مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال هجدهم، شماره۲، تابستان۱۴۰۲، صفحات ۱۲۰-۱۱۱

تأثیر جلبک‌های *سارگاسوم ایلیسیفولیوم*، *اولوا لاکتوکا* و *گراسیلاریا کورتیکا* بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و میکروبی میوه‌های فرآوری‌شده

سمیه رنجبر شمسی[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 دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۲/۳۰

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 فیزیکوشیمیایی، میکروبی و حسی میوه‌های فرآوری شده می‌باشد.

مواد و روش‌ها: فرمولاسیون جدید با افزودن غلظت‌های مختلف (۱/۵ و ۳ درصد) جلبک به میوه فرآوری‌شده (آلوچه) تولید شد. ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی (رطوبت، خاکستر، pH، اسیدیته، SO_2، 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. هفده 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 ($p<۰/۰۵$).

نتیجه گیری: افزودن جلبک تأثیر منفی بر خواص حسی و فیزیکو شیمیایی 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

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، پری بیوتیک‌ها، اسیدهای چرب غیراشباع چندگانه، امگا ۳، آنتی اکسیدان‌ها، ویتامین‌ها، مواد معدنی، پروتئین‌ها، پپتیدها و اسیدهای آمینه، علاوه بر ارزش غذایی اصلی خود هستند (۱).

جلبک‌ها منبع غنی از مواد فعال زیستی ضروری از جمله آنتی اکسیدان‌ها، 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

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2024-11-24]

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 گرفته اند. در سراسر جهان سالانه ۸ میلیون تن جلبک دریایی جمع آوری 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 کربوهیدرات-ها، ویتامین‌ها، بتاکاروتن و برخی اسیدهای آمینه ضروری مانند آرژنین، تریپتوفان و فنیل آلانین است (۶).

جلبک‌های *اولوا لاکتوکا* به‌دلیل داشتن کلروفیل اغلب به رنگ سبز هستند. به دلیل شباهتش به برگ کاهو به کاهوی دریایی معروف است. وجود بسیاری از ویتامین ها 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 به‌دلیل ارزش غذایی آنها در بسیاری از سوپ ها 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* به‌رنگ 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 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 فیزیکوشیمیایی 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 جلبک ها از اسفند تا فروردین ۱۴۰۰ انجام شد، جایی‌که 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 ازجدا 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 (جداول ۱ و ۲). برای حفظ کیفیت، طعم و رنگ مناسب محصول، فرآیند حرارتی در خلاء 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 (۲±۴ درجه سانتی‌گراد، رطوبت: ۲±۸۰ درصد) به مدت ۱۸۰ روز نگهداری شدند.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2024-11-24]

جدول۱. ترکیبات مورد استفاده در فرمولاسیون اصلی میوه فرآوری شده

ترکیبات	ترکیبات	مقدار (٪)
میوه فرآوری شده (آلوچه)	خرما	۷۱
	نمک تصفیه شده	۳
	اسیدسیتریک	۱
	آب	۲۵,۷

جدول۲.تیمارهای مورد بررسی در تحقیق

کد تیمار	جلبک *سارگاسومایلیسیفولیوم*(٪)	جلبک *گراسیلاریا کورتیکا*(٪)	جلبک *اولوالا کتوکا*(٪)
F_0 شاهد (میوه فرآوری شده)	۰	۰	۰
FS_1	۱,۵		
FG_1		۱,۵	
FU_1			۱,۵
FS_2	۳		
FG_2		۳	
FU_2			۳

ویژگی‌های شیمیایی

میزان رطوبت، pH، خاکستر، خاکستر نامحلول، اسیدیته و دی اکسید گوگرد بر اساس روش AACC (۲۰۰۰) اندازه‌گیری شدند (۱۳).

