

Substancje aktywne pozyskiwane z alg oraz ich zastosowanie w kosmeceutykach

Active substances derived from algae and their application in cosmeceuticals

I WSTĘP

Algi, glony stanowią grupę organizmów wodnych, samożywnych, do której należą następujące grupy roślin: sinice, wiciowce, okrzemki, zielenice, brunatnice, krasnorosty i ramienice. Badania aktywności biologicznej związków zawartych w algach wskazują na ich działanie przeciwbakteryjne, przeciwgrzybiczne, przeciwwirusowe, a także antyoksydacyjne, przeciwzapalne, przeciwnowotworowe oraz fotoprotekcyjne.

W krajach Afryki, Ameryki, a szczególnie Azji praktyczne zastosowanie glonów, zwłaszcza do celów leczniczych, kosmetycznych i odżywczych, znane jest od kilku tysięcy lat. Największym zainteresowaniem cieszą się glony zawierające składniki chemiczne o właściwościach leczniczych, kosmetycznych i odmładzających. Ze względu na powszechność ich występowanie w środowisku naturalnym we wszystkich strefach klimatycznych, a także duży potencjał terapeutyczny obecnych w nich związków

biologicznie aktywnych, są coraz chętniej wykorzystywane w przemyśle farmaceutycznym, kosmetycznym oraz jako suplementy diety.

I WYSTĘPOWANIE

Algi, glony – to niektóre nazwy określające liczną grupę organizmów wodnych, samożywnych, najczęściej plechowatych beznaczyniowych organizmów roślinnych, a także prochlorofitów i bakterii [1]. Glony (*algae*) są najbardziej rozpowszechnionymi roślinami zarodnikowymi o bardzo zróżnicowanej strukturze morfologicznej. Pod względem budowy niektóre z nich są jednokomórkowymi organizmami, część tworzy kolonie, inne mają strukturę wielokomórkowych plech osiągających nieraz wymiary kilku metrów i tworzących tzw. podwodne łąki. Środowisko wodne jest głównym miejscem ich występowania, chociaż niektóre gatunki glonów żyją na podłożu stałym, ale o dużej wilgotności.

Małgorzata Janiczek
Małgorzata Ruprich
Wydział Medyczny,
Górnośląska Wyższa
Szkoła Handlowa
ul. Harcerzy
Września 1939 3
40-659 Katowice

M: +48 608 402 585
E: tdj@o2.pl

» 132

I STRESZCZENIE

Pod nazwą algi (glony) kryje się ponad 20 tysięcy gatunków organizmów. Wiele z nich jest wyławianych z mórz i innych naturalnych zbiorników wodnych lub hodowanych. Do najszerzej wykorzystywanych spośród nich należą brunatnice, krasnorosty, zielenice i sinice.

Algi zyskały duże znaczenie w rozwoju produkcji kosmeceutyków ze względu na bogactwo zawartych w nich związków bioaktywnych.

W artykule dokonano przeglądu substancji aktywnych pozyskiwanych z alg, przeanalizowano je pod kątem wykorzystania w kosmeceutykach oraz ich wpływu na skórę i organizm. Omówiono naturalne właściwości terapeutyczne mikro- i makroalg, wskazując jednocześnie źródła ich pozyskiwania.

I ABSTRACT

More than 20,000 species of organisms go by the name of kelp or seaweed. Many of them are acquired from the seas and other natural water reservoirs or cultured. The most widely used are brown algae, red algae, green algae and cyanobacteria.

Algae have gained great importance in the development of cosmeceuticals production thanks to the wealth of bioactive compounds they contain.

The paper reviews active substances derived from algae, analyzes their application in cosmeceuticals and their effect on the skin and body. It discusses the natural therapeutic properties of micro- and macro-algae, also indicating the sources of their acquisition.

otrzymano / received

17.12.2016

poprawiono / corrected

11.01.2017

zaakceptowano / accepted

29.01.2017

Słowa kluczowe: algi, glony, polisacharydy, barwniki roślinne, lipidy roślinne

Key words: algae, seaweed, polysaccharides, plant pigments, plant lipids

Większość glonów to rośliny fotoautotroficzne, o dużej aktywności fotosyntetycznej. Na globie ziemskim około 70% materii organicznej i tlenu wytwarzają glony w procesie fotosyntezy. Pod względem taksonomicznym do glonów zaliczono następujące grupy roślin: sinice, wiciowce, okrzemki, zielenice, brunatnice, krasnorosty i ramienice [2]. Pochodzenie i systematyka alg jest przedmiotem badań, podobnie jak ich pokrewieństwo z roślinami telomowymi. Pod nazwą alg, a raczej glony (nazwa systematyczna) kryje się 11 gromad i ponad 20 tysięcy gatunków organizmów, należących do kilku odrębnych królestw (roślin, protista i bakterii) o zróżnicowanej budowie i kształcie, usystematyzowanych w 1993 roku przez A. i J. Szwejkowskich. Wiele z tych organizmów jest wyławianych z mórz i innych naturalnych zbiorników wodnych lub dodatkowo hodowanych. Do najszerszej wykorzystywanych spośród nich należą brunatnice, krasnorosty i zielenice [1]. Każdy gatunek posiada odmienną morfologię i właściwości. Wielkość organizmów glonów zależy od gatunku i sięga od mikroskopijnych organizmów, takich jak mikroalgi, aż po osiągające nawet kilkadziesiąt metrów długości makroalgi [3].

I SUBSTANCJE CZYNNNE

Szeroka różnorodność biochemicznego składu glonów stanowi doskonałe źródło wielu biologicznie czynnych składników o szerokim zastosowaniu terapeutycznym, z których wiele jest rzadkich lub nieobecnych w innych grupach taksonomicznych [4, 5]. Zwiększone wykorzystanie naturalnych produktów w przemyśle farmaceutycznym i kosmetycznym doprowadziło do wzrostu popytu na badania przesiewowe dotyczące występowania związków bioaktywnych w algach morskich [6]. Głównym składnikiem biomasy alg jest woda, która stanowi około 75-90% ich świeżej masy. Duży udział wśród związków występujących w algach mają sole mineralne. Obecne w glonach mikroelementy to między innymi: brom, cynk, jod, mangan, miedź, żelazo. Występują one w szczególnie dobrze przyswajalnej postaci, jako związki metaloorganiczne lub kompleksowe [7]. Algi morskie są znanym źródłem pigmentów [8]. Węglowodany – polisacharydy stanowią ok. 60% wszystkich substancji czynnych występujących w glonach. W tej grupie związków chemicznych należy wymienić: mukopolisacharydy (glikozaaminoglukany GAG) – związki zbudowane z aminocukrów i kwasów uronowych. Wśród najbardziej znanych glikozaminoglikanów wyróżnia się: kwas hialuronowy i siarczan chondroityny, kwas alginowy i jego sole, mannitol i sorbitol, karageniany i agar [1, 9-13]. Z grupy białek i aminokwasów w glonach występują: glikoproteiny i metaloproteiny oraz aminokwasy egzogenne: lizyna, izoleucyna, leucyna, metionina, fenyloalanina, treonina, tryptofan i walina [9, 13, 14].

