

رابطه ویژگی‌های رئولوژیکی آرد تعدادی از ارقام تجاری گندم‌های ایرانی با ویژگی‌های مکانیکی بیسکوئیت

فرشته جعفرزاده^۱، محمد حسین عزیزی^{۲*}، نسیم خورشیدیان^۳ و مجتبی یوسفی^۳

تاریخ دریافت: ۹۴/۷/۲۶

تاریخ پذیرش: ۹۵/۸/۵

^۱ دانشجوی دکتری علوم و صنایع غذایی، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و

صنایع غذایی کشور، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

^۲ استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

^۳ پژوهشگر، مرکز تحقیقات سلامت غذایی (نمک)، دانشگاه علوم پزشکی سمنان

*مسئول مکاتبه: Email: Azizit_m@modares.ac.ir

چکیده

بیسکوئیت یکی از مهم‌ترین فرآورده‌های آرد است که به علت سهولت تهیه و نگهداری و مصرف، تولید آن رواج زیادی دارد. عوامل متعددی در کیفیت بیسکوئیت موثرند که نوع و ویژگی‌های رئولوژیکی آرد از جمله مهم‌ترین این عوامل است. بنابراین تعیین ویژگی‌های رئولوژیکی مانند فارینوگراف و اکستنسوگراف به منظور انتخاب آرد مناسب برای تهیه بیسکوئیت دارای اهمیت بالایی است. در این تحقیق ویژگی‌های رئولوژیکی آرد حاصل از ۲۰ رقم مختلف از گندم‌های تجاری ایرانی مطالعه و اثر این پارامترها بر روی ویژگی‌های مکانیکی بیسکوئیت بررسی شد. نتایج آنالیز آماری نشان داد که بین ویژگی‌های رئولوژیکی آرد ارقام مورد مطالعه به دلیل تفاوت‌های ژنتیکی و همچنین شرایط محیطی اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($P < 0/05$). به‌غیر از وزن، بقیه ویژگی‌های فیزیکی بیسکوئیت‌های تولید شده از جمله طول و ضخامت اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند ($P < 0/05$). بیسکوئیت‌های تولید شده از رقم امید کمترین ضخامت و رقم شاهپسند بیشترین ضخامت را داشتند و رقم گلستان و بم به ترتیب بیشترین و کمترین میزان طول را به خود اختصاص دادند. مهم‌ترین ویژگی فیزیکی بیسکوئیت ضریب پخش (نسبت طول به ضخامت) است که در این مطالعه اختلاف معنی‌داری بین ضریب پخش نمونه‌ها مشاهده شد و گستره آن از ۹/۱۲ تا ۱۰/۵۲ بود. بیسکوئیت‌های مربوط به رقم مغان بیشترین تردی و نمونه‌های رقم گاسپارد کمترین تردی را داشتند ($P < 0/05$). نتایج نشان داد که افزایش قدرت رئولوژیکی خمیر سبب کاهش میزان طول، ضریب پخش و تردی بیسکوئیت می‌شود.

واژگان کلیدی: آرد گندم، بیسکوئیت، ویژگی‌های مکانیکی، ویژگی‌های رئولوژیکی

مقدمه

توسط دام و طیور، لزوم انجام تحقیق در این زمینه را روشن می‌کند. در بین غلات، گندم مهم‌ترین آن‌ها به شمار می‌آید که به مقدار زیاد و در مساحت‌های وسیعی در

اهمیت روزافزون غلات در تغذیه بشر به‌صورت مستقیم یا فرآورده‌های حاصل از غلات و همچنین مصرف آن‌ها

فرمولاسیون داشته و ساختار و بافت بیسکوئیت تحت تأثیر پروتئین آرد علی‌الخصوص گلوتن است. به‌طوری که گلوتن مسئول اصلی خواص الاستیک خمیر بوده و مقدار آن روی کیفیت محصول نهایی بسیار مؤثر است (بوردرس و همکاران ۲۰۰۸).

نتایج تحقیقات نشان داده که مقدار کم پروتئین و گلوتن، قدرت جذب آب کم و مقاومت کم در برابر تغییر شکل خصوصیتی است که آرد مورد استفاده برای تهیه بیسکوئیت باید دارا باشد (بوردرس و همکاران ۲۰۰۸). خمیر بیسکوئیت باید قابلیت کشش زیادی داشته باشد تا بعد از قالب‌زنی چروکیده و جمع نگردد، ولی بالا بودن مقدار پروتئین و گلوتن سبب می‌شود که خمیر به دلیل تشکیل شبکه قوی گلوتهی سفت شده و قابلیت کشش مناسبی نداشته باشد. وجود شبکه گلوتهی گسترده، انتشار گاز را در داخل خمیر با مشکل مواجه کرده و محصول بعد از پخت، بافت فشرده و سفتی خواهد داشت (بوردرس و همکاران ۲۰۰۸، ابود و همکاران ۱۹۸۵). در این حالت برای ترد کردن بافت بیسکوئیت، کارخانه‌ها مجبور به بالا بردن مقدار روغن و شکر در فرمولاسیون بوده و یا باید با استفاده از مواد شیمیایی و احیاکننده نظیر SO_2 یا متابی‌سولفیت سدیم، قابلیت کشش خمیر را زیاد کنند که این مواد باعث شکسته شدن پیوندهای دی‌سولفیدی پروتئین‌ها و گلوتهن شده و از قوت شبکه گلوتهن می‌کاهد. البته مقدار خیلی کم پروتئین هم مطلوب نیست زیرا در چنین حالتی ایجاد تردی و پوکی در بیسکوئیت امکان‌پذیر نیست (ابود و همکاران ۱۹۸۵).

بدیهی است استفاده از مقادیر بیشتر روغن و شکر که نسبت به آرد، قیمت بالاتری دارند و یا مواد شیمیایی مختلف، برای بهبود کیفیت بیسکوئیت از نظر اقتصادی چندان مقرون‌به‌صرفه نیست، از همین رو کارخانه‌ها ترجیح می‌دهند از آردهای مناسب جهت تولید بیسکوئیت استفاده کنند. از این‌رو ارزیابی کیفی ارقام مختلف گندم و یافتن مناسب‌ترین آن‌ها که دارای ویژگی‌های موردنظر برای تولید بیسکوئیت هستند، می‌تواند کمک مؤثری به

زمین‌های کشاورزی دنیا کشت شده و اهمیت اقتصادی آن چه از نظر تولید و چه از نظر تغذیه در دنیا بیش از سایر محصولات کشاورزی است (ریگلی ۲۰۰۴). حدود ۶۰۰۰ گونه گیاه گندم در جهان وجود دارد که در مناطق خیلی گرم تا مناطق خیلی سرد کشت می‌شود یا قابل کشت است. تعداد گونه‌های شناخته شده گندم متجاوز از ۳۰۰۰ است، اما از بین این تعداد حدود ۱۰ گونه به‌طور کامل شناسایی شده و از بین این تعداد، سه گونه در تجارت بین‌المللی دارای اهمیت بیشتری بوده که هر سه از جنس تریتیکوم هستند (سالنامه آماری ایران، ۲۰۰۴).

