Archive of SID

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 12:39 IRDT on Monday July 27th 2020

اثر استفاده از مقادیر مختلف ایزوله پروتئین آب‌پنیر و صمغ خرنوب بر ویژگی‌های کیفی ماست قالبی بدون چربی

مهسا هادی[1]، مصطفی سلطانی[2و3*]، سوده محمدی[4]

1- دانشجوی کارشناسی‌ارشد، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده داروسازی، علوم پزشکی تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
2- استادیار گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده داروسازی، علوم پزشکی تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
3- مرکز تحقیقات علوم تغذیه و صنایع غذایی، علوم پزشکی تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
4- دانشجوی کارشناسی‌ارشد، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده داروسازی، علوم پزشکی تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

(تاریخ دریافت: 98/05/06 تاریخ پذیرش: 98/08/19)

چکیده

استفاده از جایگزین‌های چربی شیر در تولید فرآورده‌های لبنی به‌منظور کاهش ابتلا به بیماری‌های مزمن و کاهش میزان کالری دریافتی بسیار موردتوجه است. بااین‌حال محصولات لبنی تولیدشده از شیر کم‌چرب یا شیر بدون چربی دارای نقایصی درزمینه ویژگی‌های بافتی و حسی هستند. هدف این مطالعه بررسی اثر استفاده از مقادیر مختلف ایزوله پروتئین آب‌پنیر و صمغ خرنوب بر روی ویژگی‌های کیفی ماست بدون چربی بود. به این منظور نمونه‌های ماست قالبی با استفاده از شیر بدون چربی (کمتر از 0/1 ٪)، صمغ خرنوب در مقادیر $0/25g.L^{-1}$ و $0/5g.L^{-1}$، ایزوله پروتئین آب‌پنیر در مقادیر $g.L^{-1}$ 5 و $10g.L^{-1}$ ، و ترکیب صمغ خرنوب با ایزوله پروتئین آب‌پنیر به ترتیب در نسبت‌های $10g.L^{-1}$ + $0/25g.L^{-1}$ ، $5g.L^{-1}$ + $0/5g.L^{-1}$ تولید شدند. هم‌چنین تیمارهای شاهد با استفاده از شیر کامل (3 % چربی) و شیر بدون چربی (کمتر از 0/1 ٪) تولید شدند. نمونه‌های تولیدشده به مدت 15 روز در دمای 4±1°C قرار گرفتند و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی آن‌ها در طول دوره‌ی نگهداری مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج آزمون‌های مختلف نشان داد که استفاده از درصدهای مختلف ایزوله پروتئین آب‌پنیر و صمغ خرنوب تأثیر معناداری بر ویژگی‌های pH، اسیدیته، آب اندازی، ظرفیت نگهداری آب، ویسکوزیته، سختی بافت، کشسانی، پیوستگی، چسبندگی، ظاهر و رنگ، قوام و بافت، بو و مزه و پذیرش کلی ماست قالبی داشت ($p<0/05$). با گذشت زمان در همه‌ی تیمارها ظرفیت نگهداری آب، اسیدیته، ویسکوزیته و سختی بافت به‌طور معناداری افزایش یافته و pH، آب اندازی و امتیاز مزه و بو دچار کاهش معناداری شد($p<0/05$). نتایج کلی نشان داد که با استفاده از تیمارهای ماست حاوی $5g.L^{-1}$ و $10g.L^{-1}$ایزوله پروتئین آب‌پنیر و$g.L^{-1}$ 10 ایزوله پروتئین آب‌پنیر + $0/25g.L^{-1}$ صمغ خرنوب در فرمولاسیون تولید ماست قالبی بدون چربی، می‌توان محصول نهایی دارای قابل‌قبول‌ترین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی را تولید کرد.

کلید واژگان: ماست قالبی، شیر بدون چربی، صمغ خرنوب، ایزوله پروتئین آب‌پنیر، ویژگی‌های کیفی

*مسئول مکاتبات: m.soltani@iaups.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 12:39 IRDT on Monday July 27th 2020

1- مقدمه

فرآورده‌های لبنی به دلیل خواص سلامتی بخش و مفید به میزان زیادی مورداستفاده قرار می‌گیرند و در سال‌های اخیر با افزایش سطح آگاهی مردم، تمایل به مصرف لبنیات کم‌چرب با افزایش چشمگیری روبرو بوده است. ازآنجاکه در بین محصولات لبنی، ماست یکی از پرمصرف‌ترین فرآورده تخمیری شیری در جهان و ایران است، کاهش یا حذف کامل چربی در آن راهکار مناسبی در کاهش محتوای چربی توسط مصرف‌کنندگان می‌باشد [1]. استفاده از جایگزین‌های چربی یکی از شرایط بهبودیافته‌ای است که علاوه بر کاهش میزان کالری دریافتی، خواص مطلوبی را مثل کمک به کاهش میزان چربی اشباع، کاهش مصرف انرژی برای بهبود سلامتی، افزایش دلپذیری غذا بدون افزایش میزان چربی و کاهش ایجاد چاقی، بیماری‌های خاص و مزمن در محصول همراه دارد[2]. انواع مختلف جایگزین‌های چربی بر پایه‌ی پروتئین، چربی و کربوهیدرات‌ها می‌باشند که هر یک از این موارد محاسن و معایب خاص خود را داشته و خواص عملکردی متفاوتی را از خود نشان می‌دهند. در سیستم‌های غذایی با استفاده از دو یا چندین جایگزین چربی می‌توان به مقبولیت بیشتر رسید[3]. با توجه به این‌که وجود چربی در شیر تا حد زیادی بر ویژگی‌های حسی و طعم ماست‌های تولیدشده تأثیرگذار می‌باشد، کاهش میزان چربی موجب تغییر در طعم و ویژگی‌های حسی ماست می‌گردد. در پژوهش‌های صورت گرفته در راستای جایگزینی هیدروکلوئیدها به‌جای چربی شیر، انواعی از صمغ‌ها مانند صمغ کتیرا، صمغ گوار، صمغ عربی و هیدروکلوئید دانه اسفرزه جایگزین چربی شیر شده و باعث بهبود خواص بافتی و حسی در محصول ماست و حفظ ویسکوزیته آن در حد مطلوب شده‌اند. همچنین اثرات مطلوب استفاده از پودر پساب کره، مالتودکسترین، ژلاتین، نشاسته ذرت، اینولین و کنسانتره پروتئین آب‌پنیر به‌عنوان جایگزین چربی شیر، بر روی ویژگی‌های حسی و شیمیایی ماست در پژوهش‌های پیشین گزارش‌شده است[4]. نتایج مطالعات کاستیلا و همکاران (2004) نشان داده که ماست‌های حاوی ایزوله پروتئین آب‌پنیر (WPI)[1] خصوصیات ویسکوالاستیک مشابه ماست شاهد پرچرب دارند ولی افزودن میکروپارتیکل آب‌پنیر به‌تنهایی و یا همراه با افشره آب‌پنیر در خصوصیات رئولوژیکی ماست‌های کم‌چرب بهبودی را ایجاد نمی‌کند[2]. عزیزی نیا و همکاران (2008) پژوهشی در ارتباط با استفاده از کنسانتره پروتئین آب‌پنیر (WPC)[2] و کتیرا به‌عنوان جایگزین چربی در ماست بدون چربی انجام دادند. نتایج نشان داد که افزایش میزان WPC منجر به افزایش مواد جامد کل، پروتئین کل، اسیدیته و خاکستر شد. درحالی‌که کتیرا بر پارامترهای شیمیایی تأثیر نگذاشته و همچنین افزایش WPCباعث ایجاد یک ساختار مجتمع متشکل از ذرات کازئین و تجمعات بزرگ‌شده و باعث افزایش استحکام ماست و کاهش آب اندازی شد[5]. صمغ دانه خرنوب(LBG)[3]، یک صمغ گیاهی گالاکتامانان استخراج‌شده از دانه‌های درخت خرنوب است که اکثراً در نواحی مدیترانه‌ای یافت می‌شود. از غلاف‌های طویل گیاه خرنوب که روی درخت می‌رویند، برای استخراج این صمغ استفاده می‌شود. این صمغ به‌صورت پودر با رنگ سفید تا کرم وجود دارد و عمدتاً از پلی ساکارید هیدروکلوئیدی با وزن ملکولی بالا تشکیل می‌شود. در هر دو آب سرد و گرم قابل پخش بوده که یک سول با pH بین 5/4 تا 7 ایجاد می‌کند که می‌تواند به‌وسیله افزایش مقادیر کم بورات سدیم به یک ژل تبدیل شود. نزدیک به 35٪ از مواد موجود در خرنوب، کربوهیدرات‌های با ساختار مولکولی ساده می‌باشند و حدود 40٪ آن از نشاسته با ساختار مولکولی پیچیده تشکیل یافته است. میزان چربی خرنوب بسیار کم و در حدود 1٪ است[7 و6]. ایزوله پروتئین آب‌پنیر(WPI)، به آن دسته از فرآورده‌های پروتیئنی آب‌پنیر گفته می‌شود که میزان پروتئین آن‌ها حداقل 90 % می‌باشد. در تولید این محصولات علاوه بر روش‌های اولترافیلتراسیون و دیافیلتراسیون، از فرآیندهای میکروفیلتراسیون و یا کروماتوگرافی نیز کمک گرفته می‌شود. ایزوله پروتئین آب‌پنیر یکی از کامل‌ترین فرم‌های پروتئین در دسترس است و به دلیل اینکه کربوهیدرات،

