

# Witamina C jako niezbędny składnik dla skóry człowieka oraz czynniki determinujące jej wchłanianie

*Vitamin C as an essential ingredient for human skin and factors determining its absorption*

## WSTĘP

„Czysta witamina C”, kwas askorbinowy o wzorze sumarycznym  $C_5H_8O_6$  jest laktonem kwasu 2,3-dehydro-L-gulonowego, gdzie w środku cząsteczki znajduje się pierścień laktonowy, który stabilizuje jej strukturę. Jego rozerwanie prowadzi do rozpadu na dwa związki – kwas szczawiowy (dwuwęglowy) i kwas L-treonowy (czterowęglowy). Działanie kwasu askorbinowego polega między innymi na utlenieniu, gdzie przekształca się w anion askorbinowy, który następnie oddając jeden elektron, staje się rodnikiem askorbylowym, a ten oddając kolejny elektron w kwas dehydroaskorbinowy [1]. Kwas

dehydroaskorbinowy może być przekształcony z powrotem do kwasu askorbinowego lub ulec hydrolizie do kwasu szczawiowego [2].

Witamina C po raz pierwszy została wyodrębniona w 1928 roku przez Szent-Györgyiego. Jej źródłem pochodzenia były owoce, natomiast w 1933 roku chemicy Haworth i Hirst oraz niezależnie polski chemik Tadeusz Reichstein, zsyntetyzowali ją w laboratorium oraz poznali strukturę związku [3]. Związek ten nazwano kwasem askorbinowym, gdyż jego niedobór lub brak w pożywieniu prowadził do rozwoju gnilca (*scorbutus*), słowo *ascorbutus* oznacza przeciwdziałanie.

Ewa Kilian-Pięta<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Centrum Dermatologii Symbiosis  
ul. Piękna 4  
60-591 Poznań

E.ewa.kilian@symbiosis.pl  
M: +48 502 189 324

<sup>2</sup> Laboratorium Symbiosis  
Poznański Park Naukowo-Technologiczny  
ul. Rubież 46H/121  
61-612 Poznań

» 26

## STRESZCZENIE

Kwas askorbinowy - witamina C, jest niezbędną rozpuszczalną w wodzie witaminą uczestniczącą w licznych procesach metabolicznych organizmu ludzkiego. Jest ona podstawowym składnikiem odżywczym, niezbędnym do utrzymania prawidłowej struktury i funkcjonowania skóry o silnym działaniu antyoksydacyjnym.

Celem pracy było przedstawienie właściwości witaminy C oraz jej oddziaływania na skórę. Zwrócono również uwagę na korelację pomiędzy ekspozycją skóry na promieniowanie ultrafioletowe a niedoborem witaminy C, który może wywołać wiele negatywnych skutków w skórze człowieka.

Codziennie i całoroczne stosowanie witaminy C w kosmetykach jest szczególnie istotne podczas zwiększonego zapotrzebowania skóry na witaminę C powstającego w wyniku endogennego oraz egzogenne stresu oksydacyjnego. Pomimo dyskusji na temat stosowania witaminy C w okresie letnim, okazuje się, że jest ona niezbędna dla zachowania zdrowej skóry.

**Słowa kluczowe:** kwas askorbinowy, witamina C, wchłanianie, skóra, kosmetyki, promieniowanie ultrafioletowe

## ABSTRACT

*Ascorbic acid - vitamin C is an essential, water soluble vitamin, participating in numerous metabolic processes of the human body. It is a primary nutrient, necessary to maintain proper skin structure and function, with strong antioxidant effects.*

*The purpose of this research is to present vitamin C's properties and its effects on the skin. The correlation between skin exposure to ultraviolet radiation and vitamin C deficiency has been noticed, which can cause many negative effects on human skin.*

*Daily year-round usage of cosmetics rich in vitamin C is essential, especially during times of increased vitamin C demand in the skin, which occur as a result of endogenous and exogenous oxidative stress. Despite discussion about vitamin C usage during summertime, research shows that it is necessary to keep skin healthy.*

**Keywords:** ascorbic acid, vitamin C, absorption, skin, cosmetics, ultraviolet radiation.

otrzymano / received

17.12.2018

poprawiono / corrected

03.01.2019

zaakceptowano / accepted

05.01.2019

Od lat 90. jest cennym składnikiem kosmetyków pielęgnacyjnych, których jakość zależy od rodzaju i modyfikacji cząsteczki witaminy C. Technologia zastosowanej zmodyfikowanej formy witaminy C decyduje o jej trwałości w samym kosmetyku. Nowe formy tego składnika takie jak np. kwas 3-O-ethyl askorbinowy zachowują wysoką trwałość (2 lata) w stosunku do kwasu L-askorbinowego (1 miesiąc), który w masie kosmetyku na skutek utleniania i działania światła zbyt szybko traci swoje właściwości powodując zmianę barwy i zapachu. Badania Pinnella udowodniły, że kwas askorbinowy może zostać dostarczony przez warstwę rogową naskórka dopóki cząsteczka nie ma ładunku jonowego i jest to możliwe dla warunków pH poniżej 3,5. Dlatego powstały formy estrowe witaminy C (INCI: 3-O-Ethyl Ascorbic acid, Ascorbyl Glucoside, Ascorbyl Palmitate, Tetrahexyldecyl ascorbate) dzięki którym poprawiono nie tylko trwałość kosmetyków ale również maksymalne stężenie do wchłaniania przez skórę, które wynosi 20% uzależnione od pH [4]. Rozwój chemii i kosmetologii umożliwił tworzenie kosmetyków z wysoką (20%) zawartością tego związku np. serum, które zachowuje właściwości witaminy C, nie zmienia zapachu i barwy na żółta.

