

ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی، میکروبی و حسی ماست قالبی کم‌چرب حاوی کنسانتره پروتئینی آب‌پنیر و رنگ‌دانه‌ی لوتئین

فاطمه پناهی^۱، جواد حصاری^{۲*}، صدیف آزادمرد دمیچی^۲، سید عباس رأفت^۳،
مهناز منافی دیزج یکان^۴

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، پردیس دانشگاه تبریز

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

۳- استاد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

۴- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوی

(تاریخ دریافت: ۹۷/۰۳/۰۲ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۳/۰۴)

چکیده

در این پژوهش رنگ‌دانه‌ی لوتئین (۰، ۰/۰۷، ۰/۱۳ و ۰/۲ درصد وزنی) و کنسانتره‌ی پروتئینی آب‌پنیر (۰، ۰/۲، ۰/۳ و ۰/۴ درصد وزنی) به شیر افزوده شد و پس از تهیه نمونه‌های ماست، ویژگی‌های کیفی آن‌ها با آزمون‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی، میکروبی و حسی طی ۲۱ روز نگهداری، مورد بررسی قرار گرفت. افزودن کنسانتره‌ی پروتئینی آب‌پنیر و رنگ‌دانه‌ی لوتئین، موجب کاهش سینرسیس و اسیدیته و افزایش ماده خشک، چربی، ویسکوزیته و pH نمونه‌های ماست گردید. طبق نتایج آزمایش‌های میکروبی، در هیچ‌کدام از تیمارها، باکتری‌های کلی‌فرم و نیز کپک و مخمر مشاهده نشد. در مورد ویژگی‌های حسی، افزودن کنسانتره‌ی پروتئینی آب‌پنیر و رنگ‌دانه‌ی لوتئین موجب افزایش امتیازات مربوط به ویژگی‌های بافتی، احساس دهانی و کاهش امتیازات مربوط به ویژگی‌های ظاهری نمونه‌های ماست گردید. در میان تیمارها، ماست حاوی ۰/۲٪، کنسانتره‌ی پروتئینی آب‌پنیر و ۰/۰۷٪، رنگ‌دانه‌ی لوتئین از لحاظ مطلوبیت عطر و طعم و مطلوبیت کلی بالاترین امتیاز را به خود اختصاص داد.

کلید واژگان: ماست کم‌چرب، رنگ‌دانه‌ی لوتئین، کنسانتره‌ی پروتئینی آب‌پنیر

*مسئول مکاتبات: jhesari@tabrizu.ac.ir

۱- مقدمه

فرآورده‌های لبنی تخمیری دارای نسبت کلسیم به فسفر مطلوب و کیفیت پروتئین بالا می‌باشند. این مزیت‌های تغذیه‌ای توسط هضم بالای فرآورده‌های لبنی توجیه می‌شود [۱]. ماست معروف‌ترین فرآورده‌ی تخمیری شیر است که از تخمیر لاکتیکی شیر توسط باکتری‌های آغازگر ماست (*استرپتوکوکوس ترموفیلوس* و *لاکتوباسیلوس بولگاریکوس*) تولید می‌شود. یکی از مهم‌ترین اهداف کارخانه‌های لبنی تولید محصولی کم‌چرب با حفظ کیفیت از لحاظ ظاهر، بافت، طعم و افزایش ماندگاری می‌باشد؛ اما کاهش و یا حذف گلبول‌های چربی شیر تأثیرات نامطلوبی بر خصوصیات حسی، مکانیکی و بافت فرآورده دارد. از جمله مهم‌ترین این عیوب می‌توان به کاهش گرانروی، افزایش آب - اندازی، سستی بافت و افزایش دانه‌ای شدن^۱ در ماست اشاره کرد [۲]. کنسانتره‌ی پروتئینی آب‌پنیر (WPC^2) با اهدافی مانند جانشین چربی در فرآورده‌های کم‌چرب [۳ و ۴]، بهبود بافت و افزایش ظرفیت نگهداری آب [۵]، به ماست افزوده می‌شود. مارتین و همکاران (۲۰۰۳)، گزارش کردند که افزودن کنسانتره‌ی پروتئینی آب‌پنیر ضمن داشتن صرفه‌ی اقتصادی و در دسترس بودن، سفتی ژل ماست قالبی و گرانروی ماست تولیدی را افزایش و آب‌اندازی را کاهش می‌دهد. در عین حال، سبب تحریک رشد پروبیوتیک‌ها به ویژه بیفیدوباکتریوم‌ها در ماست پروبیوتیک می‌شود [۶]. مطالعات گزمان-گزالز و همکاران (۱۹۹۹)، نشان داد ماست غنی‌شده با WPC نسبت به پودر شیر پس‌چرخ، بافت نرم‌تر و آب‌اندازی کمتری دارد [۷]. پووانتیران و همکاران (۲۰۰۲)، در آزمایشات خود به این نتیجه رسیدند چنانچه نسبت کازئین به پروتئین آب‌پنیر کاهش باید حداکثر مقاومت ژل ماست افزایش و آب‌اندازی کاهش می‌یابد [۵]. کاروتنوئیدها نقش بالقوه‌ای در سلامتی انسان با فعالیتی نظیر آنتی‌اکسیدان‌های زیستی در حفاظت از سلول‌ها و بافت‌ها در برابر اثرات زیان‌بار رادیکال‌های آزاد اکسیژن دارند. لوتئین در میان کاروتنوئیدها شناخته‌شده‌ترین رنگ‌دانه است. انسان قادر به سنتز کاروتنوئیدها نیست و بنابراین حضور آن‌ها در بافت‌های انسان به طور کامل منشاء غذایی دارد. لوتئین هیچ‌گونه فعالیت پرو ویتامین A ندارد

[۸]. استفاده از لوتئین به عنوان یک عنصر عملکردی در محصولات لبنی، یک گزینه‌ی مناسب است. با توجه به اینکه در کل، مردم روز به روز در جستجوی غذاهایی هستند که مزایای سلامتی داشته باشد، افزودن لوتئین به محصولات باعث وسیع‌تر شدن طیف وسیعی از غذاهایی می‌شود که می‌توانند منابع لوتئین باشند [۹]. ویوتو و همکاران (۲۰۱۴)، اثر افزودن رنگ‌دانه‌ی لوتئین به ماست بدون چربی در مدت ۳۵ روز نگهداری در یخچال در حضور و عدم حضور نور را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که لوتئین اضافه شده در طول دوره‌ی نگهداری ثابت باقی‌مانده و باعث حفاظت ریبوفلاوین در برابر فتواکسیداسیون (ایجاد پایداری اکسیداتیو) با حفظ کیفیت ماست می‌شود [۹]. گرانادو-لورنسیو و همکاران (۲۰۱۰)، لوتئین را به شیر تخمیر شده اضافه کردند و فراهمی‌زیستی لوتئین را در شیر تخمیر شده بررسی کردند. نتایج این بررسی از مناسب بودن شیر تخمیر شده به عنوان حامل استرهای لوتئین براساس مصرف منظم حمایت می‌کند [۸]. جونز و همکاران (۲۰۰۵)، خواص فیزیکی و شیمیایی پنیر چدار را با افزودن لوتئین به آن بررسی کردند. نتایج نشان داد لوتئین باعث کاهش شمارش باکتریایی در پنیر می‌شود و در طول ذخیره‌سازی در پنیر پایداری می‌باشد [۱۰]. در این مقاله تأثیر کنسانتره‌ی پروتئینی آب‌پنیر و رنگ‌دانه‌ی لوتئین بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی، حسی و میکروبی ماست قالبی کم-چرب بررسی می‌شود.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد اولیه

