

Polskie Towarzystwo Towaroznawcze Oddział Mazowiecki

Komisja Rozwoju i Promocji Osiągnięć Młodych
Naukowców Oddziału PAN w Lublinie

Problemy jakości w badaniach i praktyce

QUALITY ISSUES IN RESEARCH AND PRACTICE

Redakcja naukowa
Anna Małysa i Małgorzata Przybyłek

**PROBLEMY JAKOŚCI
W BADANIACH I PRAKTYCE**

**QUALITY ISSUES IN RESEARCH
AND PRACTICE**

PROBLEMY JAKOŚCI W BADANIACH I PRAKTYCE

QUALITY ISSUES IN RESEARCH AND PRACTICE

pod redakcją
Anny Malysy i Małgorzaty Przybyłek

**POLSKIE TOWARZYSTWO TOWAROZNAWCZE
ODDZIAŁ MAZOWIECKI**

**KOMISJA ROZWOJU I PROMOCJI OSIĄGNIĘĆ MŁODYCH
NAUKOWCÓW ODDZIAŁU PAN W LUBLINIE**

Radom 2024

Redakcja naukowa:

dr hab. inż. Anna Małysa, prof. URad.

dr inż. Małgorzata Przybyłek

Recenzenci:

prof. dr hab. inż. Ryszard Zieliński, Wyższa Szkoła Inżynierii i Zdrowia w Warszawie

dr hab. inż. Wojciech Zmudziński, prof. UEP., Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu

dr hab. Dorota Zielińska, prof. SGGW, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

dr hab. inż. Przemysław Dmowski, prof. UMG, Uniwersytet Morski w Gdyni

dr hab. inż. Daria Wiczorek, prof. UEP., Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu

dr inż. Jerzy Szakiel, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie

dr hab. inż. Małgorzata Zięba, prof. URad., Uniwersytet Radomski

dr inż. Paweł Turek, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie

dr hab. inż. Aleksandra Wilczyńska, prof. UMG, Uniwersytet Morski w Gdyni

dr hab. Joanna Dziadkowiec, prof. UEK, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie

dr hab. inż. Andrea Patelski, Politechnika Łódzka

dr hab. inż. Zofia Nizioł-Łukaszczyńska, prof. WSiIZ, Wyższa Szkoła Informatyki i Zarządzania w Rzeszowie

dr hab. inż. Jacek Grams, prof. PŁ, Politechnika Łódzka

dr hab. inż. Paulina Malinowska, Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu

dr Robert Gajewski, Sieć Badawcza Łukasiewicz - Łódzki Instytut Technologiczny

© Copyright by Polskie Towarzystwo Towaroznawcze
Radom 2024

ISBN 978-83-7789-761-4

Wydawca

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji



Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji
Wydawnictwo Naukowe

26-600 Radom, ul. K. Pułaskiego 6/10, Tel. cent. 48 364 4241

email: instytut@itee.lukasiewicz.gov.pl <http://www.itee.radom.pl>

SPIS TREŚCI

Krzysztof Juś, Mateusz Ścigaj

Fermentacja mlekowa napojów na bazie odpadów chlebowych jako zrównoważona metoda zagospodarowania odpadów z przemysłu spożywczego.....7

Natalia Żak, Millena Ruszkowska, Julia Rutkowska

Wpływ substancji słodzących na cechy ciast kruchych.....21

Katarzyna Pawlak-Lemańska, Damian Grubba

Budowanie świadomości konsumentów a jakość danych żywnościowych w aplikacjach mobilnych.....33

Kinga Wojdyńska, Katarzyna Marchwińska

Zmiany jakości mikrobiologicznej zielonych warzyw liściastych w miarę upływu terminu ważności.....45

Millena Ruszkowska, Filip Kłobukowski, Klara Pyka

Ocena jakości przechowalniczej wybranych soli czarnych.....56

Katarzyna Mucha

Wpływ zanieczyszczeń na jakość roślin leczniczych.....68

Wiktoria Studenna, Daniela Gwiazdowska

„Biotyki” a konsument: nie tylko probiotyki.....80

Anita Bocho-Janiszewska

Wpływ ekstraktów roślinnych jako naturalnych filtrów uv na właściwości promienochronne emulsji kosmetycznych.....95

Ewa Jabłońska, Marta Ogorzałek, Małgorzata Okulska-Bożek,

Patrycja Jędrasiewicz

Zastosowanie olejów roślinnych w nawilżających kremach do twarzy.....103

Katarzyna Kojemska

Ocena stabilności tuszów do makijażu permanentnego o różnych składach.....115

Anna Malysa

Ocena wybranych właściwości użytkowych maseczek do twarzy zawierających sproszkowaną wąkrotę azjatycką.....127

Katarzyna Michocka, Klaudia Cybichowska, Zuzanna Romel

Ocena jakości pomadek do ust.....138

Małgorzata Okulska-Bożek, Ewa Jabłońska, Emilia Klimaszewska, Wiktoria Golińska

Maseczki oczyszczające zawierające małe oraz wielkocząsteczkowe składniki aktywne pochodzenia roślinnego.....149

Artur Seweryn

Analiza jakościowa preparatów do mycia rąk w formie pianki zawierających polimeryczne, anionowe pochodne alkilopoliglukozydów.....165

Martyna Fabiszak, Agata Sut, Katarzyna Wybieralska

Analiza składu mineralnego i mikrobiologicznego wód wodociągowych i filtrowanych oraz preferencje konsumentów.....179

Jan Żarłok

Wpływ rodzaju wykończenia powierzchni na właściwości higieniczne skór.....191

Małgorzata Przybyłek

Postawy pracowników wobec potrzeby stosowania środków ochrony indywidualnej w branży chemicznej.....204

FERMENTACJA MLEKOWA NAPOJÓW NA BAZIE ODPADÓW CHLEBOWYCH JAKO ZRÓWNOWAŻONA METODA ZAGOSPODAROWANIA ODPADÓW Z PRZEMYSŁU SPOŻYWCZEGO

Krzysztof Juś, Mateusz Ścigaj

Wstęp

Według danych literaturowych przewiduje się wzrost populacji ludności do poziomu ok. 10 miliarda w ciągu kolejnych 30 lat, co będzie związane ze zwiększonym zapotrzebowaniem w szczególności na produkty żywnościowe [18]. Celem zapewniania odpowiedniego bezpieczeństwa żywnościowego konieczne jest wdrożenie intensyfikacji działań produkcyjnych w sektorze rolno – spożywczym [9]. W konsekwencji od dłuższego czasu rosną obawy o przyszłą kondycję środowiska naturalnego zważywszy na fakt, że sektor rolno-spożywczy w dużym stopniu przyczynia się do jego zanieczyszczenia i degradacji [14,28]. Niestety, pomimo coraz większej świadomości społecznej, wciąż obserwować można wzmożone zjawisko nadmiernej konsumpcji, zwłaszcza w przypadku żywności, czego efektem jest m.in. generowanie nadmiernej ilości odpadów [27]. Według szacunków Organizacji Narodów Zjednoczonych ds. Wyżywienia i Rolnictwa (FAO) na całym świecie marnowana jest około jedna trzecia wyprodukowanej żywności [6], której wartość może kształtować się na poziomie ok. 1 biliona USD rocznie [24]. Głównym miejscem marnotrawstwa żywności są gospodarstwa domowe, w których generowane jest ok. 60% odpadów żywnościowych [24], natomiast ok. 14% wyprodukowanej żywności marnowana jest jeszcze zanim trafi do obrotu detalicznego [21]. Do jednej z najczęściej marnowanej grupy produktowej należy zaliczyć różnego rodzaju pieczywo, w tym w szczególności chleb, którego roczna produkcja sięga powyżej 100 milionów ton rocznie na całym świecie [5]. Wysoka nadprodukcja oraz ograniczony okres przydatności do spożycia powoduje, że w całym łańcuchu dostaw ilość marnowanego chleba wynosi ok. 10% (ok. 900 tys. ton) całkowitej produkcji w skali globalnej [15]. Biorąc pod uwagę skalę problemu oczywistym jest zatem, że poszukiwane są różnego rodzaju rozwiązania mające na celu zmniejszenie negatywnego wpływu produkcji żywności, wliczając w to odpowiednie zagospodarowanie wygenerowanych odpadów żywnościowych.

