

بررسی اثرات جایگزینی نسبی تخم مرغ با کنسانتره پروتئین آب پنیر و نشاسته اصلاح شده بر ویژگی‌های کیفی و حسی کیک روغنی

مرجان رسولی^a، بابک غیاثی طرزی^{b*}، سید مهدی سیدین اردبیلی^b، حسین باخدا^c

^a دانش آموخته کارشناس ارشد گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

^b دانشیار گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

^c استادیار گروه مکانیزاسیون کشاورزی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۴/۱۱

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۱۱/۰۱

DOI: 10.30495/JFTN.2022.42222.10945

<https://doi.net/dor/20.1001.1.20080123.1401.19.3.2.7>

چکیده

مقدمه: امروزه به دلایل تغذیه‌ای و اقتصادی حذف تخم مرغ در صنعت کیک سازی اهمیت پیدا می‌کند. در این پژوهش ویژگی‌های فیزیکیوشیمیایی و حسی کیک روغنی حاصل از جایگزینی نسبی تخم مرغ با کنسانتره پروتئین آب پنیر و نشاسته اصلاح شده مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: در این تحقیق اثرات جایگزینی نسبی ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد تخم مرغ با کنسانتره پروتئین آب پنیر و نشاسته اصلاح شده بر وزن مخصوص و ویسکوزیته خمیر، رطوبت، حجم، pH، بافت و ویژگی‌های حسی کیک مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج آزمون‌ها نشان داد که کنسانتره پروتئین آب پنیر و نشاسته اصلاح شده، خصوصیات فیزیکیوشیمیایی و حسی کیک را به طور معناداری تحت تاثیر قرار دادند. به طوری که با جایگزینی صورت گرفته مقادیر وزن مخصوص خمیر، ویسکوزیته خمیر، سفتی بافت کیک، رطوبت کیک، حجم کیک و ارتفاع کیک با نمونه شاهد تفاوت معنادار داشتند ($P < 0.05$). نتایج نشان داد که در سطح معنی‌داری $P < 0.05$ ، pH کیک در هیچ تیماری با نمونه شاهد تفاوت معنی دار نداشت. این جایگزینی بر خواص حسی نمونه‌ها نیز موثر بود و تمامی تیمارها از لحاظ ویژگی‌های رنگ، طعم، بافت و پذیرش کلی با نمونه شاهد تفاوت معنادار داشتند ($P < 0.05$).

نتیجه‌گیری: نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که استفاده از کنسانتره پروتئین آب پنیر به تنهایی جایگزین مناسبی برای تخم مرغ می‌باشد اما استفاده از نشاسته اصلاح شده به تنهایی جایگزین مناسبی برای تخم مرغ نیست، درحالی‌که این ترکیب در مقادیر ۲۵ و ۵۰ درصد همراه با کنسانتره پروتئین آب پنیر، ضمن بهبود اغلب خواص فیزیکیوشیمیایی و حفظ خصوصیات حسی کیک، جایگزین مناسبی برای تخم مرغ می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: کنسانتره پروتئین آب پنیر، کیک، نشاسته اصلاح شده

مقدمه

فرآورده‌های حاصل از آرد گندم از پرمصرف‌ترین محصولات غذایی در سراسر جهان محسوب می‌شوند. در این میان کیک‌ها به واسطه ویژگی‌های ارگانولپتیک مناسب، مورد استقبال و پسند مصرف‌کنندگان واقع شده است. در تولید انواع کیک‌ها، تخم مرغ جزء گران‌ترین مواد اولیه می‌باشد و مهم‌ترین منبع کلسترول و اسیدهای چرب اشباع به شمار می‌رود. لذا توجه به سلامت کیک و کاهش کلسترول آن و تبدیل آن به غذایی قابل استفاده برای تمام افراد جامعه حتی افرادی که تحت رژیم‌های غذایی خاص هستند و در عین حال کاهش هزینه‌های تولید، اهمیت پیدا می‌کند (Arozarana et al., 2001).

از سویی دیگر تخم مرغ به دلیل قابلیت منحصر به فرد کف‌کنندگی، امولسیون‌کنندگی، ویژگی انعقاد حرارتی پروتئین‌هایش، هوادهی و وراوندگی، نقش مهمی را در ویژگی‌های رئولوژیکی و کیفی خمیر و کیک دارد. اما در کنار این خصوصیات مطلوب، به دلایل تغذیه‌ای و اقتصادی حذف تخم مرغ در صنعت کیک‌سازی حائز اهمیت است (Ayubi et al., 2008).

Arozarana و همکاران (۲۰۰۱) جایگزینی کامل تخم مرغ با پروتئین‌های گیاهی ایزوله شده از دانه‌های لوبین سفید، امولسیفایر و صمغ زانتان در کیک زرد را مورد بررسی قرار دادند. در این تحقیق مشاهده شد که افزودن صمغ زانتان به طور معنی‌داری باعث بهبود ساختار داخلی مغز کیک، افزایش ارتفاع و حجم کیک و همچنین کاهش چروکیدگی می‌شود. در این تحقیق در نهایت مقدار ۴/۵ درصد MDG و ۰/۵۵ درصد صمغ زانتان نسبت به وزن آرد گندم به عنوان بهینه معرفی شد (Arozarana et al., 2001).

Pernell و همکاران (۲۰۰۲) کیک‌های آنجل ساخته شده از سفیده تخم مرغ و ایزوله پروتئین آب پنیر (WPI) را مورد مقایسه قرار دادند. آن‌ها دریافتند که افزودن WPI حرارت داده شده و یا صمغ زانتان می‌تواند حجم کیک‌های حاصل را افزایش دهد. البته این افزایش به اندازه پروتئین‌های سفیده تخم مرغ نمی‌باشد (Pernell et al., 2002).