1. Whey Protein Isolate
2. Whey Protein Concentrate
3. Locust Bean Gum

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 12:39 IRDT on Monday July 27th 2020

چربی، کلسترول و لاکتوز کمی دارد، معمولاً به‌عنوان یک مکمل دارای خلوص بالای پروتئین مورداستفاده قرار می‌گیرد. علاوه بر این، این ماده دارای مقادیر بالایی از لوسین، سیستئین و آمینواسید است. استفاده از ایزوله پروتئین آب‌پنیر، احتمالاً منجر به افزایش مواد جامد کل، پروتئین کل و اسیدیته شده و با ایجاد یک ساختار مجتمع متشکل از ذرات کازئین و پروتئین‌های آب‌پنیر، موجب استحکام بافت ماست و کاهش میزان آب اندازی می‌گردد[8].

با توجه به مطالب ذکرشده، هدف از این مطالعه اثر استفاده از مقادیر مختلف ایزوله پروتئین آب‌پنیر و صمغ خرنوب بر روی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافت و ویژگی‌های حسی ماست قالبی بدون چربی می‌باشد.

2- مواد و روش‌ها

شیر خام کامل گاو (3% چربی) و شیر بدون چربی مورداستفاده برای تهیه نمونه‌های آزمایشی از کارخانه پگاه تهران تهیه گردید. استارتر مورد استفاده شامل *استرپتوکوکوس ترموفیلوس* و *لاکتوباسیلوس بولگاریکوس* از کمپانی کریستین هانسن دانمارک و صمغ خرنوب از شرکت پویان تهیه شدند. به‌منظور آماده‌سازی نمونه‌های ماست، ابتدا شیر خام کامل گاو (3٪ چربی) تا 50°C حرارت داده شد و مقدار چربی آن در حد کمتر از 0/1 ٪ استاندارد شد سپس شیر بدون چربی به 6 قسمت مساوی تقسیم شده و مطابق با جدول 1 به هر یک از این قسمت‌ها WPI (که در 26گرم از آن 88/46% پروتئین، 3/84% کربوهیدرات، 1/92% چربی و 0/92% کلسیم موجود می‌باشد) و LBG اضافه شد. مقادیر WPI و LBG اضافه شده با استفاده از پیش آزمون‌های انجام شده تعیین شد. نمونه شاهد نیز از شیر کامل (3 %چربی) و شیر بدون چربی (کمتر از 0/1٪ چربی) تهیه شد. به کلیه قسمت‌های فوق در دمای 60°C شیر خشک بدون چربی (2%) اضافه‌شده و سپس همه قسمت‌ها در دمای 90 °C به مدت 5 دقیقه تحت فرآیند حرارتی قرار داده شد. پس از سرد شدن تیمارها تا دمای 44±1°C، استارتر ماست (3%) به نمونه ها تلقیح شد. سپس کلیه‌ی تیمارها در دمای 42±1°C تا رسیدن pH نمونه‌ها به 4/6 نگهداری شده و بعد به سردخانه با دمای 4°C انتقال یافته و در این دما به مدت 15 روز انبارداری شد. کلیه‌ی آزمایش‌ها در روزهای 1، 8 و 15 از دوره‌ی انبارداری انجام شدند.

Table 1 Presentation of treatment

Treatment Specifications	Type of milk used	Non-fat powdered milk	LBG($g.L^{-1}$)	WPI($g.L^{-1}$)
A	3% fat	2%	0	0
B	Non-fat	2%	0	0
C	Non-fat	2%	0.25	0
D	Non-fat	2%	0.5	0
E	Non-fat	2%	0	5
F	Non-fat	2%	0	10
G	Non-fat	2%	0.25	10
H	Non-fat	2%	0.5	5

2-1-آزمون‌ها

2-1-1-آزمون‌های فیزیکوشیمیایی

pH و اسیدیته تیمارهای ماست مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره 2852 تعیین شد[9]. میزان پروتئین شیر بر اساس روش کجلدال محاسبه شد[10]. ماده خشک و ماده خشک بدون چربی مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره 1753 اندازه‌گیری شد[11]. ویسکوزیته ی نمونه‌های ماست با استفاده از ویسکومتر بروکفیلد مدل DV-II + در 4° C با اسپیندل S 64 دارای چرخش100 دور در دقیقه تعیین شد. برای ثبت ویسکوزیته گذشت 15 ثانیه از زمان چرخش اسپیندل مدنظر قرار گرفت. برای هر تیمار ماست 3 بار آنالیز انجام‌شده و نتایج با واحد cp

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 12:39 IRDT on Monday July 27th 2020

(سانتی پویز) بیان شد[12]. اندازه‌گیری چربی با استفاده از روش ژربر، مطابق استاندارد 695 به دست آمد و برحسب درصد گزارش شد[13]. برای محاسبه میزان آب اندازی تیمارها، 25 گرم از نمونه ماست را با استفاده از کاغذ صافی واتمن شماره 43 و قیف داخل ارلن ریخته و به مدت 120 دقیقه در یخچال 4 °C نگهداری شد. سپس مایع خارج‌شده مورد وزن گیری قرار گرفت و مقدار آب اندازی تیمارهای ماست با واحد گرم در 25 گرم نمونه (gr/25gr) گزارش شد [14]. ظرفیت نگهداری آب (WHC)[1] در تیمارهای ماست با استفاده از روش سانتریفیوژ اندازه‌گیری شد. برای این منظور 5 گرم نمونه در سانتریفیوژ(4000 دور در دقیقه) به مدت 30 دقیقه در دمای 10°C قرار داده شد. پس از سانتریفیوژ مایع حاصل‌شده برداشته‌شده و مواد جامد باقی‌مانده در انتهای لوله‌ی سانتریفیوژ وزن شده و به‌صورت یک درصد از وزن ماست مطابق با رابطه (1) بیان شد[15].

رابطه (1)

ظرفیت نگهداری آب =1- مقدار آب خارج شده برحسب گرم / مقدار اولیه نمونه بر حسب گرم ×100

2-1-2-آزمون بافت

آزمون بافتی نمونه‌های ماست با استفاده از دستگاه Texture Analyzer مدل TA.XT2 با Load cell 5 کیلوگرمی انجام‌شده. از روش Back extrusion برای تعیین پارامترهای بافتی بکار گرفته شد و به دنبال آن فاکتورهای مربوط به بافت ماست‌ها (سختی[2]، کشسانی[3]، پیوستگی[4]، چسبندگی[5]) موردبررسی قرار گرفت[16].

