تولید فرآورده‌های نانوایی فراسودمند با جلبک اسپیرولینا

هاله حدائق، منصوره قائنی، یزدان مرادی

چکیده:
با توجه به تاثیر استفاده از جلبک‌ها در رنگ و طعم مواد غذایی مختلف، مقبولیت فرآورده‌های حاوی جلبک بسته به فرهنگ و عادات غذایی در جوامع مختلف متفاوت است. البته با افزایش تقاضا برای استفاده از فرآورده‌های فراسودمند و سلامتی بخش، این ترکیبات می‌توانند در سبد غذایی خانوار جایگاه ویژه‌ای داشته باشند. فرآورده‌های نانوایی با توجه به گستردگی تنوع و مصرف سرانه بالا از اهمیت زیادی برخوردار بوده و تحقیقات بسیاری نیز در راستای غنی‌سازی آنها انجام گرفته است. در این مقاله به بررسی نتایج غنی‌سازی این محصولات با جلبک اسپیرولینا با هدف تولید فرآورده‌های فراسودمند و پتانسیل‌های موجود پرداخته‌ایم.

واژه‌های کلیدی: اسپیرولینا، کیک و بیسکویت، پاستا، نان

مقدمه:

توسعه جوامع از جنبه‌های مختلف فرهنگی، علمی و اقتصادی سبب ایجاد تغییرات زیادی در سبک زندگی و عادات غذایی گردیده و متاسفانه تمایل به استفاده از مواد غذایی پر کالری و در کنار آن عدم تحرک کافی که سبب ایجاد چاقی و ابتلا به بسیاری از بیماریها می‌گردد، افزایش یافته است. از سوی دیگر و به موازات این تغییر، با بالارفتن آگاهی‌ها بواسطه توسعه ابزار اطلاع رسانی، و افزایش پژوهش‌های انجام شده، تمایل بسیاری از افراد به مصرف مواد غذایی سلامتی بخش در حال افزایش است و سرآمد آنها مواد غذایی فراسودمند قرار دارد (Plaza *et al.*, 2008). دلیل فراسودمند بودن مواد غذایی که به این نام خوانده می‌شوند، دارا بودن ترکیباتی یا مواد تشکیل دهنده‌ای است که در سایر مواد غذایی معمول وجود ندارد یا مقدار آنها بسیار اندک است.

ترکیبات بسیاری از جلبک‌ها نشان داده است که این ارگانیسم‌ها می‌توانند منابع طبیعی جالب توجهی برای تولید فرآورده‌های فراسودمند به‌شمار روند؛ چرا که به طور کلی تمامی آنها از ویژگی‌های تغذیه‌ای برجسته‌ای برخوردار بوده و می‌توانند به عنوان منابع خوبی از پروتئین، کربوهیدرات، فیبر، مواد معدنی و ویتامین‌ها محسوب شوند؛ مضاف بر اینکه حاوی مقادیر کمی چربی هستند. همچنین دارا بودن ترکیبات منحصر بفردی نظیر آنتی اکسیدانها، ترکیبات ضد باکتریایی و ضد سرطان در بسیاری از جلبک‌ها تمایل به استفاده از آنها را در مواد غذایی فراسودمند در سالهای اخیر بسیار افزایش داده است (Plaza *et al.*, 2008). در این میان، جلبک‌های سبز-آبی بیشترین توجه را به عنوان منابع بالقوه پروتئین، اسیدهای چرب و مواد معدنی به خود اختصاص داده‌اند و در میان این دسته جلبک‌ها، سیانوباکتریوم رشته‌ای، اسپیرولینا، یکی از برجسته‌ترین‌ها به شمار می‌رود (Campanella *et al.*,1999). فرآورده‌های غذایی تهیه شده با چنین جلبک‌هایی علاوه بر دارا بودن ارزش تغذیه‌ای بالا، به جهت ایجاد رنگ، در بسیاری از فرآورده‌ها علی الخصوص فرآورده‌های نانوایی جذاب و مشتری پسند عنوان شده‌اند (Batista *et al.*, 2012). البته ثبات رنگ در فرآورده‌های مختلف نانوایی با مواد اولیه متفاوت و فرایندهای مختلف در فرآوری، مساله‌ای است که باید جهت پسند بیشتر مشتری مد نظر قرار گیرد. از آنجاییکه فیکوسیانین‌ها در برابر نور، pH و دمای بالا حساسند، برخی تحقیقات انجام شده در این راستا نشان داده‌اند که غلظت بالای قندها پایداری حرارتی آنها را افزایش داده، اسپیرولینا را برای استفاده در تولیدات صنعتی نظیر بسیاری از فرآورده‌های نانوایی و قنادی مناسب می‌سازد. البته اثر بازدارندگی قندها بر روی رنگ آبی فیکوسیانین‌ها به غلظت نهایی شکر بستگی دارد (Martelli *et al.*, 2014).

