بررسی ویژگی های فیزیکوشیمیایی و حسی کیک اسفنجی غنی شده با فیبر سیب درختی

پونه مرادی[۱]، محمد گلی[۲]*، جواد کرامت[۳]

۱- کارشناس ارشد باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران
۲- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران
۳- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۵/۱۱/۱۵ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۱/۱۵)

چکیده

با وجود اثرات درمانی متعدد از فیبرهای غذایی، مقدار فیبر موجود در رژیم غذایی به طور کلی پایین تر از میزان توصیه شده می‌باشد. بنابراین، افزایش محتوای فیبر مواد غذایی به ویژه برای کسانی که مصرف بالایی دارند می‌تواند کمبود فیبر در رژیم غذایی را جبران کند. با این حال، این‌کار دشوار به نظر می‌رسد زیرا افزایش فیبر می‌تواند اثرات سوء بر مقبولیت محصول داشته باشد. هدف اصلی از این پژوهش افزودن فیبر سیب درختی به فرمولاسیون کیک اسفنجی و تعیین خواص شیمیایی، فیزیکی و حسی محصول می‌باشد. بنابراین، فیبر در سطوح مختلف ۱۰، ۲۰ و ۳۰٪ (وزنی / وزنی بر اساس آرد) در فرمولاسیون کیک جایگزین آرد شد. افزایش میزان فیبر منجر به افزایش سفتی و حجم کیک گردید. علاوه براین، پوسته و مغز کیک تیره‌تر شد. سختی کیک افزایش یافت درحالی‌که پیوستگی کاهش یافت. همچنین کیک‌های حاوی فیبر خواص حسی قابل قبولی داشتند. در نهایت براساس نتایج حاصل از پذیرش‌کلی که میانگینی از خصوصیات حسی بود، مشخص گردید که نمونه حاوی ۱۰٪ فیبر سیب درختی، بیش‌ترین مقبولیت را در بین داوران چشایی برخوردار بود. و با توجه به نتایج حاصل از سایر آزمون‌ها افزودن فیبر تا سطح ۱۰٪ قابل قبول بود و تفاوت معنی‌داری با نمونه شاهد ایجاد نکرد.

کلید واژگان: کیک، فیبر رژیمی، سیب درختی، خواص فراسودمندی

* مسئول مکاتبات: mgolifood@yahoo.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

۱- مقدمه

در سال‌های اخیر با پیشرفت دانش بشری در زمینه تولید وتکنولوژی صنایع غذایی، تولید مواد غذایی عملگرا[1] یا فراسودمند با تغییر در ساختار اجزای فرآورده‌های غذایی از طریق افزودن ترکیبات سلامت بخش به مواد غذایی و غنی سازی فرآورده‌های غذایی مورد توجه قرار گرفته است [۱]. کیک نوعی شیرینی با بافت و نرمی مخصوص است که مواد اصلی آن آرد، روغن (به استثنای کیک اسفنجی)، شکر و تخم مرغ است. کیک اسفنجی نوعی از کیک است که میزان تخم مرغ آن حداقل ۲۰ درصد وزن بدون مغز بوده و دارای ویژگی‌های مذکور در استاندارد خاص خود است [۲]. فیبرهای رژیمی از جمله ترکیبات مورد استفاده جهت افزایش ارزش تغذیه‌ای محصولات غله‌ای هستند [۳]. در صورتی‌که امروزه مصرف این ترکیبات از میزان توصیه شده آن‌ها کمتر می‌باشد [٤]. محصولات غله‌ای به مقدار زیاد و به صورت روزانه مصرف می‌شود و به همین علت محصولاتی مناسب جهت افزودن فیبر رژیمی و سایر ترکیبات سلامتی بخش می‌باشند. بر اساس تعریفی از ترول[2] فیبر رژیمی شامل بقایای سلول‌های گیاهی است که توسط آنزیم‌های گوارشی انسان قابل هضم نمی‌باشد [۵]. مصرف غذاهای سرشار از فیبر از طریق کاهش چاقی و کم کردن کلسترول خون از ایجاد بیماری‌های قلبی و عروقی جلوگیری می‌کند [٦]. باید به این نکته توجه نمود که غنی سازی محصولات با فیبر علاوه بر تاثیر کیفیت کلی غذا از طریق تغییر در ویژگی‌های فیزیولوژیکی، بر ویژگی‌های حسی محصول نیز تاثیرگذار می‌باشد. از سوی دیگر استفاده از مقادیر مناسب فیبر رژیمی به خصوصیات نگهداری آب و بافت محصول کمک می‌کند [۷]. در سال‌های اخیر تفاله سیب به دلیل ارزش غذایی بالا و قابلیت آن جهت افزودن به مواد غذایی سودمند و نیز امکان استخراج ترکیبات زیستی عملگرا مورد توجه محقیقن قرار گرفته است [۸]. تفاله سیب درختی سرشار از آنتی اکسیدان‌ها و فیبر رژیمی است [۹]. کوهاج و همکاران[3] اثر افزودن سیب در سطوح ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد را بر ویژگی‌های خمیر، خواص فیزیکی و حسی کلوچه مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها گزارش کردند که افزودن فیبر سیب سبب افزایش جذب آب خمیر می‌شود این محققین بیان نمودند که افزایش میزان فیبر سیب منجر به کاهش حجم و کاهش سفتی کلوچه گردید. در این تحقیق نتایج ارزیابی حسی نشان داد که از نظر ارزیاب‌ها فیبر سیب بدلیل طعم و بوی میوه‌ای مطلوب دارای مقبولیت بالایی است [۱۰]. مجذوبی و همکاران[4] به بررسی اثر فیبر جو تجاری بر ویژگی‌های خمیر و کیک اسفنجی پرداختند که در این مطالعه فرمولاسیون کیک فیبر جو بدست آمد که مشاهده شد افزودن فیبر جو به کیک‌ها باعث افزایش چگالی خمیر و استحکام و حجم کیک اسفنجی گردید. به علاوه پوسته و مغز کیک تیره‌تر شد. سختی و چسبندگی کیک افزایش یافت درحالی‌که انسجام و ارتجاع کاهش یافت البته تغییرات نامطلوبی مانند سختی و تیرگی کیک توسط پنلیست ها در سطح ۳۰٪ مشاهده شد درحالی‌که افزودن فیبر جو در سطح کمتر از ۳۰٪ باعث بهبود ویژگی‌های حسی در کیک شد [۱۱]. کیم و همکاران[5] ویژگی‌های فیزیکی – شیمیایی کیک اسفنجی غنی شده با نوعی کاکتوس به نام *opuntia humifusa* را مورد بررسی قرار دادند و مشاهده کردند که وزن مخصوص، انسجام و فنریت کیک حاصل افزایش و سختی و قابلیت جویدن کیک کاهش یافت همچنین میزان رطوبت، خاکستر و فیبر کیک و میزان کربوهیدرات و کالری افزایش، ΔE و b و فاکتورهای a و L کاهش یافت [۱۲]. تا کنون تحقیقی در مورد افزودن فیبر رژیمی سیب درختی بر افزایش ارزش کیفی، حسی و پایداری کیک اسفنجی انجام نشده است. بر این اساس هدف از انجام این پژوهش به کارگیری فیبر سیب درختی در فرمولاسیون کیک اسفنجی و بررسی ویژگی‌های آن می‌باشد.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- مواد اولیه

مواد اولیه پایه کیک مورد استفاده در این تحقیق عبارتند از: آرد نول (۲۹/۸٪)، روغن نباتی مایع آفتابگردان (۱۷/۰۲٪)، شکر سفید

1. Functional Foods
2. Trowell
3. Kohajdava et al
4. Majzoobi et al
5. Kim et al

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

نقش جهان (۲۱/۵٪)، تخم مرغ تلاونگ (۲۱/۵٪)، داتم (۰/۳۵٪)، بیکینگ پودر (۰/٤٪)، وانیل (۰/۱۵٪)، شیر خشک (۰/٦٪)، پودر آب پنیر (۱/۲٪)، آب (۷/٤۸٪).