ارقام مختلف گندم از نظر درصد پروتئین و ارزش غذایی باهم تفاوت دارند. علت این تفاوت این است که در مواردی تعداد کروموزوم‌های گندم‌ها با یکدیگر متفاوت است و در نتیجه میزان پروتئین موجود در آن‌ها نیز تحت تأثیر این تفاوت قرار می‌گیرد و کیفیت گندم‌ها باهم متفاوت می‌شود (ریگلی ۲۰۰۴). سختی دانه، درصد پروتئین، میزان گلوتهن، میزان جذب آب از مهم‌ترین صفاتی است که در ارقام مختلف متفاوت است و همین تفاوت‌ها سبب می‌گردد آردهای حاصل از ارقام مختلف، از نظر کمیت و کیفیت ترکیبات شیمیایی و خواص عملکردی تفاوت‌های قابل‌ملاحظه‌ای با یکدیگر داشته باشند (موریس ۲۰۰۳). از طرفی هر یک از فرآورده‌های غلات، نیازمند آردی با ویژگی‌های مشخص هستند و این امر سبب می‌شود هر وارپته برای تولید یک نوع محصول خاص مناسب باشد، از این‌رو تعیین مشخصات و ویژگی‌های گندم جهت انتخاب آن برای کاربردهای تکنولوژیکی بسیار ضروری است (ریگلی ۲۰۰۴).

کیفیت بیسکوئیت به‌عنوان یکی از مهم‌ترین و متداول‌ترین فرآورده‌های غلات تحت تأثیر چندین عامل از جمله کمیت و کیفیت ترکیبات مورد استفاده و شرایط فرآیند تولید مثل هم زدن، شکل دادن خمیر و نحوه پخت و سرد کردن بیسکوئیت است. از بین مواد تشکیل‌دهنده، کیفیت آرد گندم نقش اصلی را در کیفیت محصول نهایی ایفا می‌کند، زیرا از لحاظ کمیت بیشترین مقدار را در

کارخانه‌های تولیدکننده بیسکوئیت در جهت ارتقا کیفیت محصولات به شمار آید. هدف از انجام این تحقیق نیز بررسی ویژگی‌های رئولوژیکی ۲۰ نوع مختلف از ارقام گندم ایرانی و اثر این فاکتورها بر ویژگی‌های مکانیکی بیسکوئیت است.

مواد و روش‌ها

ارقام گندم مورد مطالعه: ۲۰ رقم از ارقام تجاری گندم کشت شده در ایران از موسسه اصلاح بذر و تهیه نهال کرج برای این مطالعه استفاده شد. ارقام مورد استفاده در این تحقیق عبارت‌اند از: (اکبری، الموت، امید، بزوستایا، بم، پیشتان، تجن، دز، سرخ تخم سیستان، شاه پسند، شیراز، شیرودی، عدل، کراس روشن، کراس شاهی، گاسپارد، گلستان، مغان، هامون)

تهیه آرد: پس از این که دانه‌ها بوجاری شدند، عملیات نم‌زنی صورت گرفت. در این روش مقدار رطوبت لازم که به سختی و رطوبت اولیه بستگی دارد به دانه‌های خشک اضافه شده و آن‌ها را به هم زده تا رطوبت جذب شود، این عمل ۳ بار بافاصله ۱۵ دقیقه انجام گرفت. دانه‌ها به مدت ۱ روز به حال خود گذاشته شدند تا رطوبت به داخل دانه‌ها نفوذ کرده و به تعادل برسد. میزان رطوبت بسته به میزان سختی گندم‌های مورد مطالعه بین ۱۶-۱۴٪ بود. سپس دانه‌ها به وسیله آسیاب (Brabender Quadromat Senior) آرد شدند تا آردی با درجه استخراج ۷۵ درصد به دست آید.

روش‌های آزمون

آزمون‌های تعیین ویژگی‌های رئولوژیکی آرد گندم ویژگی‌های فارینوگراف (میزان جذب آب، مدت زمان توسعه خمیر، پایداری خمیر) مطابق روش ICC به شماره ۱۱۴ و ویژگی‌های اکستنسوگراف (کشش‌پذیری خمیر، مقاومت به کشش، اندیس مقاومت به کشش، انرژی) مطابق روش ICC به شماره ۱۱۵ اندازه‌گیری

شدند.

تولید بیسکوئیت: مطابق روش AACC (۲۰۰۰) به شماره ۳۱-۱۰، پودر شکر و روغن را مخلوط کرده، سپس آب حاوی نمک طعام، بیکربنات سدیم و بیکربنات آمونیوم را به خمیر اضافه کرده و به مدت ۵ دقیقه هم‌زده و در نهایت آرد در دو مرحله اضافه می‌گردد. بعد از تهیه خمیری یکنواخت، ۱۰ دقیقه به حال خود رها می‌شود تا جا بیفتد. بعد با غلطک تا ضخامت ۵ میلی‌متر خمیر را پهن کرده و با قالب به آن شکل داده و به قطعات کوچک تقسیم گردید، سپس در قالب‌های آلومینیومی قرار گرفته و در فر با درجه 205°C به مدت ۸-۵ دقیقه پخته شد. بعد از خروج از فر در دمای اتاق به‌خوبی سرد گردید (AACC ۲۰۰۰).

تعیین ویژگی‌های بیسکوئیت: وزن، قطر و ضخامت بیسکوئیت مطابق روش AACC به شماره ۳۱-۱۰ تعیین شد.

تعیین میزان تردی و شکنندگی بیسکوئیت با استفاده از دستگاه اینسترون: به‌منظور تعیین شکنندگی بیسکوئیت نمونه‌ها توسط دستگاه اینسترون طبق روش گینز (۱۹۹۱) تحت آزمون شکنندگی قرار گرفتند. آزمون شکنندگی با فک مخصوص شکنندگی و سرعت تیر افقی ۵۰ سانتی‌متر بر دقیقه انجام شد (گینز ۱۹۹۱).

تجزیه و تحلیل آماری: کلیه آنالیزهای آماری توسط نرم‌افزار آماری SPSS و آزمون پارامتری One-Way ANOVA و آزمون ناپارامتری کروسکال-والیس انجام شد. در صورت وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها، برای مقایسه تیمارها از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) استفاده شد. سطح معنی‌داری برای تمامی مقایسه‌ها ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

نتایج و بحث

خصوصیات رئولوژیکی آرد

بر اساس جدول شماره ۱، پارامترهای رئولوژیکی اندازه‌گیری شده توسط فارینوگراف بین نمونه‌های مختلف

از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با یکدیگر دارند که به تفاوت‌های ژنتیکی و شرایط آب و هوایی رشد ارقام مرتبط است. بیشترین میزان جذب آب متعلق به رقم شاه‌پسند (۶۵/۷۵) و کمترین به رقم سیستان (۵۹/۸) تعلق داشت. درصد جذب آب تحت تأثیر میزان ترکیبات شیمیایی مختلف گندم به‌خصوص پنتوزان، پروتئین و گلوتن قرار می‌گیرد. اندازه ذرات آرد و وجود ذرات پوسته میزان تخریب نشاسته نیز بر قابلیت جذب آب اثر

می‌گذارد (کراکتل و ویلیامز ۲۰۰۰). در این تحقیق مشخص شد که بین درصد جذب آب و مقدار پروتئین و گلوتن رابطه وجود دارد و این رابطه به‌صورت درصد جذب آب و مقدار پروتئین ($r=0.77$)، درصد جذب آب و مقدار گلوتن مرطوب ($r=0.77$) و درصد جذب آب و مقدار گلوتن خشک ($r=0.77$) بود (جدول ۲). این مسئله به این دلیل است که پروتئین آرد گندم به‌خصوص گلوتن قادر است به میزان سه برابر وزن خود آب جذب کند.

