مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

بررسی امکان تولیدکیک مافین باپوشش شکلاتی پروبیوتیک برپایه نشاسته گندم-نشاسته اصلاح شده سیب زمینی

سیما آتشین بار[۱]، فرزانه عبدالملکی[۲،*]، بابک غیاثی طرزی[۳]

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

۲- استادیار گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی، دانشکده مهندسی صنایع و مکانیک، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران.

۳- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت:۱۴۰۱/۳/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۶/۱۳

کلمات کلیدی:

پروبیوتیک،

پوشش شکلاتی،

کیک مافین،

نشاسته اصلاح شده سیب زمینی.

DOI: 10.22034/FSCT.20.136.150

DOR:20.1001.1.20088787.1402.20.136.12.0

* مسئول مکاتبات:

fa.abdolmaleki@gmail.com

چکیده

تحقیق حاضر با هدف استفاده از نشاسته گندم و نشاسته اصلاح شده سیب زمینی به جای آرد کامل برای تهیه مافین با روکش شکلاتی انجام گرفت. به این منظور، نشاسته گندم ونشاسته اصلاح شده سیب زمینی به ترتیب در سطوح ۱۰۰-۰، ۹۰-۱۰، ۸۰-۲۰، ۷۵-۲۵ و ۳۰-۷۰ به جای آرد در تهیه مافین مورد استفاده قرار گرفتو نمونه شاهد نیز با استفاده از ۱۰۰ درصد آرد کامل گندم تهیه گردید.. بعد از تهیه نمونه ها بهترین نمونه که شباهت بالائی به کیک تهیه شده از آرد کامل داشت به عنوان نمونه مطلوب انتخاب و توسط لایه شکلاتی حاوی باکتری پروبیوتیک *لاکتوباسیلوس کازئی* روکش داده شد. نتایج حاکی از آن بود که با حذف آرد کامل خواص رئولوژیکی، فارینوگراف و اکستنسوگراف دچار تغییرات معنی داری ($p<0.05$) شدند. همچنین کاهشpH، رطوبت، پروتئین، میزان فنیل آلانین، خاکستر، تخلخل و حجم مخصوص مافین های تولید شده با جایگزین کردن آرد کامل توسط نشاسته گندم و نشاسته سیب زمینی مشاهده گردید در حالیکه چربی و سفتی افزایش نشان داد. برای مغز کیک ها با جایگزین کردن آرد کامل شاخص روشنائی، a*،b* و شاخص قهوه ای شدن کاهش و تغییرات رنگ کلی دچار تغییر گردید. نتایج پذیرش کلی حاکی از آن بود که بین نمونه های شاهد و مافین های حاوی ۲۰ و ۲۵ درصد نشاسته سیب زمینی اختلاف معنی داری مشاهده نگردید. با در نظر گرفتن ویژگی های مختلف، کیک مافین تهیه شده از نشاسته حاوی ۲۵ درصد نشاسته اصلاح شده سیب زمینی و ۷۵ درصد نشاسته گندم به عنوان نمونه بهینه انتخاب گردید و از شکلات پروبیوتیکی به عنوان روکش استفاده گردید که بعد از یک هفته شمارش پروبیوتیک ها افت معنی داری نشان نداد..

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-30]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.136.12.0]

[DOI: 10.22034/FSCT.20.136.150]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-30]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.136.12.0]

[DOI: 10.22034/FSCT.20.136.150]

۱- مقدمه

یکی از مسئولیت‌های مهم محققین صنایع غذایی توسعه فرمولاسیون‌های غذایی برای افرادی است که به سبب برخی ناهنجاری‌های ژنتیکی، قادر به مصرف غذاهایی که عموم افراد جامعه استفاده می‌کنند نیستند. بیماران مبتلا به فنیل-کتونوری از شاخص‌ترین این افراد می‌باشند. بیمارانی که از این عارضه مادرزادی رنج می‌برند، به دلیل عدم تولید آنزیم هیدروکسیلاز فنیل‌آلانین، قادر به تبدیل اسیدآمینه فنیل‌آلانین به تیروزین نیستند [۱] . از آنجائی که فنیل‌آلانین یکی از اسیدآمینه‌های اصلی زنجیره پروتئینی بسیاری از مواد غذایی از جملات غلات می‌باشد، بیماران فنیل‌کتونوری قادر به مصرف طیف وسیعی از مواد غذایی نخواهد بود. در ارتباط با نان و سایر فرآورده‌های خمیری بدست‌آمده از آرد گندم، به دلیل نقش پر اهمیت پروتئین‌ها در شکل‌دهی ماهیت ویسکوالاستیک خمیر که به نوبه خود عامل اصلی شکل-گیری بافت منحصر به فرد فرآورده‌های خمیری طی فرآیند پخت می‌باشد [۲] و همچنین تسریع فرآیند بیاتی (به عنوان اصلی‌ترین عامل کاهش پذیرش فرآورده‌های نانی طی دوره انبارمانی) در غیبت یا حضور کمرنگ پروتئین‌های آرد [۳]، دشواری‌های مسیر تولید فرآورده‌های با پروتئین کم، دوچندان خواهد بود. نشاسته بدست‌آمده از منابعی همچون ذرت، تاپیوکا و سیب‌زمینی به دلیل ویژگی‌های امولسیون-کنندگی، تغلیظ‌کنندگی، ژل‌دهندگی، بافت‌دهندگی و حفظ رطوبت، از جذابیت بالایی برای استفاده به عنوان جایگزین پروتئین آرد گندم برخوردار می‌باشند [۴]. با توجه به جایگاه غیرقابل انکار فرآورده‌های بدست‌آمده از آرد گندم در سبد غذایی انجام چنین پژوهش‌هایی برای بیماران مبتلا به فنیل‌کتونوری ضرورتی جدی به شمار می‌آید. یکی دیگر از مواردی که در ارتباط با تولید محصولات نانوایی ضروری به نظر می‌رسد، توسعه فرمولاسیون‌های پروبیوتیک این فرآورده‌ها می‌باشد. با این حال، حرارت بالای پخت حیت فرآوری حیات میکروارگانیسم‌های پروبیوتیک را به خطر انداخته [۵] و ویژگی‌های سلامت‌بخش محصول غذایی پروبیوتیک را به گونه‌ای منفی تحت تاثیر قرار خواهد داد. در راستای تهیه و تولید محصولات نانوایی مخصوص افراد مبتلا به فنیل کتونوری محسن و همکاران توسعه نان تست حاوی هیدروکلوئیدهای مختلف (۲۰۱۰)، یاسین و شوک توسعه پاستای مخصوص با استفاده از نشاسته ذرت و هیدروکلوئیدهای مختلف (۲۰۱۱)، یاسین و همکاران تولید نان مصری با استفاده از نشاسته ذرت و هیدروکلوئیدهای مختلف (۲۰۱۱) تحقیقات ارزشمندی را در زمینه تهیه محصولات مخصوص بیماران فنیل کتونوری انجام داده اند [۶-۸].

بنابراین هدف تحقیق حاضر، استفاده از نشاسته اصلاح شده سیب زمینی به ترتیب در سطوح ۰، ۱۰، ۲۰، ۲۵ و ۳۰ درصد در تهیه کیک مافین بود و بعد از تهیه نمونه ها بهترین نمونه که شباهت بالائی به کیک تهیه شده از آرد کامل داشت به عنوان نمونه مطلوب انتخاب و توسط لایه شکلاتی حاوی باکتری پروبیوتیک *لاکتوباسیلوس کازئی* روکش داده شد.

۲- مواد و روش ها

۱-۱- مواد مورد استفاده

آردکامل گندم و نشاسته گندم ازکارخانه آردزر(کرج،ایران)و نشاسته اصلاح شده سیب زمینی (اصلاح شده توسط آنزیم گلوکوآمیلاز) از شرکت Stag تهران خریداری گردید. آردهای مورد نیازبرای انجام آزمایشات به صورت یکجا تهیه و در سردخانه با دمای ۴ درجه سلسیوس نگهداری شد. سایرمواد مورد نیاز در آزمایش شامل شکر،روغن نباتی مایع لادن و بیکینگ پودر، وانیل با نام تجاری گلها از یک فروشگاه عرضه کننده مواد اولیه قنادی روز قبل از تولید نمونه مورد نظر تهیه ودر یخچال(دمای ۴ درجه سلسیوس)

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-30]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.136.12.0]

[DOI: 10.22034/FSCT.20.136.150]

نگهداری شد. امولسیفایر هم از شرکت خورشید زرین ایرانیان تهیه گردید.

۱–۲– آماده سازی باکتری پروبیوتیک

باکتری پروبیوتیک *لاکتوباسیلوس کازئی* (PTCC 1608) به صورت خالص و لیوفیلیزه از کلکسیون سازمان پژوهش های علمی صنعتی ایران خریداری گردید. باکتری خریده شده در ۲۰ میلی لیتر محیط کشت MRS مایع در دمای ۳۷ درجه سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت فعال شد. سپس نمونه-ی حاصل در ۹۵ میلی لیتر محیط کشت MRS مایع تلقیح شده و تحت شرایط فوق تکثیر گردید. بیومس حاصل به وسیله سانتریفیوژ ۱۵۰۰ g به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۲۵ درجه سلسیوس جداسازی شده و در دو مرحله با محلول استریل ۰/۱ درصد آب پپتونه شسته شد[۹].

۱–۳– تولید کیک مافین رژیمی با پوشش شکلاتی پروبیوتیک

مواد اولیه مورد استفاده برای تولید کیک مافین شامل آرد کامل گندم یا نشاسته گندم، روغن مایع، شکر، بهبوددهنده، بیکینگ پودر، وانیل، امولسیفایر و آب می‌باشند. به منظور تولید کیک، ابتدا شکر و روغن به مدت ده دقیقه به وسیله همزن برقی مخلوط شدند تا به صورت مایع کرم رنگی درآیند. سپس بهبوددهنده به مخلوط شکر و روغن اضافه و ۵ دقیقه تا مخلوط شدن کامل همزده شد. سپس همه مواد پودری الک شده افزوده شده و در مرحله آخر آب اضافه گردید. بعد از آماده سازی، خمیر در قالب کیک توزین شد و درون فر پخت با دمای ۱۸۰ درجهسلسیوس به مدت ۲۰ دقیقه قرار گرفت. بعد از اتمام زمان پخت، قالب کیک به مدت یک ساعت در دمای محیط قرار گرفته تا خنک شود و از تعریق نمونه در بسته جلوگیری به عمل آید. پس از خنک‌شدن کیک‌ها، نمونه‌ها با شکلات سفید آماده ائی که آب‌شده پوشش داده شدند. نمونه‌های کیک تا انجام مراحل آزمایش داخل کیسه‌های پلی اتیلنی و در دمای محیط نگهداری شدند[۱۰]. تولید سایر تیمارها نیز با روش یکسانی صورت گرفت با این تفاوت که بر حسب طرح آزمایش (جدول ۱)، نشاسته گندمبا مقادیر مختلفی از نشاستهسیب‌زمینی اصلاح‌شده (۱۰، ۲۰، ۲۵ و ۳۰ ٪) جایگزینشد. در ارتباط با تولید نمونه پروبیوتیک، نمونه کیک رژیمی که ویژگی‌های آن بیشترین شباهت به نمونه کیک تولیدی از آرد کامل گندم را دارد (نمونه بهینه)، با لایه‌ای از شکلاتی که پس از آب‌شدن و خنک‌شدن، میزان 10^8 cfu/g میکروارگانیسم *لاکتوباسیلوس کازئی* به آن تلقیح شده است، پوشش داده شد. برای تهیه پوشش شکلاتی، از شکلات آماده استفاده گردید.

Table 1: Treatments used in study

Treatment	Used flour			
	Whole wheat flour	Wheat starch	Potato modified starch	*Lactobacillus Casei* (cfu/g)
C1 (Control1)	100%	-	-	-
C2 (Control2)	-	100%	-	-
CP10	-	90%	10%	-
CP20	-	80%	20%	-
CP25	-	75%	25%	-
CP30	-	70%	30%	-
CPO (Probiotic sample)	-	optimum	optimum	10^8

۱–۴– اندازه گیری خواص رئولوژیکی و ویسکوزیته خمیر

ویژگی های رئولوژیکی خمیر با استفاده از دستگاه های فارینوگراف و اکستنسوگراف به ترتیب بر اساس استانداردهای ملی به شماره ۳۲۴۸ و شماره ۲–۳۲۴۶ اندازه

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-30]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.136.12.0]

[DOI: 10.22034/FSCT.20.136.150]

گیری شدند[۱۱]. ویسکوزیته خمیر کیک‌های مافین با استفاده از یک دستگاه ویسکومتر چرخشی بروکفیلد مجهز به اسپیندال S07 در سرعت برشی ۱ تا ۱۰۰ بر ثانیه در دمای ۲۵ درجه سلسیوس اندازه‌گیری شد[۱۲].

