(مقاله پژوهشی)

بررسی تاثیر ریزجلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و بیاتی نان حجیم

سمیه سنجری[۱]، حمید سرحدی[۲*]، فاطمه شهدادی[۲]

۱- گروه علوم و صنایع غذایی، واحد بم، دانشگاه آزاد اسلامی، بم، ایران.
۲- گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت، جیرفت، ایران..

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۱/۰۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۲/۱۶

چکیده

ریزجلبک‌ها منابع مغذی طبیعی هستند که می‌توانند در توسعه مواد غذایی جدید مورد استفاده قرارگیرند. *اسپیرولینا پلاتنسیس* یکی از مهم‌ترین ریزجلبک‌ها می‌باشد که از سوی سازمان بهداشت جهانی به عنوان «غذای برتر» روی زمین و همچنین «بهترین‌راه حل برای فردا» اعلام گردیده‌است. در این مطالعه، عصاره‌های اتانولی، متانولی و پودر *اسپیرولینا پلاتنسیس* به فرمولاسیون نان حجیم افزوده شد و تأثیر آن بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و بیاتی نان مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که افزودن اسپیرولینا به فرمولاسیون نان حجیم باعث افزایش pH گردید. بیشترین میزان فعالیت آبی در تیمار حاوی عصاره متانولی اسپیرولینا مشاهده شد. سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری از لحاظ فعالیت آبی نشان ندادند. استفاده از اسپیرولینا در نان حجیم باعث کاهش سفتی نان و حفظ آب‌آن در پایان دوره نگهداری نسبت به تیمار شاهد گردید و نقش مهمی در کاهش بیاتی نان داشت. به طور کلی نتایج این مطالعه نشان داد که پودر ریزجلبک بیشترین نقش را در کاهش سفتی داشت، در حالی که عصاره متانولی بیشترین میزان حفظ رطوبت نان طی دوره نگهداری را دارا بود، اما با توجه به رنگ سبز تیره نمونه‌های نان حاوی پودر ریزجلبک، استفاده از عصاره توصیه می‌گردد.

واژه های کلیدی: بیاتی، سفتی، ریزجلبک اسپیرولینا، نان حجیم.

* مسئول مکاتبات: sarhadihamid@yahoo.com

۱- مقدمه

نان در اشکال مختلف آن یکی از اصلی‌ترین مواد غذایی است که توسط انسان مصرف می‌شود. ضایعات صنعت نان به علت بیاتی از لحاظ اقتصادی اهمیّت بسیار زیادی دارد. بیات شدن نان، فرایند فیزیکوشیمیایی پیچیده‌ای است که نتیجه ظاهری و نامطلوب آن، سفت شدن مغز و لاستیکی‌شدن پوسته نان می‌باشد. بیاتی حاکی از تغییر در ظاهر، طعم، مزه و بافت نان و در نهایت کاهش پذیرش آن توسط مصرف‌کننده است (۶). امروزه صنعتی‌شدن، تولید در مقیاس وسیع و افزایش تقاضای مشتری برای تولید محصولی با کیفیت و ماندگاری بالا، نیازمند به‌کارگیری افزودنی‌های غذایی طبیعی است. درحال حاضر تولید غذاهای سلامتی‌بخش با هدف بهبود وضعیت تغذیه‌ای آحاد جامعه رو به افزایش است، که عمده آن‌ها غذاهای غنی شده و کم‌کالری هستند. در اوایل دهه ۱۹۵۰ کمبود قابل توجهی از منابع پروتئینی در رژیم غذایی مردم دنیا مشاهده شد که منجر به آغاز مطالعاتی جهت یافتن منابع پروتئینی و قابل جایگزین گردید، درآن زمان توده سلولی جلبک‌ها انتخاب مناسبی جهت دستیابی به این هدف به نظر رسید (۲۷). ریز جلبک‌ها میکروارگانیسم‌های فتوسنتزکننده‌ای هستند که روش تکثیر و پرورش آن‌ها راحت و ارزان است. همچنین از زیست‌توده انواع مختلف گونه‌های آن‌ها در جهت تولید مکمل‌های غذایی انسان، خوراک دام و دیگر موارد استفاده می‌شود. زیست توده ریز جلبک‌ها را می‌توان به صورت فرمولاسیون پودر، قرص، کپسول و عصاره در تولید شیرینی‌ها، تنقلات، نوشیدنی‌ها و صنایع دارویی به‌کار برد (۱۵). در حال حاضر جلبک‌های تک سلولی به عنوان منبع مناسبی برای تولید آنتی‌بیوتیک و همچنین منبع تولید و استخراج انواع سوخت زیستی و از جمله سوخت تجدیدپذیر بیودیزل مطرح بوده و از علوم روز دنیا محسوب می‌شوند (۲۲). استفاده از ریزجلبک‌ها در فرآورده‌های غذایی به سبب دارا بودن طیف وسیعی از ترکیبات زیست‌فعال به عنوان منبع جدیدی از ترکیبات مغذی و طبیعی در راستای تأمین تقاضای روزافزون مصرف‌کنندگان به منظور دستیابی به غذاهای سلامتی‌بخش خواهد بود (۹). با افزایش جمعیت جهان و کاهش زمین‌های کشاورزی، می‌توان جلبک‌ها را به عنوان منابع غذایی طبیعی در نظر گرفت. جلبک‌ها و ریزجلبک‌ها به صورت بالقوه منبع بزرگی از ترکیباتی هستند که می‌توانند جهت تولید مواد اولیه غذاهای عملگرا استفاده شوند (۲۶). ریزجلبک‌ها به‌واسطه ترکیبات شیمیایی متعادل، منابع زیستی مهمی برای فرآورده‌ها و کاربردهای جدید هستند و می‌توانند به عنوان بهبوددهنده در رژیم غذایی انسان و جیره غذایی حیوانات مورد استفاده قرار گیرند (۱۸). در میان گونه‌های شناخته شده ریزجلبک‌ها، *کلرلا ولگاریس*[1] و *اسپیرولینا پلاتنسیس*[2] ریزجلبک‌های خوراکی رایج و بدون عوارض جانبی می‌باشند. الگوی اسیدآمینه، کربوهیدرات‌ها و اسیدهای چرب موجود در ریزجلبک‌ها بسیار منطبق با پروتئین‌های موادغذایی دیگر هستند (۲۹). تاکنون تحقیقات متعددی در زمینه غنی سازی و کاربرد ریزجلبک‌ها از جمله اسپیرولینا پلاتنسیس در مجصولات تولیدشده بر پایه غلات، انجام گرفته‌است. به عنوان مثال، سوزنکار و همکاران (۱۳۹۷) اثر استفاده از پودر ریزجلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* را بر ویژگی‌های تغذیه‌ای، حسی، و کیفی ویفر روکش دار بررسی نمودند و مشاهده کردند که با استفاده از *اسپیرولینا* پلاتنسیس در ترکیب و فرمولاسیون ویفر روکش دار، به ویژه در سطوح جایگزینی ۱ درصد در کرم و ۱/۵ درصد وزنی/وزنی در نان ویفر روکش دار، می‌توان محصولی با کیفیت تغذیه‌ای و حسی مطلوب تولید نمود (۴). همچنین، صالحی‌فر و همکاران (۱۳۹۱)، به منظور تولید کلوچه صنعتی اقدام به غنی‌سازی آرد گندم با پودر ریزجلبک *اسپیرولینا* پلاتنسیس نمودند. نتایج نشان داد که میزان پروتئین، آهن و اسید چرب گامالینولنیک درکلوچه‌های غنی شده با *اسپیرولینا* پلاتنسیس، در مقایسه با نمونه کنترل، به طور معنی‌داری افزایش یافت و در مجموع با افزودن ۱ تا ۱/۵ درصد پودر *اسپیرولینا* پلاتنسیس به کلوچه سنتی ایرانی ضمن دستیابی به محصول غنی‌شده ویژگی‌های تغذیه‌ای و

