ارزن انگشتی (*Eleusine coracana*) ارزن مرواریدی (*Pennisetum typhoidem*) و ارزن بارنیارد (*Eichinochloa frumentae*) بطور متداول کشت می‌شوند [٥].

ارزن‌ها طیف گسترده‌ای از مزایای سلامتی را ارائه می‌دهند و منبع خوبی از انرژی، پروتئین‌ها، مواد معدنی و ویتامین‌ها هستند. پروتئین ارزن منبع خوبی از اسیدهای آمینه ضروری به جز لیزین و ترئونین است اما حاوی مقدار زیادی متیونین می‌باشد. ارزن‌ها حاوی فیتوکمیکال‌ها و ریز مغذی‌های فراوانی هستند و به دلیل این مزایای تغذیه‌ای به عنوان غلات مغذی شناخته می‌شوند [۲].

امروزه محصولات نانوایی بخش عمده‌ای از بازار مواد غذایی فرآوری شده را به خود اختصاص می‌دهند و این صنعت با پیشرفت در مواد مغذی و تحولات محصولات جدید به سرعت در حال تغییر است [٦]. صنعت نانوایی و محصولات آن باید با عادات غذایی سالم مصرف کنندگان مطابقت داشته باشد [۷] و برای تحقق این هدف نوسازی گیاهان نانوایی و توسعه محصولات جدید ضروری است [٦].

اگرچه تشکیل گلوتن یک خاصیت منحصر به فرد پروتئین در آرد گندم است اما می‌توان آرد گندم موجود در محصولات نانوایی را تا حدی با استفاده از سایر غلات جایگزین کرد. به عنوان مثال محققان محصولات نانوایی را با استفاده از دانه‌های دیگر مانند سویا، چاودار و غیره و همچنین جایگزین‌های آرد گندم بدون گلوتن تولید کرده‌اند[۸- ۱۰].

تغییرات فیزیکوشیمیایی در محتوی موادمغذی ارزن‌ها بواسطه فرایندهایی مثل تخمیر، جوانه‌زنی و... در گذشته ارزیابی شده است [۱۱-۱۵]. اما، رفتار آرد ارزن‌ها در طول روند پخت و عملکرد واحد مرتبط با آن هنوز ارزیابی نشده است. کشف این خصوصیات نمای جدیدی را از استفاده از ارزن‌ها در صنعت نانوایی خواهد گشود. از این رو درک وکشف تغییرات خصوصیات فیزیکوشیمیایی ارزن‌ها در طی پخت به منظور گسترش کاربردهای بهتر و استفاده از آردهای ارزن در محصولات پخت، مهم است.

با اینکه ارزن دارای کیفیت و محتوای تغذیه‌ای بالایی هستند، اما عموما این دانه در تولید انبوه غذاهای فرآوری شده مانند محصولات نانوایی، محصولات اکسترود شده، محصولات تخمیر شده و غیره دخیل نیستند.

بیسکویت‌هایی با آرد ارزن برنارد و مخلوط آرد گندم تصفیه شده توسط چاکاپورتی و همکاران (۲۰۱۱) تهیه شدند. محققین دریافتند که افزایش آرد ارزن باعث افزایش سختی بیسکویت می‌شود. برای تولید بیسکویت‌های با کیفیت مناسب، درصد بهینه توصیه شده آرد ارزن حدود ۱۰ درصد پیشنهاد شد [۱٦].

از آرد ارزن انگشتی و آرد گندم برای تولید بیسکویت توسط ساها و همکاران (۲۰۱۱) استفاده شد. خصوصیات خمیر و کیفیت بیسکویت‌ها مورد بررسی قرار گرفت [۱۷].

ارزن مرواریدی، آرد گندم تصفیه شده و ماش برای تهیه کیک موز توسط سهگال (۲۰۰۸) استفاده شد. مقدار مواد مغذی کیک موز بر پایه ارزن بیشتر از کیک موز گندم بود و در ارزیابی حسی، کیک موز ارزن امتیاز متوسط دریافت کرد. نتایج این مطالعه نشان داد که برای تهیه یک کیک موز مغذی و قابل قبول، می‌توان ارزن مرواریدی را تا ۳۰ درصد اضافه کرد[۱۸]. نان با استفاده از آرد ترکیبی انگشتی، پروسو، برنارد و گندم تهیه شد. وزن و حجم بالاتر در نان‌های تهیه شده از دو نوع آرد ترکیبی ارزن در مقایسه با نان تهیه شده از آرد گندم (تیمار شاهد)، مشاهده شد. ارزیابی‌های حسی نشان داد که نان تهیه شده از هر دو نوع آرد ترکیبی ارزن تقریباً برابر با نان تهیه شده از آرد گندم (تیمار شاهد) می‌باشد[۲].

پیدا کردن بهترین ترکیب از مخلوط ارزن و گندم برای محصولات مختلف نانوایی بدون انجام مطالعات تحقیقاتی متعدد امکان‌پذیر نیست. با این وجود محققان همبستگی دقیقی برای تعیین کمیت و ترکیب ارزن که بتواند با موفقیت در

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.120.12.4]
[DOI: 10.52547/fsct.18.120.12]

فرآورده‌های نانوایی مورد استفاده قرار گیرد پیدا نکرده‌اند. از این رو ضروری است برای درک بهتر، تحقیقات گسترده تری در خصوص تجزیه و تحلیل خصوصیات فیزیکوشیمیایی ارزن در ترکیب با گندم به عنوان جایگزین گندم انجام شود.

هدف کلی این تحقیق، بررسی مناسب بودن سه آرد ارزن برای جایگزین آرد گندم در تولید کیک و امکان تولید یک کیک بر پایه ارزن با جایگزینی آرد گندم با یک آرد ارزن انتخابی است. هدف در پس این جایگزینی در محصولات نانوایی، افزایش ارزش غذایی و ارتقا خواص عملکردی محصولات نانوایی و فراهم کردن جایگزین‌های بدون گلوتن است. اضافه کردن ارزن و جایگزین کردن گندم برکیفیت پخت و به طور کلی مقبولیت کلی مصرف‌کننده اثر خواهد گذاشت. تعیین نسبت مناسب از چنین جایگزینی‌هایی در صنعت پخت همیشه یک چالش اصلی بوده است.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱-مواد

۲-۱-۱-آماده سازی نمونه

ارزن دانه غلات از سه واریته ارزن معمولی، ارزن ایتالیایی و ارزن مرواریدی از استان خراسان رضوی، شهرستان گناباد، تهیه شد. قبل از هرآزمون، این دانه‌های غله به صورت دستی تمیز می‌شوند تا از هرگونه آلودگی و ناخالصی‌هایی مثل سنگ‌ها، گل و غیره حذف شود .نمونه‌ها با دست انتخاب شدند تا دانه‌های شکسته و آسیب دیده از دانه سالم جدا شوند.

۲-۱-۲- فرآیند تولید کیک

بعد ازتمیز کردن، ارزن‌ها برای تولید آرد با استفاده از یک آسیاب با مقیاس خانگی، پودر شدند. آردها برای نگه داری غربال گری شدند و در بسته‌های پلی اتیلنی برای جلوگیری از تغییرات رطوبتی نگه داری شدند. آرد گندم از یک مغازه خوارو بار فروشی محلی خریداری شد و در این آزمایش استفاده شد.

آرد ترکیبی توسط درصدهای مختلف از آرد گندم و ارزن آماده شد. آرد گندم و ارزن به نسبت ۱۰، ۳۰، ۵۰ و ۱۰۰ درصد برای آماده کردن آرد ترکیبی استفاده شد. آردها در یک همزنی که دارای ظرفی با مقیاس خانگی بود ریخته شد و برای ۳۰ دقیقه برای تولید یک ترکیب آرد هموژن مخلوط شد. بعد ازآمیختن، ترکیب آرد در یک ظرف غیر قابل نفوذ در برابر هوا برای جلوگیری از تغییرات رطوبتی نگه داری شد. دستورالعمل کیک یزدی در جدول ۱ نشان داده شده است. آزمون‌های پخت برای درک اثر آرد ارزن در روند تولید کیک انجام شد. تمام اجزا تشکیل‌دهنده دیگر در طول روند تولید کیک برای درک اثر آرد ارزن ترکیبی، بدون تغییرثابت نگه داشته شدند.

Table 1 Pound cake formulation

Ingredients	Quantity, g
Flour	200
Sugar	125
Butter	100
Sour cream	75
Egg	2
Baking powder	4
Salt	4

تمام اجزای تشکیل دهنده قبل از مخلوط کردن به دمای ۲۵ درجه رسانیده شدند و نمونه‌های خمیر کاملا مخلوط شدند (میکسر سانی ساخت چین، مدل SM92) و با استفاده از ابزار آزمایشگاهی خمیر ارزن با سرعت چرخش ثابت و چرخش مستقیم ورز داده شدند. در قالب‌های کیک آرد پاشیده شد و چرب شدند. بعد ازمخلوط کردن کیک‌ها در آون الکتریک (پارس آزما ساخت ایران) برای ۲۰ دقیقه در دمای ۱۸۰ درجه پخته شدند. ویژگی‌های کیفی کیک پس از سرد شدن بمدت دو ساعت در دمای اتاق ارزیابی شد.

۲-۲- روش ها

۲-۲-۱- آزمون ویژگی‌های فیزیکی کیک

بعد ازهرآزمون پخت، کیک‌ها از آون بیرون آورده شدند و در دمای اتاق سرد شدند. همین که کیک‌ها به دمای اتاق رسیدند، پارامترهای فیزیکی شامل حجم و ارتفاع به صورت دستی ارزیابی شدند [۱۰].

۲-۲-۲- آنالیزمشخصات بافتی (TPA) کیک

آنالیز مشخصات بافتی (TPA) با استفاده از اینسترون (M4502) با یک پروب استوانه‌ای با قطر ۲۵ میلی‌متر متصل به یک لود سل ۵۰ نیوتنی ارزیابی شد. قطعات کیک با قطر ۵۰ میلی‌متر بریده شد و سپس تکه‌های کیک تا ۵۰٪ از ضخامت در یک سرعت ۲۵ میلی‌متر بر دقیقه فشرده شد. پنج تکرار از سه مجموعه متفاوت آزمون‌های پخت اندازه‌گیری شد و سپس میانگین گرفته شد. آنالیز مشخصات بافتی کیک تولید شده بعد از هرآزمون پخت انجام شد.

منحنی آنالیز پروفیل بافت در شکل ۱ نشان داده شده است. سختی کیک (F)، بعنوان نیروی مورد نیاز برای فشرده سازی کیک بین دندان‌های آسیا تعریف می‌شود و از ارتفاع (H_1) منحنی قابل محاسبه است و با واحد نیرو (N) نیوتون بیان می‌شود.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.120.12.4]
[DOI: 10.52547/fsct.18.120.12]

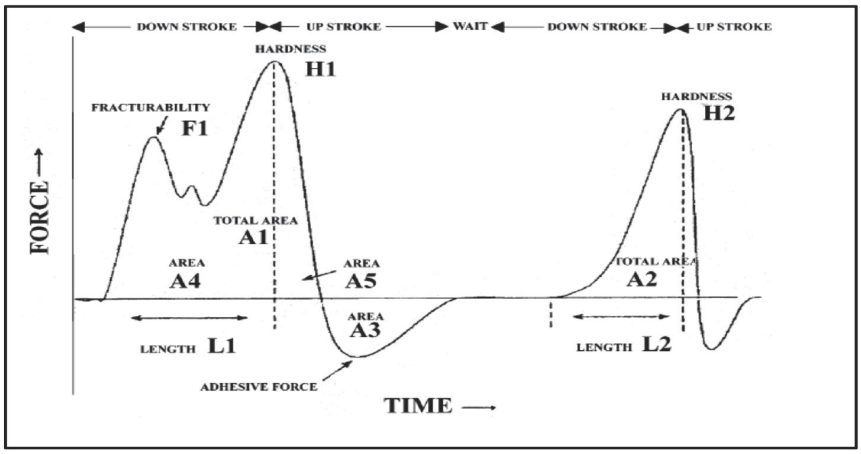

Fig 1 Texture profile analysis curve [19]

پیوستگی، می‌تواند به عنوان درجه‌ای که یک محصول پخته شده در شدیدترین نقطه در طول فرایند جویدن قرار می‌گیرد، تعریف شود. به عبارت دیگر، پیوستگی نیروی مورد نیاز برای شکستن بخشی از آن تعریف می‌شود که می‌تواند با استفاده از نسبت بین نواحی سطح زیرمنحنی A_2 منحنی بافت و سطح زیر منحنی A_1 منحنی بافت (یعنی A_2/A_1) محاسبه شود. چسبندگی می‌تواند به عنوان کار لازم برای غلبه بر نیروی جذب بین سطح غذا و سطح مواد دیگر که غذا در تماس با آن قرار می‌گیرد، تعریف می‌شود (مثل زبان، دندان، کام) یا می‌تواند کارمورد نیاز که غذا را از یک سطح دور می‌کند، تعریف شود. نیروی چسبندگی می‌تواند از منحنی پروفیل بافت (A_3) بدست آید [۱۹].