اسپیرولینا چیست؟

در استفاده تجاری، اسپیرولینا نوعی جلبک سبز-آبی از شاخه سیانوباکتریوم‌ها خاصه سویه‌های *Arthrospira platensis* و *Arthrospira maxima* است که عمدتاً برای مصارف غذایی، مکمل‌های تغذیه‌ای و تغذیه دام کاربرد دارد. این سویه در زمین‌های مسطح شور قلیایی در مناطق استوایی و زیر استوایی کشت می‌شود (Gershwin and Belay, 2007). فواید سلامتی بخش اسپیرولینا عمدتاً به ترکیبات شیمیایی آن مربوط است (Sotiroudis and Sotiroudis, 2013). این جلبک غنی از پروتئین (۵۰ تا ۷۰ درصد بر مبنای ماده خشک)، بوده و حاوی اسیدهای آمینه ضروری است. پروفایل اسیدهای آمینه این جلبک به جز لیزین و اسیدهای امینه سولفوردار با آنچه FAO/WHO توصیه کرده‌اند قابل مقایسه است. بر خلاف پروتئین‌های

حیوانی، اسپیرولینا به عنوان منبع پروتئینی با چربی و کالری اندک و فاقد کلسترول معرفی شده، علاوه بر دارا بودن مواد معدنی و اسیدهای چرب ضروری نظیر گاما لینولئیک اسید ، به جهت عدم وجود دیواره سلولزی به راحتی قابل هضم می‌باشد (Ak *et al*. 2016; Morsy *et al.*, 2014; Sotiroudis and Sotiroudis, 2013; Richmond, 2004; Campanella *et al.*,1999; Ortega-Calvo, 1993). همچنین نشان داده شده رنگدانه‌های آبی این جلبک (فیکوسیانین‌ها)، در افزایش قابلیت دسترسی آهن و پروتئین نقش به سزایی دارند (Jassby, 1988). علاوه بر آن، اسپیرولینا حاوی مقادیر بالایی کاروتنوئید، کلروفیل، ، آهن و ویتامین B12 بوده و به عنوان ترکیبی ایمن[۱۰] بدون هر گونه اثر سمی شناخته شده است (Sotiroudis and Sotiroudis, 2013; Polonio *et al*., 2012; Gershwin and Belay, 2007).

تحقیقات بسیاری در استفاده از جلبک اسپیرولینا جهت تولید فرآورده‌های فراسودمند نانوایی انجام شده است که در ادامه به بررسی نتایج افزودن این جلبک به فرآورده‌های مختلف نانوایی می‌پردازیم.

تولید کیک و بیسکویت فراسودمند با استفاده از اسپیرولینا:

