Food Research Journal

Online ISSN: 2676-5691 Print ISSN: 2008-515X
https://foodresearch.tabrizu.ac.ir

Evaluation of the physicochemical and color characteristics of functional set yogurt containing yellow, red and orange bell pepper extract

Hossein Jooyandeh✉[1] and Behrooz Alizadeh Behbahani[2]

[1]Professor, Department of Food Science and Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran.
[1]Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran.
✉Corresponding author: hosjooy@asnrukh.ac.ir

ARTICLE INFO

Article type:
Research Article

Article history:
Received: August 21, 2023
Accepted: October 11, 2023
Published: July 4, 2024

Keywords:
Functional set yogurt, Juice extraction, L* value, Syneresis

ABSTRACT

Background: Yogurt is one of the most popular fermented milk products, which affords an excellent source of essential nutrients such as vitamins, calcium, and proteins. It also provides valuable lactic acid bacteria that are beneficial to the function of human gut microbiota. However, plain yogurt lacks a variety of health-beneficial antioxidant substances particularly phenolic compounds, and vitamin C.

Aims: The aim of this study was to evaluate the effect of the addition of concentrated bell pepper extract (CBPE) with three different colors on the physicochemical and color properties of set yogurt.

Methods: Bell peppers with yellow, orange, and red colors were washed and crushed by a blender and the extract juices were prepared with 30% T.S. For yogurt production, 5% CBPEs were added to the milk used for yogurt making. The yogurt samples were kept at refrigerator and analyzed for physicochemical characteristics and color values during 21 days of storage.

Results: Results showed that the incorporation of CBPE in the yogurt samples and the storage period had a significant impact on the studied parameters. With the incorporation of CBPE in the yogurt samples and with the passage of storage time, the amounts of pH, syneresis and lightness significantly decreased, while the amounts of total solids, WHC and a* and b* values increased.

Conclusion: Based on the obtained results, all the samples containing CBPE had less syneresis and more WHC than the control sample. Therefore, considering that syneresis is one of the most important undesirable phenomena in yogurt, it is suggested to use CBPE with different colors to develope functional yogurt with high-quality (more antioxidant properties and less syneresis).

Extended Abstract

Introduction: Yogurt is one of the most popular fermented milk products, which affords an excellent source of essential nutrients such as vitamins, calcium, and proteins. It also provides valuable lactic acid bacteria (LAB) that are beneficial to the function of human gut microbiota. The high concentration of LAB in yogurt has also positive effects on human health, including prevention of intestinal disorders, chronic diseases, reduction of cholesterol absorption and reduction of blood pressure (Alimoradi et al. 2016). Many components of yogurt, such as whey proteins, have been linked to a few health benefits, and some components, particularly compounds resulting from the breakdown of milk proteins, such as casomorphins, phosphopeptides, and immunopeptides, are classified as bioactive peptides. These peptides are released as a result of the digestion of yogurt proteins in the intestine and may play a role in the regulation and entry of nutrients into the body, or they may affect food metabolism through the activation of hormone secretion. For example, whey proteins are widely used in infant nutrition; it is common to use hydrolyzed whey proteins in the food formula of infants who are allergic to cow's milk proteins (Jooyandeh, 1400). New studies have shown that in the process of digesting milk proteins in the digestive system, some bioactive peptides are formed, which are effective on the secretion of internal hormones such as hormones that strengthen the immune system. Also, some of these bioactive molecules are effective on better digestion of food, nervous system, as well as prevention of cardiovascular diseases and inhibition of angiotensin-converting enzyme (ACE) (Vincenzetti et al. 2017). However, plain yogurt lacks a variety of health-beneficial antioxidant substances particularly phenolic compounds, flavonoids, anthocyanins, and vitamin C. Therefore, incorporation of natural functional ingredients such as fruits (Alirezalu et al., 2014; Raikos et al., 2019; Arslaner et al., 2021) and vegetables (Kim et al., 2010; Yang et al., 2012; Hong et al., 2020; Momenzadeh et al., 2021) can boost the chemical composition and health benefits of the yogurt. Most of these investigations revealed that adding natural edible ingredients to yogurt improved its chemical composition, biological activity, and quality characteristics. Fortification with these bioactive constituents is one of various methods to preclude the syndromes associated with dietary deficiencies. In addition to antioxidant activities, these compounds exert other beneficial health effects such as antimicrobial, antidiabetic, anticancer, anti-obesity, anti-inflammatory, and cardioprotective properties. The aim of this study was therefore to evaluate the effect of addition of concentrated bell pepper extract (CBPE) with three different colors on the physicochemical and color properties of set yogurt.

Material and methods: Bell peppers with yellow, orange, and red colors were washed and crushed by a blender. After straining for pulp extraction, the total soluble solids of juices were adjusted up to 30% by a rotary evaporator. The set-style yogurt samples were produced on a laboratory scale according to the method described by Yademellat et al. (2017) and Jooyandeh et al. (2023) with some modifications. For yogurt production, the milk was heated at 90 ˚C for 10 min and after the temperature reduction up to 65 ˚C, the CBPEs were added. After inoculation with 0.05% starter cultures (lyophilized powder) at 44-45 ˚C, the samples were incubated at 42 ˚C until the pH reached to 4.6. The yogurt samples were kept at refrigerator and analyzed for physicochemical characteristics (pH, total solids, syneresis and water holding capacity (WHC)) and color values (L*, a*, and b* indexes) during 21 (1, 11 and 21) days of storage. The yogurt sample without CBPE was prepared and considered as the control. The pH and dry matter of the set yogurt samples were measured using a pH meter (Metrahm Company, model 827, Switzerland) and using an oven at a temperature of 100 °C until constant weight was reached (AOAC, 2000). The syneresis of set yogurt samples was determined according to the method of Ababaf

et al. (2019). 30 grams of the yogurt sample was transferred into a 50 ml Falcon and then the tubes were centrifuged in a GMBH centrifuge (model Z206A) made in Germany with a speed of 222 x g for 10 minutes at a temperature of 4 °C. After centrifugation, the weight of the separated serum or supernatant was obtained and syneresis was calculated by dividing the weight of supernatant by the weight of the yogurt sample. For measuring the water holding capacity (WHC) of set yogurt samples, the samples centrifuged at 4000 x g for 20 minutes at 10 °C according to the method of Fayaz et al. (2020). The color of the produced samples was also determined by using the Manitoba Hunter Lab colorimeter (CR-400 model) and the characteristics of whiteness (L*), redness (a*) and yellowness (b*) of yogurt samples were measured (Jooyandeh et al., 2021). For performing *analysis*, data were analyzed by a completely randomized factorial design using SPSS software, version 20. The mean of treatments was compared with Duncan test at 95% confidence level.

Results and discussion:

Results showed that incorporation of CBPE in the yogurt samples and the storage period had significant impact on the studied parameters. With incorporation of CBPE in the yogurt samples and with the passage of storage time, the amounts of pH, syneresis and lightness significantly decreased, while the amounts of total solids, WHC and a* and b* values increased. The amounts of pH of yellow CBPE was slightly higher than other fortified samples, but these differences were not significant ($p>0.05$). The decrease in pH of yogurt is probably due to the low pH of bell pepper extracts (5.1-5.3). In addition, Kim et al. (2011) showed that the amount of organic acids in green and red bell peppers is significant, 12.94 and 15.75 grams per 100 grams of dry matter, respectively. Therefore, the decrease in pH as a result of the addition of various extracts of bell pepper is not far from expected due to the presence of abundant organic acids. Hong et al. (2020) in similar results reported that the pH of yogurt decreased by increasing the amount of bell pepper extracts with different colors of yellow, orange and red. Also, the results showed that with the passage of storage time, the pH value of yogurt decreased significantly. The reason for the decrease in pH during storage can be considered the activity of yogurt starter bacteria and the conversion of lactose into lactic acid. The average pH of yogurt samples at the beginning of the storage time and after 11 and 21 days was determined as 4.47, 4.37 and 4.28, respectively, which was consistent with the results of Jooyandeh et al. (2015). The red CBPE sample had higher total solids and syneresis than orange and yellow CBPE samples but these differences were also not significant ($p>0.05$). The control sample (yogurt without CBPE) had higher L* value (87.87) than yellow (85.36), orange (83.87) and red (80.32) CBPE samples. The red CBPE sample had higher a* value particularly at the end of 21 days of storage period as compare to other samples probably due to the higher anthocyanin content. The amount of a* value in red, yellow and orange CBPE samples were recorded as 8.94, -2.52 and -0.96, respectively. As the time of storage increased, the amount of redness particularly in the red CBPE yogurt increased probably due to the lower syneresis (Kim et al., 2010). Like a* values, results showed that fortified yogurt samples especially orange CBPE sample had higher b* value probably due to the higher carotenoids compounds. With agreement with our results, Kim et al. (2016) reported the higher amount of carotenoid substances in orange bell pepper (62.57 mg/100 g) as compare with yellow (35.32 mg/100 g) and red bell pepper (55.80 mg/100 g) on dry basis. Furthermore, in control sample with the passage of storage time, b* value increased slightly while in fortified samples decreased to some extent ($p>0.05$). The increase in b* value in control yogurt is probably due to destabilizing of casein micelles because of pH reduction during the storage (Garcia et al., 2005). The decrease in b* value in the fortified yogurts is undoubtedly due to disintegration of pigments

mainly Xanthophylls during the storage period (Suwannasang et al., 2022).

Conclusion: Based on the results of the current study, incorporation of bell peppers in the form of concentrated extract had significant effect on physicochemical and color characteristics of set yogurts. One of the most common defects in set type yogurts is syneresis. The results revealed that by application of CBPE in yogurt formulation, the syneresis reduced and WHC increased significantly. Therefore, by incorporation of CBPE, a functional yogurt with a higher antioxidant substances and a lower syneresis could be produced. Based on sensory and antioxidant activities (results are not shown), the yogurt sample having orange CBPE was selected as the best functional product.

پژوهش‌های صنایع غذایی
شاپا الکترونیکی: ۲۶۷۶-۵۶۹۱ ، شاپا چاپی ۵۱۵X- ۲۰۰۸
https://foodresearch.tabrizu.ac.ir

بررسی ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی و رنگ ماست قالبی عملگرا حاوی عصاره فلفل دلمه‌ای زرد، قرمز و نارنجی

حسین جوینده[1]* و بهروز علیزاده بهبهانی[2]

[1]استاد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران
[2]دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران
مسئول مکاتبه: hosjooy@asnrukh.ac.ir

مشخصات مقاله

نوع مقاله:
علمی پژوهشی

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۳۰
پذیرش: ۱۴۰۲/۰۷/۱۹
انتشار: ۱۴۰۳/۴/۱۴

کلید واژگان:
ماست قالبی عملگرا، استخراج عصاره، سینرزیس، شاخص L*

چکیده

زمینه مطالعاتی: ماست یکی از محبوبترین فراورده‌های تخمیری شیر است که منبع مناسبی از مواد مغذی ضروری مانند ویتامین‌ها، کلسیم، و پروتئین‌ها را فراهم می‌کند. به‌علاوه، این محصول با فراهم کردن باکتری‌های اسید لاکتیک، نقش مفیدی در میکروفلور دستگاه گوارش انسان ایفا می‌کند. درهرحال، ماست ساده فاقد ترکیبات آنتی‌اکسیدانی سلامت‌بخش به‌ویژه مواد فنلی و ویتامین C می‌باشد.

هدف: این تحقیق به‌منظور بررسی تأثیر عصاره فلفل دلمه‌ای (CBPE) بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و رنگ ماست قالبی انجام شد.

روش کار: فلفل‌های دلمه‌ای با رنگ‌های زرد، نارنجی یا قرمز شستشو و سپس با بلندر خرد شدند. برای تهیه ماست، مقدار ۵٪ از عصاره‌های تغلیظ شده (با مادهٔ جامد ۳۰٪) به شیر مورد استفاده در تولید ماست اضافه گردید. نمونه‌های ماست تهیه شده در یخچال نگهداری و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و رنگ محصول طی مدت ۲۱ روز بررسی گردید.

