

اثر قطعات خشک شده میوه آناناس بر ویژگی‌های کیفی مافین

زهره ساعدی^۱، رضا کاراژیان^{۲*}، معصومه مهربان سنگ آتش^۳

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، موسسه آموزش عالی جهاد دانشگاهی کاشمر، کاشمر، ایران
 ۲- استادیار، گروه پژوهشی بیوتکنولوژی صنعتی میکروارگانیسم‌ها، پژوهشکده بیوتکنولوژی صنعتی، جهاد دانشگاهی خراسان رضوی
 ۳- استادیار، گروه پژوهشی کیفیت و ایمنی مواد غذایی، پژوهشکده علوم فناوری مواد غذایی، جهاد دانشگاهی خراسان رضوی
 (تاریخ دریافت: ۹۷/۰۹/۲۴ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۹/۱۱)

چکیده

آناناس به دلیل داشتن مواد مغذی یک گزینه مطلوب برای بهبود ارزش تغذیه‌ای در محصولات فراسودمند محسوب می‌شود. در این پژوهش با توجه به اهمیت روزافزون تولید و استفاده از محصولات پخت غنی‌سازی شده، تأثیر اندازه قطعات (۱/۵ و ۱، ۰/۵) سانتی‌متر مکعب) و همچنین درصد میوه (۱۰، ۱۲/۵ و ۱۵ درصد) بر خصوصیات کیفی مافین مورد بررسی قرار گرفت. افزایش اندازه قطعات و درصد میوه در فرمولاسیون مافین منجر به کاهش حجم مخصوص، فعالیت آبی، pH و افزایش فیبر خام و رطوبت در نمونه‌های تولیدی نسبت به نمونه شاهد گردید ($p \leq 0/05$). همچنین اختلاف معنی‌داری بین مقادیر مؤلفه‌های رنگی پوسته با شاهد مشاهده نشد. با توجه به نتایج ارزیابی، تیمار حاوی ۱۵ درصد میوه آناناس با ابعاد ۰/۵ سانتی‌متر مکعب به‌عنوان بهترین تیمار معرفی گردید و دارای بیشترین امتیاز و بالاترین سطح پذیرش کلی از نظر مصرف‌کنندگان بود. با توجه به نتایج به دست آمده در این پژوهش، استفاده از میوه آناناس بر روی بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و حسی نمونه‌های مافین موردنظر مؤثر بوده است. نتایج ارزیابی حسی نیز نشان داد افزودن مقادیر مختلف میوه آناناس به فرمولاسیون مافین موجب کاهش معنی‌دار شاخص بافت، طعم، رنگ و پذیرش کلی با افزایش درصد جایگزینی محصول تولیدی نسبت به نمونه شاهد نشده است.

کلید واژگان: آناناس، غنی‌سازی، فراسودمند، مافین.

* مسئول مکاتبات: reza_karazhyan2002@yahoo.com

۱- مقدمه

در سال‌های اخیر صنایع غذایی با چالش توسعه محصولات جدید سالم مواجه شده است. از آنجا که اثرات مفید رژیم سالم بر کیفیت زندگی به‌طور گسترده‌ای شناخته شده است؛ تولید چنین محصولاتی در واکنش به جمعیت پیری، افزایش هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی، تقاضای مصرف‌کننده و پیشرفت‌های فناوری مواد غذایی است [۱]. کیک‌ها جزء محصولاتی هستند که به یک میان وعده غذایی تبدیل شده و ارزش غذایی بالایی دارند [۲]. اصلاحات و تحقیقات متعددی توسط محققان بر روی فرمولاسیون کیک‌ها صورت گرفته است تا کیفیت ظاهری، بافتی و حسی آنها را بهبود بخشند و همچنین امکان استفاده از آنها را برای افراد مختلف جامعه فراهم نمایند [۳ و ۴]. امروزه مصرف‌کنندگان مواد غذایی رژیمی را که کالری، کلسترول و چربی کمتر دارد و مواد غذایی با مقادیر بالای فیبر زیاد را ترجیح می‌دهند. میوه‌ها و سبزیجات حاوی مقادیر زیادی از ترکیباتی هستند که اثر سلامتی بخشی داشته و خطر ابتلا به بیماری‌های مزمن را کاهش می‌دهند [۵]. فیبرهای رژیمی پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای هستند که توسط روده کوچک قابل هضم نمی‌باشند و تنها در روده بزرگ به‌صورت جزئی یا کلی امکان تخمیر آنها وجود دارد به همین دلیل دارای مزایای زیادی برای سلامتی بدن هستند. این ترکیبات شامل سلولز، همی سلولزها، صمغ‌ها و لیگنین می‌باشند [۱]. فیبرهای رژیمی به-عنوان یک ترکیبات مهم، برای افزایش سلامتی انسان مورد توجه بسیاری از متخصصین تغذیه قرار گرفته اند [۶ و ۷].

میوه‌های تازه به عنوان منابع عالی انرژی، ویتامین‌ها، مواد معدنی و فیبر شناخته شده‌اند [۸].

در سال‌های اخیر پژوهشگران ضمن شناخت بیشتر فیبرهای رژیمی و اثرات سلامت آنها، افزودن مواد غذایی حاوی فیبرهای رژیمی مانند میوه‌ها را به فرمولاسیون کیک توصیه کرده‌اند [۹ و ۱۰]. فیبرهای حاصل از میوه‌ها دارای فیبر کل بیشتری نسبت به فیبر با منشأ غلات هستند. بنابراین توسعه فرایندهایی که منجر به استفاده از فیبرهای میوه‌ای می‌شوند به واسطه اثرات سلامتی بخشی آنها و دارا بودن ترکیبات زیست فعال مانند فلاونوئیدها، پلی‌فنل‌ها و کاروتن‌ها ضروری به نظر می‌رسند [۱۱]. ارزش تغذیه‌ای زیاد فیبر رژیمی در تحقیقات انجام گرفته شامل جلوگیری از یبوست، سلامت روده، کاهش قند و کلسترول خون، جلوگیری از ابتلا به بیماری‌های قلبی، تنظیم عملکرد دستگاه گوارش، بهبود سلامت روده و جلوگیری از سرطان روده بزرگ می‌باشد [۱۲ و ۱۳]. فیبرها

