

# PRODUKT KOSMETYCZNY – OD KONCEPCJI W LABORATORIUM DO PRODUKCJI PRZEMYSŁOWEJ

COSMETIC PRODUCT – FROM CONCEPT IN THE  
LABORATORY TO INDUSTRIAL PRODUCTION

**Izabela Nowak<sup>1,\*</sup>, Karolina Latanowicz<sup>1,2</sup>,  
Adam Bętlewski<sup>1,3</sup>, Agnieszka Feliczak-Guzik<sup>1</sup>,  
Agata Wawrzyńczak<sup>1,\*</sup>**

<sup>1</sup>*Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Chemii UAM,  
ul. Uniwersytetu Poznańskiego 8, 61-614 Poznań*

<sup>2</sup>*Latech Bernard Latanowicz, ul. Klonowa 2, 62-002 Suchy Las*

<sup>3</sup>*Madonis Sp. z o.o., ul. Bolesławecka 15A, 98-400 Wieruszów*

*\*e-mail: nowakiza@amu.edu.pl; agata.wawrzynczak@amu.edu.pl*

---

## Abstract

Wykaz stosowanych symboli i oznaczeń

Wprowadzenie

1. Pomysł

2. Opracowanie formułacji kosmetycznej

3. Badania produktu kosmetycznego

3.1. Badanie stabilności

3.2. Badania mikrobiologiczne

3.3. Badanie kompatybilności produktu z opakowaniem

3.4. Konserwanty w produktach kosmetycznych oraz metody ich oznaczania

4. Etykieta produktu kosmetycznego

5. Ocena bezpieczeństwa produktu gotowego

6. Rejestracja przed wprowadzeniem na rynek gotowego produktu

7. Produkcja

Podziękowania

Piśmiennictwo cytowane

---

**Prof. dr hab. Izabela Nowak** obroniła w 1993 roku pracę magisterską na Uniwersytecie w Reading z zakresu syntezy nowych nieorganicznych związków niobu. W początkowym okresie badań, w ramach pracy doktorskiej (1997) na Uniwersytecie im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, zajmowała się wprowadzaniem niobu m.in. w pozycje pozaszkieletowe zeolitów. Z kolei rozprawa habilitacyjna (nagrodzona Nagrodą Prezesa Rady Ministrów w 2008 r.) dotyczyła oprócz syntezy i charakterystyki, także właściwości katalitycznych nanoporowatych materiałów przeznaczonych do procesów utleniania w fazie ciekłej. Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora habilitowanego (2006) rozpoczęła tworzenie własnego zespołu badawczego. W 2014 otrzymała nominację profesorską. Od 2009 roku jest kierownikiem Zakładu Chemii Stosowanej Wydziału Chemii UAM. Jest laureatką wielu nagród: Kapituły Naukowej Miasta Poznania (1998); Fundacji im S. Batorego (1999), Fundacji na rzecz Nauki Polskiej (1999), Towarzystwa Naukowego Warszawskiego (2005); Amerykańskiego Towarzystwa Chemicznego/IUPAC „Distinguished Women in Chemistry/Chemical Engineering” (2011), Medalu Okolicznościowego PTChem (2015) oraz kilkakrotnie Rektora UAM. Przebywała wielokrotnie na stażach naukowych - w roku 2001 na rocznym stażu naukowym w Leverhulme Centre for Innovative Catalysis, University of Liverpool, w 2003 roku na stypendium Fulbrighta w Kent State University (KSU), zaś w 2007 była stypendystką Fundacji Kościuszkowskiej w KSU. Od roku 2019 pełni funkcję Prezesa ZG PTChem. Jej zainteresowania naukowe koncentrują się wokół syntezy i modyfikacji nowych uporządkowanych mezoporowatych materiałów; syntezy wysokowartościowych i masowych chemikaliów z użyciem heterogenicznych katalizatorów, w tym z użyciem biomasy; nowatorskich metod analitycznych w zakresie chemii kosmetycznej, farmaceutycznej i stosowanej; nowoczesnych strategii preparatyki i badania kosmetyków oraz kosmeceutyków.



<https://orcid.org/0000-0002-1113-9011>

**Mgr Karolina Latanowicz** w 2008 r. ukończyła studia na Wydziale Chemii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu o specjalności chemia ogólna, a w 2010 r. o specjalności chemia kosmetyczna. Obecnie jest doktorantką w ramach programu „Doktorat wdrożeniowy” na Wydziale Chemii UAM w Zakładzie Chemii Stosowanej. Jest współzałożycielką marki kosmetyków LaQ, która istnieje na rynku od 2013 roku, wykładowcą w Wyższej Szkole Zdrowia, Urody i Edukacji w Poznaniu i członkiem Rady Programowej dla kierunku Kosmetologia na Wydziale Farmacji UM w Poznaniu. Opracowała linie kosmetyków marki LaQ i jest twórcą receptur dla wielu marek kosmetycznych w ramach współpracy *Private Label*.

**Mgr Adam Bętlewski** ukończył studia pierwszego stopnia na kierunku chemia na Wydziale Chemii Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu w roku 2011. Dwa lata później uzyskał stopień magistra chemii na tej samej uczelni. Swoją pracę zawodową rozpoczynał jako technolog w zakładach TZMO Śniadecki Sp. z o.o. (2011-2014), a następnie został specjalistą ds. badawczo-rozwojowych w firmie TRICOMED S.A. (sekcja kosmetyków i chemii gospodarczej) – Dział Rozwoju F.K. Pollena EWA. Od 2016 r. jest kierownikiem ds. badań i rozwoju w firmie MADONIS Sp. z o.o. Od 2018 r. jest doktorantem na Wydziale Chemii UAM w ramach programu doktoratu wdrożeniowego.



<https://orcid.org/0000-0002-2195-9021>

**Dr hab. Agnieszka Feliczak-Guzik, prof. UAM** w roku 2019 uzyskała stopień naukowy doktora habilitowanego za badania nad syntezą, charakterystyką i właściwościami nanoporowatych materiałów. Obecnie jest pracownikiem Wydziału Chemii UAM. Specjalność – synteza, charakterystyka oraz katalityczne zastosowanie materiałów porowatych.



<https://orcid.org/0000-0002-1875-5415>

**Dr Agata Wawrzyńczak** w roku 2003 ukończyła studia magisterskie, a w 2007 obroniła pracę doktorską na Wydziale Chemii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, uzyskując stopień doktora nauk chemicznych. Obecnie jest pracownikiem dydaktycznym w Zakładzie Chemii Stosowanej Wydziału Chemii UAM.



<https://orcid.org/0000-0003-3815-4841>

## ABSTRACT

Growing interest in cosmetics of the highest quality generates new trends in the cosmetics industry and the need to design new products. Today's customer expects that the cosmetic will meet the requirements appropriate to his needs, and the marketing statement on the package will be supported by relevant research. Manufacturers of cosmetic raw materials are intensively working on innovative raw materials and their forms, which will not only facilitate the design of cosmetics, but also ensure the activity of the ingredient in the cosmetic formulation. Selection of appropriate raw materials is not easy and depends not only on the effectiveness, but also on the price and technological conditions that can be provided. The popularity of natural cosmetics brings a great challenge in the design of formulations and limits the manufacturer in the selection of raw materials. Thanks to the interest in products with the highest possible index of naturalness, a lot of substitutes for synthetic substances have been created, which often do not meet the expected effectiveness and application requirements. Marketing specialists in order to encourage the purchase of a product, take care of advertising, building brand awareness in social media, while the R&D department works on technological solutions in order to introduce unique and safe cosmetics. Introducing innovations and new products is an essential element for the brand to stay on the market.

Keywords: cosmetics production, cosmetic formulation development, cosmetic product testing, preservatives in cosmetics, cosmetic product registration

Słowa kluczowe: produkcja kosmetyków, opracowanie formułacji kosmetycznej, badania produktów kosmetycznych, konserwanty w kosmetykach, rejestracja produktu kosmetycznego

---

---

## WYKAZ STOSOWANYCH SKRÓTÓW

2,4-DHBA	– kwas 2,4-dihydroksybenzoesowy
4-HB	– kwas 4-hydroksybenzoesowy
AALLME	– wspomagana powietrzem mikroekstrakcja w układzie ciecz-ciecz
ACN	– acetonitryl
BA	– kwas benzoesowy
BHA	– tert-butylo-4-hydroksyanizol
BHT	– 2,6-di-tert-butylo-p-krezol
BNPD	– 2-bromo-2-nitropropano-1,3-diol
BRP	– 2-bromo-2-nitropropano-1,3-diol
BRX	– 5-bromo-5-nitro-1,3-dioksane
BuBz	– benzoesan butylu
BuP	– butyloparaben
BzOH	– alkohol benzylowy
BzP	– benzyloparaben
CE	– elektroforeza kapilarna
CF	– 4-chloro-2-benzylofenol
CG	– glikol kaprylowy
CMI	– 5-chloro-2-metylo-3-izotiazolinon
DHA	– kwas dehydrooctowy
DLLME	– dyspersyjna mikroekstrakcja w układzie ciecz-ciecz
DMDM hydantoin	– 1,3-bis(hydroksymetylo)-5,5-dimetyloimidazolidyno-2,4-dion
DU	– diazolidynylomocznik
DVB/CAR/PDMS	– diwinylobenzen/karboksen/polidimetylosiloksan
EHG	– etyloheksylogliceryna
EtAc	– octan etylu
EtBz	– benzoesan etylu
EtOH	– etanol
EtP	– etyloparaben
FA	– formaldehyd
FAD	– donory formaldehydu
FG	– benzeno-1,3,5-triol
FIA-CL	– wstrzykowa analiza przepływowa z chemiluminescencją
FIA-UV	– wstrzykowa analiza przepływowa z detekcją w zakresie nadfioletu
GA	– etano-1,2-dion
GC-ECD	– chromatografia gazowa z detektorem wychwytu elektronów
GC-FID	– chromatografia gazowa z detektorem płomieniowo-jonizacyjnym
GC-MS	– chromatografia gazowa sprzężona ze spektrometrem masowym
GC-PCI-MS	– chromatografia gazowa sprzężona ze spektrometrem masowym z dodatnią jonizacją chemiczną
GC-PID	– chromatografia gazowa z detektorem fotojonizacyjnym
GDME	– mikroekstrakcja dyfuzyjna w fazie gazowej

