

اثر مکملهای پروتئین آب پنیر تغليظ شده و کازئین هیدرولیز شده بر ویژگیهای فیزیکو شیمیایی و حسی ماست پروپیوتیک

منیرالسادات شاکری^{۱*}، شهرام بیرقی طوسی^۱، سید علی مرتضوی^۲

۱- مری پژوهشی گروه پژوهشی صنایع غذایی، جهاد دانشگاهی مشهد، مشهد

۲- استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد

چکیده

در این پژوهش، اثرات غنی‌سازی شیر با پروتئین آب‌پنیر تغليظ شده (WPC) و کازئین هیدرولیز شده (CH) بر خصوصیات شیمیایی (pH و اسیدیته)، فیزیکی (قوام و آب‌اندازی) و حسی ماستهای تهیه شده با آغازگر پروپیوتیک تجاری حاوی لاکتوپاسیلوس اسیدوفیلوس، گونه‌های مختلف بیفیدوباکتریوم، لاکتوپاسیلوس بولگاریکوس و استرپتوكوکوس ترموفیلوس، مورد مطالعه قرار گرفت؛ به‌این‌منظور، شیر پس چرخ با ماده جامد ۱۰ درصد بازسازی گردید؛ سپس تیمارهای غنی‌کردن با WPC و CH و مخلوط WPC و CH (به نسبت برابر) به میزان ۱ و ۲ درصد، اعمال شد. برای مقایسه، از شیر پس چرخ بازسازی شده با ماده جامد ۱۱ و ۱۲ درصد به عنوان نمونه‌های شاهد استفاده گردید. پس از تلقیح آغازگر و گرمانه‌گذاری، تحمیر در pH=۴/۶ در ۲۱ روز در یخچال با دمای ۴°C نگهداری شدند. طبق نتایج بدست آمده، pH ماستهای غنی شده با WPC بالاتر و اسیدیته آنها نیز کمتر از سایر نمونه‌ها بود؛ همچنین، اسیدیته ماستهای غنی شده با مکملها ۰/۱۹ تا ۰/۱۲ درصد در مدت نگهداری افزایش یافت. ماستهای غنی شده با مکملها آب‌اندازی کمتر و قوام بیشتری نسبت به ماست شاهد داشتند. ماستهایی حاوی WPC کمترین مقدار آب‌اندازی و ماستهای حاوی CH یا WPC، بالاترین قوام را داشتند. با توجه به امتیاز پذیرش کلی مطلوب‌ترین نمونه‌ها از نظر داوران ماستهایی پروپیوتیکی غنی شده با مخلوط WPC و CH و ماستهای غنی شده با WPC بودند.

کلید واژگان: ماست پروپیوتیک، پروتئین آب‌پنیر تغليظ شده (WPC)، کازئین هیدرولیز شده (CH).

رشد باکتریهای آغازگر ماست در شیر سریعتر است در حالی که باکتریهای پروپیوتیک به آرامی در شیر رشد می‌کنند. بنابراین، برای رشد بهینه به یک مکمل خارجی مانند پیتیدها و اسیدهای آمینه نیاز دارند. لذا افزودن WPC^۱ و کازئین هیدرولیز شده (CH)^۲ می‌تواند باعث بهبود زندگانی مانند بیفیدوباکترها گردد [۳، ۴، ۵، ۶]. WPC حاوی پروتئینهای طبیعی با کیفیت و ضریب هضم بالا می‌باشد [۷]. دو آمینه مهم در WPC ها

۱- مقدمه

امروزه مصرف مواد غذایی که علاوه‌بر ارزش تغذیه‌ای، اثرات مثبت بر سلامتی انسان داشته باشند، بسیار مورد توجه قرار گرفته است. درین این مواد غذایی، مصرف فراورده‌های لبنی پروپیوتیک به‌ویژه ماست در اکثر نقاط دنیا با استقبال قابل توجهی روپرتو شده است [۸، ۹]. زندگانی باکتریهای پروپیوتیک به‌میزان نسبتاً بالا به‌منظور ایجاد این اثرات مثبت یکی از مهمترین نیازهای تولید این فراورده‌ها می‌باشد [۱۰].

1. Whey protein concentrate

2. Casein hydrolysate

* مسؤول مکاتبات: shakeri@acecr.ac.ir

می‌تواند اثر منفی بریافت ماست داشته باشد [۱۵]. اما درمورد افزودن مخلوط WPC و CH درماست گزارشی ارائه نشده است هرچند که اثر افزودن مخلوط WPC و کازئیناتها بر خواص فیزیکی ماست به وسیله رموف و همکاران بررسی شده است [۱۶]. نتایج آنها نشان داد افزودن مخلوط WPC و کازئینات به شیر می‌تواند گرانزوی ماست را بهبود دهد بدون آنکه در بافت ماست حالت دانه‌ای شدن^۱ بوجود آید.

به دلیل ارزش تغذیه‌ای بالای WPC‌ها و نیز آثار مثبت CH و WPC برپویژگیهای ماست بهویژه ماستهای پروویوتیک و اهمیت تولید فراوردهایی با قوام بهتر و آب‌اندازی کمتر این CH و WPC تحقیق با هدف مطالعه اثر غنی‌سازی شیر با WPC و به صورت جداگانه و مخلوط، برخصوصیات فیزیکوشیمیابی و حسی ماست پروویوتیک انجام شد.

۲- مواد و روشها

۱- مواد اولیه: برای تهیه شیر مورد نیاز برای تولید ماست از پودر شیر پس چرخ (SMP) تولیدی شرکت گلشناد مشهد و برای غنی‌سازی شیر پس چرخ از WPC865 و کازئین هیدرولیز شده 902 Vitalarmor تولیدی شرکت فرانسوی Armorproteines استفاده گردید [۱۷]. مشخصات این پودرها درجدول ۱، نشان داده شده است. لازم به ذکر است کازئین هیدرولیز شده مورد استفاده در این پژوهش از نوع غیر تلخ می‌باشد.

