

## بررسی اثر سطوح مختلف کنسانتره پروتئین آب پنیر (WPC) بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی کیک روغنی

اعظم ایوبی<sup>1\*</sup>، محمد باقر حبیبی نجفی<sup>2</sup>، مهدی کریمی<sup>3</sup>

1- کارشناس ارشد علوم و صنایع غذایی، مربی جهاد دانشگاهی کاشمر

2- عضو هیئت علمی گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد.

3- عضو هیئت علمی سازمان ترویج، آموزش و تحقیقات کشاورزی استان خراسان رضوی

(تاریخ دریافت: 88/3/5 تاریخ پذیرش: 88/4/28)

### چکیده

در این پژوهش ویژگیهای فیزیکوشیمیایی، حسی و نگهداری کیک روغنی (یزدی) حاصل از جایگزینی سفیده تخم مرغ با سطوح مختلف کنسانتره پروتئین آب پنیر (WPC) مورد ارزیابی قرار گرفت. WPC در سه سطح 25، 50 و 75 درصد به عنوان متغیر پژوهش در نظر گرفته شد. ویژگیهای فیزیکوشیمیایی شامل pH خمیر، قوام خمیر، pH کیک، افت وزنی، دانسیته، رطوبت، ویژگیهای ماندگاری شامل فعالیت آبی  $a_w$  و سفتی بعد از 1، 2 و 10 روز نگهداری و ویژگیهای حسی شامل رنگ پوسته، طعم، بافت و پذیرش کلی بود. آنالیز داده ها نشان داد که سطوح مختلف جایگزینی WPC کلیه خصوصیات را تحت تاثیر قرار داد، به طوری که با افزایش نسبت جایگزینی مقادیر pH خمیر، pH کیک، رطوبت، دانسیته،  $a_w$  و سفتی بعد از 1، 2 و 10 روز نگهداری نسبت به شاهد کاهش و قوام و افت وزنی افزایش پیدا کرد. سطوح مختلف جایگزینی WPC بر خواص حسی نمونه ها نیز موثر بود. در سطوح 25 و 50 درصد WPC امتیاز رنگ نسبت به شاهد افزایش یافت اما در سطح 75 درصد WPC از امتیاز رنگ نمونه ها کاسته شد. امتیازات بافت، طعم و پذیرش کلی با افزایش سطح جایگزینی کاهش یافت. البته اختلاف امتیازات طعم و پذیرش کلی تا سطح جایگزینی 50 درصد با شاهد معنی دار نبود اما با افزایش نسبت جایگزینی تا 75 درصد این اختلاف معنی دار شد.

کلید واژه گان: کیک، کنسانتره پروتئین آب پنیر (WPC)، فعالیت آبی  $a_w$ ، خواص حسی

### 1- مقدمه

به صرفه بودن آن بستگی دارد [2]. اکثر فراورده های پایه آب پنیر به عنوان پرکننده جهت بهبود وضعیت تغذیه ای مورد توجه قرار می گیرند در حالیکه فراورده های غنی شده پروتئینی آب پنیر به عنوان فراورده های عمل کننده مورد استفاده قرار می گیرند. پروتئین های آب پنیر، افزودنیهای غذایی با خصوصیات عملکردی متنوعی میباشند که از ارزش تغذیه ای بالایی نیز برخوردار می باشند. به علاوه کاربرد این پروتئین ها در فراورده های پخت می تواند امکان تولید محصولات جدیدتر با هزینه های پایین تر را فراهم نماید [3].

در سال های اخیر فرایندهای تجاری برای تولید فراورده های حاصل از آب پنیر که دارای کیفیت بالایی باشد بسیار توسعه یافته است و با توسعه فراوری آب پنیر و تبدیل آن به محصولات جدید با کیفیت مناسب استفاده از این فراورده فرعی شیر در صنایع غذایی نیز گسترش یافته است [1 و 2]. فراورده های نانوائی از جمله فراورده های مناسب جهت استفاده از آب پنیر می باشند. انتخاب افزودنی مناسب در فراورده های مختلف پخت به عوامل گوناگونی نظیر چگونگی تاثیر افزودنی بر خواص عمل کنندگی و رئولوژیکی فراورده و مقرون