جدول ۱- میانگین $\pm$ انحراف معیار ویژگی‌های فارینوگراف ۲۰ رقم آرد گندم مصرفی*

ویژگی گندم	میزان جذب آب	مدت زمان توسعه خمیر	پایداری خمیر	ارزش والوریمتری
شاه‌پسند	۶۵/۷۵ $\pm$ ۰/۳۵ j	۱۴/۲۵ $\pm$ ۰/۳۵ k	۲۵/۱۵ $\pm$ ۰/۳۵ g	۱۶۲/۵ $\pm$ ۳/۵۳ ef
شیراز	۶۳/۷۵ $\pm$ ۰/۳۵ fgh	۸/۹۰ $\pm$ ۰/۱۴ j	۸/۱۰ $\pm$ ۰/۱۴ f	۵۰/۱۲۷ ۳/۵۳ d
هامون	۶۴/۱۰ $\pm$ ۰/۱۴ ghi	۱۵/۳۰ $\pm$ ۰/۴۲ l	۱۵/۸ $\pm$ ۰/۲۸ g	۱۷۴ $\pm$ ۱۵/۴۱ f
اکبری	۶۳/۰۵ $\pm$ ۰/۰۷ vefg	۶/۰۵ $\pm$ ۰/۰۷ efg	۱۵/۱۵ $\pm$ ۰/۲۱ g	۱۳۱ $\pm$ ۱۵/۴۱ d
دز	۶۲/۴۵ $\pm$ ۰/۰۷ cde	۵/۷۵ $\pm$ ۰/۰۷ ef	۶/۶۵ $\pm$ ۰/۴۹ de	۸۷/۵ ۲۵/۵۳ c
سیستان	۵۹/۴ $\pm$ ۰/۱۲ a	۷/۴۵ $\pm$ ۰/۲۱ hi	۱۴/۶ $\pm$ ۰/۵۶ g	۱۶۳/۵ $\pm$ ۴/۹۴ ef
الموت	۶۲/۱۵ $\pm$ ۰/۰۷ vcde	۳/۱۵ $\pm$ ۰/۲۱ ab	۲/۵۵ $\pm$ ۰/۶۳ a	۶۷/۵ $\pm$ ۲/۲۱ b
سرخ تخم	۶۲/۹۵ $\pm$ ۰/۰۷ efg	۴/۱۰ $\pm$ ۰/۱۴ bc	۷/۹۵ $\pm$ ۰/۰۷ e	۶۴ $\pm$ ۶/۵ ab
گلستان	۶۱/۲۵ $\pm$ ۰/۳۵ bc	۵/۲۵ $\pm$ ۰/۳۵ de	۶/۹ $\pm$ ۰/۱۴ de	۵۲/۵ $\pm$ ۳/۵۳ a
عدل	۶۲/۸۵ $\pm$ ۰/۰۷ efg	۶/۵۵ $\pm$ ۰/۰۷ fgh	۷/۲۰ $\pm$ ۰/۲۸ e	۹۳ $\pm$ ۴/۲۴ c
شیرودی	۶۲/۳۵ $\pm$ ۰/۰۷ cde	۳/۲۵ $\pm$ ۰/۳۵ ab	۱/۸۵ $\pm$ ۰/۲۱ a	۶۶/۵ $\pm$ ۰/۷ b
کراس شاهی	۶۲/۹ $\pm$ ۰/۱۴ efg	۶/۲۰ $\pm$ ۰/۲۸ efg	۳/۴۵ $\pm$ ۰/۴۹ ab	۸۲/۵ ۲۵/۵۳ c
تجن	۶۲/۶ $\pm$ ۰/۱۴ def	۵/۹ $\pm$ ۰/۳۵ ef	۷/۸۵ $\pm$ ۰/۳۵ e	۱۲۵/۵ $\pm$ ۲/۱۲ d
بزوستایا	۶۵/۲ $\pm$ ۰/۲۸ ij	۸/۷۵ $\pm$ ۰/۳۵ j	۶۰/۱۴ $\pm$ ۰/۷۷ g	۱۷۲/۵ $\pm$ ۳/۵۳ f
پیش‌تاز	۶۰/۱ $\pm$ ۰/۱۴ ab	۲/۳۵ $\pm$ ۰/۲۱ a	۴/۷۵ $\pm$ ۰/۳۵ bc	۵۰/۵۷ ۱۵/۴۱ ab
امید	۶۱/۳۵ $\pm$ ۰/۴۱ bcd	۴/۶۵ $\pm$ ۰/۲۱ cd	۵/۳۵ $\pm$ ۰/۳۵ cd	۹۵ ۲۵/۲۱ c
گاسپارد	۶۴/۸۵ $\pm$ ۰/۲۱ hij	۷/۷۵ $\pm$ ۰/۳۵ i	۱۲/۱۰ $\pm$ ۰/۵۶ f	۱۲۴/۵ $\pm$ ۵/۶۵ d
بم	۶۴/۶ $\pm$ ۰/۱۴ hij	۶/۹ $\pm$ ۰/۱۴ ghi	۱۵۴/۲۵ $\pm$ ۰/۳۵ g	۱۵۴ $\pm$ ۰/۷ e
کراس روشن	۶۰/۵ $\pm$ ۰/۲۸ ab	۵/۶۰ $\pm$ ۰/۱۴ def	۱۰/۵ $\pm$ ۰/۷ f	۸۶/۵ $\pm$ ۰/۷ c
مغان	۶۰/۷۵ $\pm$ ۰/۳۵ b	۳/۷۵ $\pm$ ۰/۰۵ bc	۲/۸۵ $\pm$ ۰/۲۱ a	۶۲ $\pm$ ۲/۸۲ ab

* هر مقدار در جدول، میانگین سه تکرار آزمایش انجام شده است.

ستون‌هایی که مقادیر آن‌ها با حروف مختلف نشان داده شده اند با یکدیگر اختلاف معنی‌داری دارند ($P < 0.05$).

بیان کردند که بین جذب آب و مقدار گلوتن مرطوب ($r=0.71$) و گلوتن خشک ($r=0.71$) رابطه مستقیم و معنی‌داری وجود دارد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد

کوریك و همکاران در سال ۲۰۰۱ با مطالعه بر روی گندم‌های کروات برخلاف نتایج این تحقیق، رابطه معنی‌داری بین درصد جذب آب و مقدار پروتئین مشاهده نکردند، اما

