

مروری بر روش‌های مختلف مراقبت از پوست با استفاده از سیانوباکتری‌ها

ریزجلبک‌ها موجودات فتوسنتزی هستند که در نتیجه قرارگرفتن دائمی در شرایط استرس مانند دمای بالا یا پایین، شوری بالا، فشار اسمزی، اکسیداسیون نور و اشعه فرابنفش، حاوی ترکیبات فعال با ارزشی در محصولات آرایشی بهداشتی هستند. محصولات آرایشی موجود را می‌توان با محصولات آرایشی مشتق شده از ریزجلبک‌ها که سازگار با محیط زیست و ایمن هستند، جایگزین کرد و در فرمولاسیون‌های موضعی مواد آرایشی مراقبت از پوست مانند مرطوب‌کننده، ضدچروک، ضدپیری و عامل ضدآکنه گنجاند. علاوه‌بر این، از عصاره این ریزجلبک‌ها برای ساخت کرم‌های ضدآفات برای درمان اختلالات رنگدانه‌ای پوست و بهبود زخم‌ها استفاده گسترده می‌شود؛ به طوری که اکنون اکثر لوازم آرایشی تجاری، دارای طیف وسیعی از ترکیبات طبیعی مستخرج از سیانوباکتری‌ها هستند که منجر به افزایش خواص آنتی‌اکسیدانی، احیاکننده، مرطوب‌کننده، محافظت‌کننده و درخشان‌کننده، هم برای مو و هم برای پوست هستند. در این مقاله مروری، کاربردهای آرایشی عصاره و پودر خشک‌شده سیانوباکتری‌ها در بهبود ظاهر و سلامت پوست و تجزیه و تحلیل معیار آرایشی اسپیروولینا مورد بحث قرار گرفته است.

کلیدواژه‌ها: ریزجلبک، سیانوباکتری‌ها، لوازم آرایشی طبیعی، سلامت پوست

دریافت مقاله: ۱۴۰۱/۱۰/۵ پذیرش مقاله: ۱۴۰۱/۱۲/۰۷

پوست و زیبایی؛ زمستان ۱۴۰۱، دوره ۱۳ (۴): ۲۸۵-۲۹۹

آتوسا اسداللهی^۱
بهاره نوروزی^{*}^۱
مهسا فتاحی^۲

۱. گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم و فاکتوری‌های همگرا، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲. مرکز آموزش و پژوهش بیماری‌های پوست و جذام، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

نویسنده مسئول:
بهاره نوروزی

تهران، انتهای اتوبان شهید ستاری، میدان دانشگاه، بلوار شهدای حصارک، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات

پست الکترونیک:
bahareh.nowruzi@srbiau.ac.ir

تعارض منافع: اعلام نشده است.

مقدمه

نظرارت فنی نیاز دارد بنابراین، تأثیر اقتصادی بالایی را تضمین می‌کند. علاوه‌بر آن به صرفه‌جویی در انرژی، کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و اثرات کلی محیط‌زیست کمک می‌کنند. در جدول ۱، لیست مواد بیوакتیو در ریزجلبک‌ها نشان داده شده است.^۱

به‌طور کلی، اجزای اصلی سیانوباکتری‌ها، پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌ها و لیپیدها هستند. در میان پروتئین‌های مختلف، مرتبط‌ترین (مقدار کل حدود ۶۰ درصد براساس وزن خشک) فیکوبیلی پروتئین‌ها، یعنی فیکوسیانین، آلوفیکوسیانین و فیکواریتیرین هستند. علاوه‌بر پروتئین‌ها، دسته دیگری که به خوبی نشان داده شده اسیدهای چرب است. لیپیدهای اصلی عبارتند از ۶ - لینولنیک اسید از خانواده امگا - ۶ و اسید پالمیتیک (۱۶:۰) که هر دو به دلیل پتانسیل

در زمان‌های گذشته، عصاره‌های گیاهی به‌طور گسترده در محصولات آرایشی و مراقبت از پوست استفاده شده است. در دهه‌های اخیر، محققان علاقه خود را به ریزجلبک‌ها و سیانوباکتری‌ها برای تهیه محصولات طبیعی سالم و مغذی، هم به عنوان غذا و هم به عنوان لوازم آرایشی و بهداشتی معطوف کردند. این ریزجلبک‌ها قرن‌ها است که کشت می‌شوند و هنوز هم معمولاً در آفریقا و در چاد مصرف می‌شود. علاوه‌بر آن مطالعات آزمایشگاهی و بالینی بسیاری روی آنها انجام شده است، چرا که به راحتی در «بیورآکتورها» تحت نور خورشید با صرفه‌جویی قابل توجه در آب، خاک و بدون نیاز به آفت کش یا علف کش رشد می‌کنند.

فرآیند تولید بسیار ساده به حداقل آموزش اپراتور و

جدول ۱: ترکیبات موجود در ریزجلبک‌ها^۲.

| نوع ترکیب | مقدار لازم برای ۱۰۰ گرم ماده خام | واحد | نوع ترکیب | مقدار لازم برای ۱۰۰ گرم ماده خام | واحد |
|-----------|----------------------------------|-------|-----------|----------------------------------|-------|
| میلی‌گرم | پتاسیم | ۱۲۷ | میلی‌گرم | آب | ۹۰/۶۷ |
| میلی‌گرم | سدیم | ۹۸ | میلی‌گرم | کلسیم | ۱۲ |
| میلی‌گرم | روی | ۰/۲ | میلی‌گرم | آهن | ۲/۷۹ |
| میلی‌گرم | مس | ۰/۵۹۷ | میلی‌گرم | منیزیم | ۱۹ |
| میلی‌گرم | منگنز | ۰/۱۸۶ | میلی‌گرم | فسفر | ۱۱ |
| میکروگرم | سلنیوم | ۰/۷ | میکروگرم | تیروزین | ۰/۲۶۶ |
| میلی‌گرم | ویتامین سی | ۰/۹ | میلی‌گرم | اسید پانتوفنیک | ۰/۳۲۵ |
| میلی‌گرم | تیامین | ۰/۲۲۲ | میلی‌گرم | ویتامین ب ۶ | ۰/۰۳۴ |
| میلی‌گرم | ریبوفلاوین | ۰/۳۴۲ | میلی‌گرم | فولات، کل | ۹ |
| میلی‌گرم | نیاسین | ۱/۱۹۶ | میلی‌گرم | فولات، غذا | ۹ |
| گرم | اسیدهای چرب غیراشبع | ۰/۳۴ | گرم | فولات، DEF | ۹ |
| گرم | ۱۶:۰۱ | ۰/۰۱۷ | گرم | کولین | ۶/۵ |
| گرم | ۱۸:۰۱ | ۰/۰۱۸ | گرم | ویتامین آ، RAE | ۳ |
| گرم | اسیدهای چرب چند غیراشبع | ۰/۱۰۶ | گرم | کاروتون | ۳۳ |
| گرم | ۱۸:۰۲ | ۰/۰۶۴ | گرم | ویتامین آ، IU | ۵۶ |
| گرم | ۱۸:۰۳ | ۰/۰۴۲ | گرم | ویتامین E | ۰/۴۹ |
| گرم | تریپیتوфан | ۰/۰۹۶ | گرم | ویتامین K | ۲/۵ |
| گرم | ترئونین | ۰/۳۰۶ | گرم | اسید چرب | ۰/۱۳۵ |
| گرم | ایزولوسین | ۰/۳۳۱ | گرم | ۱۴:۰۰ | ۰/۰۰۴ |
| گرم | لوسین | ۰/۵۰۹ | گرم | ۱۶:۰۰ | ۰/۱۲۷ |
| گرم | لیزین | ۰/۳۱۲ | گرم | ۱۸:۰۰ | ۰/۰۰۴ |
| گرم | متیونین | ۰/۱۱۸ | گرم | سیستئین | ۰/۰۶۸ |
| گرم | والین | ۰/۳۶۲ | گرم | فیالالین | ۰/۰۶۸ |
| گرم | آرژنین | ۰/۴۲۷ | گرم | آلانین | ۰/۴۶۵ |
| گرم | هیستیدین | ۰/۱۱۲ | گرم | آسپارتیک اسید | ۰/۵۹۷ |
| گرم | پرولین | ۰/۲۴۵ | گرم | گلوتامین اسید | ۰/۰۸۶ |
| گرم | سرین | ۰/۳۰۹ | گرم | گالاپین | ۰/۳۱۹ |
| میلی‌گرم | پتاسیم | ۱۲۷ | میلی‌گرم | آب | ۹۰/۶۷ |