۲-۲-۳- اندازه‌گیری رنگ کیک

رنگ پوسته کیک و مغز کیک با استفاده از کرومامتر اندازه‌گیری شد (MINOLTA™). کرومامتر با اندازه‌گیری میزان نور منعکس شده کار می‌کند و در سه مختصات L,a,b بیان می‌شود. مقدار L میزان تاریکی یا روشنایی از محصول را نمایش می‌دهد. مقدارa قرمزی و یا سبزی را نشان می‌دهد و مقدار b میزان زردی و یا آبی نمونه را تعیین می‌کند. رنگ آنژل یک شاخصی است که رنگ دقیق مواد را نشان می‌دهد. رنگ آنژل دامنه‌های رنگی است از رنگ قرمز تیره شروع شده تا رنگ ارغوانی روشن در طیف رنگی را نشان می‌دهد. زاویه فام رنگ با استفاده از رابطه (۱) محاسبه می‌شود:

رابطه (۱)

$$\text{زاویه فام رنگ} = \tan^{1}(a/b)$$

۲-۲-٤- ارزیابی‌های حسی کیک

ارزیابی حسی با گروهی از ۲۵ پنلیست انجام شد. ارزیابان حسی با تکنیک ارزیابی حسی آشنا بودند و آنها نیمه آموزش دیده بودند. کیک ارزن پخته شده تازه، قبل از اینکه برای ارزیابی حسی ارسال شود تا دمای اتاق سرد شد، و نمونه‌ها به صورت تصادفی به پنلیست‌ها داده شدند. یک تکه از کیک که با کدهایی مشخص شده بودند به هر پنلیست ارائه شد. ارزیابی حسی توسط مقیاس هدونیک در ده نقطه انجام شد. ارزیابی حسی از نظر صاف بودن پوسته، آروما (عطر)، طعم، بافت، مزه و پذیرش کلی انجام شد. پذیرش ویژگی کیفی هرکدام با امتیاز ۱ (کمترین) تا ۱۰ (بیشترین) نسبت داده شدند و محصولات با میانگین امتیازات برای پذیرش کلی که بالای ۵ بود به عنوان قابل قبول در نظر گرفته شدند.

۲-۳- روش آنالیز نتایج

نتایج به دست آمده از آزمون های انجام گرفته از کیک یزدی، بر پایه طرح فاکتوریل در قالب بلوک کاملا تصادفی با استفاده از نرم افزار SPSS (ورژن ۲۱) مورد ارزیابی قرار گرفت. نمونه های کیک یزدی شامل سطوح مختلف مصرفی آرد ارزن بوده که میانگین نتایج با استفاده از آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفت. برای رسم نمودارها از نرم افزار اکسل استفاده شد.

۳-نتایج و بحث

۳-۱- ارتفاع کیک

یک محصول نانوایی نتیجه بسیاری از فاکتورهای داخلی و خارجی است که در طول روند پخت اتفاق می‌افتد. اندازه‌گیری فازهای کینماتیک در یک فرایند پخت از قبیل انبساط خمیر، تشکیل ساختار، انقباض پخت، چروکیدگی در طی سرد کردن در طی فرایندهایشان مشکل است. بالا آمدن کیک به فاکتورهای مختلفی مثل کیفیت، میزان نشاسته و فراکسیون پروتئینی موجود در آرد بستگی دارد. همچنین به اجزای

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.120.12.4]
[DOI: 10.52547/fsct.18.120.12]

تشکیل‌دهنده دیگر مثل تخم مرغ، شورتنینگ و اجزای شیر و... وابسته است. علاوه بر آن کیفیت و کمیت آرد یک فاکتور اصلی و موثر بر ویژگی‌های افزایش حجم کیک است.

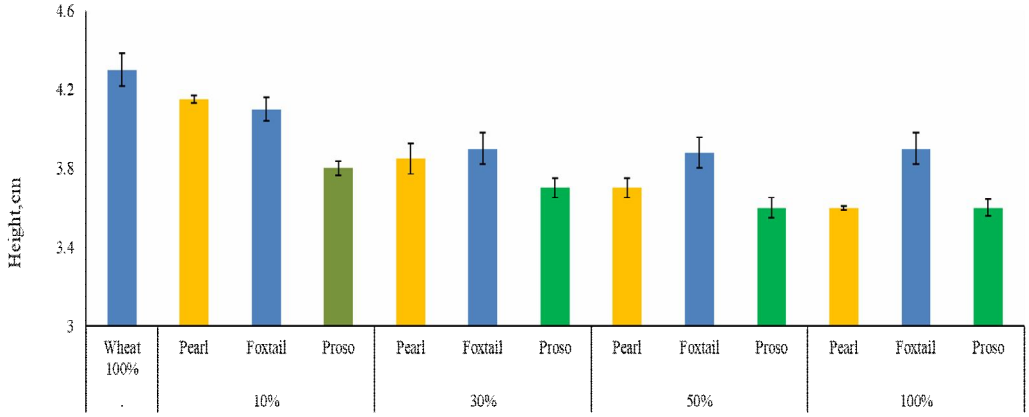

Fig 2 Millet cake height as a function of millet flour incorporation

ابعاد فیزیکی کیک‌های ارزن بعد از هر آزمون پخت اندازه‌گیری شدند.کیک قبل از اندازه‌گیری در دمای اتاق خنک شد. ارتفاع کیک‌های ارزن در شکل ۲ نشان داده شده است. ارتفاع کیک با اضافه کردن آرد ارزن به خمیر کیک به صورت منفی تحت تاثیر قرار گرفته است. میانگین ارتفاع کیک با افزایش مقدار آرد ارزن در خمیر کیک کاهش یافت (شکل ٤). برای مثال، ۱۰٪ ارزن مرواریدی در ترکیب خمیر کیک ارتفاع کیک به میزان ٤/۱ سانتی‌متر بود در حالیکه ۵۰٪ ارزن مرواریدی در ترکیب استفاده شد ارتفاع کیک تنها به ۳/٦ سانتی‌متر رسید. از میان سه ارزن انتخاب شده، ارزن ایتالیایی کمترین اثر بروی بالارفتن کیک را داشت در حالیکه ارزن معمولی بیشترین توانایی را در بالارفتن خمیر کیک داشت (شکل ۳). معمولا، ارزن مرواریدی و ارزن ایتالیایی در مقایسه با ارزن معمولی کیک بسیار عالی از نظر ارتفاع تولید کردند. از بین ارزن ایتالیایی و مرواریدی، ارزن ایتالیایی صرف نظر از مقدار آرد گندم همیشه کیکی با ارتفاع حدود چهار سانتی‌متر ایجاد می‌کرد. حتی فرمولاسیون ۱۰۰٪ ارزن ایتالیایی ارتفاع کیک چهار ساتی متر تولید کرد که بالاترین ارتفاع در گروه است.

ارزن معمولی کمترین ارتفاع کیک در همه ترکیب‌های آرد ترکیبی ارزن گندم را داشت.

با اینکه ارتفاع کیک تحت تاثیر ترکیب ارزن قرار داشت اما اثر آن زمانی که با کیک شاهد مقایسه شد آنقدر مهم نبود.

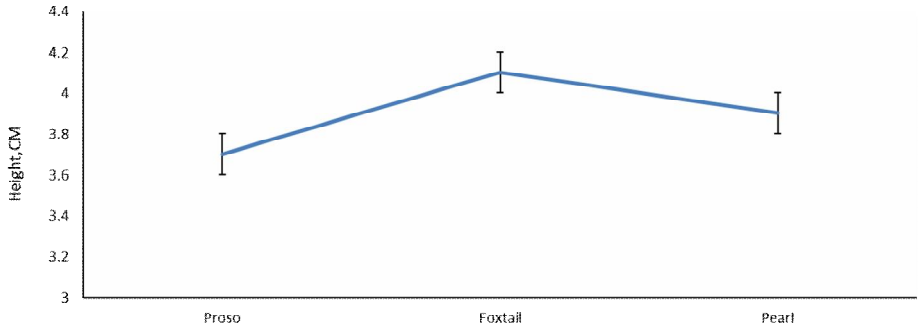

Fig 3 Millet cake height trend in terms of millet type

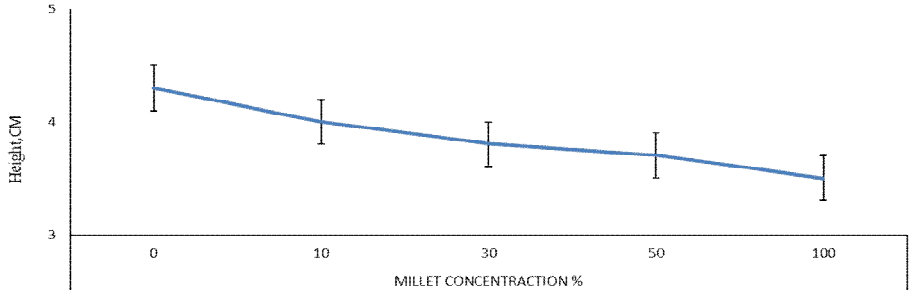

Fig 4 Millet cake height trend at various millet concentrations

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.120.12.4]
[DOI: 10.52547/fsct.18.120.12]

ارزن مرواریدی کمترین عملکرد را در ارتفاع کیک با کیک ارزن ۱۰۰٪ نشان داد درحالی که دو ارزن دیگر (ایتالیایی و معمولی) ارتفاع بالاتری را ایجاد کردند. کیک ۱۰۰ درصد گندم، کیک با ارتفاع میانگین ٤/۲۵ سانتی‌متر ایجاد کرد و در میان سه ارزن، کیک ۱۰۰٪ارزن مرواریدی ارتفاع ۳/٦ سانتی‌متر داشت که تنها ۱۵٪ کمتر از کیک ۱۰۰٪ گندم است. از میان سه ارزن، کیک ۱۰۰٪ ارزن ایتالیایی بالاترین ارتفاع کیک به میزان ٤ سانتی‌متر را داشت که تنها ٦/۲۵ ٪ کمتر از کیک گندم ۱۰۰٪ بود. با در نظرگیری جایگزینی موفقیت آمیز بدست آمده گلوتن با آرد ارزن، این کاهش و اثر منفی تقریبا ناچیز است. علاوه بر این این کیک‌ها بدون اضافه کردن افزودنی‌هایی مثل هیدروکلوئیدها، صمغ‌ها یا آنزیم‌هایی که کیفیت کیک را افزایش می‌دهند، تولید شدند. اضافه کردن چنین افزودنی‌هایی به طور یقیین کیفیت کیک را بالا می‌برد و بالاتر از کیفیت معقول بدست آمده از جایگزینی آرد ارزن ۱۰۰٪ می‌برد، اما بهرحال این کار یک هزینه اضافی و یک ماده تشکیل دهنده اضافی به لیست مواد تشکیل‌دهنده اضافه می‌کند.

۳-۲- حجم کیک

حجم کیک عمدتا به توانایی نگه داری خمیر کیک برای گازهای به تله انداخته شده و همچنین ساختار آن در طول روند پخت وابسته است.خمیر کیک به ویسکوزیته کافی برای نگه داری حبا بهای گاز در طول روند مخلوط کردن نیاز دارد، و همچنین به توانایی در جهت نگه داری آنها در طی فرآیند گرمایی، احتیاج دارد [۲۰]. در طول روند پخت، یک چهارچوب ساختاری از گرانول‌های نشاسته و پروتئین مخصوصا در طی فرآیند حرارتی تشکیل می‌شود و این ساختار باید به اندازه کافی برای تقویت خودش در طول روند خنک کردن مخصوصا زمانیکه فرآورده پخته شده از آون خارج می‌شود قوی باشد. انعقاد پروتئین تخم مرغ و ژلاتینه شدن نشاسته، ویسکوزیته خمیر کیک که مسئول ویژگی‌های کیک است را افزایش می‌دهد. ساختار محکم مواد دیواره سلولی در کیک عمدتا هم به دلیل گرانول‌های متورم نشاسته و هم فاز پیوسته ژلی پروتئین‌های تخم مرغ که اطراف آنها را احاطه کرده است، می‌باشد [۲۱].