1. Zrównoważone podejście do gospodarki odpadami

1.1. Zrównoważona produkcja

Dynamika zmian zachodzących w gospodarce, coraz bardziej wymagający rynek jak również zwiększająca się świadomość środowiskowa powodują, że producenci z sektora rolno-spożywczego podejmują różne działania celem sprostania aktualnym wymaganiom otoczenia społeczno – gospodarczego [8]. Jednym z do-

minujących na świecie (zwłaszcza w krajach Unii Europejskiej) rozwiązań problemu, związanym z negatywnym wpływem działalności produkcyjnej na środowisko naturalne jest koncepcja zrównoważonego rozwoju, wliczając w to aspekty zrównoważonej produkcji [4]. Koncepcja ta zakłada między innymi prowadzenie działalności produkcyjnej, w tym produkcji żywności, w taki sposób, by zaspokajała obecne i przyszłe zapotrzebowanie produktowe. Kładzie też nacisk na społeczną i środowiskową odpowiedzialność [23]. Pomiary postępów w zakresie zrównoważenia produkcji prowadzone są w oparciu o różne wskaźniki społeczno-ekonomiczno-środowiskowe, które obejmują m. in. analizę powstających odpadów czy efekty wprowadzania na rynek eko-produktów [14]. Na przestrzeni lat wprowadzono i stale rozwijano szereg narzędzi, takich jak Lean Manufacturing czy środowiskowa analiza cyklu życia (LCA), które ułatwiają realizację i monitorowanie zrównoważonych celów działań produkcyjnych. Do ważnych elementów zrównoważonej produkcji należy zaliczyć także odpowiednie projektowanie produktu (nastawione m. in. na naturalne procesy i recykling) jak również odpowiednie zagospodarowanie i ponowne wykorzystanie powstałych odpadów [3]. W koncepcję zrównoważonej produkcji bardzo dobrze wpisuje się tak zwane podejście zero waste, ściśle związane z gospodarką cyrkularną [19]. Idea zero waste zwraca uwagę na zmniejszenie ilości odpadów oraz ponowne ich wykorzystanie w dalszym procesie produkcji, co w znacznym stopniu może przyczynić się do minimalizacji odpadów i tworzenia cyklu zamkniętego w gospodarce i produkcji [13].

1.2. Fermentacja mlekowa w zagospodarowaniu odpadów żywnościowych

Fermentacja należy do jednych z najstarszych, naturalnych procesów biotechnologicznych wykorzystywanych w produkcji żywności od początków rozwoju cywilizacyjnego [1]. W przypadku zagospodarowania odpadów żywnościowych procesy fermentacyjne, w tym fermentacja mlekowa, wykorzystywane są głównie do otrzymywania m.in. energii odnawialnej, dodatków do żywności i żywności funkcjonalnej [7]. Biorąc pod uwagę procesy fermentacyjne do zagospodarowania odpadów piekarniczych, wiele opracowań odnosi się m.in. do przemysłowego otrzymywania kwasu mlekowego [2] czy produkcji bioetanolu i biometanu [17]. Interesujący przykład wykorzystania odpadów piekarniczych w produkcji żywności został opisany przez Immonen i in. (2020), którzy określili potencjał szczepów bakteryjnych *Pediococcus claussenii* E-032355T oraz *Weissella confusa* A16 do przekształcenia odpadu w wzbogaconą w egzopolisacharydy zawieszinę chlebową przeznaczoną do produkcji wypieków [10]. Niewiele jest jednak opracowań związanych z projektowaniem nowych produktów żywnościowych bazujących na odpadach piekarniczych, co podkreśla duży potencjał takiego rozwiązania w innowacyjnym podejściu do gospodarki odpadami.

Zastosowanie fermentacji w produkcji żywności ma na celu przede wszystkim nadanie produktom charakterystycznych cech organoleptycznych, przedłużenie ich trwałości oraz wzbogacenie ich składu o substancje biologicznie czynne [12]. Bak-

terie kwasu mlekowego odgrywają ważną rolę w produkcji żywności fermentowanej głównie ze względu na potencjalne właściwości probiotyczne. Mikroorganizmy o cechach probiotycznych wywierają pozytywny wpływ na zdrowie między innymi dzięki wytwarzaniu substancji biologicznie czynnych (takich jak kwasy organiczne, bakteriocyny, diacetyl) czy konkurencji z mikrobiotą patogenną w układzie pokarmowym. [26]. Do produkcji niemlecznych fermentowanych napojów najczęściej są wykorzystywane: kapusta, burak ćwikłowy, pomidor, ogórek czy marchew [30] jak również różnego rodzaju surowce zbożowe (głównie pszenica, żyto i kukurydza) [25].

Celem niniejszego opracowania było określenie potencjału dwóch szczepów bakterii fermentacji mlekowej do otrzymania fermentowanych napojów na bazie odpadu chlebowego, wykazujących potencjalne właściwości probiotyczne.

2. Materiały i metodyka

2.1. Materiały

2.1.1. Odpad chlebowy

Do przygotowania napojów fermentowanych jako bazę zastosowano niewykorzystane części pieczywa (chleba) pszenno-żytniego, pozyskanego z lokalnej piekarni. Zebrane części chleba suszono a następnie rozdrabniano i przechowywano w suchym miejscu w temperaturze pokojowej (20 - 22°C).

2.1.2. Bakterie fermentacji mlekowej

Kultury starterowe, wykorzystane do inokulacji przygotowanych napojów chlebowych, stanowiły dwa szczepy bakterii fermentacji mlekowej: *Lactocaseibacillus paracasei* KJ001 i *Lactiplantibacillus plantarum* KJ 002, pochodzące z kolekcji własnej Katedry Przyrodniczych Podstaw Jakości Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu. Przed każdym zastosowaniem bakterie fermentacji mlekowej namnażano na płynnej pożywce MRS (de Man, Rogosa i Sharpe, BioMaxima, Polska) przez 24-48h w temperaturze 30°C do osiągnięcia odpowiedniej gęstości optycznej (ok. 10 w skali McFarlanda).

2.1.3. Mikroorganizmy wskaźnikowe

Aktywność antybakteryjną przygotowanych napojów chlebowych określono wobec czterech mikroorganizmów wskaźnikowych: *Micrococcus luteus* ATCC 4698, *Staphylococcus saprophyticus* ATCC 49453, *Escherichia coli* ATCC 25922 oraz *Pseudomonas fluorescens* ATCC 13525, pochodzących z American Type Culture Collection (ATCC). Mikroorganizmy wskaźnikowe do badań namnażano na płynnym bulionie odżywczym (Nutrient Broth, BioMaxima, Polska) w przypadku *S. saprophyticus*, *E. coli* i *P. fluorescens* oraz płynnym podłożu TSB (Trypticasein Soy Broth, BioMaxima, Polska) w przypadku *M. luteus*. Bakterie hodowa-

no przez 24 h w temperaturze 30 lub 37°C w zależności od szczepu, zgodnie z informacjami zamieszczonymi przez ATCC.

2.2. Metodyka

2.2.1. Przygotowanie fermentowanych napojów chlebowych

W celu przygotowania fermentowanych napojów chlebowych na początku odważono 10 g odpadu z chleba pszenno – żytniego (wysuszonego i zmielonego) do sterylnych butelek typu Simax o pojemności 250 cm³ (wyjałowionych w autoklawie w temp. 121°C przez 27 minut) a następnie dodano 200 cm³ przegotowanej wody (temperatura ok. 95 - 100°C). Tak przygotowane próbki pozostawiano na 24h celem zmiękczenia odpadu chlebowego i eliminacji mikrobioty towarzyszącej, potencjalnie obecnej na materiale piekarniczym. Po 24 godzinach napoje przenoszono do komory laminarnej i dodawano glukozę (w ilości 5 g) dla zwiększenia składników odżywczych dla kultur starterowych. W kolejnym kroku przygotowane napoje zaszczepiano hodowlami bakterii fermentacji mlekowej (*L. paracasei* i *L. plantarum*) o gęstości inokulatu rzędu 10¹⁰ jtk/cm³ w proporcji 2 cm³ inokulatu na 100 cm³ napoju chlebowego. Zaszczepione napoje inkubowano w temperaturze 30°C przez 8, 12, 24 i 48 godzin, w celu określenia optymalnego czasu fermentacji. Wszystkie warianty napojów (w zależności od szczepu bakterii kwasu mlekowego jak i czasu inkubacji) przygotowywano oddzielnie, w trzech równoległych powtórzeniach.

2.2.2. Analiza jakości mikrobiologicznej fermentowanych napojów chlebowych

Do oznaczenia jakości mikrobiologicznej fermentowanych napojów chlebowych zastosowano tradycyjną metodę posiewów mikrobiologicznych Kocha. Po wyznaczonym czasie fermentacji z napojów wykonano szereg rozcieńczeń dziesiętnych w jałowej soli fizjologicznej, po czym wysiewano 1 cm³ zawiesiny na jałowe płytki Petriego o średnicy 90 mm i zalewano odpowiednim podłożem. Posiewy mikrobiologiczne przeprowadzono w trzech kierunkach: w kierunku ogólnej liczby bakterii fermentacji mlekowej (LAB) (z zastosowaniem podłoża agarowego MRS, BioMaxima, Polska), ogólnej liczby drożdży i pleśni (z zastosowaniem agarowego podłoża Sabouraud Dexstrose z chloramfenikolem, BioMaxima, Polska) oraz w kierunku obecności bakterii *E. coli* (z zastosowaniem agarowego podłoża TBX, BioMaxima, Polska). Płytki z wykonanymi posiewami inkubowano w temperaturze 30 lub 37°C, w zależności od kierunku oznaczenia, przez 24 – 48h (dla posiewów bakteryjnych) lub 5 – 7 dni (dla posiewów w kierunku ogólnej liczby drożdży i pleśni). Wyrosłe kolonie drobnoustrojów zliczano przy użyciu licznika kolonii (Scan100, Interscience) a otrzymane wyniki przedstawiono jako log jtk/cm³ fermentowanego napoju chlebowego.