با منشا غلات به دفعات در صنایع پخت استفاده شده‌اند. در حالی که فیبرهای حاصل از میوه‌جات که از کیفیت مطلوب‌تری به لحاظ محلولیت، ظرفیت بالای نگهداری آب، قابلیت بالای تخمیر روده‌ای و از سوی دیگر از میزان اسید فیتیک کمتر برخوردارند، کمتر مورد استفاده قرار گرفته‌اند [۱۱]. میوه آناناس (*Ananas Comosus*) منبع خوبی از کربوهیدرات، فیبر و املاح به‌ویژه کلسیم، فسفر، آهن، سدیم و پتاسیم است. علاوه بر این شامل برخی ویتامین‌ها از جمله ویتامین آ، تیامین، ریبوفلاوین، نیاسین، پنتوتیک اسید، پیریدوکسین، فولات و ویتامین ث (اسید اسکوربیک) می‌باشد. آناناس می‌تواند منبع تغذیه‌ای مناسبی جهت غنی‌سازی مواد غذایی فرآوری شده باشد [۱۴].

صادقی‌زاده دهکردی و همکاران (۲۰۱۷) در بررسی خصوصیات تکنولوژیکی و تصویری کیک اسفنجی حاوی آرد کنجاله کنجد و آناناس و تعیین سطح بهینه این دو ماده مغذی به این نتیجه رسیدند که افزایش کنجاله کنجد و آناناس در فرمولاسیون سبب کاهش حجم ویژه و شاخص‌های رنگی L^* ، b^* ، زاویه ته رنگ و ضریب قهوه‌ای شدن پوسته شد. در حالی که میزان رطوبت، تخلخل، شاخص‌های رنگی a^* ، b^* و اختلاف رنگ بین نمونه و شاهد و سفتی بافت افزایش یافت. در حالی که مقادیر بهینه کنجاله کنجد و آناناس به ترتیب ۲۶ و ۱/۶ درصد بود [۱۵]. Talens و همکاران (۲۰۱۷) اثر فیبر پرتقال خشک شده با فناوری مایکروویو را بر روی بافت و خواص حسی کیک‌های بدون گلوتن مافین مطالعه کردند. هدف از این مطالعه مقایسه دو مخلوط بدون گلوتن ساخته شده با دو نوع فیبر پرتقال مختلف بوده است که یکی از آنها توسط هوای داغ همراه با خشک کردن مایکروویو پوست پرتقال و دیگری فیبر پرتقال تجاری است. نتایج آنان نشان داد مقدار فیبر رژیمی، ظرفیت نگهداری آب، ویسکوزیته و خواص ویسکوالاستیک برای فیبر پرتقال خشک شده با فناوری مایکروویو بیشتر بوده است [۱۶]. Offia-Olua و Ekwunife (۲۰۱۵) به این نتیجه رسیدند که افزودن ۴۰ درصد آناناس در ترکیب با ۲۰ درصد موز و ۴۰ درصد سیب به فرمولاسیون کیک موجب افزایش ویژگی‌های حسی (بافت و عطر و طعم) نسبت به فرمولاسیون‌های دیگر (۲۰ درصد آناناس + ۶۰ درصد موز + ۲۰ درصد سیب) شده است [۸]. Offia-Olua و Edide (۲۰۱۳) ویژگی‌های شیمیایی، حسی

استفاده شد [۱۸]. سپس قطعات میوه از محلول خارج شده و به روی صافی منتقل شده تا آب اضافی آنها گرفته شود و نهایتاً در آن ۶۰ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به رطوبت ۱۷ - ۱۵ درصد (رطوبت ۱-۲ درصد کمتر از رطوبت نهایی مافین) خشک شد. و نهایتاً در بسته بندی مناسب پلی اتیلنی در بندی شده، در دمای ۸ - ۴ درجه سانتی‌گراد (دمای یخچال) نگهداری شد تا در موقع تولید تیمارهای مافین مورد استفاده قرار گیرد.

۲-۲-۲- تولید مافین

آماده‌سازی و پخت خمیر مافین با استفاده از مواد اولیه جدول (۱) طبق روش ذیل انجام گرفت. ابتدا شکر و تخم مرغ در داخل همزن با دور تند به مدت ۵ دقیقه مخلوط شد. سپس آب و روغن به آن اضافه شد و عمل همزدن با دور تند به مدت ۳ دقیقه دیگر ادامه یافت و در مرحله بعد کل مواد پودری پس از دو بار الک کردن اضافه و در دور کم به مدت ۱ دقیقه کاملاً مخلوط شدند تا خمیر صاف و یکنواخت حاصل شود و در پایان قطعات خشک میوه آناناس به خمیر افزوده شد و با دور خیلی کم به مدت یک دقیقه مخلوط گردید تا داخل خمیر یکنواخت شود. خمیرآماده شده در مقادیر ۳۰ گرمی داخل قالب مخصوص مافین با قطر ۳/۵ و ارتفاع ۲/۵ سانتی‌متر ریخته شده و در فر با دمای ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۸ دقیقه پخت گردید. سپس مافین‌های آماده شده از فر خارج و در دمای محیط به مدت ۳۰ دقیقه خنک شدند. پس از کامل شدن مراحل تولید، مافین‌ها تا انجام مراحل آزمایش، داخل کیسه‌های پلی‌اتیلنی با دربندی مناسب که تاریخ تولید و سایر مشخصات مربوط به تیمار مورد نظر بر روی آن‌ها درج شده است بسته‌بندی گردیدند و در دمای محیط (۲۵ درجه سانتی‌گراد) به مدت یک ماه (طول زمان ماندگاری) نگهداری شدند [۱۹].

