(مقاله پژوهشی)

تاثیر جلبک اسپیرولینا (*Spirulina platensis*) به عنوان جایگزین پروتئین سویا بر ویژگی‌های فیزیکو شیمیایی و کیفی همبرگر

فاطمه سادات هاشمی دولابی[۱] ، داریوش خادمی شورمستی[۲*]

۱-دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه کشاورزی، واحد سوادکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، سوادکوه، ایران.

۲-استادیار،گروه کشاورزی، واحد سوادکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، سوادکوه، ایران.

تاریخ دریافت:۱۳۹۸/۱۰/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۲/۱۵

چکیده

در این پژوهش تاثیر جلبک اسپیرولینا پلاتنسیس(*Spirulina platensis*) (به عنوان جایگزین سویا) به منظور افزایش کیفیت و عمر ماندگاری همبرگر طی دوره نگهداری ۱۲روزه در یخچال مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور ۴ تیمار شامل، تیمار ۱: تیمار شاهد، تیمار۲: جلبک اسپیرولینا۱درصد + سویا۹ درصد، تیمار۳: جلبک اسپیرولینا۲درصد + سویا۸ درصد، تیمار۴: جلبک اسپیرولینا۳ درصد + سویا۷ درصد تهیه شد و شاخص های فیزیکوشیمیایی و میکروبی شامل چربی، پروتئین، رطوبت و خاکستر، ارزیابی حسی همبرگر در ابتدای دوره نگهداری و مقادیر کلی باکتری (TVC)، مقادیر باکتری سرما دوست (PTC)، پراکسید (PV)، تیوباربیوتیک اسید (TBA)، مجموع بازهای نیتروژنی فرار (TVBN) و شاخص‌های رنگی طی دوره نگهداری تعیین شد. مطابق با نتایج افزودن جلبک سبب کاهش رطوبت و چربی و افزایش پروتئین شد ($P<۰/۰۵$) ، این درحالیست که کلیه تیمارها در محدوده مجاز استاندارد قرار داشتند.نتایج تجزیه و تحلیل‌های شیمیاییو میکروبی نشان داد که جایگزینی جلبک با سویا سبب کند شدن روند افزایشی شاخص های فساد اکسیداسیونیو بار میکروبینسبت به تیمار شاهد شد.همچنین با افزایش غلظت جلبک نتایج بهتری مشاهده شد($P<۰/۰۵$) اما تنها تیمار۲ از لحاظ حسی مورد تایید ارزیاب‌ها قرار گرفت. بنابراین با توجه به مطالب بیان شده، جایگزینیسویا با جلبک تا سطح ۱ درصد می تواند راه حلی مناسب برای افزایش کیفیت و ماندگاری همبرگر باشد.

واژه های کلیدی: جلبک اسپیرولینا، سویا، همبرگر، اکسیداسیون.

*مسئول مکاتبات:dkhademi@gmail.com

۱- مقدمه

همبرگر یکی ازپرمصرف‌ترین فرآورده‌های‌گوشتی است که‌متشکل ازگوشت قرمزچرخ کرده دام های حلال گوشت به ویژه گاو وگوساله می باشدکه سایرمواد متشکله شامل پروتئین‌گیاهی(سویاوگلوتن)، روغن، ادویه‌جات، مواد پرکننده و اتصال دهنده، نمک وسبزیجات معطر به آن اضافه شده است.براساس پروانه های ساخت صادره ازسوی وزارت بهداشت، درمان وآموزش پزشکی درتولید همبرگرهای صنعتی، فقط استفاده ازگوشت گاو مجازشناخته شده است (۱۳). براساس استاندارد ملی۲۳۰۴ ایران، همبرگرهای صنعتی کشور به سه گروه محصولات حاوی۳۰ درصد گوشت (همبرگرمعمولی)، همبرگر۶۰ درصد گوشت(همبرگرممتاز) و همبرگرهای بالاتراز۶۰ درصدگوشت تقسیم می شوند (۵). درهمبرگرهای معمولی ازآرد سوخاری وحداکثر۱۲ درصدکنجاله سویا به عنوان پرکننده میتوان استفاده نمود (۱۰). پروتئین سویا یکی از مهم‌ترین و غالب ترین پروتئین گیاهی است که به فرآورده‌های گوشتی مانند کالباس، سوسیس و همبرگر افزوده می شود. مصرف پروتئین حیوانی به تنهائی برای برطرف کردن نیازغذایی انسان کافی نمی‌باشد و از طرفی تولید این گونه مواد پروتئینی نیزگران تمام می شود لذا پروتئین‌های ارزان قیمت وقابل دسترس از جمله پروتئین‌های گیاهی مانند سویا می‌تواندراین نیاز را برطرف سازد(۳۴). با توجه به افزایش مصرف پروتئین سویا در فرآورده های گوشتی چرخ شده مانند همبرگرها و از سویی ذکر نام سویا به عنوان یکی از ۱۲ ماده حساسیت زا اعلام شده از سوی قوانین کمیسیون غذایی[1]، سازمان بهداشت جهانی[2]، سازمان غذا و کشاورزی[3] و کمیسیون اروپا[4]، افزودن پروتئین های دیگر نظیر پروتئین های دریایی، به همراه پروتئین سویا مفید به نظر می‌رسد (۳۰).در بینپروتئین های دریایی، جلبک دریایی برای استفاده در فرآورده‌های گوشتی مفید به نظر می رسد.استفاده از جلبک‌های دریایی در صنایع‌غذایی، ابتدا از کشورهای شرق آسیا آغازو به تدریج به سایر نقاط دنیا گسترش یافت. جلبک های دریایی حاوی مقادیر قابل توجهی از ترکیبات مختلف زیست فعال (فیبرغذایی، پروتئین با کیفیت بالا، موادمعدنی فراوان، ویتامین‌ها، مقادیر زیادی از اسیدهای چرب ضروری ضروری، پلی فنل‌ها، کاروتنوئیدها، توکوفرول‌ها، و غیره) با مزایای بالقوه دارای خواص فیزیکوشیمیایی مفیدی می‌باشند که برای سلامتی انسان‌ها در فرآورده‌های غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد.همچنین جلبک دریایی ، یک ماده با پتانسیل قابل توجهی برای استفاده در توسعه غذاهای فراسودمند می باشد (۲۱). اسپیرولینا، جلبک سبز آبی (سینوباکتریای رشته ای)، با توجه به محتوای پروتئین قابل توجه آن، توجه محققان را به خود جلب کرده و یکی از غنی‌ترین منابع پروتئینی موجود در میتوکندری محسوب می‌شود که سطح پروتئین آن در مقایسه با گوشت (۷۱-۷۶درصد) و در مقایسه با سویا (۴۰درصد) می باشد. استفاده ازاسپیرولینا در جایگزینی پروتئین گوشت می تواند به دلیل ترکیب اسیدآمینه، عدم وجود کلسترول، ویتامین، مواد معدنی، اسید های چرب ضروری، پلی فنل‌ها و رنگدانه‌ها برای سلامت انسان مفید باشد (۲۹). با توجه به موارد بیان شده در این مطالعه به بررسی جایگزینی درصدهای مختلف جلبک اسپیرولینا(*Spirulina platensis*) با سویا در فرمولاسیون همبرگر معمولی (۳۰درصد) پرداخته می‌شود.

۲-مواد و روش ها

۲-۱-آماده سازی همبرگر

برای تهیه همبرگر،گوشت تازه گاو از مراکز عرضه گوشت برای صنعت تهیه و پس ازجداسازی ضایعات، تازه مانع مصرف در دمای ۱۸- درجه سانتیگراد نگهداری گردید. جهت تهیه نمونه‌ها (تیمار شاهد)، مواد اولیه طبق فرمولاسیون های پیش بینی شده (جدول ۱)،توزین و برای رسیدن به خمیری یکنواخت با یکدیگر مخلوط شدند. سپس خمیر تهیه شده در هر سطح، جداگانه به وسیله دستگاه همبرگر زن دستی، فرم داده شده و در لفاف‌های

1- Codex Alinientarius Consuliission1
2- World Health Organization
3- Food and Agricultural Organization
4- European Commission

پلی اتیلنی بسته بندی گردید. نمونه‌ها تا زمان آزمایش در فریزر ۱۸- درجه سانتیگراد نگهداری شدند (۷).