ویتامین‌ها، ویتامین‌های گروه ب بیشترین فراوانی را دارند^۴. حضور آنها در ترمیم اسید نوکلئیک، انتقال الکترون، سنتز اسیدهای چرب و متابولیسم تک‌کربنی کمک می‌کند. علاوه‌بر فیکوئیپروتئین‌هایی که قبلاً ذکر شد، کاروتونوئیدها و کلروفیلینیز از دیگر ترکیبات رنگی هستند که در بخش مواد غذایی مورد توجه قرار می‌گیرند. علاوه‌بر این، این رنگدانه‌ها مزایای بالقوه‌ای

دارویی خود برای جلوگیری از بیماری‌های قلبی عروقی، کلسترول خون بالا و سایر اختلالات شناخته شده‌اند^۳. علاوه‌بر این، این ریزجلبک‌ها، منبع غنی بسیاری از ترکیبات ارزشمند دیگر مانند چندین ماده معدنی و ویتامین هستند.

raig ترین مواد معدنی شناسایی شده پتاسیم، کلسیم، منیزیم، سلنیوم، آهن و روی هستند. در بین

کاربردهای بالقوه‌ای در لوازم آرایشی دارند، پلی‌ساکاریدها هستند که به عنوان عوامل تولید ژل و غلیظ‌کننده در فرمول‌های آرایشی مختلف و همچنین برای مرطوب‌کردن (به عنوان مثال، جنس کلرلا) استفاده می‌شوند. این واقعیت که برخی از این پلی‌ساکاریدها، به‌ویژه ۱-۳-گلوکان، جمع‌کننده‌های رادیکال‌های آزاد هستند و محرك‌های فعال اینمی باشند، آن‌ها را کاندیدهای خوبی برای استفاده در لوازم آرایشی مراقبت از پوست، به‌ویژه در جلوگیری از پیری (مرتبه با عوامل محیطی) و اکسیداسیون ناشی از رادیکال‌های آزاد می‌سازد.^۸ علاوه‌بر این، با توجه به اینکه بتا-۱-گلوکان حاصل از گیاهان و قارچ‌ها به نظر می‌رسد به عنوان بک ضدالتهاب عمل می‌کند، احتمالاً این ترکیب در گلوکان‌های ریزجلبکی نیز وجود دارد که یک زمینه تحقیقاتی جالبی را برای بخش آرایشی و بهداشتی تشکیل می‌دهد.^۹

پوست مجهز به یک سیستم آنتی‌اکسیدانی بسیار پیچیده است که از آسیب اکسیداتیو ناشی از عوامل درونی و بیرونی محافظت می‌کند. با این حال، مخزن آنتی‌اکسیدان طبیعی می‌تواند به خطر بیفت. ثابت شده است که آنتی‌اکسیدان‌های موضعی از پوست در برابر استرس اکسیداتیو و رادیکال‌های آزاد آسیب‌رسان محافظت می‌کنند که به طور ذاتی توسط متabolism سلولی طبیعی یا از طریق قرارگرفتن در معرض نور اشعه فرابنفش تولید می‌شوند.^{۱۰}

پتانسیل آنتی‌اکسیدانی رنگ‌های تولیدشده توسط ریزجلبک‌ها و سیانو باکتری‌ها نیز ممکن است ارزش زیادی برای صنعت آرایشی و بهداشتی داشته باشد، زیرا می‌توان از آنها به عنوان آنتی‌اکسیدان‌های آرایشی و همچنین به عنوان رنگ‌های طبیعی استفاده کرد. این عمدها شامل رنگدانه‌های فتوسنتزی مانند کاروتئین‌های، به عنوان مثال، بتاکاروتون می‌باشد. آستاگزان‌تین مستخرج هماتوکوکوس پلوبالیس (رنگ

برای سلامتی دارند.^{۱۱}

شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد مصرف رنگدانه‌ها پاسخ اینمی بدن را افزایش داده و درنتیجه خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی عروقی مزمن و انواع خاصی از سرطان را کاهش می‌دهد. با این وجود، ریزجلبک‌ها فعالیت‌های دارویی دیگری نیز انجام می‌دهد؛ به عنوان مثال، تقویت اینمی بدن در برابر باکتری‌های بیماری‌زا، قارچ‌ها، ویروس‌های ریبونوکلئیک اسید از جمله آنفلوانزا و ویروس کرونا و جلوگیری از بیماری‌های التهابی یا استرس اکسیداتیو سلولی. این ویژگی‌ها این ریزجلبک را به یک ماده جدید جذاب به‌ویژه برای فرمولاسیون لوازم آرایشی سبز و دوستدار محیط زیست تبدیل می‌کند.

علاوه‌بر آن استفاده از عصاره سیانو باکتری‌ها به عنوان «مواد آرایشی مغذی»، نه تنها به پیشگیری از بیماری‌ها و سالم‌ترشدن کمک می‌کند، بلکه زیبایی طبیعی پوست، ناخن و مو را نیز افزایش می‌دهد. با این حال، علی‌رغم نیاز روزافزونی که برای غنی‌سازی لوازم آرایشی با ترکیبات طبیعی وجود دارند، تاکنون مطالعات کمی بر استفاده از سیانو باکتری‌ها در ترکیبات آرایشی بهداشتی انجام شده است بنابراین، در مقاله مژوی حاضر کوشش شده است تا به بررسی جامع انتشارات اخیر در مورد کاربردهای آرایشی بهداشتی سیانو باکتری‌ها برای بهبود ظاهر و سلامت پوست پردازیم.^{۱۲}

فواید سیانو باکتری‌ها برای فرمولاسیون مراقبت از پوست

بیشترین اقدامات آرایشی که روی سیانو باکتری‌ها انجام شده است روی خواص ضدپیری از جمله خواص مرطوب‌کنندگی، آنتی‌اکسیدانی و روشن‌کنندگی بوده است و در مرحله دوم خواص ضدآکنه و ترمیم زخم، بوده است (جدول ۲).

از جمله مواد فعال استخراج شده از ریزجلبک‌ها که

جدول دو: ترکیبات زیستفعال از میکروجلبک‌ها و سیانوباکتری‌ها و کاربردهای بالقوه آن‌ها در لوازم آرایشی^۷.

| ترکیبات زیستفعال | ریزجلبک‌ها/سیانوباکتری‌ها | فعالیت‌ها و کاربردهای بالقوه در لوازم آرایشی |
|--|--|---|
| پلی‌ساکاریدها | کلرلا | مرطوب‌کننده و غلیظ‌کننده |
| عصاره مтанولی اگزوپلی ساکاریدها | آرتروسپیرا پلاتنسیس | آنـتـیـاـکـسـیدـان |
| کریزولامیترین | اوـدـتـلـاـ اوـرـیـتا | آنـتـیـاـکـسـیدـان |
| پلی‌ساکاریدهای سولفاته | پورفیریدیوم و روـدـلـاـ رـتـیـکـوـلـاتـا | آنـتـیـاـکـسـیدـان |
| ب - ۱ - ۳ - گلوکان | کلرلا، اسکلتونما، پورفیریدیوم، نوـسـتـوـکـ تـازـکـدارـ | جمع‌کننده رادیکال‌های آزاد تقویت‌کننده سیستم ایمنی، ضدالتهاب |
| ب - کاروتـن | دونالیلا سالینا | آنـتـیـاـکـسـیدـان |
| آستـاـگـزـانـتـین | همـاتـوـکـوـسـ پـلـوـیـالـیـس | آنـتـیـاـکـسـیدـان، مـحـافـظـضـدـآـفـتاب |
| فـیـکـوـسـیـانـوـبـیـلـینـ، فـیـکـوـارـیـتـرـوـبـیـلـینـ | اسـپـیـرـولـیـناـ، پـورـفـیـرـیدـیـومـ | آنـتـیـاـکـسـیدـانـ، رـنـگـدانـهـ برـایـ خطـ چـشمـ وـ رـژـ لـبـ |
| ب - کـرـیـپـتوـکـسـانـتـینـ | دونالیلا سالینا | ضـدـالـهـابـ، تـقوـیـتـ سـنتـ هـیـالـوـرـوـنـانـ |
| کـلـرـوـفـیـلـ | کـلـرـلاـ | برـایـ پـوشـانـدنـ بوـهـایـ مـوـجـودـ درـ دـؤـدـورـانـتـهـاـ |
| کـانـتـاـگـزـانـتـینـ | نانـوـکـلـرـوـپـیـسـیـسـ سـالـینـاـ، نـانـوـکـلـرـوـپـیـسـیـسـ چـشمـیـ | نانـوـکـلـرـوـپـیـسـیـسـ گـادـیـتـانـاـ |
| فـیـکـوـسـیـانـیـنـ | پـورـفـیـرـیدـیـومـ کـرـوـنـتـومـ، اـسـپـیـرـولـیـناـ پـلاـتـنـسـیـسـ | آنـتـیـاـکـسـیدـانـ، ضـدـپـیـرـیـ، ضـدـآـفـتابـ |
| لـیـکـوـپـنـ | آنـبـیـاـ وـاـزـبـیـکـوـلاـ | آنـتـیـاـکـسـیدـانـ |
| سـیـتـوـنـمـیـنـ | سـیـانـوـبـاـکـتـرـهـاـ دـرـیـابـیـ | ضـدـآـفـتابـ |
| وـیـتـامـіـنـ Eـ (ـآـلـفـاـ -ـ توـکـوـفـرـولـ) | دونـالـیـلاـ تـرـیـوـلـکـتاـ، تـترـاـسـلـمـیـسـ سـوـسـیـکـاـ | آنـتـیـاـکـسـیدـانـ |
| اـکـتـوـئـینـ | هـالـوـمـوـنـاسـ طـوـبـیـ، هـالـوـمـوـنـاسـ بـوـلـیـوـبـیـسـیـسـ، بـرـوـیـ | هـالـوـمـوـنـاسـ طـوـبـیـ، هـالـوـمـوـنـاسـ بـوـلـیـوـبـیـسـیـسـ، بـرـوـیـ حـفـاظـتـ اـیـمـنـیـ، مـحـافظـتـ درـ بـرـاـبـرـ اـشـعـهـ فـرـابـنـفـشـ |
| فـیـتـوهـوـرـمـونـهـاـ (ـاـکـسـینـ، آـبـسـیـزـیـکـ) | باـکـتـرـیـوـمـ اـپـیدـرمـ، کـرـوـمـوـهـالـوـبـاـکـتـرـ | مـحـافظـتـ درـ بـرـاـبـرـ اـسـ्टـرـسـ، عـاـمـلـ مـرـطـوبـ کـنـنـدـهـ |
| اـسـیدـهـایـ آـمـینـهـ شـبـهـ مـایـکـوـسـپـورـینـ | طـیـفـ گـستـرـهـایـ اـزـ دـوـدـمـانـهـایـ مـیـکـرـوـجـلـبـکـیـ | ضـدـپـیـرـیـ |
| عـاـصـارـهـ کـلـرـلاـ وـلـگـارـیـسـ | نـانـوـکـلـرـوـپـیـسـیـسـ اـقـیـانـوـسـیـکـاـ | |
| عـاـصـارـهـ رـیـزـجـلـبـکـهـاـ | سـیـانـوـبـاـکـتـرـهـاـ | ضـدـآـفـتابـ |
| عـاـصـارـهـ کـلـرـلاـ وـلـگـارـیـسـ | کـلـرـلاـ وـلـگـارـیـسـ | تـرـمـیـمـ کـلـاـژـنـ (ـضـدـپـیـرـیـ) |
| عـاـصـارـهـ رـیـزـجـلـبـکـهـاـ | فـئـوـدـاـکـتـیـلـوـمـ تـرـیـکـورـنـتـومـ، کـلـرـلاـ کـسـلـرـیـ | آنـتـیـاـکـسـیدـانـ |

