

تأثیر جلبک‌های سارگاسوم ایلیسیفولیوم، اولوا لاکتوکا و گراسیلاریا کورتیکا بر ویژگی‌های فیزیکیوشیمیایی و میکروبی میوه‌های فرآوری شده

سمیه رنجبر شمس^۱، انوشه شریفان^۲، مژگان امتیازجو^۳، مریم مصلحی شاد^۴

۱- گروه علوم و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲- نویسنده مسئول: گروه علوم و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران پست الکترونیکی: a_sharifan2000@yahoo.com

۳- دانشکده علوم و فنون دریایی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۴- گروه علوم و صنایع غذایی، واحد صفادشت، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۲/۳۰

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۱۲

چکیده

سابقه و هدف: در حال حاضر میوه‌های فرآوری شده به‌عنوان یکی از اقلام پرطرفدار در کشور مصرف می‌شود. هدف از این مطالعه بررسی اثر جلبک‌های سارگاسوم ایلیسیفولیوم، اولوا لاکتوکا و گراسیلاریا کورتیکا بر خواص فیزیکیوشیمیایی، میکروبی و حسی میوه‌های فرآوری شده می‌باشد.

مواد و روش‌ها: فرمولاسیون جدید با افزودن غلظت‌های مختلف (۱/۵ و ۳ درصد) جلبک به میوه فرآوری شده (آلوچه) تولید شد. ویژگی‌های فیزیکیوشیمیایی (رطوبت، خاکستر، pH، اسیدیته، SO₂، ترکیب اسید آمینه و بافت)، میکروبی (شمارش کلی، کلیفرم‌ها، اشریشیاکلی، استافیلوکوکوس اورئوس، باکتری‌های مقاوم به اسید، کپک و مخمر) و حسی (رنگ، طعم، بافت و پذیرش کلی) نمونه‌های تلفیقی با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS مورد ارزیابی قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که میزان رطوبت، خاکستر، خاکستر نامحلول، pH، اسیدیته، نمک و انیدرید گوگرد در نمونه‌های مختلف محدوده استاندارد ملی ایران است. هدفه اسید آمینه که شامل اسیدهای آمینه ضروری و غیر ضروری مانند اسید آسپارتیک، اسید گلوتامیک، سرین، هیستیدین، گلیسین، ترئونین، آرژنین، آلانین، پرولین، تیروزین، والین، متیونین، سیستین، ایزو لوسین، لوسین و فنیلان بودند، شناسایی شد. آلودگی میکروبی نمونه‌ها در طول نگهداری کاهش یافت. جمعیت کلیفرم‌ها، باکتری‌های مقاوم به اسید، کپک‌ها و مخمر در نمونه‌های مختلف تفاوت معنی‌داری نشان ندادند ($p < 0.05$).

نتیجه‌گیری: افزودن جلبک تأثیر منفی بر خواص حسی و فیزیکیوشیمیایی و میکروبی میوه‌های فرآوری شده ندارد، در برخی موارد موجب بهبود ویژگی‌های مورد مطالعه بوده و فرآورده نهایی مطابق با استاندارد ملی ایران می‌باشد. در نتیجه می‌توان از آنها در فرمولاسیون محصولات فراسودمند استفاده کرد.

واژگان کلیدی: فرمولاسیون، ماکرو جلبک، میوه‌های فرآوری شده

مقدمه

جلبک‌ها منبع غنی از مواد فعال زیستی ضروری از جمله آنتی‌اکسیدان‌ها، مواد معدنی، اسیدهای آمینه ضروری و اسیدهای چرب هستند. علاوه بر این، سطوح بالاتر فیبر غذایی محلول، آن‌ها را به منبعی بالقوه برای غذاهای کاربردی و مصارف دارویی تبدیل می‌کند. بنابراین، تعیین ارزش پایدار و عاقلانه منابع دریایی، بستر بسیار جذابی را برای توسعه بیومواد جدید

در بسیاری از کشورها، تقاضا برای محصولات فراسودمند به‌سرعت در حال رشد است. غذاهای فراسودمند اثرات فیزیولوژیکی مفیدی دارند و خطر ابتلا به بیماری‌های مزمن را کاهش می‌دهند. آنها اغلب شامل پروبیوتیک‌ها، پری‌بیوتیک‌ها، اسیدهای چرب غیراشباع چندگانه، امگا ۳، آنتی‌اکسیدان‌ها، ویتامین‌ها، مواد معدنی، پروتئین‌ها، پپتیدها و اسیدهای آمینه، علاوه بر ارزش غذایی اصلی خود هستند (۱).

در سواحل جزر و مدی پراکنده هستند. گراسیلاریا کورتیکا یکی از مهمترین منابع تولید آگار در جهان است (۳).

از آنجایی که این سه جلبک منبع ترکیبات مغذی هستند، می‌توانند در صنایع غذایی و تولید غذاهای فراسودمند جدید و میوه‌های فرآوری شده استفاده شوند (۱۰). میوه‌های فرآوری شده محصولاتی هستند که از فرآوری انواع میوه‌های خشک یا تازه تهیه می‌شوند. میوه‌ها پس از جداسازی، شستن و افزودن موادی شامل نمک، شکر و اسید سیتریک و با یا بدون فرآیند پخت و بسته‌بندی می‌شوند (۱۲، ۱۱). شناسایی ترکیبات شیمیایی و ترکیبات مغذی مانند اسیدهای آمینه در میوه‌های فرآوری شده می‌تواند به ارزیابی پتانسیل گونه‌های مختلف برای استفاده آینده در صنایع غذایی کمک کند.

هدف از مطالعه حاضر استفاده از جلبک‌های سارگاسوم ایلیسیفولیوم، اولوا لاکتوکا و گراسیلاریا کورتیکا در فرمولاسیون میوه‌های فرآوری شده و تعیین تاثیر آن بر خواص فیزیکیوشیمیایی و میکروبی آنها بود.

• مواد و روش‌ها

مواد

پودر جلبک‌های سارگاسوم ایلیسیفولیوم، اولوا لاکتوکا و گراسیلاریا کورتیکا از شرکت توسعه جلبک (فارس، ایران) خریداری شد. نمونه برداری از جلبک‌ها از اسفند تا فروردین ۱۴۰۰ انجام شد، جایی که جلبک‌ها در مناطق صخره ای رشد می‌کنند (۹). پودر جلبک حاوی ۱۶-۱۲ درصد رطوبت، ۳۷-۹ درصد پروتئین، ۲/۱۸-۰/۳ درصد چربی و ۶۱/۵-۳۳ درصد کربوهیدرات بود.

