

Charakterystyka oraz zastosowanie cynku w kosmetologii i dietetyce

Characterisation and application of zinc in cosmetology and dietetics

STRESZCZENIE

Cynk to pierwiastek niezbędny do prawidłowego wzrostu oraz regeneracji tkanek. Bierze udział w procesach odpornościowych organizmu.

Celem artykułu była charakterystyka cynku, jego zastosowanie w dietetyce oraz w kosmetologii.

Nadmiar cynku może być szkodliwy dla organizmu ludzkiego. Z kolei niedobór tego mikroelementu może skutkować spadkiem odporności oraz stanami zapalnymi ustroju oraz skóry, między innymi dlatego znalazł on zastosowanie w preparatach kosmetycznych.

Słowa kluczowe: kosmetologia, cynk, dietetyka, dieta, kosmetyki

ABSTRACT

Zinc is an element necessary for the proper growth and regeneration of tissues. Moreover, it takes part in the body's immune processes.

The aim of the article was to characterize zinc and its use in dietetics and cosmetology.

Both excess and deficiency of zinc are harmful to the human body. Deficiency of this micronutrient may result in a decrease in immunity and inflammation of the system or skin, which is why it is widely used for cosmetic and dietary purposes.

Keywords: cosmetology, zinc, dietetics, diet, cosmetics

WSTĘP

Stan skóry w dużym stopniu zależy od ogólnego stanu zdrowia danej osoby. Zbilansowana dieta, bogata w makro- i mikroelementy, odgrywa ważną rolę w prawidłowym funkcjonowaniu organizmu, w tym również skóry ciała. Cynk w organizmie człowieka pełni funkcje katalityczne, regulatorowe i strukturalne. Jest niezbędnym substratem do podziału i różnicowania nowych komórek. Odgrywa ważną rolę w apoptozie, czyli programowanej śmierci komórki oraz starzeniu się skóry. Pierwiastek ten oddziałuje na budowę oraz prawidłowe funkcjonowanie błon śluzowych. Cynk stabilizuje również błony komórkowe skóry oraz uczestniczy w podziałach komórek podstawnych naskórka. Wpływa również na funkcję immunologiczną skóry - zmienia funkcję makrofagów, neu-

trofili, różnego rodzaju cytokin zapalnych oraz aktywność fagocytarną. Popularność cynku w kosmetykach związana jest z wielofunkcyjnym profilem tego składnika [1, 2].

CHARAKTERYSTYKA CYNKU

Cynk jest mikroelementem, który odgrywa wiele ważnych ról w procesach fizjologicznych organizmu człowieka. Niedobór tego składnika może powodować poważne problemy zdrowotne, dlatego ważna jest jego dostateczna podaż w dobrze zbilansowanej diecie, bogatej zarówno w produkty roślinne, jak i zwierzęce. Wykazano, iż cynk występuje we wszystkich tkankach i płynach ustrojowych człowieka. Tkanki takie jak: mięśnie, skóra, kości, wątroba oraz trzust-

ka, śledziona, nerki, a także mózg, są szczególnie zasobne w duże ilości tego pierwiastka [2]. Szacuje się, że 60% cynku znajduje się w kościach, 30% w mięśniach i około 6% w skórze [2]. Obok metaloproteinaz jest on niezbędny w cząsteczkach dysmutazy ponadtlenkowej, dehydrogenazy mleczanowej, zasadowej fosfatazy, dehydratazy węglanowej oraz innych. Wskutek tego, działa on przeciwzapalnie, poprawia funkcje bariery naskórkowej, przyspiesza gojenie się ran. Cynk jest również śladowym pierwiastkiem niezbędnym do utrzymania zdrowej skóry [3]. Uczestniczy w wytwarzaniu prostaglandyn, które wpływają na jej funkcje wydzielnicze. Jego niedobór w organizmie prowadzi do powstawania alergii i wystąpienia dermatoz skórnych [4]. W strukturze włosa stężenie cynku jest około 100 razy większe niż w surowicy krwi, dlatego też diagnostyka ilościowa tego pierwiastka przydatna jest w leczeniu wielu stanów chorobowych u dzieci, chorób metabolicznych, menopauzalnych i innych [5-7].