جدول ۱-: فرمولاسیون و اجزاء تشکیل دهنده شاهد

ردیف	ترکیبات	درصد اجزاء
۱	گوشت	۳۰
۲	ادویه (جوز هندی، آویشن، فلفل، دارچین)	۱
۳	نمک	۱/۵
٤	پیاز	١٤
٥	آرد سوخاری	۱۰
٦	سویا	۱۰
۷	آب	۳۳/۵

همچنین درصد های مختلف جلبک به عنوان جایگزین سویا به فرمولاسیون اولیه همبرگر اضافه شد سپس، سایرمراحل همانند تیمار شاهد انجام شد.در مجموع مطالعه حاضر شامل ۴ تیمار می باشد.

تیمار ۱: تیمار شاهد (میزان سویا ۱۰ درصد بدون جلبک اسپیرولینا)

تیمار۲: جلبک اسپیرولینا۱ درصد + سویا۹ درصد

تیمار۳: جلبک اسپیرولینا۲درصد + سویا۸ درصد

تیمار۴: جلبک اسپیرولینا۳ درصد + سویا۷ درصد

پس از آماده شدن همبرگر وتهیه تیمارهای مختلف آزمون های فیزیکوشیمیایی و حسی در ابتدای دوره نگهداری و همچنین ماندگاری همبرگر طی دوره ۱۲ روزه در یخچال (۴ درجه سانتی گراد) و در فواصل زمانی ۰، ۳ ، ۶ ،۹ و۱۲روز انجام شد.

۲-۲- آزمون‌های شیمیایی

رطوبت نمونه ها مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۷۴۵ اندازه‌گیری شد(۲). میزان پروتئین نمونه همگن شده به روش کلدال و مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۹۲۴ تعیین شد(۳). مقدار چربی درکلیه نمونه ها با استفاده از حلال اتر دو پترول سبک با نقطه جوش۶۰-۴۰ درجه سانتی‌گراد به روش سوکسله و مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره۷۴۲ اندازه‌گیری شد (۱). همچنین خاکستر نمونه‌ها با استفاده از کوره الکتریکی در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد و مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره۷۴۴ تعیین گردید(۴).

۲-۳-اندازه‌گیری شاخص‌های اکسیداسیون

۲-۳-۱-عدد پراکسید

آزمون پراکسید میزان محصولات اولیه اکسیداسیون (هیدروپراکسیدها) را اندازه‌گیری می‌کند. روند تغییرات عدد پراکسید نمونه‌ها مطابق روش AOCS (۱۴) تعیین شد.

۲-۳-۲-عدد تیوباربیتوریک اسید

آزمون تیوباربیتوریک اسید محصولات ثانویه اکسیداسیون (مالون دی آلدهید) را اندازه‌گیری می‌کند. این آزمون بر اساس روش AOCS (۱۴) انجام شد.

۲-۳-۳-اندازه‌گیری بازهای نیتروژنی فرار

مقادیربازهای نیتروژنی فرار مطابق روش Bingöl و همکاران (۱۷) با استفاده از سلمی کرودی فیوژنکانوی اندازه‌گیری شد و نتایج بر حسب میلی گرم نیتروژن/ ۱۰۰ گرم نمونه بیان شد.

۲-٤- اندازه گیری شاخص رنگی

رنگ همبرگر با استفاده از دستگاه رنگ سنج (مدل BYK ،ساخت کشورآمریکا) اندازه گیری شد (۲۰).

۲-۵-اندازه‌گیری شاخص‌های میکروبی

برای شمارش باکتریایی نمونه ها،۱۰گرم ازنمونه همبرگر در شرایط استریل با ۹۰ میلی‌لیتر محلول کلرید سدیم۸۵/ مخلوط و هموژن شد، متعاقب آن رقت‌های مورد نیاز تهیه گردید.یک میلی‌لیتر از هررقت برای کشت باکتری‌ها به روش پورپلیتورد استفاده قرارگرفت. شمارش تعداد باکتری های کل و باکتری‌های سرما دوست در محیط پلیت کانت آگارو روش کشت سطح یبه ترتیب در دماهای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت۲ روز و ۷ درجه سانتی‌گراد به مدت۱۰ روز با شمارش کلنی‌های موجود بر روی پلیت انجام گرفت.تمامی شمارش‌ها به صورت log CFU/g گزارش گردید (۳۵).

۲-٦-ارزیابی حسی

ارزیابی حسی هریک ازتیمارها در روز تولید توسط یک پنل نیمه آموزش دیده متشکل از ۱۵نفر انجام گردید.برای این منظور ابتدا نمونه‌های تهیه شده از تیمارها به طور یکسان در روغن مایع آفتاب‌گردان مخصوص سرخ‌کردنی(دردمای۱۷۰ درجه سانتی‌گراد) به مدت۵ دقیقه سرخ گردید این افراد نظرات خود را پس ازارزیابی فاکتورهای رنگ، بوو پذیرش کلی هر یک ازتیمارها براساس مقیاس هدونیک ۵ نقطه‌ای در پرسشنامه‌های اعمال نمودند. امتیاز حسی ۵(عالی)، ۴(خوب)، ۳(متوسط)، ۲(بد) و ۱(خیلی بد) بوده است (۳۵).

۲-۷- تجزیه و تحلیل آماری

آزمایش در طرحی کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد و نتیجه به صورت میانگین با انحراف معیار گزارش شد. آنالیز واریانس یک‌طرفه(ANOVA) داده‌ها با استفاده ازنرم افزار SPSS ورژن ۱۷ و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۰/۰۵انجام شد. همچنین جهت ترسیم نمودارها ازنرم افزار Microsoft Excel استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱-ترکیبات شیمیایی درتیمارهای مختلف همبرگر

نتایج مربوط به مقادیر رطوبت در تیمارهای مختلف همبرگر در مطالعه حاضر (جدول۱) نشان داد، افزودن جلبک اسپیرولینا به عنوان جایگزین سویا سبب کاهش میزان رطوبت همبرگر شده و با افزایش غلظت جلبک مقادیر رطوبت کاهش بیشتری یافت ($P<0/05$).مقادیر رطوبت در جلبک اسپیرولینا عمدتا ۳ تا ۶ درصد است (۱۶). و مقادیر رطوبت در سویا حداکثر ۹ درصد می باشد (۶). بنابراین جایگزینی سویا با جلبک سبب کاهش رطوبت می شود. López و همکاران (۲۸) گزارش نمودند جایگزینی سویا با جلبک‌های دریایی در فرمولاسیون سوسیس سبب کاهش رطوبت سوسیس می شود.بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره ۲۳۰۶ حد بیشینه رطوبت در تیمارهای همبرگر (۳۰٪) برابر با ۶۰/۰۸ درصد می باشد که در مطالعه حاضر تمامی تیمارهای مورد بررسی از محدوده استاندارد رطوبت برخوردار بودند. نتایج مربوط به مقادیر چربی (جدول ۲) در مطالعه حاضر نشان داد، هنگام جایگزینی جلبک با سویا سبب افزایش میزان چربی شد و بیشترین مقادیر چربی در تیمارهای۳ (جلبک اسپیرولینا ۲ درصد + سویا۸ درصد) و ۴ (جلبک اسپیرولینا۳ درصد + سویا۷ درصد) مشاهده شد (به ترتیب ۱۲/۱۸ و ۱۲/۳۶درصد)($P<0/05$). مقادیر چربی در جلبک اسپیرولینا حدود ۵ درصد است (۱۶). مقادیر چربی در سویا حداکثر ۱/۵درصد می باشد (۶). بنابراین جایگزینی سویا با جلبک سبب افزایش چربی می شود. ترکیبات بیواکتیوی که در جلبک *اسپیرولینا* پلاتنسیس وجود دارد که شامل فیکوسیانین،C-فیکوسیانین، اسید فنولنیک، توکوفرول (ویتامینE)، نئوفیتادین، فیتول، اسید چرب PUFA (اسید اولئیک اسید لینولنیک و اسید پالمتو لئیک) می باشد (۳۳). با توجه به دارا بودن اسیدهای چرب غیر اشباع در جلبک به نظر می رسد افزایش چربی در جایگزینی جلبک با سویا برای سلامت مفید باشد.بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره ۲۳۰۶ حد بیشینه رطوبت در تیمارهای همبرگر (۳۰٪) برابر با ۱۷/۵۶ درصد می باشد که در مطالعه حاضر تمامی تیمارهای مورد بررسی از محدوده استاندارد چربی