شیر خام، شیر خشک بدون چربی، مایه ماست حاوی باکتری‌های آغازگر *استرپتوکوکوس سالیاریوس* زیرگونه *ترموفیلوس* و *لاکتوباسیلوس دلبروکی* زیرگونه *بولگاریکوس* به نسبت ۱:۱، پودر کنسانتره‌ی پروتئینی آب‌پنیر (با خلوص ۴۰٪)، پودر لوتئین تا خلوص ۱۰٪ ساخت شرکت کریستین هانسن (همه‌ی مواد تهیه شده از شرکت پگاه آذربایجان شرقی)، صمغ پکتین HMP^۳ با نام تجاری ۳۷۳ تهیه شده از شرکت پارس گارد و مواد شیمیایی

1. Graininess
2. Whey Protein Concentrate

3. High-methoxy pectin

مورد نیاز جهت انجام آزمون‌ها با درجه آزمایشگاهی از شرکت مرک تهیه شدند.

۲-۲- آماده‌سازی نمونه‌های ماست قالبی

روش ساخت ماست قالبی طبق فرمولاسیون روش کارخانه‌ی شیر پگاه تبریز بود. پس از دریافت شیر خام، استانداردسازی ماده خشک و چربی شیر، هموژنیزه کردن چربی و پاستوریزاسیون اولیه‌ی شیر، کنسانتره‌ی پروتئینی آب‌پنیر در سطوح ۰/۲، ۰/۳ و ۰/۴ (w/w)، و پکتین به میزان ۰/۱ (w/w) به شیر افزوده شد. سپس از دمای ۹۰ درجه‌ی سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه برای سالم‌سازی (پاستوریزاسیون) استفاده گردید. بعد از خنک کردن شیر تا درجه حرارت ۴۵ درجه‌ی سانتی‌گراد رنگ‌دانه‌ی لوتئین در

سطوح ۰/۰۷، ۰/۱۳ و ۰/۲ (w/w) به شیر افزوده شده و با همزن خانگی مولینکس در مدت زمان ۵ دقیقه در شیر حل شد و عمل تلقیح نیز با اضافه کردن ۰/۲٪ استارتر انجام شد. پس از بسته‌بندی در ظروف پلی‌استایرن ۱۲۰ گرمی، نمونه‌ها در اینکوباتور (memmert، آلمان) با دمای ۴ درجه‌ی سانتی‌گراد تا رسیدن pH به ۴/۶-۴/۷ نگهداری شدند. ماست کنترل نیز با استفاده از شیر خام استاندارد و به روش مرسوم تهیه شد. ماست-های تولید شده در دمای ۴ درجه‌ی سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت قبل از انجام آنالیزهای بعدی در یخچال نگهداری شدند. تیمارهای مورد بررسی در جدول ۱ معرفی شدند.

Table 1 Different treatments of yogurt produced in this study

Treatment	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Whey protein concentrat (%w/w)	0	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4
Pigment lutein (%w/w)	0	0.07	0.13	0.2	0.07	0.13	0.2	0.07	0.13	0.2

ویسکوزیته‌ی نمونه‌های تولید شده با استفاده از ویسکومتر بروکفیلد (DV-II +Pro, Brookfield, USA) با اسپندل شماره ۶۴ و سرعت برشی ۲۵ rpm در دمای ۱۰ درجه‌ی سانتی-گراد و با شرایط یکسان اندازه‌گیری شد [۱۶].

۲-۶- ارزیابی حسی

ارزیابی خصوصیات حسی شامل خواص ظاهری، خواص بافتی، خواص عطر و طعمی و پذیرش کلی نمونه‌های ماست با استفاده از ۱۲ ارزیاب نیمه ماهر برای هر نمونه ماست در روز ۱، ۱۴ و ۲۱ روز پس از تولید و به روش هدونیک پنج نقطه‌ای انجام گرفت به این ترتیب که بیشترین نمره ۵، به منزله عالی بودن نمونه و ۱ کمترین نمره که نشان‌دهنده‌ی خیلی بد بودن نمونه است [۱۷].

۲-۷- آزمون‌های میکروبی

در این تحقیق، شمارش کپک و مخمر با استفاده از محیط کشت YGC آگار به صورت کشت سطحی با انکوباسیون ۵ روز در دمای ۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد انجام شد [۱۸]. شمارش کلی فرم نیز با استفاده از محیط کشت VRBA، تلقیح مستقیم نمونه و

۲-۳- آزمون‌های فیزیکوشیمیایی

pH با استفاده از pH متر (knic، مدل ۷۶۶ کشور سازنده، آلمان) و اسیدیته بر اساس درجه دورنیک در حضور معرف فنول فتالئین اندازه‌گیری گردید [۱۱ و ۱۲]. ماده خشک توسط دستگاه ترازوی رطوبت‌سنج سارتریوس (مدل MA35m، ساخت کشور آلمان) اندازه‌گیری شد [۱۳]. مقدار چربی شیر نیز به روش ژبر تعیین گردید [۱۴].

۲-۴- اندازه‌گیری سینرسیس

مقدار ۲۰ گرم ماست در لوله‌های سانتی‌فوژ وزن شد (y) و در دستگاه سانتی‌فوژ با دمای ۴ درجه‌ی سانتی‌گراد به مدت ۵ دقیقه با سرعت ۱۰۰۰ rpm سانتی‌فوژ شد. سپس مایع شفاف رویی درون بشر کوچک ریخته شده و حجم آن توسط پیت تعیین شد (VE)، درصد سینرسیس با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد [۱۵].

$$\text{Synergies} = 100 \times \text{VE} / y$$

۲-۵- اندازه‌گیری ویسکوزیته

مورد بررسی قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد با افزایش کنسانتره‌ی پروتئینی آب‌پنیر ماده جامد کل افزایش یافت [۴]. باید متذکر شد که بالاتر بودن ماده خشک نمونه‌ها مطلوب بوده و علاوه بر افزایش ترکیبات تغذیه‌ای باعث بهبود بافت محصول شده و میزان آب اندازی را کاهش می‌دهد [۲۱].