پندرسن و همکاران در سال ۲۰۰۴، نوع و واریته گندم، میزان پروتئین و یکنواختی اندازه ذرات از فاکتورهای تأثیر گذار بر ارزش فارینوگراف است (پندرسن و کاک ۲۰۰۴). با توجه به نتایج این مطالعه، فاکتورهای اندازه‌گیری شده توسط فارینوگراف رابطه مستقیمی با کمیت و کیفیت پروتئین آرد دارند. به‌طوری که با افزایش پروتئین آرد به دلیل ایجاد شبکه گلوتنی و تقویت شبکه ایجاد شده توسط گلوتن، انسجام خمیر افزایش یافته و مقاومت آن در برابر هم زدن افزایش می‌یابد. کاهش پایداری خمیر در رقم پیش‌تاز را می‌توان به بالا بودن فعالیت آنزیمی آن نسبت داد، زیرا به دلیل تجزیه پروتئین نشاسته به وسیله آنزیم‌های پروتئولیتیک و آمیلولیتیک، قدرت و مقاومت خمیر کاهش می‌یابد. بر اساس جدول ۳، میان ویژگی‌های اکستنسوگراف نمونه‌ها از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده می‌شود که به تفاوت واریته‌های گندم مربوط است. مقاومت خمیر در برابر کشش بین (۶۷/۵ تا ۵۷۷) واحد برابندر (BU) متغیر است. رقم شیروودی کمترین و بم بیشترین مقاومت را از خود نشان دادند. میزان کشش‌پذیری نیز با توجه به جدول، بین (۱۰۲ تا ۲۳۰) میلی‌متر است. خمیر حاصل از آرد شیراز کمترین و گلستان بیشترین میزان کشش‌پذیری را داشتند. ضریب کشش (نسبت مقاومت به کشش‌پذیری) نیز در محدوده ۰/۴۵ (مغان) تا ۴/۲ (گاسپارد) قرار دارد. سطح زیر منحنی که میزان انرژی و قدرت خمیر را نشان می‌دهد، از ۶۵ تا ۱۲۳ سانتی‌متر مربع است. همان‌طور که در جدول ۳ مشخص است، گلستان کمترین و بم بیشترین انرژی خمیر را دارا هستند. اوتایاکوماران و همکارانش در سال ۱۹۹۹ با بررسی اثر مقادیر مختلف پروتئین بر روی ویژگی‌های عملکردی خمیر به این نتیجه رسیدند که مقدار پروتئین اثر مستقیمی بر ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر به‌ویژه میزان مقاومت خمیر در برابر کشش دارد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد (اوتایاکوماران و همکاران ۱۹۹۹). مپا و همکاران در سال ۲۰۰۷ با بررسی ترکیبات شیمیایی و خواص عملکردی و ویژگی پخت

(کوریک و همکاران ۲۰۰۱). ادواردز و همکارانش در سال ۲۰۰۷ با بررسی ارقام مختلفی از گندم‌های بهاره و پاییزه کانادا به این نتیجه رسیدند که هر چه مقدار پروتئین بالاتر باشد، آرد گندم آب بیشتری جذب خواهد کرد (ادواردز و همکاران ۲۰۰۷). مدت زمان توسعه خمیر که زمان ورز دادن خمیر را تا تشکیل خمیر نشان می‌دهد و پایداری خمیر که قدرت مقاومت خمیر را در قبال مدت زمان لازم برای زدن معلوم می‌نماید و عدد والوریمتری در نمونه‌های مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری را نشان می‌دهد که این امر به تفاوت‌های ژنتیکی ارقام نسبت داده شده است (راندهاوا و همکاران ۲۰۰۰). مدت زمان توسعه خمیر نیز از ۲/۳۵ دقیقه تا ۱۵/۳ دقیقه متغیر است. رقم پیش‌تاز کمترین و هامون بیشترین زمان را به خود اختصاص دادند. با توجه به دسته‌بندی ویلیامز و همکاران در سال ۱۹۸۶، ارقام بم، شیراز، عدل، شاه‌پسند، بزوستایا، سیستان، گاسپارد و هامون چون مدت زمان توسعه خمیر آن‌ها از ۶/۲۵ دقیقه بیشتر است دارای گلوتن قوی بوده و پیش‌بینی می‌شود که برای تولید بیسکوئیت مناسب نباشند.

رقم شیروودی کمترین (۱/۸۵ دقیقه) و هامون (۱۵/۸ دقیقه) بیشترین پایداری خمیر را دارند و در بین ارقام مورد مطالعه، ارقام اکبری، بم، شاه‌پسند، بزوستایا، سیستان، گاسپارد و هامون چون مدت زمان پایداری خمیر آن‌ها از ۱۰ دقیقه بیشتر است، بر اساس تقسیم‌بندی ویلیامز و همکاران به دلیل بالا بودن قدرت گلوتن برای تولید بیسکوئیت چندان مناسب نیستند (ویلیامز و همکاران ۱۹۸۶).

والوریمتر ارزش کلیه فاکتورهای منحنی عادی را به یک حالت قابل‌قبول که به‌عنوان ارزش والوریمتری نامیده می‌شود، درآورده و از این جهت قدرت کلی نمونه آرد یک گندم یا مخلوط آرد گندم‌ها را به‌صورت یک عدد نشان می‌دهد. در این مطالعه ارزش والوریمتری بین (۵۲ تا ۱۴۷) متغیر بود. رقم گلستان کمترین و هامون بیشترین قدرت فارینوگراف را در بین نمونه‌ها داشتند. بر اساس یافته‌های

بیسکویت حاصل از آرد گندم به این نتیجه رسیدند که با افزایش پروتئین و گلوتن آرد گندم، مقاومت به کشش و انرژی خمیر زیاد می‌شود (مپا و همکاران ۲۰۰۷).

ویژگی‌های فیزیکی بیسکوئیت‌های تولید شده

نتایج حاصل از اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی بیسکوئیت‌ها در جدول شماره ۴ آورده شده است. از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری بین وزن نمونه‌های

تولید شده از ارقام مختلف مشاهده نشد. طول بیسکوئیت‌ها از ۶۱/۴۵ میلی‌متر تا ۶۶/۷۷ میلی‌متر متفاوت بود و بیسکوئیت‌های حاصل از رقم گلستان بیشترین و رقم بم کمترین طول را داشتند. بین ضخامت نمونه‌های بیسکوئیت نیز اختلاف معنی‌داری مشاهده شد و محدوده ضخامت بیسکوئیت‌ها از ۶/۱۹ میلی‌متر (امید) تا ۶/۷ میلی‌متر (شاه‌پسند) متغیر است.