GMP	– dobra praktyka wytwarzania
GP	– galusan n-propylu
HPCE-UV	– wysokosprawna elektroforeza kapilarna z detektorem UV
HPLC-CCAD	– wysokosprawna chromatografia cieczowa z detektorem wyładowań koronowych w aerozolu
HPLC-DAD	– wysokosprawna chromatografia cieczowa z detektorem z matrycą diodową
HPLC-ECD	– wysokosprawna chromatografia cieczowa z detektorem wychwytu elektronów
HPLC-FD	– wysokosprawna chromatografia cieczowa z detektorem fluorescencyjnym
HPLC-MS/MS	– wysokosprawna chromatografia cieczowa sprzężona z tandemowym spektrometrem masowym
HPLC-UV	– wysokosprawna chromatografia cieczowa z detektorem spektrofotometrycznym w zakresie nadfioletu
i-BuP	– izobutyloparaben
IC-CD	– chromatografia jonowa z detektorem konduktometrycznym
INCI	– międzynarodowe nazewnictwo składników kosmetycznych
IPBC	– 3-jodo-2-propynylo-n-butylokarbaminian
IPrOH	– alkohol izopropylowy
i-PrP	– izopropylparaben
IT-USA-SI-LLME	– wspomagana ultradźwiękami, indukowana solą mikroekstrakcja w rurce prowadzona układzie ciecz-ciecz
IU	– imidazolidynylomocznik
LC-MS/MS	– chromatografia cieczowa z tandemową spektrometrią mas
LLE	– ekstrakcja w układzie ciecz-ciecz
LOD	– granica wykrywalności
MeBz	– benzoesan metylu
MEKC	– micelarna elektrokinetyczna chromatografia kapilarna
MEKC-ED	– micelarna elektrokinetyczna chromatografia kapilarna z detekcją elektrochemiczną
MeOH	– metanol
MeP	– metyloparaben
MI	– 2-metylo-3-izotiazolinon
Mini-CE-AD	– mini-elektroforeza kapilarna z detekcją amperometryczną
MPD	– 2-metylo-1,3-propanodiol
MSPD	– dyspersja matrycy na fazie stałej
MW-IL-DLLME	– wspomagana promieniowaniem mikrofalowym mikroekstrakcja dyspersyjna w układzie ciecz-ciecz z udziałem cieczy jonowych
NACE-UV	– elektroforeza kapilarna w warunkach bezwodnych z detekcją spektrofotometryczną
PDMS	– polidimetylosiloksan
PE	– polietylen
PEG-DA	– diakrylan poli(glikolu etylenowego)
PET	– poli(tereftalan etylenu)
PhBz	– benzoesan fenylu

PhEtOH	– 2-fenoksyetanol
PhP	– fenyloparaben
PhPrOH	– 1-fenylo-1-propanol
PLE	– wspomaganie ciśnieniem ekstrakcja do fazy ciekłej
PrP	– propyloparaben
PP	– polipropylen
PS	– sorbinian potasu
RSD	– względne odchylenie standardowe
SA	– kwas sorbowy
SB	– benzoesan sodu
SBSE	– ekstrakcja za pomocą ruchomego elementu sorpcyjnego
SDS	– dodecylosiarczan sodu
SFE-(HS-SPME)	– ekstrakcja nadkrytyczna połączona z mikroekstrakcją do fazy stacjonarnej w fazie nadpowierzchniowej
SFV-CDME	– mikroekstrakcja do zestalonych kropli pływających z wykorzystaniem zjawiska koacerwacji
SPE	– ekstrakcja do fazy stałej
SPME	– mikroekstrakcja do fazy stałej
TCB	– trichlorokarbanilid
TCS	– triklosan
UAE	– ekstrakcja wspomaganą ultradźwiękami
UHPLC-DAD	– wysokosprawna chromatografia cieczowa z detektorem DAD (z matrycą fotodiodową)
UPLC-UV	– ultrasprawną chromatografią cieczową z detektorem UV
USAEME	– wspomaganą ultradźwiękami mikroekstrakcja przez emulgację
VALLsME	– wspomaganą ruchem wirowym półmikroekstrakcja w układzie ciecz-ciecz

## WPROWADZENIE

Coraz większe zainteresowanie kosmetykami jak najwyższej jakości generuje w przemyśle kosmetycznym nowe trendy i potrzebę projektowania nowych produktów. Współczesny klient oczekuje, że kosmetyk spełni wymagania stosowne do jego potrzeb, a deklaracja marketingowa widniejąca na opakowaniu będzie poparta stosownymi badaniami. Producenci surowców kosmetycznych intensywnie pracują nad innowacyjnymi surowcami i ich postaciami, które nie tylko ułatwią technologom projektowanie kosmetyku, ale również zapewnią działanie i aktywność składnika w formułacji kosmetycznej. Wybór odpowiednich surowców nie jest prosty i uzależniony jest nie tylko od efektywności, ale również ceny i warunków technologicznych jakie można zapewnić. Popularność kosmetyków naturalnych niesie za sobą duże wyzwanie w projektowaniu formułacji i ogranicza producenta w wyborze surowców. Dzięki zainteresowaniu produktami o jak najwyższym indeksie naturalności, powstało dużo zamienników syntetycznych substancji, które często nie spełniają oczekiwanej skuteczności i wymagań aplikacyjnych. Specjaliści od marketingu w celu zachęcenia do kupna produktu, dbają o reklamę, budowanie świadomości marki w mediach społecznościowych, natomiast dział badawczo-rozwojowy pracuje nad rozwiązaniami technologicznymi w celu wprowadzania unikatowych i bezpiecznych kosmetyków. Wprowadzanie innowacji oraz nowych produktów jest niezbędnym elementem, warunkującym utrzymanie się marki na rynku.

### 1. POMYSŁ

Europejski rynek kosmetyków i produktów higieny osobistej, którego wartość w 2020 r. szacowano na 76,7 mld euro według cen detalicznych, jest największym rynkiem produktów kosmetycznych na świecie (rys. 1).

Pomimo zachwiania w 2020 i zmniejszenia o 4,2% spowodowanego pandemią COVID-19, już w 2021 roku pokazał siłę i perspektywę dalszego wzrostu. Wbrew pandemii rynek pielęgnacji ciała należy do pręźnie rozwijających się rynków konsumenckich i jest napędzany w szczególności przez segment kosmetyków do pielęgnacji skóry. Pozytywnie wpływa zmiana pokoleniowa i wejście na rynek młodych konsumentów, którzy częściej kupują kosmetyki. Jednocześnie zmianę tę wzmacniają media społecznościowe, umiędzynarodowienie i e-commerce, które mają trwały wpływ na zachowania zakupowe względem produktów kosmetycznych. Trendy z całego świata rozprzestrzeniają się i zmieniają codzienną rutynę pielęgnacyjną [1].





Rysunek 1. Europejski rynek produktów kosmetycznych wg cen sprzedaży detalicznej w roku 2020 (na podst. [2])

Figure 1. European market for cosmetic products by retail sales prices in 2020 (based on [2])

Potrzeby konsumentów zmieniają się sezonowo, dlatego konieczny jest odpowiednio dopracowany harmonogram wdrożeń. Bardzo ważnym etapem jest dokonanie wnikliwej analizy rynku i ocena atrakcyjności produktu, biorąc pod uwagę czas w którym potencjalny nowy kosmetyk ma zostać wdrożony. W celu zachowania innowacyjności, producent poddany jest presji opracowania nowych technologii i znalezienia surowców, które spełnią oczekiwania konsumentów z danej grupy docelowej. Aby zachować konkurencyjność wśród szybko rozwijających się firm, opracowanie długoterminowej strategii jest kluczowym etapem rozpoczynającym planowanie wdrożenia na rynek nowego produktu [3]. Wprowadzenie nowego produktu na rynek oznacza konieczność współpracy i wzajemnego wsparcia między wieloma działami firmy. Odpowiednio dobrana koncepcja marketingowa, będąca integralną częścią nowego produktu oraz atrakcyjne opakowanie, wzbudzają ciekawość i większe zainteresowanie, co przekłada się na realne zyski i reputację marki [4].

Oprócz przygotowywania wewnętrznych rozwiązań marketingowo-technologicznych coraz częstszym przypadkiem jest realizacja przez producenta koncepcji zleconych przez firmę zewnętrzną. Może to stanowić duży udział w czasie produkcji danego producenta. Pozwala na rozłożenie kosztów utrzymania maszyn czy personelu oraz zapewnia możliwość dzielenia kosztów zakupu surowców przez zwiększenie ich wolumenu. Taka strategia jest niestety często

okupiona presją czasu związaną z jak najsprawniejszą realizacją założeń i wdrożeniem produktu. Należy oszacować ryzyko mocy produkcyjnych oraz możliwości czasowych realizacji zadania. Niezbędnym w tych przypadkach jest jak najdokładniejsze określenie wymagań zlecającego w jak największym obszarze działania: od właściwości produktu, wstępnej listy oczekiwań marketingowych, przez składniki aktywne, poziom naturalności produktu, zakładaną formę opakowania (rozmiar, aplikator, itp.), po najważniejsze: zakładane koszty jednostkowe.

## 2. OPRACOWANIE FORMULACJI KOSMETYCZNEJ

Pierwsze próby opracowania formulacji mają na celu zaprojektowanie prototypu kosmetyku. Dobranie surowców bazowych ma na celu uzyskanie atrakcyjnej formy kosmetyku pod względem aplikacyjnym oraz stworzenie warunków sprzyjających wprowadzeniu substancji aktywnych. Na tym etapie kluczowa jest wiedza technologów, którzy mogą opracować metodę opartą o wykorzystanie odpowiednich składników, będących podstawą dla danej grupy produktowej [5]. Współpraca z dystrybutorami surowców pozwala na wykonanie testów z wykorzystaniem próbek substancji. Producent surowców, czy ich dystrybutor jest w stanie udostępnić niezbędną dokumentację wraz z kartami charakterystyki, które zawierają wskazówki pomagające w dostosowaniu warunków takich jak odpowiednie pH, temperatura, siła homogenizacji itp. Zgodnie ze wstępnym projektem formy kosmetyku dobierane są surowce, które spełnią wymagania przedstawione technologom. Jeżeli celem wdrożenia jest lekka emulsja, której opakowanie warunkuje np. aplikowanie kosmetyku przy pomocy pipety, niezbędne jest dobranie odpowiedniego emulgatora i modyfikatorów reologii, które pozwolą ten cel osiągnąć. Wybór surowców uzależniony jest od ich dostępności, ceny, pochodzenia, łatwości wprowadzenia ich do formulacji oraz kompatybilności z innymi składnikami receptury, co ma ogromne znaczenie dla całego procesu [6]. Jeżeli formulacja kosmetyczna zawierać ma określone substancje aktywne, które wymagają stabilizacji lub użycia selektywnie dobranych rozpuszczalników lub promotorów przenikania, konieczne jest, by mieć to na uwadze już na wstępnym etapie projektowania. Składniki aktywne warunkują docelowe działanie kosmetyku. Mając na uwadze czynniki, takie jak synergizm działania i warunki otoczenia, dobierane są odpowiednie stężenia substancji czynnych oraz pomocniczych. W ostatnim czasie podczas opracowywania receptury kosmetycznej zwraca się też coraz większą uwagę na pochodzenie stosowanych składników. Rosnącym trendem jest wykorzystywanie surowców

pozyskiwanych z odnawialnych źródeł, jak np. olejów z nasion oleistych, skrobi ze zbóż i ziemniaków lub celulozy z traw i drewna [7].

