Journal of Marine Medicine
Winter 2023, Volume 4, Issue 4
Pages: 240-246
10.30491/4.4.240

Investigating the Potential of *Spirulina platensis* Microalgae in the Production of Essential Antioxidants

Reza Roustaei [1], Ali Mohammad Latifi [2], Seyed Reza Hosseini Doust [3 *], Setareh Haghighat [4]

[1] *PhD student, Department of Microbiology, Faculty of Advanced Sciences and Technology, Tehran Medical Sciences, Islamic Azad University, Tehran, Iran*
[2] *Professor, Applied Biotechnology Research Center, Baqiyatallah University of Medical sciences, Tehran, Iran*
[3] *Professor, Department of Microbiology, Faculty of Advanced Sciences and Technology, Tehran Medical Sciences, Islamic Azad University, Tehran, Iran*
[4] *Associate Professor, Department of Microbiology, Faculty of Advanced Sciences and Technology, Tehran Medical Sciences, Islamic Azad University, Tehran, Iran*

Received: 24 August 2022 **Accepted:** 20 September 2022

Abstract

Background and Aim: *Spirulina platensis* microalgae contain strong antioxidants and its health properties are related to antioxidant pigments, carotenoids, chlorophyll, and blue pigment unique to its phycocyanin. In this research, the amount of phycocyanin, beta-carotene, chlorophyll a and b were evaluated in *Spirulina platensis* microalgae.

Methods: In this experimental study, *Spirulina platensis* strain was cultured in Zarrouk liquid medium. Then the microalgae were dried and ground. The amount of beta-carotene at the wavelength of 451 nm and the amount of chlorophyll at the wavelength of 665 nm were read. The amount of phycocyanin in *Spirulina platensis* was calculated after reading at wavelengths 280 and 620 nm.

Results: In *Spirulina platensis* microalgae, the amount of chlorophyll a was 0.8 mg/g and chlorophyll b was 0.2 mg/g. The amount of phycocyanin was 0.9 mg/g. The amount of beta-carotene was 7.9 g/100g. Antioxidant compounds include propyl gallate > 2.5 mg/kg, butylhydroquinone > 2.5 mg/kg, butylated hydroxyanisole > 2.5 mg/kg, butylated hydroxytoluene 208 mg/kg and the total amount of antioxidants > 215.5 mg/kg was recorded.

Conclusion: According to the current findings, *Spirulina platensis* microalgae has a high antioxidant capacity and can be useful in terms of nutrition, which of course needs more studies.

Keywords: *Spirulina platensis*, Microalgae, Chlorophyll, Phycocyanin.

[Downloaded from jmarmed.ir on 2024-03-29]

[DOI: 10.30491/4.4.240]

[*] **Corresponding author:** Seyed Reza Hosseini Doust**, Email**: rhdoust@iautmu.ac.ir
Address: Faculty of Advanced Sciences and Technology, Tehran Medical Sciences, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

مجله طب دریا
دوره ۴، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۱
صفحات: ۲۴۶-۲۴۰
10.30491/4.4.240

بررسی پتانسیل ریزجلبک اسپیرولینا پلاتنسیس در تولید آنتی‌اکسیدان‌های ضروری

رضا روستائی [۱]، علی‌محمد لطیفی [۲]، سید رضا حسینی دوست [۳ *]، ستاره حقیقت [۴]

[۱] دانشجوی دکتری، گروه میکروبیولوژی، دانشکده علوم و فن‌آوری‌های نوین، واحد علوم پزشکی تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
[۲] استاد، مرکز تحقیقات بیوتکنولوژی کاربردی، دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله، تهران، ایران
[۳] استاد، گروه میکروبیولوژی، دانشکده علوم و فن‌آوری‌های نوین، واحد علوم پزشکی تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
[۴] دانشیار، گروه میکروبیولوژی، دانشکده علوم و فن‌آوری‌های نوین، واحد علوم پزشکی تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

دریافت مقاله: ۱۴۰۱/۰۶/۰۲ **پذیرش مقاله:** ۱۴۰۱/۰۶/۲۹

چکیده

زمینه و هدف: ریزجلبک اسپیرولینا پلاتنسیس حاوی آنتی‌اکسیدان‌های قوی است و خواص سلامت بخش آن در ارتباط با رنگدانه‌های آنتی‌اکسیدانی، کاروتنوئیدها، کلروفیل، رنگدانه آبی منحصر به فرد فیکوسیانین آن می‌باشد. در این مطالعه میزان فیکوسیانین، بتاکاروتن، کلروفیل a و b در ریزجلبک اسپیرولینا پلاتنسیس مورد ارزیابی قرار گرفت.

روش‌ها: در این مطالعه تجربی، سویه اسپیرولینا پلاتنسیس در محیط مایع زاروک کشت داده شد. سپس ریزجلبک‌ها خشک شده و آسیاب گردید. مقدار بتاکاروتن در طول موج ۴۵۱ نانومتر و میزان کلروفیل در طول موج ۶۶۵ نانومتر قرائت گردید. اندازه‌گیری میزان فیکوسیانین در اسپیرولینا پلاتنسیس پس از قرائت در طول موج‌های ۲۸۰ و ۶۲۰ نانومتر محاسبه شد.

