

تأثیر افزودن کنسانتره پروتئین آب پنیر (WPC) و صمغ‌های گوار و زانتان بر خصوصیات کیفی و فیزیکوشیمیایی کیک روغنی

اعظم ایوبی^{۱*}، محمد باقر حبیبی نجفی^۲، مهدی کریمی^۳

تاریخ دریافت: ۸۶/۷/۱

تاریخ پذیرش: ۸۷/۱۱/۱۰

چکیده

در این پژوهش ویژگیهای فیزیکوشیمیایی و ارگانولپتیکی کیک روغنی (یزدی) حاصل از جایگزینی سفیده تخم مرغ با سطوح مختلف کنسانتره پروتئین آب پنیر (WPC) و همچنین استفاده از سطوح مختلف صمغ های گوار و زانتان در فرمولاسیون این کیک مورد ارزیابی قرار گرفت. WPC در سه سطح ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد، صمغ گوار در دو سطح ۰/۱ و ۰/۳ درصد و صمغ زانتان نیز در سطوح ۰/۱ و ۰/۱۵ درصد به عنوان متغیرهای پژوهش در نظر گرفته شدند. تجزیه و تحلیل داده ها نشان داد که سطوح مختلف جایگزینی WPC در فرمولاسیون، کلیه خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی را به طور معنی دار تحت تاثیر قرار داد. صمغ های گوار و زانتان نیز بر کلیه خواص فیزیکوشیمیایی و حسی به جز فعالیت آبی بعد از یک و دو روز نگهداری، رنگ پوسته و طعم به طور معنی داری تاثیر گذاشتند. نتایج حاصل از این پژوهش نشان دادند که WPC مورد استفاده به تنهایی جایگزین مناسبی برای سفیده تخم مرغ نبوده اما این ترکیب در مقادیر ۲۵ و ۵۰ درصد همراه با هر یک از صمغ های گوار (۰/۳ درصد) و زانتان (۰/۱۵ درصد)، ضمن حفظ خصوصیات حسی کیک یزدی و بهبود اغلب خواص فیزیکوشیمیایی آن جایگزین مناسبی برای سفیده تخم مرغ بود.

واژه‌های کلیدی: کیک روغنی، کنسانتره پروتئین آب پنیر، صمغ گوار، صمغ زانتان، خصوصیات فیزیکوشیمیایی، خصوصیات ارگانولپتیکی.

مقدمه

از ارزش بالایی برخوردار می باشد و کاربردهای فراوانی در صنایع مختلف غذایی نظیر صنایع لبنی، صنایع نانوايي، فرآورده های نانوايي و قنادی، فرآورده های گوشتی و غیره دارد. کنسانتره پروتئین آب پنیر 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 ۲۵ درصد پروتئین بوده و به صورت محلول یا پودر خشک در دسترس می باشد. خواص عمل کننده گي WPC در مواد غذایی بسته به میزان پروتئین آن متفاوت است (۲۴) و

کنسانتره پروتئین آب پنیر (WPC)^۱ یکی از محصولات حاصل از آب پنیر است که به دلیل دارا بودن خصوصياتی مانند قابلیت هضم، حلالیت بالا، ایجاد ویسکوزیته، قابلیت تشکیل ژل، امولسیون کنندگی، قابلیت زدن و تشکیل کف

۱- کارشناس ارشی مهندسی علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد و نویسنده مسئول مکاتبات: Email: Mayoubi80@yahoo.com

۲- استاد و عضو هیات علمی گروه صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد

۳- استادیار و عضو هیات علمی مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی خراسان رضوی

4- Whey Protein Concentrate

آنژل را بررسی نمودند. نتایج پژوهش این محققین نشان داد که کیک هایی که در آنها پروتئین سفیده جایگزین شده بود اما فاقد سایر 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 (۵). پرنل و همکاران کیک های آنژل 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 پروتئینهای سفیده تخم مرغ نمی باشد (۲۷). راکر و جانسون نشان دادند که محلول های WPI حرارت دیده تا ۸۰ 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 (۲۸). مر و همکاران نیز برای بهبود کیفیت کیک های آنژلی که در آن WPI جایگزین سفیده تخم مرغ شده بود از فشار هوا استفاده کردند (۲۶).

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 ۱۵ 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 (۱۴). اسواران و همکاران 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 ۵۰ درصد خواص فیزیکی کیک به طور معنی داری تغییر نکرد (۳۲). صمغ ها نیز به دلیل داشتن ویژگیهای مطلوب مانند قابلیت

(۲۵). 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 و دارا بودن مقادیر بالای سولفیدریل و دی سولفید مشابه سفیده تخم مرغ می باشند (۶). جایگزین نمودن سفیده تخم مرغ به وسیله پروتئین های آب پنیر اولین بار توسط کمات و بلی گزارش شده است (۱۶). جایگزینی جزئی پروتئین سفیده تخم مرغ به وسیله WPC و ایزوله پروتئین آب پنیر (WPI) در فرمولاسیون کیک آنژل توسط ها و مر (۲۵)، لاوسون (۱۸) و همچنین زو و دامداران (۳۳) انجام شده است.

کارلسکیند ضمن بررسی خواص WPC کم چرب حاصل از آب پنیر میکروفیلتر شده که حاوی کمتر از یک درصد چربی باقیمانده از آب پنیر بود پیشنهاد نمود که احتمالاً این WPC میتواند جایگزین پروتئین های سفیده تخم مرغ در فرمولاسیون کیک آنژل شود (۱۳). کوالزوک کاربرد آزمایشگاهی کنسانتره پروتئین آب پنیر حاوی ۲۵ درصد پروتئین را در تولید فرآورده های نانویی 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 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 (۱۵).

اش و همکاران گزارش نمودند که ماده جامد حاصل از آب پنیر کانی زدایی شده که حدود ۵۲ درصد پروتئین دارد یک جایگزین مناسب برای شیر خشک پس چرخ در فرآورده های پخت می باشد (۷).