Table 1 Formula of muffin cake

Composition	Amount (g)
Wheat flour	150
Egg	100
Sugar powder	90
Liquid oil	77
Baking powder	7
Milk powder	18
Water	56

و میکروبی کیک‌های حاوی میوه‌های گیلاس و آناناس را بررسی نمودند. نتایج آنان نشان داد افزودن میوه‌های گیلاس و آناناس را به فرمولاسیون اولیه کیک عاملی اثرگذار بر بهبود ویژگی‌های حسی از جمله بافت، عطر و طعم و پذیرش کلی دانستند. همچنین آنان در تحقیق خود ذکر کردند با افزایش میزان رطوبت محصول نهایی در کیک‌های میوه‌ای، فرآیند تخمیر و رشد میکروبی افزایش یافت [۱۷]. با توجه مواد مطرح شده، در این تحقیق تهیه و ارزیابی مافین با استفاده از قطعات خشک آناناس در فرمولاسیون آن به‌منظور بهبود وضعیت تغذیه‌ای افراد جامعه در جهت دریافت میزان بیشتری از ترکیبات مغذی به‌ویژه فیبرهای رژیمی و مواد ضد سرطانی از مواد غذایی پرمصرف مورد بررسی و مطالعه قرار گرفته است.

۲- مواد و روشها

۲-۱- مواد اولیه و شیمیایی

مواد پایه کیک شامل آرد گندم، شکر، روغن مایع، تخم مرغ، شیر خشک و بیکنینگ پودر می‌باشد که از فروشگاه‌های معتبر لوازم قنادی تهیه شد. برای حفظ تازگی محصول، تخم مرغ به صورت روزانه از فروشگاه‌های معتبر مواد غذایی خریداری گردید. همچنین میوه آناناس به صورت تازه از بازار میوه و تره‌بار مشهد تهیه شد. مواد شیمیایی مورد استفاده (محیط کشت مخمر- گلوکز- کلرامفنیکل آگار^۱، قرص رینگر، اسید سولفوریک، هیدروکسید پتاسیم، اتانول، اسید هیدروکلریک) از شرکت مرک آلمان و سیگما آلد ریچ آمریکا خریداری شدند.

۲-۲- روش‌ها

۲-۲-۱- آماده‌سازی قطعات خشک آناناس

برای آماده‌سازی میوه آناناس به‌منظور کاربرد در فرمولاسیون مافین، ابتدا آناناس پوست‌کنی شد و بافت آناناس به قطعات مکعبی با ابعاد ۱، ۱/۵ و ۲ سانتی‌متر برش زده و سپس جهت خروج آب از قطعات میوه از روش اسمز معکوس استفاده شد. برای انجام این عمل از محلول ساکارز ۴۵ درصد به نسبت ۱ به ۸ (نسبت مقدار میوه به محلول ساکارز) به مدت ۳ - ۳/۵ ساعت (بسته با اندازه قطعات) در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد

1. Yeast Extract Glucose Chloramphenicol Agar (YGC)

و ویژگی‌های مواد مورد استفاده در فرمولاسیون کیک است. در مطالعه‌ای زارع و همکاران (۲۰۱۶) با افزایش مصرف آرد سنجید در فرمولاسیون کیک روغنی، افزایش مقدار فیبر خام مشاهده کردند و این مقدار در محدوده ۳/۷۸-۴/۵۸ درصد بود [۲۴]. نتایج این بخش از تحقیق با نتایج به دست آمده توسط این محققین مطابقت دارد.

نمونه شاهد از نظر فیبر کمترین مقدار بود و با افزایش اندازه قطعات و درصد میوه در فرمولاسیون مافین مقدار فیبر افزایش یافت (شکل ۱). بطوری که هنگامی که از قطعات میوه با ابعاد ۱/۵ سانتی‌متر مکعب و همچنین ۱۵ درصد میوه آناناس در فرمولاسیون مافین استفاده گردیده بود، میزان فیبر بیشترین مقدار (۵/۰۹ درصد) را داشت. مقدار فیبر خام وابسته به ماهیت

Table 2 The effect of pineapple fruit on pH

The size of the fruit pieces (cm ³)	Percentage of fruit(%)	The pH of the cake in different days after baking				
		1	7	14	21	28
-	-	7.5±0.011 ^a	7.32±0.05 ^a	7.24±0.026 ^a	7.3±0.05 ^a	7.26±0.013 ^a
0.5	10	7.4±0.01 ^{ab}	7.3±0.01 ^{ab}	7.19±0.01 ^{ab}	7.11±0.01 ^b	7.18±0.01 ^{ab}
	12.5	7.19±0.011 ^d	7.18±0.009 ^{bc}	7.11±0.04 ^{bc}	7.01±0.01 ^b	7.15±0.028 ^b
	15	7.16±0.04 ^d	7.10±0.05 ^{cd}	7.05±0.028 ^{cd}	7.00±0.01 ^b	6.92±0.04 ^{cde}
1	10	7.35±0.05 ^{bc}	7.18±0.023 ^{bc}	7.18±0.01 ^{ab}	6.99±0.005 ^b	7.12±0.04 ^b
	12.5	7.2±0.01 ^d	7.08±0.03 ^{cd}	7.17±0.008 ^{ab}	7.1±0.001 ^b	7.00±0.001 ^c
	15	7.2±0.001 ^d	7.13±0.02 ^{cd}	7.14±0.011 ^{abc}	7.03±0.017 ^b	6.90±0.001 ^{cde}
1.5	10	7.25±0.05 ^{cd}	7.01±0.09 ^d	7.1±0.08 ^{bc}	6.98±0.08 ^b	6.85±0.04 ^{de}
	12.5	7.25±0.05 ^{cd}	7.11±0.009 ^{cd}	6.8±0.04 ^e	6.85±0.08 ^c	6.95±0.02 ^{cd}
	15	7.35±0.05 ^{bc}	6.75±0.005 ^e	6.97±0.039 ^d	6.85±0.28 ^c	6.82±0.04 ^e

Means in the same column followed by different letters are significantly different at p<0.05.