استفاده از کنسانتره پروتئین آب پنیر (WPC) به عنوان یک جایگزین تجاری و در عین حال ارزان برای تخم مرغ

در کیک مورد توجه است. خواص عمل‌کنندگی WPC متنوع و مشابه تخم مرغ می‌باشد. پروتئین آب پنیر قادر به تولید کف مناسبی می‌باشد. کنسانتره پروتئین آب پنیر به عنوان یک ترکیب کلیدی در واکنش‌های میلارد محسوب شده و در نتیجه طعم، رنگ، بافت و احساس دهانی بهتری را در محصول ایجاد می‌کند. پروتئین‌های آب پنیر افزودنی‌های غذایی با خصوصیات عملکردی متنوعی می‌باشند که از ارزش تغذیه‌ای بالایی نیز برخوردار می‌باشند (Ayubi et al., 2008).

نشاسته اصلاح شده نیز به عنوان یک جایگزین مفید، ارزان قیمت و با قابلیت نگهداری بالا قادر است با پایدار ساختن امولسیون خمیر کیک، کیفیت محصول نهایی را بهبود ببخشد، باعث افزایش ماندگاری و تازگی محصول گردیده و در عین حال احساس دهانی در کیک را نیز بهبود دهد (Karaoglu et al., 2001).

هدف از این پژوهش، تاثیر استفاده از کنسانتره پروتئین آب پنیر و نشاسته اصلاح شده در تولید کیک روغنی با تخم مرغ کاهش یافته است. اثرات جایگزینی ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد از تخم مرغ با کنسانتره پروتئین آب پنیر و نشاسته اصلاح شده بر برخی از ویژگی‌های کیفی و حسی کیک روغنی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

- تهیه و آزمایشات مواد اولیه

آرد نول تولیدی شرکت برتر، بیکینگ پودر و امولسیفایر تولیدی توسط شرکت آذرنوش شکوفه و روغن مایع، شکر، شربت اینورت، تخم مرغ، نمک که همگی از فروشگاه‌های مواد غذایی خریداری شدند.

آزمون‌های شیمیایی آرد شامل رطوبت طبق استاندارد شماره ۲۷۰۵، خاکستر طبق استاندارد بین‌المللی به شماره ۰۸-۰۱، pH مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۳۷، پروتئین طبق روش مرجع ICC 150-1 و چربی طبق استاندارد بین‌المللی AACC به شماره 25-30 انجام گرفت (AACC, 2000) (جدول ۱).

در این پژوهش جهت تولید نمونه کیک‌های روغنی با تخم مرغ کاهش یافته، از کنسانتره پروتئین آب پنیر با نام تجاری Hilmar™ 8200 WPC و نشاسته ذرت مومی اصلاح شده با روش شیمیایی با نام تجاری Ingredion

اضافه گردید. عملیات هم زدن به مدت ۶ دقیقه با سرعت بالای هم زن انجام شد. مقدار ۳۰۰ گرم از خمیر آماده شده در قالبی که از قبل چرب شده بود ریخته شد و به مدت ۴۵ دقیقه در فر با دمای ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد عملیات پخت انجام شد. نمونه‌ها پس از پخت در دمای محیط خنک شد و سپس نمونه‌ها بسته‌بندی شده و در دمای اتاق تا انجام آنالیزهای بعدی نگهداری شد (Rastmanesh, 2008). معرفی تیمارهای مورد استفاده در این پژوهش در جدول ۵ آورده شده است.

PURITY GUM® 25 ER استفاده گردید (مقادیر آورده شده در جداول ۲ و ۳ مربوط به شرکت‌های تولید کننده هستند).

- تولید کیک

خمیر کیک شاهد با استفاده از روش یک مرحله ای و طبق فرمولاسیون جدول ۴ تهیه شد. در این روش تمام اجزای کیک به ترتیب وارد ظرف مخلوط کن شد. ابتدا روغن، سپس تمام اجزای جامد و سرانجام تمام مواد مایع

جدول ۱- ویژگی های آرد مصرفی

Table 1- Properties of consumed flour

Fat (%)	Protein (%)	pH	Ash (%)	Moisture (%)
2.02	9.37	6.09	0.54	13.11

جدول ۲- ویژگی های کنسانتره پروتئین آب پنیر

Table 2- Properties of whey protein concentrate

pH	Ash (%)	Moisture (%)	Fat (%)	Lactose (%)	Protein (%)
7-7.4	4.5	4.5	5	5	82.5

جدول ۳- ویژگی های نشاسته اصلاح شده

Table 3- Properties of modified starch

pH	Ash (%)	Moisture (%)	Fat (%)	Carbohydrate (%)	Protein (%)
7	0.5	15	0.15	97	0.5

جدول ۴- فرمولاسیون کیک روغنی

Table 4- Formulation of Shortened Cake

Inverted suger	Water	Egg	Emulsifier	Baking powder	Salt	Sugar	Oil	Flour	Ingredients
5.71	48.57	31.42	4.28	3.42	0.85	62.85	28.57	100	%

جدول ۵- معرفی تیمارهای مورد استفاده در این پژوهش

Table 5- Treatments used in this research

Treatments	Description
1	Control sample
2	Egg replacement sample with 100% whey protein concentrate
3	Egg replacement sample with 75% whey protein concentrate and 25% modified starch
4	Egg replacement sample with 50% whey protein concentrate and 50% modified starch
5	Egg replacement sample with 25% whey protein concentrate and 75% modified starch
6	Egg replacement sample with 100% modified starch

- آزمون‌های خمیر

جهت اندازه گیری وزن مخصوص ابتدا در دمای ثابت حجم یکسانی از خمیر و آب مقطر تهیه و وزن گردید. با تقسیم وزن به دست آمده برای خمیر به وزن به دست آمده برای آب مقطر این کمیت محاسبه گردید (Ashwini et al., 2009).