پروفایل آمینو اسید

کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HP Hewlett Packard مدل A۱۰۴۶) مجهز به آشکارساز فلورسانس با طول موج ۲۵۴ نانومتر با ستون C18 (۲۵ سانتی متر× ۴/۶ میلی متر) 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. پلیت ها 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 سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت شمارش شد. برای شمارش انتروباکتریاسه، محیط کشت ویولت رد بایل آگار (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. پلیت ها در دمای ۳۰ درجه سانتی گراد 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 بجود، 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 فرمولاسیون ها 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 نمونه ها با استفاده از آنالیز واریانس (ANOVA) در $p<۰/۰۵$انجام شد. نتایج به صورت میانگین سه تکرار ± انحراف معیار بیان شد.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2024-11-24]

• 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 ($p<۰/۰۵$). طبق جداول ۳ و ۴، مقادیر رطوبت، نمک و SO_2 نمونه‌ها تفاوت معناداری نشان داد ($p<۰/۰۵$).

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 ($p<۰/۰۵$). 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 نمونه ها 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(٪)	^{a}۰,۰۷±۲۵,۵۰	^{a}۰,۷۰±۲۴,۵۰	^{a}۰,۷۰±۲۵,۵۰	^{a}۰,۷۰±۲۴,۵۰
خاکستر کل(٪)	^{a}۰,۱۰±۳,۰۷	^{a}۰,۲۱±۳,۳۵	^{a}۰,۲۸±۳,۲۰	^{a}۰,۱۴±۳,۱۰
اسیدیته(٪)	^{a}۰,۲۸±۶,۲۰	^{a}۰,۳۶۲±۶,۲۶	^{a}۰,۰۷±۶,۴۵	^{a}۰,۵۶±۶,۰۴
pH	^{a}۰,۰۶±۳,۰۷	^{a}۰,۰۱±۳,۱۳	^{a}۰,۰۲±۳,۰۱	^{a}۰,۰۶±۳,۰۶
نمک(٪)	^{a} ۰,۶۵±۱,۴۳	^{a}۰,۰۷±۱,۲۲	^{a}۰,۰۸±۱,۱۱	^{a}۰,۰۷±۰,۷۵
خاکستر نامحلول(٪)	^{a}۰,۰۰۲±۰,۰۰۲	^{a}۰,۰۰۲±۰,۰۰۲	^{a}۰,۰۰۱±۰,۰۰۳	^{a}۰,۰۰۲±۰,۰۰۲
انیدریدسولفورو(ppm)	^{b}۰,۰۷±۰,۱۶	^{a}۰,۱۱±۰,۷۱	^{b}۰,۰۱±۰,۳۳	^{b}۰,۰۱±۰,۲۴

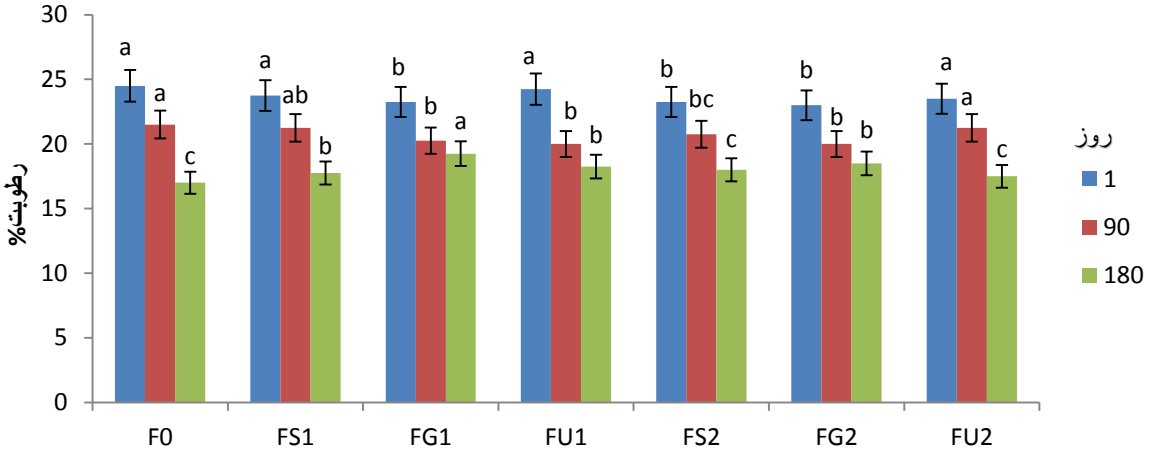
حروف متفاوت در هر سطر نشاندهنده اختلاف معنی‌دار است ($p<۰/۰۵$).

