

Ciekłokrystaliczność głównego składnika emulsji kosmetycznej. Działanie regenerujące i nawilżające barierę hydrolipidową naskórka

The liquid crystalinity of the main component of a cosmetic emulsion. Regenerating and moisturizing effect of the epidermal hydrolipid barrie

» 188

Ewa Kilian-Pięta

Centrum Dermatologii

Symbiosis

ul. Piękna 4

60-591 Poznań

E: ewa.kilian@symbiosis.pl

M: +48 502 189 324

STRESZCZENIE

Przez ciekły kryształ rozumiemy ściśle określoną fazę, która różni się od fazy ciekłej izotropowej oraz fazy krystalicznej ze względu na stopień nieuporządkowania tworzących je molekuł.

W przemyśle kosmetycznym zwrócono uwagę na fazę ciekłokrystaliczną, jako na element stabilizujący emulsję, zwiększający odporność na koalescencję. Ciekłe kryształy powstałe w emulsji z użyciem emulgatora oleinianu cetylostearylu i oliwianu sorbitolu, wykazują strukturę molekularną zbliżoną do układów lipidów w warstwie rogowej naskórka. Emulsja z emulgatorem tworzącym fazę ciekłokrystaliczną redukuje transepidermalną utratę wody nie solubilizując protein i lipidów naturalnie zawartych w skórze.

Za aktywne, długotrwałe nawilżenie powierzchni naskórka odpowiada między min. mocznik, który modyfikuje keratynę do wiązania wody oraz aktywne emolienty odpowiedzialne za transestryfikację brakujących lipidów. Utrzymanie fizjologicznego poziomu nawilżenia naskórka i regeneracji bariery hydrolipidowej wydaje się być możliwe poprzez dostarczanie kompleksu za pomocą emulsji zawierającej główny składnik w fazie ciekłokrystalicznej.

Celem pracy było przedstawienie przewagi roli fazy ciekłokrystalicznej emulsji w pielęgnacji nawilżającej skóry, która w stosunku do klasycznych emulsji wykazuje większą biokompatybilność z barierą hydrolipidową naskórka.

Słowa kluczowe: ciekły kryształ, emulsja kosmetyczna, emulsja nawilżająca, emulgator, mocznik, ekstrakt z masła shea, hydrasalinol, olej z awokado, bariera lipidowa, emolienty, warstwa rogowa naskórka

ABSTRACT

By liquid crystal we mean a precise specific phase that differs from the liquid isotropic phase and the crystalline phase due to the degree of disorder of the molecules that make up them.

In the cosmetics industry, attention has been paid to the liquid crystalline phase as an emulsion stabilizing element that increases resistance to coalescence. The liquid crystals formed in the emulsion with the emulsifier Cetearyl Olivat and Sorbitan Olivat have a molecular structure similar to the lipid systems in the stratum corneum. Emulsion with an emulsifier that forms a liquid crystal phase reduces transepidermal water loss without solubilizing proteins and lipids naturally contained in the skin.

For active long-lasting moisturizing of the epidermis surface corresponds among others urea, which modifies keratin to bind water and active emollients responsible for the transesterification of missing lipids. Maintaining the physiological level of hydration of the epidermis and regeneration of the hydrolipid barrier, it appears to be possible by providing the complex with an emulsion containing the main component in the liquid crystalline phase.

The aim of the paper is to present the advantage of the role of the liquid crystalline phase of the emulsion in skin moisturizing care, which in relation to classic emulsions shows greater biocompatibility with the epidermal lipid barrier.