کیک و بیسکویت عموماً به صورت میان وعده خورده می‌شوند ولی با توجه به اینکه کودکان گروه بزرگی از مصرف کنندگان این محصولات را به خود اختصاص می‌دهند، فراسودمند کردن آنها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به بیان دیگر می‌توان گفت این محصولات بستر مناسبی برای غنی‌سازی به شمار می‌روند. از این رو تحقیقات زیادی در این خصوص انجام گرفته است. پولونیو و همکارانش در سال ۲۰۱۲ کیک کاساوایی تولید کردند که با توده زیستی اسپیرولینا پلاتنسیس (در دو مقدار ۱ و ۲ درصد) و نوعی سبوس (۲ و ۴ درصد) تهیه شده از نشاسته کاساوا غنی شده بود. لیونل پیش از آن در سال ۲۰۰۱ گزارش کرده بود که سبوس کاساوا غنی از مواد معدنی نظیر فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، سولفور، آهن، روی و مس می‌باشد (Leonel, 2001). نتایج به دست آمده حاکی از افزایش ارزش تغذیه‌ای کیک‌ها به واسطه افزایش پروتئین، فیبر و خاکستر بود. همچنین کیک‌های تهیه شده با ۲ درصد توده زیستی اسپیرولینا از مقبولیت بالایی در بین ارزیابان برخوردار شدند. ارزیابی حسی توسط کودکان ۷ تا ۱۰ ساله انجام شد. دیگر مزیت این کیک‌ها ارزان قیمت بودن نسبی آنها عنوان شده است که این محصول را جهت استفاده در تغذیه مدارس کودکان مناسب می‌سازد (Polonio *et al*., 2012). در همین سال، صالحی فر و همکارانش اثر استفاده از ریزجلبك اسپیرولیناپلاتنسیس بر ویژگیهاي بافتي، رنگي و تغذیهاي کلوچه را بررسی کردند. آنها جلبک را به میزان ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد وزنی به خمیر کیک اضافه کرده و میزان پروتئین، آهن، اسیدهای چرب غیراشباع و عدد پراکسید را مورد سنجش قرار دادند. نتایج نشان دادند که کلوچه غنی شده با اسپیرولیناپلاتنسیس در مقابل فساد اکسیداتیو پایداری بیشتری دارد. دلیل کاهش عدد پراکسید، خاصیت آنتی اکسیدانی رنگدانه‌های جلبک عنوان شد. همچنین پروفایل اسیدهای چرب نشان دادند که با وجود کم و بیش مشابه بودن اسیدهای چرب غالب، با افزایش میزان جلبک در ترکیب کلوچه، میزان اسید گاما لینولنیک افزایش می‌یابد و همین مورد سبب بالا رفتن ارزش تغذیه‌ای کیک‌ها می‌گردد. البته گوونیا و همکاران در تحقیق مشابهی از ریزجلبك ایزوکرایسیسگالبانو در تولید بیسکویت استفاده کردند. آن ها افزایش میزان ریزجلبك ایزوکرایسیس گالبانو را موجب حضور اسیدهاي چرب امگا 3 در بیسکویتهاي غني شده دانستند؛ درحالیکه این اسیدهای چرب در نمونه شاهد وجود نداشتند(Gouveia *et al*., 2008). رنگ کیک‌های غنی شده با اسپیرولینا برای بسیاری از ارزیابان مورد پسند واقع نشد ولی در مقابل برخی آنرا تنوع و نوآوری دانستند. در کل بهترین امتیاز به جایگزینی ۱ و ۱/۵ درصد اسپیرولینا در نسبت وزنی/وزنی تعلق گرفت. البته این پیشنهاد هم مطرح است که می‌توان مغزی کلوچه‌ها را با جلبک غنی-سازی کرد (صالحی فر و همکاران، ۱۳۹۱)

سینگ و همکارانش در سال ۲۰۱۳ با هدف افزایش میزان فیبر و پروتئین در بیسکویت‌ها، به بررسی اثر افزودن اسپیرولینا پلاتنسیس و سورگوم به بیسکویت‌های تهیه شده از آرد کامل گندم پرداخته و با استفاده از نرم افزار RSM مقادیر بهینه جلبک و سورگوم در فرمولاسیون را به ترتیب ۷ و ۳۰ گرم در ۱۰۰ گرم آرد اعلام کردند. نتایج این تحقیق نشان دادند میزان پروتئین در بیسکویت‌ها از ۵/۶ به ۱۳/۷ درصد و میزان فیبر از ۲/۲ به ۴/۴ درصد افزایش یافت. استفاده از جلبک در مقادیر بالاتر از ۷ درصد اثر منفی بر طعم بر جای گذاشت (Singh *et al*., 2013).

