DOI: 10.22122/jhsr.v16i4.3967 Published by Vesnu Publications

Journal of Health System Research Vol. 16, No. 4, Winter

Received: 11.07.2020 Accepted: 22.09.2020 Published: 04.01.2021

Effect of Spirulina (Arthrospira) Platensis Microalgae on Physicochemical and Sensory Properties of Kiwi Leather

Niloofar Harandeh[1], Samar Mansouripour[2]

Original Article

Abstract

Background: Fruit leather has always been a popular product especially among children. In this study, the effect of spirulina (Arthrospira) platensis microalgae on the formulation of kiwi leather has been studied in order to produce a healthy snack with high nutritional value.

Methods: Microalgae powder was used at the levels of 0, 0.5, 0.75, 1, and 1.5 percent in order to produce the samples. Then, physicochemical analysis and sensory evaluation were performed. Statistical analysis of the results was performed by Minitab software.

Findings: There was no significant statistical difference in the amount of ash and fiber of the samples ($P > 0.05$). The lowest pH was observed in the control and the highest was seen in the sample containing 1.5% of Arthrospira. The protein and iron levels increased by increasing microalgae concentration and a reduction trend was observed in vitamin C ($P < 0.05$). The brightness and yellow color of the samples decreased by increasing of Arthrospira and also the green color of the samples increased compared to the control ($P < 0.05$). Utilizing the higher level (1.5%) of Arthrospira reduced the hardness compared to the most samples ($P < 0.05$). The results of sensory evaluation showed significant differences in some of the indices especially in the sample containing 1.5% of microalgae, compared to other samples ($P < 0.05$).

Conclusion: Utilization of spirulina (Arthrospira) platensis up to 1% in formulation of kiwi leather resulted in a product with high nutritional value and also acceptable quality characteristics. Therefore, this product can be recommended as a snack with high nutritional value compared to common high-calorie snacks with low nutritional value especially for children.

Keywords: Kiwi leather; Spirulina (Arthrospira) platensis; Microalgae; Nutritional properties

Citation: Harandeh N, Mansouripour S. **Effect of Spirulina (Arthrospira) Platensis Microalgae on Physicochemical and Sensory Properties of Kiwi Leather.** J Health Syst Res 2020; 16(4): 265-71.

1- Department of Food Science and Technology, School of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, Tehran Medical Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

2- Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, School of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, Tehran Medical Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Corresponding Author: Samar Mansouripour; Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, School of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, Tehran Medical Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran; Email: s_mansouripour@yahoo.com

This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 Unported License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

DOI: 10.22122/jhsr.v16i4.3967 Published by Vesnu Publications

بررسی تأثیر ریزجلبک اسپیرولینا (آرتروسپیرا) پلاتنسیس بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی لواشک کیوی

نیلوفر هرانده[1]، ثمر منصوری پور[2]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: لواشک همواره محصولی پرطرفدار به ویژه در بین کودکان بوده است. هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی تأثیر ریزجلبک اسپیرولینا (آرتروسپیرا) پلاتنسیس در فرمولاسیون لواشک کیوی با هدف امکان تولید میان وعده‌ای سالم و با ارزش تغذیه‌ای بالا بود.

روش‌ها: در این مطالعه، از پودر ریزجلبک در سطوح صفر، ۰/۵، ۰/۷۵، ۱ و ۱/۵ درصد برای تولید نمونه‌ها استفاده گردید. سپس آزمون‌های فیزیکوشیمیایی و آزمون حسی انجام شد. داده‌های به دست آمده در نرم‌افزار Minitab مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها: اختلاف معنی‌داری در میزان خاکستر و فیبر نمونه‌ها وجود نداشت ($P > ۰/۰۵$). پایین‌ترین pH در نمونه شاهد و بالاترین میزان در نمونه حاوی ۱/۵ درصد آرتروسپیرا مشاهده شد. با افزایش ریزجلبک، میزان پروتئین و آهن در نمونه‌ها افزایش یافت و یک روند کاهشی در میزان ویتامین C مشاهده گردید ($P < ۰/۰۵$). روشنایی و رنگ زرد نمونه‌ها با افزایش آرتروسپیرا، کاهش و رنگ سبز نمونه‌ها در مقایسه با نمونه‌های شاهد، افزایش نشان داد ($P < ۰/۰۵$). استفاده از مقادیر بالاتر ریزجلبک (۱/۵درصد)، سبب کاهش سفتی بافت نسبت به اکثر نمونه‌ها شد ($P < ۰/۰۵$). ارزیابی حسی نشان داد که اندک اختلاف معنی‌داری در برخی از شاخص‌ها به ویژه در نمونه حاوی ۱/۵ درصد ریزجلبک نسبت به سایر نمونه‌ها وجود داشت ($P < ۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: با استفاده از ریزجلبک اسپیرولینا (آرتروسپیرا) پلاتنسیس تا حداکثر ۱ درصد در فرمولاسیون لواشک کیوی، محصول تولید شده در کنار ارزش تغذیه‌ای بالا، ویژگی‌های کیفی قابل قبولی را نیز دارا می‌باشد. بنابراین، فرآورده مذکور می‌تواند به عنوان میان وعده‌ای دارای ارزش تغذیه‌ای بالا در مقایسه با تنقلات پرکالری و با ارزش غذایی پایین رایج، به ویژه برای کودکان پیشنهاد گردد.