2.2.3. Analiza pH fermentowanych napojów chlebowych

Analizę pH badanych napojów przeprowadzono z wykorzystaniem pH-metru Orion Star A111 (Thermo Scientific). Po każdym założonym czasie fermentacji przygotowane napoje doprowadzono do temperatury pokojowej (ok. 20-22°C), następnie mieszano i umieszczano elektrodę pH - metru w celu przeprowadzenia pomiaru. Dla zapewnienia dokładności przeprowadzonych analiz pomiary wykonano trzykrotnie dla każdej przygotowanej próbki fermentowanych napojów.

2.2.4. Określenie aktywności antybakteryjnej fermentowanych napojów chlebowych

Do określenia właściwości przeciwdrobnoustrojowych fermentowanych napojów chlebowych wykorzystano metodę dwukrotnych rozcieńczeń bazując na metodzie opisanej przez Kaczmarka i in. (2021) [11]. Próbki napojów chlebowych z każdej godziny fermentacji odwirowano z osadu w wirówce laboratoryjnej Eppendorf® Centrifuge 5804R (10 000 rpm/min, 10 min.) celem zapewnienia odpowiedniej klarowności roztworu. Następnie z próbek napojów wykonano serię dwukrotnych rozcieńczeń na 96-dółkowych płytkach titracyjnych w stosunku 80:80 μ l z podłożem MH (Mueller Hinton Broth, BioMaxima, Polska) w przypadku *S. saprophyticus*, *E. coli* i *P. fluorescens* oraz z podłożem MH z 10%-towym dodatkiem podłoża TSB w przypadku *M. luteus*. Następnie do mikroplatek dodawano 80 μ l inokulatu mikroorganizmów wskaźnikowych (przygotowanych ze świeżych hodowli na podłożu bulionowym o gęstości zawiesiny 0,5 w skali McFarlanda), finalnie otrzymując liczebność bakterii rzędu 10^5 jtk/cm³. Zaszczepione płytki inkubowano przez 24h w temperaturze 30 lub 37°C w zależności od rodzaju mikroorganizmu wskaźnikowego. Pomiary gęstości optycznej przygotowanych hodowli przeprowadzono z wykorzystaniem czytnika mikroplatek EPOCH2 (BioTek) stosując długości fali 600 nm. Wszystkie oznaczenia przygotowano w trzech równoległych powtórzeniach. Właściwości antybakteryjne fermentowanych napojów analizowano dla zakresu stężeń 6,25 – 50%. Procentowe zahamowanie wzrostu mikroorganizmów wskaźnikowych obliczano z wykorzystaniem wzoru opisanego przez Marchwińską i in. (2023) [16].

2.2.5. Analiza statystyczna

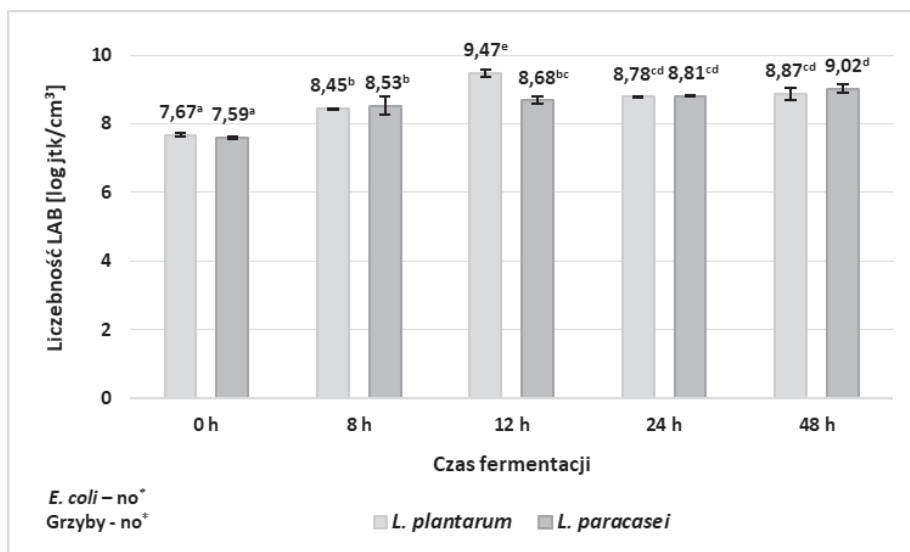
Wszystkie wyniki z przeprowadzonych analiz przedstawiono jako średnią arytmetyczną (\pm odchylenie standardowe). W przypadku wyników otrzymanych z oznaczeń jakości mikrobiologicznej oraz wartości pH przygotowanych fermentowanych napojów chlebowych przeprowadzono dodatkowo jednoczynnikową analizę wariancji (ANOVA) korzystając z testu Tukeya (dla poziomu istotności $p < 0,05$). Analizy statystyczne wykonano z zastosowaniem programów Microsoft Excel® i IBM SPSS Statistics 29 (PS IMAGO PRO 9.0).

3. Wyniki

3.1. Jakość mikrobiologiczna fermentowanych napojów chlebowych

Jakość mikrobiologiczną przygotowanych fermentowanych napojów chlebowych zweryfikowano poprzez analizę posiewów mikrobiologicznych, wykonanych w trzech kierunkach, obserwując zmiany zachodzące w różnym czasie fermentacji. Poprawność procesu fermentacji napojów chlebowych określono na podstawie posiewów w kierunku ogólnej liczby bakterii mlekowych, natomiast posiewy w kierunku ogólnej liczby grzybów jak również obecności *E. coli* wykonano w celu określenia czystości i stabilności mikrobiologicznej napojów w trakcie procesu fermentacji. Wyniki otrzymane z przeprowadzonych analiz przedstawiono na rysunku 1.

Analizując ogólną liczbę bakterii fermentacji mlekowej w przygotowanych napojach można zauważyć, że już po 8 h inkubacji liczebność LAB kształtowała się na poziomie rzędu 10^8 jtk/ml co wskazuje na prawidłowy proces fermentacji. Istotnie najwyższą liczebność bakterii fermentacji mlekowej ($9,47 \log \text{ jtk/cm}^3$) odnotowano dla napoju chlebowego inokulowanego *L. plantarum* po 12 h fermentacji. W przypadku napojów inokulowanych *L. paracasei* taki rząd wielkości LAB ($9,02 \log \text{ jtk/cm}^3$) obserwowano dopiero po 48 h fermentacji. Warto zauważyć, że w poszczególnych godzinach fermentacji (z wyjątkiem 12 h) nie obserwowano istotnych różnic w liczbie bakterii fermentacji w zależności od użytego szczepu bakteriynego do inokulacji napojów. We wszystkich badanych wariantach fermentowanych napojów chlebowych nie odnotowano wzrostu grzybów (zarówno drożdży jak i grzybów strzępkowych) jak i nie stwierdzono obecności bakterii *E. coli* (brak wyrosłych kolonii na podłożu TBX). Wyniki te świadczą o stabilności mikrobiologicznej przygotowanych napojów w trakcie procesu fermentacji.



Rys. 1. Jakość mikrobiologiczna napojów na bazie odpadu z przemysłu piekarniczego fermentowanych szczepami bakterii *L. plantarum* i *L. paracasei*.

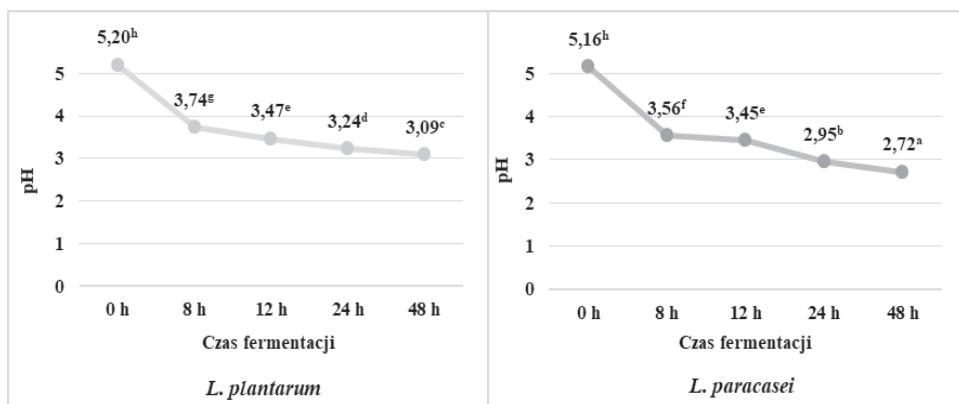
*Średnie oznaczone różnymi literami (a - e) różnią się istotnie przy $p < 0,05$

*no – nieobecne w badanych próbkach

(opracowanie własne na podstawie wyników badań)

3.2. Wartość pH fermentowanych napojów chlebowych

Analiza pH stanowiła kolejny wyróżnik jakościowy, określający potencjał bakterii fermentacji mlekowej do fermentacji napojów na bazie odpadu chlebowego. Spadek pH napojów w trakcie fermentacji świadczy o prawidłowym przebiegu procesu jak również, przy odpowiednich wartościach, może stanowić barierę dla rozwoju mikroflory niepożądaną zapewniając tym samym stabilność mikrobiologiczną produktu. Na podstawie otrzymanych wyników można zauważyć, że wartości pH przygotowanych napojów chlebowych istotnie zmniejszały się wraz z wydłużaniem czasu fermentacji osiągając wartości poniżej 4 już po 8 h (Rys. 2). Najniższe wartości pH w przypadku obu wariantów badanych napojów odnotowano po 48 h fermentacji, które wynosiły 3,09 i 2,72 kolejno dla napojów chlebowych fermentowanych z wykorzystaniem szczepu *L. plantarum* i *L. paracasei*. Analizując otrzymane rezultaty można również zaobserwować różnice pomiędzy wykorzystanymi szczepami LAB w zdolności do zakwaszania napojów. Fermentowane napoje chlebowe otrzymane z wykorzystaniem szczepu *L. paracasei* cechowały się istotnie niższymi wartościami pH (z wyjątkiem wariantu po 12 h fermentacji) w porównaniu do napojów zaszczepionych szczepem *L. plantarum*, osiągając wartości poniżej 3 po 24 i 48 h.