ویسکوزیته خمیر کیک‌ها با استفاده از دستگاه ویسکومتر بروکفیلد مدل DV-II در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و با استفاده از اسپیندل شماره ۷، ۱ RPM و گشت‌آور ۴۰ پس از ۳۰ ثانیه اندازه‌گیری شدند (Kim & Walker, 1992).

- آزمون‌های کیک

رطوبت نمونه‌ها توسط رطوبت سنج مادون قرمز محصول شرکت Sartorius آلمان مدل MA100 و مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۲۷۰۵ اندازه‌گیری شد.

حجم کیک با استفاده از روش جابجایی دانه کلزا مطابق با استاندارد AACC شماره ۱۰-۷۲ تعیین گردید.

جهت انجام آزمون pH از روش استاندارد ملی ایران شماره ۲۵۵۳ استفاده گردید.

تغییرات بافتی ناشی از جایگزینی نسبی تخم مرغ با کنسانتره پروتئین آب پنیر و نشاسته اصلاح شده توسط دستگاه بافت‌سنج Texture Analyzer مدل Brookfield CT3 ارزیابی گردید. شرایط آزمون به این صورت بود که ابتدا نمونه‌ها به شکل قطعات مکعب به ابعاد ۳×۳×۲ سانتی‌متری برش داده شدند. سپس توسط یک پروب صفحه‌ای با سرعت ۱ میلی‌متر در ثانیه و به میزان ۲۰٪ فشرده شدند. میزان نیروی فشاری وارد شده به نمونه برحسب نیوتن گزارش شد (Ashwini et al., 2009). به منظور بررسی تاثیر کنسانتره پروتئین آب پنیر و نشاسته اصلاح شده بر بافت کیک، آزمون تعیین سفتی بافت در روزهای پانزدهم و سی ام نیز مجدد انجام شد.

در این پژوهش، مقایسه تیمارهای مختلف در ویژگی‌های حسی مورد نظر (رنگ، طعم، بافت و پذیرش کلی) توسط پنج نفر پانلیست انجام گردید. بدین منظور، از روش هدونیک پنج امتیازی که شماره ۱ نشان دهنده کمترین امتیاز و شماره ۵ نمایانگر بیشترین امتیاز بود، برای

بررسی این ویژگی‌ها استفاده شد. فرم‌های ارزیابی حسی تهیه و در اختیار گروه ارزیابی حسی قرار گرفت. ارزیابی حسی تمام نمونه‌های کیک یک روز پس از پخت انجام شد (Ashwini et al., 2009).

- تجزیه و تحلیل آماری

به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها، از طرح آماری کاملاً تصادفی با ۳ تکرار استفاده شد. تحلیل با کمک نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۲ انجام شد. همچنین در صورت معنی‌دار بودن اثرات مورد بررسی در جدول تجزیه واریانس، مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون مقایسه میانگین چند دامنه ای دانکن با سطح احتمال خطا ۵٪ انجام شد. جهت تجزیه و تحلیل داده‌های به دست آمده از آزمون ارزیابی حسی از تست فریدمن استفاده گردید.

یافته‌ها**- وزن مخصوص خمیر**

نتایج اندازه‌گیری وزن مخصوص خمیر در نمودار ۱ نشان می‌دهد که، با جایگزینی تخم مرغ با کنسانتره پروتئین آب پنیر و نشاسته اصلاح شده مقادیر بیشتری برای این ویژگی حاصل می‌شود، اما سبب افزایش معناداری در وزن مخصوص خمیر نمی‌گردد. به نحوی که بین وزن مخصوص نمونه شاهد و تیمارهای ۲، ۳ و ۴ اختلاف معناداری وجود نداشت. اما بین نمونه شاهد و تیمارهای ۵ و ۶ اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($P < 0.05$).

- ویسکوزیته خمیر

نتایج اندازه‌گیری ویسکوزیته خمیر در نمودار ۲ نشان می‌دهد که، تمامی تیمارها با نمونه شاهد تفاوت معنادار دارند ($P < 0.05$). به طوری که تیمار ۶ که حاوی ۱۰۰ درصد نشاسته اصلاح شده می‌باشد دارای بیشترین میزان ویسکوزیته و تیمار ۱ که نمونه شاهد است نسبت به سایر تیمارها دارای کمترین میزان ویسکوزیته می‌باشد.

- رطوبت کیک

نتایج اندازه‌گیری رطوبت کیک در نمودار ۳ نشان می‌دهد که نمونه شاهد که دارای بیشترین میزان رطوبت است اختلاف معناداری را از لحاظ آماری نسبت به سایر

pH کیک -

همان طور که نمودار ۵ نشان می‌دهد، جایگزینی تخم مرغ با کنسانتره پروتئین آب پنیر و نشاسته اصلاح شده، سبب وجود تفاوت معنادار در pH نمونه‌ها نشد ($P>0.05$).

بافت کیک -

همان طور که از نتایج نشان داده شده در نمودار ۶ مشخص است، پس از افزودن سطوح مختلف کنسانتره پروتئین آب پنیر و نشاسته اصلاح شده، سفتی نمونه‌ها بعد از یک، پانزده و سی روز نگهداری نسبت به شاهد افزایش معناداری پیدا کرد ($P<0.05$).

تیمارها دارد ($P<0.05$). به طوری که جایگزین کردن تخم مرغ با کنسانتره پروتئین آب پنیر و نشاسته اصلاح شده سبب کاهش میزان رطوبت محصول نهایی گردیده است.

حجم کیک -

نتایج اندازه‌گیری حجم کیک در نمودار ۴ نشان می‌دهد که، تمامی تیمارها در میزان حجم تفاوت معناداری نسبت به یکدیگر داشتند ($P<0.05$). به طوری که تیمار ۶ که حاوی ۱۰۰ درصد نشاسته اصلاح شده بود دارای کمترین میزان حجم بود و تیمار ۱ که نمونه شاهد بود نسبت به سایر تیمارها دارای بیشترین میزان حجم بود.

