

## بررسی امکان استفاده از کنجاله ارده و نوشیدنی کمبوجا در تولید کیک روغنی کم چرب و فراسودمند

فاطمه زهرایی پور<sup>۱</sup>، فریبا نقی پور<sup>۲\*</sup>، سید مهدی سیدین اردبیلی<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، گروه علوم و صنایع غذایی، تهران، ایران

۲- مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

۳- عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، گروه علوم و صنایع غذایی، تهران، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۸/۰۲/۲۹ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۸/۰۱)

### چکیده

گرایش افراد جامعه به مواد غذایی رژیمی برای جلوگیری از افزایش وزن و حفظ سلامت از یک سو و ارزش کالری زایی بالای چربی از سوی دیگر، محققین و تولیدکنندگان را به کاهش آن در فرمولاسیون ترغیب نموده است. از این رو در تحقیق حاضر امکان تولید کیک روغنی کم چرب با حذف ۵۰ درصد از روغن و استفاده از کنجاله ارده در سه سطح ۰، ۱۰ و ۲۰ درصد و جایگزینی آب مصرفی در خمیر کیک با نوشیدنی کمبوجا در سه سطح ۰، ۵۰ و ۱۰۰ درصد بر خصوصیات خمیر و ویژگی‌های محصول نهایی در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل مورد ارزیابی قرار گرفت ( $P \leq 0.05$ ). نتایج نشان داد که با افزایش سطح مصرف کنجاله ارده، ویسکوزیته و وزن مخصوص خمیر به ترتیب افزایش و کاهش یافت. همچنین با افزایش میزان کنجاله ارده، میزان حجم مخصوص و تخلخل افزایش یافت و نمونه حاوی ۲۰ درصد کنجاله ارده و جایگزینی ۱۰۰ نوشیدنی کمبوجا از کمترین میزان سفتی بافت در بازه‌های زمانی ۱ و ۱۵ روز پس از پخت، در بین نمونه‌های تولیدی برخوردار بود. از سوی دیگر با افزودن کنجاله ارده و کمبوجا میزان مؤلفه  $L^*$  پوسته کاهش و میزان مؤلفه  $a^*$  پوسته نمونه‌های تولیدی افزایش یافت. در نهایت داوران با توجه به نتایج ارزیابی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی محصول، نمونه حاوی ۲۰ درصد کنجاله ارده و جایگزینی ۱۰۰ نوشیدنی کمبوجا را به‌عنوان بهترین نمونه معرفی نمودند. در ادامه با مقایسه خصوصیات بهترین نمونه مرحله اول با نمونه شاهد (فاقد افزودنی و بدون جایگزینی روغن) افزایش میزان پروتئین، کاهش سطح چربی و همچنین کاهش میزان پراکسید مشاهده گردید. با توجه به نتایج مثبت این پژوهش می‌توان کیک روغنی کم چرب غنی شده با کنجاله ارده و نوشیدنی فراسودمند کمبوجا که دارای خواص کمی و کیفی مطلوب است، تولید نمود و میزان مخاطرات سلامتی ناشی از مصرف شورتینگ‌ها را کاست.

**کلید واژگان:** کیک کم چرب، جایگزین چربی، کنجاله ارده، نوشیدنی فراسودمند کمبوجا

\* مسئول مکاتبات: faribanaghipour@yahoo.com

## ۱- مقدمه

درصد)، گلو تلین (۷ درصد) و پرولامین (۱/۴ درصد) می باشد. این پروتئین دارای اسید آمینه متیونین بالا (۳/۲ درصد) می باشد که در مقایسه با پروتئین های گیاهی دیگر غیر معمول است. این خواص بی نظیر، کنجد را به عنوان یک پروتئین کامل معرفی می کند که می تواند برای غنی سازی پروتئین های سویا، بادام زمینی و سایر پروتئین های گیاهی (که فاقد متیونین هستند) به کار رود و کیفیت تغذیه ای آن ها را افزایش دهد [۹].

ارده مایعی روغنی است که از کنجد پوست گیری و آسیاب شده به دست می آید که در حدود ۲۵ درصد پروتئین و ۵۹ درصد چربی دارد. با آگاهی مصرف کنندگان از حذف ترکیبات ضد تغذیه ای نظیر اسید اگزالیک و اسید فیتیک در ارده و استفاده از روغن ارده، بالطبع تولید کنجاله ارده به عنوان محصول جانبی در کارگاه های تولیدی رو به افزایش است. در همین راستا جهان دیده و همکاران (۱۳۹۲) عنوان کردند که به طور معمول کنجاله ارده حاوی ۵۰/۴۴ درصد پروتئین، ۱۹/۳۷ درصد نشاسته، ۳/۷ درصد فیبر خام، ۷/۱۵۸ درصد چربی، ۶/۹۳ درصد خاکستر و ۳/۰۱ درصد رطوبت می باشد. این در حالی است که کنجاله ارده، در حال حاضر به عنوان ضایعات کارخانجات روغن کشی تنها به مصرف دام و طیور می رسد [۱۰].

از طرفی امروزه به منظور افزایش ارزش تغذیه ای مواد غذایی از ترکیبات فراسودمند استفاده می شود. یکی از این ترکیبات، نوشیدنی کمبوجا می باشد. کمبوجا در واقع یک نوشیدنی سنتی تازه، نیروبخش، با طعم ترش و شیرین و دارای ویژگی های سلامت بخشی است که توسط فرآیند تخمیر و تبدیل زیستی چای شیرین شده با قارچ چای یا کمبوجا (لایه نازک سلولزی) تهیه می شود [۱۱، ۱۲ و ۱۳]. ترکیب نوشیدنی کمبوجا متغیر بوده و به قارچ اولیه و شرایط تخمیر بستگی دارد؛ اما به طور کلی شامل اسیدهای آلی ساده (استیک، لاکتیک و...)، قندهای ساده (گلوکز، فروکتوز)، اتانول، ترکیبات فرار و طعم دهنده (دی استیل استون، ایزو بوتیر آلدهید و...)، ویتامین ها (اسید آسکوربیک، ویتامین های گروه B)، اسیدهای آمینه آزاد (لیزین، تیروزین و...) پورین ها، هپارین، کافئین و تئوفیلین، تانن ها، آنزیم ها (آمیلاز، لاکتاز، اینورتاز)، آنتی بیوتیک (نیسین)، اسید هیالورونیک، اسید فولیک، پلی فنل ها و کاتچین ها، مواد معدنی (مس، آهن، منگنز، نیکل، روی) می باشد. فعالیت آنتی اکسیدانی کمبوجا مربوط به توانایی اسید آسکوربیک و پلی فنل های چای

خمیر کیک یک امولسیون روغن در آب بوده که ذرات چربی به طور نامنظم در فاز آبی که شامل ذرات شکر، میسل های پلاسما ی زرده تخم مرغ، گرانول های زرده تخم مرغ و آرد هستند، قرار دارد [۲۰]. در سال های اخیر به دلیل افزایش سطح آگاهی مردم در زمینه سلامتی و تغذیه، به منظور جلب رضایت مصرف کنندگان، ماده ی غذایی تولید شده باید علاوه بر ویژگی های حسی مطلوب دارای شرایط تغذیه ای مناسب باشد تا در رژیم های غذایی افراد جای گیرد. از سوی دیگر گرایش افراد جامعه به مواد غذایی رژیمی برای جلوگیری از افزایش وزن و حفظ سلامت، توجه بسیاری از محققین و تولید کنندگان را به این سمت جلب نموده است. با توجه به اینکه چربی در محاسبات ارزش کالری زایی بالاترین فاکتور را داراست، کاهش آن در فرمولاسیون بسیار مورد توجه قرار گرفته است [۳]. همچنین به دلیل نقش کلیدی چربی در کیک، می بایست جایگزین مناسبی برای آن انتخاب شود تا علاوه بر کاهش چربی، ویژگی های کمی و کیفی محصول نظیر بافت، طعم، رنگ و غیره محصول تولیدی حفظ گردد. در این رابطه به نظر می رسد پروتئین ها می توانند جایگزین مناسبی باشند [۴].

