مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

بررسی تأثیر آرد تریتیکاله و پودر و اسانس زنجبیل در تولید کلوچه فراسودمند

زهرا شیخ الاسلامی[1*]، بهاره صحرائیان[2]، مهدی کریمی[1]

۱- دانشیار بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران.

۲-گروه پژوهشی کیفیت و ایمنی مواد غذایی، پژوهشکده علوم و فناوری مواد غذایی جهاد دانشگاهی خراسان رضوی، مشهد، ایران.

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۴/۲۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۲۷

کلمات کلیدی:

آنتی‌اکسیدان،

تریتیکاله،

زنجبیل،

کلوچه فراسودمند.

DOI: 10.52547/fsct.18.120.28

DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.120.20.2

* مسئول مکاتبات:

Zahrasheikholeslami@yahoo.com

چکیده

تریتیکاله محصولی از تلاقی گندم و چاودار است. زنجبیل دارای ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی و ضدمیکروبی است. بنابراین هدف از این تحقیق تولید کلوچه حاوی آرد گندم و تریتیکاله و پودر و اسانس زنجبیل بود. در بخش اول قسمتی از آرد گندم (صفر تا۵۰ درصد) با تریتیکاله جایگزین شد و رطوبت، بافت، حجم، تخلخل، رنگ، ریزساختار کلوچه بررسی گردید. در بخش دوم از پودر (صفر تا ۵ درصد) و اسانس زنجبیل (صفر تا۱۵۰ پی‌پی‌ام) در کلوچه استفاده شد و ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی، میکروبی و حسی کلوچه ارزیابی شد. نتایج نمونه حاوی ۱۵ درصد آرد تریتیکاله از رطوبت بیشتری (۱۴/۲۹ درصد) نسبت به سایر نمونه‌ها طی یک‌ماه نگهداری برخوردار بود. بین حجم مخصوص (۱/۹۰ سانتی‌متر مکعب بر گرم) و تخلخل (۱۸/۵ درصد) نمونه حاوی ۱۵ درصد آرد تریتیکاله و سفتی بافت آن (۴/۱ نیوتن) و شاهد اختلافی مشاهده نشد. فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه فاقد زنجبیل، نمونه حاوی ۵ درصد پودر زنجبیل و نمونه حاوی ۱۵۰ پی‌پی‌ام اسانس زنجبیل به ترتیب ۴/۶، ۲۹/۸ و ۶۹/۲ درصد بود. همچنین نتایج نشان داد از تمام غلظت‌های اسانس و ۵ درصد پودر زنجبیل می‌توان به عنوان عامل ضدمیکروبی و جلوگیری‌کننده از رشد مثبت کپک و مخمر استفاده نمود. بیشترین امتیاز ویژگی‌های حسی به شاهد، نمونه حاوی ۱ و ۳ درصد پودر و ۵۰ پی‌پی‌ام اسانس زنجبیل تعلق گرفت. در نهایت می‌توان کلوچه‌های حاوی ۱۵ درصد آرد تریتیکاله در حضور ۳ درصد پودر زنجبیل یا ۵۰ پی‌پی‌ام اسانس زنجبیل را می‌توان به عنوان نمونه‌های برتر این تحقیق معرفی نمود.

۱- مقدمه

تریتیکاله با نام علمی *X triticosecale wittmack* اولین غله ساخت دست بشر است و محصولی موفق از تلاقی گندم جنس *Triticum* و چاودار جنس *Secale* بوجود آمده است [۱]. تریتیکاله در مقایسه با گندم، برنج، ذرت، چاودار و یولاف درصد پروتئین بیشتری دارد. مقدار اسید آمینه لیزین تریتیکاله از گندم بیشتر و از چاودار کمتر است. همچنین تریتیکاله تا حدودی مواد معدنی بیشتر و میزان ویتامین برابر با گندم دارد [۲]. این غله نیز به عنوان منبع پروآنتیوسیانیدین، لیگنان‌ها و اسیدهای فنولیک مشخص شده است [۱]. هدف اصلی از اختلاط آردها، افزایش ترکیبات معدنی، ویتامین‌ها، پروتئین‌ها و فیبرهای رژیمی است. آرد تریتیکاله می‌تواند گزینه مناسبی جهت غنی‌سازی انواع شیرینی‌ها، کلوچه، کیک و بیسکوئیت در مقایسه با نان باشد. کلوچه محصولی است با بافت و مزه خاص که به طور وسیعی به عنوان میان وعده توسط همه نسل‌ها مصرف می‌شود. اگرچه کلوچه معمولاً از آرد گندم تهیه می‌شود. اما با افزایش توجه مصرف‌کنندگان به زندگی سالم و تقاضای بیشتر محصولات فراسودمند و مغذی، تحقیقات زیادی جهت بهبود کیفیت کلوچه‌ها با استفاده از گندم سیاه، جو، آرد دانه‌ها یا سایر غلات و حبوبات مغذی‌تر از آرد گندم انجام شده است [۳]. همچنین باید گفت محصولات نانوایی به ویژه انواع شیرینی‌ها، کیک، کلوچه و غیره به دلیل تنوع مواد اولیه می‌تواند حامل خوبی برای ترکیبات ضدمیکروبی و آنتی‌اکسیدانی هستند و در آن‌ها از انواع پودر، عصاره و اسانس‌های گیاهی نظیر زنجبیل استفاده نمود.

زنجبیل (*Zingiber officinale Rosceo*) به دلیل داشتن ترکیبات آنتی‌اکسیدانی فرار و غیرفرار می‌تواند به عنوان آنتی‌اکسیدان طبیعی به کار رود. Camphene، Gamma Terpinene و Terpinene-4-ol از ترکیبات فرار آنتی‌اکسیدانی زنجبیل هستند. از میان ترکیبات غیرفرار آنتی‌اکسیدانی ریزوم زنجبیل که فنولیک نیز می‌باشند، می‌توان به Gingerols، Shogaols، Zingerone و Paradol اشاره کرد [٤، ٥ و ٦]. طباطبایی یزدی و همکاران (۲۰۱۹) و بایالا و همکاران (۲۰۱٤) خاصیت آنتی‌اکسیدانی اسانس زنجبیل را گزارش کردند [۷ و ۸]. همچنین احمدی و همکاران (۱۳۹٦) ارتباط مستقیمی بین اثر ضدمیکروبی و ترکیبات فنلی عصاره زنجبیل به اثبات رساندند [۹]. نتایج تحقیقات ساسیهاران و همکاران (۲۰۱۰) و سینگ و همکاران (۲۰۰۸) نیز اثرات ضدمیکروبی اسانس زنجبیل را تأیید نمود [۱۰ و ۱۱].

بنابراین هدف از انجام این تحقیق جایگزینی بخشی از آرد گندم (صفر، ۱۵، ۳۰ ، ۵۰ درصد) با آرد تریتیکاله در کلوچه به منظور بهره‌مندی از فواید تغذیه‌ای آرد تریتیکاله و تولید محصولی فراسودمند از پودر زنجبیل در سطوح صفر، ۱، ۳ و ۵ درصد و اسانس زنجبیل در سطوح صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ پی‌پی ام بود.

۲-مواد و روش‌ها

۲-۱-مواد

جهت تهیه کلوچه از آرد ستاره با درجه استخراج ۷۸ درصد استفاده شد. تخم‌مرغ تازه و شیر نیز یک روز قبل از تولید کلوچه‌ها تهیه و در یخچال (٤ درجه سانتی‌گراد) نگهداری شد. همچنین مخمر خشک فعال (ساکارومایسس سروزیه) و سایر مواد نظیر شکر، نمک و روغن مایع از یک فروشگاه مواد غذایی، وانیل از شرکت رودیا (فرانسه) و زنجبیل از یک عطاری معتبر در سطح شهر مشهد و آرد تریتیکاله (سناباد) از مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی تهیه شد.

۲-۲-تهیه پودر و اسانس زنجبیل

گیاه زنجبیل آسیاب شده از الک با مش ۳۰ عبور داده شد و در کیسه‌های زیپ‌کیپ نگهداری گردید. بخشی از آن به بخش اسانس‌گیری منتقل شد. به منظور اسانس‌گیری، ۵۰ گرم از گیاه آسیاب شده که از الک با مش ۳۰ عبور داده شده بود با ۷۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر به مدت ۵ ساعت به روش تقطیر با آب، در دستگاه کلونجر اسانس‌گیری شد. سپس اسانس بدست آمده با سولفات سدیم بی‌آب، رطوبت‌زدایی شد. اسانس زنجبیل در یک ظرف شیشه‌ای تیره رنگ و درب بسته در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد [۱۰].