واژه‌های کلیدی: لواشک کیوی؛ اسپیرولینا (آرتروسپیرا) پلاتنسیس؛ ریز جلبک؛ ویژگی‌های تغذیه‌ای

ارجاع: هرانده نیلوفر، منصوری پور ثمر. **بررسی تأثیر ریزجلبک اسپیرولینا (آرتروسپیرا) پلاتنسیس بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی لواشک کیوی.** مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۳۹۹؛ ۱۶ (۴): ۲۷۱-۲۶۵

دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۴/۲۱ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۷/۱ تاریخ چاپ: ۱۳۹۹/۱۰/۱۵

مقدمه

وضعیت تغذیه کودکان می‌تواند معیار مناسبی برای سنجش رفاه اجتماعی کشورها باشد. سوء تغذیه باعث آسیب‌های مختلف می‌شود و مصرف تنقلات کم‌ارزش، یکی از عوامل شیوع سوء تغذیه در کودکان ایرانی می‌باشد (۱). لواشک محصولی متشکل از یک، دو یا چند میوه می‌باشد که پس از تبدیل به پوره، تغلیظ و خشک کردن به دست می‌آید و در قطعات مشخصی برش زده و بسته‌بندی می‌شود (۳، ۲). از آن‌جایی که لواشک‌ها دارای انواع مختلفی از مواد مغذی می‌باشند، به عنوان جانشینی با ارزش غذایی افزوده برای میوه‌های طبیعی مورد توجه قرار گرفته‌اند. علاوه بر این، کالری لواشک‌ها در مقایسه با بیشتر تنقلات، بسیار پایین‌تر است (۴). همچنین، لواشک همواره مورد توجه و علاقه مصرف‌کنندگان به ویژه کودکان بوده است (۵).

کیوی با نام علمی Actinidia deliciosa متعلق به خانواده Actinidiaceae می‌باشد (۶). ایران از تولیدکنندگان عمده کیوی در دنیا است (۷، ۶). این میوه حاوی ویتامین C، ویتامین E و املاح معدنی به ویژه پتاسیم، مس و منگنز می‌باشد و همچنین، مقادیر بالای فیبر و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی دارد (۷). ریزجلبک‌ها منابعی از مواد مغذی هستند که می‌توانند در توسعه مواد غذایی جدید مورد استفاده قرار گیرند. اسپیرولینا پلاتنسیس که نام جدیدتر آن آرتروسپیرا پلاتنسیس (Arthrospira platensis) است (۸)، ریزجلبکی فتوسنتزکننده و متعلق به سیانوباکترها می‌باشد که سازمان غذا و داروی آمریکا ایمنی آن را تأیید نموده است (۱). این ریزجلبک به عنوان ماده غذایی با ارزش تغذیه‌ای بالا مطرح شده است؛ چرا که دارای مقادیر زیادی پروتئین، میزان کمی چربی، مقادیر بالای ویتامین‌ها، آهن و سایر املاح معدنی، گامالینولنیک اسید (Gamma-linolenic acid یا GLA) و انواع رنگدانه از جمله فایکوسیانین می‌باشد (۱۰-۸). فایکوسیانین رنگدانه‌ای آبی با خاصیت آنتی‌اکسیدانی بالا است که به طور عمده توسط آرتروسپیرا پلاتنسیس تولید می‌شود. در صنایع غذایی از آن به عنوان رنگدانه طبیعی دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی در مواد غذایی مختلف مانند محصولات لبنی، ژله، نوشیدنی، آب‌نبات و محصولات قنادی استفاده می‌گردد (۸).

۱- کارشناس ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده داروسازی و علوم دارویی، واحد علوم پزشکی تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۲- استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده داروسازی و علوم دارویی، واحد علوم پزشکی تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
نویسنده مسؤول: ثمر منصوری‌پور؛ استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده داروسازی و علوم دارویی، واحد علوم پزشکی تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
Email: s_mansouripour@yahoo.com

استفاده از ترکیبات با ارزش غذایی بالا در فرمولاسیون محصولات غذایی مانند ریزجلبک‌ها، می‌تواند پاسخی در جهت تقاضای در حال افزایش مصرف‌کنندگان برای دستیابی به فرآورده‌های سلامتی‌بخش باشد. تاکنون پژوهش‌های مختلفی در این زمینه انجام شده است. صالحی‌فر و همکاران در مطالعه خود که با هدف بررسی امکان غنی‌سازی کلوچه صنعتی با استفاده از اسپیرولینا پلاتنسیس انجام دادند، گزارش نمودند که میزان پروتئین، آهن و اسید چرب GLA در کلوچه‌های غنی شده افزایش یافته است. همچنین، محصول تولیدی ویژگی‌های کیفی مناسبی داشت (۱). در تحقیق دیگری، با بررسی اثر سطوح مختلف اسپیرولینا پلاتنسیس بر ویژگی‌های پاستیل میوه‌ای بر پایه پوره کیوی، مشخص گردید که محصول تولید شده ویژگی‌های مناسبی به ویژه ارزش غذایی بالایی دارد (۶). افزودن اسپیرولینا به نمونه‌های ماست نیز نشان داد که به کارگیری آن، منجر به افزایش محتوای پروتئینی و آنتی‌اکسیدانی نمونه‌ها می‌گردد (۱۱). پژوهش‌های دیگری نیز در ارتباط با افزودن اسپیرولینا (آرتروسپیرا) به نان بدون گلوتن (۱۲)، پاستا (۱۳)، کروسانت (۱۴)، دونات (۱۵)، بستنی سنتی (۱۶)، ماست و دوغ پروبیوتیک (۱۸، ۱۷)، پنیر پروبیوتیک (۱۹) و... انجام شده است. تاکنون از این ریزجلبک در لواشک استفاده نشده است. هدف از انجام مطالعه حاضر، بررسی تأثیر افزودن ریزجلبک آرتروسپیرا پلاتنسیس بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی لواشک کیوی بود.