امروزه پروتئین موجود در دانه های روغنی توجه محققین را به خود جلب نموده است. یکی از دانه های روغنی که از ارزش غذایی بالایی برخوردار می باشد دانه کنجد است. کنجد دانه روغنی گیاه علفی از خانواده Pedaliaceae می باشد [۵]. این دانه روغنی دارای محتوای روغن بالا (۵۴ - ۴۲ درصد) و پروتئین (۲۵-۲۲ درصد) می باشد [۶]. در سال ۲۰۱۰ میزان کل تولید جهانی کنجد ۳/۸۳۶ میلیون تن بوده است. از این رقم آسیا و آفریقا به ترتیب حدود ۲/۲۹ و ۱/۳۸۶ میلیون تن را به خود اختصاص دادند که به ترتیب معادل ۶۰ و ۳۶ درصد تولید جهانی کنجد می باشد. سهم ایران از تولید جهانی کنجد ۰/۰۲۸ میلیون تن بوده است که حدوداً معادل ۰/۰۰۷ درصد تولید جهانی است [۷].

کنجد به علت ارزش غذایی بالا به صورت گسترده در فرآورده های غلات مخصوصاً فرآورده های قنادی کاربرد دارد [۸]. دانه کنجد عاری از رنگدانه های نامطلوب، ترکیبات نامطلوب و آنتی تریپسین می باشد. پروتئین موجود در این دانه شامل اسید آمینه های گلوبولین (۶۷/۳ درصد)، آلبومین (۸/۶)

در پاک‌سازی رادیکال‌های آزاد است. همچنین این نوشیدنی به‌عنوان بازدارنده جهش ژنی و ازدیاد سلول‌های سرطانی، عامل ضدسرطان محسوب می‌گردد [۱۴].

در زمینه تولید محصولات رژیمی صنایع پخت مطالعات متعددی صورت گرفته است به‌طور مثال بذرافشان و همکاران (۲۰۱۵) به بررسی تولید کیک روغنی کم‌چرب با استفاده از پروتئین ایزوله سویا، صمغ گوار و پودر دانه ریحان پرداختند. نتایج مطالعه این محققین نشان داد که جایگزینی چربی در فرمولاسیون کیک روغنی به میزان ۵۰ درصد با استفاده هم‌زمان پروتئین ایزوله سویا (به میزان ۱۰ درصد) و پودر دانه ریحان (به میزان ۲ درصد) امکان‌پذیر بوده و این نمونه از لحاظ ویژگی‌های کیفی از امتیاز بالایی برخوردار بود [۱۵]. همچنین بورنو و همکاران (۲۰۱۰) به بررسی امکان جایگزینی ژل چیا (*Salvia hispanica* L) با چربی و تخم‌مرغ موجود در فرمولاسیون کیک پرداختند. نتایج مطالعه این محققین نشان داد که جایگزینی به میزان ۵۰ درصد سبب تولید محصولی با خصوصیات فیزیکیوشیمیایی و حسی مشابه با نمونه شاهد شد. از سوی دیگر استفاده از ژل چیا به میزان ۵۰ درصد، میزان کالری‌زایی محصول نهایی را ۳۶ درصد کاهش داد [۱۶]. پاور و همکاران (۲۰۰۷) نیز به بررسی اثر افزودن توفو<sup>۱</sup> (پنیر سویا) به‌عنوان جایگزین چربی در فرمولاسیون کیک پرداختند و عنوان داشتند که استفاده از ۵۰ درصد توفو در فرمولاسیون سبب کاهش ۱۵ درصدی میزان کالری‌زایی محصول نهایی شد. همچنین این نمونه به لحاظ خصوصیات فیزیکیوشیمیایی و حسی امتیاز بالایی را کسب نمود [۱۷]. لذا با توجه به موارد بیان شده در خصوص کنجاله ارده و نوشیدنی کمبوجا در پژوهش حاضر به بررسی امکان تولید کیک روغنی کم‌چرب فراسودمند با استفاده از کنجاله ارده و نوشیدنی کمبوجا پرداخته شد.

## ۲-۲- روش‌ها

### ۲-۲-۱- تهیه خمیر و تولید کیک

فرمول پایه (شاهد) خمیر کیک حاوی ۱۰۰ درصد آرد گندم، ۲۵ درصد پودر شکر، ۲۵ درصد روغن، ۳۶ درصد تخم‌مرغ، ۲۵ درصد آب، ۱۲ درصد شربت اینورت، ۲ درصد بیکنینگ‌پودر، ۰/۲ درصد وانیل و آب بود. در نمونه کیک‌های کم‌چرب (حاوی ۱۲/۵ درصد روغن)، کنجاله ارده در سه سطح صفر، ۱۰ و ۲۰ درصد (براساس وزن آرد گندم) جایگزین نیمی از روغن موجود در فرمولاسیون (۱۲/۵ درصد) شد. همچنین لازم به ذکر است در فرمولاسیون کیک روغنی مقادیر صفر، ۵۰ و ۱۰۰ درصد از نوشیدنی کمبوجا جایگزین آب مصرفی گردید. به‌طور کل جهت تهیه کیک در ابتدا روغن، پودر شکر و تخم‌مرغ با استفاده از یک همزن برقی (-Electra EK-230M، ساخت کشور ژاپن) با سرعت ۱۲۸ دور در دقیقه و در مدت زمان ۶ دقیقه مخلوط شد تا یک کرم حاوی حباب‌های هوا ایجاد گردد. سپس آب، شربت اینورت و نوشیدنی کمبوجا مطابق با هریک از تیمارها به این کرم اضافه گردید و عمل همزدن ادامه یافت. در مرحله بعد کنجاله ارده، بیکنینگ‌پودر و وانیل به آرد اضافه گردید و مخلوط حاصل به صورت تدریجی به کرم افزوده شد. سپس با استفاده از یک قیف پارچه‌ای ۵۵ گرم از خمیر تهیه شده، درون کاغذهای مخصوص کیک که درون قالب‌ها قرار گرفته بودند، ریخته شد. سپس عمل پخت در فر الکتریکی مدل کارل ولکرگ<sup>۲</sup> (ساخت

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- مواد

آرد نول با ۱۱/۷ درصد رطوبت، ۹/۳ درصد پروتئین، ۰/۵۱ درصد خاکستر و ۲۶/۲۴ درصد گلوتن مرطوب از کارخانه آرد البرز (البرز، ایران) خریداری و در سردخانه با دمای ۴ درجه

2. Karl Welkerkg

1. Tofu

وضوح ۳۰۰ پیکسل تصویربرداری شد، سپس تصویر تهیه شده در اختیار نرم‌افزار Image I قرار گرفت. تصاویر دودویی که مجموعه‌ای از نقاط روشن و تاریک است، تهیه گردید. در واقع محاسبه نسبت نقاط روشن به تاریک به عنوان شاخص از میزان تخلخل نمونه‌ها برآورد می‌شود. بدیهی است که هرچه قدر این نسبت بیشتر باشد بدین معناست که میزان حفرات موجود در بافت کیک (میزان تخلخل) بیشتر است [۲۴].

#### ۲-۲-۳-۵- رنگ پوسته

آنالیز رنگ پوسته کیک در فاصله زمانی ۲ ساعت پس از پخت، توسط دستگاه رنگ‌سنج هانتربل مدل (Color Flex) از طریق تعیین شاخص‌های  $L^*$ ،  $a^*$  و  $b^*$  انجام شد. شاخص  $L^*$  معرف میزان روشنی نمونه می‌باشد و دامنه آن از صفر (سیاه خالص) تا ۱۰۰ (سفید خالص) متغیر است. شاخص  $a^*$  میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ‌های سبز و قرمز را نشان می‌دهد و دامنه آن از ۱۲۰- (سبز خالص) تا ۱۲۰+ (قرمز خالص) متغیر است. شاخص  $b^*$  میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ‌های آبی و زرد را نشان می‌دهد و دامنه آن از ۱۲۰- (آبی خالص) تا ۱۲۰+ (زرد خالص) متغیر می‌باشد.

#### ۲-۲-۳-۶- سفتی بافت

ارزیابی بافت کیک در فواصل زمانی یک و ۱۵ روز پس از پخت، با استفاده از دستگاه بافت‌سنج XT plus (ساخت کشور انگلستان) انجام گرفت [۲۵]. حداکثر نیروی مورد نیاز برای نفوذ یک پروب استوانه‌ای با انتهای صاف (۲ سانتی‌متر قطر در ۲/۳ سانتی‌متر ارتفاع) با سرعت ۳۰ میلی‌متر در دقیقه از مرکز کیک، به‌عنوان شاخص سفتی محاسبه گردید. شایان ذکر است که به منظور دستیابی دقیق به میزان سفتی بافت داخلی کیک، قله‌ی کیک با یک چاقوی اره‌ای جدا گردید.