۲-۳-تهیه کلوچه

برای تهیه کلوچه شاهد از ترکیبات مختلفی از جمله ۱۰۰ درصد آرد (۲۰۰ گرم)، ۳۰ درصد روغن، ۲۰ درصد شکر، ۲۲/۵ درصد تخم مرغ، ۰/۳ درصد نمک، ۰/۱ درصد وانیل، ۰/۷ درصد مخمر و ۲۰ سی سی شیر استفاده شد. ترکیبات

موجود در فرمولاسیون براساس درصدی از وزن آرد بود. همچنین در بخش اول این پژوهش آرد گندم در سطوح صفر، ۱۵، ۳۰ و ۵۰ درصد با آرد تریتیکاله جایگزین شد و در بخش دوم این تحقیق پودر زنجبیل در سطوح صفر، ۱، ۳ و ۵ درصد و اسانس زنجبیل در سطوح صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ پی‌پی‌ام به نمونه منتخب فاز اول افزوده شد. جهت تولید کلوچه، ابتدا مخمر، ۱۰ گرم شکر و شیر با هم مخلوط شدند و به مدت ۱۵ دقیقه به آن استراحت داده شد. در ظرف دیگری روغن و تخم مرغ به مدت ۵ دقیقه همزده شدند و باقیمانده شکر (۳۰ گرم) و وانیل به آن اضافه و آنقدر همزده شد تا شکل کرمی مانند بدست آمد. سپس مخمر عمل آمده به مخلوط روغن، تخم مرغ، شکر و وانیل اضافه شد. در ادامه آرد و نمک با هم مخلوط شدند و کم کم به سایر مواد اضافه گردیدند تا خمیر صاف و یکنواختی بدست آمد. خمیر پس از آماده شدن در دمای ۲۳۰ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۲۰ دقیقه پخت شد. کلوچه‌های تولیدی، پس از خروج از فر در دمای محیط سرد و تا زمان انجام آزمایشات در کیسه‌های زیپ‌کیپ نگهداری شدند [۱۲].

۲-٤-آزمون‌های بخش اول

۲-٤-۱-رطوبت

جهت انجام این آزمایش از استاندارد AACC، ۲۰۰۰ شماره ۱٦-٤٤ (روش آون‌گذاری در دمای ۱۰۵-۱۰۰ درجه سانتی‌گراد) استفاده گردید [۱۳].

۲-٤-۲-حجم مخصوص

حجم مخصوص از نسبت حجم به وزن نمونه (برحسب سانتی‌متر مکعب بر گرم) تعیین شد. به منظور اندازه‌گیری حجم از روش جایگزینی حجم با دانه کلزا[1] مطابق با استاندارد AACC، ۲۰۰۰ شماره ۱۰-۷۲ استفاده شد [۱۳].

۲-٤-۳-تخلخل

به منظور ارزیابی میزان تخلخل بافت از تکنیک پردازش و نرم‌افزار Image J استفاده شد. بدین منظور برشی به ابعاد ٤ در ٤ سانتی‌متر از محصول تهیه گردید و به وسیله اسکنر با وضوح ۳۰۰ پیکسل از آن تصویربرداری شد. تصویر تهیه شده در اختیار نرم‌افزار ذکر شده قرار گرفت و نسبت نقاط روشن به تاریک به عنوان شاخصی از میزان تخلخل نمونه‌ها بر آورد شد [۱٤].

۲-٤-٤-بافت

تغییرات بافت کلوچه توسط آزمون نفوذ با استفاده از بافت‌سنج QTS مدل Farnell, UK CNS ساخت انگلستان در بازه زمانی ۲ساعت، دو هفته، یکماه و دوماه پس از پخت در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد انجام گرفت. بیشینه نیروی لازم برای عبور کامل یک میله به قطر ۳/۲ میلی‌متر، سرعت ۵۰ میلی‌متر در دقیقه با ۳۰ درصد فشردگی انجام شد [۱۵].

۲-٤-۵-تصاویر میکروسکوپ الکترونی

نمونه‌های تولیدی به ابعاد ۱۰×۱۰ میلی‌متر به مدت ۲٤ ساعت در آون با دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد خشک شدند. سپس لایه نازکی از نمونه بر روی پایه‌های فلزی از جنس آلومینیوم قرار گرفتند و توسط چسب مایع ثابت شدند. نمونه‌ها توسط دستگاه لایه نشانی طلا، طلاپوش (۲ دقیقه-۲میلی بار) شدند. در ادامه تصویربرداری توسط دستگاه میکروسکوپ الکترونی نگاره[2] (SEM) با حداکثر ولتاژ ۱۰ کیلووات و بزرگنمایی × ۵۰ انجام شد [۱٦].

۲-٤-٦-رنگ

آنالیز رنگ پوسته در فاصله زمانی ۲ ساعت پس از تولید، از طریق تعیین سه شاخص L^*، a^* و b^* صورت پذیرفت. جهت اندازه‌گیری این شاخص‌ها ابتدا برشی به ابعاد ۲ در ۲ سانتی‌متر از کلوچه تهیه گردید و به وسیله اسکنر (مدل: HP Scanjet G3010) با وضوح ۳۰۰ پیکسل تصویر برداری شد. سپس تصاویر در اختیار نرم‌افزار Image J قرار گرفت. با فعال کردن فضای LAB در بخش Plugins، شاخص‌های فوق محاسبه شد [۱۷].

۲-۵-آزمون‌های بخش دوم

۲-۵-۱-قدرت آنتی‌اکسیدانی

فعالیت آنتی‌اکسیدانی با استفاده از روش DPPH اندازه‌گیری شد. برای این منظور ۱۰۰ میکروگرم از نمونه با ۱۰ میلی‌لیتر متانول به مدت ۲ ساعت عصاره‌گیری شد، سپس ۰/۱ میلی‌لیتر از عصاره با ۲/۹ میلی‌لیتر DPPH ۰/۱ میلی مولار مخلوط و به شدت تکان داده شد و بعد از ۳۰ دقیقه نگهداری در تاریکی عدد جذب نور در طول موج ۵۱۷ نانومتر با دستگاه اسپکتوفتومتر (Cecil 2010 uv-visible) قرائت شد. [۱۸].

۲-۵-۲-ویژگی‌های میکروبی

1. Rape seed displacement

2. Scanning Electron Microscopy (SEM)

جهت انجام این آزمایش از استاندارد AACC، ۲۰۰۰ شماره ۲-۱۰۸۹۹ استفاده گردید. برای این منظور ۱۰ گرم از نمونه به ۹۰ گرم محلول استریل رینگر اضافه شد. به مدت ۵ دقیقه زمان داده شد تا مواد به صورت محلول در آمد. از محیط کشت YGC Agar استفاده شد. به مقدار ۱ میلی‌متر از مواد اولیه که در محیط کشت رینگر حل شده بود در پلیت های استریل ریخته و بعد به محیط کشت اضافه گردید و به مدت ۲٤ ساعت در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد [۱۳]. این آزمون ۲ ساعت، دو هفته، یک و دوماه پس از تولید انجام شد.

۲-۵-۳-ویژگی‌های حسی

آنالیز حسی شامل رنگ، بافت، بو و مزه و براساس روش هدونیک ۵ نقطه‌ای از بسیار خوب (امتیاز ۵) تا بسیار بد (امتیاز ۱) بود [۱۹]. لازم به ذکر است برای این منظور ۱۰ داور آموزش‌دیده به روش مثلثی انتخاب شد. این آزمون ۲ ساعت پس از پخت در هر دو بخش این پژوهش به طور جداگانه انجام شد.

۳-نتایج و بحث

۳-۱-بخش اول

۳-۱-۱-رطوبت

رطوبت کلوچه‌های تولیدی طی ۲ ماه نگهداری در جدول ۱ ارائه شده است. نتایج ارزیابی رطوبت نشان داد تنها نمونه حاوی ۱۵ درصد آرد تریتیکاله با رطوبت نمونه شاهد که حاوی ۱۰۰ درصد آرد گندم بود پس از دوماه نگهداری مشابهت داشت. البته نمونه حاوی ۳۰ درصد آرد تریتیکاله نیز طی دو هفته نگهداری به لحاظ میزان رطوبت با نمونه شاهد برابری داشت و تنها نمونه حاوی ۵۰ درصد از این آرد از لحظه پس از تولید دارای کمترین میزان رطوبت در مقایسه با تمام نمونه‌های تولیدی بود. لی و همکاران (۲۰۰٦) افزایش میزان رطوبت نمونه‌های حاوی آرد تریتیکاله را گزارش کردند. این محققان بیان نمودند، بتاگلوکان موجود در آرد تریتیکاله یکی از عوامل افزایش رطوبت محصولات حاوی این آرد است. زیرا بتاگلوکان به دلیل آرایش انعطاف پذیر، محلول در آب بوده و معمولا محلول‌هایی با ویسکوز بالا تشکیل می‌دهد که قابلیت حفظ رطوبت و جذب آب بیشتر را در مقایسه با نمونه فاقد آن دارد [۲۰]. از طرفی همانطور که مشاهده شد، افزایش بیش از ۱۵ درصد آرد تریتیکاله در فرمول سبب کاهش رطوبت نمونه‌های تولیدی شد. علت کاهش میزان رطوبت‌های تولیدی با افزایش سطح جایگزینی آرد گندم با آردترتیکاله را چنین می‌توان توجیه نمود میزان گلوتن کل فرمولاسیون کلوچه کاهش یافته و همین امر با تضعیف شبکه گلوتنی موجود در خمیر در کاهش و از دست دادن رطوبت طی فرایند پخت و نگهداری آن مؤثر بوده است. چاندی و همکاران (۲۰۱۵) از سطوح متفاوت آرد ارزن (صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد) به عنوان جایگزین بخشی از آرد گندم در فرمولاسیون کلوچه استفاده نمودند. یافته‌های این پژوهشگران نشان داد، جایگزینی بیش از ۲۵ درصد آرد گندم با سایر آردها در فرمولاسیون کلوچه سبب کاهش رطوبت محصول نهایی شد. این محققان پیشنهاد نمودند جهت جبران خسارات ناشی از آردهای بدون گلوتن یا آردهای ضعیف در فرمولاسیون محصولات نانوایی می‌توان از مزایای انواع هیدروکلوئیدها استفاده نمود.