یافته‌ها: در ریزجلبک اسپیرولینا پلاتنسیس، مقدار کلروفیل a برابر ۰/۸ mg/g و مقدار کلروفیل b برابر ۰/۲ mg/g ثبت شد. مقدار فیکوسیانین محاسبه شده برابر ۰/۹ mg/g بود. میزان بتاکاروتن موجود در اسپیرولینا پلاتنسیس برابر ۷/۹ g/100g اندازه‌گیری شد. ترکیبات آنتی‌اکسیدانی شامل پروپیل گالات < ۲/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم، بوتیل هیدروکینون < ۲/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم، بوتیلات هیدروکسی آنیزول < ۲/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم، هیدروکسی تولوئن بوتیلات ۲۰۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم و مقدار کل آنتی‌اکسیدان‌ها < ۲۱۵/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم ثبت شد.

نتیجه‌گیری: طبق یافته‌های مطالعه حاضر، ریزجلبک اسپیرولینا پلاتنسیس ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بالایی دارد و می‌تواند از نظر تغذیه مفید باشد، که البته نیاز به مطالعات بیشتر دارد.

کلیدواژه‌ها: ریزجلبک، اسپیرولینا پلاتنسیس، کلروفیل، فیکوسیانین.

*نویسنده مسئول: **سید رضا حسینی دوست**. پست الکترونیک: rhdoust@iautmu.ac.ir
آدرس: گروه میکروبیولوژی، دانشکده علوم و فناوری های نوین، واحد علوم پزشکی تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

[Downloaded from jmarmed.ir on 2024-03-29]

[DOI: 10.30491/4.4.240]

مقدمه

ریزجلبک‌ها، میکروارگانیسم‌های فتوسنتز کننده هستند که در محیط‌های آبی زندگی می‌کنند (۱). نحوه فتوسنتز آنها مشابه گیاهان خشکی‌زی است (۲). آنها توانایی بیشتری در زمینه تبدیل انرژی خورشیدی به ترکیبات شیمیایی دارند که ناشی از ساختار سلولی ساده و حضور در محیط‌هایی با قابلیت دسترسی به آب، دی‌اکسیدکربن و سایر مواد مغذی است (۳). گروه‌های تحقیقاتی متعدّدی در خصوص معرفی و عرضه ریزجلبک‌ها به عنوان منبع غنی پروتئین به عموم افراد جامعه تلاش کرده‌اند. با این وجود، توجه روزافزون به ریزجلبک‌ها به دلیل وجود ترکیبات زیستی فعالی است که در این میکروارگانیسم‌ها یافت شده است و آنها را به عنوان منبعی با پتانسیل مناسب به منظور استفاده از مواد مغذی و مولکول‌های فراسودمند مطرح نموده است (۴،۵). در سال‌های اخیر تقاضای مصرف فراورده‌های غذایی حاوی ریزجلبک‌ها افزایش چشمگیری یافته است که اغلب به علت طبیعی بودن ترکیبات و وجود منابع با ارزش بیولوژیکی زیاد همچون کاروتنوئیدها، فیکوبیلین‌ها، اسیدهای چرب، پلی‌ساکاریدها، ویتامین‌ها و استرول‌ها است که دارای اثرات سلامتی بخشی بر بدن انسان می‌باشند (۸-۶). به علاوه، به دلیل اثرات آنتی‌اکسیدانی بسیاری از رنگدانه‌های طبیعی ریزجلبک‌ها، استفاده از آنها در افزایش مقاومت به اکسیداسیون لیپید در امولسیون‌های روغن در آب امکان‌پذیر است. افزودن فیکوسیانین باعث بهبود خواص رئولوژیکی امولسیون‌ها و افزایش مقاومت رنگی و اکسیداسیونی این گونه امولسیون‌ها می‌شود (۹). بیسکوئیت‌ها و کلوچه‌ها یکی از پرمصرف‌ترین محصولات غذایی هستند. استفاده از ریزجلبک‌ها در ترکیبات آنها روش جالبی برای تولید محصولات غذایی جدید است. افزودن برخی ریزجلبک‌ها به بیسکوئیت و محصولات مشابه باعث بهبود بافت و افزایش ماندگاری آن می‌شود. همچنین در حال حاضر بررسی‌های زیادی بر استفاده از زیستی ریزجلبکی در محصولات ژله غذایی بر پایه پروتئین و پلی ساکاریدهای مخلوط شده با سامانه‌های پلی‌مری در حال انجام است. افزودن برخی ریزجلبک‌ها و رنگ‌های طبیعی باعث بهبود خواص ژلی و رئولوژیکی ژل‌ها و دسرها می‌شود (۱۰). در چین و ژاپن فیکوسیانین استخراج شده از اسپیرولینا پلاتنسیس به عنوان رنگدانه طبیعی در انواع موادغذایی مثل محصولات لبنی، ژل ها، آدامس و پاستیل استفاده دارد و رنگ درخشانی به پاستیل و آب نبات‌های پوشش‌دار می‌دهد (۱۱).