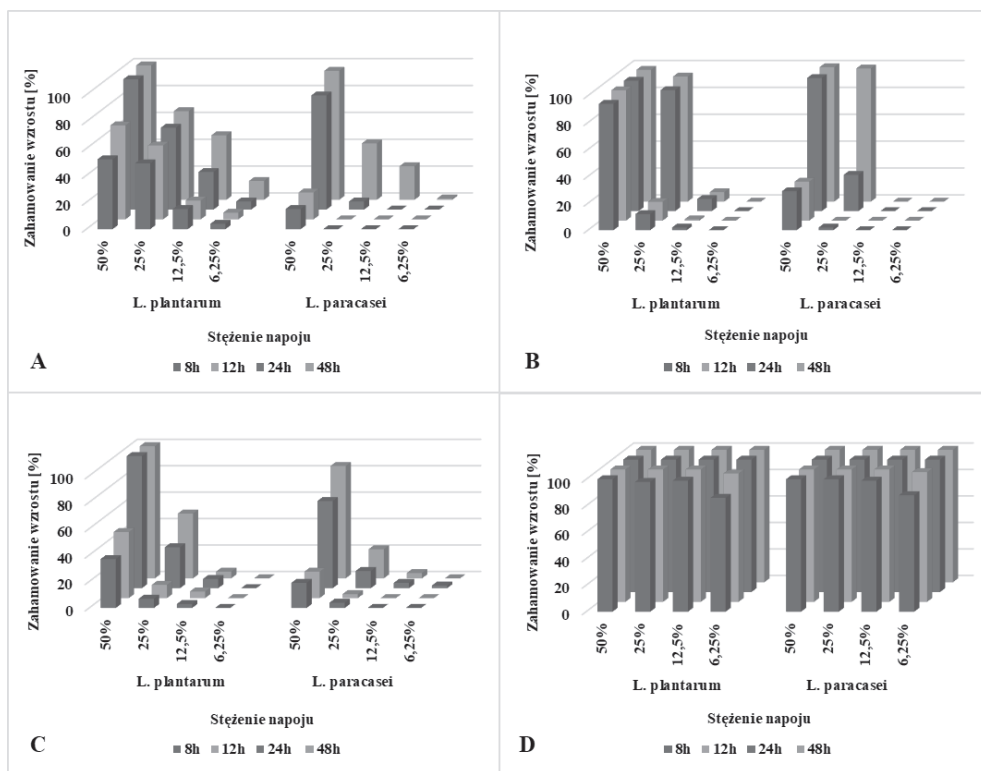


Rys. 2. Wartości pH napojów na bazie odpadu z przemysłu piekarniczego fermentowanych szczepami bakterii *L. plantarum* i *L. paracasei*.

* Średnie oznaczoneymi różnymi literami (a - h) różnią się istotnie przy $p < 0,05$ (opracowanie własne na podstawie wyników badań)

3.3. Aktywność przeciwdrobnoustrojowa fermentowanych napojów chlebowych

Ostatnim analizowanym czynnikiem określającym potencjał bakterii fermentacji mlekowej do fermentacji napojów na bazie odpadu chlebowego były właściwości przeciwdrobnoustrojowe. Analiza aktywności antibakteryjnej badanych fermentowanych napojów chlebowych była istotna pod kątem wykazania ich potencjalnych właściwości probiotycznych. Badanie przeprowadzono względem czterech mikroorganizmów wskaźnikowych zarówno z grupy bakterii gramodatnich (*S. saprophyticus* i *M. luteus*) jak i bakterii gramujemnych (*E. coli* i *P. fluorescens*) w czterech zakresach stężeń napojów (6,25, 12,5, 25 oraz 50%). Uzyskane rezultaty z przeprowadzonych analiz przedstawiono na Rys. 3.



Rys. 3. Aktywność przeciwdrobnoustrojowa napojów na bazie odpadu z przemysłu piekarniczego fermentowanych szczepami bakterii *L. plantarum* i *L. paracasei* względem wybranych mikroorganizmów wskaźnikowych: *E. coli* (A), *P. fluorescens* (B), *S. saprophyticus* (C) i *M. luteus* (D). RSD $\leq 5\%$ (opracowanie własne na podstawie wyników badań)

Na podstawie otrzymanych wyników można stwierdzić, że aktywność przeciwdrobnoustrojowa badanych napojów chlebowych uzależniona była w głównej mierze od czasu inkubacji jak i stężenia napoju. Znaczące, ponad 85 %-towe zahamowanie wzrostu wszystkich mikroorganizmów wskaźnikowych obserwowano już po 24 h fermentacji przy 50%-towym stężeniu napojów. Wyjątek stanowił wariant napoju chlebowego fermentowanego szczepem *L. paracasei* w przypadku *S. saprophyticus*, gdzie po 24h przy takim stężeniu napoju zahamowanie wzrostu gronkowca wyniosło 66%. Najwyższą wrażliwość na działanie fermentowanych napojów chlebowych wykazał *M. luteus*, którego zahamowanie wzrostu na poziomie powyżej 80% odnotowano już po 8 h fermentacji przy najniższych stężeniach napojów (6,25%). Najmniej wrażliwe na wpływ badanych napojów chlebowych okazały się bakterie *P. fluorescens* i *S. saprophyticus*, oraz *E. coli* w przypadku napojów inokulowanych *L. paracasei*, dla których odnotowano niewielki lub brak

zahamowania wzrostu przy niższych stężeniach napojów (w szczególności w stężeniu 12,5 i 6,25%). Warto podkreślić, że napoje chlebowe inokulowane *L. plantarum* cechowały się wyższą aktywnością antybakteryjną w stosunku do mikroorganizmów wskaźnikowych, hamując ich wzrost w większym zakresie przy niższych stężeniach i po krótszym czasie fermentacji.

Podsumowanie

Niniejsza praca przedstawia próbę określenia możliwości wykorzystania fermentacji mlekowej (przy zastosowaniu szczepów bakterii *L. paracasei* KJ001 i *L. plantarum* KJ002) do opracowania innowacyjnych napojów na bazie odpadów z przemysłu piekarniczego. Otrzymane wyniki badań wskazują, że odpad piekarniczy w postaci chleba pszenno-żytniego, może stanowić bazę do otrzymania napojów poprzez fermentację mlekową. O prawidłowym przebiegu procesu fermentacji świadczyła wysoka liczebność bakterii fermentacji mlekowej rzędu $10^8 - 10^9$ jtk/cm³ oraz niskie wartości pH napojów (poniżej 4) po odpowiednim czasie inkubacji. Dodatkowo, w przygotowanych wariantach fermentowanych napojów chlebowych nie stwierdzono wzrostu grzybów (drożdży i grzybów strzępkowych) oraz bakterii *E. coli* co jest cenną informacją biorąc pod uwagę czystość oraz stabilność mikrobiologiczną napojów. Porównywalne wyniki można znaleźć w dostępnych doniesieniach naukowych. Przykładowo, Sigüenza-Andrés i in. (2024) stwierdzili liczebność bakterii fermentacji mlekowej rzędu $>10^8$ jtk/cm³ dla napojów na bazie mąki z odpadów chlebowych fermentowanych z wykorzystaniem komercyjnego starteru Nu-trish® LGG® [22]. Z kolei Zamfir i in. w przypadku napojów otrzymanych z otrębów pszenney fermentowanych szczepami *L. plantarum* (BR9 i P3) oraz *L. acidophilus* IBB801 określili wartość pH w finalnych produktach na poziomie poniżej 3,5, co jest porównywalne do wyników otrzymanych w niniejszej pracy [29]. Oba wspomniane opracowania zwracają również uwagę, że niskie pH otrzymanych napojów zapewnia odpowiednią stabilność mikrobiologiczną tego typu produktów [22,29]. Bardzo interesujące i zarazem istotne rezultaty odnotowano dla badań związanych z właściwościami przeciwdrobnoustrojowymi przygotowanych fermentowanych napojów chlebowych. Aktywność antagonistyczna badanych napojów była zauważalna dla wszystkich przygotowanych wariantów, przy czym czas fermentacji, stężenie napoju jak i sama wrażliwość mikroorganizmów wskaźnikowych miały istotny wpływ na ten parametr. Po odpowiednim czasie fermentacji (głównie 24 i 48h) i przy wybranych stężeniach napojów (25 i 50%) zahamowanie wzrostu bakterii wskaźnikowych przekraczało 80%. Uzyskane wyniki w zakresie właściwości przeciwdrobnoustrojowych wskazują na wysoki potencjał wykorzystanych bakterii kwasu mlekowego do otrzymywania produktów fermentowanych na bazie odpadu chlebowego o potencjale probiotycznym. Przeprowadzone analizy dają podstawy do prowadzenia dalszych badań w zakresie wykorzystania odpadów chlebowych do otrzymania fermentowanych napojów o

cechach funkcjonalnych, w celu dalszego rozwoju produktu. Zaproponowane rozwiązanie zagospodarowania odpadu piekarniczego wpisuje się w ideę zrównoważonej produkcji i może stanowić cenny wkład w wiedzę na temat zarządzania odpadami żywnościowymi.