آرون پان لوپ و همکاران اثرات جایگزینی جزئی پروتئین های سفیده تخم مرغ با ایزوله پروتئین آب پنیر (WPI) و صمغ زانتان، متیل سلولز، سولفات مس و فسفات سدیم بر روی ظاهر، ساختار، بافت و خواص حسی کیک

و همکاران (۹) در بررسی چندین هیدروکلوئید با ساختارهای شیمیایی متفاوت در نان حجیم نشان داد که برخی از این هیدروکلوئیدها قادرند میزان از دست رفتن رطوبت در طی نگهداری نان و سرعت دهیدراته شدن مغز نان را کاهش دهند و از بیاتنی نان جلوگیری کنند. رجاز نشان داد که خواص تشکیل خمیر نشاسته گندم تا حد زیادی با افزودن هیدروکلوئیدها بهبود می یابد (۲۹). به علاوه در پژوهشهای مختلف از صمغ ها به عنوان جایگزین چربی، جایگزین گلوتن و منبع فیبر رژیمی استفاده شده است (۱۱). افزایش میزان کلاسترول و اسیدهای چرب اشباع در محصول، خطر آلودگی محصول به سالمونلا، زمان ماندگاری پایین تخم مرغ و قیمت بالای آن از جمله معایب استفاده از تخم مرغ در تولید کیک می باشد. استفاده از صمغ ها این اجازه را می دهد که بتوان فرمولاسیون کیک را به میزان زیادی تغییر داد به طوری که بتوان ضمن حفظ و یا بهبود خواص کیفی محصول از هزینه های تولید نیز کاست. از طرف دیگر اکثر فرآورده های آب پنیر به عنوان پرکننده جهت بهبود ارزش تغذیه ای فرآورده های غذایی مورد استفاده قرار می گیرند، در حالی که معمولاً فرآورده های غنی از پروتئین حاصل از آب پنیر به عنوان ترکیبات دارای خواص عمل کننده مطلوب، مورد توجه می باشند. خواص عمل کننده پروتئین های آب پنیر متنوع و مشابه تخم مرغ می باشد، ضمن اینکه این پروتئین ها از ارزش غذایی بالایی نیز برخوردارند. به علاوه کاربرد این پروتئین ها در فرآورده های نانوائی، می تواند امکان تولید محصولات جدیدتر با هزینه های پایین تر را فراهم کند. بنابراین با جایگزینی جزئی یا کامل تخم مرغ و یا دیگر ترکیبات فرمولاسیون کیک با پروتئین آب پنیر و صمغ می توان هزینه های تولید را پایین آورد. در این پژوهش جایگزینی جزئی سفیده تخم مرغ با WPC و صمغ با اهداف بهبود خصوصیات کیفی کیک روغنی از قبیل بهبود ساختار و

تشکیل ژل، افزایش ویسکوزیته، قدرت تثبیت کنندگی، امولسیون کنندگی، حجیم کنندگی و غیره کاربرد وسیعی در محصولات غذایی دارند. میلر و هاسنی در بررسی خود بر روی استفاده از صمغ زانتان در فرمولاسیون خمیر کیک مشاهده نمودند که محصولات پخته شده از نظر حجم و ارتفاع مشابه نمونه های شاهد بودند (۲۲).

نتایج تحقیقات رومانچیک و همکاران بر روی استفاده از صمغ اکارا به عنوان جایگزین مارگارین و زرده تخم مرغ در نوعی کلوچه شکلاتی نشان داد که این صمغ ضمن حفظ خواص حسی، رطوبت کلوچه ها بلافاصله بعد از پخت و دو روز بعد از پخت را نسبت به شاهد افزایش می دهد (۳۰). در برخی کیک ها نظیر کیک لایه ای زرد وجود مقادیر بالای تخم مرغ سبب افزایش میزان کلاسترول فرآورده می شود. برای جلوگیری از بروز عوارض ناشی از بالا بودن میزان کلاسترول در این محصولات تحقیقاتی بر روی جایگزینی تخم مرغ به طور کامل یا جزئی با انواع منابع پروتئینی همراه با افزودنیهای دیگر نظیر صمغها انجام شده است. میلر و ستسر در تحقیقات خود استفاده از صمغ زانتان را به عنوان جایگزین سفیده تخم مرغ بررسی نمودند (۲۳). آروزارنا و همکاران در بررسی خود بر روی جایگزین نمودن کامل پروتئین های تخم مرغ با پروتئین های گیاهی ایزوله شده از دانه های لوبین سفید در کیک لایه ای زرد جهت بهبود ظرفیت انعقاد حرارتی این پروتئین از صمغ زانتان و امولسیفایر استفاده نمودند. آنها مشاهده کردند که صمغ زانتان ساختار داخلی مغز کیک را بهبود داد و بر ارتفاع کیک ها افزود (۴). راسل و همکاران اثر صمغ را بر روی خواص رئولوژیکی و کیفیت نهایی نان مورد بررسی قرار دادند. این محققین نشان دادند که با افزودن صمغ به خمیر، پایداری خمیر در طی تخمیر بهبود یافت و حجم مخصوص، فعالیت آبی و حفظ رطوبت نان نیز افزایش یافت (۳۱). نتایج تحقیقات گواردا و همکاران (۱۲) و دیوید

بافت، حفظ رطوبت محصول در طی زمان نگهداری و به تاخیر انداختن بیاتی، بهبود رنگ، طعم و ارزش تغذیه‌ای مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روشها