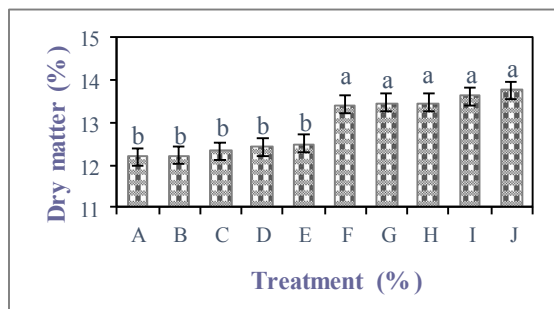


Fig 1 Dry matter changes of the yogurt samples in the first storage day.

۲-۳- تغییرات چربی طی نگهداری

روند تغییرات چربی در شکل ۲ نشان می‌دهد با افزودن کنسانتره‌ی پروتئینی آب‌پنیر و رنگ‌دانه‌ی لوتئین، چربی در تمامی تیمارها نسبت به نمونه‌ی کنترل به طور معنی‌داری افزایش یافت ($P < 0.05$)؛ اما تیمارهای حاوی کنسانتره‌ی پروتئینی آب‌پنیر و رنگ‌دانه‌ی لوتئین تفاوت معنی‌داری از نظر میزان چربی با هم نداشتند ($P > 0.05$). ویوتو و همکاران (۲۰۱۴ و ۲۰۱۲)، به ترتیب تاثیر لوتئین را در ماست بدون چربی و پنیر پراتو مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد در تیمارهای حاوی لوتئین چربی به طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد ($P < 0.05$). علت این افزایش در تیمارهای پنیر وجود چربی در امولسیون لوتئین مورد استفاده در این مطالعه به میزان ۹۶/۰۵٪ بود [۹ و ۲۲]. هم‌چنین در نتایج مارتا هنریکیوس و همکاران (۲۰۱۱)، محتوای چربی در نمونه‌های دارای کنسانتره‌ی پروتئینی آب‌پنیر مایع (LWPC) بالاتر از سایر نمونه‌ها بود [۲۳]. دلیل افزایش چربی در نمونه‌های ماست با افزودن کنسانتره‌ی پروتئینی آب‌پنیر و رنگ‌دانه‌ی لوتئین احتمالاً به علت وجود روغن MCT در ترکیب لوتئین و وجود چربی به میزان ۰/۸٪ در کنسانتره‌ی پروتئینی آب‌پنیر بود.

گرمخانه‌گذاری در دمای ۷۳ درجه سانتی‌گراد، انجام شد و پس از ۲۴ ساعت تعداد کلی‌فرم شمارش گردید [۱۹].

۲-۸- تجزیه تحلیل داده‌ها

این تحقیق در یک طرح پایه‌ی کاملاً تصادفی و با استفاده از نرم-افزار SAS استودیو نسخه‌ی ۹/۱ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. جهت آنالیز داده‌های حاصل از آزمایش‌های فیزیکی-شیمیایی، آنالیز واریانس (PROC GLM) با رویه‌ی مدل‌های خطی استفاده گردید که در آن اثرات تیمار، زمان و تیمار X زمان به صورت اثرات ثابت در نظر گرفته شدند. برای مقایسه‌ی میانگین پارامترهای ویسکوزیته، چربی و ماده خشک از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ و برای مقایسه‌ی پارامترهای اسیدیته، pH و آب اندازی از میانگین حداقل مربعات و آزمون توکی در سطح احتمال ۵٪ استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌های حسی در طول زمان از طرح اندازه‌گیری‌های تکرار شده در واحد زمان با استفاده از رویه‌ی مختلط (Proc Mixed) با سطح احتمال ۵٪ استفاده شد. لازم به ذکر است که برای هر تیمار ۳ تکرار در نظر گرفته شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- تغییرات ماده خشک طی نگهداری

مطابق شکل ۱ با افزودن کنسانتره‌ی پروتئینی آب‌پنیر و رنگ‌دانه‌ی لوتئین، ماده خشک در تیمارهای F (حاوی ۰/۳٪ کنسانتره‌ی پروتئینی آب‌پنیر و ۰/۱۳٪ رنگ‌دانه‌ی لوتئین)، G (حاوی ۰/۳٪ کنسانتره‌ی پروتئینی آب‌پنیر و ۰/۲٪ رنگ‌دانه‌ی لوتئین)، H (حاوی ۰/۴٪ کنسانتره‌ی پروتئینی آب‌پنیر و ۰/۰۷٪ رنگ‌دانه‌ی لوتئین)، I (حاوی ۰/۴٪ کنسانتره‌ی پروتئینی آب‌پنیر و ۰/۱۳٪ رنگ‌دانه‌ی لوتئین) و J (حاوی ۰/۴٪ کنسانتره‌ی پروتئینی آب‌پنیر و ۰/۲٪ رنگ‌دانه‌ی لوتئین) به صورت معنی‌دار افزایش یافت ($P < 0.05$). افزایش ماده خشک می‌تواند به دلیل افزایش املاح در اثر افزودن کنسانتره‌ی پروتئینی آب‌پنیر در ماست باشد [۲۰]. عزیزنیا و همکاران (۲۰۰۸)، تاثیر افزودن کنسانتره‌ی پروتئینی آب‌پنیر و کتیرا را به عنوان جایگزین چربی در ماست بدون چربی

۳-۳- تغییرات pH و اسیدیته طی نگهداری

نتایج مربوط به تغییرات pH و اسیدیته‌ی قابل تیتراسیون (بر اساس درجه دورنیک) طی دوره‌ی نگهداری در جداول ۲ و ۳ نشان داده شده است.

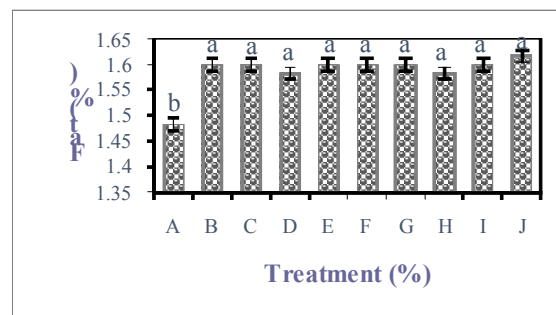


Fig 2 Fat changes of the yogurt samples in the first storage day.