نتایج: نتایج این تحقیق نشان داد که افزودن CBPE و گذشت زمان نگهداری تأثیر معنی‌داری بر ویژگی‌های نمونه‌های ماست مورد بررسی داشت. با تلفیق CBPE در نمونه‌های ماست و با گذشت زمان نگهداری، مقادیر pH، سینرزیس و روشنایی نمونه‌ها کاهش معنی‌داری یافت؛ اما میزان ماده خشک، ظرفیت نگهداری آب (WHC) و پارامترهای رنگ a* و b* افزایش یافت.

نتیجه‌گیری: براساس نتایج به‌دست آمده، تمامی نمونه‌های حاوی CBPE از سینرزیس کمتر و WHC بیشتری نسبت به نمونه شاهد برخوردار بودند. بنابراین، با توجه به آن که سینرزیس یکی از مهمترین پدیده‌های نامطلوب در ماست می‌باشد، استفاده از CBPE با رنگ‌های مختلف جهت تولید ماست فراسودمند با کیفیت بالاتر (خواص آنتی‌اکسیدانی بیشتر وسینرزیس کمتر) پیشنهاد می‌شود.

مقدمه

در حال حاضر، انواع گوناگونی از شیرهای تخمیری در مناطق مختلف جهان تولید می‌گردد که ماست و فرآورده‌های وابسته به آن، مانند انواع نوشیدنی‌ها و محصولات تغلیظ‌شده (برای مثال، لبنه) از مهم‌ترین آن‌ها محسوب می‌شوند. به‌طورکلی، دو نوع اصلی از محصولات تخمیری شیر به فروش می‌رسد؛ نوع اول، دارای ساختاری ژل مانند و سفت می‌باشد (نوع قالبی)؛ درحالی‌که نوع دیگر قوام زیادی دارد و معمولاً در تولید آن از میوه‌ها، طعم‌دهنده‌ها و شکر استفاده می‌شود (نوع هم‌زده). امروزه، نوع ماست مصرفی تحت تأثیر سنت‌های محلی یا سبک زندگی افراد در مناطق مختلف جهان قرار دارد. به دنبال افزایش آگاهی مصرف‌کنندگان درمورد ارتباط میان رژیم‌های غذایی و سلامتی، تقاضا برای مصرف مواد غذایی سودمند منجمله ماست روندی افزایشی نشان داده است؛ به‌طوری که در طی ۲۰ سال گذشته مصرف ماست در سرتاسر دنیا به شکل قابل توجهی افزایش یافته است (باسیونی و همکاران ۲۰۲۳).

در رژیم غذایی سالم و متعادل، ماست غذایی کامل و مفید محسوب می‌شود. ماست به دلیل داشتن پروتئین، چربی، ویتامین و مواد معدنی دارای ارزش تغذیه‌ای فراوانی است. غلظت زیاد باکتری‌های اسید لاکتیک (LAB[1]) در ماست آثار مثبتی بر سلامتی انسان از جمله جلوگیری از اختلالات روده، بیماری‌های مزمن، کاهش جذب کلسترول و کاهش فشار خون دارد (علیمرادی و همکاران ۲۰۱۶). بسیاری از ترکیبات ماست مانند پروتئین‌های آب‌پنیر دارای فعالیت حیاتی خاص می‌باشند که به لحاظ خواص ضد باکتریایی ارزشمند است و برخی اجزا به‌خصوص ترکیبات حاصل از تجزیه‌ی پروتئین‌های شیر مانند کازومورفین‌ها[2]، فسفوپپتیدها و ایمونوپپتیدها در دسته‌بندی پپتیدهای زیست‌فعال[3] قرار دارند. این پپتیدها در اثر هضم پروتئین‌های ماست در روده آزاد می‌شوند و ممکن است در تنظیم و ورود مواد مغذی به بدن نقش داشته باشند و یا از طریق فعال‌سازی ترشح هورمون‌ها در متابولیسم مواد غذایی تأثیر بگذارند. برای مثال، پروتئین‌های آب پنیر در تغذیه‌ی نوزادان کاربرد وسیعی یافته است؛ استفاده از پروتئین‌های هیدرولیز شده آب پنیر در فرمول غذای نوزادانی که به پروتئین‌های شیر گاو حساسیت دارند، متداول می‌باشد (جوینده ۱۴۰۰). بررسی‌های جدید نشان داده که در فرآیند هضم پروتئین‌های شیر در دستگاه گوارش، برخی پپتیدهای زیست‌فعال تشکیل می‌شوند که روی ترشح هورمون‌های داخلی مانند هورمون‌های تقویت‌کننده‌ی سیستم ایمنی مؤثرند. همچنین برخی از این مولکول‌های زیست‌فعال بر هضم بهتر غذا، سیستم عصبی و نیز جلوگیری از بروز بیماری‌های قلبی-عروقی و **مهار** آنزیم مبدل آنژیوتانسین[4] (ACE) مؤثرند (وینسنزتی و همکاران ۲۰۱۷). استفاده از رژیم غذایی که پروتئین غالب آن از پروتئین‌های آب پنیر باشد، در نوزادانی که با وزن بسیار پایین متولد شده‌اند، خطر بروز اسیدوز متابولیک را کاهش می‌دهد. غالباً افراد سالمند از اختلالات سیستم گوارشی رنج می‌برند. بررسی‌ها نشان داده است که استفاده از نوشیدنی‌های تخمیری حاوی پروتئین‌های آب‌پنیر، به‌ویژه حاوی انواع باکتری‌های پروبیوتیک لاکتوباسیلوس (*لاکتوباسیلوس کازئی*[5]) و بیفیدوباکتر (*بیفیدوباکتریوم انیمالیس*[6]) مشکلات بروز یبوست در افراد سالمند را کاهش می‌دهد (میتلمائو و همکاران ۲۰۲۱). با این وجود، جهت افزایش ویژگی‌های سلامت‌بخشی ماست و خواص عملکردی ماست می‌توان از ترکیبات مختلفی نظیر اسیدهای چرب امگا ۳، ویتامین‌ها، مواد معدنی، پلی‌فنول‌ها و کاروتنوئیدها، فیبرهای غذایی و ترکیبات مختلف زیست فعال استفاده کرد. همچنین می‌توان از گیاهان دارویی معطر و انواع میوه و سبزی در تولید فرمولاسیون‌های ماست عملگرا استفاده نمود (علیرضالو و همکاران ۱۳۹۴a,b؛ مؤمن‌زاده و همکاران ۱۴۰۰).

فلفل دلمه‌ای با نام علمی *Capsicum annuum* L.، دارای ۶ زیرگونه است و در نقاط مختلف دنیا با اسامی مختلفی مانند پی‌پیمنتو[7] (اسپانیا)، فلفل یا قلفل قرمز (انگلیس و ایتالیا)،

[1] Lactic acid bacteria
[2] *Casomorphins*
[3] Bioactive peptides
[4] Angiotensin converting enzyme
[5] *Lactobacillus casei*
[6] *Bifidobacterium animalis*
[7] Pimiento

پیمنت[1] (فرانسه) و پاپریکا (آلمان) نامیده می‌شود. به‌طور کلی، جنس *Capsicum* به دو دسته کلی تقسیم‌بندی می‌شود: «فلفل چیلی»[2] که اندازه‌های کوچک و طعم تندی داراست و «فلفل شیرین[3]» که اندازه بزرگ‌تری داراست و تندی آن کم بوده یا فاقد تندی است (تریپودی و کومار ۲۰۱۹). فلفل دلمه‌ای حاوی مقادیر قابل توجهی رنگدانه‌های کاروتنوئیدی است که سبب ایجاد رنگ‌های گوناگون قرمز، نارنجی و زرد در آن می‌گردد. مهمترین رنگدانه‌های فلفل دلمه‌ای قرمز از نوع زانتوفیل و شامل کاپسانتین[4] و کاپسُروبین[5] است (آریمبور و همکاران ۲۰۱۵). در نوع زرد این محصول دو رنگدانه ویولازانین[6] و نئوزانتین[7] و در نوع نارنجی آن نیز رنگدانه‌های لوتئین[8] و بتا-کاروتن بیشترین اهمیت را دارند (گومز-گارسیا و اوچوآ-آلجو ۲۰۱۳). باتوجه به وجود ترکیبات فیتوشیمیایی فلفل دلمه‌ای که خواص آنتی‌اکسیدانی، ضدسرطانی، ضدالتهابی، ضدچاقی و ضدآرترایوسکلروتیک مناسبی از خود نشان داده‌اند، استفاده از این گیاه به‌عنوان یک ماده افزودنی جهت تولید مواد غذایی عملگرا به‌ویژه محصولات لبنی مورد توجه قرار گرفته است (رایکوس و همکاران ۲۰۱۹؛ چاوز-مندوزا و همکاران ۲۰۱۵). براساس مطالعات انجام شده تا کنون تحقیقی در مورد تولید ماست عملگرا با استفاده از فلفل دلمه‌ای در ایران انجام نشده است. بنابراین این مقاله با هدف تولید ماست قالبی عملگرای حاوی عصاره فلفل دلمه‌ای با رنگ‌های مختلف زرد، قرمز و نارنجی و بررسی ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی آن انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها

مواد مورد استفاده

جهت تولید نمونه‌های ماست، از شیر تازه کامل گاو حاوی ۳/۲٪ چربی استفاده شد. فلفل دلمه‌ای تازه با ۳ رنگ زرد، قرمز و نارنجی از بازار محلی خریداری شد و پس از شستشو، توسط همزن کاملا خرد و عصاره آن با پارچه صافی ململ جدا گردید. سپس عمل تغلیظ عصاره تا ۳۰ درصد ماده خشک توسط دستگاه روتوری اواپراتور تحت خلاء در دمای ۶۰ °C انجام شد. عصاره فلفل دلمه‌ای تغلیظ شده (CBPE) در همان روز تولید نمونه‌های ماست تهیه و به میزان ۵ درصد از آن در تولید ماست استفاده شد. آغازگر ماست یومیکس ۵۳۲ محتوی سویه‌های ترموفیل *استرپتوکوکوس ترموفیلوس*[9] و مزوفیل *لاکتوباسیلوس دلبروکی* زیرگونهٔ *بولگاریکوس*[10] (شرکت لبنی دانیسکوی، ساخت آلمان) خریداری و در دمای ۱۸- °C نگهداری شد. تمامی مواد مورد استفاده در تحقیق شامل محیط‌های کشت و مواد شیمیایی از درجه خلوص بالا و از شرکت سیگما آلدریچ یا مرک آلمان خریداری گردید.

روش تولید ماست

نمونه‌های ماست مطابق روش یدملت و همکاران (۱۳۹۶) و جوینده و همکاران (۲۰۲۳) با کمی تغییرات تولید شدند. پس از رساندن دمای شیر به ۹۰ درجه سانتی‌گراد و نگهداری به مدت ۱۰ دقیقه، دمای شیر به ۶۵ درجه سانتی‌گراد کاهش یافت و میزان ۵ درصد عصاره تغلیظ شده فلفل دلمه‌ای به آن اضافه شد. میزان CBPE مورد استفاده در این تحقیق براساس آزمون‌های مقدماتی و با توجه به نتایج خواص حسی به‌ویژه بافت و طعم ماست تعیین شد. در ادامه دمای شیر جهت تلقیح به ۴۵-۴۴ درجه سانتی‌گراد کاهش یافت و پودر لیوفیلیزه کشت آغازگر ماست به مقدار ۰/۰۵ درصد بـه شیر اضافه گردید و شیر استارتر خورده در ظروف پلی‌اتیلنی ۱۰۰ گرمی پر شد. در ادامه، گرمخانه‌گذاری نمونه‌های ماست در دمای ۴۲ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن pH نمونه‌ها بـه ۴/۶ ادامه یافت و سپس نمونه‌ها از گرمخانه خارج و به یخچال بـا دمای ۵ درجه سانتی‌گراد منتقل گردیدند. کلیه آزمون‌ها طی مدت ۲۱ روز نگهداری (روزهای ۱، ۱۱ و ۲۱ روز پس از تولید) در دمای یخچال (۵±۱ °C) ارزیابی شدند.