#### ۲-۲-۳-۷- خصوصیات حسی

به منظور ارزیابی خصوصیات حسی نظیر رنگ، بافت، طعم (مزه و آروما) و پذیرش کلی از روش هدونیک ۵ نقطه‌ای (۱): بسیار نامطلوب، ۲: نامطلوب و... ۵: بسیار مطلوب) استفاده شد. هریک از نمونه‌های کیک حداقل توسط ۳۰ داور مورد ارزیابی قرار گرفت [۲۶].

#### ۲-۲-۴- طرح آماری و روش آنالیز نتایج

نتایج به‌دست آمده از مرحله اول این پژوهش (بررسی تأثیر کنجاله ارده و نوشیدنی کامبوجا) با استفاده از نرم‌افزار SPSS

آلمان) در دمای ۱۷۰ درجه سلسیوس و به مدت زمان ۲۰ دقیقه انجام گردید. پس از سرد شدن، هریک از نمونه‌ها در کیسه‌های پلی‌اتیلنی به منظور ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی، بسته‌بندی و در دمای محیط نگهداری شد [۱۹].

#### ۲-۲-۲- ارزیابی خصوصیات خمیر کیک روغنی

##### ۲-۲-۲-۱- ویسکوزیته

ویسکوزیته خمیر نمونه‌های کیک با استفاده از ویسکومتر چرخشی بروکفیلد (Brookfield, model RVDV) ساخت کشور آمریکا) در محدوده سرعت برشی ۱/۹ تا ۷۶ پاسکال بر ثانیه در دمای ۲۵ درجه سلسیوس اندازه‌گیری شدند [۲۰].

##### ۲-۲-۲-۲- وزن مخصوص

جهت اندازه‌گیری این کمیت حجم مشابهی از خمیر کیک و آب دوبار تقطیر در یک درجه حرارت یکسان وزن گردید. با تقسیم وزن خمیر کیک به وزن آب دوبار تقطیر، وزن مخصوص خمیر کیک محاسبه شد [۲۱].

#### ۲-۲-۳- ارزیابی خصوصیات کیک روغنی

##### ۲-۲-۳-۱- رطوبت، چربی و پروتئین

جهت انجام این آزمایشات از روش‌های استاندارد AACC به‌ترتیب به شماره ۱۶-۴۴، ۳۰-۱۰ و ۱۰-۴۶ استفاده گردید. شایان ذکر است که در محاسبات، ضریب نسبت نیتروژن و پروتئین ۵/۷ در نظر گرفته شد [۲۲].

##### ۲-۲-۳-۲- عدد پراکسید

جهت اندازه‌گیری عدد پراکسید روغن استخراج شده از بهترین نمونه کیک و نمونه شاهد (بدون افزودنی) در فاصله زمانی ۱۵ روز پس از تولید، از استاندارد ملی ایران به شماره ۳۷ استفاده شد و عدد پراکسید بر حسب میلی‌اکی‌والان اکسیژن در کیلوگرم چربی استخراجی گزارش گردید [۲۳].

##### ۲-۲-۳-۳- حجم مخصوص

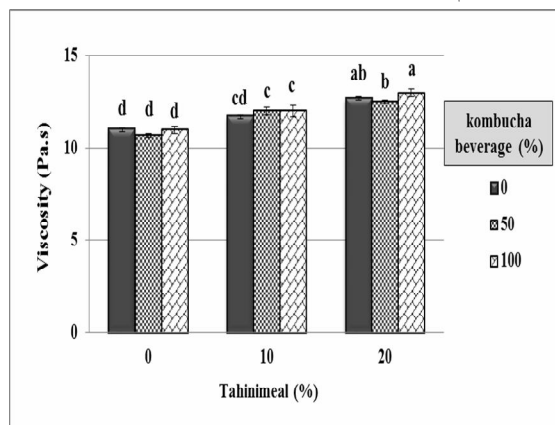
برای اندازه‌گیری حجم مخصوص نمونه‌های کیک از روش جایگزینی حجم با دانه کلزا<sup>۳</sup> مطابق با استاندارد AACC شماره ۱۰-۷۲ استفاده شد و از تقسیم حجم به وزن، حجم مخصوص محاسبه شد [۲۲].

##### ۲-۲-۳-۴- تخلخل

جهت اندازه‌گیری میزان تخلخل از مغز نمونه‌های کیک تولیدی به وسیله اسکنر (مدل: ScanjetG3010 HP) با

### 3. Rape seed displacement

پروتئین ایزوله سویا را مورد بررسی قرار داده و عنوان کردند که با افزایش میزان پروتئین ایزوله سویا قوام خمیر کیک روغنی کیک کم چرب افزایش می‌یابد. به نظر می‌رسد ترکیبات پروتئینی با استحکام بخشیدن به شبکه گلوتهی خمیر سبب افزایش میزان قوام خمیر محصولات صنایع پخت می‌شوند [۱۵]. اما در همین جا باید توجه داشت که جهت تهیه کیک با یک بافت مناسب شبکه کامل گلوتهی لازم نیست و در واقع یکی از وظایف روغن در این دسته از محصولات (کیک، شیرینی، کلوچه، بیسکویت و غیره) ممانعت از تشکیل کامل شبکه گلوتهی جهت رسیدن به ویژگی‌های بافتی مطلوب است [۱]. بنابراین باید دقت نمود که همان‌گونه که قوام کم خمیر عیوبی از قبیل حجم و تخلخل کم و بافت نامناسب در کیک ایجاد می‌کند (به دلیل عدم توانایی در نگهداری هوای ورودی در طی بهم‌زدن و یا گاز تولید شده ناشی عوامل بیولوژیکی و شیمیایی)، بیش از اندازه بودن قوام خمیر نیز موجب این علل بر اثر استحکام بیش از اندازه بافت خمیر و جلوگیری از انبساط گازهای موجود در خمیر که جهت ایجاد حجم و بافت مطلوب لازم هستند، می‌شود.



**Fig 1** Effect of tahini meal and kombucha beverage addition on viscosity of low fat cupcake (Means with different letters differ significantly in  $p < 0.05$ )

### ۳-۱-۲- وزن مخصوص خمیر

همان‌گونه که در شکل ۲ نشان داده شده است، با افزایش میزان کنجاله ارده از صفر تا ۲۰ درصد در فرمولاسیون کیک کم چرب، میزان وزن مخصوص نمونه‌های تولیدی کاهش یافت، درحالی‌که با جایگزینی نوشیدنی کمبوجا تغییر در میزان این پارامتر مشاهده نشد ( $P \leq 0.05$ ) و نمونه‌های حاوی ۲۰ کنجاله ارده در تمامی سطوح جایگزینی نوشیدنی کمبوجا از کمترین میزان وزن مخصوص برخوردار بودند. به‌منظور

بررسی شد. بدین منظور از یک طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل دو عامله که عامل اول میزان افزودن کنجاله ارده و عامل دوم میزان جایگزینی آب موجود در فرمولاسیون با نوشیدنی کمبوجا بود، استفاده گردید. نمونه‌ها در سه تکرار تهیه و میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن با سطح اطمینان ۹۵ درصد ( $P \leq 0.05$ ) مورد مقایسه قرار گرفتند. در ادامه در مرحله دوم برخی از خصوصیات بهترین نمونه این مرحله با نمونه شاهد (دارای روغن کامل و بدون جایگزینی و افزودنی) در قالب طرح آماری T test مورد مقایسه قرار گرفت. در انتها برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

## ۳- نتایج و بحث

### ۳-۱- ارزیابی خصوصیات خمیر و کیک کم‌چرب حاوی کنجاله ارده و نوشیدنی کمبوجا

#### ۳-۱-۱- ویسکوزیته خمیر

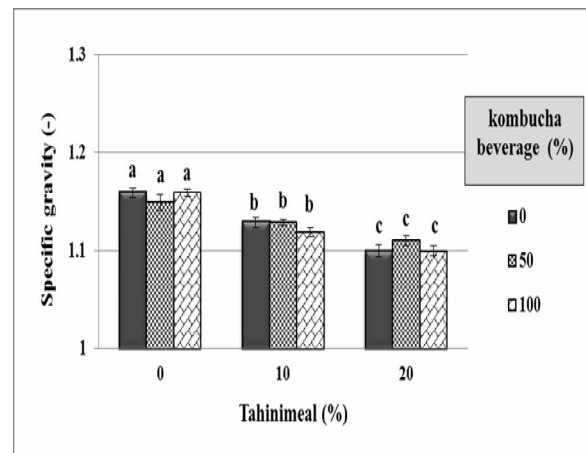
با افزایش میزان کنجاله ارده از صفر تا ۲۰ درصد در فرمولاسیون کیک کم‌چرب، میزان ویسکوزیته ظاهری نمونه‌های تولیدی افزایش یافت، درحالی‌که با جایگزینی نوشیدنی کمبوجا تغییری در میزان این پارامتر کیفی مشاهده نشد ( $P \leq 0.05$ ) و مشاهده گردید که نمونه‌های حاوی ۲۰ کنجاله ارده در تمامی سطوح جایگزینی نوشیدنی کمبوجا از بیشترین میزان ویسکوزیته در بین نمونه‌های تولیدی برخوردار بودند (شکل ۱).