1-*Chlorella vulgaris*
2-*Spirulina platensis*

حسی آن بهبود یافت (۵). با توجه به ویژگی‌های عملکردی و تغذیه‌ای جلبک *اسپیرولینا پلاتنسسیس*، لزوم استفاده از آن با هدف فراهم آوردن زمینه تولید محصولی با ویژگی‌های کیفی و ماندگاری بهتر، احساس می‌شود. بنابرین هدف این مطالعه بررسی تاثیر استفاده از عصاره‌های اتانولی، متانولی و پودر ریزجلبک اسپیرولینا بر خواص فیزیکوشیمیایی و بیاتی نان حجیم می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد اولیه

مواد مورد استفاده شامل آرد ستاره با درصد استخراج ۸۲٪ که از شرکت آرد گلمکان مشهد تهیه گردید. ریزجلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* از شرکت سیناریز جلبک قشم، مخمر نانوایی از نوع خشک فعال با نام تجاری فریمان تهیه شده از شرکت ایران ملاس، بهبود دهنده (با علامت تجاری بهنان BH911 تولید شده در کارخانه کرشمه یزد که ترکیبات آن شامل نشاسته، گلوتن گندم، مالت جو، دی و منو استیل اسید تارتاریک، اسید آسکوربیک و آلفا آمیلاز بود)، سایر ترکیبات شامل روغن، نمک یددار، شکر که در تهیه نان به کار رفت، از فروشگاه‌های معتبر تهیه گردید.

۲-۲- استخراج عصاره ها

۱۰گرم پودر خشک اسپیرولینا با نسبت ۱ به ۱۰ با حلال متانول ۸۰ درصد و با حلال اتانول ۷۵ درصد مخلوط شد. نمونه‌ها به مدت ۲۴ساعت در دمای محیط و شرایط هم‌زدن قرارگرفت. بعد از طی زمان استخراج عصاره‌ها با کاغذ صافی واتمن شماره یک، فیلتر شدند. عصاره‌های الکلی در تبخیرکننده چرخشی جداسازی شدند. عصاره حاصل در ظروف سربسته و در فویل آلومینیومی پیچیده و تا زمان استفاده در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت(۱۱).