Założenie dotyczące przeznaczenia kosmetyku pod kątem zastosowania – profesjonalnego, czy ogólnie dostępnego na rynku – może być również czynnikiem warunkującym cały proces projektowania. Kosmetyki stosowane w salonach kosmetycznych, wspomagane zabiegami, mogą silniej przenikać przez wierzchnie warstwy skóry, a co za tym idzie stężenia substancji aktywnych powinny być odpowiednio dostosowywane. Pod kątem legislacyjnym, wprowadzanie do obrotu kosmetyku profesjonalnego nie różni się od przygotowania kosmetyków drogeryjnych, jednak w trakcie projektowania receptury zwraca się szczególną uwagę, np. na kolejność stosowania produktów z przygotowywanej linii [8].

Obserwacja organoleptyczna formułacji na tym etapie jest skuteczną metodą eliminacji bądź akceptacji zastosowanych składników. Wszelkiego rodzaju zmętnienia, opalizacje, rozwarstwianie produktu świadczą o jego niestabilności i źle rokują w stosunku do stabilności.

Bezpieczeństwo mikrobiologiczne jest integralną częścią zapewnienia stabilności produktu kosmetycznego przez cały okres jego przydatności. W celu zabezpieczenia produktu przed mikroorganizmami oraz negatywnym działaniem czynników zewnętrznych dobiera się odpowiedni układ konserwujący, mając na uwadze spektrum jego działania oraz ograniczenia związane z jego zastosowaniem. Trwające współcześnie dyskusje na temat naturalnych metod konserwacji kosmetyków, ograniczyły liczbę niekontrowersyjnych substancji konserwujących, które mogą zostać zastosowane. Pomimo braku przeciwwskazań legislacyjnych w wykorzystaniu szeregu skutecznych, dobrze zbadanych związków konserwujących nieprzychylnie opinie o danym składniku mogą skutecznie wykluczyć go z zastosowania, szczególnie w czasie wzmożonego nacisku na naturalność produktów. W rezultacie stosuje się metody wspierające konserwację formułacji, m.in. wykorzystuje się tzw. boostery konserwantów, np. w formie środka chelatującego. Zwiększona skuteczność przeciwdrobnoustrojowa, związana z usunięciem wielowartościowych kationów z błony komórkowej drobnoustrojów przez utworzenie kompleksów, czyni dodatek substancji chelatującej atrakcyjnym składnikiem formułacji [9]. Skuteczną metodą wspomagania konserwacji produktów kosmetycznych jest również usuwanie części wody, zastępując ją składnikami o działaniu bakteriostatycznym, np. poliolami jak sorbitol lub ksylitol [10]. Ponadto, wzrastająca popularność produktów typu „*waterless*” pomaga w ograniczeniu udziału wody w formułacji.

Wybór konserwantu wiąże się z dostosowaniem odpowiednich warunków,

gwarantujących jego działanie [11]. W tym celu, niezbędne jest użycie regulatorów pH, które zapewnią odpowiednie spektrum działania środków konserwujących, przy jednoczesnym braku ingerencji w działanie innych składowych formułacji. Dodatkowo, zbyt kwaśne pH mogłoby wywołać podrażnienia, natomiast zbyt zasadowe może uszkodzić warstwę rogową naskórka, co przy długotrwałym stosowaniu produktu spowodowałoby naruszenie bariery hydrolipidowej [12]. W przypadku produkcji kosmetyków naturalnych wyzwaniem jest dobór odpowiedniego układu konserwującego zawierającego substancje posiadające certyfikat Ecocert oraz COSMOS. Stężenie wybranej substancji konserwującej ograniczone jest w Rozporządzeniu Parlamentu Europejskiego z dnia 30. listopada 2009 r. dotyczącym produktów kosmetycznych [13].

Opracowując receptury produktów kosmetycznych, w szczególności tych na bazie emulsji, należy wziąć też pod uwagę to, iż powszechnie wykorzystywanymi związkami są w tym przypadku tłuszcze roślinne i zwierzęce, które mogą wykazywać obniżoną stabilność wobec utleniającego działania czynników fizykochemicznych i/lub biologicznych. Sposobem zapewnienia trwałości surowców lipidowych, jak i gotowych produktów kosmetycznych na ich bazie, jest wprowadzenie do receptury substancji o działaniu antyoksydacyjnym [14].

W celu zwiększenia atrakcyjności produktu wybierane są odpowiednie kompozycje zapachowe [15]. Mając na uwadze fakt, że właściwości sensoryczne są zmienne w zależności od bazy i użytych składników, wykonywane są próby włączenia zapachu do formułacji. Stężenie kompozycji zapachowej uzależnione jest nie tylko od chęci przykrycia swoistego zapachu bazy kosmetycznej, ale również od regulacji prawnych, które ograniczają wykorzystanie kompozycji w zależności od rodzaju kosmetyku. W tym celu niezbędne jest zapoznanie się ze standardami Międzynarodowego Stowarzyszenia Substancji Zapachowych (IFRA – *International Fragrance Association*), które informują w jakich maksymalnych stężeniach możliwe jest bezpieczne użycie danej kompozycji zapachowej w kosmetyku o konkretnym przeznaczeniu [16]. Oprócz tego dokumentu, niezbędne jest zapoznanie się z listą potencjalnych alergenów, które w zależności od rodzaju i ilości użytej kompozycji zapachowej będą musiały pojawić się w INCI (*International Nomenclature of Cosmetic Ingredients*) finalnego produktu. Jak w przypadku pozostałych surowców, dobór kompozycji zapachowej jest silnie skorelowany z przeznaczeniem produktu. Kompozycje przeznaczone dla produktów dla dzieci lub skóry skłonnej do uczuleń powinny być pozbawione alergenów. Perfumeryjne produkty kosmetyczne zawierają kompozycje o przedłużonym czasie uwalniania. Z kolei produkty stosowane w okolicy oczu nie powinny zawierać substancji drażniących. Mnogość kompozycji zapachowych powoduje konieczność przeprowadzenia badań na licznej grupie próbek. Propo-

zyje producentów kompozycji do poszczególnych zastosowań zawężają zasięg badań, ale dobór kompozycji zapachowej jest realnym wyzwaniem przy opracowywaniu produktu. W celu połączenia funkcji wspomaganie konserwacji oraz nadania produktowi przyjemnego zapachu dobrym rozwiązaniem jest zastosowanie czystych olejków eterycznych. Zazwyczaj naturalne olejki, jak np. lawendowy czy z drzewa herbacianego, oprócz przyjemnej woni wykazują również działanie bakteriobójcze lub bakteriostatyczne, znacznie poprawiając skuteczność konserwacji [17]. Dodatkowo ich naturalność może mieć zalety marketingowe w komunikacji producent-klient.

### **3. BADANIA PRODUKTU KOSMETYCZNEGO**

#### **3.1. BADANIE STABILNOŚCI**

W celu potwierdzenia bezpieczeństwa produktu kosmetycznego, niezbędne jest wykonanie odpowiednich badań. Prototyp poddany zostaje wstępnym badaniom stabilności z wykorzystaniem testu wirówkowego, co umożliwia wyeliminowanie niestabilnej formułacji w początkowym etapie badań. Jeśli w tych warunkach nie zostanie zaobserwowana niepokojąca zmiana w wyglądzie masy kosmetycznej, próbka zostaje zakwalifikowana do dalszych badań wewnętrznych. Każda formułacja spełniająca początkowe oczekiwania działu badawczo-rozwojowego jest obserwowana w warunkach pokojowych oraz w specjalnym inkubatorze (cieplarnie), dzięki czemu możliwe jest wykonanie przyspieszonych testów starzeniowych w podwyższonej temperaturze. Jeśli formuła utrzymuje swoją stabilność w docelowym opakowaniu przez 12 tygodni w 40 °C, zostaje poddana kolejnym badaniom. Każda zmiana konsystencji, zapachu, odczynu lub klarowności wiąże się z działaniami udoskonalającymi w celu rozwiązania problemu, co wydłuża prace nad planowanym do wdrożenia produktem. Wykonywane są również testy wahadłowe polegające na zmianie temperatury otoczenia kosmetyku z 40 °C na -5 °C co 24 godziny przez kilka/kilkanaście dni.

#### **3.2. BADANIA MIKROBIOLOGICZNE**

Każdy producent wyrobów kosmetycznych jest odpowiedzialny za jakość swoich produktów i powinien zapewnić, że kosmetyk jest wolny od mikroorganizmów lub nie zostały w nim przekroczone dopuszczalne limity zanieczyszczeń mikrobiologicznych, które mogą zmieniać cechy produktu lub wpływać na zdrowie konsumenta. Konieczność wykonywania badań mikrobiologicznych surowców i produktów kosmetycznych wynika bezpośrednio z obowiązującego na terenie Unii Europejskiej rozporządzenia Parlamentu Euro-

pejskiego i Rady (WE) nr 1223/2009 z dnia 30. listopada 2009 roku [13] oraz aktów prawnych i innych dokumentów powiązanych z tym rozporządzeniem. Badania mikrobiologiczne odbywają się na wielu płaszczyznach, zarówno na etapie wdrożeń jak i późniejszej kontroli wytwarzania, czy też stwierdzania działań niepożądanych na rynku konsumenckim. Badania mikrobiologiczne są niezbędnym elementem podczas opracowania raportu bezpieczeństwa produktu kosmetycznego. Są wykonywane przed przystąpieniem do użytkowych i dermatologicznych badań aplikacyjnych, by zapewnić osobom biorącym udział w badaniu bezpieczeństwo stosowania badanych próbek [18].

Potencjalne ryzyko skażenia mikrobiologicznego występuje już od momentu pozyskania surowców i utrzymuje się podczas ich przetwarzania, pakowania oraz dalszej dystrybucji. Duże zagrożenie stanowią surowce pochodzenia naturalnego. Ogromny wpływ na ich czystość mikrobiologiczną ma sposób pozyskiwania, warunki przechowywania, czy też dalszego przetwarzania. Surowce te najczęściej zanieczyszczone są mikroflorą pochodzącą z gleby, powietrza, wody lub innych źródeł zawierających potencjalnie żywe mikroorganizmy.

Można wyróżnić dwa główne źródła skażenia mikrobiologicznego kosmetyków: skażenie związane z produkcją kosmetyków (skażenie pierwotne) oraz skażenie związane ze stosowaniem kosmetyków (skażenie wtórne).

Zanieczyszczenie kosmetyków może prowadzić do poważnych konsekwencji nie tylko dla zdrowia konsumenta, ale również dla procesów technologicznych, powodując znaczne zmiany w strukturze i jakości produktu gotowego [19]. Podsumowanie możliwych zmian powodowanych przez zanieczyszczenie mikrobiologiczne zostało przedstawione w tabeli 1.