جدول ۲- میانگین $\pm$ انحراف معیار مقدار پروتئین و گلوتن ۲۰ رقم آرد گندم مصرفی

ویژگی	پروتئین (%)	گلوتن مرطوب (%)	گلوتن خشک (%)
شاه‌پسند	۱۱/۳۵ $\pm$ ۰/۲۸ k	۳۱/۵ $\pm$ ۰/۲۷ h	۹/۹۵ $\pm$ ۰/۱۴ k
شیراز	۱۱/۱۵ $\pm$ ۰/۱۴ jk	۲۱ $\pm$ ۰/۲۱ g	۹/۸۵ $\pm$ ۰/۱۲ jk
هامون	۱۱/۰۲ $\pm$ ۰/۲۱ ijk	۲۹/۵ $\pm$ ۰/۴۲ g	۹/۴۰ $\pm$ ۰/۱۴ ij
اکبری	۱۰/۶۲ $\pm$ ۰/۲۴ ghi	۲۵/۵ $\pm$ ۰/۴۲ def	۸/۷۵ $\pm$ ۰/۱۴ efg
دز	۹/۸۹ $\pm$ ۰/۲۵ bcd	۲۴/۵ $\pm$ ۰/۲۸ cd	۸/۱۳ $\pm$ ۰/۳۵ cd
سیستان	۹/۶۵ $\pm$ ۰/۲۸ bc	۲۰/۲۵ $\pm$ ۰/۲۸ a	۶/۴۵ $\pm$ ۰/۳۵ a
الموت	۱۰ $\pm$ ۰/۱۴ cde	۱۹/۹ $\pm$ ۰/۲۴ a	۶/۴۱ $\pm$ ۰/۱۴ a
سرخ‌تخم	۱۰/۴۵ $\pm$ ۰/۱۴ fg	۲۵/۱۰ $\pm$ ۰/۲۴ cde	۸/۴۵ $\pm$ ۰/۱۲ de
گلستان	۹/۵۵ $\pm$ ۰/۱۲ b	۲۲/۵ $\pm$ ۰/۲۱ bc	۷/۴۵ $\pm$ ۰/۱۴ de
عدل	۱۰/۳۱ $\pm$ ۰/۲۸ efg	۲۶/۲۰ $\pm$ ۰/۷ def	۸/۶۲ $\pm$ ۰/۳۵ efg
شیرودی	۱۰/۴۷ $\pm$ ۰/۲۸ fgh	۲۷/۲ $\pm$ ۰/۲۱ fg	۸/۳۹ $\pm$ ۰/۳۱ fgh
کراس‌شاهی	۱۱/۰۱ $\pm$ ۰/۱۷ ijk	۲۵/۵ $\pm$ ۰/۲۱ def	۸/۶۵ $\pm$ ۰/۷ efg
تجن	۱۰/۳۵ $\pm$ ۰/۱۷ efg	۲۵/۴ $\pm$ ۰/۴۲ cdef	۸/۵۵ $\pm$ ۰/۲۱ def
بزوستانیا	۱۰/۸۲ $\pm$ ۰/۲۸ hij	۲۷/۱۵ $\pm$ ۰/۲۱ efg	۹/۰۴ $\pm$ ۰/۱۴ gh
پیش‌تاز	۹/۲۷ $\pm$ ۰/۱ a	۱۸/۹ $\pm$ ۰/۱۴ a	۶/۸۵ $\pm$ ۰/۳۱ a
امید	۱۰/۵۳ $\pm$ ۰/۱۴ fgh	۲۵/۰۷ $\pm$ ۰/۱۴ cde	۸/۴۵ $\pm$ ۰/۱۴ de
گاسپارد	۱۰/۵۵ $\pm$ ۰/۱۷ fgh	۲۶/۵ $\pm$ ۰/۲۴ def	۸/۷۵ $\pm$ ۰/۲۱ efg
بم	$\pm$ ۶۵/۱۰ ۰/۱۴ gh	۲۸/۲ $\pm$ ۰/۲۸ g	۹/۳۵ $\pm$ ۰/۲۴ hi
کراس‌روشن	۱۰/۲۲ $\pm$ ۰/۱۷ def	۲۴/۳ $\pm$ ۰/۲۱ bcd	۷/۸۹ $\pm$ ۰/۱۴ bc
مغان	۹/۸۵ $\pm$ ۰/۲۱ bc	۲۲/۵ $\pm$ ۰/۲۱ b	۷/۴۹ $\pm$ ۰/۱۲ b

جدول ۳- میانگین $\pm$ انحراف معیار ویژگی‌های اکستنسوگراف ۲۰ رقم آرد گندم مصرفی*

ویژگی آرد	مقاومت به کشش (BU)	قابلیت کشش خمیر (دقیقه)	ضریب کشش	سطح زیر منحنی
شاه پسند	۲۶۲/۵ $\pm$ ۳/۵۵ f	۱۰۸/۵ $\pm$ ۰/۷ ab	۲/۲۵ $\pm$ ۰/۰۷ f	ghi ۱۱۲/۵ $\pm$ ۰/۷
شیراز	۲۸۲/۵ $\pm$ ۲/۸۲ gh	۱۰۲ $\pm$ ۱/۴۱ a	۲/۵۳۵ $\pm$ ۰/۵۸ f	i ۱۲۱ $\pm$ ۱/۴۱
هامون	۲۹۷/۵ $\pm$ ۴۳/۳۵ h	۱۱۸ $\pm$ ۲/۱۲ d	۲/۵۵ $\pm$ ۰/۰۷ f	hi ۱۱۵/۵ $\pm$ ۰/۷
اکبری	۳۶۲ $\pm$ ۴/۲۴ i	۱۰۸ $\pm$ ۱/۴۱ ab	۲/۰۹۵ $\pm$ ۰/۹۱ f	f ۹۹ $\pm$ ۱/۱۹
دز	۹۲/۵ $\pm$ ۲/۸۲ b	۲۰۸ $\pm$ ۱/۴۱ h	۰/۵۶ $\pm$ ۰/۰۴ a	cde ۸۱/۵ $\pm$ ۲/۱۲
سیستان	۲۵۲ $\pm$ ۳/۷۷ f	۱۱۱ $\pm$ ۱/۴۱ bc	۱/۴۱ $\pm$ ۰/۵۵ de	fg ۱۰۲/۵ $\pm$ ۰/۷
الموت	۱۸۲/۵ $\pm$ ۴/۲۰ d	۱۱۶ $\pm$ ۱/۴۱ cd	۱/۲۱ $\pm$ ۰/۰۲ abc	fgh ۱۰۶ $\pm$ ۱/۴۱
سرخ تخم	۲۵۷ $\pm$ ۳/۵ f	۱۲۶/۵ $\pm$ ۲/۲۱ e	۲/۰۵ $\pm$ ۰/۰۷ ef	abc ۷۲/۵ $\pm$ ۰/۷
گلستان	۱۲۲/۵ $\pm$ ۳/۵ c	۲۳۰ $\pm$ ۱/۴۱ j	۰/۶۶ $\pm$ ۰/۰۲ abc	a ۶۵ $\pm$ ۱/۴۱
عدل	۲۰۰/۵ $\pm$ ۷/۷۷ d	۲۱۱/۵ $\pm$ ۰/۷ hi	۰/۹۴ $\pm$ ۰/۰۴ abcd	abc ۷۱/۵ $\pm$ ۰/۷
شیرودی	۶۷/۵ $\pm$ ۳/۵۳ a	۲۰۹/۵ $\pm$ ۰/۷ hi	۰/۶۳ $\pm$ ۰/۰۲ ab	abc ۷۲/۵ $\pm$ ۳/۵۳
کراس شاهی	۱۱۸ $\pm$ ۴/۲۴ c	۱۸۶ $\pm$ ۱/۴۱ f	۰/۶۲ $\pm$ ۰/۰۲ ab	de ۸۳ $\pm$ ۱/۴۱
تجن	۹۲ $\pm$ ۲/۲۸ b	۲۱۳ $\pm$ ۱/۴۱ hi	۰/۶۷۵ $\pm$ ۰/۰۳ abc	de ۸۷/۵ $\pm$ ۳/۵۳
بزوستایا	۲۶۸/۵ $\pm$ ۴/۹۴ fg	۱۰۸ $\pm$ ۱/۴۱ ab	۲/۴۵ $\pm$ ۰/۰۷ f	i ۱۱۹/۵ $\pm$ ۶/۳۶
پیش‌تاز	۱۰۵/۵ $\pm$ ۰/۷ bc	۲۰۱ $\pm$ ۱/۴۱ g	۰/۹۴ $\pm$ ۰/۰۷ abcd	a ۶۷ $\pm$ ۱/۴۱
امید	۲۲۲ $\pm$ ۲/۸۲ e	۱۹۶ $\pm$ ۱/۴۱ g	۱/۲۶ $\pm$ ۰/۱۹ cd	e ۸۸/۵ $\pm$ ۲/۲۱
گاسپارد	۵۳۶ $\pm$ ۵/۵۶ j	۱۱۰ $\pm$ ۰/۷ bc	۴/۲۲ $\pm$ ۰/۰۵ g	hi ۱۱۶ $\pm$ ۱/۴۱
بم	۵۷۷ $\pm$ ۴/۲۴ k	۱۰۵ $\pm$ ۱/۴۱ ab	۳/۶۶ $\pm$ ۰/۱ g	j ۱۶۳ $\pm$ ۵/۵۶
کراس روشن	۱۹۰ $\pm$ ۰/۲۸ d	۱۸۵ $\pm$ ۴/۲۴ f	۰/۹۵ $\pm$ ۰/۰۴ abcd	bcd ۷۸ $\pm$ ۱/۴۱
مغان	۱۲۴ $\pm$ ۵/۶۵ c	۲۱۶ $\pm$ ۰/۴۱ i	۰/۴۵ $\pm$ ۰/۰۷ a	ab ۶۹ $\pm$ ۱/۴۱

*هر مقدار در جدول، میانگین سه تکرار آزمایش انجام شده است.