[1] Piment
[2] Chili pepper
[3] Sweet pepper
[4] Capsanthin
[5] Capsorubin
[6] Violaxanthin
[7] Neoxanthin
[8] Lutein
[9] *Streptococcus thermophilus*
[10] *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*

اندازه‌گیری pH و ماده خشک

مقدار pH و ماده خشک نمونه‌های ماست قالبی به‌ترتیب با استفاده از pHمتر (شرکت متراهم[1]، مدل ۸۲۷، سوئیس) و استفاده از آون و در دمای ۱۰۰°C تا رسیدن به وزن ثابت اندازه‌گیری شد (AOAC، ۲۰۰۰).

اندازه‌گیری سینرزیس یا آب اندازی ماست

سینرزیس نمونه‌های ماست قالبی مطابق روش عباباف و همکاران (۱۳۹۹) تعیین گردید. مقدار ۳۰ گرم از نمونه ماست درون فالکون ۵۰ میلی لیتر توزین شد و سپس لوله‌ها در سانتریفیوژ GMBH (مدل Z206A) ساخت کشور آلمان با دور g ×۲۲۲ به مدت ۱۰ دقیقه در دمای ٤ °C سانتریفوژ شدند. پس از سانتریفیوژ کردن، وزن سرم آزاد شده یا بخش جدا شده‌ی بالایی فالکون اندازه‌گیری شد و از تقسیم میزان وزن آب آن به میزان وزن نمونه ماست، میزان آب‌اندازی به‌صورت درصد و مطابق رابطه (۱) محاسبه گردید.

$$\text{درصد سینرزیس} = \frac{\text{وزن سرم جدا شده}}{\text{وزن اولیه نمونه}} \times ۱۰۰ \quad \text{رابطهٔ (۱)}$$

اندازه‌گیری ظرفیت نگهداری آب

ظرفیت نگهداری آب (WHC[2]) نمونه‌های ماست قالبی از طریق سانتریفیوژ کردن تمونه‌های ماست در g ×٤۰۰۰ به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۱۰ °C مطابق روش فیاض و همکاران (۲۰۲۰) تعیین گردید. با توجه به وزن سرم و وزن نمونه اندازه‌گیری شده، میزان ظرفیت نگهداری آب مطابق رابطه (۲) محاسبه گردید.

$$\text{WHC (\%)} = \frac{\text{وزن سرم جدا شده} - \text{وزن نمونه}}{\text{وزن نمونه}} \times ۱۰۰ \quad \text{رابطهٔ (۲)}$$

اندازه‌گیری رنگ

رنگ نمونه‌های تولیدشده با استفاده از رنگ سنج هانتر لب مانیتوبا (مدل CR-٤۰۰) انجام گرفت و ویژگی‌های سفیدی (L*) قرمزی (a*) و زردی (b*) نمونه‌های ماست اندازه‌گیری شدند (جوینده و همکاران ۱٤۰۰). قبل از انجام آزمون، دستگاه رنگ‌سنج توسط صفحه سفید کالیبراسیون دستگاه تنظیم شد.

تجزیه و تحلیل آماری

در این پژوهش، نمونه‌های ماست حاوی مقدار ۵ درصد عصاره تغلیظ‌شده‌ی فلفل دلمه‌ای با رنگ‌های مختلف تولید و از نظر خواص فیزیکی‌شیمیایی و رنگ با نمونه کنترل (فاقد عصاره فلفل دلمه‌ای) طی مدت ۲۱ روز نگهداری در یخچال مقایسه شدند. تمامی نمونه‌های ماست قالبی در ۳ تکرار تولید و نتایج با کمک طرح کاملاً تصادفی در قالب فاکتوریل توسط نرم افزار SPSS (ویرایش ۲۰) بررسی گردید. میانگین نتایج نیز با کمک آزمون دانکن در سطح ۵٪ مقایسه شد (جوینده و مینهاس ۲۰۰۹).

نتایج و بحث

تأثیر افزودن CBPE بر pH ماست

نتایج نشان داد افزودن عصاره فلفل دلمه‌ای یا CBPE به‌طور معنی‌داری (p<۰/۰۵) سبب کاهش pH نمونه‌های ماست گردید (شکل ۱). همان‌گونه که در شکل ۱-a قابل مشاهده است، میانگین pH در محدوده ٤/۳۵ تا ٤/٤۲ متغیر بود. کاهش pH ماست احتمالاً به‌دلیل pH پایین عصاره‌های فلفل دلمه‌ای (۵/۱-۵/۳) می‌باشد. به‌علاوه کیم و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که مقدار اسیدهای آلی فلفل دلمه‌ای سبز و قرمز قابل توجه و به‌ترتیب ۱۲/۹٤ و ۱۵/۷۵ گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک است. بنابراین کاهش pH در نتیجه افزودن عصاره‌های مختلف فلفل دلمه‌ای با توجه به وجود اسیدهای آلی فراوان دور از انتظار نیست. هونگ و همکاران (۲۰۲۰) در نتایجی مشابه گزارش کردند که با افزایش مقدار عصاره‌های فلفل دلمه‌ای با رنگ‌های مختلف زرد، نارنجی و قرمز، pH ماست کاهش یافت. همچنین کاهش pH ماست در هنگام استفاده از عصاره‌های زنجبیل (یانگ و همکاران ۲۰۱۲) و شاه توت (علیرضالو و همکاران ۱۳۹٤a) گزارش شده است.

همچنین نتایج نشان داد که با گذشت زمان نگهداری، مقدار pH ماست کاهش معنی‌داری یافت. علت کاهش pH در طول نگهداری را می‌توان فعالیت باکتری‌های آغازگر ماست و تبدیل

[1] Metrohm

[2] Water holding capacity

لاکتوز به اسید لاکتیک دانست. میانگین pH نمونه‌های ماست در ابتدای زمان نگهداری و پس از ۱۱ و ۲۱ روز به‌ترتیب ٤/٤٧، ٤/٣٧ و ٤/٢٨ تعیین شد که با نتایج جوینده و همکاران (۲۰۱۵) مطابقت داشت (شکل ۱-b).

براساس نتایج آنالیز داده‌ها، مشخص گردید که اثر متقابلی میان دو متغیر نوع عصاره و زمان نگهداری وجود دارد ($p<۰/۰۵$). همانطور که در شکل ۱-c می‌توان مشاهده کرد، هرچند در ابتدای زمان نگهداری اختلاف معنی‌داری میان نمونه شاهد و نمونه‌های حاوی عصاره‌های مختلف فلفل دلمه‌ای وجود نداشت، اما در اواسط و انتهای زمان نگهداری این اختلافات معنی‌دار گردید. علت احتمالی کاهش بیشتر pH نمونه‌های حاوی عصاره‌های مختلف فلفل دلمه‌ای در طول نگهداری، بالاتر بودن ماده خشک و در نتیجه تحریک فعالیت متابولیکی باکتری‌های آغازگر ماست می‌باشد (جوینده و همکاران ۲۰۱۵). به علاوه، کاهش pH می‌تواند به‌دلیل افزایش متابولیسم باکتری‌های آغازگر ماست در نتیجه افزودن سبزیجات یا گیاهان دارویی باشد (امیردیوانی و بابا ۲۰۱۱). در میان نمونه‌های مختلف ماست، نمونه ماست شاهد (فاقد عصاره فلفل دلمه‌ای) در ابتدای زمان نگهداری دارای بیشترین مقدار pH (٤/٤٩) و نمونه حاوی عصاره فلفل دلمه‌ای نارنجی در پایان مدت ۲۱ روز نگهداری با pH ٤/٢٤ دارای کمترین مقدار pH بود (شکل ۱-c).

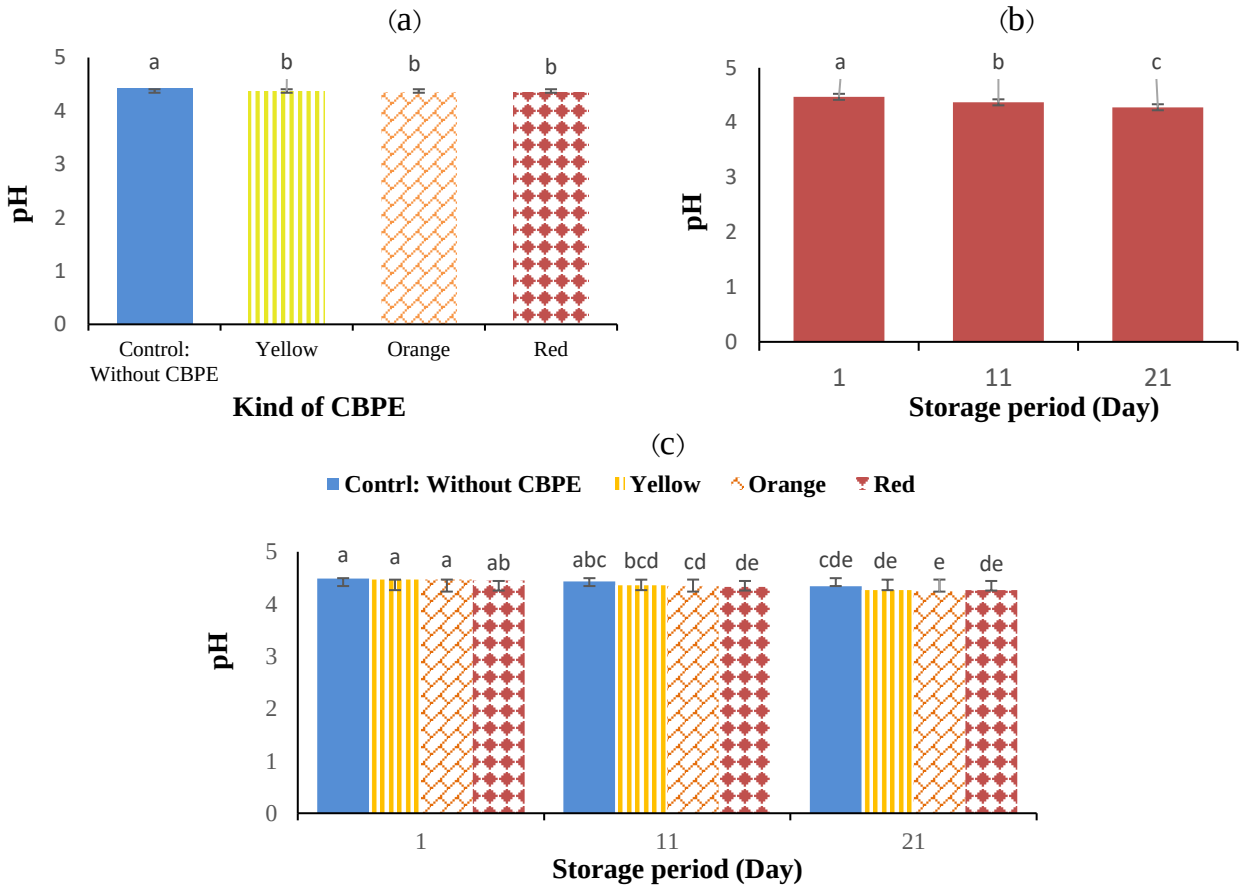


Figure 1- Effect of addition of 5% concentrated bell pepper extract (CBPE) (a), storage time (b) and their interaction (c) on total phenol of the set yogurt samples

تأثیر افزودن CBPE بر ماده خشک ماست

نتایج این پژوهش نشان داد که نمونه‌های ماست حاوی عصاره فلفل دلمه‌ای از میزان ماده خشک بالاتری نسبت به ماست کنترل برخوردار بودند ($p<۰/۰۵$) که دلیل آن بالاتر بودن ماده خشک عصاره‌های فلفل دلمه‌ای (۳۰٪) در مقایسه با ماده خشک شیر (۱۲/٤٪) می‌باشد؛ چراکه با افزودن ۵ درصد از هر یک از

عصاره‌های گیاهی مذکور، افزایش ماده خشک ماست قابل پیش‌بینی است. مقدار میانگین ماده خشک برای نمونه شاهد ۱۲/۳۶ و برای نمونه‌های ماست حاوی عصاره‌های مختلف فلفل دلمه‌ای زرد، نارنجی و قرمز به‌ترتیب ۱۳/۸۵، ۱۳/۸۶ و۱۳/۸۷ درصد تعیین شد (شکل ۲-a). افزایش ماده خشک ماست در نتیجه افزودن فلفل سبز یا قرمز تند توسط کانگ و همکاران (۲۰۱۸) گزارش شده است. در نتایجی مشابه، ارسلانر و همکاران (۲۰۲۱) و موگو و همکاران (۲۰۲۰) افزایش ماده خشک در ماست را به‌ترتیب هنگام افزودن چای ترش و صمغ عربی گزارش کردند. آنالیز دو طرفه میانگین داده‌ها نشان داد که میان دو متغیر مورد بررسی نوع عصاره و زمان نگهداری اثر متقابل معنی‌داری وجود دارد ($p<۰/۰۵$).