در این پژوهش آرد با درجه استخراج ۸۱ درصد (آرد ستاره) از کارخانه آرد سفید طوس مشهد تهیه شد. این آرد حاوی ۱۰/۵ درصد پروتئین، ۱/۰۳ درصد خاکستر و ۳۳ درصد گلوتن مرطوب بود. ویسکوزیته آرد ۱۲۰۰ واحد برابندر، جذب آب ۵۷/۳ درصد، زمان مخلوط کردن ۳/۵ دقیقه، مقاومت خمیر ۵/۲ دقیقه و ضریب تحمل مخلوط کردن خمیر بعد از ۵ دقیقه برابر ۶۰ واحد برابندر بود. کنساتره پروتئین آب پنیر (UF - WPC) با نام تجاری Alacen 392 - WPC از طریق نمایندگی شرکت NZMP نیوزیلند در تهران تهیه شد. وانیل با نام تجاری RHOVANILLA، صمغ گوار با نام تجاری MEYPROtm GUAR (E 412) و صمغ زانتان با نام تجاری RHODIGELTM (XANTHAN) GUM; E از شرکت Rhodia Food تهیه شد. شکر، روغن نباتی جامد، بیکنینگ پودر و جوش شیرین نیز از فروشگاه‌های سطح شهر مشهد تهیه شد و تخم مرغ تازه نیز یک روز قبل از تولید روزانه کیک‌ها تهیه و در یخچال نگهداری می‌شد. تمامی خمیرهای کیک طوری تهیه شدند که نسبت به آرد حاوی ۳۰ درصد روغن، ۴۶ درصد شکر، ۵۰ درصد آب، ۴ درصد بیکنینگ پودر و ۵ درصد شربت اینورت، ۱ درصد جوش شیرین و ۱۱/۷ درصد تخم مرغ بودند و به منظور بهبود عطر و طعم به مقدار معین وانیل در تمام فرمولاسیون‌ها به خمیر افزوده شد. پس از بررسی تحقیقات مشابه انجام شده در این زمینه و با توجه به توصیه شرکت‌های تولید کننده افزودنی‌های مورد بررسی، WPC در سه سطح ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد، صمغ گوار در دو سطح

۰/۱ و ۰/۳ درصد و صمغ زانتان نیز در سطوح ۰/۱ و ۰/۱۵ درصد به عنوان متغیرهای پژوهش در نظر گرفته شدند. در این پژوهش ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خمیر و کیک روغنی شامل pH خمیر، قوام خمیر، افت وزنی، دانسیته، رطوبت، فعالیت آبی بعد از یک، دو و ۱۰ روز نگهداری و سفتی^۱ بعد از یک، دو و ۱۰ روز نگهداری اندازه گیری شد. pH خمیر طبق روش آرون پان لوپ اندازه گیری شد (۵). برای اندازه گیری قوام خمیر از قوام سنج بوستویک استفاده گردید. این دستگاه دارای محفظه‌ای مکعب مستطیل شکل یا نیمه استوانه‌ای 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، نمونه‌های کدگذاری شده قبل و بعد از پخت با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین شده و درصداقت وزنی با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد (۵):

$$\text{وزن نمونه بعد از پخت} - \text{وزن نمونه قبل از پخت} \times 100 = \text{درصد افت وزنی}$$

وزن نمونه قبل از پخت

برای اندازه گیری دانسیته، ابتدا حجم نمونه‌ها با کمک روش جایگزینی با ارزن تعیین شد و سپس دانسیته نمونه‌ها محاسبه گردید. رطوبت نمونه‌ها به کمک دستگاه رطوبت سنج مادون قرمز مدل Shimadzu EB-330 MOC و طبق روش اندازه گیری رطوبت استاندارد ایران اندازه گیری شد (۱). برای اندازه گیری فعالیت آبی از روش آبلانا استفاده شد (۲). سفتی نمونه‌ها به کمک دستگاه تکسچر آنالایزر مدل (Texture Analyzer, CNS Famell) اندازه گیری گردید. برای اندازه گیری سفتی ابتدا نمونه‌ها به

pH خمیر نسبت به نمونه شاهد اختلاف معنی داری نداشت، اما با افزایش سطح جایگزینی تا ۷۵ درصد این اختلاف معنی دار شد و pH نمونه کاهش یافت (جدول ۱). با توجه به این که WPC مورد استفاده در این بررسی دارای pH حدود ۷ بود بنابراین این کاهش pH را نمیتوان به حضور این ترکیب در خمیر نسبت داد و نظر به اینکه pH سفیده تخم مرغ حدود ۹ میباشد به نظر میرسد که کاهش مقدار این ترکیب قلیایی با افزایش سطح جایگزینی دلیل کاهش pH خمیر با افزایش سطح جایگزینی باشد.

افزودن سطوح مختلف صمغ های گوار و زانتان نیز بر pH خمیر موثر بود به طوری که با افزایش سطح هر دو صمغ، pH خمیر به طور معنی داری کاهش یافت (جدول ۲). در سطح ۰/۱ درصد هر دو صمغ این اختلاف با شاهد معنی دار نشد، اما در سطح ۰/۳ درصد گوار و ۰/۱۵ درصد زانتان این اختلاف معنی دار شد. علی رغم این که صمغ های مورد بررسی در این تحقیق از نظر ساختمانی خنثی می باشند به نظر میرسد که حضور این صمغ ها بر روی جذب آب و میزان تحرک یون های هیدروژن تاثیر گذاشته است و باعث کاهش pH خمیر شده است.

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 ۱۰۰ 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 تیمارهای مختلف در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل و به کمک نرم افزار MStat-C تجزیه و تحلیل شد. لازم به توضیح است که برای آنالیز مشاهدات مربوط به شاهد (فاقد WPC و صمغ) با نمونه های حاوی سطوح مختلف WPC از طرح کاملاً تصادفی یک فاکتوری و نرم افزار MStat-C استفاده شد. ویژگی های حسی تیمارهای کیک نیز که شامل رنگ پوسته، بافت، طعم و پذیرش کلی بود توسط ۱۰ پانلیست با آزمون هدونیک ۵ نقطه ای مورد ارزیابی قرار گرفت (امتیازات بین ۱ (خیلی بد) و ۵ (خیلی خوب) در نظر گرفته شد) و نتایج حاصل با شاهد مقایسه گردید (۱۷).