نمی‌کند و رنگ آن در زیر نور ثابت می‌ماند. آستاگزانین، قوی‌ترین آنتی‌اکسیدان طبیعی در نظر گرفته می‌شود از این‌رو یک تخریب‌کننده بسیار کارآمد رادیکال‌های آزاد است. در متابولیسم انسان، آستاگزانین هم‌چنین برای محافظت از پوست در برابر اکسیداسیون نوری ناشی از اشعه فرابنفش اهمیت دارد، بنابراین می‌توان از آن در لوازم آرایشی ضدآفتاب طبیعی استفاده کرد.^{۱۲}

بررسی فعالیت کاروتونوئیدها از ریزجلبک‌ها و سیانوباکترها تنوع گسترهای را در ترکیبات فعال

قرمز، دارای آنتی‌اکسیدانی است که ده برابر قوی‌تر از سایر کاروتونوئیدها (مانند بتاکاروتـنـ، زـآـگـزـانـتـینـ وـ غـيرـهـ) و ۱۰۰ برابر قوی‌تر از آلفـاـ توـکـوـفـرـولـ است. فـیـکـوـسـیـانـوـبـیـلـینـهـاـ (ـرـنـگـدانـهـ آـبـیـ) وـ فـیـکـوـارـیـتـرـوـبـیـلـینـهـاـ اـزـ اـسـپـیـرـولـیـناـ وـ پـورـفـیـرـیدـیـومـ کـهـ حـاوـیـ آـنـتـیـاـکـسـیدـانـ هـسـتـنـدـ، مـیـتـوانـدـ درـ صـنـعـتـ لـواـزـمـ آـرـایـشـیـ تـزـئـنـیـ (ـخـطـ چـشمـ وـ رـژـ لـبـ) اـسـتـفـادـهـ شـونـدـ.^{۱۱}

فـیـکـوـبـیـلـیـ پـرـوـتـئـینـ بـهـدـسـتـآـمـدـهـ اـزـ پـورـفـیـرـیدـیـومـ آـئـرـوـزـیـنـیـوـمـ نـیـزـ بـهـعـنـوـانـ رـنـگـ درـ موـادـ غـذـایـ وـ آـرـایـشـیـ اـسـتـفـادـهـ مـیـشـودـ. اـیـنـ رـنـگـدانـهـ بـاـ pHـ (ـ۴ـ تـاـ ۵ـ) تـغـیـیرـ

ماده آرایشی ضدفرابنفش آفتاب نیز استفاده شود زیرا فعالیت آنتی اکسیدانی را در سنجش‌های مختلف نشان داده است.^{۱۵}

لیکوپن به خانواده کاروتونوئیدها تعلق دارد و یک آنتی اکسیدان کارآمد است که می‌تواند رادیکال‌های آزاد مشتق از اکسیژن را خنثی کند. این ماده به عنوان قوی‌ترین آنتی اکسیدان طبیعی بیشتر از توکوفرول، کاروتون و لوئین و همچنین یک عامل جلوگیری از آفتاب سوختگی در نظر گرفته می‌شود و می‌تواند به عنوان یک عامل ضدآفتاب استفاده شود.^{۱۶} امروزه از لیکوپن در فرمولاسیون‌های کرم‌های ضدپیری استفاده می‌شود، بنابراین سیانوباکترها و ریزجلبک‌ها می‌توانند منبع لیکوپن برای مصارف آرایشی باشند.^{۱۷}

ریزجلبک‌ها می‌توانند منابع غنی از ویتامین E باشند. دونالیلا ترتیولکتا و تترا سلمیس سوئسیسا که به طور گسترده در آبزی پروری به عنوان خوارک ماهی و لارو نرم‌تنان استفاده می‌شوند، غلظت نسبتاً بالایی از توکوفرول و ویتامین‌ها را تولید می‌کنند. ویتامین E نیز به عنوان یک آنتی اکسیدان مؤثر در نظر گرفته می‌شود و به طور گسترده در فرمولاسیون‌های آرایشی استفاده می‌شود.^{۱۸}

در رابطه با مکمل‌های ضدپیری پوست و مواد آرایشی، عصاره‌های کلرلا ولگاریس، مکانیسم‌های ترمیم کلازن را دارند. محققان گزارش کردند که پلی‌ساقاریدهای سولفاته تولید و ترشح شده توسط ریزجلبک‌های دریایی، توانایی جلوگیری از تجمع و فعالیت رادیکال‌های آزاد و گونه‌های شیمیایی فعلی را دارند.^{۱۹} بنابراین، پلی‌ساقاریدهای سولفاته ممکن است به عنوان سیستم‌های محافظتی در برابر این عوامل استرس اکسیداتیو و رادیکال عمل کنند.

پلی‌ساقاریدهای حاصل از پورفیریدیوم و روکلا مشبک فعالیت آنتی اکسیدانی وابسته به دوز را نشان می‌دهند. عصاره متانولی اگزوپلی ساقاریدهای جداشده از پلاتنسیس نیز ظرفیت آنتی اکسیدانی بسیار بالایی را

زیستی از جمله آنتی اکسیدان‌ها، محافظت از نور، خواص ضدالتهابی و ضدحساسیت نشان می‌دهد و نتایجی را برای پوست نیز به همراه دارد.