جدول ۱ مشخصات پودرهای مورد استفاده در این تحقیق

(برحسب درصد)

SMP	CH	WPC	ترکیبات
۳۲-۳۴	۸۸	۸۴	پروتئین
۰/۱	-	۰/۸	چربی
۳۸	-	۱	لاکتوز
-	۰/۱-۰/۲	۱/۷	پتاسیم
-	۰/۲-۰/۳	۰/۳۵	کلسیم
-	۱/۳-۱/۷	۱/۳	سدیم
-	۹۸	۹۹	حلالیت

1. Graininess

2. Skim milk powder

سیستین و سیستین می‌باشند که باعث ختی‌سازی سموم در بدن شده، همچنین پیش ساز قوی‌ترین آنتی اکسیدان بدن یعنی گلوتاتیون می‌باشند که مهم‌ترین ترکیب دفاعی بدن دربرابر ایجاد آب مروارید، سرطان و بیماری‌های حاصل از کهولت سن نظیر آزارایم، بیماری پارکینسون و تصلب شرائین محسوب می‌شود [۸]. هم اکنون استفاده از WPC به علت ارزش تغذیه‌ای بالا، اثرات مثبت در بافت و کاهش آب‌اندازی ماست و همچنین تأثیر مثبت آن بر بهبود رشد و زندگماندن آغازگرهای ماست بهویژه باکتریهای پروویوتیک در مدت نگهداری، مورد توجه است [۱].

تحقیقات زیادی درمورد غنی‌سازی ماست با WPC یا CH به طور جدآگانه در تولید ماست انجام شده است. مودلر و کالاب (۱۹۸۳) با بررسی ساختمان میکروسکوپی ماست غنی شده با سه نوع WPC تجاری و کازئین نشان دادند غنی کردن شیر با WPC، ماستی با بافت و قوام بهتر ایجاد می‌کند [۹]. مطالعات گرمان-گترالز و همکاران (۱۹۹۹) نشان داد ماست غنی شده با WPC نسبت به پودر شیر پس چرخ، بافت نرمر و آب‌اندازی کمتری دارد [۱۰]. آگوستین و همکاران (۱۹۹۹) نیز نشان دادند رابطه خطی بین آب‌اندازی و پروتئینهای آب‌پنیر دناتوره شده وجود دارد و مقدار پروتئین آب‌پنیر دناتوره شده اثر مهمی بر مقاومت ماستها به آب‌اندازی دارد [۱۱]. همچنین پاوانتیران و همکاران (۲۰۰۲) در آزمایش‌های خود به‌این نتیجه رسیدند چنانچه نسبت کازئین به پروتئین آب‌پنیر کاهش یابد حداقل مقاومت ژل ماست افزایش و آب‌اندازی کاهش می‌یابد [۱۲]. الیویرا و همکاران (۲۰۰۱) بامطالعه اثر پروتئین آب‌پنیر، پروتئین شیر و کازئین هیدرولیز شده، به طور جدآگانه برپویژگیهای شیرهای تخمیری پروویوتیک، نشان دادند بافت این فراوردها شدیداً به نوع مکمل بستگی دارد [۱۳]. تحقیقات دیو و شا (۱۹۹۸b) نشان داد استفاده از کازئین هیدرولیز شده درماست باعث افزایش گرانزوی می‌گردد [۱۴]. سودینی و همکاران (۲۰۰۵) نیز اثر سه نوع کازئین هیدرولیز شده را بر ساختار و خواص فیزیکی ماستهای پروویوتیکی بررسی کردند، مطالعات آنها نشان داد غنی کردن شیر با کازئین هیدرولیز شده به تنها یک،

۵-۲- آزمایش‌های فیزیکی: تمایل ماست به از دست دادن آب پنیر^۱ (آباندازی) باستفاده از سانتریفوژ یخچال‌دار HerolabFR18000 (آلمان، وايسلاچ) تعیین گردید. ابتدا گرم نمونه ماست در لوله‌های سانتریفوژ وزن شد و سپس لوله‌ها در سانتریفوژ با دور ۳۵۰g به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۴°C سانتریفوژ شدند. مایع جدا شده از نمونه که در قسمت بالای لوله جمع شده بود، خارج گردید و لوله‌ها مجدداً وزن شدند. مقدار آباندازی به صورت وزن آب از دست رفته در ۱۰۰ گرم ماست گزارش گشت [۲۱].

۶-۲- به منظور اندازه‌گیری قوام بوستویک، نمونه‌های ماست ابتدا به طور یکسان همزدهشدن تابافت یکنواخت پیدا کنند سپس در دمای ۱۰°C بوسیله قوام‌سنج بوستویک، مسافتی (cm) که سیال در مدت ۳۰ ثانیه طی می‌کرد، اندازه‌گیری و گزارش شد [۲۱، ۱].

۶-۲- ارزیابی‌های حسی: به منظور انجام آزمایشها ابتدا تعداد ۵ نفر داور از طریق ارزیابی احساس بویایی و چشایی آنها، انتخاب گردیدند [۱]. سپس نمونه‌های ماست به وسیله این داوران و با استفاده از آزمون هدونیک پنج امتیازی، از نظر ویژگی‌های حسی شامل ترشی، شیرینی، تلخی، عطر، طعم، بافت و پذیرش کلی مورد ارزیابی قرار گرفتند.

۷-۲- طرح آماری: آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد و داده‌های حاصل به وسیله نرم افزار آماری Minitab مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. میانگینهای اثر نوع مکمل و درصد آن در طول زمان ماندگاری بر صفت‌های مورد بررسی با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۰/۰۵ یا ۰/۰۱ مقایسه شدند.

۲-۲- کشت آغازگر: آغازگر تجاری ترموفیل MSK V10 شامل لاکتوپاسیلوس اسیدوفیلوس، گونه‌های مختلف بیفیدوباکتریوم، لاکتوپاسیلوس بولگاریکوس و سترپتوكوکوس ترموفیلوس به منظور تولید ماست پروپیوتیک از شرکت Danisco Niebull GmbH تهیه شد. این کشت به میزان مبهوسيله اسیدوتولیدمي کند و از آن در تولید فراورده‌های تخميری شير استفاده مي گردد [۱۸]. آغازگر طبق دستورالعمل شركت سازنده در وضعیت سترون فعال و آماده تلقیح شد. به منظور فعال‌سازی آغازگر از شیر پس چرخ بازسازی شده با ۱۰ درصد ماده جامد که در دمای ۹۰-۹۵°C به مدت ۴۵ دقیقه حرارت دیده بود، استفاده گردید [۱۹، ۲۰].