نتایج و بحث

pH خمیر: در اثر جایگزینی WPC تا سطح ۵۰ درصد

جدول ۱- اثر سطوح جایگزینی WPC بر قوام خمیر، pH خمیر، افت وزنی، دانسیته و رطوبت (حروف مشترک در هر ستون، نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح یک درصد می باشند)

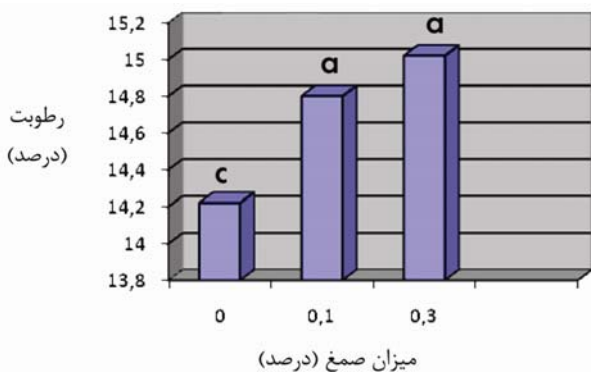
درصد جایگزینی	قوام خمیر (cm)	pH خمیر	افت وزنی (درصد)	دانسیته (g/ml)	رطوبت
۰	۵/۷ ^a	۷/۴۴ ^a	۱۰/۰ ^c	۰/۵۳ ^a	۱۷/۱ ^a
۲۵	۵/۵ ^b	۷/۴۰ ^a	۱۰/۴ ^{bc}	۰/۴۹ ^b	۱۵/۱ ^b
۵۰	۴/۶ ^c	۷/۳۸ ^a	۱۰/۷ ^{ab}	۰/۴۵ ^c	۱۴/۰ ^c
۷۵	۳/۷ ^d	۷/۲۷ ^b	۱۱/۱ ^a	۰/۴۰ ^d	۱۲/۳ ^d

برخوردار می باشند از دلایل عمده این مسئله باشد (۸ و ۲۰). سطوح مختلف صمغ های گوار و زانتان نیز بر قوام خمیر موثر بود (جدول ۲). با افزایش سطح هر یک از صمغ های گوار و زانتان قوام خمیر افزایش یافت. اثر متقابل سطوح

قوام خمیر: اثر سطوح جایگزینی WPC بر قوام خمیر معنی دار بود (جدول ۱). با افزایش نسبت جایگزینی WPC بر قوام خمیر افزوده شد. به نظر می رسد که وجود لاکتوز و لاکتالبو مین در WPC که از خواص تشکیل ژل خوبی

افزودن صمغ زانتان به کیک افت وزنی نمونه‌های حاوی WPI کاهش می‌یابد (۵).

رطوبت: با افزایش سطح جایگزینی WPC مقدار رطوبت نمونه‌ها به طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۱). همان‌طور 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 می‌باشد (۸ و ۲۰). افزایش سطوح صمغ‌های گوار و زانتان باعث افزایش رطوبت نمونه‌ها گردید (شکل ۱ و ۲). صمغ‌های گوار و زانتان از قدرت جذب و قابلیت نگهداری آب بالایی برخوردارند، لذا این ویژگی می‌تواند دلیل عمده این افزایش معنی‌دار در رطوبت کیک با افزایش سطح صمغ باشد (۱۱). نتیجه تحقیق آرون پان لوپ و همکاران نشان داد که با افزایش سطح WPI در فرمولاسیون کیک آنژل، رطوبت کاهش می‌یابد، اما با افزودن صمغ زانتان به کیک، رطوبت نمونه‌های حاوی WPI افزایش می‌یابد (۵). گواردا و همکاران نیز دریافتند که افزودن صمغ زانتان به نان، موجب افزایش رطوبت می‌شود (۱۲).



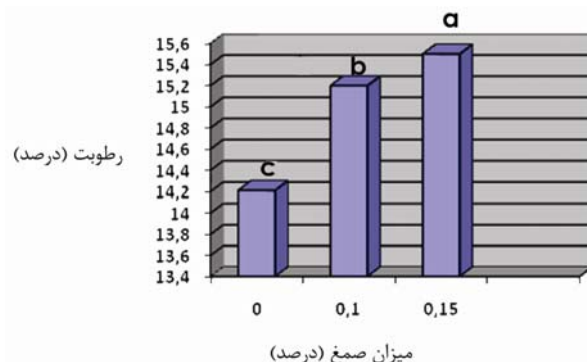
شکل ۱- اثر سطوح صمغ گوار بر رطوبت کیک

(حروف مشترک نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد می‌باشند)

جایگزینی WPC و سطوح هر یک از صمغ‌ها بر قوام خمیر نیز معنی‌دار بود. در تمامی سطوح جایگزینی WPC با افزایش سطح هر یک از صمغ‌های گوار و زانتان قوام خمیر افزایش یافت. توانایی جذب سریع و بالای آب توسط صمغ‌های به کار رفته در این پژوهش از دلایل عمده این امر می‌باشد (۱۱). نتایج تحقیقات پرنل و همکاران بر روی مقایسه خصوصیات کیک‌های آنژل 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 (۲۷). نتایج تحقیقات لی و هاسنی نیز نشان داد که با افزودن صمغ زانتان به خمیر کیک، ویسکوزیته خمیر افزایش می‌یابد (۱۹). تحقیق کور و همکارانش نیز نشان داد که با افزایش غلظت WPC در خمیر کیک موفین، ویسکوزیته افزایش یافت (۱۴).

افت وزنی: افزایش سطوح مختلف WPC به طور معنی‌داری باعث افزایش افت وزنی نمونه‌ها شد (جدول ۱). به طور کلی WPC محلول در آب بوده و لذا نمی‌تواند با مقادیر زیادی آب اتصال برقرار کند لذا به نظر می‌رسد که این اختلاف معنی‌دار به این ویژگی این فراورده پروتئینی آب پنیر مربوط می‌باشد (۸ و ۲۰). این در حالی است که افزایش سطوح هر یک از صمغ‌های گوار و زانتان باعث کاهش معنی‌دار افت وزنی نمونه‌ها گردید (جدول ۲). با توجه به قدرت جذب و قابلیت نگهداری آب بالای هر یک از صمغ‌ها، کاهش میزان از دست رفتن آب در طی فرایند پخت محصول می‌تواند دلیل کاهش افت وزنی با افزایش سطح این صمغ‌ها باشد (۱۱). اثر سطوح صمغ‌های گوار و زانتان بر افت وزنی معنی‌دار شد. افت وزنی نمونه‌ها با افزایش سطح صمغ کاهش پیدا کرد. نتیجه تحقیق آرون پان لوپ و همکارانش نشان داد که با افزایش سطح WPI در فرمولاسیون کیک آنژل، افت وزنی افزایش می‌یابد اما با

حفرات ساختمان کیک در حین پخت فراهم شده و حفرات بزرگتری در محصول ایجاد می شود و از این طریق حجم کیک افزایش و دانسیته آن کاهش می یابد. در اثر افزایش صمغ های گوار و زانتان نیز دانسیته نمونه ها به طور معنی داری کاهش یافت (جدول ۲). نتایج نشان داد که افزایش سطح صمغ در تمامی سطوح جایگزینی WPC منجر به کاهش معنی دار دانسیته نمونه ها شد. به نظر می رسد که به علت بهبود توزیع آب و توزیع گاز در اثر حضور صمغ تعداد حباب های گاز موجود در خمیر افزایش یافته و به همین دلیل حجم محصول نیز افزایش می یابد (۱۲). نتیجه تحقیق اسواران و همکاران نشان داد که با افزایش نسبت جایگزینی کنسانتره پروتئین آب پنیر حجم کیک به طور معنی داری افزایش یافت (۳۲). نتیجه تحقیق آرون پان لوب و همکاران نشان داد که کیک های آنژل 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 (۵). این نتایج با نتیجه تحقیق پرنل و همکاران تناقض دارد.