ستون‌هایی که مقادیر آن‌ها با حروف مختلف نشان داده شده اند با یکدیگر اختلاف معنی‌داری دارند ($P < ۰/۰۵$).

مختلف گندم و رابط آن را با ابعاد بیسکوئیت بعد از قالب‌زنی و پخت بررسی کرده و بین ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر به‌ویژه پارامترهای فارینوگراف مانند قدرت جذب آب، پایداری خمیر با ابعاد بیسکوئیت ازجمله طول آن رابطه معکوسی مشاهده کردند (پندرسن و کاک ۲۰۰۴).

کولومبو و همکاران با بررسی قابلیت ارقام مختلف گندم های آرژانتینی به این مطلب پی بردند که ارقامی که مقدار پروتئین و گلوتن بیشتری دارند، به دلیل افزایش قدرت خمیر حاصله و در نتیجه کمتر بودن ضریب پخش بیسکوئیت برای تولید بیسکوئیت مناسب نیستند (کولومبو و همکاران ۲۰۰۸).

مهم‌ترین ویژگی فیزیکی بیسکوئیت، ضریب پخش (نسبت طول به ضخامت) است که در این مطالعه اختلاف معنی‌داری بین ضریب پخش نمونه‌ها مشاهده می‌شود و گستره آن از ۹/۱۲ تا ۱۰/۵۲ است. همان گونه که از جدول ۳ مشخص است، رقم گلستان بیشترین و بم کمترین میزان ضریب پخش را دارا بودند. اختلاف بین ویژگی‌های فیزیکی بیسکوئیت‌های تولید شده به اختلاف ارقام مختلف گندم از لحاظ ژنتیکی و شرایط محیطی رشد مرتبط است که سبب می‌شود کیفیت آردهای حاصل از ارقام مختلف و در نتیجه کیفیت محصول نهایی با یکدیگر متفاوت باشد. پندرسن و کاک در سال ۲۰۰۴، ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر بیسکوئیت ۸ واریته

جدول ۴- میانگین $\pm$ انحراف معیار ویژگی‌های فیزیکی ۲۰ رقم بیسکویت تولید شده

ویژگی	وزن (گرم)	قطر (میلی‌متر)	ضخامت (میلی‌متر)	ضریب پخش
بیسکویت				
شاه پسند	۹/۳۷ $\pm$ ۰/۳۵	۶۱/۶۰ $\pm$ ۰/۵۶ ab	۶/۷۴ $\pm$ ۰/۰۳ j	cde ۹/۵۰ $\pm$ ۰/۰۷
شیراز	۹/۳۹ $\pm$ ۰/۲۱	۶۱/۶۰ $\pm$ ۰/۱۴ ab	۶/۵۸ $\pm$ ۰/۰۷ fghi	abc ۹/۳۴ $\pm$ ۰/۰۴
هامون	۹/۴۰ $\pm$ ۰/۱۴	۶۳/۳۰ $\pm$ ۰/۱۴ de	۶/۶۲ $\pm$ ۰/۰۲ ghij	cdef ۹/۵۴ $\pm$ ۰/۰۳
اکبری	۹/۴۳ $\pm$ ۰/۳۵	۶۱/۸۵ $\pm$ ۰/۲۱ ab	۶/۷۱ $\pm$ ۰/۰۳ hij	ab ۹/۲۰ $\pm$ ۰/۰۴
دز	۹/۳۷ $\pm$ ۰/۳۱	۶۲/۶۵ $\pm$ ۰/۳۵ cd	۶/۵۰ $\pm$ ۰/۰۳ defg	defg ۹/۶۲ $\pm$ ۰/۰۴
سیستان	۹/۴۰ $\pm$ ۰/۳۵	۶۳ $\pm$ ۰/۳۲ de	۶/۴۶ $\pm$ ۰/۰۲ cdef	efgh ۹/۷۳ $\pm$ ۰/۰۲
الموت	۹/۴۱ $\pm$ ۰/۲۱	۶۳/۰۵ $\pm$ ۰/۲۱ de	۶/۵۳ $\pm$ ۰/۰۴ defg	defg ۹/۶۴ $\pm$ ۰/۰۷
سرخ تخم	۹/۴۰ $\pm$ ۰/۱۴	۶۴/۰۵ $\pm$ ۰/۱۴ f	۶/۴۵ $\pm$ ۰/۰۴ cdef	hi ۹/۹۲ $\pm$ ۰/۰۵
گلستان	۹/۳۲ $\pm$ ۰/۳۲	۶۶/۷۷ $\pm$ ۰/۲۴ h	۶/۳۴ $\pm$ ۰/۰۳ bc	m ۱۰/۵۲ $\pm$ ۰/۰۴
عدل	۹/۴۲ $\pm$ ۰/۲۱	۶۳/۴۵ $\pm$ ۰/۱۹ ef	۶/۲۴ $\pm$ ۰/۰۳ ab	ijk ۱۰/۱۵ $\pm$ ۰/۰۲
شیرودی	۹/۴۲ $\pm$ ۰/۳۵	۶۲/۸۴ $\pm$ ۰/۱۴ cd	۶/۲۳ $\pm$ ۰/۰۷ ab	ij ۱۰/۰۷ $\pm$ ۰/۰۴
کراس شاهی	۹/۴۱ $\pm$ ۰/۱۴	۶۴/۸۵ $\pm$ ۰/۲۱ g	۶/۵۹ $\pm$ ۰/۰۲ fghi	gh ۹/۸۳ $\pm$ ۰/۰۵
تجن	۹/۴۱ $\pm$ ۰/۱۷	۶۵/۱۰ $\pm$ ۰/۳۵ g	۶/۳۵ $\pm$ ۰/۰۲ bc	jkl ۱۰/۲۵ $\pm$ ۰/۰۶
بزوستایا	۹/۴۲ $\pm$ ۰/۲۱	۶۱/۹۲ $\pm$ ۰/۱۴ ab	۶/۵۷ $\pm$ ۰/۰۳ efgh	bcd ۹/۴۲ $\pm$ ۰/۰۷
پیشناز	۹/۴۱ $\pm$ ۰/۳۲	۶۶/۵۲ $\pm$ ۰/۲۱ h	۶/۴۲ $\pm$ ۰/۰۲ cd	klm ۱۰/۳۷ $\pm$ ۰/۰۴
امید	۹/۴۱ $\pm$ ۰/۳۵	۶۴ $\pm$ ۰/۱۴ f	۶/۱۹ $\pm$ ۰/۰۱ a	lm ۱۰/۳۲ $\pm$ ۰/۰۳
گاسپارد	۹/۴۰ $\pm$ ۰/۳۲	۶۲/۲۵ $\pm$ ۰/۲۱ bc	۶/۳۷ $\pm$ ۰/۰۴ ij	ab ۹/۲۱ $\pm$ ۰/۰۴
بم	۹/۴۰ $\pm$ ۰/۲۱	۶۱/۴۵ $\pm$ ۰/۲۴ a	۶/۷۳ $\pm$ ۰/۰۳ ij	a ۹/۱۲ $\pm$ ۰/۰۵
کراس روشن	۹/۴۲ $\pm$ ۰/۱۷	۶۳/۰۵ $\pm$ ۰/۱۶ de	۶/۴۴ $\pm$ ۰/۰۴ cde	fgh ۹/۷۸ $\pm$ ۰/۰۴
مغان	۹/۴۳ $\pm$ ۰/۱۴	۶۶/۳۸ $\pm$ ۰/۱۴ h	۶/۳۳ $\pm$ ۰/۰۲ abc	lm ۱۰/۴۷ $\pm$ ۰/۰۴

هر مقدار در جدول، میانگین سه بار تولید و دو تکرار آزمایش انجام شده برای هر تولید است. ستون‌های که مقادیر آن‌ها با حروف مختلف نشان داده شده اند با یکدیگر اختلاف معنی‌داری دارند ($P < ۰/۰۵$).