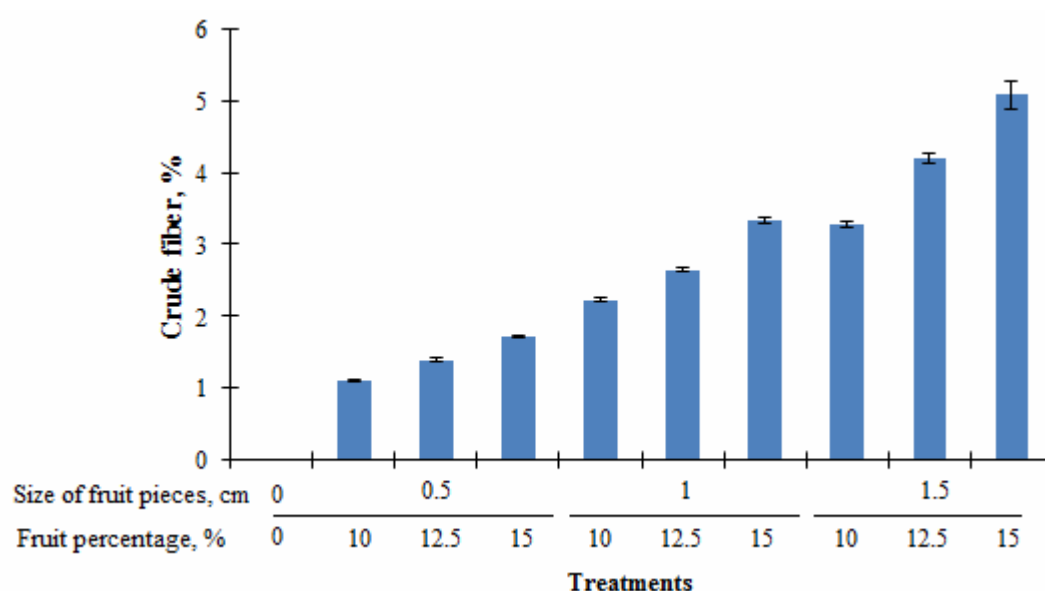


Fig 1 Effects of different treatments on dietary fiber

۳-۲- حجم مخصوص مافین

با بررسی نتایج حاصل از اثر اندازه قطعات و درصد میوه آناناس بر حجم مخصوص مافین مشخص شد که اثر اندازه قطعات میوه بر حجم مخصوص مافین معنی‌دار ($p < 0.05$) و نمونه‌های حاوی درصد میوه بیشتر نسبت به نمونه شاهد تفاوت معنی‌داری ندارند ($p > 0.05$). نتایج این بخش (جدول ۳) نشان داد که نمونه‌های حاوی اندازه‌های مختلف قطعات میوه نسبت به نمونه شاهد از حجم مخصوص بیشتری برخوردار بودند ($p < 0.05$). این در حالی است که بین نمونه‌های حاوی درصدهای مختلف میوه و نمونه شاهد اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد مشاهده نگردید ($p > 0.05$). به طور کل حجم مخصوص مافین ضمن اینکه بسیار تحت تأثیر میزان هوای ورودی به خمیر در طی فرآیند اختلاط می‌باشد، حفظ و نگهداری این هوای ورودی در طی اختلاط و پخت نقش کلیدی بر این فاکتور (حجم) دارد [۲۵]. از این رو در اینجا به نظر می‌رسد که افزودن قطعات میوه در فرآیند سبب استحصال ترکیباتی شده که در پایداری حباب‌های هوای ورودی به خمیر کیک در طی فرآیند اختلاط و مقاومت آن‌ها در برابر پارگی ناشی از انبساط بر اثر دمای پخت نقش مثبت داشته و به موجب آن سبب افزایش حجم مخصوص نمونه‌های تولیدی شده است که به احتمال زیاد ترکیبی که باعث پایداری حباب‌های هوا شده، ناشی از حضور مقداری ساپونین حتی در حد جزئی در قطعات میوه آناناس می‌باشد. برخی پژوهشگران وجود ترکیباتی مانند ساپونین و بروملاین^۴ را به مقدار جزئی در میوه آناناس تایید و گزارش کرده‌اند [۲۱ و ۲۲].

۳-۳- ارزیابی حسی

بر اساس ارزیابی حسی انجام شده بر روی نمونه‌های کیک و باتوجه به جدول ۴، نتایج آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد افزودن مقادیر مختلف میوه آناناس به فرمولاسیون مافین موجب کاهش معنی‌دار شاخص بافت، طعم، رنگ و پذیرش کلی با افزایش درصد جایگزینی محصول تولیدی نسبت به نمونه شاهد نشده است ($p > 0.05$). بر اساس نتایج این بخش مشخص گردید که نمونه حاوی ۱۵ درصد میوه آناناس در ابعاد ۰/۵ سانتی‌مترمکعب از بالاترین امتیاز پذیرش کلی برخوردار بود. به گونه‌ای که حتی داوران چشایی خصوصیات حسی (پذیرش کلی) این نمونه را بیش از سایر نمونه‌ها به‌ویژه به لحاظ عطر و طعم قابل قبول دانستند. در این راستا افشاریان طرجه و همکاران (۲۰۱۶) با افزودن اسانس پوست پرتقال به کیک روغنی، بهبود معنی‌دار پذیرش کلی محصول تولیدی را گزارش نمودند [۲۳]. همچنین آفیا Offia-Olua و Edide (۲۰۱۳) افزودن میوه‌های گیلان و آناناس را به فرمولاسیون اولیه کیک عاملی اثرگذار بر بهبود ویژگی‌های حسی از جمله بافت، عطر و طعم و پذیرش کلی دانستند [۱۷]. در مطالعه مشابه دیگری Offia-Olua و Ekwunife (۲۰۱۵) به این نتیجه رسیدند که افزودن ۴۰ درصد آناناس در ترکیب با ۲۰ درصد موز و ۴۰ درصد سیب به فرمولاسیون کیک موجب افزایش ویژگی‌های حسی (بافت و عطر و طعم) نسبت به فرمولاسیون‌های دیگر (۲۰ درصد آناناس + ۶۰ درصد موز + ۲۰ درصد سیب) است [۸]. نتایج این بخش از تحقیق با نتایج محققین فوق‌الذکر مطابقت دارد. با توجه به اینکه با افزایش مساحت هر شکل، هر نمونه امتیاز بیشتری کسب می‌کند، در این تحقیق بیشترین امتیاز مربوط به درصد میوه ۱۵ درصد بوده است.