2-1-3-آزمون حسی

ارزیابی حسی نمونه‌های ماست توسط 9 نفر ارزیاب‌های آموزش ندیده که در رژیم غذایی خود از ماست استفاده می‌کردند، انجام شد. نمونه‌های ماست در ظرف‌های پلاستیکی دارای کدهای 3 رقمی به همراه آب در دمای 18°C تا 20°C در اختیار ارزیابان قرار گرفت.برای ارزیابی ویژگی‌های "ظاهر و رنگ" و "قوام و بافت" از روش هدونیک 5 نقطه‌ای و برای ارزیابی ویژگی "مزه و بو" از روش هدونیک 10 نقطه‌ای استفاده شد. ارزیابی کلی نمونه‌ها نیز بر مبنای امتیاز کلی 20 انجام شد. ارزیابی‌ها بر مبنای ویژگی‌های ظاهر و رنگ (1تا5 امتیاز)، بافت و قوام(1تا5 امتیاز)، عطروطعم (1تا10 امتیاز) و امتیاز کلی (حداکثر20 امتیاز) به انجام رسید[17].

2-1-4-تجزیه و تحلیل آماری

تیمارها در سه تکرار تولید شده و مورد آزمون قرار گرفتند. تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS Statistics 25 انجام گرفت و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون مقایسه میانگین دانکن استفاده شد. معنی‌دار بودن تفاوت بین میانگین‌ها در سطوح $\alpha = 0/05$ بررسی شد.

3- نتایج و بحث

3-1- نتایج آزمون‌های فیزیکوشیمیایی

نتایج حاصل از آزمون‌های فیزیکوشیمیایی مطابق با جدول 2 ارائه شده است.

3-1-1- pH

استفاده از ترکیبات مختلف WPI و LBG تأثیر معناداری بر روی pH تیمارهای ماست داشت ($p<0/05$). از میان تیمارهای حاوی مقادیر متفاوت WPI و LBG، بیشترین pH مربوط به تیمار C و D (تیمارهایی که در تولید آن‌ها فقط از صمغ خرنوب استفاده شده است) در روز اول انبارداری می‌باشد. کمترین pH را نمونه‌ی G,F,H در روز پانزدهم به خود اختصاص داده‌اند. به‌طورکلی مقایسه‌ی تیمارها نشان داد که، pH کلیه تیمارهای حاوی LBG و WPI از تیمارهای کنترل کمتر بود. همچنین، با افزایش مقدار WPI، pH به‌طور معناداری کاهش یافت ($p<0/05$). کاهش ارزش pH، در تیمارهای دارای WPI در مقایسه با تیمارهای دارای LBG، بیشتر بوده است. اختلاف pH

1. Water Holding Capacity
2. Hardness
3. Springiness
4. Cohesiveness
5. Adhesivness

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 12:39 IRDT on Monday July 27th 2020

در تیمارهای ماست احتمالاً به دلیل استفاده از عوامل قوام دهنده مختلف می‌باشد [18]. طبق پژوهش‌های صورت گرفته توسط بیرقی طوسی و همکاران (2007)، ماست‌های غنی‌شده با کنسانتره پروتئین آب‌پنیر دارای کمترین مقدار pH در مقایسه با نمونه شاهد بودند [19]. نتایج تحقیق حاضر با تحقیق ابدالی و همکاران (1392) مبنی بر کاهش pH در نمونه‌های ماست تولیدشده با جایگزینی بخشی از ماده خشک با استفاده از ژلاتین مطابقت داشت[20]. از سوی دیگر فاکتور pH باگذشت زمان به‌طور معنی‌داری کاهش یافت($p<0/05$). این کاهش می‌تواند مربوط به فعالیت متابولیکی باکتری‌های لاکتیک اسید موجود در ماست باشد که سبب تخمیر لاکتوز و تولید لاکتیک اسید می‌گردد [22 و21]. نتیجه مشابه توسط دای و همکاران (2016) در ارتباط با اضافه کردن گلوکومانان در ماست بدون چربی گزارش‌شده است[23].

3-1-2- اسیدیته

استفاده از ترکیبات مختلف WPI و LBG تأثیر معناداری بر روی اسیدیته تیمارهای ماست داشت ($p<0/05$). به‌طورکلی اسیدیته کلیه تیمارها از تیمارهای کنترل بیشتر بوده است، که این نتایج با پژوهش‌های صورت گرفته توسط سخاوتی زاده و همکاران، چنگ و همکاران همسو است [24و18]. پایین‌ترین اسیدیته در روز اول مربوط به تیمار C و بالاترین اسیدیته مربوط به تیمارهای GوH در روز پانزدهم ملاحظه شد. در تمامی تیمارهای مورد بررسی، فاکتور اسیدیته با گذشت زمان به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ($p< 0/05$) که علت آن مربوط به افزایش دوره‌ی انبارداری و ادامه‌ی تخمیر و افزایش قدرت تولید اسید توسط باکتری‌های استارتر است که درنهایت منجر به افزایش مقدار اسیدیته در نمونه‌های ماست می‌شود [25]. در همین راستا گوون و همکاران (2005)، در بررسی تأثیر به‌کارگیری به‌عنوان جایگزین چربی در کیفیت ماست‌های کم‌چرب قالبی اعلام نمودند که اسیدی ته نمونه‌ها با گذشت زمان به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، بطوریکه در روز پانزدهم دارای پایین‌ترین اسیدیته بودند($p<0/05$)[26].

3-1-3- آب اندازی

ترکیبات مختلف WPI و LBG تأثیر معناداری بر روی آب اندازی تیمارهای ماست داشت ($p<0/05$). آب اندازی تیمار G و H به طور معنی‌داری پایین‌تر از تیمارهای دیگر بود ($p<0/05$)، در بین تمامی تیمارها، بیشترین میزان آب اندازی، پس از تیمار شاهد ماست بدون‌چربی به‌جز متعلق به تیمارهای CوD بود($p<0/05$). این درحالی است که در تیمارهای C و D میزان آب اندازی ماست به سبب خاصیت هیدوکلوئیدی صمغ در جذب آب، در مقایسه با تیمار شاهد بدون‌چربی به‌طور معناداری کاهش یافت ($p<0/05$). تیمارهای WPI در قیاس با تیمارهای LBG، آب اندازی را به‌طور معناداری کاهش می‌دهند. تیمارG و H به طور معناداری پایین‌تر از تیمارهای دیگر بود. به‌طورکلی استفاده هم‌زمان از LGB و WPI موجب کاهش معنادار آب اندازی در تیمارهای مربوطه نسبت به تیمارهای کنترل شد ($p<0/05$). نتایج تحقیق حاضر با تحقیق دای و همکاران (2016) و چنگ و همکاران (2017) مبنی بر کاهش آب اندازی در نمونه‌های ماست کم‌چرب تولیدشده با استفاده از ژلاتین مطابقت داشت [23و18]. افزودن LBG و WPI به‌طور جداگانه سبب کاهش آب اندازی در تیمارهای ماست بدون‌چربی نسبت به تیمار کنترل بدون چربی شد. علت این امر ایجاد اتصالات مستحکم بین ترکیبات اضافه‌شده و شبکه‌ی ژلی ماست می‌باشد [27]. در تحقیقی مشابه، محققان نشان دادند که استفاده از کنسانتره پروتئین آب‌پنیر، ظرفیت پیوند با آب را در دلمه ماست افزایش داده و موجب کاهش آب اندازی در ماست می‌شود [28]. در همین زمینه، تحقیقات نشان داده است که افزایش دناتوراسیون پروتئین‌های آب‌پنیر باعث بهبود ظرفیت نگهداری آب و درنتیجه کاهش آب اندازی می‌گردد. همچنین مشخص‌شده است که دناتوراسیون بتالاکتوگلوبولین و برهمکنش آن با میسل‌های کازئین بر خواص ژل در شیرهای تخمیری بسیار مؤثر است [29]. نتایج بدست آمده با تحقیقات صورت گرفته توسط امیری و همکاران (2010) هم‌راستا است [30]. آب اندازی تمامی تیمارهای تولیدی در تحقیق حاضر با گذشت زمان، به‌طور معناداری کاهش‌یافته است($p<0/05$). این امر به علت

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 12:39 IRDT on Monday July 27th 2020

تشکیل شبکه ژلی و جذب آب سریع توسط هیدروکلوئید موجود می‌باشد.که با اتصال بین مولکول‌های پروتئینی موجود در شیر در طول زمان باعث کاهش آب اندازی و افزایش نگهداری آب در ماست می‌شود. همچنین ایزوله پروتئین آب‌پنیر نیز با کمک به تشکیل ژل سبب کاهش آب اندازی می‌شود [6 و5].