Keywords: Liquid crystal, cosmetic emulsion, moisturizing emulsion, emulsifier, urea, shea butter extract, hydrasalinol, avocado oil, lipid barrier, emollients, stratum corneum

otrzymano / received

17.01.2019

poprawiono / corrected

02.02.2019

zaakceptowano / accepted

18.02.2019

WSTĘP

Wykorzystanie ciekłokrystaliczności głównego składnika emulsji w produktach kosmetycznych wydaje się być znacznie korzystniejszym rozwiązaniem niż popularne kosmetyki O/W (olej w wodzie), przeznaczone do cery wrażliwej czy atopowej. Pomimo, iż w klasycznych emulsjach można znaleźć cenne składniki aktywne, takie jak: oleje roślinne, składniki naturalnego czynnika nawilżającego NMF (*Natural Moisturizing Factor*) czy antyoksydanty, wydaje się, że o skuteczności decyduje biokompatybilność bazy kosmetyku z naskórkiem. Natychmiastowa odbudowa bariery hydrolipidowej w długotrwałym procesie złuszczenia, za pomocą wymienionych emulsji, prawdopodobnie związana jest nie tylko z odczuwalnym komfortem, jakim jest brak suchości i pieczenia, ale z synergistycznym działaniem składników aktywnych i i ciekłokrystaliczności głównego składnika emulsji.

CIEKŁE KRYSZTAŁY

Ciekłe kryształy to nie tylko ciecze uporządkowane (czyli nematyki), ale również np. smektyki (np. heksatyczne) o konsystencji skryształizowanego miodu. Wg najnowszej nomenklatury IUPAC ciekłe kryształy to uporządkowane ciecze, odkryte w 1888 r. przez austriackiego botanika F. Reinitzera [1]. Zaobserwował on nietypowe zachowanie benzoesu cholesterolu podczas procesu topienia, w którym wyróżnił dwustopniowy charakter przemiany pod wpływem temperatury. Pierwsza to ciecz mętna ciekłokrystaliczna (anizotropowa), potem klarowna (izotropowa). Anizotropowość cieczy mętnej stwierdził Lehmann. Stan ciekłokrystaliczny jest formą materii miękkiej (*soft matter*), gdyż zaliczamy do nich nie tylko substancje mezogenne, ale również surfaktanty, polimery oraz koloidy. W „Handbook of liquid crystals” opisano iż, mezofaza to faza pośrednia, pomiędzy fazą krystaliczną a cieczą izotropową, utworzona przez częściowo stopione molekuły [2].

Rozróżniamy cztery rodzaje mezofaz: termotropowe, liotropowe, barotropowe oraz fototropowe w zależności od tego jaki parametr wywołuje tę mezogenność.

CIEKŁE KRYSZTAŁY TERMOTROPOWE

To fazy, które powstają podczas zmian temperatury. Pojawiają się w wyniku przejścia z ciała stałego w punkcie topnienia do ciekłokrystalicznej (zachowane są jeszcze krystaliczne elementy ciała stałego, ale cała struktura ma formę cieczy). Występować może bardzo wiele temperatur przejść fazowych pomiędzy wieloma mezofazami. Jedną z nich w wyniku podgrzewania jest faza przejścia z ciekłokrystalicznej do płynnej i klarownej cieczy izotropowej. Znajdują one zastosowania m.in. jako tworzywa aktywne w urządzeniach służących do zobrazowania informacji (wyświetlacze optyczne, ekrany telewizyjne, elementy pamięci optycznej). Warto podkreślić, że ciekły kryształ to nie zawsze ciecz. Formę fazy ciekłej mają tylko nematyki oraz chiralne nematyki (cholesteryki) [3].

CIEKŁE KRYSZTAŁY LIOTROPOWE

Otrzymamy wtedy gdy surfaktanty (zazwyczaj amifilowe) rozpuścimy w odpowiednim rozpuszczalniku (polarnym lub niepolarnym). Klasycznym przykładem są mydła, które w wyniku oddziaływań hydrofobowych i hydrofilowych, zdyspergowane w wodzie tworzą fazę micelarną. Ciekłokrystaliczne fazy liotropowe są obecne również w naskórku. Fosfolipidy, glikolipidy czy monoacyloglicerole mają charakter amifilowy (powinowactwo do wody), które w środowisku wodnym obecnym w naskórku wykazują tendencje do samoagregacji cząstek, w wyniku czego wytwarzają się fazy micelarne lub fazy lamelarne. Fazy micelarne to zawiesiny miceli w rozpuszczalniku. Natomiast same micelle to skupiska cząsteczek zorientowanych łańcuchami hydrofobowymi (powinowactwo do tłuszczów) do środka, a grupami hydrofilowymi (powinowactwo do wody) na zewnątrz gdy rozpuszczalnik jest polarny lub odwrotnie (micela odwrócona) gdy rozpuszczalnik jest niepolarny. Fazy lamelarne (nazywane również dwuwarstwami) mają strukturę kanapek. Molekuły surfaktanta ułożone są równolegle do siebie i tworzą płaską warstwę z polarnymi głowami wystającymi w kierunku polarnego rozpuszczalnika [4].