Witaminy obecne w glonach: A, B, C i E mają szerokie zastosowanie w produkcji kosmetyków [13-16]. Z innych związków chemicznych w glonach zidentyfikowano: polifenole oraz naturalne barwniki roślinne: karotenoidy, fikoerytrynę, fikocyjaninę i chlorofil [9, 12, 17, 18]. Wśród lipidów w glonach występują: niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe NNKT

(EFA – *Essential Fatty Acid*): arachidonowy, eikozapentenowy i rzadko spotykany γ -linolenowy (GLA) [9, 13, 15, 17]. Większość badań nad metabolitami pochodzącymi z alg wykazały ich właściwości przeciwtłeniające, przeciwzapalne, immunomodulujące, przeciwnowotworowe, antybakteryjne i antyalergiczne, antygrzybiczne [18-27]. Wykazano również ich rolę w hamowaniu enzymu hialuronidazy, tyrozynazy, jak również właściwości inhibicyjne w stosunku do metaloproteinaz macierzy (MMP) [28]. Szerokie spektrum działania związków pochodzących z alg morskich odegrało istotne znaczenie w rozwoju produktów kosmetycznych i farmaceutycznych [29-31].

I KWASY TŁUSZCZOWE

Mikroalgi wzrastające w niskich temperaturach, w tym gatunki polarne i alpejskie, ewoluowały tak, by utrzymać płynność błony w niskich temperaturach i niskie temperatury zwiększają obfitość wielonienasyconych kwasów tłuszczowych WNKT (PUFA – *Polyunsaturated Fatty Acids*) [32, 33]. Stres i wysychanie wywołują również promowanie akumulacji triacylogliceroli np. w *Chlorella kesslerii* [34]. Biotechnologia, ze względu na zainteresowanie komercyjnym wykorzystaniem glonów jako obiecujących źródeł biopaliw lub wysokiej wartości PUFA, wykorzystuje zjawisko gromadzenia lipidów w warunkach narażenia na czynniki stresowe, najczęściej poprzez pozbawienie źródła azotu [35]. Chociaż *U. armoricana* i *S. chordalis* zawierają duże ilości nasyconych kwasów tłuszczowych NKT (SFA – *Saturated Fatty Acids*), to zawartość wielonienasyconych kwasów tłuszczowych WNKT kształtuje się w zakresie od 14,8 do 29,2%. Potwierdza to fakt, że glony zawierają znacznie wyższy poziom PUFA niż warzywa lądowe. Co ciekawe, algi morskie są bogate w PUFA z ω 3 i ω 6, które są uważane za niezbędne kwasy tłuszczowe (FA – *Fatty Acid*) [36, 37].

Lipidy roślinne, w zależności od zawartości procentowej poszczególnych kwasów w cząsteczce tłuszczu, wykazują różnorodne właściwości. Dzięki swemu dobroczynnemu wpływowi, zwłaszcza na skórę, zawarte w olejach kwasy tłuszczowe mają szerokie zastosowanie w kosmologii, stając się coraz powszechniej stosowanymi składnikami wielu formułacji kosmetycznych przeznaczonych do codziennej pielęgnacji twarzy i ciała. Oleje roślinne, pełniąc funkcję bazy kosmetyku, zapobiegają utracie wody przez skórę, głównie budując warstwę ochronną, która pokrywa naskórek. Dodatkowo zmiękcniają warstwę rogową naskórka, a w stanach zapalnych zmniejszają napięcie skóry, osłabiając tym samym odczucie bólu. Ponadto związki te pełnią bardzo ważną rolę w prawidłowym funkcjonowaniu organizmu człowieka, dlatego również w medycynie dostrzeżono korzystne oddziaływanie olejów roślinnych, przede wszystkim w biologicznej syntezie składników błon komórkowych czy ikozanooidów (eikozanooidów: prostaglandyn, prostacyklin, tromboksanów, leukotrienów). Niedobory kwasów tłuszczowych w diecie znacząco wpływają na kruchość naczyń, obniżają odporność układu immunologicznego, zakłócają procesy krzepliwości krwi [32]. Z lipidów występujących w glonach NNKT na szczególną uwagę zasługuje kwas

γ -linolenowy. Ten niezbędny nienasycony kwas tłuszczowy przyczynia się do odbudowy i ochrony warstwy barierowej naskórka, chroni skórę przed infekcjami i likwiduje stany zapalne. Ponadto łagodzi podrażnienia i zaczerwienienia skóry oraz przeciwdziała suchości i łuszczeniu się naskórka [13].

Deficyt kwasu linolowego i α -linolenowego wiąże się z objawami suchej skóry. Przy prawidłowo przebiegających procesach fizjologicznych, GLA (γ -linolenowy) uzyskiwany jest na drodze reakcji enzymatycznej z LA (linolowy). Stan niedoboru LA czy też wszelkie zaburzenia metabolizmu GLA stanowią zatem przyczynę występowania wielu schorzeń skóry, w tym również nadmiernego wysuszenia. Niedobór delta-6 desaturazy, enzymu biorącego udział w metabolizmie GLA, oraz ceramidów występuje między innymi w atopowym zapaleniu skóry. Zaburzenia metabolizmu NNKT uważane są za jedną z możliwych przyczyn powstawania łuszczycy. Zewnętrzne stosowanie kwasu linolowego nie prowadzi do jego przekształcenia w GLA. Zaznacza się jednak, że kwas ten aplikowany bezpośrednio na skórę doskonale się wchłania i głęboko penetruje. Enzym konieczny do dalszych przemian GLA – elongaza – w skórze również jest obecny, stąd może podlegać przekształceniu w DGLA (kwas dihomoo- α -linolenowy), a następnie za pośrednictwem delta-5 desaturazy, w pozostałe produkty tejże reakcji. Kwas α -linolenowy może być ponadto, podobnie jak linolowy, wbudowany w fosfolipidy błon komórkowych oraz ceramidy cementu międzykomórkowego [36].

