

Kosmetyki ochrony przeciwsłonecznej. Cz. II. Wybór optymalnego preparatu

Sunscreen cosmetics. Part II. Selection of optimum cosmetic product

HALINA BOJAROWICZ^{1/}, NATALIA BARTNIKOWSKA^{2/}

^{1/} Katedra Technologii Postaci Leku, Wydział Farmaceutyczny Collegium Medicum im. Ludwika Rydygiera w Bydgoszczy, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

^{2/} absolwentka Wydziału Farmaceutycznego Collegium Medicum, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

Aktualnie dostępna jest bardzo zróżnicowana oferta kosmetyków ochrony przeciwsłonecznej. Specyficzna receptura preparatu decyduje o jego skuteczności promieniochronnej – głównie poprzez zawartość filtrów UV – oraz o właściwościach pielęgnacyjnych, dzięki obecności określonych składników.

W pracy opisano znaczenie poszczególnych czynników określających wielkość ochrony przed promieniowaniem UVB oraz UVA. Zwrócono uwagę na wpływ aplikacji kosmetyku na wielkość tych parametrów. Porównano receptury wybranych kosmetyków fotoprotekcyjnych zwracając szczególną uwagę na formułacje przeznaczone dla dzieci. Przedstawiono także składniki zwiększające efektywność filtrów UV. Zwrócono uwagę na zastosowanie nanotechnologii i innych innowacyjnych rozwiązań w produkcji kosmetyków ochrony przeciwsłonecznej.

Dostępne na opakowaniu kosmetyku informacje (przede wszystkim lista składników) pozwalają na właściwą ocenę produktu oraz dokonanie odpowiedniego wyboru.

Słowa kluczowe: kosmetyki ochrony przeciwsłonecznej, filtry UV, SPF

At present, a very differentiated offer of sunscreen cosmetics is available. Very specific formulas of products enhance sun protection efficiency – mainly due to the use of UV filters and skin care components.

The paper describes the meaning of factors defining the range of protection against UVA and UVB. The attention is focused on the influence of applied cosmetics on the level of sun protection. Also selected formulas of sunscreens are compared, especially taking into consideration the formulas for babies and children. At the same time, components increasing efficiency of UV filters are presented, as well as application of nanotechnology and other innovative solutions in production of sunscreen cosmetics.

The label information on all important ingredients of cosmetics on every single product allows to make own estimation and make the right choice.

Key words: sunscreen cosmetics, UV filters, SPF

© Probl Hig Epidemiol 2014, 95(3): 602-608

www.phie.pl

Nadesłano: 15.07.2014

Zakwalifikowano do druku: 16.07.2014

Adres do korespondencji / Address for correspondence

dr n. farm. Halina Bojarowicz

Pracownia Technologii i Formy Kosmetyku, Wydział Farmaceutyczny

Collegium Medicum im. L. Rydygiera w Bydgoszczy, UMK w Toruniu

ul. Jagiellońska 15, 85-067 Bydgoszcz

tel. 52 585 34 38, e-mail: hbojarowicz@cm.umk.pl

Różnorodność dostępnych kosmetyków ochrony przeciwsłonecznej oraz właściwy ich dobór zapewnią stosunkowo skuteczne zabezpieczenie skóry przed niepożądanym działaniem promieniowania ultrafioletowego.

Kosmetyki ochrony przeciwsłonecznej powinny chronić skórę przed szerokim spektrum promieniowania; UVB i UVA. Powinny być stabilne (chemicznie oraz fizycznie), „wodoodporne”, niedrażniące. Przede wszystkim – zgodnie z definicją kosmetyku – muszą być bezpieczne. Należy podkreślić, że kosmetyki z filtrami UV to nie tylko preparaty do opalania, ale także szeroka oferta produktów do codziennej pielęgnacji (kremy na dzień), które są polecane szczególnie

w przypadku występowaniu fotodermatoz i innych zmian skórnych (np. trądzik różowaty, przebarwienia) [1-7].

Wciąż poszukiwane są nowe rozwiązania mające na celu zwiększenie ochrony przed promieniowaniem ultrafioletowym, poprawę fotostabilności filtrów UV oraz ograniczenie ich przenikania przez skórę. Uzyskanie wysokiej ochrony przeciwsłonecznej powoduje konieczność wprowadzenia do receptury dużych ilości filtrów, co może prowadzić do występowania działań niepożądanych. Skuteczność ochrony przed promieniowaniem UV, deklarowana przez producentów na opakowaniu kosmetyków, wymaga odpowiedniego udokumentowania.