---

[۱۰] Generally recognized as safe (GRAS)

شهبازی زاده و همکاران در سال ۲۰۱۴ به غنی سازی کلوچه‌های سنتی با جلبک اسپیرولینا پلاتنسیس به میزان ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد وزنی پرداخته و ویژگی‌های فیزیکی، تغذیه‌ای، آنتی اکسیدانی، ضد بیاتی و ارگانولپتیکی آنرا مورد ارزیابی قرار دادند. در تایید نتایج سایر محققان، میزان آهن، پروتئین و اسید گاما لینولنیک در کلوچه‌های غنی شده افزایش یافته و بیشترین امتیاز ارزیابی حسی به نمونه‌های حاوی ۱ و ۱/۵ درصد اسپیرولینا تعلق گرفت. مطابق با نتایج به دست آمده توسط صالحی‌فر و همکاران (۲۰۱۲) استفاده از جلبک در کلوچه‌ها سبب پایداری اکسیداتیو گردید (شهبازی زاده و همکاران، ۲۰۱۴).

تولید پاستا و فرآورده‌های اکسترود شده فراسودمند با استفاده از اسپیرولینا:

بسیاری از فرآورده‌های اکسترود شده بر پایه غلات غنی از کربوهیدرات و به لحاظ پروتئینی دچار کمبود بوده و اغلب جهت تامین اسیدهای امینه ضروری با ترکیبات حاوی پروتئین غنی می‌شوند. اسپیرولینا یکی از این منابع بالقوه است که در بسیاری از تحقیقات به آن پرداخته شده است. البته با توجه به اینکه فرایند اکستروژن در دما و فشار نسبتاً بالا انجام می‌شود، میبایست اثر این عوامل را بر پایداری اسپیرولینا و کیفیت محصول نهایی در نظر گرفت. جوشی و همکارانش در سال ۲۰۱۴ به بررسی عوامل مختلف در این فرایند، نظیر سرعت مارپیچ، دمای مخزن استوانه‌ای، نسبت ترکیبات فرمولاسیون و رطوبت آنها بر ویژگی‌های مخلوط اسپیرولینا- ذرت پرداختند و گزارش کردند می‌توان به طور موفقیت آمیزی از اسپیرولینا به میزان ۷/۵ درصد در فرمولاسیون استفاده کرده و فرآورده‌ای ترد حاوی مقادیر قابل توجهی کاروتنوئید، پروتئین و روی به دست آورد؛ به گونه‌ای که ۱۰۰ گرم از این فرآورده اکسترود شده تقریباً ۱۰ درصد نیاز تغذیه روزانه به روی و ۲۵ درصد به پروتئین را برآورده می‌سازد (Joshi *et al*., 2014).

استفاده از اسپیرولینا در تولید سایر فرآورده‌های اکسترود شده نظیر پاستا نیز مورد بررسی قرار گرفته است. دومارکو و همکارانش در تحقیق خود در سال ۲۰۱۴ از این جلبک به میزان ۵، ۱۰ و ۲۰ گرم در ۱۰۰ گرم آرد استفاده کردند. آنها گزارش کردند با وجود افزایش میزان پروتئین در بکاربری اسپیرولینا در پاستا، قابلیت هضم پروتئین با افزایش میزان جلبک کاهش می‌یابد و دلیل آنرا انکپسوله شدن گرانول‌های نشاسته توسط پروتئین عنوان کردند که سبب محدود شدن برهمکنش آنزیمهای آمیلازی با نشاسته و در نهایت کاهش قابلیت هضم می‌گردد (De Marco *et al*., 2014).