3-1-4- ظرفیت نگهداری آب (WHC)

استفاده از ترکیبات مختلف WPI و LBG تأثیر معناداری بر روی WHC تیمارهای ماست داشت (p<0/05). از میان تیمارهای حاوی درصدهای متفاوت WPI و LBG، کمترین WHC را به ترتیب تیمار C در روز اول و بیشترین ظرفیت نگهداری آب را تیمار G در روز پانزدهم به خود اختصاص دادند. افزایش غلظت هیدروکلوئید و ایزوله پروتئین آب پنیر، موجب افزایش درصد ماده جامد کل در تیمارهای ماست، ایجاد ساختار متراکم‌تر و افزایش ظرفیت نگهداری آب در آنها می‌شود [31]. در ماست بدون‌چربی به دلیل کم بودن مواد جامد، پدیده آب انداختن ماست مشاهده می‌شود اما با افزایش درصد مواد جامد و افزایش هیدراسیون صمغ، ظرفیت نگهداری آب افزایش می‌یابد. در همین راستا محققان در پژوهش‌های مشابهی گزارش کردند که ماست غنی‌شده با کنسانتره پروتئین آب‌پنیر به دلیل افزایش پیوندهای پروتئین‌های دناتوره شده با آب، دارای آب اندازی کمتری نسبت به نمونه شاهد بود [33و32]. از سوی دیگر، در همه تیمارهای ماست با افزایش دوره انبارداری فاکتور ظرفیت نگهداری آب به‌طور معناداری افزایش یافت (p< 0/05). این امر می‌تواند به دلیل بازآرایی پروتئین‌ها و تغییرات اتصالی پروتئین-پروتئین در تیمارهای ماست باشد[30]. علت دیگر آن نیز احتمالاً به دلیل مکانیسم تشکیل ژل و ایجاد دلمه است. به هنگام تشکیل ژل، بخشی از کلسیم، از فاز کلوئیدی وارد فاز محلول شده و کازئین دارای بار منفی بیشتری می‌گردد. با افزایش تولید هیدروژن توسط لاکتیک اسید، دلمه شدن در نقطه ایزو الکتریک کازئین انجام می‌شود. تشکیل کمپلکس بین بتالاکتوگلوبولین و کازئین مانع ترکیب میسل‌های کازئین شده و لذا پایداری افزایش می‌یابد. پیدایش یکسری زوائد رشته‌ای بر روی میسل‌های کازئین، از تراکم میسل‌ها جلوگیری می‌کند [34].

3-1-5- ویسکوزیته

استفاده از ترکیبات مختلف WPI و LBG تأثیر معناداری بر روی ویسکوزیته تیمارهای ماست داشت(p<0/05). از میان تیمارهای حاوی مقادیر متفاوت LBG و WPI، کمترین ویسکوزیته را تیمار C در روز اول و بیشترین ویسکوزیته را تیمار G در روز پانزدهم به خود اختصاص دادند که علت آن را می‌توان به تأثیر هیدروکلوئیدها در ایجاد شبکه‌های منسجم و متراکم و عدم تحرک و درگیر شدن فاز پراکنده در فاز سوسپانسیون، مرتبط دانست [35]. طبق پژوهش‌های انجام‌شده توسط عزیزنیا و همکاران(2008)، با افزودن کنسانتره پروتئین آب‌پنیر و کتیرا به ماست کم‌چرب ویسکوزیته افزایش و آب اندازی کاهش می‌یابد [5]. یافته‌های بدست آمده با نتایج شاهان و همکاران (2008) و عقدایی و همکاران (2010) در زمینه‌ی تأثیر مثبت هیدروکلوئیدها بر ویسکوزیته ماست مطابقت دارد [36 و 15]. طبق نتایج این تحقیق، ویسکوزیته تیمار G از تیمار کنترل A بالاتر بود. این بدان معناست که استفاده هم‌زمان از WPI و LBG به دلیل اثر سینرژیستی بر روی ویسکوزیته موجب افزایش این شاخص در تیمارG نسبت به تیمار شاهد A شده است. به‌طورکلی افزودن LBG و WPI منجر به افزایش ویسکوزیته نسبت به تیمار شاهدB شد. تیمارهایی حاوی WPI ، به سبب افزایش ماده جامد، ویسکوزیته بالاتری را در قیاس با تیمارهای LBG نشان دادند. در این زمینه چنگ و همکاران (2017) بیان کردند که با به هم پیوستن پروتئین‌های آب‌پنیر، مقدار پروتئین‌های آب‌پنیر در سطح میسل‌های کازئینی افزایش می‌یابد، که این باعث همبستگی بیشتر میسل‌های کازئینی، تشکیل شبکه و درنتیجه بهتر شدن بافت ماست می‌شود [18]. از سوی دیگر در تمامی تیمارهای مورد بررسی، فاکتور ویسکوزیته با گذشت زمان به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (p>0/05)، که این امر می‌تواند متأثر از پدیده تحکیم ژل مربوط به نگهداری نمونه‌ها در دمای پایین باشد [37].

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 12:39 IRDT on Monday July 27th 2020

Table 2 The results of physicochemical analysis in yogurt samples

Treatment	pH		
	Day1	Day8	Day15
A	4.51±0.01^{aA}	4.41±0.01^{aB}	4.32±0.01^{aC}
B	4.47±0.01^{abA}	4.39±0.01^{abB}	4.32±0.01^{aC}
C	4.46±0.00^{abcA}	4.37±0.01^{abcB}	4.28±0.01^{abC}
D	4.46±0.01^{abcdA}	4.36±0.00^{bcdB}	4.28±0.01^{abC}
E	4.43±0.02^{bcdeA}	4.35±0.02^{bcdeA}	4.26±0.01^{bcB}
F	4.41±0.01^{cdeA}	4.34±0.01^{cdeA}	4.23±0.02^{cB}
G	4.39±0.02^{eA}	4.31±0.01^{eA}	4.23±0.02^{cB}
H	4.41±0.01^{cdeA}	4.32±0.02^{deB}	4.23±0.01^{cC}
Treatment	Acidity (%L.A)		
	Day1	Day8	Day15
A	1.07±0.01^{cC}	1.18±0.02^{cB}	1.29±0.01^{cA}
B	1.15±0.01^{bB}	1.20±0.01^{cB}	1.33±0.02b^{cA}
C	1.18±0.02^{abB}	1.23±0.02^{bcB}	1.35±0.02^{abcA}
D	1.19±0.02^{abB}	1.24±0.02^{abcB}	1.36±0.01^{abcA}
E	1.21±0.01^{abC}	1.29±0.02^{abB}	1.39±0.02^{abA}
F	1.23±0.03^{aB}	1.30±0.02^{abA}	1.41±0.04^{abA}
G	1.24±0.02^{aB}	1.32±0.03^{aAB}	1.42±0.02^{aA}
H	1.23±0.01^{aB}	1.31±0.02^{aB}	1.42±0.02^{aA}
Treatment	Synersis		
	Day1	Day8	Day15
A	9.06±0.06^{dA}	8.41±0.07^{eB}	8.12±0.06^{eB}
B	10.72±0.07^{aA}	10.66±0.07^{aA}	10.31±0.06^{aB}
C	10.20±0.09^{bA}	10.07±0.07^{bA}	9.68±0.08^{bB}
D	10.10±0.07^{bA}	9.84±0.04^{bB}	9.63±0.04^{bB}
E	9.45±0.07^{cA}	9.32±0.09^{cA}	9.20±0.10^{cA}
F	9.19±0.09^{cdA}	9.08±0.07^{cA}	8.97±0.08^{cA}
G	8.75±0.09^{eA}	8.66±0.08^{dA}	8.56±0.06^{dA}
H	8.78±0.08^{eA}	8.68±0.07^{dA}	8.55±0.04^{dA}
Treatment	Water holding capacity (%)		
	Day1	Day8	Day15
A	63.10±0.12^{aC}	64.12±0.08^{aB}	65.0±0.08^{aA}
B	59.90±0.20^{eB}	60.41±0.13f^{AB}	61.21±0.22^{eA}
C	60.14±0.06^{eC}	60.75±0.07^{eB}	61.61±0.11^{eA}
D	60.75±0.06^{dC}	61.30±0.09^{dB}	62.13±0.16^{dA}
E	61.63±0.13^{cC}	62.42±0.06^{cB}	63.52±0.08^{cA}
F	62.53±0.06^{bC}	63.56±0.03^{bB}	64.51±0.12^{bA}
G	63.39±0.11^{aC}	64.26±0.07^{aB}	65.13±0.06^{aA}
H	63.10±0.10^{aC}	64.14±0.05^{aB}	65.06±0.07^{aA}
Treatment	Viscosity		
	Day1	Day8	Day15
A	10188±80^{cB}	10205±5^{cA}	10230±30^{cA}
B	7665±55^{gB}	7950±10^{fA}	8025±25^{fA}
C	8450±50^{fC}	8795±45^{eB}	8985±15^{eA}
D	8660±60^{efB}	8915±25^{deA}	9025±25^{eA}
E	8820±100^{eB}	9050±50^{dA}	9225±125^{dA}
F	9060±60^{dB}	9125±125^{dB}	9360±40^{dA}
G	11615±115^{aB}	12855±115^{aA}	12950±50^{aA}
H	10900±20^{bB}	10950±60^{bB}	11145±55^{bA}