Wskaźnik ochrony przeciwsłonecznej w zakresie UVB-SPF

Miarą skuteczności kosmetyków chroniących przed promieniowaniem UVB jest współczynnik SPF (*Sun Protection Factor*). Jest on jedynym międzynarodowym, standaryzowanym wskaźnikiem oceny zdolności preparatu do filtrowania promieni ultrafioletowych. Definiowany jest jako stosunek minimalnej dawki promieniowania, powodującej rumień na skórze chronionej danym preparatem, do minimalnej dawki promieniowania wywołującej rumień na skórze niechronionej. Określając minimalną dawkę rumieniową skrótem MED (*Minimal Erythema Dose*), SPF wyznacza się wg poniższego wzoru [6-8]:

$$\text{SPF} = \text{MED}_{\text{skóry chronionej}} / \text{MED}_{\text{skóry niechronionej}}$$

Przykładowy współczynnik SPF 15 nie oznacza, że skórę z naniesionym preparatem można poddawać działaniu promieniowania słonecznego w czasie piętnastokrotnie dłuższym niż w przypadku skóry niechronionej. SPF 15 oznacza, że dawka promieniowania wywołująca rumień po zastosowaniu danego preparatu ochronnego może być piętnastokrotnie silniejsza niż dawka promieniowania potrzebna do wywołania rumienia na skórze niechronionej.

Istotny jest fakt, że zależność pomiędzy wartością SPF a ilością odbijanego lub pochłanianego promieniowania nie jest wprost proporcjonalna. Preparat o współczynniku SPF 15 chroni skórę przed promieniowaniem UVB w 93,3%, o SPF 30 – w 96,7%, a kosmetyk o SPF 50 – w 98,3%. Należy podkreślić, że żaden produkt nie może zapewnić 100% ochrony. Dlatego nie powinny być używane hasła reklamowe sugerujące, że preparat zapewnia całkowitą ochronę przeciwsłoneczną (np. „bloker słoneczny”). Maksymalny współczynnik, jaki może być deklarowany na produktach fotoprotekcyjnych, wynosi 50+ [8-9].

Precyzyjne wyznaczenie wartości SPF jest ważne zarówno dla konsumentów, jak i dla producentów. W Polsce oraz w innych krajach Unii Europejskiej stosowana jest metoda COLIPA (*European Cosmetic, Toiletry and Perfumery Association*), która polega na badaniach kosmetyków w warunkach *in vivo*. Preparat aplikowany jest na powierzchnię skóry pleców w ilości 2 mg/cm². Zwiększanie dawek promieniowania UVB (emitowanych przez lampę ksenonową) wywołuje rumień. Określany jest czas, po jakim pojawia się rumień na skórze chronionej oraz niechronionej preparatem. Wartość SPF (6, 10, 15, 20, 25, 30, 50, 50+) oznacza się w zależności od uzyskanych wyników [6-9].

Wskaźnik ochrony przeciwsłonecznej w zakresie UVA

Do niedawna głównym celem stosowania preparatów fotoprotekcyjnych było uniknięcie oparzeń słonecznych, co uzyskiwano poprzez stosowanie filtrów UVB. Dopiero w ostatnich latach wskazuje się na konieczność ochrony przed szkodliwym działaniem promieniowania UVA, które przenika głębiej do skóry, przyczyniając się do powstawania zmarszczek i starzenia się oraz powoduje uszkodzenia skóry właściwej. Zatem istotne jest, aby preparaty fotoprotekcyjne wykazywały również dostateczny stopień ochrony przed UVA. Ponieważ rumień związany z UVA uwiadcza się znacznie później, wskaźnika ochrony SPF nie można stosować dla tego zakresu. Obecnie nie ma jednoznacznie uregulowanej metody pomiaru ochrony przed UVA. W celu oznaczenia stopnia ochrony przed UVA stosowane są następujące metody [6-8]:

- Trwałej pigmentacji – *Persistent Pigment Darkening* (PPD)
- Bezpośredniej pigmentacji – *Immediate Pigment Darkening* (IPD)
- Wskaźnika ochrony przed UVA – *Protection Factor in the UVA* (PFA lub APF)
- Krytycznej długości fali.