شکل ۲- اثر سطوح صمغ زانتان بر رطوبت کیک (حروف مشترک نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح یک درصد می باشند)

دانسیته: نتایج نشان داد که دانسیته نمونه ها با افزایش سطح جایگزینی WPC کاهش معنی داری پیدا کرد (جدول ۱). نتایج تحقیقات بر روی خواص تشکیل ژل انواع پروتئین های آب پنیر تولید شده با روش های مختلف تجاری نشان داد که ترکیبات حاوی مقادیر کمتر پروتئین کندتر تشکیل ژل می دهند. علت این مسئله به بالاتر بودن مقدار لاکتوز این دسته از ترکیبات پروتئینی نسبت داده شد، زیرا لاکتوز پایداری حرارتی پروتئین ها را افزایش داده و از دناتور شدن آنها جلوگیری می کند (۸ و ۲۰). به نظر می رسد که به همین دلیل امکان انبساط بیشتر گاز داخل

جدول ۲- اثر سطوح صمغ های گوار و زانتان بر قوام خمیر، pH خمیر، افت وزنی و دانسیته (حروف مشترک در هر ستون، نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح یک درصد می باشند)

نوع صمغ	درصد صمغ	قوام خمیر (cm)	pH خمیر	افت وزنی (درصد)	دانسیته (g/ml)
گوار	۰	۴/۵۷ ^a	۷/۳۵ ^a	۱۰/۷ ^a	۰/۴۵ ^a
	۰/۱	۳/۷۷ ^b	۷/۳۲ ^a	۱۰/۶ ^{ab}	۰/۴۳ ^b
	۰/۳	۳/۰۲ ^c	۷/۲۶ ^b	۱۰/۴ ^{bc}	۰/۴۰ ^c
زانتان	۰	۴/۵۷ ^a	۷/۳۵ ^a	۱۰/۷ ^a	۰/۴۵ ^a
	۰/۱	۳/۴۲ ^b	۷/۳۲ ^a	۱۰/۳ ^{bc}	۰/۴۲ ^b
	۰/۱۵	۲/۷۸ ^c	۷/۳۱ ^b	۱۰/۳ ^c	۰/۴۰ ^c

تحقیقات سیبل و متلر (۲۱)، راسل و همکاران (۳۱) و گواردا و همکاران (۱۲) نشان داد که با افزودن صمغ به خمیر نان حجم نان نسبت به شاهد به طور معنی داری افزایش یافت.

پرنل و همکاران دریافتند که اگرچه کیک های آنژل حاوی WPI، حجم کمتری نسبت به شاهد داشتند اما با افزایش سطح WPI، حجم کیک افزایش یافت (۲۷). نتیجه

فعالیت آبی (a_w): نتایج نشان داد که با افزایش سطح جایگزینی WPC، فعالیت آبی نمونه‌ها بعد از یک، دو و ۱۰ روز نگهداری به طور معنی داری کاهش پیدا کرد (جدول ۳).

همچنین نتایج تحقیق آروزارنا و همکاران بر روی جایگزینی کامل تخم مرغ با پروتئین گیاهی دانه لوبین سفید، امولسیفایر و صمغ زانتان در کیک زرد نشان داد که با افزودن زانتان به کیک، ارتفاع کیک افزایش یافت (۴). پرنل و همکاران نیز دریافتند که با افزودن صمغ به کیک آنژل حاوی WPI، بر حجم کیک افزوده شد (۲۷).

جدول ۳- اثر سطوح جایگزینی WPC بر فعالیت آبی بعد از ۱، ۲ و ۱۰ روز نگهداری (حروف مشترک در هر ستون، نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح یک درصد می‌باشند)

درصد جایگزینی	فعالیت آبی بعد از ۱ روز	فعالیت آبی بعد از ۲ روز	فعالیت آبی بعد از ۱۰ روز
۰	۰/۷۸۹ ^a	۰/۷۵۷ ^a	۰/۶۶۲ ^a
۲۵	۰/۷۵۹ ^b	۰/۷۴۷ ^b	۰/۶۶۰ ^a
۵۰	۰/۷۴۳ ^c	۰/۷۲۰ ^c	۰/۶۵۰ ^b
۷۵	۰/۷۲۹ ^d	۰/۷۰۶ ^d	۰/۶۲۹ ^c

البته فعالیت آبی نمونه‌ها بعد از ۱۰ روز نگهداری در سطح جایگزینی ۲۵ درصد WPC با شاهد اختلاف معنی داری نداشت اما در سطوح ۵۰ و ۷۵ درصد WPC این اختلاف معنی دار شد. صمغ‌های گوار و زانتان تنها بر

فعالیت آبی نمونه‌ها بعد از ۱۰ روز نگهداری تأثیر معنی داری گذاشت به طوری که با افزایش سطح هر یک از این صمغ‌ها فعالیت آبی نمونه‌ها بعد از ۱۰ روز نگهداری افزایش پیدا کرد (جدول ۴).