4. bromelain

Table 3 Effects of different treatments on specific volume

The size of the fruit pieces (cm ³)	Percentage of fruit (%)	Specific volume (g/ml)	Volume index (mm)
-	-	3.9±0.1 ^{bc}	119.5±0.7 ^a
0.5	10	3.8±0.4 ^{bcd}	117.7±5.2 ^a
	12.5	4.1±0.4 ^b	117.5±3.5 ^a
	15	3.5±0.1 ^{bc}	104.8±3.2 ^c
1	10	3.3±0.1 ^{de}	106.5±4.9 ^{bc}
	12.5	3.4±0.0 ^{cde}	109.5±3.5 ^{bc}
	15	2.7±0.1 ^f	108±4.2 ^{bc}
1.5	10	2.9±0.1 ^{ef}	104±2.1 ^c
	12.5	2.9±0.1 ^{ef}	105±0.7 ^c
	15	4.6±0.4 ^a	113.5±0.7 ^{ab}

Means in the same column followed by different letters are significantly different at $p < 0.05$.

Table 4 Evaluation of sensory properties (color, appearance, flavor, texture and overall acceptance) Muffin

The size of the fruit pieces (cm ³)	Percentage of fruit (%)	Color	Appearance	Flavor	Texture	Overall acceptance
-	-	4.37±0.51 ^a	4.5±0.51 ^a	3.75±0.88 ^a	3.37±0.91 ^a	3.5±0.75 ^a
0.5	10	4.37±0.51 ^a	3.87±0.64 ^a	3.62±0.91 ^a	3.75±0.7 ^a	3.87±0.81 ^a
	12.5	4.25±0.46 ^a	3.75±0.7 ^a	3.75±0.88 ^a	3.62±0.91 ^a	3.62±0.91 ^a
	15	4.5±0.51 ^a	4.5±0.51 ^a	4.25±0.88 ^a	3.62±0.51 ^a	4.00±0.75 ^a
1	10	4.37±0.51 ^a	4.5±0.51 ^a	3.5±0.75 ^a	3.62±0.74 ^a	3.75±0.7 ^a
	12.5	4.12±0.64 ^a	4.5±0.51 ^a	3.87±0.64 ^a	3.62±0.74 ^a	3.75±0.46 ^a
	15	4.62±0.51 ^a	4.37±0.51 ^a	4.12±0.64 ^a	3.75±0.88 ^a	3.87±0.35 ^a
1.5	10	4.37±0.51 ^a	4.25±0.51 ^a	3.87±0.64 ^a	3.37±0.91 ^a	3.62±0.91 ^a
	12.5	4.12±0.64 ^a	4.00±0.75 ^a	3.37±1.18 ^a	3.25±1.16 ^a	3.37±0.91 ^a
	15	4.62±0.51 ^a	4.5±0.51 ^a	3.75±1.16 ^a	3.75±1.02 ^a	3.75±0.46 ^a

Means in the same column followed by different letters are significantly different at $p < 0.05$.

۳-۴- ویژگی‌های رنگ‌سنجی

افزودن میوه آناناس به فرمولاسیون مافین می‌توان این گونه بیان کرد که در طی فرآیند پخت مافین، با افزایش دمای خمیر، پوسته مافین آب خود را از دست داده و در درجه حرارت‌های زیاد، رنگ پوسته به دلیل واکنش قهوه‌ای شدن میلارد به تدریج قهوه‌ای می‌شود. این واکنش، نوعی قهوه‌ای شدن غیرآنزیمی است که بین گروه آمینی پروتئین یا آمینو اسید و گروه کربونیل قند ساده رخ می‌دهد. بنابراین مقدار قند، نشاسته و پروتئین موجود در فرمول محصول و نیز شرایطی که این مواد تحت آن وارد عمل می‌شوند نظیر دما و کاهش آب سطح بر شدت تیره‌شدن رنگ پوسته موثر است [۲۶]. به‌نظر می‌رسد وجود ترکیباتی مانند قند، پروتئین و آمینو اسید در میوه آناناس [۱۴] سبب واکنش قهوه‌ای شدن میلارد و از این طریق باعث کاهش مولفه L^* شده است.

در بین خصوصیات فیزیکی مواد غذایی، رنگ به‌عنوان مهم‌ترین ویژگی ظاهری در درک کیفیت شناخته شده است. مشتری تمایل دارد که رنگ را با طعم، ایمنی، ماندگاری، کیفیت و خصوصیات تغذیه‌ای محصولات غذایی مرتبط سازد [۲۶]. با توجه به نتایج مندرج در جدول ۵، میزان مولفه L^* بین نمونه‌های کیک حاوی درصد‌های مختلف میوه آناناس اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($p < 0.05$). کاهش میزان این مولفه برای نمونه مافین حاوی ۱۵ درصد میوه آناناس با ابعاد ۱ سانتی‌متر مکعب نسبت به نمونه شاهد بطور معنی‌داری ($p < 0.05$) کاهش یافت. به‌علاوه نتایج آنالیز واریانس نشان‌دهنده تأثیر غیرمعنی‌دار افزودن میوه بر قرمزی و زردی نمونه‌ها بود ($p > 0.05$). علت کاهش جزئی مولفه L^* با

Table 5 The effect of adding fruit pieces on the color indexes

The size of the fruit pieces (cm ³)	Percentage of fruit (%)	Shell color indexes		
		L*	a*	b*
-	-	47.7±4.5 ^b	20.1±1.0 ^a	30.4±3.2 ^a
0.5	10	47.5±1.6 ^b	20.3±0.4 ^a	30.0±1.6 ^a
	12.5	47.8±2.2 ^b	20.4±0.4 ^a	30.7±1.7 ^a
	15	47.2±5.1 ^b	20.2±0.2 ^a	27.7±4.9 ^c
1	10	47.6±1.5 ^b	20.3±0.3 ^a	30.1±2.1 ^a
	12.5	45.6±1.5 ^c	20.1±0.4 ^a	28.3±1.1 ^b
	15	45.9±1.1 ^c	20.3±0.2 ^a	28.9±1.2 ^b
1.5	10	48.3±1.3 ^a	20.5±0.3 ^a	30.3±1.7 ^a
	12.5	48.1±1.9 ^a	20.1±0.4 ^a	29.0±2.6 ^a
	15	46.7±1.7 ^b	20.5±0.5	29.4±2.9 ^a

Means in the same column followed by different letters are significantly different at $p < 0.05$.