Table 2 pH changes during the storage time of yogurt samples

treatments	Days of storage			
	1	7	14	21
A	4.41±0.01 ^{pq}	4.38±0.02 ^q	4.25±0.01 ^r	4.24±0.01 ^r
B	4.46±0.02 ^{op}	4.63±0.03 ^{defghi}	4.55±0.03 ^{klmn}	4.69±0.02 ^{bcd}
C	4.52±0.02 ^{mno}	4.66±0.03 ^{bdefg}	4.60±0.02 ^{ghijkl}	4.73±0.01 ^{ba}
D	4.53±0.03 ^{lmn}	4.69±0.02 ^{bcd}	4.62±0.02 ^{efghijk}	4.76±0.03 ^a
E	4.43±0.02 ^{pq}	4.59±0.02 ^{hijkl}	4.53±0.01 ^{lmn}	4.62±0.02 ^{defghij}
F	4.46±0.03 ^{op}	4.62±0.02 ^{efghijk}	4.54±0.21 ^{lmn}	4.68±0.01 ^{bcd}
G	4.58±0.04 ^{hijkl}	4.66±0.02 ^{bdefg}	4.60±0.02 ^{ghijkl}	4.71±0.01 ^{bac}
H	4.52±0.01 ^{mno}	4.64±0.04 ^{cdefgh}	4.55±0.03 ^{klmn}	4.63±0.01 ^{defghi}
I	4.54±0.03 ^{lmn}	4.69±0.03 ^{bcd}	4.57±0.02 ^{ijklm}	4.67±0.01 ^{bcd}
J	4.56±0.01 ^{ijklm}	4.70±0.03 ^{bac}	4.58±0.02 ^{hijklm}	4.72±0.01 ^{ba}

Information for each type of treatment are shown in Table 1. Means ± standard deviations. Different superscripts show significant difference ($p < 0.05$).

Table 3 Acidity changes during the storage time

treatments	Days of storage			
	1	7	14	21
A	84.33±0.58 ^{bc}	86.33±0.58 ^b	92.33±0.58 ^a	92.67±0.58 ^a
B	82±1.00 ^{cde}	73.33±1.55 ^{klmn}	77.33±2.08 ^{efghi}	70.67±1.55 ^{mno}
C	79±1.00 ^e	71.67±1.53 ^{lmnop}	74.67±1.55 ^{ghijkl}	68.33±0.58 ^{pq}
D	78.33±1.53 ^{ef}	70.33±1.15 ^{nopq}	74±0.02 ^{ijklm}	66.83±1.04 ^q
E	83.33±1.15 ^{bcd}	75±1.00 ^{efghikl}	78.33±0.58 ^{ef}	74±1.00 ^{ijklm}
F	82±1.00 ^{cde}	74.33±1.15 ^{hijkl}	77.67±1.5 ^{efgh}	70.67±0.58 ^{mno}
G	76±2.00 ^{efghijk}	71.67±0.58 ^{lmnop}	75.67±1.15 ^{efghijk}	69.33±0.58 ^{opq}
H	78.66±0.58 ^e	72.67±2.08 ^{klmno}	77.33±1.53 ^{efghi}	73.33±0.58 ^{ijklm}
I	78±1.00 ^{efg}	70.33±1.53 ^{nopq}	76.50±0.50 ^{efghij}	71.67±0.58 ^{lmnop}
J	76.83±0.76 ^{efghij}	69.67±1.53 ^{opq}	75.67±1.15 ^{efghijk}	68.67±0.58 ^{pq}

Means ± standard deviations. Different superscripts show significant difference ($p < 0.05$).

در تمامی تیمارها نسبت به تیمار کنترل به طور معنی‌داری افزایش ($P < 0.05$) و میزان اسیدیته در تمامی تیمارها نسبت به تیمار کنترل به طور معنی‌داری کاهش ($P < 0.05$) پیدا کرد. بیشترین میزان pH و کمترین اسیدیته مربوط به تیمار D

مطابق نتایج مقایسه‌ی میانگین داده‌ها اثر نوع تیمار، مدت زمان نگهداری و اثرات متقابل آن‌ها روی پارامترهای pH و اسیدیته معنی‌دار ($P < 0.05$) بود. نتایج حاصل از بررسی‌ها نشان داد که با افزودن کنسانتره‌ی پروتئینی آب‌پنیر و رنگ‌دانه‌ی لوتئین مقدار pH

رنگ‌دانه‌ی لوتئین) دارای بیشترین مقدار بود. همچنین تیمار B (حاوی ۰/۲٪ کنسانتره‌ی پروتئینی آب‌پنیر و ۰/۰۷٪ رنگ‌دانه‌ی لوتئین) با تیمارهای H (حاوی ۰/۴٪ کنسانتره‌ی پروتئینی آب‌پنیر و ۰/۰۷٪ رنگ‌دانه‌ی لوتئین)، I (حاوی ۰/۴٪ کنسانتره‌ی پروتئینی آب‌پنیر و ۰/۱۳٪ رنگ‌دانه‌ی لوتئین) و J (حاوی ۰/۴٪ کنسانتره‌ی پروتئینی آب‌پنیر و ۰/۲٪ رنگ‌دانه‌ی لوتئین) تفاوت معنی‌داری داشت ($P < 0/05$). افزایش میزان ویسکوزیته به دلیل افزایش مقدار پروتئین‌های آب‌پنیر و دنا توره شدن آن قبل از تخمیر است که این مسئله می‌تواند به دلیل افزایش ظرفیت پیوند پروتئین‌ها با یکدیگر باشد [۲۸]. دلیل دیگر برای افزایش ویسکوزیته احتمالاً افزایش ماده خشک به علت کنسانتره‌ی پروتئینی آب‌پنیر و رنگ‌دانه‌ی لوتئین بوده است. محمد و همکاران (۲۰۰۴)، در مطالعه‌ی تاثیر افزایش ماده جامد کل بر پارامترهای مدل توان به این نتیجه رسیدند که افزایش ماده جامد کل ماست اثر مشخصی بر افزایش ویسکوزیته‌ی محصول دارد به طوری که برای نمونه با ماده جامد بالاتر ضریب قوام (m) بالاتر و اندیس جریان (n) پایین‌تر است [۲۹].

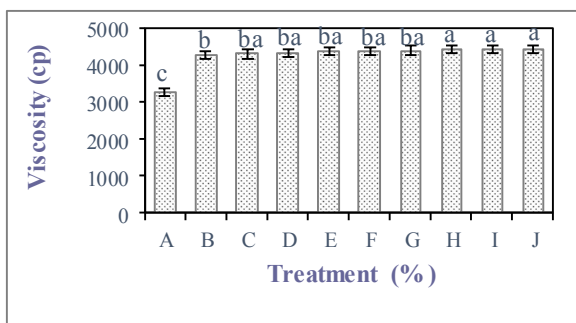


Fig 3 Viscosity changes of the yogurt samples in the first storage day.