Po wewnętrznym potwierdzeniu stabilności i bezpieczeństwa produktu, kosmetyk przechodzi szereg badań w akredytowanym laboratorium, które potwierdzają, że formuła jest adekwatna do założeń i właściwie skomponowana. Należą do nich badania aplikacyjno-użytkowe, dermatologiczne oraz test konserwacji [20, 21]. W przypadku produktu na bazie substancji lipofilowych, test konserwacji można zastąpić badaniami aktywności wody. Do badań dodatkowych można zaliczyć m.in badania sensoryczne i aparaturowe.

Badania aplikacyjno-użytkowe przeprowadzane są pod nadzorem lekarza dermatologa na wybranej grupie probantów, którzy w określonym czasie stosują preparat zgodnie ze wskazówkami producenta. Po zakończeniu testu probanci wypełniają ankietę, z której wyciągane są wnioski określające skuteczność działania produktu [21].

Tabela 1. Wpływ niekorzystnego działania mikroorganizmów na kosmetyki; na podst. [19]  
 Table 1. Effects of adverse effects of microorganisms on cosmetics; based on [19]

Obserwowana zmiana parametrów produktu kosmetycznego	Czynnik	Efekt działania
Widoczne makroskopowo zepsucie wyrobu	grzyby pleśniowe	plamy pleśni
Zmiana barwy	drobnoustroje redukujące siarczany	ciemne plamy
	bakterie z rodzaju <i>Pseudomonas</i> sp.	powstawanie pigmentów
Zmiana zapachu	drobnoustroje redukujące siarczany, proteolity	powstawanie siarkowodoru, amin
	drobnoustroje fermentujące	powstawanie: alkoholi, kwasów organicznych, wystąpienie procesu jęlczenia
Zmiana lepkości i rozdział faz	drobnoustroje powodujące fermentację alkoholową	rozkład emulsji (rozwarstwienie)
Zmiana pH w wyniku fermentacji	bakterie kwasu mlekowego	powstawanie kwasu mlekowego i octowego
Zmiana pH spowodowana rozkładem protein	laseczki beztlenowe, bakterie z rodzaju <i>Pseudomonas</i>	powstawanie amoniaku
Tworzenie się gazów	bakterie denitryfikujące oraz beztlenowce	powstawanie dwutlenku węgla, azotu, tworzenie bombażu
Zużycie tlenu	organizmy tlenowe	zniekształcenie opakowania

Surowy zakaz nałożony przez Unię Europejską odnośnie prowadzenia testów na zwierzętach oraz podążanie za ideą *cruelty-free*, czyni badania dermatologiczne coraz bardziej atrakcyjnymi, nie tylko ze względów formalnych. Próby płatkowe przeprowadzane są pod kątem właściwości alergizujących i drażniących, pod nadzorem dermatologa. Przed przystąpieniem do testów, każdorazowo sprawdzany jest stan skóry zakwalifikowanego probanta oraz jakościowy skład formułacji. Metodyka badań dermatologicznych dobierana jest w zależności od użycia produktu, miejsca aplikacji, składu oraz grupy docelowej użytkowników [22, 23].

Wykonanie testów konserwacji jest bardzo ważnym elementem informacyjnym dla producenta. Metoda badania skuteczności działania środków konserwujących według normy ISO/WD 11930 podaje metodologię oraz wskazuje na których produktach kosmetycznych test powinien być przeprowadzony, zależnie od ich podatności na zakażenie. Według normy tej istnieją dwa profile skuteczności: Profil A i Profil B, według których ocenia się skuteczność konserwantów. Badanie to przeprowadza się w celu [24]:

- doboru i sprawdzenia skutecznego układu konserwującego na etapie laboratoryjnego opracowania produktu w seriach produkcyjnych,
- dla potwierdzenia braku ujemnego wpływu procesu technologicznego na trwałość konserwantów i skuteczność ich działania,
- dla potwierdzenia stabilności konserwantów w okresie ważności produktu i jego prawidłowego zabezpieczenia podczas magazynowania i użytkowania,
- oceny działania wobec szczepów środowiskowych, stwarzających problemy mikrobiologiczne.

Metodyka badania polega na zakażeniu masy kosmetyku szczepami bakterii oraz obserwacji redukcji drobnoustrojów w czasie [23]. Sprawdzenie, czy zastosowane środki konserwujące spełniają swoją rolę i chronią kosmetyk przed rozwojem niebezpiecznych drobnoustrojów jest istotne w zapewnieniu bezpieczeństwa w trakcie użytkowania produktu. Dodatkowo przeprowadzane jest badanie pod względem czystości mikrobiologicznej oraz badanie stabilności i kompatybilności, które może potwierdzić lub wykluczyć stabilność fizykochemiczną, organoleptyczną i mikrobiologiczną wyrobu oraz jego kompatybilność z docelowym opakowaniem.

### **3.3. BADANIE KOMPATYBILNOŚCI PRODUKTU Z OPAKOWANIEM**

Opakowanie produktu kosmetycznego jest środkiem komunikacji skutecznie wykorzystywanym we wszystkich instrumentach promocji, w szczególności w reklamie i promocji sprzedaży. Ocena kompatybilności masy kosmetycznej z ostatecznym opakowaniem jest jednym z ważniejszych etapów projektowania wyrobu gotowego. Oprócz oczywistego wpływu na atrakcyjność produktu ewentualny brak kompatybilności może również wpływać na bezpieczeństwo konsumenta. Należy zadbać o stabilność kosmetyku poprzez sprawdzenie migracji składników z masy do opakowania oraz z opakowania do masy. Najbardziej bezpiecznym materiałem do zastosowania pod tym kątem jest szkło. Niestety, z uwagi na ciężar, niską odporność w transporcie oraz związane z tym koszty nie jest wykorzystywane powszechnie. Najczęściej w zamian stosowane są tworzywa



szuczne takie jak: PE wysokiej lub niskiej gęstości, PP lub PET – w zależności od rodzaju produktu (tabela 2).

Tabela 2. Przykłady zastosowania tworzyw opakowaniowych w zależności od rodzaju produktu kosmetycznego; na podst. [25]

Table 2. Examples of the use of packaging plastics depending on the type of cosmetic product; based on [25]

Rodzaj produktu	Rodzaj tworzywa
Preparaty detergentowe: mydła w płynie, szampony, emulsje;	PE-HD
Preparaty detergentowe: mydła w płynie, szampony, emulsje (pozbawione EtOH)	PET G
Olejki	PET
Zmywacze do paznokci	PP
Pasty do zębów, kremy do rąk, żele	Laminaty

Najczęstszym powodem braku kompatybilności jest stosowanie przez producentów opakowań dodatków do tworzyw takich jak: napełniacze proszkowe, włókniste, stabilizatory termiczne, stabilizatory promieniowania UV, środki antystatyczne, środki spieniające i barwniki [25]. Podczas testów kompatybilności mogą pojawić się efekty odkształcenia opakowania, utraty koloru masy lub opakowania, korozja metalowych elementów (np. sprężyn stosowanych w pompkach), czy nawet utrata przyczepności etykiety na opakowaniu (przy migracji substancji przez opakowanie). Silny trend w kierunku zmniejszania wpływu na środowisko prowadzi do stosowania coraz bardziej ekologicznych rozwiązań również pod kątem opakowań kosmetyków. Wykorzystuje się rozwiązania pozwalające uzyskać opakowania z materiału recyklingowego lub tzw. opakowania warstwowe, które pozwalają na ograniczenie masy opakowania.

Jeżeli któreś z badań wykaże nieprawidłowości, dział badawczo-rozwojowy stara się ustalić przyczynę i podjąć odpowiednie kroki w celu ich wyeliminowania oraz wprowadza odpowiednie zmiany.

### 3.4. KONSERWANTY W PRODUKTACH KOSMETYCZNYCH ORAZ METODY ICH OZNACZANIA

Większość preparatów kosmetycznych to produkty, które mogą być łatwo degradowane przez mikroorganizmy ze względu na wysoką zawartość wody oraz skład chemiczny oparty głównie na związkach organicznych. Skażenie mikrobiologiczne w kosmetykach stanowi istotne zagrożenie dla zdrowia konsumentów, ponieważ skażone produkty mogą prowadzić do podrażnień lub zakażeń, zwłaszcza gdy są stosowane na uszkodzoną skórę, w okolicach oczu lub u niemowląt. W celu zapobiegania rozwojowi mikroorganizmów w produktach kosmetycznych stosuje się konserwanty, których głównym celem jest hamowanie

rozwoju mikroorganizmów [11]. Jednakże konserwanty mogą też działać toksycznie, drażniaco lub uczulająco i z tego powodu bezpieczeństwo stosowania tych substancji chemicznych jest bardzo często kwestionowane.

Dowody naukowe potwierdzające szkodliwy wpływ niektórych konserwantów na zdrowie konsumentów, doprowadziły do wprowadzania coraz bardziej restrykcyjnych ograniczeń w ich stosowaniu i jednocześnie do stworzenia listy konserwantów, dla których – w pewnych ściśle określonych stężeniach – nie udowodniono działań niepożądanych. Niemniej, negatywne postrzeganie przez opinię publiczną tradycyjnych środków konserwujących, nawet tych dopuszczonych do stosowania, w znacznym stopniu zmieniło sposób, w jaki producenci kosmetyków konserwują swoje produkty.

Do rozdzielania, identyfikacji i oznaczania ilościowego kosmetycznych środków konserwujących tradycyjnie stosuje się chromatografię cieczową (LC), chromatografię cienkowarstwową oraz techniki elektroforetyczne, m.in. elektroforezę kapilarną (CE) i micelną elektrokinetyczną chromatografię kapilarną (MEKC). W literaturze można znaleźć również wiele metod opartych na chromatografii gazowej (GC). Warto podkreślić, iż spośród różnych klas konserwantów kosmetycznych parabeny są związkami, którym poświęcono zdecydowanie najwięcej pracy analitycznej, natomiast w przypadku analizy innych konserwantów liczba dostępnych metod jest bardziej ograniczona. Należy też pamiętać o tym, że złożoność matryc kosmetycznych bardzo często wymaga wieloetapowego przygotowania próbki. Poniżej (tabela 3) zaprezentowane zostały wybrane przykłady takich badań opisywanych w literaturze w latach 2010-2022.