در طول روند پخت، بستن کیک عمدتا به دمای ژلاتینیزاسیون نشاسته وابسته است [۲۲]. در بررسی‌های منابع مشخص شده است که حجم کیک وابسته به دمای ژلاتینیزاسیون مرتبط است و محتوی رطوبتی و میزان شکر موجود هم بر آن موثرهستند [۲۲ و ۲۳]. در طول فرآیند پخت، گرانول‌های نشاسته متورم بایستی یک شکل گرانول سازمان یافته که برای ساختار یک کیک خوب ضروری است، را حفظ کنند [۲٤ و ۲۵].

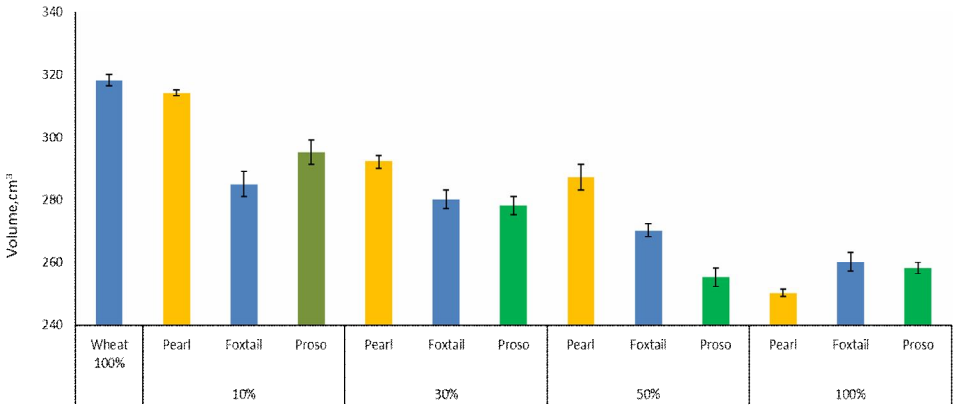

Fig 5 Millet cake volume as a function of millet flour incorporation

مقایسه حجم بین کیک ارزن و کیک گندم در شکل ۵ نشان داده شده است. حجم کیک براستی تحت تاثیر ترکیب آرد ارزن قرار گرفت و با افزایش مقدار ارزن حجم کیک کاهش یافت (شکل ۷).

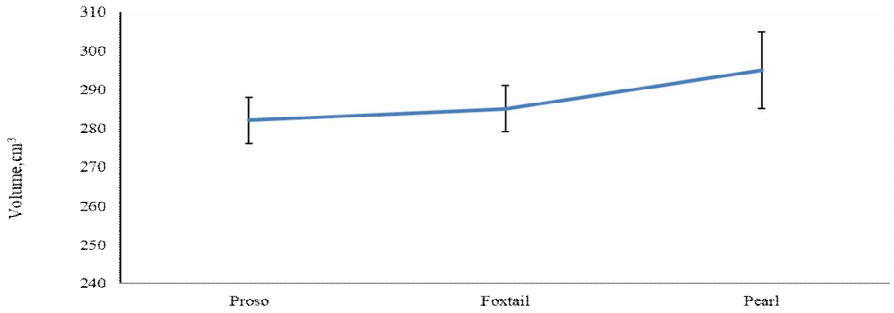

Fig 6 Millet cake volume trend in terms of millet type

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.120.12.4]
[DOI: 10.52547/fsct.18.120.12]

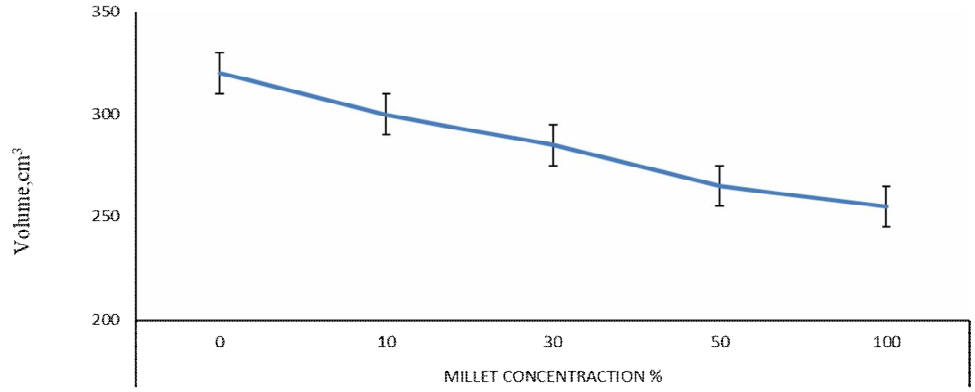

Fig 7 Millet cake volume trend at various millet concentrations

کاهش الگوی حجم شبیه به کاهش الگوی ارتفاع کیک بود. مشابه با ارتفاع کیک، مقدار کمتر ارزن (به طور مثال ۱۰٪)، حجم بالاتری را در مقایسه با مقادیر بیشترارزن ایجاد کرد. برای مثال، حجم کیک با ۱۰٪ ترکیب آرد ارزن مرواریدی میزان ۳۱۳/۷٤ سانتی‌متر مکعب بود، در حالی که با ۵۰ درصد آرد ارزن مرواریدی یک حجم میانگینی معادل ۲۸۸/۹۹ سانتی‌متر مکعب بدست آمد.

ارزن مرواریدی حجم کیک ارزنی بسیار عالی را درمقایسه با دو کیک ارزن دیگر تولید کرد (شکل ٦). با اینکه ارزن ایتالیایی ارتفاع بهتری داشت، افزایش حجم کیک در کیک ارزن ایتالیایی یکسان و یک شکل نبود و کیک ارزن ایتالیایی در مقادیر بالاتر منجر به کاهش در اندازه کلی شد که منجر به حجم کمتر شد. همچنین از لحاظ آماری ارزن مرواریدی در مقایسه با ارزن ایتالیایی و ارزن معمولی اختلاف آماری معنی‌داری داشت اما تفاوت معنی‌داری از نظر آماری میان حجم کیک ارزن ایتالیایی و حجم کیک معمولی وجود نداشت. ارزن معمولی کمترین کارایی را در حجم کیک در مقادیر ارزن بالاتر مثل ۳۰ و ۵۰٪ داشت. با اینکه، حجم کیک ارزن با افزایش مقدار ارزن کاهش نشان داد، کیک ارزن ۱۰۰٪ توانایی تولید حجم نسبتا خوبی در مقایسه با کیک آرد ترکیبی گندم- ارزن داشت. جالب آنستکه، بدون کمک آرد گندم (یعنی گلوتن) کیک تنها ۱۰۰٪ ارزن ایتالیایی حجم ۲٦۲/۱۵ سانتی مترمکعب ایجاد کرد که به میزان جزئی در مقایسه با کیک ۳۰ و ۵۰ ٪ کیک ارزن ایتالیایی، کمتربود. این مطلب بیانگر این نکته است که تولید کیک عاری ازگلوتن با ۱۰۰٪ آرد ارزن امکان‌پذیر است.

خمیرارزن ترکیبی، مخصوصاً آنهایی که غظت ارزن بیشتری داشتند، رفتارمتفاوت تری را در مقایسه با خمیر گندم نشان دادند. خمیر ارزن در ابتدا حدودا تا لبه قالب شروع به بالا آمدن کرد در حالیکه مرکز خمیر در طول شروع پخت صاف باقی ماند. با پیشرفت پخت، بخش مرکزی خمیر، به آهستگی شروع به بالا آمدن کرد. کیک ۱۰۰ درصدی ارزن در مقایسه با کیک گندم، شکننده بود. رفتار پخت مشابهی توسط گلوور و همکاران (۱۹۸٦) گزارش شده است. آنها اثرآرد سورگوم با اجزائی مثل لیپید، مواد محلول در آب و فراکسیونهای نشاسته که با گندم در بالاترین نسبت کیک جایگزین شده بودند را مورد مطالعه قراردادند. تحقیق نشان داد که حجم و بافت بدلیل برهمکنش فراکسیون‌های نشاسته وسورگوم نامرغوب بود و کیک‌ها شکنندگی داشتند و به آسانی ترک خوردند [۲٦].

دمای ژلاتینیزاسیون آردهای ارزن توسط کریشنا کوماری و تایو ماناوان (۱۹۹۸) مورد بررسی قرار گرفت. دمای ژلاتینه شدن ارزن مرواریدی، ارزن ایتالیایی و ارزن معمولی به ترتیب ۷۹/۳ و۷۸/۸ و۸٤/۹ درجه سانتی گراد است. ارزن ایتالیایی و ارزن مرواریدی دمای ژلاتینه شدن شبیه به هم دارند اما ارزن معمولی دمای ژلاتینه شدن بالاتری را به صورت معنی‌داری در میان سه ارزن دیگر دارد که مشاهده شد که کارایی پخت در کیک با آرد ارزن معولی ترکیب شده در مقایسه با دو ارزن دیگر آزمون شده، کمترین بود [۲۷]. این یافته‌ها با تحقیقات سولارز و روبتالار (۱۹۷۱)، که آنها دریافتند که نشاسته‌های با دمای ژلاتینه شدن بالاتر، محصولات پخته شده ضعیفتری را در مقایسه با نشاسته‌ای با دمای ژلاتنیزاسیون کمترتولید می‌کنند، همخوانی دارد [۲۸]. به هرجهت ژلاتینه شدن نشاسته به آب موجود در سیستم و انرژی قابل دسترسی وابسته است. تعدادی از محققین معتقدند که شکر دمایی که نشاسته ژلاتینه میشود را افزایش می‌دهد و شکر یک جز مهم از مواد تشکیل دهنده

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.120.12.4]
[DOI: 10.52547/fsct.18.120.12]

کیک در فرآیند تولید است [۲۳ و ۲۹]. به عبارت دیگر، شروع ژلاتینه شدن در دماهای پایین‌تر به واسطه انبساط نامناسب خمیر آماده شده، منجر به محصولات پخته شده با کیفیت ضعیف‌تر می‌شود [۳۰]. این موضوع توسط محققین دیگری هم تایید شده است. برای مثال هاوارد (۱۹۷۲)، هاوارد و همکاران (۱۹٦۸) و میلرو تریمبو (۱۹٦۵) این مطلب را برای کیک‌های لایه‌ای [۲٤، ۳۱ و ۳۲] و میزوکوشی و کاداوا (۱۹۷۹) و میزوکوشی و همکاران (۱۹۸۰) برای کیک‌های اسفنجی تایید کرده اند [۳۳ و ۳٤].

اهمیت سایز گرانول‌های نشاسته در کارایی پخت کیک توسط هاوارد و همکاران (۱۹٦۸) نشان داده شده است [۲٤]. سولارز و روبنتالار (۱۹۷۱) دریافتند که گرانول‌های نشاسته بزرگتر، محصولات پخته شده با کیفیت‌تری را در مقایسه با سایز گرانول‌های کوچکتر تولید می‌کنند. آنها دریافتند که گرانول‌های نشاسته در گندم که اندازه‌ای از ٦-۲ و ۳۵-۲۰ میکرومتر و گرانول‌های نشاسته در جو با اندازه ۱۰-۲ و ۳۵-۲۰ میکرومتر دارای کارایی پخت بهتری در مقایسه با گرانول‌های نشاسته در برنج با اندازه ۸-۳ میکرومتر هستند [۲۸]. مشخصات نشاسته‌های ارزن معمولی، ایتالیایی، مرواریدی، توسط کریشما کوماری و تایو ماناوان (۱۹۹۸) مطالعه شد. آنها دریافتند که اندازه نشاسته ارزن مرواریدی، ارزن ایتالیایی و ارزن معمولی به ترتیب ۹-۱ میکرومتر و ۹/٦-۰/۸ میکرومتر و ۱۰-۱/۲ میکرومتر می‌باشند[۲۷]. با اینکه هرسه ارزن اندازه گرانول‌های مشابهی دارند اما شکل گرانول‌ها و توزیع نسبی آنها باهم متفاوت هستند. آنها دریافتند که نشاسته ارزن مرواریدی شامل چند ضلعی بزرگ و گرانول‌های کروی بزرگ و کوچک هستند و همچنین گرانول‌های نشاسته چندضلعی بزرگ از گرانول‌های کروی بزرگ نمایان‌تر هستند. ارزن ایتالیایی شامل تعداد زیادی از گرانول‌های بزرگ چند ضلعی، کروی کوچک و گرانول چند ضلعی هستند بصورتیکه گرانول‌های بزرگ در مقایسه باگرانول‌های کوچک بیشتر حضور داشتند. ارزن معمولی شامل گرانول‌های چند ضلعی بزرگ، گرانول‌های کروی بزرگ و گرانول‌های کروی کوچک است [۲۷]. این اختلافات در اشکال گرانول‌های نشاسته ارزن‌ها و فراکسیون‌های آنها ممکن است اختلافات موجود در کارایی پخت کیک ارزن‌ها را توجیه کند. ارزیابی بیشتر جهت فهم کامل اثر سایز گرانول‌های نشاسته ارزن در کارایی پخت کیک ضروری به نظر می‌رسد.

