Archive of SID

بررسی اثر سطوح مختلف پودر جلبک کلرلا ولگاریس به عنوان جایگزین سفیده تخم مرغ بر ویژگی‌های فیزیکی و حسی کیک اسفنجی

محمدعلی حصاری نژاد[1*]، فرناز رضاییان عطار[1]، امید مصفا[2]، بهداد شکرالهی یانچشمه[1]

۱ دانشجوی دکتری، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۲دانش آموخته مهندسی علوم و صنایع غذایی، دانشکده دامپزشکی و دامپروری، دانشگاه سمنان
(تاریخ دریافت: ۹۵/۰۵/۰۵ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۸/۰۹)

چکیده

افزودن جلبک‌های تک سلولی (ریزجلبک) به فرمول کیک، می‌تواند خواص عملکردی ایجادکند، زیرا آن‌ها حاوی دامنه گسترده‌ای از موادمغذی و سلامت‌بخش هستند و به عنوان "غذای فراسودمند یا غذادارو" در نظر گرفته می‌شوند. در این پژوهش برخی ویژگی‌های فیزیکی خمیر (رنگ و قوام)، ویژگی‌های فیزیکی (رنگ پوسته و مغز، افت وزنی، حجم مخصوص، رطوبت و سفتی بافت) و حسی کیک حاصل از جایگزینی سفیده تخم‌مرغ با سطوح مختلف پودرجلبک کلرلاولگاریس (۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد وزنی) ارزیابی شد. نتایج نشان داد که جایگزین کردن سفیده تخم مرغ با پودر جلبک کلرلاولگاریس میزان نمایه‌های L*، a* و b* را در خمیر کیک، پوسته و مغز کاهش داد ($P<۰/۰۵$). با افزایش سطح جایگزینی، قوام خمیر، رطوبت و حجم مخصوص کیک نیز بطور معنی‌داری کاسته شد ($P<۰/۰۵$)، در حالی که افت وزنی کیک و سفتی بافت بطور معنی‌داری افزایش یافت ($P<۰/۰۵$). در ارزیابی حسی، جایگزینی ۲۵ درصد سفیده تخم مرغ با پودر جلبک کلرلا ولگاریس، تغییر معنی‌داری را در طعم، رنگ، بو، بافت ظاهری، سفتی و پذیرش کلی نسبت به نمونه شاهد نشان نداد و می‌توان جایگزینی را انجام داد.

کلید واژگان: ویژگی های فیزیکی، ویژگی های حسی، جلبک کلرلا ولگاریس، سفیده تخم مرغ، کیک اسفنجی

* مسئول مکاتبات: Ma.hesarinejad@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

توانایی خاص پروتئین های سفیده تخم مرغ در تولید کف برای تولید برخی از فرآورده های غذایی، بسیار حائز اهمیت می‌باشد. به عنوان مثال این پروتئین‌ها نقش عمده‌ای در تشکیل کف پایدار در انواع مختلف کیک ایفا می‌کنند [۱]. پروتئین‌های سفیده تخم مرغ در خمیر کیک بصورت لایه نازکی همراه با گلوتن، دیواره سلولی محکمی را تشکیل می‌دهند و در نتیجه هوا در لا به لای آن محبوس می‌شود. این پروتئین‌ها دارای قدرت امولسیون کنندگی بوده و اختلاط اجزای کیک را تسهیل می‌کنند، همچنین بر خصوصیات رنگی، طعم و ارزش غذایی کیک موثر هستند [۲]. با وجود تمام مزایای گفته شده، شرایط سخت حمل و نقل و نگهداری و همچنین قیمت بالا از مهمترین معایب استفاده از تخم مرغ در تولید کیک می‌باشد [۳]. علاوه بر موارد فوق، پروتئین موجود در تخم مرغ (عمدتا پروتئین موجود در سفیده) می‌تواند در برخی از افراد منجر به بروز حساسیت گردد. سر درد، کهیر، خارش پوست، حالت تهوع و استفراغ و درد معده، از علایم شایع حساسیت به تخم مرغ می‌باشند [٤]. با توجه به این مشکلات، تحقیقات زیادی در جهت جایگزینی کامل یا جزئی سفیده تخم مرغ در فرمولاسیون انواع کیک با ترکیبات متنوع (عمدتا ترکیباتی با توانایی ایجاد کف پایدار) انجام شده است. به عنوان مثال برخی محققین، اعمال این جایگزینی با کنسانتره و ایزوله پروتئین آب پنیر را به تنهایی و یا به همراه افزودنی های دیگر مانند صمغ ها و امولسیفایرهای مختلف، بررسی کرده‌اند [۳، ۵-۱۰]. پرنل و همکاران (۲۰۰۲)، کیک های آنجل تهیه شده از سفیده تخم مرغ و ایزوله پروتئین آب پنیر را مورد مقایسه قرار دادند. آن ها دریافتند که تیمار حرارتی ایزوله پروتئین آب پنیر و افزودن صمغ گزانتان، حجم کیک های حاصل را افزایش می‌دهد، که البته به اندازه افزایش حجم حاصل از پروتئین های سفیده تخم مرغ نیست [۱۱]. کور و همکاران (۲۰۰۵)، جایگزینی سفیده تخم مرغ را با کنسانتره پروتئین آب پنیر در کیک مافین بررسی کردند. نتایج تحقیق آن ها نشان داد که با افزایش غلظت کنسانتره پروتئین آب پنیر (WPC[1]) گرانروی خمیر افزایش یافت و این جایگزینی، کیفیت محصول، زمان ماندگاری در دمای اتاق و شرایط انجماد را نسبت به نمونه شاهد بهبود داد [۱۲]. سواران و همکاران (۲۰۰۳)، نیز در کیک، مواد جامد تخم مرغ را با WPC، لستین سویا و گلیسرول منو استئارات[2] جایگزین کردند. نتایج پژوهش آن ها نشان داد که با افزایش سطح جایگزینی تا ۵۰ درصد، خواص فیزیکی کیک به طور معنی داری تغییر نکرد [۱۳]. همچنین، آروزارنا و همکاران (۲۰۰۱) جایگزینی کامل پروتئین های تخم مرغ با پروتئین گیاهی ایزوله شده از دانه ی لوپین سفید (نوعی باقلا) در فرمولاسیون کیک لایه ای زرد را مورد مطالعه قرار دادند [١٤]. کاراژیان و کیهانی (۲۰۱۵) نیز از عصاره چوبک به عنوان جایگزین سفیده تخم مرغ در فرمولاسیون کیک اسفنجی بهره بردند. نتایج این پژوهش بیانگر وجود امکان جایگزینی بخشی از سفیده تخم مرغ در فرمولاسیون کیک اسفنجی با عصاره چوبک بود [۱۵].