Tabela 3. Przykładowe techniki analityczne stosowane do oznaczania konserwantów w kosmetykach  
Table 3. Examples of analytical techniques used to determine preservatives in cosmetics

Substancja oznaczana	Matryca kosmetyczna	Przygotowanie próbek do analizy	Stosowana technika analityczna	Uzyskane wyniki	Literatura
<b>Metody oznaczeń bazujące na chromatografii cieczowej</b>					
MI, CMI, BzOH, SB, MeP	toniki do twarzy, płyny do płukania ust, pasty do zębów, kremy, balsamy do ciała, żele do golenia, żele pod prysznic, olejki do ciała, spraye do ciała i maseczki do twarzy	UAE w obecności MeOH	HPLC-UV	Odzysk: 69%-119% LOD: 0,06-4,38 µg/mL RSD: 1,30%-5,92%	[26]
TCS	Krem do mycia ciała, nawilżający krem do mycia twarzy i krem do mycia rąk	IT-USA-SI-LLME w obecności iPrOH oraz (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	HPLC-UV	Odzysk: 90,4%-98,5% LOD: 0,09 ng/mL	[27]

				RSD: 0,8%-5,3%	
MeP, EtP, PrP	Kosmetyki bazujące na wodzie	MW-IL-DLLME	HPLC-UV	Odzysk: 68,3%-124,5% LOD: 0,6-1,2 mg/L RSD: 4,9-5,1%	[28]
MeP, EtP, PrP	Preparat z filtrem przeciwsłonecznym, krem do skóry, woda po goleniu	SFVCDME w obecności kwasu dekanowego i Bu <sub>4</sub> NOH	HPLC-UV	Odzysk: 92,2%-108,8% LOD: 0,2-0,5 µg/L RSD: 3,9%-11,9%	[29]
MeP, EtP, PrP, 4-HB, BA	Pasta do zębów, szampon, krem przeciwsłoneczny	USAEME w obecności MeOH oraz buforu	HPLC-UV	Odzysk: 22,6%-102,1% LOD: 0,25-8,30 mg/L RSD ≤9,8%	[30]
MeP, EtP, PrP, BuP	Kremy do ciała, antyperspiranty, kremy z filtrem przeciwsłonecznym	SBSE z elementem sorpcyjnym pokrytym PDMS	UPLC-UV	Odzysk: 17%-99% LOQ: 30-200 ng/mg RSD <5%	[31]
PhEtOH, MPD, PhPrOH, CG, EHG	Kremy nawilżające, kremy z filtrem przeciwsłonecznym, żele, żele do kąpieli	VALLsME	HPLC-UV	Odzysk: 84%-118% LOQ: 0,02-0,06 µg/mL RSD: 3,9%-9,5%	[32]
MI, CMI, BzOH, PS, SB, MeP	Kremy, żele, lotiony, maseczki, tonik do twarzy	UAE w obecności MeOH	HPLC-UV	Odzysk: 69%-119% LOD: 0,15-5,3 µg/mL RSD <4,6%	[33]
MeP, EtP, PrP, BzP, BA, SA	Kremy i lotiony	UAE sonikacja w obecności mieszaniny 60% MeOH + 40% H <sub>2</sub> O (v/v), wirowanie, filtrowanie	HPLC-UV	Odzysk: 86,5%-116,3% LOD: 0,05-1,0 µg/mL RSD <5,0%	[34]
MeP, EtP, PrP, BzP	Preparaty z filtrem przeciwsłonecznym, lotion, kremy	SPME z udziałem włókna pokrytego PEG-DA	HPLC-UV	Odzysk: 90,2%-97,7% LOD: 0,12-0,15 mg/mL RSD: 5,4%-6,9%	[35]
MeP, EtP, PrP, BuP	Szampon, balsam do ciała, żel pod prysznic, krem do twarzy	UAE mieszanie z MeOH, sonikacja, odwirowanie i rozcieńczenie w roztworze SDS	HPLC-micellar mobile phase (SDS)-UV	Odzysk: 92,4%-109,2% LOD: 0,04-0,10 mM RSD <3%	[36]

i-BuP, BuP, BA, SA, DHA, PhEtOH	Balsamy, mleczka i kremy kosmetyczne	UAE rozcieńczenie próbek w MeOH, sonikacja, odwirowanie, filtracja	HPLC-UV	Odzysk: 92,8%-111,9% LOD: 0,20-1,0 µg/mL RSD <4,4%	[37]
MI, CMI	Szampony i odżywki do włosów, balsamy, żele i kremy nawilżające do pielęgnacji skóry	Rozcieńczenie próbek (20% H <sub>2</sub> O w MeOH), mieszanie, odwirowanie, mieszanie z roztworem H <sub>2</sub> O:MeOH (50:50), filtracja	HPLC-MS/MS	Odzysk: 93%-111% LOQ: 0,1 µg/g RSD <7%	[38]
MI, CMI	Szampon, żel do mycia twarzy, maseczka do włosów, mydła w płynie dla dzieci, żele do kąpieli dla dzieci, delikatny szampon dla dzieci, krem do rąk, podkład (fluid) do makijażu, żel do włosów, mleczko do ciała dla dzieci	MSPD	HPLC-MS/MS	Odzysk: >80% (60% for MI) LOD: 0,0066-0,060 µg/g RSD <7%	[39]
MeP, EtP, PrP, BuP	Podkład do makijażu, kremy, szampony, balsamy, preparaty po opalaniu	UAE + SPE rozcieńczenie próbek w H <sub>2</sub> O, sonikacja, odwirowanie. SPE z wykorzystaniem wielościennych nanorurek węglowych	HPLC-CCAD	Odzysk: 82%-104% LOD: 0,5-2,1 mg/L RSD: 3,3%-7,6%	[40]
MeP, EtP, PrP	Szampon do włosów	SPE Faza stała z sorbentu C18, ACN jako eluent	HPLC-ECD	Odzysk: 93,1%-104,4% LOD: 0,01% (w/w) RSD: 2,3%-9,8%	[41]
MeP, EtP, PrP, BuP	Toniki i wody micelarne, wody toaletowe	Rozcieńczanie próbek 40% MeOH: 1000 razy dla HPLC-FD i 10 000 razy dla LC-MS/MS	HPLC-FD dodatkowo LC-MS/MS	Odzysk: 94,9%-99,6% LOD: 0,007-0,014 µg/mL RSD ≤ 2,2%	[42]
MI, CMI, MeP, EtP, PrP, BuP	Pudry do twarzy, perfumowane pudry do ciała,	SPE Wymieniacz jonowy	UHPLC-DAD	Odzysk: 92,33-101,43%	[43]

	chusteczki nawilżane, szampony, mydła w płynie do mycia rąk, żele pod prysznic	w odwróconej fazie HyperSep C8/kwas benzenosulfonowy (HyperSep C8/BSAIE) i sorbenty Sep-Pak C18		LOD, 0,001–0,002 µg/mL, RSD < 6%	
BA, MI, SA, PhEtOH, MeP, EtP, PrP, BuP, IPBC, CF, TCB, TCS	Emulsja, krem, puder, żel, maseczki do twarzy	UAE: Rozcieńczenie próbki ACN, intensywne mieszanie, wirowanie, filtrowanie	wspomagane chemometrycznie (kalibracją drugiego rzędu) HPLC-DAD	Odzysk: 92,2%-110,5% LOD: 9,57 × 10 <sup>-4</sup> -0,33 µg/mL	[44]
IU	Lotion, mydło do ciała, odżywki do włosów	SPE Faza stała z krzemionki związanej z grupami aminopropylowymi, 90% ACN jako eluent	HPLC- DAD	Odzysk: 88,2%-107,5% RSD: 1,03%-6,97%	[45]
<b>Metody oznaczeń bazujące na chromatografii gazowej</b>					
MeP, EtP, PrP, BuP	Płyn do mycia twarzy, krem pielęgnacyjny, krem do golenia, preparaty nawilżające, żel do włosów	UAE Mieszanie wirowe z MeOH, sonikacja, wirowanie; derywatywacja, wstępne zatężanie przy użyciu DLLME	GC-FID dodatkowo GC-PCI-MS	Odzysk: 86,4%-101,4% LOD: 0,029-0,102 µg/mL RSD: 1,12%-6,86%	[46]
MeP, EtP, PrP	Płyn do płukania ust, pasta do zębów, szampon	AALLME	GC-FID	Odzysk: 59%-116% LOD: 0,41-0,62 mg/L RSD <4,9%	[47]
PhEtOH, MeP, EtP, PrP, BuP, iPrP, PhP, iBuP, BzP, IPBC	Preparaty kosmetyczne w formie płynnej i żelowej	MSPD Florasil jako dyspergator, n-heksan i EtAc jako eluenty	GC-FID	Odzysk: 80%-124% RSD 1,8%-12%	[48]
BuP, PrP, EtP, MeP	Perfumy	Rozcieńczenie próbki przy użyciu EtAc	GC-MS	Odzysk: >88% LOD: 0,016-0,502 µg/g RSD: 1,6%-6,5%	[49]
PhEtOH, BRX, MeP, EtP, PrP, BzP, BHA, BHT, TCS,	Szampon, żel pod prysznic, mleczko do ciała, preparat z filtrem przeciwsłonecznym,	MSPD w fiolece	GC-MS	Odzysk: 80%-110% LOD: 0,0053-0,0595 µg/g	[50]

i-PrP, i-BuP	wybrane produkty przeznaczone dla niemowląt			(IPBC 0,150 µg/g) RSD <15%	
MeP, EtP, PrP, BuP, i-PrP, i-BuP, BzP, BRX, BRP, BHA, BHT, TCS, IPBC	Mleczko do ciała, kremy nawilżające, kremy przeciw rozstępom, kremy do rąk, kosmetyki do makijażu, mleczko do opalania, dezodoranty, szampony i mydła w płynie, mydła do rąk	MSPD Florisol jako dyspergator, n-heksan i aceton (1:1) jako eluenty, acetylowanie ekstraktu	GC-MS	Odzysk: >78% LOD: 0,15-11 ng/mL RSD <10%	[51]
BRX, BRP, MeP, EtP, PrP, BzP, i-PrP, i-BuP, BHA, BHT, IPBC, TCS	Kremy i balsamy nawilżające i przeciwzmarszczkowe, kremy do rąk, kremy z filtrem przeciwsłonecznym i po opalaniu, balsamy dla dzieci, produkty do pielęgnacji włosów	PLE Acetylowanie, Florisol jako dyspergator, EtAc jako eluent	GC-MS	Odzysk: 74%-110% LOD: 0,041-1,5 µg/g RSD <10%	[52]
MeP, EtP, PrP, i-PrP, BuP, i-BuP, BHA, BHT	Emulsja kosmetyczna, lotion, krem do ciała	SFE-(HS-SPME) Derywatywacja <i>in situ</i>	GC-MS	Odzysk: 91,2%-161,9% LOD: 0,5-8,3 ng/g RSD < 7,8%	[53]
PhEtOH, BRX, MeP, EtP, PrP, BzP, BHA, BHT, TCS, i-PrP, i-BuP	Szampony, pasty do zębów, żele pod prysznic, mydła w płynie, balsamy nawilżające dla dzieci, mleczka do ciała, kremy przeciwsłoneczne, szminki, błyszczki, dezodoranty, zmywacze do paznokci, kremy regenerujące	Mikro-MSPD	GC-MS oraz GC-MS/MS	Odzysk: 83%-115% LOD: 0,006-0,100 µg <sup>-1</sup> (GC-MS) oraz 0,00050-0,037 µg/g (GC-MS/MS) RSD <10%	[54]
MeBz, EtBz, BuBz, PhBz, PhEtOH, BRX, MeP, EtP, PrP, BzP, BHA, BHT, TCS, i-PrP, i-BuP	Mleczka do ciała, mleczka do ciała dla dzieci, krem nawilżający, dezodoranty, krem do opalania dla dzieci, balsam nawilżający, płyn do demakijażu oczu, mydło w płynie, żel do kąpieli dla dzieci, pasta do zębów, szampon, odżywka do włosów, mleczko do mycia	SPME z udziałem włókna pokrytego DVB/CAR/PD MS	GC-MS/MS	Odzysk >85% LOD: 0,000092% (w/w) (0,00091% (w/w) for Bronidox) RSD <13%	[55]