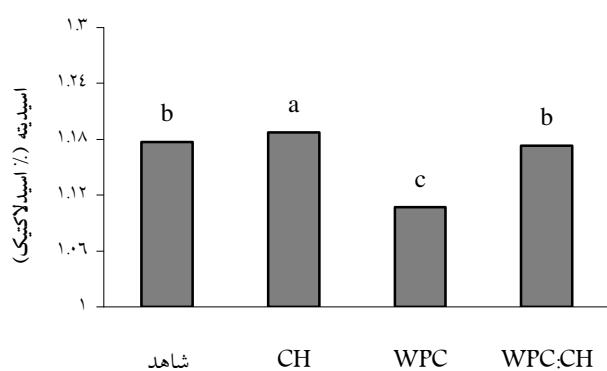
۳-۲- تولید ماست: ابتدا شیر پس چرخ با ماده جامد ۱۰ درصد بازسازی گردید. سپس تیمارهای غنی کردن با ۱ و ۲ درصد WPC، کازئین هیدرولیز شده و مخلوط WPC و کازئین هیدرولیز شده (به نسبت برابر)، انجام شد. درصدها به صورت وزنی - وزنی محاسبه شدند. برای مقایسه، از شیر پس چرخ بازسازی شده با ماده جامد ۱۱ و ۱۲ درصد به عنوان نمونه‌های شاهد استفاده گردید. پس از حل شدن کامل پودرهای مخلوطها در دمای ۸۵°C به مدت ۳۰ دقیقه پاستوریزه و سپس تا دمای ۴۰°C سرد شدند [۲۱، ۲۰، ۲۲، ۲۱]. شیرها با آغازگر پروپیوتیک به میزان ۵٪ (وزنی - حجمی) تلقیح گردیدند [۲۳]. پس از همزن و یکنواخت شدن مایه کشت، مخلوطها در ظروف دردار سترون توزیع و به گرمخانه با دمای ۴۰°C متعلق شدند. تخمیر پس از رسیدن به pH=۴/۶ متوقف گردید و نمونه‌ها در یخچال با دمای ۴°C قرار گرفتند. نمونه‌های ماست به مدت ۳ هفته در این دما نگهداری شدند و آزمایش‌های فیزیکوشیمیایی و حسی در روزهای اول، هفتم، چهاردهم و بیست و یکم انجام شد [۲۰، ۲۴].

۴-۲- آزمایش‌های شیمیایی: pH نمونه‌ها به وسیله pH سنج مدل Crison (اسپانیا، بارسلونا) و اندازه‌گیری اسیدیته ماستها طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۲۸۵۲ انجام شد [۲۵].

1.Whey

2. Bostwick consistency

۲-۱-۳- اسیدیته: نتایج نشان داد اسیدیته ماستهای غنی شده با WPC کمتر از سایر ماستها می‌باشد همانطور که pH آنها بالاتر از سایر ماستها بود. البته اسیدیته این ماستها تنها 0.07% نسبت به اسیدیته ماست شاهد کمتر می‌باشد و در مرور ماستهای حاوی CH با وجود اینکه اسیدیته آنها به طور معنادار ($P<0.01$) بالاتر از ماست شاهد است اما این تفاوت حدود 0.01 درصد می‌باشد (شکل ۲).



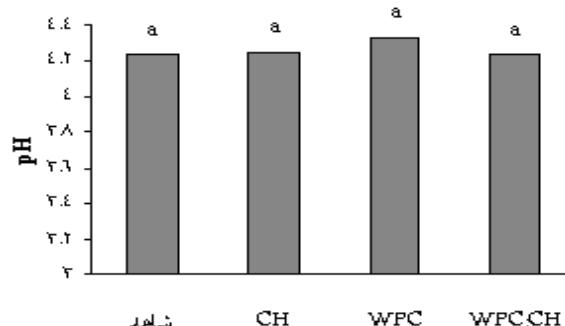
شکل ۲ اثر کازئین هیدرولیز شده (CH)، پروتئین آب پنیر تغليظ شده (WPC) و مخلوط یک به یک آنها (WPC:CH) بر اسیدیته ماستهای پروبیوتیک در مقایسه با ماست شاهد (تهیه شده از شیر پس چرخ بازسازی شده)

تغییرات اسیدیته ماستها نشان داد در بین انواع ماستها، اسیدیته ماستهای غنی شده با WPC به طور معنادار ($P<0.01$) در مدت ۲۱ روز نگهداری، افزایش یافت (شکل ۳). به طور کلی اسیدیته ماستهای غنی شده با انواع مکمل‌ها حدود 0.12% درصد در این مدت افزایش داشت. همچنین اسیدیته این ماستها نسبت به ماست شاهد با سرعت بیشتری افزایش یافت. تغییرات اسیدیته نمونه‌های ماست می‌تواند به دلیل اثر متفاوت مکملها بر رشد آغازگرهای ماست و تولید اسید به وسیله آنها باشد. دیو و شا (۱۹۹۸) نشان دادند در ماستهای غنی شده با CH در مدت نگهداری، اسیدیته افزایش می‌یابد [۳]. گنزالز-مارتینز و همکاران (۲۰۰۲) نیز مشخص کردند افزایش WPC به ماست، باعث افزایش اسیدیته در مدت ماندگاری می‌گردد [۲۱].