\* مسعول مکاتبات: mayuobi80@yahoo.com

افزودنی های فوق بودند عموماً مرغوب تر از شاهد بودند. در بین کیک هایی که در آنها جایگزینی انجام شده بود کیک های حاوی صمغ زانتان از نظر ظاهر، بافت و خواص حسی بیشترین شباهت را به نمونه شاهد داشتند [9]. پرل و همکاران کیک های آنجل ساخته شده از سفیده تخم مرغ و WPI را مورد مقایسه قرار دادند. آنها دریافتند که تیمار حرارتی WPI و افزودن صمغ زانتان می تواند حجم کیک های حاصل را افزایش دهد، البته این افزایش به اندازه افزایش حجم حاصل از پروتئین های سفیده تخم مرغ نمی باشد [10]. راکر و جانسون نشان دادند که محلول های WPI حرارت دیده تا 80 درجه سانتیگراد کف های پایدارتری ایجاد میکنند و می توانند برای ساخت کیک هایی که شباهت بیشتری به نمونه شاهد داشته باشند مورد استفاده قرار گیرند [11]. مر و همکارانش نیز برای بهبود کیفیت کیک های آنجلی که در آن WPI جایگزین سفیده تخم مرغ شده بود از فشار هوا استفاده کردند [12]. کور و همکاران جایگزینی سفیده تخم مرغ را با WPC در کیک موفین مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که با افزایش غلظت WPC ویسکوزیته خمیر افزایش یافت و این جایگزینی کیفیت محصول را بهبود داد. همچنین کیکهای حاوی 15 درصد WPC از طرف داوران بیشترین امتیازات آزمون پانل را دریافت کردند و زمان ماندگاری محصول نیز در دمای اتاق و در شرایط انجماد نسبت به شاهد افزایش یافت [13]. اسواران و همکاران در کیک مواد جامد تخم مرغ را با WPC، لسیتین سویا و مونوگلیسرول استئارات جایگزین نمودند. نتایج تحقیق این محققین نشان داد که با افزایش سطح جایگزینی تا مقدار 50 درصد خواص فیزیکی کیک به طور معنی داری تغییر نکرد [14].

در این پژوهش جایگزینی جزئی سفیده تخم مرغ با WPC با اهداف بهبود خصوصیات فیزیکوشیمیایی کیک روغنی از قبیل بهبود ساختار و بافت، حفظ رطوبت محصول در طی زمان نگهداری و به تاخیر انداختن بیاتی، بهبود رنگ و طعم، بهبود ارزش تغذیه ای و کاهش هزینه اقتصادی و... مورد بررسی قرار گرفته است.

## 2- مواد و روشها

آرد مخصوص تولید کیک با درجه استخراج 81 درصد (آرد ستاره) از کارخانه آرد سفید طوس مشهد تهیه شد. این آرد

کنسانتره پروتئین آب پنیر<sup>1</sup> (WPC) محصولی به رنگ سفید تا کرم روشن و طعم ملایم است که از حذف مواد معدنی و لاکتوز از آب پنیر به دست می آید. این محصول حاوی حداقل 25 درصد پروتئین بوده و به صورت محلول یا پودر خشک در دسترس می باشد [1]. خواص عملکردی WPC در مواد غذایی بسته به میزان پروتئین آن متفاوت است. سرعت انحلال بالا در محدوده وسیعی از pH، ظرفیت اتصال به آب، خواص تشکیل ژل، توانایی تشکیل امولسیون، بهبود خواص حجیم شدن و خواص تشکیل کف، بهبود ویسکوزیته و بافت از جمله ویژگی های مطلوب پروتئین های آب پنیر جهت استفاده از آنها در فرآورده های پخت محسوب می شود [4 - 6].