فیبر تجاری: فیبر سیب درختی از شرکت جی.آر.اس (*JRS*) آلمان با عاملیت شرکت کیمیا دارو خریداری شد.

۲-۲- آماده سازی خمیر کیک

روش مورد استفاده برای تهیه خمیر کیک مطابق روش عطایی (۱۳۹۲)، روش شکر خمیر بود به نحوی که ابتدا شکر و روغن به مدت ده دقیقه به وسیله همزن برقی خانگی (HA-3020 KATOMO) ساخت کشور ژاپن مخلوط می‌شوند سپس تخم مرغ‌ها و بعد از آن همه‌ی مواد پودری الک شده شامل مقادیر مختلف فیبر، افزوده می‌شوند و در آخرین مرحله آب اضافه می‌شود. بعد از آماده‌سازی، خمیر در قالب کیک آبتین ساخت کشور ایران حاوی کاغذ روغنی توزین شد و آماده جهت قرارگیری در فر آبتین ساخت کشور ایران شد تا عمل پخت صورت گرفت. بعد از اتمام زمان پخت قالب حاوی کیک را به مدت ۱ ساعت در دمای محیط قرار داده تا خنک شود و از تعریق نمونه در بسته جلوگیری به عمل آید. در نهایت نمونه‌های کیک در بسته بندی‌های سلوفانی آبتین ساخت کشور ایران پیچیده شده و در دمای محیط نگهداری شد [۱۳].

۲-۳- آزمون‌های فیزیکوشیمیایی

به منظور انجام آزمایشات شیمیایی از مواد شیمیایی مرک[1] آلمان استفاده شد.

مطابق روش حمیدی اصفهانی جهت اندازه گیری مقدار رطوبت نمونه پودر شده از دستگاه ترازوی رطوبت سنج هالوژنی استفاده شد [۱٤]. مقدار پروتئین نمونه پودر شده مطابق روش کلدال انجام پذیرفت [۱۵]. اندازه گیری مقدار چربی نمونه‌ها طبق روش سوکسله اتومات با حلال پترولیوم اتر انجام شد [۱٦]. مقدار خاکستر نمونه پودر شده با استفاده از کوره الکتریکی محاسبه گردید [۱۷]. مقدار فیبر خام نمونه‌ها، به روش کیسه‌ای با دستگاه پکوفود اندازه گیری شد.

[فرمول ۱]

$$\text{درصد فیبر} = \frac{\text{وزن اولیه کیسه} - (\text{وزن کروزه با پک بعد از سوزاندن} - \text{وزن کروزه با پک قبل از سوزاندن})}{\text{وزن نمونه}} \times ۱۰۰$$

جهت اندازه گیری فیبر مغذی از روش امیری استفاده شد [۱۸]. اما با توجه به مشکل صاف شدن نشاسته، اندازه گیری فیبر مغذی از طریق محاسبه انجام گرفت. در این روش ابتدا وزن خمیر هر کیک با توجه به وزن کل خمیر و تعداد کیک بدست آمده محاسبه شد. سپس با توجه به درصد فیبر کیک مقدار فیبر اضافه شده در خمیر هر کیک بدست آمد. که در مرحله بعد با توجه به میزان هر کیک بعد از پخت درصد فیبر کیک محاسبه گردید و با استفاده از مقادیر درصد فیبر محلول و نامحلول در هر نمونه فیبر سیب درختی، مقدار فیبر محلول و نامحلول در کیک محاسبه گردید.

۲-٤- آزمون بافت سنجی

جهت ارزیابی خواص بافتی مطابق روش عطایی از آزمون آنالیز نیمرخ بافت یا (TPA[2])، تست برش و تست پانچ استفاده گردید.

در طی ارزیابی از دستگاه سنجش بافت بروکفیلد (Brookfield CT3) ساخت کشور امریکا، با سرعت ۰/۵ میلی‌متر بر ثانیه، میزان حساسیت ٦/۸ گرم استفاده شد. ابتدا نمونه‌های کیک در ابعاد ۳۰ × ۳٦ × ۳٦ میلی متر روی قسمت مشخص شده دستگاه قرار داده شدند. در این آزمون نیروی فشردگی به میزان ٤۰ درصد روی قطعات کیک طی دو سیکل رفت و برگشت اعمال شد سپس نمودار مربوطه رسم و اطلاعات مربوط به بافت ذخیره گردید. در تست برش نیروی برش به میزان ۱۵ میلی متر اعمال شد این تست جهت ارزیابی مقاومت برشی نمونه‌ها صورت پذیرفت. در تست پانچ نیروی پانچ به میزان ۱۰ میلی متر برای پانچ بافت (مغز) کیک و پوسته کیک روی قطعات کیک اعمال شد. آزمون سوراخ کردن یا نفوذ سنجی به عنوان شاخص سفتی، سختی و یا سایر خواص بافتی ماده غذایی معرفی می‌گردد [۱۳].

1. Merck

2. Texture Profile Analysis

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

۲-۵- اندازه گیری تخلخل بافت

اندازه گیری تخلخل مطابق روش مرتضوی نژاد با ایجاد برشی از کیک به ابعاد ۲۰×۲۰ میلی متر تهیه گردید. نمونه‌ها توسط اسکنر مدل Hp M 1530 MFP با وضوح dpi 1200 اسکن شده و تصاویر در اختیار نرم افزار Image j ورژن r1/46 قرار گرفت. در نهایت در قسمت analyze particle، اندازه میانگین، تعداد حفرات در یک مقیاس مشخص و درصد تخلخل کیک محاسبه گردید[۱۹].

۲-٦- ارزیابی رنگ

ارزیابی رنگ مطابق روش ساریکبان ایلماز به وسیله دستگاه هانترلب در مورد مغز و پوسته انجام گرفت و مقادیر L* (میزان روشنایی[1])، a* (میزان تمایل به رنگ قرمز[2]) و b* (میزان تمایل به رنگ زرد[3]) اندازه گیری شد. دیگر پارامترها نظیر ΔE (تغییر رنگ کلی) و BI (اندیس قهوه‌ای شدن[4]) با استفاده از سه پارامتر اصلی (L*، a* ، b*) تعیین گردید[۲۰].

[فرمول ۲]

$$\Delta E = \sqrt{(L_s - L^*)^2 + (a_s - a^*)^2 + (b_s - b^*)^2}$$

[فرمول ۳]

$$x = \frac{(a + 1.75L)}{(5.645L + a - 3.012b)}$$

[فرمول ٤]

$$BI = \frac{[100(x - 0.31)]}{0.17}$$

حروف ستاره دار مربوط به تیمار شاهد و حروف اندیس دار مربوط به تیمارهای مختلف است.

۲-۷- ارزیابی حسی

ارزیابی خواص حسی کیک‌ها با استفاده از آزمون هدونیک ۵ نقطه ای صورت گرفت. در این آزمون فاکتورهای بافت، طعم، پس طعم، رنگ، بو، پذیرش کلی به طور جداگانه در مورد کیک‌های ۵۰ (گرمی) شاهد و کیک‌های با فیبر سیب درختی در ۳ سطح ۱۰٪، ۲۰٪ و ۳۰٪ در روز اول تولید مورد بررسی قرار گرفت. به منظور افزایش دقت چشایی بین نمونه‌های مورد آزمون از آب استفاده شد. پس از انجام آزمایشات حسی از هریک از فرمول‌ها بهترین فرمولاسیون انتخاب شد و به همراه نمونه‌ی شاهد در بسته بندی‌سلوفانی آبتین ساخت کشور ایران پیچیده شد و به مدت ٤۰ روز در دمای اتاق انبارداری گردید و در طی انبارداری آزمایشات اندازه درصد رطوبت، خواص فیزیکی(TPA) و حسی در فواصل هر ۱۰ روز انجام گرفت.