گونه‌های کلرلا (Chlorella)، اسپیرولینا (Spirulina) و دونالیلا (Donalila) از جلبک‌های تجاری هستند که به وفور تولید می‌شوند، زیرا برای رشد نیاز به محیط خاصی ندارند و می‌توانند در هوای باز بدون حضور آلاینده‌ها یا سایر جلبک‌ها و آغازیان کشت داده شوند. اسپیرولینا یکی از نویدبخش‌ترین ریزجلبک ها است و فواید و برتری این ریزجلبک نسبت به سایر منابع غذایی گیاهی و دیگر جلبک ها بسیار زیاد و قابل توجه می‌باشد (۱۲). ریزجلبک اسپیرولینا پلاتنسیس به عنوان یک افزودنی سرشار از مواد غذایی برای غنی‌سازی فراورده‌های غذایی بخصوص میان وعده‌ها می‌باشد. کاربرد اسپیرولینا پلاتنسیس و متابولیت‌های آنها روند جالبی در بهبود ارزش فراورده‌های غذایی سالم ایجاد کرده است. اسپیرولینا غنی‌ترین افزودنی به لحاظ پروتئین، اسیدچرب‌های ضروری مثل گامالینولنیک، ویتامین‌ها خصوصا ویتامین B12 و پیش‌ساز ویتامین A، مواد معدنی بخصوص آهن و کلسیم، رنگدانه‌ها بخصوص فایکوسیانین و سولفولیپیدها می‌باشد. نداشتن دیواره سلولی سلولزی باعث شده که جذب مواد مغذی آن بسیار راحت‌تر صورت گیرد. کم بودن میزان اسید نوکلئیک (کمتر از ۴ ٪) اسپیرولینا، یکی دیگر از برتری‌های این ریزجلبک نسبت به سایر منابع پروتئینی مشابه می‌باشد (۱۳). اسپیرولینا به دلیل داشتن اجزا و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی مانند فایکوسیانین، سلنیوم، کارتنوئیدها اسیدچرب گامالینولنیک عامل دارویی بالقوه های جهت تیمار بیماری‌های القاشده به وسیله تنش اکسیداسیونی است (۱۴). با توجه به خواص و کاربرد فراوان اسپیرولینا و وجود رنگدانه‌ها، هدف مطالعه حاضر تعیین میزان رنگدانه‌های مفید اسپیرولینای تولید شده در ایران و بررسی خواص آنتی‌اکسیدانی آن است.

روش‌ها

کشت جلبک

این مطالعه تجربی کاربردی در پژوهشکده معیار دانش اصفهان در تابستان ۱۴۰۱ انجام شد. ریزجلبک اسپیرولینا پلاتنسیس از یک محیط ایرانی در شمال کشور شناسایی گردید. گونه اسپیرولینا پس از کشت در محیط مایع زاروک (در لوله‌های آزمایشگاهی) و پس از گذشت دو هفته از کشت توسط میکروسکوپ با بزرگنمایی ۱۰۰ در آزمایشگاه شناسایی شد. کشت در ارلن‌های ۲۵۰ میلی‌لیتری با ۲۰۰ میلی‌لیتر محیط کشت و ۵ میلی‌لیتر اسپیرولینا انجام شد. زمان نوردهی دائمی بود. پس از گذشت ۴۸ ساعت ارلن‌های حاوی محیط کشت سبز شده بودند، پس از دو هفته شروع به تولید زیست توده کردند، و در روز ۲۷ رشد آنها کامل و آماده زیست توده گرفتن شدند. محیط کشت زاروک با کمی تغییرات برای آماده سازی و نگهداری مایه تلقیح مورد استفاده قرار گرفت. محیط از ۱۳/۴۵ گرم بیکربنات سدیم، ۰/۵ گرم دی پتاسیم هیدروژن فسفات، ۱/۸ گرم نیترات سدیم، ۱ گرم سولفات پتاسیم، ۱ گرم کلرید سدیم، ۰/۲ گرم منیزم سولفات هیدراته، ۰/۰۴ گرم کلرید کلسیم هیدراته (۲ مولکول آب)، ۰/۰۱ گرم سولفات آهن هیدراته، ۰/۰۸ گرم اتیلن دی متیل آمین تتراسدیم استات، ۴/۵۳ گرم کربنات سدیم در یک لیتر آب مقطر تشکیل شده بود.