ریزجلبک ها از قدیمی ترین ساکنان اقیانوس ها و آب های شیرین هستند. یکی از مشهورترین آن‌ها، جلبک دریایی سبزرنگی به نام "کلرلا ولگاریس[3]" است. کلرلا ولگاریس تک سلولی و جزء آغازیان بوده که در خانواده جلبک ها قرار دارد. سلول‌های کروی آن با قطر حدود ۸-۲ میکرون معادل اندازه یک گلبول قرمز است. کلرلا می‌تواند به عنوان مکمل غذایی در پیشگیری یا درمان کمبودهای تغذیه ای نقش مهمی داشته باشد. این جلبک حاوی ۸ اسیدآمینه ضروری، ویتامین های A، C، E، B_1، B_2، B_6، B_{12}، بیوتین، املاح Fe، Ca، Mg، Zn و اسیدهای چرب ضروری ω6 و ω9 می باشد [١٦].

با توجه به جدول ۱ و مقایسه میزان اسیدهای آمینه جلبک کلرلا ولگاریس و تخم مرغ، می توان بیشتر به اهمیت استفاده از این جلبک در تامین بخش زیادی از اسیدهای آمینه ضروری مورد نیاز روزانه پی برد [١٦]. این ریزجلبک از زمان های گذشته در شرق دور به عنوان یک غذای سنتی که منبع غنی از مواد مغذی (مانند کاروتنوئید و پروتئین) شناخته شده است و

1.Whey Protein Concentrate
2.Glycerol mono stearate
3.*Chlorella Vulgaris*

www.SID.ir

Archive of SID

به طور گسترده به عنوان مکمل غذایی در ژاپن، چین، ایالات متحده و اروپا تولید و به بازار عرضه می‌شود [۱۷]. پژوهش-های مختلفی پیرامون کاربرد این ریزجلبک در موادغذایی صورت گرفته است [۱۸، ۱۹ و ۲۰]. بررسی ویژگی‌های عملکردی پروتئین جلبک کلرلا ولگاریس نشان دهنده ظرفیت بالای امولسیون کنندگی و پایداری امولسیون این پروتئین و قابلیت رقابت آن با پروتئین های تجاری دارد [۲۱].

بنابراین در این پژوهش جایگزینی سفیده تخم مرغ با پودر جلبک کلرلا ولگاریس (۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد وزنی) با هدف بهبود خصوصیات فیزیکی و حسی کیک مورد بررسی قرارگرفت.

Table 1 Amino acid composition of Chlorella vulgaris [16] in comparison egg [22] (mg/100g).

Amino acid (mg/100g)	Egg	*Chlorella vulgaris*
Serine	-	4.0
Lysine	7.0	8.7
Methionine	9.2	2.2
Tryptophan	8.4	2.3
Valine	1.1	6.0
Isoleucine	3.0	3.9
Leucin	8.8	8.8
Phenylalanine	7.4	4.7
Threonine	5.0	4.7
Glycine	4.2	5.8
Alanine	-	8.7
Arginine	5.7	6.9
Histidine	2.4	2.3
Glutamic acid	12.6	11.8
Aspartic acid	2.3	9.0
Cysteine	-	1.6
Proline	-	5.1
Tyrosine	-	3.8

۲- مواد و روش ها

۲-۱- مواد

آرد مخصوص تولید کیک با درجه استخراج ۸۱ درصد (تک ماکارون) خریداری گردید. این آرد حاوی ١٤ درصد رطوبت، ۱۰ درصد پروتئین، ۰/۵ درصد خاکستر و ۲۷ درصد گلوتن مرطوب بود [۲۳]. شکر، روغن نباتی (آفتابگردان، اویلا)، پودر پخت (هرمین) نیز از فروشگاه های سطح شهر سمنان تهیه شد. تخم مرغ تازه نیز یک روز قبل از تولید کیک ها تهیه و در یخچال نگهداری شد. پودر جلبک کلرلا ولگاریس (شرکت Roquette Klötze GmbH & Co. KG, France[4]) تهیه گردید که جدول ۲ ترکیبات تشکیل دهنده آن را نشان می‌دهد.

۲-۲- روش تهیه خمیر

فرمولاسیون کیک های تولیدی در جدول ۳ آورده شده است. پس از تهیه نمونه شاهد، فرمول هایی با جایگزینی مقادیر ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد وزنی سفیده تخم مرغ مورد استفاده در فرمولاسیون این نوع کیک، با پودر جلبک کلرلا ولگاریس تولید شدند (به ترتیب با کدهای CH0، CH25، CH50، CH75 و CH100). جهت مشخص شدن تاثیر این پودر بر قوام و رنگ خمیرهای کیک و نیز ویژگی های فیزیکی و حسی کیک های تولیدی، پودر جلبک جایگزین مقدار ماده خشک سفیده تخم مرغ (۱۱ درصد) شد و مابقی با آب به عنوان یک ترکیب فاقد قابلیت کف کنندگی و امولسیون کنندگی جایگزین گردید (جدول ٤).

برای تهیه خمیر، ابتدا روغن و شکر توسط همزن برقی مخلوط شد تا کرمی روشن تهیه گردد. سپس تخم مرغ به مخلوط اضافه شد و عمل همزدن به مدت ٤ دقیقه ادامه یافت. در مرحله بعد مواد پودری شکل به همراه آرد الک شد و به خمیر اضافه شدند. در نهایت آب افزوده شد و عمل مخلوط کردن ادامه یافت تا خمیر آماده شد. خمیرها پس از تهیه با وزن مشخص ۵۰ گرم در کاغذهای مخصوص کیک که درون قالب ها قرار گرفته بود، ریخته شد. فرآیند پخت توسط فر در دمای ۲۰۰-۱۸۰ درجه سانتیگراد به مدت ۲۰ دقیقه انجام شد. پس از پایان عملیات پخت، کیک ها در محیط، سرد و پس از بسته بندی در بسته های پلی اتیلنی تا زمان انجام آزمایش ها نگهداری شدند.

4. شرکت روکت کلوتز فرانسه

www.SID.ir

Archive of SID

Table 2 Composition of *Chlorella vulgaris* algae powder.

Properties	Content	Properties	content
Na	6.13 (g/kg)	Vit B_9	385 (µg/100g)
K	10.4 (g/kg)	Vit B_6	2.42 (mg/100g)
Mg	2.48 (g/kg)	Riboflavin B_2	3.64 (mg/100g)
Ca	0.68 (g/kg)	Niacin B_3	22 (mg/100g)
Zn	6.1 ppm	Thiamine B_1	1.13 (mg/100g)
Fe	815 ppm	Vit K_1	18.7 (µg/100g)
Lutein	2940 ppm	Vit E	7.38 (mg/100g)
Chlorophyll	2.21 (g/100g)	Vit C	71.9 (mg/100g)
Total carotenoids	0.425 (g/100g)	Vit A	<0.5 (µg/100g)
Fat	8.6 (g/100g)	Dietary fiber	13.3 (g/100g)
Crude protein (6.25)	52.3 (g/100g)		

Table 3 Cake formulation of control sample.