از جمله فرآورده های نانویی که در تولید آن می توان از WPC استفاده نمود انواع کیک می باشد. پروتئین های آب پنیر از نظر انعقاد حرارتی، دارا بودن مقادیر بالای گروه های سولفیدریل و پیوندهای دی سولفید مشابه سفیده تخم مرغ می باشند. کارلسکیند ضمن بررسی خواص WPC کم چرب حاصل از آب پنیر میکروفیلتر شده که حاوی کمتر از یک در صد چربی باقیمانده از آب پنیر بود پیشنهاد نمود که احتمالاً این WPC میتواند جایگزین پروتئین های سفیده تخم مرغ در فرمولاسیون کیک آنجل شود [6]. کوالزوک کاربرد آزمایشگاهی کنسانتره پروتئین آب پنیر حاوی 25 درصد پروتئین را در تولید فرآورده های پخت آرد گندم بررسی نمود و نشان داد که این کنسانتره محصولات را از نظر پروتئینی و نمک های معدنی غنی نموده و به وسیله کاهش قوام و تجزیه خمیر و افزایش پایداری آن بر روی خواص فیزیکی محصول تاثیر می گذارد. به علاوه رنگ پوسته و طعم این نمونه ها نیز نسبت به شاهد بهبود می یابد [7]. اش و همکاران گزارش نمودند که ماده جامد حاصل از آب پنیر کانی زدایی شده که حدود 52 درصد پروتئین دارد یک جایگزین مناسب برای شیر خشک پس چرخ در فرآورده های پخت می باشد [8]. آرون پانلوپ و همکاران اثرات جایگزینی جزئی پروتئین های سفیده تخم مرغ با WPI را بر روی ظاهر، ساختار، بافت و خواص حسی کیک آنجل بررسی نمودند. به علاوه در این بررسی از افزودنی های مختلف نظیر صمغ زانتان، متیل سلولوز، سولفات مس و فسفات سدیم نیز استفاده شد. نتایج این پژوهش نشان داد که کیک هایی که در آنها پروتئین سفیده جایگزین شده بود اما فاقد سایر

مدل Shimadzu EB-330 MOC اندازه گیری شد.  $a_w$  نمونه ها توسط دستگاه  $a_w$  متر و طبق روش آبلانا اندازه گیری شد [15]. سفتی نمونه ها به کمک دستگاه تکسچر آنالایزر مدل Texture Analyzer, CNS Famell اندازه گیری شد. برای اندازه گیری سفتی ابتدا نمونه ها به شکل قطعات مکعب با ابعاد  $2/5 \times 2/5 \times 2/5$  سانتی متر برش داده شد و سپس توسط یک پروب صفحه ای با سرعت 100 میلی متر در دقیقه فشرده گردید. مقدار عددی پارامتر سفتی بر حسب واحد نیوتن پیک بر روی صفحه نمایشگر دستگاه ثبت و به عنوان شاخصی از سفتی گزارش شد. نتایج حاصل از اندازه گیری خواص فیزیکوشیمیایی و ماندگاری تیمارهای مختلف در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل و به کمک نرم افزار MStat-C تجزیه و تحلیل شد و مقایسه میانگین ها در سطح 5 درصد با آزمون دانکن انجام شد. ویژگی های حسی تیمارهای کیک نیز که شامل رنگ پوسته، بافت، طعم و پذیرش کلی بود توسط 10 پانلیست ماهر با آزمون هدونیک 5 نقطه ای مورد ارزیابی قرار گرفت (امتیازات بین 1 (خیلی بد) و 5 (خیلی خوب) در نظر گرفته شد) و نتایج حاصل با شاهد مقایسه گردید [16].

### 3- نتایج و بحث

**pH خمیر:** اثر سطوح جایگزینی WPC بر pH خمیر در سطح یک درصد معنی دار بود، به طوری که با افزایش نسبت جایگزینی WPC، pH خمیر کاهش پیدا کرد. البته در اولین و دومین سطح جایگزینی این اختلاف با شاهد معنی دار نبود اما با افزایش سطح جایگزینی تا 75 درصد pH نمونه ها در حدود 2/2 درصد کاهش یافت (جدول 1). با توجه به این که WPC مورد استفاده در این بررسی دارای pH حدود 7 بود بنابراین این کاهش pH را نمیتوان به حضور این ترکیب نسبت داد و نظر به اینکه pH سفیده تخم مرغ حدود 9 میباشد به نظر میرسد که کاهش مقدار این ترکیب قلیایی با افزایش سطح جایگزینی عامل کاهش pH خمیر باشد [17].

**قوام خمیر:** اثر سطوح جایگزینی WPC بر قوام خمیر معنی دار بود. با افزایش نسبت جایگزینی WPC بر قوام خمیر افزوده شد، میزان این افزایش در سطح 25 درصد حدود 4/4 درصد، در سطح 50 درصد حدود 19 درصد و در سطح 75 درصد حدود 35 درصد بود (جدول 1).