CIEKŁE KRYSZTAŁY LIOTROPOWE W KOSMETYKACH

W przemyśle kosmetycznym zwrócono uwagę na fazę ciekłokrystaliczną, jako na element stabilizujący emulsję, zwiększający odporność na koalescencję [5]. Powstawanie struktur ciekłokrystalicznych w układach zawierających wodę i emulgatory jest istotne również z punktu widzenia oddziaływania z węglowodanami lub proteinami, które ułatwiają tworzenie pian oraz emulsji. Ciekłokrystaliczność głównego składnika emulsji może być stosowana jako nośnik składników aktywnych leków lub kosmetyków umieszczonych w fazie hydrofilowej lub hydrofobowej. Znanymi przenośnikami są liposomy, które tworzą się z fazy lamelarnej przy odpowiednio dużej zawartości wody [6].

Emulgator tworzący układy ciekłokrystaliczny emulsji na przykładzie kremu Ureavit E

Ciekłe kryształy powstałe w emulsji z użyciem oleinianu cetylostearylu i oliwianu sorbitolu emulgatora (INCI: *Cetearyl Olivat/Sorbitan Olivat*), oprócz cennych właściwości oliwy z oliwek (składnik oleinowy oliwy z oliwek), wykazują strukturę molekularną zbliżoną do układów lipidów w warstwie rogowej naskórka. Taka baza kosmetyczna może znacznie korzystniej i bardziej fizjologicznie integrować się z barierą lipidową skóry oraz wzmacniać jej integralność. Wykazuje również właściwości bardzo podobne do ludzkiego łoju, który zapewnia utrzymanie wilgoci skóry, dając sensoryczne uczucie nawilżenia, a nie natłuszczenia, jakie można odnotować w przypadku emolientów okluzyjnych.



Figure 1a Polarized-light image of a microemulsion made with 5% Olivem®1000 Crystal Skin™ in water

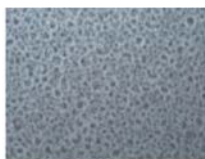


Figure 1b Non polarized-light image of a microemulsion made with 5% Olivem®1000 Crystal Skin™ in water

Rys. 1 Faza ciekłokrystaliczna emulsji w której zastosowano emulgator Olivem® 1000 Crystal Skin™
Źródło: Materiały firmowe The Hallstar Company

Oleinian cetylostearylu i oliwian sorbitolu jest pochodną oliwy z oliwek powstałą w wyniku zestryfikowania grup kwasów tłuszczowych sorbitolem i alkoholem cetylostearylowym, który tworzy fazę ciekłokrystaliczną i pozwala na tworzenie stabilnych emulsji. Stabilizuje emulsję i absorbując się na skórze redukuje transepidermalną utratę wody TEWL (*Transepidermal Water Loss*) nie solubilizując protein i lipidów naturalnie zawartych w skórze [7]. Składniki tego surowca tworzą fazę ciekłokrystaliczną emulsji o właściwościach podobnych do ludzkiego sebum, które stanowi mieszaninę tłuszczową stanowiącą naturalny lubrykant ochronny naskórka, dzięki czemu zapewniają zatrzymywanie wilgoci w skórze nie powodując uczucia tłustości. Jego cząsteczki ustawiają się na granicy dwóch faz w preferencyjnym kierunku tj. kierując fragment polarny do fazy wodnej a niepolarny do fazy lipidowej. Taka organizacja cząsteczek emulgatora w wodzie wykazuje typową strukturę fazy ciekłokrystalicznej liotropowej. Faza micelarna oraz faza lamelarna to stabilna termodynamicznie mezofaza przy określonej temperaturze i stężeniu. Dodając emulgator zmieniamy sytuację fazową, zmieniając dwuwarstwowe micelle w złożone fazy lamelalne. Emulsje w fazie ciekłokrystalicznej wykazują większą zdolność nawilżenia skóry, zarówno krótkoterminowo jak i w długim okresie. W strukturze tej ilość wewnątrzlamelarniej wody może sięgać 70%. Cała