خشک کردن

پس از فیلتر کردن محیط کشت حاوی اسپیرولینا، محصول جمع شده روی توری در سینی‌هایی که با نایلون پوشیده شده بودند،

[Downloaded from jmarmed.ir on 2024-03-29]

[DOI: 10.30491/4.4.240]

پخش شد که به این طریق سطح را گسترش داده تا سریع‌تر خشک شود و در دمای ۳۰ درجه سانتیگراد در محیط دور از نور مستقیم خورشید قرار داده شد تا رنگ سبز جلبک حفظ شود. اسپیرولینای تر به مدت ۲۴ ساعت در سایه خشک شد، سپس محصول ورقه‌ای را جمع و وزن خشک آن نیز بدست آمد. سپس جلبک‌های خشک شده آسیاب شدند.

سنجش وزن خشک و نرخ رشد

تعیین وزن خشک بر اساس روش لیگانس و همکاران انجام شد. وزن خشک نمونه‌ها در طول دوره رشد ۲۰ روزه محاسبه شد. بدین منظور در ۳ تکرار به میزان ۳۰ میلی‌لیتر از سوسپانسیون جلبکی که کاملاً یکنواخت بود، به مدت ۲۰ دقیقه در سرعت ۶۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ و بخش رویی آن خارج گردید و رسوبات حاصل به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد خشک گردیدند. پس از حصول اطمینان از خشک شدن سیانوباکترها میزان وزن خشک هر یک اندازه گیری شد (۱۵).

برای تعیین نرخ رشد، وزن خشک نمونه‌ها در طول دوره رشد ۵ تا ۷ روزه با اندازه گیری جذب نوری در طول موج ۷۵۰ نانومتر در ۳ تکرار و قراردادن در معادله منحنی استاندارد محاسبه شد. سپس منحنی رشد در طول این دوره با استفاده از مقادیر زمان (محور X) و وزن خشک (محور Y) ترسیم گردید. برای محاسبه نرخ رشد وزن خشک روز دوم و چهارم از این منحنی انتخاب و در فرمول زیر قرار داده شد که در آن DW_{2th} و DW_{4th} به ترتیب وزن خشک در روز دوم و چهارم از منحنی رشد برحسب میلی‌گرم بر میلی‌لیتر است.

$$D= [Ln(DW_{4th}/DW_{2th})]\times 3.322$$

سنجش رنگدانه‌ها

سنجش کلروفیل a و b

از روش مارکربرای سنجش کلروفیل استفاده شد (۱۶). بدین منظور در ۳ تکرار ۱ میلی‌لیتر از سوسپانسیون جلبکی که کاملاً یکنواخت، به مدت ۱۰ دقیقه در سرعت ۱۲۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ و بخش رویی آن خارج گردید. سپس ۱ میلی لیتر متانول خالص به رسوب باقی مانده اضافه و با شدت بالا ورتکس شد. نمونه ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴ درجه سانتیگراد در تاریکی قرار گرفتند. پس از این مدت، نمونه‌ها مجدداً به مدت ۱۰ دقیقه در سرعت ۱۲۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ شدند و طیف جذبی بخش رویی با استفاده از اسپکتروفتومتر در طول موج ۶۶۵ نانومتر در مقابل شاهد متانول ثبت شد. غلظت کلروفیل با استفاده از فرمول زیر بر حسب میکروگرم کلروفیل بر میلی‌گرم وزن خشک محاسبه شد که در آن A ۶۶۵ nm جذب نمونه در طول موج ۶۶۵ نانومتر و DW وزن خشک بر حسب میکروگرم بر میلی‌لیتر است (۱۶).

$$Chl\ a= 13.14\times A_{665nm/DW}$$

استخراج و شناسایی عصاره بتاکاروتن

حدود ۵ گرم عصاره جلبک اسپرولینا خشک شده در ۵۰ ml متیلن کلراید به حالت تعلیق در آمد، یک شب در یخچال با دمای ۴ ^{o}C- و سپس در دمای ۴۰ ^{o}C به مدت یک شبانه روز خشک شد. باقیمانده در ۱۰ میلی‌لیتر اتر نفتی حل شد. جذب در ۴۵۱ نانومتر با استفاده از تتراهیدروفوران (THF) به عنوان استاندارد خوانده شد.

سنجش فیکوبیلی پروتئین‌ها

رنگدانه فیکوسیانین که از خانواده فیکوبیلی پروتئین‌ها می‌باشد بر اساس روش وایمن و فای در نمونه‌های ریزجلبکی سیانوباکتریایی مورد سنجش قرار گرفتند. ۱ میلی‌لیتر از سوسپانسیون جلبکی کاملاً هموژن شده، به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفوژ و بخش رویی خارج شد. روی پلت باقیمانده ۶۰ تا ۱۵۰ میکرولیتر گلیسرول خالص اضافه شد و با شدت بالا ورتکس گردید. مخلوط حداقل به مدت ۲۴ ساعت در تاریکی و در دمای ۴ درجه سانتیگراد قرار گرفت. سپس به مخلوط، به مقداری آب مقطر اضافه شد تا غلظت گلیسرول ۱۰ درصد گردد. این عمل باعث شوک اسمزی شده، سلول‌ها ترکیده و فیکوبیلی پروتئین‌ها آزاد می‌شوند. به محلول حاصل استات سدیم به مقداری افزوده تا غلظت آن در محلول ۲۰۰ میلی‌مولار شود. مخلوط حاصل به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفوژ و جذب بخش رویی در طول موج‌های ۲۸۰ و ۶۲۰ نانومتر با استفاده از اسپکتروفتومتر ثبت شد.