حاوی 10/5 درصد پروتئین، 1/03 درصد خاکستر و 33 درصد گلوتن مرطوب بود. ویسکوزیته آرد 1200 واحد برابندر، جذب آب 57/3 درصد، زمان مخلوط کردن 3/5 دقیقه، مقاومت خمیر 5/2 دقیقه و ضریب تحمل مخلوط کردن خمیر بعد از 5 دقیقه برابر 60 واحد برابندر بود. U F-WPC با نام تجاری WPC - A Lacen 392 از طریق نمایندگی شرکت NZMP نیوزیلند در تهران و وانیل با نام تجاری Rhovanilla از شرکت Rhodia Food تهیه شد. شکر، روغن نباتی جامد، گرد پخت<sup>2</sup> و جوش شیرین نیز از فروشگاههای سطح شهر مشهد تهیه شد و تخم مرغ تازه نیز یک روز قبل از تولید روزانه کیک ها تهیه و در یخچال نگهداری شد. تمامی خمیرهای کیک طوری تهیه شدند که نسبت به آرد حاوی 30 درصد روغن، 46 درصد شکر، 50 درصد آب، 4 درصد گرد پخت، 5 درصد شربت اینورت و 1 درصد جوش شیرین بودند. به منظور بهبود عطر و طعم به مقدار معین وانیل در تمام فرمولاسیون ها به خمیر افزوده شد. در این پژوهش ویژگیهای فیزیکوشیمیایی مورد اندازه گیری تیمارهای مختلف کیک روغنی شامل pH خمیر، قوام خمیر، pH کیک، افت وزنی، دانسیته، رطوبت و ویژگیهای ماندگاری شامل  $a_w$  و سفتی<sup>3</sup> بعد از 1، 2 و 10 روز نگهداری بودند. pH خمیر و pH کیک طبق روش آرون پان لوپ اندازه گیری شد [9]. برای اندازه گیری قوام خمیر از قوام سنج بازویک استفاده گردید. این دستگاه دارای محفظه ای مکعب مستطیل شکل یا نیمه استوانه ای با دو خانه کوچک و بزرگ است که خمیر درون خانه کوچک ریخته شده و بعد از آزاد کردن تیغه مخصوص بین دو خانه مسیر طی شده توسط خمیر در زمان معین قرائت و عکس مسافت طی شده توسط خمیر به عنوان قوام ثبت گردید. برای اندازه گیری درصد افت وزنی، نمونه های کدگذاری شده قبل و بعد از پخت با دقت 0/001 گرم توزین شده و درصداقت وزنی با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد [9]:

وزن نمونه بعد از پخت - وزن نمونه قبل از پخت = درصدافت وزنی

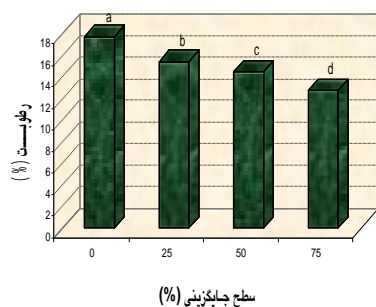
برای اندازه گیری دانسیته ابتدا حجم نمونه ها با کمک روش جایگزینی با ارزن تعیین شد و سپس دانسیته نمونه ها محاسبه گردید. رطوبت نمونه ها با دستگاه رطوبت سنج مادون قرمز

3. Baking powder

4. Hardness

جدول 1 اثر سطوح مختلف wpc بر pH خمیر، قوام خمیر، pH کیک و افت وزنی (حروف مشترک در هر ستون، نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح یک درصد میباشند)

درصد جایگزینی	pH خمیر	قوام خمیر (cm)	pH کیک	افت وزنی (%)
0	7/43 <sup>a</sup>	5/7 <sup>a</sup>	9/79 <sup>a</sup>	9/99 <sup>c</sup>
25	7/4 <sup>a</sup>	5/45 <sup>b</sup>	9/68 <sup>b</sup>	10/4 <sup>bc</sup>
50	7/38 <sup>a</sup>	4/6 <sup>c</sup>	9/66 <sup>b</sup>	10/69 <sup>ab</sup>
75	7/27 <sup>b</sup>	3/65 <sup>d</sup>	9/44 <sup>c</sup>	11/1 <sup>a</sup>



شکل 1 اثر سطوح جایگزینی WPC بر رطوبت

همان طور که قبلاً اشاره شد WPC محلول در آب بوده و لذا نمیتواند با مقادیر زیادی آب اتصال برقرار کند لذا به نظر میرسد که کاهش مقدار رطوبت با افزایش سطح جایگزینی به این ویژگی WPC مربوط می باشد [5]. آرون پانلوپ و همکارانش نیز گزارش نمودند که با افزایش سطح جایگزینی WPI در کیک آنجل رطوبت کاهش می یابد [9].