برخوردار بودند.López و همکاران (۲۸) گزارش نمودند جایگزینی سویا با جلبک‌های دریایی در فرمولاسیون سوسیس سبب افزایش چربی در سوسیس می شود. نتایج مربوط به مقادیر پروتئین در مطالعه حاضر نشان داد، مقادیر پروتئین در تیمار شاهد کمتر از سایر تیمارها بود (۱۰/۶۸درصد) و تیمار شاهد اختلاف معنی داری با تیمار ۲ (جلبک اسپیرولینا۱ درصد + سویا۹ درصد) نداشت (۱۰/۷۱درصد)(P>۰/۰۵).افزودن جلبک اسپیرولینا به عنوان جایگزین سویا سبب افزایش میزان پروتئین همبرگر شد و با افزایش غلظت جلبک مقادیر پروتئین افزایش بیشتری یافت (P<۰/۰۵).مقادیر پروتیئن در جلبک اسپیرولینا ۶۰ تا ۷۰ درصد است (۱۶). و مقادیر پروتئین در سویا رابر ۵۰-۶۴/۹ درصد می‌باشد (استاندارد ملی ایران، ۱۳۹۶). بنابر این جایگزینی سویا با جلبک سبب افزایش جزئی در پروتئین می شود. بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره ۲۳۰۶ حد بیشینه پروتئین در تیمارهای همبرگر (۳۰٪) برابر با ۱۷/۵۲ درصد می باشد که در مطالعه حاضر تمامی تیمارهای مورد بررسی از محدوده استاندارد پروتئین برخوردار بودند. نتایج مربوط به مقادیر خاکستر در مطالعه حاضر نشان داد، مقادیر خاکستر در تیمارهای مختلف اختلاف معنی داری باهم نداشتند (P>۰/۰۵). مقادیر خاکستر در جلبک اسپیرولینا ۷/۵ درصد است (۱۶)و مقادیر خاکستر در سویا حداکثر برابر با ۸ درصد می باشد (۶).بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره ۲۳۰۶ حد بیشینه خاکستر در تیمارهای همبرگر (۳۰٪) برابر با ۲/۱۹ درصد می باشد که در مطالعه حاضر تمامی تیمارهای مورد بررسی از محدوده استاندارد خاکستر برخوردار بودند.

جدول ۲- مقادیر ترکیبات تقریبی تشکیل دهنده همبرگردر تیمارهای مختلف

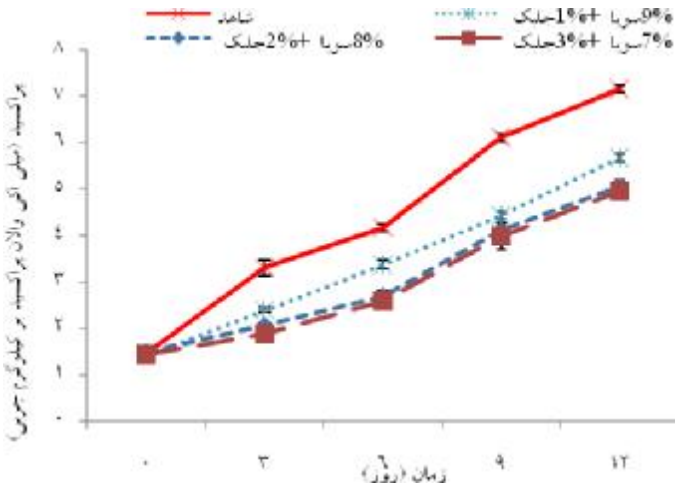
تیمار/ آزمون	رطوبت (٪)	چربی (٪)	پروتئین(٪)	خاکستر (٪)
تیمار ۱: تیمار شاهد	۵۷/۰۰±۰/۲۹^{a}	۱۱/۱۸±۰/۳۵^{b}	۱۰/۶۸±۰/۴۱^{b}	۰/۸۱±۰/۰۶^{a}
تیمار۲: جلبک ۱٪+ سویا۹٪	۵۶/۷۴±۰/۱۹^{ab}	۱۱/۲۵±۰/۲۸^{b}	۱۰/۷۲±۰/۲۱^{b}	۰/۷۸±۰/۰۲^{a}
تیمار ۳: جلبک ۲٪ + سویا۸ ٪	۵۶/۲۷±۰/۱۷^{b}	۱۲/۱۸±۰/۱۶^{a}	۱۱/۰۰±۰/۱۰^{ab}	۰/۸۱±۰/۰۲^{a}
تیمار۴: جلبک ۳٪+ سویا۷٪	۵۶/۱۲±۰/۱۷^{b}	۱۲/۳۶±۰/۰۹^{a}	۱۱/۳۴±۰/۲۰^{a}	۰/۷۶±۰/۰۲^{a}

*اعداد در یک ستون با حروف متفاوت اختلاف معنی دار دارند(a, b, c,..)

۳-۲-مقادیر عدد پراکسید طی دوره نگهداری

اکسیداسیون چربی یکی از دلایل اصلی فساد در طی دوره نگهداری که سبب ایجاد بو، طعم نامطلوب و کاهش ارزش غذایی می‌شود. عدد پراکسید جهت تعیین تشکیل هیدروپراکسیدها (مواد اولیه اکسیداسیون) به کار می‌رود. بنابراین تعیین میزان عدد پراکسید در نمونه‌های گوشت به منظور اکسیداسیون چربی گوشت ضروری به نظر می‌رسد (۳۸).با توجه به نتایج مربوط به مطالعه حاضر، با افزایش زمان میزان عدد پراکسید (نمودار ۱) در تمامی تیمارها به طور معنی‌داری افزایش یافته است و در طی دوره نگهداری، جایگزین جلبک با سویا در همبرگر سبب کند شدن روند افزایشی عدد پراکسید شد و با افزایش غلظت جلبک نتایج بهتری مشاهده شد($P<۰/۰۵$).کمتر بودن مقادیر عدد پراکسید در تیمارهای حاوی جلبک به علت خاصیت آنتی‌اکسیدانی جلبک می باشد. فعالیت آنتی‌اکسیدانی جلبک در ارتباط با ترکیبات فنلی موجود در آن می‌باشد. ترکیبات فنلی به عنوان دهنده‌ی الکترون عمل می‌کنند و ممکن است واکنش‌های ناخواسته‌ی ایجاد شده با