### DZIAŁANIE WITAMINY C

W zależności od stanu zdrowia organizmu, witamina C wchłaniana jest w dwunastycięcioprocentowym stopniu (70–80% u zdrowego człowieka). Zapasy witaminy C w organizmie są ograniczone do 20% (20 mg/kg masy ciała). W osoczu dominuje głównie forma w postaci dehydroaskorbinianu (DHA), którego stężenie wynosi około 50 µM. DHA w komórkach zostaje zredukowany z powrotem do kwasu askorbinowego, co zabezpiecza go przed usunięciem na zewnątrz komórki. Dlatego też najczęściej skóra i błony śluzowe jako pierwsze manifestują niedobór witaminy C, objawiający się początkowo dysfunkcją bariery hydrolipidowej, fotostarzeniem, infekcjami czy nowotworzeniem [5]. Dostarczanie jej do skóry za pomocą kosmetyków wydaje się być istotnym elementem, nie tylko kosmetycznym, ale i zdrowotnym.

Najważniejszą właściwością kwasu askorbinowego jest jego zdolność do tworzenia odwracalnego układu utleniania i redukcji. Chroni przed tzw. peroksydacją lipidów (błon komórkowych) reakcją prowadzącą do rozwoju stanu zapalnego w narządach. Stosowanie zewnętrzne witaminy C w profesjonalnych zabiegach i domowej pielęgnacji kosmetycznej, wydaje się mieć szczególne znaczenie w aspekcie regeneracji skóry po zabiegach dermatologii estetycznej. Zabiegi laserowe, peelingi chemiczne, fale radiowe, to metody, które generują stan zapalny skóry, czyli stres oksydacyjny mający na celu stymulację produkcji kolagenu czy rozjaśnienie cery. Zwiększa się wówczas miejscowe zapotrzebowanie na antyoksydanty, w celu zniwelowania łańcuchowej reakcji peroksydacji lipidów, która mogłaby prowadzić do dysfunkcji całej bariery naskórkowej [6]. Stosowanie witaminy C na skórę wydaje się mieć istotne znaczenie również nie tylko w trakcie regeneracji

skóry po zabiegach, ale również na co dzień, u osób dojrzałych (po 35 roku życia), gdy zdolności syntezy kolagenu obniżają wraz z wiekiem.

Wśród karcinogennych czynników, mogących bezpośrednio doprowadzić do mutacji DNA, wymienia się wolne rodniki tlenowe, które są naturalnymi produktami wymiany tlenowej w komórkach. Witamina C poprzez przeciwdziałanie wolnym rodnikom powoduje, że są one obecne w bezpiecznych stężeniach w komórce. Warto podkreślić, że wolne rodniki są niezbędne i pełnią ważne funkcje regulacyjne pośrednicząc w przekazywaniu sygnałów wewnątrz- i międzykomórkowych. Biorą również udział w unieszkodliwianiu drobnoustrojów w fagolizosomach.

Komórki nowotworowe charakteryzują się bardzo niskim lub niewykrywalnym poziomem 5-hmC (czynnik manifestujący nieprawidłowości w komórce). Utrata tego czynnika jest nową epigenetyczną cechą większości typów ludzkich nowotworów. Przeprowadzone przez Gustafsona i wsp. badania *in vitro* wykazały, że stosowanie witaminy C (do stężenia fizjologicznego 0,1 mM) zmniejsza złośliwość komórek czerniaka, powodując wzrost stężenia 5-hmC [7].

Witamina C chroni także przed tworzeniem się mutagenicznych N-nitrozozwiązków poprzez blokowanie przemiany azotanów do rakotwórczych nitrozoamin. Jest to istotne w przypadku żołądka, w którym azotany przy udziale bakterii *m.in. Helicobacter pylori* przekształcają się w azotyny, a te z kolei podczas reakcji nitrozowania w nitrozoaminy. Kwas askorbinowy hamuje działanie zarówno bakterii w żołądku, jak i reakcję nitrozowania [8]. Dlatego prawdopodobnie u osób z tą infekcją żołądka, skóra jako pierwsza manifestuje problemy z cerą na skutek niedoboru witaminy C. Oprócz aspektów ogólnozdrowotnych, wskazana jest pielęgnacja skóry witaminą C, szczególnie podczas leczenia dermatologicznego cery z trądzikiem różowatym [9].