**دانسیته:** اثر سطوح جایگزینی WPC بر دانسیته نمونه ها معنی دار بود. دانسیته نمونه ها با افزایش سطح جایگزینی کاهش پیدا کرد. دانسیته نمونه های حاوی 25، 50 و 75 درصد WPC به ترتیب حدود 7/4، 14/9 و 25 درصد نسبت به کیک شاهد کاهش یافت (شکل 2). به نظر میرسد که با افزایش سطح جایگزینی وضعیت الاستیک خمیرها بهبود می یابد و بر استحکام دیواره سلول های نگهدارنده گاز افزوده می شود، لذا قابلیت نگهداری گاز خمیر بیشتر میشود و حبابهای گاز در خمیر از امکان به هم پیوستن و گسترش یافتن بیشتری برخوردار خواهند بود. لذا محصول پخته شده حجم بیشتری خواهد بود و با افزایش حجم دانسیته کاهش می یابد. نتیجه تحقیق اسواران و همکاران نشان داد که با افزایش نسبت جایگزینی کنسانتره پروتئین آب پنیر حجم کیک به طور

همان طور که اشاره شد عکس مسافت طی شده توسط خمیر در قوام سنج بازویک نشان دهنده قوام خمیر است. به نظر می رسد که وجود قند احیا کننده لاکتوز و همچنین وجود لاکتالوبومین در WPC که از خواص تشکیل ژل خوبی بر خوردار میباشد از دلایل عمده این مسئله میباشد. تحقیق کور و همکارانش نیز نشان داد که با افزایش غلظت WPC در خمیر کیک موفین، ویسکوزیته افزایش یافت [13].

**pH کیک:** اثر سطوح جایگزینی WPC بر pH کیک معنی دار بود. با افزایش سطح جایگزینی WPC از مقدار pH نمونه ها کاسته شد (جدول 1). به نظر میرسد که کاهش pH کیک با افزایش سطح جایگزینی را بتوان به کاهش مقدار سفیده تخم مرغ در فرمولاسیون نمونه های جایگزین شده نسبت داد.

**افت وزنی:** اثر سطوح جایگزینی WPC بر افت وزنی نمونه ها معنی دار شد. افت وزنی نمونه ها با افزایش سطح جایگزینی افزایش پیدا کرد (جدول 1). به طور کلی WPC محلول در آب بوده و لذا نمیتواند با مقادیر زیادی آب اتصال برقرار کند و لذا به نظر میرسد که این اختلاف معنی دار به این ویژگی این فرآورده پروتئینی آب پنیر مربوط می باشد. نتایج تحقیقات آرون پانلوپ و همکارانش نیز نشان داد که با افزایش سطح جایگزینی WPI در فرمولاسیون کیک آنجل افت وزنی افزایش می یابد [9].

**رطوبت:** اثر سطوح جایگزینی WPC بر رطوبت نمونه ها معنی دار بود. با افزایش سطح جایگزینی WPC مقدار رطوبت نمونه ها کاهش یافت. رطوبت نمونه های حاوی WPC در سطوح 25، 50 و 75 درصد به ترتیب 1/1، 1/2 و 1/4 برابر نسبت به شاهد کاهش یافت (شکل 1).

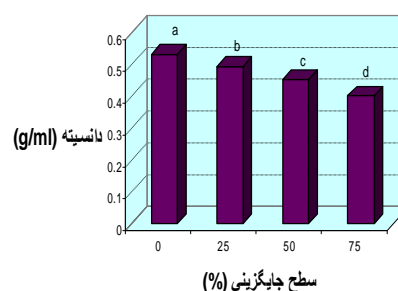
اختلاف معنی داری با شاهد نداشت اما با افزایش سطح WPC تا سطح 50 و 75 درصد  $a_w$  نمونه ها بعد از 10 روز نگهداری به دلیل حلالیت بالاتر wpc به ترتیب حدود 1/7 و 4/9 درصد نسبت به شاهد کاهش یافت (جدول 2).

**سفتی:** اثر سطوح جایگزینی WPC بر سفتی نمونه ها معنی دار بود. با افزایش سطح جایگزینی WPC، سفتی نمونه ها بعد از 1، 2 و 10 روز نگهداری کاهش پیدا کرد (جدول 3).