رادیکال های آزاد در بدن را خنثی کنند. در واقع پلی فنول ها توانایی به دام انداختن رادیکال‌های آزاد را دارند، خصوصا رادیکال‌های پروکسی که یکی از کلیدی‌ترین واکنش دهنده‌های زنجیره ی میانی اند، در نتیجه باعث خاتمه دادن چرخه‌ی واکنش‌های فساد اکسیداسیونی و کاهش نرخ افزایش شاخص عدد پراکسید در طول نگهداری می‌شوند (۳۷، ۳۸). درغلظت‌های بالاتر فنل، قهوه‌ای شدن کمتر و پتانسیل آنتی اکسیدانی بیشترمشاهده شد. که در این مطالعه نیز با افزایش غلظت جلبک فعالیت آنتی‌اکسیدانی جلبک نیز افزایش یافت.دارا بودن خاصیت آنتی‌اکسیدانی و آنتی‌اکسیدان های طبیعی همانند فنول‌ها در جلبک اسپرولینا توسط سایر محققین نیز گزارش شده است (۲۲، ۳۷). که این ترکیبات نقش مهمی در جلوگیری از اکسیداسیون چربی ایفا می کنند. کلیه این ترکیبات می توانند شروع اکسیداسیون چربی و تجزیه هیدروپروکسیدها را در محصولات غذایی به تأخیر بیاندازند (۲۴). میزان مجاز پراکسید در گوشت برای مصرف انسانی ۵ است (۴۲). در انتهای دوره نگهداری میزانپراکسیددر تمامی تیمارهای بجز تیمار شاهد از محدوده مجاز برخوردار بود.

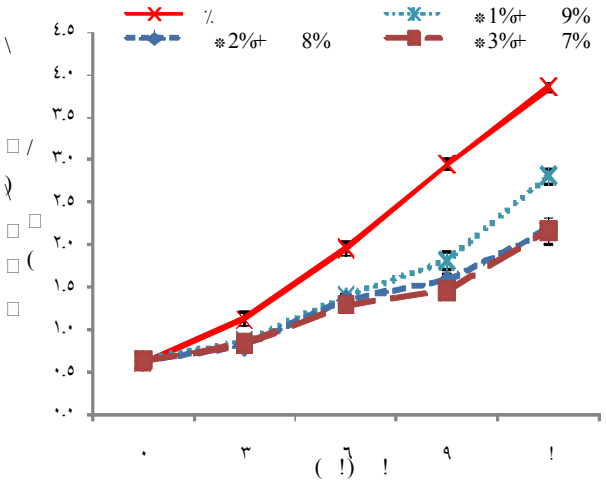


نمودار۱- :تغییرات عدد پراکسید در تیمار های مختلف طی دوره نگهداری

۳-۳-بررسی تغییرات عدد تیوباربیوتیک اسید طی فرآیند نگهداری

به منظور ارزیابی درجه اکسیداسیون چربی در مواد غذایی به طور وسیعی از شاخص TBA استفاده می شود که میزان محصولات ثانویه اکسیداسیون بویژه آلدهیدها و کتون ها را نشان می‌دهد. ترکیبات اکسیداسیون ثانویه موجب ایجاد بوهای ناخوشایند در گوشت می شوند. میزان TBA ممکن است میزان واقعی اکسیداسیون چربی را نشان ندهد، زیرا که مالون دی آلدهید می‌تواند با دیگر ترکیبات گوشت مانند آمین‌ها، نوکلئوزیدها و اسیدهای نوکلئیک، پروتئین ها، اسیدهای آمینه فسفولیپیدها واکنش دهد (۳۲).با افزایش زمان مقادیر تیوباربیوتیک اسید (نمودار ۲) در تمامی تیمارها افزایش یافت($P<۰/۰۵$). روند افزایشی این شاخص به دلیل افزایش آهن آزاد و دیگر پراکسیدان‌ها در ماهیچه و همچنین تولید آلدئیدها از محصولات ثانویه حاصل از شکست هیدروپراکسیدها است (۲۵).با توجه به نتایج بیشترین مقادیر عدد تیوباربیوتیک اسید در طی دوره نگهداری در تیمار شاهد مشاهده شد و جایگزینی جلبک با سویا سبب کند شدن روند افزایش عدد تیوباربیوتیک اسید شد که با افزایش غلظت نتایج بهتری مشاهده شد($P<۰/۰۵$). این امر می‌تواند تأییدی بر تأثیر جلبک با خاصیت آنتی‌اکسیدانی بالا در ممانعت ازکسیداسیون چربی در همبرگر دانست. جلبک اسپرولینا توانایی شکستن رادیکال‌های آزاد، به وسیله دادن یک اتم هیدروژن را دارا می باشد و به علت دارا بودن مقادیر قابل توجهی از ترکیبات فنلی، فلانوئیدی دارای خاصیت آنتی‌کسیدانی

می‌باشد که فساد اکسیداتیو در برگرها را به تاخیر می‌اندازد (۲۴).به طورکلی، فنول‌ها جزء عوامل مهم در مهار رادیکال‌های آزاد بوده اما در برخی از گونه های جلبکی اثرات ضد اکسیداسیونی ترکیبات زیست فعالی مثل کاروتنوئیدها، پلی ساکاریدها، پروتئین‌هاء پپتیدها و رنگدانه ها ممکن است در مهار این رادیکال‌های آزاد دخالت داشته باشند(۲۳).به‌طور کلی میزان TBA۲ میلی‌گرم مالون دی‌آلدهید/گرم گوشت به عنوان محدودیت مصرف در نظر گرفته می شود و آن زمانی است که بوی فساد در گوشت قابل کشف خواهد بود (۱۹). بر این اساس تیمار شاهد تا ۶ روز و سایر تیمارهای تا ۹ روز از محدوده مجازی برخوردار بودند.



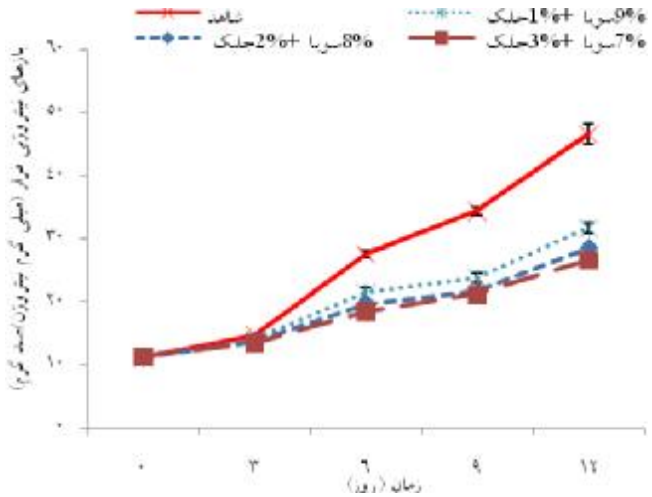
نمودار۲- تغییرات عدد تیوباربیوتیک اسید در تیمار های مختلف طی دوره نگهداری

۳-٤-بررسی مقادیر بازهای نیتروژنی فرار طی فرآیند نگهداری

مجموع بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N) یکی از شاخص‌های اصلی بیان‌کننده کیفیت فرآورده‌های غذایی و یکی از نشانگرهای اصلی تخریب و تجزیه گوشت محسوب می‌شود که متشکل از تری متیل آمین، دی متیل آمین،آمونیاک و سایر ترکیبات نیتروژنی فرار مرتبط با فساد فرآورده‌های غذاییمی باشد که توسط باکتری‌های مولدفساد، آنزیم‌های اتولیتیک، دآمیناسیون اسیدهای آمینه و نوکلئوتیدها تولید می‌شود که غالبا توسط فعالیت میکروارگانیسم‌ها و به میزان کمتر توسط آنزیم‌های اتولیتیک انجام می‌شود (۳۵، ۴۳).در مجموع در تمامی تیمارها با افزایش زمان، میزان بازهای نیتروژنی فرار (نمودار ۳) افزایش یافت($P<۰/۰۵$). مقادیر افزایش میزان بازهای نیتروژنی فرار در ماهی ممکن است به دلیل فرایندهای آنزیمی مختلف نظیرآمین‌زدایی اسیدهای‌آمینه آزاد، تجزیه نوکلئوتیدها و اکسیداسیون آمین‌ها باشد(۴۰). جایگزین جلبک با سویا در همبرگر سبب کند شدن روند افزایشی مقادیر بازهای نیتروژنی فرار شد و با افزایش غلظت جلبک نتایج بهتری مشاهده شد($P<۰/۰۵$).کمتر بودن میزان بازهای ازته فرار در این تیمارهارا می‌توان به دلیل کاهش جمعیت باکتری تیمارهای مذکور و یا کاهش توانایی اکسایشی باکتری‌ها در جداکردن آمین‌ها از ترکیبات نیتروژنی غیرفرار و یا هر دو عامل در نتیجه اثر جلبک بر باکتری‌های موجود در همبرگر نسبت داد. با افزایش غلظت جلبک به دلیل افزایش ترکیبات فنولی اثر ضدباکتریایی آن نیز افزایش یافته به همین دلیل در تیماری که حاوی غلظت بیشتر جلبک بوده میزان بازهای نیتروژنی کمتر بود (۱۸).