روش‌ها

تهیه نمونه‌ها: آرتروسپیرا پلاتنسیس به صورت پودری شکل با ۶۲/۹ درصد پروتئین، ۱۷/۸ درصد کربوهیدرات و ۴/۳درصد چربی (شرکت پیشگامان زیست‌گستر آوان، ایران) تهیه شد. کیوی نیز از فروشگاه محلی تهیه و تا قبل از تهیه لواشک در یخچال نگهداری گردید.

غلظت‌های مختلف ریزجلبک به کار رفته در فرمولاسیون لواشک و کدگذاری نمونه‌ها به ترتیب شامل نمونه ۱ (شاهد)، نمونه ۲ (۰/۵ درصد)، نمونه ۳ (۰/۷۵ درصد)، نمونه ۴ (۱ درصد) و نمونه ۵ (۱/۵ درصد) بود.

کیوی‌ها پس از شستشو و پوست‌گیری، خرد شد و به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۸۰ درجه سلسیوس حرارت داده شد. سپس با کمک مخلوط‌کن، به شکل پوره درآورده شد و برای هر تیمار با درصدهای مختلف آرتروسپیرا پلاتنسیس مخلوط گردید. پس از حرارت دادن در حدود ۱۰ تا ۱۵ دقیقه با دمای ۸۰ درجه سلسیوس، نمونه‌ها به صورت لایه نازکی داخل پلیت شیشه‌ای ریخته شد و در نهایت، با کمک آون در دمای حدود ۶۰ درجه سلسیوس تا رسیدن به رطوبت ۱۵-۱۴ درصد خشک گردید (۷). سپس آزمون‌های فیزیکوشیمیایی در سه تکرار و همچنین، آزمون حسی انجام شد.

ویژگی‌های شیمیایی: مقدار خاکستر و pH نمونه‌ها بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره ۳۳۰۸ اندازه‌گیری گردید (۲). میزان پروتئین با روش Kjeldahl طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۱۹۰۵۲ (۲۰) و مقدار فیبر بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره ۳۱۰۵ اندازه‌گیری شد (۲۱). میزان ویتامین C نیز از طریق روش تیتراسیون مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره۵۶۰۹، به دست آمد (۲۲).

آهن نمونه‌ها با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل UV-1800، Shimadzu، ژاپن) و به روش رنگ‌سنجی با استفاده از هیدروکسیل آمین هیدروکلراید، بافراستات و ارتوفنانترولین در طول موج ۵۱۰ نانومتر اندازه‌گیری و با استفاده از منحنی استاندارد، مقدار آهن نمونه‌ها بر حسب میلی‌گرم آهن در ۱۰۰ گرم نمونه محاسبه شد (۲۳).

آزمون رنگ‌سنجی: رنگ نمونه‌های لواشک با استفاده از دستگاه Hunter Lab (مدل Minolta CR-400، ژاپن) ارزیابی و شاخص‌های رنگی نمونه‌ها شامل b^*، a^* و L^* اندازه‌گیری شد. شاخص L^* بیانگر روشنی و تیرگی، شاخص a^* بیان‌کننده قرمز یا سبزی و شاخص b^* نشان دهنده زرد یا آبی بودن نمونه‌ها می‌باشد (۷، ۴).

آزمون بافت‌سنجی: بافت نمونه‌های لواشک با استفاده از تست Compression و با استفاده از دستگاه بافت‌سنج CT3™ Texture Analyzer (شرکت Brookfield، آمریکا) و پروب TA39 مورد سنجش قرار گرفت. سرعت اولیه پروب ۲ میلی‌متر بر ثانیه، سرعت آزمون ۱/۵ میلی‌متر بر ثانیه و سرعت بازگشت ۲ میلی‌متر بر ثانیه بود و نیروی لازم برای انجام تست که بیانگر سفتی نمونه‌ها (Hardness) می‌باشد، بر حسب نیوتن اندازه‌گیری گردید (۱۴، ۷).

ارزیابی حسی: به منظور ارزیابی ویژگی‌های حسی نمونه‌ها، از ارزیابان حسی و روش هدونیک ۵ امتیازی استفاده شد و فاکتورهای مزه، بو، رنگ، بافت و پذیرش کلی مورد بررسی قرار گرفت. امتیازدهی به نمونه‌ها با انتخاب یکی از گزینه‌های «بسیار ضعیف، ضعیف، متوسط، خوب و بسیار خوب» توسط داوران که به ترتیب از ۱ تا ۵ امتیاز داده شده بود، صورت پذیرفت (۴).

جهت بررسی تفاوت معنی‌دار بین داده‌ها، از آزمون ANOVA بر اساس طرح کاملاً تصادفی در سطح احتمال خطای ۰/۰۵ استفاده گردید. بررسی معنی‌دار بودن میانگین نتایج نمونه‌ها با یکدیگر نیز با استفاده از آزمون Tukey انجام شد. در نهایت، داده‌ها در نرم‌افزار Minitab نسخه ۱۶ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها

ویژگی‌های شیمیایی: بر اساس جدول ۱، اختلاف معنی‌داری در میزان خاکستر و فیبر نمونه‌های لواشک کیوی مشاهده نگردید ($P > ۰/۰۵$). pH نمونه‌ها کمی روند افزایشی نشان داد و پایین‌ترین میزان pH در نمونه شاهد (فاقد ریزجلبک) و بالاترین میزان در نمونه ۵ (حاوی ۱/۵ درصد ریزجلبک) وجود داشت ($P < ۰/۰۵$).