WPC حاوی 34 درصد پروتئین که نسبت به سایر انواع WPC حاوی مقادیر کمتری کلسیم نیز می باشد در دماهای بالاتری نسبت به پروتئینهای سفیده تخم مرغ دناتور می شود و بنابراین نشاسته بیشتری ژلاتینه می شود و در نتیجه بافت نرم تری تولید می شود. به علاوه همانطور که اشاره شد با افزایش سطح جایگزینی حجم نمونه های کیک افزایش می یابد. این نمونه های حجیم تر دارای بافتی با حفرات غیر یکنواخت و بعضاً بزرگ میباشند که دیواره آنها در مقابل نیروی وارد شده از طرف پروب دستگاه تکسچر آنالایزر مقاومت چندانی از خود نشان نمیدهد و به راحتی تخریب می شود. لذا با افزایش سطح جایگزینی WPC سفتی نمونه ها کاهش می یابد. نتیجه تحقیق آرون پان لوپ و همکاران نیز نشان داد که با افزایش سطح WPI، سفتی کیک آنزل کاهش یافت [9].

**رنگ پوسته:** اثر سطوح جایگزینی WPC بر امتیاز رنگ پوسته معنی دار بود. در اولین سطح جایگزینی بیشترین امتیاز رنگ به دست آمد. امتیاز رنگ در سطح 50 درصد نیز حدود 14/7 درصد بیشتر از شاهد بود. اما با افزایش سطح جایگزینی تا 75 درصد امتیاز رنگ 11/8 درصد نسبت به شاهد کاهش یافت (جدول 4).

معنی داری افزایش یافت [14]. نتیجه تحقیق آرون پان لوپ و همکاران نشان داد که کیک های آنجل ساخته شده با WPI نسبت به نمونه های تهیه شده با سفیده تخم مرغ حجم کمتری داشتند و با افزایش سطح جایگزینی WPI حجم نمونه ها کاهش یافت [9]. این نتایج با نتیجه تحقیق پرنل و همکاران تناقض دارد. پرنل و همکاران دریافتند که اگرچه کیک های آنجل حاوی WPI، حجم کمتری نسبت به شاهد داشتند اما با افزایش سطح WPI، حجم کیک افزایش یافت [10].



شکل 2 اثر سطوح جایگزینی wpc بر دانسیته

**فعالیت آبی  $a_w$ :** اثر سطوح جایگزینی WPC بر  $a_w$

نمونه ها معنی دار بود. با افزایش سطح جایگزینی WPC،  $a_w$  نمونه ها بعد از یک، دو و 10 روز نگهداری کاهش پیدا کرد.  $a_w$  نمونه ها بعد از 1 روز نگهداری در سطوح 25، 50 و 75 درصد به ترتیب حدود 3/7، 5/8 و 7/6 درصد، بعد از 2 روز نگهداری در سطوح 25، 50 و 75 درصد به ترتیب حدود 1/2، 4/9 و 6/7 درصد نسبت به شاهد کاهش یافت.  $a_w$  نمونه های 25 حاوی درصد WPC بعد از 10 روز نگهداری

جدول 2 اثر سطوح جایگزینی WPC بر فعالیت آبی بعد از 1، 2 و 10 روز نگهداری (حروف مشترک در هر ستون، نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح یک درصد میباشند)

فعالیت آبی ( $a_w$ )			
درصد جایگزینی	بعد از یک روز	بعد از 2 روز	بعد از 10 روز
0	0.789 <sup>a</sup>	0.757 <sup>a</sup>	0.662 <sup>a</sup>
25	0.759 <sup>b</sup>	0.747 <sup>b</sup>	0.660 <sup>a</sup>
50	0.743 <sup>c</sup>	0.72 <sup>c</sup>	0.650 <sup>b</sup>
75	0.729 <sup>d</sup>	0.706 <sup>d</sup>	0.629 <sup>c</sup>

جدول 3 اثر سطوح جایگزینی WPC بر سفتی بعد از 1، 2 و 10 روز نگهداری (حروف مشترک در هر ستون، نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح یک درصد میباشند)

سفتی بافت کیک			
درصد جایگزینی	بعد از یک روز	بعد از 2 روز	بعد از 10 روز
0	3/306 <sup>a</sup>	3/991 <sup>a</sup>	5/795 <sup>a</sup>
25	3/017 <sup>a</sup>	3/969 <sup>b</sup>	5/411 <sup>b</sup>
50	2/976 <sup>a</sup>	3/390 <sup>c</sup>	5/157 <sup>b</sup>
75	2/443 <sup>b</sup>	3/027 <sup>d</sup>	4/642 <sup>c</sup>

جدول 4 اثر سطوح جایگزینی WPC بر امتیازات رنگ، بافت، طعم و پذیرش کلی (حروف مشترک در هر ستون، نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح یک درصد میباشند)

