



The Effect of the Addition of Some Plant Components on Physicochemical and Sensory Properties of Nutraceutical Fruit Leather

Sepideh Khorasani^{1✉} , Fatemeh Shahdadi² , Azam Ayoubi³ , Mohammad Balvardi⁴ ,
Nilofar Damghani⁵ 

1. Corresponding Author, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran. Email: khorasany@uk.ac.ir
2. Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Jiroft University of Kerman, Kerman, Iran. Email: fatemeh.shahdadi@uk.ac.ir
3. Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran. Email: mayoubi@uk.ac.ir
4. Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran. Email: mbalvardi@uk.ac.ir
5. Department of Food Science and Technology, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran. Email: nilood76@gmail.com

Article Info

Article type: Research Article

Article history:

Received: June.13, 2022

Revised: June. 7, 2023

Accepted: Oct. 9, 2023

Published online: Spring 2023

Keywords:

**Nutraceutical Plum leather,
Plant components,
Color indices,
Antioxidant Activity,
Sensorial properties.**

ABSTRACT

Fruit leathers are nutritious products that are made by dehydrating a thin layer of fruit puree or juice under specific conditions. The aim of this study was to investigate the effect of various plant components (pistachio, walnut, sesame, hemp and moringa leaves) on the physicochemical, sensory and antioxidant properties of plum leather. The amounts of 5% of these components were added to the plum leather formulation and the pH, total acidity, vitamin C content, color indices, mechanical property (rupture force), phenolic compounds, antioxidant activity, and sensorial properties of these treatments were compared with control. The results showed that the lowest pH (3.0) and the highest acidity (4.2% w/w) and vitamin C content (210 mg/100 g) were related to the control. Addition of different plant components increased the pH and decreased total acidity. Adding these components to plum leather increased the phenolic compounds and antioxidant activity of samples and the highest amount of phenolic compounds (1024 mg/100 g) and antiradical activity (52%) were observed in treatments with sesame powder. The highest amount of rupture force was related to the control (25.4 N). Other treatments did not show a significant difference in terms of rupture force ($P > 0.05$). In terms of sensorial characteristics, the highest overall acceptance was obtained by control and the samples containing pistachio and moringa leaves. Addition of these components decreased the brightness (L^*) and yellowing (b^*) indices and increased a a^* index compared to the control. In general, the results of this study showed that the addition of plant components, in addition to creating new leather formulations, increases their antioxidant properties and nutritional values.

Cite this article: Khorasani, S., Shahdadi, F., Ayoubi, A., Balvardi, M. (2023) The Effect of the Addition of Some Plant Components on Physicochemical and Sensory Properties of Nutraceutical Fruit Leather, *Iranian Journal of Biosystem Engineering*, 54 (1), 7387. <https://doi.org/10.22059/ijbse.2023.344355.665487>

© The Author(s).

Publisher: University of Tehran Press.

DOI: <https://doi.org/10.22059/ijbse.2023.344355.665487>



بررسی تاثیر افزودن برخی اجزاء گیاهی بر خصوصیات فیزیکی شیمیایی و حسی لواشک فراسودمند

سپیده خراسانی^۱، فاطمه شهدادی^۲، اعظم ایوبی^۳، محمد بلوردی^۴، نیلوفر دامغانی^۵

۱. نویسنده مسئول، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران. رایانامه:

khorasany@uk.ac.ir۲. گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت، کرمان، ایران. رایانامه: fatemeh.shahdadi@uk.ac.ir۳. گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران. رایانامه: mayoubi@uk.ac.ir۴. گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران. رایانامه: mbalvardi@uk.ac.ir۵. گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران. رایانامه: nilood76@gmail.com

چکیده

اطلاعات مقاله

لواشک‌های میوه‌ای، محصولات مغذی هستند که با خشک کردن لایه نازکی از پوره یا آب میوه در شرایط خاص تهیه می‌شوند. هدف از این مطالعه بررسی تاثیر برخی اجزاء گیاهی (پسته، گردو، کنجد، شاهدانه و برگ مورینگا) بر خواص فیزیکی شیمیایی، حسی و آنتی‌اکسیدانی لواشک آلو بود. میزان ۵ درصد از این محصولات گیاهی به فرمولاسیون لواشک آلو اضافه و ویژگی‌هایی مانند pH، اسیدیته، محتوی ویتامین ث، شاخص‌های رنگی، خاصیت مکانیکی (نیروی کششی)، ترکیبات فنولی و خواص آنتی‌اکسیدانی و حسی نمونه‌های لواشک با نمونه شاهد مقایسه شد. نتایج نشان داد کمترین میزان pH (۳/۰) و بیشترین میزان اسیدیته (۴/۲وزنی/وزنی) و ویتامین ث (۲۱۰ میلی گرم در صد گرم) مربوط به تیمار شاهد بود. افزودن اجزاء گیاهی مختلف باعث افزایش pH و کاهش اسیدیته گردید. اضافه کردن این محصولات باعث افزایش ترکیبات فنولی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌ها گردید و بیشترین میزان ترکیبات فنولی (۱۰۲۴ میلی گرم در صد گرم) و فعالیت ضدرادیکالی (۵۲ درصد) در تیمارهای حاوی پودر کنجد مشاهده شد. بیشترین میزان نیروی کششی مربوط به تیمار شاهد (۲۵/۴ نیوتن) بود. سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری از لحاظ نیروی کششی نشان ندادند ($P < 0.05$). از لحاظ ویژگی‌های حسی، بیشترین امتیازات پذیرش کلی را تیمارهای شاهد و نمونه‌های حاوی مورینگا و پسته کسب کردند. افزودن این محصولات باعث کاهش شاخص روشنایی (L*) و زردی (b*) و افزایش شاخص قرمزی (a*) نسبت به شاهد گردید. بطور کلی نتایج این پژوهش نشان داد افزودن اجزاء گیاهی مورد بررسی علاوه بر ایجاد تنوع در لواشک باعث افزایش خواص آنتی‌اکسیدانی و ارزش تغذیه‌ای آن می‌گردد.

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۳/۲۳

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۳/۱۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۷/۱۷

تاریخ انتشار: بهار

واژه‌های کلیدی:

لواشک آلو فراسودمند،

اجزاء گیاهی،

شاخص‌های رنگی،

خواص آنتی‌اکسیدانی،

ویژگی‌های حسی

استناد: خراسانی؛ سپیده، شهدادی؛ فاطمه، ایوبی؛ اعظم، بلوردی؛ اعظم، دامغانی؛ نیلوفر، (۱۴۰۲) بررسی تاثیر افزودن برخی اجزاء گیاهی بر خصوصیات فیزیکی شیمیایی و حسی لواشک فراسودمند، مجله مهندسی بیوسیستم ایران، ۵۴ (۱)، ۸۷۷۳. <https://doi.org/10.22059/ijbse.2023.344355.665487>



© نویسندگان.

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

DOI: <https://doi.org/10.22059/ijbse.2023.344355.665487>

مقدمه

لواشک‌های میوه‌ای میان وعده‌های غذایی خشک شده یا دسرهایی هستند که عموماً از طریق مخلوط کردن پوره میوه‌ها با مواد افزودنی مانند شکر، پکتین، مواد نگهدارنده و رنگ‌ها و خشک کردن آنها در شرایط مناسب تهیه می‌شوند. لواشک وزن کمی دارد و حمل آن آسان است، بنابراین میان وعده‌ای است که می‌توان آن را به راحتی نگهداری و بسته‌بندی کرد. میوه‌های تازه به دلیل عوامل مختلف بسیار مستعد فساد هستند و تولید لواشک میوه یک روش موثر برای حفظ مواد مغذی آنها است (Lemuel *et al.*, 2014). لواشک‌ها بافتی سفت دارند، اما از نظر قابلیت شکنندگی بسیار قابل انعطاف هستند (Senem *et al.*, 2014).

افزایش ارزش تغذیه‌ای فرآیندی است که در آن مواد مغذی خاصی به منظور برطرف کردن نیازهای تغذیه‌ای و جلوگیری از بیماری‌های ناشی از کمبود مواد مغذی به رژیم غذایی انسان اضافه می‌شوند. عوامل غنی‌کننده ترکیباتی هستند که به غذا اضافه می‌گردند تا غذا را با یک یا چند ماده مغذی مورد نیاز تکمیل کنند.