Metody bezpośredniej i trwałej pigmentacji związane są z oksydacyjnymi przemianami melaniny, powstającymi pod wpływem promieniowania UVA. Zasadnicza różnica polega na innym czasie odczytu pigmentacji po naświetlaniu. W metodzie trwałej pigmentacji (PPD) pomiaru dokonuje się po 2-24 godzinach od zakończenia ekspozycji. Wartość PPD jest stosunkiem dawki promieniowania UVA wywołującej widoczną reakcję na skórze chronionej preparatem z filtrem UVA, do dawki promieniowania wywołującej reakcję na skórze niechronionej. Metoda bezpośredniej pigmentacji (IPD) opiera się na badaniu krótkotrwałego brązowienia skóry, które szybko pojawia się, a następnie zanika w ciągu kilku minut. Występuje u osób z ciemnymi fototypami skóry. Metoda pomiaru wskaźnika ochrony przed UVA (PFA lub APF) polega na ocenie, także w warunkach *in vivo*, w ciągu 24 godz. rumienia albo opalenizny. W warunkach *in vitro* krytyczna długość fali to taka, poniżej której pole powierzchni pod wykresem zależności absorpcji od długości fali stanowi 90% z zakresu 290-400 nm [6, 8].

Zgodnie z zaleceniami Komisji Europejskiej (Zalecenia Komisji w sprawie skuteczności produktów ochrony przeciwsłonecznej i odnoszących się do niej oświadczeń) [10] opracowano i wydano w ostatnim czasie odpowiednie normy dotyczące wskaźnika ochrony przed UVA [11, 12]. Norma z 2012 r. „Wyznaczanie stopnia ochrony przeciwsłonecznej UVA w kosmetykach z filmem ochronnym – metoda

in vitro”, (która wymaga wyznaczenia SPF metodą *in vivo*) [12] jest obecnie stosowana w Polsce najczęściej. Aktualnie zaleca się, aby proporcja wielkości ochrony UVA/UVB wynosiła co najmniej 1/3 [8, 10].

Aplikacja kosmetyków promienioochronnych

Ludzka skóra posiada różną wrażliwość na promieniowanie ultrafioletowe. Decydującym kryterium przy wyborze produktu ochrony przeciwsłonecznej jest fototyp skóry. Należy także uwzględnić intensywność promieniowania słonecznego oraz przewidywany czas ekspozycji [6, 7].

W celu zapewnienia odpowiedniej ochrony przed promieniowaniem UV konieczne jest stosowanie właściwej ilości preparatu. Wykazano, że zwykle konsumenci stosują znacznie mniejszą ilość kosmetyku, zazwyczaj pomiędzy 0,5 a 1,5 mg/cm², uzyskując w ten sposób współczynnik ochrony średnio 20-50% mniejszy od wartości oczekiwanej, podanej na opakowaniu kosmetyku [6, 7, 13, 14]. Ponadto kontakt z wilgocią, aktywność ruchowa, usuwanie mechaniczne przez tarcie odzieżą zmniejsza skuteczność ochrony. Dlatego zaleca się, aby aplikacje kosmetyków z filtrami UV powtarzać co 2-3 godziny [6, 7].

Producenci kosmetyków informują, że preparaty fotoprotekcyjne należy aplikować ok. 20 minut przed nałożeniem ubrania. Badania potwierdziły, że czas, przez który skóra pozostaje odkryta, wpływa na rzeczywistą wartość SPF. Jednak wykazano także, iż zalecany czas może zostać skrócony nawet do 8 minut, bez znaczącego wpływu na wartość SPF [15].

Porównanie wybranych receptur kosmetycznych

Efektywność preparatów promienioochronnych determinowana jest głównie przez obecność filtrów UV, zarówno chemicznych jak i fizycznych. Istotny wpływ na skuteczność produktów przeciwsłonecznych mają także pozostałe składniki receptury kosmetycznej, takie jak emolienty, emulgatory czy polimery. Na efektywność preparatu wpływa również stopień rozdrobnienia fazy wewnętrznej.

Zgodnie z zasadami podawania składników na opakowaniu kosmetyku (nazwy wg INCI – *International Nomenclature of Cosmetic Ingredients*), kolejność poszczególnych haseł odzwierciedla zawartość substancji w porządku malejącym [16]. Analizując receptury kosmetyków ochrony przeciwsłonecznej można wnioskować, że filtrem stosowanym zwykle w najwyższym stężeniu jest Octocrylene, ponieważ w przeważającej ilości kosmetyków fotoprotekcyjnych związek ten wymieniany jest na początku listy składników (maksymalne stężenie nie przekracza 10%) [17]. Można także zauważyć, że najczęściej stosowanym filtrem chemicznym jest Butyl Methoxy-

dibenzoylmethane, który zapewnia najskuteczniejszą ochronę przed promieniowaniem UVA i zwykle występuje łącznie z oktocylenem (INCI: Octocrylene) – filtrem UVB – w celu zwiększenia zakresu ochrony oraz fotostabilności. Kolejnym filtrem UVB zwykle występującym w kosmetykach jest Ethylhexyl Methoxycinnamate. Duży odsetek stanowią również nowoczesne filtry szerokok zakresowe: Metylene Bis-Benzotriazolyl Tetramethylbutylphenol (Tinosorb M) oraz Bis-Ethylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine (Tinosorb S), które charakteryzują się wysoką fotostabilnością [18].