۳- نتایج و بحث

۱-۱-۳- ویژگیهای شیمیایی

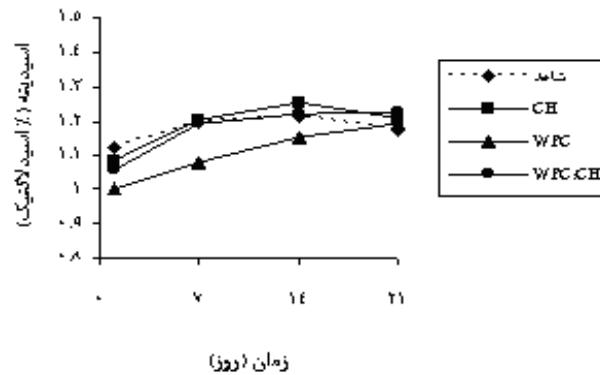
۱-۱-۳- pH: نتایج نشان داد pH ماستهای پروبیوتیک غنی شده با WPC بالاتر از سایر ماستهای پروبیوتیک بود؛ اما این افزایش تقریباً 0.1 واحد pH نسبت به نمونه شاهد می‌باشد. به طور کلی، اثر غنی کردن ماست با مکملها بر pH معنادار نبود (شکل ۱). قابل ذکر است دی‌برابندر و دی‌بیردمیکر (۱۹۹۹) نیز نشان دادند غنی کردن شیر پس چرخ با کازئینات سدیم یا پودر آب پنیر (به میزان $1/5\%$) بر pH ماست اثری نداشته است [۲۶]. گریگ (۱۹۸۴) و هاگانین (۱۹۹۹) نیز عنوان کردند غنی کردن شیر پس چرخ با WPC اثری روی pH ندارد [۲۷، ۲۸، ۲۹].



شکل ۱ اثر کازئین هیدرولیز شده (CH)، پروتئین آب پنیر تغليظ شده (WPC) و مخلوط یک به یک آنها (WPC:CH) بر pH ماستهای پروبیوتیک در مقایسه با ماست شاهد (تهیه شده از شیر پس چرخ بازسازی شده)

تغییرات pH در انواع ماستها در مدت ۲۱ روز نگهداری در 4°C معنادار نبود (داده‌ها نشان داده نشده‌اند). تحقیقات دیو و شا (۱۹۹۸) نیز نشان داد در ماستهای غنی شده با CH در مدت ۳۵ روز، تنها به میزان 0.3% واحد کاهش pH مشاهده گردید به عبارت دیگر pH ماستها در این محدوده ثابت ماند [۳]. همچنین مارتینز-دیانا و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند pH ماستهای غنی شده با WPC پس از ۲۱ روز نگهداری در 4°C تغییر معنادار نداشته است [۲]. مقایسه میانگینها نشان داد اثر درصد بر pH ماستها بی‌معنا بود (داده‌ها نشان داده نشده‌اند).

و همکاران (۲۰۰۲) نیز اشاره کردند ماستهای تهیه شده با پودر شیر پس چرخ نسبت به ماستهای حاوی WPC، آب اندازی بیشتری دارند [۲۱]. بسیاری از تحقیقات دیگر نیز نشان دادند WPC‌ها ظرفیت پیوند با آب را در دلمه ماست افزایش می‌دهند بنابراین برکاهش آب اندازی ماست موثر ندید [۲۱، ۲۸، ۲۹]. افزایش دناتوراسیون پروتئینهای آب پنیر باعث بهبود ظرفیت نگهداری آب و در نتیجه کاهش آب اندازی می‌گردد. همچنین مشخص شده است که دناتوراسیون بتالاکتوگلوبولین و برهمکنش آن با میسلهای کازئین بر خواص ژل در شیرهای تخمیری بسیار مؤثر است [۲۲]. به این منظور مارتین-دیانا و همکاران (۲۰۰۳) نیز برای اطمینان از دناتوراسیون کامل پروتئینهای آب پنیر، شیر مورد استفاده برای تولید ماست را در دمای 80°C به مدت ۳۰ دقیقه حرارت دادند [۲]. طبق نظر رموف و همکاران (۲۰۰۳) نیز حلالیت میسل کازئین در ماستهای غنی شده با WPC بیشتر از ماستهای حاوی کازئینات یا پودر شیر پس چرخ است. آنها مذکور شدند pH ماست (حدود ۴/۶) کمتر از pH ایزوالکتریک پروتئینهای آب پنیر (۵/۲) می‌باشد بنابراین ماست تهیه شده از WPC باید حاوی مقادیر نسبتاً بالایی از پروتئینهای آب پنیر با بر مثبت باشد که باعث می‌شود در این ماستها ظرفیت نگهداری آب نسبت به ماستهای تهیه شده با پودر شیر پس چرخ، بیشتر گردد [۱۶]. مودلر و کالاب (۱۹۸۳) نیز نشان دادند آب اندازی ماستهای غنی شده با کازئینات سدیم کمتر از ماست شاهد (تهیه شده با پودر شیر پس چرخ) بود [۹].



شکل ۳ تغییرات اسیدیته ماستهای پروپیوتیک غنی شده با کازئین هیدرولیز شده (CH)، پروتئین آب پنیر تغلیظ شده (WPC)، محلول یک به یک آنها (WPC:CH) و ماست شاهد (تهیه شده از شیر پس چرخ بازسازی شده) در مدت ۲۱ روز نگهداری در دمای 4°C .

همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود اثر متقابل نوع و درصد مکمل بر اسیدیته ماستها معنادار ($P < 0.01$) بود. در هر سه نوع مکمل، مقدار اسیدیته در سطح ۲٪ مکمل به طور معنادار بالاتر از ۱٪ بود. در ماست شاهد با ۱۲٪ ماده جامد نیز اسیدیته به طور معنادار بالاتر از ماست شاهد با ۱۱٪ ماده جامد بود.