تهیه میوه فرآوری شده

ابتدا خرما، خرد و پخته شد. پس از جدا کردن پوست و هسته، از طریق لوله‌های فولادی به مخازن بزرگ برای پخت و پز پمپ شد، جایی که پخت نهایی انجام می‌شود. جلبک‌های سارگاسوم ایلیسیفولیوم، اولوا لاکتوکا و گراسیلاریا کورتیکا (۱/۵ و ۳ درصد وزنی وزنی) به فرمولاسیون میوه‌های فرآوری شده فراسودمند اضافه شدند (جدول ۱ و ۲). برای حفظ کیفیت، طعم و رنگ مناسب محصول، فرآیند حرارتی در حلال در دمای نسبتاً پایین ۶۰ درجه سلسیوس و فشار ۲۶ اینچ جیوه اعمال می‌شود. سپس نمک، اسید سیتریک و افزودنی‌های مجاز (از جمله پودر جلبک) اضافه شد تا علاوه بر ماندگاری، طعم خوبی را برای محصول نهایی ایجاد کند. پس از عملیات تغلیظ، عمل پرکردن میوه انجام شد. تمامی نمونه‌ها در ظروف پلی پروپیلنی بسته بندی و در دمای اتاق (۲۲±۴) درجه سانتی‌گراد، رطوبت: ۲±۸۰ درصد) به مدت ۱۸۰ روز نگهداری شدند.

که مقرون به صرفه و دوستدار طبیعت هستند، نشان می‌دهد (۲).

اخیراً جلبک‌های جدید از جمله جلبک‌های میکرو و ماکرو به‌عنوان منبع اصلی ترکیبات فراسودمند مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در سراسر جهان سالانه ۸ میلیون تن جلبک دریایی جمع‌آوری می‌شود که بیشتر آن به جلبک‌هایی اختصاص می‌یابد که در ساحل ریخته می‌شوند (۳). در سواحل جنوبی ایران، جلبک‌های ریخته شده در سواحل دریای عمان عمدتاً از جنس‌های سارگاسوم ایلیسیفولیوم (*Sargassumillicifolium*)، اولوا لاکتوکا (*Ulvalactuca*) و گراسیلاریا کورتیکا (*Ulvalactuca*) به حدود ۲۰۰۰ تن در سال می‌رسد. (۴) که می‌تواند در صنایع غذایی، دارویی و آرایشی در ایران مورد استفاده قرار گیرد (۵).

سارگاسوم ایلیسیفولیوم متعلق به جلبک‌های قهوه ای است که علیرغم مطالعات متعدد، یکی از پیچیده‌ترین گونه‌ها است. سارگاسوم با پراکندگی جغرافیایی وسیع خود در مناطق گرمسیری پیچیده‌ترین طبقه بندی را داشته و غنی‌ترین گونه در میان جلبک‌های قهوه ای بوده و منبع خوبی از کربوهیدرات‌ها، ویتامین‌ها، بتاکاروتن و برخی اسیدهای آمینه ضروری مانند آرژنین، تریپتوفان و فنیل آلانین است (۶).

جلبک‌های اولوا لاکتوکا به دلیل داشتن کلروفیل اغلب به رنگ سبز هستند. به دلیل شباهتش به برگ کاهو به کاهوی دریایی معروف است. وجود بسیاری از ویتامین‌ها در این جلبک می‌تواند از آسیب‌های ناشی از رادیکال‌های آزاد در بدن جلوگیری کند (۷). کاهوی دریایی از دیرباز به عنوان یک منبع غنی از مواد مغذی در کاربردهای مختلف مانند خوراک دام، پزشکی، آرایشی و بهداشتی یا کودهای کشاورزی مورد استفاده قرار گرفته است (۸). در آسیا به دلیل ارزش غذایی آنها در بسیاری از سوپ‌ها یا سالادها استفاده می‌شود. آنها سرشار از مواد مغذی مانند پروتئین، چربی، مواد معدنی و ویتامین هستند. سطوح بالای اسیدهای چرب امگا ۳ و امگا ۶ در کاهوی دریایی اهمیت تغذیه ای آن را افزایش می‌دهد (۵).

جلبک گراسیلاریا کورتیکا به رنگ قرمز تیره تا قهوه‌ای است و دارای بافت کشسانی است. گراسیلا حاوی مقادیر قابل توجهی اسیدهای آمینه ضروری، اسیدهای چرب، مواد معدنی و تمام ویتامین‌های مورد نیاز برای مصرف انسان و حیوان است (۹). از نظر پزشکی وجود ترکیبات ضد ویروسی و ضد توموری برای این جنس گزارش شده است. این گونه به طور گسترده در دریاهای مناطق گرم جهان از جمله سواحل جنوبی ایران پراکنش دارد. در خلیج فارس و دریای عمان در جنوب ایران تاکنون ۱۳ گونه گراسیلاریا شناسایی شده است که بیشتر آنها

جدول ۱. ترکیبات مورد استفاده در فرمولاسیون اصلی میوه فرآوری شده

ترکیبات	ترکیبات	مقدار (%)
میوه فرآوری شده (آلوجه)	خرما	۷۱
	نمک تصفیه شده	۳
	اسیدسیتریک	۱
	آب	۲۵٫۷

جدول ۲. تیمارهای مورد بررسی در تحقیق

کد تیمار	جلبک سارگاسوما پلیسیفولیوم (%)	جلبک گراسیلاریا کورتیکا (%)	جلبک اولوالا کنوکا (%)
F ₀ شاهد (میوه فرآوری شده)	۰	۰	۰
FS ₁	۱٫۵	۰	۰
FG ₁	۰	۱٫۵	۰
FU ₁	۰	۰	۱٫۵
FS ₂	۳	۰	۰
FG ₂	۰	۳	۰
FU ₂	۰	۰	۳

(VRBG) و انکوباسیون در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت استفاده شد. برای شمارش کپک و مخمر از YGC آگار (مرک، آلمان) و انکوباسیون در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ روز استفاده شد. تعداد باکتری‌های مقاوم به اسید با استفاده از اورنج سرم آگار (OSA) به روش پورپلیت تعیین شد. پلیت‌ها در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ روز انکوبه شدند. شمارش میکروارگانیسم‌ها به صورت \log_{10} cfu/g گزارش شد (۱۱-۱۲).