جدول ۱. ویژگی‌های شیمیایی نمونه‌های لواشک

نمونه	خاکستر (درصد)	pH	پروتئین (درصد)	فیبر (درصد)	ویتامین C (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم)	آهن (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم)
۱	*۲/۸۲ ± ۰/۰۱	¥۳/۲۷ ± ۰/۰۲	€۵/۱۶ ± ۰/۰۷	*۱۳/۲۲ ± ۰/۱۴	*۲۷/۰۲ ± ۰	¥۵/۷۸ ± ۰/۰۷
۲	*۲/۸۲ ± ۰/۰۲	#۳/۳۷ ± ۰	¥۵/۴۶ ± ۰/۰۷	*۱۳/۰۷ ± ۰/۰۶	#*۲۶/۸۲ ± ۰/۰۹	¥#۵/۸۸ ± ۰/۰۲
۳	*۲/۸۰ ± ۰/۰۱	#*۳/۳۹ ± ۰	#¥۵/۵۹ ± ۰/۰۴	*۱۳/۰۰ ± ۰/۰۹	#۲۶/۶۲ ± ۰	#۵/۹۳ ± ۰/۰۲
٤	*۲/۷۹ ± ۰	#*۳/۴۰ ± ۰	#*۵/۸۰ ± ۰/۰۲	*۱۲/۹۹ ± ۰/۰۹	¥#۲۶/۵۵ ± ۰/۰۹	#*۵/۹۷ ± ۰/۰۱
۵	*۲/۸۱ ± ۰/۰۱	*۳/۴۳ ± ۰	*۶/۰۰ ± ۰/۰۵	*۱۲/۹۶ ± ۰/۱۴	¥۲۶/۲۸ ± ۰/۰۹	*۶/۰۷ ± ۰/۰۳

اعداد با علایم مشابه در هر ستون در سطح اطمینان ۹۵ درصد اختلاف معنی‌داری نداشتند ($P > ۰/۰۵$).

داده‌ها بر اساس میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است.

جدول ۲. نتایج رنگ‌سنجی نمونه‌های لواشک

نمونه	*L	*a	*b
۱	*۷/٤٤ ± ۰/۲۳	*-۱/٦۱ ± ۰/٦۷	*٥/۸٥ ± ۰/۷۲
۲	#٦/۱٦ ± ۰/۰٤	#-٥/٥۳ ± ۰/۰۹	#۳/۸٤ ± ۰/۳٥
۳	¥٥/۱۰ ± ۰/٦۸	¥#-٦/۹۲ ± ۰/۲۹	¥#۳/٥۲ ± ۰/۷۷
٤	€۳/۸۲ ± ۰/۲۷	¥#-۷/۱٦ ± ۰/٦۱	¥#۲/۷۸ ± ۰/۱٥
٥	€۱/٦۰ ± ۰/۰۷	¥-۷/۷۷ ± ۰/۳٦	¥۲/٤۱ ± ۰/۳۸

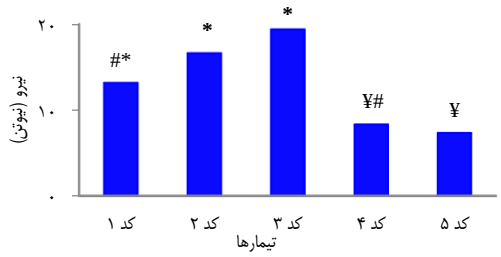
اعداد با علایم مشابه در هر ستون در سطح اطمینان ۹۵ درصد اختلاف معنی‌داری نداشتند (P > ۰/۰۵).

داده‌ها بر اساس میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است.

افزایش مقدار اسپیرولینا، منجر به افزایش معنی‌دار میزان پروتئین شد (P < ۰/۰۵). نتایج ارزیابی ویتامین C نمونه‌ها حاکی از روند کاهشی معنی‌دار آن در نمونه‌های لواشک کیوی با افزایش میزان ریزجلبک بود (P < ۰/۰۵). بر اساس نتایج به دست آمده، افزایش مقادیر آرتروسپیرا پلاتنسیس، منجر به افزایش معنی‌دار آهن در نمونه‌ها شد (P < ۰/۰۵).

رنگ‌سنجی: نتایج رنگ‌سنجی در نمونه‌های لواشک کیوی در جدول ۲ ارایه شده است. با بالا رفتن میزان ریزجلبک، از میزان *L (روشنایی) و *b (زردی) نمونه‌ها به طور معنی‌داری کاسته شد و رنگ سبز نمونه‌ها نیز با منفی‌تر شدن شاخص *a (که بیانگر سبزی بیشتر است)، در مقایسه با شاهد افزایش یافت (P < ۰/۰۵).

بافت‌سنجی: نتایج حاصل از بافت‌سنجی نمونه‌ها در شکل ۱ آمده است.



شکل ۱. نتایج آزمون بافت‌سنجی نمونه‌های لواشک

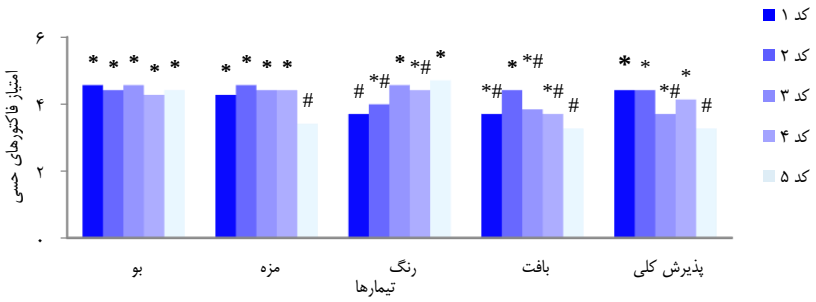
اعداد با علایم مشابه در هر ستون در سطح اطمینان ۹۵ درصد اختلاف معنی‌داری نداشتند (P > ۰/۰۵).