CYNEK W KOSMETOLOGII

Skóra człowieka jest trzecią najbardziej zasobną w cynk tkanką organizmu. W samym naskórku znajduje się większa ilość tego mikroelementu, w porównaniu do skóry właściwej. Jego największe skoncentrowanie ilościowe jest widoczne w warstwie kolczystej niż w pozostałych warstwach keratynocytów. W skórze właściwej największe stężenie cynku zlokalizowane jest w jej górnych partiach, zmniejszając się ku głębszym warstwom [2].

Na liście Międzynarodowej Klasyfikacji Składników Kosmetyków INCI (*International Nomenclature of Cosmetic Ingredients*) zawierającej spis wszystkich składników stosowanych w preparatach kosmetycznych oraz do higieny osobistej, znajduje się 55 różnych materiałów, które zawierają cynk. Siedem z nich zostało zaakceptowanych przez Agencję Żywności i Leków FDA (*Food and Drug Administration*) jako preparaty do sprzedaży bez recepty, jako bezpieczne i skuteczne środki przeciwbakteryjne oraz ściągające.

Obecnie można wyróżnić szerokie, fizjologiczne spektrum działania produktów kosmetycznych zawierających w swoim składzie cynk lub jego związki, zależne od jego chemicznej natury. Zauważono również, iż cynk zmniejsza ryzyko raka skóry, poprzez jego właściwości chroniące przed promieniowaniem ultrafioletowym UV. Zastosowany w kosmetykach cynk, zapewnia niewielkie korzyści ogólnoustrojowe, lecz w dużym stopniu przyczynia się do poprawy wyglądu skóry [8].

Cynk posiada właściwości przeciwutleniające, które pomagają zwalczać powstające wolne rodniki. Antyoksydacyjne działanie cynku wynika z jego właściwości, takich jak:

- brak zdolności tworzenia wolnych rodników ze względu na brak aktywności oksydacyjno-redukcyjnej,
- możliwość zastąpienia szkodliwych jonów metali – miedzi i cynku, które powodują powstawanie wolnych rodników w procesie oksydacyjno-redukcyjnym,

- obecność jako składnik metalotioneiny oraz dysmutazy nadtlenkowej, które wykazują silne działanie antyoksydacyjne [8].

Tlenek cynku jest najczęstszym składnikiem preparatów promieniochronnych oraz pudrów używanych w kosmetyce kolorowej. Alternatywą dla tlenku cynku jest kompleks cynk-glicyna, który ma zdolność do indukowania MT (metalotioneiny), co w konsekwencji wzmacnia odporność na stres oksydacyjny wywołany promieniowaniem UV oraz zmniejsza ryzyko powstania przebarwień [8].

Cynk wykazuje również działanie przeciwzapalne. Takie działanie jonów Zn^{2+} polega na zmniejszeniu reaktywnych form tlenu (RFT) produkowanych przez fosforan dinukleotydu nikotynamidoadeninowego (NADPH) [1]. Redukuje on produkty uboczne metabolizmu komórkowego takie jak:

- związki zawierające rodnik ponadtlenkowy ($^{\circ}O_2$),
- nadtlenek wodoru (H_2O_2),
- rodniki hydroksylowe ($^{\circ}OH$) [1].

Hamuje również powstawanie mediatorów stanu zapalnego. Tlenek cynku oraz węglan cynku mają właściwości łagodzące, dlatego też stosowane są w chorobach przebiegających ze świądem. Przyjmowanie cynku powoduje obniżenie poziomu cytokin będących przyczyną zapaleń oraz biomarkerów stresu – białka C-reaktywnego [1].

W związku z tym, związki Zn są stosowane również w leczeniu zewnętrznym, miejscowym szeregu dolegliwości skórnych związanych z procesem zapalnym, takich jak: trądzik, trądzik różowaty, łojotokowe zapalenie skóry, egzema, erozyjna dermatoma krostkowa, rany o różnej etiologii [1].

Pośród wszystkich znanych związków cynku, kompleks cynk-glicyna ma największy potencjał przeciwpigmentacyjny, wynikający z jego właściwości przeciwutleniających oraz chroniących przed promieniowaniem UV. Jest induktorem MT, dzięki czemu aktywuje syntezę c-glutamylcysteinylową (c-GCS). Wykazuje zdolności zmniejszania stresu oksydacyjnego poprzez uniemożliwianie wewnątrzkomórkowemu powstawaniu wolnych rodników. Tlenek cynku jest głównie spotykany w preparatach stosowanych w ochronie przeciwśłonecznej skór z melazmą.