ارزیابی حسی

در آزمون مثلث (triangle test)، ۲ نمونه یکسان و یک نمونه متفاوت را کد گذاری کرده و در شرایط یکسان هر ۳ نمونه در اختیار افراد ارزیاب قرار داده می‌شوند. ارزیاب باید نمونه مورد ارزیابی را با دقت مشاهده کند. سپس آن را بوییده و در دهان بگذارد و بگوید، نمونه را در قسمت‌های مختلف دهان و زبان قرار داده و از دهان خارج می‌کند. در انتها داده‌های حاصل از نظر رنگ، بافت، بو، طعم و مزه مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفته و بهترین فرمولاسیون‌ها از نظر افراد ارزیاب مشخص می‌شوند (۱۵).

تجزیه و تحلیل آماری

نتایج با استفاده از نرم افزار SPSS (نسخه ۲۰، SPSS Inc، Woking، Surrey، UK) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. اختلاف آماری نمونه‌ها با استفاده از آنالیز واریانس (ANOVA) در $p < 0.05$ انجام شد. نتایج به صورت میانگین سه تکرار \pm انحراف معیار بیان شد.

ویژگی‌های شیمیایی

میزان رطوبت، pH، خاکستر، خاکستر نامحلول، اسیددیده و دی‌اکسید گوگرد بر اساس روش AACCC (۲۰۰۰) اندازه‌گیری شدند (۱۳).

پروفایل آمینو اسید

کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HP Hewlett Packard مدل ۱۰۴۶) مجهز به آشکارساز فلورسانس با طول موج ۲۵۴ نانومتر با ستون C18 (۲۵ سانتی‌متر \times ۴/۶ میلی‌متر) برای اندازه‌گیری آمینو اسید استفاده شد. فاز متحرک شامل استات و استونیتریل بود (۱۴). ۱۷ آمینو اسید شامل آمینو اسیدهای ضروری و غیر ضروری شناسایی شد.

ویژگی‌های میکروبی

شمارش میکروبی با قرار دادن یک نمونه ۱۰ گرمی در ۹۰ میلی‌لیتر آب پپتون ۰/۱ درصد و به دنبال آن همگن‌سازی با استومیکر تعیین شد. از این رقت، رقت‌های اعشاری دیگر تهیه و در محیط مناسب قرار گرفتند. تعداد کل باکتری‌ها به روش پور پلیت و با استفاده از پلیت کانت آگار (PCA، مرک، آلمان) تعیین شد. پلیت‌ها در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸-۲۴ ساعت انکوبه شدند. جمعیت *اشرشیاکلی* با استفاده از LSB و EC براث شمارش شد و در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸-۲۴ ساعت انکوبه شد. جمعیت *استافیلوکوکوس اورئوس* در محیط کشت برد پارکر آگار (BPA، مرک، آلمان) در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت شمارش شد. برای شمارش انتروباکتریاسه، محیط کشت ویولت رد بایل آگار

• یافته‌ها

ویژگی‌های شیمیایی

خواص شیمیایی نمونه‌های میوه فرآوری شده حاوی ۱/۵ و ۳ درصد جلبک در جداول ۳ و ۴ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، تفاوت معنی‌داری بین خاکستر، خاکستر نامحلول، pH و اسیدیته در نمونه‌های مختلف وجود نداشت ($p < 0.05$). طبق جداول ۳ و ۴، مقادیر رطوبت، نمک و SO_2 نمونه‌ها تفاوت معناداری نشان داد ($p < 0.05$).

تغییرات رطوبت، pH و اسیدیته میوه‌های فرآوری شده حاوی جلبک در طول ۱۸۰ روز در شکل‌های ۱، ۲ و ۳ نشان داده شده است. بین میزان رطوبت نمونه‌های مختلف در طول ۱۸۰ روز تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($p < 0.05$). میزان رطوبت با گذشت زمان کاهش یافت. بیشترین میزان رطوبت در نمونه شاهد در روز اول مشاهده شد. مقدار pH در طول ذخیره سازی افزایش یافت. اسیدیته تمام نمونه‌ها به جز نمونه حاوی اولوا لاکتوکا به ترتیب ۹۰ و ۱۸۰ روز افزایش و کاهش نشان داد (جدول ۳ و شکل‌های ۱، ۲ و ۳).

جدول ۳. ویژگی‌های شیمیایی میوه فرآوری شده فراسودمند ۳٪ جلبک‌های سارگاسوم ایلیسیفولیوم، اولوا لاکتوکا و گراسیلاریاکورتیکا

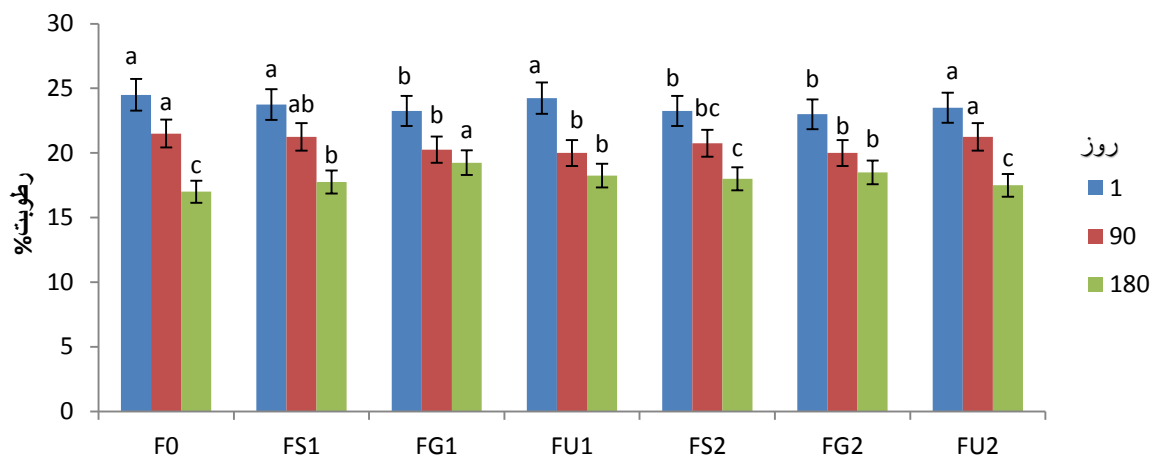
ویژگی شیمیایی	میوه فراوری شده فراسودمند با سارگاسوم	میوه فراوری شده فراسودمند با گراسیلاریا	میوه فراوری شده فراسودمند با اولوالاکتوکا	میوه فرآوری شده (شاهد)
رطوبت (/)	25.50 ± 0.7	24.50 ± 0.7	25.50 ± 0.7	24.50 ± 0.7
خاکستر کل (/)	3.07 ± 0.1	3.35 ± 0.21	3.20 ± 0.28	3.10 ± 0.14
اسیدیته (/)	6.20 ± 0.28	6.26 ± 0.36	6.45 ± 0.07	6.04 ± 0.56
pH	3.07 ± 0.06	3.13 ± 0.01	3.01 ± 0.02	3.06 ± 0.06
نمک (/)	1.43 ± 0.65	1.22 ± 0.07	1.11 ± 0.08	0.75 ± 0.07
خاکستر نامحلول (/)	0.02 ± 0.00	0.02 ± 0.00	0.03 ± 0.00	0.02 ± 0.00
انیدریدسولفور (ppm)	0.16 ± 0.07	0.71 ± 0.11	0.33 ± 0.01	0.24 ± 0.01