Głony są bogatym źródłem różnorodnych fitosteroli, które są powszechnie stosowane w preparatach kosmetycznych i terapeutycznych. Charakteryzują się one dużą aktywnością biologiczną, oddziałując przeważnie stymulująco na wiele procesów biochemiczno-fizjologicznych związanych z funkcjonowaniem całego organizmu, a także skóry. Działają aktywująco na procesy immunologiczne, przeciwzapalne, przeciwalergiczne, przeciwutleniająco, neutralizująco na wolne rodniki, przeciwzakrzepowo, obniżają poziom cholesterolu, a także wzmagają regenerację tkanki mięśniowej, łącznej i nabłonkowej. Fitosterole, łatwo kumulując się w łoju i cementie międzykomórkowym skóry, wzmacniają barierę lipidową naskórka i hamują utratę wody przez skórę. Również aktywują biosyntezę kolagenu i elastyny w skórze, co korzystnie wpływa na jej jędrność i elastyczność [2].

I POLISACHARYDY

Węglowodany – polisacharydy stanowią ok. 60% wszystkich substancji czynnych występujących w glonach. Z tej grupy związków chemicznych należy wymienić: mukopolisacharydy, glikoaminoglikany (GAG) – związki zbudowane z aminocukrów i kwasów uronowych. Wśród najbardziej znanych

glikoaminoglikanów wyróżnia się: kwas hialuronowy i siarczan chondroityny, kwas alginowy i jego sole (szczególnie alginiany wapniowe i sodowe), a także fukany (laminaryna i fukoidyna), mannitol i sorbitol (polialkohole, tzw. alkohole cukrowe, połączenie węglowodanów z alkoholem), karageniny (naturalne hydrokolidy) i agar (naturalny środek żelujący i zagęszczający) [9–13].

Galaktany (agar i karageniny) pozyskiwane z czerwonych glonów mają duże znaczenie handlowe, między innymi w przemyśle kosmetycznym, ponieważ są powszechnie stosowane jako środki żelujące i zagęszczające, ze względu na ich właściwości reologiczne [39]. Agar jest polisacharydem strukturalnym



Fot. 1 Farma spiruliny Źródło: [1]

wodorostów morskich, składającym się głównie z reszt D- i L-galaktozy, z których część jest zestryfikowana kwasem siarkowym. Dzięki obecności tych grup kwasowych, do agaru wiążą się kationy wapnia, magnezu, potasu i sodu. Agar pod wpływem wody pęcznieje, tworząc na gorąco lepkie, galaretowate roztwory koloidalne, które po ostygnięciu ulegają zestaleniu. Z tego względu wykorzystuje się go w branży kosmetycznej do produkcji beztłuszczowych kremów czy maseczek. Poprawia smarowalność tych preparatów i zwiększa ich przyczepność [1].

Chociaż najczęstszym źródłem galaktanów są czerwone makroglony, to niektóre zielenice, zwłaszcza gatunek *Codium*, stanowią istotne źródło tych polisacharydów [40]. Algi są bogatym źródłem polisacharydów siarczanowych [38]. Polisacharydy pozyskiwane z brunatnic charakteryzują się zawartością dużej ilości kwasu alginowego i fukoidanu – polisacharydu, który jest typowym związkiem dla tej gromady [41]. Alginiany występują we wszystkich typach *Phaeophyceae*. Jako strukturalne polisacharydy zapewniają sztywność glonów, a silna hydrofilowość i zdolność wiązania wody zapobiega ich wyschnięciu podczas odpływu. Alginiany są liniowymi kopolimerami zbudowanymi z reszt kwasów: α -L-guluronowego i β -D-mannuronowego, połączonych wiązaniami glikozydowymi. Budowa alginianu,

która zależy od gatunku glonu i warunków wzrostu, decyduje o jego właściwościach żelujących. Cząsteczki o przewodze kwasu mannuronowego tworzą żele bardziej elastyczne i miękkie, natomiast te o przewodze kwasu guluronowego tworzą żele bardziej sztywne. Lepkość koloidalnych roztworów alginianu zależy też od jego masy cząsteczkowej [1].

Fukoidany są prawdopodobnie najbardziej przebadanym polisacharydem znanym ze swego działania przeciwzakrzepowego [42, 43]. Fukoidan pozyskiwany jest z substancji międzykomórkowej brunatnic, takich jak: *Fucus vesiculosus* – morskocyn pęcherzykowany, *Fucus evanescens*, *Fucus serratus* – morskocyn piłkowany, *Fucus distichus*, *Laminaria saccharina*, *Laminaria digitata* – listownica palczasta, *Cladosiphon okamuranus*, *Ascophyllum nodosum* – workoliść członowaty, *Undaria pinnatifida* – *Undaria pierzastozielona* i *Ecklonia Cava* [41]. Przeprowadzone badania potwierdziły działania fukoidanu, takie jak: przeciwnowotworowe, przeciwzakrzepowe, przeciwwirusowe, przeciwzapalne czy antyoksydacyjne. Jednak w zależności od organizmów, z jakich są pozyskiwane, fukoidany różnią się nie tylko budową chemiczną, ale również siłą i profilem działania [44]. Podstawowa podjednostka struktury fukoidanu, czyli fukoza, ma również zastosowanie w preparatyce farmaceutycznej i w kosmetologii, jako związek przedłużający trwałość preparatów. Na uwagę zasługuje też możliwość wykorzystania fukoidanu jako związku o działaniu opóźniającym starzenie się i ułatwiającym gojenie ran. Odpowiedzialne za to są oczywiście opisane właściwości przeciwutleniające, ale też zdolność fukoidanu do stymulacji w ludzkiej skórze integryny $\alpha 2$ i $\beta 1$ oraz fibroblastów do tworzenia kolagenu [45].

BARWNIKI

Niektóre glony są bogatym źródłem tokoferoli, a także karotenoidów, głównie β -karotenu i ksantofili o silnych właściwościach przeciwutleniających, np. *Dunaliella salina* i *Haematococcus pluvialis*. Związki te oddziałują korzystnie nie tylko na cały organizm człowieka, ale również na skórę, ponieważ hamują oksydacyjną degenerację głównego białka kolagenu oraz kwasów: hialuronowego i chondroitynosiarkowych. Barwniki chloroflowe, fikocyjaninowe i cytochromy, zwłaszcza P-450, występujące w dużych ilościach w glonach, mają zastosowanie kosmetyczne i terapeutyczne w procesach niedotlenienia, detoksykacji, regeneracji, antyseptyki i usuwania nieprzyjemnych zapachów. Również związki chinonowe z grupy benzo- i naftochinonów, znajdujące się w niektórych glonach, wykazują właściwości przeciwbakteryjne, przeciwgrzybicze, przeciwutleniające, ochraniające przed nadmiarem promieniowania UV oraz rozjaśniające skórę i włosy, czyli hamujące biosyntezę barwników melaninowych [33].