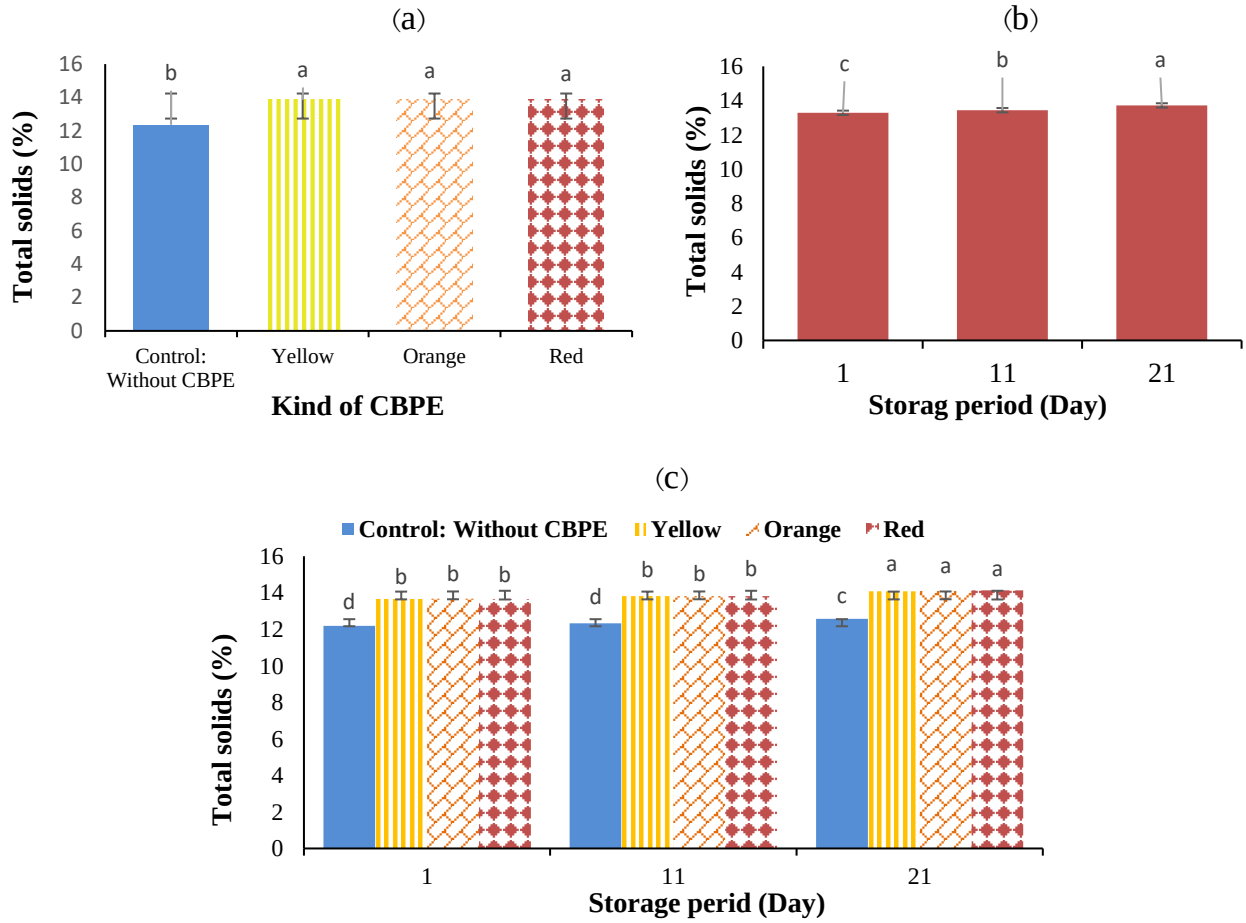


Figure 2- Effect of addition of 5% concentrated bell pepper extract (CBPE) (a), storage time (b) and their interaction (c) on total solids of the set yogurt samples

همان‌گونه که در شکل ۲-c می‌توان مشاهده نمود، نمونه ماست شاهد از ماده خشک پایینتری در مقایسه با سایر نمونه‌های ماست حاوی عصاره فلفل دلمه‌ای برخوردار بود. بر اساس این نتایج، کمترین میزان ماده خشک مربوط به نمونه ماست شاهد در ابتدای زمان نگهداری و بالاترین مقدار ماده خشک مربوط به نمونه حاوی ۵ درصد عصاره فلفل دلمه‌ای قرمز در پایان مدت ۲۱ روز نگهداری بود. درهرحال همان‌گونه که گفته شد، اختلاف معنی‌داری از این نظر میان نمونه‌های ماست حاوی عصاره‌های مختلف رنگی فلفل دلمه‌ای مشاهده نگردید.

تأثیر افزودن CBPE بر سینرزیس ماست

متداول‌ترین نقص در بافت که منجر به عدم پذیرش ماست نزد مصرف‌کننده می‌شود، آب‌اندازی یا سینرزیس است که به ظهور سرم یا آب‌پنیر در سطح ماست اطلاق می‌شود (لشکری و همکاران ۱۳۹۹). نتایج بررسی میزان سینرزیس نمونه‌های ماست در شکل ۳ ارائه شده است. مطابق نتایج به‌دست آمده، افزودن CBPE به‌طور معنی‌داری سبب کاهش میزان آب‌اندازی ماست گردید (شکل ۳–a). مقدار سینرزیس ماست شاهد ۱۳/۲۳٪ و بیشتر از نمونه‌های حاوی عصاره‌های فلفل دلمه‌ای زرد، نارنجی و قرمز به‌ترتیب با مقدار سینرزیس ۱۲/۵، ۱۲/۳ و ۱۲/۵۱ بود.

کاهش میزان سینرزیس ماست‌های غنی شده با مواد گیاهی مختلف در طی زمان نگهداری توسط برخی از محققان گزارش شده است (حسن و همکاران، ۲۰۱۵؛ قاسم پور و همکاران ۲۰۱۲). در ارتباط با روند سینرزیس می‌توان اظهار داشت میزان سینرزیس طی روز–های نگهداری به صورت معنی‌دار کاهش یافت، به طوری که پایین‌ترین میزان سینرزیس نمونه‌ها در روز ۲۱ مشاهده گردید (شکل ۳–b). مقدار سینرزیس در روزهای ۱، ۱۱ و ۲۱ روز پس از نگهداری به‌ترتیب ۱۳/۷۳، ۱۲/۹٤ و ۱۱/۲٤ درصد تعیین شد. علت کاهش میزان سینرزیس ماست‌های غنی شده با برخی مواد گیاهی مانند پودر میوه‌جات و سبزیجات در طی زمان نگهداری، به‌علت جذب آب آزاد ماست توسط ترکیبات پلی‌ساکاریدی آن‌ها و در نتیجه کاهش آب میان‌بافتی محصول می‌باشد (تمیم و رابینسون ۲۰۰۷)؛ اما علت آن در مورد افزودن عصاره‌های گیاهی می‌تواند به‌دلیل ماده خشک بیشتر عصاره و در نتیجه افزایش ماده خشک ماست و همچنین برهمکنش میان ترکیبات فنلی عصاره و پروتئین‌های شیر و در نتیجه تشکیل شبکه پروتئینی با منافذ بیشتر و به دنبال آن افزایش WHC باشد (چارلتون و همکاران ۲۰۰۲). مطابق با نتایج این تحقیق، مؤمن‌زاده و همکاران (۱٤۰۰) در بررسی تأثیر افزودن گیاه پنیرک (در غلظت‌های۰، ۵ و ۱۰ و ۱۵ درصد وزنی/وزنی) روند نزولی سینرسیس ماست را طی مدت ۲۱ نگهداری مشاهده نمودند. ایجاد تغییرات در اتصالات پروتئین–پروتئین موجود در شبکه سه‌بعدی پروتئینی به‌عنوان دلیل افزایش ویسکوزیته و کاهش آب‌اندازی نمونه‌های‌ماست در طول دوره نگهداری بیان شده است (بورکوس و تملی ۲۰۰۵). به‌علاوه، کاهش میزان سینرزیس با گذشت زمان، می‌تواند به دلیل تعداد و قدرت بیشتر پیوندهای بین اجزاء تشکیل دهنده ساختار ژل در دماهای پایین باشد (حسن و همکاران ۲۰۱۵؛ مؤمن‌زاده و همکاران ۱٤۰۰). در واقع زمان نگهداری فاکتور مؤثری بر سینرزیس است و می–تواند با تغییر آرایش پروتئین‌ها و افزایش اتصالات جانبی پروتئین‌ها منجر به پیوند قوی‌تری با یکدیگر شده و سبب کاهش سینرزیس گردد. بنابراین، طی دوره نگهداری با گذشت زمان فرصت کافی برای بازآرایی شبکه ژلی ماست و افزایش ظرفیت نگهداری آب وجود خواهد داشت و همین مساله می‌تواند یکی از دلایل کاهش آب‌اندازی ماست در طول دوره نگهداری باشد (ویولتا و میرا ۲۰۱۰). برخلاف این نتایج، جوینده و همکاران (۲۰۱۵) افزایش سینرزیس را طی مدت نگهداری به‌دلیل افت سریع pH گزارش نمودند. در صورت افت سریع pH، شبکه پروتئینی به‌صورت نامنظم و غیریکنواخت تشکیل می‌شود؛ در نتیجه پیوندهای آب گریز در سطح شبکه ژلی قرار گرفته و در نهایت موجب افزایش آب‌اندازی می‌گردد.

با نگاهی به شکل ۳–c می‌توان دریافت که میزان آب‌اندازی یا سینرزیس تیمارهای حاوی هر ۳ نوع عصاره فلفل دلمه‌ای نسبت به نمونه شاهد تا اواسط نگهداری پایین‌تر بود. اما این روند در پایان ۲۱ روز نگهداری معکوس شد به‌طوری که مقدار سینرزیس ماست شاهد کمتر از نمونه‌های ماست حاوی عصاره فلفل دلمه‌ای بود. درهرحال، به غیر از روز یازدهم این تفاوت میان سینرزیس نمونه‌ها معنی‌دار نگردید ($p>0/05$). در میان نمونه‌های ماست، بیشترین و کمترین مقدار سینرزیس مربوط به نمونه شاهد و به–ترتیب در ابتدا (۱۵/٤٪) و در انتهای مدت نگهداری (۱۰/٦٪) بود. علت بیشتر بودن مقدار سینرزیس نمونه‌های حاوی عصاره فلفل دلمه‌ای نسبت به ماست شاهد در پایان مدت نگهداری می‌تواند به‌دلیل پایین‌تر بودن pH این نمونه‌ها باشد. این شرایط منجر به ایجاد شبکه ژلی بسیار متراکم و در نتیجه افزایش آب اندازی ماست می‌گردد.