فاکتور مهم دیگر که حجم کیک را نشان می‌دهد پیک ویسکوزیته، شکست ویسکوزیته و برگشت ویسکوزیته است. پیک ویسکوزیته وابسته به میزان تورم گرانول‌های نشاسته در طول فرآیند حرارتی است و پیک ویسکوزیته بالاتر با افزایش گرانول‌های نشاسته با تورم بالاتر مشاهده شده است [۳۵]. پیک ویسکوزیته پایین‌تر منجر به نگه داری ضعیف‌تر گاز شده که به نوبه خود منجر به کاهش حجم کیک می‌شود. گومز و همکاران (۲۰۰۸) دریافتند که ترکیب آرد نخود کوچک با آرد گندم منجر به پیک ویسکوزیته پایین‌تر در مقایسه با آرد گندم ۱۰۰٪ می‌شود. بکینگ پودر در طول روند پخت گاز تولید می‌کند و آرد با کیفیت خوب باید توانایی نگه داری گاز برای دستیابی به حجم خوب را داشته باشد [۳۰]. این نقش مهم ماتریکس آرد در طول روند پخت می‌باشد. کریشنا کوماری و تایو ماناوان (۱۹۹۸) پیک ویسکوزیته ارزن مرواریدی، ارزن ایتالیایی و ارزن معمولی را به ترتیب BU٤٥۰، BU٤٥۸ و BU۳۷۵ گزارش کردند [۲۷]. ارزن معمولی دارای کمترین پیک ویسکوزیته بود که منجر به ناکافی بودن نگهداری گاز در طول روند پخت شد. به طور مشابه، ارزن معمولی دارای کمترین شکست ویسکوزیته (BU۲۰) درمقایسه با ارزن مرواریدی (BU۳۰) و ارزن ایتالیایی (BU٤۰) بود و دارای بیشترین برگشت ویسکوزیته (BUv۹۰) درمقایسه با ارزن مرواریدی (BU۵۳۰) و ارزن ایتالیایی (BU٤۱۵) بود [۲۷]. کیک با ارزن ایتالیایی ۱۰۰٪ دارای بالاترین ارتفاع در مقایسه با کیک با ۱۰۰٪ ارزن مرواریدی و کیک با ۱۰۰٪ ارزن معمولی بود. این پدیده ممکن است به واسطه پیک ویسکوزیته بالاتر و شکست بالاتر ویسکوزیته ارزن ایتالیایی باشد. دراین تحقیق، ارزن معمولی کارایی پخت ضعیفی را نشان داد که ممکن است به واسطه پیک ویسکوزیته کمتر، برگشت ویسکوزیته کمتر و نقطه شکست بالاترویسکوزیته ارزن معمولی باشد که این حقیقت را ثابت می‌کند که کیک ارزن‌های معمولی کارایی ضعیف در مقایسه با کیک ارزن مرواریدی وارزن ایتالیایی دارند.

میانگین محتوی آمیلوز برای ارزن مرواریدی ۱۸/۸۱٪ برای ارزن ایتالیایی ۱۸/۰۸ ٪ و برای ارزن معمولی ۲۰/۰۲٪ توسط کریشنا کوماری و تایاماناوان (۱۹۹۸) گزارش شده است [۲۷]. ارزن معمولی محتوی آمیلوز بالاتری را درمقایسه با ارزن مرواریدی و ارزن ایتالیایی داشت، که ممکن است یک دلیل

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.120.12.4]
[DOI: 10.52547/fsct.18.120.12]

دیگر برای کارایی ضعیف پخت ارزن معمولی باشد بطوریکه حجم کیک در ارزن معمولی در مقایسه با کیک دو ارزن دیگر، کمترین مقدار بود. ارزن ایتالیایی کمترین محتوی آمیلوز را داشت و ویژگی‌های فیزیکی کیک بسیار عالی را نشان داد. این نکته ثابت شده است که افزایش در محتوی آمیلوز یک اثر منفی برروی روند پخت دارد. اثر منفی محتوی آمیلوز برپخت توسط ایواشیتا و همکاران (۲۰۱۱) گزارش شده است [۳۶]. آنها دریافتند که با افزایش در محتوی آمیلوز در آرد برنج، حجم مخصوص نان برنج کاهش یافت. با این حال، مطالعاتی توسط پردون و ژولیانو (۱۹۷۵) بر روی حجم کیک صورت گرفت که نشان داد با افزایش محتوی تا یک حدی از محتوی آمیلوزی حدود ۲۰-۲۵٪ و در کمتر از این سطح، حجم کیک به همان سطح میزان آمیلوز کم آرد برنج، کاهش یافت. آنها همچنین دریافتند که برنج با محتوی آمیلوز متوسط منجر به بالاترین حجم در طول فاز انبساط می‌شود [۳۷]. بهرحال کیک‌های آماده شده در این تحقیقات کیک‌های تخمیری بودند و برنج استفاده شده در آن محتوی متوسط آمیلوز را داشت. ارزن‌هایی که در پژوهش حاضراستفاده شدند حاوی آمیلوز کمتری در مقایسه با برنج بودند. به طور مشابه نیشیو و همکاران (۲۰۰۹) اثرمحتوی آمیلوز در آرد گندم در کیفیت کوکی و کیک اسفنجی را مورد مطالعه قراردادند و دریافتند که با کاهش مقدار آمیلوز می‌توان نان با کیفیت بهتری تولید کرد. حجم کیک اسفنجی ژاپنی با یک افزایش اندک در محتوی آمیلوز افزایش یافت در حالی که با افزایش محتوی آمیلوز قطر کوکی کاهش یافت (با یک افزایش در ضخامت) [۳۸].

تفاوت در محتوی آمیلوز موجود در سه آرد ارزن آزمون شده ممکن است حقیقتا اثر مشخصی برکارایی پخت آنها داشته باشد. به واسطه خصوصیات فیزیکی آمیلوز، میزان آمیلوز بیشتر منجر به کاهش انبساط بالقوه وکاهش قدرت ژل برای همان میزان مقدار نشاسته می‌شود. به هرجهت، این محدودیت‌ها در پخت با بکارگیری افزودنی‌هایی از قبیل هیدروکلوئیدها و تنظیم دستورالعمل /فرمولاسیون پخت می‌تواند حل شود. در حقیقت هیدروکلوئیدها سبب اصلاح خصوصیات نشاسته از قبیل تغییر خواص چسبندگی نشاسته می‌شوند [۴۱-۳۹] و همچنین موجب اصلاح خصوصیاتی مثل دمای ژلاتینه شدن، ویسکوزیته خمیر و رتروگراداسیون نشاسته که بر پخت کیک اثر می‌گذارند و کیفیت محصولات نهایی پخته شده را تعیین و کنترل می‌کنند، می‌شوند [۳۲].

۳-۳- بررسی ویژگی‌های بافت کیک ارزن

سختی کیک، پیوستگی و چسبندگی از منحنی پروفیل آنالیز بافت محاسبه شدند و در شکل‌های ۸-۱۳ نشان داده شده است. سختی کیک یکی از مهمترین ویژگی‌ها در اندازه‌گیری کیفیت کیک است که به طور مستقیم تحت تاثیر و اثرگذار بر مقبولیت مصرف کننده است. جایگزینی گندم در محصولات پخت برروی مشخصات بافت محصول نهایی اثر می‌گذارد که عمدتاً بواسطه تغییرات درنشاسته و فراکسیونهای پروتئینی است که بدلیل اضافه کردن سایرغلات و حبوبات و غیره در خمیر کیک و خمیر نان بوجود می‌آید. این جایگزین‌ها اغلب سبب ورود اجزای مختلف و سایر موادی غیر از پروتئین‌ها و نشاسته‌ها می‌شوند که منجربه ایجاد محصول پخته شده منحصر بفردی می‌شود.

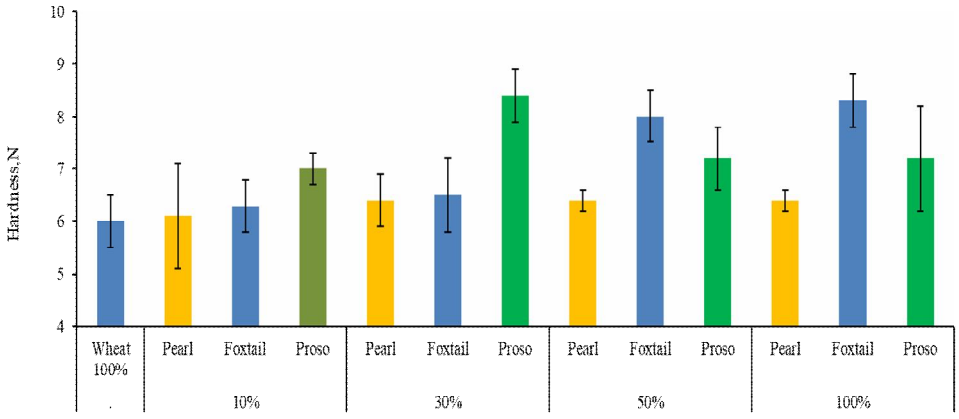

Fig 8 Hardness of millet incorporated cake

سختی کیک با افزایش مقدار ارزن در خمیر کیک (شکل‌های ۸ و ۹ و ۱۰) افزایش می‌یابد. کاهش مقدار ارزن، سختی کمتری

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.120.12.4]
[DOI: 10.52547/fsct.18.120.12]

را ایجاد می‌کند و با افزایش آرد ارزن، سختی به طور قابل توجه معنی‌داری افزایش یافت. ارزن مرواریدی کمترین اثر را برروی سختی در مقایسه با دو ارزن آزمون شده دیگر نشان داد. برای مثال جایگزینی ۱۰٪ با ارزن مرواریدی سختی در حدود ٦ نیوتن ایجاد شد در حالیکه با همین آرد و اما جایگزینی ۵۰٪ کیک، سختی ٦/۷ نیوتن حاصل شد. از طرف دیگرآرد ٪۱۰۰ ارزن مرواریدی منجر به سختی ٦/۵ نیوتن شد.

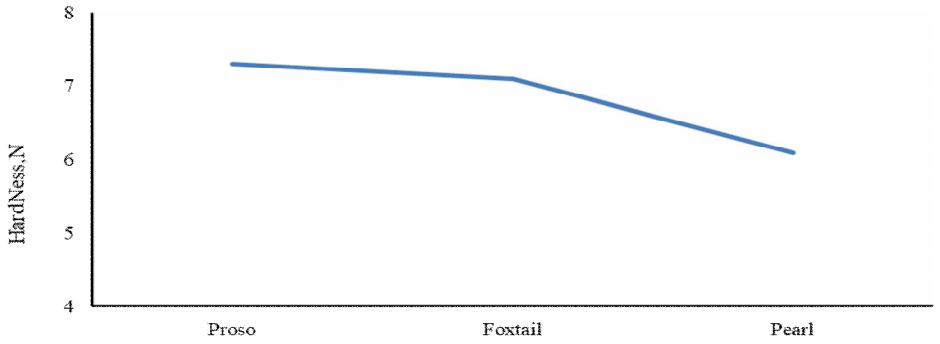

Fig 9 Millet cake hardness trend in terms of millet type

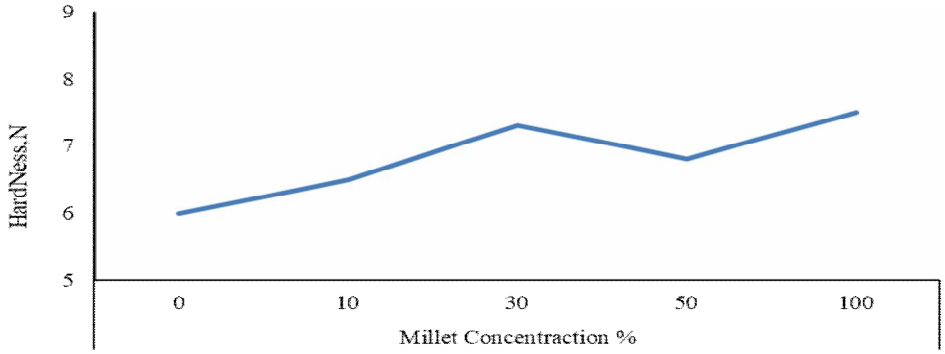

Fig 10 Millet cake hardness trend in terms of millet concentrations

این رفتار منحصر بفرد احتمالا بدلیل فقدان شبکه گلوتنی در کیکی که فقط با ارزن است که منجر به مقاومت کمتر از کیک با ۱۰۰٪ارزن شد، می‌باشد.