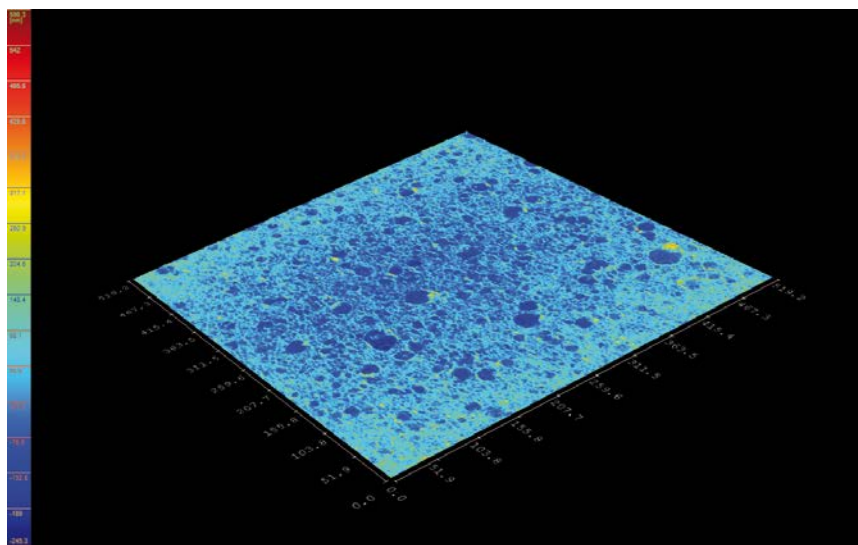
ilość wody jest biodostępna dla skóry tuż po zaaplikowaniu kremu i rozbięciu tych struktur [8].

Emulsje oparte na tym emulgatorze wykazują również efekt chłodzenia tuż po naniesieniu kremu na skórę. Mechanizm działania na skórę z użyciem oleinianu cetylostearylu i oliwianu sorbitolu w badaniach aplikacyjnych przeprowadzonych przez Sergio Amari, B&T wykazały odmienny od powszechnie stosowanych czynników nawilżających (gliceryna) powodujących efekt wiązania wody w skórze. Wykazano, że emulgator ten zapewnia emulsji dłuższe nawilżenie skóry [8].