۳-۵- سینرسیس

مطابق نتایج مقایسه‌ی میانگین داده‌ها تاثیر متقابل تیمار و زمان نگهداری بر سینرسیس معنی‌دار نبود ($P > 0/05$) اما نوع تیمار و زمان نگهداری تاثیر معنی‌داری بر میزان سینرسیس داشت ($P < 0/05$). با توجه به شکل ۴ همان‌طور که مشاهده می‌شود افزودن کنسانتره‌ی پروتئینی آب‌پنیر و رنگ‌دانه‌ی لوتئین باعث کاهش میزان آب اندازی نمونه‌ها شد و با افزایش غلظت کنسانتره‌ی پروتئینی آب‌پنیر و رنگ‌دانه‌ی لوتئین میزان آب اندازی

(حاوی ۰/۲٪ کنسانتره‌ی پروتئینی آب‌پنیر و ۰/۲٪ رنگ‌دانه‌ی لوتئین) و کمترین میزان pH و بیشترین میزان اسیدیته متعلق به تیمار کنترل بود. علت افزایش pH و کاهش اسیدیته در تیمارهای حاوی کنسانتره‌ی پروتئینی آب‌پنیر و رنگ‌دانه‌ی لوتئین نسبت به تیمار کنترل خواص بافری پروتئین‌های آب‌پنیر و به حداقل رساندن اسیدی شدن ماست در طول دوره‌ی نگهداری می‌باشد [۲۳]. نتایج ویوتو و همکاران (۲۰۱۴)، نشان داد که ماست‌های حاوی لوتئین دارای pH بیشتر و اسیدیته‌ی کمتر نسبت به ماست‌های بدون لوتئین هستند [۹]. دلیل این تفاوت احتمالاً به علت خواص بافری رنگ‌دانه‌ی لوتئین است. نتایج حاصل از بررسی‌ها نشان داد تغییرات اسیدیته با تغییرات pH در طی دوره‌ی نگهداری نسبت معکوس دارد که با نتایج آلدامنی و همکاران (۲۰۰۲)، مطابقت داشت [۲۴]. مطابق با نتایج به دست آمده از این پژوهش در میزان تغییرات pH در بین تیمارهای حاوی کنسانتره‌ی پروتئینی آب‌پنیر و رنگ‌دانه‌ی لوتئین در طول دوره‌ی نگهداری نوساناتی وجود داشت که این نوسانات pH در بین روزهای مختلف نگهداری معنی‌دار ($P < 0/05$) بود و در روز ۷ و ۲۱ نگهداری pH به طور معنی‌داری افزایش یافت ($P < 0/05$). رامچانداران و شاه (۲۰۱۰)، نیز به نتایج مشابهی در ماست پروبیوتیک دست یافتند [۲۵]. همچنین توانایی استرپتوکوکوس - ترموفیلوس برای تولید برخی از متابولیت‌های اولیه می‌تواند دلیلی برای افزایش pH مشاهده شده در روز ۷ و ۲۱ نگهداری باشد [۲۶]. علت کاهش pH و اسیدیته را می‌توان به فعالیت میکروارگانیسم‌های باقی‌مانده نسبت داد. میکروارگانیسم‌ها با مصرف قند و تولید اسیدهای آلی می‌توانند کاهش pH را به دنبال داشته باشند. با پایان رسیدن منابع قندی میکروارگانیسم‌ها پروتئین‌های موجود در محیط را مصرف کرده و این عامل نیز منجر به افزایش pH و کاهش اسیدیته‌ی محصول می‌گردد [۲۷].

۳-۴- ویسکوزیته

همان‌طور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود با افزودن کنسانتره‌ی پروتئینی آب‌پنیر و رنگ‌دانه‌ی لوتئین ویسکوزیته در تمامی نمونه‌ها نسبت به نمونه‌ی کنترل به طور معنی‌داری افزایش یافت ($P < 0/05$). میزان ویسکوزیته در تیمار کنترل دارای کمترین مقدار و در تیمار J (حاوی ۰/۴٪ کنسانتره‌ی پروتئینی آب‌پنیر و ۰/۲٪

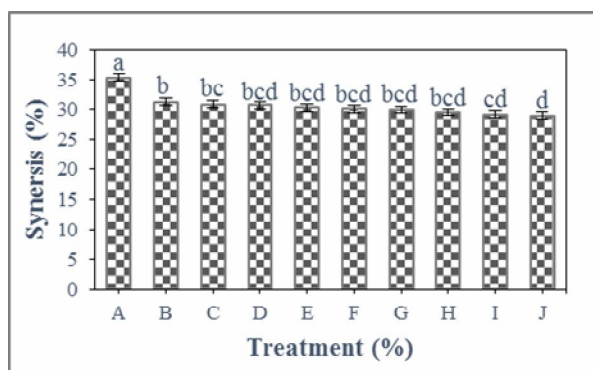


Fig 5 Syneresis changes of the yogurt samples during the storage time.

۶-۳- ارزیابی حسی

نتایج ارزیابی حسی نمونه‌های ماست (حاوی کنسانتره پروتئینی آب‌پنیر و رنگ‌دانه‌ی لوتئین) و نمونه‌ی کنترل در شکل ۶ نشان داده شده است. با توجه به شکل ۶ از لحاظ ظاهری، نمونه کنترل بیشترین امتیاز را به خود اختصاص داد و تیمارهای حاوی ۰/۲٪ لوتئین کمترین امتیاز را کسب کردند. علت کاهش امتیاز در تیمارها نسبت به تیمار کنترل افزایش رنگ زرد نمونه‌های ماست با افزایش غلظت رنگ‌دانه‌ی لوتئین بود. غلظت‌های مختلف کنسانتره پروتئینی آب‌پنیر تأثیری در رنگ تیمارها نداشت [۲۲] و [۳۳]. از نظر ویژگی بافتی تمامی تیمارها نسبت به تیمار کنترل امتیاز بیشتری داشتند و تیمارهای حاوی ۰/۴٪ کنسانتره پروتئینی آب‌پنیر بالاترین امتیاز را به خود اختصاص دادند. علت این امر بهبود قوام و بافت ماست و کاهش مقدار سینرسیس به دلیل افزایش ماده خشک با افزودن کنسانتره پروتئینی آب‌پنیر و رنگ‌دانه‌ی لوتئین و نیز به دلیل تشکیل بیشتر و محکم‌تر کمپلکس‌های پروتئین‌های سرمی با کازئین، افزایش بیشتر املاح و خاصیت هیدروفیلی بیشتر پروتئین‌های سرمی نسبت به کازئین و در نتیجه خامه‌ای شدن بافت بود و این بافت از نظر مصرف‌کنندگان مطلوب بوده و احساس دهانی مطبوع ایجاد کرد [۳۴]. از لحاظ عطر و طعم تیمار J (حاوی ۰/۴٪ کنسانتره پروتئینی آب‌پنیر و ۰/۲٪ رنگ‌دانه‌ی لوتئین) کمترین امتیاز و تیمار B (حاوی ۰/۲٪ کنسانتره پروتئینی آب‌پنیر و ۰/۰۷٪ رنگ‌دانه‌ی لوتئین) بالاترین امتیاز را کسب کرد. همچنین بین نمونه‌ی کنترل با تیمار C (حاوی ۰/۲٪ کنسانتره پروتئینی آب‌پنیر و ۰/۱۳٪ رنگ‌دانه‌ی لوتئین) تفاوت آماری معنی‌داری وجود نداشت