جدول ۴- اثر سطوح صمغ‌های گوار و زانتان بر فعالیت آبی بعد از ۱۰ روز نگهداری (حروف مشترک، نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح یک درصد می‌باشند)

نوع صمغ	درصد صمغ	فعالیت آبی بعد از ۱۰ روز نگهداری
گوار	۰	۰/۶۴۵ ^c
	۰/۱	۰/۶۵۹ ^b
	۰/۳	۰/۶۶۶ ^a
زانتان	۰	۰/۶۴۳ ^c
	۰/۱	۰/۶۵۸ ^b
	۰/۱۵	۰/۶۸۳ ^a

همان طور که گفته شد با افزایش سطح جایگزینی WPC از مقدار رطوبت نمونه‌ها کاسته شد لذا کاهش فعالیت آبی با افزایش سطح جایگزینی WPC را می‌توان به کاهش مقدار رطوبت نسبت داد. نتیجه تحقیق راسل و همکاران نشان داد که با افزودن صمغ به نان، فعالیت آبی

مغز نان کمی افزایش یافت (۳۱). نتیجه تحقیق گواردا و همکاران نیز نشان داد که با افزودن صمغ به نان از میزان از دست رفتن رطوبت در طی نگهداری کاسته شد (۱۲).
سفتی: با افزایش سطح جایگزینی WPC، سفتی نمونه‌ها بعد از یک، ۲ و ۱۰ روز نگهداری به طور معنی داری

نظر می‌رسد که به همین دلیل امکان انبساط بیشتر گاز داخل حفرات ساختمان کیک در حین پخت فراهم شده و حفرات بزرگتری در محصول ایجاد می‌شود. وجود این حفرات بزرگ سبب می‌شود که ساختمان کیک در برابر فشار وارد شده توسط پروب دستگاه تکسچر آنالایزر به راحتی تخریب شود.

کاهش پیدا کرد (جدول ۵). البته کاهش سفتی بعد از یک روز نگهداری تنها در سطح ۷۵ درصد WPC نسبت به شاهد معنی دار بود. همان طور که قبلاً گفته شد در WPC های حاوی مقادیر کمتر پروتئین، مقدار لاکتوز بیشتر است و لاکتوز سبب افزایش پایداری حرارتی پروتئین ها شده و لذا پروتئین ها در دمای بالاتری دناتوره می‌شوند (۸ و ۲۰). به

جدول ۵- اثر سطوح جایگزینی WPC بر سفتی بعد از ۱، ۲ و ۱۰ روز نگهداری (حروف مشترک در هر ستون، نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح یک درصد می‌باشند)

درصد جایگزینی	سفتی بعد از ۱ روز	سفتی بعد از ۲ روز	سفتی بعد از ۱۰ روز
۰	۳/۳۱ ^a	۳/۹۹ ^a	۵/۸۰ ^a
۲۵	۳/۰۲ ^a	۳/۹۷ ^b	۵/۴۱ ^b
۵۰	۲/۹۸ ^a	۳/۳۹ ^c	۵/۱۶ ^b
۷۵	۲/۴۴ ^b	۳/۰۳ ^d	۴/۶۴ ^c

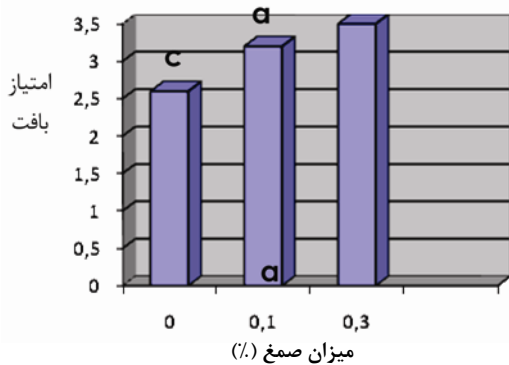
وارد شده از طرف پروب دستگاه افزایش یافت. نتیجه تحقیق آرون پان لوپ و همکاران نیز نشان داد که با افزایش سطح WPI، سفتی کیک آنزل کاهش یافت، اما با افزودن صمغ زانتان سفتی این نمونه ها افزایش یافت (۵). نتیجه تحقیق آروزارنا و همکاران نیز نشان داد که با افزودن صمغ زانتان به کیک زرد بر سفتی نمونه ها افزوده شد (۴). گواردا و همکاران نیز دریافتند که با افزایش سطح صمغ زانتان در نان سفتی محصول افزایش یافت (۱۲).

نتایج نشان دادند که پس از افزودن سطوح مختلف صمغ های گوار و زانتان، سفتی نمونه ها بعد از یک، دو و ۱۰ روز نگهداری نسبت به شاهد افزایش معنی داری پیدا کرد (جدول ۶). افزایش سطح صمغ های مورد استفاده اگر چه منجر به افزایش حجم نمونه ها شد اما سبب افزایش تعداد حفرات موجود در ساختمان کیک و ریز و یکنواخت شدن این حفرات نیز شد. به علاوه به نظر می‌رسد که حضور صمغ سبب تقویت دیواره سلول های تشکیل دهنده این حفرات نیز شده است. لذا به همین دلیل مقاومت کیک در برابر فشار

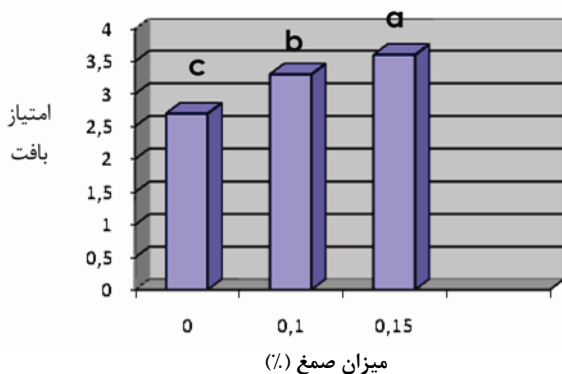
جدول ۶- اثر سطوح مختلف صمغ های گوار و زانتان بر سفتی بعد از ۱، ۲ و ۱۰ روز نگهداری (حروف مشترک در هر ستون، نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح یک درصد می‌باشند)

نوع صمغ	درصد صمغ	سفتی بعد از یک روز نگهداری	سفتی بعد از ۲ روز نگهداری	سفتی بعد از ۱۰ روز نگهداری
گوار	۰	۲/۷۸ ^c	۶/۳۶ ^c	۵/۰۴ ^c
	۰/۱	۳/۰۲ ^b	۳/۶۶ ^b	۵/۴۸ ^b
	۰/۳	۳/۳۲ ^a	۳/۷۵ ^a	۵/۷۲ ^a
زانتان	۰	۲/۵۳ ^c	۳/۳۵ ^c	۵/۰۲ ^c
	۰/۱	۳/۲۵ ^b	۳/۶۵ ^b	۵/۵۹ ^b
	۰/۱۵	۳/۷۱ ^a	۳/۸۴ ^a	۵/۸۴ ^a

کردن ساختار خمیر در طی پخت و بهبود بافت محصول می‌شود (۲۲).