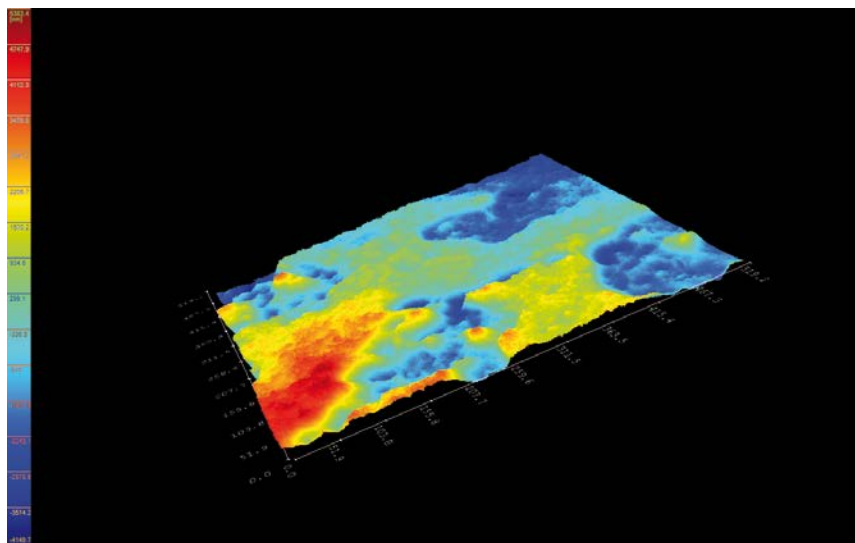
AKTYWNE NAWILŻENIE NASKÓRKA W EMULSJI CIEKŁOKRYSTALICZNEJ. SKŁADNIKI

Czynnik nawilżający o działaniu higroskopijnym wiążący wodę tj. gliceryna, jest w stanie przywrócić zawartość wody w krótkim czasie tuż po aplikacji. Takie działanie jest biernym oddziaływaniem i jest niewystarczające do prawdziwego nawilżenia zewnętrznych warstw skóry. Za aktywne nawilżenie i długotrwałe nawilżenie powierzchni naskórka odpowiada między m.in. mocznik, który modyfikuje keratynę do wiązania wody. Mocznik modyfikuje strukturę chemiczną białek w komórkach warstwy rogowej naskórka odsłaniając miejsca wiązania wody. Właściwość ta prowadzi do zmniejszenia przeznaskórkowej utraty wody TEWL, która jest zależna od zmniejszającego się gradientu zawartości wody w naskórku i skórze właściwej [9]. Faza ciekłokrystaliczna emulsji z oleinianem cetylostearylu i oliwianem sorbitolu na podstawie wyników badań przeprowadzonych przez Sergio Amari, B&T wykazuje efekt nawilżający w długim okresie, co można prawdopodobnie wytłumaczyć wysokim podobieństwem kwasów tłuszczowych zawartych w oliwie z oliwek i lipidów skóry (biokompatybilność). Składniki te mogą przywrócić skórze barierę lipidową, a powtarzana aplikacja może zapewnić działanie regenerujące i nawilżające dla skóry w długim okresie czasu. Dlatego wydaje się, iż definicja kosmetyku „nawilżający”

może mieć bardziej zaawansowane znaczenie [10]. Powszechnie wykorzystywane w klasycznych emulsjach okluzyjne właściwości emolientów (np. olej parafinowy, silikony) umożliwiają zatrzymywanie wody w naskórku, co jest korzystne w przypadku krótkotrwałych objawów wysuszenia skóry. Wiązanie wody natomiast na powierzchni naskórka zachodzi dzięki składnikom o właściwościach higroskopijnych, jakim jest gliceryna czy kwas hialuronowy. Działanie to jednak można by zakwalifikować jako bierną poprawę poziomu nawilżenia naskórka. Wykorzystanie aktywnego mechanizmu nawilżania naskórka może być zastosowanie składników stymulujących prace akwaporyn i wytwarzanie kompleksu naturalnego czynnika nawilżającego NMF. Należą do



Rys. 2 Krem Resveravit C, obraz 3D, baza emulsji ciekłokrystaliczna, Metoda Transmisyjna Cyfrowa Mikroskopia Holograficzna
Źródło: Źródło własne, badania na zlecenie Symbiosis Sp. z o.o. wykonała Politechnika Poznańska, Zakład Metrologii i Systemów Pomiarowych, Instytut Technologii Mechanicznej, Wydział Budowy Maszyn i Zarządzania



Rys. 3 Krem Hydratime, obraz 3D, baza emulsji O/W klasyczna, Metoda Transmisyjna Cyfrowa Mikroskopia Holograficzna
 Źródło: Źródło własne, badania na zlecenie Symbiosis Sp. z o.o. wykonała Politechnika Poznańska, Zakład Metrologii i Systemów Pomiarowych, Instytut Technologii Mechanicznej, Wydział Budowy Maszyn i Zarządzania

nich hydrostatalina (ekstrakt z: INCI *Salicornia Herbacea extract* – soliród zielny), mocznik (INCI: Urea) i kompleks aminokwasów taki jak glicyna oraz lizyna (INCI: Glycine, Lysine) które regulują aktywnie procesy odpowiedzialne za wytwarzanie NMF w skórze, tym samym „aktywnie nawilżając”, a nie zastępując funkcję bariery hydrolipidowej [11].