همان‌گونه که ذکر گردید کنجاله ارده حاوی بیش از ۳۵ درصد پروتئین و بیش از ۷ درصد فیبر می‌باشد و بنابراین افزایش میزان ویسکوزیته در حضور کنجاله ارده را می‌توان به جذب آب بالا توسط پروتئین‌ها و فیبرهای این ترکیب و ایجاد شبکه‌ای داخلی در خمیر کیک کم‌چرب نسبت داد. در همین راستا میرمقتدایی و کدیور (۱۳۹۲) با بررسی ویژگی‌های عملکردی پروتئین و نشاسته آرد یولاف و تأثیر آن بر خصوصیات خمیر کیک، اذعان داشتند که با افزایش میزان پروتئین، میزان ویسکوزیته افزایش یافت، به‌طوری‌که ویسکوزیته در تمامی نمونه‌ها بیش از نمونه شاهد بود [۲۷]. همچنین بذرافشان و همکاران (۲۰۱۵) امکان تولید کیک روغنی کم‌چرب با استفاده از پودر دانه ریحان، صمغ گوار و

۲۵۵۳ میزان رطوبت برای کیک روغنی در محدوده ۲۰-۱۵ درصد قرار دارد که با توجه به نتایج، رطوبت تمامی نمونه‌های کیک تولیدی در محدوده مجاز استاندارد قرار دارد [۳۰].

به‌طور کل باید گفت که حضور روغن در فرمولاسیون محصولات نانوانی نقش مؤثری در افزایش رطوبت محصول نهایی و ممانعت از خروج آن در طی فرآیند پخت دارد که علت آن قابلیت روغن به‌عنوان یک محافظ در نگهداری آب در حین پخت (ممانعت از خروج آن بر اثر بخار شدن) و پس از آن می‌باشد. بنابراین کاهش میزان روغن و یا حذف کامل آن در فرمولاسیون می‌تواند در کاهش میزان رطوبت محصول نهایی اثرگذار باشد و پیامدهایی از قبیل افزایش سرعت بیاتی و زود هنگام شدن فرآیند رتروگراداسیون را به دنبال داشته باشد. از این رو باید از ترکیبات جایگزین چربی که ماهیت افزایش جذب آب خمیر و رطوبت محصولات صنایع پخت دارند، استفاده نمود. به نظر می‌رسد از آنجایی که کنجاله ارده حاوی بیش از ۱۶ درصد چربی می‌باشد، این میزان چربی تا حدی باعث ممانعت از خروج رطوبت، از بافت کیک می‌شود. همچنین کنجاله ارده حاوی بیش از ۳۵ درصد پروتئین و بیش از ۷ درصد ترکیبات فیبری می‌باشد و بنابراین به احتمال زیاد پروتئین و فیبر موجود در آن باعث افزایش ظرفیت نگهداری آب کیک شده و رطوبت محصول نهایی را افزایش می‌دهد. در این راستا بلیتز و گوروش (۱۹۸۷) در مطالعه خود به این نکته اشاره نمودند که استفاده از آرد سویا در مواد غذایی با قابلیت تشکیل فیلم پروتئینی سبب افزایش جذب آب خمیر و رطوبت محصول نهایی شد [۳۱]. لیک و همکاران (۲۰۱۱) نیز نتایج مشابهی را با افزودن پروتئین‌های آب پنیر<sup>۴</sup> به فرمولاسیون نان گزارش نمودند و عنوان داشتند که می‌توان ظرفیت نگهداری آب و رطوبت محصولات صنایع پخت را در حضور این افزودنی‌ها افزایش داد که نتایج پژوهش حاضر گواهی بر این امرست [۳۲]. از طرفی با توجه به نتایج، رطوبت محصول با جایگزینی ۱۰۰ درصد نوشیدنی کمبوجا افزایش یافت که این امر به احتمال زیاد به دلیل وجود مواد جاذب‌الرطوبه موجود در نوشیدنی کمبوجا (ترکیبات قندی) می‌باشد [۱۴].

تولید محصولی با خصوصیات کمی و کیفی مطلوب، خمیر کیک بایستی وزن مخصوص پائینی داشته باشد. زیرا مقادیر کم‌تر این پارامتر نشان دهنده آن می‌باشد که هوای بیشتری وارد خمیر شده و فرآیند هوادهی به گونه مؤثرتری به وقوع پیوسته است [۲۸]. همان‌گونه که نتایج اثر افزودن کنجاله ارده در فرمولاسیون کیک روغنی کم‌چرب نشان می‌دهد با افزایش کنجاله ارده تا سطح ۲۰ درصد از میزان وزن مخصوص خمیر نمونه‌ها کاسته شد. این امر به احتمال زیاد بدان علت است که پروتئین‌های موجود در کنجاله ارده می‌توانند با افزایش گرانی فاز آبی محلول‌های دیسپرسیون از به‌هم پیوستن قطرات روغن جلوگیری نموده و باعث پایدار شدن سیستم‌های امولسیون شود [۲۹] و این پایداری در بهبود فرآیند هوادهی و کاهش وزن مخصوص خمیر مؤثر خواهد بود. همچنین پروتئین‌های کنجاله ارده به دلیل قابلیت ایجاد کف می‌توانند حباب‌های بیشتری را در خمیر تشکیل داده و از این طریق منجر به کاهش وزن مخصوص خمیر کیک می‌گردند.



**Fig 2** Effect of tahini meal and kombucha beverage addition on specific gravity of low fat cupcake batter  
(Means with different letters differ significantly in  $p < 0.05$ )

### ۳-۱-۳- رطوبت کیک

همان‌گونه که در جدول ۱ ملاحظه می‌گردد با افزایش میزان کنجاله ارده تا سطح ۲۰ درصد و همچنین با جایگزینی ۱۰۰ درصد نوشیدنی کمبوجا در فرمولاسیون کیک کم‌چرب، میزان رطوبت نمونه‌های تولیدی افزایش یافت ( $P \leq 0.05$ ). باید توجه نمود که براساس استاندارد ملی ایران به شماره

**Table 1** Effect of tahini meal and kombucha beverage addition on moisture content, specific volume and porosity of low fat cupcake

Tahini meal (%)	Kombucha beverage (%)	Moisture (%)	Specific volume (ml/g)	Porosity (%)
-	-	16.1±0.5 <sup>d</sup>	2.6±0.1 <sup>d</sup>	21.6±0.5 <sup>c</sup>
-	50	16.2±0.3 <sup>d</sup>	3.0±0.0 <sup>c</sup>	20.4±0.6 <sup>cd</sup>
-	100	17.2±0.3 <sup>c</sup>	2.8±0.2 <sup>cd</sup>	20.2±0.4 <sup>cd</sup>
10	-	16.9±0.5 <sup>c</sup>	3.7±0.1 <sup>b</sup>	23.2±0.4 <sup>b</sup>
10	50	17.0±0.4 <sup>c</sup>	3.6±0.2 <sup>b</sup>	23.0±0.5 <sup>b</sup>
10	100	18.5±0.6 <sup>b</sup>	3.8±0.2 <sup>b</sup>	22.8±0.5 <sup>b</sup>
20	-	17.8±0.4 <sup>b</sup>	4.5±0.1 <sup>a</sup>	28.0±0.2 <sup>a</sup>
20	50	18.2±0.3 <sup>b</sup>	4.3±0.2 <sup>a</sup>	27.1±1.0 <sup>a</sup>
20	100	19.8±0.6 <sup>a</sup>	4.4±0.0 <sup>a</sup>	27.3±0.3 <sup>a</sup>

(Means in each column with different letters differ significantly in  $p < 0.05$ )

سلول‌های گازی و مهم‌تر از آن توزیع یکنواخت آن‌ها در بافت محصول می‌باشد [۳۵]. در خصوص کنجاله ارده این احتمال وجود دارد که به دلیل دارا بودن بیش از ۳۵ درصد پروتئین توانسته باعث استحکام ساختار بافت خمیر شده و از طریق نگهداری هوای ورودی به افزایش میزان تخلخل کیک کمک نماید.