Właściwości przeciwstarzeniowe cynku nie mają wielu potwierdzeń klinicznych. Biorąc pod uwagę kompleks cynk-glicyna i jego właściwości redukujące wolne rodniki, może on pośrednio działać przeciwstarzeniowo. W badaniu przeprowadzonym na grupie 21 pacjentek, stosujących krem z 0,1% malonianem miedziowo-cynkowym, zauważono pozytywny wpływ na skórę objętą fotostarzeniem. W ciągu ośmiu tygodni leczenia, zaobserwowano znaczną regenerację włókien elastycznych skóry, prowadzącą do wygładzenia zmarszczek. Jony cynku mają zdolność przyspieszania procesu regeneracji tkanek, w szczególności stymulacji kolagenu i innych białek strukturalnych skóry [8].

Trądzik pospolity to często występująca choroba skóry, która może się rozwijać na różnych podłożach. Zwią-

ki cynku mają ugruntowane właściwości przeciwdrobnoustrojowe, lecz nie są składnikami preparatów często stosowanych przy terapiach przeciwtrądzikowych. Związki cynku mają zdolność do zmniejszania stanu zapalnego oraz hamowania nadmiernego wydzielania sebum, dlatego przy terapiach, mogą być stosowane zewnętrznie i w preparatach doustnych. W kompozycjach preparatów kosmetycznych są używane głównie ze względów na właściwości przeciwzapalne oraz zdolność do zmniejszania ilości *Propionibacterium acnes*, poprzez blokowanie lipaz *Propionibacterium acnes* i redukcję ilości wolnych kwasów tłuszczowych. Siarczan cynku jest obecnie rzadko używany w formułach, ze względu na jego działanie drażniące względem skóry. Najczęściej używanym związkiem w preparatach kosmetycznych jest tlenek cynku oraz 2-pirolidon 5-karboksylan cynku (Zn PCA – *Zinc Pyrrolidine Carboxylate*). Oprócz działania ściągającego wykazują działanie przeciwdrobnoustrojowe przeciw *Propionibacterium acnes* i *Staphylococcus epidermidis*. Preparaty zawierające tlenek cynku ułatwiają oczyszczanie skóry z nagromadzonego łoju, przywracają naturalne pH skóry, łagodzą stany zapalne oraz redukują częstość powstawania zaskórników [1, 3, 9].

FORMY ZWIĄZKÓW CYNKU W KOSMETOLOGII

Współczesna kosmetologia najczęściej wykorzystuje tlenki cynku (ZnO). Związki te są zazwyczaj dobrze rozdrobnione (w postaci pyłu), wykazują pozytywne działanie względem skóry. Gotowe preparaty nie zatykają porów skóry oraz nie podrażniają skóry wrażliwej. Stosowane są w preparatach przeznaczonych do pielęgnacji skóry dotkniętej atopowym zapaleniem skóry [11]. Wodorotlenek cynku $Zn(OH)_2$, np. w postaci żelu, wraz z wodnym roztworem chlorku cynku ($ZnCl_2$), są częstymi składnikami preparatów kosmetycznych. Kosmetyki zawierające cynk to najczęściej toniki, pudry do skóry, preparaty po goleniu i dezodoranty do ciała [9].

Cynk można znaleźć w preparatach przeznaczonych do cery młodej (w celu jej regeneracji), ze względu na jego właściwości przeciwzapalne, przeciwbakteryjne oraz ściągające [8]. Cynk, kompleks cynku z kwasem pirolidonokarboksylovym, piroglutaminian cynku oraz glukonian cynku są popularnymi składnikami kosmetyków, których przeznaczeniem jest działanie przeciwtrądzikowe. Ponadto cynk stosowany jest w preparatach przeciw potliwości stóp w preparatach do pielęgnacji dzieci, do odkażania ran, maskach kremowych, glinkach, maskach ściągających oraz gipsowych [3].

ZASTOSOWANIE CYNKU W KOSMETOLOGII I DERMATOLOGII

Suplementacja cynku jest obecnie jedną z metod terapeutycznych trądziku. Reguluje gospodarkę hormonalną – jest inhibitorem enzymu 5-alfa-reduktazy, który katalizuje przemianę testosteronu do 5 α -dihydrotestosteronu (DHT).