۲-۸- طرح‌های آزمایش و آماری

در این تحقیق به منظور مقایسه تاثیر جایگزینی فیبر سیب درختی در چهار سطح (۰، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد) جایگزین آرد گندم در کیک به صورت طرح کاملا تصادفی استفاده شد. نتایج و تجزیه و تحلیل آماری ارزیابی کیک‌ها به کمک نرم افزار SPSS، ANOVA آنالیز واریانس گردید و میانگین‌ها با آزمون Duncan در سطح احتمال ۹۵٪ مقایسه گردیدند، رسم نمودارها نیز به کمک نرم افزار Excel انجام شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی کیک‌های اسفنجی

بر اساس آزمون‌های شیمیایی انجام شده بر روی نمونه‌های کیک و با توجه به جدول (۱)، نتایج آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد تاثیر افزایش جایگزینی فیبر سیب درختی به جای آرد گندم موجب افزایش معنی‌دار درصد خاکستر (در سطح ۳۰٪)، فیبر خام (در سطح ۲۰ و ۳۰٪)، رطوبت و فیبر مغذی نمونه‌های حاوی فیبر در مقایسه با نمونه شاهد می‌شود و بر محتوی چربی و پروتئین محصول نهایی بی‌تاثیر بوده است به‌طوریکه در سطح احتمال ۰/۰۵٪ بین نمونه‌های حاوی فیبر سیب درختی و نمونه شاهد تفاوت آماری معنی‌داری وجود ندارد. اما از سوی دیگر شاهد افزایش معنی‌دار میزان فیبر خام و فیبر مغذی نمونه‌های حاوی فیبر به ازای افزایش درصد جایگزینی فیبر می‌باشیم (P<۰/۰۵). بر اساس آزمون رطوبت انجام شده در طی زمان بر روی نمونه‌های کیک و با توجه به جدول (۲)، نتایج آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد افزودن فیبر سیب درختی به جای آرد گندم موجب افزایش رطوبت فرمولاسیون حاوی فیبر سیب در

1. Lightness
2. Redness
3. Yellowness
4. Browning Index

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

روز ٤٠ نسبت به روز صفر گردید قابل ذکر است کاهش معنی‌دار رطوبت در نمونه شاهد در روز ٤٠ نگهداری نسبت به روز صفر مشاهده گردید.

Table 1 Compare the average chemical characteristics of sponge cake under different levels of apple fibre (%)

30	20	10	0	Apple fiber%
15.01±0.01[a]	15.66±0.35[a]	15.14±0.01[a]	14.22± 0.02 [b]	Moisture (%)
2.72±0.22[a]	1.75±0.25[b]	1.67±0.17[b]	1.07±0.07[b]	Ash (%)
22.91±0.25[a]	22.93±0.60[a]	22.83±0.17[a]	23.16±0.16[a]	Fat (%)
12.50±0.03[a]	12.31±0.12[a]	12.57±0.10[a]	12.51±0.12[a]	Protein (%)
3.02±0.04[a]	2.28±0.07[b]	1.45±0.024[c]	1.40±0.01[c]	Crude fibre (%)
0.65±0.02[a]	0.40±0.01[b]	0.14±0.01[c]	0.5±0.01[d]	Dietary fibre (%)

Values are means of average ± standard deviation. values in the each row with the same superscript are significantly different (p<0.05)

Table 2 Compare the average effect of apple fibre on moisture content of sponge cake during 40 days stored

Time (Day)					Apple fibre%
40	30	20	10	0	
11.56±0.44[b]	13.97±0.03[a]	13.81±0.18[a]	14.17±0.17[a]	14.22±0.02[a]	0
13.56±0.23[a]	12.79±0.13[b]	12.63±0.26[b]	12.59±0.23[b]	12.38±0.22[b]	10

Values are means of average ± standard deviation. values in the each row with the same superscript are significantly different (p<0.05)

در کلیه روزها به جز روز ٤٠ ماندگاری رطوبت نمونه حاوی فیبر به طور معنی‌داری کمتر از نمونه شاهد بود (P<۰/۰۵). ماری ایزابل و اولگا[1] (۱۹۹۹) گزارش کردند در محصولات حاوی فیبر در هنگام پخت، مقداری آب از ماتریکس ماده غذایی آزاد می‌شود و به وسیله فیبر موجود در محصول که دارای ظرفیت نگهداری آب بالایی است جذب می‌گردد.[۲۱]. راسل و همکاران[2] (۲۰۰۱) گزارش کردند که افزایش جذب آب فیبرها به دلیل گروه‌های هیدروکسیل موجود در آن‌هاست که از طریق باندهای هیدروژنی واکنش متقابل با آب را افزایش می‌دهند [۲۲]. آنیل[3] (۲۰۰۷) تاثیر فندق را به عنوان منبعی از فیبر بر خصوصیات رئولوژیک خمیر و پخت نان بررسی نمود. با افزودن فندق، درصد جذب آب خمیر به طور معنی‌داری افزایش یافت [۲۳]. لازاریدو و همکاران[4] (۲۰۰۷) تاثیر استفاده از فیبرهای هیدروکلوئیدی را در نان بررسی کردند. آن‌ها نیز به این نتیجه رسیدند که با افزودن فیبرها به آرد، به دلیل طبیعت هیدروفیلیک این پلیمرها، میزان جذب آب افزایش می‌یابد [٢٤]. با توجه به آنالیز فیبرهای مختلف که توسط فروغی و همکاران(۱۳۹۱) و نیز عظیمی و همکاران(۱۳۹۲) انجام پذیرفته است، فیبرهای رژیمی عمدتا فاقد چربی و پروتئین بوده و درصد خاکستر بین ۲ تا ٤٪ می‌باشند که با توجه به میزان خاکستر پایین کیک اسفنجی شاهد (۱/۰۷٪) افزودن فیبر رژیمی به فرمولاسیون این محصول می‌تواند تحت تاثیر قرار بگیرد [۲۵ ، ۲٦]. نتایج این تحقیق مشابه نتایج ال شرنوبی و همکاران[5] (۲۰۱۲) می باشد که اثر افزودن فیبر گندم و پالم را بر خواص شیمایی نان مورد مطالعه قرار دادند [۲۷].طبق نتایج گزارش شده توسط کوهاج و همکاران (۲۰۱۱) بالا بودن میزان خاکستر فیبر نشان دهنده وجود املاح فراوان در این ترکیبات می‌باشد [۱۰]. کیم و همکاران (۲۰۱۲) با افزودن فیبر

1. Maria-Isabel- Olga
2. Rosell et al
3. Anil
4. Lazaridou
5. El-Sharnouby et al

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

انجیر هندی میزان فیبر محلول و نامحلول کیک اسفنجی را افزایش دادند [۱۲]. آلمیدا و همکاران[1] (۲۰۱۳) افزایش رطوبت نان را در اثر افزودن انواع مختلف فیبر تایید نمودند [۲۸].