### ODDZIAŁYWANIE WITAMINY C NA SKÓRĘ

Witamina C uczestniczy w niezbędnych reakcjach enzymatycznych przekształcających prolinę w hydroksyprolinę, lizynę w hydroksylizynę podczas formułowania wiązań krzyżowych kolagenu. Hydroksyprolina jest z kolei aminokwasem stanowiącym około 10% kolagenu zawartego w skórze właściwej. To od niej między innymi zależy prawidłowe gojenie ran, regeneracja po chorobach skóry czy oparzeniach (szczególnie słonecznych) oraz zabiegach dermatologii estetycznej stymulujących wytwarzanie kolagenu. Stymulacja wytwarzania kolagenu wymaga zwiększonego zapotrzebowania na witaminę C dostarczaną do skóry w pożywieniu, a przede wszystkim w codziennej pielęgnacji za pomocą kosmetyków [10]. Przeprowadzone badania *in vitro* na komórkach fibroblastów wykazały, że brak witaminy C zmniejsza zarówno całkowitą syntezę kolagenu jak i jego sieciowanie [11].

W środowisku wodnym komórki, witamina C tworzy układy oksydacyjno-redukcyjne z cytochromem C, glutationem, nukleotydami flawinowymi i pirydynowymi. Hamuje peroksydację lipidów i unieczynnia wolne rodniki ponadtlenkowe, co jest kluczowe dla zdrowia i urody oraz prawidłowego funkcjonowania komórek. Witamina C pomaga również w regeneracji utlenionej postaci witaminy E – silnego antyoksydantu rozpuszczalnego w tłuszczach pośrednio zapobiegając utlenianiu nienasyconych kwasów tłuszczowych bariery hydro-lipidowej naskórka. Pielęgnacja kosmetykami z witaminą C wydaje się być szczególnie ważna, w trakcie leczenia dermatologicznego preparatami złuszczyjącymi, które mogą powodować wysuszenie naskórka czy jego podrażnienie. Powinno się ją stosować codziennie na skórę jako uzupełnienie leczenia czy zabiegów kosmetycznych.

### PROMIENIOWANIE UV KREMY Z FILTREM A WITAMINA C

Gdy promieniowanie ultrafioletowe zwiększa wytwarzanie wolnych rodników, do pewnego stopnia zwiększa się w skórze zdolność do ich neutralizowania – skóra „dostaje więcej witaminy C” jako odpowiedź na wzmożone jej zużycie do ochrony. Odpowiednia dawka dziennego promieniowania słonecznego stymuluje system obrony skóry przed UV, dlatego jest ona niezbędna dla zachowania zdrowej cery. Nadmierna fotoprotekcja kremami z filtrem, szczególnie w okresie zimowo-wiosennym oraz brak światła dziennego, może osłabić zdolności regeneracyjne skóry i zwiększyć ryzyko wystąpienia przebarwień w okresie letnim. Jednak nadmierna i długotrwała ekspozycja na promieniowanie UV (szczególnie UVB) pozbawia skórę zdolności antyoksydacyjnych ze względu na niedobór witaminy C, prowadząc do stanów przedrakowych oraz przyspieszonego fotostarzenia. Nawet minimalna ekspozycja, do 1,6 minimalnej dawki wywołującej odczyn rumienia MED (*Minimal Erythema Dose*), może zmniejszyć stężenie witaminy C do 70% wartości prawidłowej [12].

Filtry przeciwsłoneczne w niewielkim tylko stopniu zapobiegają powstawaniu stresu oksydacyjnego podczas ekspozycji na promieniowanie UV. Krem z filtrem zapobiega tworzeniu się wolnych rodników wywołanych przez promieniowanie ultrafioletowe UVA jedynie w 55% [13]. Badania na skórze świni wykazały, że stosowanie kwasu askorbinowego przed ekspozycją zmniejsza o 40% oparzenie i o 52% rumień wywołany przez UVB [14].

Witamina C ma ponadto wpływ na hamowanie syntezy elastyny. Zjawisko to może być istotne w redukcji nagromadzonej elastyny, charakterystycznej dla skóry starzejącej się pod wpływem promieni słonecznych.

### WITAMINA C W KOSMETYKACH

#### Witamina C lewoskrętna

W lekach farmakopea jednoznacznie definiuje „czystą witaminę C” jako kwas L-(+)-askorbinowy. Występuje również lewoskrętny izomer kwas D-(-)-askorbinowy, ale nie jest on

witaminą i służy do konserwacji żywności. Pomyłka wynika z błędnego oznaczenia L do skręcalności optycznej, a nie konfiguracji względnej L/D[15]. Kwas L-(+)-askorbinowy skręca płaszczyznę światła spolaryzowanego zawsze w prawo, niezależnie od tego czy pochodzi z owoców, warzyw czy suplementów diety lub leków. Sole i estry kwasu askorbinowego: sodowa, wapniowa oraz palmitynian askorbylu również są prawoskrętne. Oznaczenie na produktach kosmetycznych, a szczególnie lekach i suplementach diety „lewoskrętna witamina C” może być celowym lub nieświadomym błędem oznakowania produktu przez producenta dla celów marketingowych. Warto podkreślić art. 16 rozporządzenia (WE) nr 178/2002 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 28 stycznia 2002 r., który stanowi, iż etykietowanie, reklama i prezentacja żywności z uwzględnieniem kształtu, wyglądu lub opakowania oraz informacji udostępnianych na ich temat w jakikolwiek sposób nie może wprowadzać konsumentów w błąd [16].