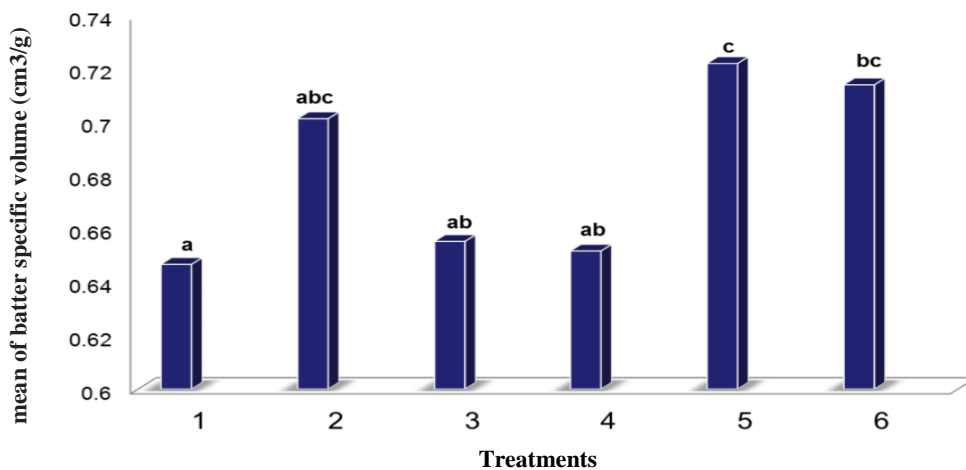


Figure 1- Effect of relative replacement of egg with whey protein concentrate and modified starch on batter specific volume

نمودار ۱- اثر جایگزینی نسبی تخم مرغ با کنسانتره پروتئین آب پنیر و نشاسته اصلاح شده بر وزن مخصوص خمیر
* حروف متفاوت نشان دهنده معنی دار بودن میانگین تیمارها در سطح ۰/۰۵ درصد می‌باشد.

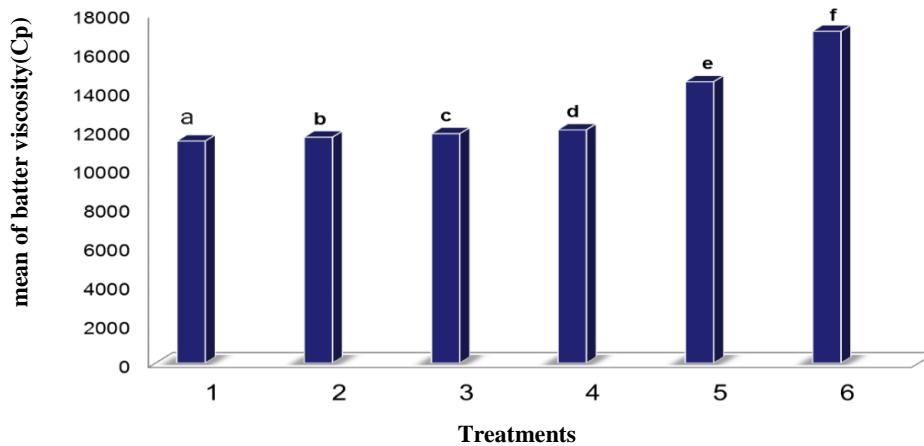


Figure 2- Effect of relative replacement of egg with whey protein concentrate and modified starch on batter viscosity

نمودار ۲- اثر جایگزینی نسبی تخم مرغ با کنسانتره پروتئین آب پنیر و نشاسته اصلاح شده بر ویسکوزیته خمیر
* حروف متفاوت نشان دهنده معنی دار بودن میانگین تیمارها در سطح ۰/۰۵ درصد می‌باشد.

بررسی اثرات جایگزینی نسبی تخم مرغ با کنسانتره پروتئین آب پنیر و نشاسته اصلاح شده

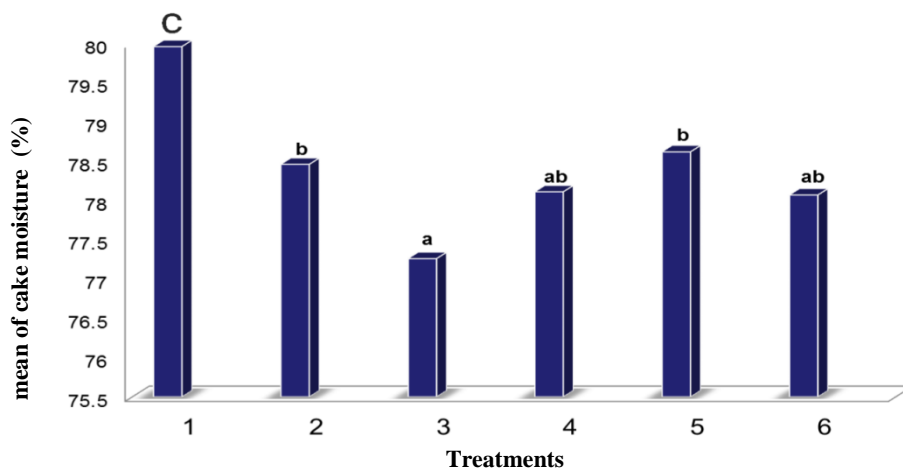


Figure 3- Effect of relative replacement of egg with whey protein concentrate and modified starch on cake moisture

نمودار ۳- اثر جایگزینی نسبی تخم مرغ با کنسانتره پروتئین آب پنیر و نشاسته اصلاح شده بر رطوبت کیک
* حروف متفاوت نشان دهنده معنی دار بودن میانگین تیمارها در سطح ۰/۰۵ درصد می باشد.