۳-۲- تاثیر جایگزینی فیبر سیب درختی بر ارزیابی رنگ کیک‌های اسفنجی

با توجه به جدول (۳)، نتایج آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد با افزایش درصد جایگزینی فیبر سیب درختی به‌جای آرد گندم، طی آزمون ارزیابی رنگ پوسته نمونه‌های کیک، اندیس رنگ L و a به طور معنی‌داری نسبت به نمونه شاهد کاهش یافته است همچنین شاهد افزایش معنی‌دار اندیس رنگ BI با افزایش درصد جایگزینی نسبت به نمونه شاهد و افزایش اندیسΔE با افزایش درصد جایگزینی بودیم اما این افزایش بر روی اندیس رنگ b پوسته محصول تولیدی تاثیر معنی‌داری نداشت. افزودن مقادیر مختلف فیبر سیب درختی به‌جای آرد گندم، طی آزمون ارزیابی رنگ مغز نمونه‌های کیک موجب کاهش معنی‌دار اندیس رنگ L و همچنین افزایش معنی دار اندیس رنگ a و b با افزایش درصد جایگزینی نسبت به نمونه شاهد گردید و بر روی اندیس رنگ BI مغز محصول تولیدی تاثیر معنی داری نداشت. اندیس رنگ L با افزایش درصد جایگزینی به طور معنی داری کاهش یافت و اندیس رنگ a، b و ΔE با افزایش درصد جایگزینی به طور معنی داری افزایش یافت ($P<۰/۰۵$). طبق نتایج شکرالهی و همکاران (۱۳۹٤) رنگ محصول از مهمترین فاکتورهای پذیرش محصولات فیبردار می باشد. عوامل زیادی بر روی رنگ این محصولات تاثیر گذار می‌باشد. فیبرهای با رنگ روشن تر (مانند فیبر مغز هسته و نواحی داخلی گیاهان) رنگ روشن تری داشته و عمدتا برای محصولات نانوایی کاربرد دارند [۲۹]. راسل و همکاران (۲۰۰۹) فاکتور روشنایی را برای ۱۱ فیبر تجاری بررسی کردند که از این تعداد ۱۰ عدد از آن‌ها در محدوده ۸۸/۵ – ۸۰/۵۵ بودند [۳۰].رنگ پوسته کیک از واکنش مایلارد تاثیر می‌پذیرد. این واکنش تحت تاثیر pH و رطوبت می‌باشد. فیبر به عنوان بافر عمل کرده و از کاهش pH محیط در پی انجام این واکنش جلوگیری کرده، همچنین به علت جاذب الرطوبه بودن، رطوبت در حد مناسبی جهت این واکنش موجود بوده و میزان انجام این واکنش در حد بالایی باقی مانده که باعث تیره‌تر شدن رنگ کیک شده است [۳۱]. طبق تحقیقات گولارت و همکاران[2] (۲۰۱۲) به طور کلی در پوسته کیک به علت آنکه دمای سطح کیک به ۱۵۰ درجه سلسیوس می‌رسد، تغییر رنگ حاصل بیشتر ناشی از واکنش‌های مایلارد و کاراملیزاسیون است که منجر به تولید رنگ قهوه ای تا سیاه و افزایش شاخص قهوه‌ای شدن می‌گردد اما در مغز و بافت داخلی کیک که معمولا دما به ۱۰۰ درجه سلسیوس نمی‌رسد بنابراین تغییر رنگ با شدت کمتری انجام پذیرفته و عمدتا تحت تاثیر فرمولاسیون و مواد تشکیل دهنده کیک است از این رو به خاطر شدت کمتر فرایند قهوه‌ای شدن در مغز کیک، تغییر رنگ ایجاد شده به صورت رنگ زرد است که معنی‌دار شدن اندیس رنگ b مغز کیک گواه این موضوع می‌باشد [۳۲]. بر طبق نتایج گومز و همکاران[3] (۲۰۰۳) افزودن انواع مختلف فیبر به نان، موجب افزایش معنی‌دار تغییرات کلی رنگ (اندیس ΔE) پوسته و مغز محصول نسبت به نمونه شاهد می‌گردد [۳۳]. سودها و همکاران[4] (۲۰۰۷) گزارش نمودند در اثر افزودن فیبر به بیسکویت، روشنایی محصول کاهش یافته و در مقابل تغییرات کلی رنگ (اندیس ΔE) افزایش معنی‌داری می یابد [۹]. این نتایج مشابه نتایج بدست آمده توسط مارتینز- سرورا[5] و همکاران (۲۰۱۱) می‌باشد که بیان کردند با افزایش غلظت فیبر کاکائو در فرمول مافین اندیس روشنی کاهش می‌یابد [۳٤].

1. Gularte et al
2. Gómez et al
3. Sudha et al
4. Martinez et al
5. Almeida et al

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

Table 3 Compare the average on color of crust and crumb of sponge cake under different levels of apple fibre

Apple fibre (%)	0	10	20	30
L*	41.18±0.08[a]	31.18±0.08[b]	29.41±0.37[c]	29.18±0.10[c]
a*	18.09±0.54[a]	21.29±0.11[b]	8.89±0.13[c]	8.58±0.06[c]
b*	13.43±0.01[a]	13.30±0.17[a]	13.26±0.03[a]	13.18±0.16[a]
E Δ	-	10.37±0.17[b]	14.10±0.38[a]	14.46±0.05[a]
BI	91.00±0.01[b]	91.97±0.01[a]	91.95±0.01[a]	91.94±0.01[a]
L*	72.38±0.32[a]	52.12±0.10[b]	43.64±0.24[c]	40.30±0.360[d]
a*	-1.06±0.05[d]	4.52±0.02[c]	5.71±0.07[b]	6.48±0.04[a]
b*	13.29±0.03[d]	15.80±0.10[c]	16.29±0.03[b]	17.70±0.01[a]
E Δ	-	21.78±0.09[c]	29.99±0.25[b]	33.36±0.35[a]
BI	71.19±0.03[a]	71.17±0.01[a]	71.17±0.02[a]	71.18±0.01[a]

Values are means of average ± standard deviation. values in the each row with the same superscript are significantly different ($p<0.05$)

۳-۳- تاثیر جایگزینی فیبر سیب درختی بر ویژگی‌های بافت سنجی نمونه‌های کیک اسفنجی

با توجه به جدول (٤)، نتایج آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد با افزایش درصد جایگزینی فیبر سیب درختی بجای آرد گندم، طی آزمون تجزیه نیم رخ بافت، سختی بافت نمونه‌های کیک افزایش یافته و به طور کلی با افزایش سطح فیبر مورد استفاده در محصول، سختی بافت تمامی نمونه ها نسبت به نمونه شاهد افزایش می یابد که این میزان افزایش از نظر آماری معنی‌دار بوده است. با افزایش درصد جایگزینی فیبر سیب درختی بجای آرد گندم طی آزمون نفوذ، سختی بافت نمونه‌های کیک اسفنجی افزایش یافته و به طور کلی سختی بافت تمامی نمونه ها نسبت به نمونه شاهد افزایش می یابد که این میزان افزایش از نظر آماری معنی‌دار بوده است و سختی نمونه‌های ۱۰ و ۳۰٪ سیب در طی آزمون برش به طور معنی‌دار بیشتر از نمونه شاهد بود.