1. Values are reported as mean ± SD
2. Different lower case and upper case are shown the significant difference ($p<0.05$) between samples and storage, respectively

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 12:39 IRDT on Monday July 27th 2020

3-1-6- ارزیابی نتایج حاصل از آزمون تعیین چربی، پروتئین و ماده خشک

مطابق جدول 3 استفاده از ترکیبات مختلف WPI و LBG تأثیر معناداری بر روی چربی، پروتئین، ماده خشک تیمارهای ماست داشت($p<0/05$). مطابق انتظار، افزایش WPI در تیمارهای ماست منجر به افزایش ماده خشک گردید. از سوی دیگر میزان پروتئین در تیمارهای ماست با افزایش WPI افزایش یافت ($p<0/05$). همچنین افزودن WPI به علت داشتن 1/92% چربی در 26 گرم، باعث افزایش چربی و افزودن LBG، موجب کاهش مقدار چربی در تیمارهای ماست در قیاس با تیمار کنترل بدون چربی شد($p<0/05$). بر طبق نتیجه پژوهش‌های صورت گرفته، افزایش بتاگلوکان، ماده خشک ماست را در مقایسه با ماست بدون چربی افزایش می‌دهد که مانند نتایج این آزمایش می‌باشد [15].

Table 3 the results of fat, protein and dry matter analysis in yogurt samples

Treatment	Fat	Protein	Dry matter
A	3.10 ± 0.1^{a}	3.84 ± 0.03^{d}	14.02 ± 0.09^{a}
B	0.12 ± 0.02^{e}	4.07 ± 0.04^{c}	11.43 ± 0.07^{d}
C	0.10 ± 0.00^{e}	4.07 ± 0.02^{c}	11.47 ± 0.04^{d}
D	0.10 ± 0.00^{e}	4.06 ± 0.03^{c}	11.49 ± 0.07^{d}
E	0.50 ± 0.10^{cd}	4.47 ± 0.06^{b}	11.82 ± 0.01^{c}
F	0.90 ± 0.10^{b}	5.03 ± 0.06^{a}	12.04 ± 0.01^{b}
G	0.70 ± 0.10^{bc}	5.06 ± 0.07^{a}	12.04 ± 0.04^{b}
H	0.40 ± 0.00^{d}	4.52 ± 0.07^{b}	11.80 ± 0.01^{c}

1. Values are reported as mean ± SD
2. Different lower case and upper case are shown the significant difference ($p<0.05$) between samples and storage, respectively

3-1-7- نتایج آزمون‌های بافتی

نتایج آزمون‌های بافتی در جدول 4 نشان داده شده است. مطابق با این جدول استفاده از ترکیبات مختلف WPIوLBG تأثیر معناداری بر روی آزمون‌های بافت تیمارهای ماست داشت ($p<0/05$). کمترین سختی بافت را تیمار C وD و بیشترین سختی بافت را تیمار H وG در روز پانزدهم به خود اختصاص دادند. در تیمارهای G وH با افزایش میزان WPI وLBG سختی بافت افزایش یافت اما در سایر روزهای انبارداری تغییر قابل‌ملاحظه‌ای مشاهده نشد ($p> 0/05$). در این مورد می‌توان استدلال نمود که هیدروکلوئیدها شبکه‌های منسجم و متراکم ایجاد کرده و موجب عدم تحرک و درگیر شدن فاز پراکنده در فاز سوسپانسیون می‌شوند. از طرفی WPI با تشکیل ژل سبب پایداری و سختی بافت می‌شود [38 و 36]. استفاده از هم‌زمان از LBG و WPI باعث افزایش سختی بافت نسبت به تیمارهای شاهد می‌شود. سختی بافت نمونه‌های حاوی WPI با گذشت زمان تغییری نکرد. ساندوال کاستیلا و همکاران (2004) و اونال و همکاران (2013) در تحقیق بر روی استفاده از جایگزین‌های چربی شیر در تولید ماست به نتایج مشابهی رسیدند[32 و 2]. افزایش سختی بافت با افزایش مقادیر WPC، به افزایش پروتئین‌های دناتوره شده‌ی حاصل از این پروتئین، افزایش پیوند پروتئین با آب و همچنین افزایش پیوندهای دی سولفیدی بین WPC با میسل‌های کازئین نسبت داده می‌شود [40 و39].

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 12:39 IRDT on Monday July 27th 2020

Table 4 The results of texture analysis in yogurt samples

Treatment	Hardness(N)		
	Day1	Day8	Day15
A	0.27 ± 0.001^{cA}	0.27 ± 0.00^{cA}	0.29 ± 0.01^{cA}
B	0.20 ± 0.00^{cC}	0.24 ± 0.00^{eB}	0.25 ± 0.00^{cA}
C	0.24 ± 0.01^{cA}	0.24 ± 0.00^{deA}	0.25 ± 0.01^{cA}
D	0.24 ± 0.00^{cA}	0.25 ± 0.01^{cdeA}	0.27 ± 0.01^{cA}
E	0.25 ± 0.00^{cA}	0.26 ± 0.00^{cdeA}	0.27 ± 0.01^{cA}
F	0.25 ± 0.00^{cA}	0.27 ± 0.01^{cdA}	0.27 ± 0.01^{cA}
G	0.37 ± 0.01^{aA}	0.38 ± 0.01^{aA}	0.40 ± 0.01^{aA}
H	0.32 ± 0.01^{bA}	0.34 ± 0.01^{bA}	0.35 ± 0.02^{bA}
Treatment	Springiness(mm)		
	Day1	Day8	Day15
A	6.44 ± 0.07^{aA}	5.26 ± 0.53^{aA}	4.89 ± 0.21^{aA}
B	3.33 ± 0.17^{dA}	3.23 ± 0.11^{cA}	2.82 ± 0.08^{cA}
C	5.85 ± 0.05^{abA}	4.80 ± 0.18^{abB}	4.39 ± 0.04^{abB}
D	5.47 ± 0.15^{bcA}	4.50 ± 0.38^{abA}	4.24 ± 0.24^{abA}
E	5.05 ± 0.60^{cA}	4.00 ± 0.04^{bcB}	3.41 ± 0.16^{bcC}
F	4.00 ± 0.1^{dA}	3.68 ± 0.09^{bcB}	3.22 ± 0.1^{cC}
G	5.34 ± 0.53^{bcA}	4.56 ± 0.46^{abA}	4.23 ± 0.68^{abA}
H	5.30 ± 0.00^{bcA}	4.85 ± 0.45^{abA}	4.33 ± 0.07^{abA}
Treatment	Cohesiveness		
	Day1	Day8	Day15
A	0.41 ± 0.01^{aA}	0.41 ± 0.00^{aA}	0.43 ± 0.00^{bcA}
B	0.39 ± 0.01^{aA}	0.40 ± 0.01^{aA}	0.42 ± 0.00^{cdA}
C	0.39 ± 0.01^{aB}	0.40 ± 0.01^{aA}	0.42 ± 0.00^{cdA}
D	0.38 ± 0.02^{aA}	0.38 ± 0.01^{aA}	0.40 ± 0.00^{eA}
E	0.41 ± 0.01^{aA}	0.42 ± 0.01^{aA}	0.45 ± 0.01^{bA}
F	0.42 ± 0.00^{aB}	0.43 ± 0.02^{aB}	0.50 ± 0.00^{aA}
G	0.40 ± 0.00^{aA}	0.41 ± 0.01^{aA}	0.43 ± 0.01^{bcA}
H	0.39 ± 0.00^{aA}	0.40 ± 0.01^{aA}	0.42 ± 0.01^{cdA}
Treatment	Adhesiveness		
	Day1	Day8	Day15
A	0.40 ± 0.00^{aA}	0.50 ± 0.1^{aA}	0.50 ± 0.1^{aA}
B	0.25 ± 0.05^{abA}	0.30 ± 0.01^{bcA}	0.30 ± 0.1^{aA}
C	0.20 ± 0.00^{bA}	0.25 ± 0.05^{bcA}	0.35 ± 0.05^{acA}
D	0.20 ± 0.00^{bA}	0.20 ± 0.00^{cA}	0.25 ± 0.05^{aA}
E	0.25 ± 0.05^{abA}	0.40 ± 0.00^{abA}	0.40 ± 0.1^{aA}
F	0.20 ± 0.00^{bB}	0.35 ± 0.05^{abcA}	0.40 ± 0.00^{aA}
G	0.25 ± 0.05^{abA}	0.30 ± 0.00^{bcA}	0.35 ± 0.05^{aA}
H	0.20 ± 0.1^{bA}	0.30 ± 0.00^{bcA}	0.40 ± 0.1^{aA}