۲-۳- تولید نمونه‌های نان

مقدار آرد مصرف شده برای تهیه هر بچ تولید ۱۰۰۰ گرم بود که با این شرایط میزان ۱۰ گرم عصاره متانولی، ۱۰گرم عصاره اتانولی و۱۰گرم پودر خشک اسپیرولینا به طور جداگانه بر پایه وزن آرد افزوده شد. نمک به مقدار ۱۰ گرم، مخمر به مقدار ۲۰ گرم توزین و به فرمولاسیون اضافه شد. مقدار آب مصرفی ۶۱۰ میلی لیتر بود. برای تهیه نمونه نان شاهد (بدون عصاره یا پودر اسپیرولینا) از آرد ستاره ، آب، مخمر، بهبوددهنده و نمک استفاده شد. خمیر ترش نیز با فرمولاسیون ۱۰۰ قسمت آرد،۶۱ قسمت آب،۱/۵ قسمت نمک و۲ قسمت مخمر با مدت زمان تخمیر ۴ ساعت در دمای محیط (۳۰ درجه سانتی‌گراد) به‌طور جداگانه به هر کدام از خمیرها در زمان اختلاط افزوده شد. پس از اختلاط، خمیرهای آماده شده به صورت جداگانه در دمای محیط قرار داده شد تا مرحله تخمیر اولیه و یا به اصطلاح ور آمدن را طی نمایند. این کار تقریبا ۹۰ دقیقه به طول انجامید. طی‌سپری‌شدن این مدت روی خمیر با پارچه‌ای نمدار پوشانده‌شد. بعد از سپری شدن مدت تخمیر اولیه، خمیر به چانه‌های۲۵۰ گرمی تقسیم شده و داخل دستگاه رول کن قرار داده شد تا شکل باگت به‌خود گیرد. چانه‌ها به مدت ۵ دقیقه استراحت کردند که به آن تخمیر میانی می‌گویند. سپس قطعات خمیر شکل داده شده داخل گرمخانه (واگن تخمیر) با رطوبت نسبی ۷۵ ٪ و دمای ۳۸ درجه سانتی‌گراد به مدت یک ساعت و ۳۰ دقیقه قرار داده شد (تخمیر نهایی)(۲) . (شکل ۱).

شکل۱- مراحل تهیه خمیر؛ چانه‌گیری (راست)، استراحت خمیر (چپ)،

۲-٤- اندازه گیری فعالیت آبی نان

تعیین فعالیت آبی با استفاده از دستگاه واتراکتیویته متر (مدل TH500، ساخت شرکت Novasina سوئیس) و مطابق روش شرکت سازنده، در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد انجام گرفت. به این ترتیب که از تمام قسمت‌های نان به طور تصادفی قطعاتی ریز با اندازه حدود ۲ میلی‌متر بریده شد و درون سل دستگاه ریخته، سل درون جایگاه قرار گرفت و درب آن بسته و پس از گذشت مدت زمان معین، فعالیت آبی نمونه‌ها اندازه‌گیری شد (۱۰).

۲-۵- میزان رطوبت

در تحقیق حاضر میزان رطوبت نان، با روش استاندارد ملی ایران به شماره ۲۷۰۵ اندازه‌گیری شد. برای این منظور پلیت‌های حاوی ۱۰ گرم نمونه از وسط نان داخل آون (مدل ۱۰۰-۸۰۰ ساخت شرکت ممرت آلمان) با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت گذاشته شد. سپس در داخل دسیکاتور سرد و وزن نمونه‌ها تعیین گردید. در نهایت، میزان رطوبت محاسبه شد.

۲-٦- اندازه گیری pH

تعیین pH مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۳۷ با استفاده از یک دستگاه pH متر(مدل Knick ساخت آلمان) صورت گرفت. دستگاه pH متر با استفاده از محلول‌های بافر با pH ۴ و ۷ pH کالیبره شد.

۲-۷- اندازه‌گیری خاکستر

میزان خاکستر نان، با روش استاندارد ملی ایران به شماره ۲۷۰۶ و با استفاده از کوره الکتریکی (مدل F47 شرکت شیمی فن، ایران) و در دمای ۶۰۰-۵۵۰ درجه سانتی‌گراد انجام شد.

۲-۸- آزمون‌های تعیین بیاتی

آزمایشات مربوط به بیاتی مطابق روش روانفر و همکاران (۱۳۹۲)، آزمون تغییرات رطوبت پوسته و مغز، سفتی بافت بود که بلافاصله پس از پخت، دو و چهار روز بعد از پخت انجام شدند (در روز اول، سوم و پنجم) (۳). آزمایشات مربوطه در هر قرص نان در سه تکرار انجام شدند.

۲-۸-۱- آزمون رطوبت پوسته و مغز

روش آزمون بر طبق روش تعیین رطوبت (استاندارد ملی ایران به شماره ۲۷۰۵) می باشد. با این توضیح که برای بررسی بیاتی، رطوبت پوسته و مغز به طور جداگانه اندازه‌گیری شدند. پس از برداشتن مقدار مشخصی از نمونه نان، پوسته نان توسط تیغی از مغز آن جدا شده و هرکدام به طور جداگانه درون پتری‌دیش و آون قرار گرفتند و رطوبت اندازه گیری شد. رطوبت پوسته و مغز درهر نمونه در فواصل زمانی معین (در روز اول، سوم و پنجم) اندازه‌گیری شدند.

۲-۸-۲- سفتی بافت

سفتی نان توسط آزمون آنالیز پروفایل بافت[1] با استفاده از دستگاه تکسچر آنالایزر (مدل QTS25 CNS Farnell ساخت کشور انگلستان) و با روش AACC2000 اندازه‌گیری شد (۱۴).

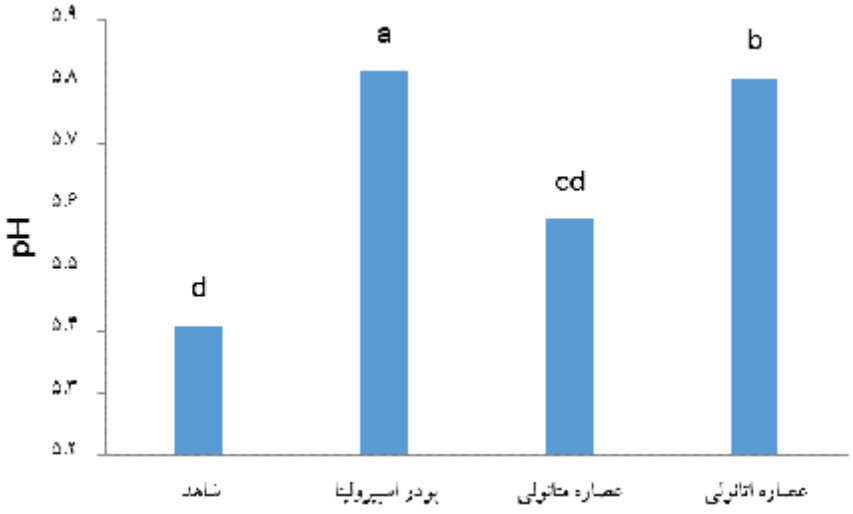
۲-۹- تجزیه و تحلیل آماری

آزمون‌ها در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار اجرا و داده های آزمایشی با نرم افزار SPSS:19 تجزیه و تحلیل شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح اطمینان ۵ درصد استفاده شد. نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel 2016 رسم گردید.