مشاهده شده است که بتاکریپتوکرانتین (یک کاروتون موجود در دونالیلا سالینا، در میان سایر ریزجلبک‌ها)، علاوه بر اینکه یک ضدالتهاب است، قادر به القای سنتز اسید هیالورونیک، یک گلیکوز‌امینوگلیکان در آبرسانی پوست نیز است. رنگدانه‌های دیگری نیز از ریزجلبک‌ها قابل استخراج هستند، مانند کلروفیل که به راحتی می‌توان استخراج کرد و در لوازم آرایشی، به عنوان مثال در دئودورانت‌ها، به دلیل توانایی آنها در پوشاندن بوها و همچنین در خمیردندان‌ها و محصولات بهداشتی استفاده نمود.^{۲۰}

رنگدانه دیگر، کانتاگرانتین است که در قرص‌های برنزه‌کننده تجاری استفاده می‌شود. این رنگدانه عمدتاً از نانوکلروپسیس و گونه نانوکلروپسیس سالینا، نانوکلروپسیس چشمی یا نانوکلروپسیس گادیتانا به دست می‌آید. همچنین علاقه به استفاده از برخی رنگدانه‌ها در فرمولاسیون آرایش وجود دارد. فیکوسیانین‌ها که توسط جلبک‌های سبز آبی گرما دوست تولید می‌شوند، می‌توانند برای فرمولاسیون سایه‌های چشم استفاده شوند و رنگ‌های صورتی و بنفش موجود در لوازم آرایشی نیز می‌توانند از رنگ‌های طبیعی استخراج شده از ریزجلبک‌های قرمز فرموله شوند.^{۲۱}

سایر ترکیبات زیست‌فعال کمتر شناخته شده هستند مانند بیوپترین گلوکز (یک کروموفور جذب‌کننده اشعه فرابنفش A) که رنگدانه‌ای است که از سیانوباکتری دریایی تولید می‌شود و از پوست در برابر اثرات نامطلوب اشعه اشعه فرابنفش A محافظت می‌کند، بنابراین از آن در فرمولاسیون محصولات آرایشی ضدآفتاب استفاده می‌گردد. علاوه بر این، سیتونمینیک کاروتونوئید تولید شده توسط سیانوباکترهای دریایی است که می‌تواند به عنوان یک

اشعه فرابنفش هستند.^{۳۳}

نمونه‌های دیگر شامل محصولاتی از عصاره‌های ریزجلبک دریابی نانوکلروپسیس چشمی است که به دلیل اثرات سفت‌کنندگی به بازار عرضه شده‌اند. علاوه‌بر این، عصاره جلبک D سالینا، رشد و تکثیر سلول‌های پوست را تحریک می‌کند. محصول دیگری که از جلبک قرمز بنفش پورفیریدیوم کرونوتوم استخراج می‌شود، منجر به بهبود پوست آسیب‌دیده می‌شود. علاوه‌بر این، این محصول برای یکنواختی و درخشندگی چهره، تقویت عروق، تونیک بدن، پوست حساس و ضدقرمزی نیز مفید است. علاوه‌بر این، عصاره غنی از پروتئین از آرتروپسیرا نیز علائم پیری پوست را ترمیم می‌کند و اثر سفت‌کننده دارد. اگزولپلی ساکاریدهای تولیدشده توسط میکروجلبک‌های جنس پاراکلرلا، برای بهبود سلامت و ظاهر پوست و مو نیز بسیار مفید گزارش گردیدند (جدول ۳^۴).

پایگاه مواد آرایشی-
https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/cosmetic-s/cosmetic-ingredient-database_en
 ۱۲۰ نمونه از مواد تشکیل دهنده آرایشی بهداشتی است که چند نمونه از آنها در جدول ۴ موجود است.

مرطوب‌کننده

پیری پوست فرآیند پیچیده‌ای است که هم به استعداد ژنتیکی و هم به عوامل خارجی بستگی دارد و باعث آسیب عملکردی و ساختاری پوست می‌شود. مولکول‌های آب نقش اساسی در حفظ ساختار پوست دارند؛ درواقع، آب به پروتئین‌های پوستی مانند کلازن متصل می‌شود و ضخامت بافت را افزایش می‌دهد. بنابراین، پوست پیر از نظر میزان آب محدود بسیار ضعیف است و دارای شبکه آبرسانی ضعیفی است که باعث می‌شود پوست کمتر و کمتر درخششند و سفت به نظر برسد. به طور معمول، اشعه فرابنفش، آلودگی، رژیم غذایی نامناسب و سبک زندگی ناسالم از عوامل اصلی پیری پوست و درنتیجه از دستدادن رطوبت

نشان می‌دهند. علاوه‌بر این، گلوکان کریزولامیناریناز ریزجلبک اودونتلا اوریتا، استخراج می‌شود که دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی است.^{۳۰} اکتوئین (۶،۴،۵،۶ - تتراهیدرو - ۲ - متیل - ۴ - پیریمیدین کربو زایلیک اسید) یکی از رایج‌ترین املاح اسمزی در حوزه باکتری است. اکتوئین مزایای آرایشی متعددی مانند محافظت از سیستم ایمنی، محافظت از سلول، محافظت در برابر اشعه فرابنفش و محافظت از غشا و هم‌چنین یک عامل محافظ استرس دارد.^{۳۱}

مطالعات نشان داده است که این ترکیب با اثرات پیری پوست ناشی از اشعه فرابنفش A مقابله می‌کند بنابراین، به عنوان یک افزودنی آرایشی پوستی در مرطوب‌کننده‌ها برای مراقبت از پوست پیر، خشک یا تحریک‌شده استفاده می‌شود. اکتوئینرا می‌توان در باکتری‌های هالوفیل مانند هالوموناس ایلونگیت، هالوموناس بولیوینسیس بروی باکتریوم اپیدرم، کروموموالباکتر ایسرائلنسیس یا کروموموالباکترهای اکسیژن‌ها یافت از این‌رو، باکتری‌های هالوفیل می‌توانند منبعی از اجزای محصولات مراقبت از پوست نیز باشند.^{۳۲}

یکی دیگر از زمینه‌های مورد تحقیق، تولید هورمون‌های گیاهی است؛ زیرا نشان داده شده است که جنس‌های مختلف سیانوباکتری‌ها و جلبک‌ها گروه متنوعی از هورمون‌های گیاهی را که در رشد و نمو گیاهان دخیل هستند، انباشته و آزاد می‌کنند. فیتوهورمون‌ها، از جمله اکسین، اسید آبسیزیک، سیتوکینین، اتیلن و ژیبرلین‌ها در طیف وسیعی از ریزجلبک‌ها یافت شده‌اند و می‌توانند در مقابله با علائم پیری پوست نقش داشته باشند که آینده‌ای امیدوارکننده در لوازم آرایشی مراقبت از پوست است. هم‌چنین آمینو اسیدهای مشابه میکوسپورین مستخرج از سیانوباکتری‌هادر کرم‌های ضدآفات و سایر ترکیبات محافظ مانند سیتونمین (دایمر زیرواحدهای ایندولیک و فنولیک)، قادر به کاهش خطر آسیب ناشی از نور

جدول ۳: گزینه‌های از مطالعات اخیر در مورد مزایای مراقبت از پوست با استفاده از سیانوباکتری‌ها.^{۲۵}

| | | | | |
|--------------------------|--|-----------|--|--|
| ۱) ضدپیری و مرطوب‌کننده | تخمیر آنزیمی کارایی اسپیرولینا را در القای هیدراتاسیون پوست و فعالیت‌های محافظت اسمزی افزایش داد | ۲۰۱۸ | اصاره‌های تخمیرشده اسپیرولینا برای مراقبت از پوست | فوايد آبرسانی و کنترل چربی، اثرات ضدپیری |
| ۲) ضدپیری و آنتی‌اکسیدان | تحریک تکثیر فیبروبلاست و سنتر گلیکوزامینوگلیکان‌ها و کلازن، مزایای ضدپیری | ۲۰۰۶/۲۰۱۸ | اثر پوستی اصاره پیتندی اسپیرولینا | تخمیر آنزیمی کارایی اسپیرولینا در فرمولاسیون ترکیبات آرایشی |
| ۳) ضدپیری و روشن‌کننده | آسیب ناشی از گونه‌های فعال اکسیژن به درم افزایش محافظت و ظاهر پوست | ۲۰۱۲ | فرمول ضدآفات با جلبک اسپیرولینا به عنوان مواد فعال | افزایش محافظت و ظاهر پوست |
| ۴) بهبود زخم | آسیب‌پریگماناتاسیون پوست، محافظت در برابر پیری نور و مهار ضدآفات | ۲۰۱۷ | اسپیرولینا به عنوان آنتی‌اکسیدان برای فرمولاسیون ضدآفات | فوايد بر سلامت درم و خاصیت ارتجاعی پوست، کاهش هایپریگماناتاسیون پوست، محافظت در برابر پیری نور و مهار ضدآفات |
| ۵) ضدآکنه | کاربرد موضعی پماد ضدآکنه مشتق از اسپیرولینا | ۲۰۱۱ | اثر فیکوسیانین مشتق از اسپیرولینا | بهترین نتیجه با ۰/۰ میلی‌گرم در میلی‌لیتر فیکوسیانین حاصل شد |
| ۱) ضدپیری و آنتی‌اکسیدان | درمان اختلالات رنگدانه‌ای و فعالیت بالا در جهت مهار تیروزیناز | ۲۰۱۸ | اسپیرولینا برای سفیدکردن پوست | بهبود قابل توجهی در فعالیت ترمیم زخم |
| ۲) ضدپیری و آنتی‌اکسیدان | نکشیر سلولی و اینمی با اختلاط عصاره جلبک حام در فرمول افزایش یافت. اسپیرولینا هیچ اثر ژنتوکسیک بر سلول‌های خون انسان نداشت | ۲۰۱۱ | ترمیم زخم توسط عصاره اسپیرولینا | نکشیر سلولی و اینمی با اختلاط عصاره جلبک حام در فرمول افزایش یافت. اسپیرولینا هیچ اثر ژنتوکسیک بر سلول‌های خون انسان نداشت |
| ۳) ضدپیری و روشن‌کننده | کاربرد موضعی پماد غنی از فایکوسیانین در درمان آکنه در برابر پروپیونی باکتریوم آکنه | ۲۰۱۸ | فرمولاسیون پماد ضدآکنه مشتق از اسپیرولینا | بهبود زخم و فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره اسپیرولینا موجود در کرم پوست |
| ۴) بهبود زخم | ماسک صورت قادر به مهار باکتریوم آکنه با قطر ناحیه بازدارندگی $10 \pm 0/4$ میلی‌متر بود. فعالیت ضدباکتریایی بهدلیل وجود آکلکلولیدها، استروئیدها، ساپونین‌ها و فنل در عصاره اسپیرولینا بود | ۲۰۱۹ | ارزیابی آزمایشگاهی ماسک صورت حاوی عصاره و زیست توده اسپیرولینا پلاتنتسیس و فعالیت ضدباکتریایی آن | کاربرد موضعی پماد غنی از فایکوسیانین در درمان آکنه در برابر پروپیونی باکتریوم آکنه |