Table 4 Compare the average on textural properties of sponge cake under different levels of apple fibre

Apple fibre%	Hardness (g)			Cohesiveness	Springiness (mm)
	TPA (g)	Cut (g)	Punch (g)		
0	716.5 ±3.54[d]	258.00 ±31.82[c]	121.50 ±10.61[c]	10.04 ±0.40[a]	0.50 ±0.09[a]
10	1194.7 ±308.6[c]	382.50 ±26.16[b]	174.75 ±6.72[b]	9.51 ±0.77[a]	0.49 ±0.01[a]
20	1823.0 ±33.23[b]	288.50 ±14.14[c]	208.50 ±16.26[b]	9. 49 ±0.09[a]	0.38 ±0.01[ab]
30	3299.0 ±132.23[a]	617.25 ±35.71[a]	317.25 ±15.20[a]	9.23 ±0.03[a]	0.32 ±0.06[b]

Values are means of average ± standard deviation. values in the each row with the same superscript are significantly different ($p<0.05$)

و همچنین شاهد کاهش دو پارامتر پیوستگی و قابلیت ارتجاعیت بافت نمونه‌های کیک به ازای افزایش درصد جایگزینی فیبر سیب درختی به جای آرد گندم بودیم که این کاهش پیوستگی در سطح ۳۰٪ جایگزینی نسبت به نمونه شاهد معنی‌دار بود. نمونه ۱۰٪ فیبر سیب درختی همانند نمونه شاهد دارای بیش‌ترین مقدار از نظر ویژگی پیوستگی بودند (P<۰/۰۵). نتایج آنالیز واریانس اثر زمان نگهداری بر سختی کیک در آزمون تجزیه نیم رخ بافت در جدول (۵)، نشان داد که سختی نمونه شاهد با گذشت زمان نگهداری نسبت به روز صفر به طور معنی‌دار افزایش یافت. در تمامی روزها سختی نمونه حاوی فیبر سیب بیشتر از نمونه شاهد بود که این افزایش در کلیه روزها به جز روز ۲۰ معنی دار بود. بیشترین میزان سختی مربوط به تیمار حاوی فیبر سیب در روز ٤۰ ماندگاری و کمترین میزان سختی مربوط به تیمار شاهد در روز صفر بود. قابل ذکر است به طور کلی با افزایش زمان نگهداری سختی نمونه شاهد افزایش یافت و سختی نمونه حاوی فیبر ابتدا کاهش و سپس افزایش یافت. در تست برش با گذشت زمان سختی تیمارهای حاوی فیبر نسبت به روز صفر به طور معنی‌دار کاهش یافت و سختی تیمارهای شاهد در ابتدا

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

کاهش و سپس افزایش یافت. در تمامی روزهای ماندگاری به جز روز۴۰ سختی شاهد کمتر از تیمارهای حاوی فیبر بود که این میزان به جز در روز ۳۰ از نظر آماری معنی‌دار بود. بیشترین سختی مربوط به تیمار سیب در روز صفر و کمترین میزان سختی مربوط به شاهد در روز ۲۰ ماندگاری بود . در تست نفوذ با گذشت زمان سختی نمونه‌های شاهد و سیب به طور معنی‌داری نسبت به روز صفر افزایش پیدا می‌کنند. در تمامی روزها سختی نمونه‌های سیب به طور معنی‌داری بیشتر از شاهد بوده است. سطح ۱۰٪ فیبر سیب در روز ۴۰ دارای بیش‌ترین میزان سختی در تست نفوذ بود. همچنین کمترین میزان این ویژگی مربوط به تیمار شاهد در روز صفر بود. قابل ذکر است به طور کلی با افزایش زمان نگهداری محصول، سختی نمونه شاهد افزایش یافت. با گذشت زمان پیوستگی تمام نمونه‌ها به طور معنی‌داری نسبت به روز صفر کاهش می‌یابد. در روز صفر، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ پیوستگی نمونه‌های حاوی فیبر به طور معنی‌داری کمتر از نمونه شاهد بود. تیمار شاهد در روز صفر دارای بیش‌ترین میزان پیوستگی بود. پیوستگی نمونه شاهد با گذشت زمان نگهداری کاهش یافت. و همچنین با گذشت زمان، فنریت نمونه فیبر سیب درختی به طور معنی‌داری نسبت به روز صفر کاهش می‌یابد. در روزهای ۲۰، ۳۰ و۴۰ ارتجاعیت نمونه شاهد به طور معنی‌داری نسبت به روز صفر کاهش می‌یابد و در طی این سه زمان فنریت تمامی نمونه‌های حاوی فیبر به طور معنی‌داری کمتر از نمونه شاهد بود (P<۰/۰۵).

Table 5 Compare the average effect of apple fibre on textural properties of sponge cake during 40 days stored

Apple fibre%	Time(Day)	Hardness (g)			Cohesiveness	Springiness (mm)
		TPA (g)	Cut (g)	Punch (g)		
0	0	587.8±25.10^{g}	229.8±25.81^{de}	90.5±7.07^{f}	0.51±0.05^{a}	12.51±0.19^{a}
10		1244.3±33.5^{b}	348.0±0.71^{a}	144.5±5.66^{de}	0.40±0.03^{b}	12.73±0.23^{a}
0	10	752.3±7.42^{f}	173.3±1.77^{fg}	123.5±4.95^{e}	0.37±0.03^{bc}	12.12±0.01^{ab}
10		920.0±25.46^{d}	281.5±6.36^{bc}	183.8±6.72^{abc}	0.29±0.06^{d}	11.35±0.28^{bc}
0	20	793.8±92.28^{ef}	146.0±2.83^{g}	129.0±24.75^{e}	0.32±0.00^{cd}	10.95±0.35^{c}
10		870.5±6.36^{de}	294.8±17.32^{b}	198.8±12.37^{ab}	0.15±0.01^{f}	8.75±0.03^{d}
0	30	779.0±32.53^{ef}	206.5±27.58^{ef}	142.0±13.44^{de}	0.26±0.04^{de}	10.88±0.14^{c}
10		1055.3±47.7^{c}	242.3±16.62^{de}	174.8±11.67^{bc}	0.16±0.01^{f}	9.14±0.89^{d}
0	40	965.0±23.33^{cd}	251.8±18.74^{cd}	160.0±12.73^{cd}	0.21±0.01^{ef}	10.79±0.23^{c}
10		1402.8±76.7^{a}	257.0±10.61^{cd}	211.0±0.71^{a}	0.21±0.02^{ef}	9.37±0.18^{d}

Values are means of average ± standard deviation. values in the each row with the same superscript are significantly different (p<0.05)

مطابق نتایج لی و همکاران[1] (۲۰۰۵) به طور کلی فاکتور سختی تلفیقی از میزان مقاومت مغز و پوسته در اثر فشردگی است. از طرف دیگر استحکام کیک ارتباط مستقیمی با دانسیته و ارتباط غیر مستقیمی با حجم کیک دارد به‌طوریکه هر چه دانسیته افزایش یابد، استحکام و مقاومت کیک نیز بیشتر می‌شود و بنابراین میزان سختی نیز افزایش می‌یابد. واگشتگی (رتروگراداسیون) محصولات قنادی بلافاصله پس از اتمام پخت و شروع سرد کردن محصول اتفاق می‌افتد. واگشتگی وابسته به فرمولاسیون محصول، فرآیند تولید و شرایط نگهداری است.تاثیر بیاتی در محصولات قنادی شامل تغییرات در بافت، پوسته، مغز، از دست دادن رطوبت و عطر و طعم می‌باشد. در طی بیاتی مولکول‌های نشاسته به شدت به یکدیگر می‌پیوندند و سبب بیرون راندن آب از شبکه می‌گردند. علت افزایش سختی را می‌توان به رتروگراداسیون نشاسته در طول دوره نگهداری نسبت داد که با افزایش میزان بیاتی، سختی نیز افزایش می‌یابد. همچنین با افزایش میزان اجزای خشک خمیر، محصولی متراکم‌تر و