پسته یکی از مهمترین خشکباری است که حاوی ترکیباتی مانند چربی، پروتئین، قند، ویتامین‌ها و مواد معدنی می‌باشد. روغن پسته، بدون کلسترول و بیشتر حاوی اسیدهای چرب غیر اشباع با یک پیوند دوگانه است که برای بدن ضروری هستند (خشایی، ۲۰۱۹). مغز گردو از نظر تغذیه‌ای بسیار مغذی است و حاوی حدود ۶۵ درصد چربی، ۱۵ درصد پروتئین، به مقدار اندک کربوهیدرات و مقدار فراوان فیبر می‌باشد (گلزاری و همکاران، ۲۰۱۳). گردو همچنین دارای درصد نسبتاً بالایی اسید آلفالینولیک است که ۸ تا ۱۴ درصد از کل اسید چرب‌های موجود در روغن گردو را تشکیل می‌دهد. (Dogan & Akgul, 2005). شاهدهانه، گیاهی است که با دارا بودن مقادیر بالای پروتئین و چربی می‌تواند در تولید محصولات سالم نقش داشته باشد. این ماده سرشار از اسید چرب گاما لینولینیک است که یک اسید چرب ضروری برای بدن انسان می‌باشد. دانه این گیاه حاوی هر ۹ اسید آمینه ضروری برای بدن است (Callaway *et al.*, 2008). عمده‌ترین اسیدهای چرب موجود در روغن کنجد به ترتیب شامل اسید لینولیک، اسید اولئیک، اسید پالمیتیک و اسید استئاریک می‌باشند (Were *et al.*, 2006). به دلیل ترکیب مناسب اسیدهای آمینه دانه کنجد، این ماده یک افزودنی مناسب برای غنی‌سازی و بالا بردن ارزش تغذیه‌ای بسیاری از غذاها می‌باشد (شهیدی، ۲۰۰۵). مورینگا به دلیل داشتن مواد مغذی ارزشمند به عنوان یک ماده غذایی مناسب در نظر گرفته می‌شود. این گیاه به عنوان گیاه معجزه‌گر یا درخت زندگی شناخته می‌شود (Leone *et al.*, 2015). برگ‌های مورینگا به عنوان منبع غذایی غنی از آهن و کلسیم برای جبران کمبود آهن و کلسیم پیشنهاد می‌شوند. علاوه بر این گزارش شده مورینگا دارای محتوای آنتی اکسیدانی بالایی است (Yang *et al.*, 2006). مورینگا گیاهی غنی از مواد مغذی مانند پروتئین، فیبر و مواد معدنی است که برای رژیم غذایی سالم انسان ضروری می‌باشند (Jongrungruangchok *et al.*, 2010).

Diamante *et al.* (2013) اثر کنسانتره سیب، هویج بنفش و پکتین را روی لواشک سیب و هویج بنفش بررسی نمودند. نتایج به دست آمده مشخص کرد با افزایش میزان پکتین، میزان رطوبت افزایش یافت اما میزان کروما^۱ کاهش پیدا نمود. همچنین با افزایش میزان کنسانتره هویج بنفش، میزان اسید اسکوربیک افزایش یافت و در نهایت نیاز به افزایش زمان یا افزایش دما برای کاهش فعالیت آبی و رسیدن به میزان رطوبت مناسب وجود داشت.

بلوردی و همکاران (۲۰۲۱) از شیر خرمای در تولید مارمالاد آلو استفاده کردند و بیان نمودند که این ترکیب می‌تواند جایگزین مناسبی برای بخشی از شکر مصرفی در تولید مارمالاد باشد. محققین عنوان کرده‌اند که اضافه کردن صمغ دانه لوکاست به میزان ۷/۵ درصد و ۲/۵ درصد نشاسته در بهبود کیفیت و فرمولاسیون لواشک انار موثر است (Tontul & Topuz, 2017). لواشک آلو به دست آمده در ترکیه و بلغارستان دارای میزان آنتی اکسیدان زیادی است و اگر در تهیه آن مقداری عسل و سایر میوه‌های بری اضافه شود کیفیت نهایی آن افزایش می‌یابد (Momchilova *et al.*, 2016).

Jethva *et al.* (2021) تاثیر پروتئین آب پنیر در تولید لواشک انبه خشک شده در نور خورشید را مورد مطالعه قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که اضافه کردن پروتئین آب پنیر به میزان ۴/۹۲ درصد می‌تواند در افزایش مقبولیت حسی و میزان پروتئین این محصول نقش مهمی داشته باشد.

زکی پور و همکاران (۱۳۸۹) ارزیابی عوامل موثر در تولید لواشک کیوی را مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که لواشک تهیه شده از کیوی پخته به همراه ۲۵ درصد گلوکز مایع و ۰/۵ درصد اسید سیتریک بهترین تیمار می‌باشد.

قدیری و همکاران (۱۳۹۰) با بررسی ویژگی‌های شیمیایی و میکروبی لواشک سیب متوجه شدند که افزایش دما و زمان تغلیظ باعث افزایش بریکس و درصد قند و کاهش میزان ویتامین ث می‌گردد. همچنین، افزایش دمای خشک‌کن اثر معنی‌داری بر فاکتورهای مورد بررسی و آزمایش‌ها میکروبی لواشک سیب که شامل باکتری‌های هاگزا، لاکتوباسیلوس‌ها، مخمرها و کپک‌ها بود، نداشت. با توجه به مصرف بالای لواشک و اهمیت بالا بردن ارزش غذایی این محصول، در این مطالعه برخی محصولات گیاهی مانند پسته، گردو، کنجد، شاهدانه و برگ گیاه مورینگا به طور جداگانه به لواشک افزوده شدند و خواص فیزیکی شیمیایی و حسی محصول نهایی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

تهیه مواد اولیه

مغز پسته با میزان رطوبت ۱۱ درصد، میزان روغن ۵۵ درصد، میزان پروتئین ۲۳ درصد و مغز گردو نیز با رطوبت ۱۴ درصد، میزان روغن ۶۵ درصد، میزان پروتئین ۱۵ درصد و دانه کنجد با میزان رطوبت ۱۱ درصد، میزان روغن ۵۰ درصد، میزان پروتئین ۱۷ درصد و دانه شاهدانه با میزان رطوبت ۱۲ درصد، میزان روغن ۲ درصد، میزان پروتئین ۹ درصد و برگ مورینگا با میزان رطوبت ۱۰ درصد، میزان روغن ۵ درصد، میزان پروتئین ۳۰ درصد از سوپر مارکت شهر کرمان تهیه گردید.

تهیه نمونه‌های لواشک

برای تهیه لواشک، آلو رقم سانتیزه از باغ تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان برداشت شد. ابتدا آلوها با توجه به اندازه، رنگ و شکل ظاهری انتخاب و میوه‌هایی که دارای نقص و اختلالات فیزیولوژیکی بودند کنار گذاشته شدند. آلوهای انتخاب شده با آب حاوی کلر (۵۰ پی‌پی‌ام هیپوکلریت سدیم) به مدت ۳ دقیقه ضدعفونی و به مدت ۱ ساعت در دمای اتاق خشک شدند. سپس جوشانده و صاف شدند تا پوست و هسته جدا گردد. پس از تغلیظ تا بریکس ۳۰ به پوره حاصل ۲ درصد نمک و ۱ درصد اسید سیتریک اضافه گردید. میزان ۵ درصد از پودرهای پسته، گردو، کنجد، شاهدانه و برگ مورینگا به طور جداگانه پوره آلو اضافه و کاملاً هم‌زده شد تا یکنواخت شوند. سپس این محتویات با ضخامت ۸ میلی‌متر در سینی توزیع و تا رسیدن به رطوبت ۱۵ درصد در سایه خشک شدند (زمان خانی و همکاران، ۱۳۹۸).

تعیین pH

اندازه‌گیری pH با استفاده از یک دستگاه pH متر دیجیتال (زاگ شیمی، ایران) که قبلاً با بافرهای با pH برابر با ۴ و ۷ کالیبره شده بود، طبق استاندارد AOAC شماره 981.12 انجام شد. برای این منظور، ۱۰ گرم نمونه لواشک در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر همگن و یکنواخت شد و pH آن اندازه‌گیری گردید.

اسیدیته

برای اندازه‌گیری اسیدیته قابل تیتراسیون از روش تیتراسیون با هیدروکسید سدیم استفاده شد. به این منظور ۵۰ گرم نمونه وزن و پس از همگن شدن با آب مقطر حجم آن به ۲۵۰ میلی‌لیتر رسید. مخلوط حاصل با کاغذ صافی، صاف و ۲۵ میلی‌لیتر از آن برداشته شد. ۱۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر و حدود ۶ قطره فنول فتالین اضافه گردید. محلول حاصل با هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال تا ایجاد رنگ صورتی تیتر گردید. مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون بر حسب گرم اسید سیتریک در ۱۰۰ گرم نمونه لواشک بیان و با استفاده از رابطه (۱) محاسبه شد (Mamade et al., 2013).

$$Z = (V \times N \times F \times \text{Meq} \times 100) / w$$

(رابطه ۱)

که در این رابطه Z درصد اسید سیتریک، V حجم سود مصرفی بر حسب میلی‌لیتر، N نرمالیه سود مصرفی، Meq میلی‌اکی والان اسید سیتریک (اسید غالب آلو) F فاکتور رقیق‌سازی و w وزن نمونه می‌باشد.