۱–۵– ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی کیک های مافین

میزان رطوبت، پروتئین، چربی، pH، خاکستر و حجم مخصوص کیک های مافین با استفاده از روش AACCاندازه گیری شد[۱۳]. برای اندازه گیری تخلخل نیز ابتدا دانسیته ذره ای و دانسیته توده ای مافین ها محاسبه گردید. دانسیته توده ای از طریق محاسبه نسبت جرم به حجم مافین حساب شد و دانسیته ذره ای با استفاده از روش پیکنومتری محاسبه گردید. برای اندازه گیری تخلخل نمونه ها نیز از رابطه زیر بهره گرفته شد[۱۴]:

(دانسیته ذره ای/دانسیته توده ای)–۱= تخلخل

۱–۶– تعیین میزان اسیدآمینه فنیل‌آلانین

برای اندازه‌گیری میزان فنیل‌آلانین نمونه‌های مختلف کیک مافین، از یک دستگاه کروماتوگرافی با کارایی بالا (HPLC) مجهز به ستون C18 به طول ۲۵۰ × ۴/۶ میلی‌متر از جنس فولاد ضدزنگ استفاده شد. برای این منظور، ۲ گرم از هر نمونه به درون لوله‌های آزمایش منتقل شده و پس از افزودن ۱۰ میلی‌لیتر اسیدکلریدریک، به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس درون آون قرار داده شدند تا کاملا هضم شوند. پس از مرحله خنثی‌سازی، نمونه‌ها در بالن ۱۰۰ میلی‌لیتری به حجم رسانیده شده و پس از صاف‌نمودن و مشتق‌سازی با عامل فلورآلدئید اُ–فتال‌دی‌آلدئید (OPA)، به دستگاه HPLC (EM: 444nm ،EX: 350nm) تزریق شد و میزان اسیدآمینه فنیل‌آلانین آنها تعیین گردید [۷].

۱–۷– آزمون بافت

آزمون پروفایل بافتبا استفاده از یک دستگاه بافت-سنج(Hounsfield مدل H5KS ساخت انگلستان، مجهز به یک پلیت آلومینیومی با قطر ۵۰ میلی‌متر) اندازه‌گیری شد. برای این منظور، نمونه‌های ۴ × ۴ × ۴ سانتی‌متری از مغز کیک‌های مافین برش زده شده و بوسیله پروب دستگاه با سرعت ۱ میلی‌متر بر ثانیه تا ۴۰ درصد ارتفاع اولیه فشرده شدند و حداکثر نیروی ثبت‌شده به عنوان سفتی نمونه‌ها ثبت شد[۱۵].

۱–۸– آزمون رنگ‌سنجی

ارزیابی رنگ پوسته و مغز کیک مافین با استفاده ازاستفاده از دستگاه هانترلب (Hunter lab Colorflex, Reston, VA, USA) و در قالب پارامترهای L^* (شاخص روشنایی–تاریکی)، a^* (شاخص سبزی–قرمزی)، b^* (شاخص آبی–زردی)، ΔE(تغییر رنگ کلی)و BI (اندیس قهوه ائی شدن) مورد سنجش قرار گرفت. پارامتر ΔE با استفاده از معادله زیر محاسبه گردید که در فرمول اندیس صفر به رنگ کاشی سفید بر می‌گردد.

$$\Delta E=\sqrt{(L_0 - L)]^2 + (a_0 - a)^2 + (b_0 - b)^2}$$

اندیس قهوه ائی شدن نیز با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید:

$BI= [100(x-0.31)]/0.172$ که در معادله $x= (a^*+1.75L^*)/(5.645L^* + a^* – 3.012b^*)$ می‌باشد [۱۰].

۲–۹–اندازه‌گیری قابلیت زیستی پروبیوتیک‌ها

شمارش سلول‌های زنده با روش پلیت استاندارد بر روی محیط کشت MRS تعیین شد. نمونه‌ها بامحلول سرم استریل،رقیق شده (10^{-1}–10^{-6}) و در محیط کشت MRS Agarکشت داده شدند. برای این کار ۱۰۰ میکرولیتر از هر رقت برداشته شد و با پیپت پاستور بر روی محیط کشت پخش شده و به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۳۵

درجه سلسیوس انکوبه شد. سپس کلنی‌های مشخص شده توسط کلنی کانتر شمارش شدند [۹].

۲-۱۰- ارزیابی حسی

آزمون ارزیابی حسی به‌وسیله یک گروه ارزیاب آموزش دیده ۱۰ نفره بر اساس یک طرح هدونیک ۹ امتیازی با تکمیل پرسشنامه انجام گرفت. به این منظور نمره ۱ نشان دهنده کم ترین امتیاز و نمره ۹ نمایان گر بالاترین امتیاز برای بررسی ویژگی های طعم و مزه، بو، رنگ و ظاهر، بافت و پذیرش کلی کیک های مافین صورت گرفت. به منظورافزایش دقت چشایی بین نمونه های موردآزمون از آب استفاده گردید [۱۵].

۲-۱۱- آنالیز آماری

برای تجزیه و تحلیل داده ها، از نرم افزار SPSS (ورژن ۲۵) استفاده شد. پس از بررسی نرمال بودن داده ها، از مدل آماری طرح کاملا تصادفی و از روش آنالیز واریانس یک طرفه استفاده شد و برای مقایسه میانگین داده ها از آزمون دانکن در سطح احتمال ۹۵٪ استفاده گردید.

۳- نتایج و بحث

a. رئولوژی خمیر

نتایج ویسکوزیته خمیرهای تهیه شده که درشکل ۱ نشان داده شده است حاکی از آن بود که خمیرهای تهیه شده از آرد کامل گندم در همه سرعت های مورد بررسی از ویسکوزیته بالاتری برخوردار بودند و همانطوریکه مشخص است با جایگزین کردن آرد کامل توسط نشاسته گندم ویسکوزیته افت شدیدی نشان داد.

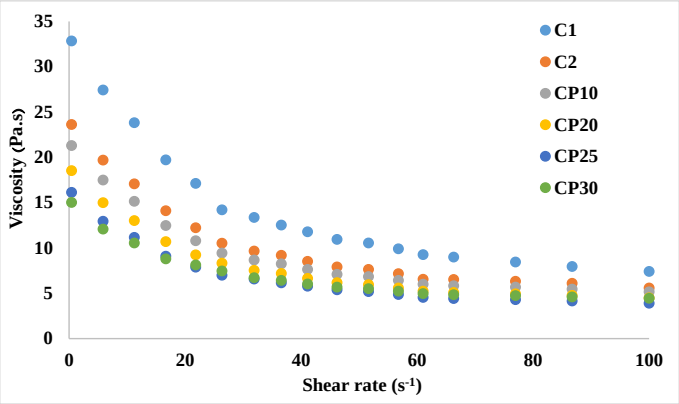

Figure 1: Viscosity of different doughs at shear rate of 0-100 (s^{-1})

C1: 100% whole wheat flour, **C2:** 100% wheat starch, **CP10:** 90% wheat starch-10% potato modified starch, **CP20:** 80% wheat starch-20% potato modified starch, **CP25:** 75% wheat starch-25% potato modified starch, **CP30:** 70% wheat starch-30% potato modified starch.

همچنین با افزایش جایگزینی نشاسته سیب زمینی به جای نشاسته گندم ویسکوزیته دچار افت گردید اگرچه این افت برای درصدهای مختلف نشاسته گندم و سیب زمینی قابل ملاحظه نبود. با توجه به ساختار مشاهده شده و کاهش ویسکوزیته با افزایش سرعت برشی می توان گفت همه خمیرهای تهیه شده دارای رفتار شل شونده با برش نشان دادند به طوریکه برای مثال برای خمیر تهیه شده از گندم کامل ویسکوزیته از ۳۲Pa.s در سرعت برشی ۱ به ۷Pa.s در سرعت برشی ۱۰۰ متر بر ثانیه رسید. نشان دادن رفتار رئولوژیک شل شونده با برش می تواند ناشی از همسو شدن اجزا موجود در ریز ساختار کیک با جهت اعمال نیروی برشی در نرخ های برشی بالا باشد. ویسکوزیته خمیر ویژگی فیزیکی بسیار مهمی در کیفیت محصول نهایی می-باشد. اگر ویسکوزیته بسیار پایین باشد،حبابهای هوا موجود درخمیر به راحتی به سطح آمده و در اثر حرارت پخت از دست می‌روند. بنابراین به دلیل ویسکوزیته پایین، خمیر

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-30]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.136.12.0]
[DOI: 10.22034/FSCT.20.136.150]

قادر به نگهداری حبابهای به دام انداخته شده در خمیرنبوده ولذا حجم کیک کاهش پیدا میکند[۱۶]. گومز و همکاران (۲۰۱۰) بیان کردند که خمیر کیک در اثر برش رفتار شل شونده دارد و بنابراین با افزایش سرعت برشی ویسکوزیته کاهش نشان می دهد [۱۷]. صالحی و همکاران (۲۰۱۷) نیز بیان کردند که ویسکوزیته خمیر کیک غنی شده با پودر سیب رفتار شل شونده با برش نشان داد و همچنین افزودن پودر سیب اثر معنی داری روی ویسکوزیته خمیر نشان داد. نجفی و همکاران (۲۰۱۷) نیز بیان کردند که با افزایش فیبر پرتقال در مافین ویسکوزیته افزایش نشان داد که به دلیل خاصیت جذب فیبر پرتقال و کاهش میزان آب آزاد بود [۱۸]. در تحقیق حاضر آرد کامل به دلیل جذب آب توسط فیبر و سایر ترکیبات آب دوست ویسکوزیته بالاتری نسبت به نشاسته گندم و سیب زمینی نشان داد. دلیل ویسکوزیته نسبتا بالاتر نشاسته گندم نسبت به سیب زمینی می تواند وجود پروتئین نسبتا بالاتر در نشاسته گندم نسبت به سیب زمینی و همچنین اختلاف در ساختار این دو نشاسته باشد که روی ویسکوزیته تاثیر گذاشته است[۱۹-۲۱].

داده های فارینوگراف که در جدول ۲ نشان داده شده است حاکی از آن بود که میزان جذب آب توسط خمیر در خمیر تهیه شده از آرد کامل بالاترین میزان و خمیر تهیه شده از نشاسته گندم کمترین میزان جذب آب را نشان داد. همانطوریکه از روی جدول مشخص است بین جذب آب در همه خمیرهای تهیه شده از لحاظ آماری اختلاف معنی دار مشاهده گردید. با توجه به نتایج به دست آمده با افزایش درصد نشاسته سیب زمینی قدرت جذب آب خمیر افزایش نشان داد که به دلیل ساختار ویژه نشاسته اصلاح شده سیب زمینی در مقایسه با نشاسته گندم بوده است که توانسته است آب بیشتری را جذب نماید. به عبارتی دیگر، اصلاح کردن نشاسته سیب زمینی باعث تغییر در ساختار و قرار گرفتن نقاط فعال (گروههای هیدروکسیلی) در معرض آب خواهد شد که پیوندهای هیدروژنی بیشتری بین آب و نشاسته اتفاق خواهد افتاد.

نمونه تهیه شده از آرد کامل نیز به دلیل وجود فیبرو پروتئین بالاتر توانسته است میزان آب بیشتری جذب نماید چون پروتئین و فیبر از توانائی بالائی در جذب آب برخوردار هستند.