Wątpliwości może budzić dość częsta obecność 4-Methylbenzylidene Camphor, ponieważ związek ten posiada najsilniejsze działanie estrogenowe spośród wszystkich dostępnych filtrów UV [19, 20]. Pewne kontrowersje dotyczą także stosowania Benzophenone-3, który może powodować alergie i fotouczulenia. Dlatego na opakowaniu kosmetyku wymagane jest umieszczenie informacji: „zawiera Benzophenone-3”. Nie dotyczy to preparatów, w których filtr ten występuje w stężeniu poniżej 0,5%. Obecnie maksymalne stężenie benzofenonu-3 w kosmetykach może wynosić 10% [17].

Oprócz filtrów chemicznych, duża część produktów zawiera również filtr mineralny Titanium Dioxide, który obecny jest w ok. 60% kosmetyków. Stosunkowo rzadko można znaleźć takie kosmetyki, które zawierają jego duże ilości; główne pozycje wśród składników (podawanych na opakowaniach) zajmują zwykle filtry chemiczne, czyli występują one w większych ilościach. Dostępne są jednak preparaty, które zawierają wyłącznie filtry fizyczne. Przeznaczone są one głównie do ochrony skóry wrażliwej, podatnej na reakcje alergiczne, czy nadwrażliwej na promienie słoneczne. Polecane są one również do ochrony delikatnej skóry dzieci oraz po zabiegach dermatologii estetycznej.

Konsumenci niechętnie wybierają kosmetyki o dużej zawartości filtrów mineralnych. Jest to związane z pozostawianiem białych plam na skórze, trudnych do rozsmarowania. Obecnie wykorzystywane są formy zmikronizowane, które niwelują to niepożądane zjawisko.

Kosmetyki ochrony przeciwsłonecznej przeznaczone dla dzieci

Skóra małych dzieci nie zapewnia odpowiedniej ochrony przed promieniowaniem ultrafioletowym. Nadmierne narażenie na działanie słońca może doprowadzić do wielu niekorzystnych następstw; m.in. do oparzenia słonecznego oraz uszkodzenia układu immunologicznego dziecka, co zwiększa prawdopodobieństwo wystąpienia w przyszłości transformacji nowotworowej [21, 22].

Zalecana wartość SPF produktu ochrony przeciwsłonecznej dla dzieci wynosi co najmniej 30. U niemowląt, dzieci z jasną karnacją lub skórą atopową powinny być stosowane preparaty o SPF 50 lub 50+. Istotne jest, aby dany produkt zapewniał ochronę zarówno przed promieniowaniem UVB jak i UVA. Ciekawym rozwiązaniem stosowanym w preparatach dla dzieci jest obecność niebieskiego barwnika, który jest markerem aplikacji produktu (pozwala zauważyć, czy krem został dokładnie rozprowadzony na skórze i czy żadne obszary nie zostały pominięte).

Zaleca się, aby ochronę przeciwsłoneczną skóry zapoczątkować już w okresie niemowlęcym i kontynuować przez całe życie. Dla niemowląt polecane są preparaty zawierające filtry fizyczne. U dzieci, które ukończyły 2 lata, dopuszczalne jest stosowanie kosmetyków zawierających także filtry chemiczne. Filtry mineralne szczególnie polecane są dla skóry bardzo wrażliwej i skłonnej do alergii.

W preparatach przeznaczonych dla dzieci, jako podstawowy filtr, stosowany jest zatem Titanium Dioxide. Występuje on aż w ok. 90% kosmetyków dla dzieci. Filtr ten efektywnie odbija i rozprasza promieniowanie UVB oraz w mniejszym stopniu UVA. W celu zapewnienia większej ochrony przeciwsłonecznej do formułacji wprowadzane są również filtry chemiczne, na których bezpieczeństwo należy zwrócić szczególną uwagę. W niektórych produktach dla dzieci występuje Ethylhexyl Methoxycinnamate o potencjalnym działaniu proestrogennym, a nawet pochodna kamfory (INCI: 4-Methylbenzylidene Camphor), której działanie proestrogenne zostało określone jako najwyższe spośród wszystkich dostępnych filtrów UV [20, 23].