	twarży, woda po goleniu				
BRX	Szampon, olejek do kąpieli, żel i płyn złączający do twarzy	SPME z udziałem włókna pokrytego PDMS/DVB	GC-ECD	Odzysk $\geq 70\%$ LOD: $2,2 \times 10^{-5}$ (% w/w) RSD $< 10\%$	[56]
MeP, EtP, PrP, i-PrP, BuP	Płyn do płukania ust i krem do rąk	Dyspersyjna mikro-SPE wspomagana rozpuszczalnikiem	GC-PID	Odzysk: 87%-103% LOD: 50-300 ng/L RSD $< 8\%$	[57]
<b>Metody oznaczeń bazujące na elektroforezie kapilarnej (CE) oraz na micelarnej elektrokinetycznej chromatografii kapilarnej (MEKC)</b>					
MeP, EtP, PrP, BuP, SA, BA, SA	Kremy i lotiony	DLLME roztwór trichlorometanu i alkoholu izopropylowego jako czynnik dyspersyjny	HPCE-UV	Odzysk: 71,1%-112,6% LOD: 0,200-0,375 mg/kg RSD: 2,22%-4,89%	[58]
FA, GA	Produkty do pielęgnacji skóry, płyny dla dzieci, pasta do zębów	UAE sonikacja w obecności H <sub>2</sub> O, derywatywacja, wirowanie, filtrowanie	Mini-CE-AD	Odzysk: 94%-105% LOD: 1,64-2,80 ng/mL RSD: 3,5 and 2,1%	[59]
TCS	Pasta do zębów, balsam, płyn do mycia twarzy	UAE w obecności MeOH	NACE-UV	Odzysk: 94,2%-97,7% LOD: 0,075 $\mu\text{g/mL}$	[60]
MeP, EtP, PrP, BzP, i-PrP, i-BuP	Lotiony	Rozcieńczanie próbki w MeOH; kolejne rozcieńczenia w wodzie (1000-krotne).	MEKC	Odzysk: 81,0%-113,6% LOD: 4,32-7,78 nM RSD $< 2,96\%$	[61]
MeP, EtP, PrP, BuP, PhEtOH	Kremy, balsamy na bazie wody, środki nawilżające	Rozcieńczanie próbki w EtOH, wirowanie	MEKC	Odzysk: 84,1%-103,0% LOD: 0,31-1,52 mg/mL RSD $< 4,5\%$	[62]
MeP, EtP, PrP, BuP, SA, SA, BA	Szampony, żele, mydła, perfumy, kremy	UAE w obecności MeOH	MEKC	Odzysk: 89%-115% LOD: 1,10-11,04 $\mu\text{g/mL}$ RSD: 2,4%-16,7%	[63]
MI, SA, TCS, BHA, BHT, MeP, EtP, PrP, BuP, SA, BA	Szampony, żele, mydła, perfumy, kremy, pasty do zębów	UAE w obecności MeOH	MEKC-UV	Odzysk: 90%-115% LOD: 0,91-2,80 $\mu\text{g/mL}$ RSD $< 9\%$	[64]

BHA, BHT, MeP, PrP, BuP	Maseczka do twarzy, krem z filtrem przeciwsłonecznym, płyn do mycia twarzy, żel pod prysznic, dwa rodzaje balsamów nawilżających, dwa olejki do pielęgnacji skóry	UAE w obecności EtOH	MEKC-ED	Odzysk: 86,0%-101,6% LOD: $(1,1-12,0) \times 10^{-7}$ g/mL RSD: 0,9%-7,7%	[65]
<b>Metody oznaczeń oparte na innych technikach analitycznych</b>					
MeP, FG, 2,4-DHBA, SA, GP	Żel oczyszczający, krem na odciski	SPE	FIA-CL	Odzysk: 92,9%-111,9% LOD: 0,052-4,1 $\mu$ M RSD 2,8%-6,8%	[66]
MeP, EtP, PrP, BuP	Pianka do włosów, ręczniki oczyszczające, żele kosmetyczne	Pianka do włosów: LLE z udziałem eteru dietylowego Ręczniki oczyszczające: sonikacja z udziałem ACN; Żele kosmetyczne: sonikacja z udziałem MeOH	FIA-UV	Odzysk: 89,0%-103,3% LOD: 11,2-33,7 $\mu$ M RSD: 0,65%-3,5%	[67]
FA, FAD (DMDM hydantoin, DU, BNPD)	Nie podano	GDME: derywatywacja acetyloacetone m, ekstrakcja, rozcieńczenie H <sub>2</sub> O	UV dodatkowo HPLC-MS/MS	LOD 1,98 mg/kg RSD: 1,8-5,2%	[68]
BA, SA, SA	Szampony, płyny do płukania ust	SPE: faza stała z sorbentu C18, MeOH jako eluent	IC-CD	Odzysk: 92,2%-98,7% LOD: 0,1-0,2 mg/m L RSD: 1,8%-4,9%	[69]

#### 4. ETYKIETA PRODUKTU KOSMETYCZNEGO

Producent jako jednostka odpowiedzialna, jest zobowiązany do podania listy składników użytych w formulacji. Wiąże się to z dokładnym zapoznaniem się z kartami charakterystyk surowców, ponieważ często ich skład nie ogranicza się do jednego komponentu. Wykaz składników powinien być podany na opakowaniu zewnętrznym produktu kosmetycznego według malejących zawartości procentowych. Substancje o stężeniu poniżej 1% mogą być wymieniane w dowolnej, dogodnej dla producenta kolejności. Komponenty, które zostały zas-



tosowane w postaci nanomateriałów, np. filtry UV w formie drobnych cząstek nieorganicznych lub organicznych o rozmiarach  $\leq 100$  nm, które absorbują, odbijają lub rozpraszają promieniowanie słoneczne [70], powinny być wyraźnie oznaczone wyrazem „nano”, podanym w nawiasie po nazwie substancji. Barwniki i pigmenty podawane są zgodnie z oznaczeniem CI (*Colour Index*), a jeżeli produkt wprowadzany jest do obrotu w różnych odcieniach, to oznaczenie może być poprzedzone znakiem „+/-” [71]. Dodatkowo, należy mieć na uwadze alergeny, które w zależności od użytego stężenia kompozycji zapachowej muszą znaleźć się na etykiecie produktu gotowego. Jeżeli w kosmetykach niespłukiwanych zawartość potencjalnego alergenu przekracza 0,001% w kompozycji zapachowej użytej w formulacji, to należy wpisać go w skład produktu. W przypadku kosmetyków spłukiwanych, wartość ta jest wyższa i wynosi 0,01%. Składniki formulacji kosmetycznej na etykiecie nie mogą się powielać, a ich wykaz powinien być poprzedzony słowem „*Ingredients*”.

Oprócz składu kosmetyku, funkcji oraz ostrzeżeń dotyczących jego stosowania, osoba odpowiedzialna ma obowiązek umieszczenia na etykiecie swoich danych, a informacje zawarte na opakowaniu powinny być widoczne i nieusuwalne. W przypadku gdy zawartość kosmetyku przekracza 5 g lub 5 ml, obowiązuje komunikowanie nominalnej zawartości produktu na opakowaniu. Niezbędne jest również umieszczenie numeru partii i daty ważności kosmetyku oraz symbolu otwartego słoiczka (tzw. PAO – *period-after-opening*) w przypadku produktów, których termin przydatności przekracza 30 miesięcy. Jeśli informacje nie mieszczą się na opakowaniu, to konieczne jest dołączenie ulotki i poinformowanie o niej odpowiednim piktogramem [72].

Szczególną uwagę należy zwrócić na tzw. deklaracje marketingowe. Od 1. lipca 2019 roku obowiązują przepisy Dokumentu Technicznego Komisji Europejskiej (załącznik III i IV) w celu opisania dobrych praktyk w stosowaniu Rozporządzenia 655/2013, a także jako narzędzie dla organów kontroli [73]. Należy podkreślić, że najpopularniejszym sposobem potwierdzenia deklaracji marketingowych, odnoszących się do skuteczności produktu kosmetycznego (weryfikacja właściwości), są badania aplikacyjne oraz aparaturowe (instrumentalne). Badania te prowadzone są na grupie ochotników, pod nadzorem lekarza dermatologa i mogą być realizowane jako: (a) subiektywne badania aplikacyjne (w warunkach domowych, zgodnie ze wskazanym sposobem użycia oraz oceną na podstawie kwestionariusza) lub (b) badania aparaturowe (instrumentalne), polegające na pomiarze określonych parametrów skóry. Badania te są metodą oceny rzeczywistego działania produktu kosmetycznego na skórę lub włosy [74]. W szczególności zaawansowane sprzęty, jak np. kamery o wysokiej

rozdzielczości, umożliwiają bezpośrednie badanie powierzchni skóry (podane zostają obiektywne parametry oceny stanu skóry, tzw. SELS<sup>®</sup> – *Surface Evaluation of the Living Skin*), wykorzystywane w licznych innowacyjnych badaniach [75-78].

Odrębną kategorię stanowią produkty kosmetyczne zapewniające ochronę przed promieniowaniem UV. Zgodnie z wytycznymi Komisji Europejskiej kosmetyki przeciwsłoneczne powinny zawierać na etykiecie jedno z czterech sformułowań adekwatnych do stopnia ochrony, mianowicie: „niska ochrona”, „średnia ochrona”, „wysoka ochrona”, „bardzo wysoka ochrona”. Dodatkowo, na etykiecie produktu może też znaleźć się oznakowanie liczbowe w postaci tzw. współczynnika SPF (*Sun Protection Factor*), który określa efektywność ochronną kosmetyku przed promieniowaniem UVB. Niemniej, niezależnie od formy informowania o zakresie ochrony przeciwsłonecznej danego produktu, warunkiem koniecznym przed jego wprowadzeniem na rynek jest przeprowadzenie odpowiednich badań aparaturowych, które pozwolą na szybkie i wiarygodne określenie wartości współczynnika SPF [79].