۳-۵- فعالیت آبی و رطوبت

نتایج آنالیز واریانس حاکی از آن بوده است که بین مقادیر حاصل از افزودن میوه آناناس بر مقدار رطوبت مافین در روزهای ۱، ۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ پس از پخت اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($p < 0.05$). در این خصوص اثرات مستقل اندازه قطعات میوه، مقدار میوه و زمان پس از پخت بر رطوبت مافین اختلاف معنی‌دار وجود داشت ($p < 0.05$). همانگونه که در جدول ۶ مشاهده می‌شود، افزودن قطعات میوه آناناس به فرمولاسیون مافین سبب افزایش معنی‌دار رطوبت نمونه‌های مافین نسبت به نمونه شاهد شده است ($p < 0.05$). اگرچه نتایج مقایسه میانگین‌ها برخی تیمارها اختلاف معنی‌داری را بین رطوبت نمونه‌های دارای میوه با یکدیگر در روزها اول پس از پخت نشان نداد، اما نسبت به نمونه شاهد رطوبت بیشتری داشتند. میزان رطوبت در فرآورده‌های غذایی فاکتور مناسبی

برای ارزیابی زمان ماندگاری و پایداری میکروبی آنها می‌باشد. حضور ترکیبات جاذب رطوبت در فرمولاسیون فرآورده‌های پخت، بر میزان حفظ رطوبت این محصولات موثر است [۲۶]. علت افزایش رطوبت مافین دارای قطعات میوه آناناس را می‌توان به فیبر رژیمی موجود در آن که دارای ویژگی حفظ رطوبت بالاتر است نسبت داد [۱۴]. در نتیجه فیبرهای فوق به دلیل دارا بودن گروه‌های هیدروکسیل در ساختار خود و توانایی در پیوند با مولکول‌های آب موجود در فرمولاسیون مافین قادرند میزان رطوبت محصول نهایی را افزایش دهند. اما افزایش رطوبت افزون بر مزایای خود در مافین، معایبی نیز دارد که برخی محققین به آن اشاره نموده‌اند. در تحقیقی که Offia و Olua (۲۰۱۳) در خصوص تولید کیک حاوی میوه‌های گیلان و آناناس انجام دادند، به این نتیجه رسیدند با افزایش میزان رطوبت محصول نهایی در کیک‌های میوه‌ای، فرآورده‌های تخمیری و رشد میکروبی افزایش می‌یابد [۱۷].

Table 6 The effect of pineapple fruit on moisture content

The size of the fruit pieces (cm ³)	Percentage of fruit (%)	The moisture content of the cake in different days after baking				
		1	7	14	21	28
-	-	16.5±0.7 ^{ABe}	16.9±0.6 ^A	15.9±0.1 ^{ABb}	14.7±0.4 ^{BCdef}	13.7±0.9 ^{Cbc}
0.5	10	18.7±0.4 ^{Aa}	17.5±0.3 ^B	17.1±0.3 ^{Bab}	17.9±0.4 ^{Ab}	15.1±0.6 ^{Cab}
	12.5	16.7±0.4 ^{Ac}	16.3±0.5 ^A	16.7±0.1 ^{Aab}	15.8±0.8 ^{Abcd}	14.3±0.1 ^{Babc}
	15	17.2±0.5 ^{Abc}	16.7±0.2 ^{AB}	16.9±0.4 ^{Aab}	16.6±0.2 ^{Ababc}	15.8±0.1 ^{Ba}
1	10	17.9±0.7 ^{Aabc}	17.6±0.2 ^A	17.6±0.2 ^{Aa}	15.1±0.9 ^{Bcde}	15.6±0.1 ^{Ba}
	12.5	17.5±0.2 ^{Aabc}	17.1±0.3 ^A	16.4±0.6 ^{Aab}	13.2±0.5 ^{Bf}	11.7±0.7 ^{Bd}
	15	17.7±0.3 ^{Aabc}	17.2±0.5 ^{AB}	15.9±0.5 ^{BCb}	14.1±0.2 ^{Def}	14.8±0.5 ^{Cdab}
1.5	10	17.8±0.4 ^{Aabc}	16±0.7 ^A	16.8±0.5 ^{Aab}	16.9±0.8 ^{Aab}	13.8±0.3 ^{Bbc}
	12.5	18.6±0.1 ^{Aab}	16.6±0.9 ^B	16.4±0.2 ^{Bab}	15±0.7 ^{Bcde}	12.9±0.4 ^{Ccd}
	15	18.6±0.2 ^{Aab}	15.9±1.1 ^B	16.5±0.4 ^{Bab}	16±0.3 ^{Bbcd}	13.6±0.7 ^{Ccd}

Means in the same column followed by different letters are significantly different at $p < 0.05$.

همان گونه که در جدول ۷ مشاهده می شود، افزودن قطعات میوه آناناس به فرمولاسیون مافین سبب کاهش معنی دار فعالیت آبی نمونه های مافین نسبت به نمونه شاهد شده است ($p < 0.05$). فعالیت آبی فاکتور مناسبی برای ارزیابی عمر ماندگاری و پایداری میکروبیولوژیکی مواد غذایی محسوب می گردد. زیرا در فعالیت آبی کم، اغلب به دلیل عدم سنتز آنزیم ها و پروتئین های کاربردی مهم رشد و تکثیر بیشتر میکروارگانیسم ها و سنتز مایکوتوکسین های کپکی متوقف می شود [۲۷]. بنابراین کنترل فعالیت آبی روش بسیار موثری برای جلوگیری از تکثیر گونه های عامل فساد و بیماری در مواد

غذایی می باشد. بطور کلی مواد غذایی با فعالیت آبی کمتر از ۰/۷ در مقابل رشد میکروب ها و با فعالیت آبی کمتر از ۰/۶ در مقابل کپک ها پایدار هستند و اگر فساد رخ بدهد، نتیجه واکنش های شیمیایی است نه میکروارگانیسم ها. اگرچه شرایط نگهداری نیز نقش مهمی را ایفا می کند. از آنجایی که کیک های تولید شده مقادیر زیادی فیبر دارند، به شدت جاذب رطوبت هستند و بایستی در بسته های نفوذناپذیر به هوا و محل خنک نگهداری گردند. فعالیت آبی کیک های تولیدی در محدوده ۰/۸ - ۰/۶ بود که این بدان معناست که کیک های تولید از نظر میکروبیولوژیکی نسبتاً پایدار هستند.