Warto podkreślić, iż długotrwałe działanie okluzyjne emolientów oraz bierne właściwości nawilżające związków o działaniu higroskopijnym obecnych w klasycznej emulsji O/W (olej w wodzie) W/O (woda w oleju) może destabilizować naturalną strukturę ciekłokrystaliczną w naskórku prowadząc do upośledzenia funkcji bariery hydrolipidowej. Nadmierne spowolnienie TEWL poprzez długotrwałą aplikację emolientów barierowych, nadmierna aktywność powierzchniowo czynna emulgatora (emulgowanie naturalnych składników lipidowych skóry) oraz bierne wiązanie wody może zaburzyć wytwarzanie naturalnego czynnika nawilżającego, a następnie aktywność ceramidów odpowiadających za wytwarzanie lipidów w naskórku [12].

Naturalny czynnik nawilżający w zdrowej warstwie rogowej naskórka stanowi ok. 30%. Zdrowie tej warstwy związane jest nie tyle z ilością zatrzymanej wody, ile ze stężeniem NMF w tej wodzie. Skóra potrzebuje co najmniej 10% kompleksu (keratyna – NMF – woda), w celu zabezpieczenia mechanicznych i chemicznych właściwości obronnych warstwy rogowej. Utrzymanie fizjologicznego poziomu tego czynnika w wodzie obecnej w warstwie rogowej naskórka wydaje się być możliwe tylko poprzez dostarczanie kompleksu w formie aplikacyjnej za pomocą fazy ciekłokrystalicznej emulsji, biokompatybilnej z barierą naskórkową jaką wykazuje zastosowany emulgator oleinian cetylostearylu i oliwian sorbitolu w kremie Resveravit E.

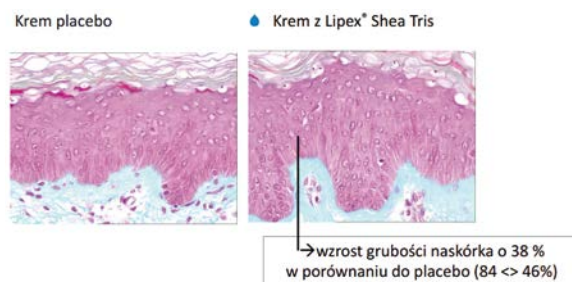
ODBUDOWA BARIERY LIPIDOWEJ

Aktywne emolienty w emulsji ciekłokrystalicznej kremu Resveravit C

- **Ekstrakt z masła shea** (INCI: *Butyrospermum parkii butter extract*)

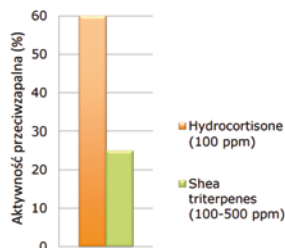
Pomimo zastosowania substancji aktywnych stymulujących wytwarzanie NMF oraz emulgatora tworzącego układ ciekłokrystaliczny emulsji, pielęgnacja skóry suchej wymaga aplikacji tłuszczowych składników barierowych uzupełniających cement naskórkowy i hamujących TEWL. W recepturze kremu Ureavit E i Resveravit C wykorzystano bioaktywny ekstrakt z masła shea o wysokiej zawartości estrów triterpenowych 50-65% zawierający m.in. lupeol, α i β amyrynę oraz estry: octan i cynamonian butyrospermolu. Triterpeny są wtórnymi metabolitami roślinnymi pochodzący-

mi ze skwalenu, obecnymi w skórkach owoców, liściach, korze i łodygach. Występują również w niskim stężeniu w olejach roślinnych. W kosmetyce i farmacji zostały zidentyfikowane jako silne bioaktywne składniki o działaniu przeciwzapalnym, przeciwnowotworowym, antyproteolitycznym i antybakteryjnym. Masło shea jest wyjątkowe wśród olejów roślinnych, ponieważ charakteryzuje się wysoką zawartością lipofilnych triterpenów [13]. Ich postać estrowa powoduje niższy punkt topnienia i tym samym większą biodostępność dla cementu naskórkowego, co wydaje się kluczowe do tworzenia fazy lamelarnej. Badania dowiodły w testach *ex vivo* (metodą na żywych eksplantach skórnych), iż składnik ten wykazuje aktywne działanie poprawiające naskórkową barierę ochronną oraz wzrost grubości i krycia warstwy rogowej naskórka (rys. 4).