حد مطلوب مجموع بازهای ازته فرار در گوشت و فرآورده های آن ۲۵میلی گرم در۱۰۰گرم گوشت گزارش

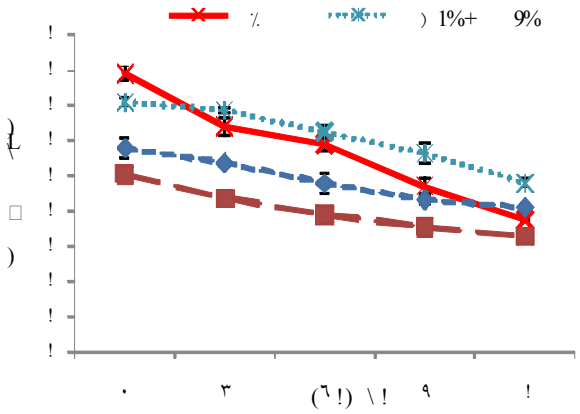
شده است (۱۵).بر این اساس تیمار شاهد تا ۳ روز و سایر تیمارهای تا ۹ روز از محدوده مجازی برخوردار بودند.



نمودار۳-:تغییرات بازهای نیتروژنی فرار در تیمار های مختلف طی دوره نگهداری

۳-۵-بررسی شاخص رنگی طی فرآیند نگهداری

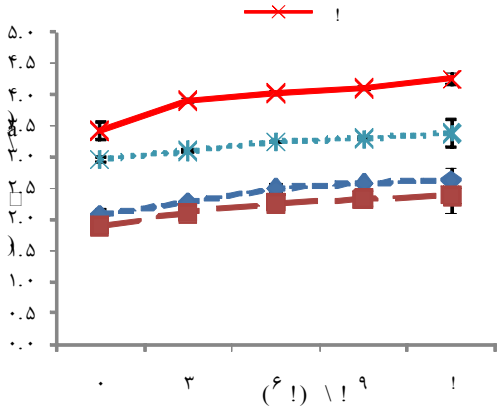
شاخص رنگیL نماد روشنایی (سیاه تا سفید) را نشان می‌دهد. به طوری که هرچقدر L بیشتر باشد همبرگر روشن تر است.با توجه به نتایج جایگزین جلبک با سویا در همبرگر سبب کاهش مقادیر شاخص رنگی (L) (نمودار ۴) شد و با افزایش غلظت جلبک روشنایی کاهش بیشتری یافت($P<۰/۰۵$). با افزایش زمان نگهداری مقادیر شاخص رنگی L در تمامی تیمارها کاهش یافت و این تغییرات در تیمار شاهد شدت بیشتری داشت($P<۰/۰۵$).



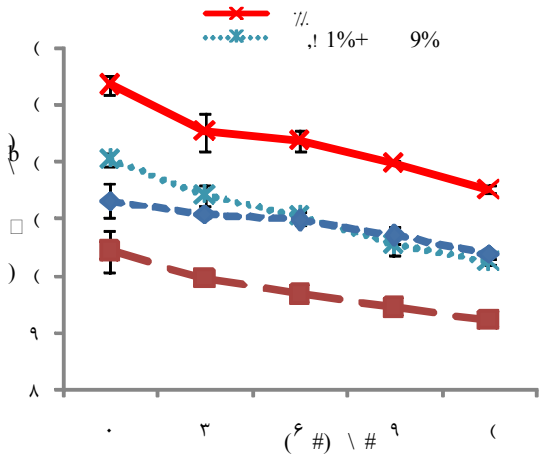
نمودار٤-:تغییرات شاخص رنگی (L) در تیمار های مختلف طی دوره نگهداری

شاخص رنگی a شاخص تغییر رنگ از سبز به سمت قرمز می‌باشد. با توجه به نتایج جایگزین جلبک با سویا همبرگر سبب کاهش مقادیر شاخص رنگی (a) (نمودار ۵) شد و با افزایش غلظت جلبک قرمزی کاهش بیشتری یافت. شاخص رنگی b نماد تغییرات رنگ از آبی تا زرد می باشد. با توجه به نتایج جایگزین جلبک با سویا در همبرگر سبب کاهش مقادیر شاخص رنگی (b) (نمودار ۶) شد و با افزایش غلظت جلبک زردی کاهش بیشتری یافت. علت تغییرات شاخص رنگی پس از افزودن جلبک رنگ جلبک می باشد. Marti-Quijalو همکاران (۳۱) در ارتباط با افزودن جلبک

(اسپیرولینا و کلرلا) به عنوان جایگزین سویا بر شاخص رنگی سینه بقلمون و Parniakov و همکاران (۳۶) در ارتباط با افزودن جلبک (اسپیرولینا و کلرلا) به عنوان جایگزین سویا بر شاخص رنگی سینه چیکن روتی نتایج مشابهی گزارش نمودند آن‌ها نیز اعلام نمود با افزودن جلبک شاخص‌های رنگی کاهش می یابد. در مجموع با افزایش زمان نگهداری شاخص رنگی L و b کاهش و شاخص رنگی a افزایش یافت. اما افزودن جلبک سبب کند شدن این تغییرات شد و با افزایش غلظت نرخ تغییرات شاخص‌های رنگی کاهش یافت. که این امر نشان دهنده جلوگیری از اکسید شدن همبرگر می باشد در واقع مقادیر روشنایی در نمونه‌های همبرگر با مقادیر پراکسید در یک ارتباط متقابل است. به طوریکه با افزایش مقادیر عدد پراکسید، روشنایی کاهش یافته و نمونه ها تیره می شوند در واقع می توان این‌گونه بیان نمود غلظت های بالاتر جلبک از اکسیداسیون رنگدانه ها تا حدی جلوگیری می کنند (۲۷). دانشور قربانی و همکاران (۸) در ارتباط با تاثیر افزودن عصاره هیدروالکلی ماکروجلبک سبز *Ulva intestinalis* بر شاخص رنگی گوشت چرخ شده فیل‌ماهی پرورشی، نتایج مشابهی اعلام نمودند، آنها نیز اعلام نمودند با افزایش زمان نگهداری شاخص رنگی L و b کاهش و شاخص رنگی a افزایش یافت، اما این تغییرات در تیمارهای حاوی عصاره جلبک کندتر اتفاق افتاد.