Zrównoważona produkcja, zwłaszcza w obszarze produkcji żywności, stanowi jeden z głównych celów zrównoważonego rozwoju. Aby sprostać obecnym wyzwaniom i celom zrównoważonego rozwoju producenci żywności coraz częściej wykorzystują nowatorskie, proekologiczne podejścia przy projektowaniu produktów. Jako jedno z ciekawszych i zarazem cennych rozwiązań należy wymienić zastosowanie procesów fermentacyjnych do ponownego przetworzenia odpadów z przemysłu spożywczego w celu opracowania nowych produktów. W prezentowanej pracy podjęto próbę zaprojektowania innowacyjnych napojów fermentowanych bazujących na odpadach chlebowych z zastosowaniem bakterii fermentacji mlekowej. Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że odpady chlebowe mogą stanowić bazę do zaprojektowania nowych fermentowanych napojów o potencjalnych właściwościach probiotycznych. Opracowane napoje, przy odpowiednich warunkach fermentacji, cechowały się wysoką jakością mikrobiologiczną, niskim pH jak również wykazywały aktywność antibakteryjną wobec wybranych mikroorganizmów wskaźnikowych. Przeprowadzone badania wskazują na wysoki potencjał fermentowanych produktów typu zero waste w kształtowaniu zrównoważonych postaw w produkcji żywności jak również wnoszą cenne informacje w rozwój zarządzania odpadami żywnościowymi.

Słowa kluczowe: zarządzanie odpadami, zrównoważona produkcja, innowacyjne napoje fermentowane, odpady chlebowe, zero waste, fermentacja mlekowa

LACTIC FERMENTATION OF BEVERAGES BASED ON BREAD WASTE AS A SUSTAINABLE METHOD OF WASTE MANAGEMENT FROM THE FOOD INDUSTRY

Sustainable production, especially in the area of food production, is one of the main goals of sustainable development. In order to meet current challenges and sustainable development goals, food producers are increasingly using innovative, pro-ecological approaches to product design. One of the most interesting and valuable solutions is the use of fermentation processes to reprocess waste from the food industry in order to develop new products. In the presented work, an attempt was made to design innovative fermented beverages based on bread waste using lactic acid bacteria. Obtained results showed that bread waste may constitute a basis for design new fermented beverages with potential probiotic properties. The prepared beverages, under appropriate fermentation conditions, were characterized by high microbiological quality, low pH and good antibacterial activity. The conducted research indicates the high potential of fermented zero-waste products in promoting sustainable attitudes in food production and contributing valuable information to the development of food waste management.

Keywords: waste management, sustainable production, innovative fermented beverages, bread waste, zero waste, lactic acid fermentation

Bibliografia

1. Admassie, M., A review on food fermentation and the biotechnology of lactic acid bacteria. *World Journal of Food Science and Technology*, 2018, 2(1), 19-24. <https://doi.org/10.11648/j.wjfst.20180201.13>
2. Cox, R., Narisetty, V., Nagarajan, S., Agrawal, D., Ranade, V. V., Salonitis, K., ... i Kumar, V., High-Level fermentative production of Lactic acid from bread waste under Non-sterile conditions with a circular biorefining approach and zero waste discharge. *Fuel*, 2022, 313, 122976. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2021.122976>
3. Czaplicka-Kolarz, K., Kruczek, M., & Burchart-Korol, D., Koncepcja efektywności w zrównoważonym zarządzaniu produkcją, *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej*, 2013, Organizacja i Zarządzanie, 65, 59-71
4. Drelichowski L., Społeczeństwo informacyjne a kształtowanie rozwoju zrównoważonego, „Promocje”, 2001, nr 2, 10 -13
5. Dymchenko A., Geršl M. i Gregor T., Trends in bread waste utilisation, *Trends in Food Science & Technology*, 2023, 132, 93-102. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2023.01.004>
6. FAO. Food Wastage Footprint: Impacts on Natural Resources; Summary report; FAO: Rome, Italy, 2013; ISBN 9251077525
7. Faria, D. J., Carvalho, A. P. A. D., i Conte-Junior, C. A., Valorization of fermented food wastes and byproducts: Bioactive and valuable compounds, bioproduct synthesis, and applications, *Fermentation*, 2023, 9(10), 920. <https://doi.org/10.3390/fermentation9100920>
8. Florek-Paszowska, A., i Cymanow, P., Zrównoważona produkcja elementem determinującym wzrost wartości przedsiębiorstwa–analiza przy pomocy metody AHP/ANP, *Zeszyty naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego*, 2013, 786, 21-31.
9. Fukase, E., i Martin, W., Economic growth, convergence, and world food demand and supply, *World Development*, 2020, 132, 104954. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.104954>
10. Immonen, M., Maina, N. H., Wang, Y., Coda, R., i Katina, K., Waste bread recycling as a baking ingredient by tailored lactic acid fermentation, *International Journal of Food Microbiology*, 2020, 327, 108652. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2020.108652>
11. Kaczmarek, D. K., Gwiazdowska, D., Juś, K., Klejdysz, T., Wojcieszak, M., Materna, K., i Pernak, J., Glycine betaine based ionic liquids and their influence on bacteria, fungi, insects and plants. *New Journal of Chemistry*, 2021, 45(14), 6344-6355. <https://doi.org/10.1039/D1NJ00498K>

12. Korbutowicz T., Żywność funkcjonalna w Unii Europejskiej — pojęcie, wymagania i rozwój rynku. *Ekonomia — Wrocław Economic Review*, 2017, 23/4, 151 - 157
13. Kowacka, E., i Malik, K., Koncepcja „zero odpadów” jako element społecznej odpowiedzialności biznesu, *Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej. Organizacja i Zarządzanie*, 2013, (60), 43-53.
14. Krajnc, D., i Glavič, P., Indicators of sustainable production. *Clean technologies and environmental policy*, 2003, 5, 279-288.
15. Kumar, V., Brancoli, P., Narisetty, V., Wallace, S., Charalampopoulos, D., Dubey, B. K., ... i Taherzadeh, M. J., Bread waste—A potential feedstock for sustainable circular biorefineries, *Bioresource technology*, 2023, 369, 1 - 13. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2022.128449>
16. Marchwińska, K., Gwiazdowska, D., Juś, K., Gluzińska, P., Gwiazdowska, J., & Pawlak-Lemańska, K., Innovative Functional Lactic Acid Bacteria Fermented Oat Beverages with the Addition of Fruit Extracts and Lyophilisates, *Applied Sciences*, 2023, 13(23), 12707. <https://doi.org/10.3390/app132312707>
17. Narisetty, V.; Nagarajan, S.; Gadkari, S.; Ranade, V.V.; Zhang, J.; Patchigolla, K.; Bhatnagar, A.; Kumar Awasthi, M.; Pandey, A.; Kumar, V. Process Optimization for Recycling of Bread Waste into Bioethanol and Biomethane: A Circular Economy Approach. *Energy Convers. Manag.* 2022, 266, 115784. DOI: 10.1039/D1SE00575H
18. Pawlak, K., Kołodziejczak, M., The role of agriculture in ensuring food security in developing countries: Considerations in the context of the problem of sustainable food production, *Sustainability*, 2020, 12(13), 5488. <https://doi.org/10.3390/su12135488>
19. Pienkowski, D., i Kosmicki, E., Funkcja produkcji gospodarki zamkniętego obiegu, *Ekonomia i Środowisko*, 2016, 2 (57), 10 - 22.
20. Ratajczak, K., Piotrowska-Cyplik, A., Metabolity bakterii kwasu mlekowego i ich zastosowanie w przemyśle. *Postępy Mikrobiologii*, 2017, 56(4), s. 416 - 421.
21. Santos, N., Borgomeo, E., Haralampieva, V., Baumann, L., Investing in food loss and waste - What's in it for development banks, *FAO*, 2022, Rome. <https://doi.org/10.4060/cc0310en>.
22. Sigüenza-Andrés, T., Mateo, J., Rodríguez-Nogales, J. M., Gómez, M., i Caro, I., Characterization of a Fermented Beverage from Discarded Bread Flour Using Two Commercial Probiotics Starters, *Foods*, 2024, 13(6), 951. <https://doi.org/10.3390/foods13060951>
23. Sikorska D., Firlej K., Wielewska I., Jeleń B., Rola i miejsce zrównoważonego rozwoju w działalności polskich przedsiębiorstw, *Politechnika Białostocka, Centrum Zrównoważonego Rozwoju i Zarządzania Środowiskiem*. 2005, s. 263 – 269.