بر این اساس، با افزایش آرتروسپیرا پلاتنسیس تا ۰/۷۵ درصد، نیروی لازم جهت برش نمونه‌ها و سفتی بافت با نمونه شاهد معنی‌دار نبود و استفاده از مقادیر بالاتر آرتروسپیرا پلاتنسیس در نمونه‌های ۴ (حاوی ۱ درصد ریزجلبک) و ۵ (حاوی ۱/۵ درصد ریزجلبک) سبب کاهش سفتی شد (P > ۰/۰۵). نمونه ۵ کمترین سفتی بافت را به خود اختصاص داد که در مقایسه با نمونه ۴ معنی‌دار نبود و البته نمونه شاهد نیز اختلاف معنی‌داری را با نمونه ۴ نشان نداد (P > ۰/۰۵).

ارزیابی حسی: نتایج حاصل از آزمون حسی نمونه‌ها در شکل ۲ آمده است. از لحاظ بو، اختلاف معنی‌داری بین نمونه‌ها وجود نداشت (P > ۰/۰۵). امتیاز مزه نمونه ۵ به طور معنی‌داری پایین‌تر از دیگر تیمارها بود (P < ۰/۰۵). استفاده از آرتروسپیرا پلاتنسیس، سبب افزایش امتیاز رنگ نمونه‌ها شد. البته برخی از نمونه‌ها اختلاف معنی‌داری با نمونه شاهد داشتند (P < ۰/۰۵). در ارتباط با بافت نمونه‌ها، نمونه ۵ کمترین امتیاز بافت را به خود اختصاص داد که با آزمون بافت‌سنجی همخوانی داشت، اما بیشتر نمونه‌ها به جزء نمونه ۲ (حاوی ۰/۵ درصد ریزجلبک)، اختلاف معنی‌داری با نمونه شاهد نداشت (P > ۰/۰۵). نتایج به دست آمده از ارزیابی امتیاز پذیرش کلی نمونه‌ها نشان داد که امتیاز پذیرش کلی نمونه ۵ به طور معنی‌داری پایین‌تر از اغلب تیمارها بود (P < ۰/۰۵).

بحث

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که افزودن غلظت‌های مختلف ریزجلبک آرتروسپیرا پلاتنسیس، بر برخی از ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی لواشک کیوی اثرگذار بوده است.



شکل ۲. نتایج ارزیابی حسی نمونه‌های لواشک

اعداد با علایم مشابه در هر ستون در سطح اطمینان ۹۵ درصد اختلاف معنی‌داری نداشتند (P > ۰/۰۵).

بر اساس یافته‌های مطالعه حاضر، اختلاف معنی‌داری در میزان خاکستر نمونه‌ها مشاهده نشد که علت این امر را می‌توان به افزودن مقادیر بسیار پایین آرتروسپیرا پلاتنسیس به فرمولاسیون نمونه‌های لواشک نسبت داد. Agustini و همکاران گزارش کردند که افزودن مقادیر مختلف آرتروسپیرا به نمونه‌های ماست، سبب تغییر معنی‌دار میزان خاکستر نمونه‌های محتوی آرتروسپیرا نشده است (۲۴). بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره ۳۳۰۸، خاکستر لواشک باید کمتر از ۴/۵ درصد باشد که این میزان در تمامی نمونه‌های مورد بررسی در محدوده مجاز قرار داشت (۲).

میزان pH نمونه‌ها کمی روند افزایشی نشان داد. به علت این که کیوی حاوی اسیدهای آلی مختلفی از جمله سیتریک و مالیک است و pH حدود ۳ دارد (۲۵) و pH آرتروسپیرا پلاتنسیس، ۶/۹۳ و نزدیک به ۷ می‌باشد (۱۰)، بنابراین، افزودن آرتروسپیرا پلاتنسیس، منجر به افزایش pH کیوی می‌شود. نتایج تحقیق اسلامی مشکانی و همکاران که با هدف بررسی اثر افزودن پودر ریزجلبک اسپیرولینا بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی دوغ پروبیوتیک حاوی پودر نعناع انجام شد، نشان داد که افزودن اسپیرولینا در روز اول، منجر به افزایش معنی‌دار pH نمونه‌ها گردید ودر تمام بازه‌های زمانی از نمونه شاهد بالاتر بود (۱۸). زکی‌پور ملک‌آبادی و همکاران میزان pH لواشک‌های کیوی را در محدوده ۴/۰۴-۳/۹۲ گزارش نمودند (۷) که به نتایج پژوهش حاضر نزدیک بود. مطابق با استاندارد ملی ایران، pH لواشک باید در محدوده ۴/۵-۲/۵ باشد (۲) که در تمامی نمونه‌های مورد بررسی در محدوده مجاز بود.

میزان بالای پروتئین، از جمله دلایل اصلی توجه به ریزجلبک آرتروسپیرا پلاتنسیس است. پروتئین این ریزجلبک، به علت نداشتن دیواره سلولی، قابلیت هضم بالایی دارد (۱۰). در مطالعه حاضر، آرتروسپیرای مورد استفاده دارای ۶۲/۹ درصد پروتئین بود که منجر به افزایش میزان پروتئین لواشک شده است. نتایج تحقیقات دیگر نیز نشان داده است که افزودن مقادیر مختلف ریزجلبک اسپیرولینا به محصولاتی همچون کلوچه صنعتی، محصولات غذایی اکسترود شده، کروسانت، دونات، دوغ، پنیر و ماست، منجر به افزایش میزان پروتئین نمونه‌ها می‌شود (۲۴، ۱۹، ۱۸، ۱۵، ۱۴، ۱۰، ۱).