Dihydrotestosteron z kolei jest silniejszym metabolitem testosteronu, który powoduje nadprodukcję sebum, hirsutyzm oraz łysienie androgenowe. Cynk hamuje aktywność 5- α -reduktazy typu 1 i 2, dzięki czemu wykazuje działanie antyandrogenne. Jony Zn (II) są inhibitorem 5- α -reduktazy, przez co zmniejsza się stężenie DHT i aktywność gruczołów łojowych. Wysokie stężenie cynku może całkowicie zahamować aktywność tego enzymu [1, 12].

Niedobór cynku indukuje łysienie telogenowe i nieprawidłowy cykl wzrostu włosa. Wyniki przeprowadzonych badań wskazują, że u pacjentów ze zmianami trądzikowymi potwierdzone zostały niedobory cynku, a włączenie suplementacji tym pierwiastkiem poprawiało stan skóry. Wykazano również, że cynk pełni rolę bakteriostatyczną w stosunku do *Propionibacterium acnes* na skutek hamowania chemotaksji i obniżania czynnika martwicy nowotworu (TNF- α , *tumor necrosis factor*) [13].

Cynk wpływając na system odpornościowy i stymulując wydzielanie związków przeciwzapalnych jest stosowany jako dodatek w terapiach chorób skóry o podłożu zapalnym. W ujęciu istotności cynku względem struktury włosa, również można wyróżnić jego pozytywny wpływ. Oddziałuje on na komórki macierzy włosa, aktywuje enzymy odpowiedzialne za przemianę białek oraz uczestniczy w powstawaniu keratyn. Niedobór cynku został powiązany z nieprawidłowym i opóźnionym gojeniem się ran skóry. Przeprowadzone badania wykazały, iż suplementacja siarczanem cynku i glukonianem cynku była przydatna w terapiach trądziku łagodnego do umiarkowanego. U osób stosujących suplementację cynku zmniejszyła się ilość cytokin zapalnych w organizmie, zaś zwiększyły się zdolności antyoksydacyjne [14].

W dermatologii cynk stosuje się zarówno w leczeniu ogólnym, jak i miejscowym. Maść cynkowa to bardzo silny przeciwutleniacz, który działa przeciwzapalnie i bakteriostatycznie. Wpływa na regulację procesów wydalniczych skóry, m.in. produkcję sebum. Opóźnia procesy starzenia, regeneruje skórę, paznokcie i włosy. Znane są również jej terapeutyczne właściwości w procesie gojenia się ran. Cynk jest również składnikiem toksyny botulinowej, wykorzystywanej w zabiegach kosmetycznych do usuwania zmarszczek mimicznych [15, 16].

DIETETYCZNE ZASTOSOWANIE CYNKU

Cynk odgrywa rolę w wielu procesach biologicznych; bierze m.in. udział w regulacji melanogenezy oraz procesów układu immunologicznego. Dowodem roli cynku w procesach odpornościowych jest związek między czasem trwania zakażeń wirusowych, np. opryszczki a niedoborem cynku. Spełnia ważną funkcję w ekspresji genów oraz wpływa na strukturę i funkcjonowanie błon komórkowych. Odgrywa ważną rolę w biosyntezie i metabolizmie kwasów nukleinowych, stanowiąc składnik kilkuset enzymów i lic-

nych czynników transkrypcyjnych DNA. Wykazuje działanie przeciwutleniające, hamuje utlenianie nienasyconych kwasów tłuszczowych. Ma znaczenie w magazynowaniu insuliny w trzustce oraz jej uwalnianiu, a także utrzymaniu równowagi jonowej w organizmie. Jest antagonistą kadmu i ołowiu, przez co działa odtruwająco na te metale ciężkie. Uzupełnienie diety w cynk korzystnie wpływa na przyrost masy, rozwój kości i układu nerwowego [23, 25]. Cynk, obok potasu, sodu, wapnia i magnezu, zajmuje piąte miejsce wśród niezbędnych kationów wewnątrzkomórkowych. Cynk nie jest magazynowany w organizmie, a jego odpowiednia podaż jest niezbędna dla potrzeb metabolicznych organizmu, wzrostu oraz zdolności naprawy tkanek. W organizmie człowieka znajduje się od 2 do 4 g cynku, a zapotrzebowanie na ten mikroelement dla osoby dorosłej wynosi 15 mg. Wchłanianie cynku wspomaga obecność witamin A i E [24].