### ۳-۱-۵- رنگ پوسته کیک

همان‌گونه که در جدول ۲ ملاحظه می‌گردد با افزایش میزان کنجاله ارده تا سطح ۲۰ درصد و همچنین با جایگزینی تا سطح ۱۰۰ درصد نوشیدنی کمبوجا در فرمولاسیون کیک کم‌چرب، میزان مؤلفه  $L^*$  و  $a^*$  پوسته نمونه‌های تولیدی به ترتیب کاهش و افزایش یافت ( $P \leq 0.05$ ) به طوری که نمونه حاوی ۲۰ کنجاله ارده و جایگزینی ۱۰۰ درصد نوشیدنی کمبوجا از کمترین میزان مؤلفه  $L^*$  و بیشترین میزان مؤلفه  $a^*$  برخوردار بود. این در حالی است که با افزایش میزان کنجاله ارده تا سطح ۲۰ درصد تغییر معنی‌داری در میزان مؤلفه  $b^*$  نمونه‌های تولیدی مشاهده نشد، در حالی که با جایگزینی تا سطح ۱۰۰ درصد نوشیدنی کمبوجا در فرمولاسیون کیک کم‌چرب، میزان مؤلفه  $b^*$  پوسته نمونه‌های تولیدی افزایش یافت.

به نظر می‌رسد نوشیدنی کمبوجا به دلیل دارا بودن ترکیبات فنلی احیاکننده [۱۴] و کنجاله ارده به دلیل دارا بودن بیش از ۳۵ درصد ترکیبات پروتئینی باعث تشدید واکنش‌های میلارد شده و در نتیجه رنگ محصول را تیره می‌کنند که این امر باعث کاهش روشنایی سطح کیک می‌شود. همچنین با توجه به رنگ کنجاله ارده و نوشیدنی کمبوجا که قهوه‌ای می‌باشد، بنابراین طبیعی است که با استفاده از این ترکیبات در فرمولاسیون رنگ محصول تیره‌تر شده و از روشنایی آن کاسته شود. همچنین در

### ۳-۱-۴- حجم مخصوص و تخلخل کیک

با افزایش میزان کنجاله ارده تا سطح ۲۰ درصد در فرمولاسیون کیک کم‌چرب، میزان حجم مخصوص و تخلخل بافت نمونه‌های تولیدی افزایش یافت، در حالی که جایگزینی نوشیدنی کمبوجا تأثیری بر این ویژگی‌ها نداشت ( $P \leq 0.05$ ) و نمونه حاوی ۲۰ کنجاله ارده در تمامی سطوح نوشیدنی کمبوجا از بیشترین میزان حجم مخصوص و تخلخل برخوردار بود.

افزایش حجم در محصولات صنایع پخت تحت تأثیر چند عامل می‌باشد. میزان حباب‌های هوای موجود در خمیر (چه به صورت فیزیکی و چه به صورت شیمیایی و یا بیولوژیکی)، انبساط این سلول‌های هوا در طی فرآیند پخت و یا تبخیر آب موجود در خمیر در اثر افزایش دما از این عوامل محسوب می‌گردد [۳۳]. در فرمولاسیون کیک، روغن خود یکی از عوامل نگهدارنده حباب‌های هوای ورودی به خمیر در طی فرآیند بهم زدن می‌باشد. بنابراین کاهش آن در فرمولاسیون می‌تواند تأثیر منفی بر میزان حجم بگذارد و در واقع روغن با ایجاد یک لایه محافظتی در اطراف حباب‌های هوای ورودی در حفظ آن‌ها در خمیر و حتی ممانعت از پاره شدن بر اثر انبساط در حین فرآیند پخت مؤثر است [۳۴]. در اینجا به نظر می‌رسد کنجاله ارده به دلیل دارا بودن بیش از ۱۶ درصد چربی، توانسته تا حدودی کمبود چربی موجود در کیک روغنی کم-چرب را جبران نموده و از طرفی به دلیل وجود بیش از ۳۵ درصد پروتئین در این ترکیب، ضمن اینکه قابلیت جایگزین شدن با چربی را دارد، از توانایی استحکام بخشیدن به دیواره سلول‌های گازی و ممانعت از پاره شدن آن‌ها برخوردار می‌باشد. همچنین میزان تخلخل نیز در ارتباط مستقیم با تعداد

خصوص افزایش میزان مؤلفه  $b^*$  پوسته با افزایش میزان جایگزینی نوشیدنی کمبوجا می‌توان گفت که این نوشیدنی حاوی رنگدانه‌های زرد می‌باشد و طبیعی است که با افزایش جایگزینی آن در فرمولاسیون کیک روغنی کم‌چرب میزان مؤلفه  $b^*$  افزایش می‌یابد.

**Table 2** Effect of tahini meal and kombucha beverage addition on crust color and firmness of low fat cupcake

Tahini meal (%)	Kombucha beverage (%)	Crust color (-)			Firmness (N)	
		L*	a*	b*	1 day	15 days
-	-	46.23±1.06 <sup>a</sup>	12.08±0.30 <sup>t</sup>	18.72±0.25 <sup>c</sup>	12.5±0.6 <sup>a</sup>	15.4±0.8 <sup>a</sup>
	50	40.52±0.54 <sup>b</sup>	14.36±0.21 <sup>ef</sup>	20.27±0.06 <sup>b</sup>	10.5±0.2 <sup>c</sup>	12.5±0.4 <sup>bc</sup>
	100	38.21±0.25 <sup>bc</sup>	15.25±0.35 <sup>e</sup>	21.27±0.38 <sup>ab</sup>	9.80±0.3 <sup>cd</sup>	11.8±0.0 <sup>e</sup>
10	-	43.18±0.86 <sup>ab</sup>	18.66±0.21 <sup>e</sup>	18.66±0.42 <sup>c</sup>	11.4±0.3 <sup>b</sup>	14.4±0.5 <sup>ab</sup>
	50	41.54±0.40 <sup>b</sup>	20.50±0.12 <sup>d</sup>	20.50±0.16 <sup>b</sup>	9.50±0.3 <sup>d</sup>	13.1±0.2 <sup>b</sup>
	100	38.65±0.33 <sup>bc</sup>	22.37±0.42 <sup>c</sup>	22.37±0.52 <sup>a</sup>	8.60±0.1 <sup>dc</sup>	10.9±0.3 <sup>d</sup>
20	-	39.51±0.71 <sup>b</sup>	18.58±0.15 <sup>c</sup>	18.05±0.22 <sup>d</sup>	10.4±0.3 <sup>c</sup>	12.4±0.3 <sup>bc</sup>
	50	38.56±0.09 <sup>bc</sup>	19.29±0.12 <sup>b</sup>	20.17±0.71 <sup>b</sup>	9.90±0.1 <sup>cd</sup>	11.8±0.2 <sup>c</sup>
	100	35.20±0.24 <sup>c</sup>	22.26±0.26 <sup>a</sup>	21.58±0.68 <sup>ab</sup>	8.00±0.1 <sup>e</sup>	10.0±0.2 <sup>e</sup>

(Means in each column with different letters differ significantly in  $p < 0.05$ )