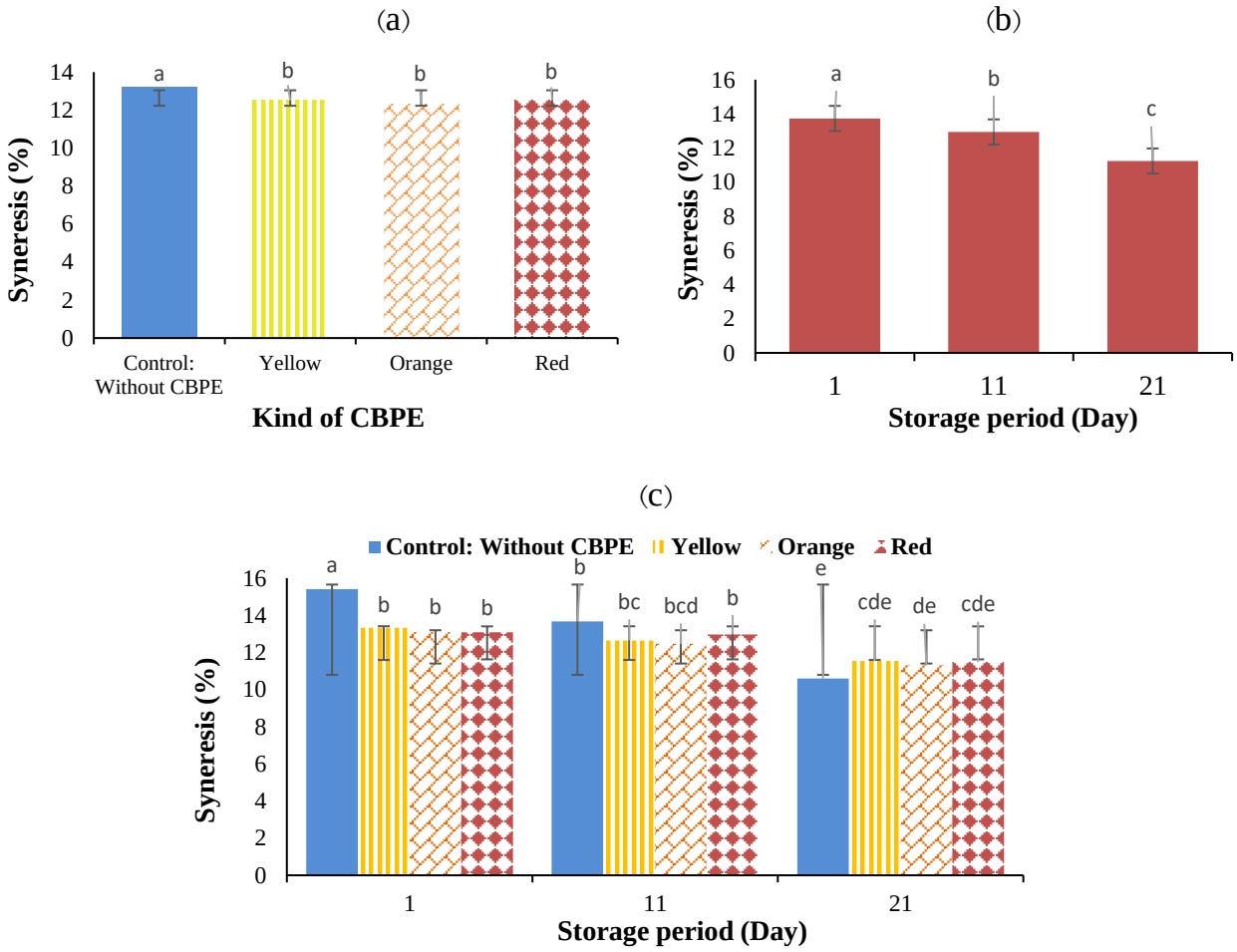


Figure 3- Effect of addition of 5% concentrated bell pepper extract (CBPE) (a), storage time (b) and their interaction (c) on syneresis of the set yogurt samples

تأثیر افزودن CBPE بر WHC ماست

WHC فاکتور مهمی در تعیین کیفیت ژل‌های پروتئینی نظیر ماست است؛ چرا که مقدار آن نشان دهنده میزان پایداری داخلی ژل (نگهداری آب در شبکه سه بعدی پروتئین‌ها) است و بنابراین بر ویسکوزیته و سینرزیس فرآورده بسیار تأثیرگذار است (هاوک و همکاران ۲۰۱۶). نتایج تأثیر افزودن CBPE بر WHC نمونه‌های ماست در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج نشان داد مقدار WHC نمونه‌های ماست حاوی CBPE به‌طور معنی‌داری ($p<0/001$) بیشتر از ماست شاهد بود. مقادیر WHC نمونه‌های ماست شاهد و حاوی عصاره‌های فلفل دلمه‌ای زرد، نارنجی و قرمز به‌ترتیب ۳۴/۱۶، ۳۶/۴۷، ۳۶/۹۳ و ۳۶/۰۴٪ تعیین شد. در نتایجی مشابه، باروکیک و همکاران (۲۰۲۲) مقادیر بیشتر WHC را در نمونه‌های ماست حاوی عصاره برگ زیتون در مقایسه با ماست شاهد تا روز ۲۸ نگهداری گزارش کردند. علت بیشتر بودن WHC نمونه‌های ماست حاوی عصاره‌های فلفل دلمه‌ای نسبت به شاهد احتمالاً به‌دلیل ماده خشک بالاتر (باروکیک و همکاران ۲۰۲۲) و همچنین واکنش میان ترکیبات فنلی عصاره و پروتئین‌های شیر و در نتیجه تشکیل شبکه پروتئینی با منافذ بیشتر می‌باشد (چارلتون و همکاران ۲۰۰۲). به‌علاوه، نتایج تحقیق حاضر نشان داد WHC نمونه‌های ماست تا اواسط مدت نگهداری افزایش و سپس تا پایان ۲۱ روز نگهداری کاهش یافت، اما این تغییرات معنی‌دار نگردید. همانند این نتایج، هوجا و همکاران (۲۰۲۳) تفاوت معنی‌داری از نظر WHC ماست طی مدت زمان نگهداری مشاهده نکردند.

Table 1. Effect of addition of 5% concentrated bell pepper extract (CBPE) on water holding capacity (WHC) of the set yogurt samples during 21 days of cold storage

Storage period (Day)	Treatments			
	Control (Without CBPE)	Yellow CBPE	Orange CBPE	Red CBPE
1	33.75 ±0.74^{bA}	35.95 ±0.42^{aA}	36.41 ±0.66^{aA}	36.07 ±0.52^{aA}
11	34.55 ±0.46^{bA}	36.94 ±0.85^{aA}	37.44 ±0.97^{aA}	36.13 ±0.20^{aA}
21	34.16 ±0.40^{bA}	36.53 ±0.93^{aA}	36.92 ±1.22^{aA}	35.91 ±0.20^{aA}

Different small and capital letters indicate significant differences ($p<0.05$) between row (treatments) and column (during the storage period), respectively.

تأثیر افزودن CBPE بر ویژگی‌های رنگ ماست

تأثیر افزودن CBPE بر ویژگی روشنایی (L^*) ماست

نتایج آنالیز داده‌ها نشان داد متغیرهای فرآیند به‌طور جداگانه (p<۰/۰۱) و همچنین اثر متقابل آن‌ها (p<۰/۰۵) اثر معنی‌داری بر میزان روشنایی نمونه‌های ماست دارد (شکل ٤). همان‌طور که در شکل ٤–a می‌توان مشاهده کرد، افزودن ۵ درصد عصاره فلفل دلمه‌ای با رنگ‌های مختلف سبب کاهش معنی‌دار روشنایی ماست گردید. مقدار روشنایی ماست شاهد ۸۷/۸۷٪ تعیین شد که بیشتر از نمونه‌های حاوی عصاره‌های فلفل دلمه‌ای زرد، نارنجی و قرمز به‌ترتیب با مقادیر روشنایی ۸۵/۳٦، ۸۳/۸۷ و ۸۰/۳۲ بود. در میان نمونه‌های حاوی عصاره‌های فلفل دلمه‌ای، نمونه ماست حاوی فلفل دلمه‌ای نارنجی از روشنایی کمتری نسبت به شاهد و سایر نمونه‌های حاوی عصاره فلفل دلمه‌ای برخوردار بود (p<۰/۰۱). از این نظر، تفاوت معنی‌داری میان نمونه‌های ماست حاوی فلفل دلمه‌ای با رنگ زرد و نارنجی وجود نداشت.

نتایج نشان داد که میزان روشنایی تمامی تیمارهای ماست ساده و حاوی عصاره فلفل دلمه‌ای در طی دوره نگهداری به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد (p<۰/۰۱). مقدار روشنایی در دوره‌های ۱، ۱۱ و ۲۱ روز نگهداری به‌ترتیب ۸۸/۰٦، ۸۵/٤٦ و ۷۹/۵٤ درصد تعیین شد (شکل ٤–b). کاهش میزان روشنایی در نمونه‌های ماست در طول زمان نگهداری می‌تواند به‌دلیل کاهش پراکندگی نور بر اثر تشکیل تجمع‌های بزرگتر میسل‌های کازئینی باشد. به بیان دیگر، از آن‌جا که سینرزیس موجب ایجاد توده متراکم و غلیظ ماست و در نتیجه کاهش پراکندگی نور و روشنی می‌گردد، بنابراین علت کاهش L^* در اثر گذشت زمان نگهداری را می‌توان ناشی از این امر نیز دانست. به‌علاوه، علت دیگر این موضوع می‌تواند کاهش پخش نور به‌دلیل افزایش هیدراتاسیون پروتئین‌ها طی مدت نگهداری و در نتیجه کاهش حفرات آب‌پنیری در محصول باشد (رستم‌آبادی و همکاران ۱۳۹٦). گارسیا و همکاران (۲۰۰۵) نیز بیان کردند که ارتباط مستقیمی میان کاهش میزان روشنایی ماست با کاهش pH آن طی مدت نگهداری وجود دارد. همانند نتایج این تحقیق، کاهش معنی‌داری میزان روشنایی در ماست‌های میوه‌ای توت‌فرنگی، آلبالو و زغال‌اخته (مهدیزاده و همکاران ۲۰۱۹) طی مدت نگهداری گزارش شده است. برخلاف این نتایج، هونگ و همکاران (۲۰۲۰) تفاوت معنی‌داری در میزان روشنایی ماست حاوی ۲/۵ درصد عصاره فلفل دلمه‌ای نارنجی طی مدت ۱۵ روز نگهداری مشاهده نکردند. مطابق شکل ٤–c، درمیان تیمارهای مختلف ماست طی مدت نگهداری، نمونه ماست حاوی عصاره فلفل دلمه‌ای نارنجی در تمامی دوره‌های نگهداری از کمترین میزان روشنایی برخوردار بود (p<۰/۰۵). در طی مدت ۲۱ روز نگهداری ماست، نمونه شاهد در ابتدای نگهداری با مقدار ۹۲/۲۸٪ دارای بالاترین و نمونه ماست حاوی عصاره فلفل دلمه‌ای نارنجی در پایان مدت نگهداری با ۷٦٪ دارای کمترین مقدار روشنایی بود.