Rys. 4 Efekt stymulacji naskórka przez Lipex Shea Tris™
 Źródło: Materiały firmowe AAK Sweden AB

Ekstrakt ten wykazuje również aktywność przeciwzapalną. Badania *in vitro* na ludzkich keratynocytach wykazały, że triterpeny z masła shea powodują znaczącą redukcję wydzielania IL-1 α w porównaniu do komórek kontrolnych. Interleukina IL-1 α stanowi zbiorczą nazwę, określającą cytokiny o kluczowym znaczeniu dla powstania procesu zapalnego [14].



Rys. 5 Fragment prezentacji wyników działania przeciwzapalnego Lipex Shea Tris™ (ekstraktu z masła shea)

Źródło: Materiały firmowe AAK Sweden AB

• Olej awokado

Olej awokado (emolient tłusty) to surowiec o zielonkawej barwie, mętny, o dość gęstej konsystencji. Jest najważniejszym składnikiem pozyskiwanym z owocu smaczliwki właściwej. Jest to owoc tropikalnego drzewa (*Persea americana* Mill – awokado właściwe), rosnącego w krajach Ameryki Południowej i Środkowej. Olej wydobywa się z wysuszonego miąższu przez tłoczenie na zimno lub macerację świeżej miazgi wodą i odwirowanie.

W 100 g owocu znajduje się ok. 23 g tłuszczu. Składnikami oleju z awokado są:

- kwas olejowy (48-81%),
- glicerydy kwasu linolowego (6-18%),
- glicerydy innych kwasów tłuszczowych takich jak, np.: palmitoleinowego, palmitynowego czy stearynowy.

Zawarty w emulsjach kosmetycznych olej z awokado dostarcza skórze zawartych w nim nienasyconych kwasów tłuszczowych, niezbędnych składowych błon komórkowych. Dzięki zachodzącym w keratynocytach procesom transestryfikacji dochodzi do wymiany kwasów tłuszczowych pomiędzy składnikami błon biologicznych, a substancjami dostarczonymi z olejem. Zawarte w oleju kwasy wolne czy zestryfikowane wypełniają obszary, gdzie naturalna bariera lipidowa uległa zniszczeniu np. podczas wolnorodnikowych procesów utleniania, powodujących deficyt kwasu linolowego (WKT wielonasycony kwas tłuszczowy) i wzrost zawartości nasyconych kwasów tłuszczowych w błonach korneocytów. W warstwie rogowej skóry ludzkiej zidentyfikowano siedem różnych ceramidów, m.in. Ceramid 1, który zawiera kwas linolowy. W przypadku jego niedoboru zostaje on zastąpiony w ceramidach przez kwas oleinowy – jednonienasycony kwas tłuszczowy (JKT). Prowadzi to do zaburzenia funkcjonowania Ceramidu 1 i obniżenia zdolności barierowej warstwy rogowej naskórka [15].

Zewnętrzne stosowanie kwasu linolowego poprzez aplikację emulsji o strukturze ciekłokrystalicznej zawierającej olej z awokado, tak jak np. omawiany produkt Ureavit E i Resve-ravit C, może pośrednio wpływać na redystrybucję i przekształcenie JKT w wielonienasycone kwasy tłuszczowe WKT. Kwas ten aplikowany bezpośrednio na skórę może zostać wbudowany w fosfolipidy błon komórkowych oraz ceramidy cementu międzykomórkowego [16]. Należy również podkreślić, że stosując na skórę NNKT niezbędne nienasycone kwasy

tłuszczowe NNKT w formulacji kosmetycznej należy dobierać skład podobnie jak w żywieniu. Spożywanie wyłącznie w formie suplementacji kwasów omega-3 i omega-6 wymaga suplementacji antyoksydacyjnej witaminą E (w przypadku omega-3), zapobiegającej peroksydacji lipidów i tworzenia szkodliwych nadtlenków kwasów tłuszczowych oraz flawonoidów w przypadku kwasu linolowego (omega-6) [17].