Preparaty promieniochronne dla najmłodszych powinny zawierać tylko stabilne filtry, które nie podrażniają skóry oraz nie wywołują reakcji alergicznych. Do filtrów takich należą:

- Tinosorb M (INCI: Methylene Bis-Benzotriazolyl Tetramethylbutylphenol)
- Tinosorb S (INCI: Bis-Ethylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine)
- Uvinul T 150 (INCI: Ethylhexyl Triazone)
- Mexoryl XL (INCI: Drometrizole Trisiloxane)
- Mexoryl SX (INCI: Terephthalylidene Dicamphor Sulfonic Acid) [23].

Kosmetyki przeznaczone dla małych dzieci powinny zawierać substancje najwyższej jakości, łagodnie działające, pozbawione toksyczności układowej, działania drażniącego i alergizującego. Dlatego ważne jest prowadzenie wnikliwej oceny bezpieczeństwa stosowania kosmetyków przeznaczonych dla najmłodszych dzieci [22].

Składniki recepturowe zwiększające efektywność filtrów UV

Na skuteczność kosmetyków ochrony przeciwsłonecznej, oprócz zawartych w nich filtrów, wpływa całość receptury preparatu. Istotny jest odpowiedni dobór emulgatorów oraz emolientów, które oprócz typowych dla nich właściwości pielęgnacyjnych wykazują również zdolność rozpuszczania bądź dyspergowania filtrów UV [24-26].

Cennymi składnikami produktów promieniochronnych są silikony (np. Dimethicone), które mogą zwiększać wartość SPF produktu, ponieważ zapobiegają aglomeracji cząstek filtrów oraz warunkują równomierne rozprowadzenie preparatu na powierzchni skóry. Kosmetyki zawierające silikony posiadają bardzo dobre właściwości reologiczne. Nie powodują uczucia nadmiernej tłustości i lepkości. Dają wrażenie jedwabistości, gładkości i miękkości. Tworzą na powierzchni skóry niewidoczny i wodoodporny film, który chroni przed nadmiernym odparowywaniem wody i czynnikami zewnętrznymi, a jednocześnie stanowi warstwę umożliwiającą skórze „oddychanie”. Ponadto silikony wykazują dużą stabilność chemiczną, termiczną oraz są odporne na działanie czynników biologicznych.

Problem przenikania substancji jest szczególnie istotny w przypadku produktów ochrony przeciwsłonecznej z uwagi na ich aplikację na dużej powierzchni skóry. Zmniejszenie przezskórnej penetracji filtrów jest dużym wyzwaniem dla producentów. Zastosowanie odpowiednio dobranych emulgatorów czy wykorzystanie nowoczesnych rozwiązań technologicznych w znaczny sposób może wpłynąć na zmniejszenie zdolności penetracyjnych substancji [27-29].

Nanotechnologia w produkcji kosmetyków ochrony przeciwsłonecznej

Nanoemulsje

Obecnie na rynku kosmetycznym dostępnych jest wiele kremów i balsamów do ciała w postaci nanoemulsji. Są to przezroczyste układy wodno-olejowe z odpowiednio dobranymi związkami powierzchniowo czynnymi (emulgatorami). Od tradycyjnych emulsji odróżnia je stopień rozdrobnienia fazy wewnętrznej. Średnica cząstek w nanoemulsji nie przekracza 100 nm. Powoduje to efekt przezroczystości, ponieważ przechodzące przez układ światło nie ulega zjawisku dyfrakcji. Układy nanoemulsyjne charakteryzują się bardzo dobrymi właściwościami reologicznymi i wysoką stabilnością. Praktycznie nie zachodzą w nich zjawiska związane z destabilizacją układu, takie jak sedymentacja czy śmietanowanie [30].

Nano-Titanium Dioxide

W preparatach ochrony przeciwsłonecznej, w postaci nanocząstek stosowany jest ditlenek tytanu oraz tlenek cynku. Rozwiązanie to nie tylko niweluje „bielenie się” skóry, ale zwiększa także efektywność kosmetyku, ponieważ mniejsze cząstki trudniej ulegają ścieraniu z powierzchni skóry.

Należy dodać, że w ostatnich latach toczą się dyskusje dotyczące bezpieczeństwa i skuteczności produktów zawierających zmikronizowane filtry mineralne. Wykazano, że nanocząstki nie przenikają do żywych warstw naskórka, ale mogą się kumulować w mieszkach włosowych. Dane dotyczące toksyczności sugerują, że nanocząstki filtrów mineralnych charakteryzują się niską toksycznością układową i są dobrze tolerowane przez skórę [31-35]. Aktualnie producenci kosmetyków powinni na opakowaniu produktów podawać informację dotyczącą obecności Nano-Titanium Dioxide.