Table 2: Farinographic characteristics at different levels of wheat starch and modified potato starch

Treatment	Water absorption (%)	Development time (min)	Stability (min)	Degree of softening after 10 min (FU)	Degree of softening after 20 min (FU)	Quality number (mm)
C1	64.33±0.06[a]	5.11±0.05[a]	5.41±0.05[a]	51±0.16[f]	91.45±0.25[e]	108±0.16[a]
C2	59.03±0.12[f]	4.10±0.03[c]	4.16±0.02[f]	62.17±0.25[a]	105.17±0.24[a]	92.17±0.25[f]
CP10	60.27±0.06[e]	3.83±0.03[d]	4.25±0.01[e]	60.20±0.21[b]	105.22±0.94[a]	96.73±0.22[e]
CP20	60.64±0.08[d]	3.92±0.01[d]	4.54±0.03[d]	57.39±0.23[c]	102.42±0.1[b]	98.82±0.25[d]
CP25	60.91±0.03[c]	4.08±0.1[c]	4.66±0.01[c]	55.43±0.07[d]	98.84±0.22[c]	101.81±0.19[c]
CP30	62.27±0.04[b]	4.25±0.03[b]	5.11±0.01[b]	52.29±0.06[e]	94.43±0.11[d]	105.82±0.2[b]

Means with the same letter in a same column are not significantly different (p>0.05)

C1: 100% whole wheat flour, **C2:** 100% wheat starch, **CP10:** 90% wheat starch-10% potato modified starch, **CP20:** 80% wheat starch-20% potato modified starch, **CP25:** 75% wheat starch-25% potato modified starch, **CP30:** 70% wheat starch-30% potato modified starch.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-30]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.136.12.0]
[DOI: 10.22034/FSCT.20.136.150]

زمان گسترش خمیر عبارت است از زمان لازم برای عمل-آوری خمیر که از لحظه ورود منحنی به خط ۵۰۰ واحد برابندر تارسیدن به بالاترین مقاومت خمیر را شامل می شود. زمان گسترش خمیر نیز برای نمونه تهیه شده از آرد کامل حدود ۵/۱۱ دقیقه بود در حالیکه برای خمیرهای دیگر حاوی نشاسته سیب زمینی و نشاسته گندم این زمان کمتر ارزیابی شد. همانطوریکه در بالا عنوان گردید آرد کامل محتوی پروتئین و فیبر بیشتری نسبت به بقیه تیمارها می باشد که به دلیل آب دوست بودن این ترکیبات و امکان تشکیل پیوندهای هیدروژنی بیشتر زمان گسترش خمیر می تواند افزایش یابد [۲۲]. همچنین کارولینی و همکاران (۲۰۰۷) بیان کردند که افزودن اینولین به خمیر نان منجر به افزایش زمان گسترش خمیر و تقویت خمیر حاصل گردید [۲۳]. هر اندازه میزان خاکستر بالاتر باشد می توان انتظار جذب آب بالاتری داشت که در تحقیقات مشابه به افزایش جذب آب با افزایش میزان خاکستر آرد اشاره شده است[۲۴].

با جایگزین کردن آرد کامل توسط نشاسته گندم و سیب زمینی اصلاح شده زمان پایداری کاهش نشان داد که دلیل این پدیده همان کاهش پیوندهای هیدروژنی و اتصالات تشکیل یافته به دلیل کاهش فیبر و سایر ترکیبات مشابه می باشد. به عبارتی دیگر در آرد کامل وجود اتصالات هیدروژنی وپیوندهای هیدروکسیل بین پروتئین گلوتن که اجزای آن گلوتنین وگلیادین میباشد، با نشاسته سبب افزایش پایداری واستحکام خمیرهای تولیدی خواهد شد که با حذف آرد کامل این پیوندها خیلی کمرنگ خواهند شد[۲۵]. لازم به ذکراست که در ارزیابی خمیر براساس ویژگی‌های فارینوگراف،زمان پایداری خمیر بین ۰-۲ دقیقه کیفیت خیلی ضعیف، ۲-۴ دقیقه کیفیت متوسط، ۴-۷ دقیقه کیفیت متوسط، ۷-۱۰ دقیقه کیفیت قوی، ۱۰-۱۵ دقیقه کیفیت خیلی قوی خمیر را نشان می دهد[۲۶]. با این توضیحات خمیرهای تهیه شده در پژوهش حاضر همگی در محدوده کیفیت متوسط طبقه بندی می شوند.

درجه سست شدن بعد از ۱۰ و ۲۰ دقیقه برای خمیرهای گوناگون حاکی از آن بود که با جایگزین کردن آرد کامل توسط نشاسته سیب زمینی و آرد این فاکتور سست شدن افزایش نشان داد و اختلاف معنی داری مشاهده گردید. با این حال، با افزایش درصد نشاسته اصلاح شده در فرمولاسیون درجه سست شدن کمتر گردید که نشان دهنده قوی تر شدن خمیر نسبت به نمونه های تهیه شده از نشاسته گندم بود.درجه سست شدن بعد از ۱۰ و ۲۰ دقیقه برای خمیرهای گوناگون حاکی از آن بود که با جایگزین کردن آرد کامل توسط نشاسته سیب زمینی و آرد این فاکتور سست شدن افزایش نشان داد و اختلاف معنی داری مشاهده گردید. با این حال، با افزایش درصد نشاسته اصلاح شده در فرمولاسیون درجه سست شدن کمتر گردید که نشان دهنده قوی تر شدن خمیر نسبت به نمونه های تهیه شده از نشاسته گندم بود.

عدد کیفیت خمیر تهیه شده از آرد کامل بالاترین و خمیر تهیه شده از نشاسته گندم کمترین عدد کیفیت را نشان داد که حاکی از تاثیر منفی جایگزینی آرد توسط نشاسته گندم و نشاسته سیب زمینی بود. با این حال اگرچه اختلاف معنی داری بین همه تیمارها مشاهده گردید اما تیمار حاوی ۳۰٪ نشاسته سیب زمینی عدد کیفیت بالا مشابه نمونه شاهد نشان داد (۱۰۸ در برابر ۱۰۶). با این توضیحات و از لحاظ نتایج فارینوگرافی می توان گفت که خمیر تهیه شده از ۳۰ درصد نشاسته سیب زمینی و ۷۰ درصد نشاسته گندم خواص فارینوگرافی تقریبا مشابه با نمونه شاهد نشان داد.ایران شاهی و همکاران بیان کردند که با افزودن اینولین به خمیر عدد کیفیت خمیر افزایش نشان داد که با توجه بالاتر بودن فیبر آرد کامل در تحقیق حاضر این نتایج همخوان با تحقیق حاضر بود[۲۷].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-30]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.136.12.0]
[DOI: 10.22034/FSCT.20.136.150]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-30]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.136.12.0]

[DOI: 10.22034/FSCT.20.136.150]

نتایج دستگاه اکستنسوگراف برای ۳ زمان تخمیر ۴۵، ۹۰ و ۱۳۵ دقیقه خمیرهای مختلف در جدول ۳ نشان داده شده است. با توجه به جدول در همه خمیرها با افزایش زمان تخمیر مقاومت به کشش افزایش نشان داد و همچنین در همه زمانهای تخمیر با جایگزین کردن آرد کامل توسط نشاسته گندم مقاومت به کشش افت معنی داری نشان داد که این افت توسط افزودن نشاسته اصلاح شده سیب زمینی تا حدودی جبران گردید. قابلیت کشش خمیرها نیز همانند مقاومت به کشش با افزایش زمان تخمیر افزایش نشان داد و همچنین با جایگزین کردن آرد کامل توسط نشاسته گندم افت شدیدی در این پارامتر مشاهده گردید. با این حال استفاده از نشاسته اصلاح شده سیب زمینی نسبت به نشاسته گندم منجر به بهبود این ویژگی و افزایش قابلیت کشش گردید. با توجه به نتایج با جایگزین کردن نشاسته به جای آرد کامل قابلیت کشش کاهش نشان داد که هانگ و موریتا (۲۰۰۴) نیز دربررسی تأثیر نشاستهٔذرت مومی پیوندعرضی شده برکشش خمیر نشان دادندکه قابلیت کشش خمیر همواره باافزایش مقدار جایگزینی کاهش می یابد. قابلیت کشش کمتر خمیر حاوی نشاسته ممکن است به علت مداخله نشاسته در پیوستگیهای بین مولکولی ودرنتیجه تضعیف ساختارخمیر وکاهش قابلیت کشش خمیر باشد [۲۸]. همچنین نتایج اکستنسوگراف نشان داد که انرژی خمیر شاهد نسبت به خمیرهای دیگر بالاتر بود که نشان دهنده قوی تر بودن این خمیر بود و کاهش انرژی با جایگزین کردن نشاسته سیب زمینی و گندم مشاهده گردید. با توجه به جدول میزان انرژی خمیر شاهد حدود ۲ برابر بیشتر از انرژی خمیر تهیه شده از نشاسته گندم بود و با افزایش درصد نشاسته اصلاح شده سیب زمینی انرژی افزایش نشان داد. با افزایش زمان تخمیر میزان انرژی خمیرهای تهیه شده به طور معنی داری افزایش نشان داد.

Table 3: Extensograph characteristics at different levels of wheat starch and modified potato starch

Treatment	Fermentation time (min)	Resistance to extension (BU)	Extensibility (mm)	Energy (cm^2)	Ratio number (BU/mm)
C1	45	270.93±0.13^{a}	123.31±0.06^{a}	33.30±1.69^{a}	2.20±0.01^{a}
C2	45	201.91±0.03^{f}	102.18±0.08^{f}	14.80±0.56^{d}	1.98±0^{f}
CP10	45	220.81±0.03^{e}	107.82±0.06^{d}	23.10±0.56^{c}	2.05±0.01^{e}
CP20	45	222.50±0.28^{d}	107.68±0.06^{e}	23.91±0.03^{bc}	2.07±0.02^{d}
CP25	45	227.48±0.04^{c}	106.99±0.01^{c}	25.66±0.1^{b}	2.13±0.01^{c}
CP30	45	236.20±0.04^{b}	109.52±0.06^{b}	31.20±1.27^{a}	2.16±0.02^{b}
C1	90	281.23±0.01^{a}	125.57±0.1^{a}	46.40±1.83^{a}	2.24±0^{a}
C2	90	212.05±0.35^{f}	107.60±0.05^{e}	25.20±0.56^{e}	1.97±0.02^{f}
CP10	90	232.05±0.45^{d}	113.17±0.04^{b}	32.25±0.35^{d}	2.05±0.01^{e}
CP20	90	229.90±0.42^{e}	110.07±0.1^{c}	36.60±1.41^{c}	2.09±0.001^{d}
CP25	90	235.72±0.06^{c}	109.89±0.08^{d}	37.30±1.55^{c}	2.15±0.02^{c}
CP30	90	244.38±0.07^{b}	110.32±0.06^{d}	42.90±0.85^{b}	2.22±0.01^{b}
C1	135	290.40±0.05^{a}	127.40±0.06^{a}	49.85±2.19^{a}	2.28±0.01^{b}
C2	135	214.55±1.4^{g}	106.16±0.04^{f}	28.30±0.28^{e}	2.02±0.01^{f}
CP10	135	237.30±0.1^{d}	115.01±0.03^{b}	37.65±0.21^{d}	2.06±0.0^{e}
CP20	135	235.62±0.12^{e}	111.73±0.07^{e}	35.60±0.42^{d}	2.11±0.01^{d}
CP25	135	243.40±0.05^{c}	112.90±0.05^{d}	40.80±0.28^{c}	2.16±0^{c}
CP30	135	264.69±0.08^{b}	114.49±0.06^{c}	46.35±0.21^{b}	2.31±0.01^{a}

Means with the same letter in a same column are not significantly different ($p>0.05$)

C1: 100% whole wheat flour, **C2:** 100% wheat starch, **CP10:** 90% wheat starch-10% potato modified starch, **P20:** 80% wheat starch-20% potato modified starch, **CP25:** 75% wheat starch-25% potato modified starch, **CP30:** 70% wheat starch-30% potato modified starch.