Kwas L-askorbinowy (INCI: L Ascorbic Acid) to organiczny związek chemiczny, pochodna glukozy o wzorze sumarycznym C<sub>6</sub> H<sub>8</sub> O<sub>6</sub>. W warunkach standardowych jest białym, krystalicznym ciałem stałym. Jest to ta sama witamina C co w lekach i żywności. Dobrze rozpuszcza się w wodzie, roztwór ma odczyn kwasowy. Należy do tzw. przeciwutleniaczy właściwych, których funkcją jest przerywanie łańcucha oksydacyjnego poprzez wygaszanie wolnych rodników. Witamina C jest również synergentem, który wykazuje działanie antyoksydacyjne polegające na wzmacnianiu substancji będących przeciwutleniaczami właściwymi. Stwierdzono, że roztwór 10% kwasu askorbinowego skutecznie opóźnia procesy fotostarzenia się skóry oraz ma właściwości przeciwzapalne (Choi i Berson, 2006). Bissett (2009) wykazał, że witamina C aplikowana na skórę opóźniała jej starzenie się. Już 3% kwas askorbinowy po tygodniu stosowania, powodował znaczącą redukcję skutków procesów utleniania indukowanych przez promieniowanie UVA, a w ciągu 12 tygodni redukował zmarszczki oraz działał rozjaśniająco.

#### Naturalne i syntetyczne kwas L-askorbinowy

Pod względem budowy chemicznej i właściwości witamina C obecna np. w owocach i syntetyczna wytwarzana w laboratorium, nie różni się od siebie. Badania wykazały, że w naturalnych złożonych produktach (ekstraktach roślinnych) może wykazywać zwiększoną aktywność ze względu na synergistyczne działanie polifenoli [17]. Witamina C obecna w organizmie chroni zarówno przed endogennym stresem oksydacyjnym (oddychanie komórkowe) oraz egzogennym (promieniowanie UV). Aplikowanie witaminy C na skórę w kosmetykach zwiększa fotochronę i regenerację.

Stosowanie kwasu L-askorbinowego w kosmetykach wiąże się jednak z trudnościami wynikającymi z jego niskiej stabilności. Powoduje szybkie utlenianie i żółknięcie preparatów kosmetycznych. Połowa zawartości tego cennego surowca ulega rozkładowi już po ok. miesiącu. W technologii kosmetyków

wykorzystywane są metody utrwalania i stabilizacji tego związku poprzez dodanie innych antyoksydantów (kwasu ferulowego) lub obniżenie pH. W kosmetykach, a także w przemyśle spożywczym, znalazły zastosowanie trwalsze pochodne witaminy C – sole magnezowe i sodowe kwasu askorbinowego – są one trwalsze, natomiast inne pochodne witaminy C, choć stabilniejsze, są dużo droższe. Dodatkowym wyzwaniem dla technologii surowców kosmetycznych jest słabe wchłanianie się przez skórę hydrofilowego kwasu L-askorbinowego. Pochodne fosforanowe wchłaniają się jeszcze słabiej. Pochodne niezjonizowane wchłaniają się lepiej, jednak skuteczność preparatu zależy od ich hydrolizy (rozkładu) do aktywnego kwasu askorbinowego po wchłonięciu przez skórę (Bissett, 2009). Dlatego w kosmetykach znalazły się pochodne takie jak palmitynian askorbylu, sól magnezowa fosforanu askorbylu, glukozyd ascorbylu i najnowsza stabilna formuła kwas 3-O-Ethyl ascorbinowy. Kwas L-askorbinowy może być również cennym składnikiem w postaci liposomowej, który charakteryzuje się większą trwałością i korzystniejszym przenikaniem do głębszych warstw naskórka.