Nanoenkapsulacja filtrów przeciwsłonecznych

Nanocząstkami wykorzystywanymi w kosmetykach są także nanokapsułki, zwane również nanonośnikami. Istotą ich działania jest możliwość zamknięcia w otoczkach określonych substancji aktywnych. Przykładem jest powszechnie stosowany filtr UVB – Octyl Methoxycinnamate, który może wykazywać działanie alergizujące. Po ekspozycji na promieniowanie UV ulega nieodwracalnej izomeryzacji z formy wyjściowej *trans* do formy *cis*, która charakteryzuje się mniejszym współczynnikiem ekstynkcji, a także może być przyczyną wystąpienia reakcji alergicznych. Zamykanie Octyl Methoxycinnamate w odpowiednich nanokapsułkach zapobiega niepożądanym zjawiskom [30, 36, 37].

Innowacyjne rozwiązania w ochronie przeciwsłonecznej

Stosowane w kosmetykach filtry UV skutecznie chronią skórę przed reakcją barwnikową i rumienioną, jednak w niewystarczającym stopniu są w stanie zapewnić ochronę przed uszkodzeniami DNA komórek i immunosupresją. Dlatego trwają poszukiwania substancji, które ochronią jądro komórkowe oraz będą wspomagały naturalny proces naprawy powstałych już uszkodzeń [38].

Zastosowanie ektoiny

Do najnowszych rozwiązań w profilaktyce zmian wywołanych promieniowaniem UV należy zastosowanie białej błonki – ektoiny. W naturalnych warunkach związek ten jest syntetyzowany przez bakterie żyjące w środowisku pustynnym, które zdolne są do życia zarówno w silnie alkalicznych, jak i silnie zakwaszonych gorących wodach. Do bakterii tych należą: *Bacillus*

pasteurii, *Bacillus halophilus*, *Ectothiorhodospira halochloris*, *Halomonas elangata*. Ektoina chroni komórki przed szkodliwymi czynnikami zewnętrznymi: promieniowaniem UV, przegrzaniem lub odwodnieniem. Posiada zdolność aktywacji genów i białek szoku cieplnego [38-40].

Zastosowanie enzymów zdolnych do naprawy materiału genetycznego

Innowacyjnym rozwiązaniem jest wprowadzenie do preparatów kosmetycznych enzymów naprawczych: fotolizazy i endonukleazy. Enzymy te rozpoznają i usuwają uszkodzone fragmenty materiału genetycznego, zapobiegając w ten sposób nieodwracalnym zmianom DNA komórek skóry.

Do celów kosmetycznych fotolizazę pozyskuje się z sinicy *Anacystis nidulans*. Występuje ona w postaci ekstraktu (INCI: Plankton Extract). Fotolizaza rozpoznaje w DNA, wygenerowane pod wpływem UVB, dimery zasad pirymidynowych i wycina je. Regeneruje komórki oraz zmniejsza ryzyko wystąpienia reakcji zapalnej. Dzięki temu następuje redukcja zaczerwienienia oraz pieczenia skóry. Ponadto fotolizaza hamuje apoptozę, wywoływaną przez promieniowanie UV [41-43].

Endonukleazę (INCI: Micrococcus Lysate) zamyka się w wielowarstwowej otoczce, umożliwiającej dotarcie enzymu do komórek skóry. Endonukleaza otrzymywana jest z bakterii *Micrococcus luteus*, będącej jednym z najlepiej poznanych organizmów radzących sobie z uszkodzeniami wywołanymi promieniowaniem UV. Mechanizm naprawczy indukowany przez endonukleazę rozpoczyna się natychmiast po powstaniu uszkodzenia w DNA. Rozpoznaje ona uszkodzone nukleotydy lub pojedyncze zasady nukleinowe, następnie wycina je, a na ich miejsce syntetyzowana jest prawidłowa nić kwasu nukleinowego. Enzym ten obniża poziom cytokin prozapalnych, łagodzi podrażnienia skóry oraz stymuluje jej regenerację. Zapobiega redukcji liczby komórek dendrytycznych w naskórku. Ponadto hamuje indukowany pod wpływem UV wzrost syntezy metaloproteinaz, chroniąc w ten sposób skórę przed utratą sprężystości [44].

Enzymy regenerujące DNA są cennym składnikiem preparatów stosowanych do ochrony przeciwsłonecznej. Substancje te występują również w wielu preparatach przeznaczonych do codziennej pielęgnacji skóry. Można je odnaleźć w kremach nawilżających, liftingujących i balsamach do ciała.