از لحاظ عدد نسبت، تیمار شاهد در زمان های تخمیر ۴۵ و ۹۰ مورد بررسی بالاترین عدد نسبت را نشان داد در حالیکه در زمان تخمیر ۱۳۵ دقیقه تیمار حاوی ۳۰ درصد نشاسته اصلاح شده سیب زمینی بالاترین میزان عدد نسبت را نشان داد که نشان دهنده کیفیت بالاتر خمیر بود. از لحاظ عدد نسبت موحد و همکاران بیان داشتند که کاربرد پودر موز در خمیر منجر به افزایش عدد نسبت و افزایش استحکام و پایداری خمیر نسبت به نمونه شاهد گردید[۲۹]. شمشیرساز و همکاران نیز بیان داشتند که جایگزین کردن آرد گندم توسط شیر خشک سویا در نسبت های ۳-۱۰ درصد در بربری موجب افزایش عدد نسبت و افزایش استحکام خمیر گردید[۱۱]. دانشگر و همکاران (۲۰۱۸) نیز بیان داشتند که با افزایش نسبت آرد سورگوم و نشاسته سیب زمینی در ساختار نان بدون گلوتن عدد نسبت افزایش نشان داد که همراستا با تحقیق حاضر بود که با افزایش نشاسته اصلاح شده سیب زمینی در آرد بدون گلوتن عدد نسبت افزایش نشان داد[۳۰].

b. خواص فیزیکوشیمیائی کیک مافین

مقایسه میانگین pH مافین های تولید شده (جدول ۴) حاکی از وجود اختلاف معنی دار بین تیمارهای مختلف و کاهش pH با جایگزین کردن آرد کامل توسط نشاسته گندم و نشاسته سیب زمینی بود. همانطوریکه از روی جدول ۴ مشخص است pH نمونه شاهد در حدود ۷/۲ بود در حالیکه برای برای نمونه حاوی ۳۰ درصد نشاسته سیب زمینی در حدود ۶/۸ ارزیابی شد. کریمی و همکاران (۱۳۹۲) نیز بیان داشتند که در اثر افزودن آرد هسته خرما بر روی نان حجیم pH کاهش نشان داد[۳۱]. همچنین پارسا و محترمی نیز بیان داشتند که در اثر جایگزینی آرد گندم با آرد بلوط pH کیک های اسفنجی دچار کاهش و با جایگزینی توسط شیره بلوط pH افزایش نشان داد[۳۲]. نجفی و همکاران (۱۳۹۶) نشان دادند که جایگزینی روغن و تخم مرغ در مافین توسط فیبر پرتقال منجر به کاهش pH مافین ها گردید که بیان کردند کاهش pH در کیک های مافین را به دلیل ماهیت تقریبا خنثی این فیبرها نمی توان نسبت داد اما استفاده از فیبر پرتقال به دلیل جذب آب بیشتر و تاثیر بر میزان تحرک یون های هیدروژن در کاهش میزان pH نمونه های کیک بسیار موثر بوده است[۱۸].

از لحاظ رطوبت، مافین تهیه شده با آرد کامل بالاترین میزان رطوبت را نشان داد و با جایگزین کردن آرد کامل توسط نشاسته سیب زمینی و گندم محتوی رطوبت کیک ها کاهش معنی داری نشان داد. شایان ذکر است که با توجه به جدول ۴ از لحاظ رطوبت بین تیمارهای حاوی نشاسته گندم به تنهائی و مخلوط نشاسته سیب زمینی و گندم اختلاف آماری مشاهده گردید. همچنین بین سه تیمار حاوی ۱۰، ۲۰ و ۲۵ درصد نشاسته سیب زمینی اختلاف آماری مشاهده نگردید.دلیل رطوبت بالاتر کیک تهیه شده از آرد کامل وجود پروتئین بالاتر، فیبر و سایر ترکیباتی می باشد که قدرت جذب آب بالائی داشته و منجر به افزایش رطوبت محصول نهائی شده اند. این ترکیبات به دلیل دارا بودن گروههای هیدروکسیل در ساختار خود و توانایی درپیوند باملکولهای آب موجود در فرمولاسیون کیک مافین قادرند میزان رطوبت محصول نهایی را افزایش دهند [۳۳, ۳۴].افزایش رطوبت افزون بر مزایای خود درمافین، معایبی نیز دارد که می توان به تخمیر و رشد میکروبی اشاره نمود[۳۵]. مجربی و میلانی (۲۰۱۸) نشان دادند که با جایگزین کردن آرد پخت توسط نشاسته و آرد سیب زمینی محتوی رطوبت کیک های اسفنجی افزایش معنی دار نشان داد که بر خلاف نتایج تحقیق حاضر بود[۳۶].

یکی از اهداف تحقیق حاضر کاهش محتوی پروتئین و بالتبع آن کاهش اسید آمینه فنیل آلانین بود که نتایج آنالیز پروتئین اختلاف بسیار معنی داری بین کیک مافین تهیه شده از آرد کامل با بقیه کیک ها را نشان داد که در جدول ۴

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-30]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.136.12.0]
[DOI: 10.22034/FSCT.20.136.150]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-30]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.136.12.0]

[DOI: 10.22034/FSCT.20.136.150]

نشان داده شده است. میزان پروتئین کیک شاهد در حدود ۵/۵ درصد بود در حالیکه برای نمونه های تهیه شده از نشاسته سیب زمینی و گندم حداکثر ۱/۵ درصد برآورد گردید. یکی از دلیل وجود پروتئین در کیک های تهیه شده از نشاسته گندم و سیب زمینی لایه شکلاتی سفید بود که در ساختار آن پروتئین وجود داشت. همچنین نشاسته گندم و سیب زمینی همیشه حاوی مقدار کمی پروتئین می باشد که حین تهیه این نشاسته ها از گندم یا سیب زمینی اولیه وارد نشاسته نهائی خواهد شد. با این حال میزان پروتئین با جایگزین کردن آرد کامل بسیار کاهش قابل ملاحظه ائی نشان داد. ایوانی و همکاران گزارش کردند که با جایگزین کردن پودر هسته انار در کیک به دلیل پروتئین بالای هسته انار میزان پروتئین کیک افزایش نشان داد[۳۷] که بر خلاف نتیجه تحقیق حاضر بود که دلیل آن کم بودن میزان پروتئین نشاسته سیب زمینی و گندم نسبت به آرد کامل بود. از طرف دیگر به خاطر وجود پروتئین کمتر در سیب زمینی نسبت به گندم می توان انتظار داشت نشاسته سیب زمینی نسبت به نشاسته گندم از پروتئین کمتری برخوردار باشد که همین پروتئین کمتر می تواند در محصول نهائی تاثیرگذار باشد[۳۰].

Table 4: Physicochemical characteristics of muffins at different levels of wheat starch and modified potato starch

Treatment	pH	Moisture (%)	Protein (%)	Phenylalanine (mg/100g)	Fat (%)	Ash (%)	Porosity (%)	Volume (g/ml)	Texture (N)
C1	7.19±0.02^{a}	17.1±0.07^{a}	5.50±0.03^{a}	641±5.65^{a}	20.26±0.08^{e}	1.09±0.02^{a}	18.12±0.17^{a}	4.67±0.07^{a}	3.28±0.05^{e}
C2	7.43±0.02^{a}	14.98±0.12^{e}	1.53±0.02^{e}	123±1.41^{b}	20.93±0.06^{d}	0.75±0.0^{b}	14.22±0.03^{d}	3.42±0.03^{c}	4.02±0.03^{b}
CP10	7.06±0.01^{b}	13.98±0.03^{f}	3.9±0.04^{c}	113.5±0.7^{c}	21.07±0.02^{c}	0.69±0.02^{c}	13.13±0.05^{f}	3.25±0.02^{d}	4.18±0.02^{a}
CP20	6.99±0.01^{c}	13.69±0.01^{g}	1.35±0.0^{d}	106±1.41^{d}	21.24±0.01^{b}	0.63±0.0^{d}	14.02±0.04^{e}	3.35±0.01^{c}	4.01±0.02^{b}
CP25	6.91±0.02^{e}	13.6±0.07^{cd}	1.22±0.02^{e}	98±1.42^{e}	21.39±0.02^{a}	0.60±0.01^{d}	14.58±0.05^{c}	3.40±0.0^{c}	3.83±0.03^{c}
CP30	6.80±0.0^{f}	13.48±0.03^{d}	1.18±0.0^{e}	93.5±0.71^{e}	21.47±0.02^{a}	0.54±0.02^{e}	15.11±0.02^{b}	3.63±0.02^{b}	3.57±0.03^{d}

Means with the same letter in a same column are not significantly different (p>0.05)

C1: 100% whole wheat flour, **C2:** 100% wheat starch, **CP10:** 90% wheat starch-10% potato modified starch, **CP20:** 80% wheat starch-20% potato modified starch, **CP25:** 75% wheat starch-25% potato modified starch, **CP30:** 70% wheat starch-30% potato modified starch.

نتایج آنالیز محتوی فنیل آلانین که در جدول ۴ نشان داده شده است حاکی از وجود مقدار بسیار بالائی اسید آمینه فنیل آلانین در کیک های تهیه شده از آرد کامل بود در حالیکه برای کیک های تهیه شده از نشاسته گندم و سیب زمینی این میزان در حدود ۸۰ الی ۸۵ درصد کاهش نشان داد که کاهش بسیار معنی دار و ارزشمندی می باشد. همانطوریکه مشاهده می شود مقدار فنیل آلانین در مافین های تولیدی توسط نشاسته سیب زمینی و گندم به زیر ۱۲۳ میلی گرم در ۱۰۰ گرم رسیده است و همچنین با افزایش درصد نشاسته سیب زمینی میزان فنیل آلانین کاهش بیشتری نشان داده است به طوریکه در مافین تهیه شده با ۳۰ درصد نشاسته سیب زمینی میزان فنیل آلانین به حدود ۹۳ میلی گرم رسیده است که مقدار بسیار پائینی می باشد. مقدار فنیل آلانین موجود در آلبومین، گلوبولین و گلیادین به ترتیب ۴/۳۷، ۴/۳۶ و ۵/۷۵ گرم در ۱۰۰ گرم پروتئین می باشد که همین میزان بالا منجر به افزایش فنیل آلانین در نمونه های شاهد شده است[۳۸]. دلیل کاهش پروتئین با حذف آرد کامل وجود محتوی پروتئین کمتر و بالتبع آن فنیل آلانین کمتر در نشاسته می باشد. ازبوی (۲۰۰۲) بیان کرد که مقدار فنیل آلانین در حدود ۶ میلی گرم در ۱۰۰ گرم فنیل آلانین دارد که حاکی از مقدار پائین این اسید آمینه در نشاسته غلات و موارد مشابه نظیر نشاسته سیب زمینی و گندم می باشد. در تحقیق ایوبی میزان فنیل آلانین نان های تهیه شده از نشاسته گندم حدود ۱۳۰ میلی گرم در ۱۰۰ گرم ارزیابی شد که مقداری پائین و قابل مصرف توسط مبتلایان به فنیل کتونوری بود [۳۹]. با توجه به اینکه مقدار مجاز فنیل آلانین برای بیماران مبتلا به فنیل کتونوری در محدوده ۳۰۰-۷۵۰ میلی گرم در روز می باشد[۷, ۴۰] و

از آنجائیکه هر ۱۰۰ گرم کیک مافین ساخته شده از نشاسته گندم و سیب زمینی اصلاح شده در محدوده ۹۳-۱۲۳ میلی گرم فنیل آلانین دارد و نظر به اینکه هر مافین در حدود ۷۰ گرم وزن دارد بنابراین مبتلایان توانائی مصرف ۴ الی ۸ مافین در روز را به راحتی دارند. علاوه بر این می توان با کاهش میزان پروتئین شکلات سفید مافین مصرفی را حتی بیشتر افزایش داد. در تحقیق سبحی و همکاران میزان فنیل آلانین موجود در نان ساخته شده از آرد کامل در حدود ۴۴۰ میلی گرم برای ۱۰۰ گرم بود که نسبت به تحقیق حاضر پائین تر بود که دلیل آن وجود پوشش شکلاتی در کیک مافین می باشد[۶].

نتایج محتوی چربی مافین های تهیه شده حاکی از آن بود که بر خلاف محتوی پروتئین میزان چربی با جایگزین کردن آرد کامل توسط نشاسته افزایش معنی داری نشان داد و میزان چربی از حدود ۲۰ درصد به ۲۱ درصد افزایش یافت. با توجه به شکل برای تیمارهای حاوی فقط نشاسته نیز با افزایش درصد نشاسته سیب زمینی افزایش جزئی اما معنی دار در محتوی چربی مشاهده گردید.زارع و همکاران (۱۳۹۵) گزارش کردند که با افزایش درصد آرد سنجد در فرمولاسیون خمیر میزان چربی کیک کاهش نشان داد[۴۱]. همچنین محمود آبادی و همکاران (۱۳۹۵) بیان کردند که با افزایش بتاگلوکان و صمغ میزان چربی کیک افزایش نشان داد[۴۲].