- **Kwas L-askorbinowy „czysty”.** Występuje w „jednorazowych” kosmetykach w postaci ampułek. Stosuje się go do regeneracji i rozjaśnienia cery po zabiegach kosmetycznych złuszczeniowych tj. mikrodermabrazja czy peeling kawitacyjny oraz w warunkach domowych po peelingach ziarnistych. Zastosowanie takiego kosmetyku pod maskę np. algową może zwiększyć skuteczność wchłaniania witaminy C oraz zapobiec szybkiemu utlenieniu się witaminy na powierzchni skóry. Ampułki z kwasem L-askorbinowym warunkują szczelne zamknięcie, zachowują trwałość tego składnika, a natychmiastowe użycie zapewnia wysoką jakość. Pożądane stężenie w takich formułacjach wynosi 10–20%. Inną formę kwasu L-askorbinowego, mniej trwałą możemy spotkać w serum w postaci liposomów (mikronizowany kwas askorbinowy zamknięty w otoczkach liposomowych). Kosmetyk zawierający 5% witaminy C w postaci liposomowej służy do codziennej pielęgnacji cery, może być cennym oraz skutecznym produktem rozjaśniającym i wzmacniającym skórę. Jego trwałość to zazwyczaj 2 tygodnie w przypadku kontaktu z powietrzem, dlatego producenci wykorzystują małe opakowania ok. 5 ml, które wystarczają na ok. 2 tygodnie stosowania po to, aby produkt zachował wysoką jakość.
- **Palmitynian ascorbylu** (INCI: Ascorbyl Palmitate). Jest rozpuszczalnym w tłuszczach odpowiednikiem kwasu askorbinowego. Część ta podczas uwalniania do naskórka ulega hydrolizie przekształcając się w kwas askorbinowy i kwas palmitynowy. Jest cennym i niedrogim składnikiem kosmetycznym oraz spożywczym. Pomimo dużej stabilności, posiada małą aktywność biologiczną. Stabilność palmitynianu askorbylu w kosmetykach zależy od odpowiedniego stężenia i typu zastosowanych lipidów oraz warunków przechowywania. Grabnar i współpracownicy wykazali, że po miesiącu przechowywania, w preparacie o zawartości 10% lipidów, aż 85% palmitynianu askorbylu nie uległo degradacji [18]. Witamina C w tej postaci również działa rozjaśniająco na przebarwienia oraz stymuluje syntezę kolagenu. Działa przeciwzapalnie poprzez hamowanie procesu peroksydacji lipidów oraz chroni wrażliwe nienasycone kwasy tłuszczowe w barierze hydrolipidowej. Wykazuje ochronny wpływ w stosunku do promieniowania UVA i UVB, zmniejsza rumień powstały po opalaniu. Występuje w emulsjach nawilżających do ciała, twarzy (dla cer dojrzałych z przebarwieniami), w kosmetykach do opalania w stężeniach 1–3%. W wyższych stężeniach do 10% możemy spotkać tę formę witaminy C w serum. Powszechnie stosowanymi promotorami przenikania w produktach kosmetycznych z witaminą C są składniki bazowe serum. Należą do nich niskocząsteczkowe alkohole (m.in. glikol propylenowy i butylenowy), które działają poprzez zmianę uwodnienia keratyny i upłynniają strukturę lameralną cementu naskórkowego. Glikole są bezpieczne do stosowania nawet w stężeniu 50% w gotowym preparacie. Mogą jednak powodować podrażnienia, ale tylko, gdy aplikowane są na uszkodzoną i podrażnioną skórę. Stanowi to ważny aspekt zastosowania kosmetyków z witaminą C na słońce. Okazuje się, że prawdopodobnie odpowiedzialna jest za to baza kosmetyku zawierająca zbyt dużą ilość promotorów przenikania, a nie sama witamina C [19].
- **Sól magnezowa fosforanu askorbylu MAP** (INCI: Magnesium Ascorbyl Phosphate). Uwalnianie kwasu askorbinowego z tej postaci do naskórka polega na hydrolizie w wyniku działania enzymu fosfatazy. Wykazuje skuteczne działanie rozjaśniające oraz antyoksydacyjne w stężeniach powyżej 10%. W porównaniu do kwasu L-askorbinowego jest stabilna w roztworach wodnych i bardziej odporna na utlenianie. Nie ma znaczącego wpływu na syntezę kolagenu. W swoich badaniach Sintov i Levy wykazali, że sól magnezowa fosforanu askorbylu słabo przenikała do skóry z roztworu wodnego. Natomiast aplikowanie w postaci kosmetycznej nanoemulsji wykazuje znacznie większe przenikanie MAP do skóry oraz dziesięciokrotnie większą aktywność w miejscu stosowania [20]. Witamina C w postaci soli magnezowej fosforanu askorbylu jest cennym składnikiem wspomagającym działanie antyoksydacyjnych ekstraktów roślinnych w recepturze maseczek, balsamów do ciała oraz kremów przeciwstarzeniowych. W produktach tych występuję w stężeniach od 1–5%. Natomiast w serum jako składnik czynny główny wymaga zastosowania stężenia 10–15%.
- **Sól sodowa fosforanu askorbylu SAP** (INCI: Sodium Ascorbyl Phosphate). Posiada podobne właściwości do soli magnezowej fosforanu askorbylu. Wykazuje dodatkowe pośrednie działanie antybakteryjne. Stosuje się ją w preparatach przeciwtrądzikowych. Przeciwuutleniające właściwości witaminy C w kosmetykach wykazują przeciwdziałanie jętczeniu wydzielanego łoju w okolicach ujścia gruczołów łojowych. W trądziku pospolitym towarzyszące nadmierne rogowacenie naskórka, zwęża ujście i powoduje zaleganie mas

lojowych, predysponując do nasilenia infekcji bakteryjnej. Witamina C w tej postaci, zapobiega tworzeniu się czopów zaskórnikowych zapobiegając utlenianiu się składników tłuszczowych łoju. Dlatego produkty kosmetyczne z tą postacią witaminy C zalecane są dla osób z cerą problematyczną oraz młodzieży.