1. Lee et al

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

غلیظتر تولید می‌شود [۳۵]. همچنین طبق تحقیقات گومز و همکاران (۲۰۱۱) طی بررسی سختی بافت با آزمون برش در طی دوره نگهداری، میزان سختی تمامی نمونه‌ها (شاهد و فرموله شده) ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد که این موضوع می‌تواند به دلیل از بین رفتن انسجام دیواره منافذ بافت و انتقال رطوبت از شبکه پروتئینی به شبکه نشاسته‌ای باشد. از طرف دیگر در بررسی سختی بافت با آزمون نفوذ در طی دوره نگهداری، مشاهده می‌شود که میزان سختی تمامی نمونه‌ها (شاهد و فرموله شده) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد که این موضوع می‌تواند به دلیل خروج رطوبت در ابتدا و سپس تضعیف شبکه گلوتنی باشد [۳۶]. بر طبق نتایج صالحی فر و فدایی نوغانی (۱۳۹۲) با افزودن فیبر رژیمی به عنوان یک جز فراسودمند به نان، حجم محصول کاهش و سفتی آن افزایش می یابد [۳۷]. سودها و همکاران (۲۰۰۷) گزارش نمودند با افزایش درصد فیبرهای مختلف در فرمولاسیون بیسکویت، سفتی بافت بیسکویت افزایش معنی‌داری می یابد [۹]. گومز و همکاران (۲۰۰۸) اعلام نمودند که در اثر افزودن فیبر آرد نخودچی سفتی کیک تولیدی افزایش می یابد [۳۸]. کیم و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که به طور کلی فاکتور پیوستگی و ارتجاعیت بافت به مقاومت داخلی ساختار ماده غذایی بستگی دارد. کاهش این فاکتور می‌تواند به علت ضعیف شدن شبکه گلوتنی باشد[۱۲]. کاون[1](۲۰۰۳) گزارش داد در طول زمان نگهداری، این شبکه رفته رفته ضعیف می‌شود و مقاومت داخلی ساختار کیک کاهش یافته و به دنبال آن پیوستگی و ارتجاعیت بافت کیک نیز افت می‌کند [۳۹]. این نتایج مشابه نتایج گومز و همکاران (۲۰۰۸) می باشد که اثر فیبر آرد نخودچی را بر روی پیوستگی و ارتجاعیت کیک مورد بررسی قرار دادند [۳۸].

1. Kweon et al

۳-٤- تاثیر جایگزینی فیبر سیب درختی بر تخلخل کیک های اسفنجی

با توجه به جدول (٦)، آنالیز واریانس داده ها نشان داد که با افزایش درصد جایگزینی، تخلخل تمامی نمونه‌ها نسبت به شاهد به طور معنی‌دار کاهش یافته است. و با افزایش درصد جایگزینی فیبر سیب درختی به جای آرد گندم سایز حفرات تمامی نمونه‌ها نسبت به شاهد به طور معنی‌داری کاهش یافته است. همچنین با افزایش درصد جایگزینی تراکم حفرات تمامی نمونه ها به طور معنی‌دار بیشتر از شاهد بود ($P<۰/۰۵$). مطابق نتایج شکرالهی و همکاران(۱۳۹٤) تخلخل محصولات فیبری عمدتا به عواملی مانند اندازه ذرات، شکل و ترکیبات شیمیایی فیبرهای مورد استفاده وابسته می باشد [۲۹]. هینان و همکاران[2](۲۰۱۰) گزارش کردند که طبق نتایج سختی بدست آمده فیبرهای اضافه شده تاثیر معنی‌داری بر روی شاخص‌های تخلخل کیک فرموله شده می‌گذارند. بر طبق نتایج، تخلخل تمامی نمونه‌ها با افزایش سطح فیبر کاهش می‌یابد که متعاقبا این موضوع باعث افزایش سختی کیک می‌شود که داده‌های سختی کیک در آزمون‌های مختلف این نتایج را تایید می‌نماید. همچنین قابل انتظار است که با کاهش تخلخل کیک، میانگین سایز حفرات کاهش و تراکم حفرات افزایش یابد که این نتایج در این تحقیق مشاهده می‌گردد [٤۰] . کیم و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که کاهش تخلخل از طرفی منجر به کاهش پیوستگی بافت کیک می‌گردد. همچنین ارتجاعیت کیک رابطه مستقیمی با حفرات هوای داخل کیک دارد که متعاقب با کم شدن حفرات و تخلخل، ارتجاعیت محصول نیز کاهش می‌یابد [۱۲]. نتایج گومز و همکاران (۲۰۰۳) و همچنین پومرانز و همکاران[3] (۱۹۷۷) مشابه نتایج این تحقیق است که کاهش تخلخل و حجم مخصوص نان را در اثر افزودن انواع مختلف فیبر گزارش نمودند [۳۳ و ٤۱]. آلمیدا و همکاران (۲۰۱۳) کاهش حجم مخصوص و تخلخل نان را در اثر افزودن فیبر سبوس گندم، فیبر صمغ دانه لوکاست، فیبر گرانوله ذرت و فیبر نشاسته مقاوم به حرارت تایید نمودند [۲۸].

1. Heenana et al
2. Pomeranz et al

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

Table 6 Compare the average on prosity of sponge cake under different levels of apple fibre

Apple fibre%	Cell Density (Number of cavities in square milimeters)	Average Size (mm)	Area (%)
0	21.984 ±2.32[a]	0.052 ±0.011[a]	3.26 ±0.01[d]
10	19.648 ±0.68[bc]	0.044 ±0.008[b]	3.68 ±0.55[c]
20	17.483 ±1.04[dc]	0.039 ±0.015[c]	4.61 ±0.45[b]
30	15.670 ±1.25[ef]	0.028 ±0.001[de]	6.02 ±0.23[a]

Values are means of average ± standard deviation. values in the each row with the same superscript are significantly different (p<0.05)

۳-۵- تاثیر جایگزینی فیبر سیب درختی بر ارزیابی حسی نمونه‌های کیک اسفنجی

بر اساس ارزیابی حسی انجام شده بر روی نمونه های کیک و با توجه به جدول (۷)، نتایج آنالیز واریانس داده ها نشان داد افزودن مقادیر مختلف فیبر سیب درختی به فرمولاسیون کیک اسفنجی موجب کاهش معنی دار شاخص بافت، طعم، رنگ و پذیرش کلی با افزایش درصد جایگزینی محصول تولیدی نسبت به نمونه شاهد می گردد و شاخص پس طعم و بو با افزایش درصد جایگزینی نسبت به شاهد کاهش یافته است که این کاهش در سطح جایگزینی ۲۰ و ۳۰٪ نسبت به شاهد معنی دار بوده است. شاخص پس طعم با افزایش درصد جایگزینی فیبر کاهش یافت(P<۰/۰۵). بر اساس ارزیابی حسی انجام شده در طی زمان بر روی نمونه های کیک و با توجه به جدول (۸)، نتایج آنالیز واریانس داده ها نشان داد کیک اسفنجی شاهد (در روز ٤۰) دچار افت معنی‌دار در شاخص بافت نسبت به روز صفر شد اما گذشت زمان تاثیر معنی‌داری بر روی شاخص بافت محصولات تولیدی حاوی ۱۰٪ فیبر سیب درختی نداشت. در روز ٤۰ ماندگاری بافت نمونه‌حاوی فیبر سیب درختی به طور معنی‌داری بیشتر از نمونه شاهد بود. کیک اسفنجی حاوی فیبر سیب درختی در روز ۱۰ ماندگاری دچار افت معنی‌دار در شاخص طعم نسبت به روز صفر گشت. اما گذشت زمان تاثیر معنی‌داری بر طعم تیمار شاهد نداشت. در روز ۱۰ میزان طعم فیبر سیب درختی به طور معنی‌داری کمتر از نمونه شاهد بود. و گذشت زمان تاثیر معنی‌داری بر روی شاخص پس طعم محصولات تولیدی حاوی ۱۰٪ فیبر سیب درختی و همچنین محصول شاهد نداشت. در روزهای ۱۰ و ۲۰ ماندگاری تیمارهای حاوی فیبر سیب درختی باعث کاهش معنی‌دار شاخص رنگ نسبت به تیمار شاهد شدند. گذشت زمان تاثیر معنی‌داری بر روی شاخص رنگ، بو و پذیرش کلی کلیه محصولات تولیدی نداشت (P<۰/۰۵). بر طبق نتایج سودها و همکاران (۲۰۰۷) با افزایش درصد فیبرهای مختلف (گندم، برنج، جو و جو دوسر) در فرمولاسیون بیسکویت، مطلوبیت کلی بیسکویت رژیمی تولید شده کاهش معنی‌داری می یابد [۹]. گومز و همکاران (۲۰۰۳) نیز نتایج مشابهی را برای کاهش مطلوبیت نان‌های حاوی انواع مختلف فیبر رژیمی نسبت به نمونه شاهد گزارش نمودند [۳۳].