فرادیک و همکارانش (۲۰۱۰) نشان دادند که پاستای تازه تهیه شده با استفاده از آرد سمولینای متداول که به آن دو جلبک کلرا ولگاریس و اسپیرولینا ماکسیما به میزان ۰/۵، ۱ و ۲ درصد وزنی افزوده شده بود، در مقایسه با نمونه شاهد به لحاظ ویژگی-های کیفی زمان پخت بهینه، افت پخت، شاخص تورم، جذب آب ترکیبات فیزیکوشیمیایی و خصوصیات بافت برتری داشتند. آنها همچنین گزارش کردند که نمونه‌های حاوی اسپیرولینا ماکسیما به طور چشمگیری میزان پروتئین بیشتری از نمونه شاهد داشتند (Fradique *et al*., 2010). نتایج مشابهی توسط لمس و همکارانش (۲۰۱۲) با استفاده از اسپیرولینا به میزان ۵ و ۱۰ درصد در مورد پاستای تازه گزارش شد. زواری و همکارانش نیز در سال ۲۰۱۱ در تحقیقی مشابه با جلبک سبز-آبی آرتروزوپیرا پلاتنسیس (در میزان ۱، ۲ و ۳ گرم در ۱۰۰ گرم سمولینا) بر نتایج فوق صحه گذاشتند. آنها همچنین بیان داشتند استفاده از این جلبک به میزان ۲ گرم در ۱۰۰ گرم سمولینا می‌تواند علاوه بر بهبود ویژگی‌های حسی، سبب افزایش فعالیت آنتی اکسیدانی پاستا گردد (Zouari *et al*., 2011). پاگنوسات و همکارانش در سال ۲۰۱۴ به ارزیابی اثر تکنولوژیکی و تغذیه‌ای جلبک اسپیرولینا پلاتنسیس و جوی دوسر در فرمولاسیون پاستا و سپس بهینه سازی فرمولاسیون با استفاده از نرم افزار RSM پرداختند. آنها اسپیرولینا را در دوزهای ۰/۶ تا ۴ درصد و جوی دوسر را در مقادیر ۷ تا ۵۰ درصد آرد استفاده کردند. به طور کلی افزودن اسپیرولینا بر رنگ و میزان جامدات محلول در پاستا اثرگذار بود؛ درحالیکه جوی دوسر بیشتر بر میزان اسید و همچنین فیبر موثر واقع شد (Pagnussatt *et al*., 2014). در دوزهای بالاتر تاثیر جلبک بر عطر و طعم فرآورده اجتناب ناپذیراست. چنانچه پژوهشگران مختلف اثر افزودن جلبک اسپیرولینا به اسنک‌های اکسترود شده را بر ویژگی-های حسی در دوز بالای ۱۰ درصد منفی ارزیابی کردند. مورسی و همکارانش در سال ۲۰۱۴ این جلبک را در تیمارهای مختلف به میزان ۲/۵، ۵، ۷/۵، ۱۰ و ۱۲/۵ درصد به اسنک‌ها اضافه کردند. به طور کلی مقبولیت ۵۹/۸۸ درصد گزارش شد و از میان تیمارها، بیشترین امتیاز به نمونه‌های حاوی ۲/۵ درصد جلبک تعلق گرفت. البته جایگزینی ۱۰ درصد اسپیرولینا با آرد ذرت سبب بهبود ویژگی‌های بافتی فرآورده اکسترود شده گردید. مشابه سایر تحقیقات انجام شده، میان افزایش میزان

پروتئین با افزایش مقدار جلبک رابطه مستقیمی برقرار بود. همچنین نمونه‌های حاوی اسپیرولینا به لحاظ میکروبی ایمن‌تر شناخته شده و اثر ضد کپکی نمایان کردند (Morsy *et al*., 2014). بر خلاف این نتایج به لحاظ اثر ضد کپکی، اوزیورت و همکارانش (۲۰۱۵) تفاوت چشمگیری میان نمونه‌های حاوی اسپیرولینا و نمونه‌های شاهد مشاهده نکردند. آنها در تحقیق خود از جلبک اسپیرولینا پلاتنسیس در مقادیر بالاتر (۵، ۱۰ و ۱۵ درصد وزنی) استفاده کردند. این محققان برخلاف فرادیک و همکارانش (۲۰۱۰)، افت پخت را در تمام نمونه‌ها مشابه و کمتر از حد مورد قبول به لحاظ تکنیکی عنوان کردند. البته به لحاظ حسی، نمونه حاوی ۱۰ درصد اسپیرولینا مقبولیتی مشابه شاهد داشته و رنگ سبز بوجود آمده در نمونه‌ها مورد پسند بود (Özyurt *et al*., 2015)