- **Glukozyd askorbylu** (INCI: Ascorbyl Glucoside). Wytwarzany z witaminy C oraz skrobi, jest formą kwasu askorbinowego stabilizowanego cząsteczką glukozy. Takie połączenie pozwala na stopniowe uwalnianie jej do poszczególnych warstw naskórka pod wpływem działania enzymu obecnego w skórze  $\alpha$ -glukozydazy. Wyrównuje koloryt skóry oraz rozjaśnia plamy i przebarwienia. Po przejściu przez naskórek stymuluje syntezę kolagenu i hamuje destrukcję włókien kolagenowych, dzięki czemu spowalnia procesy starzenia. Jest droższym i cenniejszym składnikiem kosmetyków. Zachowuje wszystkie właściwości kwasu L-askorbinowego, przy czym wykazuje znacznie głębszą penetrację, stabilność w kosmetykach i tym samym skuteczność działania. Glukozyd askorbylu wykorzystywany jest w kremach przeciwstarzeniowych w stężeniach 1-10%. W serum 15-20%. W celu obniżenia kosztów produkcji kosmetyków z tak wysokim stężeniem witaminy C stosuje się połączenie: glukozyd askorbylu jako droższy składnik, palmitynian askorbylu jako tańszy.
- **Tetraizopalmitynian askorbylu** (INCI: Tetrahexyldecyl ascorbate). To trwała i stabilna formuła witaminy C. Występuje w formie żółtego oleju, penetruje w głębsze warstwy naskórka. Skuteczna szczególnie w emulsjach w stężeniu 1-3%. Jest cenną, skuteczną i jedną z najdroższych postaci witaminy C stosowaną w kosmetykach. Nie wymaga zastosowania wysokich stężeń, dlatego występuje szczególnie w emulsjach, kremach oraz maseczkach przeciwstarzeniowych. Niezwykle dobrze i skutecznie chroni skórę opóźniając pojawianie się oznak starzenia.
- **Kwas 3-O-ethyl askorbinowy** (INCI: 3-O-Ethyl Ascorbic Acid). To najnowsza, najbardziej stabilna pochodna witaminy C wykorzystywana w kosmetykach. Jest to forma zwana nową generacją witaminy C, która w odróżnieniu od pozostałych pochodnych kwasu askorbinowego rozpuszczalnych w wodzie (tak samo jak kwas L-askorbinowy), jest bezpośrednio wykorzystywana przez skórę – nie musi być przekształcana wewnątrz skóry do kwasu askorbinowego na drodze hydrolyzy czy enzymatycznej. Forma ta wykazuje w stosunku do wyżej wymienionych pochodnych witaminy C skuteczniejsze działanie na skórę, jest bardziej stabilna i dużo bardziej przyswajalna. Nie powoduje podrażnienia skóry nawet w wysokich dwudziestoprocentowych stężeniach w kosmetykach przeznaczonych do codziennego stosowania. Jako kwas, jest dobrze tolerowany również przez osoby o skórze wrażliwej. Chroni przed fotostarzeniem, wolnymi rodnikami i wspomaga ochronę przeciwśloneczną. Stymuluje produkcję kolagenu. Wspomaga walkę z przebarwieniami

pigmentacyjnymi i potrądzikowymi. W testach potwierdzono, iż działa dużo skuteczniej w redukowaniu przebarwień, aniżeli kwas kojowy arbutyna lub pozostałe pochodne witaminy C rozpuszczalne w wodzie (Ascorbyl Glucoside, Magnesium lub Sodium Ascorbyl Phosphate) [21]. Ponadto wykazano, iż kwas 3-O-ethyl askorbinowy stanowi skuteczną ochronę przed niebieskim światłem (*blue light*).

- **Witamina C w postaci kwasu 3-O-ethyl askorbinowego.** Jest szczególnie cennym składnikiem w serum przeciwstarzeniowym, przeciwtrądzikowym, rozjaśniającym i łagodzącym rumień. W nowoczesnych kosmeceutykach możemy spotkać ją w połączeniu z enzymami antyoksydacyjnym (INCI: Superoxide Dismutaze), ekstraktami roślinnymi tj. Bobrek Trójlistny (INCI: Menyanthes Trifoliata Extract), które wspomagają jej działanie antyoksydacyjne oraz dodatkowo stabilizują w recepturze. W serum występuje w stężeniach od 5 do 20%. Kosmetyki z kwasem 3-O-ethyl askorbinowym przeznaczone są do pielęgnacji spowalniającej procesy starzenia, fotoochrony oraz regeneracji skóry narażonej na stres oksydacyjny. Kosmetyki zawierające tę postać witaminy C (serum 20%) zachowują jej trwałość i wysoką jakość nawet do 3 miesięcy po otwarciu. Kremy, maseczki i balsamy są szczególnie zalecane dla osób, które podróżują zimą w nasłonecznione rejony wystawiając ciało na dużą dawkę promieniowania UV. Pielęgnacja produktami kosmetycznym z 3-O-ethyl ascorbic acid jest wskazana dla osób aktywnych, u których wysiłek fizyczny zużywa na regenerację organizmu zapas witaminy C powodując deficyty w skórze.