Poza funkcją informacyjną oraz oczywistym elementem marketingowym etykieta produktu kosmetycznego jest również częścią opakowania, które musi być zgodne z przeznaczeniem produktu. Etykiety papierowe, pomimo atrakcyjnego wyglądu oraz możliwości zastosowania nietypowej faktury wpływającej na odbiór produktu przez klienta, nie sprawdzą się w preparatach wystawionych podczas użytkowania na bardzo dużą wilgotność oraz skrajne temperatury. Dotyczy to w szczególności produktów pod prysznic i do kąpieli. W tym wypadku zalecanym do stosowania materiałem są materiały polimerowe jak folie PP lub PE, w zależności od kształtu opakowania i koniecznej elastyczności etykiety.

## 5. OCENA BEZPIECZEŃSTWA PRODUKTU GOTOWEGO

Przed wprowadzeniem do obrotu kosmetyku, obowiązkiem osoby odpowiedzialnej jest zlecenie oceny bezpieczeństwa produktu, której dokonuje uprawniony *safety assessor*. Specjalista przygotowujący raport bezpieczeństwa musi posiadać wykształcenie wyższe oraz doświadczenie praktyczne w dziedzinie chemii lub pokrewnej dyscyplinie. Ocena gotowych produktów opiera się na bezpieczeństwie poszczególnych składników, a dokładniej na ich budowie chemicznej, profilu toksykologicznym i poziomie narażenia, dlatego niezbędna jest znajomość przepisów prawnych i oceny ryzyka substancji chemicznych [22, 24]. Część „A” raportu bezpieczeństwa obejmuje dane potwierdzające bezpieczeństwo stosowania kosmetyku. Informacje tam zawarte przedstawiają jakościowy i ilościowy skład produktu, właściwości fizykochemiczne oraz mikro-

biologię i stabilność zarówno składników, jak i gotowej formulacji. Ta część raportu zawiera również informacje na temat opakowania, działania i stosowania kosmetyku. Zasadniczym elementem oceny ryzyka jest również określenie narażenia na działanie produktu kosmetycznego, profil toksykologiczny oraz informacje na temat działań niepożądanych. Część „B” raportu zawiera wnioski oraz ostrzeżenia i instrukcje stosowania, które są umieszczone na etykiecie [71].

## 6. REJESTRACJA PRZED WPROWADZENIEM NA RYNEK GOTOWEGO PRODUKTU

Wprowadzanie kosmetyków do obrotu na rynku Unii Europejskiej (w tym w Polsce) reguluje Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady nr 1223/2009/WE z dnia 30. listopada 2009 r. dotyczące produktów kosmetycznych obowiązujące od 11. lipca 2013 roku [13], które zastąpiło przepisy ustawy o kosmetykach (Dz.U.2001 nr 72 poz. 473 ze zm.) i dyrektywy Rady 76/768/EWG ze zm. Rozporządzenie zawiera wymagania prawne odnoszące się do produktów kosmetycznych, w szczególności dotyczące składu, oznakowania, wytwarzania, dokumentacji i bezpieczeństwa produktów kosmetycznych we wszystkich krajach Unii Europejskiej. Produkt wytworzony w danym kraju UE może być wprowadzony do obrotu w każdym innym kraju UE, przy spełnieniu lokalnych wymagań językowych.

Przed wprowadzeniem kosmetyku do obrotu należy zarejestrować go w Portalu Notyfikacji Produktów Kosmetycznych (CPNP – *Cosmetic Products Notification Portal*) [72]. Niezbędne jest też wyznaczenie osoby odpowiedzialnej, która zagwarantuje zgodność produktu z wymogami prawnymi [80]. Ma ona obowiązek podać dane zawierające nazwę i kategorię produktu, w celu umożliwienia jednoznacznej identyfikacji. Konieczne jest również podanie danych osoby odpowiedzialnej, w tym adresu, pod którym jest udostępniana dokumentacja. Dodatkowo, w przypadku eksportu, należy podać kraj pochodzenia oraz państwo członkowskie, w którym kosmetyk ma zostać wprowadzony. Należy również udostępnić ramową recepturę oraz uwzględnić substancje sklasyfikowane jako mutagenne lub rakotwórcze. Obowiązuje również wprowadzenie danych dotyczących oryginalnego oznakowania i fotografii opakowania produktu. Zarejestrowanie kosmetyku w bazie CPNP jest jednoznaczne z dopuszczeniem go do obrotu [71, 81]. Dane zawarte w bazie CPNP są udostępniane wszystkim właściwym organom oraz ośrodkom zatruć lub upoważnionym jednostkom.

## 7. PRODUKCJA

Po pozytywnych wynikach badań oraz zebraniu odpowiedniej dokumentacji,

producent może przejść do etapu produkcji. Zadaniem działu badawczo-rozwojowego jest wprowadzenie formułacji na większą skalę i wdrożenie osób odpowiedzialnych za docelową produkcję w technologię wytwarzania produktu oraz kontrolowanie procesu na każdym etapie. Wykonywane są karty produkcyjne zawierające wskazówki technologiczne, proporcje składników, dokładne warunki wytwarzania oraz ocena produktu końcowego, zawierająca dane o pH, gęstości i partii kosmetyku. Osoba odpowiedzialna za produkcję danej partii, podpisuje się potwierdzając, że kosmetyk został wytworzony zgodnie z określonymi wytycznymi i zasadami GMP. Odpowiednie wyposażenie hali produkcyjnej jest brane pod uwagę już na początkowym etapie projektowania kosmetyku. W zależności od formy i objętości potrzebnej partii produktu, wykorzystywane są mieszadła, mieszalniki czy homogenizatory. Wyprodukowana masa jest następnie konfekcjonowana do odpowiednich opakowań, które kolejno mogą być etykietowane i spakowane w kartony zbiorcze. Wykorzystanie odpowiednio nowoczesnej, jak najbardziej zmechanizowanej produkcji, wpływa na cenę docelowego produktu. By uniknąć błędów i zapewnić bezpieczeństwo, dział kontroli jakości odpowiedzialny jest za nadzór każdego z etapów produkcji.

Oprócz raportu bezpieczeństwa, osoba odpowiedzialna jest zobowiązana do potwierdzenia, że kosmetyk wytwarzany był zgodnie z GMP, a pełna dokumentacja kosmetyku musi być przechowywana przez 10 lat i dostępna pod podanym na etykiecie adresem [80]. Zasady dobrych praktyk produktów kosmetycznych są zestawem procedur kontrolnych i produkcyjnych, zapewniających higienę produkcji i zapobiegających niezgodności jakościowych. Obszary kontroli GMP dotyczą przeszkolenia pracowników w celu zapoznania się z wymogami oraz zapewnienia im odpowiednich umiejętności [71].

## PODZIĘKOWANIE

Izabela Nowak pragnie podziękować Panu Profesorowi Grzegorzowi Schroederowi za przychylność w stworzeniu nowej specjalności na Wydziale Chemii UAM, tj. chemii kosmetycznej. Obecnie nasze laboratorium, dzięki otrzymaniu funduszy z różnych instytucji, m.in. w ramach projektu Biostrateg-II (BIOSTRATEG2/298205/9/NCBR/2016) czy TEAM-NET (Zaawansowane biokompozyty dla gospodarki jutra – BioGNET, POIR.04.04.00-00-1792/18-00), wyposażone jest w najnowocześniejszy sprzęt do badań analitycznych i aplikacyjnych produktów kosmetycznych, a także możliwa była rekrutacja 8 doktorantów wdrożeniowych.

## PIŚMIENICTWO CYTOWANE

- [1] Branża kosmetyczna. Pozycja międzynarodowa polskich producentów w obliczu kryzysu wywołanego przez pandemię COVID-19, Raport Departamentu Analiz Ekonomicznych, Październik 2021; <https://www.wiadomoscikosmetyczne.pl/artykuly/polski-rynek-kosmetyczny-na-tle-swiate-i-euro-py-an,68786/2>
- [2] <https://cosmeticseurope.eu/cosmetics-industry/>
- [3] I. Vaičiūtė, Mokslas-Lietuvos Ateitis / Science-Future of Lithuania, 2021, **13**, nr artykułu: mla.2021.14251, 1-8.
- [4] S. Gluck, Retrieved, 2012, **1**, 17.
- [5] M. Jurzak, A. Goździalska, J. Jaśkiewicz, Stan skóry wykładnikiem stanu zdrowia. Oficyna Wydawnicza AFM, 2012.
- [6] F. Calvo, J.M Gómez, L. Ricardez-Sandoval, O. Alvarez, Chem. Eng. Res. Des., 2020, **161**, 279.
- [7] A. Feliczak-Guzik, K. Jagodzińska, A. Kroma, I. Nowak, Chemik, 2012, **66**, 123.
- [8] <https://biotechnologia.pl/kosmetologia/kosmetyki-profesjonalne-czy-rzeczywiscie-sa-lepsze-od-drogerijnych-i-czy-warto-je-stosowac-na-wlasna-reke-wywiad-z-safety-assessorem-oraz-kosmetologiem-marta-majczyk-swiatek,21220>
- [9] W. Siegert, Int. J. Appl. Sci., 2014, **140**, 1.
- [10] N. Halla, I.P. Fernandes, S.A. Heleno, P. Costa, Z. Boucherit-Otmani, K. Boucherit, A.E. Rodrigues, I.C.F.R. Ferreira, M.F. Barreiro, Molecules, 2018, **23**, 1571.
- [11] K. Jagodzińska, A. Feliczak-Guzik, I. Nowak, „Konserwanty w kosmetykach” w pracy zbiorowej pod redakcją G. Schroedera „Kosmetyki – bioaktywne składniki”, Cursiva, Kostrzyn 2012.
- [12] A. Ainurofiq, A. Maharani, F. Fatonah, F.H.N. Halida, T. Nurrodotiningtyas, Sci. Technol. Indonesia, 2021, **6**, 273.
- [13] <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/> - Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1223/2009 z dn. 30 listopada 2009 r. dotyczące produktów kosmetycznych.
- [14] A. Wawrzyńczak, I. Nowak, „Przeciwutleniacze stosowane w kosmetykach” w pracy zbiorowej pod redakcją G. Schroedera „Kosmetyki – bioaktywne składniki”, Cursiva, Kostrzyn, 2012.
- [15] A. Feliczak-Guzik, K. Jagodzińska, A. Wawrzyńczak, I. Nowak, „Wybrane substancje zapachowe stosowane w kosmetykach” w pracy zbiorowej pod redakcją G. Schroedera „Kosmetyki – chemia dla ciała”, Cursiva, Kostrzyn, 2011.
- [16] M. Wagner, Parfum. Flavor., 2002, **27**, 48.
- [17] P. Kwiatkowski, Ł. Łopusiewicz, M. Kostek, E. Droźłowska, A. Pruss, B. Wojciuk, M. Sienkiewicz, H. Zielińska-Bliźniewska, B. Dołęgowska, Molecules, 2020, **25**, 95.
- [18] P. Nowaczyk, K. Korzekwa, Atlas mikrobiologii kosmetyków. Wydawnictwo Poligraf, Brzezia Łąka k/Wrocławia, 2017.
- [19] M. Garbolińska, Świat Przem. Kosmet., 2010, **2**, 26.
- [20] Z. Sarbak, B. Jachymska, A. Sarbak, Chemia w kosmetyce i kosmetologii, Wydawnictwo MedPharm Polska, Wrocław, 2013.
- [21] J. Płocica, Świat Przem. Kosmet., 2014, **3**, 109.
- [22] B. Dreno, E. Araviiskaia, E. Berardesca, T. Bieber, J. Hawk, M. Sanchez-Viera, P. Wolkenstein, J. Eur. Acad. Dermatol. Venereol., 2014, **28**, 1409.
- [23] <https://hamilton.com.pl/oferta/badania-kosmetykow-i-chemii-gospodarczej/badania-tolerancji-skory/>
- [24] E. Jaworska, Świat Przem. Kosmet., 2010, **2**, 22.
- [25] <https://biotechnologia.pl/kosmetologia/dobor-opakowania-a-stabilnosc-produktu-kosmetycznego,125>