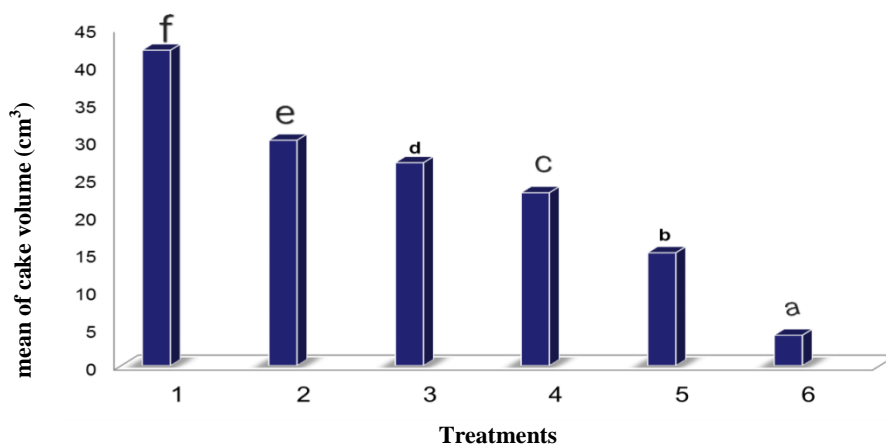


Figure 4- Effect of relative replacement of egg with whey protein concentrate and modified starch on cake volume

نمودار ۴- اثر جایگزینی نسبی تخم مرغ با کنسانتره پروتئین آب پنیر و نشاسته اصلاح شده بر حجم کیک
* حروف متفاوت نشان دهنده معنی دار بودن میانگین تیمارها در سطح ۰/۰۵ درصد می باشد.

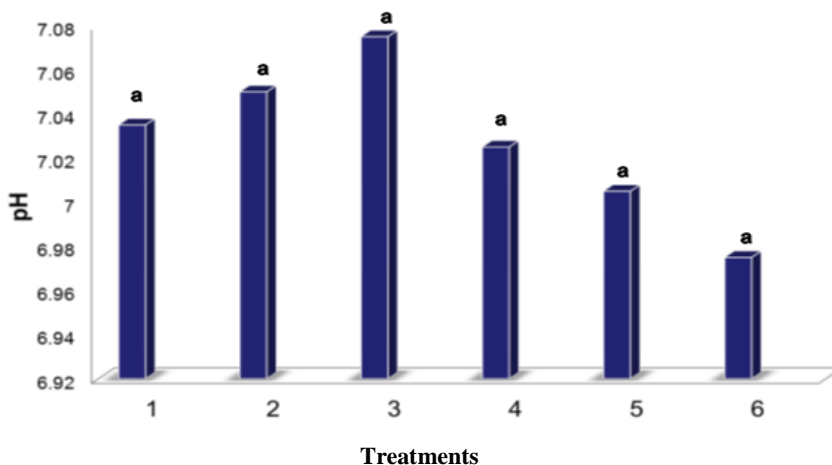


Figure 5- Effect of relative replacement of egg with whey protein concentrate and modified starch on cake pH

نمودار ۵- اثر جایگزینی نسبی تخم مرغ با کنسانتره پروتئین آب پنیر و نشاسته اصلاح شده بر pH کیک
* حروف متفاوت نشان دهنده معنی دار بودن میانگین تیمارها در سطح ۰/۰۵ درصد می باشد.

- ارزیابی حسی

همانطور که از نتایج آورده شده در جدول ۶ مشخص است، امتیاز تمامی تیمارها از لحاظ ویژگی‌های رنگ، طعم، بافت و پذیرش کلی با نمونه شاهد تفاوت معنادار دارند ($P < 0.05$). نمونه شاهد در مقایسه با سایر تیمارها از لحاظ ویژگی‌های رنگ، طعم، بافت و پذیرش کلی امتیاز بالاتری را کسب نمود.

بحث

- وزن مخصوص خمیر

وزن مخصوص خمیر کیک فاکتور مناسبی برای بررسی میزان ورود حباب‌های هوا به خمیر و میزان نگهداری گاز در طول مخلوط کردن خمیر است و معمولاً در رابطه

عکس با حجم کیک است. جایگزینی تخم مرغ با کنسانتره پروتئین آب پنیر و نشاسته اصلاح شده سبب افزایش وزن مخصوص خمیر شد. کنسانتره پروتئین آب پنیر با توانایی ایجاد کف فوق‌العاده قادر است که با افزایش تعداد حباب‌های هوا و همچنین کاهش اندازه آن‌ها هوای زیادی را وارد بافت خمیر نماید و عملکردی مشابه تخم مرغ داشته باشد. یک رابطه معکوس میان وزن مخصوص خمیر کیک و قابلیت ورود حباب‌های هوا به خمیر و میزان نگهداری گاز در بافت خمیر کیک وجود دارد. وزن مخصوص نشان دهنده توانایی پروتئین‌ها در وارد کردن هوا به داخل خمیر کیک می‌باشد که به توزیع اندازه سلول‌های هوا در کیک مربوط می‌شود (Arunepanlop *et al.*, 1996).

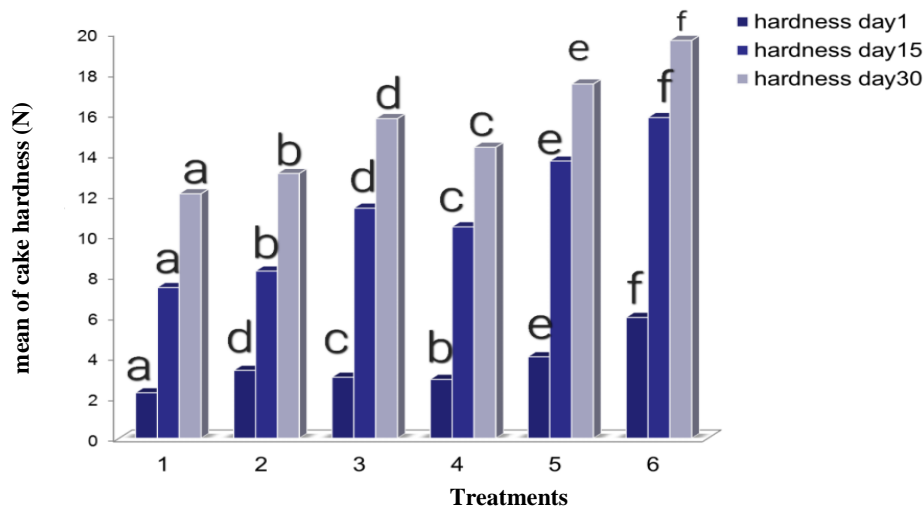


Figure 6- Effect of relative replacement of egg with whey protein concentrate and modified starch on cake hardness