مقایسه میانگین خاکستر مافین های تولیدی که در جدول ۴ نشان داده شده است حاکی از کاهش خاکستر با جایگزین کردن آرد کامل در مافین ها بود. آرد کامل حاوی مواد معدنی و خاکستر بالاتری نسبت به نشاسته سیب زمینی و گندم می باشد و قابل انتظار است که با حذف آرد کامل از خمیر مافین محتوی نشاسته کاهش معنی داری نشان دهد. با توجه به شکل با مقایسه تیمار شاهد و تیمار حاوی ۳۰ درصد نشاسته سیب زمینی میزان خاکستر در حدود ۵۰ درصد کاهش نشان داده است.آرد کامل حاوی مواد معدنی و خاکستر بالاتری نسبت به نشاسته سیب زمینی و گندم می باشد و قابل انتظار است که با حذف آرد کامل از خمیر مافین محتوی نشاسته کاهش معنی داری نشان دهد. الدمریوهمکاران(۲۰۱۱) برروی تولید نان برشته با استفاده از آرد تخم کدو مطالعه‌ای انجام دادند. بر اساس نتایج این محققین با افزایش درصد جایگزینی آرد تخم کدو میزان خاکستر نمونه نیز افزایش یافت که مخالف نتایج تحقیق حاضر بود[۴۳]. نجفی و همکاران (۱۳۹۶) بیان داشتند که استفاده از فیبر پرتقال در کیک مافین منجر به افزایش خاکستر کیک های مافین گردید که این افزایش خاکستر به املاح بالاتر (نظیر آهن، کلسیم، منیزیم، پتاسیم، سدیم و روی) فیبر پرتقال نسبت داده شد که در نهایت روی خاکستر مافین تاثیرگذار نشان دادند[۱۸].

مقایسه میانگین تخلخل کیک های مافین حاکی از آن بود که با جایگزین کردن آرد گندم توسط نشاسته گندم تخلخل کاهش معنی داری نشان داد اما با افزایش درصد نشاسته سیب زمینی اصلاح شده تخلخل دوباره افزایش نشان داد اگرچه به اندازه نمونه شاهد نبود.مجربی و میلانی (۱۳۹۷) گزارش کردند که جایگزینی آرد توسط نشاسته سیب زمینی اثر بهتری روی تخلخل کیک اسفنجی نشان داد اما این اثر معنی دار نبود. همچنین نشاسته سیب زمینی نسبت به آرد سیب زمینی اثر بهتری روی تخلخل نشان داد [۳۶].

حجم مخصوص که پارامتری عکس دانسیته و برای ارزیابی تخلخل و فشردگی ساختار کیک مورد استفاده قرار می گیرد همراستا با نتایج تخلخل بود و با حذف آرد کامل از ساختار خمیر حجم مخصوص کاهش نشان داد و به عبارتی از تخلخل خمیر کاسته گردید. با توجه به جدول ۴ با جایگزین کردن آرد کامل توسط نشاسته گندم میزان حجم مخصوص در حدود ۲۶ درصد کاهش نشان داد. از طرف دیگر با افزایش درصد نشاسته سیب زمینی در مافین حجم

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-30]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.136.12.0]
[DOI: 10.22034/FSCT.20.136.150]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-30]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.136.12.0]

[DOI: 10.22034/FSCT.20.136.150]

مخصوص افزایش نشان داد که نشان دهنده تاثیر مثبت نشاسته اصلاح شده سیب زمینی در ساختار خمیر بدون گلوتن بود. احتمالا با حذف آرد کامل از قدرت نگهداری هوا مافین کاسته شده است که در نتیجه حجم مخصوص کاهش نشان داده است. حجم کیک نشان دهنده میزان گاز دی اکسیدکربن و آمونیاک تولید شده در اثر افزودن عوامل حجم دهنده شیمیایی مورد استفاده در فرمول خمیر و گسترده تغییرات آنها درمغز کیک درطول پخت می باشد. ترکیبات جاذب الرطوبه و افزودنی های شرکت کننده درفرآیند پخت کیک تعیین کننده این ویژگی هستند[۴۴]. احتمالا با حذف آرد کامل از قدرت نگهداری هوا مافین کاسته شده است که در نتیجه حجم مخصوص کاهش نشان داده است. مجربی و میلانی (۱۳۹۷) هم در تحقیق خود بیان کردند که جایگزینی نشاسته به جای آرد در کیک اسفنجی منجر به کاهش وزن مخصوص خمیر گردید [۳۶].آلوارز جوبت و همکاران (۲۰۱۰)بامطالعه بر روی اثر افزودن شبه غلات برنان بدون گلوتن به این نتیجه رسیدند که جایگزینی آرد باکویتسب با فزایش حجم نان میگردد که علت آن به محتوای بالای آمیلوزی و در نتیجه پیک ویسکوزیته بالاترنسبت داده شد[۴۵].مجربی و میلانی (۲۰۱۸)نیز در مطالعه تهیه کیک اسفنجی بیان کردن که استفاده از آرد سیب زمینی منجر به افزایش معنی دار حجم مخصوص نسبت به شاهد گردید در حالیکه نشاسته سیب زمینی منجر به کاهش غیر معنی دار در حجم مخصوص شد [۳۶].

مقایسه میانگین بافت مافین های تولیدی حاکی از آن بود که با جایگزین کردن آرد کامل توسط نشاسته گندم و سیب زمینی بافت دچار افزایش سفتی گردید و با افزایش درصد نشاسته سیب زمینی از سفتی کاسته گردید که نتایج نشان داده شده در جدول ۴ به خوبی گویای این واقعیت می باشد. بالاترین سفتی در مافین تولید شده از ۱۰ درصد نشاسته سیب زمینی و ۹۰ درصد نشاسته گندم مشاهده گردید. احتمالا نتایج بافت متاثر از حجم مخصوص و تخلخل کیک ها بوده است به طوریکه تیمار شاهد دارای بالاترین حجم مخصوص و تخلخل بوده است از سفتی پائین تری نیز برخوردار بوده است در حالیکه تیمار CP10 که کمترین تخلخل و حجم مخصوص را داشت از سفتی بالاتری نسبت به بقیه مافین ها برخوردار بود.گالاکر و همکاران (۲۰۰۳) بیان کردند که در اثر افزودن شیر خشک در هر سطوحی سفتی بافت افزایش نشان داد که همخوان با نتایج تحقیق حاضر نبود که سفتی ابتدا افزایش و سپس کاهش نشان داد[۴۶]. بیکسولیو همکاران(۲۰۰۸) درتحقیقی به بررسی تاثیرجانشینی آرد گندم با سطوح مختلف نشاسته مقاوم درمافین های تازه پرداختند. آنها مشاهده کردند که با افزایش سطوح فیبر، ازمیزان سفتی نمونه هاکاسته شد به طوری که کمترین میزان سفتی مربوط به بالاترین سطوحن شاسته مقاوم بود[۴۷].همچنین، سختی کیک اسفنجی ساخته شده توسط نشاسته سیب زمینی نسبت به آرد سیب زمینی بیشتر بود و با گذشت زمان نیز بر میزان سختی کیک ها افزوده گردید[۳۶]. دربررسی نتایج حاصل ازجایگزینی آردگندم با پودر سیب در سطوح ۰ تا ۱۵ درصد آرد گندم نشان داد که با افزایش سطح پودر سیب حجم، پروتئین و کربوهیدرات نمونه های کیک کاهش وسفتی بافت افزایش یافت[۱۲].

c. شاخص های رنگی

دربین خصوصیات فیزیکی موادغذایی، رنگ به عنوان مهمترین ویژگی ظاهری در درک کیفیت شناخته شده است. مشتری تمایل دارد که رنگ را با طعم،ایمنی،ماندگاری،کیفیت وخصوصیات تغذیه ای محصولات غذایی مرتبط سازد[۴۸]. شاخص L* که معرف روشنائی و سفید بودن کیک ها می باشد برای پوسته کیک ها به دلیل وجود لایه شکلات سفید تقریبا یکسان و در محدوده ۶۸/۵-۶۸/۸۳ به دست آمد که البته اختلاف معنی دار بین بعضی تیمارها مشاهده گردید اما از لحاظ کیفی و کمی اختلاف بسیار ناچیز و قابل اغماض بود. برخلاف شاخص روشنائی پوسته، مغز

کیک های تهیه شده از آردهای مختلف دارای روشنائی گوناگون بود و همچنین اختلاف معنی دار قابل ملاحظه ائی بین کیک های مافین مشاهده گردید. همانطوریکه مشخص است شاخص روشنائی کیک شاهد نسبت به بقیه کمتر و با افزایش میزان نشاسته اصلاح شده سیب زمینی بر شدت روشنائی کیک ها افزوده گردید به طوریکه روشنائی از ۳۹ در نمونه شاهد به ۵۱ در تیمار CP30 افزایش نشان داد (جدول ۵). اعمال پوشش شکلاتی سفید منجر به یکسان شدن رنگ کیک های مافین گردید و نقش حتمی واکنش مایلارد را بی تاثیر ساخت. دلیل اختلاف رنگ مغز کیک ها فقط می تواند نوع فرمولاسیون مورد استفاده باشد و واکنش های آنزیمی و غیر آنزیمی نمی توانند نقش مهمی در این تغییر رنگ داشته باشند. درقسمتهایدرونی ترکیکها،افت آب کمتر وفعالیت آبی بالاتری وجود داردودمای مغز کیکها به بالاتراز۱۰۵ درجه سلسیوس نمی رسد[۳۶].تحت چنین شرایطی،واکنش های مایلاردی به کندی پیشرفت کرده و بنابراین مغز کیک،تغییرات رنگی بسیارکمی رابه خودمی بیند [۴۹]. رستمی وهمکاران (۲۰۱۸) بیان کردند که کیک تهیه شده از نشاسته مقاوم نسبت به کیک های ساخته شده از آرد معمولی روشن تر بود که دلیل آن سفید بودن نشاسته بیان گردید که در تحقیق حاضر نیز این نتایج به دست آمد [۵۰].

Table 5: Color indices of muffins at different levels of wheat starch and modified potato starch

Muffin	L*crust	L*crumb	a*crust	a*crumb	b*crust	b*crumb
C1	68.51 ±0.04[b]	38.80 ±0.06[f]	1±0.03[a]	10.41 ±0.08[a]	18.89 ±0.06[b]	21.98 ±0.03[a]
C2	68.69 ±0.14[a][b]	44.28 ±0.05[e]	1.02 ±0.03[a]	10.14 ±0.03[b]	18.96 ±0.05[a][b]	18.27 ±0.05[b]
CP10	68.67 ±0.07[a][b]	45.17 ±0.03[d]	0.99 ±0.03[a]	9.94± 0.08[c]	18.91 ±0.03[a][b]	18.19 ±0.01[c]
CP20	68.83 ±0.07[a]	46.05 ±0.07[c]	1.01 ±0.03[a]	9.59± 0.03[d]	18.96 ±0.02[a][b]	18.2± 0.01[bc]
CP25	68.72 ±0.06[a][b]	48.30 ±0.07[b]	1.01 ±0.04[a]	9.20± 0.03[e]	19.01 ±0.03[a]	18.23 ±0.02[b][c]
CP30	68.83 ±0.11[a]	51.2± 0.04[a]	1±0.01[a]	8.94± 0.08[f]	18.99 ±0.03[a][b]	18.18 ±0.02[c]

Means with the same letter in a same column are not significantly different (p>0.05)

C1: 100% whole wheat flour, **C2:** 100% wheat starch, **CP10:** 90% wheat starch-10% potato modified starch, **CP20:** 80% wheat starch-20% potato modified starch, **CP25:** 75% wheat starch-25% potato modified starch, **CP30:** 70% wheat starch-30% potato modified starch.

شاخص a* که در رنگ سنجی معرف سبزی و قرمزی می باشد حاکی از آن بود که برای پوسته مشابه با نتایج شاخص روشنائی اختلاف معنی داری بین هیچکدام از تیمارها مشاهده نگردید و این شاخص برای همه کیک ها در محدوده نزدیک ۱ ارزیابی شد که نشان دهنده حد وسط بودن از لحاظ قرمزی و سبزی بود. برای مغز کیک ها شاخص a* با حذف آرد کامل و افزایش جایگزینی نشاسته گندم و سیب زمینی کاهش نشان داد و به عبارتی بهتر رنگ مغز کیک ها به سمتسبزی مغز متمایل گردید. از لحاظ شاخص a* بین کیک های مختلف اختلاف معنی دار مشاهده گردید و این شاخص از ۱۰/۵ در نمونه شاهد به حدود ۹ در تیمار CP30 رسید که اگرچه اختلاف معنی دار اما از لحاظ عددی اختلاف بسیار زیادی مشاهده نگردید.