Table 1 The effect of different levels of triticale flour on moisture and firmness of cookie.

Triticale Flour (%)	Moisture (%)			
	2 hours	1 week	1 month	2 months
0 (Control)	13.27±0.21^{b}	11.81±0.61^{b}	10.45±0.73^{a}	10.19±0.41^{a}
15	14.29±0.44^{a}	13.15±0.19^{a}	11.09±0.87^{a}	10.27±0.63^{a}
30	13.11±0.27^{b}	12.17±0.53^{b}	8.37±0.29^{b}	8.74±0.21^{b}
50	12.01±0.41^{c}	9.71±0.11^{c}	6.51±0.46^{c}	6.43±0.39^{c}
Triticale Flour (%)	Firmness (N)			
	2 hours	1 week	1 month	2 months
0 (Control)	1.9±0.50b	2.4±0.1^{b}	3.8±0.7^{c}	4.9±1.1^{c}
15	1.7±0.2b	2.7±0.3^{b}	4.1±0.2^{c}	6.2±0.7^{b}
30	2.1±0.2b	2.8±0.2^{b}	6.1±0.2^{b}	6.9±0.2^{b}
50	3.4±0.7a	4.9±0.5^{a}	8.4±0.9^{a}	9.7±0.9^{a}

Numbers with different letters in each column imply significant differences in the 5% level of probability

۳-۱-۲-حجم مخصوص

نتایج حجم مخصوص کلوچه‌های تولیدی در شکل ۱ ارائه شده است. همانطور که نتایج نشان می‌دهد نمونه حاوی ۱۵ درصد آرد تریتیکاله از حجم مخصوص بیشتری در مقایسه با نمونه شاهد برخوردار بود اما این افزایش حجم در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار نبود. همچنین نتایج نشان داد با جایگزینی بیش از ۱۵ درصد آرد گندم با آرد تریتیکاله در فرمولاسیون کلوچه حجم مخصوص به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافت و نمونه حاوی ۵۰ درصد آرد تریتیکاله دارای کمترین میزان حجم مخصوص بود.

حجم یکی از ویژگی‌های مهم کیفی محصولات نانوایی است که نشان‌دهنده ظرفیت خمیر برای نگهداری حباب‌های گاز و انعطاف پذیری آن است. همانطور که نتایج حجم مخصوص نمونه‌ها نشان داد، تنها حجم مخصوص نمونه حاوی ۱۵ درصد آرد تریتیکاله با نمونه شاهد مشابهت داشت و با افزایش جایگزینی بیش از ۱۵ درصد آرد گندم با آرد تریتیکاله در فرمولاسیون کلوچه، کاهش حجم مخصوص نمونه‌ها مشاهده شد. سالدیوار و همکاران (۲۰۱٤) آرد تریتیکاله را با آرد یک رقم آرد گندم اسپانیایی مخلوط کردند و بالاترین حجم نان و بهترین خصوصیات محصول هدف را با اختلاط نسبت ۲۰ به ۸۰ آرد تریتیکاله و گندم مشاهده نمودند. این محققان به این نتیجه رسیدند که اثر بهبوددهندگی آرد تریتیکاله ناشی از فعالیت آلفاآمیلازی بالای آن است که فعالیت پایین آلفاآمیلازی در آرد گندم را جبران می‌کند [۲۲]. فراس و همکاران (۲۰۱٦) گزارش کردند آرد تریتیکاله استانداردهای تکنولوژیکی همانند گندم را دارا نیست و از طرفی چون آرد تریتیکاله دارای عوامل احیاکننده و پروتئازهای بیشتری نسبت به آرد گندم است، در صورت استفاده از سطوح بالای این آرد در محصولات نانوایی، ساختار بیش از حد تضعیف شده و توانایی حفظ و نگهداری حباب‌های هوا در بافت محصول کاهش می‌یابد که همین امر سبب کاهش حجم و تخلخل می‌شود [۲۳].

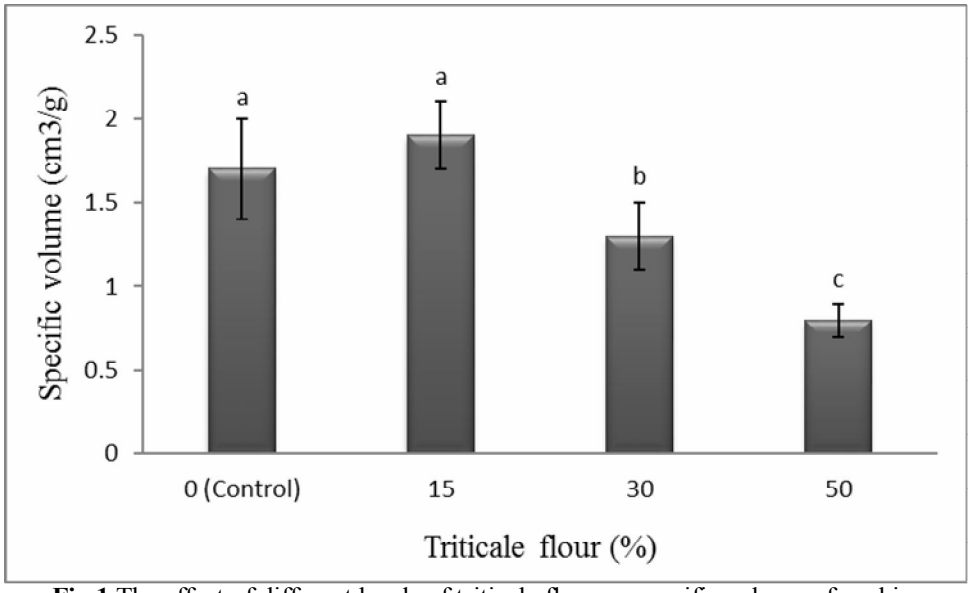

Fig 1 The effect of different levels of triticale flour on specific volume of cookie. Numbers with different letters imply significant differences in the 5% level of probability

۳-۱-۳-تخلخل

نتایج تخلخل کلوچه‌های تولیدی در شکل ۲ ارائه شده است. همانطور که نتایج نشان می‌دهد، تمام نمونه‌های حاوی آرد تریتیکاله از تخلخل کمتری در مقایسه با نمونه شاهد برخوردار بودند. در بین نمونه‌های تولیدی میزان تخلخل نمونه حاوی ۱۵ درصد آرد تریتیکاله با نمونه شاهد مشابهت داشت. بنابراین حداکثر جایگزینی ۱۵ درصد آرد گندم با آرد تریتیکاله توصیه می‌شود و مابقی سطوح جایگزینی (بیش از ۱۵ درصد)در صورت عدم حضور هیدروکلوئیدها در فرمولاسیون کلوچه منجر به کاهش تخلخل که نشأت گرفته از ضعف شدید ساختار درونی محصول هدف است، می‌گردد. تخلخل به ساختار منافذ بافت درونی محصولات نانوایی اشاره دارد و یکی از عوامل تأثیرگذار در خواص کیفی بافت درونی این دسته از محصولات محسوب می‌شود. از طرفی میزان تخلخل بافت درونی تحت تأثیر تعداد حفرات موجود در مغز بافت و هم‌چنین نحوه توزیع و پخش این حفرات است که هرچه

تعداد حفرات و سلول‌های گازی بیشتر باشد و توزیع و پخش آن‌ها یکنواخت‌تر صورت گرفته باشد، میزان تخلخل محصول نهایی بیشتر خواهد بود [۲٤]. در نمونه‌های حاوی ۳۰ و ۵۰ درصد آرد تریتیکاله حباب‌های بزرگ هوا مشاهده گردید. به احتمال زیاد علت این امر آنست که از یک طرف آرد تریتیکاله دارای عوامل احیاکننده و پروتئازهای بیشتری نسبت به آرد گندم است [۲۵] که موجب کاهش پایداری خمیر، تضعیف ساختار محصول هدف و اختلال در ویژگی‌های تکنولوژیکی محصولات نانوایی از جمله بافت، حجم و تخلخل می‌شود [۲۳]. از طرف دیگر شبکه گلوتنی موجود در خمیر به دلیل حضور آرد ترتیکاله که یک آرد ضعیف است، ضعیف شده و قابلیت نگهداری حباب‌های هوا و استحکام بخشیدن به دیواره این حباب‌ها جهت حفظ آن‌ها در برابر پاره شدن ناشی از انبساط حین فرایند سرخ کردن مهیا نگردیده و چندین حباب هوا در اثر پاره شدن به یکدیگر ملحق شده‌اند و پدیده تونلینگ اتفاق افتاده است که منجر به کاهش تخلخل می‌شود. نیاستی و همکاران (۲۰۱۹) در تحقیق خود به این نکته اشاره نمودند در محصولات خمیری حاوی آرد ضعیف با ایجاد حالت چسبندگی و اندک ضخیم شدن سلول‌های گازی موجود در خمیر می‌توان از پاره شدن این حفرات به طوری که دو یا چند حفره کوچک به یک حفره بزرگ تبدیل شود، جلوگیری به عمل آورد و از طریق در افزایش تخلخل به دلیل حفظ تعداد سلول‌های گازی و حتی پخش یکنواخت‌تر آن‌ها موفق عمل نمود [۲٦].