درصد جایگزینی	رنگ پوسته	بافت	طعم	پذیرش کلی
0	3/4 <sup>bc</sup>	3/2 <sup>a</sup>	4/2 <sup>a</sup>	3/9 <sup>a</sup>
25	4 <sup>a</sup>	3/1 <sup>ab</sup>	4 <sup>a</sup>	3/9 <sup>a</sup>
50	3/9 <sup>ab</sup>	2/9 <sup>ab</sup>	3/9 <sup>a</sup>	3/7 <sup>a</sup>
75	3 <sup>c</sup>	2/6 <sup>b</sup>	2/7 <sup>b</sup>	3 <sup>b</sup>

کاسته شد (جدول 4). با توجه به اینکه با افزایش سطح جایگزینی بر میزان غیر یکنواختی بافت و حفرات بزرگ آن افزوده می شد لذا کاهش امتیاز بافت نمونه ها دور از انتظار نمی باشد.

**طعم:** نتیجه آزمون مطالعه طعم نشان داد که با افزایش سطح جایگزینی WPC امتیاز طعم نمونه ها کاهش یافت، البته این کاهش تنها در سطح 75 درصد نسبت به شاهد معنی دار بود (جدول 4). همان طور که اشاره شد با افزایش سطح جایگزینی میزان رطوبت نمونه ها کاهش یافت. به همین دلیل نمونه های دارای سطوح پایین تر WPC از طعم و احساس دهانی بهتری برخوردار بودند.

**پذیرش کلی:** مطالعه نتایج صفات حسی، جهت بررسی پذیرش کلی نشان داد که با افزایش سطح جایگزینی WPC، امتیاز پذیرش کلی محصول کاهش یافت، البته این کاهش تنها در

WPC مورد استفاده در این پژوهش حاوی حدود 35 درصد پروتئین و 46 درصد لاکتوز بود. با توجه به اینکه در زمان پخت فرآورده، پروتئین های آب پنیر با قند احیاءکننده لاکتوز در واکنش های قهوه ای شدن میلارد شرکت میکنند لذا شدت رنگ قهوه ای با افزایش سطح WPC نیز افزایش می یابد. رنگ پوسته در سطوح 25 و 75 درصد جایگزینی مطلوب بود اما در سطح 75 درصد جایگزینی به علت تشکیل رنگ قهوه ای نسبتاً تیره امتیاز رنگ نمونه ها کاهش یافت. نتیجه تحقیق آرون پان لوپ و همکاران نیز نشان داد که با افزایش سطح WPI در کیک آنجل رنگ پوسته تیره تر شد و تیره ترین رنگ مربوط به کیک های حاوی بالاترین سطح WPI و صمغ زانتان بود [9].