بررسی میزان خواص آنتی‌اکسیدانی به روش اسپکتروفتومتری

جذب نمونه‌ها با روش اسپکتروفتومتری در طول موج nm ۳۷۰ اندازه‌گیری شد. ترکیب فلاونوئیدی (کوئرستین) و فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل (پروپیل گالات، ترشری بوتیل هیدروکینون، بوتیلات هیدورکسی آنیزول و بوتیلات هیدروکسی تولوئن) شناسایی و میزان آن با رسم منحنی بدست آمد.

نتایج

میزان کلروفیل a وb

مقدار کلروفیل a برابر ۰/۸ mg/g و مقدار کلروفیل b برابر ۰/۲ mg/g در اسپیرولینا اندازه‌گیری شد (جدول-۱).

اندازه‌گیری مقدار فیکوبیلی پروتئین‌ها و کاروتنوئید

سه فیکوبیلی پروتئین معمول؛ فیکواریترین (PE)، فیکوسیانین (PC) و آلوفیکوسیانین (APC) هستند. برای اندازه‌گیری میزان فیکوسیانین در اسپیرولینا پلاتنسیس پس از قرائت در طول موج‌های ۲۸۰ و ۶۲۰ نانومتر، اعداد بدست آمده در فرمول گذاشته و مقدار فیکوسیانین محاسبه شد. عدد بدست آمده، برابر با ۰/۹ mg/g بود. میزان بتاکاروتن موجود در اسپیرولینا پلاتنسیس با روش اسپکتروفتومتری شناسایی شد که برابر با ۷/۹ g/100g می‌باشد.

[Downloaded from jmarmed.ir on 2024-03-29]

[DOI: 10.30491/4.4.240]

جدول-۱. سنجش کلروفیل a و b در ریزجلبک اسپیرولینا پلاتنسیس

نام و کد نمونه	**کلروفیل a** (میلی گرم/گرم)	**کلروفیل b** (میلی گرم/گرم)
اسپیرولینا پلاتنسیس	۰/۸	۰/۲

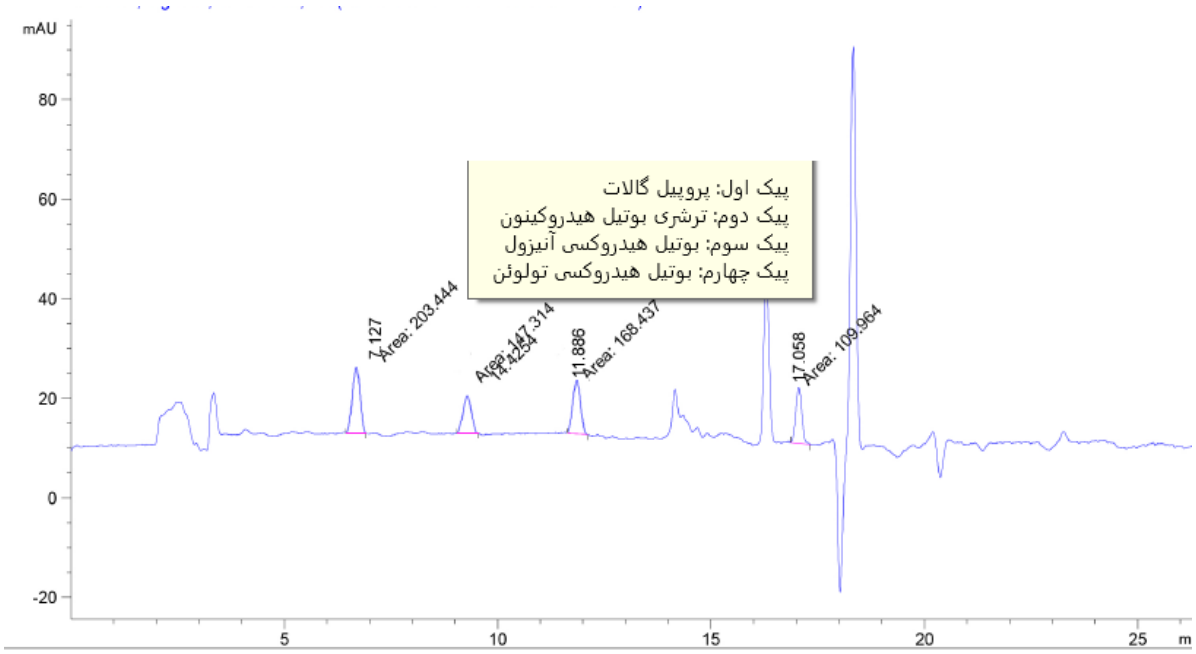
بررسی میزان خواص آنتی‌اکسیدانی به روش اسپکتروفتومتری

ترکیبات آنتی‌اکسیدانی کل (پروپیل گالات، ترشری بوتیل هیدروکینون، بوتیلات هیدورکسی آنیزول و بوتیلات هیدروکسی تولوئن) با روش اسپکتروفتومتری در اسپیرولینا پلاتنسیس شناسایی شد که در جدول-۲ آمده است.