و ضدپیری و کنترل چربی عمل می‌کند. تیم تحقیقاتی یک کرم ژل تهیه کردند که با ترکیبات زیر فرموله شده بود: الکل‌های چرب، آکریلول دی‌متیل‌تورات، آمونیوم، کوپلیمر NP و متیل فنیل پلی‌سیلوکسان، فنوکسی اتانول و پارابن و آب مقطر و دیونیزه. این فرمول از یک طرف حاوی کرم ژل مکمل حاوی ۰/۱ درصد (وزنی/وزنی) عصاره خشک اسپیرولینا و از طرف دیگر کرم ژل بدون عصاره اسپیرولینا بود. هر دوی آنها دو بار در روز بر روی ناحیه صورت شرکت‌کنندگان اعمال شد.

به طور خاص، ۴۰ شرکت‌کننده زن سالم، بین ۱۸ تا ۳۹ سال (گروه جوان) و ۴۰ تا ۶۵ سال (گروه بالغ)، در مطالعه بالینی شرکت کردند. هر دو گروه به دو زیر گروه که هر کدام از ده نفر تشکیل شده بودند تقسیم

هستند.^{۲۷} در حال حاضر، افزایش امید به زندگی و علاقه روزافرون به ظاهری جوان، بازار لوازم آرایشی را به سمت فرمولاسیون محصولات ضدپیری با اثرات مرطوب‌کننده‌گی و کاهش چین و چروک سوق داده است. با توجه به اینکه شرکت‌های زیبایی نیز در جست‌وجوی مواد اولیه پایدار و مواد فعال هستند، مطالعات بر روی اثرات ضدپیری سیانوباکتری‌ها در سال‌های اخیر توجه زیادی را برانگیخته است.

در این زمینه، محققان برای اولین بار استفاده از اسپیرولینا به عنوان یک ماده ابتکاری برای محصولات آرایشی و بهداشتی استفاده کردند. آنها نشان دادند که چگونه ریزجلبک ساختار اپیدرم را بهبود می‌بخشد و به عنوان یک تقویت‌کننده هیدراتاسیون با نتایج مثبت بر عملکرد سد پوست، به ویژه برای محافظت از پوست

جدول ۴: نام‌گذاری بین‌المللی مواد آرایشی و شرح آن‌ها^{۲۶}.

| نام‌گذاری بین‌المللی مواد آرایشی | تعریف |
|--|---|
| اگزوپلی ساکاریدهای جلبکی، اگزوپلی ساکاریدهایی هستند که از تخمیر گونه‌های مختلف ریزجلبک‌های بخش‌های روドوفیتا و کلروفیتا آزاد می‌شوند. | اگزوپلی ساکاریدهای جلبک |
| اگزوپلی ساکاریدهای پاراکلولا بیجرنکی، اگزوپلی ساکاریدهایی هستند که از طریق تخمیر ریزجلبک پاراکلولا بیجرنکی تولید می‌شوند. | پاراکلولا بیجرنکی اگزوپلی ساکاریدها |
| آناکاردولیل تریپتید محصولی است که از واکنش اسید آناکاردیک و تریپتید و ریزجلبک‌های تیره سیانوباکتری‌باشه به دست می‌آید. | پودر ساکروم آفانوتک |
| عصاره آرتروسپیرا عصاره سیانوباکتریوم آرتروسپیرا ماکسیما است. | عصاره آرتروسپیرا |
| محیط کشت آرترسپیرا پلتتسیس، محیطی است که از کشت آرترسپیرا پلتتسیس پس از چند روز رشد، به دست می‌آید. | محیط کشت کشت آرترسپیرا پلتتسیس |
| تخمیر سیانوباکتریوم آپونینوم محصولی است که از تخمیر سیانوباکتریوم آپونینوم به دست می‌آید. | سیانوباکتریوم آپونینوم تخمیر |
| عصاره ادوتلا اربتا ادوتلا اربتا است که از تیره باسیلاریوفیسه به دست می‌آید. | عصاره ادوتلا اربتا |
| روغن ادوتلا اربتا روغنی است که از فیتوپلانکتون ادوتلا اربتا از تیره باسیلاریوفیسه به دست می‌آید. | روغن ادوتلا اربتا |
| عصاره پلانکتون عصاره‌ای است که از پلانکتون‌های دریایی به دست می‌آید | عصاره پلانکتون |
| عصاره تتراسیمیس سوسیکا عصاره ای است که از تتراسیمیس سوسیکا به دست می‌آید. | عصاره تتراسیمیس سوسیکا |
| عصاره کلرلا الپیسویدا از جلبک کلرلا الپیسویدا و تیره کلرولاسه به دست می‌آید. | عصاره کلرلا الپیسویدا |
| عصاره کالوس کلرلا ولگاریس عصاره کشت کالوس جلبک، کلرلا ولگاریس، کلرلاسه است. | کالوس کلرلا ولگاریس |
| عصاره فورمیدیوم آنسیناتوم عصاره جلبک فورمیدیوم آنسیناتوم است | عصاره فورمیدیوم آنسیناتوم |
| تخمیر فرمیدیوم محصولی است که از طریق تخمیر توسط میکرووارگانیسم فورمیدیوم به دست می‌آید. | تخمیر فرمیدیوم |
| عصاره آفانیزومون فلوس آکوا، عصاره جلبک عصاره آفانیزومون فلوس آکوا از تیره نوستوکاسه است. | عصاره آفانیزومون فلوس آکوا |
| عصاره نوستوک فلاجیلیفورمه، عصاره حاصل از سیانوباکتری نوستوک فلاجیلیفورمه از تیره نوستوکاسه است. | عصاره نوستوک فلاجیلیفورمه |
| عصاره دونالیلا برداویل عصاره جلبک، دونالیلا برداویل، دونالیلاسه است. | عصاره دونالیلا برداویل |
| عصاره دونالیلا سالینا/هماتوکوکوس پلوبالیس عصاره دونالیلا سالینا/هماتوکوکوس پلوبالیس است. | عصاره دونالیلا سالینا/هماتوکوکوس پلوبالیس |
| عصاره پورفیریدیوم کرونتوم عصاره جلبک، پورفیریدیوم کرونتوم، پورفیریداسه است. | عصاره پورفیریدیوم کرونتوم |
| پودر نانوکلروپسیس اکولاتا پودری است که از جلبک خشک و آسیاب شده نانوکلروپسیس اکولاتا به دست می‌آید. | پودر نانوکلروپسیس اکولاتا |
| عصاره اسکلتونما کوستاتوم عصاره اسکلتونما کوستاتوم است. | عصاره اسکلتونما کوستاتوم |
| عصاره رودلا ویلاسا عصاره جلبک رودلا ویلاسا، رودلاسه است. | عصاره رودلا ویلاسا |

عصاره اسپیروولینا برای بهبود ویژگی هیدرولیپیدی، بازسازی بافت پوست و درنتیجه محافظت و مرطوب کردن پوست ضروری است^{۲۸ و ۲۹}. یکی از جنبه‌های مهم مرتبط با پیری پوست، کاهش پیتیدها در ماتریکس خارج سلولی درم است. پیتیدها زنجیره کوتاهی از باقیمانده‌های اسید آمینه هستند که در چندین فرآیند فیزیولوژیکی مانند التهاب، پاسخ ایمنی و بازسازی پوست نقش دارند و سنتر پروتئین‌های ساختاری (کلاژن و الاستین) را تحریک می‌کنند. به همین دلیل، محصولات آرایشی و بهداشتی که سرشار از پیتید هستند ممکن است از