24. UNEP, Food Waste Index Report 2024. Think Eat Save: Tracking Progress to Halve Global Food Waste, 2024 <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/45230> [dostęp: sierpień 2024]
25. Vijaya Kumar, B., Vijayendra, S.V.N. i Reddy, O.V.S., Trends in dairy and non-dairy probiotic products - a review, *J Food Sci Technol.*, 2015, 52, 6112–6124 <https://doi.org/10.1007/s13197-015-1795-2>
26. Vilela, A., Cosme, F., i Inês, A., Wine and non-dairy fermented beverages: A novel source of pro-and prebiotics, *Fermentation*, 2020, 6(4), 113. <https://doi.org/10.3390/fermentation6040113>
27. Wróbel M., Konsumpcjonizm a etyczna konsumpcja jako alternatywne formy kształtowania społeczeństw. *Studia i Materiały Polskiego Stowarzyszenia Zarządzania Wiedzą*, 2011, nr 51, s. 104
28. Wünsche, J.F., Fernqvist, F., The Potential of Blockchain Technology in the Transition towards Sustainable Food Systems, *Sustainability* 2022, 14, 7739. <https://doi.org/10.3390/su14137739>
29. Zamfir, M., Angelescu, I. R., Voaides, C., Cornea, C. P., Boiu-Sicuia, O., i Grosu-Tudor, S. S., Non-dairy fermented beverages produced with functional lactic acid bacteria, *Microorganisms*, 2022, 10(12), 2314. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10122314>
30. Zaręba, D., & Ziarno, M., Alternatywne probiotyczne napoje warzywne i owocowe, *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, 2011, 2(44), 160-168.

Autorzy:

dr inż. Krzysztof Juś, – Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu, Instytut Nauk o Jakości, Katedra Przyrodniczych Podstaw Jakości, email: krzysztof.jus@ue.poznan.pl

inż. Mateusz Ścigaj, – Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu, Instytut Nauk o Jakości, Katedra Przyrodniczych Podstaw Jakości, Studenckie Koło Naukowe Inventum email: maticsigaj@gmail.com

WPLYW SUBSTANCJI SŁODZĄCYCH NA CECHY CIAST KRUCHYCH

Natalia Żak, Millena Ruszkowska, Julia Rutkowska

Wstęp

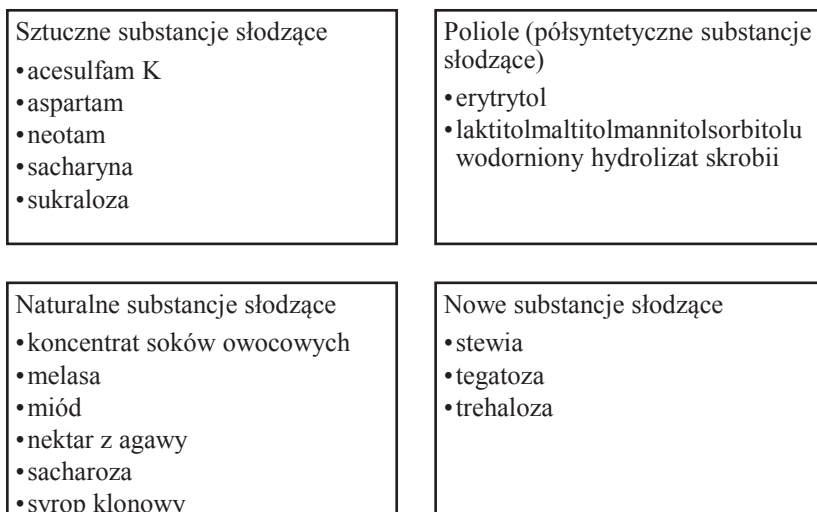
Jakość produktów zależy od receptury oraz składników wykorzystanych w procesach produkcyjnych. Dodatkowo rynek produktów spożywczych posiada jeszcze wiele luk, które czekają na wypełnienie a dzisiejszy rozwój technologii pozwala na produkcję wielu gam towarów. Wraz z rozwojem technologii produkcji, tradycyjne receptury zaczęto modyfikować pod kątem obecności składników, które są drogie, niedostępne bądź mniej pożądane przez konsumentów. Takim przykładem jest produkcja wyrobów, które posiadają mniejszą kaloryczność, posiadają składniki alergiczne (np. orzechy, soja) czy też dla osób ze specjalistyczną dietą (celiakia, bez białka krowiego). Zaobserwowano również dodatki składników innowacyjnych, niedostępnych na niektórych rynkach krajowych np. superfoods. Jednym z przykładów superfoods jest miód w proszku. Posiada on walory zdrowotne miodu naturalnego, ale jego oddziaływanie na jakość produktu spożywczego nie jest do końca poznane i jasno określone.

W związku z powyższym celem niniejszej pracy była ocena wpływu substancji słodzących (miodu w proszku, miodu oraz erytrytolu) na ocenę sensoryczną ciasta kruchego. Dodatkowym aspektem wykonania niniejszej pracy był brak literatury w aspekcie oceny wykorzystania miodu w proszku w produktach spożywczych.

1. Substancje słodzące

Wykorzystanie cukru w przemyśle spożywczym jest w ostatnich latach poddawane dyskusji, ze względu na aspekty zdrowotne, ale również koszty produkcji. Ciągłe poszukiwanie bezkalorycznego odpowiednika sacharozy doprowadziło do wykorzystania szerokiej gamy niskokalorycznych substancji słodzących. Wartość energetyczna sacharozy wynosi 405 kcal/g, poliole (półsyntetyczne substancje słodzące) mają niższą od sacharozy wartość energetyczną $< 2,4$ kcal/g, zaś sztuczne słodziki są prawie całkowicie bezkaloryczne ze względu na niskie dawki ich stosowania np. aspartam 5kcal/g [13].

Wykorzystanie substancji słodzących w produkcji wyrobów spożywczych jest zależne od wielu czynników, przede wszystkim: właściwości odżywczych, właściwości technologicznych oraz ceny wykorzystanych substancji. Producenci również dobierają substancje słodzące pod kątem preferencji konsumentów oraz stopnia zaspokojenia smaku słodkiego. Klasyfikacja substancji słodzących została przedstawiona na rysunku 1. [1, 13].



Rys. 1. Klasyfikacja substancji słodzących [13].

Samo wykorzystanie substancji słodzących innych niż naturalne budzi wiele kontrowersji, ponieważ przypisuje się im potencjalne działanie mutagenne, ale również są odpowiedzialne za dolegliwości żołądkowe, ryzyko osteoporozy oraz inne [20]. Bardziej szczegółowy opis substancji słodzących zawarto w poniżej.

1.1. Charakterystyka miodu wielokwiatowego

Miód oznacza naturalnie słodką substancję produkowaną przez pszczoły z gątku *Apis mellifera* z nektaru roślin lub wydzielin żywych części roślin, albo wydzielin owadów wysysających żywe części roślin, zbieranych przez pszczoły, przetwarzanych przez łączenie specyficznych substancji z pszczół, składanych, odwodnionych, gromadzonych i pozostawionych w plastrach miodu [12].

Jest to jeden z najważniejszych bioproduktów, który charakteryzuje się wysoką wartością odżywczą, która wynosi aż 330 kcal na 100 g [2,17].

Posiada on około 80% cukru, natomiast nie należy porównywać go do popularnej sacharozy [5].

Dodatkowo miód jest uważany za żywność, która ma właściwości antybakteryjne i antywirusowe. Jakość miodu zależy od pyłku kwiatów, z których pszczoły zbierają nektar, warunków klimatycznych, w których rosną rośliny oraz warunków przechowywania i przetwarzania produktu. Warto zwrócić uwagę na otoczenie w jakim owady zbierają nektar. Zanieczyszczone środowisko zbiorów może doprowadzić do szkodliwych właściwości produktu końcowego. Taki miód może zawierać antybiotyki, pestycydy i metale ciężkie. Dlatego monitorowanie parametrów jakości miodu ma ogromne znaczenie dla zdrowia konsumentów [18].

Miód wielokwiatowy, jak wskazuje nazwa produkowany jest z wielu rodzajów roślin, kwiatów. Zupełnie inaczej niż w przypadku miodu faceliwego lub malinowego. W celu sprecyzowania przynależności odmianowej płynnego produktu, dokonują się oceny z jakiego gatunku pyłku najczęściej jest w danej partii. W trakcie badań mikroskopowych laboranci nazywają gatunek pyłku i liczą jego ziarna, aby przypisać ich zawartość procentową w danej próbce. Normy określają, ile musi być danego pyłku, by miód nazwać na przykład lipowym [18]. Obróbka przemysłowa miodów podczas ekstrakcji i przechowywania ma wpływ na jakość miodu. Jednym z najczęściej stosowanych procesów w przemyśle spożywczym jest obróbka termiczna, która przeprowadzona w niewłaściwy sposób prowadzi do zmian we właściwościach fizykochemicznych i przeciwutleniających miodu [22].

Skład miodu również uwarunkowany jest miejscem lub regionem jego produkcji. Należy również wziąć pod uwagę, iż ten produkt o jednakowych właściwościach może posiadać inny smak, ponieważ pochodzi z innej lokalizacji tworzenia. Przykładowo, miód pochodzący z województwa pomorskiego będzie miał inne parametry niż ten z miejscowości znajdującej się na Śląsku. Potwierdzają to liczne badania wykonane na całym świecie [21].