Główne pigmenty alg – chlorofile są też popularnym, zielonym barwnikiem wykorzystywanym do barwienia produktów spożywczych i kosmetycznych. Posiadają również właściwości lecznicze, stanowią źródło magnezu oraz usprawniają przemianę materii. Chlorofil dodawany jest do dezodorantów, ponieważ posiada zdolności pochłaniania nieprzyjemnych zapachów [46].

β -karoten, fikocyjanina, ksantofile i fikocytryna to barwniki również obecne w algach. Wszystkie te pigmenty znajdują zastosowanie w przemyśle spożywczym, farmaceutycznym i kosmetycznym. Największym zainteresowaniem cieszą się: spirulina produkująca niebieską fikocyjaninę, *Dunaliella* syntetyzująca β -karoten oraz rodzaj *Haematococcus* wytwarzający czerwoną astaksantynę. Karotenoidy są obecne w chloroplastach alg w postaci złożonej mieszaniny charakterystycznej dla każdej z ich klas. Na przykład czerwona alga *Rhodophyta* posiada α - i β -karoten oraz ich hydroksylowe pochodne. *Chloromonadophyta* zawiera diadynoksantynę i heteroksantynę, natomiast dla *Chlorophyta* charakterystyczne są acetylenowe pochodne karotenoidów nazywane alloksantyną, monadoksantyną i krokoksantyną. Spirulina akumuluje β -karoten w stężeniach 0,8-1,0% suchej masy, *Haematococcus* 1,5-3%, a *Dunaliella* nawet 14%, co czyni ją największym jego producentem [8, 36]. Do najbardziej znanych naturalnych antyoksydantów należą karotenoidy. Zidentyfikowano ich już ponad 700, z czego 60 występuje w codziennej diecie, a 20 można wykryć również we krwi [47]. Karotenoidy to substancje nadające barwę od żółtej do czerwonej, zarówno roślinom, jak i zwierzętom [48].

Przemysł kosmetyczny poszukuje nowych substancji aktywnych charakteryzujących się cennymi właściwościami. Do takich substancji należą karotenoidy. Szeroko opisano dobroczynne działanie karotenoidów na skórę. Mechanizm działania przeciwstarzeniowego i odmładzającego polega na stymulacji fibroblastów do syntezy kolagenu i elastyny, co powoduje wygładzenie zmarszczek [49]. Naprawiają i odbudowują zniszczone pod wpływem promieniowania UV włókna kolagenowe i elastynowe. Wykazują silną aktywność hamującą w stosunku do kolagenozy i elastazy – enzymów związanych z degradacją kolagenu i elastyny [43]. Chronią skórę przed szkodliwym działaniem wolnych rodników, które powodują jej przedwczesne starzenie się (degradacja kolagenu, elastyny i fibryliny-1). Pobudzają do normalizacji oraz stymulują procesy odnowy zrogowaciałego i uszkodzonego pod wpływem działania słońca naskórka. Karotenoidy wzmacniają funkcje ochronne naskórka oraz zmniejszają przeczernienie skóry (TEWL (*Trans Epidermal Water Loss*)). Przyspieszają procesy gojenia skóry, normalizują pracę gruczołów łojowych. Wykazują również działanie depigmentacyjne, wpływając na zmniejszenie rozmiarów melanocytów oraz redukcję ilości melaniny – zapobiegając powstawaniu przebarwień [50]. Karotenoidy poprzez wpływ na normalizację pracy gruczołów łojowych i poprawę składu ich wydzieliny obniżają tendencję do powstawania zaskórników i wyprysków, tym samym działają przeciwtrądzikowo.

Astaksantyna to jeden z najsilniejszych, nowo odkrytych bioaktywnych składników, niezbędnych do zachowania zdrowia. Zaopatrywanie organizmu w astaksantynę pozwala skutecznie ograniczyć niekorzystne procesy utleniania i degradacji elementów komórkowych. Powszechnie występuje ona w glonach krioofilnych, takich jak zawłotnia śnieżna. Moc astaksantyny, jako przeciwutleniacza, jest 14 razy silniejsza niż witaminy E, 54 razy silniejsza niż β -karotenu oraz 65 razy silniejsza niż witaminy C [49].

Rozpuszczalna w tłuszczach astaksantyna dobrze przenika w warstwę rogową naskórka, w niewielkim stopniu do skóry właściwej i tkanki podskórnej. Przejawia działanie normalizujące w procesach różnicowania keratynocytów. Wpływa na funkcje regulacyjne skóry. W naskórku astaksantyna wpływa na syntezę białek, metabolizm komórkowy, podziały komórkowe, wydzielanie czynników transkrypcyjnych oraz czynników wzrostu. Przyspiesza jego odnowę. Jest odpowiedzialna za proliferację komórek warstwy żywej naskórka. Dzięki poprawie struktur warstwy rogowej powoduje wzmocnienie funkcji ochronnej naskórka i zmniejszenie TEWL [50-58]. W warstwach skóry właściwej zwiększa produkcję kolagenu i elastyny. „Królowa karotenoidów” chroni skórę przed uszkodzeniami spowodowanymi przez promieniowanie słoneczne na kilka sposobów. Zwiększa gęstość optyczną, neutralizuje tlen singletowy ($1O_2$) oraz tworzy kwas all-transretinowy, który jest stosowany w leczeniu dermatoz wywołanych promieniowaniem słonecznym [52]. Redukcja rumienia jest jednym z czynników potwierdzających zdolność astaksantyny do ochrony przed promieniowaniem UV. Redukuje również poziom oksydacji lipidowej. Astaksantynę wykorzystuje się do produkcji preparatów matujących. Zwłaszcza u osób posiadających cerę tłustą i mieszaną, dla której szczególnie trudno znaleźć nie tylko odpowiednie produkty do pielęgnacji, ale również do makijażu. Wykorzystywana jest do produkcji kremów posiadających właściwości odżywcze, nawilżające, ujędrniające i tonizujące [53].