در میان سه ارزن آزمون شده، ارزن ایتالیایی با ۱۰۰٪ مقدار سخت ترین کیک یعنی سختی ۸/۵ نیوتن را تولید کرد. آرد ارزن ایتالیایی در ترکیب ۱۰۰٪ تا حدودی به طور کاملا متفاوت در مقایسه با آرد دو ارزن دیگر رفتار کرد. افزایش مقدار آرد ارزن ایتالیایی سختی کیک را به صورت تدریجی افزایش داد. برای مثال ۱۰٪ ارزن ایتالیایی سختی کیک را به ٦/۳ نیوتن رساند و ۱۰۰٪ ارزن ایتالیایی کیکی با سختی ۸/۵ نیوتن ایجاد کرد. در مقایسه و با توجه به مطالبی که در بالا بیان شد، ترکیب ۱۰۰درصدی آرد ارزن مرواریدی سختی کیکی کمتر از۵۰٪ آرد ارزن مرواریدی ایجاد کرد. ارزن معمولی با افزایش مقدار شبیه به آرد ارزن مرواریدی از نظر روند سختی رفتار کرد.

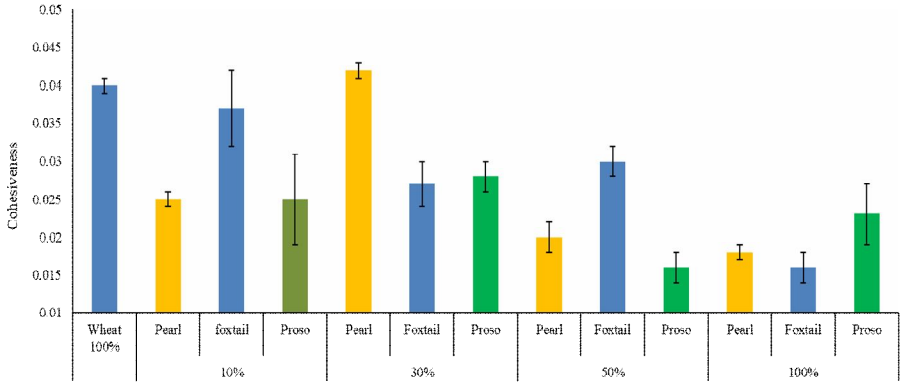

Fig 11 Cohesiveness of millet incorporated cake

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.120.12.4]
[DOI: 10.52547/fsct.18.120.12]

یک افزایش در مقدار ارزن معمولی سختی را تا حد ماکزیمم افزایش داد که متعاقبا با ترکیب اضافی ارزن سختی کاهش پیدا کرد، که منجر به سختی کمتری در کیکی با ۱۰۰درصد آرد ارزن در مقایسه با کیک تولید شده با ترکیب ارزن- گندم، شد. از لحاظ آماری، ارزن مرواریدی اثر معنی‌داری برسختی کیک در مقایسه با دو کیک ارزنی دیگر داشت، اما اختلاف آماری معنی‌داری میان کیک با ارزن ایتالیایی و کیک با ارزن معمولی مشاهده نشد.پیوستگی کیک ارزن و روندشان با توجه به نوع ارزن و مقدارشان در شکل‌های ۱۱و ۱۲و ۱۳ نشان داده شده است. به همین ترتیب، پارامتر چسبندگی و روندشان باتوجه به نوع ارزن و مقدارشان درشکل‌های ۱۴و ۱۵و ۱۶ نشان داده شده است.

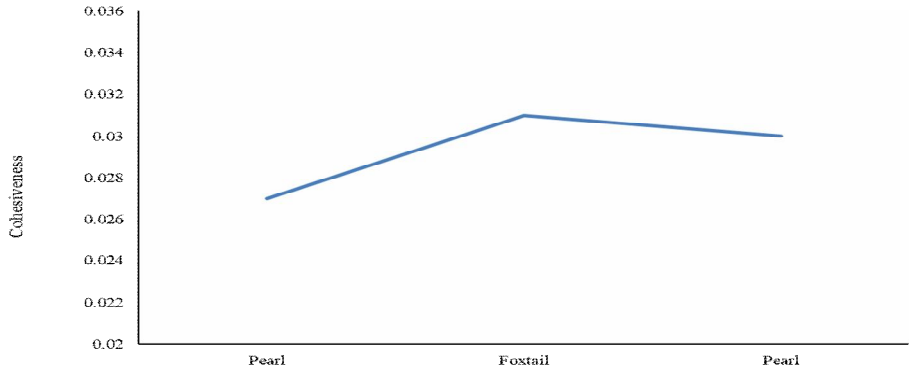

Fig 12 Millet cake cohesiveness trend in terms of millet type

پیوستگی به چگونه نگه داشتن توده با همدیگر در طول جویدن محصول پخته شده توضیح داده می‌شود و همچنین قدرت پیوندهای داخلی که بدنه را در محصول پخته شده نگه می‌دارد، بیان می‌شود. پیوستگی کیک ارزن با افزایش مقدار ارزن (شکل ۱۳) کاهش یافت و این تغییرات در پیوستگی برای هر سه آرد ارزن مشابه بود. این مطلب نشان می‌دهد که حضور ترکیب ارزن در فرمولاسیون کیک در نهایت منجر به شکنندگی محصول پخته شده در مقایسه با کیک برپایه گندم می‌شود. از نظر آماری، هر آرد ارزن برروی پیوستگی کیک به طور قابل توجهی و معنی‌داری اثر گذاشت ($p<0/05$) اما اختلاف آماری مهمی میان سه ارزن مشاهده نشد. در میان سه ارزن، ارزن معمولی به طور کلی پیوستگی کمتری را نشان داد و به دنبال آن ارزن مرواریدی بود. هم چنین کیک ارزن معمولی بالاترین سختی را درمقایسه با کیک ارزن مرواریدی و ایتالیایی داشت (شکل ۹) مخصوصا در مقدار ارزن ۱۰٪ و ۳۰٪. سختی بیشتر کیک ممکن است بررفتار پیوستگی آرد ارزن معمولی موثر باشد.

همچنین ارزن معمولی در مقادیر ۱۰، ۳۰ و ۵۰ درصد درمقایسه با ارزن مرواریدی و ارزن ایتالیایی افزایش خمیرکمتری را نشان داد. این ارتفاع کمترکیک منجر به فشردگی بیشتر در ساختار کیک به واسطه کم بودن فضاهای هوا و تخلخل می‌شود که در نهایت منجر به سختی بیشتر و پیوستگی کمتر می‌شود.

جالب است که، روند پیوستگی همیشه یک کاهش یکسانی را نشان نداد. برای مثال ترکیب ۱۰٪ ارزن پیوستگی را کاهش داد در حالی که افزایش مقدار ارزن از ۱۰ به ۳۰ به صورت جزئی پیوستگی کیک ارزن را افزایش داد. این افزایش جزئی در پیوستگی به لحاظ آماری معنی دار نبود و بیشتر از ۳۰٪، با افزایش بیشتر در مقدار ارزن، پیوستگی کیک ارزن به آهستگی و تدریجی کاهش یافت (شکل ۱۳).

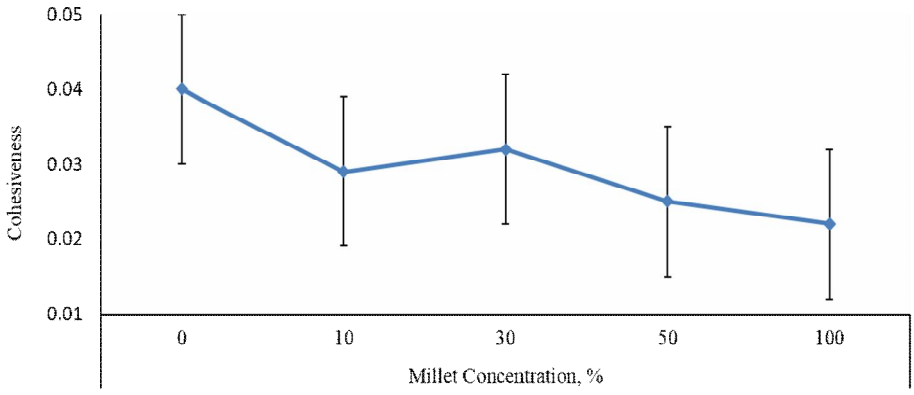

Fig 13 Millet cake cohesiveness trend in terms of millet concentrations

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.120.12.4]
[DOI: 10.52547/fsct.18.120.12]

چسبندگی می‌تواند به عنوان درجه‌ای از برخورد و اصابت نمونه پخته شده مثل نان یا خرده‌های کیک به کام تعیین شود و همچنین بعنوان کار لازم برای غلبه به نیروهای جذب بین سطح غذا با سطح دیگر مواد مثل زبان، کام و دندان در جایی که غذا با آن در تماس است، تعریف می‌شود. اثر ترکیب ارزن برروی چسبندگی کیک در شکل ١٤ نشان داده شده است که مشاهده می شود ترکیب ارزن در خمیر کیک چسبندگی را کاهش داد. این مطلب نشان می‌دهد که کیک با ارزن بیشتردر مقایسه با کیک بر پایه گندم در حین جویدن، کمتر چسبنده بود، که بدلیل فقدان پروتئینهای تشکیل دهنده گلوتنی بود که نقش مهمی را درتعیین هموار بودن و محکم بودن بافت محصول پخته شده بازی می‌کنند.

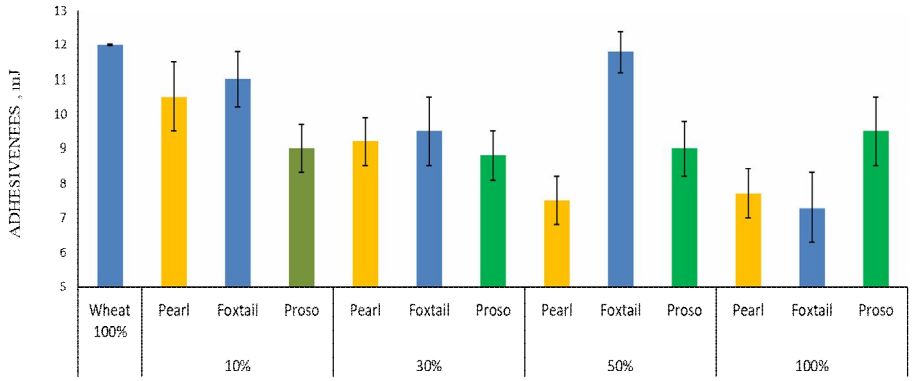

Fig 14 Adhesiveness of millet incorporated cake

معمولاً، ارزن مرواریدی یک کاهش تدریجی در چسبندگی را در مقایسه با کیک ارزن ایتالیایی و کیک ارزن معمولی از ١٠ تا ١٠٠٪ نشان داد (شکل ١٤). بالاترین چسبندگی کیک ارزن در ٥٠٪ ارزن ایتالیایی بدست آمد (١١/٦٧ میلی ژول) و به دنبال آن کیک ارزن ایتالیایی ١٠٪ (١١/٠٠ میلی ژول). ارزن معمولی الگوی چسبندگی متفاوتی را در آزمایشات نشان داد و مقدار چسبندگی حدود ٩ را در تمام مقادیر نشان داد. این نکته نشان می‌دهد که مقدار ارزن معمولی برروی خصوصیت چسبندگی در کیک ارزن اثر نداشت. کمترین چسبندگی در کیک ارزن ایتالیایی ١٠٠٪ به مقدار ٧/٣٣ میلی ژول مشاهده شد. از نظر آماری، اختلاف آماری معنی‌داری میان سه ارزن وجود نداشت اما یک اختلاف معنی‌داری میان مقادیر ارزن مشاهده شد ($p<0.05$). جالب توجه آنکه، هیچ اختلاف معنی‌داری در پارامتر چسبندگی میان کیک ترکیبی ارزن ١٠٪ و کیک برپایه گندم مشاهده نشد. این مطلب نشان می‌دهد که افزودن ١٠٪ ارزن در خمیر خواص چسبندگی کیک را تغییر نمی‌دهد.