Podsumowanie

Aktualnie dostępna jest bardzo zróżnicowana oferta kosmetyków ochrony przeciwsłonecznej; są to preparaty nie tylko do opalania, ale kremy na dzień – do codziennej pielęgnacji. Aby dokonać optymalnego

wyboru, warto zainteresować się informacjami, które widnieją na opakowaniu, przede wszystkim wartością SPF oraz listą składników podaną wg nomenklatury międzynarodowej (INCI). Kosmetyk ochrony przeciwsłonecznej charakteryzowany jest głównie przez wartość SPF, która maksymalnie wynosi 50+ i określa wielkość ochrony przed promieniowaniem UVB. Ważna jest także ochrona przed UVA; aktualnie proporcja ochrony UVA/UVB wynosi co najmniej 1/3.

Stosowanie preparatów promieniochronnych jest podstawowym elementem profilaktyki nowotworów skóry oraz procesu fotostarzenia. Jednakże nawet najlepszy kosmetyk nie jest w stanie zagwarantować całkowitej ochrony przeciwsłonecznej. Należy zatem

unikać nadmiaru słońca i stosować odpowiednią odzież, nakrycie głowy oraz okulary przeciwsłoneczne. Warto nadmienić, że funkcjonuje również wskaźnik ochrony przed UV dotyczący ubrań (UPF – UV *protection factor*). Istotne znaczenie ma także odpowiednia, działająca prewencyjnie, dieta, która powinna być niskotłuszczowa, bogata w witaminę A, wielonienasycone kwasy tłuszczowe z grupy omega-3 [45] oraz polifenole (w szczególności z zielonej herbaty) [6, 46].

Należy podkreślić, że promieniowanie słoneczne jest także niezbędne i dla naszego życia, i dla zdrowia.

Piśmiennictwo / References

1. Moyal D. Need for a well-balanced sunscreen to protect human skin from both Ultraviolet A and Ultraviolet B damage. *Indian J Dermatol Venereol Leprol* 2012, 78: 24-30.
2. Hughes MC, Williams GM, Baker P, et al. Sunscreen and Prevention of the Skin Aging. *Ann Intern Med* 2013, 158(11): 781-790.
3. Latha MS, Martis J, et al. Sunscreening Agents. A review. *J Clin Aesthetic Dermatol* 2013, 6(1): 16-26.
4. Moyal D. The development of efficient sunscreens. *Indian J Dermatol Venereol Leprol* 2012, 78: 31-34.
5. Kaimal S, Abraham A. Sunscreens. *Indian J Dermatol Venereol Leprol* 2011, 77: 238-243.
6. Bauman L. *Dermatologia estetyczna*. PZWL, Warszawa 2013.
7. Draelos ZD. *Kosmeceutyki*. Elsevier Urban & Partner, Wrocław 2011.
8. Gwardys A, Chwała C. Współczesne metody badania kosmetyków do opalania. *Świat Przem Kosmet* 2013, 1(14): 18-21.
9. Osterwalder U, Herzog B. Sun protection factors: world wide confusion. *Br J Dermatol* 2009, 161: 23-24.
10. Zalecenia Komisji Europejskiej z dn. 22 września 2006. Nr dokumentu 4089.
11. Norma ISO 24442: 2011.
12. Norma PN-EN ISO 24443: 2012.
13. Diffey B. Sunscreen isn't enough. *J Photochem Photobiol* 2001, 64: 105-108.
14. Reich A, Harupa M, et al. Application of sunscreen preparations: a need to change the regulations. *Photodermatol Photoimmunol Photomed* 2009, 25(5): 242-244.
15. Beyer DM, Faurschou A, et al. Clothing reduces the sun protection factor of sunscreens. *Br J Dermatol* 2010, 162: 415-419.
16. Dz.U. nr 42, poz. 473 z dn. 30 marca 2001.
17. Dz.U. nr 72, poz. 642 z dn. 30 marca 2005 – Ustawa o kosmetykach.
18. Wang SQ, Balagula Y, Osterwalder U. Photoprotection: a Review of the Current and Future Technologies. *Dermatol Ther* 2010, 23: 31-47.
19. DeBuys HV, Levy SB, Murrery JC. Modern approaches to photoprotection. *Dermatol Clin* 2000, 4: 577-589.
20. Krause M, Klit A, et al. Sunscreen: are they beneficial for health? An overview of endocrine disrupting properties of UV-filters. *Int J Androl* 2012, 35(3): 424-436.
21. Svoboda A, Walterova D, Vostalova J. Ultraviolet light induced alteration to the skin. *Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Republic* 2006, 150: 25-38.
22. Kamińska E. Bezpieczeństwo stosowania kosmetyków dla niemowląt i dzieci. *Med Wieku Rozw* 2011, 2: 178-184.
23. Shaw T, Simpson B, et al. True Photoallergy to Sunscreens is Rare Despite Popular Belief. *Dermatol* 2001, 4: 185-198.
24. Stanisław B. Ochrona skóry przed negatywnymi skutkami promieniowania UV. *Farmacja Pol* 2009, 65(5): 363-368.
25. Teshigawara T, Miyahara R, et al. Development of new cosmetic base using sterol surfactant. *J Oleo Sci* 2009, 58(1): 27-36.
26. Hewitt J, Woodruff J. Factors Influencing Efficacy of Oil-dispersed Physical Sunscreens. *IFSCC Magazine* 2000, 3(1): 18-23.
27. Durandi L, Habran N, et al. In vitro evaluation of the cutaneous penetration of sprayable sunscreen emulsions with high concentrations of UV filters. *Int J Cosm Sci* 2009, 31: 279-292.
28. Montenegro L, Carbone C, et al. In vitro skin permeation of sunscreen agents from O/W emulsions. *Int J Cosm Sci* 2008, 30: 57-65.
29. Varvaresou A. Percutaneous absorption of organic sunscreens. *J Cosm Dermatol* 2006, 5: 53-57.
30. Nohynek GJ, Lademann J, et al. Grey Goo on the Skin? Nanotechnology, Cosmetic and Sunscreen Safety. *Crit Rev Toxicol* 2007, 37: 251-277.
31. Stern S, McNeil S. Nanotechnology safety concerns revisited (Review). *Toxicol Sci* 2008, 101: 4-21.
32. Filipe P, Silva JN, Silva R. Stratum corneum is an effective barrier to TiO₂ and ZnO nanoparticle percutaneous absorption. *Skin Pharmacol Physiol* 2009, 22: 266-275.
33. Newman MD, Stotland M, Ellis JL. The safety of nanosized particles in titanium dioxide- and zinc oxide based sunscreens. *J Am Acad Dermatol* 2009, 61(4): 685-692.