PODSUMOWANIE

Pielęgnacja skóry wrażliwej, suchej i podrażnionej ze skłonnością do atopowego zapalenia skóry powinna opierać się na aktywnym działaniu regenerującym barierę hydrolipidową skóry. Powszechnie cytowana w literaturze rola emolientów mająca na celu wyłącznie hamowanie przeskórkowej utraty wody poprzez tworzenie powłoki okluzyjnej, wydaje się być bierną formą naprawy deficytów w barierze hydrolipidowej cery wrażliwej. Tak jak w przypadku atopowego zapalenia skóry, metoda ta doraźnie pełni funkcję „tłuszczowego opatrunku”, przeciwdziałając wnikananiu alergenów. Emulsje oparte na fazie ciekłokrystalicznej biokompatybilnej z lipidami naskórka, bogate w aktywne składniki nawilżające, antyoksydacyjne oraz aktywne działanie emolientów, wpływają na rzeczywistą odbudowę bariery hydrolipidowej i mogą mieć kluczowy wpływ nie tylko na efekt kliniczny leczenia, ale również na komfort sensoryczny (brak tłustości) podczas stosowanej pielęgnacji.

LITERATURA

1. <https://www.iupac.org/publications/pac/73/5/0845/> (dostęp 12.01.2019).
2. Adamczyk A. Niezwykły stan materii ciekłe kryształły. Wiedza Powszechna. Warszawa 1979.
3. Kuczyński W. Przejścia fazowe w ciekłych kryształach. Ośrodek Wydawnictw Naukowych, Poznań 2003.
4. Collings PJ, Hird M. Introduction to liquid crystals: chemistry and physics. Ed. Taylor & Francis, London 1997.
5. Mosca M, Murgia S, Ceglie A, Monduzzi M, Ambrosone L. Biocompatible lipid-based liquid crystals and emulsions. *J. Phys. Chem.* 2006, vol. 110: 25994-26000.
6. Makai M, Csányi E, Németh Z, Pálkás J, Eros I. Structure and drug release of lamellar liquid crystals containing glycerol. *Int. J. Pharm.* 2003, vol. 256: 95-107.
7. Bertoli B, Anselmi C. Analisi storica dell'uso di sostanze naturali in formulazioni cosmetiche. Tesi di specializzazione in Scienze e Tecnologia Cosmetiche presso l'Università degli Studi di Siena, A.A. 1999/2000.
8. Olivem 1000. Product Literature November. 2002-2003.
9. Mężynańska I. Nawilżające i keratolityczne działanie mocznika. *Cosmetology Today* 2010, vol. 4: 19-32.
10. Szepietowski J, Białynicki-Birula R. Ocena skuteczności i tolerancji połączenia mocznika, ceramidu i fizjologicznych lipidów w pielęgnacji suchej skóry. *Dermatologia Estetyczna* 2002, vol. 3(20): 18.
11. Martini MC. Kosmetologia i farmakologia skóry. Wyd. PZWL 2008, vol. 74: 427.
12. Czarnecka-Operacz M. Sucha skóra jako aktualny problem kliniczny. *Postępy Dermatologii i Alergologii* 2006, vol. 2: 49-56.
13. Alander J. Shea Butter – a multifunctional ingredient for food and cosmetics. *Lipid Technology* 2004, vol. 16(9): 202-205.
14. Akihisa T, et al. Anti-inflammatory and chemopreventive effects of triterpene cinnamates and acetates from shea fat. *Journal of Oleo Science* 2010, vol. 59(6): 273-280.
15. Bem B. Rola wyższych kwasów tłuszczowych w fizjologii skóry. *Polish Journal of Cosmetology* 2003, vol. 2: 93-101.
16. Szmurło A. Rola lipidów naskórkowych w prawidłowym funkcjonowaniu bariery naskórkowej. *Dermatologia* 2006, vol. 7: 53-56.
17. Przysławski J. Podstawowe składniki odżywcze. Wyd. PZWL, Warszawa 2007: 75-107.