Miód ma wyjątkowo przyjemny i słodki smak. Warto zaznaczyć, iż to nie jest jego jedyna zaleta. Ten produkt posiada również działanie prozdrowotne i pozytywnie oddziałuje na organizm człowieka w sposób odżywczy. Znajduje zastosowanie w między innymi medycynie i farmakologii. Najważniejszą cechą miodu można powiedzieć, że jest wzmacnianie układu odpornościowego. Dlatego w opinii publicznej przyjęło się, picie herbaty z miodem podczas infekcji [6].

Dodatkowo należy wspomnieć o wpływie na metabolizm komórkowy, niszczeniu bakterii typu gram-dodatnie i gram-ujemne, działaniu detoksykującym, przeciwutleniającym, przeciwzapalnym, przeciwproliferacyjnym [6].

Istnieją dowody na działanie przeciwnowotworowe. Wynikać to może z wpływu na wytwarzanie czynników wzrostu oraz indukcji mechanizmu apoptozy w nieprawidłowych komórkach. Spowodowane jest to dużą ilością związków fenolowych takich jak: kwasy fenolowe, kwas kawowy, kwas benzoesowy, kwas galusowy, jak również flawonoidy (kwercytyna, katechyna czy kampeferol) [6].

Aktywność przeciwwirusowa miodów jest zależna od odmiany. Udowodniono, że miód Manuka oraz odmiany miodu takie jak: spadziowy, gryczany i akacjowy mają silne właściwości przeciwwirusowe wobec wirusa grypy [4].

Aktywność przeciwbakteryjną miodu przypisuje się zarówno czynnikom fizycznym, kwasowości i osmolarności, jak i czynnikom chemicznym, nadtlenkowi wodoru, substancjom lotnym, woskowi pszczelemu, nektarowi, pyłkowi kwiatowemu i propolisowi [16, 21].

1.2. Miód w proszku

Miód w proszku w swoim składzie nie posiada sztucznych dodatków oraz jego smak jest zbliżony do oryginalnego produktu wytwarzanego przez pszczoły. Potocznie tę substancję można znaleźć pod nazwą miód stały [10].

Produkt w proszku, który można znaleźć na półkach sklepowych składa się z 50% z miodu a pozostałość stanowi maltodekstryna. Jej zadaniem jest wspomaganie procesu suszenia poprzez zmniejszenie niepożądanych reakcji związanych z przemianami fazowymi cukrów prostych, które mogą doprowadzić do pozostawienia produktu w płynnej konsystencji nawet przy niewielkiej ilości wody. Maltodekstryna posiada wysoki indeks glikemiczny wynoszący około 85 – 105. Naukowcy z Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego postanowili wytworzyć nowy produkt, który będzie posiadał większą zawartość czystego miodu. Opracowany miód w proszku posiada proporcje 80 do 20% nośnika, jakim jest nutrioza (błonnik pszeniczny). Nośnik ten ma udowodnione właściwości wspomagające układ pokarmowy [8]. Produkcja miodu w proszku jest problematyczna, ze względu na wysoką zawartość cukrów a w szczególności prostych. Ich obecność sprawia problem w doprowadzeniu płynnego miodu do postaci proszku. Cukry proste obniżają temperaturę przemiany szklistej, co prowadzi do uzyskania produktów w stanie gumowym. Jest to jedna z postaci stanu amorficznego, która uniemożliwia procedurę suszenia [7]. W zależności od składu wilgotności i temperatury, ciała stałe można spotkać w dwóch postaciach. Pierwsza z nich, tak zwana amorficzna jest bezpostaciowa, metastabilna, w której cząsteczki rozmieszczone są nieregularnie w nieuporządkowany sposób. Stan krystaliczny stanowi odwrotność do poprzedniej postaci. Mianowicie w tym przypadku można zaobserwować uporządkowane cząsteczki. W kwestii miodu w proszku należy zwrócić uwagę na postać nieuporządkowanych cząsteczek. Stan amorficzny zawiera matrycę, która może występować jako szklista (szkoło) lub gumowata (guma) [7]. Naukowcy z SGGW postanowili zmierzyć się z trudnym problemem, wysokiej zawartości cukrów prostych w miodzie oraz wypadkową tego faktu, czyli tak zwaną niską temperaturą przemiany szklistej. Jest to nic innego jak moment przejścia ze stanu płynnego 8 lub plastycznego w stan szklisty. W trakcie przemiany, zamiast proszku wytwarza się odwodniony syrop. Naukowcy z SGGW przeprowadzili proces z zastosowaniem osuszonego powietrza w czasie suszenia rozpyłowego co spowodowała obniżenie temperatury materiału podczas procesu z 80°C do 50°C. Ten zabieg umożliwił równocześnie zmniejszenie ilości nośnika. Użyta metoda jest zdecydowanie bardziej wydajna od tradycyjnej. Podczas standardowej procedury można stracić niekiedy połowę proszku. W momencie zastosowania powietrza osuszonego udaje się otrzymać nawet 80% wydajności. Dodatkowo niższa temperatura suszenia umożliwia większe zachowanie związków termolabilnych [8].

Miód w proszku może być wykorzystany jako słodzik i aromat do produktów piekarniczych (ciast księżycowych i chleba), mięsnych, mlecznych i zimnych napojów, lodów. Nadaje się również do żywności dla niemowląt, zewnętrznych produktów do pielęgnacji skóry, zdrowej żywności, przypraw, suchych mieszanek, sosu sojowego, napojów itp. [10].

1.3. Erytrytol

Erytrytol zalicza się do rodziny alkoholi cukrowych zwanych również jako poliole, które produkowane są w wyniku procesów hydrolizy grupy ketonowej lub aldehydowej w różnych węglowodanach. Został odkryty w 1852 roku. Erytrytol występuje powszechnie w przyrodzie i stwierdzono, że występuje naturalnie w kilku produktach spożywczych np. w winie, piwie, melonie, gruszcze, winogronach i sosie sojowym na poziomie do 0,13% [11].

Poliole można znaleźć naturalnie w warzywach i owocach, takich jak: grzyby i winogrona oraz w sfermentowanej żywności, przykładowo w sosie sojowy. Najważniejszymi właściwościami tych alkoholi cukrowych są ich słodki smak i niewielka ilość kalorii w połączeniu z tym, że nie są one kariogenne. Wśród alkoholi cukrowych erytrytol odgrywa wyjątkowo ważną funkcję. Złożony jest tylko z czterech atomów węgla i dlatego ma najmniejszą masę cząsteczkową ze wszystkich alkoholi cukrowych, co wiąże się z różnymi właściwościami chemicznymi i fizycznymi [11]. Omawiany słodzik jest 60-80% od cukru. Posiada zero kalorii na gram. Z tego powodu wielu konsumentów używa erytrytolu w celu zmniejszenia kalorii w swoich posiłkach. Erytrytol występuje w wielu niskokalorycznych lodach, napojach i batonach proteinowych. Produkowany jest w wyniku fermentacji skrobi kukurydzianej lub pszennej, która tworzy krystaliczny produkt podobny do cukru [9].

Przeprowadzone badania, które miały zweryfikować toksyczność erytrytolu i wykazały, iż badana substancja jest pod tym względem niegroźna dla człowieka. Drugim aspektem jakiego należy się przyjrzeć jest trawienie erytrytolu. Poliole są w stanie spowodować problemy trawienne. Ciało człowieka pod względem chemicznym obchodzi się z polioli w odmienny sposób. Można powiedzieć, że przechodzą przez układ trawienny organizmu ludzkiego prosto do jelita grubego. Na tym etapie zostają poddane fermentacji przez bakterie, co może prowadzić do wydzielania gazów. Spożywanie wysokich dawek polioli może powodować gazy, wzdęcia i ogólny dyskomfort [17]. Erytrytol wykorzystywany jest głównie w celu zastąpienia cukru. Dlatego można go znaleźć w przemyśle spożywczym. Jego symbol to E 968. Używany jest dla osób chcących schudnąć, ale i dla diabetyków. Jego inne zadania to między innymi: jest substancją wypełniającą, wzmacniającą smak, występuje jako zagęszczacz przykładowo w: produkcji deserów, dżemów, galaretek, marmolad, produktów zbożowych, owoców kandyzowanych bez cukru,

wyrobów cukierniczych, wyrobów czekoladowych, gotowych sosów, musztard, gum do żucia, dietetycznych środków spożywczych oraz suplementów diety [3].