شکل ۳- اثر سطوح صمغ زانتان بر امتیاز بافت (حروف مشترک نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح یک درصد می‌باشند)



شکل ۴- اثر سطوح صمغ گوار بر امتیاز بافت (حروف مشترک نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح یک درصد می‌باشند)

طعم: نتیجه آزمون مطالعه طعم نشان داد که با افزایش سطح جایگزینی WPC امتیاز طعم نمونه‌ها کاهش یافت، البته این کاهش تنها در سطح ۷۵ درصد نسبت به شاهد معنی دار بود (جدول ۷). همان‌طور که اشاره شد با افزایش سطح WPC رطوبت نمونه‌ها کاهش می‌یابد. لذا نمونه‌های حاوی سطوح پایین‌تر WPC طعم و احساس دهانی بهتری

رنگ پوسته: نتایج این تحقیق نشان داد که با افزایش سطح جایگزینی WPC از امتیاز رنگ نمونه‌ها به طور معنی داری کاسته شد (جدول ۷). WPC مورد استفاده در این پژوهش حاوی حدود ۳۵ درصد پروتئین و ۴۶ درصد لاکتوز بود. با توجه به اینکه در زمان پخت فرآورده، پروتئین‌های آب پنیر با قند احیاء کننده لاکتوز در واکنش‌های قهوه‌ای شدن میلارد شرکت می‌کنند، لذا شدت رنگ قهوه‌ای با افزایش سطح WPC نیز افزایش می‌یابد. رنگ پوسته در سطوح ۲۵ و ۵۰ درصد جایگزینی مطلوب بود اما در سطح ۷۵ درصد جایگزینی به علت تشکیل رنگ قهوه‌ای نسبتاً تیره امتیاز رنگ نمونه‌ها کاهش یافت. صمغ‌های گوار و زانتان بر رنگ پوسته تاثیر معنی داری نداشتند. نتیجه تحقیق آرون پان لوپ و همکاران نیز نشان داد که با افزایش سطح WPI در کیک آنژل رنگ پوسته تیره‌تر شد و تیره‌ترین رنگ مربوط به کیک‌های حاوی بالاترین سطح WPI و صمغ زانتان بود (۵).

بافت: نتایج نشان داد که با افزایش سطح جایگزینی WPC از امتیاز بافت نمونه‌ها به طور معنی داری کاسته شد (جدول ۷). همچنین افزایش سطوح صمغ‌های گوار و زانتان باعث افزایش معنی دار امتیاز بافت کیک نسبت به شاهد شد (شکل ۳ و ۴). از آنجا که با افزایش سطح هر یک از صمغ‌ها، رطوبت محصول افزایش می‌یابد و حفرات مغز کیک ریزتر و یکنواخت‌تر می‌شود، افزایش امتیاز بافت نمونه‌ها با افزایش سطح صمغ دور از انتظار نمی‌باشد. نتایج تحقیقات آرمرو و همکاران (۳) و همچنین ایدم و همکاران (۱۰) نیز نشان داد که هیدروکلوئیدها با تاثیر بر روی ساختار نشاسته سبب بهبود توزیع آب و نگهداری آب و در نتیجه باعث بهبود بافت فرآورده‌های پخت می‌شوند. میلر و هاسنی نیز دریافته‌اند که افزودن صمغ زانتان به کیک لایه‌ای زرد سبب افزایش قدرت نگهداری رطوبت و پایدار

را ایجاد می کنند. اثر سطوح صمغ های گوار و زانتان بر امتیاز طعم نمونه ها معنی دار نشد.

جدول ۷- 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 می باشند)

درصد جایگزینی	امتیاز رنگ	امتیاز بافت	امتیاز طعم	امتیاز پذیرش کلی
۰	۳/۴ ^{bc}	۳/۳ ^a	۴/۳ ^a	۳/۹ ^a
۲۵	۴ ^a	۳/۱ ^{ab}	۴ ^a	۳/۹ ^a
۵۰	۳/۹ ^{ab}	۲/۹ ^{ab}	۳/۹ ^a	۳/۹ ^a
۷۵	۳ ^c	۲/۶ ^b	۲/۷ ^b	۳ ^b

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 سطح ۷۵ درصد نسبت به شاهد معنی دار بود (جدول ۷). امتیاز پذیرش کلی با افزایش سطوح صمغ های گوار و زانتان به طور معنی داری افزایش پیدا کرد (جدول ۸)

اختلاف امتیاز پذیرش کلی نمونه ها در اولین سطح هر دو صمغ با شاهد معنی دار نشد، این در حالی است که در سطح ۰/۳ درصد گوار، امتیاز پذیرش کلی ۷/۹ درصد و در سطح ۰/۱۵ درصد زانتان، ۵/۹ درصد نسبت به شاهد افزایش پیدا کرد.

جدول ۸- اثر سطوح صمغ های گوار و زانتان بر امتیاز پذیرش کلی (حروف مشترک نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح یک درصد می باشند)

نوع صمغ	درصد صمغ	امتیاز پذیرش کلی
گوار	۰	۳/۴ ^b
	۰/۱	۳/۳ ^b
	۰/۳	۳/۷ ^a
زانتان	۰	۳/۵ ^b
	۰/۱	۰۳/۴ ^b
	۰/۱۵	۳/۷ ^{ab}

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که WPC مورد استفاده در نسبت های ۲۵ و ۵۰ درصد همراه با هر یک از صمغ های مورد استفاده در این بررسی ضمن حفظ خصوصیات حسی کیک روغنی و بهبود اغلب خواص فیزیکی شیمیایی آن، جایگزین مناسبی برای سفیده تخم مرغ می باشند.