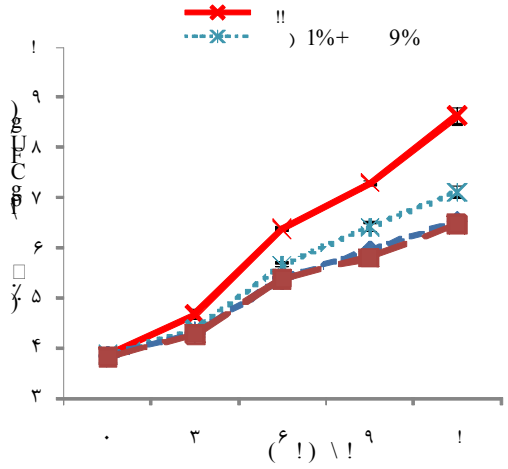
نمودار۵- تغییرات شاخص رنگی (a) در تیمار های مختلف طی دوره نگهداری



نمودار٦-:تغییرات شاخص رنگی (a) در تیمار های مختلف طی دوره نگهداری

۳-٦- مقادیر شاخص‌های میکروبی طی دوره نگهداری

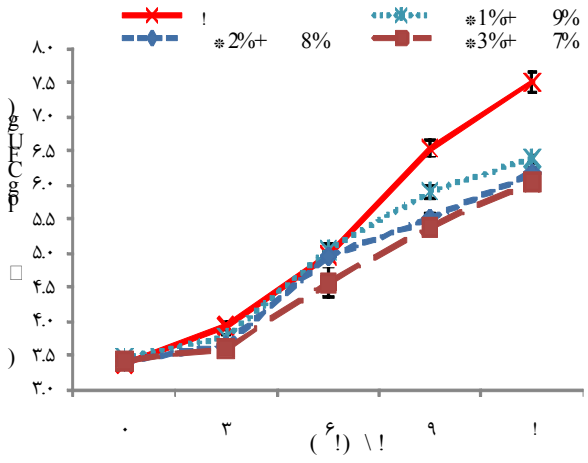
شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها معیاری برای پی بردن به کیفیت بهداشتی یک محصول است که غیر قابل مصرف بودن محصول را بیان می‌کند (۱۱). با افزایش زمان میزان باکتری کل (نمودار ۷) در تمامی تیمارها افزایش یافته است. در طول دوره نگهداری جایگزین جلبک با سویا در همبرگر سبب کند شدن روند افزایشی مقادیر باکتری کل شد و با افزایش غلظت جلبک نتایج بهتری مشاهده شد. وجود ترکیبات زیست فعالی مانند فلاونوئید تانن، ترکیبات فنولی،ترپنوئید،گلیکوزید، ساپونین و کربوهیدرات‌ها در ساختار جلبک، اثرات مثبتی بر خاصیت ضدمیکروبی عصاره اتانولی جلبک دارد(۳۹). ترکیبات فنولی فعالیت ضد میکروبی خود را بدین صورت اعمال می کنند که اولا در غشاء دولایه فسفولیپیدی سلول اختلال ایجاد کرده که سبب افزایش نفوذپذیری سلول و از دست دادن برخی اجزاء سلولی می‌گردند. دوم اینکه سبب تخریب سیستم آنزیمی سلول می‌شوند که این آنزیم‌ها در تولید انرژی و سنتز ترکیبات ساختاری سلول نقش دارند و سوم این که این ترکیبات ضد میکروبی سبب تخریب مواد ژنتیکی سلول می‌شوند(۱۲). میزان مجاز شمار کل باکتری برای گوشت ۷ log CFU/g پیشنهاد شده است (۲۶). در انتهای دوره نگهداری میزان باکتری کلدر تمامی تیمارها به جز تیمار شاهد و تیمار۵ (گوشت۳۰ درصد، جلبک اسپیرولینا۱ درصد + سویا۹ درصد) از محدوده مجاز برخوردار بود.



نمودار۷- تغییرات باکتری کلدر تیمار های مختلف طی دوره نگهداری

گوشت حاوی ترکیبات مناسبی برای رشد باکتری‌ها می‌باشد، بنابراین حضور باکتری‌ها به عنوان یکی ازدلایل اصلی کاهش کیفیت گوشت و فرآورده‌های آن در طول دوره نگهداری، خسارت‌های اقتصادی و مسمومیت‌های غذایی فراوانی را باعث می شود. باکتری‌های سرمادوست میکروارگانیسم‌هایی به شدت هوازی هستند و در غیاب اکسیژن نمی‌توانند بقا داشته باشند(۳۲). نتایج مربوط به مقادیر باکتری کل و باکتری سرما دوست (نمودار ۸) باهم هم خوانی داشت. در انتهای دوره نگهداری بیشترین مقادیر باکتری سرمادوست در تیمار شاهد مشاهده شد که این امر نشان‌دهنده تاثیر ضد میکروبی جلبک می باشد. میزان مجاز شمار باکتری سرمادوست برای گوشت ۷ log CFU/g پیشنهاد شده است (۲۶). در انتهای دوره نگهداری میزان باکتری سرما دوستدر تمامی تیمارها به جز تیمار شاهد از محدوده مجاز برخوردار بود. نتایج مشابهی توسط سادات غفوری و همکاران (۹) در ارتباط با عصاره جلبک *Chlorella vulgaris* بر مقادیر باکتری کل و سرمادوست درماهی قزل آلای‌رنگین‌کمان گزارش شد. همچنین دانشور قربانی و همکاران (۸) در بررسی اثر ضد میکروبی عصاره هیدروالکلی ماکروجلبک سبز *Ulva intestinalis* بر

مقادیر باکتری کل و سرمادوست گوشت چرخ‌شده فیل ماهی پرورشی، نتایج مشابهی اعلام نمودند.



نمودار۸- تغییرات باکتری سرمادوستدر تیمار های مختلف طی دوره نگهداری

۳-۷- ارزیابی حسی همبرگر در ابتدای دوره نگهداری

بررسی ارزیابی حسی گوشت و فرآورده‌های گوشتی یک از مهم‌ترین ویژگی ها در گیفیت و پذیرش محصول توسط مشتری می باشد (۴۱). با توجه به نتایج (جدول ۲) جایگزین جلبک با سویا در همبرگر سبب کاهش مقادیر امتیاز حسی رنگ، بو و پذیرش کلی شد و با افزایش غلظت جلبک امتیاز حسی کاهش بیشتری یافت. در مطالعه حاضر حداقل امتیاز حسی ۴ به عنوان امتیاز حسی قابل قبول برای نمونه ها در نظر گرفته شد. بر این اساس تیمار شاهد و پس از آنتنها تیمار۲ (جلبک ۱ ٪ + سویا۹٪مورد تایید ارزیاب‌ها بودند. Marti-Quijal و همکاران (۳۱) در ارتباط با افزودن جلبک (اسپیرولینا و کلرلا) به عنوان جایگزین سویا بر ارزیابی حسیسینه بقلمون و Parniakov و همکاران (۳۶) ارتباط با افزودن جلبک (اسپیرولینا و کلرلا) به عنوان جایگزین سویا بر ارزیابی حسیسینه چیکن روتی نیز اعلام نمودند افزودن جلبک تا سطح ۱ درصد سبب کاهش امتیاز حسی شد اما این تیمارها مورد تایید ارزیاب‌ها بودند.

جدول ۲- مقادیر ترکیبات تقریبی تشکیل دهنده همبرگردر تیمارهای مختلف

تیمار/ آزمون	رنگ	بو	پذیرش کلی
تیمار ۱: تیمار شاهد	٤/٨٣±٠/٤٠^{a}	٥/٠٠±٠/٠٠^{a}	٥/٠٠±٠/٠٠^{a}
تیمار۲: جلبک ۱٪+ سویا۹٪	٤/٠٠±٠/٦٣^{b}	٤/٣٣±٠/٥١^{a}	٤/١٦±٠/٤٠^{b}
تیمار ۳: جلبک ۲٪ + سویا۸ ٪	٣/١٦±٠/٧٥^{c}	٢/٣٣±٠/٨١^{b}	٣/٠٠±٠/٦٣^{c}
تیمار٤: جلبک ۳٪+ سویا۷٪	٢/٣٣±٠/٨١^{d}	٢/٣٣±١/٢١^{b}	١/٨٣±٠/٤٠^{d}

*اعداد در یک ستون با حروف متفاوت اختلاف معنی دار دارند(a, b, c,..)