Czerwona fikobiliproteina – fikoerytryna oraz niebieska fikocyjanina, występujące w krasnorostach, są rozpuszczalne w wodzie i mogą pełnić rolę naturalnych barwników w przemyśle spożywczym, kosmetycznym i farmaceutycznym [59, 60].

I POLIFENOLE

Reaktywne formy tlenu ROS (*Reactive Oxygen Species*) są chemicznie reaktywnymi cząsteczkami zawierającymi tlen, utworzone w mitochondriach, jako naturalny produkt uboczny podczas wytwarzania energii w procesie fosforylacji oksydacyjnej. Zwykle poziomy wolnych rodników w organizmach żywych są kontrolowane przez skomplikowany system obrony antyoksydacyjnej, który minimalizuje uszkodzenia oksydacyjne dla ważnych biomolekuł. Nadmierny poziom ROS może indukować apoptozę i powodować uszkodzenia, zwłaszcza białek komórkowych, wielonienasyconych kwasów tłuszczowych i DNA. Ponadto stres oksydacyjny może wiązać się z takimi chorobami, jak: choroby układu sercowo-naczyniowego, rak, miażdżyca, nadciśnienie, niedokrwienie, cukrzyca, hiperoksaluria, choroby neurodegeneracyjne (choroba Alzheimera i choroba Parkinsona), reumatoidalne zapalenie stawów, starzenie się, ale nie powinny być uważane za główną przyczynę tych chorób [61].

Związki fenolowe uważa się za jedną z najważniejszych klas naturalnych antyoksydantów. Ich cząsteczki są utworzone przez jeden lub więcej pierścieni aromatycznych, z jedną lub więcej grup hydroksylowych. Chemicznie polifenole można podzielić na kilka klas, takich jak: kwasy fenolowe (kwasy hydroksybenzoesowe, kwasy hydroksycynamonowe), flawonoidy (flawony, flawonole,

flawanony, flavanonols, flawanole, antocyjany), izoflawonoidy (izoflawony, coumestans), stylbeny, ligniny i polimery żywicy fenolowej (proantocyjanidyny-skondensowane taniny). Zidentyfikowano kilka tysięcy struktur polifenolowych jako metabolity wtórne roślin. Polifenole występują głównie w owocach, warzywach, roślinach strączkowych i zbożach, ziołach, algach. Ich stężenie w roślinach różni się w zależności od wielu czynników (genetycznych, środowiskowych, technologicznych, etc.). Ogólnie ich główną funkcją w roślinach jest ochrona przed promieniowaniem ultrafioletowym i patogenami [62]. Inne role obejmują procesy pigmentacji, rozmnażania i wzrostu roślin [63].

Liczne związki fenolowe znaleziono zarówno w brązowych, jak i zielonych algach, a także w mniejszych ilościach w niektórych krasnorostach. Liczne badania wskazują na ich duży potencjał terapeutyczny, przeciwnowotworowy, przeciwutleniający, przeciwbakteryjny, antyalergiczny, przeciwzapalny, przeciw cukrzycy, przeciw starzeniu, przeciwzapalny i przeciw wirusowi HIV (*Human Immunodeficiency Virus*) [64, 65].

Ostatnio związki polifenolowe stały się bardzo popularnymi składnikami diety człowieka i cieszą się rosnącym zainteresowaniem ze strony konsumentów, a także producentów żywności i suplementów diety [62].

Zaobserwowano, że w algach stymulowanych przez różne czynniki środowiskowe, takie jak wysokie poziomy światła, metali ciężkich, wysokie stężenie soli, promieniowanie UV itp. na ogół zwiększa się aktywność przeciwutleniająca spowodowana wyższą zawartością nieenzymatycznych składników antyoksydacyjnych, takich jak: kwas askorbinowy, zredukowany glutation, fenole i flawonoidy [66]. W rezultacie wiele morskich organizmów w ciągu ostatnich dziesięcioleci przyciąga uwagę w związku z poszukiwaniem naturalnych związków bioaktywnych oraz w celu opracowania nowych leków i zdrowej żywności [67].

Związki polifenolowe posiadają prozdrowotne właściwości antyutleniające, przeciwnowotworowe, przeciwwirusowe, przeciwzapalne i zdolność do hamowania agregacji ludzkich płytek krwi. Liczne badania wykazują pozytywną korelację pomiędzy podwyższonym spożyciem naturalnych przeciwutleniaczy i zmniejszoną zapadalnością na chorobę wieńcową serca, mniejszą umieralnością na raka, jak również dłuższą żywotnością [68, 69]. Bliskie powiązanie pomiędzy aktywnością antynowotworową i aktywnością antyoksydacyjną polifenoli odnotowano w mysich modelach raka [70-72]. Zaobserwowano, że zarówno żywienie dietetyczne i miejscowe leczenie z wykorzystaniem polifenoli z brunatnic działało hamująco na proliferację i ekspresję komórek nowotworowych [73]. Wyniki te sugerują rolę brązowych alg jako potencjalnego leku zapobiegającego fotokarcinogenezie i innym negatywnym skutkom narażenia skóry na promieniowanie UVB. Florotanina izolowana z algi brunatnej (*Eckloina cava*) ochrania fibroblasty ludzkie przed starzeniem i uszkodzeniami indukowanymi promieniowaniem UV-B [74]. Również galusan epigallokatechiny chroni fibroblasty ludzkie poddane działaniu promieniowania UV-B przed degradacją kolagenu, hamuje produkcję kolagenazy i metaloproteinaz [75].

Badania wykazują, że po zastosowaniu metabolitu brązowych alg, floroglucyny wykazuje ona aktywność hamującą tyrozynazę ze względu na jej zdolność do chelatowania miedzi tego enzymu [76]. Dowody te wskazują, że związki biologicznie czynne pochodzące z alg morskich są obiecujące i mogą być użyte jako środki wybielające skórę i zmniejszające skutki fotostarzenia.

Ta wielokierunkowość działania flawonoidów sprawia, że związki te są stosowane głównie w preparatach przeciwmarszczkowych, antycellulitowych, rozjaśniających skórę, dla cer naczynkowych, wrażliwych, z trądzikiem różowatym, w kosmetykach promienionchronnych, regulujących czynność gruczołów łojowych – dla cer tłustych i trądzikowych oraz pielęgnujących włosy [77].

WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonej analizy piśmiennictwa można stwierdzić, że badane gatunki alg morskich są dobrym źródłem substancji aktywnych poprawiających kondycję skóry i zmniejszających skutki fotostarzenia.