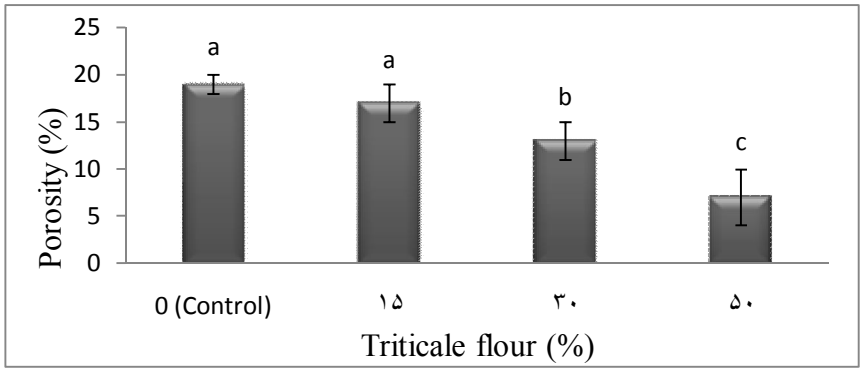

Fig 2 The effect of different levels of triticale flour on porosity of cookie.
Numbers with different letters imply significant differences in the 5% level of probability

۳-۱-٤-سفتی بافت و ریز ساختار (تصاویر میکروسکوپ الکترونی)

سفتی بافت کلوچه‌های تولیدی طی ۲ ماه نگهداری در جدول ۱ ارائه شده است. یافته‌ها نشان داد، نمونه حاوی ۱۵ درصد آرد تریتیکاله دارای بافتی مشابه با نمونه شاهد (نمونه حاوی ۱۰۰ درصد آرد گندم) طی یکماه نگهداری بود. نمونه حاوی ۳۰ درصد آرد تریتیکاله نیز تا دو هفته پس از نگهداری به لحاظ میزان سفتی بافت با نمونه شاهد مشابهت داشت. همچنین نتایج حاکی از آن بود که نمونه حاوی ۵۰ درصد آرد تریتیکاله از بیشترین سفتی بافت طی ۲ ماه نگهداری برخوردار بود. علاوه بر این تصاویر میکروسکوپ الکترونی نمونه کلوچه‌های حاوی صفر، ۱۵، ۳۰ و ۵۰ درصد آرد تریتیکاله در کنار تصاویر واقعی نمونه‌ها در شکل ۳ ارائه شده است. همانطور که نتایج نشان می‌دهد، با افزایش جایگزینی آرد گندم با آرد تریتیکاله در فرمولاسیون کلوچه، ماتریکس پروتئینی کاهش یافته و از هم‌گسیختگی مشاهده می‌شود.

همانطور که نتایج نشان داد، جایگزینی ۱۵ درصد آرد گندم با آرد ترتیکاله توانایی ایجاد بافتی مشابه با بافت نمونه شاهد را طی یک ماه نگهداری داشت که به نظر می‌رسد برای نگهداری طولانی مدت (۲ ماه) نمونه های حاوی آرد تریتیکاله بخصوص در سطوح بیش از ۱۵ درصد، باید از انواع هیدروکلوئیدها با هدف حفظ رطوبت نمونه طی انبارمانی و کاهش سرعت بیاتی محصول هدف استفاده نمود. سالدیوار و همکاران (۲۰۱٤) طی تحقیقی آرد تریتیکاله را با آرد یک رقم آرد گندم اسپانیایی مخلوط کردند و با بهبود بافت در سطوح پائین اختلاط آرد گندم با آرد تریتیکاله (اختلاط ۲۰ درصد) مواجه شدند. این محققان به این نتیجه رسیدند که اثر بهبوددهندگی آرد تریتیکاله ناشی از فعالیت آلفاآمیلازی بالای این آرد نسبت به آرد گندم است که فعالیت پایین آلفاآمیلازی در آرد گندم را جبران می‌کند و اثر ضدبیاتی دارد [۲۲]. از طرفی بنایی کیا و محترمی (۲۰۱۸) نیز گزارش کردند آرد تریتیکاله استانداردهای تکنولوژیکی همانند گندم را دارا نیست

و از طرفی چون دارای عوامل احیاکننده و پروتئازهای بیشتری نسبت به آرد گندم است، در صورت استفاده از سطوح بالای این آرد در محصولات نانوایی، ساختار بیش از حد تضعیف شده که همین امر بر بافت محصول هدف اثر مخرب دارد [۲۵]. رجبی احمدآباد و شیخ الاسلامی (۲۰۱۵) با بررسی اثر آرد تریتیکاله و صمغ کتیرا بر خواص کیفی و رئولوژی نان قالبی ترکیبی (گندم-تریتیکاله) نتایج مشابهی را مبنی بر تخریب بافت نان قالبی در سطوح بالای مصرف آرد تریتیکاله گزارش نمودند [۲۷].

از طرفی تصاویر میکروسکوپ الکترونی، از هم گسیختگی ساختاری را با افزایش جایگزینی آرد گندم با آرد تریتیکاله نشان داد. راجیو و همکاران (۲۰۱۱) به این نتیجه رسیدند که در کیک حاوی ۱۰۰ درصد آرد گندم، ماتریکس گلوتن پیوسته است اما با افزایش جایگزینی آرد گندم با آرد بدون گلوتن یا ضعیف پیوستگی ماتریکس پروتئینی کاهش یافته و به میزان بیشتری از هم گسیخته می‌شود که جهت جبران این امر باید از انواع صمغ‌ها و ترکیبات پروتئینی و به عبارتی جایگزین و تقویت‌کننده گلوتن استفاده نمود [۲۸]. رحیمی و همکاران (۲۰۱۹) به بررسی ریزساختار کیک روغنی حاوی مخلوطی از آرد گندم و کینوآ پرداختند. نتایج این تحقیق بیانگر آن بود که شبکه تشکیل شده در محصولات حاوی آردهای ترکیبی از استحکام و انسجام خوبی برخوردار نیست. از این رو توصیه نمودند زمان استفاده از آردهای ضعیف و بدون گلوتن در محصولات نانوایی باید به کمک افزودنی‌های مجاز نظیر انواع هیدروکلوئیدها و ترکیبات پروتئینی شبکه تشکیل شده را تقویت نمود [۲۹]. رجبی محمدآباد و همکاران (۲۰۱۹) نیز به نتایج مشابهی با مطالعه تصاویر میکروسکوپ الکترونی (ریز ساختار) کیک بر پایه مخلوطی از آرد گندم و ارزن دست یافتند. این محققان به نیز به این نکته اشاره نمودند که هرچند ریز ساختار محصولات نانوایی حاوی آردهای ترکیبی از هم گسیخته است و با نمونه شاهد (نمونه حاوی ۱۰۰ درصد آرد گندم) تفاوت‌های قابل توجهی دارد، اما به منظور بهبود ساختار این دسته از محصولات باید در انتخاب درصد استفاده از انواع هیدروکلوئیدها، مواد پروتئینی و سایر ترکیبات تقویت‌کننده شبکه گلوتنی دقت نمود. این محققان نیز به این نکته اشاره نمودند که علت توجه به انتخاب سطح دقیق مصرف جایگزین‌های گلوتن آنست که نشاسته و ترکیبات آبدوست موجود در فرمولاسیوت (انواع هیدروکلوئیدها که به منظور تقویت شبکه گلوتنی در محصولات نانوایی حاوی آردهای ترکیبی استفاده می‌شوند) در رقابت با یکدیگر قرار می‌گیرند و این امکان وجود دارد به دلیل عدم جذب آب توسط نشاسته، ژلاتینه شدن به خوبی اتفاق نیفتند و در نتیجه محصول تولیدی با سرعت بیشتری بیات شود که در این صورت در تصاویر میکروسکوپی (ریزساختار نمونه‌ها) گرانول‌های دست نخورده نشاسته مشاهده خواهد شد [۳۰].