۳- نتایج و بحث

۳-۱-تاثیر استفاده از ریزجلبک اسپیرولینا بر pH نان حجیم

شکل۲ تاثیر عصاره اتانولی و متانولی و پودر ریزجلبک اسپیرولینا بر pH نان را نشان می‌دهد. مطابق شکل مشاهده می‌شود که بیشترین میزانpH مربوط به نان حاوی پودر ریزجلبک اسپیرولینا بود. بینpH نان حاوی عصاره متانولی اسپیرولینا و نمونه شاهد تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($p>0.05$).افزایشpH نمونه‌های حاوی ریزجلبک می‌تواند به علت pH قلیایی *اسپیرولینا پلاتنسیس* باشد(۲۸). در مطالعه García-Segovia و همکاران (۲۰۱۷) استفاده از ریزجلبک‌های *ایزوکرسیس گالبانا*[2]، *تتراسلمیس سوسیکا*[3]، *سندسموس آلمرینسیس*[4] و *نانوکلروپسیس گادیتانا*[5] در فرمولاسیون نان گندم باعث افزایشpH نسبت به نمونه شاهد گردید (۱۷).



شکل ۲- تاثیر استفاده از ریزجلبک اسپیرولینا بر pH نان

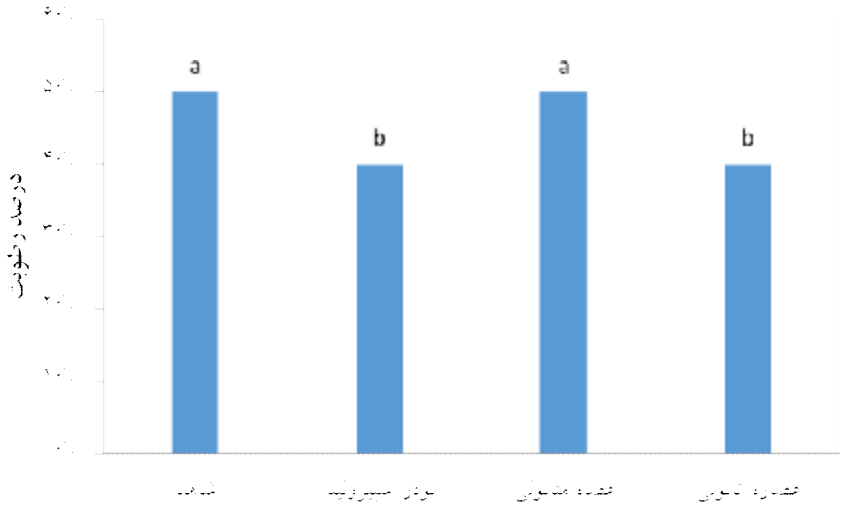
*حروف مشابه تفاوت معنی داری از لحاظ آماری ندارند ($p>0.05$).

1 -Texture Profile Analysis (TPA)

2- Isochrysis galbana,
3 -Tetraselmis suecica
4 -Scenedesmus almeriensis
5 -Nannochloropsis gaditana

۳-۲- تاثیر استفاده از ریزجلبک اسپیرولینا بر رطوبت نان حجیم

با توجه به شکل۳ مشاهده می‌شود که بیشترین میزان رطوبت مربوط به تیمار عصاره متانولی بود که تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد نداشت. بین تیمارهای عصاره اتانولی و پودر ریزجلبک اسپیرولینا تفاوت معنی‌داری از لحاظ میزان رطوبت مشاهده نشد ($p>0.05$). به‌طور کلی استفاده از اسپیرولینا به هر سه شکل باعث افزایش رطوبت نسبت به نمونه شاهد شد. سلول‌های پروکاریوت *اسپیرولینا پلاتنسیس* فاقد دیواره سخت سلولی هستند که این موضوع باعث جذب سریع آب توسط محتویات سلولی آن به‌ویژه پروتئین‌ها می‌شود. در واقع مولکول‌های پروتئینی *اسپیرولینا* پلاتنسیس به سبب دارا بودن خاصیت آب دوستی بر سر جایگاه‌های اتصال با آب با مولکول‌های نشاسته به رقابت می‌پردازند که این امر منجر به افزایش رطوبت نمونه‌های نان می‌شوند (۱۲). Piteria و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند که پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌های جلبکی نقش مهمی در جذب آب در بیسکویت دارند (۲۴).