در پژوهش حاضر، به نظر می‌رسد که آرتروسپیرا پلاتنسیس در مقادیر به کار برده شده نتوانسته است بر روی میزان فیبر نمونه‌ها تأثیر بگذارد؛ چرا که پایه محصولی مانند لواشک، میوه است که فیبر دارد و کیوی حاوی حدود ۴ درصد فیبر می‌باشد (۲۵) و آرتروسپیرا پلاتنسیس نیز دارای همین حدود یا کمی بیشتر فیبر است (۱۰). بنابراین، افزودن آرتروسپیرا پلاتنسیس در مقادیر به کار برده شده، اختلاف معنی‌داری را در میزان فیبر نمونه‌ها ایجاد نکرده است. اگر پایه محصول فاقد فیبر و یا مقادیر بسیار پایینی از آن بود، انتظار می‌رفت که افزودن آرتروسپیرا پلاتنسیس، منجر به افزایش معنی‌دار فیبر محصول گردد. Barkallah و همکاران با بررسی اثر افزودن اسپیرولینا به نمونه‌های ماست در شرایط تخمیر و نگهداری، اذعان نمودند که افزودن اسپیرولینا، محتوای فیبر نمونه‌ها را به طور معنی‌داری افزایش داده است (۱۱).

نتایج به دست آمده از ارزیابی میزان ویتامین C نمونه‌ها حاکی از روند کاهشی آن در نمونه‌های محتوی آرتروسپیرا پلاتنسیس بوده است. میزان ویتامین C در ۱۰۰ گرم کیوی بیش از ۹۰ میلی‌گرم می‌باشد (۲۵)؛ در حالی که همین میزان آرتروسپیرا پلاتنسیس مقادیر بسیار کمتری (حدود ۱۰ میلی‌گرم) ویتامینC دارد (۱۰). بنابراین، با افزودن مقادیر بالاتر ریزجلبک، از میزان ویتامین C نمونه‌ها کاسته شده است.

افزودن ریزجلبک آرتروسپیرا پلاتنسیس به نمونه‌های لواشک کیوی، منجر به افزایش میزان آهن شد. نتایج مطالعات اسلامی مشکانی و همکاران (۱۸) و صالحی‌فر و همکاران (۱) که با هدف بررسی اثر افزودن پودر ریزجلبک به دوغ پروبیوتیک حاوی پودر نعناع و کلوچه صنعتی انجام شد، نشان داد که افزودن ریزجلبک تأثیر مثبتی بر محتوای آهن تیمارها داشت و با افزایش میزان آرتروسپیرا، مقدار آهن نمونه‌ها به طور معنی‌داری افزایش یافت. کم‌خونی فقر آهن، یکی از مشکلات شایع در بین مردم جهان و ایران است و طبق آمار ارایه شده از سوی سازمان بهداشت جهانی در ایران، شیوع کم‌خونی فقر آهن در کودکان و زنان در سنین باروری در حد متوسط و در زنان باردار شدید گزارش شده است (۲۶). بنابراین، افزایش آهن در نمونه‌های لواشک محتوی ریزجلبک، می‌تواند از نظر ارزش تغذیه‌ای ارزشمند باشد.

با افزایش آرتروسپیرا پلاتنسیس، میزان L* (روشنایی) نمونه‌هاکاهش یافت. خزایی پول و همکاران در بررسی تأثیر افزودن ریزجلبک اسپیرولینا بر ویژگی‌های پاستیل کیوی، گزارش نمودند که با افزایش درصد اسپیرولینا در فرمولاسیون، شاخص L* نمونه‌ها به طور معنی‌داری کاهش یافت (۶). صالحی‌فر و همکاران نیز در بررسی امکان غنی‌سازی کلوچه صنعتی با استفاده از ریزجلبک اسپیرولینا پلاتنسیس در فرمولاسیون کلوچه، گزارش نمودند که روشن‌تر شدن بافت نمونه‌ها با افزایش ریزجلبک اسپیرولینا، به طور معنی‌داری کاهش یافت که این امر را به رنگ آن نسبت دادند (۱). در تحقیق حاضر نیز می‌توان بیان نمود که ریزجلبک آرتروسپیرا پلاتنسیس که حاوی رنگدانه‌های سبز و آبی (کلروفیل و فایکوسیانین) است، جایگزین بخشی از پوره کیوی گردیده و شاخص روشنی را در محصول کاهش داده است. b* (زردی) نمونه‌ها نیز با افزایش میزان ریزجلبک روند کاهشی نشان داد. خزایی پول و همکاران در پژوهش خود، کاهش زردی را در نمونه‌های پاستیل کیوی با افزایش میزان اسپیرولینا گزارش نمودند که به دلیل رنگدانه‌های این ریزجلبک می‌باشد (۶).

افزودن آرتروسپیرا پلاتنسیس، منجر به افزایش سبزی نمونه‌ها و کاهش مؤلفه a* شد. رنگ سبز نمونه‌ها نیز با منفی‌تر شدن شاخص a* که بیان‌کننده سبزی بیشتر است، در مقایسه با نمونه‌های شاهد افزایش یافت ($P < ۰/۰۵$). از آن‌جایی که در محصولی مانند لواشک کیوی، رنگ سبز مطلوب می‌باشد، می‌توان گفت آرتروسپیرا تأثیر مثبتی روی رنگ محصول داشته است. Ouzyurt و همکاران در بررسی خصوصیات کیفیت پخت پاستای غنی شده با اسپیرولینا پلاتنسیس، بیان نمودند که افزودن اسپیرولینا به پاستا، باعث ایجاد رنگ سبز در آن می‌شود (۱۳).