شکندگی بیسکوئیت: با توجه به جدول شماره ۵، بین شکندگی بیسکوئیت‌ها از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده می‌شود. عواملی همچون نوع آرد و خصوصیات آن، مقدار چربی و مقدار رطوبت و همچنین شرایط پخت بر میزان شکندگی بیسکوئیت مؤثر است (ماندالا و همکاران ۲۰۰۶). در این مطالعه به غیر از آرد، فرمولاسیون تولید و شرایط پخت برای همه نمونه‌ها یکسان بوده است. میزان تردی بیسکوئیت با نیروی لازم برای شکستن آن‌که توسط اینسترون اندازه‌گیری شد رابطه عکس دارد، از این‌رو می‌توان گفت رقم مغان و گاسپارد به ترتیب بیشترین و کمترین میزان تردی را به خود اختصاص دادند.

رابطه بین متغیرها: با توجه به جدول شماره ۶ و ۷ مشخص است که بین ویژگی‌های فیزیکی بیسکوئیت و پارامترهای رئولوژیکی آرد حاصل از فارینوگراف و اکستنسوگراف روابط معنی‌داری وجود دارد. افزایش قابلیت جذب آب آرد و پایداری خمیر حاصله و همچنین افزایش مقاومت خمیر در برابر کشش سبب می‌شود که خمیر بیسکوئیت بعد از عملیات قالب‌زنی تا حدودی جمع شود که این امر منجر به کاهش طول و در نتیجه کاهش ضریب پخش بیسکوئیت (نسبت طول به ضخامت) بعد از پخت می‌شود که این مسئله اثر منفی بر خصوصیات ظاهری بیسکوئیت می‌گذارد. همچنین افزایش مقاومت خمیر در برابر کشش سبب می‌شود که خروج گازهای

جدول ۵- میانگین $\pm$ انحراف معیار میزان تردی و شکنندگی ۲۰ نوع بیسکوئیت تولید شده*

نوع بیسکوئیت	میزان تردی و شکنندگی (نیرو گرم)
شاه پسند	gh $12/55 \pm 0/14^*$
شیراز	gh $12/32 \pm 0/35$
هامون	gh $12/54 \pm 0/19$
اکبری	gh $12/30 \pm 0/28$
دز	bcd $11/07 \pm 0/17$
سیستان	efgh $11/93 \pm 0/41$
الموت	abc $10/76 \pm 0/29$
سرخ تخم	fgh $12/21 \pm 0/12$
گلستان	ab $10/26 \pm 0/17$
عدل	ab $10/36 \pm 0/21$
شیرودی	defg $11/68 \pm 0/32$
کراس شاهی	abc $10/78 \pm 0/12$
تجن	cdef $11/32 \pm 0/22$
بزوستانیا	gh $12/27 \pm 0/19$
پیش‌تاز	ab $10/36 \pm 0/23$
امید	abc $10/58 \pm 0/31$
گاسپارد	h $12/70 \pm 0/24$
بم	gh $12/50 \pm 0/28$
کراس روشن	bcd $11/11 \pm 0/31$
مغان	a $10/10 \pm 0/21$

* هر مقدار در جدول، میانگین سه بار تولید و دو تکرار آزمایش انجام شده برای هر تولید است.
ستون‌های که مقادیر آن‌ها با حروف مختلف نشان داده شده اند با یکدیگر اختلاف معنی‌داری دارند ($P < 0/05$).

نتیجه‌گیری

آرد حاصل از ارقام مورد مطالعه به دلیل تفاوت‌های ژنتیکی و شرایط رشد، از نظر ویژگی‌های رئولوژیکی با یکدیگر اختلاف معنی‌داری دارند که همین امر تفاوت کیفیت بیسکوئیت‌های تولید شده از این ارقام را توجیه می‌کند. خواص رئولوژیکی خمیر که با فارینوگراف و اکستنسوگراف اندازه‌گیری شد، معیارهای خوبی برای

حاصل از عوامل عمل آوردنده در حین پخت از خمیر با مشکل مواجه شده، در نتیجه بافت بیسکوئیت پخته شده تردی مناسب را پیدا نخواهد کرد (کولومبو و همکاران ۲۰۰۸، اسلیوینسکی و همکاران ۲۰۰۴). در سال ۲۰۰۲، ایگر جاس با مطالعه بر روی گندم‌های *Barbela* بیان کرد که در مواردی که مقدار پروتئین و گلوتن و یا قدرت آن کم باشد، قابلیت کشش‌پذیری خمیر زیاد شده، از این‌رو خمیر بعد از بعد از برش به‌طور جزئی پخش می‌شود که این مسئله کاهش ضخامت و افزایش طول بیسکوئیت‌های حاصل از آردهای ضعیف نسبت به آردهای قوی‌تر را توجیه می‌کند (ایگر جاس و گودس پینتو ۲۰۰۲). همچنین موریس و همکاران در سال ۲۰۰۵ با بررسی خصوصیات کیفی محصولات نهایی حاصل از واریته‌های گندم‌های نرم ایالات متحده غربی به این نتیجه رسیدند که هرچه قدرت خمیر بیسکوئیت بیشتر باشد، طول و ضریب پخش محصول نهایی بعد از پخت کاهش می‌یابد که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد (موریس و همکاران ۲۰۰۴).

شارما و همکاران نیز در سال ۲۰۰۸، کیفیت بیسکوئیت حاصله از آردهای ۸ واریته مختلف گندم منطقه‌ای در هند، به این نتیجه رسیدند که ویژگی‌های رئولوژیکی آرد مانند میزان مقاومت به کشش، پایداری خمیر و انرژی آن سبب می‌شود که بیسکوئیت شکل ظاهری مطلوبی نداشته باشد و بافت آن از تردی کافی برخوردار نباشد (شارما و همکاران ۲۰۰۸).

می‌شود این ارقام برای تولید فرآورده‌هایی مثل نان که نیاز به آرد قوی دارد مناسب باشند. بر اساس نتایج این مطالعه، ارقام گلستان، مغان، پیشتاز و امید بهترین ارقام برای تولید بیسکوئیت هستند. بقیه ارقام مورد مطالعه اگرچه برای تولید بیسکوئیت مناسب بودند ولی کیفیت بیسکوئیت‌های تولید شده از آن‌ها در مقایسه با ارقام گلستان، مغان و شیراز پایین‌تر است. به نظر می‌رسد که استفاده از آرد این ارقام به شکل مخلوط با آرد گندم‌های ضعیف (برای تولید بیسکوئیت) و یا برای تولید فرآورده‌هایی مثل کیک و نان‌های مسطح ایرانی که نیاز به آرد متوسط دارند، مناسب‌تر باشد.