شاخص b* که معرف زردی و آبی بودن می باشد در لایه پوسته کیک ها حدود ۲۰ به دست آمد که نشان دهنده تمایل به سمت زردی در لایه شکلات سفید روی کیک ها بود. با این حال اختلاف آماری جزئی بین تیمارهای مختلف مشاهده گردید اگرچه روند مشاهده شده روند مشخصی نبود. کمترین و بیشترین میزان شاخص b* به ترتیب برای تیمارهای CP25 و نمونه شاهد به دست آمد.شاخص b* برای مغز کیک های مافین با حذف آرد کامل کاهش نشان داد و بین کیک های تهیه شده از نشاسته گندم و سیب زمینی اختلاف معنی داری خاصی مشاهده نگردید و در

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-30]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.136.12.0]
[DOI: 10.22034/FSCT.20.136.150]

محدود ۱۸ ارزیابی گردید. به عبارتی دیگر، استفاده از درصدهای مختلف نشاسته سیب زمینی تاثیر آنچنانی روی زردی مغز کیک های مافین نشان نداد و از لحاظ زردی در یک سطح ارزیابی شدند. کاهش زردی با حذف آرد کامل می تواند به دلیل کاهش رنگدانه های مواد اولیه و واکنش های متقابل بین آنها باشد [۵۱]. زیوبرو و همکاران (۲۰۱۳) بیان داشتند که افزودن پروتئین باعث کاهش مولفه L* و تیره شدن رنگ مغز کیک و افزایش زردی می شود که همخوان با نتایج تحقیق حاضر بود [۵۲]. مجربی و میلانی (۱۳۹۷) بیان کردند که افزودن نشاسته سیب زمینی سبب افزایش میزان شاخص L^* و b^* گردید در حالیکه تاثیری روی مولفه a^*نشان نداد [۳۶].پارسا و محترمی (۲۰۲۰) بیان کردند که با افزایش سطوح جایگزینی آرد گندم با آرد بلوط، L* و b* پوسته و مغز و همچنین a* پوسته نمونه کیک های اسفنجی کاهش یافت در حالیکه جایگزینی شکر با شیره بلوط تاثیر معنی داری بر میزان L* و a* پوسته های کیک نداشت ولی به ترتیب باعث افزایش L* و کاهش a* مغز کیک گردید[۳۲].

تغییرات رنگ کلی که به منزله میزان تغییرات نسبت به نمونه مافین تهیه شده از آرد کامل بود برای پوسته خیلی قابل ملاحظه نبود چونکه همانطوریکه بیان گردید روکش شکلات سفید روی کیک باعث یکسانی در شاخص های L*، a* و b* گردیده بود که در نهایت تغییرات رنگ نیز بسیار ناچیز و در حد صفر ارزیابی گردید. به عبارتی دیگر نمونه های تهیه شده از نشاسته گندم و سیب زمینی نسبت به نمونه آرد کامل هیچ تفاوت رنگی نداشتند و کاملا یکسان بودند. میزان تغییرات کلی رنگ برای مغز مافین ها نسبت به نمونه آرد کامل دچار تغییر زیادی شده بود و اختلاف معنی دار بین نمونه شاهد با بقیه مافین ها مشاهده گردید که نتایج در جدول ۶ به خوبی گویای این واقعیت می باشد. همانطوریکه مشخص است میزان تغییر رنگ برای مافین ساخته شده از نشاسته گندم نسبت به سیب زمینی کمتر بوده و با افزایش درصد جایگزینی نشاسته سیب زمینی میزان تغییرات افزایش زیادی نشان داد.

Table 6: ΔE and BI of muffins at different levels of wheat starch and modified potato starch

Muffin	E Δcrust	E Δcrumb	BI crust	BI crumb
C1	0±0.0[b]	0±0[f]	32.60±0.06[a]	99.83±0.52[a]
C2	0.07±0.05[ab]	43.87±1.09[e]	32.66±0.14[a]	69±0.05[b]
CP10	0.04±0.03[ab]	55.11±1.65[d]	32.53±0.13[a]	66.75±0.23[c]
CP20	0.14±0.06[a]	67.45±2.46[c]	32.57±0.03[a]	64.69±0.22[d]
CP25	0.09±0.04[a]	105.78±3.29[b]	32.73±0.07[a]	60.58±0.21[e]
CP30	0.15±0.09[a]	170.21±1.07[a]	32.62±0.01[a]	55.99±0.01[f]

Means with the same letter in a same column are not significantly different (p>0.05)

C1: 100% whole wheat flour, **C2:** 100% wheat starch, **CP10:** 90% wheat starch-10% potato modified starch, **CP20:** 80% wheat starch-20% potato modified starch, **CP25:** 75% wheat starch-25% potato modified starch, **CP30:** 70% wheat starch-30% potato modified starch.

از لحاظ شاخص قهوه ای شدن برای پوسته کیک ها اختلاف معنی داری بین هیچکدام از کیک های تهیه شده مشاهده نگردید و شاخص قهوه ای شدن در محدوده ۳۲/۵ الی ۳۲/۸ متغییر بود. دلیل این عدم معنی داری همان استفاده از لایه شکلاتی سفید به عنوان پوشش کیک مافین بود که باعث شده بود رنگ اصلی پوسته کیک توسط این لایه پوشیده شود.نتایج شاخص قهوه ای شدن برای مغز کیک ها حاکی از آن بود که بین همه تیمارها اختلاف معنی دار وجود داشت و با حذف آرد کامل از شاخص قهوه ای شدن به طور معنی داری کاسته گردید. نتایج شاخص قهوه ای

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-30]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.136.12.0]
[DOI: 10.22034/FSCT.20.136.150]

شدن برای مغز کیک ها حاکی از آن بود که بین همه تیمارها اختلاف معنی دار وجود داشت و با حذف آرد کامل از شاخص قهوه ائی شدن به طور معنی داری کاسته گردید. دلیل بالاتر بودن شاخص قهوه ای شدن در کیک مافین شاهد می تواند نوع فرمولاسیون و ترکیبات مختلف موجود در فرمولاسیون کیک باشد.همانطوریکه بیان شد به دلیل دمای پائین مغز کیک ها قهوه ای شدن مایلارد نقش مهمی در این شاخص ندارد.

d. خواص حسی کیک

یکی از مهمترین پارامترها در تهیه و فرمولاسیون یک محصول جدید ارزیابی حسی آن می باشد که جهت بررسی واکنش مصرف کننده به خواص حسی محصول جدید از سیستم نمره دهی استفاده می شود. نتایج حسی طعم و مزه کیک های مافین تولید شده با آردهای گوناگون حاکی از آن بود که بالاترین امتیاز حسی را نمونه تهیه شده با آرد کامل کسب نمود در حالیکه نمونه تهیه شده با ۳۰ درصد نشاسته سیب زمینی و ۷۰ درصد نشاسته گندم کمترین امتیاز ممکن را کسب نمود.

Table 7: Sensory evaluation of muffins at different levels of wheat starch and modified potato starch

Muffin	Taste	Odor	Appearance	Texture	Overall acceptability
C1	7.9 ±0.87^{a}	7.6 ±0.84^{a}	6.9± 0.99^{ab}	4.9 ±1.52^{c}	7±1.05^{a}
C2	6± 1.15^{b}	6.2 ±113^{b}	6.6± 0.96^{b}	5.8 ±1.03^{bc}	5±1.24^{c}
CP10	5.4 ±0.84^{bc}	5.5 ±1.26^{bc}	6.7± 1.05^{b}	6.1 ±1.37^{b}	5±1.24^{c}
CP20	5.1 ±0.99^{bc}	5.2 ±1.47^{bc}	7.5± 1.17^{ab}	8± 1.15^{a}	6.8± 1.22^{a}
CP25	±1.1^{c}	0.94^{c}	0.67^{a}	±0.84^{a}	1.05^{ab}
CP30	3.8 ±1.03^{d}	4.9 ±1.52^{c}	6.6± 0.84^{b}	6.4 ±1.17^{b}	5.5± 1.17^{bc}

Means with the same letter in a same column are not significantly different (p>0.05)

C1: 100% whole wheat flour, **C2:** 100% wheat starch, **CP10:** 90% wheat starch-10% potato modified starch, **CP20:** 80% wheat starch-20% potato modified starch, **CP25:** 75% wheat starch-25% potato modified starch, **CP30:** 70% wheat starch-30% potato modified starch.

نتایج حسی بوی کیک ها که توسط ۱۰ پنلیست ارزیابی شد حاکی از آن بود که مشابه پارامتر طعم و مزه، نمونه شاهد دارای بالاترین امتیاز کسب شده و نمونه تهیه شده از ۳۰ درصد نشاسته سیب زمینی و ۷۰ نشاسته گندم کمترین امتیاز از لحاظ بو را کسب نمود اگرچه بین کلیه تیمارهای حاوی نشاسته سیب زمینی هیچ اختلاف آماری معنی داری مشاهده نگردید که نتایج نشان داده شده در جدول ۷ گویای این واقعیت می باشد. از لحاظ رنگ و ظاهر به دلیل استفاده از روکش شکلاتی سفید اختلاف معنی داری خاصی بین مافین های تهیه شده مشاهده نگردید و از این لحاظ همه کیک ها یکسان ارزیابی شدند. فقط بین تیمار حاوی ۲۰ و ۳۰ درصد نشاسته سیب زمینی اختلاف معنی دار مشاهده گردید که نتایج در جدول ۷ نشان داده شده است.از لحاظ بافت کمترین امتیاز به کیک های مافین تهیه شده از آرد کامل تعلق گرفت در حالیکه نمونه حاوی ۲۰ درصد نشاسته سیب زمینی و ۸۰ درصد نشاسته گندم بالاترین امتیاز بافتی را کسب نمود. بین این تیمار و تیمار حاوی ۲۵ درصد نشاسته نیز اختلاف آماری معنی دار مشاهده نگردید که نتایج در جدول ۷ نشان داده شده است. دلیل امتیاز پائین نمونه شاهد بافت نامناسب کیک بیان شد که مورد پسند پنلیست ها قرار نگرفت.پذیرش کلی که به عنوان شاخصی میانگین برای همه پارامترهای حسی به شمار می آید حاکی از بالاتر بودن امتیاز برای نمونه شاهد و نمونه های حاوی

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-30]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.136.12.0]
[DOI: 10.22034/FSCT.20.136.150]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-30]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.136.12.0]

[DOI: 10.22034/FSCT.20.136.150]

۲۰ و ۲۵ درصد نشاسته سیب زمینی و ۸۰ و ۷۵ درصد نشاسته گندم بود (CP20 و CP25) که از لحاظ آماری اختلافی بین این سه کیک مافین مشاهده نشد.

علت امتیاز بالاتر کیک تهیه شده از آرد کامل می تواند به وجود پروتئین بالاتر و بالطبع ساختار قوی تر خمیر آن نسبت داد که توانائی نگهداری مواد موثر طعمی برای مدت زمان طولانی تر را داشته و در نهایت روی طعم و مزه کیک اثر گذار بوده است. همچنین وجود پروتئین از لحاظ طعمی نیز اثر مهمی قطعا می تواند روی طعم و مزه داشته باشد که متفاوت از نشاسته تنها هست. پارسا و محترمی (۲۰۲۰) بیان کردند که ازنظرارزیابهاباافزایشجایگزینیآردبلوط به جای آرد گندم امتیازطعم کیکها بهبود یافت درحالیکه جایگزینی سطوح بالای شیره بلوط تاثیرمنفی برپذیرش طعم کیک اسفنجی داشت [۳۲]. نجفی و همکاران (۱۳۹۷) در بررسی جایگزینی فیبر پرتقال در کیک مافین گزارش کردند که تیمار حاوی ۰/۵ درصد فیبر پرتقال و شاهد بالاترین نمره عطر و طعم را کسب کردند و تیمار حاوی ۱ و ۲ درصد فیبر پرتقال کمترین نمره را کسب کردند[۱۸]. علت افت نمره حسی با افزایش فیبر پرتقال به این نسبت داده شد که استفاده از مقادیر زیاد فیبر و به دنبال آن جذب آب بیشتر سبب کاهش قابلیت پخت و ایجاد بوی و طعم خامی در بافت کیک می گردد[۵۳].