PODSUMOWANIE

Duża ilość substancji aktywnych zawartych w algach pozwala na ich wykorzystywanie w różnych gałęziach przemysłu, głównie spożywczym, kosmetycznym i farmaceutycznym. Kosmetyki i kremy wytwarzane na bazie alg dostarczają skórze substancji odżywczych, przyspieszają regenerację naskórka, leczą blizny, powodują napinanie i rozjaśnianie skóry, wykazują działanie antywirusowe i antybakteryjne. Występujące w algach cukry mają działanie silnie nawilżające i ochronne, a także stymulują mikrokrończenie krwi i limfy oraz procesy metaboliczne zachodzące w komórkach. Lipidy przyczyniają się do odbudowy i ochrony naskórka. Liczne barwniki działają antywołnowodnikowo i antynowotworowo, wykazują działanie fotoprotekcyjne oraz opóźniają procesy starzenia. Algi są bogatym źródłem białek, aminokwasów egzogennych i witamin niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania organizmu. Dlatego też, wśród preparatów kosmetycznych, suplementów diety i żywności funkcjonalnej jest coraz więcej takich, które zawierają w swoim składzie właśnie algi.

LITERATURA

- D. Kępska, Ł. Olejnik: *Algi – przyszłość z morza*, Chemik, 68 (11), 2014, 967-972.
- R. Czerpak, A. Jabłońska-Trypuc, A. Pietrzyk: *Znaczenie terapeutyczne, kosmetyczne i dietetyczne niektórych glonów*, Postępy Fitoterapii, 3, 2009, 168-174.
- M. Urbańska, G. Kłosowski: *Algae as biosorption material – removing and recycling of heavy metals from industrial wastewater*, Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych, 51, 2012, 62-77.
- R.E. Moore: *Volatile compounds from marine algae*, Acc. Chem. Res., 10, 1977, 40-47.
- R.J.P. Cannell: *Algae as a source of biologically active products*, Pestic. Sci., 39, 2006, 147-153.
- A. Al-Amoudi, H. Mutawie, V.A. Patel: *Chemical composition and antioxidant activities of Jeddah corniche algae, Saudi Arabia*, Saudi J Biol Sci., 16(1), 2009, 23-29.
- J.H. Fitton, M. Irhimeh, N. Falk: *Macroalgal fucoxanthin extracts: a new opportunity for marine cosmetics*, Cosm. Toil., 122 (8), 2007, 55.
- R. Pangestuti, S.K. Kim: *Biological activities and health benefit effects of natural pigments derived from marine algae*, J. Funct. Foods., 3, 2011, 255-266.
- A. Pielesz: *Skład chemiczny algi brązowej Fucus vesiculosus L.*, Post. Fitoter., 1, 2011, 9.
- A. Kiełtyka-Dadasiewicz, M. Gorzel: *Elementy talasoterapii i możliwości ich rozwoju w kosmologii*, Kosmologia Estetyczna, 4(3), 2014, 291-295.
- S. Kraan, C.F. Chang (red.): *Algal polysaccharides, novel applications and outlook, Carbohydrates – Comprehensive studies on glycobiology and glycotechnology*, InTech, USA, 2012, 489-532.
- J.H. Fitton, M. Irhimeh, N. Falk: *Macroalgal fucoxanthin extracts: A new opportunity for marine cosmetics*, Cosm. Toil., 122, 2007, 55.
- E. Lamer-Zarawska, C. Chwała, A. Gwardys: *Rosliny w kosmetyce i kosmologii przeciwstarzeniowej*, Wyd. PZWL, Warszawa 2012, 149-154.
- J. Fleurence: *Seaweed proteins: biochemical, nutritional aspects and potential uses*, Trends Food Sci. Tech., 10, 1999, 25.
- I. Priyadarshani, J. Rath: *Commercial and industrial applications of micro algae – A review*, J. Algal Biomass Utiln., 3 (4), 2012, 89-100.
- D. Sava, M. Rotaru-Stăncic, E. Doroftei, M. Arcuş: *Pharmaceutical importance of some multicellular red algae species from the Romanian Black Sea shore*, Annals of RSCB, 14, 2009, 297-300.
- P. Spolaore, C. Joannis-Cassan, E. Duran, A. Isambert: *Commercial applications of microalgae*, J. Biosci. Bioeng., 101(2), 2006, 87-96.
- I. Wijesekara, M. Senevirathne, Y.X. Li, S.K. Kim: *Functional Ingredients from Marine Algae as Potential Antioxidants in the Food Industry*, [in:] S.K. Kim: *Handbook of Marine Macroalgae: Biotechnology and Applied Phycology*, John Wiley & Sons Ltd., Chichester 2012, 398-402.
- J.W. Blunt, B.R. Copp, M.H.G. Munro, P.T. Northcote, M.R. Prinsep: *Marine natural products*, Nat. Prod. Rep., 28, 2011, 196-268.
- R.C.L. Siqueira da Silva, D.B. Alencar, A.F. Pires de Alencar, M.G. Pereira, B.S. Cavada, A.H. Sampaio, W.R.L. Farias, A.M.S. Assreuy: *In vivo anti-inflammatory effect of a sulfated polysaccharide isolated from the marine brown algae Lobophora variegata*, Pharm. Biol., 49, 2011, 167-174.
- T.S. Vo, D.H. Ngo, S.K. Kim: *Potential targets for anti-inflammatory and anti-allergic activities of marine algae: An overview*, Inflamm. Allergy Drug Targets., 11, 2012, 90-101.
- C.M.P.G. Dore, M.G.C.F. Alves, T.G. Costa, D.A. Sabry, L.A.S. Régo, C.M. Accardo, H.A.O. Rocha, L.G.A. Filgueira, E.L. Leite: *A sulfated polysaccharide, fucans, isolated from brown algae Sargassum vulgare with anticoagulant, antithrombotic, antioxidant and anti-inflammatory effects*, Carbohydr. Polym., 91, 2013, 467-475.
- K. Senni, F. Gueniche, A.F. Bertaud, S.I. Tchen, F. Fioretti, S.C. Jouault, P. Durand, J. Guezennec, G. Godeau, D. Letourneur: *Fucoxanthin a sulfated polysaccharide from brown algae is a potent modulator of connective tissue proteolysis*, Arch. Biochem. Biophys., 445, 2006, 56-64.
- N. Grozdanic Stanokovic, Z. Kljajic, S. Etahiri, O. Assobhei, A. Konic-Ristic, T. Srdic-Rajic, N. Kardum, S. Backovic: *In vitro evaluation of antioxidant and antitumoral activities of marine algae Gelidium sesquipedale and Fucus spiralis*, Eur. J. Cancer., 48, 2012, 26.
- L.Y. Li, C.H. Guo: *Evaluation of in vitro antioxidant and antibacterial activities of Lamina japonica polysaccharides*, J. Med. Plants Res., 4, 2010, 2194-2198.
- T.S. Vo, D.H. Ngo, S.K. Kim: *Marine algae as a potential pharmaceutical source for anti-allergic therapeutics*, Process Biochem., 47, 2012, 386-394.
- P.J. Rice, E.L. Adams, T.A.J. Ozment-Skelton, M.P. Gonzalez Goldman, B.E. Lockhart, L.A. Barker, K.F. Breuel, W.K. Deponti, J.H. Kalbfleisch: *Oral delivery and gastrointestinal absorption of soluble glucans stimulate increased resistance to infectious challenge*, J. Pharmacol. Exper. Ther., 314, 2005, 1079-1086.
- N.V. Thomas, S.K. Kim: *Potential pharmacological applications of polyphenolic derivatives from marine brown algae*, Environ. Toxicol. Pharmacol., 32, 2011, 325-335.
- A. Gurib-Fakim: *Medicinal plants: Traditions of yesterday and drugs of tomorrow*, Mol. Asp. Med., 27, 2006, 1-93.
- B. Halliwell: *Dietary polyphenols: Good, bad, or indifferent for your health?*, Cardiovas. Res., 73, 2007, 341-347.
- A. Rios, L. Antunes, M. Bianchi: *Bixin and lycopene modulation of free radical generation induced by cisplatin-DNA interaction*, Food Chem., 113, 2009, 1113-1118.
- H. Bojarowicz, B. Woźniak: *Wielonienasycone kwasy tłuszczowe oraz ich wpływ na skórę*, Probl. Hig. Epidemiol., 89(4), 2008, 471-475.
- M. Borowitzka: *Microalgae as source of pharmaceuticals and other biologically active compounds*, J. Appl. Phycol., 7, 1995, 3-15.
- T. Shiratake, A. Sato, A. Minoda: *Air-drying of cells, the novel conditions for stimulated synthesis of triacylglycerol in a green alga, Chlorella kessleri*, PLoS One., 8(11), 2013, 1-8.
- K.K. Sharma, H. Schuhmann, P.M. Schenk: *High lipid induction in microalgae for biodiesel production*, Energies., 5, 2012, 32-53.
- H. Bojarowicz, B. Woźniak: *Wielonienasycone kwasy tłuszczowe oraz ich wpływ na skórę*, Probl. Hig. Epidemiol., 89(4), 2008, 471-475.
- B. Darcy-Vrillon: *Nutritional aspects of the developing use of marine macro algae for the human food industry*, Int. J. Food Sci. Nutr., 44, 1993, 23-35.
- S.H. Knutsen, D.E. Myslabodski, B. Larsen, A.I. Uto: *A modified system of nomenclature for red algal galactans*, Bot. Mar., 37, 1994, 163-170.
- G. Jiao, G. Yu, J. Zhang, H.E. Ewart: *Chemical Structures and Bioactivities of Sulfated Polysaccharides from Marine Algae*, Mar Drugs., 9(2), 2011, 196-223.
- J. Love, E. Percival: *The polysaccharides of the green seaweed, Codium fragile. Part II. The water-soluble sulphated polysaccharides*, J. Chem. Soc., 1964, 3338-3345.
- B. Jękot, B. Muszyńska, T. Mastalerz, B. Piórecka: *Fukoidan – polisacharyd o wielokierunkowej aktywności biologicznej*, Post. Fitoter., 4(16), 2015, 250-257.
- G.F. Bernardi, G.F. Springer: *Properties of highly purified fucan*, J. Biol. Chem., 237, 1962, 75-80.
- G.F. Springer, H.A. Wurzel, G.M. McNeal Jr, N.J. Ansell, M.F. Doughty: *Isolation of anticoagulant fractions from crude fucoxanthin*, Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 94, 1957, 404-409.
- T. Fujimura, K. Tsukahaara, S. Moriwaki: *Treatment of human skin with an extract of Fucus vesiculosus changes its thickness and mechanical properties*, J. Cosmet. Sci., 53, 2002, 1-9.
- J.H. Hyun, S. Kim, J.I. Kang: *Apoptosis inducing activity of fucoxanthin in HCT-15 colon carcinoma cells*, Biol. Pharm. Bull., 3, 2009, 1760-1764.
- J. Kozłowski: *Rosliny bogate w barwniki oraz ich znaczenie i zastosowanie Część I*, Wiadomości Zielarskie, 5, 2002, 9-12.