تولید نان فراسودمند با استفاده از اسپیرولینا:

نان در بسیاری از کشورها از جمله ایران از مصرف بسیار بالایی برخوردار بوده و به بیانی دیگر قوت غالب محسوب می‌شود؛ از این رو از اهمیت بسیاری برخوردار است. تحقیقات بسیاری در تولید انواع نان‌های فراسودمند با ترکیبات مختلف انجام شده و با توجه به ارزان بودن این ماده غذایی در بسیاری از کشورها، می‌بایست به مقوله قیمت در فرمولاسیون اهمیت ویژه‌ای داد. از این رو استفاده از جلبک‌ها می‌تواند تامین کننده هر دو هدف باشد.

با توجه به اینکه افزودن یک منبع پروتئینی به فرمولاسیون نان‌های فاقد گلوتن علاوه بر دارا بودن نقش مثبت در تعدیل فرمول، می‌تواند از متلاشی شدن بافت فرآورده نیز جلوگیری کند، استفاده از اسپیرولینا می‌تواند در تشکیل شبکه در چنین نان‌هایی مثبت واقع شود. در این راستا سلمو و سالاس ملادو در سال ۲۰۱۴ با هدف بهبود ویژگی‌های کیفی و تغذیه‌ای نان‌های بدون گلوتن، به بهینه‌سازی متیل سلولز، ترانس‌گلوتامیناز و اسپیرولینا در فرمولاسیون نان‌های تهیه شده با آرد برنج پرداختند. نتایج نشان دادند با افزایش میزان جلبک اسپیرولینا، روشنی مغز نان کاهش و حجم مخصوص افزایش می‌یابد. بیشترین نرمی نان به نمونه‌هایی تعلق داشت که حاوی مقادیر بالای آرد گندم و ۱/۵ درصد متیل سلولز بودند؛ درحالیکه ترانس‌گلوتامیناز و اسپیرولینا بر این فاکتور اثر آنتاگونیستی داشتند. به این معنی که با افزایش مقدار ترانس‌گلوتامیناز و کاهش اسپیرولینا و یا افزایش اسپیرولینا و کاهش ترانس‌گلوتامیناز بافت نرم‌تری حاصل می‌شد. آنها همچنین گزارش کردند که افزایش میزان استفاده از جلبک اسپیرولینا در نان تهیه شده با آرد برنج از ۱ به ۴ درصد، به افزایش ۲۰ درصدی میزان پروتئین در این نان منجر شده است. این در حالیست که ارزیابان حسی امتیاز بیشتری به نمونه‌های حاوی مقادیر کمتر اسپیرولینا دادند. مقادیر بهینه، متیل سلولز ۱/۵ درصد و ترانس‌گلوتامیناز ۰/۲ تا ۰/۶ درصد (بسته به میزان اسپیرولینا) گزارش شدند (Selmo and Salas-Mellado, 2014).

اک و همکارانش در سال ۲۰۱۶ در تحقیق خود با هدف غنی سازی نان با جلبک اسپیرولینا، ۱۰ درصد از این جلبک را به فرمولاسیون نان اضافه کردند که علاوه بر افزایش پروتئین، آهن (به میزان ۵ برابر)، کلسیم و منیزیم، اثر چشمگیری بر ترکیبات فرار و ماندگاری نان نیز بر جای گذاشت. آنها ترکیبات فرار نان‌های تهیه شده با اسپیرولینا قبل و بعد از پخت مورد سنجش قرار داده و گزارش کردند که خمیرهای نان حاوی اسپیرولینا قبل از پخت حاوی ۱۳ ترکیب فرار هستند که پس از پخت کاهش چشمگیری می‌یابند. همچنین ۱۰ ترکیب مولد عطر و طعم متفاوت (نسبت به نمونه شاهد) در نان‌های حاوی اسپیرولینا یافت شدند که احتمالاً دلیل اصلی طعم متفاوت نان‌های حاوی این جلبک می‌باشند (Ak *et al*., 2016).