Raw material	% based on flour weight	Raw material	% based on flour weight
Water	25	Vegetable oil	55
Cacao	7.5	Egg white	55
Vanilla	0.5	Egg yolk	25
Salt	0.5	Sugar	70
Baking powder	1.5	Wheat flour	100

Table 4 The amount of water, egg white and algae in a form of cake (50 g)

Treatment	water (g)	egg white (g)	*Chlorella vulgaris* (g)
CH0	3.7	8	0
CH25	5.5	6	0.22
CH50	7.3	4	0.44
CH75	9.1	2	0.66
CH100	10.9	0	0.88

۲-۳- ارزیابی فیزیکی و حسی

سه شاخص L^* (میزان روشنایی)، a^* (میزان قرمزی) و b^* (میزان زردی) خمیر و نمونه های کیک با استفاده از تصویربرداری به وسیله دوربین (Canon مدل G1X 14.3M ساخت کشور ژاپن) و انتخاب یک زمینه ٤٠×٤٠ میلی متری از قسمت مرکزی نمونه و تبدیل فضای رنگی RGB به LAB توسط نرم افزار ImageJ (نسخه 1.44p) تعیین شد [٢٤، ٢٥]. این آزمون در خصوص خمیر، بلافاصله پس از تهیه خمیر و در مورد کیک، ٢٤ ساعت پس از پخت انجام گرفت.

اندازه گیری قوام خمیر کیک در قیفی با قطر داخلی دهانه گشاد ١٠ سانتیمتر و قطر داخلی دهانه باریک ١/٦ سانتیمتر انجام شد. قیف بطور کامل با خمیر پر شده و سپس وزن خمیر خارج شده از قیف در مدت ١٥ثانیه اندازه گیری گردید. قوام خمیر بر حسب گرم بر ثانیه گزارش شد [٢٦]. اعداد بزرگتر ثبت شده نشان دهنده قوام کمتر خمیر است [٢٧].

برای اندازه گیری درصد افت وزنی کیک، وزن خمیر قبل از پخت و وزن کیک بعد از پخت با دقت ٠/٠١ گرم توزین گرید و افت وزنی با تفریق این دو از هم محاسبه شد [٢٨].

یک ساعت پس از پخت، حجم مخصوص کیک با بدست آوردن نسبت حجم کیک به وزن کیک به روش جایگزینی دانه های کلزا انجام گردید [٢٣].

رطوبت نمونه ها با استفاده از روش AACC 44-15 (١٩٩٩) و یک روز پس از تولید اندازه گیری شد [٢٩].

آزمون بافت سنجی با استفاده از بافت سنج اینسترون (مدل Testometric M350-10CT، ساخت انگلستان) انجام شد. شرایط آزمون تراکمی به کار رفته، بدین صورت بود که ابتدا نمونه ها به شکل قطعات مکعبی با ابعاد ٢/٥ × ٢/٥ × ٢/٥

www.SID.ir

Archive of SID

سانتی متر تهیه و پوسته آنها حذف گردید و سپس توسط یک پروب صفحه‌ای با سرعت ۱ میلی متر در ثانیه به میزان ۵۰ درصد فشرده گشتند. مقدار عددی پارامتر سفتی بر حسب واحد نیوتن، به عنوان شاخصی از سفتی گزارش شد. این آزمون پس از گذشت ۱، ۲ و ۱۰ روز از نگهداری نمونه ها انجام گرفت [۲۸]. در طول این دوره، نمونه های کیک در دمای اتاق نگهداری شدند.

خصوصیات حسی نمونه ها شامل رنگ، طعم، بو، بافت ظاهری، سفتی بافت، خمیری بودن، چسبندگی به دندان و پذیرش کلی توسط ۱۰ ارزیاب آموزش دیده با روش امتیازدهی هدونیک پنج نقطه ای مورد ارزیابی قرار گرفتند. امتیازات بین ۱ (خیلی بد) و ۵ (خیلی خوب) در نظر گرفته شدند. این ارزیابی یک روز پس از پخت صورت گرفت [۳۰].

۲-٤- طرح آماری و تجزیه و تحلیل داده ها

بدین منظور از طرح پایه کاملا تصادفی تک متغیره در ۳ تکرار استفاده گردید. آنالیز واریانس نتایج حاصل با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ١٦ انجام پذیرفت. سپس آزمون دانکن به منظور مقایسه میانگین ها در سطح ۹۵درصد انجام شد. نمودارها توسط نرم افزار Excel 2010 رسم شدند.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- ارزیابی رنگ خمیر، پوسته و مغز کیک

رنگ محصول نهایی، می تواند به عوامل زیادی شامل برهم کنش ها و یا تغییرات اجزاء، و تغییرات رنگ ایجاد شده طی فرآوری وابسته باشد [۳۱]. عوامل مختلفی مانند رطوبت پوسته کیک، شدت واکنش میلارد و وجود ترکیبات رنگی در فرمولاسیون بر رنگ پوسته کیک موثر هستند؛ این در حالی است که ترکیبات موجود در فرمولاسیون کیک، عمدتا بر رنگ مغز کیک تاثیرگذار هستند [۳۲]. مطابق آنچه در جدول ۵ ملاحظه می شود، جایگزینی سفیده تخم مرغ با پودر جلبک کلرلا ولگاریس منجر به کاهش معنی‌داری در شاخص های L*، a* و b* خمیر کیک گردید (P<۰/۰۵). همچنین، روشنایی پوسته (L*) با جایگزینی سفیده تخم مرغ با پودر جلبک کلرلا ولگاریس به طور پیوسته کاهش یافت، اما این کاهش تا جایگزینی ۷۵٪ از سفیده تخم مرغ با پودر جلبک معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). کاهش روشنایی پوسته احتمالا به دلیل مقدار بالاتر پروتئین در پودر جلبک کلرلا ولگاریس (۵۲/۳ ٪) در مقایسه با سفیده تخم مرغ (۱۱٪) است که میتواند سبب واکنش های قهوه ای شدن (مایلارد) بیشتری گردد که رنگدانه های قهوه ای بیشتری را تولید می کنند. همچنین، افزودن پودر جلبک کلرلا ولگاریس، سبب کاهش معنی‌داری در مولفه های a* و b* پوسته گردید (P<۰/۰۵).

روشن ترین مغز کیک در نمونه ی شاهد مشاهده شد، احتمالا دلیل این موضوع، رنگ روشن تر سفیده تخم مرغ در مقایسه با پودر جلبک کلرلا است، که مغز کیک روشن تری را تولید می‌کند. به علاوه، نسبت های بالاتر پودر جلبک کلرلا ولگاریس، مقادیر پائین تر a* را در مغز کیک ایجاد کرد، مقدار b* نیز در جایگزینی سطوح بالاتر سفیده تخم مرغ با پودر جلبک کلرلا ولگاریس در مغز کیک کاهش یافت (P<۰/۰۵). کاهش مقدار b* خمیر، پوسته و مغز نمونه های کیک با افزودن پودر جلبک کلرلا ولگاریس نشان داد که زردی نمونه ها کاهش یافت، بنابراین این موضوع می‌تواند به پیگمان های جلبک کلرلا ولگاریس مرتبط باشد [۳۳]. از سوی دیگر، نتایج a* خمیر، پوسته و مغز نمونه‌های کیک با افزودن پودر جلبک کلرلا ولگاریس نشان می‌دهد که رنگ سبز جلبک با حضور کاکائو در فرمولاسیون کیک، تا حد زیادی پوشانده شده است.