### WCHŁANIANIE WITAMINY C PRZEZ SKÓRĘ A PH

Penetracja witaminy C zawartej w preparacie kosmetycznym np. w serum do stosowania miejscowego, przez grubą warstwę rogową jest możliwa dla  $\text{pH} < 3,5$ . Częste aplikowanie takiego serum na skórę, której  $\text{pH}$  wynosi 5,5 może mieć działanie drażniące. Dlatego też kluczowe wydaje się być przygotowanie skóry poprzez stopniowe obniżanie jej  $\text{pH}$ , poprzez umycie skóry żelem o  $\text{pH}$  5,5, zastosowanie toniku o  $\text{pH}$  4,5 a dopiero potem zastosowanie serum o  $\text{pH}$  3,5.

Istotne znaczenie ma również odczyn skóry, który po peelingu chemicznym neutralizowanym wodą jest nadal kwaśny. Prawdopodobnie stwarza korzystne synergistyczne warunki do szybszej i głębszej penetracji tego składnika z jednoczesnym niwelowaniem stresu oksydacyjnego.

Metoda stopniowego obniżania  $\text{pH}$  naskórka poprzez podstawowe czynności higieniczne wydaje się być zasadna szczególnie w przypadku cery wrażliwej, która nie tylko umożliwi zwiększoną penetrację witaminy C, ale również bezpieczniejsze stosowanie chociażby kwasu azelainowego. Kremy z kwasem azelainowym są wykorzystywane w terapii trądziku różowatego, które podczas długotrwałej aplikacji na skórę mogą wysuszyć ją i podrażnić. Korzystne będzie wprowadzenie dodatkowych elementów wspomagających leczenie tj. kremów i serum z witaminą C, szczególnie w postaci kwasu-3-ethyl

askorbinowego. Właściwe oczyszczenie, działanie antyoksydacyjne i stopniowe obniżanie odczynu skóry prowadzi do uruchomienia w skórze mechanizmów adaptacyjnych, które uodparniają naskórek na działanie kwasów podnosząc próg tolerancji chemicznej [22]. Zjawisko to jest powszechnie uznawane jako niekorzystne, ponieważ prowadzi do zmniejszenia aktywności kwasów. Taka opinia wydaje się być nadużyciem, ponieważ przyspieszona proliferacja naskórka nadal zachodzi, tylko nie występują uciążliwe skutki uboczne kluczowe w przypadku cery wrażliwej. Potocznie nazywane „przyzwyczajanie się” skóry do kwasów, w tym witaminy C stosowanej codziennie nawet w stężeniach do 20% w produktach o pH 3,5, jest pożądanym zjawiskiem, który podnosi próg tolerancji chemicznej, a tym samym zwiększa jej odporność na czynniki zewnętrzne [23]. W przypadku intensywnej pielęgnacji cery wrażliwej witaminą C, szczególnie ważna jest jej postać. W przypadku kwasu 3-O-ethyl askorbinowego, który w kosmetykach wykazuje najbardziej korzystne właściwości dla cery wrażliwej, istotna jest również baza kosmetyku oraz rodzaj zastosowanych promotorów przenikania. Przykładem jest propanediol – naturalny glikol propylenowy wytwarzany biotechnologicznie z cukru kukurydzianego na drodze fermentacji. Jako składnik kosmetyków posiada znacznie korzystniejsze właściwości nawilżające w porównaniu do glikolu propylenowego. Z przeprowadzonych badań (Zamea) wynika, że propanediol nie wykazuje efektu podrażnienia skóry, nawet przy stężeniu osiągającym 75% i może być stosowany nawet na błony śluzowe.

## PODSUMOWANIE

Codziennie stosowanie witaminy C w kosmetykach jest szczególnie istotne podczas zwiększonego stresu oksydacyjnego. Jest nim przede wszystkim nadmierna ekspozycja słoneczna, niehigieniczny tryb życia, wysiłek fizyczny oraz zabiegi odmładzające wymagające gojenia się skóry. Codzienna pielęgnacja serum z witaminą C w stężeniach 10-20% wydaje się również kluczowa w trakcie codziennej pielęgnacji, podczas zabiegów przeciwstarzeniowych, regenerujących oraz leczenia dermatologicznego trądziku różowatego. Wysiłek fizyczny i podróżowanie zimą w nasłonecznione miejsca oraz ekspozycja skóry na promieniowanie UV wymaga nie tylko stosowania filtrów przeciwsłonecznych, ale przede wszystkim balsamów regenerujących z witaminą C, wspomagających naturalne antyoksydacyjne właściwości obronne skóry. Witamina C aplikowana w postaci ampułek po peelingach chemicznych wykazuje szczególnie synergistyczne działanie z niskim pH. Zjawisko to może zwiększać jej penetrację do skóry właściwej, jednocześnie łagodząc podrażnienie naskórka, dlatego witamina C jest cennym składnikiem kosmetyków profesjonalnych. Kwas askorbinowy jest także niezbędnym składnikiem dla zachowania zdrowej cery i młodego wyglądu, powinien być dostarczany do skóry nie tylko z żywności, ale zewnętrznie w postaci kosmetyków.