در ایران نیز استفاده از جلبک اسپیرولینا در تولید نان مورد بررسی قرار گرفته است. باغستانی و همکاران در سال ۱۳۹۱ جهت غنی‌سازی نان سنگک از این جلبک استفاده کرده و نتایج حاصله با وجود دو رنگ شدن نانها، موید مقبولیت توسط ارزیابان و امکان غنی‌سازی نان‌ها با این جلبک می‌باشد (باغستانی و همکاران، ۱۳۹۱)

با توجه به روزافزونی استفاده از خمیرترش و خصوصاً استارترهای لاکتیکی در فرمولاسیون نان‌ها، با توجه به اینکه نشان داده شده استفاده از توده زیستی اسپیرولینا سبب افزایش سرعت توسعه سویه‌های مختلفی از میکروارگانیزمهای موجود در فرآورده‌های تخمیری (نظیر لاکتوکوکوس‌ها، لاکتوباسیلوس‌ها، استرپتوکوکوس‌ها) در محیط آزمایشگاهی می‌گردد (Bhowmik *et al*., 2009)، می‌توان پیش بینی کرد استفاده از تلفیق این جلبک خصوصاً با باکتری‌های پروبیوتیک نتایج ارزنده‌ای را به دنبال داشته باشد و پیشنهاد می‌گردد با سویه‌های مختلف باکتری‌ها مورد آزمون قرار گیرد.

منابع

باغستانی، م.، عزیزخانیف م.، باقری، ز.، بوستانی، ا.، نیکمنش، ه.، صفابخش، م.، نجفی، ر.، باغستانی، م. (۲۰۱۳). کاربرد اسپیرولینا به عنوان مکمل غذائی روی در غنی سازی نان سنگک ایرانی. *مجله علمی پژوهشی فیض، دانشگاه علوم پزشکی کاشان*, ۱۶ (۷), ۷۲۶-۷۲۵.

صالحي فر، م.، شهبازي زاده، س.، خسروي داراني، ک.، بهمدي، ه.، فردوسي، ر. (۱۳۹۱). بررسي امكان استفاده از پودر ريزجلبك اسپيرولينا پلاتنسيس در توليد كلوچه صنعتي. مجله علوم تغذيه و صنايع غذايي ايران، ۷(٤)، ٦٣-٧٢.

Ak, B., Avşaroğlu, E., Işık, O., Özyurt, G., Kafkas, E., Etyemez, M., & Uslu, L. (2016). Nutritional and Physicochemical Characteristics of Bread Enriched with Microalgae Spirulina platensis. *International Journal of Engineering Research and Application*, 6 (12), 30-38.

Batista, A. P., Nunes, M. C., Fradinho, P., Gouveia, L., Sousa, I., Raymundo, A., & 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.

Bhowmik, D., Dubey, J., & Mehra, S. (2009). Probiotic efficiency of Spirulina platensis-stimulating growth of lactic acid bacteria. *World Journal of Dairy Food Science*, 4(2), 160-163.

Campanella, L., Crescentini, G., & Avino, P. (1999). Chemical composition and nutritional evaluation of some natural and commercial food products based on Spirulina. *Analusis*, 27(6), 533-540.

De Marco, E. R., Steffolani, M. E., Martínez, C. S., & León, A. E. (2014). Effects of spirulina biomass on the technological and nutritional quality of bread wheat pasta. *LWT-Food Science and Technology*, 58(1), 102-108.

Fradique, M., Batista, A. P., Nunes, M. C., Gouveia, L., Bandarra, N. M., & 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.

Gershwin, M.E., Belay, A. (2007). in human nutrition and health. CRC. pp. 2, 4, 14

Gouveia L, Coutinho C, Mendonca E, Batista A, Sousa I, Bandarra N, Raymundo, A. (2008). Functional biscuits with PUFA-ω3 from Isochrysis galbana. Journal of the Science of Food and Agriculture, 88:891-6.