همچنین کروماتوگرام ترکیبات آنتی‌اکسیدانی در شکل-۱ آمده است.

جدول-۲. میزان کاروتنوئید و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی موجود در ریزجلبک اسپیرولینا پلاتنسیس

نام و کد نمونه	پروپیل گالات	ترشری بوتیل هیدروکینون	بوتیلات هیدورکسی آنیزول	بوتیلات هیدروکسی تولوئن	مجموع آنتی اکسیدان‌ها	بتا-کاروتن
اسپیرولینا پلاتنسیس	< ۲/۵	< ۲/۵	< ۲/۵	۲۰۸	≤ ۲۱۵/۵	۷/۹



شکل-۱. کروماتوگرام ترکیبات آنتی‌اکسیدانی کل در ریزجلبک اسپیرولینا پلاتنسیس

بحث

امروزه ریزجلبک‌ها به عنوان مکمل‌های غذایی و برای استفاده از رنگدانه‌های طبیعی در مواد غذایی مختلف از جمله شکلات، آدامس، نوشیدنی‌ها، پاستا کاربرد فراوانی دارد (۱۷). در ریزجلبک اسپیرولینا پلاتنسیس در کشورهای متعددی به عنوان ماده ارزشمند تجاری به دلیل ارزش غذایی، خواص درمانی، پروتئین و ویتامین فراوان شناخته شده است. کارتنوئیدها از رنگدانه‌های بسیار مهم محلول در چربی هستند که توسط گیاهان و جلبک‌ها تولید شده و نقش مهمی در فتوسنتز ایفا می‌کنند (۱۸). علیرغم کاربرد وسیع جهانی اسپیرولینا، به ویژه در کشورهای پیشرفته، تاکنون هیچگونه بهره‌برداری به منظور استخراج و خالص‌سازی همزمان فراورده‌های آنتی‌اکسیدانی، کاروتنوئیدها، کلروفیل b,a و فیکوسیانین از اسپیرولینا پلاتنسیس در ایران نشده است. معرفی این جلبک و بررسی شرایط تولید انبوه انواع فراوردهای ذکر شده فوق می‌تواند زمینه تولید فراورده‌های قابل استفاده در بخش‌های مختلف علوم کشاورزی، آبزی پروری، صنایع غذایی و پزشکی را فراهم آورد. در مطالعه حاضر میزان کلروفیل a موجود در اسپیرولینا پلاتنسیس برابر ۰/۸ mg/g و میزان کلروفیل b برابر ۰/۲ mg/g بدست آمد. مقدار فیکوسیانین برابر ۰/۹ mg/g و میزان بتاکاروتن برابر g/100g ۷/۹ ثبت شد. میزان کاروتنوئیدهای اسپیرولینای خشک شده توسط اسپری خشک کن با روش Miki و همکاران تجزیه شد که نسبت کاروتنوئیدهای اسپیرولینا ۳۴۶ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم بود که ۵۲ درصد بتاکاروتن، ۲۱ درصد زیگزانتین، ۱۰ درصد اکینون، ۶ درصد بتاکریپتوزانتین، ۳ درصد هیدروکسی امینون و ۷ درصد

[Downloaded from jmarmed.ir on 2024-03-29]

[DOI: 10.30491/4.4.240]

کاروتنوئیدهای شناسایی نشده بود (۱۹). در مطالعه‌ای میزان کلروفیل a اسپیرولینا ۲/۰۹۷ میکروگرم بر میلی‌لیتر گزارش گردید. میزان کاروتنوئید در اسپیرولینا را ۶-۵/۹ گرم در کیلوگرم و میزان کلروفیل آن را ۶/۶-۹/۲ گرم در کیلوگرم ثبت شد (۱۲). طبق مطالعه دیگری که بر روی کلروفیل ریزجلبک اسپیرولینا انجام شد، ۲۱/۲ میلی‌گرم بر لیتر به دست آمد (۲۰).