حروف متفاوت در هر سطر نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار است ($p < 0.05$).

جدول ۴. ویژگی‌های میکروبی میوه فرآوری شده فراسودمند در طول دوره نگهداری

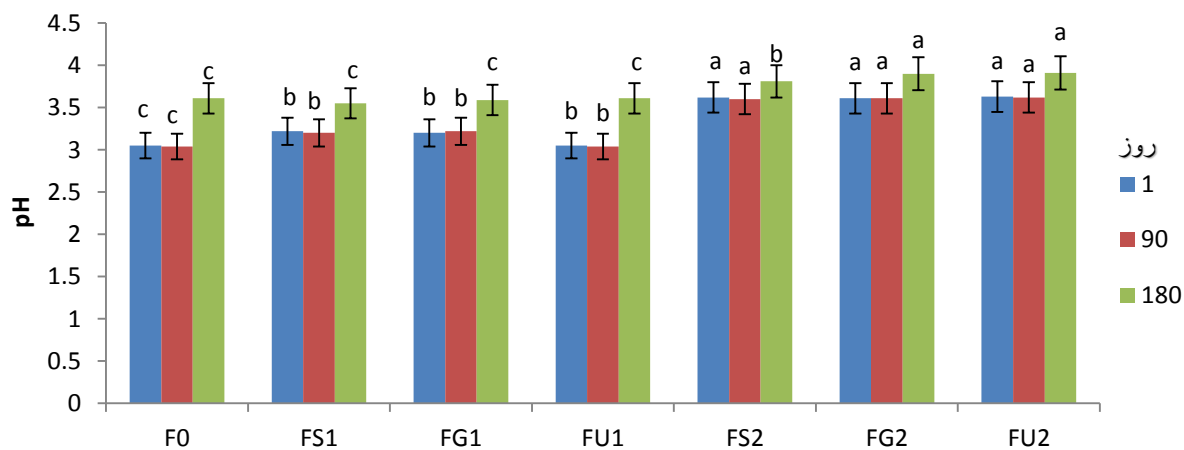
روزا	شمارش کلی	کلی فرم	باکتری مقاوم به اسید	F ₀	FS ₁	FG ₁	FU ₁	FS ₂	FG ₂	FU ₂
۹۰ روز (cfu/g)	شمارش کلی	کلی فرم	باکتری مقاوم به اسید	54.00 ± 2.82^b	93.00 ± 5.65^a	57.50 ± 3.53^{bc}	66.00 ± 2.82^b	97.00 ± 1.41^a	55.00 ± 1.41^b	64.00 ± 1.41^c
۱۸۰ روز (cfu/g)	شمارش کلی	کلی فرم	باکتری مقاوم به اسید	40.50 ± 0.7^a	6.50 ± 0.70^a	5.50 ± 0.70^a	4.50 ± 0.70^a	5.00 ± 0.70^a	5.50 ± 0.70^a	4.50 ± 0.70^a
۱۸۰ روز (cfu/g)	شمارش کلی	کلی فرم	باکتری مقاوم به اسید	40.50 ± 0.7^a	6.50 ± 0.70^a	5.50 ± 0.70^a	4.50 ± 0.70^a	5.00 ± 0.70^a	5.50 ± 0.70^a	4.50 ± 0.70^a

حروف متفاوت در هر سطر نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار است ($p < 0.05$). (F₀: میوه فرآوری شده شاهد؛ FS₁: میوه فرآوری شده فراسودمند با ۱۵٪ سارگاسوم؛ FG₁: میوه فرآوری شده فراسودمند با ۱۵٪ گراسیلاریا؛ FU₁: میوه فرآوری شده فراسودمند با ۱۵٪ اولوا لاکتوکا؛ FS₂: میوه فرآوری شده فراسودمند با ۳٪ سارگاسوم؛ FG₂: میوه فرآوری شده فراسودمند با ۳٪ گراسیلاریا؛ FU₂: میوه فرآوری شده فراسودمند با ۳٪ اولوا)



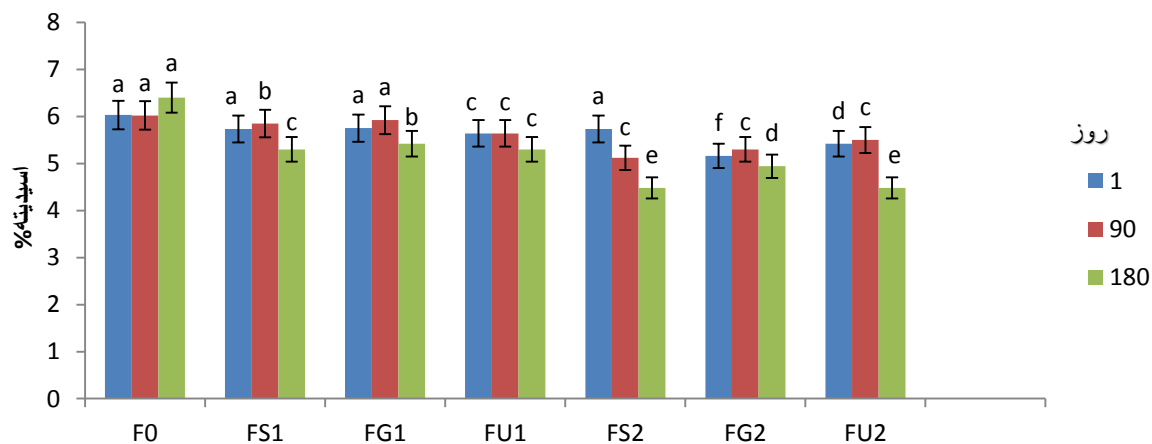
شکل ۱. درصد تغییرات رطوبت میوه فراآوری شده فرآسودمند در طول دوره نگهداری