## LITERATURA

1. Moszczyński P, Pyć R. Biochemia witamin. Witaminy lipofilne i kwas askorbinowy. Część II. PWN, Warszawa 1999: 112-136.
2. Grajek W. Rola przeciwutleniaczy w zmniejszaniu ryzyka wystąpienia nowotworów i chorób układu krążenia. *Żywność Nauk. Technologia. Jakość* 2004, vol. 1(38): 3-11.
3. Kuhnlein HV, Receveur O, Soueida R, Egeland GM. Arctic indigenous peoples experience the nutrition transition with changing dietary patterns and obesity. *J Nutr* 2002, vol. 134: 1447-1453.
4. Phillips CL, Combs SB, Pinnell SR. Wpływ kwasu askorbinowego na proliferację i syntezę kolagenu w stosunku do wieku dawców ludzkich fibroblastów skóry. *J Invest Dermatol* 1994.
5. Maćkowiak K, Torliński L. Współczesne poglądy na rolę witaminy C w Fiziologii i patologii człowieka. *Now Lek*. 2007, vol. 76 (4), 349-356.
6. Draelos ZD. Preparaty rozjaśniające skórę i hydrochinon. *Dermatol Therapy* 2007, vol. 20: 308-313.
7. Guz J, Oliński R. Rola witaminy c w regulacji epigenetycznej. *Postepy Hig Med Dośw*. 2017, vol. 71: 747-760.
8. Szymańska-Pasternak J, Janicka A, Bober J. Witamina C jako oręż w walce z rakiem. *Onkol Prakt Klin* 2014, vol. 7(1), 9-23.
9. Trznadel-Budźko E, Kaczorowska A. Rola witaminy C w dermatologii. *Aesthetica* 2006, vol. 1: 58-59.
10. Sroka Z, Gamian A, Cisowski W. Niskocząsteczkowe związki przeciwutleniające pochodzenia naturalnego. *Postepy Hig Med Dośw*. 2005, vol. 59: 34-41.
11. Pullar JM, Anitra C, Carr AC, Vissers MC. The Roles of Vitamin C in Skin Health. *Nutrients* 2017, vol. 9(8): 866.
12. Kleszczewska E. Biologiczne znaczenie witaminy C ze szczególnym uwzględnieniem jej znaczenia w metabolizmie skóry. *Pol Merkur Lekarski* 2007, vol. 138 (23): 462-465.
13. Dutra EA, da Costa e Oliveira DAG, Kedor-Hackmann ERM, Santoro MIRM (eds.). Determination of sun protection factor (SPF) of sunscreens by ultraviolet spectrophotometry. *Braz. J. Pharm. Sci* 2004, vol. 40: 381-385.
14. Biotechnologia. <https://biotechnologia.pl/kosmetologia/witamina-c-w-kosmetykach-w-swietle-najnowszych-doniesien-naukowych,15812> (dostęp 09.01.2019).
15. Farmakopea Polska. Wydanie X. Warszawa 2014: 1724-1725.
16. Saran-Jagodzińska A. Witamina C lewoskrętna, która nie istnieje. *Food Forum* 2016, vol. 3(13): 34-39.
17. Carr AC, Bozonet SM, Pullar JM, Simcock JW, Vissers MC. A randomized steady-state bioavailability study of synthetic versus natural (kiwifruit-derived) vitamin C. *Nutrients*. 2013, vol. 5(9): 3684-3695.
18. Grabnar PA, Zajc N, Kristl J. Improvement of ascorbyl palmitate stability in lipid nanoparticle dispersions for dermal use. *Journal of Drug Delivery Science and Technology* 2006, vol. 16(6): 443-449.
19. Cork MJ, Danby S. Aqueous cream damages the skin barrier. *British Journal of Dermatology* 2011, vol. 164(6): 1179-1180.
20. Sintov AC, Levy HV. A microemulsion-based system for the dermal delivery of the rapetotics. *Innovations in Pharmaceutical Technology* 2007, vol. 23: 68-72.
21. Briganti S, et al. Chemical and Instrumental Approaches to Treat Hyperpigmentation. *Pigment Cell Res* 2003, vol. 16: 101-110.
22. Green BA, Yu RJ, Van Scott EJ. Clinical and cosmeceutical uses of hydroxy acids. *ClinDermatol* 2009, vol. 5: 495-501.