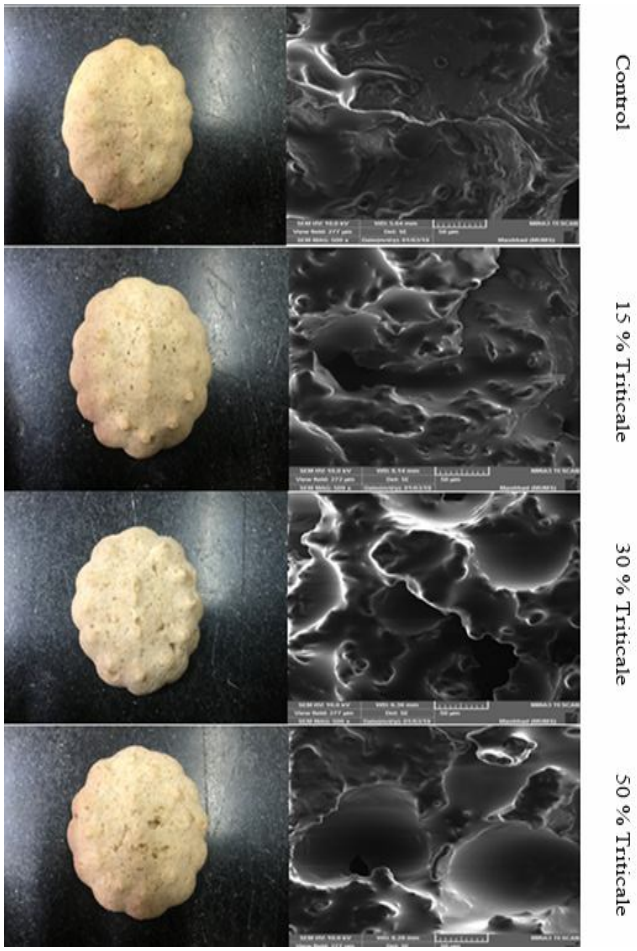

Fig 3 Electron microscope images (×50) of different levels of triticale flour on cookies

۳-۱-۵-رنگ

شاخص‌های رنگی پوسته کلوچه‌های تولیدی در جدول ۲ ارائه شده است. همانطور که نتایج نشان می دهد با افزایش بیش از ۱۵ درصد آرد تریتیکاله در فرمولاسیون نان از میزان شاخص رنگی L^* کاسته و بر میزان شاخص رنگی a^* افزوده شد. این در حالی بود که بین شاخص b^* نمونه های تولیدی اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. همانطور که نتایج نشان داد رنگ نمونه‌های حاوی بیش از ۱۵ درصد آرد تریتیکاله تیره‌تر از نمونه شاهد (نمونه حاوی ۱۰۰ درصد آرد گندم) بود. از آنجا

که در کلوچه منبع کربوهیدرات در دسترس است، حضور آنزیم آلفا آمیلاز در آرد تریتیکاله می‌تواند، بر رنگ پوسته اثر بگذارد که این تأثیر در نتیجه تولید دکسترین توسط این آنزیم و افزایش شدت واکنش مایلارد که اصلی‌ترین عامل در ایجاد رنگ پوسته است، می‌باشد. منگان و همکاران (۲۰۱۶) با استفاده از آنزیم آمیلاز در فرمولاسیون نان، تیره رنگ شدن نان را گزارش کردند که تیره شدن رنگ مطلوب بود [۳۱]. اثر آنزیم آمیلاز بر رنگ پوسته را می‌توان به علت اثر این آنزیم بر تجزیه نشاسته به دکسترین با وزن مولکولی کمتر و شرکت نمودن آن‌ها در واکنش مایلارد نسبت داد [۳۲ و ۳۳].

Table2: The effect of different levels of triticale flour on color value and sensory properties of cookie.

Triticale Flour (%)	Color value		
	L^*	a^*	b^*
0 (Control)	50.72±1.09[a]	10.11±0.95[c]	21.68±1.99[a]
15	50.39±1.63[a]	12.41±0.27[b]	22.01±0.92[a]
30	44.91±0.77[b]	12.96±0.63[b]	21.78±1.31[a]
50	43.57±2.06[b]	15.54±1.01[a]	21.29±1.71[a]

Triticale Flour (%)	Sensory properties			
	Color	Texture	Odor	Taste
0 (Control)	2.91±1.02[b]	4.17±0.52[a]	2.98±0.29[b]	3.21±0.54[ab]
15	4.12±0.23[a]	4.01±1.05[a]	4.00±0.00[a]	4.47±0.81[a]
30	4.07±0.57[a]	2.74±1.23[b]	4.17±0.57[a]	4.09±1.14[a]
50	2.64±0.88[b]	1.26±0.72[c]	1.73±0.22[c]	2.44±0.79[b]

Numbers with different letters in each column imply significant differences in the 5% level of probability

۳-۱-٦-ویژگی‌های حسی کلوچه‌های حاوی سطوح متفاوت آرد تریتیکاله

ویژگی‌های حسی کلوچه‌های تولیدی در جدول ۲ ارائه شده است. همانطور که نتایج نشان داد، نمونه‌های حاوی ۱۵ و ۳۰ درصد آرد تریتیکاله، به طور مشترک بیشترین امتیاز بو، مزه و رنگ را در ارزیابی حسی کسب نمودند و بین این دو نمونه اختلاف معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد مشاهده نگردید. همچنین نتایج حاکی از آن بود که نمونه شاهد به لحاظ بو و مزه نسبت به نمونه حاوی ۵۰ درصد آرد تریتیکاله برتری داشت. با بررسی نتایج رنگ کلوچه‌های تولیدی در آزمون حسی نیز مشخص نمونه حاوی ۵۰ آرد تریتیکاله از کمترین امتیاز رنگ برخوردار بودند. بیشترین امتیاز بافت نیز به نمونه شاهد و نمونه حاوی ۱۵ درصد آرد تریتیکاله تعلق گرفت. این در حالی بود که با افزایش آرد تریتیکاله از امتیاز بافت کلوچه‌ها کاسته شد.

همانطور که نتایج نشان داد، نمونه حاوی ۱۵ و ۳۰ درصد آرد تریتیکاله از بو، مزه و رنگ بهتری در مقایسه با سایر نمونه‌ها برخوردار بودند. این مسئله را می‌توان از دو جهت مورد بررسی قرار داد. اول اینکه آرد تریتیکاله به دلیل دارا بودن آنزیم آلفاآمیلاز در افزایش شدت واکنش قهوه‌ای شدن و ایجاد رنگ و عطر و طعم مؤثر بوده است و همین امر سبب بهبود امتیاز ویژگی‌های فوق الذکر شده است. اما این مسئله مطرح می‌گردد که علت عدم کسب امتیاز بالای نمونه حاوی ۵۰ درصد آرد تریتیکاله به لحاظ بو، مزه و رنگ چه می‌باشد. در اینجا باید گفت که بافت نیز به نوبه خود بر احساس دهانی و طعم مؤثر است و بافت نامناسب در کاهش امتیاز ویژگی‌های حسی اثرگذارست. کلیاردیس و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند درک بو و مزه و رهایش مواد مولد آن‌ها بستگی به نوع بافت نمونه دارد و در بافت‌هایی که پیوستگی بیشتر است و بافت خوشایند مصرف‌کننده یا ارزیابان چشایی است، درک بو و مزه بیشتر است [۳٤]. بلند و همکاران (۲۰۰٤) این امر را به طریق دیگری توجیه کردند و اعتقاد داشتند برهمکنش‌های بین مواد مولد بو و مزه در محصولات با بافت و ساختار مناسب بهتر اتفاق افتاده است که این امر منجر به افزایش احساس دهانی خوب و رهایش هرچه بیشتر مواد طعم‌زا می‌شود [۳۵].

۳-۲-بخش دوم

براساس نتایج بخش اول، نمونه حاوی ۱۵ درصد آرد تریتیکاله به عنوان بهترین نمونه به لحاظ ویژگی‌های تکنولوژیک و حسی معرفی می‌گردد و این نمونه کلوچه، شاهد بخش دوم است که ویژگی‌های آنتی اکسیدانی، ضدمیکروبی و حسی سطوح متفاوت پودر (صفر، ۱، ۳ و ۵) و اسانس زنجبیل (صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ پی‌پی‌ام) بر روی آن ارزیابی گردید.

۳-۲-۱-فعالیت آنتی‌اکسیدانی

فعالیت آنتی‌اکسیدانی کلوچه‌های حاوی پودر و اسانس زنجبیل در شکل ٤ ارائه شده است. همانطور که نتایج نشان داد با افزایش پودر و اسانس زنجبیل در فرمولاسیون کلوچه قدرت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌های تولیدی افزایش یافت. این در حالی بود که نمونه‌های حاوی اسانس زنجبیل دارای قدرت

آنتی‌اکسیدانی بیشتری در مقایسه با نمونه‌های حاوی پودر زنجبیل بودند. فعالیت آنتی اکسیدانی نمونه شاهد، نمونه حاوی ۵ درصد پودر زنجبیل و نمونه حاوی ۱۵۰ پی پی ام اسانس زنجبیل به ترتیب ٤/٦، ۲۹/۸ و ٦۹/۲ درصد بود.

همانطور که نتایج فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه کلوچه‌های تولیدی نشان داد، حضور اسانس زنجبیل در مقایسه با پودر آن بر افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌ها مؤثرتر بود. علت این امر می‌تواند به دلیل محتوای بالاتر ترکیبات مؤثره این گیاه در اسانس در مقایسه با پودر آن باشد.