### ۳-۱-۶- سفتی بافت کیک

بر این با توجه به این که افزایش میزان آب در دسترس نشاسته افزایش احتمال کریستالیزاسیون آن را به همراه دارد، لذا تمایل ترکیبات جاذب‌الرطوبه به جذب آب و قابلیت بالای آن‌ها در نگهداری آب باعث می‌گردد که آب کمتری در دسترس نشاسته قرار گیرد و در نتیجه نشاسته کمتری متورم، ژلاتینه و در طی زمان نگهداری مجدداً کریستاله گردد که این فرآیند در نهایت کاهش سفتی و به تأخیر افتادن بیاتی محصول را به دنبال دارد [۳۸]. در این خصوص به نظر می‌رسد کنجاله ارده به دلیل اینکه حاوی بیش از ۱۶ درصد چربی می‌باشد تا حدی اثرات کمبود چربی در فرمولاسیون کیک کم‌چرب را جبران نموده است. همچنین با توجه به بخش ارزیابی رطوبت کیک، از آنجایی که کنجاله ارده حاوی بیش از ۳۵ درصد پروتئین می‌باشد از قابلیت کافی به منظور جذب آب و در نهایت کاهش میزان بیاتی برخوردار می‌باشد. همچنین در خصوص نوشیدنی کمبوجا نیز به دلیل دارا بودن ترکیبات جاذب‌الرطوبه باعث افزایش رطوبت کیک روغنی کم‌چرب می‌شود و این امر به نوبه خود باعث کاهش بیاتی و سفتی بافت می‌گردد. بنابراین حضور ترکیبات پروتئینی و جاذب‌الرطوبه در فرمولاسیون محصولات آردبر با جذب آب می‌تواند از اتلاف رطوبت در طی پخت و پس از آن که یکی از عوامل بیاتی و سفتی است، جلوگیری به عمل آورند.

همان‌گونه که در جدول ۲ ملاحظه می‌گردد با افزایش میزان کنجاله ارده تا سطح ۲۰ درصد و همچنین با جایگزینی تا ۱۰۰ درصد نوشیدنی کمبوجا در فرمولاسیون کیک کم‌چرب، میزان سفتی بافت نمونه‌های تولیدی در بازه زمانی یک و ۱۵ روز پس از پخت کاهش یافت ( $P \leq 0.05$ )، به طوری که نمونه حاوی ۲۰ کنجاله ارده و جایگزینی ۱۰۰ درصد نوشیدنی کمبوجا از کمترین میزان سفتی بافت برخوردار بود. با کاهش چربی در فرمولاسیون این دسته از مواد غذایی، آب موجود در خمیر با آرد، شبکه گلوآلی قوی‌تری را تشکیل می‌دهد چرا که چربی عاملی جهت جلوگیری از تشکیل کامل شبکه گلوآلی است [۳۶]. در نتیجه خمیر سفت‌تری خواهیم داشت که آب اضافی که جایگزین چربی شده در طی پخت تبخیر می‌شود و ضمن اینکه در اثر آن بافت نامرغوبی حاصل می‌گردد، امکان بیاتی زودهنگام محصول در طی مدت زمان نگهداری ناشی از کاهش رطوبت فراهم می‌شود [۳۷]. پس باید ضمن کاربرد یک جایگزین مناسب برای چربی در فرمولاسیون کیک کم‌چرب، جلوگیری از کاهش رطوبت در محصولات نانویی مدنظر قرار گیرد. زیرا چربی موجود در این دسته از مواد غذایی قابلیت حفظ رطوبت و جلوگیری از خروج آن را در طی مدت زمان پخت و نگهداری دارد. از طرفی آب می‌تواند با ایفای نقش پلاستیسایزری در کاهش سفتی مغز محصول مؤثر باشد. افزون



## ۳-۱-۷- خصوصیات حسی کیک

با افزایش میزان کنجاله ارده تا سطح ۲۰ درصد در فرمولاسیون کیک کم چرب تمامی خصوصیات حسی مورد بررسی افزایش یافت ( $P \leq 0/05$ ) (جدول ۳). این در حالی بود که داوران چشایی اذعان داشتند که نمونه حاوی ۲۰ کنجاله ارده و جایگزینی ۵۰ درصد نوشیدنی کمبوجا از رنگ بهتری نسبت به سایر نمونه‌ها برخوردار بود. همچنین نمونه حاوی ۲۰ کنجاله ارده و جایگزینی ۱۰۰ درصد نوشیدنی کمبوجا امتیاز بالاتری را در ارزیابی بافت، طعم و مزه و پذیرش کلی از سوی داوران چشایی کسب نمود. با توجه به بخش ارزیابی شاخص-های رنگ، نوشیدنی کمبوجا به دلیل دارا بودن ترکیبات قندی احیاءکننده [۱۴] و کنجاله ارده به دلیل دارا بودن بیش از ۳۵ درصد ترکیبات پروتئینی باعث تشدید واکنش‌های میلارد شده و در نتیجه رنگ محصول را تیره می‌کنند که این امر باعث تیره شدن سطح کیک می‌شود. همچنین از آنجایی که رنگ کنجاله ارده قهوه‌ای می‌باشد، بنابراین طبیعی است که با استفاده از حد بیشینه این ترکیب در کنار جایگزینی ۱۰۰ درصد نوشیدنی کمبوجا در فرمولاسیون کیک روغنی کم چرب رنگ محصول تیره‌تر شده که از نظر ارزیابان حسی خوشایند نبود. از طرفی ارزیابان حسی به نمونه حاوی ۲۰ درصد کنجاله ارده و جایگزینی ۵۰ درصد نوشیدنی کمبوجا امتیاز بیشتری دادند،

چرا که در این نمونه واکنش میلارد در حد متعادل رخ داده و رنگ نمونه به‌صورت قهوه‌ای مناسب شده بود. از سوی دیگر در آزمون حسی جهت امتیازدهی به بافت یک محصول، خمیری بودن و یا نرمی غیرعادی، سفت بودن، تردی و شکنندگی بیش از حد سبب کسر امتیاز می‌گردد. از این‌رو براساس نتایج به‌دست آمده از ارزیابی بافت نمونه‌های کیک کم چرب در بخش بافت‌سنجی این انتظار وجود داشت که نمونه حاوی ۲۰ درصد کنجاله ارده و جایگزینی ۱۰۰ نوشیدنی کمبوجا از مطلوب‌ترین بافت از نگاه ارزیابان حسی برخوردار باشد زیرا این نمونه از سایر نمونه‌ها سفتی کمتری داشت. این در حالی است که اغلب محققان معتقدند که درک شدت طعم و رهایش مواد طعم‌زا بستگی به نوع بافت محصول نهایی دارد [۳۹] که علت این رخداد را برهمکنش‌های متفاوت بین مواد طعم‌زا و ساختار بافت بیان نمودند. از این رو با توجه به مطالعات صورت گرفته و نتایج بدست آمده از آزمون بافت‌سنجی پیش‌بینی می‌شد نمونه‌هایی که دارای بافت با نرمی مطلوب هستند و سختی آن‌ها در حدی نیست که جویدن و بلع محصول را دچار اشکال نماید از امتیاز بهتری به لحاظ طعم و مزه برخوردار باشند. همچنین نوشیدنی کمبوجا به دلیل فرآیند تخمیر حاوی مواد مولد عطر و طعم بوده که از این جهت می‌تواند باعث بهتر شدن طعم کیک روغنی کم چرب شود [۱۴].

**Table 3** Effect of tahini meal and kombucha beverage addition on sensory properties of low fat cupcake

Tahini meal (%)	Kombucha beverage (%)	Sensory properties (-)			
		Color	Texture	Flavor	Overall acceptance
-	-	2.83±0.04 <sup>f</sup>	3.02±0.12 <sup>c</sup>	3.27±0.15 <sup>c</sup>	3.23±0.12 <sup>c</sup>
	50	3.44±0.04 <sup>c</sup>	3.51±0.8 <sup>d</sup>	3.97±0.10 <sup>c</sup>	3.95±0.10 <sup>cd</sup>
	100	3.40±0.07 <sup>c</sup>	3.74±0.33 <sup>cd</sup>	4.26±0.12 <sup>bc</sup>	4.23±0.21 <sup>c</sup>
10	-	3.75±0.06 <sup>d</sup>	3.50±0.14 <sup>d</sup>	3.45±0.06 <sup>d</sup>	3.74±0.00 <sup>d</sup>
	50	4.51±0.12 <sup>b</sup>	3.94±0.12 <sup>c</sup>	4.37±0.10 <sup>bc</sup>	4.34±0.11 <sup>bc</sup>
	100	4.56±0.09 <sup>b</sup>	4.46±0.06 <sup>b</sup>	4.50±0.14 <sup>b</sup>	4.56±0.17 <sup>b</sup>
20	-	3.56±0.08 <sup>c</sup>	3.53±0.10 <sup>d</sup>	4.26±0.02 <sup>c</sup>	4.25±0.12 <sup>c</sup>
	50	4.92±0.07 <sup>a</sup>	4.57±0.12 <sup>b</sup>	4.59±0.12 <sup>b</sup>	4.57±0.14 <sup>b</sup>
	100	4.26±0.10 <sup>c</sup>	5.00±0.00 <sup>a</sup>	4.87±0.08 <sup>a</sup>	4.97±0.07 <sup>a</sup>