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

		F_0	FS_1	FG_1	FU_1	FS_2	FG_2	FU_2
روزاول (cfu/g)	اشرشیاکلی	-	-	-	-	-	-	-
	کپک و مخمر	۶۲,۰۰±۱,۴۱^{a}	۹۵,۲۵±۰,۳۵^{a}	۶۶,۲۵±۰,۳۵^{a}	۶۶,۰۰±۱,۴۱^{a}	۶۵,۵۰±۳,۵۳^{a}	۶۶,۵۰±۰,۳۶^{a}	۶۷,۰۰±۲,۸۲^{a}
	شمارش کلی	۵۴,۰۰±۲,۸۲^{b}	۹۳,۰۰±۵,۶۵^{a}	۵۷,۵۰±۳,۵۳^{bc}	۶۶,۰۰±۲,۸۲^{b}	۹۷,۰۰±۱,۴۱^{a}	۵۵,۰۰±۱,۴۱^{b}	۶۴,۰۰±۱,۴۱^{c}
	استافیلوکوکوس	-	-	-	-	-	-	-
	کلی فرم	۶,۵۰±۰,۷۰^{a}	۶,۵۰±۰,۷۰^{a}	۷,۷۵±۰,۳۵^{a}	۶,۵۵۷±۱,۰۶^{a}	۰۷,۵±۰,۷۰^{a}	۷,۵۰±۰,۷۰^{a}	۶,۰۰±۰,۰۰^{a}
	باکتری مقاوم به اسید	۴,۰۰±۰,۰۰^{a}	۶,۵۰±۰,۷۰^{a}	۵,۵۰±۰,۰۷^{a}	۴,۵۰±۰,۷۰^{a}	۵,۰۰±۰,۰۰^{a}	۵,۰۰±۱,۴۱^{a}	۴,۰۰±۱,۴۱^{a}
روز۹۰ (cfu/g)	اشرشیاکلی	-	-	-	-	-	-	-
	کپک و مخمر	۳۶,۰۰±۰,۰۷^{a}	۳۱,۰۰±۱,۴۱^{c}	۲۰,۰۰±۰,۰۰^{f}	۲۴,۵۰±۰,۷۰^{d}	۳۶,۰۰±۱,۴۱^{b}	۲۶,۰۰±۱,۴۱^{d}	۳۹,۰۰±۱,۴۱^{a}
	شمارش کلی	۵,۰۰±۱,۴۱^{a}	۵۷,۵۰±۲,۱۲^{b}	۸۳,۵۰±۷,۷۷^{a}	۳۲,۵۰±۳,۵۳^{c}	۵۴,۵۰±۲,۱۲^{b}	۵۲,۰۰±۲,۸۲^{b}	۴۶,۵۰±۲,۱۲^{b}
	استافیلوکوکوس	-	-	-	-	-	-	-
	کلی فرم	۴,۵۰±۱,۴۱^{a}	۶,۵۰±۰,۷۰^{a}	۶,۰۰±۰^{a}	۶,۰۰±۰,۷۰^{a}	۶,۵۰±۰,۷۰^{a}	۶,۰۰±۱,۴۱^{a}	۵,۵۰±۰,۷۰^{a}
	باکتری مقاوم به اسید	۵,۰۰±۱,۴۱^{a}	۵,۰۰±۰,۰۰^{a}	۴,۵۰±۰,۷۰^{a}	۴,۵۰±۰,۷۰^{a}	۵,۰۰±۰,۰۰^{a}	۵,۵۰±۰,۷۰۰^{a}	۴,۵۰±۰,۷۰^{a}
روز۱۸۰ (cfu/g)	اشرشیاکلی	-	-	-	-	-	-	-
	کپک و مخمر	۵۲,۵۰±۲,۱۲^{c}	۳۹,۰۰±۱,۴۱^{a}	۳۴,۰۰±۲,۸۲^{b}	۴۱,۰۰±۱,۴۱^{a}	۳۷,۰۰±۱,۴۱^{ab}	۲۹,۵۰±۱,۷۰^{c}	۳۹,۰۰±۱,۴۱^{a}
	شمارش کلی	۴۰,۵۰±۰,۰۷^{a}	۴۶,۵۰±۲,۱۲^{b}	۴۱,۰۰±۱,۴۱^{c}	۳۷,۰۰±۱,۴۱^{f}	۴۹,۰۰±۱,۴۱^{ab}	۵۱,۰۰±۱,۴۱^{a}	۴۶,۰۰±۱,۴۱^{b}
	استافیلوکوکوس	-	-	-	-	-	-	-
	کلی فرم	۵,۵۰±۱,۴۱^{a}	۵,۰۰±۱,۴۱^{a}	۵,۵۰±۰,۷۰^{a}	۴,۵۰±۰,۷۰^{a}	۴,۰۰±۱,۴۱^{a}	۵,۵۰±۰,۷۰^{a}	۴,۵۰±۰,۷۰^{a}
	باکتری مقاوم به اسید	۴,۵۰±۱,۴۱^{b}	۴,۵۰±۰,۷۰^{b}	۵,۵۰±۰,۷۰^{ab}	۷,۰۰±۰,۰۰^{a}	۵,۵۰±۰,۷۰^{ab}	۵,۵۰±۰,۰۷^{b}	۶,۵۰±۰,۷۰^{a}