نمودار ۶- اثر جایگزینی نسبی تخم مرغ با کنسانتره پروتئین آب پنیر و نشاسته اصلاح شده بر روند سفتی بافت نمونه‌های کیک
* حروف متفاوت نشان دهنده معنی دار بودن میانگین تیمارها در سطح ۰/۰۵ درصد می‌باشد.

جدول ۶- نتایج رتبه بندی

Table 6- Ranking results

Attribute/Treatment	General acceptance	Texture	Flavor	Color
Treatment1	5.10 ^a	5.30 ^a	5.30 ^a	5.40 ^a
Treatment2	4.50 ^b	4.60 ^b	4.50 ^b	3.60 ^b
Treatment3	4.40 ^c	4.20 ^c	4.00 ^c	3.60 ^b
Treatment4	4.00 ^d	3.70 ^d	3.90 ^d	3.60 ^b
Treatment5	1.90 ^e	2.00 ^e	2.10 ^e	2.70 ^c
Treatment6	1.10 ^f	1.20 ^f	1.20 ^f	2.10 ^d

* حروف لاتین متفاوت نشان دهنده معنی دار بودن میانگین تیمارها در سطح ۰/۰۵ درصد می‌باشد.

- ویسکوزیته خمیر

با جایگزینی WPC و همچنین نشاسته اصلاح شده بر میزان ویسکوزیته خمیر افزوده شد. نمونه شاهد کمترین میزان ویسکوزیته را از خود نشان داد و تیماری که تخم مرغ به طور کامل با نشاسته اصلاح شده جایگزین شده بود دارای بیشترین میزان ویسکوزیته بود. به نظر می‌رسد علت آن ویژگی قوام دهندگی بیشتر و ویسکوزتر بودن نشاسته نسبت به تخم مرغ می‌باشد که با جذب آب بیشتر، خمیر ویسکوزتری ایجاد می‌کند. علاوه بر آن به نظر می‌رسد که وجود لاکتوز و لاکتولبومین در WPC که از خواص تشکیل ژل خوبی برخوردار می‌باشند از دلایل عمده افزایش ویسکوزیته خمیر هنگام افزودن کنسانتره پروتئین آب پنیر باشند (Boye et al., 1995). نتایج تحقیقات Pernell و همکاران (۲۰۰۲) نیز بر روی مقایسه خصوصیات کیک های آنجل تولید شده با پروتئین سفیده تخم مرغ و WPI نشان داد که با افزایش سطح WPI در فرمولاسیون خمیر و همچنین با افزودن صمغ به خمیر بر میزان قوام و ویسکوزیته خمیر افزوده می‌شود (Pernell et al., 2002). تحقیق Kaur و همکاران (۲۰۰۵) نیز نشان داد که با افزایش غلظت WPC در کیک مافین، ویسکوزیته خمیر افزایش پیدا کرد (Kaur et al., 2005).

- حجم کیک

کیک بدون تخم مرغ حاوی ۱۰۰ درصد WPC نزدیکترین حجم را به نمونه شاهد به دست آورد و با کاهش میزان WPC و افزایش میزان نشاسته اصلاح شده به همان نسبت از میزان حجم کیک کاسته شده به طوری که کیک بدون تخم مرغ حاوی ۱۰۰ درصد نشاسته اصلاح شده کمترین میزان حجم را دارا بود. که این نتایج با گزارشات ارائه شده توسط Karaoğlu و همکاران (۲۰۰۱) مطابقت داشت. نشاسته‌های اصلاح شده در مقادیر ۳۰، ۲۰ و ۱۰٪ به فرمولاسیون کیک افزوده شد. طبق نتایج به دست آمده بالاترین میزان نشاسته افزوده شده (۳۰٪)، سبب بیشترین کاهش در حجم کیک حاصل گردید (Karaoğlu et al., 2001). پیوستگی مناسب مولکول‌های هوا و تشکیل امولسیون همگن خمیر کیک جهت تولید کیک با کیفیت خوب، بسیار مهم و حیاتی می‌باشد. افزایش حجم به دست آمده در کیک بدون تخم مرغ ممکن است به علت ویژگی های امولسیون کنندگی و تشکیل کف WPC باشد. کنسانتره پروتئین آب پنیر ظرفیت بسیار خوبی از امولسیون کنندگی را دارا می‌باشد (Kinsella and Whitehead, 1989).

- pH کیک

pH هیچ یک از نمونه ها با نمونه شاهد اختلاف معنی داری نداشت. بنابراین از آنجایی که pH کنسانتره پروتئین آب پنیر و نشاسته اصلاح شده مورد استفاده شده در این پژوهش در حدود ۷ بوده و pH تخم مرغ کامل نیز در حدود ۷ می‌باشد، جایگزینی‌های صورت گرفته تأثیر چندانی بر روی pH نمونه‌های کیک نداشتند. میانگین pH های به دست آمده در سطوح مختلف با استاندارد کیک به شماره ۲۵۵۳ مطابقت داشتند.