شدند: گروه اول از فرمول حاوی عصاره اسپیروولینا و گروه دوم از کرم ژل بدون عصاره اسپیروولینا استفاده کردند. برای مقایسه، داده‌ها قبل یا بعد از استفاده از کرم (در مجموع ۲۸ روز) جمع‌آوری شد درنتیجه این مطالعه، اسیدهای چرب اسپیروولینا مانند آلفا و گاما لیونلینیک اسید ظاهر چرب پوست را بهبود بخشید. پلی‌ساکاریدهای موجود در عصاره ریزجلبک، فرآیند تقسیم سلولی را تحریک کرده و به فرآیندهای کراتینه‌شدن کمک می‌کنند. ویتامین‌ها، مواد معدنی و پروتئین‌های موجود در جلبک ممکن است در بهبود پوست و هیدراتاسیون بیشتر کمک کنند بنابراین،

اشعه فرابینفس را کاهش می‌دهند. رنگدانه‌زایی در داخل ملانوسیت‌ها آغاز می‌شود. در این میان، تیروزیناز نقش مهمی در کنترل تولید ملانین و سپس رنگ‌آمیزی مو، پوست و چشم دارد. مجموعه‌ای از واکنش‌های آبشاری خودبه‌خود منجر به ایجاد پلیمر رنگدانه‌ای به نام ملانین می‌شود. هم ازدستدادن غیرطبیعی و هم تولید بیش از حد ملانین ممکن است باعث ایجاد اختلالات جدی پوستی و زیبایی شناختی در انسان شود. مطمئن‌ترین راهبرد برای درمان چنین اختلالات رنگدانه‌ای، تاکنون استفاده از مهارکننده‌های تیروزیناز است.

در دهه‌های اخیر، تعداد زیادی مهارکننده طبیعی و مصنوعی برای تولید داروهای هیپوپیگمانانتاسیون، عوامل ضدقه‌های و لوازم آرایشی سفیدکننده پوست پیشنهاد شده‌اند. آربوتین، کوجیک اسید و هیدروکینون از جمله بهترین مهارکننده‌های شناخته‌شده هستند، اگرچه استفاده از آنها در حال حاضر به دلیل برخی عوارض جانبی، از جمله تحریک و آلرژی، محدود است. درواقع، هیدروکینون در محصولات آرایشی و بهداشتی نیز توسط اتحادیه اروپا و سازمان غذا و دارو منحصراً است درنتیجه، استفاده از اسپیرولینا به عنوان یک مهارکننده تیروزیناز ایمن ممکن است کاربرد بالقوه زیادی در این زمینه داشته باشد.

اثر اسپیرولینا بر رنگدانه‌های پوست به‌طور مفصل توسط محققان مورد بررسی قرار گرفت. آن‌ها نشان دادند که این ریزجلبک پتانسیل زیادی برای مهار تیروزیناز دارد و ممکن است برای تولید لوازم آرایشی سفیدکننده پوست، کاملاً مؤثر و بی‌خطر، استفاده شود. یکی دیگر از اجزای مهمی که می‌تواند مسئول این اثرات آنتی‌اسیدانی باشد، فیکوسیانین^۶ است و می‌تواند بیان تیروزیناز را در سطوح رونویسی و پس از رونویسی تعديل می‌کند^{۳۴-۳۵}.

بهبود زخم

بروز چین و چروک و علائم پیری جلوگیری کنند. مانند اکثر سیانوباکتری‌ها، اسپیرولینا حاوی چندین ترکیب فعال زیستی، به ویژه پروتئین (۰.۶۲٪-۰.۵۳٪) است. تعداد زیادی از پیتیدها از عصاره اسپیرولینا غربالگری، تکه‌تکه و خالص شده‌اند و در لوازم دارویی و آرایشی استفاده می‌شوند^{۳۶}.

آنتی‌اسیدان

پتانسیل آنتی‌اسیدانی سیانوباکتری‌های تولیدکننده رنگ آبی در آرایشی بسیار مورد توجه است. رنگدانه‌ها را می‌توان به عنوان رنگ‌های طبیعی در محصولات آرایشی مانند خط چشم و رزلب و به عنوان عوامل آنتی‌اسیدانی که در برابر اشعه فرابینفس محافظت می‌کنند استفاده کرد. درواقع، اسپیرولینا حاوی مقدار زیادی رنگدانه فتوسنتزی مانند کلروفیل و به ویژه فیکوسیانین است که رنگ سبز - آبی را در فرمول‌های آرایشی موجب می‌شود. محققان فرمول ضدآفات پایدار و مؤثری حاوی مخلوطی از فیلترهای اشعه فرابینفس و آنتی‌اسیدان‌های حاصل از عصاره سیانوباکتری‌ها را ارائه دادند. به عنوان یک آنتی‌اسیدان، اسپیرولینا می‌تواند هیپرپیگمانانتاسیون پوست را کاهش دهد و با مهار آسیب ناشی از گونه‌های اکسیژن فعال به درم از پوست در برابر آسیب‌های ناشی از نور خورشید محافظت کند. تجزیه و تحلیل بصری و رئولوژیکی نشان داد که فرمولاسیون ضدآفات در طول دوره مطالعه پایدار بود و به‌طور قابل توجهی سلامت درم و کشسانی پوست را پس از ۸۴ روز از درمان بهبود می‌بخشد^{۳۱ و ۳۲}.

روشن‌کننده

هایپرپیگمانانتاسیون پوست یک مسئله بسیار مهم در زیبایی است که نگرانی فرازینده‌ای را در بازار لوازم آرایشی فعلی ایجاد می‌کند. در حال حاضر، محصولات سفیدکننده در مراقبت از پوست، نقش اساسی دارند، زیرا لکه‌های پوستی ناشی از قرارگرفتن در معرض

سلول‌های فیبروبلاست نشان دادند. فیبروبلاست‌ها سلول‌های مزانشیمی هستند که با ترشح ماتریکس خارج سلولی، حفظ بافت را ممکن می‌کنند و مسئول التهاب و تشکیل اسکار در طول فرآیند بهبود زخم هستند. یک کرم مراقبت از پوست، که حاوی ۱/۱۲۵ درصد عصاره اسپیرولینا است، با افزایش ایمنی واکنش پذیری کلازن نوع ۱، بیشترین اثر تکثیری را روی سلول‌های پوست را دارد.^{۳۷,۳۸}

آزمایش میکرونوكلئوس، که آسیب اسید نوکلئیک را نشان می‌دهد، نشان داد که کرم مبتنی بر اسپیرولینا هیچ اثر ژنتوکسیک روی سلول‌های خون محیطی انسان ندارد. علاوه بر این، اسپیرولینا هم‌چنین خاصیت آنتی‌اسیدیانی قوی را به‌دلیل فعالیت سوپراکسید دیسموتاز دارد. همه این ویژگی‌ها باعث می‌شوند که ریزجلبک سبز آبی برای کاربردهای زیست‌پزشکی و زیبایی، به‌ویژه برای پانسمان زخم و همچنین آفتاب‌سوختگی، اریتم و پیری نوری مناسب باشد. اسپیرولینا با بهبود مکانیسم آنتی‌اسیدیانی در برابر گونه‌های فعال اکسیژن به بازسازی زخم‌ها و افزایش بازسازی پوست کمک می‌کند.^{۳۹,۴۰}

برای حل مسئله مشکل آب‌گریزی اسپیرولینا، آژینات به‌دلیل آب‌دوستی و قابلیت جذب بالا در مرحله بعدی اضافه شد. آژینات ساختار آبدوست دارد - که از اسید آلفا - L - گولورونیک و اسید بتا - D - مانورونیک تشکیل شده است که می‌تواند مقادیر زیادی آب را در خود جای دهد. نتایج این مطالعه نشان داد که عصاره اسپیرولینای حاوی آجینات به‌طور مؤثر بازسازی بافت را در مدل موش تسريع می‌کند. هنگامی که این چسب روی زخم‌های حیوان اعمال شد، ماتریس‌های خارج سلولی سریعتر از آن‌هایی که با برچسب‌های بدون اسپیرولینا درمان شده بودند، بازسازی شدند. آژینات منجر به حفظ رطوبت و افزایش چسبندگی در ریسه‌های اسپیرولینا می‌شود و درنهایت باعث تسريع بازسازی پوست زخمی در مدل

بهبود زخم یک فرآیند پیچیده است که شامل بهبود سیستم التهابی، سنتز پروتئین‌های ساختاری، مهاجرت و تکثیر سلول‌های پارانشیمی و بافت همبند است. گاهی بیماری‌های مزمن یا عفونت‌های باکتریایی ممکن است روند بهبودی را تضعیف کنند.^{۳۶}

محققان از سیانوباکتری‌ها، به‌دلیل داشتن فلاونوئیدها و تری‌ترپونوئیدها که به عنوان عوامل قابض و ضدمیکروبی عمل می‌کنند، در بهبود زخم استفاده کردند. اثر ترمیم زخم عصاره‌های خشک اسپیرولینا به‌دست آمده در پترولیوم اتر، کلروفرم و متانول بر روی موش‌های صحرایی مورد آزمایش قرار گرفت و به مدت ۱۶ روز تحت نظرارت قرار گرفت. نتایج بهبود قابل توجهی در فعالیت ترمیم زخم با سه عصاره فوق الذکر نشان داد.