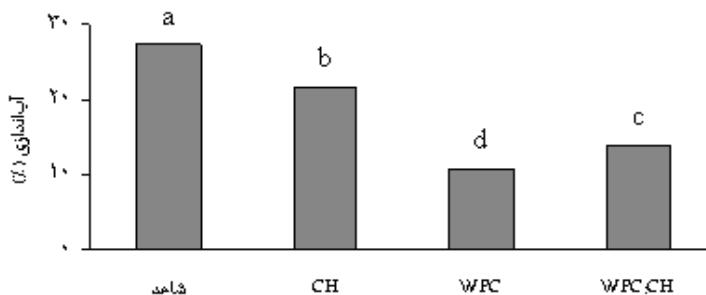
۲-۳- ویژگی‌های فیزیکی

- آب اندازی: نتایج نشان داد اثر نوع مکمل بر آب اندازی ماستها معنادار ($P < 0.01$) بود و ماستهای غنی شده با مکمل‌ها آب اندازی کمتری نسبت به ماست شاهد داشتند. همچنین ماست غنی شده با WPC با اختلاف معنادار، کمترین مقدار آب اندازی را داشت (شکل ۴). گنزالز- مارتینز

جدول ۲ اثر متقابل نوع و درصد مکمل بر اسیدیته، آب اندازی و فاصله بوستویک (قوام) ماستهای پروپیوتیک

نوع مکمل (%)	Shir p's چرخ ^۱ (شاهد)							
	پروتئین آب پنیر تغلیظ شده (WPC)				کازئین هیدرولیز شده (CH)			
Mixt CH & WPC	CH	WPC	WPC:CH	CH	WPC	WPC:CH	WPC	WPC
اسیدیته (%)	۱/۲۱±۰/۰۲ ^c	۱/۱۴±۰/۰۲ ^d	۱/۲۶±۰/۰۲ ^a	۱/۱۲±۰/۰۲ ^c	۱/۲۲±۰/۰۲ ^b	۰/۹۹±۰/۰۲ ^f	۱/۲۳±۰/۰۱ ^b	۱/۱۲±۰/۰۱ ^e
آب اندازی (%)	۱۰/۳۴±۰/۸۵ ^f	۱۷/۵±۰/۶۹ ^d	۱۴/۹۹±۰/۶۳ ^c	۲۸/۱۶±۱/۶۵ ^b	۱۰/۳۱±۰/۰۶ ^f	۱۱/۱۴±۰/۶۰ ^f	۲۴/۲۹±۱/۶۵ ^c	۲۰/۳۱±۲/۲۷ ^a
قوام (cm)	۷/۷۵±۰/۲۱ ^d	۱۱/۳۱±۰/۲۲ ^b	۵/۶۹±۰/۲۰ ^e	۹/۸۸±۰/۲۷ ^c	۵/۶۹±۰/۲۰ ^e	۱۰/۹۴±۰/۱۹ ^b	۱۲/۷۵±۰/۳۲ ^a	۱۳/۳۱±۰/۳۱ ^a

- ماست تهیه شده با شیر پس چرخ بازسازی شده در دو سطح ماده جامد ۱۱٪ و ۱۲٪ به عنوان شاهد در ردیف بین میانگین‌هایی که حروف غیر مشابه دارند، اختلاف معنادار ($P < 0.01$) وجود دارد.

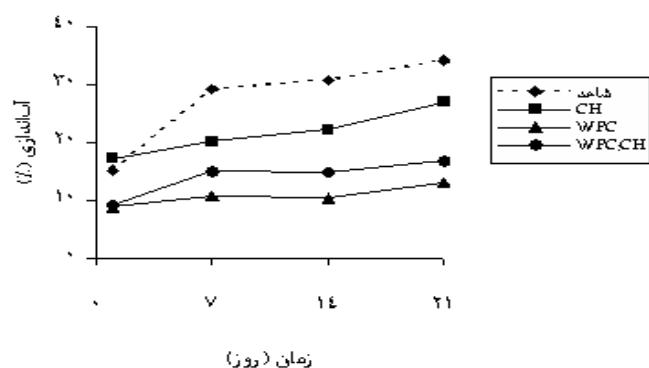


شکل ۴ اثر کازئین هیدرولیز شده (CH)، پروتئین آب‌پنیر تغلیظ شده (WPC) و مخلوط یک به یک آنها (WPC:CH) برآب‌اندازی ماستهای پروبیوتیک در مقایسه با ماست شاهد (تهیه شده از شیر پس چرخ بازسازی شده)

ماده جامد آب‌اندازی کاهش یافته است. این تغییرات در ماست حاوی WPC معنادار نبود. منصور و همکاران (۱۹۹۴) نیز نشان دادند با افزایش ماده جامد، آب‌اندازی ماست کاهش می‌یابد [۳۰]. طبق نظر مدلر و کلاب (۱۹۸۳) افزایش مقدار پروتئین، آب‌اندازی ماست را کاهش می‌دهد [۹].

۲-۲-۳- قوام بoustويك: نتایج نشان داد ماستهای غنی شده با مکمل‌ها به طور معنادار ($P<0.01$) قوام بیشتر (فاصله بoustويك کمتر) نسبت به ماست شاهد داشتند (شکل ۶). همچنین قوام ماست غنی شده با CH و ماست غنی شده با WPC بالاتر از سایر نمونه‌ها بود. تحقیقات بسیاری از پژوهشگران نشان می‌دهد ماستهای غنی شده با کازئین اغلب ژل سفت‌تری نسبت به ماستهای غنی شده با پروتئین‌های آب‌پنیر دارند [۹، ۲۱، ۳۱]. الیورا و همکاران (۲۰۰۱) نشان دادند سفتی ماست بستگی به ماده جامد کل، مقدار پروتئین و نوع پروتئین دارد و ماستهای غنی شده با CH نسبت به ماستهای غنی شده با پودر آب‌پنیر بافت سفت‌تر و گرانروی بیشتری دارند [۱۳]. از سویی تحقیقات سودینی و همکاران (۲۰۰۵) نشان داد ماستهای غنی شده با g L⁻¹ ۰/۲۵ کازئین هیدرولیز شده به طور معنادار گرانروی کمتری نسبت به ماست شاهد دارند. این نتایج با تحقیق دیگر آنها که از کازئین هیدرولیز شده به مقدار ۵/۳٪ برای غنی‌سازی استفاده شده بود، مطابقت داشت. این موضوع با نتایج دیو و همکارش (۱۹۸۸b) یکسان نبود. آنها این تفاوت در نتایج را ناشی از اختلاف در سطوح مکمل و نیز تفاوت