1. Values are reported as mean ± SD
2. Different lower case and upper case are shown the significant difference ($p<0.05$) between samples and storage, respectively

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 12:39 IRDT on Monday July 27th 2020

با توجه به نتایج آزمون کشسانی، بیشترین و کمترین کشسانی را به ترتیب نمونه C در روز اول انبارداری و نمونه F در روز پانزدهم انبارداری دارا بودند. بیشترین پیوستگی را به ترتیب تیمارF در روز پانزدهم و کمترین میزان را تیمار D در روز اول به خود اختصاص داده‌اند. نتایج حاصل از آزمون چسبندگی نشان داد که از میان تیمارهای حاوی مقادیر متفاوت WPI وLBG بیشترین چسبندگی را به ترتیب تیمارهای E، F وH در روز پانزدهم داشتند. این امر احتمالاً به دلیل وابسته بودن فاکتور پیوستگی در ماست به ماده خشک و میزان پروتئین می‌باشد. میزان بالای پروتئین سبب ایجاد اتصالات متقاطع در شبکه ژلی و درنهایت ساختار سفت‌تر و متراکم‌تر می‌گردد[41].

3-1-8-نتایج حاصل از ارزیابی حسی نمونه‌های ماست

نتایج حاصل از ارزیابی حسی نمونه‌های ماست در جدول 5 نشان داده شده است.

3-1-8-1- ظاهر و رنگ

استفاده از ترکیبات مختلف WPIوLBG تأثیر معناداری بر روی ظاهر و رنگ تیمارهای ماست داشت($p<0/05$). در تمامی تیمارها به‌جز تیمار H، با افزایش دوره انبارداری در فاکتور ظاهر و رنگ تفاوت معناداری مشاهده نگردید ($p> 0/05$). با افزایش میزان LBG تغییرات ظاهر و رنگ بیشتر شده و رنگ نمونه‌های حاوی LBG $0/25\ g.L^{-1}$ و $0/5LBG\ g.L^{-1}$ ازنظر ارزیابان مطلوب نبود که علت احتمالی این امر کاهش پارامتر سفیدی در تیمارهای مذکور ماست بود.

3-1-8-2-قوام و بافت

ترکیبات مختلف WPIوLBG تأثیر معناداری بر روی قوام و بافت تیمارهای ماست داشت($p<0/05$). بیشترین میزان قوام و بافت مربوط به تیمارG و کمترین میزان مربوط به تیمارC بود. این موضوع با نتایج ویسکوزیته و آب اندازی به طور کامل مطابقت داشت. در توضیح این نتیجه می‌توان بیان کرد که افزایش WPI موجب افزایش مطلوبیت قوام و بافت در ماست می‌گردد. هم‌چنین قوام لخته و بافت در ماست با افزایش میزان مواد جامد در مخلوط ماست بهبود می‌یابد[35].

3-1-8-3-مزه و بو

استفاده از ترکیبات مختلف WPIوLBG تأثیر معناداری بر روی مزه و بو تیمارهای ماست داشت($p<0/05$). به‌طورکلی می‌توان نتیجه گرفت که به‌غیراز تیمار کنترل تولیدشده از شیر کامل، تیمارهای حاوی WPI دارای بو و مزه بهتری نسبت به بقیه نمونه‌ها بودند. محققان گزارش نمودند که غلظت‌های بیشتر پروتئین آب‌پنیر در ماست سبب افزایش ظرفیت بافری محصول شده و بر ویژگی‌های بو و مزه آن تأثیر می‌گذارد. پژوهش‌های صورت گرفته در ارتباط با افزودن ژلاتین، کربوکسی متیل سلولز و نشاسته ذرت نشان داد که مطلوب‌ترین طعم، بهترین ظاهر و احساس دهانی به ترتیب برای تیمارهای حاوی نشاسته ذرت و کربوکسی متیل سلولز بود[42].

3-1-8-4-پذیرش کلی نمونه‌ها

استفاده از ترکیبات مختلف WPIوLBG تأثیر معناداری بر روی پذیرش کلی تیمارهای ماست داشت($p<0/05$). به‌طورکلی و با توجه به آمار و ارقام به‌دست‌آمده می‌توان گفت که به‌غیراز تیمار کنترل تولیدشده از شیر کامل، تیمارهای حاوی WPI دارای پذیرش کلی بالاتری نسبت به بقیه تیمارها بودند. از سوی دیگر، تیمارهای تولید شده با نسبتهای مختلف صمغ خرنوب، دارای پذیرش کلی پایین‌تری نسبت به سایر تیمارها بودند. در همین راستا، رضایی و همکاران (1390) نیز گزارش کردند که با افزایش غلظت گوار، از میزان پذیرش طعم در تیمارهای ماست کاسته می‌شود که هم‌سو با نتایج تیمارهای تولید شده با صمغ خرنوب در مطالعه حاضر است[43].

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 12:39 IRDT on Monday July 27th 2020