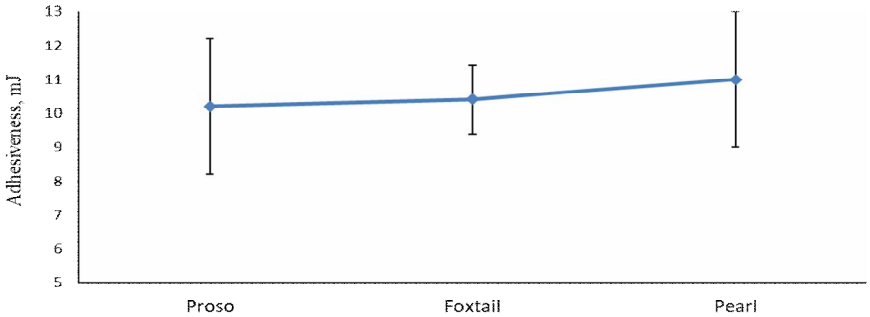

Fig 15 Millet cake adhesiveness trend in terms of millet type

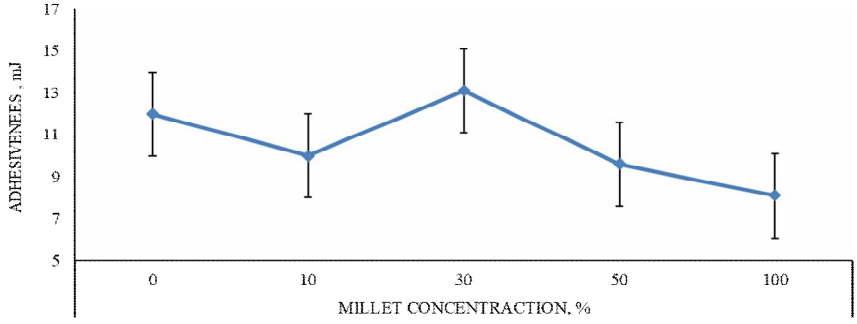

Fig 16 Millet cake adhesiveness trend in terms of millet concentrations

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.120.12.4]
[DOI: 10.52547/fsct.18.120.12]

افزایش سختی کیک توسط لی و همکاران (۲۰۰٤) گزارش شد [٤۲]. آنها دریافتند که افزودن سبوس جودوسر و پودردانه کتان در دستورالعمل کیک، پارامترهای سختی و پیوستگی کیک را افزایش داد. اثر مخلوط آرد لپه کوچک - گندم بر کیفیت کیک توسط گومز و همکاران (۲۰۰۸) مورد بررسی قرار گرفت. آنها دریافتند که آرد لپه کوچک سختی کیک را افزایش می‌دهد، اما پیوستگی با افزایش مقدار آرد لپه کوچک کاهش یافت [۳۰]. همچنین تحقیقی توسط گوینوت و ماتلوتی (۱۹۹۱) انجام شد و مشاهده کردند که حضور پروتئین سویا در مقادیر کم، سختی کیک اسفنجی را افزایش می‌دهد [٤۳]. افزایش سختی کیک ارزن عمدتا به دلیل اضافه کردن آرد ارزن و همچنین جایگزینی گلوتن در کیک است. آرد گندم شامل پروتئین گلوتن منحصر بفردی است که درآرد ارزن موجود نیست. بنابراین یک چنین حضور ارزن مشخصات بافت کیک را تغییر خواهد داد. به هرجهت، این کاستی‌ها با استفاده از افزودنی‌های ساختاری مثل صمغ‌ها قابل حل خواهد بود.

۳-٤- رنگ کیک

رنگ کیک از نظر پارامترهای L، a، b اندازه‌گیری شد و مقدار شاخص L و زاویه فام رنگ در شکل‌های ۱۷و ۱۸ نمایش داده شده است. میزان L، تاریکی محصول و زاویه فام رنگ تن و درجه رنگ را نشان می‌دهد. مقدار نزدیک به ۰ رنگ‌های مایل به قرمز را نشان می‌دهد در حالی که میزان نزدیک به ۹۰ رنگ‌های مایل به زرد را نشان می‌دهد (۱۱). اضافه کردن آرد ارزن به فرمولاسیون کیک به طور قابل توجهی برروی رنگ محصول نهایی اثر گذاشت. افزایش آرد ارزن در خمیر میزان شاخص L را هم در پوسته و هم در مغز کیک کاهش داد. از نظر آماری، نوع ارزن و مقدار ارزن هردو بطور معنی‌داری بر میزان L پوسته و مغز نان اثر داشتند. میان سه ارزن، ارزن مرواریدی بطور معنی‌داری از نظر میزان L پوسته در مقایسه با کیک ارزن ایتالیایی و ارزن معمولی تفاوت داشت. تفاوت معنی‌داری میان کیک‌های ارزن معمولی و ایتالیایی از نظر میزان L پوسته وجود نداشت. کیک‌های ارزن مرواریدی کاهش تدریجی را در میزان L پوسته در مقایسه با دو ارزن دیگر نشان دادند.به عبارت دیگر، افزایش آرد ارزن محصول نهایی تیره‌تری در مقایسه با آرد گندم تنها تولید کرد. نتایج مشابهی توسط گومز و همکاران (۲۰۰۸) بدست آمد [۳۰]. آنها دریافتند که افزایش آرد لپه کوچک کیک‌های لایه‌ای تیره‌تری در مقایسه با کیک گندم تولید کرد. همچنین تفاوت معنی‌داری بین گندم وکیک ترکیبی ارزن ۳۰٪ و ۱۰٪ از نظر رنگ پوسته مشاهده نشد. این مطلب نشان می‌دهد که مقدار ارزن ۱۰ و ۳۰ درصد یک رنگ پوسته مشابه با کیک با گندم تنها ایجاد می‌کند.

رنگ پوسته کیک در طول روند پخت، حاصل دو واکنش به نام واکنش میلارد و کاراملیزاسیون است. از این رو، تغییرات رنگ کیک به واسطه میزان ارزن موجود در کیک که محتوی پروتئین و امینو اسید متفاوتی در مقایسه با آرد گندم است، به وجود می‌آید. معمولاً واکنش‌های میلارد و یا کاراملیزاسیون در دماهای بالاتر مثلا بالای ۱۰۰ درجه سانتی گراد اتفاق می‌افتند، اما معمولاً دمای مغز کیک به بالای ۱۰۰ درجه افزایش نمی یابد. این رفتار دما توسط تعدادی از محققین برای کیک اسفنجی توسط لاستی و همکاران (۲۰۰۲) مشاهده شد [٤٤].

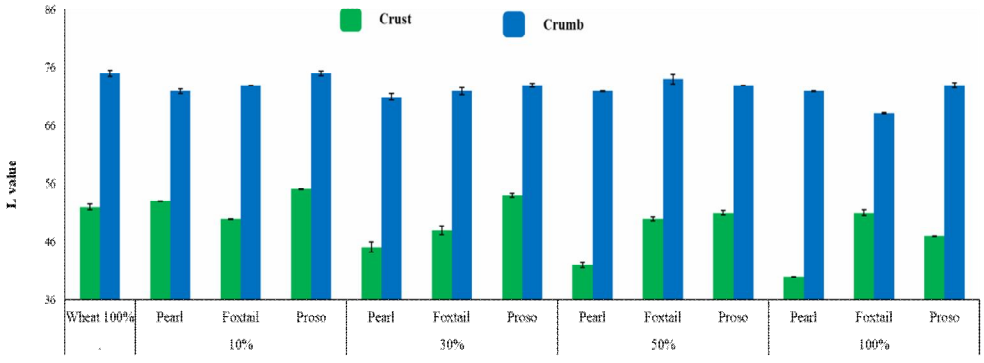

Fig 17 Millet cake color& L value

رنگ مغز کیک بطور معنی‌داری تحت تاثیر سطوح ترکیب آرد ارزن در خمیر کیک قرار داشت ($p<0.05$). الگوهای رنگی متفاوت موجود رنگ مغز به واسطه فرمولاسیون اجزا تشکیل دهنده موجود در دستورالعمل کیک و اثر متقابل بین آنها قابل توضیح است. نوع ارزن و مقدار ارزن هردو اثرمعنی‌داری در مقدارشاخص L مغز داشتند. مقدار شاخص رنگی L مغزهمانند مقدارشاخص رنگی L پوسته با افزایش مقدار ارزن کاهش یافت. ارزن معمولی اثر معنی‌داری بررنگ مغز داشت. از

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.120.12.4]
[DOI: 10.52547/fsct.18.120.12]

نظرشاخص رنگ مغز تفاوت معنی‌داری بین کیک با ارزن ایتالیایی و کیک با ارزن مرواریدی وجود نداشت. همچنین مشابه با رنگ پوسته، اختلاف معنی‌داری بین کیک گندم و کیک ۱۰٪ ارزن وجود نداشت. نتایج مشابهی توسط لی و همکاران (۲۰۰٤) گزارش شد [٤۲]. آنها اثر سبوس جودوسر و دانه کتان برروی رنگ کیک را مطالعه کردند. آنها دریافتند که حضور جودوسر و پودر دانه کتان تغییرات معنی‌داری در رنگ پوسته و مغز کیک ایجاد کرد. در مقادیر بالاتر درصد جایگزینی، مغز کیک تیره‌تر می‌شود و پوسته در مقایسه با شاهد روشنتر می‌شود [٤۲].

در تحقیق حاضر، اثر آرد ارزن بر زاویه فام رنگ در همه کیک‌های ارزن‌ها مشاهده شد. افزایش مقدار ارزن زاویه فام رنگ پوسته و همچنین مغز را کاهش داد اما از نظر آماری میان همه مقادیر هیچ اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نشد. ترکیب ارزن‌ها در کیک یک کیک مایل به قرمز تیره و نه یک کیک مایل به زرد که در کیک با گندم تنها ایجاد می‌شود، تولید می‌کنند.

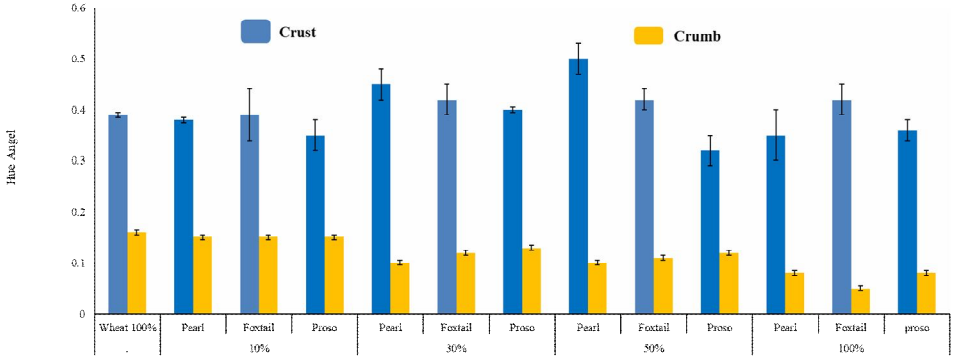

Fig 18 Millet cake color& Hue angle

ارزن معمولی در مقایسه با ارزن مرواریدی و ارزن ایتالیایی یک اثر معنی‌داری بر زاویه فام رنگ پوسته دارد. زاویه فام رنگ مغز بطور معنی‌داری تحت تاثیر مقدار ارزن قرار گرفته است. افزایش مقدار ارزن در کیک زاویه فام رنگ مغز را کاهش داد. اختلاف معنی‌داری بین کیک ارزن مرواریدی و کیک ارزن معمولی وجود داشت، اما میان ارزن مرواریدی و ارزن ایتالیایی و همچنین میان ارزن ایتالیایی و ارزن معمولی اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نشد.

۳-۵- ارزیابی حسی کیک

ارزیابی حسی کیک ارزن برای درک پذیرش مشتری از کیک ترکیبی ارزن انجام شد و نتایج آن در شکل ۱۹ نشان داده شد. معمولا، کیک ارزن امتیاز خوبی >۵ در تمامی دسته‌بندی‌های ارزیابی حسی نشان داد. ارزیابان حسی از نظر مزه و بافت مغز، کیک ارزن را برکیک گندم ترجیح دادند. به طور معمول پنلیست‌ها از نظر بافت کیک ارزن رضایت داشتند.