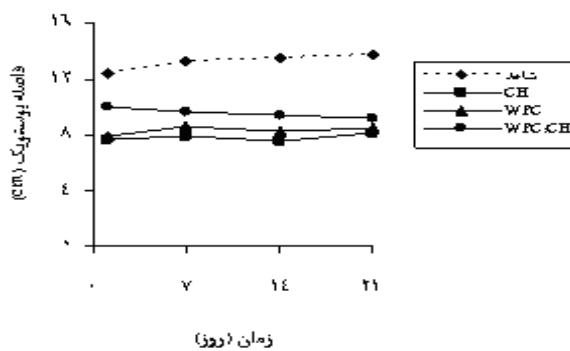
تغییرات آب‌اندازی انواع ماستها در مدت نگهداری در ۴°C مشخص کرد میزان تغییرات ماستهای غنی شده با مکمل‌ها نسبت به ماست شاهد، کمتر بود و آب‌اندازی ماست شاهد با سرعت بیشتری افزایش یافت (شکل ۵). به ویژه در ماستهای غنی شده با WPC روند تغییرات آب‌اندازی کندرتر بود که این مسئله می‌تواند باعث مطلوبیت این نوع از ماستها در مدت نگهداری در یخچال باشد. به جز در ماستهای حاوی CH، در سایر ماستها مقدار آب‌اندازی در روز هفتم و چهاردهم تقریباً ثابت باقی ماند.



شکل ۵ تغییرات آب‌اندازی در ماستهای پروبیوتیک غنی شده با کازئین هیدرولیز شده (CH)، پروتئین آب‌پنیر تغلیظ شده (WPC)، مخلوط یک به یک آنها (WPC:CH) و ماست شاهد (تهیه شده از شیر پس چرخ بازسازی شده) در مدت ۲۱ روز نگهداری در دمای ۴°C

همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، غنی کردن ماست با ۲٪ CH یا مخلوط WPC و CH نسبت به سطح ۱٪ مقدار آب‌اندازی را به طور معنادار ($P<0.01$) کاهش داده است. تغییرات در ماست شاهد نیز مشابه است و با افزایش

تغییرات فاصله بوسوئیک در ماستهای غنی شده با انواع مکمل‌ها در مدت ۲۱ روز نگهداری، معنادار نبود (شکل ۷). قوام ماستهای حاوی مخلوط WPC و CH در این مدت، به تدریج افزایش یافت که طبق نظر الیورا و همکاران (۲۰۰۱) می‌تواند به دلیل افزایش سفتی بافت در دمای پایین باشد [۱۳] گرچه این تغییرات معنادار نبود. اما در ماستهای غنی شده با CH یا WPC قوام به تدریج کاهش یافت.



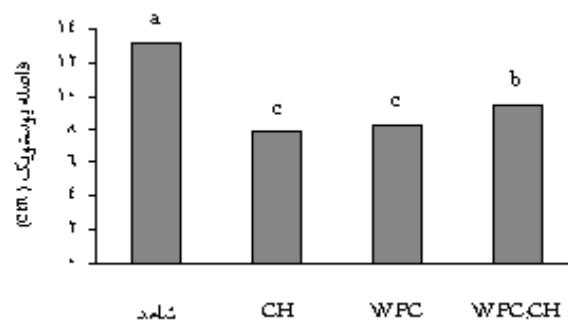
شکل ۷ تغییرات فاصله بوسوئیک در ماستهای پروپیوتیک حاوی کازئین هیدرولیز شده (CH)، پروتئین آب‌پنیر تغلیط شده (WPC)، مخلوط یک به یک آنها (WPC:CH) و ماست شاهد (تهیه شده از شیر پس چرخ بازسازی شده) در مدت ۲۱ روز نگهداری در دمای 4°C

همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود در هر سه نوع ماست حاوی ۰.۲٪ مکمل، فاصله بوسوئیک به طور معنادار $P<0.01$ کمتر از سطح ۰.۱٪ مکمل بود. به عبارت دیگر قوام این ماستها بالاتر بود اما در ماست شاهد، قوام نمونه‌های دارای ۱۲٪ ماده جامد اختلاف معنادار با نمونه‌های دارای ۱۱٪ ماده جامد نداشت. نتایج سایر تحقیقات نیز نشان داده است با افزایش ماده جامد، قوام ماستها افزایش می‌یابد [۱، ۳۰]. همچنین افزایش مقدار پروتئین، مقاومت ژل ماست را افزایش می‌دهد [۹].

۳-۳- ویژگی‌های حسی

مقایسه میانگینها نشان داد امتیاز شیرینی، ترشی، تلخی، عطر و طعم ماستهای پروپیوتیک غنی شده با سه نوع مکمل، اختلاف معنادار با ماست شاهد نداشتند و امتیاز عطر و طعم ماستهای پروپیوتیک در حد مبهم سیله (۳) بود. اما ماستهای

در دستگاه‌های اندازه‌گیری گرانزوی دانستند [۱۴، ۱۵]. مارتین-دیانا و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند افزایش مقدار پروتئین‌های آب‌پنیر و دناتوره شدن آنها قبل از تخمیر شدیدا بر افزایش گرانزوی ماست مؤثر است که این مسئله می‌تواند به دلیل افزایش ظرفیت پیوند پروتئینها با یکدیگر باشد [۲]. البته برخی محققان هم گزارش کردند گرانزوی ماست غنی شده با WPC کمتر از ماست تهیه شده با پودر شیر پس چرخ می‌باشد که خلاف نتایج بدست آمده در این تحقیق هستند [۲۰، ۲۱]. طبق نظر پاآنتیران و همکاران (۲۰۰۲) این اختلاف‌ها می‌تواند به دلیل تفاوت در روش تولید WPC باشد که بر خواص عملکرنده بسیار مؤثر است. تاثیر PC WPC بر خواص رئولوژیکی ماست شدیدا به مقدار پروتئین WPC بستگی دارد [۱۲]. البته همانطور که در شکل ۶ مشاهده می‌شود، اختلاف قوام ماستهای غنی شده با WPC و ماستهای غنی شده با CH معنادار نبود که ممکن است اولاً به دلیل اثر مثبت دناتوره شدن پروتئین‌های آب‌پنیر بر افزایش گرانزوی ماست و ثانیاً اثر مثبت WPC بر افزایش تولید مواد اگزولپی ساکاریدی به مسیله آغازگر مورد استفاده باشد. زیسو و شا (۲۰۰۳)، نشان دادند رشد/سترتپیکوکوس ترموفیلوس و تولید اگزولپی ساکاریدها با افزودن WPC392 تحت تاثیر قرار می‌گیرد [۳۲]. از سویی نتایج تحقیقات لاتور و همکارانش (۲۰۰۳) نشان داد استفاده از آغازگرهای تولید کننده مواد اگزولپی ساکاریدی، بافت سفت‌تری در فراورده‌های شیری تخمیری ایجاد کرده است [۲۴].