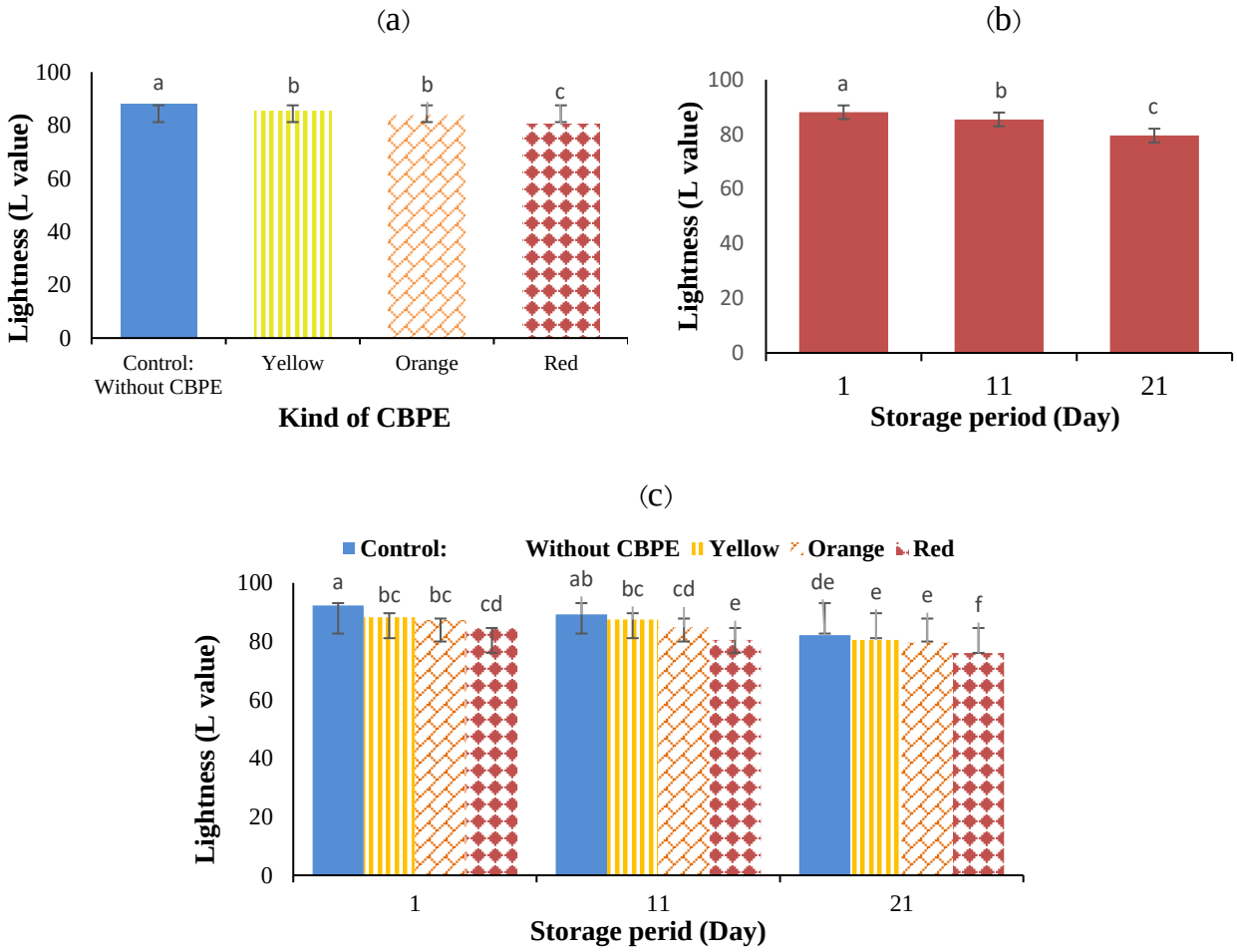


Figure 4- Effect of addition of 5% concentrated bell pepper extract (CBPE) (a), storage time (b) and their interaction (c) on lightness (L^*) of the set yogurt samples

در مطابقت با این نتایج، هونگ و همکاران (۲۰۲۰) تیره‌تر شدن رنگ ماست هم‌زده در اثر افزودن مقدار ۲/۵ تا ۵٪ عصاره غیر تغلیظ شده فلفل دلمه‌ای با ۳ رنگ قرمز، زرد و نارنجی به ماست را گزارش کردند. این محققین مقدار روشنایی نمونه‌های ماست حاوی ۵ درصد عصاره استخراجی فلفل دلمه‌ای با رنگ‌های زرد، نارنجی و قرمز را به ترتیب ۹۰/۴۲، ۸۶/۵۶ و ۸۰/۷۱ گزارش کردند. کوچولی و همکاران (۲۰۱۳) نیز در بررسی تأثیر افزودن عصاره دانه‌های مختلف نظیر دانه انگور و کانگ و همکاران (۲۰۱۸) در بررسی استفاده از عصاره فلفل سبز و قرمز تند (*Capsicum annuum* cv. Chungyang) روی روشنایی ماست، کاهش میزان این شاخص را گزارش نمودند. علت کاهش قابل توجه روشنایی ماست در نتیجه افزودن CBPE در این تحقیق به دلیل ترکیبات کاروتنوئیدی موجود در فلفل دلمه‌ای می‌باشد.

تأثیر افزودن CBPE بر ویژگی قرمزی (a^*) ماست

مقادیر مثبت این شاخص نشان‌دهنده قرمزی و مقادیر منفی a* بیانگر میزان سبزی رنگ محصول است. نتایج ارایه شده در شکل ۵-a نشان می‌دهد که به جز نمونه ماست حاوی عصاره فلفل دلمه‌ای قرمز، سایر تیمارها از سبزفامی (شاخص a* منفی) برخوردار بودند. با افزودن CBPE به ماست، میزان شاخص a* افزایش معنی‌داری یافت و به عبارت دیگر مقدار قرمزی ماست افزایش یافت. اما از میان سه عصاره فلفل دلمه‌ای مورد استفاده، افزودن فلفل دلمه‌ای قرمز تأثیر به مراتب بیشتری روی این شاخص داشت. مقدار شاخص a* در نمونه شاهد و نمونه‌های ماست

حاوی عصاره‌های فلفل دلمه‌ای زرد، نارنجی و قرمز به‌ترتیب ۲/۸٤-، ۲/۵۲-، ۰/۹٦- و ۸/۹٤ تعیین شد. در نتایجی مشابه، کانگ و همکاران (۲۰۱۸) گزارش کردند که با افزودن مقدار ۵ درصد عصاره تخمیری فلفل‌های تند سبز و قرمز به شیر مورد استفاده در تهیه ماست هم‌زده، مقدار شاخص *a از ۳/٤٦- (در نمونه ماست شاهد) به‌ترتیب به ۲/٦۸- و ۸/۰۸ افزایش یافت.

مطابق نمودار b-۵، با گذشت زمان نگهداری، مقدار سبزفامی تمامی نمونه‌ها کاهش و شاخص قرمزی (*a) افزایش یافت (p<۰/۰۵). علت افزایش شاخص *a طی مدت نگهداری ماست می‌تواند به‌دلیل کاهش سینرزیس نمونه‌ها باشد. سینرزیس در ماست سبب رها شدن سرم حاوی ریبوفلاوین و در نتیجه افزایش سبزفامی محصول می‌گردد (کیم و همکاران ۲۰۱۰). مقدار شاخص قرمزی در ابتدای زمان نگهداری ۰/۰۱ اندازه‌گیری شد که در اواسط و پایان مدت نگهداری به ترتیب به مقادیر ۰/۰۵ و ۱/٤۱ افزایش یافت. مطابق شکل c-۵، میزان شاخص قرمزی تمامی تیمارها در مراحل مختلف نگهداری افزایش یافت؛ به‌طوری که اختلاف معنی‌داری میان نمونه‌های ماست در هر مرحله از نگهداری مشاهده شد (p<۰/۰۵). در میان نمونه‌های ماست، کمترین مقدار شاخص قرمزی (۳/۱۳-) مربوط به نمونه شاهد در ابتدای نگهداری و بیشترین آن (۱۰/۷۷) مربوط به نمونه حاوی عصاره تغلیظ شده فلفل دلمه‌ای قرمز در انتهای مدت نگهداری بود. در نتایجی مشابه، هونگ و همکاران (۲۰۲۰) افزایش شاخص *a را در ماست شاهد طی مدت ۱۵ روز نگهداری گزارش کردند؛ هرچند این محققین تفاوت معنی‌داری از این نظر در نمونه‌های ماست حاوی فلفل دلمه‌ای نارنجی مشاهده نکردند. برخلاف نتایج تحقیق حاضر، کانگ و همکاران (۲۰۱۸) کاهش شاخص قرمزی یا افزایش سبزفامی را در نمونه‌های ماست هم‌زده شاهد و دارای عصاره تخمیری فلفل سبز و قرمز تند طی مدت ۱٦ روز نگهداری گزارش نمودند که دلیل آن احتمالاً اکسیداسیون ترکیبات کاروتنوئیدی مؤثر در رنگ قرمز محصول در طول مدت نگهداری است (ویجسکارا ۲۰۲۲). پیرز و همکاران (۲۰۱۸) نیز بیان کردند که باکتری‌های آغازگر ماست با تسریع در تخریب آنتوسیانین توسط آنزیم‌هایی مانند گلیکوزیداز می‌توانند اثر منفی بر پایداری آن بگذارند. درهرحال، علت کاهش قابل توجه مقدار شاخص قرمزی در انواع ماست هم‌زده (به‌خصوص نمونه‌های غنی شده با عصاره میوه‌جات یا سبزیجات) می‌تواند به‌دلیل افزایش غلظت اکسیژن هنگام هم‌زدن ماست و افزایش شدت اکسیداسیون آنتوسیانین است (خلیفا و گوما ۲۰۲۱). در عین حال باید توجه داشت که pH پایین ماست می‌تواند به‌طور مؤثری مانع از تخریب آنتوسیانین‌ها شود (والاسه و گیوستی ۲۰۰۸). بنابراین، با توجه به نتایج تحقیق حاضر به نظر می‌رسد تأثیر سینرزیس ماست بر افزایش شاخص قرمزی بیش از اثر تجزیه ترکیبات آنتوسیانین بر کاهش این شاخص بوده است.

تأثیر افزودن CBPE بر ویژگی زردی (b*) ماست

آنالیز میانگین داده‌ها نشان داد افزودن CBPE تأثیر معنی‌داری بر مقدار شاخص زردی نمونه‌های ماست دارد (p<۰/۰۵). مطابق شکل a-٦، تیمارهای ماست حاوی CBPE دارای شاخص زردی بسیار بالاتری نسبت به نمونه شاهد بودند. مقدار زردی شاهد ۸/۲۱ تعیین شد درحالی که مقدار این شاخص برای تیمارهای حاوی عصاره‌های مختلف فلفل دلمه‌ای زرد، نارنجی و قرمز به‌ترتیب ۱۷/۰۷، ۲٦/۱۲ و ۱٤/٤۲ ارزیابی شد. مسلماً علت تفاوت در میزان شاخص زردی در نمونه‌های ماست حاوی عصاره فلفل دلمه‌ای با رنگ‌های متفاوت به‌دلیل مقادیر متفاوت ترکیبات کاروتنوئیدی است. نتایج تحقیق قبلی ما در مورد تأثیر CBPEهای مختلف بر فنل تام، مهار دادیکال‌های DPPH و ABTS و همچنین میزان ویتامین C ماست قالبی فراسودمند مؤید میزان ظرفیت بالای آنتی‌اکسیدانی نمونه‌های حاوی عصاره فلفل دلمه‌ای به‌ویژه CBPE نارنجی بود (جوینده و همکاران، ۱٤۰۲). در مطابقت با نتایج این تحقیق، کیم و همکاران (۲۰۱٦) مقدار ترکیبات کاروتنوئیدی در فلفل دلمه‌ای نارنجی (٦۲/۵۷ میلی‌گرم به ازای ۱۰۰ گرم وزن خشک) را بالاتر از رنگ‌های زرد (۳۵/۳۲ میلی‌گرم به ازای ۱۰۰ گرم وزن خشک) و قرمز (۵۵/۸۰ میلی‌گرم به ازای ۱۰۰ گرم وزن خشک) گزارش کردند.