نیز روند نزولی داشت. تیمار B (حاوی ۰/۲٪ کنسانتره پروتئینی آب‌پنیر و ۰/۰۷٪ رنگ‌دانه‌ی لوتئین) تفاوت معنی‌داری با تیمارهای I (حاوی ۰/۴٪ کنسانتره پروتئینی آب‌پنیر و ۰/۱۳٪ رنگ‌دانه‌ی لوتئین) و J (حاوی ۰/۴٪ کنسانتره پروتئینی آب‌پنیر و ۰/۲٪ رنگ‌دانه‌ی لوتئین) داشت ($P < 0.05$). بیشترین میزان آب اندازی مربوط به تیمار کنترل و کمترین آن متعلق به تیمار J بود. کاهش آب اندازی در تیمارهای ماست حاوی کنسانتره پروتئینی آب‌پنیر و رنگ‌دانه‌ی لوتئین احتمالاً به دلیل افزایش ماده خشک در ماست بوده که با جذب آب بیشتر از ساختار سه بعدی ماست محافظت می‌کند [۳۰]. همچنین افزایش دناتوراسیون پروتئین‌های آب‌پنیر باعث بهبود ظرفیت نگهداری آب و در نتیجه باعث کاهش آب اندازی می‌گردد [۲۸]. تحقیقات عزیزنیا و همکاران (۲۰۰۸) و آکالین و همکاران (۲۰۱۲)، نیز نشان داد با افزودن WPC، آب اندازی در نمونه‌ها کاهش یافت [۴ و ۳۱]. شکل ۵ نشان می‌دهد که آب اندازی در تمامی تیمارها در بین روزهای مختلف نگهداری کاهش یافت که این کاهش در روز ۱۴ و ۲۱ نگهداری نسبت به روز ۷ و ۱ معنی‌دار بود ($P < 0.05$). در مورد نحوه‌ی تغییرات سینرسیس نتایج متفاوتی منتشر شده است، به طوری که گزارشات سوپاویتیت پاتانا و همکاران (۲۰۱۰)، بیانگر افزایش آب اندازی ماست قالبی در طول مدت زمان نگهداری بود [۳۲]. آچانتا و همکاران (۲۰۰۷)، نیز گزارش کردند کاهش میزان pH نمونه‌های ماست در طول مدت زمان نگهداری روی میسل کازئین اثر گذاشته و باعث کاهش میزان آزاد شدن سرم و در نتیجه کاهش میزان سینرسیس می‌شود [۱۶].

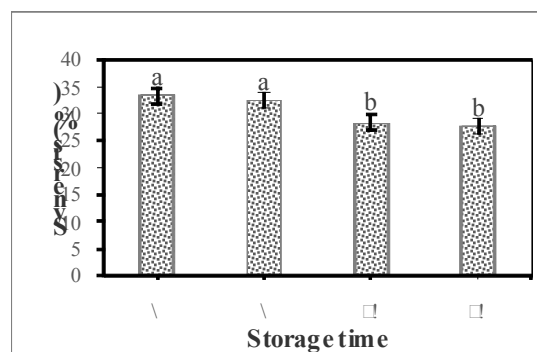


Fig 4 Syneresis changes of the yogurt samples.

انتخاب منبع غنی‌سازی تاثیرگذار می‌باشند. از جمله قابلیت دسترسی، طعم، مزه، میزان مواد مغذی و ملاحظات اقتصادی از جمله‌ی این عوامل هستند [۳۵]. شیرهای کامل و نیم‌چرب و کم‌چرب و ماست‌های مربوط به آن‌ها، با توجه به شرایط پروتکل هضم در شرایط آزمایشگاهی نشان داده شد که ناقلان خوبی برای افزودن لوتئین هستند [۹]. مطالعات، با استفاده از مکمل‌های لوتئین‌های تجاری در دسترس، در حال حاضر انجام می‌شوند. به طور هم‌زمان، تولید صنعتی، توسعه و تولید اشکال جدید قابل تحویل (به عنوان مثال محلول در آب) و برنامه‌های کاربردی در بازار مواد غذایی، نوشیدنی‌ها و مکمل‌ها همه در حال افزایش هستند. لوتئین یک جزء بیولوژیک فعال امیدوارکننده در صنایع غذایی است [۸]. استفاده از رنگ‌های طبیعی در مواد غذایی مزایای تغذیه‌ای را ایجاد می‌کند و رنگ‌دانه‌های خاص با خواص عملکردی برای مثال اثرات آنتی‌اکسیدانی همراه هستند [۳۶].

($P < 0.05$) ولی با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود داشت ($P < 0.05$). علت بالاتر بودن امتیاز عطر و طعم در تیمارهای B و C افزایش تولید دی‌استیل به عنوان یک عامل عطر و طعم به دلیل حضور سیرتات بیشتر به عنوان پیش‌ساز دی‌استیل در کنسانتره‌ی پروتئینی آب‌پنیر بود [۲۰]. سایر تیمارهای حاوی غلظت‌های بیشتر رنگ‌دانه‌ی لوتئین و کنسانتره‌ی پروتئینی آب‌پنیر به علت داشتن طعم تلخ امتیاز کمتری نسبت به نمونه‌ی کنترل کسب کردند. در نتایج ویوتو و همکاران (۲۰۱۴ و ۲۰۱۲)، به ترتیب در تیمارهای ماست و پنیر حاوی غلظت‌های بیشتر رنگ‌دانه‌ی لوتئین به علت وجود طعم تلخ پذیرش کمتری داشتند [۹ و ۲۲]. بیشترین امتیاز کلی در بین تیمارها مربوط به نمونه‌ی B و بعد از آن به ترتیب نمونه‌ی C و نمونه‌ی کنترل قرار داشتند. کمترین امتیاز به نمونه‌های حاوی ۰/۲٪ رنگ‌دانه‌ی لوتئین تعلق داشت که علت آن ایجاد رنگ زرد شدید و طعم تلخ بود. عوامل مختلفی در