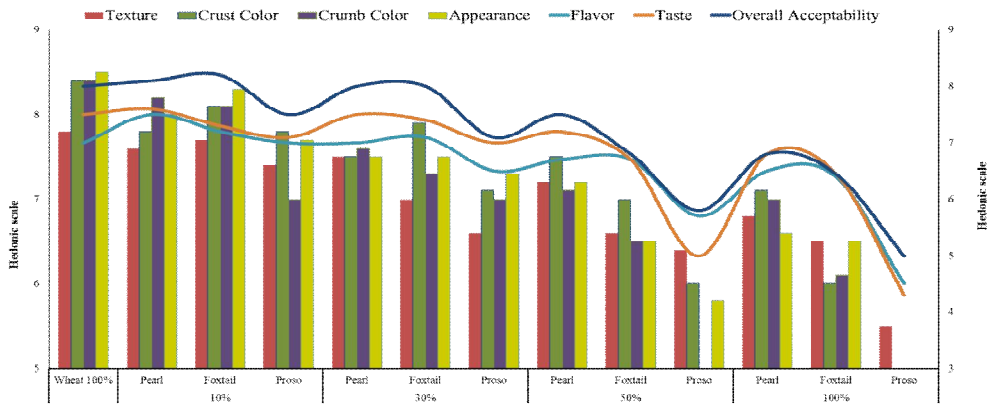

Fig 19 Sensory evaluation of millet cakes

ارزن مرواریدی پذیرش کلی بالاتری را نسبت به ارزن ایتالیایی و ارزن معمولی در همه مقادیر به طور معمول از ۱۰ تا ۱۰۰٪ نشان داد. کیک‌های ارزن درمقادیر کمتر مثلا ۱۰٪ امتیاز پذیرش کلی بالاتری را در مقایسه با مقادیر بالاتر کیک‌های ارزن داشتند. کیک‌های ارزن مرواریدی و ارزن ایتالیایی در مقدار ۱۰٪ امتیاز بالاتری را درمقایسه با کیک گندم از نظر

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.120.12.4]
[DOI: 10.52547/fsct.18.120.12]

پذیرش کلی داشتند. این یک نتیجه جالب است بدلیل اینکه پذیرش کلی یک طبقه‌بندی مهم در ارزیابی حسی است که میزان رضایت مشتری را تعیین می‌کند و کیک‌های ارزن در این طبقه‌بندی امتیاز بالاتری را دارا می‌باشند. نتایج حسی نشان می‌دهد که رضایت مشتری برای کیک ترکیبی ارزن مشاهده شد. نتایج ارزیابی حسی نشان داد که کیک‌های ترکیبی ارزن مزه مناسبتری دارند و ۱۰ ٪ و ۳۰٪ ارزن مرواریدی و همچنین کیک ارزن ایتالیایی امتیاز بالاتری را در دسته بندی ارزیابی مزه در مقایسه با کیک گندم تنها داشتند. پنلیست‌ها اشاره کردند که ترکیب ارزن‌ها یک مزه خوشایند و منحصر بفردی را در مقایسه با کیک بر پایه گندم ایجاد کرده است. حتی در ۵۰٪ ترکیب، کیک ارزن مرواریدی امتیاز بالایی را بدست آورد که به میزان جزئی کمتر از کیک گندم تنها بود در حالی که آن امتیاز معنی دار بالاتری در مقایسه با ارزن ایتالیایی و معمولی بود. کیک‌های ارزن ایتالیایی و کیک ارزن مرواریدی امتیاز بالاتری را درهمه طبقه‌بندی‌ها مثل مزه، ظاهر، رنگ، طعم و پذیرش کلی دارا بودند. ارزن معمولی امتیاز کمتری را در این دسته بندی‌ها داشت و همچنین پنلیست‌ها اظهار داشتند که ارزن‌های معمولی برای آنها پس طعم ناخوشایندی را ایجاد کرد. همه ی آزمون‌های پخت وارزیابی‌های حسی نشان داد که ارزن معمولی برای تولید کیک با کیفیت قابل فروش مناسب نیست. ارزن معمولی برای استفاده از آن در تولید کیک تجاری، ممکن است به فرایندهای اضافی، افزودن طعم دهنده‌ها و تشدید کننده‌های مزه احتیاج داشته باشد. کیک ارزن مرواریدی و ارزن ایتالیایی در ۱۰٪ مقدار یک طعم بسیار عالی در مقایسه با کیک گندم نشان داد در حالی که کیک با ۳۰٪ ارزن ایتالیایی امتیاز مشابهی با کیک گندم تنها کسب کرد. پنلیست‌ها مزه کیک ۱۰۰٪ ارزن ایتالیایی و کیک ارزن مرواریدی را ترجیح دادند (شکل ۱۹) که نشان می‌دهد که بدلیل مزه خوشایند و ویژگی‌های عاری از گلوتن آنها، قابلیت فروش بالقوه‌ای برای کیک تنها حاوی ارزن وجود دارد. این امتیازات حسی پتانسیل استفاده از آرد ارزن مرواریدی و آرد ارزن ایتالیایی در دستورالعمل کیک را ثابت می‌کند.

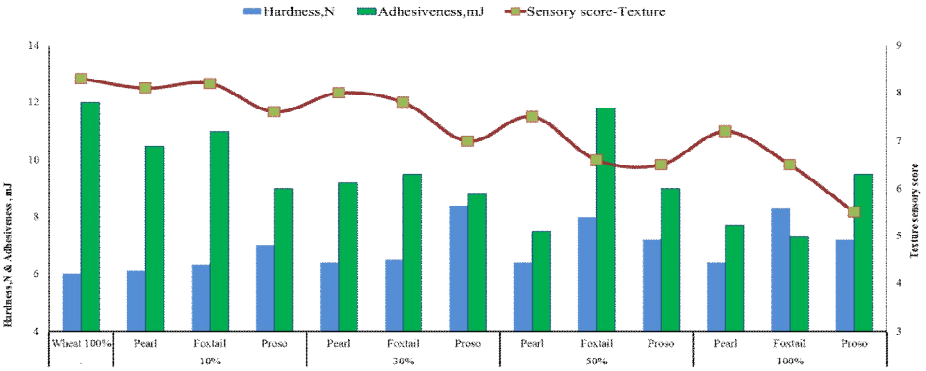

Fig 20 Texture profile of millet cake versus sensory evaluation

شخصات بافتی هر محصول پخته شده یک ویژگی مهم است که یک نقش مهم در تشخیص رضایت مشتری و پذیرش مشتری ایفا می‌کند. نتایج امتیاز ارزیابی‌های حسی بافت با مقدار نتایج آزمایشی سختی، پیوستگی و چسبندگی مقایسه شد (شکل های ۲۰و ۲۱). نتایج ارزیابی‌های حسی برای بافت کیک ارزن با افزایش مقدار ارزن کاهش یافت. کیک‌های ارزن مرواریدی و ارزن ایتالیایی با ۱۰٪ مقدار بالاترین امتیاز را در دسته بندی بافت به خود اختصاص دادند، اما درمقایسه با کیک حاوی گندم تنها معنی دار نبود. کیک ارزن معمولی کمترین امتیاز در بافت را برای تمامی مقادیر در مقایسه با کیک گندم، کیک ارزن مرواریدی و کیک ارزن ایتالیایی را بدست آورد.

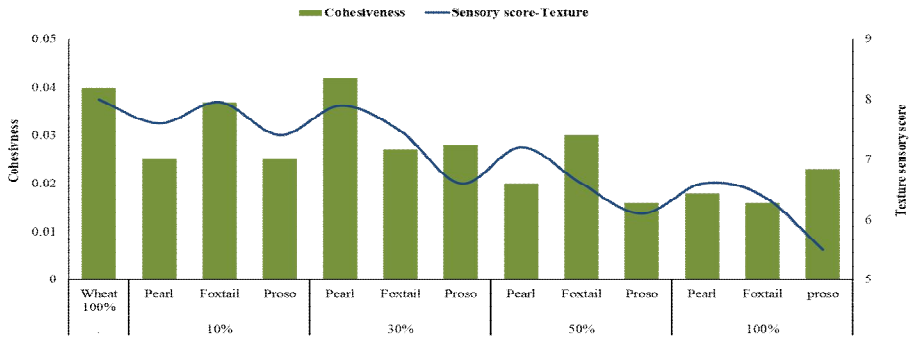

Fig 21 Cohesiveness of millet cake versus sensory evaluation

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.120.12.4]
[DOI: 10.52547/fsct.18.120.12]

همچنین پنلیست‌ها متذکر شدند که کیک ارزن معمولی به نظر می‌رسید نسبت به کیک ارزن مرواریدی و کیک ارزن ایتالیایی در هنگام گاز زدن سخت‌تر باشد.

کیک‌هایی که مقادیر ارزن بالاتری داشتند در مقایسه با آرد گندم بیشترشکننده بودند و راحت‌تر شکسته می‌شدند. این پدیده ممکن است به واسطه تغییر ساختار با جایگزینی گلوتن در کیک با جایگزینی آرد ارزن باشد. این جایگزینی گلوتن برروی خصوصیات پیوستگی و چسبندگی کیک هم اثر داشت و این با نتایج ارزیابی‌های حسی هم مشهود بود. پنلیست‌های ارزیابی حسی، کیک‌هایی با پیوستگی و چسبندگی بالاتر و سختی کمتررا ترجیح می‌دادند. سختی بیشتر کیک همراه با چسبندگی و پیوستگی کمتر در کیک، درارزیابی‌های حسی امتیاز پایین‌تری را به خود اختصاص داد. رنگ (مقدار شاخص L) مغز کیک و پوسته با نتایج امتیازهای ارزیابی‌های حسی پوسته و مغز مقایسه شد (شکل۲۲). کیک‌های با رنگ تیره تر (مثل کیک‌های با مقدار ارزن بالاتر) امتیاز کمتری را در ارزیابی حسی به خود اختصاص دادند و کیک‌هایی تولید شده حاوی ارزن بیشتر، تیره تربودند. از شکل ۲۲ واضح است که کیک ارزن معمولی از نظر امتیازات پوسته و مغز در همه مقادیر امتیاز ضعیفی را گرفت. کیک ارزن مرواریدی و ارزن ایتالیایی امتیاز بالاتری را در ارزیابی حسی پوسته و مغز بدست آوردند و همچنین بر مبنای نتایج داده‌های آزمایشگاهی، کیک ارزن مرواریدی و کیک ارزن ایتالیایی درمقادیرکمتر (مثل ۱۰٪ و ۳۰٪) رنگ پوسته و مغزی شبیه به رنگ کیک بر پایه گندم بدست آوردند.

بطور مشابه، ارزن مروارید ی، آرد گندم تصفیه شده و ماش در فرمولاسیون کیک موز استفاده شد [۱۸]. ارزن مرواریدی، آرد گندم تصفیه شده و آرد ماش به نسبت‌های ۱۰:۷۰:۲۰ و ۳۰:۶۰:۱۰ مخلوط شده و با فرمولاسیون کیک گندم تنها مقایسه شد. کیک موز ارزن در ارزیابی حسی امتیاز متوسطی را کسب کرد وتا ۳۰٪ ارزن مرواریدی سفید شده برای تهیه کیک موز مغذی و قابل پذیرش قابل اضافه شدن می‌باشد [۱۸].

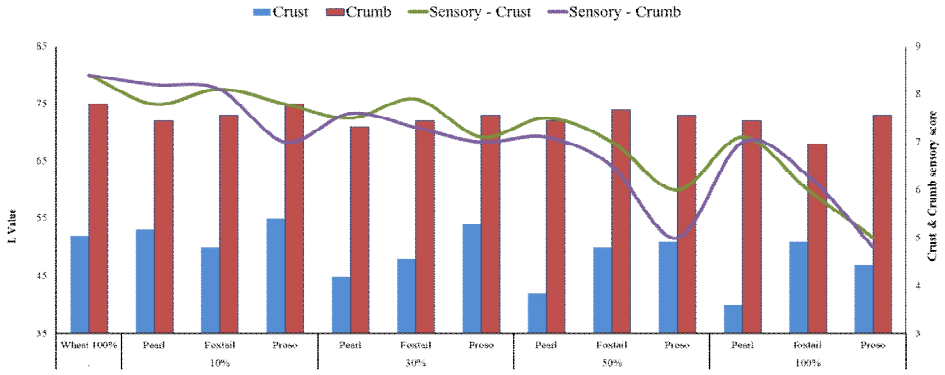

Fig 22 L value of millet cake crust and crumb versus sensory evaluation

در تحقیق حاضر، کیک‌های ارزن بدون اضافه کردن هیچ افزودنی تولید شدند و اگرچه از نظر استحکام کیک نامرغوب بودند، در طول ارزیابی حسی، درخصوص کیک ارزن تنها به واسطه مزه عالی آنها توجه زیادی توسط پنلیست‌ها ابراز شد. به طور یقین این کیک‌های ارزن تنها اگر افزودنی‌هایی مثل هیدروکلوئیدها به فرمولاسیون آنها اضافه می‌شد می‌توانست بیشتر بهبود یابد و کیفیت کلی آن بهتر می‌شد. ارزیابی‌های حسی به طور واضح نشان داد که ارزن ایتالیایی و ارزن مرواریدی می‌تواند به طور موفقیت آمیزی برای تولید کیک ارزن تنها و عاری از گلوتن با ارزش قابلیت فروش و پذیرش استفاده گردد.