بهترین نتیجه در پماد با عصاره مبتنی بر اثر نفت با ۱۰ درصد وزنی به‌دست آمد. محققان دیگر تأثیر عصاره خام اسپیرولینا و فیکوسیانین جداشده از عصاره خام اسپیرولینارا بر روی کشت کراتینوسبیت انسانی با استفاده از مدل‌های آزمایش‌های بالینی و آزمایشگاهی در بهبود زخم مورد مطالعه قرار دادند. آنها مشاهده کردند که عصاره اسپیرولینا بهترین تحریک رشد را در دوز ۳۳/۵ میکروگرم بر میلی لیتر از درمان نشان داد که فعالیت سلولی را بین ۱۰۰ تا ۲۷۰ درصد پس از ۷۲ ساعت اعلام کرد.

زنده‌ماندن سلولی نیز با فایکوسیانین بهبود یافت و حتی تا ۲۱۳ درصد اندازه‌گیری شد. فعالیت سلولی و تفاوت تکثیر بین عصاره اسپیرولینا و فیکوسیانین در محدوده دوزهای مورد بررسی تفاوت معناداری نداشت. به‌طور کلی، به‌نظر می‌رسد فعالیت‌های تکثیر و تحریک رشد عصاره اسپیرولینا به‌طور مستقیم با حضور فیکوسیانین و کاروتونوئیدها مرتبط است که به‌طور هم‌افزایی به بهبود زخم و بازسازی بافت کمک می‌کند. کرم‌های پوستی طبیعی غنی‌شده با عصاره بیواکتیو اسپیرولینا، اثرات قابل توجهی بر تکثیر و مهاجرت

موش می شود.^{۴۱ و ۴۲}

ضدآکنه

آکنه یک اختلال اپیدرمی است که با ترشح بیش از حد سوم در فولیکول‌های تغییر شکل یافته مرتبط است که به التهاب و تشکیل کومدون‌ها منجر می‌شود. کوتی‌باکتریوم آکنه بی‌هوایی در فرآیند التهاب نقش دارد، زیرا در محیط چربی، تکثیر می‌شوند و گونه‌های اکسیژن فعال و ترکیبات پیش‌التهابی را تولید می‌کنند. پوست‌های آکنه‌دار دارای اسید لینولئیک کم هستند بنابراین، عملکرد پوست را به خطر میندازند. اختلال آکنه، بیشتر افراد را در دوران نوجوانی تحت تأثیر قرار می‌دهد و ممکن است منجر به کمبود اعتماد به نفس و درنتیجه شرمندگی بدن شود.

از آنجایی که باکتری‌های مولد آکنه عوارض جانبی و مقاومت فرازاینده‌ای نسبت به داروهای مصنوعی مانند تتراسایمیدرول نشان می‌دهند، بسیاری از روش‌های جایگزین در دهه‌های گذشته مورد بررسی قرار گرفته‌اند. در این میان، کاربردهای موضعی فرمول‌های آرایشی حاوی مواد گیاهی به عنوان مواد مؤثره ایمن، مناسب‌تر است. در حال حاضر، بازار لوازم آرایشی به شدت علاقه‌مند به فرمولات مخصوصات ضدآکنه با تمرکز ویژه بر مواد فعال طبیعی است. با این هدف محققان، یک فرمول ضدآکنه موضعی با استفاده از عصاره اسپیرولینا غنی از پروتئین فیکوسیانین ارائه دادند. اسپیرولینا مورد استفاده در این مطالعه به طور خاص برای افزایش مقدار فیکوسیانین‌ها، فلاونوئیدها، آلکالوئیدها و ترکیبات فنلی رشد داده شد تا خواص ضدالتهابی و ضدباکتریایی آن افزایش یابد بنابراین، اسپیرولینا به عنوان یک ماده آرایشی طبیعی امیدوار کننده با فعالیت ضدباکتریایی بالا در برابر پاتوژن‌های آکنه نشان داده شده است (جدول ۵).^{۴۳ و ۴۴}

از این مطالعه نتیجه می‌گیریم که سیانوباکتری‌ها، حاوی ترکیبات فعال زیستی برای تولید لوازم آرایشی

جدول ۵: ترکیب، ویژگی و فعالیت ماسک صورت ضدآکنه.^{۴۵}

| پارامترها | نوع ماسک صورت |
|-----------------------------|--|
| اجزای تشکیل‌دهنده | متیل پارابن (۰/۰۱٪ گرم) هیدروکسی پروپیل (۰/۰۲٪ گرم) گلیسرین (۰/۰۲۵٪ گرم) پلی‌ونبل الکل (۰/۰۶٪ گرم) آب مقطّر (۱٪ گرم) عصاره اسپیرولینا (۰/۰۲۵٪ گرم) بیومس اسپیرولینا (۰/۰۷۵٪ گرم) |
| ارگانولپتیک (بررسی‌های حسی) | رنگ: سبز و نیمه‌جامد ویسکوزیته Cp $۷۳۰.۶/۷ \pm ۹/۲$ |
| pH | ۶ |
| پراکنش و گسترش‌پذیری | ۱/۱ سانتی‌متر |
| فعالیت آنتی‌باکتریال | مانعنت مثبت در مقابل کوتی باکتریوم آکنه |

مؤثر و ایمن هستند. در سال‌های اخیر مزایای مراقبت از پوست با استفاده از سیانوباکتری‌ها و عصاره‌های آن‌ها بسیار مورد بررسی قرار گرفته است. سیانوباکتری‌ها، حاوی مجموعه‌ای از اجزای هم‌افزایی مانند پپتیدها، اسیدهای چرب اشباع‌نشده چندگانه، ویتامین‌ها، مواد معدنی و مواد مغذی گیاهی آنتی‌اکسیدانی هستند.

با اینکه عصاره حاصل از سیانوباکتری‌ها و محصولات مراقبت از پوست مبتنی بر ریزجلبک‌ها در بازار موجود است، انتظار می‌رود این روند در سال‌های آینده رشد بیشتری داشته باشد؛ چراکه طیف وسیعی از ویژگی‌ها از جمله آنتی‌اکسیدان، احیاکننده، بازسازی‌کننده، مرطوب‌کننده، محافظت در کنار پاک‌کننده و درخشان‌کننده را برای مو و پوست دارند بنابراین، این محصولات ممکن است به صورت موضعی به عنوان عوامل ضدچروک، ضدپیری و ضدآکنه استفاده شوند. به همین دلیل است که عصاره حاصل از سیانوباکتری‌ها می‌تواند در فرمولات مخصوصی این محصولات مراقبت از پوست، درمان اختلالات رنگدانه پوست و بهبود زخم مورداستفاده قرار گیرد.