(F0): میوه فراآوری شده شاهد، FS1: میوه فراآوری شده فراسودمند با ۱،۵٪ سارگاسوم، FG1: میوه فراآوری شده فراسودمند با ۱،۵٪ گراسیلاریا، FU1: میوه فراآوری شده فراسودمند با ۱،۵٪ اولوا، FS2: میوه فراآوری شده فراسودمند با ۳٪ سارگاسوم، FG2: میوه فراآوری شده فراسودمند با ۳٪ گراسیلاریا، FU2: میوه فراآوری شده فراسودمند با ۳٪ اولوا)



شکل ۲. تغییرات pH میوه فراآوری شده در طول دوره نگهداری

(F0): میوه فراآوری شده شاهد، FS1: میوه فراآوری شده فراسودمند با ۱،۵٪ سارگاسوم، FG1: میوه فراآوری شده فراسودمند با ۱،۵٪ گراسیلاریا، FU1: میوه فراآوری شده فراسودمند با ۱،۵٪ اولوا، FS2: میوه فراآوری شده فراسودمند با ۳٪ سارگاسوم، FG2: میوه فراآوری شده فراسودمند با ۳٪ گراسیلاریا، FU2: میوه فراآوری شده فراسودمند با ۳٪ اولوا)



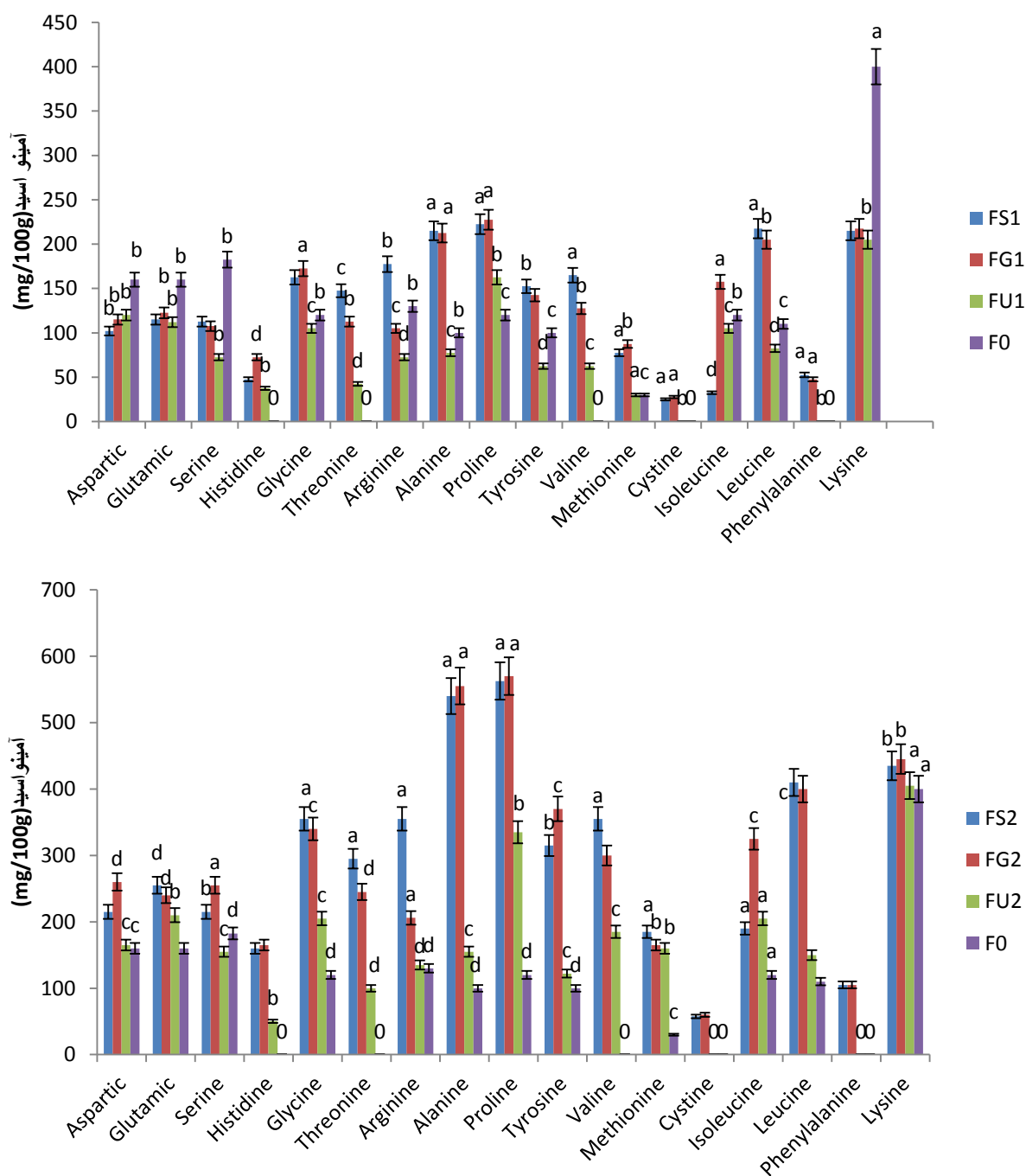
شکل ۳. تغییرات اسیدیته میوه فراآوری شده فرآسودمند در طول دوره نگهداری

(F0): میوه فراآوری شده شاهد، FS1: میوه فراآوری شده فراسودمند با ۱،۵٪ سارگاسوم، FG1: میوه فراآوری شده فراسودمند با ۱،۵٪ گراسیلاریا، FU1: میوه فراآوری شده فراسودمند با ۱،۵٪ اولوا، FS2: میوه فراآوری شده فراسودمند با ۳٪ سارگاسوم، FG2: میوه فراآوری شده فراسودمند با ۳٪ گراسیلاریا، FU2: میوه فراآوری شده فراسودمند با ۳٪ اولوا)

پروفایل آمینو اسید

ترکیبات آمینو اسید میوه‌های فراوری شده حاوی ۱/۵ و ۳٪ جلبک در شکل ۴ نشان داده شده است. در این مطالعه ۱۷ آمینو اسید شامل آمینو اسیدهای ضروری و غیر ضروری مانند اسید آسپارتیک، اسید گلوتامیک، سرین، هیستیدین، گلیسین، ترئونین، آرژنین، آلانین، پرولین، تیروزین، والین، متیونین،

سیستین، ایزولوسین، لوسین و فنیل آلانین شناسایی شدند. آلانین، پرولین، ایزولوسین، لوسین و پرولین بیشترین آمینو اسید موجود میوه فراوری شده را تشکیل دادند. بیشترین میزان آمینو اسید مربوط به ایزولوسین در میوه فراوری شده غنی شده با سارگاسوم ایلیسیفولیوم (۱۹۰۰ mg/100g) است. همچنین ترئونین و والین در میوه فراوری شده شاهد مشاهده شد (شکل ۴).