اندازه‌گیری میزان ویتامین ث

محتوی ویتامین ث موجود در لواشک‌ها به عنوان شاخصی از کیفیت تغذیه‌ای با روش اسپکترومتری مورد ارزیابی قرار گرفت. بدین منظور از روش ارائه شده توسط Klein & Perry (1982) پس از انجام برخی اصلاحات استفاده شد و ابتدا ۰/۵۰ گرم نمونه همگن شده، با محلول ۱ درصد متافسفربک اسید به حجم ۱۰ میلی‌لیتر رسید. سپس محلول حاصل با استفاده از شیکر (KS 260 basic, IKA,)

(Germany) در ۲۰۰ rpm به مدت ۳۰ دقیقه به خوبی همزده شد و پس از آن به مدت ۱۰ دقیقه در ۵۰۰۰ دور سانتریفوژ (Sigma, 30K, Germany) گردید. در انتها به ۱۳۳ میکرولیتر از محلول صاف شده، ۱/۲ میلی لیتر معرف ۶،۲ دی کلروفنول ایندوفنول، ۵۰ میکرومولار اضافه گردید و جذب توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (UNICO, 2802, China) در طول موج ۵۱۵ نانومتر اندازه گیری شد. از اسید اسکوربیک محلول در متاسفریک اسید ۱ درصد به عنوان استاندارد استفاده گردید (Klein & Perry, 1982).

تعیین رنگ

رنگ نمونه های لواشک با استفاده از یک دستگاه رنگ سنج (TES135A, Taiwan) اندازه گیری شد. فاکتورهای رنگی به دست آمده توسط این دستگاه شامل L^* ، a^* و b^* بودند. شاخص L^* نشان دهنده درجه سفیدی یا سیاهی و a^* و b^* به ترتیب شاخص های رنگ قرمز/سبز و زرد/آبی می باشند (Ho et al., 2018).

اندازه گیری ترکیبات فنولیک

برای اندازه گیری ترکیبات فنولیک از روش فولین سیوکالتو استفاده شد. بدین منظور، ابتدا ۵ گرم لواشک به ۱۰۰ میلی لیتر محلول متانول/آب ۸۰:۲۰ اضافه و کاملاً مخلوط شد. مخلوط حاصل به مدت ۱۲ ساعت در دمای محیط بر روی همزن قرار داده شد. سپس مخلوط با استفاده از کاغذ صافی، صاف و ۱۰۰ میکرولیتر از عصاره تهیه شده با ۷۵۰ میکرولیتر معرف فولین سیوکالتو رقیق شده به نسبت ۱ به ۱۰ و ۷۵۰ میکرولیتر کربنات سدیم ۶ درصد مخلوط شد و پس از گذشت ۳۰ دقیقه دور از تابش مستقیم نور جذب توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (UNICO, 2802, China) در طول موج ۷۵۰ نانومتر اندازه گیری شد و نتایج برحسب میلی گرم گالیک اسید در ۱۰۰ گرم نمونه لواشک محاسبه گردید (Musa et al., 2011).

تعیین فعالیت آنتی اکسیدانی

برای بررسی فعالیت آنتی اکسیدانی از درصد جذب رادیکال های آزاد دی فنیل پیکریل هیدرازیل (DPPH) استفاده شد. برای این منظور ۰/۵ گرم لواشک به ۱۰ میلی لیتر اتانول ۹۶ درصد اضافه و کاملاً مخلوط شد. پس از جدا کردن ذرات معلق موجود در نمونه ها به کمک سانتریفوژ به مدت ۱۰ دقیقه در ۵۰۰۰ دور، (Sigma, 330K, Germany)، به ۶۰۰ میکرولیتر از نمونه صاف شده و رقیق شده به نسبت ۱ به ۵، ۶۰۰ میکرولیتر معرف DPPH (۲و۲ دی فنیل پیکریل هیدرازیل) با غلظت ۰/۲ میلی مولار افزوده شد و پس از گذشت ۱۵ دقیقه نگهداری در محیط تاریک، جذب در طول موج ۵۲۰ نانومتر اندازه گیری شد. فعالیت آنتی اکسیدانی بر حسب درصد مهار کنندگی از رابطه (۲) به دست آمد (Musa et al., 2011):

$$\text{رابطه (۲)} \quad 100 \times ((\text{جذب شاهد} / \text{جذب نمونه}) - 1) = \text{فعالیت آنتی اکسیدانی (\%)}$$

تست کشش نمونه

مقاومت کششی نمونه های لواشک با تعیین حداکثر نیروی لازم برای از هم کششی بافت و با استفاده از یک دستگاه آزمون بافت مواد مدل 1STM ارزیابی شد. بدین منظور لواشک ها به صورت نوارهایی با ابعاد ۱ cm × ۶ cm بریده شدند و در بین فک های بالا و پایین دستگاه قرار گرفتند. فاصله فک بالا و پایین ۴ cm تنظیم شد و فک ها با سرعت ۱ mm/s از هم دور شدند (Singh Gujra & Singh) Brar, 2003).

ارزیابی حسی

نمونه های لواشک یک روز پس از تولید، توسط ۲۰ نفر ارزیاب آموزش دیده، از نظر خصوصیات حسی مورد ارزیابی قرار گرفتند. ویژگی های مورد ارزیابی شامل رنگ، طعم و مزه، یکنواختی، قابلیت جویدن، ترشی، شیرینی و پذیرش کلی بود. جهت ارزیابی ویژگی های حسی از مقیاس هدونیک ۹ نقطه ای استفاده گردید (Ho et al., 2018).

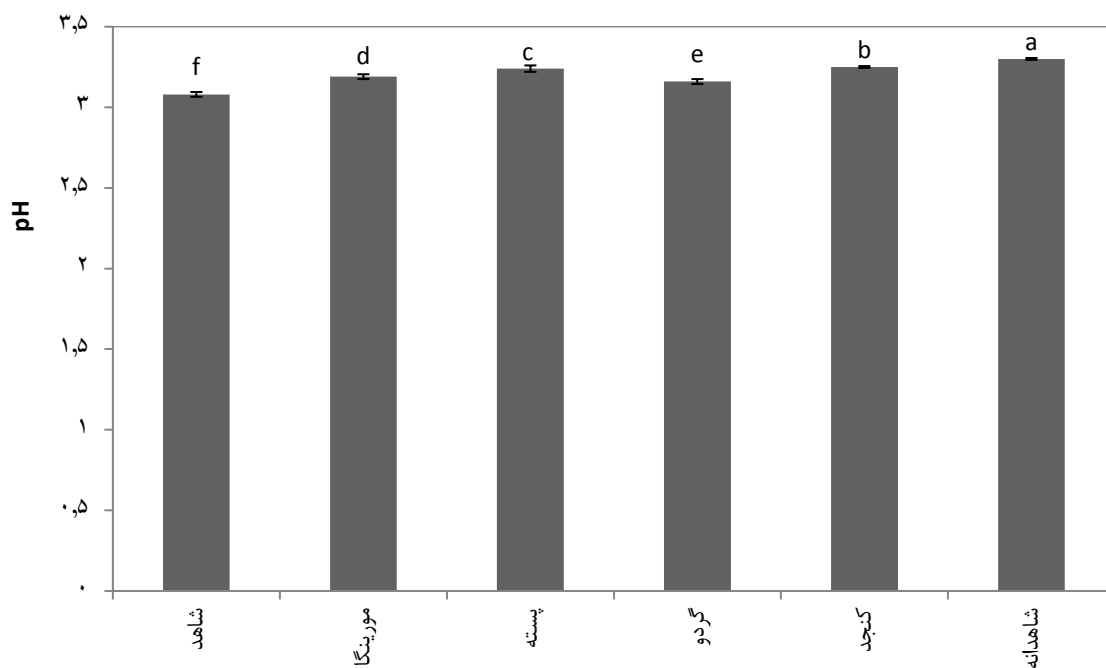
تحلیل آماری داده ها

تجزیه آماری داده های این پژوهش بر پایه طرح آماری کاملاً تصادفی در سه تکرار و با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۹ صورت گرفت. پس از آنالیز واریانس میانگین های حاصل با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد مقایسه شدند و نمودارها توسط نرم افزار اکسل (۲۰۱۰) رسم گردید.