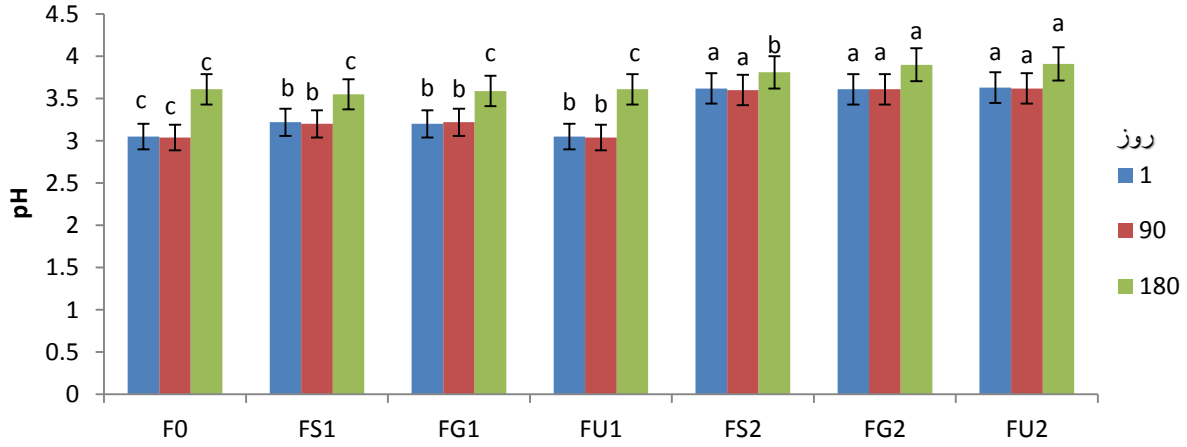
حروف متفاوت در هر سطر نشاندهنده اختلاف معنی‌دار است ($p\leq۰/۰۵$). (F_0: میوه فرآوری شده شاهد،FS_1: میوه فرآوری شده فراسودمند با٪۱,۵سارگاسوم،FG_1: میوه فرآوری شده فرآسودمند با ٪ ۱,۵ گراسیلاریا،FU_1: میوه فرآوری شده فراسودمند با ٪۱,۵ اولوا،FS_2: میوه فرآوری شده فراسودمند با٪۳سارگاسوم ،FG_2: میوه فرآوری شده فرآسودمند با ٪ ۳گراسیلاریا،FU_2: میوه فرآوری شده فراسودمند با ٪۳ اولوا)