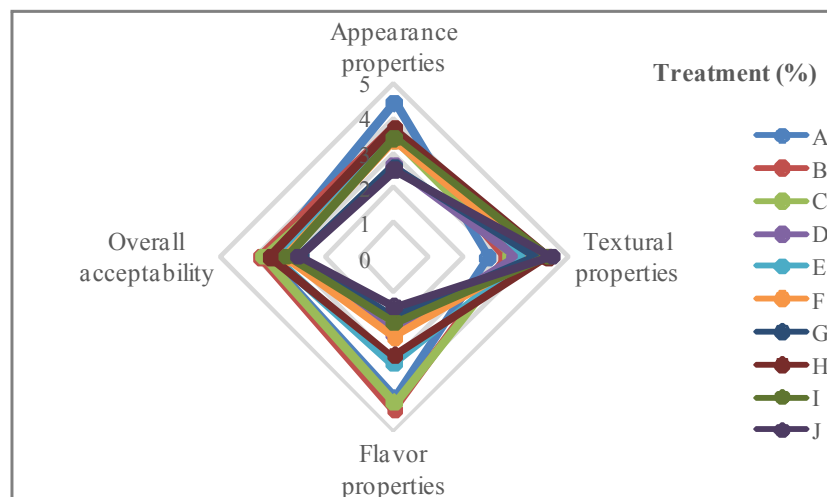


Fig 6 Sensory evaluation of the yogurt samples.

۳-۷- ویژگی‌های میکروبی

نتایج آزمایش‌های میکروبی نشان دادند که هیچ‌یک از تیمارها آلوده به کلی‌فرم نبوده و شمارش کپک و مخمر در تمامی نمونه‌ها منفی بود که علت آن می‌تواند نشانگر شرایط پاستوریزاسیون مناسب، فرآیند بهداشتی تولید و بسته‌بندی مناسب ماست‌های تولیدی باشد.

۴- نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج به دست آمده مشخص شد که با افزودن کنسانتره‌ی پروتئینی آب‌پنیر و رنگ‌دانه‌ی لوتئین بر میزان pH، ماده خشک، ویسکوزیته و چربی نمونه‌های ماست اضافه گردید و از میزان سینرسیس و اسیدیته نمونه‌ها کاسته شد و طی ۲۱ روز نگهداری در هیچ‌کدام از تیمارها، باکتری‌های کلی‌فرم و نیز کپک و مخمر مشاهده نشد. نمونه‌ی B (حاوی ۰/۲٪ کنسانتره‌ی

- potential on aroma biosynthesis by lactic acid bacteria in nonfat yogurt. *Journal of Dairy Science*, 94(2):614–622.
- [7] Guzman-Gonzalez, M., Morais, F., Ramos, M. and 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(8): 1117–1122.
- [8] Granado-Lorencio, F., Herrero-Barbudo, C., Olmedilla-Alonso, B., Blanco-Navarro, I. and Perez-Sacristan, B. (2010). Lutein bioavailability from lutein ester-fortified fermented milk: in vivo and in vitro study. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 21(2): 133–139.
- [9] Viotto, W. H., Domingos, L. D., Xavier, A. A. O., Mercadante, A. Z., Petenate, A. J. and Jorge, R. A. (2014). Oxidative stability of yogurt with added lutein dye. *J. Dairy Sci*, 97(2): 616–623.
- [10] Jones, S. T., Aryana, K. J. and Losso, J. N. (2005). Storage Stability of Lutein During Ripening of Cheddar Cheese. *J. Dairy Sci*, 88(5):1661–1670.
- [11] do Espirito Santo, A. P., Perego, P., Converti, A. and Oliveira, M. N. (2012). Influence of milk type and addition of passion fruit peel powder on fermentation kinetics, texture profile and bacterial viability in probiotic yoghurts. *Food Science and Technology*, 47(2): 393–399.
- [12] Chougrani, F., Cheriguene, A. and Bensoltane, A. (2009). Sensorial and Physico-Chemical Characteristics of Yoghurt Manufactured with Ewe's and Skim Milk. *World Journal of Dairy & Food Sciences*, 4(2):136–140.
- [13] Iranian national standard, Number 637, measurement of Non-fat dry matter, institute of standards and industrial research of Iran, 2007.
- [14] Iranian national standard, Number 384, measurement of milk fat, institute of standards and industrial research of Iran. 1991, 2nd ed.
- [15] Panesar, p. s. and shinde, CH. (2011). Effect of storage on syneresis, pH, *Lactobacillus acidophilus* count, *bifido bacterium bifidum* count of aloe vera fortified probiotic yoghurt. *Current Reaserchin in Dairy sciences*, 4(1): 17–23.
- پروتئینی آب پنیر و ۰/۰۷٪ رنگدانه‌ی لوتئین) دارای بیشترین پذیرش از نظر ارزیاب‌ها بود که خواص حسی بهتری در مقایسه با سایر نمونه‌ها نشان داد. نتایج این پژوهش نشان می‌تواند با تولید صنعتی ماست حاوی کنسانتره‌ی پروتئینی آب پنیر و رنگدانه‌ی لوتئین به عنوان یک غذای فراسودمند، انتخاب جدیدی برای مصرف‌کنندگان محصولات لبنی فراهم نمود که علاوه بر خصوصیات تغذیه‌ای، دارای بافت و ویژگی‌های حسی مطلوبی نیز باشد.
- ## ۵- سپاسگزاری
- بدین وسیله نویسندگان مقاله مراتب سپاس خود را از شرکت پگاه آذربایجان شرقی ابراز می‌دارند.
- ## ۶- منابع
- [1] Kaup, J. and Susan, M. (1988). Bioavailability of calcium in yogurt and its relationship to the hypocholesterolemic properties of yogurt. *Agriculture, Food Science and Technology*, 48 (7) :1859–2040.
- [2] Aguirre-Mandujano, E., Lobato-Calleros, C., Beristain, C. I., Garcia, H. S. and Vernon-Carter, E. J. (2009). Microstructure and viscoelastic properties of low-fat yoghurt structured by monoglyceride gels. *Food Science and Technology*, 42 (5): 938–944.
- [3] Sandoval-Castilla, O., Lobato-Calleros, C., Aguirre-Mandujano, E. and Vernon-Carter, E. J. (2004). Microstructure and texture of yogurt as influenced by fat replacers. *International Dairy Journal*, 14(2):151–159.
- [4] Aziznia, S., Khosrowshahi, A., Madadlou, A. and 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.
- [5] Puvanenthiran, A., Williams, R. P. W., Augustin, M. A. (2002). Structure and viscoelastic properties of set yoghurt with altered casein to whey protein ratios. *International Dairy Journal*, 12(4): 383–391.
- [6] Martin, F., Cachon, R., Pernin, K., De Coninck, J., Gevais, P., Guichard, E. and Cayot, N. (2003). Effect of oxidation-reduction