- رطوبت کیک

جایگزین کردن تخم مرغ با کنسانتره پروتئین آب پنیر و نشاسته اصلاح شده سبب کاهش میزان رطوبت محصول نهایی شد. از دلایلی که در رابطه با کاهش رطوبت میتوان عنوان کرد این است که از آنجایی که WPC محلول در آب بوده و لذا نمی‌تواند با مقادیر زیادی آب اتصال برقرار کند، به نظر می‌رسد کاهش میزان رطوبت با این جایگزینی در ارتباط باشد. در کیک حاوی تخم مرغ ظرفیت اتصال آب بیشتری وجود دارد و بنابراین این مسئله سبب می‌شود که محصول نهایی نسبت به کیک بدون تخم مرغ بتواند رطوبت بیشتری را در خود حفظ نماید (Ratnayake et al., 2010). همچنین تحقیقات انجام شده توسط Arunepanlop و همکاران (۱۹۹۶) نیز نشان داد که با افزایش سطح WPI در فرمولاسیون کیک آنجل، میزان رطوبت کاهش می‌یابد (Arunepanlop et al., 1996).

- بافت کیک

نمونه حاوی ۱۰۰٪ نشاسته اصلاح شده در مقایسه با سایر تیمارها از سفتی بافت بیشتری برخوردار بود. در مورد تمامی نمونه ها با افزایش مدت زمان نگهداری بر میزان سفتی نمونه ها افزوده شد. میزان سفتی بافت نمونه‌ها در روز پنزدهم نسبت به روز اول و در روز سی ام نسبت به

پذیرش کلی محصول را نسبت به نمونه شاهد کاهش می‌دهد. تیمارهای ۲، ۳ و ۴ امتیازهای مشابه و مطلوبی را از نظر پذیرش کلی کسب نمودند. اما با افزایش سطح نشاسته اصلاح شده و کاهش سطح کنسانتره پروتئین آب پنیر از امتیاز پذیرش کلی به میزان زیادی کاسته شد. به طوری که تیمار ۵ و تیمار ۶ از نظر پذیرش کلی کمترین امتیازها را به دست آوردند.

نتیجه گیری

امروزه به دلیل شیوع بیماری‌های قلبی- عروقی، نیازهای تغذیه‌ای افراد خاص نظیر افراد دارای کلسترول خون بالا و گیاه خواران و همچنین کاهش هزینه‌های تولید، حذف تخم مرغ و جایگزین کردن آن با سایر ترکیبات مناسب در فرمولاسیون محصولات قنادی بخصوص کیک‌ها از اهمیت خاصی برخوردار است. کنسانتره پروتئین آب پنیر و نشاسته اصلاح شده به عنوان جایگزین تخم مرغ قادر هستند ویژگی‌های کاربردی تخم مرغ را شبیه سازی نمایند، خواص تکنولوژیکی محصول را حفظ کنند و اختلالات ایجاد شده در کیک را به واسطه حذف تخم مرغ بهبود ببخشند. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که استفاده از WPC به تنهایی جایگزین مناسبی برای تخم مرغ است اما استفاده از نشاسته اصلاح شده به تنهایی جایگزین مناسبی برای تخم مرغ نبوده، اما این ترکیب در مقادیر ۲۵ و ۵۰ درصد همراه با WPC، ضمن بهبود اغلب خواص فیزیکیوشیمیایی و حفظ خصوصیات حسی کیک، جایگزین مناسبی برای تخم مرغ می‌باشد.

سپاسگزاری

از شرکت دانش بنیان آذرنوش شکوفه و دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات به خاطر حمایت و فراهم نمودن امکانات و تجهیزات آزمایشگاهی تقدیر و تشکر می‌گردد.

منابع

- AACC, (2000). Approved methods of analysis of the American Association of Cereal Chemists (10th ed.), In., St paul.
- Anon. (2006). Iranian National Standard No. 2553, Iranian Standard Development and Industrial Research Publications. Cake - Features and Test Methods, Third Revision (1385). [In Persian]

روز پانزدهم افزایش پیدا کردند. سفتی بافت حاصل از افزودن پروتئین آب پنیر که بستگی به میزان محتوای پروتئینی آن دارد، ممکن است به علت ذرات پروتئینی باشد که باعث تقویت و استحکام ساختمان داخل و درون کیک می‌شود. که این نتایج با گزارشات ارائه شده توسط Paraskevopoulou و همکاران (۲۰۱۵) مطابقت داشت. آنان دریافتند که جایگزین کردن تخم مرغ با ایزوله پروتئین آب پنیر، به طور قابل ملاحظه‌ای سبب افزایش میزان سفتی نمونه‌ها نسبت به تیمار شاهد شد (Paraskevopoulou *et al.*, 2015). در تحقیق دیگری توسط Gomez و همکاران (۲۰۰۸) مشاهده شد که افزودن آرد نخود در کیک باعث افزایش سفتی بافت می‌گردد Karaoğlu (Gomez *et al.*, 2008) و همکاران (۲۰۰۱) نیز به بررسی اثر نشاسته‌های اصلاح شده در کیفیت کیک پرداختند که طبق نتایج به دست آمده توسط آنان، نمونه کیک‌های حاوی نشاسته‌های اصلاح شده نسبت به نمونه شاهد دارای سفتی بافت بیشتری بودند (Karaoğlu *et al.*, 2001).

- ارزیابی حسی

جایگزینی تخم مرغ با کنسانتره پروتئین آب پنیر و نشاسته اصلاح شده سبب کاهش امتیاز رنگ کیک شد. در تیمارهایی که تخم مرغ با مقادیر ۷۵٪ و ۱۰۰٪ نشاسته اصلاح شده جایگزین شده بود، از آنجایی که با حذف تخم مرغ شدت واکنش‌های قهوه ای شدن میلارد کاهش پیدا میکند، شدت رنگ با نمونه شاهد اختلاف داشته و باعث کمترین امتیاز رنگ گردید (Arunepanlop *et al.*, 1996). جایگزینی تخم مرغ با کنسانتره پروتئین آب پنیر و نشاسته اصلاح شده سبب کاهش امتیاز بافت نمونه‌ها گردید و پس از نمونه شاهد، نمونه حاوی ۱۰۰٪ کنسانتره پروتئین آب پنیر بیشترین امتیاز بافت را کسب نمود. نمونه حاوی ۱۰۰٪ نشاسته اصلاح شده نیز کمترین امتیاز بافت را کسب کرد. جایگزینی تخم مرغ با کنسانتره پروتئین آب پنیر و نشاسته اصلاح شده سبب کاهش امتیاز طعم نمونه‌ها شد. از آنجایی که جایگزینی تخم مرغ با WPC و نشاسته سبب کاهش رطوبت نمونه‌ها می‌گردد، در نتیجه طعم و احساس دهانی کاهش می‌یابد. جایگزینی تخم مرغ با کنسانتره پروتئین آب پنیر و نشاسته اصلاح شده، امتیاز