47. J. Igielska-Kalwat, J. Gościńska, I. Nowak: **Karotenoidy jako naturalne antyoksydanty**, Postepy Hig. Med. Dosw., 69, 2015, 418-428.
48. I. Stolarzewicz, A. Kapturowska, E. Białecka-Florjańczyk: **Mikrobiologiczne źródła barwników w technologii żywności**, Post. Mikrobiol., 51, 2012, 167-176.
49. J. Igielska-Kalwat, J. Gościńska, I. Nowak: **Astaksantyna – cenny składnik preparatów kosmetycznych**, Kosmetologia Estetyczna, 2, 2013, 83-85.
50. J. Igielska-Kalwat, A. Wawrzyńczyk, I. Nowak: **Karotenoidy i ich zastosowanie w przemyśle kosmetycznym**, Chemik, 2, 2012, 140-144.
51. Z. Khan, P. Bhadouria, P. Bisen: **Nutritional and therapeutic potential of Spirulina**, Current Pharmaceutical Biotechnology, 6(5), 2005, 373-379.
52. B. Stachowiak, Z. Czarniecki: **Drożdże Phaffia Rhodozyma jako potencjalne źródło naturalnej astaksantyny**, Żywność, 2, 2006, 17-28.
53. G.M. Huntle, M. Olaizola: **Haematococcus astaxanthin: applications for human health and nutrition**, Trends in Biotechnol., 21, 2003, 210-216.
54. T. Seki, H. Sueki, H. Kohno, H.K. Suganuma, E. Yamashita: **Effects of astaxanthin from Haematococcus pluvialis on human skin**, Fragrance Journal, 12, 2001, 98-103.
55. K. Arakane: **Superior Skin Protection via Astaxanthin**, Research & Development Division, Kose Corporation, 2003, 4-67.
56. H.S. Black: **Radical interception by carotenoids and effects on UV carcinogenesis**, Nutr. Cancer., 3, 2004, 212-217.
57. E. Camera, A. Mastrofrancesco, C. Fabbri, F. Daubrawa, M. Picardo, H. Sies, W. Stahl: **Astaxanthin, canthaxanthin and beta-carotene differently affect UVA-induced oxidative damage and expression of oxidative stress responsive enzymes**, Exp. Dermatol., 3, 2009, 222-231.
58. J. Gościńska, A. Olejnik, I. Nowak: **Analityka Kosmetyczna**, Cursiva, Kostrzyn 2012, 49-53.
59. K. Tominaga, N. Hongo, M. Karato, E. Yamashita: **Cosmetic benefits of astaxanthin on humans subjects**, Acta Biochim. Pol., 1, 2011, 43-47.
60. I. Stolarzewicz, A. Kapturowska, E. Białecka-Florjańczyk: **Mikrobiologiczne źródła barwników w technologii żywności**, Post. Mikrobiol., 51(3), 2012, 167-176.
61. O. Rop, J. Mlecek, T. Jurikova, J. Neugebauerova, J. Vabkova: **Edible flowers – A new promising source of mineral elements in human nutrition**, Molecules, 17, 2012, 6672-6683.
62. C. Manach, A. Scalbert, C. Morand, C. Rémésy, L. Jiménez: **Polyphenols: Food sources and bioavailability**, Am. J. Clin. Nutr., 79, 2004, 727-747.
63. T.L. Zern, M.L. Fernandez: **Cardioprotective effects of dietary polyphenols**, J. Nutr., 135, 2005, 2291-2294.
64. Y.X. Li, I. Wijesekera, S.K.Y. Li: **Phlorotannins as bioactive agents from brown algae**, Process Biochem., 46, 2011, 2219-2224.
65. N.V. Thomas, S.K. Kim: **Potential pharmacological applications of polyphenolic derivatives from marine brown algae**, Environ. Toxicol. Pharmacol., 32, 2011, 325-335.
66. A. Szajdek, J. Borowska: **Właściwości przeciwutleniające żywności pochodzenia roślinnego**, Żywność. Nauka. Technologia. Jakość., 4(41), 2004, 5-28.
67. S. Cox N. Abu-Ghannam, S. Gupta: **An assessment of the antioxidant and antimicrobial activity of six edible Irish seaweeds**, Int Food Res. J., 17, 2010, 205-220.
68. N. Sithranga Boopathy, K. Kathiresan: **Anti-cancer drugs from marine plants: a review**, J. Oncol., 214, 2010, 186.
69. B. Halliwell: **Dietary polyphenols: good, bad, or indifferent to health?** Cardiovasc Res., 73, 2007, 341-347.
70. T. Tanaka, T. Kojima, T. Kawamori, A. Wang, M. Suzui: **Inhibition of 4-nitroquinoline-1-oxide-induced rat tongue carcinogenesis by naturally occurring plant polyphenols, caffeine, ellagic acid, chlorogenic and ferulic aci**, Carcinogenesis, 14, 1993, 1321-1325.
71. T. Tanaka: **Cancer Chemoprevention natural products (opinion)**, Oncol. Rep., 1, 1994, 1139-1155.
72. H. Makita, T. Tanaka, H. Fujitsuka, K. Tatematsu, N. Satoh: **Chemoprevention of 4-nitroquinoline-1-oxide-induced carcinogenesis in the rat by oral tract flavonoids chalcone, 2-hydroxychalcone, and quercetin**, Cancer Res., 56, 1996, 4904-4909.
73. H. Hwang, T. Chen, R.G. Nines, H.C. Shin, G.D. Stoner: **Photochemoprevention of UVB-induced skin carcinogenesis in SKH-1 mice by brown algae polyphenols**, Int. J. Cancer, 119, 2006, 2742-2749.
74. J.Y. Bae, J.S. Choi, Y.J. Choi, S.Y. Shin, S.W. Kang, S.J. Han, Y.H. Kang: **Epigallocatechin gallate hampers collagen destruction and collagenase activation in ultraviolet-B-irradiated human dermal fibroblasts: involvement of mitogen-activated protein kinase**, Food Chem. Toxicol., 46, 2008, 1298-1307.
75. S.J. Heo, S.C. Ko, S.H. Cha, D.H. Kang, H.S. Park, Y.U. Choi, D. Kim, W.K. Jung, Y.J. Jeon: **Effect of phlorotannins isolated from Ecklonia cava on melanogenesis and their protective effect against photo-oxidative stress induced by UV-B radiation**, Toxicol In Vitro, 23, 2009, 1123-1130.
76. H.S. Kang, H.R. Kim, D.S. Byun, B.W. Son, T.J. Nam, J.S. Choi: **Tyrosinase inhibitors isolated from the edible brown alga Ecklonia stolonifera**, Arch. Pharm. Res., 27, 2004, 1226-1232.
77. P. Farris: **Idebenone, green tea, and Coffeeberry® extract: new and innovative antioxidants**, Dermatol. Ther., 20(5), 2007, 322-329.