Table 7 Compare the average on sensory properties of sponge cake under different levels of apple fibre (rating out of 5)

30	20	10	0	Apple fiber%
2.14±0.30[b]	2.78±0.41[b]	2.71±0.50[b]	4.85±0.09[a]	Texture
3.35±0.30[b]	2.50±0.52[b]	3.35±0.36[b]	4.71±0.15[a]	Flavor
2.21±0.45[c]	2.92±0.34[bc]	3.85±0.41[ab]	4.64±0.21[a]	After taste
2.35±0.28[c]	2.35±0.43[c]	3.71±0.42[b]	4.71±0.15[a]	Color
2.07±0.36[b]	2.71±0.58[b]	3.85±0.40[ab]	4.50±0.23[a]	Odor
2.85±0.21[b]	2.57±0.51[b]	3.42±0.31[b]	4.85±0.14[a]	Overall acceptance

Values are means of average ± standard deviation. values in the each row with the same superscript are significantly different (p<0.05)

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

Table 8 Compare the average effect of apple fibre on sensory properties of sponge cake during 40 days stored (rating out of 5)

Apple fiber%	Time(Day)	Texture	Flavor	After taste	Color	Odor	Overall acceptance
0	0	3.92±0.28[a]	4.50±0.15[a]	3.64±0.32[a]	4.07±0.18[a]	3.92±0.26[a]	4.64±0.50[a]
10		3.57±0.38[a]	3.35±0.36[a]	2.92±0.37[a]	3.35±0.39[ab]	3.71±0.27[a]	3.64±0.32[a]
0	10	4.57±0.15[a]	3.50±0.36[a]	4.28±0.23[a]	4.21±0.24[a]	4.21±0.27[a]	4.07±0.15[a]
10		3.78±0.21[a]	2.92±0.39[b]	3.07±0.36[a]	2.64±0.45[b]	3.42±0.43[a]	3.50±0.51[ab]
0	20	4.21±0.32[a]	4.35±0.27[a]	4.07±0.39[a]	4.71±0.15[a]	4.28 ±0.21[a]	4.00±0.34[a]
10		3.71±0.31[a]	3.07±0.31[ab]	2.85±0.45[a]	3.14±0.42[b]	3.42±0.40[a]	3.64±0.39[a]
0	30	3.92±0.26[a]	3.57±0.38[a]	3.64±0.36[a]	4.64±0.11[a]	4.00±0.32[a]	4.00±0.28[a]
10		2.78±0.39[a]	3.71±0.33[a]	3.64±0.27[a]	3.35±0.45[ab]	4.35±0.19[a]	3.28±0.32[ab]
0	40	2.78±0.44[b]	3.35±0.41[a]	3.35±0.41[a]	4.64±0.11[a]	3.35±0.51[a]	3.64±0.32[a]
10		3.00±0.39[a]	3.14±0.34[a]	3.14±0.41[a]	3.50±0.36[ab]	4.28±0.28[a]	3.70±0.41[a]

Values are means of average ± standard deviation. values in the each row with the same superscript are significantly different ($p<0.05$)

٤- نتیجه گیری

با توجه به نتایج بدست آمده در این پژوهش جایگزینی فیبر سیب درختی بجای آرد گندم در فرمولاسیون کیک اسفنجی سبب افزایش خاکستر، فیبر خام، فیبر مغذی، رنگ محصول و تراکم حفرات نمونه‌های تولید شده گردید. همچنین میزان رطوبت و نیز سختی بافت در آزمون تجزیه نیم رخ بافت نمونه‌های حاوی فیبر به طور معنی‌داری از نمونه شاهد بیشتر بود. و جایگزینی فیبر به جای آرد گندم هیچ تاثیر معنی‌داری بر مقدار چربی و پروتئین کیک نداشت. در ادامه نتایج آنالیز واریانس نشان داد که افزایش درصد جایگزینی فیبر سبب کاهش تخلخل و میانگین سایز حفرات گردید. این در حالی بود که پیوستگی و ارتجاعیت با گذشت زمان و افزایش جایگزینی فیبر سیب درختی به جای آرد گندم به طور معنی‌داری نسبت به شاهد کاهش یافت. میزان سختی بافت در تست برش با گذر زمان و افزایش جایگزینی فیبر سیب درختی به جای آرد گندم ابتدا کاهش و سپس افزایش یافت در حالی که میزان سختی بافت در تست نفوذ ابتدا افزایش و سپس کاهش یافت. با توجه به خواص حسی در میان نمونه‌های کیک اسفنجی، نمونه شاهد و نمونه‌های با ۱۰٪ فیبر افزوده شده بیشترین قابلیت پذیرش را داشتند. این مطالعه نشان داد که فیبر سیب درختی می‌تواند با موفقیت به عنوان جایگزین آرد گندم در کیک استفاده گردد. به‌طور کلی کاربرد فیبر سیب درختی در فرمولاسیون کیک اسفنجی علاوه بر تامین فیبر روزانه مصرف کنندگان و کاهش ابتلا به بیماری‌های مزمن، سبب کاهش هزینه‌های تولید با کاهش هزینه‌های ماده اولیه و افزایش ماندگاری کیک اسفنجی می‌گردد.

۵- منابع

[1] Siro I, Kapolna E, Kapolna B, Lugasia A. 2008. Functional food product development marketing and consumer acceptance. Areview, Appetite. 51: 456-467.

[2] Institute of standards and industrial research of iran. 2000. Cake – specification and test methods. No 2553.

[3] Dhingra D, Michael M, Rojput H, Patil R. 2012. Dietary fibre in foods. A review, Journal of Food Science and Technology. 49: 255-266.

[4] Nikoozade H, Taslimi A, Azizi MH. 2011. Effects of the addition of oat bran on the rheological characteristics of dough and quality of Sangak bread. Journal of Food Science and Technology. 8(1): 1-10.

[5] Warner K, Inglett GE. 1997. Flavor and texture characteristics of food containing Z-trim corn and oat fibres as fat and flour replacers. Cereal Food world. PP: 821-825.

[6] Kendall CW, Esfahani A, Jenkins DJ. 2010. The link between dietary fibre and human health. Food Hydrocolloid. 24: 42-48.

[7] Khalil AH. 1998. The influence of carbohydrate-based fat replacers with and

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

without emulsifiers on the quality characteristics of low fat cake. Plant Food Human Nutr. 52: 299-313.

[8] Toma R, Orr P, Dappolonia B, Dintzis F, Tabekhia M. 1979. Physical and chemical properties of potato peel as a source of dietary fibre in bread. Journal of Food Science and Technology. 44: 1403-1407.

[9] Sudha M, Vetrimani R, Leelavathi K. 2007. Influence of fibre from different cereals on the rheological characteristics of wheat flour dough and on biscuit quality. Food Chemistry. 100: 1365-1370.