نتایج حاصل از بافت‌سنجی نشان داد که استفاده از مقادیر بالاتر آرتروسپیرا پلاتنسیس به ویژه در نمونه ۵، سبب کاهش سفتی شده است. توده جلبک به دلیل پروتئین موجود در ساختارش، ظرفیت نگهداری آب را بالا می‌برد و می‌تواند سبب کاهش سفتی بافت شود که با پژوهش مسعود و همکاران (۱۴) مطابقت داشت. صالحی‌فر و همکاران نیز در بررسی روند تغییرات سفتی بافت در کلوچه‌های محتوی مقادیر مختلف اسپیرولینا، اظهار نمودند که افزودن مقادیر مختلف پودر اسپیرولینا، منجر به کاهش سفتی نمونه‌های کلوچه شده؛ البته تنها در میزان ۱/۵ درصد پودر اسپیرولینا، کاهش سفتی بافت نمونه‌ها معنی‌دار بوده است (۱).

با افزایش آرتروسپیرا تا ۱/۵ درصد در آزمون حسی، امتیاز مزه محصول

کاهش یافت، اما سایر نمونه‌ها تفاوت معنی‌داری با نمونه‌های شاهد نداشتند. خزایی پول و همکاران در مطالعه خود در ارتباط با استفاده از اسپیرولینا در فرمولاسیون پاستیل میوه‌ای بر پایه پوره کیوی، به این نتیجه رسیدند که افزایش غلظت مورد استفاده از اسپیرولینا در محدوده مورد بررسی (۰/۲۵-۱ درصد) آن‌گونه که انتظار می‌رفت، تأثیر معنی‌دار نامطلوبی بر شاخص‌هایی مانند طعم نداشت (۶). آن‌ها در تفسیر این یافته عنوان نمودند که شاید کیوی به خوبی توانسته است اثرات طعمی اسپیرولینا را بپوشاند (۶). نتایج به دست آمده از ارزیابی امتیاز رنگ نمونه‌ها نشان داد که تنها امتیاز رنگ نمونه‌های ۳ و ۵ به طور معنی‌داری بالاتر از نمونه شاهد بود ($P < ۰/۰۵$). بنابراین، وجود آرتروسپیرا توانسته است بر افزایش امتیاز رنگ محصول تأثیر داشته باشد. Fradique و همکاران از پودر ریزجلبک اسپیرولینا به منظور غنی‌سازی اسپاگتی استفاده کردند و نتیجه‌گیری کردند که اسپاگتی‌های غنی شده با اسپیرولینا از رنگ سبز خوشایندی برخوردار بودند (۲۷). در ارتباط با بافت نمونه‌ها، نمونه ۵ کمترین امتیاز بافت را به خود اختصاص داد که با آزمون بافت‌سنجی همخوانی دارد، اما بیشتر نمونه‌ها به جزء نمونه ۲، اختلاف معنی‌داری با آن نداشتند ($P > ۰/۰۵$). در تحقیق حاضر، نمونه‌های لواشک حاوی حداکثر یک درصد آرتروسپیرا، از نظر پذیرش کلی در مقایسه با شاهد، قابل قبول بودند.

در پژوهش حاضر، افزایش برخی از ویژگی‌های کیفی نمونه‌های لواشک کیوی به ویژه پروتئین و آهن، از نظر تغذیه‌ای ارزشمند می‌باشد. البته با توجه به خاصیت آنتی‌اکسیدانی بالای ریزجلبک آرتروسپیرا پلاتنسیس، احتمال افزایش این ویژگی نیز در محصول وجود دارد که به آن پرداخته نشده است.

نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که نمونه لواشک کیوی دارای ۱/۵ درصد آرتروسپیرا پلاتنسیس، با وجود ویژگی‌های تغذیه‌ای بالا، اما از نظر برخی شاخص‌های آزمون حسی امتیاز پایین‌تری را به خود اختصاص داد. بنابراین، با به کارگیری این ریزجلبک تا حداکثر ۱ درصد، می‌توان محصولی تولید نمود که در کنار ارزش تغذیه‌ای بالا، ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی قابل قبولی را نیز داشته باشد. همچنین، از آن‌جایی که لواشک محصول محبوبی به ویژه در میان کودکان است، این فرآورده بر پایه میوه و دارای پروتئین، آهن و سایر مواد مغذی می‌تواند به عنوان میان وعده سالمی پیشنهاد گردد.

تشکر و قدردانی

تحقیق حاضر برگرفته از پایان‌نامه مقطع کارشناسی ارشد، مصوب دانشکده داروسازی دانشگاه علوم پزشکی آزاد اسلامی واحد علوم پزشکی تهران می‌باشد.