References

1. Vieira M, Pastrana L, Fuciños P. Microalgae encapsulation systems for Food, pharmaceutical and cosmetics applications marine drugs 2020; 18: 644.
2. Santhosh A, Sravani A, Resshma V, Santhi P, Surya P, Rama R. Formulation and evalution of herbal acne gel, world journal of pharmaceutical research 2015; 4: 2324-330.
3. Rafferty D.W, Dupin L, Zellia J, Giovannitti-Jensen A. Predicting lipstick sensory properties with laboratory tests, International Journal of Cosmetic Science 2018; 40: 451-60.
4. Morocho-Jácome AL, Ruscinc N, Martinez RM, et al. (Bio) Technological aspects of microalgae pigments for cosmetics. Appl Microbiol Biotechnol 2020; 104: 9513-522.
5. Ragusa I, Nardone GN, Zanatta S, et al. Spirulina for skin care: a bright blue future. Cosmetics 2021; 8: 7.
6. Suksaeree J, Chuchote C. Formulation and characterization of topical anti-acne spot gel containing herbal extracts. InMATEC Web of Conferences 2018.
7. Ingle A, Meshram MB. Formulation and evaluation of ayurvedic face wash. Int J Phytopharm 2018.
8. Rasheed A, Avinash Kumar Reddy G, Mohanalakshmi S, et al. Formulation and comparative evaluation of poly herbal anti-acne face wash gels. Pharm Biol 2011; 49: 771-74.
9. Juma'at N, Rahmat NA, Hamidi SA, et al. The production and stability evaluation of natural lipstick, Multidisciplinary Applied Research and Innovation 2021; 2: 220-25.
10. Le Révérend BJ, Taylor MS, Norton IT. Design and application of water-in-oil emulsions for use in lipstick formulations. Int J Cosmet Sci 2011; 33: 263-68.
11. Poomanee W, Kongin K, Sriputorn K, et al. Application of factorial experimental design for optimization and development of color lipstick containing antioxidant-rich Sacha inchi oil. Pak J Pharm Sci 2021; 34: 1437-444.
12. Chandravanshi JS, Rawat A, Ganesh N. Formulation of Hand Sanitizers from Herbs: A. 2020; 9: 2319-7064.
13. Yadav N, Maury SH, Yadav P, et al. Formulation and development of face wash, journal of emerging technologies and innovative research 2021; 8: 2349-5162.
14. Panda S, Dalapati N, Kar PK. Preparation and evaluation of Herbal Lipstick. Environment, Journal of Pharmaceutical Advanced Research 2018; 1: 117-19.
15. Setyawaty, R. and Pratama, M.R. The usage of Jati Leaves Extract (*Tectona grandis* L.f) As color of lipstick. Majalah Obat Tradisional 2018, 23:16.
16. Ariede MB, Candido TM, Jacome AL, et al. Cosmetic attributes of algae-A review. Algal Res 2017; 25: 483-87.
17. Kusuma SA, Abdassah M, Valas BE. Formulation and evaluation of anti acne gel containing citrus aurantifolia fruit juice using carbopol as gelling agent. Int J Appl Pharm 2018: 147-52.
18. Acharya SB, Ghosh S, Yadav G, et al. Formulation, evaluation and antibacterial efficiency of water-based herbal hand sanitizer gel, Journal of the the preprint server for biology 2018: 373928.
19. Joshi S, Kumari R, Upasani VN. Applications of algae in cosmetics: an overview. Int J Innov Res Sci Eng Technol 2018; 7: 1269.

20. Shah MA, Natarajan SB, Gousuddin M. Formulation, evaluation, and antibacterial efficiency of herbal hand wash Gel. *Int J Pharm Sci* 2014; 25: 120-24.
21. Afsar Z, Khanam S. Formulation and evaluation of poly herbal soap and hand sanitizer. *Int Res J Pharm* 2016; 7: 54-7.
22. Pratiwi C, Indrawati T, Djamil R. Formulasi Sediaan Lipstik Dengan menggunakan Kombinasi Pewarna Alami Kulit Buah Jamblang (*Syzygiumcuminii* L) Dan VCO. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia* 2021; 8:17-22.
23. Nowruzi B. A review of sunscreens and moisturizers compounds drived from cyanobacteria, *Journal of dermatology and cosmetic year* 2022; 119-32.
24. Sindhu RK, Chitkara M, Kaur G, et al. Formulation development and antimicrobial evaluation of polyherbal soap. *Plant Arch* 2019; 19: 1342-346.
25. Ali MN, Guesmi N, Ali S, et al. Evaluation of laboratory formulated hand sanitizing gel in riyadh municipality central area labs. *Saudi J. Med. Pharm. Sci* 2020; 6: 548-58.
26. Guerra E, Alvarez-Rivera G, Llompart M, et al. Simultaneous determination of preservatives and synthetic dyes in cosmetics by single-step vortex extraction and clean-up followed by liquid chromatography coupled to tandem mass spectrometry 2018; 188:251-58.
27. Beri A, Pichot R, Norton IT. Physical and material properties of an emulsion-based lipstick produced via a continuous process. *Int J Cosmet Sci* 2014; 36: 148-58.
28. Derikvand P, Llewellyn CA, Purton S. Cyanobacterial metabolites as a source of sunscreens and moisturizers: A comparison with current synthetic compounds. *Eur J Phycol* 2017; 52: 43-56.
29. Setyawaty R, Pratama MR. The usage of jati leaves extract (*Tectona grandis* Lf) as color of lipstick. *Maj Obat Tradis* 2018; 23: 16-22.
30. Kameswararao K, karun Kumar T, Malleswari K, et al. Formulation and evaluation of poly herbal anti acne face wash. *Int J Pharma Bio Sci* 2019:2394-5826.
31. Singh HP, Samnhotra N, Gullaiya S, et al. Anti-acne synergistic herbal face wash gel: formulation, evaluation and stability studies. *World J Pharm Res* 2015; 4: 1261-273.
32. Chaudhari NP, Chaudhari NU, Chaudhari HA, et al. A review on herbal lipstick from different natural colouring pigment. *Indian J Drugs* 2018; 6: 174-79.
33. Mourelle ML, Gómez CP, Legido JL. The potential use of marine microalgae and cyanobacteria in cosmetics and thalassotherapy. *Cosmetics* 2017; 4: 46.
34. Nowruzi B. A review of bioactive compounds of cyanobacteria and microalgae as cosmetically useful supplements. *J Dermatol Cosmet* 2022; 12: 256-69.
35. Kamble M, Selwate T, Dhabarde D, et al. Formulation and evaluation of anti-acne face wash gel using guava seed extract. *J drug deliv ther* 2019; 9: 5-7.
36. Berthon JY, Nachat-Kappes R, Bey M, et al. Extraction of *Andrographis paniculata* as material for developing soap and sanitizer. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2021; 51: 555-67.
37. Pan S, Sivanathan S, Kiepe G, et al. Candidate formulations for a sustainable lipstick supplemented with Vitamin D3: effects of wax type and concentration on material properties. *Ind Eng Chem Res* 2021; 60: 2027-040.
38. Moldovan M, Bogdan C, Ursu I, et al. Evaluation of the efficacy and characterization of an anti-acne cream containing herbal extracts. *Management* 2016; 10: 12.

39. Bahari R, Kasim KF, Nasaruddin NN. Extraction of andrographis paniculata as material for developing soap and sanitizer. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2021; 756: 1315-755.
40. Yamin K, Onesimus T. Preparation and evaluation of herbal anti-acne gel. Int J Pharm Bio Sci 2013; 4: 956.
41. Schagen SK, Overhagen S, Bilstein A. New data confirm skin revitalizing and stress protection by Glycoin® natural. Euro Cosmet 2017; 1: 24-7.
42. Haneefa MK, Shilpa NM, Junise V, et al. Formulation and evaluation of medicated soap of Ixora coccinea root extract for dermal infections. J Pharm Sci Res 2019; 11: 3094-097.
43. Dhakal M, Sharma P, Ghosh S, et al. Preparation and evaluation of herbal lipsticks using natural pigment lycopene (*Solanum lycopersicum*). Journal of Department of Pharmacognosy, Himalayan Pharmacy Institute, Majhitar, Sikkim 2016;2: 23-9.
44. Jamdade K, Kostha A, Jain N, et al. Formulation and evaluation of herbal lipstick using beta vulgaris and punica granatum extract. International Journal of Pharmacy & Life Sciences 2020; 11: 6575-579.
45. Patil CD, Kadam R, Bedis SP. Formulation and evaluation of sugar cane wax-based lipstick. Int J Trend Res Dev 2019; 3: 827-29.

A review of different methods of skin care using cyanobacteria

Atoosa Asadollahi¹

Bahareh Nowruzi, PhD^{1*}

Mahsa Fattahi, PhD²

1. Department of Biology, School of Converging Sciences and Technologies, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran
2. Center for Research & Training in Skin Diseases & Leprosy, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Received: Dec 26, 2022

Accepted: Feb 26, 2023

Pages: 285-299

Corresponding Author:

Bahareh Nowruzi, PhD

Shohaday-e- Hesarak Blvd., Daneshgah Sq., End of Sattari Hiwghway, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran

Email: bahareh.nowruzi@srbiau.ac.ir

Conflict of interest: None to declare

Microalgae are photosynthetic microorganisms which are the result of permanent exposure to stressful conditions such as high or low temperature, high salinity, osmotic pressure, ultraviolet radiation (uv), contain valuable bioactive compounds in cosmetic products .the existing cosmetic products can be replaced with the cosmetic products that are compatible with the environment and can be included in the topical formulations of skin care such as moisturizers, Anti-wrinkles, anti - aging and anti - acne. In addition, the extracts from these microalgae are used to make sunscreen to treat skin pigmentation and improve wounds; therefore most commercial cosmetics have a wide range of natural compounds extracted from cyanobacteria and this leads to increasing antioxidant, regenerative, moisturizer, shielding and brighteners for both hair and skin. In this article the cosmetic use of cyanobacteria extract and dried powder in improving the appearance and health skin have been investigated. Furthermore, analyzing the brand of Spirulina has been discussed.

Keywords: microalgae, cyanobacteria, natural cosmetics, skin health