مجربی و میلانی (۲۰۱۸) نتایجی مشابه تحقیق حاضر ارائه دادند و بیان کردند که جایگزینی آرد در کیک اسفنجی با نشاسته سیب زمینی و آرد سیب زمینی منجر به کاهش امتیاز حسی بو طعم گردید که همخوان با تحقیق حاضر بود[۳۶]. دلیل افت امتیاز بوی کیک های مافین با حذف آرد کامل احتمالا کاهش پروتئین و در نتیجه کاسته شدن واکنش های مولد طعم و بو یعنی مایلارد می باشد که این امر احتمالا منجر به کاهش نمره بوی کیک ها گردیده است چون مایلارد یکی از واکنش های اساسی مولد طعم و بو در محصولات نانوائی می باشد. درطول تهیه کیک ودرمراحل پخت آن درکوره،واکنشهای مایلارد به میزان زیادی صورت میگیرد. ترکیبات تشکیل شده ازاین واکنش ها مسئول تغییررنگ وهمچنین موثر برطعم وبو و خصوصیات بافتی می باشند[۵۴]. مقصودلو و همکاران (۲۰۱۶) نشان دادند که جایگزینی بخشی ازآرد باسطوح متفاوت نشاسته مقاوم، بطورمعنی داری تمام پارامترهای مورد بررسی رادر مقایسه بانمونه شاهد باکاهش روبرو ساخت بصورتی که کمترین امتیازات فاکتورهای ظاهر، طعم،آروماوبافت به نمونه محتوی ۳۰ درصدفیبر اختصاص یافت[۵۵]. در تحقیق حاضر افزایش سطوح جایگزینی نشاسته سیب زمینی به ۲۵ و ۳۰ منجر به افزایش پذیرش کلی مافین ها گردید درحالیکه در سطوح پائین تاثیر منفی روی پذیرش کلی مافین ها داشت. مجربی ومیلانی (۲۰۱۸)گزارش کردند که اگرچه جایگزین کردن آرد توسط آرد سیب زمینی منجر به کاهش پذیرش کلی کیک اسفنجی گردید اما از لحاظ آماری اختلافی بین این نمونه ها مشاهده نشد در حالیکه استفاده از نشاسته سیب زمینی منجر به کاهش معنی دار گردید[۳۶]. پارسا و محترمی (۲۰۲۰) بیان کردند که با استفاده از آرد و شیره بلوط در کیک اسفنجی بهطورکلی ازنظرارزیابهانمونه های حاوی سطوح بالاترشکرمقبولیت وامتیازپذیرش کلی بیشتری داشتند ولی جایگزینی آردگندم باآرد بلوط تاثیری برامتیازپذیرش کلی نمونه هانداشت [۳۲]. نجفی و همکاران در بررسی جایگزینی فیبر پرتقال در کیک مافین بیان داشتند که بالاترین امتیاز پذیرش کلی به تیمار حاوی ۰/۵ درصد فیبر پرتقال و سپس شاهد داده شد که از لحاظ آماری بین این دو کیک اختلاف معنی دار مشاهده نگردید.

e. تهیه کیک مافین حاوی پروبیوتیک

بعد از تهیه همه کیک های مافین و بررسی خصوصیات گوناگون فیزیکوشیمیائی و به ویژه حسی کیک ها، بهترین نمونه کیک مافین از هر لحاظ نمونه CP25 که حاوی ۲۵

درصد نشاسته سیب زمینی و ۷۵ درصد نشاسته گندم بود انتخاب گردید که در مرحله بعدی با استفاده از شکلات سفید حاوی تقریبا 10^8 عدد باکتری پروبیوتیک در هر گرم، کیک مافین پوشش داده شد و بعد از یک هفته تعداد پروبیوتیک ها مجددا شمارش شدند که تعداد آنها به صورت بسیار جزئی دچار افت شده بود که از لحاظ آماری معنی دار نبود که نتایج در شکل ۲ نشان داده شده است.

علت کاهش غیر معنی دار باکتری های پروبیوتیک وجود شرایط مناسب در کیک از لحاظ مواد غذائی و نگهداری مناسب بوده است که باکتریهای پروبیوتیک را دچار تغیر معنی دار نکرد. فرقانی و همکاران (۱۳۹۷) که تهیه کیک سین بیوتیک با استفاده از باکتری لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس را انجام داده بود گزارش کردند که تعداد باکتری ها تحت تاثیر پخت کاهش نشان داده بود اگرچه این کاهش معنی دار نبود [۵۶]. البته در تحقیق حاضر باکتریها تحت تاثیر دمای بالا قرار نگرفتند چون بعد از تهیه کیک و به صورت پوشش روی کیک ها ریخته شد. همچنین پارسا و همکاران (۲۰۲۰) بیان داشتند که زنده مانی باکتری پروبیوتیکی باسیلوس کواگولانس در کیک اسفنجی نگهداری شده در دمای اتاق بعد از سه روز اختلاف معنی دار نشان ندادند اما در روز هفتم دچار کاهش معنی داری شدند که علت این کاهش به صدمه دیدن باکتری ها حین پخت نسبت داده شد. علاوه بر این، کاهش رطوبت کیک ها حین نگهدری نیز یکی از دلایل این کار بیان شد [۳۲]. نتایج مشابه توسط لینگ ژائو و همکاران (۲۰۱۱) روی زنده مانی باسیلوس کواگولانس در محصولات غلات پخته شده در طی پخت و نگهداری گزارش شده است [۵۷].نتایج مشابه دیگری در تحقیق صفرخانلو بر زنده مانی باکتریهای پروبیوتیک بر روی توفو و در تحقیق کلهر بر روی دسر لبنی انجام شده است[۵۹و۵۸].

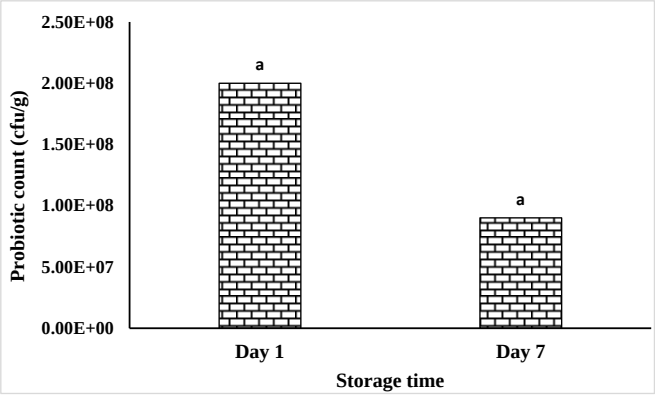

Figure 2: Comparison of the average count of probiotic bacteria in chocolate-coated muffin cakes

٤- نتیجه گیری

تحقیق حاضر نشان داد که خمیر نمونه های کیک مافین تهیه شده از نشاسته سیب زمینی و نشاسته گندم پارامترهای کیفی پائین تری نسبت به نمونه های تهیه شده از آرد کامل داشتند. همچنین، جایگزینی نشاسته گندمبا نسبت‌های مختلف نشاسته اصلاح‌شدهسیب‌زمینی منجر به بهبود ویسکوزیته خمیر تولیدی نگردید. علاوه بر این، جایگزینی نشاسته گندمبا نسبت‌های مختلف نشاسته اصلاح‌شدهسیب-زمینی باعث تغییرات معنی‌داری در ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی کیک مافین شد. از لحاظ فیزیکوشیمیائی میزان اسیدآمینه فنیل‌آلانین نمونه‌های کیک مافین تولیدی بر پایه نشاسته گندمو نشاسته اصلاح‌شده سیب‌زمینی در مقایسه با نمونه تولیدی از آرد کامل گندم به گونه معنی-داری کمتر گردید. جایگزینی نشاسته گندمبا نسبت‌های مختلف نشاسته اصلاح‌شدهسیب‌زمینی باعث بهبود ویژگی-های بافتی و پارامترهای رنگ کیک مافین شد. جایگزینی نشاسته گندمبا نسبت‌های مختلف نشاسته اصلاح‌شدهسیب-زمینی باعث بهبود برخی از ویژگی‌های حسی کیک مافین گردید ولی در عین حال ویژگی‌هایی مانند طعم و بو به گونه‌ای منفی تحت تاثیر قرار گرفتند. نتایج پذیرش کلی

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-30]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.136.12.0]
[DOI: 10.22034/FSCT.20.136.150]

حاکی از آن بود که بین نمونه های شاهد و مافین های حاوی ۲۰ و ۲۵ درصد نشاسته سیب زمینی اختلاف معنی داری مشاهده نگردید و با در نظر گرفتن همه ویژگی ها، کیک مافین تهیه شده از نشاسته نمونه حاوی ۲۵ درصد نشاسته سیب زمینی و ۷۵ درصد نشاسته گندم به عنوان نمونه بهینه انتخاب گردید. شمار میکروارگانیسم پروبیوتیک *لاکتوباسیلوس کازئی* تلفیق‌شده به پوشش شکلاتی کیک مافین طی دوره ماندگاری به صورت غیر معنی‌دار و جزئی دچار کاهش شد.

۵- منابع

[1] WalterJ. H. *et al.*, (2002). "How practical are recommendations for dietary control in phenylketonuria?," *The Lancet*, vol. 360, no. 9326, pp. 55-57.

[2] Zannini.E.,Jones. J. M,. Renzetti. S, and Arendt. E. K., (2012). "Functional replacements for gluten," *Annual review of food science and technology*, vol. 3, pp. 227-245.

[3] Schober. T. J., (2009). "Manufacture of gluten-free specialty breads and confectionery products," *Gluten-free food science and technology*, pp. 130-180.

[4] Zannini.E., Kingston. W., Arendt. E. K., and. Waters. D. M, (2013). "Technological challenges and strategies for developing low-protein/protein-free cereal foods for specific dietary management," *Food Research International*, vol. 54, no. 1, pp. 935-950.

[5] Seyedain-Ardabili. M., Sharifan. A., andGhiassi Tarzi. B., (2016)."The production of synbiotic bread by microencapsulation," *Food Technology and Biotechnology*, vol. 54, no. 1, pp. 52-59.

[6] Mohsen.S. M.,. Yaseen .A. A, Ammar.A. M., and Mohammad .A. A., (2010). "Quality characteristics improvement of low-phenylalanine toast bread," *International Journal of Food Science &Technology*, vol. 45, no. 10, pp. 2042-2051.,

[7] Yaseen.A., and Abd ElhafeezS., (2011)."Low phenylalanine pasta," *International Journal of Nutrition and Metabolism*, vol. 3, no. 10, pp. 128-135.

[8] Yaseen.A. A., Abd-El-Hafeez. A., and Shouk. A., (2011). "Low phenylalanine Egyptian shamy bread," *Polish journal of food and nutrition sciences*, vol. 61, no. 4.

[9] Zanjani. M. A. K., Mohammadi. N., Ahari. H., Tarzi. B. G., and Bakhoda. H., (2014). "Effect of microencapsulation with chitosan coating on survival of Lactobacillus casei and Bifidobacterium bifidum in ice cream," *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*, vol. 8, no. 4, pp. 125-134.

[10] Moradi. P., Goli. M., and J. Keramat. J., (2018). "The Effect of Addition of Apple Fiber on Nutritional, physico-chemical and sensory properties of Sponge Cake," *Iranian Journal of Food Science and Technology*, vol. 77, pp. 193-206.

[11] Shamshirsaz. M., Mirzaei. H. A.,. Azizi. M. H, and Alami. M., (2012)."The effect of soy milk powder on rheological properties of dough barbary bread," *Iranian Journal of Food Science and Technology*, vol. 1, no. 33, pp. 95-100.

[12] Salehi. F., Kashaninejad. M., and Alipour.N. (2016). "Evaluation of physicochemical, sensory and textural properties of rich sponge cake with dried apples powder," *Innovative Food Technologies*, vol. 3, no. 3, pp. 39-47.

[13] AACC, "Approved Methods of Analysis of the American Association of Cereal Chemists," ed. St. Paul, MN, (2000).

[14] Kouhsari. F., Emam Jomeh. Z., and Yarmand. M. S., (2019). "The effect of the Sugar Replacement with Stevia and Adding Chia Seed Flour and Chickpea Protein Isolated on Qualitative and Rheological

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-30]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.136.12.0]
[DOI: 10.22034/FSCT.20.136.150]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-30]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.136.12.0]

[DOI: 10.22034/FSCT.20.136.150]

Properties of Gluten-Free Muffin Prepared from Rice Flour," *Iranian Journal of Biosystems Engineering*, vol. 50, no. 3, pp. 657-670.

[15] Rodríguez-García. J., Puig. A., Salvador. V, and Hernando. I., (2012). "Optimization of a sponge cake formulation with inulin as fat replacer: structure, physicochemical, and sensory properties," *Journal of food science*, vol. 77, no. 2, pp. C189-C197.

[16] Turabi. E., Sumnu. G., and Sahin. S., (2008)"Rheological properties and quality of rice cakes formulated with different gums and an emulsifier blend," *Food Hydrocolloids*, vol. 22, no. 2, pp. 305-312.

[17] GómezM., Manchón. L., Oliete. B., Ruiz. E., and Caballero. P. A., (2010) "Adequacy of wholegrain non-wheat flours for layer cake elaboration," *LWT-Food Science and Technology*, vol. 43, no. 3, pp. 507-513.

[18] Najafi. Z., S. Movahhed. S., and Ahmadi Chenarbon. H., (2017). "Effect of citrus fiber replacement to oil and egg on some physico-chemical and organoleptic properties of muffin," *Iranian Journal Food Science and Technology Research*, vol. 13, no. 4, pp. 458-468.