نتایج و بحث

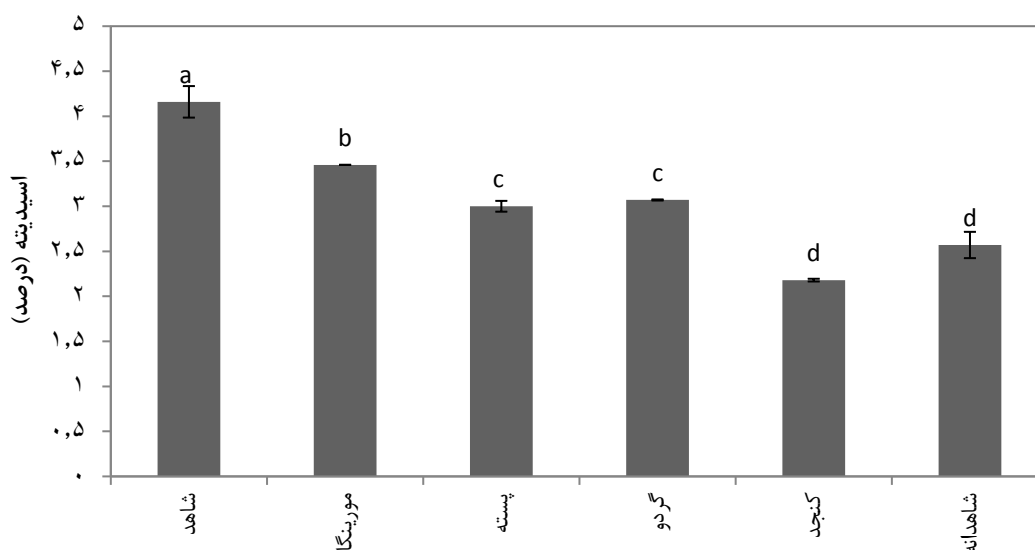
تاثیر تیمارهای مورد مطالعه بر pH و اسیدیته

نتایج بررسی pH نمونه‌های لواشک (شکل ۲) نشان داد، بین pH تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($P < 0.05$). بیشترین میزان pH مربوط به تیمار حاوی پودر شاهدانه و کمترین میزان مربوط به تیمار شاهد بود. طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۶۹۳۶، pH لواشک باید در محدوده ۲/۵۴/۵ باشد. در این مطالعه، میانگین pH نمونه‌ها بین ۳/۰۸ تا ۳/۳ بود که این محدوده pH برای رشد بیشتر باکتری‌های فسادزا و بیماری‌زا نامناسب می‌باشد (Torres et al., 2015). پایین بودن pH محصولات تولید شده از آلو، ممکن است به دلیل اسیدی بودن میوه یا استفاده از اسیدهای خوراکی در فرآیند تولید باشد. با توجه به پایین بودن pH نمونه‌های لواشک تولید شده در پژوهش حاضر، می‌توان انتظار داشت، بدون نیاز به نگهدارنده‌های شیمیایی، ماندگاری بالایی برای چندین ماه حاصل شود. افزودن محصولات گیاهی فراسودمند مختلف به لواشک باعث افزایش pH نسبت به نمونه شاهد گردید که می‌تواند به دلیل بالا بودن pH محصولات افزوده شده باشد. در مطالعه‌ای که روی تهیه لواشک از ضایعات کیوی انجام شد نیز، میزان pH محصول نهایی در محدوده مورد نظر بود و مشاهده گردید که با افزایش میزان اسید سیتریک افزوده شده به فرمولاسیون لواشک pH به میزان قابل توجهی کاهش می‌یابد (زکی پور و همکاران، ۲۰۱۱). در پژوهش حاضر نیز محصولات گیاهی افزوده شده به فرمولاسیون‌ها روی pH نمونه‌ها اثر گذاشته‌اند، اما با توجه به اینکه مقدار اسید سیتریک اضافه شده به تمام نمونه‌ها ثابت بوده، تفاوت بین pH در نمونه‌های مختلف زیاد نیست.



شکل ۱. تاثیر افزودن محصولات مورد مطالعه بر pH نمونه‌های لواشک
* حروف انگلیسی متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بین تیمارهای مختلف است.

در پژوهش حاضر، با توجه به نتایج ارائه شده در شکل ۲ مشاهده می‌شود، بیشترین و کمترین میزان اسیدیته به ترتیب مربوط به نمونه‌های لواشک شاهد و نمونه حاوی کنجد بود و تفاوت معنی‌داری بین اسیدیته نمونه حاوی شاهدانه و تیمار حاوی پودر کنجد نشان داده نشد که به ترکیبات موجود در شاهدانه و کنجد مربوط می‌شود، وجود پروتئین‌های قلیایی در این ترکیبات در کاهش اسیدیته لواشک کمک می‌کند (در سطح احتمال ۵ درصد) (Callaway et al., 2008).

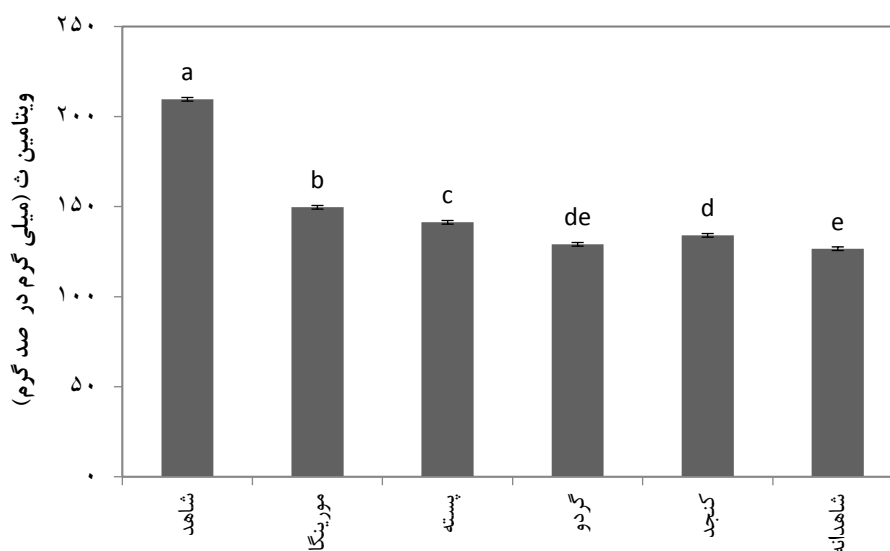


شکل ۲ تاثیر افزودن محصولات مورد مطالعه بر اسیدیتته نمونه‌های لواشک.
* حروف انگلیسی متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بین تیمارهای مختلف است.

با افزودن محصولات گیاهی فراسودمند مختلف به فرمولاسیون لواشک، اسیدیتته نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد کاهش یافت. در مطالعه Thiruvengadam et.al (2020) نیز افزودن پودر مورینگا به لواشک باعث کاهش اسیدیتته گردید. بررسی میزان اسیدیتته کل لواشک تهیه شده از ضایعات کیوی نشان داد، اسیدیتته محصول تحت تاثیر میزان و نوع ترکیبات مورد استفاده در فرمولاسیون قرار می‌گیرد (زکی پور و همکاران، ۱۳۸۹).

تاثیر تیمارهای مورد مطالعه بر میزان ویتامین ث محصول

نتایج ارائه شده در شکل ۳ نشان می‌دهد، تمامی تیمارهای مورد مطالعه میزان ویتامین ث کمتری نسبت به نمونه شاهد دارا بودند. ویتامین ث حساس‌ترین ویتامین محلول در آب است که در اثر نور، حرارت و فلزات بلافاصله از بین می‌رود، همچنین در حضور ترکیبات گیاهی به کار رفته در این پژوهش و وجود فلزات از جمله سلنیم در شاهدانه و کنجد، شدت کاهش می‌یابد (Callaway et al., 2008). کاهش این ویتامین را می‌توان با بسته بندی مناسب به حداقل رساند. کمترین میزان ویتامین ث در تیمار حاوی پودر شاهدانه مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با تیمار حاوی پودر گردو نشان نداد ($P > 0.05$).

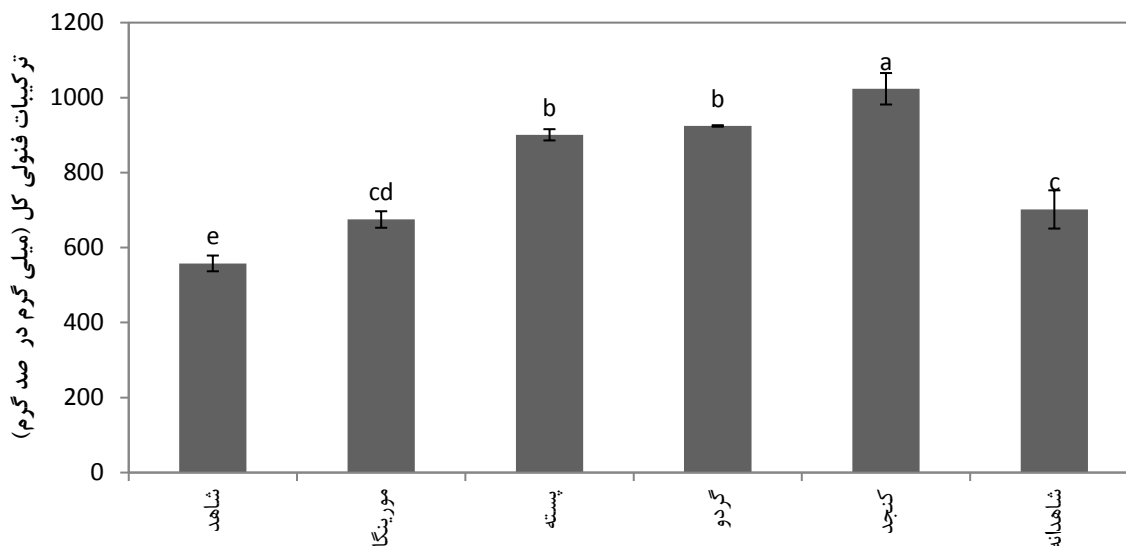


شکل ۳ تاثیر افزودن محصولات مورد مطالعه بر میزان ویتامین ث نمونه‌های لواشک.
* حروف انگلیسی متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بین تیمارهای مختلف است.