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2024-11-24]



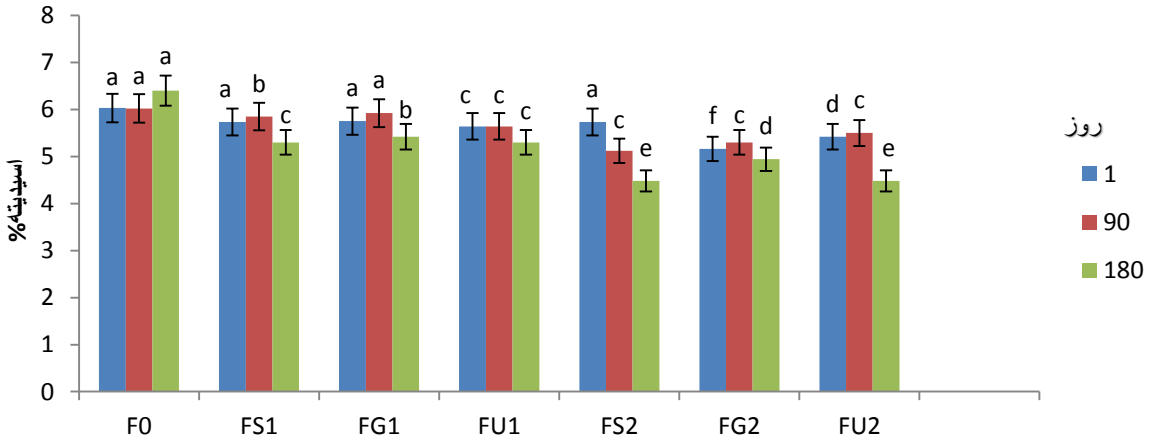
شکل۱.درصد تغییرات رطوبت میوه فرآوری شده فرآسودمند در طول دوره نگهداری

(F_0: میوه فرآوری شده شاهد،FS_1: میوه فرآوری شده فراسودمند با٪۱٫۵سارگاسوم،FG_1: میوه فرآوری شده فرآسودمند با ٪ ۱٫۵ گراسیلاریا،FU_1: میوه فرآوری شده فراسودمند با ۱٫۵٪ اولوا،FS_2: میوه فرآوری شده فراسودمند با٪۳سارگاسوم ،FG_2: میوه فرآوری شده فرآسودمند با ٪ ۳گراسیلاریا،FU_2: میوه فرآوری شده فراسودمند با ٪۳ اولوا)



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

(F_0: میوه فرآوری شده شاهد،FS_1: میوه فرآوری شده فراسودمند با٪۱٫۵سارگاسوم،FG_1: میوه فرآوری شده فرآسودمند با ٪ ۱٫۵ گراسیلاریا،FU_1: میوه فرآوری شده فراسودمند با ۱٫۵٪ اولوا،FS_2: میوه فرآوری شده فراسودمند با٪۳سارگاسوم ،FG_2: میوه فرآوری شده فرآسودمند با ٪ ۳گراسیلاریا،FU_2: میوه فرآوری شده فراسودمند با ٪۳ اولوا)