در تحقیق کلیک و همکاران (۲۰۰۷) اضافه شدن عصاره ساپونینی گیاه سوآپورت به فرمولاسیون خمیر کیک اسفنجی با افزایش شاخص L* پوسته و مغز محصول نهایی همراه بود که احتمالا به دلیل ویژگی‌های سفیدکنندگی این عصاره بوده است [۳٤]. نقی پور و همکاران (۲۰۱۳) مشاهده کردند که با افزایش میزان جوانه گندم و آرد سویا در فرمولاسیون کیک روغنی، میزان مولفه L*، به دلیل دارا بودن ۱۰ تا ۱۲درصد فیبر و قابلیت حفظ رطوبت و ممانعت از خروج آب در حین فرآیند پخت، افزایش و میزان مولفه a* کاهش یافت. این در حالی بود که آرد سویا سبب کاهش و جوانه گندم سبب افزایش میزان مولفه b* نمونه های تولیدی به ترتیب به دلیل حضور آنزیم لیپوکسیژناز که سبب تجزیه گزانتوفیل موجود در آرد گندم شده و حضور پیگمان‌های زرد رنگ موجود در جوانه گندم که قسمت عمده آن گزانتوفیل است، شد [۳۵].

www.SID.ir

Archive of SID

Table 5 Substitution effect of egg white with *Chlorella vulgaris* algae powder on color of dough, crust and crumb of cake

Sample	Cake crumb			Cake crust			Cake dough		
	b*	a*	L*	b*	a*	L*	b*	a*	L*
CH0	7.62 [a]	9.39 [a]	37.98 [a]	7.11 [a]	11.31 [a]	40.53 [a]	1.62 [a]	5.85 [a]	28.80 [a]
CH25	2.04 [bc]	-1.15 [b]	16.31 [b]	5.53 [b]	-2.51 [b]	24.00 [b]	0.51 [b]	-0.17 [b]	23.19 [b]
CH50	0.19 [c]	-0.62 [b]	14.91 [c]	3.88 [c]	-1.94 [b]	21.06 [bc]	-0.84 [d]	0.05 [b]	19.65 [c]
CH75	0.92 [c]	-1.29 [b]	13.52 [d]	2.64 [d]	-1.81 [b]	15.90 [c]	-0.29 [c]	-0.06 [b]	17.49 [d]
CH100	3.73 [b]	-2.32 [b]	15.53 [bc]	2.44 [d]	-1.73 [b]	16.66 [c]	-0.51 [cd]	-0.08 [b]	14.47 [d]

۳-۲- قوام خمیرهای کیک

قوام خمیر کیک به این دلیل اندازه گیری می شود که سبب حفظ هوای به دام انداخته شده می شود و حجم کیک پخته شده را افزایش می دهد [۳۶].

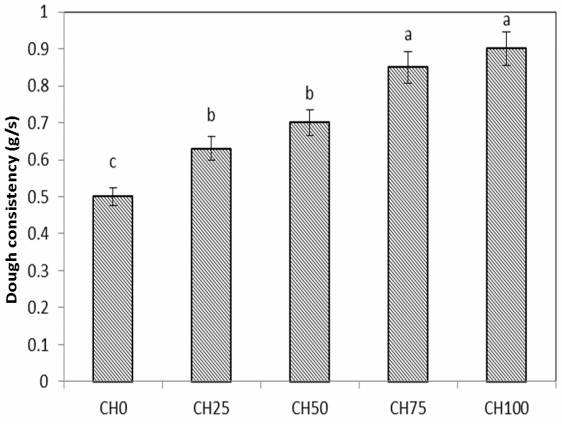

Fig 1 Substitution effect of egg white with *Chlorella vulgaris* algae powder on consistency coefficient

همانطور که در شکل ۱ ملاحظه می‌گردد، اثر سطوح مختلف جایگزینی سفیده تخم مرغ با پودر جلبک کلرلا ولگاریس بر قوام خمیر معنی‌دار بود (P<۰/۰۵) و با کاهش نسبت جایگزینی، از قوام خمیر کاسته شد. میزان تحرک آب، می تواند بر قوام خمیر کیک موثر باشد [۳۷]. به دلیل اتصال به آب بالاتر پودر جلبک ناشی از پروتئین و کربوهیدرات آن، خمیرهای کیک دارای نسبت های بالاتر آن، قوام بیشتری را در مقایسه با خمیرهای کیک دارای نسبت‌های پایین تر پودر جلبک کلرلا ولگاریس ایجاد کردند.

۳-۳- افت وزنی کیک

افت وزنی نمونه‌ها با افزایش نسبت جایگزینی پودر جلبک کلرلا ولگاریس افزایش یافت (P<۰/۰۵) (شکل ۲). علت افزایش افت وزن، احتمالا بدین دلیل است که بخش زیادی از جلبک کلرلا ولگاریس در کیک تشکیل سیستم محلول داده و قابلیت ایجاد سیستم کلوئیدی و اتصال به آب را ندارد و لذا با افزایش سطح جایگزینی، افت وزن افزایش می‌یابد. نتایج پژوهش آرون پانلوپ و همکاران (۱۹۹۶) و ایوبی و همکاران (۲۰۱۱) با استفاده از ایزوله پروتئین آب پنیر و کنسانتره پروتئین آب پنیر در جایگزینی سفیده تخم مرغ در فرمولاسیون کیک نیز نشان داد که با افزایش جایگزینی، افت وزن افزایش می‌یابد. آن‌ها بیان کردند که احتمالا این افزایش به دلیل این است که ایزوله پروتئین آب پنیر و کنسانتره پروتئین آب پنیر به مقدار زیادی محلـول در آب هستند، بنابراین نمی‌توانند با مقادیر زیادی آب اتصال برقرار کنند [۹، ۲۸].