Jassby, A. (1988). *Spirulina*: a model for microalgae as human food. In: *Algae and Human Affairs*; Lembi, C. A.; Waaland, J. R. Eds., Cambridge University Press, Cambridge, pp 149-179.

Joshi, S. M., Bera, M. B., & Panesar, P. S. (2014). Extrusion cooking of maize/spirulina mixture: factors affecting expanded product characteristics and sensory quality. *Journal of food processing and preservation*, *38*(2), 655-664.

Lemes, A. C., Takeuchi, K. P., Carvalho, J. C. M. D., & Danesi, E. D. G. (2012). Fresh pasta production enriched with Spirulina platensis biomass. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 55(5), 741-750.

Leonel, M. (2001). Caracterização da fibra e uso do farelo de mandioca como base para produtos dietéticos. *Cultura de tuberosas amiláceas latino americanas. São Paulo: Fundação Cargill*. Abstract.

Martelli, G., Folli, C., Visai, L., Daglia, M., & Ferrari, D. (2014). Thermal stability improvement of blue colorant C-Phycocyanin from Spirulina platensis for food industry applications. *Process Biochemistry*, 49(1), 154-159.

Morsy, O. M., Sharoba, A. M., EL-Desouky, A. I., Bahlol, H. E. M., & Abd El Mawla, E. M. (2014). Production and evaluation of some extruded food products using spirulina algae. *Annals of Agricultural Science, Moshtohor*, 52(4), 329-342.

Ortega-Calvo, J. J., Mazuelos, C., Hermosin, B., & Saiz-Jimenez, C. (1993). Chemical composition ofSpirulina and eukaryotic algae food products marketed in Spain. *Journal of Applied Phycology*, 5(4), 425-435.

Özyurt, G., Uslu, L., Yuvka, I., Gökdoğan, S., Atci, G., Ak, B., & Işik, O. (2015). Evaluation of the cooking quality characteristics of pasta enriched with Spirulina platensis. *Journal of Food Quality*, 38(4), 268-272.

Pagnussatt, F. A., Spier, F., Bertolin, T. E., Costa, J. A. V., & Gutkoski, L. C. (2014). Technological and nutritional assessment of dry pasta with oatmeal and the microalga Spirulina platensis. *Brazilian Journal of Food Technology*, 17(4), 296-304.

Plaza, M., Cifuentes, A., & Ibáñez, E. (2008). In the search of new functional food ingredients from algae. *Trends in Food Science & Technology*, 19(1), 31-39.

Polonio Navacchi, M. F., Monteiro de Carvalho, J. C., Pereira Takeuchi, K., & Godoy Danesi, E. D. (2012). Development of cassava cake enriched with its own bran and Spirulina platensis. *Acta Scientiarum. Technology*, 34(4).

Richmond, A. (2004). Biological Principles of Mass Cultivation. (A. Richmon editor). Handbook of Microalgal Culture: Biotechnology and Applied Phycology, Blackwell Science Ltd. Oxford/UK, pp.125-177.

Selmo, M. S., & Salas-Mellado, M. M. (2014). Technological quality of bread from rice flour with Spirulina. *International Food Research Journal*, 21(4).

Shahbazizadeh, S., Khosravi-Darani, K., & Sohrabvandi, S. (2014). Fortification of Iranian traditional cookies with spirulina platensis. *Annual Research and Review in Biology*, 7, 144-154.

Sotiroudis, T. G., & Sotiroudis, G. T. (2013). Health aspects of Spirulina (Arthrospira) microalga food supplement. *Journal of the Serbian Chemical Society*, 78(3), 395-405.

Zouari, N., Abid, M., Fakhfakh, N., Ayadi, M. A., Zorgui, L., Ayadi, M., & Attia, H. (2011). Blue-green algae (Arthrospira platensis) as an ingredient in pasta: free radical scavenging activity, sensory and cooking characteristics evaluation. *International journal of food sciences and nutrition*, 62(8), 811-813.