Table 5 the results of sensory analysis of yogurt samples yogurt samples

Treatment	Appearance and color		
	Day1	Day8	Day15
A	4.94±0.06^{aA}	4.94±0.06^{aA}	4.82±0.05^{aA}
B	4.77±0.11^{abA}	4.77±0.11^{abA}	4.60±0.05^{bcdA}
C	4.60±0.05^{bA}	4.55±0.11^{bA}	4.49±0.05^{cdA}
D	4.60±0.05^{bA}	4.49±0.05^{bA}	4.44±0.00^{dA}
E	4.77±0.11^{abA}	4.66±0.00^{bA}	4.60±0.05^{bcdA}
F	4.82±0.05^{abA}	4.77±0.11^{abA}	4.77±0.00^{abA}
G	4.71±0.05^{abA}	4.71±0.05^{abA}	4.66±0.11^{abcA}
H	4.66±0.00^{bA}	4.60±0.05^{bA}	4.44±0.00^{dB}
Treatment	Texture and consistency		
	Day1	Day8	Day15
A	4.77±0.11^{abA}	4.77±0.00^{abA}	4.82±0.05^{abA}
B	4.05±0.05^{eA}	4.05±0.05^{eA}	4.11±0.11^{dA}
C	4.33±0.11^{dA}	4.38±0.05^{dA}	4.38±0.05^{cA}
D	4.44±0.11^{cdA}	4.55±0.00^{cdA}	4.60±0.05^{bA}
E	4.55±0.00^{bcdA}	4.60±0.05^{bcA}	4.66±0.00^{bA}
F	4.66±0.11^{abcA}	4.77±0.11^{abA}	4.77±0.11^{bA}
G	4.94±0.06^{aA}	4.94±0.06^{aA}	5.00±0.00^{aA}
H	4.77±0.00^{abA}	4.88±0.00^{aA}	5.00±0.00^{aA}
Treatment	Odor and taste		
	Day1	Day8	Day15
A	9.11±0.11^{aA}	9.00±0.00^{aA}	8.94±0.06^{aA}
B	8.16±0.05^{cA}	8.00±0.00^{cA}	7.88±0.11^{bA}
C	7.71±0.05^{dA}	7.55±0.11^{dA}	7.22±0.11^{cA}
D	7.44±0.00^{eA}	7.11±0.11^{eAB}	6.77±0.11^{dB}
E	9.00±0.00^{aA}	8.88±0.00^{aA}	8.71±0.05^{aB}
F	9.00±0.00^{aA}	8.88±0.11^{aA}	8.82±0.05^{aA}
G	8.44±0.11^{bA}	8.38±0.05^{bA}	8.11±0.11^{bA}
H	8.11±0.11cA	8.05±0.05cA	7.94±0.06bA
Treatment	Overall acceptability		
	Day1	Day8	Day15
A	18.77±0.11^{aA}	18.71±0.06^{aA}	18.59±0.06^{aA}
B	16.99±0.11^{dA}	16.82±0.05^{dA}	16.60±0.28^{eA}
C	16.65±0.22^{deA}	16.48±0.27^{deA}	16.10±0.11^{fA}
D	16.48±0.16^{eA}	16.16±0.06^{eAB}	15.81±0.05^{fB}
E	18.32±0.11^{abA}	18.14±0.05^{bA}	17.98±0.1b^{cA}
F	18.48±0.16^{abA}	18.42±0.11^{abA}	18.36±0.17^{abA}
G	18.09±0.00^{bA}	18.04±0.06^{bA}	17.77±0.00^{cdB}
H	17.49±0.06^{cA}	17.54±0.00^{cA}	17.38±0.06^{dA}

1. Values are reported as mean ± SD
2. Different lower case and upper case are shown the significant difference ($p<0.05$) between samples and storage, respectively

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 12:39 IRDT on Monday July 27th 2020

4- نتیجه‌گیری

در این پژوهش، تأثیر استفاده از مقادیر متفاوت صمغ خرنوب و ایزوله پروتئین آب‌پنیر بر ویژگی‌های مختلف ماست تولیدشده از شیر بدون چربی(کمتر از 0/1 ٪) در طول 15روز دوره‌ی انبارداری مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج این پژوهش نشان داد که با گذشت زمان در همه‌ی نمونه‌ها ظرفیت نگهداری آب، اسیدیته، ویسکوزیته و سختی بافت به‌طور معناداری افزایش یافت، اما pH، آب اندازی و امتیاز مزه و بو دچار کاهش معناداری شد($p<0/05$). به طور کلی و با توجه به نتایج آزمون‌های مختلف، می‌توان با استفاده از نمونه‌های ماست حاوی $10g.L^{-1}$ WPI، $5\ g.L^{-1}$ WPI و $10g.L^{-1}$ WPI + $g.L^{-1}$ LBG 0/25در فرمولاسیون تولید ماست قالبی بدون چربیب، محصول نهایی دارای قابل قبول‌ترین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی را تولید کرد.

5- منابع

[1] Modzelewska-Kapitula M., Klebukowska L., 2009. Investigation of the potential for using inulin HPX as a fat replacer in yoghurt production. International Journal of Dairy Technology, 62 (2),209-14.

[2] Sandoval-Castilla, O., Lobato-Calleros, C., Aguirre-Mandujano, E., & Vernon-Carter, EJ. 2004. Microstructure and texture of yogurt as influenced by fat replacers. International Dairy Journal, 14(2),151-159.

[3] Karaca, O. B., Saydam, I. B., & Guven, M. E. H. M. E. T. 2012. Physicochemical, mineral and sensory properties of set□type yoghurts produced by addition of grape, mulberry and carob molasses (Pekmez) at different ratios. International journal of dairy technology, 65(1),111-117.

[4] Sichani, M. S., Ardakani, S. A. Y., & Daneshi, M. 2014. The Effect of Cress Seed Gum & Locust Bean Gum on Textural Properties of Low Fat Set Yogurt. Indian J. Sci. Res, 5(1),439-445.

[5] Aziznia, S., Khosrowshahi, A., Madadlou, A., & Rahimi, J. 2008. Whey protein concentrate and gum tragacanth as fat replacers in nonfat yogurt: chemical, physical, and microstructural properties. Journal of dairy science, 91(7), 2545-2552.

[6] Gubbuk, H., Kafkas, E., Guven, D., Gunes, E. 2010. Physical and phytochemical profile of wild and domesticated carob (Ceratonia siliqua L.) genotypes. Spanish Journal of Agricultural Research, 8(4),1129-1136.

[7] Smith F. The constitution of carob gum.1948. Journal of the American Chemical Society, 70(10),3249-53.

[8] Pernell, C. W., Luck, P. J., AllenFoegeding, E., & Daubert, C. R. 2002. Heat□induced Changes in Angel Food Cakes Containing Egg white Protein or Whey Protein Isolate. Journal of Food Science, 67(8),2945-2951.

[9] National Iranian Standard No 2852. Milk and its products – Determine acidity and pH.

[10] National Iranian standard No 13483. Food and its products – Determine nitrogen by the kjeldahl method.

[11] National Iranian standard No 1753. Cheese and its product – Determine total dry matter.

[12] Mantzouridou F, Naziri E, Kyriakidou A, Paraskevopoulou A, Tsimidou M, Kiosseoglou V. 2019. Oil bodies from dry maize germ as an effective replacer of cow milk fat globules in yogurt-like product formulation. LWT-Food science and technology, 105,48-56.

[13] National Iranian standard No 695. Yogurt – Specifications and test methods.

[14] Alkadaman, E, Khattar M, Haddad T and Toufeili I, 2002. Estimation of shelf life of concentration yoghurt by monitoring selected microbiological and physicochemical changes during storage. Lebensm-Wiss. U- Technol, 36(4), 407-414.

[15] Sahan N, Yasar K, Hayaloglu AA.2008. Physical, chemical and falvour quality of non-fat yogurt as affected by ab-glucan hydrocolloidal composite during storage. Food Hydrocolloid, 22(7),1291-1297.

[16] Brennan CS and Tudorica CM, 2008. Carbohydrate-based fat replacers in the modification of the rheological. Textural and sensory quality of yoghurt: comparative study of the utilisation of barley beta-glucan, guar gum and inulin. International Journal of Food Science and Technology, 43(5),824-833.

[17] Karaca O.B, Saydam I.B, Guven M. 2019. Physical, chemical, and sensory attributes of low fat, full fat, and fat free probiotic set

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 12:39 IRDT on Monday July 27th 2020

thichkening agent. International Dairy Journal, 24(2),113-119.

[28] Gonzalez-Matinez C, Becerra M, Chafer M,Albors A,Carot JM, Chiralt A.2002. Influence of substituting milk powder for whey powder on yogurt quality. Trends in Food Science and Technology, 13(9-10),334-340.

[29] Martin-Diana, A. B., Janer, C., Palez, C., Requena, T. 2003. Development of a fermented goat's milk containing probiotic bacteria. International Dairy Journal, 13(10),827-833.

[30] Amiri Aghdaei S, Aalami M, Raheil R.2010. Investigating the effect of hydrocolloid on the physicochemical and sensory properties of low-fat yogurt. Research in Food Science and Technology of Iran, 6(3),201-209.

[31] Kiani H, Mousavi ME, Mousavi ZE.2010. Particle stability in dilute fermented dairy drinks: Formation of fluid gel and impact on rheological properties. Food Science and Technology International, 16(6),543-51.