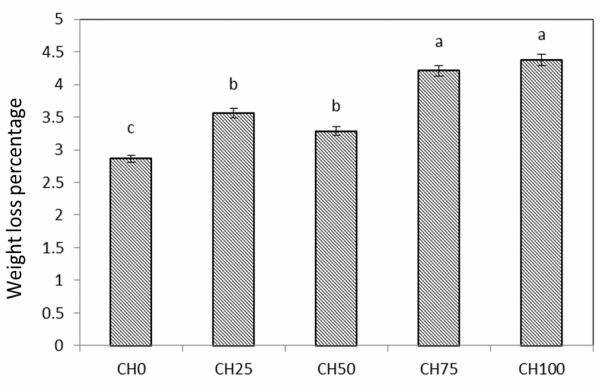

Fig 2 Substitution effect of egg white with *Chlorella vulgaris* algae powder on weight loss percentage

۳-٤- حجم مخصوص کیک

حجم مخصوص کیک، شاخصی از مقدار هوای تثبیت شده در کیک می‌باشد. عوامل نگهدارنده آب و افزودنی‌های شرکت کننده در فرآیند پخت، تعیین کننده این صفت هستند [۳۸]. همان گونه که در شکل ۳ مشاهده می‌گردد، با افزایش پودر جلبک کلرلا ولگاریس در جایگزینی سفیده تخم مرغ، حجم مخصوص کیک کاهش یافت (P<۰/۰۵). این نتایج، نمایانگر نقش موثرتر سفیده تخم مرغ در نگهداری و احتباس حباب-های هوا در ساختار کیک، حین عملیات پخت و همچنین ایجاد بافتی با حفرات ریز و یکنواخت در محصول نهایی در مقایسه با پودر جلبک کلرلا ولگاریس بود. به طور کلی، دانسیته و ساختار داخلی کیک به چندین فاکتور شامل مقدار

www.SID.ir

Archive of SID

تخم مرغ، عوامل حجم دهنده مانند بیکینگ پودر، امولسیفایر و تبخیر آب طی پخت بستگی دارد. بخار آب که طی پخت تولید می‌گردد، به تشکیل حباب های بیشتر هوا و به تولید کیک‌های دارای ساختار داخلی متخلخل و مطلوب و دارای دانسیته‌ی کم کمک می‌کند [٣٩]. طی پخت حباب‌های هوا رشد می کنند و احتمالا به دلیل گرانروی پائین‌تر خمیرهای کیک دارای پودر جلبک کلرلا ولگاریس، برخی حباب های هوا حرکت کرده و در سطح خمیر می‌ترکند. در حقیقت، خمیر کیک دارای گرانروی کمتر، نمی تواند حباب های هوا را بطور مناسبی نگه دارد. بنابراین، گرانروی بالاتر خمیر کیک، که مرتبط با فرمولاسیون است، مورد نیاز خواهدبود. گومز و همکاران (٢٠٠٧) و ژو و همکاران (٢٠١١) مشاهده کردند که حجم نهایی کیک تنها به مقدار اولیه هوا در خمیر بستگی ندارد، بلکه به ظرفیت حفظ آب طی پخت نیز بستگی دارد[٤٠، ٤١]. در حقیقت، گرانروی بالاتر، سرعت پخش گاز را کاهش می دهد و به حفظ گاز طی مراحل اولیه پخت و هنگام تشکیل پوسته ی کیک اجازه می‌دهد.

کورس و همکاران (٢٠١٠) حجم کمتر کیک‌های تولید شده از گلوتن و ایزوله پروتئین آب پنیر را در مقایسه با نمونه کیک شاهد تولید شده از تخم مرغ کامل مشاهده کردند [٤٢]. نتیجه تحقیق آرون پانلوپ و همکاران (١٩٩٦) نیز نشان داد که کیک های انجل تولید شده با ایزوله پروتئین آب پنیر نسبت به نمونه‌های تهیه شده با سفیده تخم مرغ حجم کمتری داشتند و با افزایش سطح جایگزینی ایزوله پروتئین آب پنیر حجم نمونه‌ها کاهش یافت [٩]. آن‌ها این تفاوت را به تفاوت در قدرت پایداری کف پروتئین آب پنیر و تخم مرغ نسبت دادند.

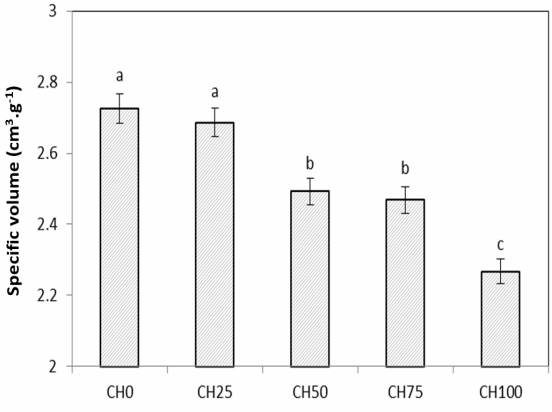

Fig 3 Substitution effect of egg white with *Chlorella vulgaris* algae powder on specific volume

٣-٥- رطوبت کیک

همانطور که در شکل ٤ مشخص است، جایگزینی سفیده تخم مرغ با پودر جلبک کلرلا ولگاریس سبب کاهش معنی‌داری در رطوبت نمونه ها گردید ($P<0/05$). کاهش محتوای رطوبتی کیک، موجب ایجاد بافتی سفت تر و خشک تر می‌گردد [٤٣]. در حالی که حفظ و نگهداری آب در کیک، می تواند باعث نرمی بافت کیک و تعویق بیاتی آن گردد [٣٦]. رحمتی و مظاهری طهرانی (٢٠١٤) نشان دادند که جایگزینی تخم مرغ با شیر سویا در کیک، به دلیل توانایی بیشتر شیرسویا در اتصال و حفظ آب، رطوبت کیک را بهتر حفظ می‌کند [٤٤]. کاراژیان و کیهانی (٢٠١٥) نیز گزارش کردند که عصاره چوبک به عنوان جایگزین سفیده تخم مرغ در کیک اسفنجی، در ارتباط با حفظ رطوبت و به تاخیر انداختن پدیده بیاتی در طی مدت زمان نگهداری، نتایج بهتری نسبت به نمونه ی شاهد داشت [١٥].

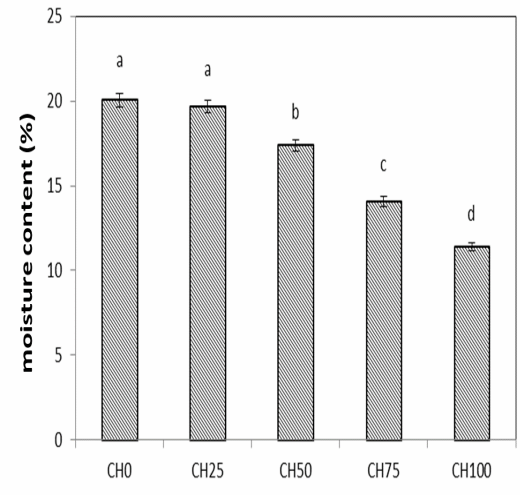

Fig 4 Substitution effect of egg white with *Chlorella vulgaris* algae powder on moisture content