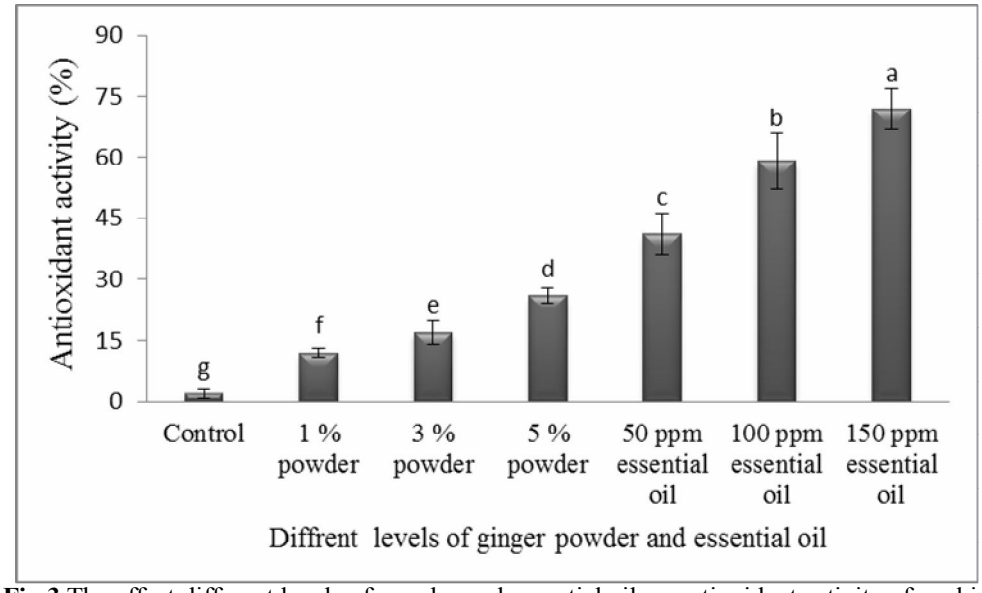

Fig 3 The effect different levels of powder and essential oil on antioxidant activity of cookie
Numbers with different letters imply significant differences in the 5% level of probability

عملکرد بسیاری از ترکیبات فنولی به عنوان آنتی‌اکسیدان قوی توسط محققان گزارش شده است [۳٦]. استولووا و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند، زنجبیل بیش از ۱۲ ماده آنتی‌اکسیدانی دارد و در مقایسه با ویتامین ث از ارزش آنتی‌اکسیدانی بیشتری برخوردار است [۳۷]. وانگ و همکاران (۲۰۱۲)، ساسیهاران و همکاران (۲۰۱۰)، سینگ و همکاران (۲۰۰۸)، امیری و همکاران (۲۰۱۷) و طباطبایی یزدی و همکاران (۲۰۱۹) گزارش کردند ترکیب اصلی گیاه و اسانس زنجبیل، Zingiberene است که یک آنتی‌اکسیدان طبیعی می‌باشد [۳۸، ۱۰، ۱۱، ٦ و ۷]. بالایا و همکاران (۲۰۱٤) فعالیت آنتی‌اکسیدانی اسانس زنجبیل در برابر رادیکال‌های آزاد را ۳۲/۱ درصد بدست آوردند [۸]. پراکاش و همکاران (۲۰۱۰) با بررسی فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌های مختلف زنجبیل گزارش کردند، عصاره متانولی (متانول ۸۰ درصد) و عصاره استونی زنجبیل به ترتیب دارای بیشترین و کمترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی بودند [٤]. طباطبایی یزدی و همکاران (۲۰۱۹) نیز براساس مطالعه خود در زمینه اسانس زنجبیل به این نتیجه دست یافتند که ترکیب Zingiberene با ۲۹/٤۸ درصد ترکیب اصلی اسانس زنجبیل بود و فعالیت آنتی‌اکسیدانی و فنل کل اسانس زنجبیل به ترتیب ۹۳/٤٥ میکروگرم بر میلی لیتر و ۷٦/٦٥ میلی‌گرم گالیک اسید برآورد شد [۷].

۳-۲-۲-تغییرات کپک و مخمر طی مدت زمان نگهداری

جدول ۳ نشان‌دهنده اثر سطوح مختلف پودر و اسانس زنجبیل بر میزان رشد کپک و مخمر در روز اول، دو هفته، یکماه و دوماه پس از تولید است. نتایج نشان داد، حضور پودر و اسانس زنجبیل بر تغییرات کپک و مخمر نمونه‌های تولیدی در طول زمان اثر داشت. پودر و اسانس زنجبیل هر دو دارای اثر ضدمیکروبی بودند که تأثیر مثبت اسانس زنجبیل در کاهش روند رشد کپک و مخمر در کلوچه‌های تولیدی طی مدت زمان ماندگاری بیشتر بود. همچنین نتایج نشان داد، در تمام بازه‌های زمانی افزایش غلظت در کاهش رشد کپک و مخمر مؤثر بود. حضور ۱۰۰ و ۱۵۰ پی‌پی‌ام اسانس در فرمولاسیون کلوچه حاوی ۱۵ درصد آرد تریتیکاله منجر به عدم مشاهده کپک و مخمر طی دوماه نگهداری شد. این در حالی است که رشد کپک و مخمر نمونه‌های حاوی ۵۰ پی‌پی‌ام اسانس و ۳ و ۵ درصد پودر زنجبیل طی یکماه بیش از ۵۰ درصد کمتر از رشد کپک و مخمر نمونه شاهد بود. در مجموع رشد کپک و مخمر نمونه کلوچه‌های تولیدی در غلظت‌های ۵۰ پی پی ام معادل ۷۸/۱۹ درصد و در غلظت ۱۰۰ و ۱۵۰ پی‌پی‌ام در مقایسه با شاهد ۱۰۰ درصد طی دوماه نگهداری کاهش یافت. این در

حالی است که رشد کپک و مخمر نمونه کلوچه‌های تولیدی در سطوح ۱، ۳ و ۵ درصد پودر زنجبیل در مقایسه با شاهد به ترتیب ۳۳، ۳۹/٤۹ و ٦۰/۰۷ درصد طی دوماه نگهداری کاهش یافت. این امر نشان دهنده آنست که در تمام غلظت‌های مصرفی اسانس و در سطح ۵ درصد پودر می‌توان از زنجبیل به عنوان یک عامل ضدمیکروبی و جلوگیری‌کننده از رشد مثبت کپک و مخمر استفاده نمود.

همانطور که نتایج بخش ویژگی‌های میکروبی نمونه‌های تولیدی نشان داد، تمام سطوح مصرفی اسانس زنجبیل و میزان ۳ و ۵ درصد پودر زنجبیل در کنترل رشد کپک و مخمر کلوچه‌ها طی مدت زمان نگهداری مؤثر بود، به طوری که بار میکروبی نمونه‌های ذکر شده طی یکماه بیش از ۵۰ درصد کمتر از نمونه شاهد بود. براساس پژوهش گندمی و همکاران (۲۰۰۹) یک اسانس گیاهی زمانی یک جلوگیری‌کننده از رشد مثبت تلقی می‌شود که شکل‌گیری عامل مورد نظر تا ۵۰ درصد کاهش پیدا کند. از آنجا که اسانس زنجبیل حتی در غلظت‌های پائین هم طی یک ماه توانست منجر به کاهش حداقل ۵۰ درصد رشد کپک و مخمر در مقایسه با نمونه شاهد شود، بنابراین می‌توان از آن به عنوان یک ضد قارچ طبیعی در محصولات نانوایی استفاده نمود. البته لازم به ذکر است در این زمینه باید آزمایش‌های تکمیلی انجام شود و تمام پارامترهای مؤثر در فراورده‌های آردی جهت حصول بهترین کیفیت در کنار هم سنجیده شود [۳۹].

براساس نتایج آنالیزهای شیمیایی اسانس زنجبیل، مشخص گردید ترکیباتی مانند a-curcumene، Camphene، D-limonene و Camphol که از اجزای تشکیل‌دهنده اسانس زنجبیل هستند، همگی دارای ماهیت فنولیک یا گروه هیدروکسیل آزاد بوده و به عنوان فعال‌ترین ترکیبات ضدمیکروبی شناخته شده‌اند [۷]. نتایج صفائی برج و همکاران (۲۰۱۵) نشان داد حضور پودر زنجبیل در فرمولاسیون کلوچه منجر به کاهش روند رشد کپک در مقایسه با نمونه شاهد طی مدت زمان نگهداری شد. این محققان نیز گزارش کردند افزایش پودر زنجبیل در کلوچه با به تأخیر انداختن رشد کپک ارتباط مستقیم داشت که علت این امر می‌تواند افزایش ترکیبات فنولی و پلی فنولی در فرمول کلوچه باشد [٤۰]. ساسیهاران و همکاران (۲۰۱۰) با بررسی اثر اسانس زنجبیل بر باسیلوس سوبتلیس، سودوموناس آئروژینوزا، کاندیدا آلبیکنس، آسپرژیلوس نایجر، ساکارومایسس سرویزیه و گونه‌های پنیسیلیوم، خاصیت ضدمیکروبی اسانس زنجبیل را گزارش نمودند [۱۰]. سینگ و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند اسانس زنجبیل دارای اثر ضدمیکروبی است. براساس نتایج صفایی برج و همکاران (۲۰۱۵) مشخص گردید پودر زنجبیل دارای خاصیت ضدمیکروبی بود و نمونه‌های حاوی پودر زنجبیل از کمترین میزان تغییرات رشد کپک و مخمر طی مدت زمان ماندگاری برخوردار بودند که این امر نیز موجب افزایش رضایتمندی محصول شد [٤۱].