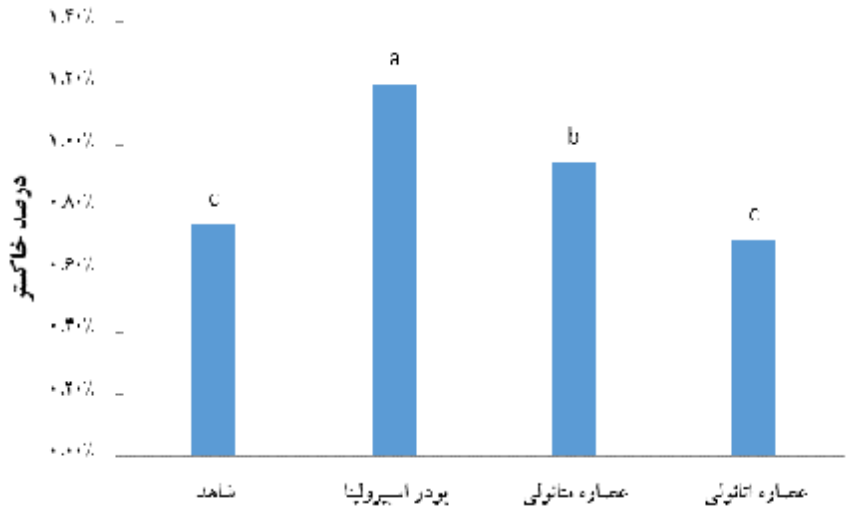
شکل ۳- تاثیر استفاده از ریزجلبک اسپیرولینا بر رطوبت نان

*حروف مشابه تفاوت معنی داری از لحاظ آماری ندارند ($p>0.05$).

۳-۳- تاثیر استفاده از ریزجلبک اسپیرولینا بر خاکستر نان حجیم

با توجه به شکل ۴ مشاهده می‌شود که بیشترین درصد خاکستر مربوط به نان‌های حاوی پودر ریزجلبک اسپیرولینا بود. کمترین میزان خاکستر نیز در تیمار شاهد (۰/۰۸ ±۰/۷۵درصد) و تیمار حاوی عصاره اتانولی (۰/۱ ±۰/۷درصد) مشاهده شد. نتایج Mamatha و همکاران (۲۰۰۷) بیانگر افزایش خاکستر در نوعی اسنک به‌نام پاکادو[1] با استفاده از جلبک *انترومورفا کمپرسا*[2] بود (۲۰). Prabhasankar و همکاران (۲۰۰۹) نیز در تحقیقی غنی‌سازی سمولینای پاستا را با سطوح مختلف جلبک واکامه انجام دادند. پودر جلبک واکامه به طور معنی‌داری میزان خاکستر پاستا را افزایش داد (۲۵). علت افزایش خاکستر در نمونه‌های حاوی پودر ریزجلبک اسپیرولینا نسبت به عصاره‌های اتانولی و متانولی بالابودن میزان خاکستر در پودر می‌باشد(۲۸).

1- Pacado
2 -*Enteromorpha campestre*

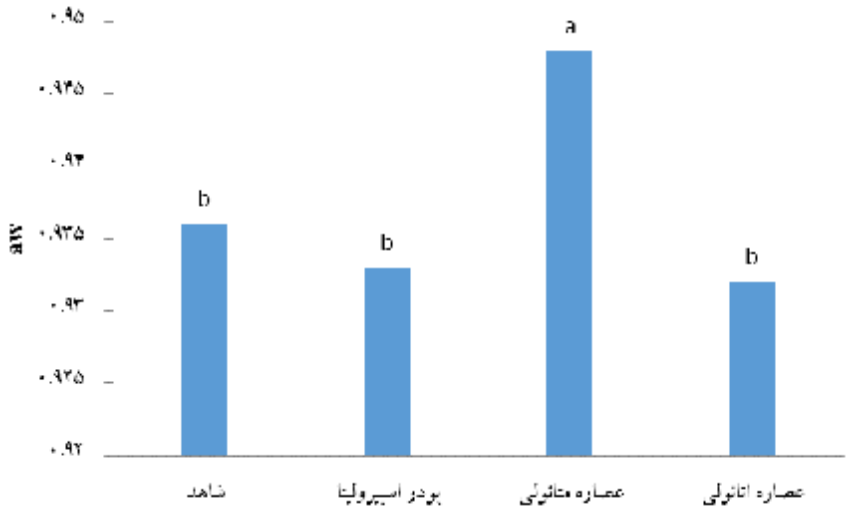


شکل ٤- تاثیر استفاده از ریزجلبک اسپیرولینا بر خاکستر نان

***حروف مشابه تفاوت معنی داری از لحاظ آماری ندارند ($p>0.05$).**

٤-٣- تاثیر استفاده از ریزجلبک اسپیرولینا بر فعالیت آبی (a_w) نان حجیم

مطابق نتایج شکل ۵ مشاهده می‌شود که بیشترین میزان فعالیت آبی مربوط به تیمار حاوی عصاره متانولی ریزجلبک اسپیرولینا بود. بین تیمارهای شاهد، پودر و عصاره اتانولی ریزجلبک اسپیرولینا تفاوت معنی‌داری از لحاظ میزان فعالیت آبی مشاهده نشد ($p>0.05$).