Table 7 The effect of pineapple fruit on water activity (aw)

The size of the fruit pieces (cm ³)	Percentage of fruit(%)	The aw of the cake in different days after baking				
		1	7	14	21	28
		0.807 ^{Aa}	0.792 ^{Aba}	0.769 ^{Abab}	0.766 ^{Ba}	0.728 ^{Ccd}
0/5	10	0.795 ^{ab}	0.782 ^{ab}	0.773 ^{ab}	0.760 ^a	0.771 ^a
0/5	12/5	0.751 ^{Bb}	0.763 ^{Abbc}	0.771 ^{Aab}	0.754 ^{Ba}	0.730 ^{Cc}
0/5	15	0.779 ^{Aab}	0.773 ^{Abab}	0.772 ^{Abab}	0.770 ^{Aba}	0.758 ^{Bab}
1	10	0.791 ^{ab}	0.789 ^a	0.790 ^a	0.761 ^a	0.768 ^a
1	12/5	0.787 ^{Aab}	0.773 ^{Aab}	0.750 ^{Abc}	0.711 ^{Bb}	0.684 ^{Be}
1	15	0.777 ^{Aab}	0.780 ^{Aab}	0.736 ^{Bc}	0.735 ^{Bab}	0.738 ^{Bbc}
1/5	10	0.785 ^{Aab}	0.769 ^{Abab}	0.763 ^{Bb}	0.757 ^{Ba}	0.736 ^{Cbc}
1/5	12/5	0.763 ^{Aab}	0.771 ^{Aab}	0.764 ^{Ab}	0.745 ^{Aab}	0.694 ^{Be}
1/5	15	0.764 ^{Aab}	0.748 ^{Ac}	0.755 ^{Abc}	0.743 ^{Aab}	0.704 ^{Bde}

۵- منابع

- [1] Lebesi DM and Tzia C, 2011. Effect of the addition of different dietary fiber and edible cereal bran sources on the baking and sensory characteristics of cupcakes. Journal of food and bioprocess technology 4(5): 710-722.
- [2] Peyghambaroust, H., 2010. Cereal products technology, Tabriz: Tabriz University of Medical Sciences press, 302 pages [in Persian].
- [3] Gularte, M.A., Hera, E.D.L., Gomez, M., and Rosell, C.M., 2012. Effect of different fibers on batter and gluten-free layer cake properties. Elsevier LWT - Food Science and Technology, 48(2):209-214.
- [4] Jeddou, K.B., Bouaziz, F., Zouari-Ellouzi, S., Chaari, F., Ellouz-Chaabouni, S., Ellouz-Ghorbel, R., and Nouri-Ellouz, O., 2017. Improvement of texture and sensory properties of cakes by addition of potato peel powder with high level of dietary fiber and protein. Food Chemistry, 217:668-677.

۴- نتیجه گیری

این تحقیق نشان داد که میوه آناناس به خوبی می تواند در تولید کیک، استفاده شود. خصوصیات کاربردی و بافتی و همچنین و متغیرهای رنگی فرآورده مافین مورد اندازه گیری قرار گرفت. مشخص شد اندازه قطعات میوه تأثیر معنی داری بر ویژگی های مورد اندازه گیری داشتند. افزایش اندازه قطعات و درصد میوه در فرمولاسیون مافین منجر به کاهش شاخص حجم، حجم مخصوص، فعالیت آبی، pH و افزایش فیبر خام و رطوبت در نمونه های تولیدی نسبت به نمونه شاهد شدند. همچنین اختلاف معنی داری بین مقادیر مؤلفه های رنگی پوسته با شاهد مشاهده نشد. نتایج ارزیابی حسی نیز نشان داد افزودن مقادیر مختلف میوه آناناس به فرمولاسیون مافین موجب کاهش معنی دار شاخص بافت، طعم، رنگ و پذیرش کلی با افزایش درصد جایگزینی محصول تولیدی نسبت به نمونه شاهد نشده است.