رادیکالهای آزاد مولکول‌ها و اتم‌هایی هستند که به دلیل داشتن الکترون آزاد حاوی انرژی بالایی می‌باشند و قادرند به بافت‌ها و سلول‌ها آسیب برسانند. این مولکول‌ها در غلظت‌های فیزیولوژیکی برای عملکرد نرمال سلول (سیگنالینگ و تنظیم ردوکس) ضروری هستند و در غلظت های بالا باعث ایجاد وضعیتی بنام استرس اکسیداتیو می‌شوند (۲۱). به دلیل عدم پایداری تمایل شدیدی برای واکنش با سایر دیگر مولکولها داشته و بدین ترتیب باعث آسیب به لیپیدها، پروتئین‌ها، DNA و تخریب سلول می‌شوند. ضمناً استرس اکسیداتیو می‌تواند باعث تسریع پدیده پیری و بروز بسیاری از بیماری‌های مختلف از قبیل سرطان و سندرم متابولیک شود. در دو دهه اخیر استرس اکسیداتیو ناشی از فعالیت و آنتی اکسیدان ها به یکی از حیطه های پژوهشی مهم و پرطرفدار در بین محققین تبدیل شده است. آنتی‌اکسیدان‌ها از یک طرف باعث کاهش خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی عروقی و سکته می‌شوند و از طرف دیگر از پیشرفت سرطان‌ها که موجب آسیب به DNA می‌شوند جلوگیری می‌کنند (۲۲). علیرغم وجود آنتی‌اکسیدان‌های مختلف در پلاسما، سیستم دفاعی بدن به تنهایی قادر به از بین بردن رادیکال‌های آزاد ایجاد شده در بدن نیست، به همین جهت نیاز به تأمین آنتی‌اکسیدان از منابع خارجی دارد که از طریق منابع غذایی تأمین می‌شود. بنابراین نیاز به آنتی‌اکسیدان‌های قوی با سمیت کمتر و اثربخشی بیشتر یک ضرورت اجتناب‌ناپذیر است (۲۳). ترکیبات فنلی مانند بوتیلات هیدروکسی آنیزول (BHA)، هیدروکسی تولوئن بوتیلات (BHT) و ترت بوتیل هیدروکینون (TBHQ) متداول‌ترین آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی هستند که به کرات از لحاظ سم‌شناسی بررسی شده‌اند و در سال‌های اخیر استفاده از این نوع آنتی‌اکسیدان‌ها به دلیل عوارض منفی روی سلامتی با چالش جدی مواجه شده‌اند. علاوه بر این خطر آسیب کبدی و ایجاد سرطان در حیوانات آزمایشگاهی از معایب استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های ساختگی است (۲۴). لذا از حدود دهه ۱۹۸۰ آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی به عنوان جایگزین انواع سنتزی پدیدار شدند (۲۵). مطالعات متعددی نشان داده که اسپیرولینا یک ترکیب حاوی آنتی اکسیدانهای قوی است و خواص سلامت‌بخش آن در ارتباط با رنگدانه‌های آنتی اکسیدانی، کاروتنوئیدها، کلروفیل، رنگدانه آبی منحصر به فرد فیکوسیانین آن است (۲۶). نتایج مطالعه حاضر، در راستای مطالعات گذشته نشان داد نمونه مورد بررسی دارای توان آنتی‌اکسیدانی بالایی است و جلبک‌های دریایی نیز همچون گیاهان زمینی در معرض ترکیبی از نور و اکسیژن هستند که منجر به تشکیل رادیکال های آزاد و عوامل اکسیدکننده قوی می‌گردد عدم وجود آسیب اکسیداتیو در اجزای ساختاری این جلبک‌ها (مانند اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه) نشان از پایداری آنها نسبت به اکسیداسیون و داشتن سیستم دفاعی آنتی‌اکسیدانی، آنهاست.

نتیجه‌گیری

به طور کلی یافته‌های حاصل از مطالعه حاضر نشان داد که میزان رنگدانه‌های اسپیرولینا تولید شده در ایران بیشتر از سایر مطالعات بوده که این امر احتمالاً بدلیل شرایط پرورش متفاوت اسپیرولینا در مطالعات مختلف است. همچنین در صورت تمایل به تولید رنگدانه‌های خاص در اسپیرولینا می‌توان با تغییر شرایط محیطی و استرس‌های فیزیکی و شیمیایی می‌توان به این امر دست یافت.

تشکر و قدردانی: از همه اساتیدی که در غنای مطالب حاضر یاری‌رسان بودند، نهایت تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

نقش نویسندگان: همه نویسندگان در نگارش اولیه مقاله یا بازنگری آن سهیم بودند و همه با تایید نهایی مقاله حاضر، مسئولیت دقت و صحت مطالب مندرج در آن را می پذیرند.

تضاد منافع: نویسندگان تصریح می کنند که هیچ گونه تضاد منافعی در مطالعه حاضر وجود ندارد.

منابع

1. Choopani A, Poorsoltan M, Fazilati M, Latifi AM, Salavati H. Spirulina: a source of gamma-linoleic acid and its applications. Journal of Applied Biotechnology Reports. 2016;3(4):483-8.
2. Asghari A, Fazilati M, Latifi AM, Salavati H, Choopani A. A review on antioxidant properties of Spirulina. Journal of Applied Biotechnology Reports. 2016;3(1):345-51.
3. Soltani N, Latifi AM, Alnajar N, Dezfulian M, Shokarvi S, Heydari M, et al. Biochemical and physiological characterization of tree microalgae spp. as candidates for food supplement. Journal of Applied Biotechnology Reports. 2016;3(1):377-81.
4. Matos J, Cardoso C, Bandarra NM, Afonso C. Microalgae as healthy ingredients for functional food: a review. Food & function. 2017;8(8):2672-85. doi:10.1039/C7FO00409E
5. Choopani A, Fazilati M, Latifi AM, Salavati H, Khodabakhshi MR, Fadaie M. An Efficient Method for Extraction and Enrichment of γ-Linolenic Acid (GLA) from Spirulina. 2021.