شکل ۴. پروفایل آمینو اسیدهای شناسایی شده در میوه فراوری شده

(F0: میوه فراوری شده شاهد، FS1: میوه فراوری شده فراسودمند با ۱،۵٪ سارگاسوم، FG1: میوه فراوری شده فراسودمند با ۱،۵٪ گراسیلاریا، FU1: میوه فراوری شده فراسودمند با ۱،۵٪ اولوا، FS2: میوه فراوری شده فراسودمند با ۳٪ سارگاسوم، FG2: میوه فراوری شده فراسودمند با ۳٪ گراسیلاریا، FU2: میوه فراوری شده فراسودمند با ۳٪ اولوا)

ویژگی‌های میکروبی

بحث

در رابطه با خصوصیات فیزیکی شیمیایی مطابق با استاندارد ملی ایران (ISIRI، شماره ۳۳۰۸)، حد مجاز رطوبت میوه فرآوری شده ۴۰ درصد (آلوجه) است که با نتایج مطالعه اخیر مطابقت دارد. گلمکانی و همکاران (۱۶) بیان کردند که ترکیبات هیدروکلوئیدی موجود در ریزجلبک *اسپرولینا پلاتنسیس* از اتلاف رطوبت در کیک یزدی جلوگیری می‌کند.

نمونه‌های میوه فرآوری شده دارای اسیدیته در محدوده ۶ می‌باشند. بر اساس استاندارد ملی ایران، اسیدیته نباید بیشتر از ۸ درصد وزنی اسید سیتریک باشد. این نتایج تایید کرد که افزودن سه جلبک *سارگاسوم ایلیسیفولیوم*، *اولوالاکتوکا* و *گراسیلاریا کورتیکا* تاثیری بر محتوای اسید سیتریک نمونه‌ها نداشت. مقادیر pH نتایج حاصل از اسیدیته را تأیید کرد و مطابق با استاندارد ملی ایران (۳-۴ برای میوه فرآوری شده) بود. روند تغییرات pH و اسیدیته به دلیل ظرفیت بافری این جلبک‌ها و وجود پروتئین‌ها، پپتیدها و اسیدهای آمینه بسیار کند بود.

ارزیابی میکروبی میوه‌های فرآوری شده حاوی ۱/۵ و ۳٪ جلبک در جدول ۴ ذکر شده است. بین نمونه‌های مختلف از نظر کلی فرم‌ها، باکتری‌های مقاوم به اسید، کپک و مخمر تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ($p > 0.05$). رشد *شریشیاکلی* و *استافیلوکوکوس اورئوس* در نمونه‌ها گزارش نشد. بیشترین شمارش کل در میوه فرآوری شده شاهد (۱۱۳ cfu/g) مشاهده شد. شمارش کل نمونه‌ها طی ۱۸۰ روز کاهش یافت (۵۴-۱۱۳ cfu/g). جمعیت کلیفرم‌ها، باکتری‌های مقاوم به اسید، کپک و مخمر نیز در طول زمان روند کاهشی را نشان دادند ($p > 0.05$) (جدول ۴).

ویژگی‌های حسی

ارزیابی حسی میوه‌های فرآوری شده حاوی ۱/۵ و ۳ درصد جلبک در جداول ۵ و ۶ آمده است. از نظر رنگ، تفاوت معنی‌داری در نمونه‌های مختلف مشاهده نشد ($p > 0.05$). بالاترین امتیاز طعم، بافت و پذیرش کلی در نمونه شاهد گزارش شد. ارزیابی حسی نشان داد که افزودن جلبک بر نمونه تأثیر نامطلوبی ندارد، اما نمونه‌های شاهد امتیاز حسی بالاتری داشتند (جداول ۵ و ۶).

جدول ۵. ارزیابی حسی میوه فرآوری شده فراسودمند حاوی ۳٪ جلبک‌های *سارگاسوم ایلیسیفولیوم*، *اولوالاکتوکا* و *گراسیلاریا کورتیکا*

میوه فرآوری شده فراسودمند	میوه فرآوری شده فراسودمند	میوه فرآوری شده فراسودمند	میوه فرآوری شده فراسودمند	
با سارگاسوم	با اولوالاکتوکا	با گراسیلاریا	با اولوالاکتوکا (شاهد)	
0.54 ± 0.60 ^a	0.54 ± 0.60 ^{ab}	0.54 ± 0.60 ^a	0.54 ± 0.60 ^a	رنگ
0.44 ± 0.20 ^a	0.54 ± 0.60 ^{ab}	0.54 ± 0.60 ^{ab}	0.54 ± 0.60 ^a	طعم
0.70 ± 0.00 ^b	0.54 ± 0.60 ^b	0.70 ± 0.00 ^b	0.54 ± 0.60 ^a	مزه
0.54 ± 0.60 ^{ab}	0.44 ± 0.20 ^b	0.70 ± 0.00 ^b	0.54 ± 0.60 ^a	بافت
0.54 ± 0.40 ^{ab}	0.44 ± 0.20 ^c	0.70 ± 0.00 ^b	0.54 ± 0.60 ^a	پذیرش کلی

حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار است ($p \leq 0.05$).