٤- نتیجه گیری

استفاده از گوشت در ترکیب همبرگر و طعم مطلوب آن ، در حال افزایشی است. با توجه به این‌که انواع همبرگر بخش قابل‌توجهی از غذای روزانه تعداد قابل توجهی از مردم سطوح مختلف اجتماعی و سنی را تشکیل می دهد. بنابراین غنی‌کردن آن ها به هر اندازه که مقدور باشد می‌تواند در ارتقای سلامت افراد و جامعه مفید خواهد بود. استفاده از جلبک‌ها در مواد غذایی رو به رشد است جلبک ها منبع عالی از پروتئین و مواد مغذی، حاوی مقدار زیادی از مواد زیست‌فعال (کاتچین‌ها مانند گالاکتوچین، اپیکاتچین، فلاونول‌ها و فلاونول گلیکوزیدها) و همچنین دارای خاصیت آنتی‌اکسیدان بالا نیز می باشند. بنابراین در این مطالعه جایگزینی جلبک اسپیرولینا (*Spirulinaplatensis*) با بخشی از گوشت و سویا در همبرگر مورد بررسی قرار گرفت. نتایج مربوط به آنالیز تقریبی همبرگر نشان داد که با افزودن جلبک، رطوبت و چربی کاهش، پروتئین افزایش می یابد اما تمامی تیمارها از محدوده مجاز استانداردملی ایران به شماره ۲۳۰۶ برخوردار بودند. نتایج تجزیه و تحلیل‌های شیمیایی و میکروبی نشان داد که به طور کلی جایگزینی جلبک با سویا سبب کندشدن روند افزایشی شاخص‌های فساد اکسیداسیونیو میکروبی نسبت به تیمار شاهد شد و تیمارهای مورد مطالعه تا روز نهم دوره نگهداری از لحاظ هر دو شاخص میکروبی و شیمیایی دارای وضعیت قابل قبولی بود. اما تنها تیمار ۲ از لحاظ حسی مورد تایید ارزیاب‌ها بود. بنابراین با توجه به مطالب بیان شده جایگزین گوشت با جلبک تا سطح ۱ درصد می‌تواند راه حلی مناسب برای افزایش کیفیت و ماندگاری همبرگر باشد.

٥- منابع

۱. استاندارد ملی ایران.۱۳۸۲. روش آزمون تعیین رطوبت به روش مرجع گوشت و فرآورده‌های گوشتی، شماره ۷٤٥.

۲. استاندارد ملی ایران.. روش آزمون تعیین چربی گوشت و فرآورده‌های گوشتی، شماره۷٤۲.

۳. استاندارد ملی ایران. ۱۳۷۹. روش آزمون تعیین پروتئین‌گوشت و فرآورده‌های گوشتی، شماره۹۲٤.

٤. استاندارد ملی ایران. ۱۳۷۹. روش آزمون خاکستر کل گوشت و فرآورده‌های گوشتی، شماره ۷٤٤.

٥. استاندارد ملی ایران. ۱۳۷۹. همبرگر خام منجمد (ویژگی‌ها). تجدید نظر سوم، شماره۲۳۰٤.

٦. استاندارد ملی ایران. ۱۳۹٦. فرآورده‌های پروتئین سویا (ویژگی‌ها و روش‌های آزمون)، تجدید نظر اول، شماره۳۳۳۲.

۷. حسینی، ف.، میلانی، ا. و بلوریان، ش. ۱۳۹۰. تاثیرمیکروکریستالین سلولز به عنوان جایگزین چربی بر ویژگیهای فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی همبرگرکم چرب. *نشریه پژوهشهای صنایع غذایی*، دوره۲۱، شماره۳، ۳۷۸-۳۷۱.

۸. دانشور قربانی، م.، حسینی شکرابی، س. پ. و حسینی، س. ا. ۱۳۹۷. اثرات آنتی اکسیدانی عصاره هیدروالکلی ماکروجلبک سبز *Ulva intestinalis* بر گوشت چرخ شده فیل ماهی پرورشی نگهداری شده در یخچال. *نشریه علوم آبزی پروری*، جلد٦، شماره۹، ۷٤-٦۰.

۹. سادات غفوری، ف.، شعبانی، ش. و آخوندزاده بستی، ا.۱۳۹۷ . مطالعه اثرات ضد باکتریایی و ضد اکسیداسیونی عصاره جلبک *Chlorella vulgaris* بر کیفیت ماهی *Rainbow Trout* در دمای٤

درجه سلسیوس. *علوم غذایی و تغذیه*، دوره۱۵، شماره۳، ٦٤-۵۱.

۱۰. سبزی بلخکانلو، ا.، میرمقتدایی، ل.، حسینی، ه.، حسینی، م.، فردوسی، ر. و شجاعی علی ابادی، س. ۱۳۹۵. تأثیر آرد دانه آمارانت (*Amaranthus hypochondriacus*) به عنوان جایگزین پروتئین سویا و آرد سوخاری بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی همبرگر معمولی. *علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران*، دوره۱۱، شماره۳، ۱۲۲-۱۱۵.

۱۱. سعیدی اصل، م. و صفری، ر.۱۳۸۸. مقدمه ای بر میکروب شناسی عمومی و غذایی آزمایشگاهی. *انتشارات بیهق*، ص٤۰٦.

۱۲. شعبانپور، ب.، ذوالفقاری، م. و فلاح زاده، س. ۱۳۹۰. اثر عصاره آویشن شیرازی بر ماندگاری فیله قزل آلای رنگین کمان شور و بسته بندی شده در خلاء در شرایط یخچال. *فصلنامه علوم و صنایع غذایی*، جلد۸، شماره۳٤، ۱۱-۱.

۱۳. هاشم زادگان، م.، تفویضی، ف.، حسینی، ا. و بیات، م. ۱۳۹۳. بررسی تطابق مواد اولیه اصلی درج شده در برچسب همبرگرهای ممتازشهرتهران توسط آنالیزمولکولی. *نشریه‌ی نوآوری در علوم و فناوری غذایی*، جلد٦، شماره٤، ٥٦-٤۹.

14. AOCS. 2005. Official Methods and Recommended Practices of the AOCS, 5thed., Champaign.
15. Ashour, M.M.S., Moawad R. K. and Bareh. G.F. 2013. Quality Enhancement and Shelf-Life Extension of Raw Beef Patties Formulated with Lactate/Thyme Essential Oil during Refrigerated Storage. *Journal of Applied Sciences Research*, 9(13): 6699-6709.
16. Belay, A. 2002. The potential application of Spirulina (Arthrospira) as a nutritional and therapeutic supplement in health management (review). *JANA*, 2:26-48.
17. Bingöl. B., Bostan, K., Varlık, C., Uran, H., Üçok Alakavuk, D. and Sivri. N. 2015. Effects of Chitosan Treatment on the Quality Parameters of Shrimp (*Parapenaeus longirostris*) during Chilled Storage. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 15: 821-831.
18. Burt, S. 2004. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods-a review. *Food Microbiology*, 94: 223- 253.
19. Campo, M. M., Nute, G.R., Hughes, S.I., Enser, M., Wood, J.D. and Richardson, R.I. 2006. Flavour perception of oxidation in beef. *Meat Science*, 72: 303–311.
20. Choi, Y. S., Choi, J. H., Han, D. J., Kim, H. Y., Lee, M. A., Kim, H. W., Jeong, J. Y., Paik, H. D. and Kim, C. J. 2008. Effects of adding levels of rice bran fiber on the quality characteristics of ground pork meat product. *Korean J Food Sci*, 28: 319-326.
21. Cofrades, S. 2016. A comprehensive approach to formulation of seaweed-enriched meat products: From technological development to assessment of healthy. *Food Research International*, 99 (3):1084-1094.
22. Demirel, Z., Hatipoğlu, S.U., Nalbantsoy, A., Yılmaz, F.F., Erbaykent, B.T., Gürhan-Deliloğlu, I. and Dalay, M.C.2012. A comparative study on antioxidant and cytotoxic effects of *Oscillatoria amphibia* and *Spirulina platensis* C-phycocyanin and crude extracts. *Ege J Fish Aqua Sci*, 29(1): 1-7.
23. Farasat M., Khavari-Nejad R.A., Nabavi S.M.B., Namjooyan F. 2013. Antioxidant properties of two edible green seaweeds from northern coasts of the Persian

Gulf. *Jundishapur Journal of Natural Pharmaceutical Products*, 8(1): 47.