[Downloaded from jmarmed.ir on 2024-03-29]
[DOI: 10.30491/4.4.240]

6. Matos ÂP. The impact of microalgae in food science and technology. Journal of the American Oil Chemists' Society. 2017;94(11):1333-50. doi:10.1007/s11746-017-3050-7
7. Salary SR, Enteshari S, Hokmabadi H, Tajabadipour A. Physiological evaluation of pistachio frost damage resistant rootstocks. 2011.
8. Matufi F, Choopani A. Spirulina, food of past, present and future. Health Biotechnology and Biopharma. 2020;3(4):1-20.
9. Sathasivam R, Radhakrishnan R, Hashem A, Abd_Allah EF. Microalgae metabolites: A rich source for food and medicine. Saudi journal of biological sciences. 2019;26(4):709-22. doi:10.1016/j.sjbs.2017.11.003
10. Nunes M, Raymundo A, Sousa I. Rheological behaviour and microstructure of pea protein/κ-carrageenan/starch gels with different setting conditions. Food Hydrocolloids. 2006;20(1):106-13. doi:10.1016/j.foodhyd.2005.03.011
11. Jespersen L, Strømdahl LD, Olsen K, Skibsted LH. Heat and light stability of three natural blue colorants for use in confectionery and beverages. European Food Research and Technology. 2005; 220(3-4):261-6. doi:10.1007/s00217-004-1062-7
12. Choonawala BB. Spirulina production in brine effluent from cooling towers. 2007.
13. Saranraj P, Sivasakthi S. Spirulina platensis-food for future: a review. Asian Journal of Pharmaceutical Science and Technology. 2014; 4 (1):26-33.
14. De Oliveira M, Monteiro M, Robbs P, Leite S. Growth and chemical composition of Spirulina maxima and Spirulina platensis biomass at different temperatures. Aquaculture international. 1999;7(4):261-75. doi:10.1023/A:1009233230706
15. Leganés F, Sánchez-Maeso E, Fernández-Valiente E. Effect of indoleacetic acid on growth and dinitrogen fixation in cyanobacteria. Plant and cell physiology. 1987;28(3):529-33.
16. Marker A. The use of acetone and methanol in the estimation of chlorophyll in the presence of phaeophytin. Freshwater Biology. 1972;2(4):361-85. doi:10.1111/j.1365-2427.1972.tb00377.x
17. Boussiba S, Richmond AE. Isolation and characterization of phycocyanins from the blue-green alga Spirulina platensis. Archives of Microbiology. 1979;120(2):155-9. doi:10.1007/BF00409102
18. Estrada JP, Bescós PB, Del Fresno AV. Antioxidant activity of different fractions of Spirulina platensis protean extract. Il farmaco. 2001;56(5-7):497-500. doi:10.1016/S0014-827X(01)01084-9
19. Cohen Z. The chemicals of Spirulina. Spirulina Platensis Arthrospira: CRC Press; 1997. p. 193-222. doi:10.1201/9781482272970-18
20. Singh S, Saini G. Environmental Management of Petha Industry in Agra City. Journal of Civil Engineering and Environmental Technology Print ISSN. 2014:2349-8404.
21. Klaunig JE. Oxidative stress and cancer. Current pharmaceutical design. 2018;24(40): 4771-8. doi:10.2174/1381612825666190215121712
22. Liguori I, Russo G, Curcio F, Bulli G, Aran L, Della-Morte D, et al. Oxidative stress, aging, and diseases. Clinical interventions in aging. 2018; 13:757. doi:10.2147/CIA.S158513
23. Forman HJ, Zhang H. Targeting oxidative stress in disease: Promise and limitations of antioxidant therapy. Nature Reviews Drug Discovery. 2021;20(9):689-709. doi:10.1038/s41573-021-00233-1
24. Felter SP, Zhang X, Thompson C. Butylated hydroxyanisole: Carcinogenic food additive to be avoided or harmless antioxidant important to protect food supply? Regulatory Toxicology and Pharmacology. 2021;121:104887. doi:10.1016/j.yrtph.2021.104887
25. Alavi N, Golmakani M, Aminlari M, Keramat M, Shekarforoush S, Nowroozi M. Improvement of the Oxidative Stability of Virgin Olive Oil Using Spirulina as a Natural Antioxidant. Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology. 2015;10(4):63-74.
26. Karkos P, Leong S, Karkos C, Sivaji N, Assimakopoulos D. Spirulina in clinical practice: evidence-based human applications. Evidence-based complementary and alternative medicine. 2010. doi:10.1093/ecam/nen058

[Downloaded from jmarmed.ir on 2024-03-29]

[DOI: 10.30491/4.4.240]