- [15] Sadeghizadeh Dehkordi, A., Fazel Najaf Abadi, M., and Abbasi, H., 2017. Evaluation of technological and visual properties of sponge cake containing sesame and pineapple and defined optimal level of these nutritional materials. *Iranian Journal of Food Science and Technology*, 14: 255-268 [in Persian].
- [16] Talens, C., Alvarez-Sabatel, S., Rios, Y., and Rodríguez, R., 2017. Effect of a new microwave-dried orange fibre ingredient vs. a commercial citrus fibre on texture and sensory properties of gluten-free muffins. *Elsevier Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 44:83-88.
- [17] Offia-Olua, B.I., and Edide, R.O., 2013. Chemical, microbial and sensory properties of candied-pineapple and cherry cakes. *Nigerian Food Journal*, 31(1):33-39.
- [18] Fathi Achachlouei, B., and Hesari, J., 2016. Drying of apricot slices using osmotic dehydration process (sucrose – salt solutions). *Iranian Journal of Food Industry Research*, 26(3): 491-506 [in Persian].
- [19] Salehi, F., Kashaninejad, M., Asadi, F., and Najafi, A., 2016. Improvement of quality attributes of sponge cake using infrared dried button mushroom. *J. Food Sci. Tech.*, 53(3):1418-1423.
- [20] Sariciban, C., and Tahsin Yilmaz, M., 2010. Modelling the effects of processing factors on the changes on cokorparameters of cooked meatballs using response surface methodology. *Journal of World Applied Sciences*, 9:14-22.
- [21] Babajide, J.M., Olaluwoye, A.A., Taofik Shittu, T.A., and Adebisi, M.A., 2013. Physicochemical properties and phytochemical components of spiced cucumber-pineapple fruit drink. *Nigerian Food Journal*, 31(1):40-52.
- [22] Sayyid Zharfan, R., Budi Purwono, P., and Mustika, A., 2017. Antimicrobial Activity of Pineapple (*Ananas comosus* L. Merr) extract against multidrug-resistant of *pseudomonas aeruginosa* : An in vitro study. *Indonesian Journal of tropical and infectious disease*, 6(5):118-123.
- [23] Afsharian Torghabe, S., Sheikholeslami, Z., and Ataye Salehi, E., 2016. Effect of orange peel essential oils as a natural preservative on rheological, sensory and microbial properties of cup cake. *Iranian Journal of Food Science and Technology*, 50:133-143 [in Persian].
- [5] Ayadi, M.A., Abdelmaksoud, W., Ennouri, M., and Attia, H., 2009. Cladodes from *Opuntia ficus indica* as a source of dietary fiber: Effect on dough characteristics and cake making. *Industrial Crops and Products*, 30(1):40-47.
- [6] Sudha, M.L., Baskaran, V., and Leelavathi, K., 2007. Apple pomace as a source of dietary fiber and polyphenols and its effect on the rheological characteristics and cake making. *Food Chemistry*, 104(2):686–692.
- [7] Zheng, Y., and Li, Y., 2018. Physicochemical and functional properties of coconut (*Cocos nucifera* L) cake dietary fibres: Effects of cellulase hydrolysis, acid treatment and particle size distribution. *Food Chemistry*, 257:135-142.
- [8] Offia-Olua, B.I., and Ekwunife, O.A., 2015. Production and evaluation of the physico-chemical and sensory qualities of mixed fruit leather and cakes produced from apple (*Musa Pumila*), banana (*Musa Sapientum*), pineapple (*Ananas Comosus*). *Nigerian Food Journal*, 33:22-28.
- [9] Moradi, P., Goli, M., and Keramat, J., 2018. The effect of addition of apple fiber on nutritional, physico chemical and sensory properties of sponge cake. *Iranian Journal of Food Science and Technology*, 77: 193-206 [in Persian].
- [10] Salehi, F., and Kashaninazhad, M., 2018. The Effect of replacing carrot powder with wheat flour on viscoelastic properties of sponge cake. *Iranian Journal of Innovation in Food Science and Technology*, 10(2): 103-113 [in Persian].
- [11] Moazzezi, S., Seyyedain, M., and Eyvazzadeh, O., 2015. Improver effect of emulsifier Sodium Stearoyl-2-Lactylate on the rheological properties of dough containing apple pomace. *Iranian Journal of Food Science and Technology*, 12: 97-108 [in Persian].
- [12] Dhingra, D., Michael, M., Rajput, H., and Patil, R.T., 2012. Dietary fibre in foods: a review, *Journal of food science technology*, 49(3):255-266.
- [13] McKee, L.H., and Latner, T.A., 2000. Underutilized sources of dietary fiber: A review, *Plant foods for human nutrition*, 55(4):285-304.
- [14] Wijeratnam, S.W., 2016. Pineapple. *Encyclopedia of Food and Health*, 2016:380-384. DOI: 10.1016/B978-0-12-384947-2.00547-X.

- [26] Ayoubi, A., 2018. The effect of wheat flour replacement with *Elaeagnus angustifolia* powder on quality characteristics of cupcake. Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology, 13(2): 79-88 [in Persian].
- [27] Barbosa-Canovas, G.V., Fontana, A.J., Schmidt, S.J., & Labuza, T.P., 2007. Water activity in foods. Fundamentals and applications.
- [24] Zare, Z., Nouri, L., Fahim Danesh, M., 2016. Investigation of the effect of replacing wheat flour with *Elaeagnus angustifolia* flour on physicochemical and sensory characteristics of olive cake. Iranian Journal of Innovation in Food Science and Technology, 8(2): 53-63 [in Persian].
- [25] Chaiya, B., and Ponsawatmaint, R., 2011. Quality of batter and sponge cake prepared from wheat-topioca flour blends. Kasetsart Journal of National Science, 45: 305-311.

The effect of dried fruit pineapple particle on quality of muffin

Saedi, Z.¹, Karazhyan, R.^{2*}, Mehraban Sang Atash, M.²

1. M.Sc. graduated, Department of Food Science and Technology, ACECR Kashmar Higher Education Institute, Kashmar, Iran
2. Assistant Professor, Department of industrial microbial biotechnology, Iranian Academic Center for Education Culture and Research (ACECR) of Mashhad, Iran.
3. Assistant Professor, Department of food quality and safety, Iranian Academic Center for Education Culture and Research (ACECR) of Mashhad, Iran.

(Received: 2018/12/15 Accepted:2019/12/02)

Pineapple due to nutrients is a desirable option to improve the nutritional value of supplemented products. In this study, due to the increasing importance of production and use of enriched baking products. The effect of size of parts (0.5, 1 and 1.5 cm cubic meters) and the percentage of fruits (10, 12.5 and 15 percent) on the quality of muffin properties were investigated. For this purpose, a completely randomized design was used and the mean of Duncan test was used at 5% level. Increasing the size of parts and percentage of fruit in muffin formulation resulted in decreased specific volume, water activity, pH and fiber and moisture content in the samples compared to the control sample. There was no significant difference between the values of skin color components with control. According to the results of this study, the treatment containing 15% of pineapple fruits with 0.5 cm cubic meters was introduced as the best treatment and had the highest overall acceptance level for consumers. According to the results, the use of pineapple fruit has been effective in improving the physico-chemical and sensory properties of the muffin samples. Sensory evaluation also showed that adding different amounts of pineapple fruit to muffin formulations significantly reduced the texture index, flavor, color and overall acceptance by increasing the replacement percentage of the produced product compared to the control sample.

Key words: Pineapple, Enrichment, Functional, Muffin.

* Corresponding Author E-Mail Address: reza_karazhyan2002@yahoo.com