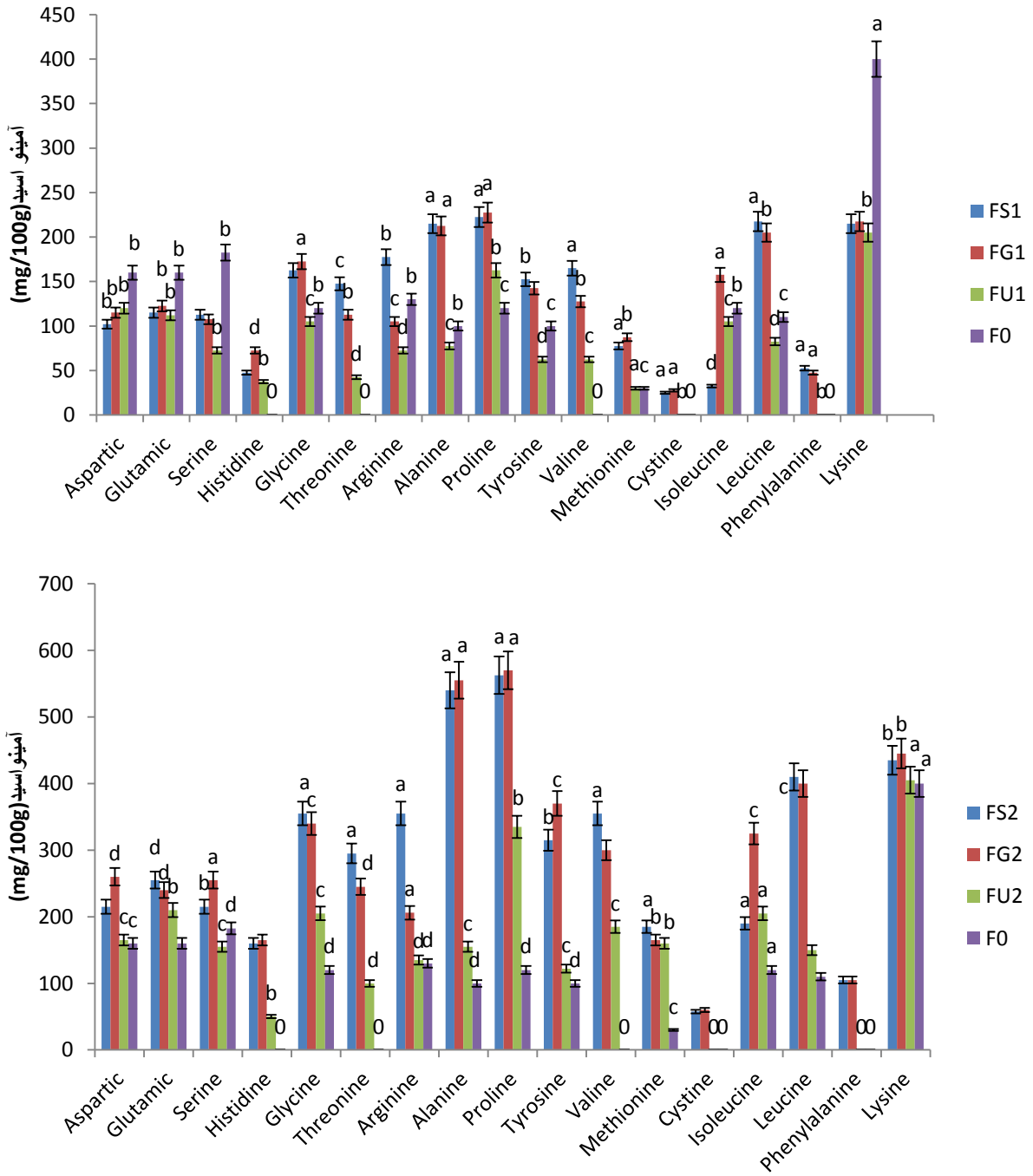
شکل ۳. تغییرات اسیدیته میوه فرآوری شده فرآسودمند در طول دوره نگهداری