19] Reyniers. S., Ooms. v, Gomand. S. V., and Delcour. J. A., (2020). "What makes starch from potato (Solanum tuberosum L.) tubers unique: A review," *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, vol. 19, no. 5, pp. 2588-2612.

[20] Hermansson. A.-M. and Svegmark. V, (1996). "Developments in the understanding of starch functionality," *Trends in Food Science & Technology*, vol. 7, no. 11, pp. 345-353.

[21] Gunaratne. A., Ranaweera.V, and Corke. H., (2007). "Thermal, pasting, and gelling properties of wheat and potato starches in the presence of sucrose, glucose, glycerol, and hydroxypropyl β-cyclodextrin," *Carbohydrate Polymers*, vol. 70, no. 1, pp. 112-122.,

[22] Md Zaidul. I. S., Abd Karim. A.,. Manan. D. M., Ariffin. A., Nik Norulaini. N. A., and Mohd Omar. A. K., (2004)"A farinograph study on the viscoelastic properties of sago/wheat flour dough systems," *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 84, no. 7, pp. 616-622.

[23] Karolini-Skaradzinska. Z., Bihuniak. V, Piotrowska. E., and Wdowik. V, (2007). "Properties of dough and qualitative characteristics of wheat bread with addition of inulin," *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, vol. 57, no. 4 [B].

[24] Sidhu. J. S., Al-Hooti. S. N., and Al-Saqer. J. M., (1999) "Effect of adding wheat bran and germ fractions on the chemical composition of high-fiber toast bread," *Food Chemistry*, vol. 67, no. 4, pp. 365-371.

[25] Meyer. D. and Peters. B., (2009) "Bakery-Enhancing the nutritional value of bread with inulin," *Agro Food Industry Hi-Tech*, vol. 20, no. 3, p. 48.

[26] Williams. P., El-Haramein. V, Hani. V, and Safouh. R., (1988) "Crop quality evaluation methods and guidelines," *Crop Quality Evaluation Methods and Guidelines.*, no. 14, Ed. 2.

[27] Iranshahi. V, Seyedain Ardebili. M., and Yasini Ardakani. A., (2014)."Survey effect of inulin and β-glucan on Barbari bread staling," *International Journal of Farming and Allied Sciences*, vol. 9, pp. 1039-1043.

[28] Van Hung. P., and Morita. N., (2004) "Dough properties and bread quality of flours supplemented with cross-linked cornstarches," *Food Research International*, vol. 37, no. 5, pp. 461-467.

[29] Movahhed. S., Zharfi. S., and Ahmadi Chenarbon. H., (2013). "Investigation of Rheological of Dough and Organoleptical Properties of Toast Breads Containing Banana Flour," *Iranian Journal Food Science and Technology Research*, vol. 9, no. 4.

[30] Daneshgars, J. z. Emam, Moinis, and Aghagholizadeh, (2018). "Evaluation of shelf life, rheological and textural properties of glutenfree bread using sorghum flour, potato starch and xanthan gum," (in Fa), *Food Science and Technology*, vol. 15, no. 6, pp. 67-77. [Online]. Available: https://www.magiran.com/paper/1866673.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-30]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.136.12.0]

[DOI: 10.22034/FSCT.20.136.150]

[31] H. Karimi, M. K. Pyrouzifard, and H. Hoseimi, (2014). "The effect of adding date kernel flour on the properties of dough and bulky bread," presented at the 21st National Congress of Food Science and Technology, Tehran, Iran.

[32] Parse. A and Mohtarami. F., (2020). "Evaluation of the effect of oak flour and oak juice substitution on the physical, textural and sensory properties of sponge cake," presented at the 3rd International and 26th National Iranian Food Science and Technology Congress Tehran, Iran..

[33] Caballero. V, Finglas. V, and Toldrá. F., (2015).*Encyclopedia of food and health*. Academic Press.

[34] Ayoubi. V, (2018). "The effect of wheat flour replacement with Eleaagnus Angustifolia powder on quality characteristics of cupcake," *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology,* vol. 13, no. 2, pp. 79-88.

[35] Olua. B. I. O., and Edide. R. O., (2013). "Chemical, microbial and sensory properties of candied-pineapple and cherry cakes," *Nigerian Food Journal,* vol. 31, no. 1, pp. 33-39.

[36] Danial. M. S. and Jafar.M. M., (2018)"Effect of adding potato starch and flour to the qualitative characteristics and stailing of sponge cake," *Journal of Research and Innovation in Food Science and Technology,* vol. 7, no. 3, pp. 323-336.

[37] Eivani. F., Nasehi. B., Noshad. M., andBarzegar. M., (2020). "Effect of flour replacement with pomegranate seed powder on the properties of Sponge Cake," *Iranian Food Science and Technology Research Journal,* vol. 16, no. 4, pp. 437-452.

[38] Byers. M., Miflin. B. J., and Smith. S. J., (1983). "A quantitative comparison of the extraction of protein fractions from wheat grain by different solvents, and of the polypeptide and amino acid composition of the alcohol-soluble proteins," *Journal of the Science of Food and Agriculture,* vol. 34, no. 5, pp. 447-462.

[39] Özboy. Ö., (2002). "Development of corn starch-gum bread for phenylketonuria patients," *Food/Nahrung,* vol. 46, no. 2, pp. 87-91.

[40] Azaripour. A. and Abbasi. H., (2020) "Effect of type and amount of modified corn starches on qualitative properties of low-protein biscuits for phenylketonuria," *Food Sscience & Nutrition,* vol. 8, no. 1, pp. 281-290.

[41] Zaree Z, Noori L, and F. D. M., (2016) ."Study effect of wheat flour replacement with Eleaagnus angustifolia flour on physicochemical and sensorial properties of oil cake," *Iranian Journal of Innovation in Food Science and Technology,* vol. 2, pp. 55-63.

[42] Mahmoodabadi. A., (2016)."The effect of mixed beta-glucan, gum and emulsifier as a fat replacer on production of low fat cupcake," Master of science, Department of food science and technology, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad.

[43] El-Demery. M. E., (2011). "Evaluation of physico-chemical properties of toast breads fortified with pumpkin (Cucurbita moschata) flour,", vol. 1, pp. 13-14.

[44] Baeva. M. R., Panchev. I. N., and Terzieva. V. V., (2000). "Comparative study of texture of normal and energy reduced sponge cakes," (in eng), *Nahrung,* vol. 44, no. 4, pp. 242-6..

[45] Alvarez-Jubete. L., Arendt. E. K., and Gallagher. E., (2010) "Nutritive value of pseudocereals and their increasing use as functional gluten-free ingredients," *Trends in Food Science & Technology,* vol. 21, no. 2, pp. 106-113.

[46] Gallagher. E., Gormley. T. R., and Arendt. E. K., (2003)."Crust and crumb characteristics of gluten free breads," *Journal of Food Engineering,* vol. 56, no. 2-3, pp. 153-161.

[47] Baixauli. R., Salvador. A., and Fiszman. S. M., (2008) "Textural and colour changes during storage and sensory shelf life of muffins containing resistant starch,"

European Food Research and Technology, vol. 226, no. 3, pp. 523-530.

[48] Ayoubi.A., (2018)"The Effect of Wheat Flour Replacement with Eleaagnus Angustifolia Powder on Quality Characteristics of Cupcake," *Iranian Journal of Nutrition Sciences Food Technology*, vol. 13, no. 2, pp. 79-88.

[49] González-Mateo. S., González-SanJosé. M. L., and Muñiz. P., (2009). "Presence of Maillard products in Spanish muffins and evaluation of colour and antioxidant potential," *Food and Chemical Toxicology*, vol. 47, no. 11, pp. 2798-2805.

[50] Rostami. H., Farajzadeh. D., Hamedi. H., Falsafy. S. R., and Rostamabady. H., (2018). "Preparation of a functional, low calorie sponge cake through the incorporation of resistant starch and date syrup for improving the wellness of military personnel," *Journal of Military Medicine*, vol. 20, no. 4, pp. 382-390.

[51] Gómez. M., Oliete. B., Rosell. C. M., Pando. V., and Fernández. E., (2008). "Studies on cake quality made of wheat–chickpea flour blends," *LWT-Food Science and Technology*, vol. 41, no. 9, pp. 1701-1709.

[52] Ziobro. R., Witczak. T., Juszczak. L., and Korus. J., (2013). "Supplementation of gluten-free bread with non-gluten proteins. Effect on dough rheological properties and bread characteristic," *Food Hydrocolloids*, vol. 32, no. 2, pp. 213-220.

[53] Arunepanlop. B., Morr. C., Karleskind. D., and Laye. I., (1996). "Partial replacement of egg white proteins with whey proteins in angel food cakes," *Journal of Food Science*, vol. 61, no. 5, pp. 1085-1093.

[54] Pino. R. and González-Sanjosé. M. L., (2003)"Effects of brown pigments on the texture properties of bakery products,"*Melanoidins in Food and Health*, p. 120.

[55] Maghsudlu. Y., Ahmadi. E., Azizi. M., Alami. M., and Ghorbani. M., (2016). "Effect of resistant starch on physical and organoleptic attributes of sponge cakes,"*Journal of Food Research*, vol. 26, no. 2, pp. 161-174.

[56] Forghani .A, (2019). "synbiotic low-fat cake production using the bacteria lactobacillus acidophilus and physicochemical properties ,tissue and viability of probiotic bacteria," Master of science, Department of Food Sciences and Technology, Islamic azad University, Sabzavar.

[57] Jao.C. L, Huang. S. L., Wu, and Kuo-Chiang. H., (2011). "The study on SFLAB GanedenBC30 viability on baking products during storage," *Procedia Food Science*, vol. 1, pp. 1601-1609.

[58] Safarkhanloo S,& Abdolmaleki F. (2022). " The effect of adding kunjak gum on the Chemical, textural and sensory properties of tofu". *Journal of Food Science and Technology*. 19 (125) :59-72

[59]Kalhor,F., & abdolmaleki, F. (2022).Microbiological, Biochemical, and Organoleptic Properties of Probiotic Dairy Desserts Made from Camel Milk and Echinophora platyloba Extract Nanoemolsiun.*Research and Innovation in Food Science and Technology*, 11 (2):p. 183-198

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-30]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.136.12.0]
[DOI: 10.22034/FSCT.20.136.150]

Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Investigating the possibility of producing muffin cake with probiotic chocolate coating based on combination of modified potato starch with wheat starch

Sima Atashinbar[1], Farzaneh Abdolmaleki[2,*], Babak Ghiassi Tarzi[3]

1- M. Sc. Student of the Department of Food Science & Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

2- Assistant Professor of the Department of Food Science & Technology, Faculty of Industrial and Mechanical Engineering, Qazvin Branch, Islamic Azad University, Qazvin, Iran.

3- Associate Professor of the Department of Food Science & Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

ABSTRACT

The aim of the present study was to use wheat starch and modified potato starch instead of whole-wheat flour to prepare chocolate-coated muffins. For this purpose, wheat and potato starch were used in muffin preparation at 0-100, 10-10, 80-20, 25-75 and 30-70 levels, respectively. After preparing the samples, the best sample, which was very similar to the cake made of whole-wheat flour, was selected as the desired sample and covered with a chocolate layer containing the probiotic bacterium *Lactobacillus casei*. The results showed that with the removal of whole-wheat flour, the rheological, farinograph and extensograph were significantly ($p<0.05$) affected. The results showed by replacing whole-wheat flour with wheat starch and potato starch, the pH, moisture, protein, phenylalanine, ash, porosity and specific volume of muffins were decreased, while fat and firmness were increased. For the cake crumb by replacing the whole-wheat flour, the L*, a*, b* and browning index decreased while the total color changes significantly changed. The results of overall acceptability showed that there was no significant difference between control samples and muffins containing 20 and 25% of potato starch. Considering all the features, the muffin cake prepared from the 25% of modified potato starch and 75% of wheat starch was selected as the optimal sample and probiotic chocolate was used as a coating for during one week. The probiotic count did not show a significant decrease.

ARTICLE INFO

Article History:

Received:2022/6/5
Accepted: 2022/9/4

Keywords:

Muffin cake,

Phenylketonuria,

Modified potato starch,

Probiotic

DOI: 10.22034/FSCT.20.136.150
DOR:20.1001.1.20088787.1402.20.136.12.0

*Corresponding Author E-Mail:
fa.abdolmaleki@gmail.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-30]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.136.12.0]

[DOI: 10.22034/FSCT.20.136.150]