شکل ۵- تاثیر استفاده از ریزجلبک اسپیرولینا بر فعالیت آبی (a_w) نان

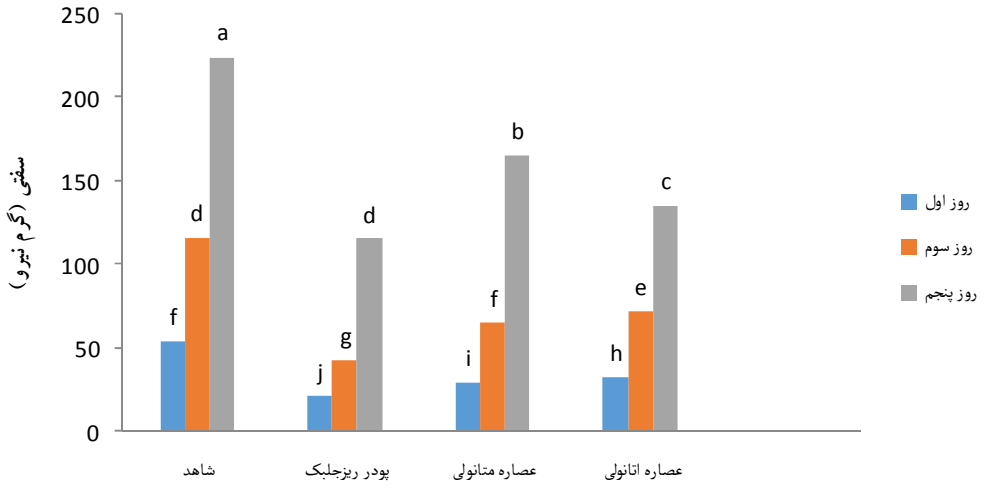
***حروف مشابه تفاوت معنی داری از لحاظ آماری ندارند ($p>0.05$).**

بخش مهمی از آب در ماده غذایی متصل به عواملی چون گروه هیدروکسیل در پلی ساکاریدها و گروه‌های آمین و کربونیل در پروتئین‌ها از طریق پیوند هیدروژنی می‌باشد. میزان فعالیت آبی و آب غیر قابل انجماد (بر حسب میزان پروتئین موجود، که نقش مهمی در جذب آب دارد) از یک ماده به ماده دیگر فرق می‌کند. همانطور که پیشتر گفته شد،

بیش از نیمی از ساختار اسپیرولینا پروتئینی است. احتمالا بخش پروتئینی اسپیرولینا از طریق پیوند هیدروژنی و تعامل‌های یون- دی پل و دی پل-دی پل با مولکول‌های آب موجود در نمونه ژل‌ها اتصال برقرار کرده، از این طریق منجر به کاهش فعالیت آب نمونه‌ها گردیده‌است (۸). مصدق و همکاران (۱۳۹۸) مشاهده کردند که افزودن پودر ریزجلبک *دونالیلا سالینا*[1] در فرمولاسیون ماکارونی، منجر به افزایش محتوای رطوبت و نیز فعالیت آبی نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد گردید (۷).

۳-۵- تاثیر استفاده از ریزجلبک اسپیرولینا بر بیاتی نان

در شکل۶ و ۷ به ترتیب تغییرات سفتی و رطوبت نان طی ۵ روز نگهداری در دمای محیط آورده شده‌است.

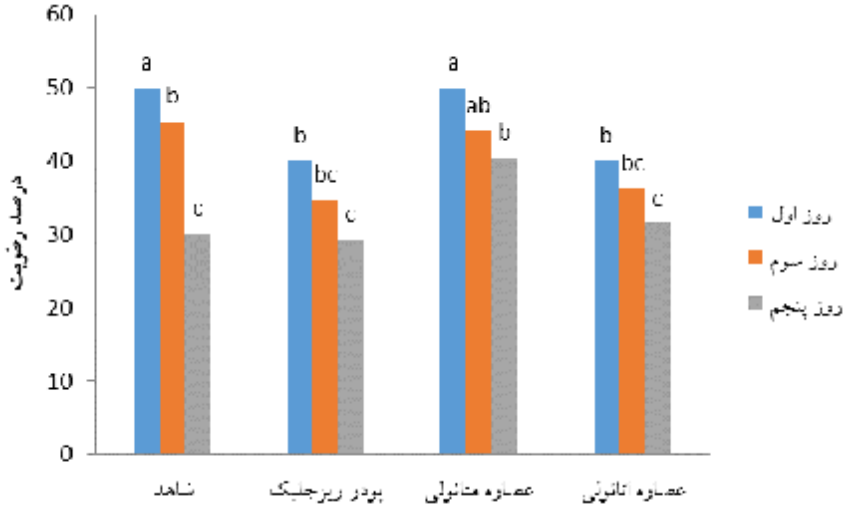


شکل ٦- تاثیر استفاده از ریزجلبک اسپیرولینا بر سفتی نان طی دوره نگهداری

***حروف مشابه تفاوت معنی داری از لحاظ آماری ندارند ($p>0.05$).**

1 -*Dunaliela Salina*

نتایج شکل۶ نشان می‌دهد که با افزایش دوره نگهداری میزان سفتی نان در همه تیمارها افزایش یافت اما این افزایش در تیمار حاوی پودر ریزجلبک اسپیرولینا کمتر بود و در روز پنجم نگهداری کمترین میزان سختی مربوط به همین تیمار بود. در پایان دوره نگهداری کلیه تیمارهای حاوی اسپیرولینا سفتی کمتری نسبت به نمونه شاهد داشتند.ریزجلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* میزان پروتئین و فیبر بالایی دارد که این پروتئین‌ها و فیبر می‌توانند با ملکول‌های آب پیوند برقرار کنند و سبب حفظ رطوبت در مغز محصول شود به همین دلیل نان‌های حاوی *اسپیرولینا* پلاتنسیس سفتی کمتری نسبت به نمونه شاهد داشتند (۱۳، ۲۱). Fradique و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که افزودن *اسپیرولینا* پلاتنسیس تا سطح ۵ درصد سبب کاهش سفتی نان شد (۱۶). افتخاری یزدی و همکاران (۱۳۹۸) نشان دادند که استفاده از ریزجلبک *اسپیرولینا* پلاتنسیس در سطح ۱ درصد سبب افزایش حجم مخصوص و تخلخل و کاهش سفتی در نان بربری شد (۱).در شکل ۷ نیز تغییرات رطوبت نان در طی ۵ روز نگهداری نشان داده شده است. با افزایش دوره نگهداری رطوبت کلیه تیمارها کاهش یافت. در روز پنجم نگهداری بیشترین میزان رطوبت مربوط به نمونه‌های حاوی عصاره متانولی ریزجلبک اسپیرولینا بود. سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری نشان ندادند ($p>0.05$).