نمونه شاهد که اسیدیتته بیشتری دارد (شکل ۲)، میزان ویتامین ث بالاتری نیز داشته است. همان‌طور که شکل‌های ۳ و ۲ نشان می‌دهند نمونه شاهد با داشتن ویتامین ث بالاتر، اسیدیتته بیشتری دارد و این روند در مورد سایر نمونه‌های لواشک صدق می‌کند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که ویتامین ث یا اسید اسکوربیک در افزایش اسیدیتته نقش زیادی دارد. محققین در پژوهشی عنوان کردند، با افزایش اسیدیتته در لواشک کبوی ماندگاری ویتامین ث بیشتر بود. به عبارت دیگر نسبت ویتامین ث در نمونه‌های با سطح اسید سیتریک بالاتر، بیشتر است (زکی پور و همکاران، ۱۳۸۹). مطالعات دیگر نیز نشان دادند که ماندگاری ویتامین ث در محیط‌های با اسیدیتته بالاتر، بیشتر است. اسیدهای مانند اسید اسکوربیک، اسید مالیک، اسید سیتریک و اسید تارتاریک در افزایش اسیدیتته محصول لواشک موثر است (Eitenmiller *et al.*, 2008).

تاثیر تیمارهای مورد مطالعه بر ترکیبات فنولی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی

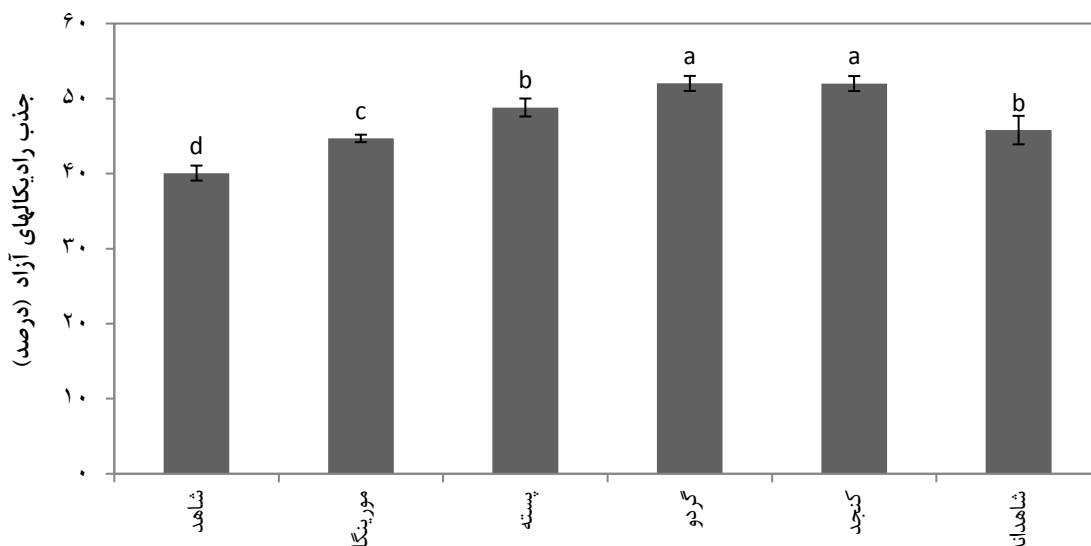
بیشترین میزان ترکیبات فنولی مربوط به تیمار حاوی کنجد و کمترین میزان ترکیبات فنولی مربوط به تیمار شاهد بود. افزودن محصولات گیاهی فراسودمند به لواشک باعث افزایش ترکیبات فنولی نمونه‌ها گردید (شکل ۴).



شکل ۴ تاثیر افزودن محصولات مورد مطالعه بر میزان ترکیبات فنولی نمونه‌های لواشک.
* حروف انگلیسی متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بین تیمارهای مختلف است.

بیشترین درصد جذب رادیکال آزاد DPPH مربوط به تیمارهای حاوی گردو و کنجد بود. تیمار شاهد کمترین میزان جذب رادیکال آزاد DPPH را نشان داد. با اضافه کردن محصولات گیاهی فراسودمند مختلف میزان ترکیبات فنولی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌های لواشک نسبت به نمونه شاهد افزایش یافت (شکل ۵). این رخداد می‌تواند به دلیل وجود ترکیبات آنتی‌اکسیدانی در پودرهای گیاهی مورد مطالعه باشد. در پژوهش‌های مختلف ترکیبات فنولی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالایی برای گردو (شرافتی و همکاران، ۱۳۹۰)، پسته (رجایی و همکاران، ۱۳۹۰)، کنجد (Lin *et al.*, 2017)، شاهدانه (محمدی و همکاران، ۱۳۹۷) و برگ مورینگا (پاکند و همکاران، ۱۳۹۷) گزارش شده است. در مطالعه‌ای ترکیبات پیروگالول، وانیلیک اسید، پروتوکاتوچیک اسید و اتیل گالات حاصل از مشتقات فنلی موجود در مغز گردو، دارای بالاترین خاصیت آنتی‌اکسیدانی بودند (Zhang *et al.*, 2009). بیشتر ترکیبات فنولی شناسایی شده در مغز گردو اسیدهای فنولیک هستند و تانین به عنوان یک مولکول فنولی با وزن مولکولی کم به میزان زیاد در آن وجود دارد. این ترکیبات به ویژه در پوست اطراف مغز قرار گرفته‌اند و خواص آنتی‌اکسیدانی بالایی دارند (Labuckas *et al.*, 2008). بررسی‌های مختلف، وجود ترکیبات فنولی در مغز پسته و ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی این ترکیبات را گزارش کرده است (Silva *et al.*, 2007; Ballistreri *et al.*, 2009). در مطالعات پیشین، با استفاده از سنجش فعالیت مهار رادیکال آزاد (DPPH) نشان داده شد که عصاره دانه کنجد دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالایی است. همچنین گزارش شده است فعالیت آنتی‌اکسیدانی دانه کنجد به دلیل وجود ترکیبات فنولی فراوانی مانند سزامول، سزامین و سزامولین می‌باشد (Mohdaly *et al.*, 2011). نتایج پژوهش رحمانی و همکاران (۲۰۱۹) نشان داد عصاره برگ مورینگا حاوی فنل کل، فلاونونوئید

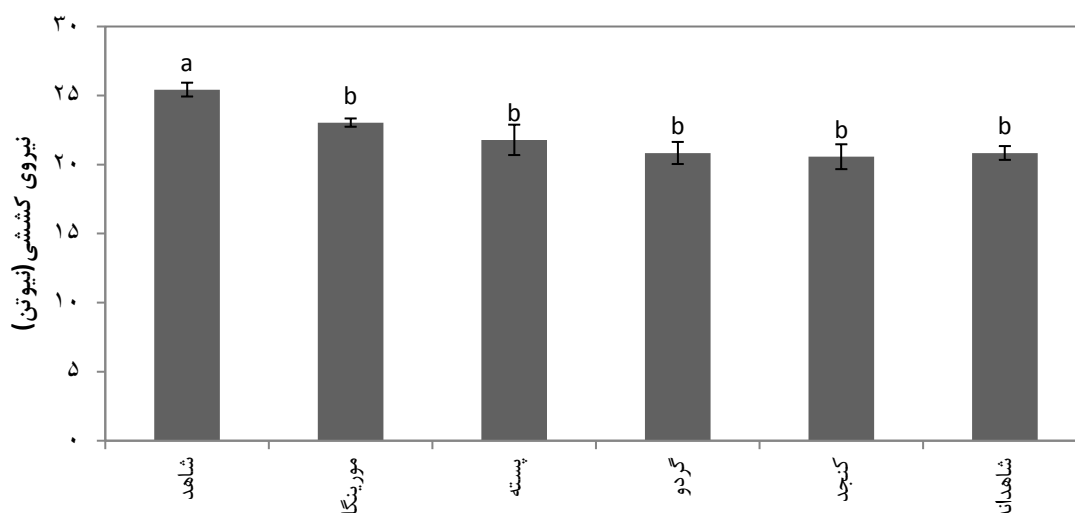
کل، تانن و فعالیت ضد رادیکالی بالایی بود (Rahmani et al., 2019). پس این طور می توان نتیجه گرفت که میزان ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی بیشتر، ممکن است دلیل فعالیت آنتی اکسیدانی زیاد برگ مورینگا باشند. شاهدانه نیز به علت داشتن میزان زیادی ترکیبات آنتی اکسیدان طبیعی مانند توکوفرول، بخصوص گاما توکوفرول، دارای اثر آنتی اکسیدانی قوی می باشد. همچنین در شاهدانه ترکیبات زیادی از جمله کانابیدیول، دلتا ۹ تتراهیدروکانابینول، فلاونوئیدها و غیره که دارای فعالیت آنتی اکسیدانی بالایی هستند، وجود دارد (Flores Sanchez & Verpoorte, 2008).



شکل ۵ تاثیر افزودن محصولات مورد مطالعه به نمونه های لواشک بر میزان جذب رادیکال آزاد DPPH. * حروف انگلیسی متفاوت بیانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد بین تیمارهای مختلف است.