(F_0: میوه فرآوری شده شاهد،FS_1: میوه فرآوری شده فراسودمند با٪۱٫۵سارگاسوم،FG_1: میوه فرآوری شده فرآسودمند با ٪ ۱٫۵ گراسیلاریا،FU_1: میوه فرآوری شده فراسودمند با ۱٫۵٪ اولوا،FS_2: میوه فرآوری شده فراسودمند با٪۳سارگاسوم ،FG_2: میوه فرآوری شده فرآسودمند با ٪ ۳گراسیلاریا،FU_2: میوه فرآوری شده فراسودمند با ٪۳ اولوا)

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2024-11-24]

پروفایل آمینو اسید

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



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

(F_0: میوه فرآوری شده شاهد، FS_1: میوه فرآوری شده فراسودمند با٪۱،۵سارگاسوم، FG_1: میوه فرآوری شده فرآسودمند با ٪ ۱،۵ گراسیلاریا، FU_1: میوه فرآوری شده فراسودمند با ٪۱،۵ اولوا، FS_2: میوه فرآوری شده فراسودمند با٪۳سارگاسوم ، FG_2: میوه فرآوری شده فرآسودمند با ٪ ۳گراسیلاریا، FU_2: میوه فرآوری شده فراسودمند با ٪۳ اولوا)

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2024-11-24]

ویژگی‌های میکروبی

ارزیابی میکروبی میوه‌های فرآوری شده حاوی ۱/۵ و ۳٪ جلبک در جدول ۴ ذکر شده است. بین نمونه‌های مختلف از نظر کلی فرم ها، باکتری‌های مقاوم به اسید، کپک و مخمر تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ($p>0/05$). رشد *اشریشیاکلی* و *استافیلوکوکوس اورئوس* در نمونه‌ها گزارش نشد. بیشترین شمارش کل در میوه فرآوری شده شاهد (۱۱۳ cfu/g) مشاهده شد. شمارش کل نمونه ها طی ۱۸۰ روز کاهش یافت (cfu/g ۱۱۳-۵۴). 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 و۶).

•بحث

در رابطه با خصوصیات فیزیکو شیمیایی مطابق با استاندارد ملی ایران (ISIRI، شماره ۳۳۰۸)، حد مجاز رطوبت میوه فرآوری شده ۴۰ درصد (آلوچه) 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 فرآوری‌شده 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*، *اولوا لاکتوکا* 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.

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

	میوه فراوری شده فراسودمند با سارگاسوم	میوه فراوری شده فراسودمند با گراسیلاریا	میوه فراوری شده فراسودمند با اولوالاکتوکا	میوه فرآوری شده (شاهد)
رنگ	^{a}۰,۵۴±۴,۶۰	^{a}۰,۵۴±۴,۶۰	^{ab}۰,۵۴±۴,۶۰	^{a}۰,۰±۵,۰۰
طعم	^{a}۰,۴۴±۴,۲۰	^{ab}۰,۵۴±۴,۶۰	^{ab}۰,۵۴±۴,۶۰	^{a}۰,۰±۵,۰۰
مزه	^{b}۰,۷۰±۴,۰۰	^{b}۰,۷۰±۴,۰۰	^{b}۰,۵۴±۳,۴۰	^{a}۰,۰±۵,۰۰
بافت	^{ab}۰,۵۴±۴,۶۰	^{b}۰,۷۰±۴,۰۰	^{b}۰,۴۴±۴,۲۰	^{a}۰,۰±۵,۰۰
پذیرش کلی	^{ab}۰,۵۴±۴,۴۰	^{b}۰,۷۰±۴,۰۰	^{c}۰,۴۴±۳,۲۰	^{a}۰,۰±۵,۰۰

حروف متفاوت نشاندهنده اختلاف معنی‌دار است ($p\leq0/05$).