Niedobór cynku może być spowodowany zmniejszonym jego spożyciem, zmniejszonym wchłanianiem, jak i zwiększonym zapotrzebowaniem. W krajach rozwiniętych, pierwotny niedobór cynku występuje bardzo rzadko. Jego niedostateczne spożycie może wynikać ze spożywania niewłaściwie przetworzonej żywności, chemizacji rolnictwa, niedostatecznej podaży cynku z pożywieniem (przyswajalność cynku wynosi 20-40%, jest większa z pokarmów pochodzenia zwierzęcego). Dieta bogata w pokarmy roślinne przyczynia się do słabego wchłaniania cynku ze względu na dużą ilość kwasu fitynowego, który utrudnia jego wchłanianie. Wchłanianie cynku upośledzają również: nadmiar cukru, wysokie spożycie wapnia i żelaza oraz niskie spożycie białka [15, 17].

Niedobór cynku często występuje u wegetarian, sportowców i osób w podeszłym wieku. Zdarza się u chorych z niewydolnością wątroby (utrata zdolności do retencji cynku), osób niedożywionych i leczonych diuretykami, diabetyków, pacjentów z niewydolnością nerek, upośledzonym wchłanianiem, po resekcji jelit, z przewlekłymi biegunkami, odżywianych pozajelitowo i znajdujących się w stanie ciężkiego stresu (sepsa, oparzenia). Kobiety w okresie ciąży i laktacji, osoby w trakcie rekonwalescencji i obciążone dużym wysiłkiem fizycznym również wykazują zwiększone zapotrzebowanie na cynk [17, 18].

Niedobór objawia się obniżonym wytwarzaniem przeciwciał, zmniejszoną proliferacją komórek i ograniczoną produkcją cytokin. Obserwuje się również wzrost tolerancji na glukozę, zmiany w gospodarce hormonalnej i aktywności enzymów, przez co dochodzi do zwiększonego ryzyka wystąpienia cukrzycy. Przy niedoborze cynku obserwuje się spowolniony wzrost i opóźnione dojrzewanie płciowe, w tym niedostateczne wykształcenie cech płciowych oraz zaburzenia miesiączkowania. Hipocynkemia prowadzi do: braku popędu płciowego, zmniejszonego apetytu, utraty masy ciała, zaburzeń widzenia (kurza ślepotą), pojawie-

nia się objawów starzenia, podatności na zakażenia, przedłużającej się suchości oczu i uczucia znużenia. Opisuje się też zwiększoną częstotliwość występowania zaburzeń psychicznych (np. stany depresyjne) oraz zaburzenia neurologiczne (np. drżenie kończyn, upośledzenie możliwości ruchowych, trudności z chodzeniem, upośledzenie smaku). Cynk odgrywa również znaczącą rolę w chorobach skóry [4, 17, 19, 20]. Objawy niedoboru cynku w organizmie to:

- kurza ślepotą,
- brak apetytu,
- brak popędu płciowego,
- niedostateczne wykształcenie cech płciowych,
- choroby skóry, drżenie kończyn, karłowatość, łamliwe paznokcie, łamliwość i wypadanie włosów,
- niedobór pigmentu,
- objawy starzenia się,
- podatność na zakażenie,
- przedłużająca się suchość oczu,
- rozstępy w skórze,
- stany depresyjne,
- upośledzenie możliwości ruchowych i trudności z chodzeniem, upośledzenie smaku,
- wydłużony czas gojenia się ran, zaburzenia miesiączkowania (zwłaszcza u młodych kobiet),
- zaburzenia mowy, zaburzenia wzrostu oraz uczucie znużenia [25].

Przy niedoborze cynku natychmiast występuje spowolnienie procesów wzrostu. Szybko też występują takie dolegliwości, jak nagłe pojawienie się zmarszczek i fałdów skórnych [25].

Nadmiar cynku jest również niebezpieczny. Szkodliwość tego metalu jest związana przede wszystkim z wtórnym deficytem miedzi, przy czym nie wywołuje objawów specyficznych. Ostre zatrucie cynkiem powoduje osłabienie, wymioty i niedokrwistość. Nadmiar tego metalu w organizmach zwierzęcych uważa się za jedną z przyczyn zmian nowotworowych. Zatrucia ludzi cynkiem następują głównie w wyniku spożycia owoców lub warzyw opryskiwanych preparatami cynkowymi lub produktów przechowywanych w naczyniach cynkowych [21].