شکل ۷- تاثیر استفاده از ریزجلبک اسپیرولینا بر رطوبت نان طی دوره نگهداری

*حروف مشابه تفاوت معنی داری از لحاظ آماری ندارند ($p>0.05$).

به‌طور کلی استفاده از تیمارهای متانولی اسپیرولینا باعث کاهش سفتی و افزایش رطوبت نان و در نتیجه کاهش بیاتی آن در پایان دوره نگهداری گردید. افزایش محتوای رطوبت نان در نتیجه استفاده از عصاره جلبکی، احتمالاً به این دلیل می‌باشد که ریزجلبک حاوی پلی ساکاریدها می‌باشد و این ترکیبات قادر به افزایش جذب آب و ظرفیت نگهداری آب طی مرحله تشکیل خمیر هستند. در مطالعه Heo و همکاران (۲۰۰۵) مشخص‌شد، عصاره‌های استخراج شده از جلبک‌های قهوه‌ای دارای ترکیباتی با وزن مولکولی پایین از جمله پلی ساکاریدها، پروتئین‌ها و ... بودند و این امر می‌تواند رطوبت بالای عصاره متانولی را توجیه کند (۱۹). در بررسی غنی سازی پاستا با سطوح مختلف جلبک اسپیرولینا پلاتنسیس، به طور موافق با نتایج پژوهش حاضر بیان کردند که با افزودن این جلبک، محتوای رطوبت نمونه‌های پاستا به طور معنی داری افزایش یافت (۲۳).

٤- نتیجه‌گیری

این پژوهش به منظور بررسی افزودن ریزجلبک اسپیرولینا به شکل عصاره اتانولی، متانولی و پودر بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و بیاتی نان حجیم انجام گرفت و مشخص شد که اضافه‌کردن ریزجلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* به فرمولاسیون نان باعث حفظ رطوبت و کاهش سفتی نان در پایان دوره نگهداری شد و باتوجه به این موضوع می‌توان گفت که تیمارهای اسپیرولینا توانسته‌اند بیاتی نان را نسبت به تیمار شاهد به تاخیر اندازد.

٥- منابع

۱. افتخاری یزدی، م.، شیخ الاسلامی، ز. و شریفی، ا. ۱۳۹۸. بهبود ویژگی های کیفی نان بربری با استفاده از ریزجلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس*. *نشریه ی نوآوری در علوم وفناوری غذایی*، جلد ۱۱، شماره ۲، ۷۸-۶۹.

۲. رجب زاده، ن. ۱۳۷۵. تکنولوژی نان، موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، چاپ دوم، صفحه ۱۲۳.

۳. روانفر، ن.، محمدزاده میلانی، ج. و رفتنی امیری، ز. ۱۳۹۲. بررسی تأثیر آرد مالت جو بر بیاتی نان بربری. *فصلنامه علوم و فناوری های نوین غذایی*، جلد ۱، شماره ۲،۲۲-۱۵..

٤. سوزنکار، ر.، موحد، س. و چایچی نصرتی، آ. ۱۳۹۷. غنی سازی ویفر روکش دار با استفاده از پودر ریز جلبک *آرتروسپیرا (اسپیرولینا)* پلاتنسیس. *مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران*، جلد ۱۳، شماره ۲، ٦۰-۵۱.

۵. صالحی‌فر، م.، شهبازی زاده، س.، خسروی دارانی، ک. و بهمدی، ه. ۱۳۹۲. بررسی امکان غنی‌سازی کلوچه صنعتی با استفاده از ریز جلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس*. *نوآوری در علوم و فناوری غذایی (علوم و فناوری غذایی)*، جلد ۵، شماره ۳، ٤٦-۳۹.

٦. مجذوبی، م.، مصباحی، غ.، سریری، ف.، فرحناکی، ع. و جمالیان، ج. ۱۳۸۹. اثر تفاله چغندر قند بر کیفیت نان بربری. *پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران*، جلد ٦، شماره ۱، ۲٦-۱۷.

۷. مصدق، ی.، توکلی، م.، کمالی روستا، ل.، خوشخو، ژ. و سلطانی، م. ۱۳۹۸. ماکارونی غنی شده با فیبر سیب زمینی و پودر جلبک دونالیلاسالینا و ارزیابی خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و حسی آن. *مجله علوم و صنایع غذایی*، جلد ۹۰، شماره ۱٦، ۸۷-۱۰۰.

8. AACC, C. 2000. Approved methods of the American association of cereal chemists. Methods, 54, 21.
9. Abdelghafor, R., Mustafa, A., Ibrahim, A. and Krishnan, P. 2011. Quality of bread from composite flour of sorghum and hard white winter wheat. *Advance Journal of Food Science and Technology*, 3(1): 9-15.
10. Aghajanpour, M., Nazer, M. R., Obeidavi, Z., Akbari, M., Ezati, P. and Kor, N. M. 2017. Functional foods and their role in cancer prevention and health promotion: a comprehensive review. American journal of cancer research, 7(4):740.
11. Akesowan, A. 2009. Quality of reduced-fat chiffon cakes prepared with erythritol-sucralose as replacement for sugar. *Pakistan Journal of Nutrition*, 8(9):1383-1386.
12. Arabshahi-Delouee, S. and Urooj, A. 2007. Antioxidant properties of various solvent extracts of mulberry (Morus indica L.) leaves. *Food chemistry*, 102(4):1233-1240.