درفرمولاسیون کیک استاندارد، تاکید شد. ارزنهای مورد استفاده رفتارکاملا متفاوتی در مقایسه با آرد گندم در طی فرآیند پخت نشان دادند و خصوصیات متفاوتی را داشتند. از میان سه ارزن آزمون شده، ارزن ایتالیایی در مقایسه با کیک ارزن مرواریدی و کیک ارزن معمولی، کیک ترکیبی بسیار عالی با توجه به خصوصیات فیزیکی ایجاد کرد. با افزایش ارزن در کیک ترکیبی، سختی بیشتر شد و در ارزیابی‌های حسی امتیازکمتری را کسب کردند. به هرجهت پنلیست‌های ارزیابی حسی کیک ترکیب شده ارزن را به خاطر تفاوت در مزه و بافت مغز نان در مقایسه با کیک آرد گندم تنها، ترجیح دادند. میان سه ارزن، کیک ارزن مرواریدی و ارزن ایتالیایی قابلیت پذیرش بیشتری با توجه به ارزیابی حسی دریافت کردند. با در نظر گرفتن کلیه خصوصیات مورد بررسی، نسبت ۳۰ درصد جایگزینی آرد ارزن بهترین سطح جایگزینی پیشنهاد شد.

٤- نتیجه گیری کلی

در این تحقیق بر پتانسیل استفاده از آردهای ارزن

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.120.12.4]
[DOI: 10.52547/fsct.18.120.12]

۵- منابع

[1] Gomez, M.I. and Gupta, S.C. (2003). Millets. in: *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition (Second Edition)*, (Ed.) Benjamin, Academic Press. Oxford, pp. 3974-3979.

[2] Singh, K., Mishra, A. and Mishra, H. (2012). Fuzzy analysis of sensory attributes of bread prepared from millet-based composite flours. *LWT&Food Science and Technology*, 48 (2): 276-282.

[3] Casey, P. and Lorenz, K. (1977). Millet: functional and nutritional properties. *Bakers Digest*, 51, 45-51.

[4] Ravindran, G. (1992). Seed protein of millets: amino acid composition, proteinase inhibitors and invitro protein digestibility. *Food Chemistry*, 44 (1): 13-17.

[5] Ravindran, G. (1991). Studies on millets: Proximate composition, mineral composition, and phytate and oxalate contents. *Food Chemistry*, 39 (1): 99-107.

[6] Kotsianis, I.S., Giannou, V. and Tzia, C. (2002). Production and packaging of bakery products using MAP technology. *Trends in Food Science & Technology*, 13 (9–10): 319-324.

[7] Kohn, S. (2000). An update of the US baking industry. *Cereal foods world*, 45(3): 94-97.

[8] Jideani, V.A. (2011). Optimisation of wheat-sprouted soybean flour bread using response
surface methodology. *African journal of biotechnology*, 8 (22).

[9] Ribotta, P.D., Ausar, S.F., Morcillo, M.H., Pérez, G.T., Beltramo, D.M. and León, A.E. (2004). Production of gluten free bread using soybean flour. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84 (14): 1969-1974.

[10] Rosales Juárez, M., González-Mendoza, B., López□Guel, E., Lozano-Bautista, F., Chanona&Pérez, J., Gutiérrez López, G., Farrera□Rebollo, R. and Calderón- Domínguez, G. (2008). Changes on Dough Rheological Characteristics and Bread Quality as a Result of the Addition of Germinated and Non-Germinated Soybean Flour. *Food and Bioprocess Technology*, 1 (2): 152- 160.

[11] Aliya, S. and Geervani, P. (1981). An assessment of the protein quality and vitamin b content of commonly used fermented products of legumes and millets. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 32 (8): 837-842.

[12] Badau, M.H., Nkama, I. and Jideani, I.A. (2005). Phytic acid content and hydrochloric acid extractability of minerals in pearl millet as affected by germination time and cultivar. *Food Chemistry*, 92 (3): 425-435.

[13] Elyas, S.H.A., El Tinay, A.H., Yousif, N.E. and Elsheikh, E.A.E. (2002). Effect of natural fermentation on nutritive value and in vitro protein digestibility of pearl millet. *Food Chemistry*, 78 (1): 75-79.

[14] Hemalatha, S., Platel, K. and Srinivasan, K. (2006). Influence of germination and fermentation on bio accessibility of zinc and iron from food grains. *European Journal of Clinical Nutrition*, 61 (3): 342- 348.

[15] Malleshi, N.G., Desikachar, H.S.R. and Tharanathan, R.N. (1986). Physico& chemical Properties of Native and Malted Finger Millet, Pearl Millet and Foxtail Millet Starches. *Starch & Stärke*, 38 (6): 202-205.

[16] Chakraborty, S., Kumbhar, B., Chakraborty, S. and Yadav, P. (2011). Influence of processing parameters on textural characteristics and overall acceptability of millet enriched biscuits using response surface methodology. *Journal of food science and technology*, 48 (2): 167-174.

[17] Saha, S., Gupta, A., Singh, S.R.K., Bharti, N., Singh, K.P., Mahajan, V. and Gupta, H.S. (2011). Compositional and varietal influence of finger millet flour on rheological properties of dough and quality of biscuit. *LWT & Food Science and Technology*, 44 (3): 616-621.

[18] Sehgal, S. (2008). Development and nutritional evaluation of pearl millet rich banana cake. *Journal of Dairying, Foods & Home Sciences*, 27 (2): 138.

[19] Armero, E. and Collar, C. (1997). Texture properties of formulated wheat doughs Relationships with dough and bread technological quality. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und &Forschung A*, 204 (2): 136-145.

[20] Wilderjans, E., Pareyt, B., Goesaert, H., Brijs, K. and Delcour, J.A. (2008). The role of gluten in a pound cake system: a model approach based on gluten–starch blends. *Food Chemistry*, 110 (4): 909-915.

[21] Guy, R. and Pithawala, H. (1981). Rheological studies of high ratio cake batters to investigate the mechanism of improvement of flours by chlorination or heat treatment. *International Journal of Food Science & Technology*, 16(2): 153-166.

[22] Kim, C.S., Walker, C.E. (1992). Interactions between starches, sugars, and

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.120.12.4]
[DOI: 10.52547/fsct.18.120.12]

Expansion and heat set of cake batter during baking. *Cereal Chemistry*, 55 (5): 352-355.
[35] Ragaee, S. and Abdel- Aal, E.S.M. (2006). Pasting properties of starch and protein in selected cereals and quality of their food products. *Food Chemistry*, 95 (1): 9-18.
[36] Iwashita, K., Suzuki, K., Miyashita, K. and Okunishi, T. (2011). Effects of rice properties on bread made from cooked rice and wheat flour blend. *Food Science and Technology Research*, 17 (2): 121-128.
[37] Perdon, A. and Juliano, B. (1975). Amylose content of rice and quality of fermented cake. *Starch - Stärke*, 27 (6): 196-198.
[38] Nishio, Z., Oikawa, H., Haneda, T., Seki, M., Ito, M., Tabiki, T., Yamauchi, H. and Miura, H. (2009). Influence of amylose content on cookie and sponge cake quality and solvent retention capacities in wheat flour. *Cereal Chemistry*, 86 (3): 313-318.
[39] Rojas, J.A., Rosell, C.M. and Benedito de Barber, C. (1999). Pasting properties of different wheat flourhydrocolloid systems. *Food Hydrocolloids*, 13 (1): 27-33.
[40] Rosell, C., Rojas, J. and Benedito de Barber, C. (2001). Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality. *Food hydrocolloids*, 15 (1): 75-81.
[41] Christianson, D., Hodge, J., Osborne, D. and Detroy, R.W. (1981). Gelatinization of wheat starch as modified by xanthan gum, guar gum, and cellulose gum. *Cereal Chemistry*, 58: 513–517.
[42] Lee, S., Inglett, G. and Carriere, C. (2004). Effect of nutrim oat bran and flaxseed on rheological properties of cakes. *Cereal Chemistry*, 81 (5): 637-642.
[43] Guinot, P. and Mathlouthi, M. (1991). Instron measurement of sponge cake firmness: Effect of additives and storage conditions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 54 (3): 413 - 420.
[44] Lostie, M., Peczalski, R., Andrieu, J. and Laurent, M. (2002). Study of sponge cake batter baking process. Part I: Experimental data. *Journal of Food Engineering*, 51 (2): 131-137.
emulsifiers in high□ratio cake model systems. *Cereal Chemistry*, 69 (2): 206–212.
[23] Derby, R., Miller, B., Miller, B. and Trimbo, H. (1975). Visual observation of wheat□starch gelatinization in limited water systems. *Cereal Chemistry*, 52 (5): 702–713.
[24] Howard, N., Hughes, D. and Strobel, R. (1968). Function of the starch granule in the formation of layer cake structure. *Cereal Chemistry*, 45 (4): 329-338.
[25] Lorenz, K. and Kulp, K. (1981). Heat□moisture treatment of starches. II. Functional properties and baking potential. *Cereal Chemistry*, 58 (1): 49-52.
[26] Glover, J.M., Walker, C.E. and Mattern, P.J. (1986). Functionality of sorghum flour components in a high ratio cake. *Journal of Food Science*, 51 (5): 1280-1283.
[27] Krishna Kumari, S. and Thayumanavan, B. (1998). Characterization of starches of proso, foxtail, barnyard, kodo, and little millets. *Plant Foods for Human Nutrition*, 53 (1): 47-56.
[28] Sollars, W. and Rubenthaler, G. (1971). Performance of wheat and other starches in reconstituted flours. *Cereal Chemistry*, 48 (4): 397–410.
[29] Bean, M.L. and Osman, E.M. (1959). Behaviour of starch during food preparation. Ii. Effects of different sugars on the viscosity and gel strength of starch pastes a, b. *Journal of Food Science*, 24 (6): 665 - 671.
[30] Gómez, M., Oliete, B., Rosell, C.M., Pando, V. and Fernández, E. (2008). Studies on cake quality made of wheat–chickpea flour blends. *LWT - Food Science and Technology*, 41 (9): 1701-1709.
[31] Howard, N. (1972). Role of some essential ingredients in the formation of layer cake structures. *Baker's digest*, 46 (5), 28–37.
[32] Miller, B.S. and Trimbo, H. (1965). Gelatinization of starch and white layer cake quality. *Food Technology*, 19 (4): 640-645.
[33] Mizukoshi M. and Kawada T. N. M. (1979). Model studies of cake baking. I. Continuous observations of starch gelatinization and protein coagulation during baking. *Cereal Chemistry*, 56 (4): 305-309.
[34] Mizukoshi, M., Maeda, H. and Amano, H. (1980). Model studies of cake baking. II.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.120.12.4]
[DOI: 10.52547/fsct.18.120.12]

Iranian Journal of Food Science and Technology

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Wheat Flour Substitution in Production of Reduced Gluten Pound Cake Using Millets

Moeini, A. [1], Shafafi Zenoozian, M. [1*], Karazhiyan, H. [2], Elhami Rad, A. H. [1], Pedram Nia, A. [1]

1. Department of Food Science and Technology, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran
2. Department of Food Science and Technology, Torbat-e Heydarieh Branch, Islamic Azad University, Torbat-e Heydarieh, Iran

ARTICIE INFO

Article History:

Received 2021/ 09/ 14
Accepted 2021/ 10/ 23

Keywords:

Millet,
Wheat flour,
Cake,
Textural attributes,
Sensory properties.

DOI: 10.52547/fsct.18.120.12

DOR:20.1001.1.20088787.1400.18.120.12.4

*Corresponding Author E-Mail:
mshafafiz@gmail.com

ABSTRACT

Bakery products that contain main part of food process industries usually made with wheat flour and establish a stable gluten network when mixed with water. Although presence of gluten proteins in wheat flour is a unique property, but substituting of wheat flour with other cereal grains up to a certain limit is possible. In current research three different millet varieties namely Proso, Pearl and Foxtail millet were used. Millet flour was used in proportions of 10, 30, 50 and 100% in replacing wheat flour in a cake recipe. Sensorial properties, textural attributes and color indices were evaluated. Results showed that increase in millet concentration in cake formulation decreased the efficiency properties of cooking of dough. Cake height decreased with increase in millet concentration in dough. Pearl millet showed a better cake volume in comparing with the two other millets. Cake cohesiveness decreased with increase in millet substitution and these variations was the same for all varieties. Millet composition in dough decreased adhesiveness of the product. Cakes with higher millet composition showed higher hardness. Totally, Pearl millet produced better cakes in comparison with Proso and Foxtail millets. Total acceptability of millet cakes obtained higher scores at sensory analysis. Considering all characteristics used in current study, 30% substitution level suggested as the best substitution level. The results of current research are valuable at bakery products containing millets.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.120.12.4]
[DOI: 10.52547/fsct.18.120.12]