ŹRÓDŁA FOTOGRAFII

1. <http://www.orionhealing.com/spirulina/>

FIOR
DI PELLE
BeneXere®



WRESZCIE
PIĘKNE
JAK KWIAT!

INNOWACYJNY PROFESJONALNY ZABIEG NA TWARZ O
DZIAŁANIU OCHRONNYM I SILNIE KOJĄCYM:
IDEALNY DO WSZYSTKICH RODZAJÓW SKÓRY
Z USIECIOWANYM KWASEM HIALURONOWYM.

- * WZMACNIA NATURALNY MECHANIZM SAMOREGENERACJI USZKODZONEJ SKÓRY, PODRAŻNIONEJ I ODWODNIONEJ
- * GŁĘBOKO NAWILŻA I SPEYCA ZMARSZCZKI
- * W CIĄGU ZALEDWIE 5 ZABIEGÓW SKÓRA PIĘKNA JAK „KWIAT”



NIE UWIERZYSZ
WŁASNYM OCZOM!



DAGRA
COSMETICS

ul. Fabryczna 43, 43-100 Tychy • tel.: 660 511 160, 660 511 157

e-mail: biuro@dagracosmetics.pl • www.dagracosmetics.pl

[facebook.com/dagracosmetics](https://www.facebook.com/dagracosmetics)