[10] Kohajdova Z, Karovicova J, Jurasova M, Kristína Kukurova. 2011. Effect of the addition of commercial apple fibre powder on the baking and sensory properties of cookies. Acta Chimica Slovenica. 4: 88-97.

[11] Majzoobi M, Habibi M, Hedayati S, Ghiasi F, Farahnaky A. 2015. Effects of commercial oat fiber on characteristics of batter and sponge cake. Journal of Agricultural Science and Technology. 17: 99-107.

[12] Kim JH, Lee HJ, Lee HS, Lim EJ, Imm JY, Suh HJ. 2012. Physical and sensory characteristics of fibre-enriched sponge cakes made with Opuntia humifusa, LWT-Food Science and Technology. 47: 478-484.

[13] Ataei F. 2013. Functional properties of sponge cake producted by blood pressure control. M.Sc. dissertation, Islamic Azad University of Khorasgan.

[14] Hamidi Esfahani A. 2013. The effect of quantity and particle size of processed bran to hydrothermal method on textural properties and physicochemical soft biscuits. M.Sc. dissertation, Islamic Azad University of Khorasgan.

[15] Institute of standards and industrial research of iran. 2015. Cereals and pulses determination of the nitrogen content and calculation of the crude protein content kjeldahl method. No 19052.

[16] AACC. 2000. Approved methods of analysis,11th ed. (30-25).

[17] Institute of standards and industrial research of iran. 2016 Cereal and cereal products unfinished cake powder - specifications and test methods. No 6949.

[18] Amiri M. 2008. The survey of wheat bran processing methods (hydrothermal) to reduce phytic acid and its application in hot dog sausages with respect to stability of textural and organoleptic properties of the product. M.Sc. dissertation, Islamic Azad University of Shahrekord.

[19] Mortazavi Nezhad S. 2015. Optimization formulation sponge cake made with acara wheat flour and kiwi(enzyme improvers). M.Sc. dissertation, Islamic Azad University of Khorasgan.

[20] Saricoban C,Yilmaz MT. 2010. Modelling the effects of processing factors on the changes in colour parameters of cooked meatballs using response surface methodology. World Applied Science Journal. 9: 14-22.

[21] Maria Isabel A,Olga M. 1999. Characterization of low fat high dietary fiber frankfurters, Meat Science. 52: 256-257.

[22] Rosell C, Rojas D, De Barber CB. 2001. Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality, Food Hydrocolloids. 15: 75-81.

[23] Anil M. 2007. Using of hazelnut testa as a source of dietary fiber in bread making. Journal of Food Engineering. 80: 61-67.

[24] Lazaridou A, Duta D, Papageorgiou M, Belc N, Biliaderis C. 2007. Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten free formulations. Journal of Food Engineering. 79: 1033-1047.

[25] Foroughi M, Keramet J, Hashemi Ravan M. 2012. The effect of addition of potato dietary fiber on chemical properties and organoleptic quality of beef sausages. Food Technology & Nutrition. 9 (4): 49-60.

[26] Azimi Mahale A, Zomorodi S, Mohammadi Sani A, Ahmadzade Ghoydal R. 2013. The effect of orange fiber on physicochemical rheological and sensory strawberry yogurt response surface methodology. Journal of Food Science and Technology Innovation. 5: 23-34.

[27] El-Sharnouby GA, Aleid SM, Al Otaibi MM. 2012. Nutritional quality of biscuit supplemented with wheat bran and date palm fruits (phoenix dactylifera L). Food and Nutrition Sciences. 3: 322.

[28] Almeida EL, Chang YK, Steel CJ. 2013. Dietary fibre sources in bread: Influence on technological quality. LWT-Food Science and Technology. 50: 545-553.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

[29] Shokrollahi F,Taghizadeh M, Koocheki A, Hadad Khodaparast M H. 2015. Investigation of physicochemical properties of crust and core dietary fiber from date seed. Journal of Food Science and Technology. 48(12): 153-161.

[30] Rosell CM, Santos E, Collar C. 2009. Physico-chemical properties of commercial fibres from different sources: a comparative approach. Food Res Int. 42: 176-184.

[31] Gomez M, Ronda F, Caballero PA, Blanco CA, Rosell CM. 2007. Functionality of different hydrocolloids on the quality and shelf-life of yellow layer cakes. Food Hydrocolloids. 21:167–173.

[32] Gularte MA, De la Hera E, Gomez M, Rosell CM. 2012. Effect of different fibers on batter and gluten free layer cake properties. LWT-Food Science and Technology. 48: 209-214.

[33] Gomez M, Ronda F, Blanco CA, Caballero PA, Apesteguía A. 2003. Effect of dietary fibre on dough rheology and bread quality. European Food Research and Technology. 216: 51-56.

[34] Martinez-Cervera S, Salvador A, Muguerza B, Moulay L, Fiszman SM. 2011. Cocoa fibre and its application as a fat replacer in chocolate muffins. LWT-Food Science and Technology. 44: 729-736.

[35] Lee S, Kim S, Inglett GE. 2005. Effect of shortening replacement with oatrim on the physical and rheological properties of cakes. Cereal Chemistry. 82: 120-124.

[36] Gomez M, Ruiz E, Oliet B. 2011. Effect of better freezing conditions and resting time on cake quality. LWT-Food Science and Technology. 44: 911-916.

[37] Salehifar M, Fadaie Noghani V. 2013. Evaluation dietary fiber extracted from rice bran and comparing functional properties with commercial fiber wheat. Food Technology & Nutrition. 10(3): 15-20.

[38] Gomez M, Oliete B, Rosell CM, Pando V, Fernandez E. 2008. Studies on cake quality made of wheat chickpea flour blends. LWT-Food Science and Technology. 41: 1701-1709.

[39] Kweon B, Jeon S, Kim D. 2003. Quality characteristics of sponge cake with addition of laver powder, Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition. 32:1278-1284.

[40] Heenana SP, Dufoura JP, Hamida N, Harveyc W, Delahuntya CM. 2010. The influence of ingredients and time from baking on sensory quality and consumer freshness perceptions in a baked model cake system. LWT - Food Science and Technology. 43: 1032–1041.

[41] Pomeranz Y, Shogren M, Finney K, Bechtel D. 1977. Fiber in breadmaking-effects on functional properties, Cereal Chemistry. 54: 25- 41.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

The Effect of Addition of Apple Fiber on Nutritional, physico-chemical and sensory properties of Sponge Cake

Moradi, P. [1], Goli, M.[2*] , Keramat, J.[3]

1. M. Sc. Graduate of Young Reasearchers and Elite Club, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran
2. Department of Food Science & Technology, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran
3. Lecturer, Department of Food Science & Technology, College of agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

(Received: 2017/02/03 Accepted:2017/04/04)

Despite the numerous health effects of the dietary fibers, the amount of the fiber in the diet is generally lower than the recommended value. Therefore, increasing the fiber content of the foods particularly those of high consumption can compensate for the shortage of the fiber in the diet. However, it seems a difficult task since increasing the fiber content can have adverse effects on product acceptability. The main objective of this study was to include apple fiber in the sponge cake recipe and to determine the chemical, physical and sensory properties of the resultant product. Therefore, fiber at different levels of 10, 20 and 30% (w/w, flour basis) were used as a replacement of wheat flour in the cake recipe. Increasing the level of fiber resulted in the increase in hardness and cake volume. In addition, cake crust and crumb became darker. Cake hardness increased ,while cohesiveness decreased. Also cakes fiber had acceptable sensory characteristics. Finally, according to results of a general acceptance due to the average of the sensory properties, the samples contained 10% apple fiber, had the highest approval rating among the taste panelists. And according to the results of other tests, adding fiber to the level of 10% was acceptable and not significantly different from control samples.

Keywords: Cake, Dietary fiber, Apple, Functional Properties

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

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]