شکل ۶ اثر کازئین هیدرولیز شده (CH)، پروتئین آب‌پنیر تغلیط شده (WPC)، مخلوط یک به یک آنها (WPC:CH) بر فاصله بوسوئیک بر ماستهای پروپیوتیک در مقایسه با ماست شاهد (تهیه شده از شیر پس چرخ بازسازی شده)

۵- منابع

- [1] شاکری، منیرالسادات. ۱۳۸۲. بررسی اثر پساب کره بر ویژگیهای فیزیکوشیمیایی، میکروبی و ارگانولپتیکی ماست پروبیوتیک. پایاننامه کارشناسی ارشد. دانشگاه فردوسی مشهد.
- [2] Martin-Diana, A. B., Janer, C., Pelaez, C., & Requena, T. 2003. Development of a fermented goat's milk containing probiotic bacteria. *Intl. Dairy J.* 13: 827-833.
- [3] Dave, R. I., & Shah, N. P. 1998. Ingredient supplementation effects on viability of probiotic bacteria in yogurt. *J. Dairy Sci.* 81: 2804-2816.
- [4] Janer, C., Pelaez, C. & Requena, T. 2004. Caseinomacropeptide and whey protein concentrate enhance *Bifidobacterium lactis* growth in milk. *Food Chem.* 86: 263-267.
- [5] Shihata, A., & Shah, N. P. 2000. Proteolytic profiles of yoghurt and probiotic bacteria. *Intl. Dairy J.* 10: 401- 408.
- [6] Shihata, A., & Shah, N. P. 2002. Influence of addition of proteolytic strains of *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* to commercial ABT starter cultures on texture of yoghurt, exopolysaccharide production and survival of bacteria. *Intl. Dairy J.* 12: 765-772.
- [7] King, L. 1996. Whey protein concentrate as ingredients. *Food Technol. Europe.* 3(1): 88-89.
- [8] Anonymous. 2001. www.immunepro.com/wpc-report.html
- [9] Modler, H.W., & Kalab, M. 1983. Microstructure of yogurt stabilized with milk protein. *J. Dairy Sci.* 66: 430-437.
- [10] Guzman-Gonzalez, M., Morais, F., Ramos, M., & Amigo, L. 1999. Influence of skimmed milk concentrate replacement by dry dairy products in a low fat set-type yoghurt model system. I: Use of whey protein concentrates, milk protein concentrates and skimmed milk powder. *J. Sci. Food Agric.* 79: 1117-1122.
- [11] Augustin, M. A., Cheng, L. J., & Clarke, P. T. 1999. Effects of preheat treatment of milk powder on the properties of reconstituted set skim yogurt. *Intl. Dairy J.* 9: 415-416.
- [12] Puwanenthiran, A., Williams, R. P. W., & Augustin, M. A. 2002. Structure and viscoelastic properties of set yoghurt with altered casein to whey protein ratios. *Intl Dairy J.* 12(4): 383-391.
- [13] Oliveira, M. N., Sodini, I., Remeuf, F., & Corrieu, G. 2001. Effect of milk supplementation and microbiological

پروبیوتیک غنی شده با ۰.۱٪ مکمل به طور معنادار ($P < 0.01$) امتیاز طعم بالاتری نسبت به ۰.۲٪ مکمل داشتند. از نظر امتیاز بافت ماستهای غنی شده با مخلوط WPC و CH و ماستهای غنی شده با WPC بالاترین امتیاز را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). به طور کلی امتیاز بافت ماستهای غنی شده با مکمل‌ها بالاتر از ماست شاهد بود که با نتایج قوام بوستویک ماستها مطابقت دارد.

ماستهای غنی شده با مخلوط WPC و CH و ماستهای غنی شده با WPC، به ترتیب دارای بالاترین امتیاز پذیرش کلی بودند (جدول ۳). البته امتیاز پذیرش کلی تمام ماستهای پروبیوتیک در حد مبهوسیله و بالا بود. تغییرات پذیرش کلی در نمونه‌های ماست غنی شده با ۱ و ۲ درصد از انواع مکمل‌ها معنادار نبود (داده‌ها نشان‌داده نشده‌اند).

جدول ۳ اثر نوع مکمل بر امتیاز بافت و پذیرش کلی ماستهای پروبیوتیک

نوع مکمل	پروتئین آب پنیر کازین‌هیدرولیز مخلوط (CH) و شده (WPC)	شیر پس چرخ ترکیب (WPC) (شاهد)	نوع مکمل	پروتئین آب پنیر کازین‌هیدرولیز مخلوط شده (WPC)	بافت
۳/۴۸ ^a	۲/۹۷ ^b	۳/۲۷ ^{ab}	۲/۸۸ ^b	۳/۴۷ ^a	۳/۰۶ ^b
	۳/۰۱ ^b	۳/۲۶ ^{ab}			پذیرش کلی

در هر ردیف بین میانگینهایی که حروف غیر مشابه دارند، اختلاف معنادار وجود دارد. ($P < 0.05$)

۴- نتیجه‌گیری

غنسازی شیر با CH یا WPC در تولید ماست پروبیوتیک می‌تواند بهبود آب اندازی و قوام محصول را در پی داشته باشد. از طرفی استفاده از مخلوط WPC و CH نیز می‌تواند بافت و طعم مورد پذیرش مصرف کنندگان را ایجاد کند. در مجموع می‌توان گفت استفاده از ۱ تا ۲ درصد WPC یا مخلوط WPC و CH در تولید ماست پروبیوتیک با ویژگیهای فیزیکوشیمیایی و حسی مناسب، مؤثر خواهد بود.