تاثیر تیمارهای مورد مطالعه بر نیروی کششی

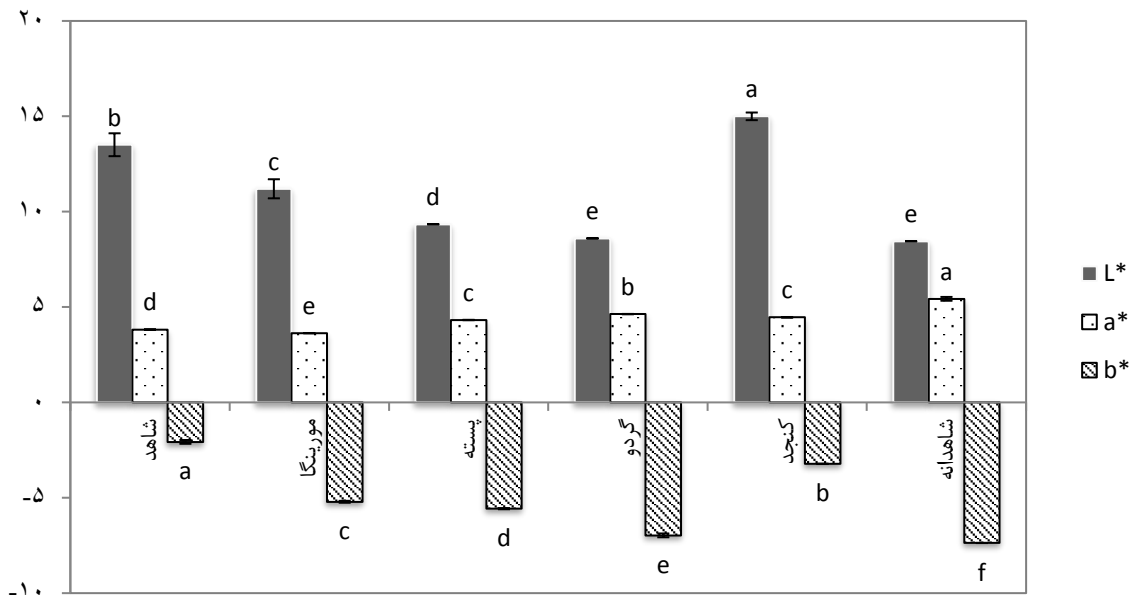
با توجه به نتایج ارائه شده در شکل ۶ مشاهده می شود که بیشترین میزان نیروی کششی مربوط به تیمار شاهد بود که از نظر حسی و ارگانولپتیک چندان مناسب نمی باشد. سایر تیمارها تفاوت معنی داری از لحاظ نیروی کششی نشان ندادند ($P > 0.05$). به نظر می رسد علت کاهش نیروی کششی نمونه های حاوی محصولات گیاهی فراسودمند نسبت به نمونه شاهد کاهش انسجام بافت در اثر افزودن این محصولات باشد. مشخص شده است، هر ترکیبی که یکنواختی و انسجام بافت و در نتیجه کشش پذیری آن را کاهش دهد باعث کاهش نیروی کششی می گردد (Singh Gujra & Singh Brar, 2003).



شکل ۶ تاثیر افزودن محصولات مورد مطالعه بر نیروی کششی نمونه های لواشک. * حروف انگلیسی متفاوت بیانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد بین تیمارهای مختلف است.

تاثیر تیمارهای مورد مطالعه بر شاخص‌های رنگی

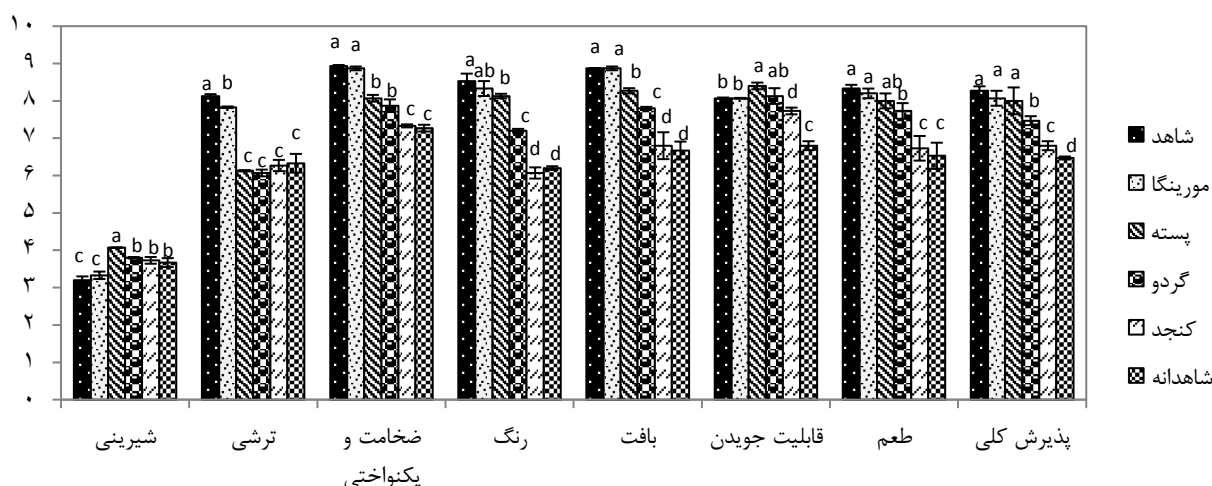
بیشترین میزان شاخص L^* مربوط به نمونه لواشک حاوی کنجد و کمترین میزان شاخص L^* مربوط به تیمارهای حاوی گردو و شاهدانه بود. بیشترین و کمترین میزان شاخص a^* به ترتیب مربوط به نمونه‌های حاوی شاهدانه و مورینگا بود. با افزودن محصولات گیاهی فراسودمند به فرمولاسیون لواشک شاخص b^* کاهش یافت و تیمار حاوی شاهدانه کمترین میزان شاخص b^* را نشان داد (شکل ۷). کاهش در شاخص L^* نشانگر کاهش در شفافیت و کدر شدن رنگ است. در مطالعه حاضر تنها لواشک حاوی پودر دانه کنجد نسبت به نمونه شاهد رنگ روشن‌تری داشت. افزودن سایر پودرها به لواشک باعث تیره‌تر شدن رنگ نسبت به شاهد گردید، البته تیره شدن رنگ لواشک آلو نکته منفی نیست زیرا این تغییر رنگ در بسیاری از لواشک‌ها دیده می‌شود. افزایش در شاخص a^* نشانگر افزایش رنگ قرمز است. در این مطالعه تنها نمونه حاوی پودر برگ مورینگا شاخص a^* کمتری نسبت به تیمار شاهد داشت و احتمالاً این رخداد به دلیل رنگ سبز پودر برگ مورینگا می‌باشد که باعث کاهش قرمزی لواشک شده است. بقیه تیمارها شاخص a^* بیشتری نسبت به تیمار شاهد داشتند. با اضافه کردن پودرهای گیاهی شاخص b^* کاهش یافت که نشان دهنده افزایش رنگ آبی می‌باشد. در مطالعه هرندی و همکاران (۱۳۹۹) نیز با افزودن پودر ریز جلبک اسپیرولینا در فرمولاسیون لواشک کیوی روشنایی و رنگ زرد کاهش یافت، اندازه گیری رنگ و تغییر آن نسبت به نمونه شاهد نشان دهنده وجود موادی است که می‌تواند آن را خاص و ارزشمند نماید (هرندی و همکاران، ۱۳۹۹).



شکل ۷ تاثیر افزودن محصولات گیاهی مورد مطالعه بر شاخص‌های رنگی نمونه‌های لواشک. * حروف انگلیسی متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بین تیمارهای مختلف است.

تاثیر تیمارهای مورد مطالعه بر ویژگی‌های حسی

نتایج ارائه شده در شکل ۸ نشان می‌دهد تیمار شاهد بیشترین امتیازات مربوط به ترشی، ضخامت و یکنواختی، رنگ، بافت و پذیرش کلی را دریافت کرد. بیشترین امتیاز شیرینی و قابلیت جویدن مربوط به نمونه لواشک حاوی پسته بود. نمونه‌های لواشک حاوی گردو، شاهدانه و کنجد تفاوت معنی‌داری از نظر امتیاز شیرینی نشان ندادند. تیمارهای حاوی مورینگا و پسته تفاوت معنی‌داری از لحاظ امتیاز طعم نشان ندادند. به جز در مورد ویژگی شیرینی که تیمار شاهد و نمونه حاوی مورینگا کمترین امتیاز را دریافت کردند، در مورد سایر ویژگی‌ها کمترین امتیازات مربوط به تیمار حاوی شاهدانه بود. بیشترین امتیاز پذیرش کلی که شامل کلیه موارد مورد بررسی شامل بافت، ترشی، شیرینی، قابلیت جویدن و رنگ است، نیز مربوط به نمونه شاهد و تیمارهای حاوی پسته و مورینگا بود.