[32] Unal G, Akalin AS.2013. Influence of fortification with sodium-calcium caseinate and whey protein concentrate on microbiological, textural and sensory properties of set-type yoghurt. International Journal of Dairy Technology, 69(2),264-272.

[33] Supavitipatana P, Wirjantoro TI, Raviyan P. 2009. Effect of sodium caseinate and whey protein isolate fortification on the physical properties and microstructure of corn milk yogurt. CMU. J. Nat. Sci., 8(2), 247-263.

[34] Asaadi Yasaghi N, Arianfar A. 2019. The effect of Alyssum homolocarpum seed gum on physicochemical, rheological and sensory properties of low-fat yogurt. JFST, 84(15),189-201.

[35] Mostafavi F, Kadkhodaei R, Emadzadeh F, Koochaki A. 2017. Evaluating Rheological Behavior of Tragacanth Gum Blend with QodoumeShirazi, Farsi and Locust Bean Gums. JFST, 63(14), 129-141.

[36] Amiri aghdai, S, Alami M, Rezai R.2010. Evaluation of plantago Psyllium seeds hydrocolloid on physicochemical and sensory effects of low fat yoghurt. Iran food science and technology research journal, 6(3), 201-109.

yogurts fortified with fiber□rich persimmon and apple powders. Journal of Food Processing and Preservation, 43(6), e13926.

[18] Cheng J, Xie S, Yin Y, Feng X, Wang S, Guo M, Ni C.2017. Physiochemical, texture properties, and the microstructure of set yogurt using whey protein-sodium tripolyphosphate aggregates as thickening agents. Journal of the Sciences of Food and Agriculture, 97(9),2819-2825.

[19] Beiraghi-Toosi S, Shakeri M, Mortazavi A.2007. Effect of Whey protein concentrate and casein hydrolysate supplementations on physicochemical and sensory properties of yogurt. Journal of Food Sciences and Technology, 3(4),65-74.

[20] Ebdali S, Motamedzaegan A.2013. Effect of partial replacement of solids with gelatin on functional properties of non-fat yogurt. Iranian Journal of Nutrition sciences & Food Technology. 8(2),221-229.

[21] Tholstrup Sejersen M, Salomonsen T, Ipsen R. 2007. Zeta potential of pectin-stabilized casein aggregates in acidified milk drinks. International Dairy Journal, 17(4),302-307.

[22] Nateghi L.The Effect if probiotic bacteria on the physicochemical and sensory characteristics of low-fat set yogurt containing xanthan gum during refrigerated storage. Microbiology in Food Industries, 3 (1):1-15.

[23] Dai S, Corke H, Shah NP.2016. Utilization of konjac glucomannan as a fat replacer in low-fat and skimmed yogurt. Journal of Dairy Science, 99(9),7063-7074.

[24] Sekhavatizadeh S, Sadeghzadehfar S. 2013. Effect of Guar gum as a fat replacer on the chemical and sensory characteristics of low-fat yogurt. JFST, 5 (2),29-38.

[25] Frazier WC, Westhoff DC.1976. Food Microbiology Mc Graw-Hill Book Company. Nova York, NY. 252-82.

[26] Guven M, Yasar K, Karaca OB, Hayaloglu A.2005. The effect of inulin as a fat replacer on the quality of set-type low-fat yogurt manufacture. International Journal of Dairy Technology. 58(3),180-84.

[27] Wang WB, Bao YH, Gregory MH, Guo MR. 2012. Consistency, microstructure and probiotic survivability of Goat's milk yoghurt using polymerized whey protein as a co-

www.SID.ir

Archive of SID

[37] Oliveira MN, Sodini I, Remeuf F, Corrieu G.2001. Effect of milk supplementation and culture composition on acidification, textural properties and microbiological stability of fermented milks containing probiotic bacteria. International Dairy Journal, 11(11-12),935-942.

[38] Yademellat M, Jooyandeh H, Hojjati M. 2018. Comparison of some physiochemical and sensory properties of low-fat stirred yogurt containing Persian and Balangu-shirazi gums. JFST. 72(14), 313-326.

[39] Martin-Diana AB, Janer C, Pel_aez C, Requena T.2004. Effect of milk fat replacement by polyunsaturated fatty acids on the microbiological, rheological and sensorial properties of fermented milks. Journal of the Science of Food and Agriculture, 84(12),1599-1605.

[40] Herrero AM, Requena T. 2006. The effect of supplementing goat's milk with whey protein concentrate on textural properties of set-type yogurt. International Journal of Food Science and Technology, 41(1),87-92.

[41] Paseephol T, Small DM, Sherkat F.2008. Rheology and texture of set yogurt as affected by inulin addition. Journal of Texture Studies, 39(6),617-34.

[42] Alakali JS, Okonkwo TM, Iordye EM.2008. Effect of stabilizers on the physico-chemical and sensory attributes of thermized yoghurt. African Journal of Biotechnology, 7(2),158-63.

[43] Rezaei R, Khomeiri M, Kashaninezhad M, Alami M. 2011. Rheological and sensory properties of frozen yoghurt containing different concentrations of Arabic gum and Guar Gum. Journal of Food Research (Agricultural Science), 21 (1),83-91.

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 12:39 IRDT on Monday July 27th 2020

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of Using Different Concentrations of Whey Protein Isolate and Locust Bean Gum on Quality Properties of Non-fat Set-Type Yogurt

Hadi, M. [1], Soltani, M. [2,3*], Mohammadi, S. [4]

1. MSc student, Department of Food Sciences & Technology, Factually of Pharmacy, Tehran Medical Sciences, Islamic Azad University, Tehran, Iran
2. Assistant Professor, Department of Food Sciences & Technology, Factually of Pharmacy, Tehran Medical Sciences, Islamic Azad University, Tehran, Iran
3. Nutrition and Food Sciences Research Center, Tehran Medical Sciences, Islamic Azad University, Tehran, Iran
4. MSc student, Department of Food Sciences & Technology, Factually of Pharmacy, Tehran Medical Sciences, Islamic Azad University, Tehran, Iran

(Received: 2019/07/28 Accepted:2019/12/10)

The use of milk fat substitutes in the manufacturing of dairy products is highly considerable in order to decrease in suffering chronic diseases and amount of calorie intake. However, semi-fat or non-fat dairy products have defects in their texture and sensory properties. The aim of this study was to investigate the effect of using whey protein isolate and locust bean gum as fat replacers on quality properties of non-fat yogurt. For this purpose, set-type yogurt samples were manufactured using non-fat milk (lees than0/1%) and different concentrations of locust bean gum (0.25 and 0.50 gL^{-1}), whey protein isolate (5 and 10 gL^{-1}) and combination of locust bean gum and whey protein isolate (0.25 + 10 gL^{-1} and 0.50 + 5 gL^{-1}, respectively). Control samples were also manufactured using whole milk (3% fat) and non-fat milk (less than 0/1%) without locust bean gum or whey protein isolate. The manufactured samples were stored in (4±1°C) for 15 days and their physicochemical, texture and sensory properties were analyzed during storage. The results showed that the use of different concentrations of locust bean gum and whey protein isolate significantly influenced the pH, acidity, water holding capacity, synersis, viscosity, hardness, springiness, cohesiveness, adhesiveness, appearance and color, texture and consistency, odor and flavor and total sensory scores ($p<0.05$). While water holding capacity, acidity, hardness and viscosity were increased significantly during storage in all samples, syneresis, pH and odor and flavor decreased significantly ($p<0.05$). In conclusion, the results of different analysis showed that use of 5 $gr.L^{-1}$ whey protein isolate, 10 $gr.L^{-1}$ whey protein isolate and 0.25 $gr.L^{-1}$ locust bean gum + 10 $gr.L^{-1}$ whey protein isolate instead of milk fat in formulation of non-fat set type yogurt led to manufacturing of final product with the most acceptable physicochemical, texture and sensory properties.

Keywords: Set-Type Yogurt, Non-fat Milk, Whey Protein Isolate, Locust Bean Gum, Quality Properties

* Corresponding Author E-Mail Address: m.soltani@iaups.ac.ir

Downloaded from fsct.modares.ac.ir at 12:39 IRDT on Monday July 27th 2020

www.SID.ir