در بین ارقام مورد مطالعه، ارقام شیراز، بم، شاهپسند، اکبری، بزوستایا، گاسپارد و هامون به دلیل بالا بودن قدرت خمیر برای تولید بیسکوئیت مناسب نبوده و نمونه‌های تولید شده از این ارقام ضریب پخش مناسبی نداشته و بافت آن‌ها نیز تردی لازم را نداشتند. بیش‌بینی

جدول ۶- روابط بین ویژگی‌های فارینوگراف و ویژگی‌های فیزیکی بسکویت

** در سطح ۵ درصد معنی دار است.

جدول ۷- روابط بین ویژگی‌های اکتنسوگراف و ویژگی‌های فیزیکی بیسکوئیت

مقاومت در برابر کشش	کشش‌پذیری خمیر	ضریب کشش خمیر	قطر بیسکوئیت	ضخامت بیسکوئیت	ضریب پخش	شکندگی بیسکوئیت
مقاومت در برابر کشش	۱					
کشش‌پذیری خمیر	-۰/۷۴۴ **	۱				
ضریب کشش خمیر	-۰/۸۰۷ **	۱				
قطر بیسکوئیت	-۰/۷۲۸ **	-۰/۶۳۰ **	۱			
ضخامت بیسکوئیت	-۰/۷۷۹ **	-۰/۷۱۵ **	-۰/۵۸۰ **	۱		
ضریب پخش	-۰/۷۴۲ **	-۰/۸۴۵ **	-۰/۷۶۳ **	-۰/۸۷۹ **	۱	
شکندگی بیسکوئیت	-۰/۸۱۷ **	-۰/۸۰۱ **	-۰/۷۵۴ **	-۰/۶۹۵ **	-۰/۸۰۰ **	۱

** در سطح ۵ درصد معنی‌دار است.

سپاسگزاری

مرکز، به ویژه معاونت محترم پژوهشی سپاسگزاری می‌شود.

این مطالعه، بخشی از یک طرح پژوهشی است که با بودجه انستیتو تحقیقات تغذیه ای و صنایع غذایی کشور انجام پذیرفته است. بدین وسیله از کلیه همکاران آن

منابع مورد استفاده

- بی‌نام، ۱۳۸۳، سالنامه آماری ایران، مرکز آمار ایران، صفحه ۸۹۴
- AAC, 2000. Approved Methods. American Association of Cereal Chemists, St. Paul. Minnesota, U.S.A
- Abboud A.M, Hoseney R.C and Rubenthaler G.L., 1985. Factors affecting cookie flour quality. Cereal Chemistry 62: 130-133.
- Bordes J, Branlard G, and Oury F.X, 2008. Agronomic characteristics, grain quality and flour rheology of 372 bread wheats in a worldwide core collection. Journal of Cereal Science 48(3): 569-579.
- Colombo A, Pérez G, Ribotta P. León A, 2008. A comparative study of physicochemical tests for quality prediction of Argentine wheat flours used as corrector flours and for cookie production. Journal of Cereal Science 48: 775-780.
- Cracknel R.L, and Williams R.M, 2000 .Wheat- Grading and Segregation Food Research International 33(5) : 381-386.
- Curic D, Karlovic D, Tusak D, Petrovic B, Dugum J, 2001. Gluten as a standard of wheat flour quality. Food Technology and Biotechnology 39: 353-362.

- Edwards N.M, Gianibelli, M.C, Mccaig T.N, Clarke J.M, Ames N.P, Larroque O.R and Dexte J.E, 2007. Relationships between dough strength, polymeric protein quantity and composition for diverse durum wheat genotypes. *Journal of Cereal Science* 45(2): 140-149.
- Igrejas G, Guedes-Pinto H, Carnide V, Clement J, Branlard G, 2002. Genetical, biochemical and technological parameters associated with biscuit quality. II. Prediction using storage proteins and quality characteristics in a soft wheat population. *Journal of Cereal Science* 36: 187-197.
- Mandala I.G, Loannou C.A, Kostaropoulos A.E, 2006. Textural attributes of commercial biscuits. Effect of relative humidity on their quality. *International Journal of Food Science and Technology* 41(7): 782-789
- Mepba D, Eboh L and Nwaojigwa S.U, 2007. Nutritional, functional and baking properties of wheat-plantain composite flours. *African Journal of Food Agriculture Nutrition and Development* 7(1): 684-695.
- Morris C. F, 2003. Cereals, Grain – Quality Attributes. *Encyclopedia of Grain Science*. 238-254.
- Morris C.F, Campbell K.G, King G. E, 2005. Kernel texture differences among US soft wheat cultivars. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 85: 1959-1965.
- Pendersen L and Kaack K, 2004. Rheological properties of biscuit dough from different cultivars and relationship to backing characteristics. *Journal of Cereal Science* 39: 37-46.
- Randhawa, MA., Anjum FM, Butt M, 2002. Physico-chemical and milling properties of new spring wheats grown in Punjab and Sind for the production of pizza. *International Journal of Agriculture and Biology* 4(4): 482-484.
- Sharma V.K, Shafi M and Varma A, 2008. Quality assessment of wheat varieties of Ladakh for biscuits making characteristics. *Agricultural Science Digest* 28(2): 234-241.
- Sliwinski E.L, Kolster P and vanvliet T, 2004. On the relationship between large-deformation properties of wheat flour dough and baking quality. *Journal of Cereal Science* 39: 231-245.
- Uthayakumaran S, Gras P.W and Stoddard F.L, 1999. Effect of varying protein content and glutenin to gliadin ratio on the functional properties of wheat dough. *Journal of Cereal Science* 76(3): 389-394.
- Williams P, El-Haramein F. J, Nakkoul H. Rihawi S, 1988. Crop quality evaluation methods and guidelines. ICARDA Technical Manual, International Center for Agricultural Research in the Dry Areas, Syria.
- Wrigley C, 2004. Cereals, overview. *Encyclopedia of Grain Science*. 187-201.

Correlation of rheological properties of flour from some commercial Iranian wheat cultivars with mechanical attributes of biscuit

F Jafarzadeh ¹, MH Azizi ^{*2}, N Khorshidian³ and M Yousefi³

Received: October 18, 2015

Accepted: October 26, 2016

¹PhD Student, Student Research Committee, Department of Food Science and Technology, Faculty of Nutrition Sciences, Food Science and Technology/National Nutrition and Food Technology Research Institute, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

²Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

³Researcher, Food Safety Research Center (Salt), School of Nutrition and Food Sciences, Semnan University of Medical Sciences, Semnan, Iran

*Corresponding Author: E mail: Azizit_m@modares.ac.ir

Abstract

Biscuit is one of the most important products of wheat flour and its production is so common due to ease of preparation, storage and consumption. Several factors affect biscuit quality that type and rheological properties of flour are the principal ones. Therefore, determination of rheological characteristics such as farinograph and extensograph in order to select suitable flour is of paramount importance. In this research rheological properties of 20 varieties of commercial lines of Iranian wheat were studied and the effects of these parameters on mechanical attributes of biscuit were investigated. Statistical analysis showed that there were significant differences between rheological characteristics that were determined by Farinograph and Extensograph ($P < 0.05$) as a consequence of genetic and environmental differences. Except weight, other Physical properties of biscuits such as length and thickness were significantly different. The highest thickness was observed in Gaspard and the lowest inomid cultivar. The highest length was recorded in Golestan and the lowest in the bam cultivar. There was a significant difference between biscuits in terms of spread factor that was in the range of 9.12 to 10.52. The Biscuits that were produced from Moghan and Gaspard had the highest and lowest tenderness respectively. Increasing of dough strength leads to decrease of length, spread factor and tenderness of biscuits.

Keywords: Wheat Flour attribute, Biscuit, Mechanical attribute, Rheological properties