13. Batista, A. P., Nunes, M. C., Fradinho, P., Gouveia, L., Sousa, I., Raymundo, A. and Franco, J. M. 2012. Novel foods with microalgal ingredients–Effect of gel setting conditions on the linear viscoelasticity of Spirulina and Haematococcus gels. *Journal of food engineering*, 110(2):182-189.
14. Belay, A. 2004. New scientific developments in the health benefits of Spirulina (Arthrospira): phycocyanin and its potential health benefits. *Nutritional Sciences*, 7(3): 165-173.
15. da Silva Gorg, C. M. and Aranda, D. A. G. 2003. Morphological and chemical aspects of Chlorella pyrenoidosa, Dunaliella tertiolecta, Isochrysis galbana and Tetraselmis gracilis microalgae.
16. Fradique, M., Batista, A. P., Nunes, M. C., Gouveia, L., Bandarra, N. M. and Raymundo, A. 2010. Incorporation of Chlorella vulgaris and Spirulina maxima biomass in pasta products. Part 1: Preparation and evaluation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90(10): 1656-1664.
17. García-Segovia, P., Pagán-Moreno, M. J., Lara, I. F. and Martínez-Monzó, J. 2007. Effect of microalgae incorporation on physicochemical and textural properties in wheat bread formulation. *Food Science and Technology International*, 23(5):437-447.
18. Heo, S.-J., Park, E.-J., Lee, K.-W. and Jeon, Y.-J. 2005. Antioxidant activities of enzymatic extracts from brown seaweeds. *Bioresource Technology*, 96(14): 1613-1623.
19. Mamatha, B., Namitha, K., Senthil, A., Smitha, J. and Ravishankar, G. 2007. Studies on use of Enteromorpha in snack food. *Food chemistry*, 101(4): 1707-1713.
20. Minh, N. 2014. Effect of Saccharomyces cerevisiae, Spirulina and preservative *supplementa*tion to sweet bread quality in bakery. *International journal of multidisciplinary research and development*, 1(4): 36-44.
21. Mutanda, T., Ramesh, D., Karthikeyan, S., Kumari, S., Anandraj, A. and Bux, F. 2011. Bioprospecting for hyper-lipid producing microalgal strains for sustainable biofuel production. *Bioresource Technology*, 102(1): 57-70.
22. Mustoolzadeh, S.S., Moradi, Y., Mortazavi, M.S. and Qa'en, M. 2017. Effects of Spirulina platensis micro-algae powder on the chemical, microbial and sensory properties of pasta. First National Conference on New Technologies in Iran's Science and Food Industry and Tourism, M.Sc. thesis, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources.Pp: 11.
23. Piteira, M., Maia, J., Raymundo, A. and Sousa, I. (2006). Extensional flow behaviour of natural fibre-filled dough and its relationship with structure and properties. *Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics,* 137(1-3):72-80.
24. Prabhasankar, P., Ganesan, P. and Bhaskar, N. 2009. Influence of Indian brown seaweed (Sargassum marginatum) as an ingredient on quality, biofunctional, and microstructure characteristics of pasta. *Food Science and Technology International,* 15(5): 471-479.
25. Selvam, R. 2002. Calcium oxalate stone disease: role of lipid peroxidation and antioxidants. *Urological research*, 30(1): 35-47.
26. Sousa, I., Gouveia, L., Batista, A. P., Raymundo, A. and Bandarra, N. M. 2008. Microalgae in novel food products. *Food chemistry research developments*, 75-112.
27. Spolaore, P., Joannis-Cassan, C., Duran, E. and Isambert, A. 2006. Commercial applications of microalgae. *Journal of bioscience*

and bioengineering, 101(2): 87-96.

28. Varga, L., Ásványi-Molnár, N. and Szigeti, J. F. 2012. Manufacturing technology for a Spirulina-enriched mesophilic fermented milk.

29. Vyssoulis, G.P., Papavassiliou, M.V., Megrinos, D.A. and Giannakopoulou, A. 2001. Side effects of antihypertensive treatment with ACE inhibitors. *Ametican Joutnal of Hypertension*. 14(4):114-25.

(Original Research Paper)

Investigating the Effect of *Spirulina platensis* Micro Algae on Physio-chemical Properties and Staling of Baguette Bread

Somayeh Sanjari[1], Hamid Sarhadi*[2], Fatemeh Shahdadi [3]

1- Department of Food Svience and Technology, Bam Branch, Islamic Azad University, Bam, Iran.
2- Department of Food Svience and Technology, Faculty of Agriculture, University of Jiroft, Jiroft, Iran.

Received:21/01/2020 Accepted:06/03/2020

Abstract

Microalgae are natural nutrients that can be used to develop new foods. *Spirulina platensis* is one of the most important microalgae that the World Health Organization has identified as «superior food» on Earth, as well as «the best solution for tomorrow». In this study, ethanol and methanol extracts and powder of *Spirulina platensis* microalga were added to bulk bread formulation and its effect on the physio-chemical properties of bread was investigated. The results showed that the addition of spirulina to bread formulation increased the pH. The highest amount of water activity was observed in methanol extracts of spirulina. Other treatments showed no significant difference in terms of water activity. The use of Spirulina in bulk bread reduced bread firmness at the end of the storage period compared to control treatment and played an important role in controlling the staling of bread. In general, the results of this study showed that spirulina powder had the greatest role in decreasing the Firmness Whereas, methanol extract had the highest moisture retention during storage but due to the dark green color in the samples containing microalgae powder, the use of the extract is recommended.

Key words: Baguette bread, Firmness, Spirulina microalgae, Staling.

*** Corresponding Author**: sarhadihamid@yahoo.com