(Means in each column with different letters differ significantly in  $p < 0.05$ )

همان‌گونه که نتایج در جدول ۴ نشان می‌دهد نمونه شاهد (پایه) از میزان روغن و پراکسید بیشتر و پروتئین کمتر نسبت به بهترین نمونه که حاوی ۲۰ درصد کنجاله ارده و ۱۰۰ درصد جایگزینی نوشیدنی کمبوجا برخوردار بود که البته این انتظار

## ۳-۲- مقایسه خصوصیات کمی و کیفی بهترین

## نمونه کیک کم چرب با نمونه شاهد

است. بنابراین دور از انتظار نیست که میزان عدد پراکسید نمونه‌های تولیدی که در فرمولاسیون آن‌ها آب با نوشیدنی کمبوجا جایگزین شده است به مراتب کمتر از نمونه شاهد باشد [۴۰].

همچنین میزان سفتی بافت نمونه شاهد با نمونه حاوی ۲۰ درصد کنجاله ارده و ۱۰۰ درصد نوشیدنی کمبوجا، اختلاف معنی‌داری نداشت که نشان‌دهنده آنست جایگزینی ۵۰ درصد از روغن مصرفی در فرمولاسیون پایه با ۲۰ درصد کنجاله ارده و ۱۰۰ درصد جایگزینی نوشیدنی کمبوجا به‌طور مناسبی انجام شده به گونه‌ای که در بافت محصول به لحاظ سفتی اختلالی ایجاد نموده است. این در حالی بود که شاهد کاهش میزان سفتی بافت در نمونه کم‌چرب طی بازه زمانی ۱۵ روز پس از پخت نسبت به نمونه شاهد بودیم که به احتمال زیاد علت این امر به توانایی بیشتر کنجاله ارده و نوشیدنی کمبوجا نسبت به روغن در حفظ رطوبت در طی مدت زمان نگهداری و کاهش پدیده رتروگراداسیون (برگشت به عقب) مربوط می‌باشد.

وجود داشت زیرا کنجاله ارده حاوی بیش از ۳۵ درصد پروتئین می‌باشد. بنابراین با توجه به نتایج بدست آمده از پژوهش حاضر ضمن کاهش مصرف روغن در فرمولاسیون با افزودن کنجاله ارده و جایگزینی نوشیدنی کمبوجا، امکان غنی‌سازی محصول نهایی (کیک روغنی کم‌چرب) و بهره‌مندی از مزایای پروتئین‌های موجود در کنجاله ارده و ترکیبات فرآسودمند نوشیدنی کمبوجا مهیا گردید. از طرفی نوشیدنی کمبوجا به دلیل داشتن ترکیبات آنتی‌اکسیدانی [۱۴]، باعث کاهش میزان پراکسید در نمونه حاوی ۲۰ درصد کنجاله ارده و جایگزینی ۱۰۰ درصد نوشیدنی کمبوجا می‌شود. همچنین مطالعات نشان می‌دهد کمبوجا سرشار از آنتی‌اکسیدان‌هایی نظیر ویتامین‌های E و C، بتاکاروتن و سایر کارتنوئیدهاست. این نوشیدنی همانند چای سیاه، محتوی پلی‌فنول‌ها و سایر ترکیبات دارای قدرت آنتی‌اکسیدانی است، اما از آنجایی که نوشیدنی کمبوجا تخمیر شده است، به مراتب از چای سیاه معمولی مفیدتر می‌باشد. متخصصان دریافته‌اند که میزان فعالیت آنتی‌اکسیدان‌های موجود در نوشیدنی کمبوجا صد برابر بیشتر از ویتامین C و ۲۵ برابر بیشتر از ویتامین E

**Table 4** Physicochemical properties of best low fat cupcake and blank sample

Physicochemical properties	Blank	Low fat cupcake
Fat (%)	14.1±0.08 <sup>a</sup>	8.29±0.11 <sup>b</sup>
Protein (%)	7.60±0.02 <sup>b</sup>	11.3±0.10 <sup>a</sup>
Peroxide value (mEq/kg)	1.70±0.00 <sup>a</sup>	1.28±0.01 <sup>b</sup>
Firmness (1day) (N)	8.13±0.02 <sup>a</sup>	8.42±0.10 <sup>a</sup>
Firmness (15 days) (N)	11.85±0.02 <sup>a</sup>	10.63±0.10 <sup>b</sup>

(Means in each row with different letters differ significantly in  $p < 0.05$ )

و سفتی بافت در این نمونه مشاهده گردید که این نشان‌دهنده بهبود ارزش تغذیه‌ای و ماندگاری بالاتر نمونه کم‌چرب تولیدی می‌باشد.

## ۵- منابع

- [1] Manley, D. 2001. Biscuit, cracker and cookie recipes for the food industry. CRC, 17-21.
- [2] Turabizadeh, H. 2002. Food emulsion and emulsifiers. Iran book publication, Tehran, First revision [in Persian].
- [3] Guarda, A., Rosell, C.M., Benedito, C., and Galotto, M.J. 2004. Different hydrocolloids as bread improvers and antistaling agents. Food Hydrocolloids, 18: 214-247.

## ۴- نتیجه گیری

در این تحقیق بررسی امکان تولید کیک روغنی کم‌چرب با حذف ۵۰ درصد از روغن موجود در فرمولاسیون با کنجاله ارده که یکی از ضایعات صنایع تبدیلی کنجد می‌باشد و جایگزینی آب مصرفی در خمیر کیک با نوشیدنی فرآسودمند کمبوجا مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که با وجود کاهش روغن در فرمولاسیون؛ افزودن کنجاله ارده بسیاری از خصوصیات کمی و کیفی محصول رژیمی را بهبود بخشید. همچنین نوشیدنی کمبوجا نیز خصوصیات ظاهری و رنگ پوسته را ارتقاء داد. از سوی دیگر با مقایسه بهترین نمونه کم‌چرب با نمونه شاهد که در آن روغن جایگزین نگردیده بود، افزایش میزان پروتئین، کاهش سطح چربی، عدد پراکسید