شکل ۸ تاثیر افزودن محصولات گیاهی مورد مطالعه بر ویژگی‌های حسی نمونه‌های لواشک.
* حروف انگلیسی متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بین تیمارهای مختلف است.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج به دست آمده از این پژوهش می‌توان چنین برداشت کرد که با افزودن محصولات گیاهی مانند شاهدانه، کنجد، پسته، مورینگا و گردو به لواشک، pH محصول نهایی کمی افزایش یافته و اسیدیته آن کمتر می‌شود. بررسی نتایج مربوط به ارزیابی حسی نشان می‌دهد در برخی موارد کاهش اسیدیته باعث افزایش مطلوبیت محصول از نظر میزان ترشی و شیرینی شده است. اندازه‌گیری ترکیبات فنولی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌های لواشک نیز بیانگر افزایش این شاخص‌ها با اضافه کردن محصولات گیاهی مانند کنجد، گردو، پسته، شاهدانه و مورینگا می‌باشد. به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت، افزودن برخی محصولات گیاهی مانند کنجد و شاهدانه باعث افزایش خواص تغذیه‌ای لواشک شده بدون آنکه مطلوبیت این محصول را به میزان قابل توجهی تحت تاثیر قرار دهد. پذیرش کلی (طعم، رنگ، بافت، قابلیت جویدن، ترشی، شیرینی و ضخامت) نمونه‌های شاهد، نمونه با پودر مورینگا و پسته بیشترین امتیاز را به خود اختصاص داد که می‌توان با استفاده از این مواد در تهیه این لواشک، آن را فراسودمند کرد. با آنکه نمونه شاهد از لحاظ پذیرش کلی بیشترین امتیاز را به خود اختصاص داده است اما هدف تولید محصولی با ارزش تغذیه‌ای بالا بوده که با اضافه کردن موادی نظیر کنجد، گردو، پسته، شاهدانه و مورینگا، ارزش آنتی‌اکسیدانی آن افزایش یافت. وجود ترکیبات فنولی و آنتی‌اکسیدانی در جلوگیری از بسیاری بیماری‌ها نظیر سرطان، نقش بسیار زیادی دارد که مهمترین دلیل تولید این دسته از محصولات است.

منابع

- بلوردی، محمد؛ ایوبی، اعظم و حاجی محمدی فریمانی، رضا (۱۴۰۰). بهینه‌سازی فرمولاسیون مارمالاد آلوی حاوی شیر خرم با استفاده از طرح مخلوط محدود شده. *علوم و صنایع غذایی ایران*، ۱۸(۱۱۲)، ۲۳۵۲۳۳.
- پاکندمراغه، اعظم؛ پیغمبردوست، سعید و اولاد غفاری، زهره (۱۳۹۷). بررسی خواص شیمیایی ترکیبات زیست فعال و خواص آنتی‌اکسیدانی پودر برگ و دانه مورینگا اولیفر. *نهمین همایش ملی گیاهان دارویی و کشاورزی پایدار*. همدان.
- خشایی، محمد و خشایی، مریم (۱۳۹۸). مروری بر ترکیبات تغذیه‌ای و خواص و کاربردهای دارویی پسته. *هشتمین همایش بین‌المللی طلای سبز*. تهران.
- سازمان استاندارد کشور (۱۳۹۸). استاندارد مواد غذایی (۶۹۳۶).
- شرافتی چالشتری، رضا؛ شرافتی چالشتری، فرهاد؛ رفیعیان کویایی، محمود و اشرفی، کوروش (۱۳۹۰). تعیین میزان ترکیبات فنولی و اثر ضد میکروبی عصاره اتانولی مغز گردو. *ماهنامه علمی و پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد*، ۱۹(۴)، ۵۳۲۵۲۵.
- رادمرد قدیری، غلامحسین و کلباسی اشتری، احمد (۱۳۹۰). بررسی ویژگی‌های شیمیایی و میکروبی لواشک سیب. *نشریه پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران*، ۷(۴)، ۳۳۴۳۲۹.
- رجایی، احمد؛ برزگر، محسن و سحری، محمدعلی (۱۳۹۰). بررسی خاصیت آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی عصاره‌های متانولی پوست سبز پسته.



فصلنامه علوم و صنایع غذایی، ۸(۱)، ۱۲۰۱۱۱.

- زکی پور ملک آبادی، اسماعیل؛ حمیدی اصفهانی، زهره و عباسی، سلیمان (۱۳۸۹). فرمولاسیون لواشک از ضایعات میوه کی وی. پژوهش های علوم و صنایع غذایی ایران، ۶(۴)، ۲۷۰۲۶۳.
- زمان خانی، مهشید و عبدالهی، مشکان (۱۳۹۸). بررسی اثر اضافه کردن اسانس پوست پرتقال بر ویژگی های شیمیایی، میکروبی و حسی لواشک آلو. پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی، ۸(۴)، ۳۷۸۳۶۹.
- گلزاری، مریم؛ راحمی، مجید؛ حسنی، داراب؛ وحدتی، کوروش و محمدی، نرجس (۱۳۹۲). بررسی میزان پروتئین روغن و اسیدهای چرب برخی ارقام گردو و تاثیر دانه گرده بر برخی خصوصیات آن. علوم و صنایع غذایی ایران، ۱۰(۲۸)، ۳۰۲۱.
- محمدی، عالمه و اسماعیل زاده کناری، رضا (۱۳۹۷). بررسی اثر آنتی اکسیدانی مواد غیر قابل صابونی روغن شاهدانه در پایدارسازی روغن سویا. مجله علوم و صنایع غذایی ایران، ۱۵(۷۹)، ۲۴۱۲۲۹.
- هرانده، نیلوفر و منصور پور، ثمر (۱۳۹۹). بررسی تاثیر ریزجلبک اسپرولینا پلاتنسیس بر ویژگی های فیزیکوشیمیایی و حسی لواشک کی وی. مجله تحقیقات نظام سلامت، ۱۶(۴)، ۲۵۹۲۶۵.

REFERENCES

- AOAC, Official methods of analysis, 17th ed. *Association of Official Analysis Chemists*, Washington, DC (2000).
- Ballistreri, G., Arena, E., & Fallico, B. (2009). Influence of ripeness and drying process on the polyphenols and tocopherols of *Pistacia vera* L. *Molecules*, 14, 43584369.
- Balvardi, M., Ayoubi, A., & HajimohammadiFarimani, R. (2021). Optimization of plum marmalade formulation containing date syrup using constrained mixture design. *Food Science and Technology*, 18 (112), 223235. (In Persian).
- Callaway, J.C., Tennil T., & pate, D.W. (2008). Occurrence of omega3 streadonic acid (cis-6,9,12,15 octadecatetraenoic acid) in hemp (*Cannabis sativa* L.) seed. *Department of Pharmaceuical Chemistry, Kuopio*, POB 1627, FIN70211, Kupio, Finland.
- Diamante, L.M., Siwei, L., Qianqian, X., & Janette, B. (2013). Effects of apple juice concentrate, black carrot concentrate and pectin levels on selected qualities of appleblack carrot fruit leather. *Foods*, 2, 430443.
- Dogan, M., & Akgul, A. (2005). Fatty acid composition of some walnut (*Juglans regia* L.) cultivars from east Anatolia. *Grasas y Aceites (Sevilla)*, 4, 328331.
- Eitenmiller R.R., Lin, Y.W., & Landen, J., (2008). *Vitamin Analysis for the Health and Food Science*. 2nd ed. New York: CRC press.
- FloresSanchez, I.J., & Verpoorte, R. (2008). Secondary metabolism in cannabis. *Phytochemistry Reviews*, 7 (3), 615639.
- Fruites and vegetables – Fruite leather – Code of practice. (2012). *Iranian National Standard Organization, ISIRI* No. 6936. (In Persian).
- Golzari, M., Rahemi, M., Hassani, D., Vahdati K., & Mohammadi. N. (2013). Protein content, fat and fatty acids of kernel in some persian walnut (*Juglans regia* L.) cultivars affected by kind of pollen. *Journal of Food Science and Technology*. 38(10), 2132. (In Persian).
- Harandeh, N., & Mansouripour, S. (2021). Effect of *Spirulina (Arthrospira) platensis* microalgae on physicochemical and sensory properties of kiwi leather. *Journal of Health System Research*, 16(4), 265 271. (In Persian).
- Ho, L.H., Shafii, N.S., & Shahidan N. (2018). Physicochemical characteristics and sensory evaluation of mixed fruit leather. *International Journal of Engineering & Technology*, 7 (4), 3641.
- Jethva, KR., Sutar, RF., Kumar, N. & Vyas, D. (2021). Effect of whey protein on sun dried protein enriched Kesar mango leather. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 10(2), 824830.
- Jongrungruangchok, S., Bunrathep, S., & Songsak, T. (2010). Nutrients and minerals content of eleven different samples of *Moringa oleifera* cultivated in Thailand. *Journal of Health Research*, 24(3), 123127.
- Khashaei, M. (2019). A review of the nutritional composition, medicinal properties, and applications of pistachios. *8th International Conference on Green Gold*, Tehran. (In Persian).
- Klein B., & Perry A, (1982). Ascorbic acid and vitamin A activity in selected vegetables from different geographical areas of the United States. *Journal of Food Science*, 47, 941945.
- Labuckas, D.O., Maestri, D.M., Perello, M., Martí'nez, M.L., & Lamarque, A.L. (2008). Phenolics from walnut (*Juglans regia* L.) kernels: Antioxidant activity and interactions with proteins. *Food Chemistry*, 107(2), 60712.