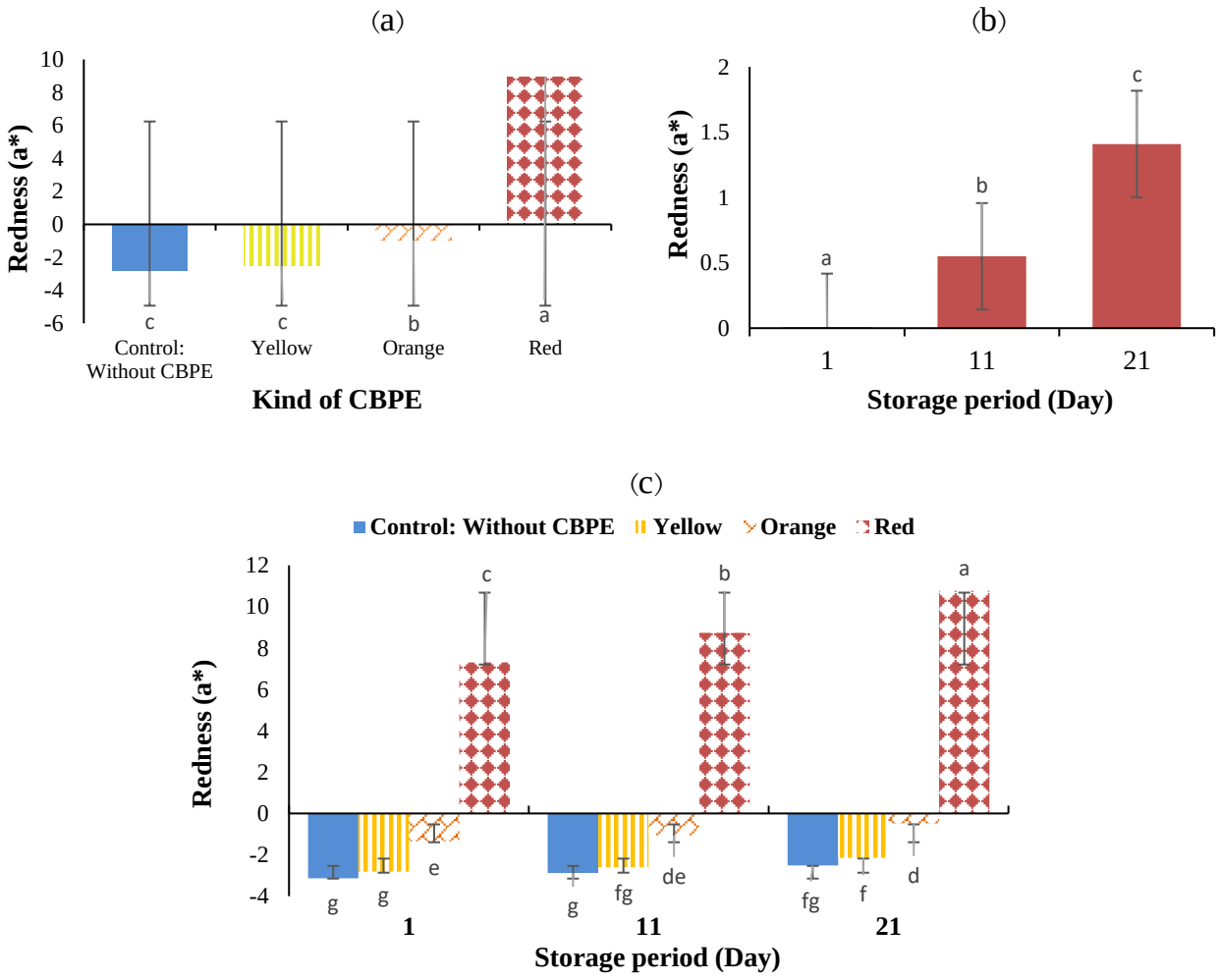
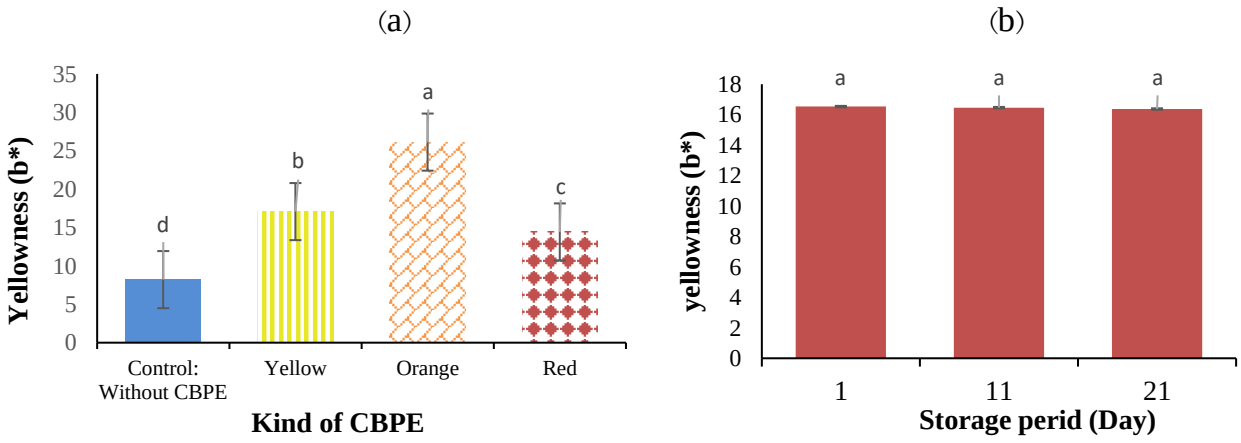


Figure 5- Effect of addition of 5% concentrated bell pepper extract (CBPE) (a), storage time (b) and their interaction (c) on redness (a*) of the set yogurt samples



(c)

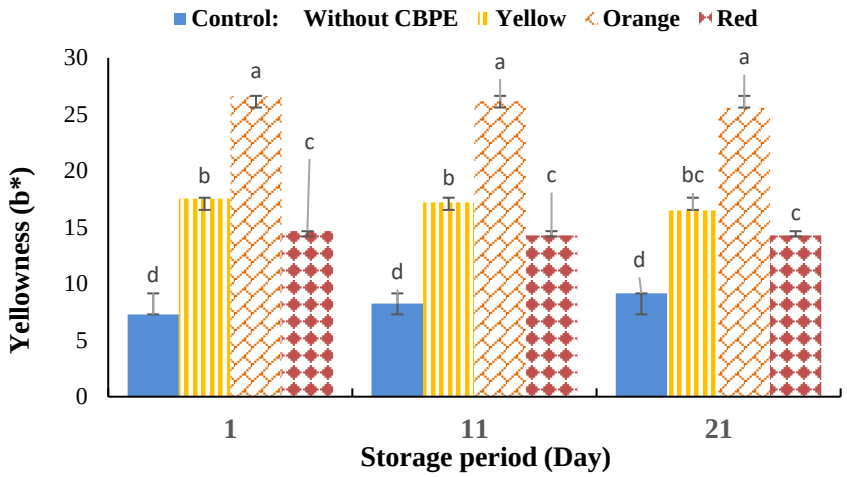


Figure 6- Effect of addition of 5% concentrated bell pepper extract (CBPE) (a), storage time (b) and their interaction (c) on yellowness (a*) of the set yogurt samples

طابق شکل ٦–b، هرچند میزان زردی نمونه‌های ماست طی روز–های نگهداری کاهش یافت، اما این تغییرات معنی‌دار نگردید. بیشترین میزان شاخص زردی نمونه‌ها (١٦/٥٣) در ابتدای زمان نگهداری و پایین‌ترین آن (١٦/٣٧) پس از ٢١ روز نگهداری مشاهده گردید. درهرحال، بررسی اثرات متقابل دو متغیر نوع تیمار و زمان نگهداری (شکل ٦–c) نشان داد که روند تغییرات زردی طی مدت نگهداری در نمونه ماست شاهد با نمونه‌های حاوی عصاره فلفل دلمه‌ای متفاوت است. اگرچه در اینجا نیز روند تغییرات زردی طی مدت نگهداری معنی‌دار نگردید، اما در ماست شاهد با افزایش زمان نگهداری مقدار زردی به مقدار جزیی افزایش یافت درحالی‌که در نمونه‌های حاوی عصاره فلفل دلمه‌ای شاخص زردی کاهش یافت ($p>0/05$). علت کاهش زردی در ماست‌های حاوی عصاره فلفل دلمه‌ای طی مدت نگهداری می‌تواند به‌دلیل تجزیه رنگدانه‌ها به‌ویژه زانتوفیل باشد (سواناسانگ و همکاران ٢٠٢٢). علت افزایش مقدار زردی در نمونه ماست شاهد به‌دلیل ناپایداری میسل‌های کازئین درنتیجه کاهش pH طی مدت نگهداری عنوان شده است (گارسیا و همکاران ٢٠٠٥). در مطابقت با نتایج این تحقیق، خلیفا و گوما (٢٠٢١) کاهش مقدار زردی در نوشیدنی‌های ماست حاوی رنگدانه‌های استخراج شده از کاسه گل چای ترش و پوست پیاز زرد و بادام زمینی را طی مدت نگهداری گزارش کردند. این محققین همچنین افزایش شاخص زردی را در نمونه ماست شاهد (فاقد عصاره‌های استخراجی مذکور) از ٨/٣٧ به ٩/٥١ طی مدت ٢١ روز نگهداری گزارش نمودند.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که افزودن CBPE سبب تغییرات قابل توجهی در ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و رنگ نمونه‌های ماست گردید. نمونه‌های حاوی CBPE از pH، سینرزیس و روشنایی کمتری نسبت به ماست شاهد برخوردار بودند، درحالی که میزان ماده خشک و شاخص‌های رنگی a* و b* آن‌ها بالاتر بود. علت بیشتر بودن شاخص‌های رنگی a* و b* احتمالاً به دلیل ترکیبات کاروتنوئیدی وCBPE و خواص آنتی‌اکسیدانی بیشتر نمونه‌های غنی‌شده می‌باشد. نتایج همچنین نشان داد که اختلاف معنی‌داری میان ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی ماست‌های حاوی CBPE مختلف وجود نداشت. آب‌اندازی یا سینرزیس متداول‌ترین نقص در بافت است که منجر به عدم پذیرش ماست نزد مصرف‌کننده می‌شود، بنابراین، با افزودن CBPE با رنگ‌های گوناگون می‌توان ماستی با سینرزیس کمتر تولید نمود. براساس نتایج تحقیقات قبلی، هرچند افزودن BPE با رنگ‌های متفاوت در فرمولاسیون تولید ماست سبب کاهش امتیاز ویژگی‌های حسی طعم و رنگ می–گردید، اما تمامی نمونه‌های ماست حاوی BPE از امتیازات حسی قابل قبولی برخوردار بودند. این درحالیست که نمونه

حاوی CBPEهای مختلف به‌خصوص نوع نارنجی به‌دلیل ترکیبات کاروتنوئیدی بالاتر از خواص آنتی‌اکسیدانی و خواص سلامت‌بخش بیشتری برخوردار است. در نتیجه، استفاده از عصاره فلفل دلمه‌ای با رنگ‌های مختلف به‌ویژه نوع نارنجی برای تولید ماست عملگرا و به منظور ارتقای سلامت جامعه پیشنهاد می‌شود.

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر بخشی از نتایج طرح پژوهشی کاربردی به شماره ۱/٤۱۱/۸۸٤ می‌باشد و نویسندگان مراتب قدردانی خود را از معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان اعلام می‌دارند.

References

جوینده ح، ۱٤۰۰. کاربرد آنزیم‌ها در صنعت لبنیات. چاپ اول، انتشارات دانشگاه علوم و کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران.

جوینده ح، حجتی م، و قصاب‌نژاد م، ۱٤۰۰. بررسی ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی، میکروبی و حسی کفیر عملگرای سویا حاوی پلی‌ساکارید محلول سویا طی نگهداری سرد. نشریه پژوهشهای صنایع غذایی، ۳۱(۲)، ۱۱٦-۱۰۱.

جوینده ح، علیزاده بهبهانی ب، و مهرنیا م‌ا، ۱٤۰۲. بررسی بررسی مقادیر فنل تام، ویتامین C و خواص آنتی‌اکسیدانی ماست عملگرای حاوی عصاره فلفل دلمه‌ای طی مدت نگهداری. فراوری و نگهداری مواد غذایی، در دست چاپ.

رستم‌آبادی ح، جوینده ح، و حجتی م، ۱۳۹٦. بهینه‌سازی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، حسی و رنگ پنیر سفید ایرانی فراپالوده کم‌چرب حاوی جایگزین‌های چربی با استفاده از روش سطح پاسخ. علوم و صنایع غذایی، ۱٤(٦۳)، ۹۱-۱۰٦.

عباباف خ، جوینده ح، و ناصحی ن، ۱۳۹۹. تأثیر تیمار آنزیمی ترانس‌گلوتامیناز بر ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی و میکروبی ماست سویای سین‌بیوتیک. نشریه پژوهشهای صنایع غذایی، ۳۰(۳)، ۲۰۱-۱۸۹.