34. Nohynek GJ, Dufour EK. Nano-sized cosmetics formulations or solid nanoparticles in sunscreens: A risk to human health? *Arch Toxicol* 2012, 86(7): 1063-1075.
35. Basavaraj KH. Nanotechnology in medicine and relevance to dermatology: Present concepts. *Indian J Dermatol* 2012, 57(3): 169-174.
36. Vettor M, Perugini P, et al. Poly(D,L-lactide) nanoencapsulation to reduce photoinactivation of a sunscreen agent. *Int J Cosm Sci* 2008, 30(3): 219-227.
37. Hanno I, Anselmi C, Bouchemal K. Polyamide nanocapsules and nano-emulsions containing Parsol MCX and Parsol 1789; in vitro release, ex vivo skin penetration and photo-stability studies. *Pharm Res* 2012, 29: 559-573.
38. Kapińska-Mrowiecka M, Chabior A. Niektóre innowacyjne rozwiązania w ochronie przeciwsłonecznej a mechanizm szkodliwego działania promieniowania UV na skórę. *Dermatol Estet* 2007, 9(4): 218-222.
39. Buenger J, Driller H. Ectoin: An Effective Natural Substance to Prevent UVA-Induced Premature Photoaging. *Skin Pharmacol Physiol* 2004, 17: 232-237.
40. Graf R, Anzali S, et al. The multifunctional role of ectoine as a natural cell protectant. *Clin Dermatol* 2008, 26(4): 326-333.
41. Dębowska R, Bazela K, Eris I. Fotoliaza i endonukleaza w ochronie skóry przed fotostarzeniem. *Dermatol Estet* 2008, 10(2): 90-95.
42. Kulms D, Poppelmann B, et al. Nuclear and cell membrane effects contribute independently to the induction of apoptosis in human cells exposed to UVB radiation. *Proc Natl Acad Sci* 1999, 96: 7974-7979.
43. Kulms D, Zeise E, et al. DNA damage, death receptor activation and reactive oxygen species contribute to ultraviolet radiation-induced apoptosis in an essential and independent way. *Oncogene* 2002, 21: 5844-5851.
44. Yarosh DB, Kibitel J, et al. DNA repair liposomes in antimutagenesis. *J Environ Pathol Toxicol Oncol* 1997, 16: 287.
45. Pilkington SM, Watson RE, et al. Omega-3 polyunsaturated fatty acids: photoprotective macronutrients. *Exp Dermatol* 2011, 20: 537-543.
46. Elmetts CA, Singh D, et al. Cutaneous photoprotection from ultraviolet injury by green tea polyphenols. *J Am Acad Dermatol* 2001, 44: 425.