Zwiększone ilości cynku podawane w dłuższej jednostce czasowej (np. pod postacią suplementacji), mogą być przyczyną zaburzonego wchłaniania miedzi i molibdenu, prowadząc do wystąpienia objawów niedoboru tych pierwiastków, dlatego przyjmując wysokie ilości cynku, warto kontrolować parametry, aby nie doszło do niedoborów tych składników [17, 24, 25].

Bogatym źródłem cynku są pestki dyni i słonecznika, nasiona roślin strączkowych oraz produkty z pełnego ziarna. Dieta bogata w pokarmy roślinne przyczynia się do słabego wchłaniania cynku ze względu na dużą ilość kwasu fitynowego, który utrudnia jego wchłanianie. Cynk jest najlepiej przyswajalny w postaci chelatu [22].

Ze względu na małą masę cząsteczkową związki chelatywne cynku wykazują najlepszą biodostępność i wchłanianie. Diglicynian cynku – bo ta forma jest najlepiej przyswajalną – jest chelatem utworzonym z dwóch cząsteczek glicyny związanych z kationem cynku. Aby mieć pewność, że wybrany preparat będzie tym najlepszym, warto sprawdzić, w jakiej formie występuje w nim cynk [26].

Cynk jest składnikiem odgrywającym kluczową rolę w procesach odpornościowych. Wykazuje przy tym silne działanie przeciwutleniające. W krajach rozwiniętych niedobór cynku występuje relatywnie bardzo rzadko i wynika z niewłaściwej diety, obfitującej w produkty przetworzone, typowe dla „diety zachodniej”. Niedobór cynku często występuje u wegetarian, sportowców i osób w podeszłym wieku. Objawy niedoboru cynku są niespecyficzne i należą do nich m.in. zwiększona tolerancja glukozy, kurza ślepotą, brak apetytu, niedobór pigmentu, podatność na zakażenie.

Długotrwała suplementacja cynku może być przyczyną zaburzonego wchłaniania miedzi i molibdenu, prowadząc do ich niedoborów. Najlepiej przyswajalną formą cynku pozostaje diglicynian cynku.

PODSUMOWANIE

Zarówno w kosmetologii, jak i dietetyce cynk wykorzystywany jest ze względu na jego wszechstronne działanie. Cennione są jego właściwości przeciwutleniające, które redukują ilość powstałych wolnych rodników. Z uwagi na działanie przeciwzapalne, cynk znalazł zastosowanie w kosmetologii, w pielęgnacji oraz zabiegach gabinetowych, a także dietetyce przy wszelkiego rodzaju jednostkach chorobowych o podłożu zapalnym. W kosmetyce szczególnie wykorzystywane są jego właściwości przeciwdrobnoustrojowe, zmniejszające wydzielanie sebum oraz zmniejszające ilość *Propionibacterium acnes*. Zarówno niedobór, jak i nadmiar cynku przyjmowanego z dietą oraz suplementacją, jest niebezpieczny dla zdrowia, ze względu na możliwe obniżenie wchłaniania innych składników odżywczych, dlatego ważna jest stała kontrola jego poziomu w organizmie.

LITERATURA / REFERENCES

1. Abendrot M, Kalinowska-Lis U. Zinc-containing compounds for personal care applications. *International Journal of Cosmetic Science*. 2018;40:319-327.
2. Kręcisz B, Michalak M, Pierzak M, Suliga E. Bioaktywne związki dla zdrowia skóry. *Nutrients*. 2021;13:203.