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

	میوه فراوری شده فراسودمند با سارگاسوم	میوه فراوری شده فراسودمند با گراسیلاریا	میوه فراوری شده فراسودمند با اولوالاکتوکا	میوه فرآوری شده (شاهد)
رنگ	^{d}۰,۴۴±۴,۸۰	^{d}۰,۴۴±۴,۸۰	^{b}۰,۰۲±۱۲,۳۹	^{d}۰±۵,۰۰
طعم	^{d}۰,۴۴±۴,۸۰	^{d}۰±۵,۰۰	^{d}۰±۵,۰۰	^{d}۰±۵,۰۰
مزه	^{d}۰±۵,۰۰	^{d}۰±۵,۰۰	^{d}۰±۵,۰۰	^{d}۰±۵,۰۰
بافت	^{d}۰±۵,۰۰	^{d}۰±۵,۰۰	^{d}۰±۵,۰۰	^{d}۰±۵,۰۰
پذیرش کلی	^{d}۰,۴۴±۴,۸۰	^{d}۰±۵,۰۰	^{d}۰,۴۴±۴,۸۰	^{d}۰±۵,۰۰

حروف متفاوت نشاندهنده اختلاف معنی‌دار است ($p\leq0/05$).

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2024-11-24]

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 جلبک ها از جمله آهن است. مطالعات Sánchez-Machado و همکاران (۱۷) نشان داد که میزان خاکستر دو گونه جلبک *سارگاسوم ایلیسیفولیوم* و *گراسیلاریا کورتیکا*در محدوده ۲۳-۲۹ درصد است. بر اساس استاندارد ملی ایران، باقیمانده SO_2 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 طوری‌که 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 ایسید را در *سارگاسوم ایلیسیفولیوم* و *گراسیلاریا کورتیکا*شناسایی و جدا کردند.

نتایج حاصل از بررسی میکروبی نمونه‌ها مؤید آن است که میزان آلودگی نمونه‌ها بسیار کم و مطابق با استاندارد ملی ایران (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. Agustiniو 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 داردکه تأیید کننده نتایج حاصله در بررسی حاضر می‌باشد.

جلبک‌های دریایی مانند *سارگاسوم ایلیسیفولیوم*، *اولوا لاکتوکا* و *گراسیلاریا کورتیکا*منبع 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.

•References

1. 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.
2. 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.
3. McHugh DJ. A guide to the seaweed industry. FAO fisheries technical paper. 2003;441:105.
4. 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 Ilmī-i Shīlāt-i Īrān. 2017.
5. 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.
6. Guiry M. Seaweed site, seaweed web site. National University of Ireland, Galway, URL: http://www. seaweed. ie/algae/seaweeds. html. 2009.
7. 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.
8. 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.
9. Ranjbar-Shamsi S, Sharifan A, Emtyazjoo M, Moslehishad M. The Chemical and Nutritional Properties of Processed Fruit Enriched with Algae. Journal of Food Quality. 2021 Dec 20;2021:1-1.
10. Ruperez P, Saura-Calixto F. Dietary fibre and physicochemical properties of edible Spanish seaweeds. European Food Research and Technology. 2001 Feb;212:349-54.
11. ISIRI. (2018). Iranian National Standardization Organization. INSO. 3308.2nd Revision. Apple paste-Specifications and test methods.
12. ISIRI. (2019). Iranian National Standardization Organization. INSO. 11088.2nd Revision.Processed fruit-Specifications and test methods
13. American Association of Cereal Chemists. Approved Methods Committee. Approved methods of the American

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2024-11-24]

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. Guldas M, Irkin R. Influence of Spirulina platensis powder on the microflora of yoghurt and acidophilus milk. Mljekarstvo: časopis za unaprjeđenje proizvodnje i prerade mlijeka. 2010 Dec 22;60(4):237-43.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2024-11-24]

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

Ranjbar-Shamsi S[1], Sharifan A[2], Emtyazjoo M[3], Moslehishad M[4]*

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 ilicifolium*, *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, SO_2, 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

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2024-11-24]