جدول ۶. ارزیابی حسی میوه فرآوری شده حاوی ۱/۵ درصد جلبک‌های *سارگاسوم ایلیسیفولیوم*، *اولوالاکتوکا* و *گراسیلاریا کورتیکا*

میوه فرآوری شده فراسودمند	میوه فرآوری شده فراسودمند	میوه فرآوری شده فراسودمند	میوه فرآوری شده فراسودمند	
با سارگاسوم	با اولوالاکتوکا	با گراسیلاریا	با اولوالاکتوکا (شاهد)	
0.44 ± 0.80 ^d	0.2 ± 12.39 ^b	0.44 ± 0.80 ^d	0.44 ± 0.80 ^d	رنگ
0.44 ± 0.80 ^d	0.54 ± 0.60 ^d	0.54 ± 0.60 ^d	0.54 ± 0.60 ^d	طعم
0.54 ± 0.60 ^d	0.54 ± 0.60 ^d	0.54 ± 0.60 ^d	0.54 ± 0.60 ^d	مزه
0.54 ± 0.60 ^d	0.54 ± 0.60 ^d	0.54 ± 0.60 ^d	0.54 ± 0.60 ^d	بافت
0.44 ± 0.80 ^d	0.44 ± 0.80 ^d	0.54 ± 0.60 ^d	0.54 ± 0.60 ^d	پذیرش کلی

حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار است ($p \leq 0.05$).

ISIRI، شماره ۳۳۰۸) می‌باشد. مطالعات مختلف، خواص ضد قارچی، ضد باکتریایی و ضد ویروسی جلبک‌ها را تأیید کردند (۲۴-۲۲). ترکیباتی که فعالیت ضد میکروبی در جلبک‌ها دارند به‌عنوان اسیدهای چرب غیر اشباع و استروئیدها شناخته می‌شوند (۲۷-۲۵).

گولداس و ایرکین (۲۸) در رابطه با ارزیابی ویژگی‌های حسی بیان کردند افزودن اسپیرولینا بر طعم و عطر و خواص حسی محصول تأثیر می‌گذارد. Agustini و همکاران (۱۹) اسپیرولینا پلاتنسیس را به ماست اضافه کردند و دریافتند که ماست غنی شده با ۱ درصد اسپیرولینا طعم قابل قبول تری دارد و در مقایسه با نمونه‌های دیگر ظاهر بهتری دارد که تأیید کننده نتایج حاصله در بررسی حاضر می‌باشد.

جلبک‌های دریایی مانند سارگاسوم ایلیسیفولیوم، اولوا لاکتوکا و گراسیلاریا کورتیکامنبرع بالقوه بسیار خوبی از ترکیبات طبیعی هستند که می‌توانند به عنوان یک غذای فراسودمند استفاده شوند. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که خواص شیمیایی محصول نهایی مطابق با استاندارد ملی ایران است. رشد میکروبی در محصولات نهایی مشاهده نشد. آمینو اسیدهای ضروری و غیر ضروری در محصول نهایی شناسایی شدند. از آنجایی که افزودن ماکروجلبک‌های نامبرده اثر نامطلوبی بر خواص حسی محصول نهایی نداشت، می‌توان از آنها در تولید میوه‌های فرآوری شده استفاده کرد.

بر اساس استاندارد ملی ایران، میزان نمک میوه فرآوری شده ۲/۹ درصد است که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارد. همچنین میزان خاکستر باید برای میوه فرآوری شده ۶ درصد باشد. میزان خاکستر نمونه‌های حاوی جلبک نسبت به نمونه شاهد افزایش جزئی نشان داد. این امر به دلیل محتوای معدنی این جلبک‌ها از جمله آهن است. مطالعات Sánchez-Machado و همکاران (۱۷) نشان داد که میزان خاکستر دو گونه جلبک سارگاسوم ایلیسیفولیوم و گراسیلاریا کورتیکادر محدوده ۲۳-۲۹ درصد است. بر اساس استاندارد ملی ایران، باقیمانده SO₂ میوه فرآوری شده ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم است (۱۱) که همگی مطابق با نتایج این تحقیق می‌باشد. روپرز (۱۸) نشان داد که جلبک‌های قهوه ای و قرمز حاوی خاکستر و سولفات هستند. این نتایج با نتایج سایر محققان در مورد ماست غنی شده با جلبک اسپیرولینا همخوانی داشت (۱۹).

نتایج حاصله از مطالعات مربوط به پروفایل آمینواسید نشان داد که این جلبک‌ها دارای مقادیر بالایی از آمینو اسیدها هستند، به طوری که ۴۰ درصد را آمینو اسیدهای ضروری شامل می‌شود که بسیار نزدیک به پروتئین سویا و زرده تخم‌مرغ هستند (۲۰، ۹). پاتاما و آنونگ (۲۱) پانزده آمینو اسید را در سارگاسوم ایلیسیفولیوم و گراسیلاریا کورتیکاشناسایی و جدا کردند.

نتایج حاصل از بررسی میکروبی نمونه‌ها مؤید آن است که میزان آلودگی نمونه‌ها بسیار کم و مطابق با استاندارد ملی ایران

References

- Sangwan V, Tomar SK, Singh RR, Singh AK, Ali B. Galactooligosaccharides: novel components of designer foods. *Journal of food science*. 2011 May;76(4):R103-11.
- Yu-Qing T, Mahmood K, Shehzadi R, Ashraf MF. Ulva lactuca and its polysaccharides: Food and biomedical aspects. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*. 2016;6(1):140-51.
- McHugh DJ. A guide to the seaweed industry. *FAO fisheries technical paper*. 2003;441:105.
- Moradi Y, Pourkazemi M, Dadgar S, Sharifian M. Determination of proximal and chemical composition of Sistan and Baluchistan province geographical beaches strain of Sargassum ilicifolium. *Majallah-i Ilmi-i Shilāt-i Irān*. 2017.
- Shaghuli S, Maryamabadi A, Mohebbi GH, Barmak A, Armin S, Vazirizadeh A, Gudarzi S, Saleki M. Determination of Fatty Acids Profile and Physicochemical Study of Sea Lettuce (*Ulva lactuca*) Oil from Bushehr City Coasts. *Iranian South Medical Journal*. 2017;20(2):143-62.
- Guiry M. Seaweed site, seaweed web site. National University of Ireland, Galway, URL: <http://www.seaweed.ie/algae/seaweeds.html>. 2009.
- Kim SK, Pangestuti R, Rahmadi P. Sea lettuces: culinary uses and nutritional value. *Advances in food and nutrition research*. 2011 Jan 1;64:57-70.
- Muralidhar AP, Karthireddy S, Chandra P, Kalidas C, Naik RP. Comparative studies on fatty acid composition of three marine macroalgae collected from Mandapam region: south east coast of India. *World Applied Sciences Journal*. 2010;11(8):958-65.
- Ranjbar-Shamsi S, Sharifan A, Emtiazjoo M, Moslehsad M. The Chemical and Nutritional Properties of Processed Fruit Enriched with Algae. *Journal of Food Quality*. 2021 Dec 20;2021:1-1.
- Ruperez P, Saura-Calixto F. Dietary fibre and physicochemical properties of edible Spanish seaweeds. *European Food Research and Technology*. 2001 Feb;212:349-54.
- ISIRI. (2018). Iranian National Standardization Organization. INSO. 3308.2nd Revision. Apple paste-Specifications and test methods.
- ISIRI. (2019). Iranian National Standardization Organization. INSO. 11088.2nd Revision.Processed fruit-Specifications and test methods
- American Association of Cereal Chemists. Approved Methods Committee. Approved methods of the American