3. Kołodziejczyk A. *Kosmetologia 1*. Warszawa: Wyd. PZWL; 2009.
4. Jabłońska-Trypuć A. Aktywność biologiczna wybranych mikroelementów w skórze i ich rola w cukrzycy. *Przeg Kardiodiabet*. 2007;2:122-126.
5. Dorosz A, Łukasiak J, Jodłowska-Kaszewska J, Świątkowska-Stodulska R. Skład pierwiastkowy włosów w zaburzeniach metabolicznych. *Pol J Cosmetol*. 2005;8(2):115-123.
6. Radomska K, Dunicz-Sokołowska A, Graczyk A. Badania nad zawartością biopierwiastków i metali toksycznych w organizmach (włosach) dzieci polskich w wieku 1-5 lat. *Journal of Elementology*. 2005;10(1):129-146.
7. Wlazlak E, Dunicz-Sokołowska A, Surkont G, et al. Analiza stężeń cynku we włosach w okresie około menopauzalnym. *Przeg Menopauzalny*. 2007;4:220-222.
8. Kawamura T, Kinoshita M, Ogawa YM, Shimada S. Zinc and Skin Disorders. *Nutrients*. 2018;10(2):199.
9. Schroeder G. ed. *Kosmetyki – chemia dla ciała*. Inowrocław: Cursiva; 2011.
10. Kaniewska M. *Kosmetologia*. Warszawa: WSiP; 2013.
11. Sarbak Z, Jachymska-Sarbak B, Sarbak A. *Chemia w kosmetyce i kosmetologii*. Wrocław: MedPharm-Polska; 2013.
12. Essah PA, Wickham EP, Nunley IR, et al. Dermatology of androgen-related disorders. *Clin Dermatol*. 2006;24:289-298.
13. Balcerkiewicz M, Dawdziak J. Dieta jako uzupełnienie leczenia trądziku pospolitego (*Acne vulgaris*) Część II. Kwasy tłuszczowe, indeks glikemiczny, przetwory mleczne. *Farmacja Współczesna*. 2016;9:67-72.
14. Cervantes J, Eber AE, Perper M, et al. The role of zinc in the treatment of acne: A review of the literature. *Dermatol Ther*. 2018;31:1.
15. Czerepak R, Jabłońska-Trypuć A. Aktywność biologiczna pierwiastków w aspekcie fizjologii skóry i aplikacji w kosmetyce. Cz. II. Mikroelementy. *Pol J Cosmetol*. 2008;11:9-24.
16. Glinka R. Zastosowanie cynku i jego pochodnych w formach farmaceutycznych i kosmetycznych. *Pol J Cosmetol*. 2001;1:17-24.
17. Puzanowska-Tarasiewicz H, Kuźmicka L, Tarasiewicz M. Funkcje biologiczne wybranych pierwiastków. III. Cynk – składnik i aktywator enzymów. *Pol Merk Lek*. 2009;161:419.
18. Czerepak R, Polekowie zmiany stężenia cynku. *Farm Polska*. 1998;54:1065-1067.
19. Vasto S, Mocchegiani E, Candore G, et al. Inflammation, genes and zinc in ageing and age-related diseases. *Biogerontology*. 2006;7:315-327.
20. Bhandari N, Taneja S, Mazumder S, et al. Adding zinc to supplemental iron and folic acid does not affect mortality and severe morbidity in young children. *J Nutr*. 2007;137:112-117.
21. Leone N, Courbon D, Ducimetiere P, et al. Zinc, copper, and magnesium and risks for all-cause, cancer, and cardiovascular mortality. *Epidemiology*. 2006;17:308-314.
22. Rabej E, Żabka A, Karczewska K. Acrodermatitis enteropathica – przypadek 12-miesięcznego chłopca z prawidłowym poziomem cynku w surowicy. *Pediatr Wsp*. 2006;8(4):237-239.
23. Zdrojewicz Z, Wiśniewska A. Rola cynku w seksualności mężczyzny. *Adv Clin Exp Med*. 2005;14(6):1295-1300.
24. Kuras M, Zielińska-Pisklak M, Perz K, Szeleszczuk Ł. Żelazo i cynk – główne mikroelementy niezbędne do prawidłowego funkcjonowania organizmu. *Lek w Polsce*. 2015;5:6-13.
25. Jabłońska-Trypuć A. Aktywność biologiczna wybranych mikroelementów w skórze i ich rola w cukrzycy. *Przeg Kardiodiabetyczny*. 2007;2(2):122-126.
26. Gandia P, Bour D. A Bioavailability Study Comparing Two Oral Formulations Containing Zinc (Zn Bis-Glycinate vs. Zn Gluconate) After a Single Administration to Twelve Healthy Female Volunteers. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*. 2007;77(4):243-248.

otrzymano / received: 11.04.2021 | poprawiono / corrected: 23.04.2021 | zaakceptowano / accepted: 07.05.2021