**بافت:** اثر سطوح جایگزینی WPC بر امتیاز بافت معنی دار بود. با افزایش سطح جایگزینی از امتیاز بافت نمونه ها

- products. *Zagadnienia Piekarstwa ZBPP*. 20 (3): 8 - 20 ( Cited in Dairy Science Abstract. Vol . 39 ( 1977 ) No . 5 )
- [8] Ash , D J and Colmey, J. C. 1976. Replacement of nonfat dry milk. United State Patent. 3: 895 -941
- [9] Arunepanlop, B. , Morr, civ; Karleskind, D ; and Laye, I. 1996. Partial replacement of egg white proteins with whey in angel food cakes. *J Food Science* - 61 ( 5 ) : 1085 - 1093
- [10] Pernell, C. W., Luck, P.J., Foegeding. E . A., and Daubert, C. R. 2002. Heat \_induced changes in angel food cakes containing egg \_white protein or whey protein isolate . *J . Food Science*. 67 (8): 2945-2951
- [11] Raeker, M., and Johnson, L. 1995. Cake baking (high ratio white layer) properties of egg white, bovine blood plasma, and their protein fractions. *Cereal Chem*.72(3): 299-303
- [12] 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 Wissenschaft und Technologie* . 36(1):83-96
- [13] Kaur, A ., Amarjeet, K., and Bakhshi, A. K. 2005. Development of free cakes by using whey protein concentrates. *Advances in Food Sciences* ISSN 1431-7737.27(1): 2-5
- [14] Swaran, S., Chauhan, G. S., Raghuvanshi, R., Sharma, P., Chauhan, P ., and Bajpai, A. 2003. Replacement egg solids with whey protein concentrate and optimization of its levels in cake making. *Journal of Food Science and Technology* ISSN 0022-1155. 40(4): 386-388
- [15] Abellana, M., Sanchis, V., and Ramos, A. J. 2001. Effect of water activity and temperature on growth of three penicillium speciec and aspergillus flavus on a sponge cake analogue. *International Journal of Food Microbiology*. 71: 151-157
- [16] Larmond, E. 1970. Method for sensory evaluation of food. Food Research Institute. Central Experimental Farm. Ottawa, Canada. Department of Agriculture Publication 1284: 27-30
- [17] Aryana, K. J., Haque, Z. Z., and Gerard, P.D. 2002. Influence of whey protein concentrate on the functionality of egg white and bovine serum albumin. *Int. J. Food Science and Technology*. 37:643 –
- سطح 75 درصد نسبت به شاهد معنی دار بود (جدول 4). با توجه به تاثیر معنی دار سطوح جایگزینی WPC بر امتیازات رنگ، طعم و بافت این اختلاف معنی دار دور از انتظار نمی باشد.
- #### 4- تشکر و قدردانی
- در پایان لازم است از زحمات سازمان ترویج، آموزش و تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی که در مراحل انجام این پژوهش ما را یاری نمودند تشکر شود.
- #### 5- منابع
- [1] Haggett, T. O. K. 1976 . The whipping, foaming and gelling properties of whey protein concentrates. *New Zealand J . Dairy Science and Technology* . 11(4):244-250
- [2] Haber. T., Jakubczyk, T., and Ludwich, S. 1975. Enrichment of bakery products with milk protein. Pilot investigation result. *Przegląd Piekarski I Cukierniczy*. 23(2):32-39
- [3] Marinchenko. A. B., Drobot, V. I., and Roiter, I. M. 1976. Improvement of nutritive value of bread by supplementation with whey enriched by protein and vitamins. *Lzvestiya Vysshikh U Chebnykh Zavedenii Pishchevaya Tekhnologiya*. No 1:52-54
- [4] Gupta, V. K., and Reuter. H. 1993. Protein solubility and gelation behavior of whey protein concentrated prepared by ultra filtration of sweet cheese whey. *Netherlands milk and dairy. Journal* . 46(2):89-100
- [5] Mangio, M. E. 1992. Properties of whey protein concentrates In: *Whey and lactose processing*. Elsevier publisher LTD, London pp.232-265
- [6] Karleskind, D., Laye, I., Mei, F. I., and Morr, C. V. 1995. Gelation properties of lipid-reduced and calcium-reduced whey protein concentrates. *Journal of Food Science*.60:731-737
- [7] Kowalczuk, M. 1975. Experimental application of dried protein semi concentrate in wheat flour bakery

## Effect of different levels of whey protein concentrate on the physicochemical and sensory properties of muffin cake

Ayoubi, A. <sup>1\*</sup>, Habibi Najafi, M. B. <sup>2</sup>, Karimi, M. <sup>3</sup>

1- Jahad Daneshgahi. Kashmar Branch, Kashmar, Iran.

2- Dept. Food Sci. Technology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

3-Member of Research Center, Jahad Agricultural Ministry, Mashhad, Iran

(Received:88/3/5 Accepted: 88/4/28)

In this study, physicochemical properties, sensory characteristics and shelf life of muffin prepared by substitution of egg white with different levels of whey protein concentrate (WPC) were evaluated.

WPC at three levels – 25, 50 and 75 %– was considered as variable treatment. Physicochemical properties including butter pH, butter consistency, cake pH, weight loss, density, moisture, shelf life properties including water activity ( $a_w$ ) and hardness after 1, 2 and 10 days storage and sensory properties including crust color, taste, texture and total acceptance were measured and the result were analyzed. Data analysis showed that WPC substitution levels affected all of properties. In comparison with control butter pH, cake pH, moisture, density,  $a_w$  and hardness after 1, 2 and 10 days storage decreased whereas consistency and weight loss increased with increase of substitution level. Also WPC substitution levels affected all of sensory properties. Color score increased with 25 and 50 % WPC but decreased with 75% WPC. Texture, taste and total acceptance scores decreased with increase of substitution. No significant difference of taste and total acceptance scores with control up to 50 % replacement level was noticed; however it became significant at 75% replacement level.

**Key words:** cake; whey protein concentrate (WPC); water activity ( $a_w$ ); sensory properties

---

\*Corresponding Author E-mail address: [mayuobi80@yahoo.com](mailto:mayuobi80@yahoo.com)