- [24]La Torre, L., Tamime, A. Y., & Muir, D. D. (2003). Rheology and sensory profiling of set-type fermented milks made with different commercial probiotic and yoghurt starter cultures. *Intl. J. Dairy Technol.* 56(3): 163-170.
- [۲۵] استاندارد ملی ایران(شماره ۲۸۵۲). ۱۳۷۳. روش تعیین اسیدیته کل و pH یا تراکم یونهای H^+ در شیر و فراورده‌های آن. چاپ دوم.
- [26]De Brabandere, A. G. & De Baerdemaeker, J. G. 1999. Effects of process conditions on the pH development during yogurt fermentation. *J. Food Eng.* 41: 221-227.
- [27]Greig, R. I. W., & Harris, A. 1983 . Use of whey protein concentrate in yogurt. *Dairy Ind. Intl.* 48(10) : 17-19.
- [28]Greig, R. I. W., & Kan, J. V. 1984. Effect of whey protein concentrate on fermentation of yogurt. *Dairy Ind. Intl.* 49(10): 28-29.
- [29]Hugunin, A. 1999.Whey products in yogurt and fermented dairy products. U.S. Dairy Export Council.
- [30]Mansour, A. A., Khalifa, M. Y. & Hanafy, N. M. 1994. Utilization of some dairy by-products in yoghurt manufacture. *Egypt. J. Food Sci.* 22(1): 87-97.[31]Rodriguez-Serrano, G. M., Perez-Hernandez, G., Gallardo, F., Gomez-Ruiz, L. & Garcia-Garibay, M. (2002). Performance of yogurt cultures during the fermentation of whey concentrated by ultrafiltration for the elaboration of a fermented beverage. *Milchwissenschaft*. 57(9/10): 540-543.
- [32]Zisu, B. & Shah, N. P. 2003. Effect of pH, temperature, supplementation with whey protein concentrate and adjunct cultures on the production of exopolysaccharides by *Streptococcus thermophilus* 1275. *J. Dairy Sci.* 86: 3405-3415.
- stability of fermented milks containing probiotic bacteria. *Intl. Dairy J.* 11: 935-942.
- [14]Dave, R. I., & Shah, N. P. 1998 b. The influence of Ingredient supplementation on the textural characteristics of yogurt. *Aust. J. Dairy Technol.* 53(3): 180-184.
- [15]Sodini, I., Lucas, A., Tissier, J. P., & Corrieu, G. 2005. Physical properties and microstructure of yoghurts supplemented with milk protein hydrolysates. *Intl. Dairy J.* 15: 29-35.
- [16]Remeuf, F., Mohammed, S., Sodini, I., & Tissier, J. P. 2003. Preliminary observations on the effects of milk fortification and heating on microstructure and physical properties of stirred yogurt. *Intl. Dairy J.* 13: 773-782.
- [17]Anonymous. 2005. www. Armor-proteines.com.
- [18]Anonymous. 1997. Wisby starter cultures and media. Product guide. Danisco Niebull GmbH, Niebull, Germany.
- [19]Dave, R. I. & Shah, N. P. 1996. Evaluation of media for selective enumeration of *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacteria*. *J. Dairy Sci.* 79: 1529-1536.
- [20]Kristo, E., Biliaderis, C. G. & Tzanetakis, N. 2003. Modelling of the acidification process and rheological properties of milk fermented with a yogurt starter culture using response surface methodology. *Food Chem.* 83(3): 437-446.
- [21]Gonzalez-Martinez, C., Becerra, M., Chafer, M., Albors, A., Carot, J. M., & Chiralt, A. 2002. Influence of substituting milk powder for whey powder on yoghurt quality. *Trends Food Sci. Technol.* 13:334-340.
- [22]Tamime, A. Y., & Robinson, R. K. 1999. "Yoghurt science and technology". 2nd edition. CRC press. BocaRaton. 24-71.
- [23]Arunachalam, K. D. (1999). Role of bifidobacteria in nutrition, medicine and technology. *Nutr. Res.* 19(10): 1559-1597.

Effect of WPC and Casein Hydrolysate Supplementation on Physicochemical and Sensory Properties of Bioyogurt

Shakeri M.^{1*}, Beiraghi-Toosi S.¹, Mortazavi A.²

1- Research instructor, Department of Food Technology, Iranian Academic Center for Education Culture and Research (ACECR) - Mashhad branch, Mashhad, Iran.

2- Professor, Department of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

The aim of this research was to study the effects of whey protein concentrate (WPC) and casein hydrolysate (CH) on chemical (pH and titratable acidity), physical (consistency and syneresis) and sensory properties of yogurt containing probiotic bacteria. Reconstituted skim milk at 10% total solids was fortified with 1 and 2% of WPC, CH and blend of them (WPC to CH ratios of 1:1). Reconstituted skim milks were made with 11 and 12% total solids as control. Bioyogurts were prepared with commercial probiotic starter culture (*Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium* sp., *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*). Fermentation was stopped at pH=4.6 and samples stored at 4°C for 21 days. Addition of WPC resulted in the highest pH value and the lowest titratable acidity. Acidity values of supplemented bioyogurt samples increased between 0.12 - 0.19% during 21 days of storage. Moreover syneresis of these yogurts was lower and their consistency was higher than control. Bioyogurts containing WPC had the lowest syneresis and samples containing CH or WPC had the highest consistency. With regards to total acceptability, the best samples were bioyogurts supplemented with WPC and blend of WPC and CH.

Key words: Bioyogurt, Probiotic, Whey protein concentrate (WPC), Casein hydrolysate (CH).

* corresponding author E-mail address: shakeri@acecr.ac.ir