علیرضالو ک، حصاری ج، صادقی مح، و بک محمدپور م، ۱۳۹٤a. بررسی تولید ماست رنگی فراسودمند غنی شده با عصاره‌های شاه توت و هویج. فناوری های جدید در صنعت غذا، ۳(۱۰)، ٦٤-۵۳.

علیرضالو ک، حصاری ج، صادقی مح، و رضائی ا، ۱۳۹٤b. بررسی ویژگی‌های کیفی و ماندگاری ماست رنگی فراسودمند غنی شده با عصاره‌های چغندر قند، اسفناج و گوجه‌فرنگی. نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی، ۲۵(۲)، ۲۹۷-۲۸۳.

لشکری ف، حسینی م، و قنبرزاده ب، ۱۳۹۹. تاثیر ترکیب هیدروکلوئیدهای اینولین- ژلاتین و پلی‌دکستروز- ژلاتین بر خصوصیات رئولوژیکی و حسی ماست کم‌چرب پری‌بیوتیک. نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی، ۳۰(٤)، ۱۳۵-۱۲۳.

مؤمن‌زاده س، جوینده ح، علیزاده بهبهانی ب، و برزگر ح، ۱٤۰۰. بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی ماست هم‌زده سین‌بیوتیک نیم‌چرب حاوی گیاه پنیرک (*Malva neglecta*) و لاکتولوز. مجله علوم و صنایع غذایی ایران، ۱۸(۱۲۰)، ۳٦۳-۳۵۳.

یدملت م، جوینده ح، و حجتی م، ۱۳۹٦. تأثیر صمغ فارسی و صمغ دانه بالنگو شیرازی بر ویژگی‌های بافتی ماست همزده کم‌چرب. نشریه پژوهشهای صنایع غذایی، ۲۷(٤)، ۱۸۱-۱۷۱.

Alimoradi F, Hojati E, Jooyandeh H, Zehni-Moghadam SAH, and Moludi J, 2016. Whey proteins: Health benefits and food applications. Journal of International Research in Medical and Pharmaceutical Sciences, 9(2): 63-73.

Amirdivani S, and Baba AS, 2011. Changes in yogurt fermentation characteristics, and antioxidant potential and in vitro inhibition of angiotensin-1 converting enzyme upon the inclusion of peppermint, dill and basil. LWT-Food Science & Technology, 44: 1458–1464.

AOAC, 2000. Association of Official Analytical Chemists, Official methods of analysis (17th ed.), Gaithersburg, Maryland, USA.

Arimboor R, Natarajan RB, Menon KR, Chandrasekhar LP, and Moorkoth V, 2015. Red pepper (*Capsicum annuum*) carotenoids as a source of natural food colors: analysis and stability- a review. Journal of Food Science & Techology, 52:1258-1271.

Arslaner A, Salik MA, and Bakirci I, 2021. The effects of adding *Hibiscus sabdariffa* L. flowers marmalade on some quality properties, mineral content and antioxidant activities of yogurt. Journal of Food Science and Technology, 58: 223-233.

Barukčić I, Filipan K, Lisak Jakopović K, Božanić R, Blažić M, and Repajić M, 2022. The Potential of Olive Leaf Extract as a Functional Ingredient in Yoghurt Production: The Effects on Fermentation, Rheology, Sensory, and Antioxidant Properties of Cow Milk Yoghurt. Foods, 11(5): 701.

Basiony M, Saleh A, Hassabo R, and AL-Fargah A, 2023. The efect of using pomegranate and strawberry juices with red beet puree on the physicochemical, microbial and sensory properties of yoghurt. Journal of Food Measurement and Characterization, 17: 5024–5033

Bulut M, Tunçtürk Y, and Alwazeer D, 2021. Effect of fortification of set-type yoghurt with different plant extracts on its physicochemical, rheological, textural and sensory properties during storage. International Journal of Dairy Technology, 74(4): 723-736.

Burkus Z, and Temelli F, 2005. Rheological properties of barley b-glucan. Carbohydrate Polymers, 59: 459–465.

Charlton AJ, Baxter NJ, Khan ML, Moir AJG, Haslam E, and Davies AP, 2002. Polyphenol/peptide binding and precipitation. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50*:* 1593–1601.

Chávez-Mendoza C, Sanchez E, Muñoz-Marquez E, Sida-Arreola JP, and Flores-Cordova MA, 2015. Bioactive compounds and antioxidant activity in different grafted varieties of bell pepper. Antioxidants, 4: 427–446.

Chouchouli V, Kalogeropoulos N, Konteles SJ, Karvela E, Makris D, and Karathanos VT, 2013. Fortification of yoghurts with grape (*Vitis vinifera*) seed extracts. LWT- Food Science and Technology, 53(2): 522–529

Fayyaz N, Shahidi F, and Roshanak S, 2020. Evaluation of the bioprotectivity of Lactobacillus binary/ternary cultures in yogurt. Food Science and Nutrition, 8: 5036–5047.

Garcia PFJ, Lario Y, Fernandez LJ, Sayas E, Perez AJA, and Sendra E, 2005. Effect of orange fiber addition on yogurt color during fermentation and cold storage. Color Research and Application, 30: 457- 463.

Ghasempour Z, Alizadeh M, and Bari MR, 2012. Optimisation of probiotic yoghurt production containing Zedo gum. International Journal of Dairy Technology, 65(1): 118-125.

Gômez-Garcia MR, and Ochoa-Alejo N, 2013. Biochemistry and molecular biology of carotenoid biosynthesis in chili peppers (*Capsicum* spp). International Journal of Molecular Science, 14: 19025-19053.

Haque MA, Timilsena YP, and Adhikari B, 2016. Food Proteins, Structure, and Function. Reference Module in Food Science, 1–8

Hassan LK, Haggag HF, ElKalyoubi MH, Abd EL-Aziz M, El-Sayed MM, and Sayed AF, 2015. Physico-chemical properties of yoghurt containing cress seed mucilage or guar gum. Annals of Agricultural Sciences, 60(1): 21-28.

Hong H, Son YJ, Kwon SH, and Kim SK, 2020. Biochemical and antioxidant activity of yogurt supplemented with paprika juice of different colors. Food Science of Animal Resources, 40(4): 613-627.

Hoxha R, Evstatieva Y, and Nikolova D, 2023. Physicochemical, Rheological, and Sensory Characteristics of Yogurt Fermented by Lactic Acid Bacteria with Probiotic Potential and Bioprotective Properties. Foods, 12: 2552.

Jooyandeh H, and Minhas KS, 2009. Effect of Addition of Fermented Whey Protein Concentrate on Cheese Yield and Fat and Protein Recoveries of Feta Cheese. Journal of Food Science and Technology, 46(3): 221-224.

Jooyandeh H, Momenzadeh S, Alizadeh Behbahani B, and Barzegar H, 2023. Effect of *Malva neglecta* and lactulose on survival of *Lactobacillus fermentum* and textural properties of synbiotic stirred yogurt. Journal of Food Science and Technology, 60: 1136–1143.

Jooyandeh H, Mortazavi SA, Farhang P, and Samavati V, 2015. Physicochemical Properties of Set-Style Yoghurt as Effect by Microbial Transglutaminase and Milk Solids Contents. Journal of Applied Environmental and Biological Sciences, 4(11S): 59-67.

Kang SH, Yu MS, Kim JM, Park SK, Lee CH, Lee HG, and Kim SK, 2018. Biochemical, Microbiological, and Sensory Characteristics of Stirred Yogurt Containing Red or Green Pepper (*Capsicum annuum* cv. Chungyang) Juice. Korean Journal for Food Science of Animal Resources, 38(3): 451-467.

Khalifa SA, and Gomaa AM, 2021. Effect of Anthocyanins Extracted from Peanut Skins, Roselle Calyces and Outer Peels of Onions on Quality and Colour Stability of Yoghurt Beverages during Storage. Journal of Food & Dairy Science, 12(3): 49-58.

Kim JS, Ahn J, Lee SL, Moon BK, Ha TY, and Kim S, 2011. Phytochemicals and antioxidant activity of fruits and leaves of paprika (*Capsicum Annuum* L., var. *Special*) cultivated in Korea. Journal of Food Science, 76: C193-C198.

Kim JS, An CG, Park JS, Lim YP, and Kim S, 2016. Carotenoid profiling from 27 types of paprika (*Capsicum annuum* L.) with different colors, shape, and cultivation methods. Food Chemistry, 201: 64-71.

Kim SH, Lee SY, Palanivel G, and Kwak HS, 2010. Effect of *Discorea opposita* thunb. (yam) supplementation on Physicochemical and sensory characteristics of yogurt. Journal of Dairy Science, 94: 1705-1712.

Mehdizadeh T, Razavi M, and Esmaeili Koutameh M, 2019. The effect of wild leek (*Allium Ampeloprasum*) on growth and survival of *Lactobacillus acidophilus* and sensory properties in Iranian white cheese. Journal of Research and Innovation in Food Science and Technology, 7(4): 431-444.

Mitelmão FC, Bergamaschi Cd, Gerenutti M, Hächel K, Silva MT, Balcão VM, and Vila MM, 2021. The effect of probiotics on functional constipation in adults: double-blind, randomized, placebo-controlled study. Medicine. 100: 10(e24938).

Mugo EM, Mahungu SM, Chikamai BN, and Mwove JK, 2020. Evaluation of gum arabic from *Acacia senegal* var *kerensis* and *Acacia senegal* var *senegal* as a stabilizer in low-fat yoghurt. International Journal of Food Studies, 9: SI110-SI124.

Pagthinathan M, Nafees MS and Mand Powsika E, 2018. Evaluate the physical, chemical and sensory parameters of probiotic yoghurt during storage. Agrieast, 12(2): 10-18.

Pires TC, Dias MI, Barros L, Barreira JC, Santos-Buelga, C and Ferreira IC, 2018. Incorporation of natural colorants obtained from edible flowers in yogurts. LWT- Food Science and Technology, 97: 668-675.

Raikos V, Ni H, Hayes H, and Ranawana V, 2019. Antioxidant properties of a yogurt beverage enriched with Salal (*Gaultheria shallon*) berries and blackcurrant (*Ribes nigrum*) pomace during cold storage. Beverages, 5(1): 1-9.

Suwannasang S, Zhong Q, Thumthanaruk B, and Rungsardthong V, 2022. Physicochemical properties of yogurt fortified with microencapsulated Sacha Inchi oil. LWT- Food Science and Technology, 161(12): 113375.

Tamime AY, and Robinson RK, 2007. Tamime and Robinson's yoghurt: science and technology, 3rd edition, Woodhead Publishing Limited.

Tripodi P, and Kumar S, 2019. The Capsicum Crop: An Introduction. Chapter book, Cham, Switzerland: Springer International Publishing, DOI: 10.1007/978-3-319-97217-6-1

Vincenzetti S, Pucciarelli S, Polzonetti V, and Polidori P, 2017. Role of Proteins and of Some Bioactive Peptides on the Nutritional Quality of Donkey Milk and Their Impact on Human Health. Beverages, 3(3): 34.

Violeta N, Ion T, and Mira EI, 2010. HPLC Organic Acid Analysis in Different Citrus Juices under Reversed Phase Conditions. Notulae Botanicae Horti AgrobotaniciCluj-Napoca, 6: 44-48.

Wallace TC, and Giusti MM, 2008. Determination of color, pigment, and phenolic stability in yoghurt systems colored with nonacylated anthocyanins from *Berberis boliviana* L. as compared to other natural/synthetic colorants. Journal of Food Science, 73(4): C241-C248.

Wijesekara A, Weerasingha V, Jayarathna Sh, and Priyashantha H, 2022. Quality parameters of natural phenolics and its impact on physicochemical, microbiological, and sensory quality attributes of probiotic stirred yogurt during the storage. Food Chemistry, 14: 100332.

Yang GH, Guan JJ, Wang JS, Yin HC, Qiao FD, and Jia F, 2012. Physicochemical and Sensory Characterization of Ginger-juice Yogurt during Fermentation. Food Science Biotechnology, 21(6): 1541-1548.