- [26] I. Baranowska, I. Wojciechowska, N. Solarz, E. Krutysza, *J. Chromatogr. Sci.*, 2014, **52**, 88.
- [27] M.-J. Chen, Y.-T. Liu, C.-W. Lin, V.K. Ponnusamy, J.-F. Jen, *Anal. Chim. Acta*, 2013, **767**, 81.
- [28] M.X.C. Cheng, X. Jiang, H. Zhang, *Fine Chem.*, 2011, **28**, 568.
- [29] M. Moradi, Y. Yamini, *J. Chromatogr. A*, 2012, **1229**, 30.
- [30] Y. Yamini, A. Saleh, M. Rezaee, L. Ranjbar, M. Moradi, *J. Liq. Chromatogr. Relat.*, 2012, **35**, 2623.
- [31] L.P. Melo, M.E.C. Queiroz, *J. Sep. Sci.*, 2010, **33**, 1849.
- [32] P. Miralles, I. Vrouvaki, A. Chisvert, A. Salvador, *Talanta*, 2016, **154**, 1.
- [33] I. Baranowska, I. Wojciechowska, *Pol. J. Environ. Stud.*, 2013, **22**, 1609.
- [34] W. Gao, C. Legido-Quigley, *J. Chromatogr. A*, 2011, **1218**, 4307.
- [35] T. Fei, H. Li, M. Ding, M. Ito, J.M. Lin, *J. Sep. Sci.*, 2011, **34**, 1599.
- [36] N. Youngvises, T. Chaida, S. Khonyoung, N. Kuppithayanant, W. Tiyapongpattana, A. Itharat, J. Jakmunee, *Talanta*, 2013, **106**, 350.
- [37] A. Aoyama, T. Doi, T. Tagami, K. Kajimura, *J. Chromatogr. Sci.*, 2014, **52**, 1010.
- [38] J.B. Wittenberg, B.J. Canas, W. Zhou, P.G. Wang, D. Rua, A.J. Krynskiy, *J. Sep. Sci.*, 2015, **38**, 2983.
- [39] G. Alvarez-Rivera, T. Dagnac, M. Lores, C. Garcia-Jares, L. Sanchez-Prado, J.P. Lamas, M. Llompert, *J. Chromatogr. A*, 2012, **1270**, 41.
- [40] I. Márquez-Sillero, E. Aguilera-Herrador, S. Cárdenas, M. Valcárcel, *J. Chromatogr. A*, 2010, **1217**, 1.
- [41] I. Martins, F.C. Carreira, L.S. Canaes, F.A. de Souza Campos Junior, L.M. da Silva Cruz, S. Rath, *Talanta*, 2011, **85**, 1.
- [42] A.Z., Grzeskowiak, J., Werner, M.J. Skowron, B.C. Goslinska, *Anal. Methods*, 2016, **8**, 3903.
- [43] H.M. Ali, I.H. Alsohaimi, M.R. Khan, M. Azam, *Pharmaceuticals*, 2020, **13**, 412.
- [44] W.J. Long, H.L. Wu, T. Wang, M.Y. Dong, R.Q. Yu, *Microchem. J.*, 2021, **162**, 105847.
- [45] T. Doi, A. Takeda, A. Asada, K. Kiyota, T. Tagami, T. Yamano, *Anal. Chim. Acta*, 2022, **1191**, 338891.
- [46] R. Jain, M.K.R. Mudiam, A. Chauhan, R. Ch, R.C. Murthy, H.A. Khan, *Food Chem.*, 2013, **141**, 436.
- [47] M.A. Farajzadeh, E.M. Khosrowshahi, P. Khorram, *J. Sep. Sci.*, 2013, **36**, 3571.
- [48] Y.F. Liu, J.L. Zhang, X.F. Nie, P. Zhang, X.Q. Yan, K.F. Fu, *Acta Chromatogr.*, 2020, **32**, 203.
- [49] L. Sanchez-Prado, M. Llompert, J.P. Lamas, C. Garcia-Jares, M. Lores, *Talanta*, 2011, **85**, 370.
- [50] M. Celeiro, J. Lamas, M. Llompert, C. Garcia-Jares, *Cosmetics*, 2014, **1**, 171.
- [51] L. Sanchez-Prado, G. Alvarez-Rivera, J.P. Lamas, M. Lores, C. Garcia-Jares, M. Llompert, *Anal. Bioanal. Chem.*, 2011, **401**, 3293.
- [52] L. Sanchez-Prado, J.P. Lamas, M. Lores, C. Garcia-Jares, M. Llompert, *Anal. Chem.*, 2010, **82**, 9384.
- [53] T.-J. Yang, F.-J. Tsai, C.-Y. Chen, T.C.-C. Yang, M.-R. Lee, *Anal. Chim. Acta*, 2010, **668**, 188.
- [54] M. Celeiro, E. Guerra, J.P. Lamas, M. Lores, C. Garcia-Jares, M. Llompert, *J. Chromatogr. A*, 2014, **1344**, 1.
- [55] G. Alvarez-Rivera, M. Vila, M. Lores, C. Garcia-Jares, M. Llompert, *J. Chromatogr. A*, 2014, **1339**, 13.
- [56] M. Fernandez-Alvarez, J.P. Lamas, L. Sanchez-Prado, M. Llompert, C. Garcia-Jares, M. Lores, *J. Chromatogr. A*, 2010, **1217**, 6634.
- [57] M. Abbasghorbani, A. Attaran, M. Payehghadr, *J. Sep. Sci.*, 2013, **36**, 311.
- [58] Y. Xue, N. Chen, C. Luo, X. Wang, C. Sun, *Anal. Methods*, 2013, **5**, 2391.
- [59] Y. Li, F. Chen, J. Ge, F. Tong, Z. Deng, F. Shen, Q. Gu, J. Ye, Q. Chu, *Electrophoresis*, 2014, **35**, 419.

- [60] H. Ma, L. Wang, H. Liu, F. Luan, Y. Gao, *Anal. Methods*, 2014, **6**, 4723.
- [61] C.-W. Wu, J.-Y. Lee, C.-C. Hu, T.-C. Chiu, *J. Chin. Chem. Soc.*, 2014, **61**, 453.
- [62] J.Q. Huang, C.C. Hu, T.C. Chiu, *Int. J. Cosmet. Sci.*, 2013, **35**, 346.
- [63] J. Lopez-Gazpio, R. Garcia-Arrona, E. Millan, *Anal. Bioanal. Chem.*, 2014, **406**, 819.
- [64] J. Lopez-Gazpio, R. Garcia-Arrona, E. Millan, *Electrophoresis*, 2015, **36**, 1064.
- [65] J. Wang, D. Zhang, Q. Chu, J. Ye, *Chin. J. Chem.*, 2010, **28**, 313.
- [66] J. Ballesta-Claver, M.C. Valencia, L.F. Capitan-Vallvey, *Luminescence*, 2011, **26**, 44.
- [67] J. Garcia Jimenez, M. Carmen Valencia, L. Capitan-Vallvey, *J. Anal. Chem.*, 2010, **65**, 188.
- [68] P.F. Brandão, R.M. Ramos, J.A. Rodrigues, *Anal. Bioanal. Chem.*, 2018, **410**, 6873.
- [69] K.H. Sid, J. Rafiei, F. Bani, A.R. Khanchi, H. Hoveidi, *Int. J. Environ. Res.*, 2010, **4**, 289.
- [70] A. Wawrzyńczak, A. Feliczak-Guzik, I. Nowak, „Nanosunscreens: from nanoencapsulated to nanosized cosmetic active forms” w pracy zbiorowej pod redakcją A.M. Grumezescu “Nanobiomaterials in Galenic Formulations and Cosmetics”, William Andrew Publishing, Oxford, 2016.
- [71] J. Uchańska, „Wprowadzenie produktów kosmetycznych do obrotu a nowa ustawa o produktach kosmetycznych. Krótki podręcznik dla przedsiębiorców”. Enterprise Europe Network, Izba Przemysłowo-Handlowa w Krakowie, Kraków, 2019.
- [72] <https://webgate.ec.europa.eu/cpn>
- [73] <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/24847>
- [74] A. Feliczak-Guzik, I. Nowak, „Analysis of Cosmetic Products in Biological Matrices” w pracy zbiorowej pod redakcją B. Buszewskiego, I. Baranowskiej „Handbook of Bioanalytics”, Springer Nature Switzerland AG, 2022.
- [75] M. Dąbrowska, I. Nowak, *Materials*, 2021, **14**, 4090
- [76] M. Dąbrowska, I. Nowak, *J. Cosmet. Dermatol.*, 2021, **20**, 1022.
- [77] M. Dąbrowska, A. Mielcarek, I. Nowak, *Skin. Res. Technol.*, 2018, **24**, 614.
- [78] J. Fabrowska, A. Kapuścińska, B. Łęska, K. Feliksik-Skrobich, I. Nowak, *Acta Pol. Pharm.*, 2017, **74**, 633.
- [79] A. Wawrzyńczak, I. Nowak, *Chemik*, 2011, **65**, 655.
- [80] A. Balicka, M. Donejko, E. Rysiak, *Farm. Pol.*, 2014, **70**, 466.
- [81] Polski Związek Przemysłu Kosmetycznego, Wprowadzenie produktów kosmetycznych do obrotu, Przewodnik Polskiego Związku Przemysłu Kosmetycznego. [Kosmetyczni.pl](http://Kosmetyczni.pl), 2019.

Praca wpłynęła do Redakcji 9 czerwca 2022 r.