24. Fernando, I.S., Kim, M., Son, K.T., Jeong, Y. and Jeon, Y.J. 2016. Antioxidant activity of marine algal polyphenolic compounds: a mechanistic approach. *Journal of Medicinal Food*, 19(7): 615-628.
25. Gómez-Estaca, J., López de Lacey, A., López-Caballero, M. E., Gómez-Guillén, M.C. and Montero, P. 2010. Biodegradable gelatine-chitosan films incorporated withessential oils as antimicrobial agents for fish preservation. *Food Microbiology*, 27:889-896.
26. Hayes, J., Stepanyan, V., Allen, P., O'Grady, M. and Kerry, J. 2010. Effect of lutein, sesamol, ellagic acid and olive leaf extract on the quality and shelf-life stability of packaged raw minced beef patties. *Meat Science*, 84: 613–620.
27. Kim, J., Pyun, C. H., Hong, G., Ki Kim, S., Young Yang, CH. and Lee. Ch. 2014. Changes in physicochemical and microbiological properties of isoflavone-treated dry-cured sausage from sulfur-fed pork during storage. *J Anim Sci Technol*, 3: 56: 21.
28. Lo´pez-Lo´pez, I., Cofrades, S. and Jime´nez-Colmenero. F .2009. Low-fatfrankfurters enriched with n-3 PUFA and edible seaweed: effectsof olive oil and chilled storage on physicochemical, sensory andmicrobial characteristics. *Meat Sci*, 83(1):148–154
29. Lupatini, A. L., Colla, L. M., Canan, C. and Colla E .2017. Potential application of microalga Spirulina platensis as a protein source. *J Sci Food Agric*, 97(3):724–732
30. Madeira, M. S., Cardoso, C., Lopes, P., Coelho, D., Afonso, C., Bandarra, N. M. and Prates, J. A. M.2017. Microalgae as feed ingredients for livestock production and meat quality: a review. *Livest Sci*,205:111–121.
31. Marti-Quijal, F. J., Zamuz, S., Galvez, F, et al. 2018. Replacement of soy protein with other legumes oralgaein turkey breast formulation: Changes in physicochemical andtechnological properties. *J Food Process Preserv*,42 (35): 1-9.
32. Mexisa, S. F., Chouliara, E. and Kontominas, M. G. 2009. Combined effect of an oxygen absorber and oregano essential oil on shelf life extension of rainbow trout fillets stored at 4 °C. *Food Microbiology*, 26: 598-605.
33. Morais, M. G.,Vaz, B. S., Morais, E G., Costa, J. A. V. 2015.Biologically Active Metabolites Synthesized by Microalgae, Hindawi Publishing Corporation, Volume 2015, Article ID 835761, 15 pages.
34. Nollet, L. 2011. Detection of adulterations, in the safety analysis of foods of animal origin in: Detection of adulteration, (Editors: L. Nollet and F. Toldra). *Belgium*,155-158.
35. Ojagh, S. M., Rezaei, M., Razavi, S. H. and S. M. H. Hosseini. 2010. Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. *Journal of Food Chemistry*, 120: 193-198.
36. Parniakov, O., Toepfl, S. and Barba, F.J. et al.2018. Impact of the soy protein replacement by legumes and algae based proteins on the quality of chicken rotti. *J Food Sci Technol*, 55: 2552.
37. Safari, R., Shahhoseini, S.R. and Javadian, S. R. 2018. Antibacterial and Antioxidant Effects of the Echinophora Cinerea Extract on Bighead Carp (*Aristichthys nobilis*) Fillet During Two Storage Conditions. *Journal of Aquatic Caspian Sea*, 3(2): 13-24.
38. Shahhoseini, S.R. Safari, R. and Javadian, S. R. 2019. Evaluation effect of Carboxymethyl cellulose

coating with Anethum graveolens extract on quality of fried fillet fried fish (*Anethum graveolens*). *Journal of Aquatic Caspian Sea*, 4(2).

39. Shalbaby, E. A. and Shanab, S. M. M., 2013. Comaprison of DPPH and ABTS assyas for determining antioxidant potential of water and methanol extract of *Spirulina platensis*, *Geo-Marine Sciences*. 42 (5): 556-564.
40. Valipour Kootenaie, F., Ariaii, P., Khademi Shurmasti, D. and Nemati. M. 2017. Effect of chitosan edible coating enriched with eucalyptus essential oil and α-tocopherol on silver carp fillets quality during refrigerated storage, *Journal of food safety*. 37 (1): e12295.
41. Yang, Y., Ye, Y., Wang, Y., Sun, Y., Pan, D. and Cao, J. 2018. Effect of high pressure treatment on metabolite profile of marinated meat in soy sauce. *Food Chem*, 240:662–669.
42. Yanar, Y. 2007. Quality Changes of Hot Smoked Catfish (*Clarias Gariepinus*) During Refrigerated storage. *Journal of Muscle Foods*, 18: 391-400.
43. Yuan, G., Lv, H., Tang, W., Zhang, X. and Sun, H. 2016. Effect of chitosan coating combined with pomegranate peel extract on the quality of Pacific white shrimp during iced storage. *Food Control*, 59: 818–823.

(Original Research Paper)

Effect of Spirulina Algae as a Substitute for Soy Protein on the Physicochemical and Qualitative Properties of Hamburger

Fatemeh Sadat Hashemi Doolabi[1], Dariush Khademi Shurmasti[2*]

1-MS.c Graduated of Agriculture, Savadkooh Branch, Islamic Azad University, Savadkooh, Iran.
2-Assistant Professor., Department of Agriculture, Savadkooh Branch, Islamic Azad University, Savadkooh, Iran.

Received: 06/01/2020 Accepted:05/03/2020

Abstract

In this study, the effect of *Spirulina platensis* (as a substitute for soybeans) was investigated in order to increase the quality and shelf life of hamburgers during a 12-day refrigerated storage period. For this purpose 4 treatments including, treatment 1: control treatment, Treatment 2: Spirulina algae 1% + Soybean 9%, Treatment 3: Spirulina 2% + Soybean 8%, Treatment 4: Spirulina 3% + Soybean 7% were prepared and approximate analysis including fat, protein, moisture and hamburger ash at the beginning, microbial properties (total bacterial counts (TVC) and cryopreserved bacterial counts (PTC)) and chemical (peroxide (PV), thiobarbiotic acid (TBA), total volatile nitrogen base (TVBN) and colorimetric values, and sensory evaluation were determined during 12 days of storage. According to the results, with the addition of algae, moisture and fat decreased, protein increased, but all treatments were within the permissible range. The results of chemical and microbial analyzes showed that the replacement of algae with soybean generally decreased oxidative and microbial spoilage compared to the control treatment, and by increasing algae concentration the better results was observed, but only treatment 2 was approved by the panelist. So, according to the material above, replacing meat with algae up to 1% can be a good solution to increase the quality and shelf life of hamburgers.

Keywords: Spirulina Algae, Soy, Hamburger, Oxidation

[*]Corresponding Author: dkhademi@gmail.com