٣-٦- سفتی بافت کیک

آزمون بافت روز ١٠، بیانگر بیاتی محصول است. محصولات صنایع پخت پس از طی فرآیند پخت، دستخوش تغییرات فیزیکوشیمیایی می شوند که در مفهوم کلی، آن را بیاتی می-نامند. واژه ی بیاتی دلالت برکاهش میزان پذیرش محصولات نانوایی به وسیله مصرف کننده دارد و علت آن تغییرات رخ داده در مغز محصول است. بیاتی توسط بسیاری از پدیده‌های فیزیکی و شیمیایی از قبیل تغییرات در بافت، انتقال آب، تبلور نشاسته (رتروگراداسیون) و برهم‌کنش‌های میان اجزای متشکله

www.SID.ir

Archive of SID

قابل تشخیص می‌باشد. به عبارتی این فرآیند با ایجاد تغییر در ویژگی‌های ظاهری و باطنی مانند طعم، مزه، عطر و قابلیت جویدن، منجر به کهنه شدن این محصولات می‌گردد [٤٥]. وقوع پدیده بیاتی در فرآورده‌های نانوایی مانند کیک، ارتباط تنگاتنگی با محتوای رطوبتی محصول دارد، به طوری که بالا بودن رطوبت کیک در نرمتر شدن مغز کیک کاملا تاثیرگذار است [٤٦]. همان گونه که در شکل ٥ مشخص است، جایگزینی سفیده تخم مرغ با پودر جلبک کلرلا ولگاریس سبب افزایش معنی داری در سفتی نمونه ها پس از گذشت ١، ٢ و ١٠ روز از نگهداری آنها شد (P<٠/٠٥) و نیروی لازم برای فشردن آنها افزایش یافت، بطوری که در هر سه روز، تیمار دارای ١٠٠٪ پودر جلبک کلرلا ولگاریس سفت ترین و نمونه شاهد نرمترین کیک بودند. همچنین، از بررسی کلی نتایج بدست آمده در ارتباط با سفتی نمونه ها پس از گذشت مدت زمان های مختلف نگهداری، می توان این گونه نتیجه گرفت که در مورد تمامی نمونه ها با افزایش مدت زمان نگهداری بر میزان سفتی افزوده شد و نکته قابل توجه اینکه این روند افزایش سفتی، در نمونه های CH0 و CH25 آهسته تر بود. همانطور که اشاره گردید، سفتی بافت تاثیر قابل توجهی بر عمر ماندگاری کیک خواهد داشت [٤٧]. ایوبی و همکاران (٢٠١١) گزارش کردند که با افزایش سطح WPC در جایگزینی سفیده تخم مرغ در کیک یزدی، سفتی نمونه ها کاهش می‌یابد [٣٧].

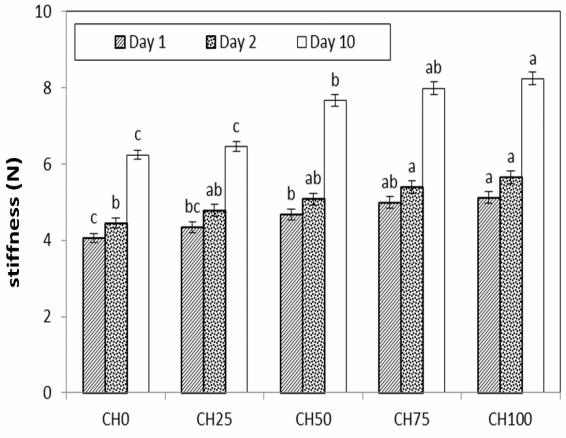

Fig 5 Substitution effect of egg white with *Chlorella vulgaris* algae powder on stiffness during storage. Values followed by different letters are significantly different (P< 0.05)

٣-٧- ویژگی های حسی کیک

به طور کلی، خصوصیات حسی؛ فیزیکوشیمیایی و حمل و نقلی غذاها به طور عمده ای به ساختار مغز بستگی دارد، زیرا ساختار مغز؛ ظاهر مغز، حجم و بافت محصولات نانوایی را تحت تاثیر قرار می‌دهد [٤٨]. با توجه به جدول ٦، جایگزینی سفیده تخم مرغ با پودر جلبک کلرلا ولگاریس (بیش از ٥٠درصد) سبب کاهش امتیاز طعم گردید (P<٠/٠٥)، در حالی که بین امتیاز طعم نمونه های CH0 و CH25 اختلاف آماری معنی‌داری وجود نداشت (P>٠/٠٥). امتیاز بو با جایگزینی کامل پودر جلبک کلرلا ولگاریس کاهش نشان داد (P>٠/٠٥). مورد انتظار بود که حذف سفیده ی تخم مرغ و جایگزینی آن با پودر جلبک کلرلا ولگاریس، به دلیل ایجاد طعم و آرومای جلبک، تا حدی از جذابیت خوراکی محصول نهایی بکاهد و بر ذائقه ارزیاب ها تاثیر نامطلوبی بگذارد.

با افزایش سطح جایگزینی، بر اساس غلظت پودر جلبک کلرلا ولگاریس، رنگ نمونه های کیک حاوی بیش از ٧٠ درصد جایگزینی پودر جلبک، به سمت سبز-آبی تمایل یافت (P<٠/٠٥) که این خصوصیت به عنوان خصوصیت حسی نامطلوب ظاهری توسط پنلیست ها شناخته شد. همچنین، این جایگزینی منجر به کاهش امتیاز سفتی بافت نیز گردید، درحالی که اختلاف آماری نمونه ها معنی دار نبود (P>٠/٠٥). تاثیر این جایگزینی بر از دست دادن رطوبت، سبب افزایش سفتی کیک میگردد. بر همین اساس، امتیاز خمیری بودن و چسبندگی به دندان، با افزایش سطح جایگزینی افزایش یافت (P>٠/٠٥). امتیاز بافت ظاهری نیز با افزایش سطح جایگزینی، به علت افزایش میزان غیریکنواختی بافت و ایجاد حفرات بزرگ کاهش یافت (P>٠/٠٥).

جایگزینی سفیده تخم مرغ با پودر جلبک کلرلا ولگاریس، سبب کاهش امتیاز پذیرش کلی گردید (P<٠/٠٥)، که با توجه به تاثیر معنی دار سطوح جایگزینی پودر جلبک کلرلا ولگاریس بر امتیازات رنگ و طعم، این کاهش امتیاز در پذیرش کلی، دور از انتظار نمی‌باشد. در هر حال، اختلاف آماری معنی‌داری میان امتیاز پذیرش کلی نمونه‌های CH0 و CH25 مشاهده نگردید (P>٠/٠٥). بهشتی پور و همکاران (٢٠١٢) گزارش کردند که تیمارهای دارای مقادیر بالاتر میکروآلگ، دارای پذیرش حسی ضعیف تری برای همگی پارامترهای حسی، در مقایسه با شاهد می‌باشند [٤٩].