- Lemuel, M., Diamante, X.B., & Janette, B. (2014). Fruit leathers: method of preparation and effect of different conditions on qualities. *International Journal of Food Science*, 4(2), 110.
- Leone, A., Spada, A., Battezzati, A., Schiraldi, A., Aristil, J., & Bertoli, S. (2015). Cultivation, genetic, ethnopharmacology, phytochemistry and pharmacology of *Moringa oleifera* leaves: An overview. *International Journal of Molecular Sciences*, 16(6), 1279112835.
- Lin, X., Zhou, L., Li, T., Brennan, C., Fu, X., & Liu, R.H. (2017). Phenolic content, antioxidant and antiproliferative activities of six varieties of white sesame seeds (*Sesamum indicum* L.). *RSC Advances*, 10(2), 57515759.
- Mamade, M.E.D., Carvalho, L.D.D., Viana, E.D.S., Oliveira, L.A.D., Filho, W.D.S., & Ritzinger, R. (2013). Production of dietetic umbucaja (*Spondiasp.*): physical, physicochemical and sensorial evaluations. *Food and Nutrition Sciences*, 4, 461468.
- Mohammadi, A., & Esmailzadeh Kenari, R. (2018) Investigation of antioxidant effect of unsaponifiable matter from *Cannabis sativa* oil on stabilizing of soybean oil. *Food Science and Technology*. 78(15), 229241. (In Persian).
- Mohdaly, A.A.A., Smetanska, I., Ramadan, M.F., Sarhan, M. A., & Mahmoud, A. (2011). Antioxidant potential of sesame (*Sesamum indicum*) cake extract in stabilization of sunflower and soybean oils. *Industrial Crops and Products*, 34(1), 952 959.
- Momchilova, M., Zsivanovits, G., MilkovaTomova, L., Buhalora, D., & Dojkora, P. (2016). Sensory and texture characterization of plum fruit leather. *Bulgarian Chemical Communication*, 48, 428434.
- Musa, K. H., Abdullah, A., Jusoh K., & subramaniam, V. (2011). Antioxidant activity of pinkflesh guava (*Psidium guajava* L.): Effect of extraction techniques and solvents. *Food Analytical Methods*, 4(1), 100 107.
- Rahmani, Z., Djemoui, D., Saidi, M., & Djemoui, A. (2019). Influence of phenolic compounds on antioxidant capacity of leaves extracts of *Moringa oleifera* from Tamanrasset region. *Journal of Applied and Fundamental Sciences*, 11, 111222.
- Pakand Maragheh, A.R., Peighambardoost, S.H., & Oladghafari, A. (2018). Investigation of chemical properties, bioactive compounds, and antioxidant properties of *Moringa oleifera* leaf and seed powder. *Ninth National Conference on Medicinal Plants and Sustainable Agriculture*, March 6 and 7, Hamedan. (In Persian).
- RadmehrGhadiri, G., & KalbasiAshtari, A. (2011). Investigation of chemical and microbial properties of apple leather. *Iranian Journal of Food Science and Technology Research*, 7 (4), 329324. (In Persian).
- Rajaei, A., Barzegar, M., & Sahari, M. (2010). Investigation on antioxidative and antimicrobial activities of pistachio (*Pistachia vera*) green hull extracts. *Iranian Food Science and Technology*, 8(1), 111120. (In Persian).
- Senem S., Canan E.T., Bige, I., Gulşah, O.S., & Omer U.Ç. (2014). Impact of drying methods on physicochemical and sensory properties of apricot pestil. *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 13(1), 4755.
- Shahidi, F. (2005). *Bailey's Industrial Oil and Fat Products* (Sixth Edition). John Wiley and Sons Inc.
- Sharafatichaleshtori, R., Sharafatichaleshtori, F., Rafieiankopaei, M., & Ashrafi, K. (2011). Ethanolic walnut kernel phenolic compounds and its antimicrobial effect. *SSU_Journals*, 19(4), 525532. (In Persian).
- Silva, E.M., Souza, J.N., Rogez, H., Rees, J S., & Larondelle, Y. (2007). Antioxidant activities and polyphenolic contents of fifteen selected plant species from the Amazonian region. *Food Chemistry*, 101, 10121018.
- Singh Gujral, H., & Singh Brar, S. (2003). Effect of hydrocolloids on the dehydration kinetics, color, and texture of mango leather. *International Journal of Food Properties*, 6(2), 269279.
- Thiruvengadam. S., Naresh. B., Nivedhaa. G.K., & Ivoromauld, S. (2020). Preparation of fruit leather and fortification with *Moringa oleifera*. *Research Journal of Pharmacy and Technology*, 13(4), 161922.
- Tontul, I., & Topuz, A. (2017). Production of pomegranate fruit leather (Pestil) using different hydrocolloid mixture: An optimization study by mixture design. *Journal of Food Process Engineering*, 112.
- Torres, C.A., Romero, L.A., & Diaz, R.I. (2015). Quality and sensory attributes of apple and quince leathers made without preservatives and with enhanced antioxidant activity. *LWT Food Science and Technology*, 62(2), 9961003.
- Were, B.A., Onkware, A.O., Gudu, S., Welander, M., & Carlsson, A.S. (2006). Seed oil content and fatty acid composition in East African sesame (*Sesamum indicum* L.) accessions evaluated over 3 years. *Field Crops Research*, 97, 254260.
- Yang, R.Y., Chang, L.C., Hsu, J.C., Weng, B.B., Palada, M.C., Chadha, M.L., & Levasseur, V. (2006).



Nutritional and functional properties of Moringa leaves—From germplasm, to plant, to food, to health. Moringa leaves: Strategies, standards and markets for a better impact on nutrition in Africa. *Moringanews*, CDE, CTA, GFU. Paris, 19.

ZakipourMolkabadi, E., HamidiEsfahani, Z., & Abbasi, S. (2011). Formulation of leather from kiwi fruit losses. *Iranian Food Science & Technology Research Journal*, 6(4), 263271. (In Persian).

Zamankhani, M., & Abdolahi, M. (2020). The effect of orange peel oil on physicochemical, microbiological and sensory properties of plum fruit roll ups. *Research and Innovation in Food Science and Technology*, 8(4), 369378. (In Persian).

Zhang, Z., Liao, L., Moored, J., Wu, T., & Wang, Z. (2009). Antioxidant phenolic compounds from walnut kernels (*Juglans regia* L.). *Food Chemistry*, 113(1), 160165.

The Effect of the Addition of Some Plant Components on Physicochemical and Sensory Properties of Nutraceutical Fruit Leather

Extended Abstract

Introduction

Fruit leathers are nutritious products that are made by dehydrating a thin layer of fruit puree or juice under specific conditions. The aim of this study was to investigate the effect of various plant components (pistachio, walnut, sesame, hemp and moringa leaves) on the physicochemical, sensory and antioxidant properties of plum leather. Fruit leathers are dried snacks or desserts that are generally prepared by mixing fruit puree with additives such as sugar, pectin, preservatives and colors and drying them in suitable conditions. They become leather is light in weight and easy to carry, so it is a snack that can be easily stored and packed. Leathers preserve the remains of ripe fruits against microbial spoilage. Leather has a hard texture, but it is very flexible in terms of brittleness. Fresh fruits are very susceptible to spoilage due to various factors, and the production of fruit pulp is an effective way to preserve their nutrients. Enrichment is a process in which certain nutrients are added to the human diet in order to meet nutritional needs and prevent diseases caused by nutrient deficiency.

Materials and methods

Enrichment agents are compounds that are added to food to supplement the food with one or more required nutrients. Considering the high consumption of leather and the importance of increasing the nutritional value of this product, in this study, some beneficial plant products such as pistachio, walnut, sesame, hemp and moringa plant leaves were added to leather as enrichment, and the physicochemical and sensory properties of the final product was investigated. The amounts of 5% of these components were added to the plum leather formulation and the pH, total acidity, vitamin C content, color indices, mechanical property (rupture force), phenolic compounds, antioxidant activity, and sensorial properties of these treatments were compared with control.

Results and Discussion

The results showed that the lowest pH (3.0) and the highest acidity (4.2% w/w) and vitamin C content (210 mg/100 g) were related to the control. Addition of different plant components increased the pH and decreased total acidity. Adding these components to plum leather increased the phenolic compounds and antioxidant activity of samples and the highest amount of phenolic compounds (1024 mg/100 g) and antiradical activity (52%) were observed in treatments with sesame powder. The highest amount of rupture force was related to the control (25.4 N). Other treatments did not show a significant difference in terms of rupture force ($P > 0.05$). In terms of sensorial characteristics, the highest overall acceptance was obtained by control and the samples containing pistachio and moringa leaves. Addition of these components decreased the brightness (L^*) and yellowing (b^*) indices and increased a^* index compared to the control.

Conclusion

In general, the results of this study showed that the addition of plant components, in addition to creating new leather formulations, increases their antioxidant properties and nutritional values.