- [15] Bazrafshan, M., Shafafizenoozian, M., and Moghimi, M. 2015. Investigation on Production of Low Fat Muffin Cake utilizing *Ocimum basilicum* Seed Powder, Guar gum and isolated soy protein. Bulletin of Environmen
- [16] Borneo, R., Aguirre, A., and Leon, A.E. 2010. Chia (*Salvia hispanica* L) gel can be used as egg or oil replacer in cake formulations. Journal of American Diet Association, 110(6); 946-949.
- [17] Power, L., Williams, C., Fremont, N., Gupta, L., and Navder, K.P. 2007. Effect of tofu as a fat replacer on texture of shortened cakes. Nutrition Food Science in Urban Public Health Program, 107, No 8.
- [18] Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Invert syrup - specifications. ISIRI no 8025. 1rd edition, Karaj: ISIRI; 2004 [in Persian].
- [19] Keyhani, V. 2010. Investigating and comparing the performance of *Acanthophyllum glandulosum* extract with conventional emulsifiers on improving the quality of oil cake. Sabzevar: Islamic Azid University, M.C [in Persian].
- [20] Salehi, F., Kashaninejad, M., Asadi, F., and Najafi, A. 2016. Improvement of quality attributes of sponge cake using infrared dried button mushroom. Journal of Food Science and Technology, 53(3): 1418-1423.
- [21] Ashwini, A., Jyotsna, R., and Indrani, D. 2009. Effect of hydrocolloids and emulsifiers on the rheological, microstructural and quality characteristics of eggless cake. Food Hydrocolloids, 23: 700-707.
- [22] AACC. 2000. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. 10th Ed., Vol. 2. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN.
- [23] Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Biscuit – specifications and test methods. ISIRI no 8025. 7th revision, Karaj: ISIRI; 2015 [in Persian].
- [24] Haralick, R.M., Shanmugam, K., and Dinstein, I. 1973. Textural features for image classification. IEEE Transactions of ASAE, 45(6): 1995-2005.
- [25] Ronda, F., Gomes, M., Blanco, C.A., and Caballero, P.A. 2005. Effects of polyols and no digestible oligosaccharides on the quality of sugar free sponge cakes. Journal of Food Chemistry, 90: 549-55.
- [4] Turabi, E., Sumnu, G., and Sahin, S. 2010. Quantitative analysis of macro and micro structure of gluten –free rice cakes containing different types of gums baked in different ovens. Food Hydrocollids, 24: 755-764.
- [5] Rababah, T.M. 1998. Improvement of the quality of halawa tehina with special emphasis on the problem of oil separation. Jordan University, M.C.
- [6] Desphande, S.S., Desphande, U.S., Salunkhe, D.K., In, Y., and Hui, H. 1996. (Ed.). Sesame oil, in bailey's industrial oil and fat products, Newyork Interscience publishers 5th Ed, 457-497.
- [7] FAOSTAT. 2010. [Http://www.faostat.org](http://www.faostat.org).
- [8] Namiki, M. 2007. Critical reviews in food science and nutrition. Food Science Nutrition, 47: 651-673.
- [9] Inyang, U.E., and Iduh, A.O. 1996. Influence of PH and salt concentration on protein solubility, emulsifying and foaming properties of sesame protein concentrate. Journal of American Oil Chemistry Society, 73: 1663-1667.
- [10] Jahandideh, H., Haddad Khodaparast, M.H., and Taghizadeh, M. 2013. Evaluation of oil extraction efficiency and comparison of tahini meal and comparison of different methods of oil extraction. 21st Iranian Food Science & Technology Congress, Shiraz [in Persian].
- [11] Milanovic, S., Kanuric, K., Vukic, V., Hrnjez, D., Ilicic, M., Ranogajec, M., and Milanovic, M. 2012. Physicochemical and textural properties of kombucha fermented dairy products. African Journal of Biotechnology, 11: 2320-2327.
- [12] Markov, S., Jerinic, V., Cvetkovic, D., Lonca, E., and Malbasa, R. 2003. Kombucha – functional beverage: Composition, characteristics and process of biotransformation. Hemijska Industrija, 57: 456-462.
- [13] Teoh, A., Heard, G., and Cox, J. 2004. Yeast ecology of kombucha fermentation. International Journal of Food Microbiology, 95: 119-126.
- [14] Jayabalan, R., Malbasa, R., Loncar, E., Yasmina, S., Vitas, M., and Sathishkumar, M. 2014. A Review on kombucha tea—microbiology, composition, fermentation, beneficial effects, toxicity, and tea fungus. Comprehensive Reviews in Food Science Food Safety, 13: 538-550

- parameters in composite rice-wheat bread. *Food Hydrocolloids*, 30: 698-703.
- [34] Ribotta, P.D., Ausar, S.F., Morcillo, M.H., Perez, G.T., Beltramo, D.M., and Leon, A.E. 2004. Production of gluten free bread using soybean flour. *Journal of Science Food Agriculture*, 84: 1969-1974.
- [35] Ziobro, R., Korus, J., Witczak, M., and Juszcak, L. 2012. Influence of modified starches on properties of gluten-free dough and bread. Part II: Quality and staling of gluten-free bread. *Food Hydrocolloids*, 29(1): 68-74.
- [36] Roller, S., and Jones, S.A. 1006. *Handbook of fat replacers*. CRC, Ch.10.
- [37] Hadaegh, H., Ghiassi Tarzi, B., Bassiri, A., 2010. Khoda Khani, S. Study of low-fat biscuit production using DATEM. *Food Technology Nutrition*, 7(3): 1-11 [in Persian].
- [38] Vittadini, E., and Vodovotz, Y. 2003. Changes in the physicochemical properties of wheat and soy-containing breads during storage as studied by thermal analyses. *Food Engineering and Physical Properties*, 68: 2022-2027.
- [39] Baines, Z.V., and Morris, E.R. 1987. Flavor/taste perception in thickened systems: The effect of guar gum above and below. *Food Hydrocolloids*, 1(3): 197-205.
- [40] Malbasa, R., Vitas, J., Loncar, E., Grahovac, J., and Milanovic, S. 2014. Optimization of the antioxidant activity of kombucha fermented milk products. *Czech Journal of Food Science*, 32: 477-484.
- [26] Zarenejad, F., Azadmard-Damirchi, S., Peighambaroust, S.H., Nemati, M., and Rafat, S.A. 2013. Functional components and some chemical characteristics changes in cakes fortified with wheat germ. *Research Innovation in Science Food Industry*, 2(2): 153-166 [in Persian].
- [27] Mirmoghtadaie, L., and Kadivar, M. 2013. Chemical modification of oat flour starch and protein and assessment of the physical characteristics of a cake prepared using them. *Iranian Journal of Nutrition Science Food Technology*, 8(2): 103-112 [in Persian].
- [28] Arunepanlop, B., Morr, C.V., Karleskind, D., and Laye, I. 1996. Partial replacement of egg white proteins with whey in angel food cakes. *Food Science*, 61: 1085-1093.
- [29] Temelli, F. 2007. Extraction and functional properties of barley  $\beta$ -glucan as affected by temperature and pH. *Journal of Food Science*, 62(6): 1194-1201.
- [30] Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Cake – Specification and test methods. ISIRI no 2553. 3rd revision, Karaj: ISIRI; 2006 [in Persian].
- [31] Belitz, H.D., and Grosch, W. 1987. *Food Chemistry*. Springer Verlag: New York.
- [32] Lieke, E., Riemsdijk, V., Atze, J., Goot, V., Rob, J., and Remko, M. 2011. Preparation of gluten-free bread using a meso-structured whey protein particle system. *Journal of Cereal Science*, 53(3): 355-361.
- [33] Sahraiyani, B., Naghipour, F., Karimi, F., and Ghiafe Davoodi, M. 2013. Evaluation of *Lepidium sativum* seed and guar gum to improve dough rheology and quality

## Investigation on production of functional Functional low fat cupcake by using tahini meal and kombucha beverage

Zahraiepour, F. <sup>1</sup>, Naghipour, F. <sup>2\*</sup>, Seyedin Ardebili, S. M. <sup>3</sup>

1- MSc. student, Department of Food Science and Technology, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran

2- Seed and Plant Improvement Institute, Agriculture Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

3- Assistant professor, Department of Food Science and Technology, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran

(Received: 2019/05/19 Accepted:2019/07/23)

People's attitude towards dietary food and nutrition, avoiding the process of gaining weight and emphasizing healthy life on one hand, and the high rate of calorie-generation in fat on the other hand, has persuaded the researchers and producers to decrease the amount of fat in the formulation of the products. Therefore, in this research the possibility of producing low-fat cake is evaluated through considering the elimination of 50% fat, applying tahini meal in three levels of 0%, 10%, and 20%, and replacing consuming water in cake paste with Kombucha drink in three levels of 0%, 50%, and 100%, and thus, observing the features of paste and final product in form of a completely random plan with factorial format ( $P \leq 0.05$ ). The results demonstrate that the increasing amount of tahini meal will increase and decrease the viscosity and specific weight of paste respectively; and also increasing the amount of tahini meal increases the amount of specific volume and porosity; and the sample including 20% tahini meal, with replacing 100 Kombucha drinks has the least texture rigidity among others during 1 and 15 days period of time after baking. On the other hand, with increasing tahini meal and Kombucha the amount of L\* component of crust decreased and the amount of a\* component of the crust in produced samples increased. Eventually, considering the results of the evaluation and experiments on physicochemical and sensory features of the product, observers confirmed the sample with 20% tahini meal with replacing 100 Kombucha drinks as the best sample product. Accordingly, when the characteristics of the best sample were compared with the testifier sample (without additives and oil replacement), the increase of protein, decrease of fat level and peroxide were concluded. Considering the positive results of this project, the low-fat cake enriched with tahini meal and the functional Kombucha drink having qualitative and quantitative nutritional value, can be produced in order to reduce the health dangers of using shortenings.

**Key Words:** Low-fat cake, Fat substitute, Tahini meal, Functional Kombucha drink.

---

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