www.SID.ir

Archive of SID

Table 6 Substitution effect of egg white with *Chlorella vulgaris* algae powder on sensory properties of cake

sample	Color	Flavor	Odor	Texture	Stiffness	Doughness	Springiness	Overall acceptance
CH0	4.2 [a]	3.7 [a]	3.9 [a]	4.2 [a]	4.1 [a]	2.9 [a]	3.2 [a]	3.8 [a]
CH25	3.6 [ab]	3.4 [a]	3.7 [a]	4.1 [a]	4.0 [a]	3.2 [a]	3.2 [a]	3.5 [a]
CH50	3.5 [ab]	3.1 [ab]	3.4 [a]	3.9 [a]	3.9 [a]	3.3 [a]	3.4 [a]	3.1 [ab]
CH75	3.2 [b]	2.8 [b]	3.2 [a]	3.6 [a]	3.8 [a]	3.6 [a]	3.4 [a]	3.1 [ab]
CH100	3.2 [b]	2.6 [b]	2.9 [b]	3.6 [a]	3.6 [a]	3.7 [a]	3.6 [a]	2.9 [b]

٤- نتیجه گیری

ریزجلبک‌ها به عنوان میکروارگانیسم‌های دریایی، اخیرا به عنوان منبعی برای محصولات سلامت بخش غذایی و محصولات دارویی مشهور شده اند. آنها نسبت به بسیاری از ارگانیسم‌ها، سیستم‌های بیولوژیکی ساده تری دارند. با توجه به نتایج بدست آمده در این تحقیق می‌توان ادعا کرد که امکان جایگزینی بخشی از سفیده تخم مرغ در فرمولاسیون کیک با پودر جلبک کلرلا ولگاریس وجود دارد. جایگزین کردن ٢٥ درصد وزنی سفیده تخم مرغ با پودر جلبک ذکر شده، علاوه بر ایجاد مزایای تغذیه ای نسبت به نمونه شاهد، از نظر ارزیابی حسی، تفاوت معنی‌داری را با نمونه شاهد ایجاد نکرد. اما تمام ویژگیهای کیفی را با افت شدید مواجه کرده است. از طرف دیگر، با استفاده از آن در فرمولاسیون کیک، گام موثری در زمینه کاهش قیمت تمام شده این فرآورده برداشته می‌شود.

٥- منابع

[1] Pyler, E. J. 1979. Baking science and technology (Vol. 2). Chicago, IL, USA: Siebel Publ. Co.

[2] Payan, R. 2005. An introduction to the technology of cereal products. Ed. 3rd. pp 313-316. Ayizh Press. Tehran.

[3] Ayoubi, A. Habibi Najafi, M.B., Karimi, M. 2008. Effect of whey protein concentrate, guar and xanthan gums on the quality and physicochemical properties of muffin cake. Iranian Food Science and Technology Research Journal, 4(2): 33-46.

[4] Perkin, J. E. 1990. Food allergies and adverse reactions. (1nd ed.). An Aspen Publication, Inc, Gaithersburg, Mryland. 1990, 129-170.

[5] Morr, C. V., and Ha, E. Y. W. 1993. Whey protein concentrates and isolates: processing and functional properties. CRC Crit .Rev. Food Science and Nutrition. 33(6), 431-476.

[6] Lawson, M. A. 1994. Milk proteins as food ingredients. Food Technology. 48, 101.

[7] Zhu, H., and Damodaran, S. 1994. Proteose peptones and physical factors affect foaming properties of whey protein isolate. Journal of Food Science. 59, 554-560.

[8] Raeker, M., and Johnson, L. 1995. Cake baking (high ratio white layer) properties of egg white, bovine blood plasma, and their protein fractions. Cereal Chemistry. 72(3), 299-303.

[9] 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(5), 1085–1093.

[10] Morr, C. V., Hoffman, W., and Buchheim, W. 2003. Use of applied air pressure to improve the baking properties of whey protein isolates in angel food cakes. Lebensmittel Wissenschsft und Technology. 36(1), 83-96.

[11] Pernell, C. W., Luck, P. J., Foegeading, E. A., and Daubert, C. R. 2002. Heat -induced changes in angel food cakes containing egg-white protein or whey protein isolate. Food Science. 67(8), 2945-2951.

[12] Kaur, A., Amarjeet, K., and Bakhshi, A. K. 2005. Development of free cakes by using whey protein concentrates. Advances in Food Sciences. 27(1), 2-5.

[13] Swaran, S., Chauhan, G. S., Raghuvansbi, R., Sharma, P., Chauhano, P., and Bajpai, A. 2003. Replacement egg solids with whey protein concentrate and optimization of its levels in cake making. Joumal of Food Science and Technology. ISSN 0022- 1155. 40(4): 386-388.

[14] Arozarena, I., Bertholo, M., Empise, j., Bunger, A., and Sousa, I. d. 2001. Study of the total replacement of egg by white lupine protein, emulsifiers and xanthan gum in yellow cake. Europe Research Technology. 213, 312- 316.

[15] Karazhiyan, H., Keyhani, V. 2015. The effect of Chubak extract on sponge cake as an egg white substitute. Iranian Food Science and Technology Research Journal, 11 (1): 63-76.

www.SID.ir

Archive of SID

to sponge cakes. Cereal Chemistry. 64: 222-225.

[27] Shakouie Bonab, E., Peighambardoust, S.H., Azadmard-Damirchi, S., Hesari, J. and Rafat, S.A. 2013. Effects of different levels of xylitol on physical and sensory characteristics of sugar-free cake. Journal of Food Research, 23 (3): 435-444.

[28] Ayoubi, A. Habibi Najafi, M.B., Karimi, M. 2011. Effect of different levels of whey protein concentrate on the physicochemical and sensory properties of muffin cake. Journal of Food Science and Technology, 8, 81-88.

[29] AACC, 1999. Approved method of the American Association of Cereal Chemists. St. Paul: American Accociation of Cereal Chemists, Ins.

[30] Larmond, E. 1970. Method for sensory evaluation of food. Food Research Institute. Central Experimental Farm. Ottawa, Canada. Department of Agriculture Publication. 1284, 27-30.

[31] Ratnayake, W.S., Geera, B., and Rybak, D.A. 2012. Effects of egg and egg replacers on yellow cake product quality. Journal of food processing and preservation. ISSN 1745-4549. 21-29.

[32] Hoseney, R.C. 1994. Principals of Cereal Science and Technology. 2nd Ed, American Association of Cereal Chemists Inc, St. Paul, Minnesota.

[33] El-Razik M.M., and Mohamed, A.G. 2013. Utilization of acid casein curd enriched with *Chlorella vulgaris* biomass as substitute of egg in mayonnaise production. World applied science journal. 26(7): 917-925.

[34] Celik, I., Yilmaz, Y., Isik, F., and Ustun, O. 2007. Effect of soapwort extract on physical and sensory properties of sponge cakes and rheological properties of sponge cake batters. Food Chemistry. 101, 907-911.

[35] Naghipour F, Mazaheri Tehrani M, Sahraiyan B, Sheikholeslami Z, Soleimani M. 2013. Replacing eggs with soy flour and mixing with wheat flour with wheat germ for oil cake production. Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology, 8 (2): 211-220.