Table 3 The effect different levels of powder and essential oil on growth of mold and yeast

Ginger		mold and yeast (log cfu/g)			
Powder (%)	Essential oil (ppm)	2 hours	2 weeks	1 month	2 months
-	-	Negative	3.57 ± 0.91^{a}	5.94 ± 0.27^{a}	8.94 ± 0.46^{a}
1	-	Negative	3.44 ± 1.06^{a}	3.66 ± 0.21^{b}	5.99 ± 0.91^{b}
3	-	Negative	1.69 ± 0.24^{b}	2.44 ± 0.18^{c}	5.41 ± 1.27^{b}
5	-	Negative	1.29 ± 0.46^{b}	1.95 ± 0.23^{d}	3.57 ± 0.76^{c}
-	50	Negative	1.07 ± 0.31^{b}	1.29 ± 0.37^{e}	1.95 ± 1.02^{d}
-	100	Negative	Negative	Negative	Negative
-	150	Negative	Negative	Negative	Negative

Numbers with different letters in each column imply significant differences in the 5% level of probability

۳-۲-۳-ویژگی‌های حسی کلوچه‌های حاوی سطوح متفاوت پودر و اسانس زنجبیل

جدول ٤ نشان‌دهنده اثر سطوح مختلف پودر و اسانس زنجبیل بر ویژگی‌های حسی کلوچه‌های تولیدی است. نتایج نشان داد، حضور پودر و اسانس زنجبیل بر بافت نمونه‌های تولیدی اثری نداشت و بین کلوچه‌های حاوی این ترکیبات و نمونه شاهد (کلوچه حاوی ۱۵ درصد آرد تریتیکاله و فاقد پودر و اسانس زنجبیل) اختلاف معنی‌داری ($P<0.05$) مشاهده نگردید. همچنین داوران چشایی اذعان داشتند نمونه‌های حاوی ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ پی‌پی‌ام اسانس زنجبیل از رنگ تیره‌تری در مقایسه با سایر نمونه‌ها برخوردار بود. این در حالی است که بیشترین امتیاز رنگ به نمونه شاهد، نمونه حاوی ۱ و ۳ درصد پودر زنجبیل و نمونه حاوی ۵۰ پی‌پی‌ام اسانس زنجبیل تعلق گرفت. لازم به ذکر است داوران چشایی کمترین امتیاز رنگ را به نمونه حاوی ۱۵۰ پی‌پی‌ام اسانس زنجبیل دادند. از سوی دیگر نتایج حاکی از آن بود که نمونه حاوی ۱ درصد پودر زنجبیل و

نمونه حاوی ۵۰ پی‌پی‌ام اسانس زنجبیل از بیشترین امتیاز مزه برخوردار بودند که البته با نمونه شاهد اختلاف معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ نداشتند. همچنین نتایج ارزیابی حسی نشان داد، بیشترین امتیاز بو مربوط به نمونه کلوچه‌های حاوی ۳ درصد پودر زنجبیل و ۵۰ پی‌پی‌ام اسانس زنجبیل بود.

براساس نتایج ارزیابی حسی کلوچه‌های حاوی پودر و اسانس زنجبیل می‌توان گفت، نمونه‌های حاوی ۱ و ۳ درصد پودر زنجبیل و نمونه حاوی ۵۰ پی‌پی‌ام اسانس زنجبیل نسبت به سایر نمونه‌ها از ویژگی‌های حسی مطلوب‌تری برخوردار بودند. به نظر می‌رسد کاهش مقبولیت نمونه‌های حاوی ۵ درصد پودر زنجبیل و ۱۵۰ پی‌پی‌ام اسانس زنجبیل به دلیل غلبه طعم تندی این گیاه بر طعم اصلی کلوچه باشد. طباطبایی یزدی و همکاران (۷) بوی تند زنجبیل را به ترکیب Zingiberene نسبت دادند. صفایی برج و همکاران (۲۰۱۵) با تحقیق در زمینه کلوچه زنجبیلی سبزوار گزارش کردند نمونه حاوی ۵ ۱/۵ درصد پودر زنجبیل موجب افزایش رضایتمندی محصول شد [۴۱].

Table 4 The effect different levels of powder and essential oil on sensory properties

Ginger		Sensory properties			
Powder (%)	Essential oil (ppm)	Color	Texture	Odor	Taste
-	-	4.00±0.00[a]	4.01±1.05[a]	4.00±0.00[b]	4.47±0.81[a]
1	-	4.09±0.34[a]	4.12±0.57[a]	4.09±0.34[b]	5.00±0.00[a]
3	-	50.00±0.00[a]	3.91±1.07[a]	5.00±0.00[a]	3.59±0.76[b]
5	-	3.07±0.52[b]	3.89±0.88[a]	3.07±0.52[c]	3.27±1.02[b]
-	50	5.00±0.00[a]	4.17±0.19[a]	5.00±0.00[a]	5.00±0.00[a]
-	100	2.07±0.19[b]	4.11±0.05[a]	2.07±0.19[d]	3.31±0.47[b]
-	150	1.94±0.37[c]	4.00±0.00[a]	1.94±0.37[d]	2.04±1.01[c]

Numbers with different letters in each column imply significant differences in the 5% level of probability

٤-نتیجه‌گیری

اختلاط آرد گندم با آرد تریتیکاله با نسبت ۸۵-۱۵ منجر به تولید محصولی با کیفیت و ماندگاری بالا می شود. همچنین حضور اسانس و پودر زنجبیل در فرمولاسیون کلوچه ضمن تولید محصولی با طعم خوشایند می تواند رشد کپک و مخمر را طی مدت زمان ماندگاری کاهش دهد. براساس نتایج این پژوهش نمونه‌های حاوی ۱۵ درصد آرد تریتیکاله در حضور ۳ درصد پودر زنجبیل یا ۵۰ پی‌پی‌ام اسانس زنجبیل به عنوان نمونه‌های برتر معرفی می‌گردند.

۵-منابع

[1] Najaf Najafi, M., Haddad Khodaparast, M. H., Rajabzadeh. N. and Mortazavi, S. A. 2007. Investigating the possibility of using a mixture of rye flour and wheat in the production of Barbari bread.*Food Science and Technology*, 5(1): 21-28. [In Persian].

[2] Zannini, E. and Elke, K. Arendt. 2013. Cereal grain for food and beverage industries: A Volumein woodhead publishing series, *Technology and Nutrition* , 17, Pp: 45-54.

[3] Park, J., CHIO, I. and Kim, Y. Cookies formulated from fresh Okara using starch, soy flour and hydroxypropyl methylcellulose have high quality and nutritional value. *LWT-Food Science and Technology* 2015; 63: 660-666.

[4] Prakash, J. 2010. Chemical composition and antioxidant properties of Ginger root (Zingiber officinal). Journal of Medical Plants Research, 4(24): 2674-2679.

[5] Aghayan, S., Zaker, S. and Shahlaei, M. 2017. Evaluation the effect of concentration of ginger extract on growth rate of actimomyces Naslundicolony)in vitro study). Journal of Research Dental Science, 14 (1): 27-33[In Persian].

[6] Amiri, H., Mohammadi, M. Sadatmand, S. and Taheri, E. 2016. Study the chemical composition of essential oil of ginger (Zingiber officinal) and antioxidant and cell toxicity. Journal of Medical Plant, 2(58): 89-98 [In Persian].

[7] Tabatabaei Yazdi, F., Falah, F., Alizadeh Behbahani, B., Vasiee, A. and Mortazavi, S. A. 2019. Identification of chemical compounds, anti oxidant potential, phenolic content and evaluation of inhibitory and bactericidal/fungicidal effects of ginger essential oil on som pathogenic micro organisms in vitro. *Oum University Medical Science Journal*, 13(3): 50-62.

[8] Bayala, B., Bassole, I. H. N., Gnoula, C., Nebie, R., Yonli, A., Morel, L., et al. 2014. Chemical composition composition, antioxidant, anti inflammatory and anti proliferative activities of essential oils of plants from BurkinaFaso. PloS one, 9(3): 1-11. Pub Med.

[9] Ahmadi, E., Abdollahi, A., Najafpour, S., Meshkibaf, M. H., Fasihi Ramandi, M., Namdar, N., et al. 2016. Surveying the effect of the phenol compounds on antimicrobial activity of herbal extracts: In vitro assessment of herbal extracts in Fasa-Fars province. Journal of Fasa University of Medical Science, 6(2): 210-220 [In Persian].

[10] Sasidharan, I. and Menon, A. N. 2010. Comparative chemical composition and antimicrobial activity fresh & dry ginger oils (Zingiber officinale Roscoe). *International Journal of Current Pharmaceutical Research,* 2(4): 40-43.

[11] Singh, G., Kapoor, I., Singh, P., de Heluani, C. S., de Lampasona, M. P and Catalan, C. A. 2008. Chemistry, antioxidant and antimicrobial investigations on essential oil and oleoresins of Zingiber officinale. *Food Chemistry Toxicology*, 46(10): 295-302.

[12] Azarhoosh, Kh., Sharifi, A. and Estiri, S. H. 2019. The effect of sugar substitution with wild persimmon syrup on antioxidant, phenolic component and sensory properties of functional cookie. *Journal of Innovation in Food Science and Technology*, 9(1): 123-131[In Persian].