تشکر و قدردانی

در پایان لازم است از زحمات مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان که در مراحل انجام این پژوهش ما را یاری نمودند تشکر شود.

منابع :

- ۱) موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. روش اندازه‌گیری رطوبت خشکبار. شماره استاندارد ۶۷۲.
- 2) Abellana, M., Sanchis, V., and Ramos, A. J. 2001. Effect of water activity and temperature on growth of three penicillium species and aspergillus flavus on a sponge cake analogue. *International Journal of Food Microbiology*. 71: 151-157
- 3) Zrmero, E., and Collar, C. 1996. Antistaling additive effects on fresh wheat bread quality. *Food Science and Technology International*. 2: 323-333
- 4) Arozarena, I., Bertholo, M., Empise, J., Bungler, 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
- 5) Arunepanlop, B., Morr, C.V., 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
- 6) 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 - 652
- 7) Ash, D. J., and Colmey, J. C. 1976. Replacement of nonfat dry milk. *United State Patent*. 3: 895 –941
- 8) Boye, J. I., Alli, I., Smail, A. A., Gibbs, B. F., and Konishi, Y. 1995. Factors affecting molecular characteristics of whey protein gelation. *International Dairy J*.5(4): 337-353
- 9) Davidou, S., Le Meste, M., Debever, E., and Bakaert, D. 1996. A contribution to the study of staling of white bread: effect of water and hydrocolloid. *Food Hydrocolloids*. 10: 375-383
- 10) Eidam, D., Kulicke, W. M., Kuhn, K., and Stute, R. 1995. Formation of maize starch gels selectively regulated by the addition of hydrocolloids. *Starch/Staerke*. 47(10): 378-384
- 11) Glicman, M. 1969. *Gum technology in the food industry*. Academic Press Newyork and London
- 12) Guarda, A., Rossel, C. M., Benedito, C., and Galotto, M. J. 2003. Different Hydrocolloids as bread improvers and antistaling agents. *Food Hydrocolloids*
- 13) 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
- 14) 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
- 15) Kowalczyk, M. 1975. Experimental application of dried protein semiconcentrate in wheat flour bakery products. *Zagadnienia Piekarnictwa ZBPP*. 20(3): 8–20 (Cited in Dairy Science Abstract . Vol. 39 (1977) No. 5)
- 16) Kumet, K., and Bleeley, R. 1954. Egg substitute from milk proteins. *Diary Industries International*.19: 730
- 17) Larmond, E. 1970. Method for sensory evaluation of food. *Food Research Institute*. Central Experimental Farm. Ottawa, Canada. Department of Agriculture Publication 1284: 27-30
- 18) Lawson, M. A. 1994. Milk proteins as food ingredients. *Food Technology*. 48: 101
- 19) Lee, C. C., and Hosney, R. C. 1982. Optimization of fat – emulsifier system and the gum – egg white – water system for a laboratory – scale single – stage cake mix. *Cereal Chem*. 59(5): 392-395
- 20) Mangio, M. E. 1992. Properties of whey protein concentrates In: *Whey and lactose processing*. Elsevier publisher LTD, London pp: 232-265
- 21) Mettler, E., and Seibel, W. 1993. Effects of emulsifiers and hydrocolloids on whole wheat bread quality: a response surface methodology study. *Cereal Chemistry*. 70: 373-377
- 22) Miller, R. A., and Hosney, R. C. 1993. The role of xanthan gum in white layer cakes. *Cereal Chem*. 70(5): 585-588
- 23) Miller, R. Z., and Setser, C. 1982. Xanthan gum in a reduced-egg-white angel food cake. *Cereal Chem*. 60(1): 62-64
- 24) Morr, C.V. 1992. Improving the texture and functionality of whey protein concentrate. *Food Technol*.49(1): 110-113
- 25) Morr, C. V and Ha, E.Y.W. 1993. Whey protein concentrates and isolates: processing and functional

- properties. *CRC Crit .Rev. Food Sci. Nutr.* 33(6): 431-476
- 26) 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
- 27) Pernel, 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
- 28) 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
- 29) Rojaz, J. A., Rosell, C. M., and Benedito, C. 1999. Pasting properties of different wheat flour-hydrocolloid systems. *Food Hydrocolloid.* 13: 27-33
- 30) Romanchik, J., Tilm, N., and Balaree, K. A. 2002. Moisture retention and consumer acceptability of chocolate bar cookie prepared with okara gum as a fat ingredient substitute. *J. American Dietetic Association.* 102(9): 1301-1303
- 31) Rosell, C. M., Rogas, J. A., and Barber, C. B. 2001. Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality. *Food Hydrocolloids.* 15: 75 – 81
- 32) 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
- 33) 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

Effect of whey protein concentrate , guar and xanthan gums on the quality and physicochemical properties of muffin cake

A.Ayoubi^{1*}, M.B.Habibi Najafi², M.Karimi³

Abstract

In this study, physicochemical and organoleptical properties of muffin cake prepared by substitution of egg white with different levels of whey protein concentrate (WPC) and different levels of guar and xanthan gums in the formulation were evaluated. WPC at three levels ; 25 , 50 and 75 % , guar gum at two levels ; 0.1 and 0.3 % , and xanthan gum at two levels ; 0.1 and 0.15 % , were considered as variable treatments . Data analysis showed that addition of WPC, significantly affected the physicochemical and sensory properties of the samples. Moreover guar and xanthan gum affected all the physicochemical and sensory properties except for the a_w after one and two days of storage, crust colour and taste. The results of this research showed that although WPC alone was not an appropriate substitution for egg white, the application of WPC at levels of 25 and 50% along with guar (0.3%) or xanthan gum (0.15%) could be an appropriate substitution for egg white while maintaining sensory properties and improving almost all of the physicochemical characteristics of muffin cakes.

Key words: muffin cake; whey protein concentrate; guar gum; xanthan gum; physicochemical properties; organoleptical properties.

* - Corresponding Author: M ayoubi 80@yahoo.com

1 - Former MSc. Student of food Sic & Technology, Ferdowsi University of Mashhad

2 - Professor of Dept. of Food Sic & Technology, Ferdowsi Univrsity of Mashhad

3 - Assistant Professor of Research Center of Agricultural Ministry, Mashhad