References

1. Salehifar M, Shahbazizadeh S, Khosravi- Darani K, Behmadi H, Ferdowsi R. Possibility of using microalgae Spirulina platensis powder in industrial production of Iranian traditional cookies. Iran J Nutr Sci Food Technol 2013; 7(4): 63-72. [In Persian].
2. Institude of standards and industrial research of Iran. Specifications and tests of leather. ISIRI no 3308 [Online]. [cited 2018]; Avialable from: URL: http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=50065
3. Institute of standards and industrial research of Iran. Fruits and vegetables, fruit leather, production code of practice.ISIRI no 6936 [Online]. [cited 2003]; Available from: URL: http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=11267
4. Huang X, Hsieh F. Physical properties, sensory attributes, and consumer preference of pear fruit leather. Journal of food science 2005; 70(3): E177-E186.
5. Radmard Ghadiri G, Kalbasi Ashtari A. Evaluation of physicochemical and microbial properties of apple leather. Iranian Food Science and Technology Research Journal 2012; 7(4): 324-9. [In Persian].
6. Khazaiy Pool E, Shahidi F, Mortazavi SA, Mohebbi M. The effect of different levels of spirulina platensis microalgae and agar and guar hydrocolloids on water activity, texture, color parameters and overall acceptability of kiwi puree-based fruit pastille. Iran J Nutr Sci Food Technol 2015; 12(48): 47-59. [In Persian].
7. Zakipour Molkabadi E, Hamidi Esfahani Z, Abbasi S. Formulation of leather from kiwi fruit losses. Iranian Food Science and Technology Research Journal 2011; 6(4): 263-70. [In Persian].
8. Sidari R, Tofalo R. A Comprehensive Overview on Microalgal-Fortified/Based Food and Beverages. Food Rev Int 2019; 35(8): 778-805.
9. Tavakoli Lahijani SA, Shahidi F, Varidi M, Mohebbi M. The effect of "spirulina platensis" biomass on acidification kinetics and microstructural charactrisitics of yogurt. Iranian Food Science and Technology Research Journal 2015; 11(2): 152-60. [In Persian].
10. Morsy OM, Sharoba AM, El-Desouky AI, Bahlol HEM, Abd El Mawla EM. Production and evaluation of some extruded food products using spirulina algae. Ann Agric Sci 2014; 52(4): 329-42.
11. Barkallah M, Dammak M, Louati I, Hentati F, Hadrich B, Mechichi T, et al. Effect of Spirulina platensis fortification on physicochemical, textural, antioxidant and sensory properties of yogurt during fermentation and storage. LWT 2017; 84: 323-30.
12. Selmo MS, Salas-Mellado M. Technological quality of bread from rice flour with Spirulina. International Food Research Journal 2014; 21(4): 1523-8.

13. Ouzyurt G, Uslu L, Yuvka I, Gokdokan S, Atci G, Burcu AK, et al. Evaluation of the cooking quality characteristics of pasta enriched with Spirulina platensis. J Food Qual 2015; 38(4): 268-72.
14. Massoud R, Khosravi-Darani K, Nakhsaz F, Varga L. Evaluation of physicochemical, microbiological and sensory properties of croissants fortified with Arthrospira platensis (Spirulina). Czech J Food Sci 2016; 34: 350-5.
15. Ferreira Rabelo S, Lemes AC, Takeuchi KP, Frata MT, Monteiro de Carvalho JC, Godoy Danesi ED. Development of cassava doughnuts enriched with Spirulina platensis biomass. Braz J Food Technol 2013; 16(1): 42-51.
16. Rasoulu F, Berenji Sh, Shahab Lavasani AR. Optimization of traditional Iranian ice cream formulation enriched with spirulina using response surface methodology. J Food Technol Nutr 2017; 14(3): 15-28. [In Persian].
17. Zarrin R, Ghasempour Z, Rezazad Bari M, Alizadeh M, Moghaddas Kia E. Investigating the effects of microalgae spirulina platensis and zedo gum on probiotic yogurt. Journal of Research and Innovation in Food Science and Technology 2014; 3(3): 197-210. [In Persian].
18. Eslami Meshkani A, Fadaei noughani V, Khosravi-Darani K, Mazinani S. The effect of addition of Spirulina platensis powder on some physicochemical and sensory properties of probiotic dough containing mint powder. Journal of Innovative Food Technologies 2015; 2(6): 59-70. [In Persian].
19. Fadaei V, Mazinani S, Khosravi-Darani K, Eslami Moshkenani A, Mirzadeh A. The effect of powdered Spirulina platensis biomass on some of physicochemical properties and sensory evaluation in probiotic Iranian white cheese containing powdered Mentha longifolia L. produced by ultrafiltration. Innovative Food Technologies 2015; 2(3): 1-10. [In Persian].
20. Institute of standards and industrial research of Iran. Measurement of nitrogene and crude protein. ISIRI no 19052 [Online]. [cited 2014]; Avialable from: URL: http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=41956
21. Institute of standards and industrial research of Iran. Food and agricultural products, measurement of fiber content- general method. ISIRI no 3105. [Online]. [cited 2009]; Avialable from: URL: http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=44457
22. Institute of standards and industrial research of Iran. Fruits and vegetable products- determination of vitamin C. ISIRI no 5609. [Online]. [cited 2011]; Available from: URL: http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=36003
23. Institute of standards and industrial research of Iran. Cereal and cereal products-determination of iron by sectrophotometery. ISIRI no 5688 [Online]. [cited 2001]; Available from: URL: http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=2478
24. Agustini TW, Soetrisnanto D, Ma'ruf WF. Study on chemical, physical, microbiological and sensory of yoghurt enriched by Spirulina platensis. Int Food Res J 2017; 24(1): 367-71.
25. Drummond L. Chapter Three-The Composition and Nutritional Value of Kiwifruit. Adv Food Nutr Res 2013; 68: 33-57.
26. World Health Organization. Worldwide prevalence of anaemia 1993-2005. Geneva, Switzerland: WHO; 2008.
27. Fradique M, Batista AP, Nunes MC, Gouveia L, Bandarra NM, Raymundo A. Incorporation of Chlorella vulgaris and Spirulina maxima biomass in pasta products. Part 1: Preparation and evaluation. J Sci Food Agric 2010; 90(10): 1656-64.