[13] AACC. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 2000; 10th Ed., Vol. 2. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN.

[14] Bárcenas, M. E. and Rosell, C. M. 2006. Different approaches for improving the quality and extending the shelf life of the partially baked bread: Low temperatures and HPMC addition. *Journal of Food Engineering* ,72: 92–99.

[15] Kooshali Safari, Z., Ghotbi, M. and Nasirani Roozbeh, L. 2018. The effect of flour substitution with grapefruit fiber on physicochemical and sensory characteristics of cookie. *Journal of Innovation in Food Science and Technology* , 11(4):37-49 [In Persian].

[16] Furlan, L. T. R., Padilla, A.P., and Campderrs, M. E. 2015. Improvement of gluten-free bread properties by the incorporation of bovine plasma proteins and different saccharides into the matrix. *Food Chemistry* , 170: 257-264.

[17] Sun, D. 2008. Computer vision technology for food quality evaluation. Academic Press, New York, USA.

[18] Larrauri, J. A.Sanchez-Moreno, C. and Saura-Calixto, F. 1998. Effect of temperature on the free radical scavenging capacity of extracts from red and white grape pomace peels. *Journal of Food Agriculture and Food Chemistry*, 46: 2694-2697.

[19] Nobors, L. 2000. Sweet choices: Sugar replacement for foods and beverages. Food Technology, 56: 28-35.

[20] Li, W., Cui, S. W. and Kakuda, Y. 2006. Extraction, fractionation, structural and physical characterization of wheat ßglucans. *Journal of Carbohydrate polymer*, 63: pp, 408-416.

[21] Chandi, G. K., Lok, C. W., Jie, N. Y. and Seetharaman, K. 2015. Functionality of kamut and millet flours in macro wire cut cookie systems. *Journal of Food Science and Technology*, 52(1): 556-561.

[22] Saldivar, S. O., Flores, S. G. and Rios, R. V. 2014. Potential of triticale as substitute for wheat in flour production. *Cereal Chemistry*, 81: pp, 220-225.

[23] Fras, A., Golebiewska, K., Golebiewski, D., Mankowski, D. R., Boros, D. and Szecowka, P. 2016. Variability in the chemical composition of triticale grain, flour and bread. *Journal of Cereal Science,* 71: pp, 66-72.

[24] Sahraiyan, B., Naghipour, F., Karimi, M. & Ghiafeh davoodi, M. 2013. Evaluation of Lepidium sativum seed and guar gum to improve dough rheology and quality parameters in composite rice-wheat bread. *Food Hydrocolloid* , 30: 698-703.

[25] Banaei Kia, P. and Mohtarami, F. 2018. The effect of triticale flour and ßglucans on bread properties. *International conference on recent innovations in chemistry and chemical engineering*, 5: 1-4.

[26] Niasti, S., Pourhaji, F. and Sahraiyan, B. 2019. Evaluation of replacement of oil by Fenugreek seed gum on quality properties of low-fat chiffon cake (wheat-millet). *Journal of Food Science and Technology*, 93(16): 23-37 [In Persian].

[27] Rajabi Ahmad Abad, H. and Sheikholeslami, Z. 2014. The effect of triticale flour and tragacanth gum on quality and rheology of composite pan bread (Wheat-Triticale). 3rd national conference on food science and technology, 3: 1-16 [In Persian].

[28] Rajiv,J., Soumya, C., Indrani, D. & Rao, G. V. 2011. Effect of replacement of wheat flour with finger millet flour (Eleusine Corcana) on the batter microscopy and rheology. *Journal of texture studies*, (6): 478-489.

[29] Rahimi, SH., Sheikholeslami, Z. and Seyedain Ardebili, S. M. 2019. The effect of Barhang (Plantago major. L) gum quality and sensory characteristics of composite low-fat cup cake (Wheat-Quinoa). *Food Science and Technology*, 88(16): 123-134 [In Persian].

[30] Rajabi Mohhamad Abad, m., Sheikholeslami, Z. and Almasi, M. 2018. Evaluation of different levels Persian gum

(Zedu) on texture, micro structure and sensory properties on cup-cake. *Food Science and Technology*, 97(16): 137-148 [In Persian].

[31] Mangan, D., Szafranska, A., McKie V., McCleary, B.V. 2016. Investigation into the use of the amylase SD assay of milled wheat extracts as a predictor of baked bread quality. *Journal of Cereal Science* , 70: 240-246.

[32] Matuda, T. G., Chevallier, S., Filho, P. A., Lebail, A. and Tadini, C. 2008. Impact of guar and xanthan gums on proofing and calorimetric parameters of frozen bread dough. *Journal of Cereal Science*, 48: 741-746.

[33] Kim, J. H., Maeda, T. and Morita, N. 2006. Effect of alpha-amylase on the dough properties and bread quality of wheat flour substituted with polished flours. *Food Research International*, 39: 117-129.

[34] Koliandris. A., Lee, A., Ferry, A., Hill, S., and Mitchell, J. 2008. Relationship between structure of hydrocolloid gels and solutions and flavor release. *Food Hydrocolloids*, 22: 623–630.

[35] Boland, B., Buhr, K., Giannouli, P., and van Ruth, S.M. 2004. Influence of gelatin, starch, pectin and artificial saliva on the release of 11 flavor compounds from model gel systems. *Food Chemistry*, 86: 401–411.

[36] Burits, M. and Bucar, F. 2000. Antioxidant activity of Nigella sativa essential oil. *Phytotheraphy Research,* 14,pp: 323-323.

[37] Stoilova, I., Krastanov, A., Stoyanova, A., Denev, P. and Gargova, S. 2007. Antioxidant activity of a ginger extract (Zingiber officinale). *Food Chemistry*, 102(3): 764-770.

[38] Wang, W., Zhang, L., Li, N. and Zu, Y. 2012. Chemistry composition and in vitro antioxidant, cytotoxicity activities of Zingiber officinale Roscoe essential oil. *African Journal Biochemistry Research*, 6(6): 75-80.

[39] Gandomi, H., Misaghi, A., Akondzadeh, A., Bolaei, S., Khosravi, A., Abbasifar, A. and Jabelli, A. 2009. Effect of ZatariamultifloraBolss, Essential oil on growth and aflatoxin formation by *Aspergillus Flavus* in culture media and cheese. *Journal of Food and Chemical Toxicology*, 47: 2397-2400.

[40] Safaei Borj, D., Sadat Noor Tajali, K., Jamshidi Moghadam, E. and Safaei Borj, M. 2014. The effect of Zingiber as natural replacement on shelf life of cookies. The 2nd national conference on optimization of production, distribution and consumption chain in the food industry, 2: 1-4 [In Persian].

[41] Safaei Borj, D., Moghimi, M. and Taghi Baei, M. 2014. Evaluation of replacing different levels of Zingiber and almond on quality and quantity of Sabzevar ginger cookie. 3rd national conference on food science and technology, 3: 1-10 [In Persian].

Iranian Journal of Food Science and Technology

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Evaluation of effect of triticale and powder and essential oil of ginger on production of functional cookies

Sheikhpleslami, Z. [1*], Sahraiyan, B.[2], Karimi, M. [1]

1. Associate professor of Agricultural Engineering Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran.
2. Food Quality and Safety Research Department, ACECR, Khorasan Razavi Branch, Iran.

ARTICIE INFO

Article History:

Received 2021/ 07/ 14
Accepted 2021/ 09/ 18

Keywords:

Antioxidant,
Triticale,
Functional Cookies,
Ginger.

DOI: 10.52547/fsct.18.120.28

DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.120.20.2

*Corresponding Author E-Mail:
Zahrasheikholeslami@yahoo.com

ABSTRACT

Triticale is a successful crop of wheat and rye. Ginger has antioxidant and antimicrobial properties. Therefore, the purpose of this study was to produce functional cookies containing triticale and wheat flour and ginger powder and essential oil. In the first part of this study, wheat flour (0-50 %) in cookie formula was replaced with triticale. Moisture, firmness, specific volume, porosity, color, and microstructure of cookies were evaluated. In the second part, ginger powder (0-5%) and essential oil (0-150 ppm) were used in the formula and antioxidant, microbial and sensory properties of the cookies were evaluated. In the first part, the sample containing 15% triticale flour had more moisture (14.29%) compared to other samples during one month of storage. The sample containing 15% triticale flour and control had the same specific volume (1.90 cm^3 /g), porosity (18.5%) and firmness (4.1 N) and no significant differences were observed between properties of these samples. Antioxidant activity of sample containing 15% triticale flour (control of the second part), sample containing 15% triticale flour and 5% ginger powder and sample containing 15% triticale flour and 150 ppm ginger essential oil was 4.6, 29.8 and 69.2% respectively. Also, the growth results of mold and yeast showed ginger can be used as an antimicrobial agent and inhibit positive growth of mold and yeast in all concentrations of essential oil consumption and at the level of 5% powder. Finally, the highest score of sensory properties was given to the control sample, the sample containing 1 and 3% ginger powder and the sample containing 50 ppm ginger essential oil. Finally, Cookies containing 15% triticale flour in the presence of 3% ginger powder or 50 ppm ginger essential oil can be introduced as the best examples of this research.