- association of cereal chemists. Amer Assn of Cereal Chemists; 2000.
14. Liu HJ, Chang BY, Yan HW, Yu FH, Liu XX. Determination of amino acids in food and feed by derivatization with 6-aminoquinolyl-N-hydroxysuccinimidyl carbamate and reversed-phase liquid chromatographic separation. *Journal of AOAC International*. 1995 May 1;78(3):736-43.
 15. Loucks JN, Eggett DL, Dunn ML, Steele FM, Jefferies LK. Effect of monetary reward and food type on accuracy and assessment time of untrained sensory panelists in triangle tests. *Food Quality and Preference*. 2017 Mar 1;56:119-25.
 16. Üstün-Aytekin Ö, Çoban I, Aktaş B. Nutritional value, sensory properties, and antioxidant activity of a traditional kefir produced with *Arthrospira platensis*. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2022 Mar;46(3):e16380.
 17. Sánchez-Machado DI, López-Cervantes J, Lopez-Hernandez J, Paseiro-Losada P. Fatty acids, total lipid, protein and ash contents of processed edible seaweeds. *Food chemistry*. 2004 May 1;85(3):439-44.
 18. Berna K, Semra C, Gamze T, Hatice T, Edis K. Seaweeds for food and industrial applications. *Food Industry*. 2013.
 19. Agustini TW, Suzery M, Sutrisnanto D, Ma'ruf WF. Comparative study of bioactive substances extracted from fresh and dried *Spirulina* sp. *Procedia Environmental Sciences*. 2015 Jan 1;23:282-9.
 20. Galland-Irmouli AV, Fleurence J, Lamghari R, Luçon M, Rouxel C, Barbaroux O, Bronowicki JP, Villaume C, Guéant JL. Nutritional value of proteins from edible seaweed *Palmaria palmata* (Dulse). *The Journal of Nutritional Biochemistry*. 1999 Jun 1;10(6):353-9.
 21. Ratana-Arporn P, Chirapart A. Nutritional evaluation of tropical green seaweeds *Caulerpa lentillifera* and *Ulva reticulata*. *Agriculture and Natural Resources*. 2006 Dec 30;40(6 (Suppl.)):75-83.
 22. Abd El-Baky HH, El-Baz FK, El-Baroty GS. Natural preservative ingredient from marine alga *Ulva lactuca* L. *International journal of food science & technology*. 2009 Sep;44(9):1688-95.
 23. Abirami RG, Kowsalya S. Nutrient and nutraceutical potentials of seaweed biomass *Ulva lactuca* and *Kappaphycus alvarezii*. *Nong Ye Ke Xue Yu Ji Shu*. 2011 Jan 1;5(1).
 24. Wong KH, Cheung PC. Nutritional evaluation of some subtropical red and green seaweeds Part II. In vitro protein digestibility and amino acid profiles of protein concentrates. *Food chemistry*. 2001 Jan 1;72(1):11-7.
 25. Awad NE. Biologically active steroid from the green alga *Ulva lactuca*. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*. 2000 Dec;14(8):641-3.
 26. Jha RK, Zi-Rong X. Biomedical compounds from marine organisms. *Marine drugs*. 2004 Aug 25;2(3):123-46.
 27. Ohta S, Shiomi Y, Kawashima A, Aozasa O, Nakao T, Nagate T, Kitamura K, Miyata H. Antibiotic effect of linolenic acid from *Chlorococcum* strain HS-101 and *Dunaliella primolecta* on methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Journal of applied phycology*. 1995 Apr;7:121-7.
 28. Guldás M, Irkin R. Influence of *Spirulina platensis* powder on the microflora of yoghurt and acidophilus milk. *Mljekarstvo: časopis za unapređenje proizvodnje i prerade mlijeka*. 2010 Dec 22;60(4):237-43.

Effects of *Sargassum illicifolium*, *Ulva lactuca* and *Gracilaria cortica* Algae on Physicochemical and Microbial Characteristics of Processed Fruits

Ranjbar-Shamsi S¹, Sharifan A^{2*}, Emtiazjoo M³, Moslehishad M⁴

1- Department of Food Science and Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

2- *Corresponding author: Department of Food Science and Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. Email: a_sharifan2000@yahoo.com

3- Faculty of Marine Science and Technology, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

4- Department of Food Science and Technology, Safadasht Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Received 3 Mar, 2023

Accepted 20 May, 2023

Background and Objectives: The objective of this study was to investigate effects of *Sargassum illicifolium*, *Ulva lactuca* and *Gracilaria cortica* algae on physicochemical, microbial and sensory characteristics of processed fruits (plums).

Materials & Methods: The novel formulation was prepared by adding various concentrations (1.5 and 3%) of algae to the processed fruit (plums). Physicochemical (moisture, ash, pH, acidity, SO₂, amino acid composition and texture), microbial (total count and coliforms, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, acid-resistant bacteria, mold and yeast counts) and sensory (color, taste, texture and overall acceptance) characteristics of consolidated samples were assessed using SPSS statistical software.

Results: Results showed that the moisture content, ash, insoluble ash, pH, acidity, salt and sulfur anhydride in various samples were in the range of national standards of Iran. The moisture content decreased while pH increased during the storage. Seventeen amino acids including essential and non-essential amino acids such as aspartic acid, glutamic acid, serine, histidine, glycine, threonine, arginine, alanine, proline, tyrosine, valine, methionine, cysteine, isoleucine, leucine and phenylalanine were identified. Microbial contamination of the samples decreased during storage. *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* counts were not reported in the samples. Coliforms, acid-resistant bacteria, mold, and yeast populations of various samples did not include significant differences ($p > 0.05$).

Conclusion: Addition of algae does not include negative effects on sensory, physicochemical and microbial characteristics of the processed fruits. Sometimes, it improves the highlighted characteristics and the final product is in accordance with the national standards of Iran.

Keywords: Formulation, Algae, Processed fruits