- CO₂ and NH₃ from urea. Aust. J. Dairy Technol, 37(1): 14–167.
- [27] Mortazavi, A., Haddad Khodaparast, M. H., Farhoosh, R., Nasehi, B. and Mokarram, R. (1993). Modern food microbiology. Vol. 1. Mashhad Publishing Co. 409 p. (Translated in Persian).
- [28] Martin-Diana, A. B., Janer, C., Pelaez, C. and Requena, T. (2003). Development of a fermented goat's milk containing probiotic bacteria. International Dairy Journal, 13 (10) 827–833.
- [29] Mohammed, H. A., Abu-Jdayil, B. and Shawabkeh, A. (2004). Effect of solid concentration on the rheological properties of Labneh (concentrated yoghurt) produced from sheep milk. Journal of Food Engineering, 61(3): 347-352.
- [30] Tamime, A.Y. and Robinson, R. K. (1999). Yogurt: science and technology (2nd ed.). CRC Press, Boca Raton FL: CRC Press LLC.
- [31] Akalin, A. S., Unal, G., Hayaloglu, A. and Dinkci, N. (2012). Microstructural, textural and sensory characteristics of probiotic yogurts fortified with sodium calcium caseinate or whey protein concentrate. Journal of Dairy Science, 95(7): 3617–3628.
- [32] Supavititpatana, P., Wirjantoro, T. I. and Raviyan, P. (2010). Characteristics and shelf-life of corn milk yogurt. Journal of Natural Sciences, 9(1): 133-150.
- [33] Akalm, A. S., Karagozlu, C. and unal, G. (2008). Rheological properties of reduced-fat and low-fat ice cream containing whey protein isolate and inulin. European Food Research and Technology, 227(3): 889-895.
- [34] Farshadfar, SH., Ranjbari, P., Javadian, SH. and Ghaderi, M. (2003). Quality Improvement of Dairy and Meat Products by Whey Products. Fars engineering research center 2003; P. B. 71555-414 [in Persian].
- [35] Espirito-santo, A. P., Sousa, A. L. O. P., Lagazzo, A. and Perego, P. (2013). Rheology, spontaneous whey separation, microstructure and sensorial characteristics of probiotic yoghurts enriched with passion fruit fiber. Food Research International, 50(1):224-231.
- [36] BatiSta, A. P., Raymundo, A., Souse, I. and EmPis, J. (2005). RheoLogical characterization of coloured oil-in-water food emulsions with Lutein and Phycocyanin added to the oil and aqueous Phases. Food hydrocolloids, 20: 44-52.
- [16] Achanta, k., Aryana, K. J. and Boeneke, C. A. (2007). Fat free plain yoghurts fortified with varius minerals. Journal of Food Science and Technology, 40(3): 424-429.
- [17] Barrantes, E., Tamime, A. Y., Davis, G., and Barclay, M. N. I. (1994). Production of low-calorie yogurt using skim milk powder and fat-substitute. Journal of Food Science and Technology, 49(2): 85–88.
- [18] Marshal, R. T. (1992). Standard methods for the examination of dairy products. 16th ed. American public health Association.
- [19] Marshall, T. R. (2005). Standard methods for the examination of dairy products. (16th ed.). Pp. 363-536. Washington, DC, USA: American Public Health Association.
- [20] Kakoei, H., Ehsani, M. R. and Mazlomi, M. T. (2007). Survey on Diacetyl Changes and Sensory Characteristics in Yoghurt Fortified with Whey Protein Concentrate Instead of Milk Powder. Iranian Journal of Food Science and Technology, 4(2):31-38.
- [21] Hesari, J. and Manafi, M. (2010). Fermented Milk Technology. The Institute of Technical & Vocational Higher Education Press. Pp. 177-201.
- [22] Viotto, W. H., Kubo, M. T. K., Maus, D., Xavier, A. A. O. and Mercadante, A. Z. (2012). Transference of lutein during cheese making, color stability, and sensory acceptance of Prato cheese. Food Science and Technology, 33(1):82-88.
- [23] Henriquesa, M., Gomesa, D., Rodriguesa, D., Pereiraa, C. and Gilb, M. (2011). Performance of bovine and ovine liquid whey protein concentrate on functional properties of set yoghurts. Procedia Food Science, 1: 2007–2014.
- [24] Al-Kadamany, E., Toufeili, I., Khattar, M., Abou-Jawdeh, Y., Harakeh, S. and Haddad, T. (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.
- [25] Ramchandran, L., and Shah, N. P. (2010). Characterization of functional, biochemical and textural properties of synbiotic low-fat yoghurts during refrigerated storage. Journal of Food Science and Technology, 43(5): 819–827.
- [26] Tinson, W., Broome, M. C., Hillier, A. J. and Jago, G. R. (1982). Metabolism of *Streptococcus thermophilus*, 2. Production of

Physico-Chemical, Textural, Microbiological and Sensory Properties of Low-Fat Set Yogurt Containing Whey Protein Concentrate and Lutein Pigment

Panahi, F. ¹, Hesari, J. ^{2*}, Azadmard-Damirchi, S. ², Rafat, S. A. ³,
Manafi Dizaj Yekan, M. ⁴

1. M.Sc., Dept. of Food Science and Technology, Tabriz Campus, Tabriz, Iran.

2. Professor., Dept. of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Tabriz University, Tabriz, Iran.

3. Associate Professor., Dept. of Animal Science, Faculty of Agriculture, Tabriz University, Tabriz, Iran.

4. professor, Dept. of Food Science and Technology, Islamic Azad University, Khoy Branch, Khoy., Iran.

(Received: 2018/05/23 Accepted:2019/05/25)

In this study, lutein Pigment (0.07, 0.13 and 0.2 %w/w) and whey protein concentrate (0.2, 0.3 and 0.4 %w/w) were added to the milk. Qualitative characteristics of yogurt samples were analysed regarding physico-chemical, microbiological, textural and sensory properties over 21 days. Adding whey protein concentrate and lutein, lowered the level of syneresis and acidity but increased the amount of dry matter, fat, viscosity and pH of yogurt samples. According to the results of microbe analysis, there was not any evidence of the growth of mold, yeast and coliform bacteria in the samples. In the case of sensory properties, adding whey protein concentrate and lutein, raised the scores of texture, mouthfeel evaluation and lowered the scores of appearance evaluation. Among all treatments, yogurt containing 0.2 %, w/w whey protein concentrate and 0.07 %, pigment lutein earned the best score with respect to overall flavor and quality acceptability.

Keywords: Low fat Yogurt, lutein Pigment, Whey Protein Concentrate

* Corresponding Author E-Mail Address: jhesari@tabrizu.ac.ir