[36] Shao, Y., Kuan-Hung L., and Yung-Hsin C. 2015. Batter and product quality of eggless cakes made of different types of flours and gums. Journal of Food Processing and Preservation. ISSN 1745-4549.

[37] Majzoobi, M. Boostani, S., Farahnaky, A. 2012. Improvement of box cake quality using

[16] Gharooni, A., Baghestani, M., Mohammadi, M. 2011. The use of Chlorella vulgaris algae as a food supplement to enrich sponge cake. National Conference on Food Technology. Ghoochan, Iran.

[17] Gouveia, L., Batista, A. P., Miranda, A., Empis, J., & Raymundo, A. 2007. Chlorella vulgaris biomass used as colouring source in traditional butter cookies. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, *8*(3), 433-436.

[18] Fradique, M., Batista, A. P., Nunes, M. C., Gouveia, L., Bandarra, N. M., & Raymundo, A. 2010. Incorporation of Chlorella vulgaris and Spirulina maxima biomass in pasta products. Part 1: Preparation and evaluation.*Journal of the Science of Food and Agriculture*, *90*(10), 1656-1664.

[19] Gouveia, L., Raymundo, A., Batista, A. P., Sousa, I., & Empis, J. 2006. Chlorella vulgaris and Haematococcus pluvialis biomass as colouring and antioxidant in food emulsions. *European Food Research and Technology*, 222(3-4), 362-367.

[20] Raymundo, A., Gouveia, L., Batista, A. P., Empis, J., & Sousa, I. 2005. Fat mimetic capacity of Chlorella vulgaris biomass in oil-in-water food emulsions stabilized by pea protein. *Food Research International*, *38*(8), 961-965.

[21] Ursu, A. V., Marcati, A., Sayd, T., Sante-Lhoutellier, V., Djelveh, G., & Michaud, P. 2014. Extraction, fractionation and functional properties of proteins from the microalgae Chlorella vulgaris. *Bioresource technology*, *157*, 134-139.

[22] Lewis, J. C., Snell, N. S., Hirschmann, D. J., and Heinz Fraenkel-Conrat. 1950. Amino acid composition of egg proteins. J. Biol. Chem. 186: 23-35.

[23] AACC, 2000, Approved methods of the American association of cereal chemist. 10th ed., Vol II, American Association of Cereal Chemist. St.Paul,Minn.

[24] Ehtiati, A. Mohebbi, M., Shahidi, F. 2009. Image processing applications on colorimetric of bread enriched with soy flour. 18th International Congress on Food Science and Technology, Mashhad, Iran.

[25] Afshari-Jouybari, H., and Farahnaky, A. 2011. Evaluation of Photoshop software potential for food colorimetry. Journal of Food Engineering. 106(2), 170-175.

[26] Pierce, M. M., and Walker, C. E. 1987. Addition of sucrose fatty acid ester emulsifiers

www.SID.ir

Archive of SID

instant wheat starch. Journal of Food Research, 22 (4): 421-429.

[38] Nourmohammadi, E. Peighambardoust, S.H., Olad Ghaffari, A., Azadmard-Damirchi, S., Hesari, J. 2011. Effect of sucrose replacement with polyols and aspartame on the characteristics of sponge cake. Journal of Food Research, 21 (2): 155-165.

[39] Rahmati, N. F., and Mazaheri Tehrani, M. 2014 .Replacement of egg in cake: Effect of soy milk on quality and sensory characteristics. Journal of Food Preservation. ISSN 1745-4549.

[40] Gomez, M., Ronda, F., Caballero, P.A., Blanco, C.A., and Rosell, C.M. 2007. Functionality of different hydrocolloids on the quality and shelf-life of yellow layer cakes. Food Hydrocoll. 21, 167-173.

[41] Zhou, J., Faubion, J.M. and Walker, C.A. 2011. Evaluation of different types of fats for use in high-ratio layer cakes. LWT – Food Sci. Technol. 44, 1802-1808.

[42] Kohrs, D., Heralds, T.J., Armanouni, F.M. and Abu Ghoush, M. 2010. Evaluation of egg replacers in a yellow cake system. J. Food Agric. 22, 340-352.

[43] Cauvain, S., and Young, L. 2000. Bakery Food Manufacture and quality, Blackwell Science.

[44] Rahmati, N. F., & Tehrani, M. M. 2014. Influence of different emulsifiers on characteristics of eggless cake containing soy milk: Modeling of physical and sensory properties by mixture experimental design. *Journal of food science and technology*, *51*(9), 1697-1710.

[45] Nasehi, B., Azizi, M.H., Hadian, Z. 2009. Different approaches for determination of bread staling. Journal of Food Science and Technology, 6 (20): 53-63.

[46] Whitehurst, R. J. (Ed.). 2008. *Emulsifiers in food technology*. John Wiley & Sons.

[47] Ronda, F., Gomez, M., Blanco, C.A. and Caballero, P.A. 2005. Effects of polyols and non digestible oligosaccharides on the quality of sugar-free sponge cakes. Food Chem. 90, 549-555.

[48] 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 Hydrocoll. 24, 755-762.

[49] Beheshtipour, H., Mortazavian, A.M., Haratian, P., Khosravi Darani, K. 2012. Effects of *Chlorella vulgaris* and *Spirulina platensis* addition on the viability of probiotic bacteria in yogurt and its biochemical properties. Eur J Food Res Technol. DOI: 10.1007/s00217-012-1798-4.

www.SID.ir

Archive of SID

The effect of incorporation of *Chlorella Vulgaris* into cake as an egg white substitute on physical and sensory properties

Hesarinejad, M. A. [1*], Rezaiyan Attar, F. [1], Mosaffa, O. [2], Shokrollahi Yancheshmeh, B. [1]

1. Ph.D. student, Food Science and Technology Department, Ferdowsi University of Mashhad
2. B.Sc graduated, Department of Hygiene, Faculty of Veterinary Medicine, Semnan University

(Received: 2016/07/26 Accepted: 2016/10/30)

Incorporation of microalgae into cake would create functional characteristic. This is because they contain a wide range of nutrients and nutraceuticals and are considered as "functional food". For this purpose 25, 50, 75 and 100% of egg white in cake was substituted with this powder and the effects of such substitution on some physical and sensorial properties of batter and cakes were evaluated. The results showed that substitution of egg white with *chlorella vulgaris* had significant decrease in L*, a* and b* parameters of batter, crumb and crust of cake samples ($P<0.05$). Batter consistency, moisture and specific volume of cake samples were significantly decreased, too ($P<0.05$). However, these substitution levels increased significantly weight loss and hardness of samples ($P<0.05$). 25% substitution level did not lead to a significant decrease in sensory properties of taste, color, odor, texture and total acceptance in cake in comparison with blank sample ($P>0.05$).

Keywords: physical properties, sensory properties, *Chlorella Vulgaris*, White egg, sponge cake.

[*]Corresponding Author E-Mail Address: Ma.hesarinejad@gmail.com

www.SID.ir