- Arozarana, I., Berthol., M., Empise, J., Bungler, A. & Sousa, I. D. (2001). Study of the total replacement of egg by white lupin, protein, emulsifier & xanthan gum in yellow cake. *European Research Technology*, 213, 312-316.
- Arunepanlop, B., Morr, C.V., Karleskind, D. & Laye, I. (1996). Partial replacement of egg white proteins with whey in angel food cakes. *Journal of Food Science*, 61(5), 1085 – 1093.
- Ashwini, A., Jyotsna, R. & Indrani, D. (2009). Effect of hydrocolloids and emulsifiers on the rheological, microstructural and quality of eggless cake. *Food Hydrocolloids*, 23, 700-707.
- Ayubi, A., Habibi najafi., M. B. & Karimi, M. (2008). The effect of adding whey protein concentrate (WPC) and guar gum and xanthan gum on the quality and physicochemical properties of oil cake. *Iranian Journal of Food Science and Technology Research*, pp. 46-33. [In Persian]
- Boye, J. I., Alli, I., Ismail, A. A., Gibbs, B. F. & Konishi, Y. (1995). Factors affecting molecular characteristics of whey protein gelation. *International Dairy Journal*, 5, (4), 337-353.
- Gómez, M., Oliete, B., Rosell, C.M., Pando, V. & Fernández, E. (2008). Studies on cake quality made of wheat-chickpea flour blends. *LWT - Food Science and Technology*, 41, 1701–1709.
- Karaoğlu M. M., Kotancilar, H. G. & Çelik, L. (2001). Effects of utilization of modified starches on the cake quality. *Starch/Stark*, 53, 162-169.
- Kaur, A., Amarjeet, K. & Bakhshi, A. K. (2005). Development of free cakes by using whey protein concentrates. *Advances in Food Sciences*, 27(1), 2-5.
- Kim, C. S. & Walker, C. E. (1992). Interactions between starches, sugars, and emulsifiers in high-ratio cake model systems. *Cereal Chemistry*, 69, 206–212.
- Kinsella, J. E. & Whitehead, D. M. (1989) *Proteins in Whey: Chemical, Physical, and Functional Properties*. *Advances in Food and Nutrition Research*, 33, 343-438.
- Paraskevopoulou, A., Donsouzi, S., Nikiforidis, C. V. & Kiosseoglou, V. (2015). Quality characteristics of egg-reduced pound cakes following WPI and emulsifier incorporation. *Food Research International*, 69, 72–79.
- Pernell, C. W., Luck, P. J., Foegeding, E. A. & Daubert, C. R. (2002). Heat -induced changes in angel food cakes containing egg -white protein or whey protein isolate. *Journal of Food Science*, 67(8), 2945-2951.
- Rastmanesh, R. (2008). *Cake and muffin technology*. Second Edition, Agricultural Science Publishing. [In Persian]
- Ratnayake, W. S., Geera, B. & Rybak, D. A. (2010). Effects of Egg and Egg Replacers on Yellow Cake Product Quality. *Journal of Food Processing and Preservation* 36, 21-29.

The Effect of Partial Replacement of Egg with Whey Protein Concentrate and Modified starch on the Qualitative and sensory Properties of Shortened Cake

M. Rasouli^a, B. Ghiassi Tarzi^{b*}, S. M. Seyedain Ardabili^b, H. Bakhoda^c

^a M. Sc. Student of the Department of Food Science and Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

^b Associate Professor of the Department of Food Science and Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

^c Assistant Professor of the Department of Agricultural Mechanization, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Received: 21 January 2019

Accepted: 2 July 2019

Abstract

Introduction: Cakes are baked products highly appreciated by the consumers worldwide. Regardless of the number of functions performed by egg proteins in improving cakes, the current trend is to reduce the egg content or to replace eggs in order to diminish the total production cost and also satisfy consumers with specific dietary restrictions or needs.

Materials and Methods: In this study, physicochemical and organoleptical properties of shortened cake prepared by substitution of egg with different levels of whey protein concentrate and modified starch in the formulation were evaluated. WPC at the levels of 25%, 50%, 100% and modified starch at the levels of 25%, 50%, 100%, were considered as variable treatments.

Results: Data analysis showed that the addition of WPC and modified starch, significantly affected all the physicochemical and sensory properties of the samples. The results of these experiments showed that Batter Viscosity, Batter Specific volume, Cake hardness, Cake moisture, Cake volume and Cake height, have a meaningful difference as compared to the control sample in all the cases examined ($P < 0.05$). The results of these experiments showed that pH values of the cake don't have a meaningful difference as compared to the control sample in all the cases examined ($P > 0.05$). All of sensory properties (texture, color, taste and total acceptance) have a meaningful difference as compared to the control sample in all the cases examined ($P < 0.05$).

Conclusion: It was concluded that WPC alone was an appropriate substitution for egg. Although modified starch alone was not an appropriate substitution for egg, the application of modified starch at levels of 25 and 50% along with WPC could be an appropriate substitution for egg while maintaining sensory properties and improving the physicochemical properties of eggless cake.

Keywords: *Cake, Modified Starch, Whey Protein Concentrate.*

* Corresponding Author: babakghiassi@hotmail.com