2. Metodyka badawcza

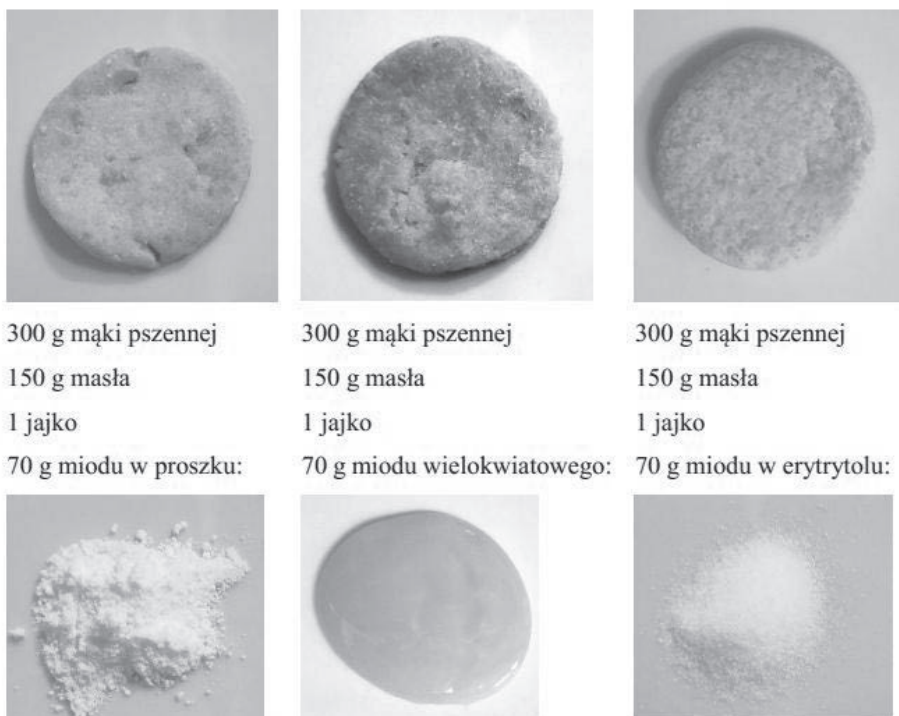
W celu oceny wpływu substancji słodzącej na ciasto kruche, przygotowano w warunkach laboratoryjnych ciastka kruche z odpowiednim dodatkiem substancji słodzącej. Badanie polegało na dokonaniu oceny organoleptycznej przez grupę konsumentów. Zastosowano metodą pomiaru sondażowego bezpośredniego (PAPI). Badanie PAPI ma charakter interaktywny. Oznacza to, iż są realizowane w bezpośredniej, interpersonalnej sytuacji komunikacyjnej przy czynnym udziale osoby przeprowadzającej badanie, która odczytuje oceniającemu pytania kwestionariusza, a następnie zaznacza wybrane przez niego odpowiedzi (Boguszewski, Hipsz, 2012). Grupa oceniających była dobrana w sposób celowy. W badaniach wzięło udział 20 osób. Zespół oceniających składał się z osób przeszkolonych wg wymagań normy [15].

Każdy oceniający miał za zadanie dokonać oceny organoleptycznej trzech ciastek. Ich zadaniem było określenie w sposób subiektywny, własne odczucia o każdej próbce. Oceniający charakteryzowali następujące parametry: barwę; zapach; smakowitość; konsystencję; kruchość; przełom; powierzchnię.

Ocena organoleptyczna wytworzonych produktów (Rys. 2) była przeprowadzona w dwóch turach. Pierwsza partia wytworzonych wariantów ciastek kruchych była oceniana po 24 h po wypieczeniu. Drugą ocenę organoleptyczną produktów przeprowadzono po dwóch tygodniach przechowywania produktów. Produkty wytworzono według poniższej receptury:

- 300 g mąki pszennej (krupczatkę);
- 150 g masła, zimnego;
- 70 g substancji słodzącej;
- 1 jajko (rozmiar M).

Podaną recepturę wytworzono trzykrotnie, a każda z nich różniła się jedynie składnikiem nadającym słodki smak. Powstały trzy blachy ciasteczek kruchych o średnicy 5 cm oraz wysokości 5 mm. Każdy składnik, podczas przygotowywania był ważony na wadze z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku. Produkty zostały wypieczone w warunkach laboratoryjnych, w temperaturze 180°C. Czas wypieku wynosił 12 minut na jedną stronę i 5 minut na drugą. Po przeprowadzeniu pierwszej tury badań - oceny sensorycznej, próbki umieszczono w woreczkach polietylenowych. Zapakowane produkty, przez dwa tygodnie, były przechowywane w stałych warunkach klimatycznych. Znajdowały się w lodówce, w której temperatura wynosiła 5°C, natomiast wilgotność była utrzymywana na poziomie 90%.



Rys. 2. Przedstawienie ciastek kruchych wyprodukowanych w trzech wariantach substancji słodzących [opracowanie własne].

3. Wyniki badań

Badaniom były poddane trzy partie ciastek kruchych, które zostały oceniane przez grupę konsumentów. Produkty różniły się wyłącznie rodzajem substancji słodzącej dodanej w recepturze ciastek kruchych. Różnica umożliwiła zauważenie interesujących zależności jakie zaistniały między produktami. Oceniający byli zgodni i dzięki nim jasno można zauważyć powiązania między właściwościami ciastek kruchych, a wykorzystaną substancją słodzącą. Interesującą stroną badania było określenie wpływu przechowywania na jakość ocenianych ciastek kruchych zaznaczonych w tabeli 1 jako ocena A (ciasta świeże) i B (ciastka przechowywane). Podczas oceny sensorycznej nie stwierdzono znacznej rozbieżności w ocenach sensorycznych w porównaniu z produktem świeżym. Każdy wytworzony wariant ocenianych ciastek kruchych po procesie przechowywania uzyskał niższą ocenę wyróżników sensorycznych, w niezależny sposób od substancji słodzącej. Natomiast nie zaobserwowano oznak psucia się produktów, jak w przypadku badań przeprowadzonych przez zespół Szczepańskiego, które polegało na określeniu

stopnia psucia się ciast kruchych w czasie ich przechowywania. Zaobserwowano wtedy sensoryczne oznaki wzrostu kwasowości w badanym cieście [19].

Wyniki badań oceny sensorycznej ciast zaprezentowano w Tabeli 1.

Tab. 1. Ocena sensoryczna ciastek kruchych słodzonych miodem w proszku, miodem wielokwiatowym erytrytolem [badania własne] (Styl Tabela)

deskryptor		miód w proszku	miód wielokwiatowy	erytrytol
Barwa	A	4,50	4,55	4,0
	B	4,45	4,45	4,45
Zapach	A	4,45	4,40	3,90
	B	4,35	4,15	4,35
Smakowitość	A	3,80	4,55	2,65
	B	3,20	3,75	3,20
Konsystencja	A	3,95	4,50	3,40
	B	3,15	3,80	3,15
Kruchość	A	4,20	4,25	3,65
	B	3,60	3,45	3,60
Przełom	A	4,25	4,25	4,0
	B	4,30	4,20	4,30
Powierzchnia	A	4,10	4,40	3,85
	B	4,05	4,40	4,05

A- produkt świeży

B- produkt po przechowywaniu

Pierwsza partia ciastek kruchych została posłodzona miodem w proszku. Produkt dostał wysokie oceny a najbardziej odpowiadały takie cechy, jak: barwa, zapach, przełom oraz powierzchnia. Do smaku, konsystencji i kruchości były minimalne zastrzeżenia, ale w większości grupa oceniających ekspertów potwierdziła przyjemność w konsumpcji próbek. Badania przeprowadzone po dwóch tygodniach przechowywania wykazały obniżenie wyróżników jakości sensorycznej badanych produktów. W przypadku barwy, zapachu i powierzchni oceny były podobne, w porównaniu do świeżych ciastek kruchych. Oceniający stwierdzili, iż smak był gorszy, natomiast konsystencja i kruchość uzyskała średnie oceny. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że miód w proszku może być stosowany w produkcji ciasta kruchego, lecz nie wpływa on na przedłużenie świeżości produktu.

Drugim ocenianym wariantem były ciastka kruche słodzone miodem wielokwiatowym. Na podstawie uzyskanych wyników oceny sensorycznej stwierdzono, że zespołowi oceniających najbardziej odpowiadał ten wariant wytworzonych ciastek kruchych. Wszystkie cechy sensoryczne były ocenione na najwyższym lub prawie najwyższym poziomie. Ogólne odczucia, co do tych ciastek również były bardzo dobre. Ponowna konsumpcja po czasie przechowywania, wykazała spore

obniżenie ocenianych wyróżników jakości sensorycznej. Tak samo jak w przypadku ciastek kruchych z miodem w proszku. Podobnie barwa, zapach, przełom i powierzchnia pozostały na takim samym poziomie co świeży produkt, lecz kategoria: smakowitość, konsystencja i kruchość różniły się znacząco. Miód nadaje się idealnie, aby posłodzić ciasto kruche lub dać mu ciekawy smak.

Ostatnią, trzecią grupą ocenianych sensorycznie wyrobów były ciastka kruche z erytrole. Grupa oceniających oceniła dany produkt najgorzej. Wyniki pokazały, iż próbka ocenianych ciasteczek kruchych posiadała średnią jakość. Barwa, zapach, przełom i powierzenia wypadły dość dobrze. Jakość tych produktów była oceniona na poziomie zadowalającym. Konsystencja i kruchość wypadły źle. W opinii osób oceniających ciastka kruche z erytrytolem były mało smaczne i ogólna ich konsumpcja nie była zbyt przyjemna. Wyniki po dwóch tygodniach przechowywania były niższe. W tym badaniu dominowały bardzo złe oceny. Erytrytol jako substancja słodząca do ciasta kruchego został oceniony przeciętnie. Jego obecność nie wpłynęła również na przedłużenie świeżości produktu.

Podsumowanie

Ciasto kruche jest jednym z klasycznych wyrobów cukierniczych. Od lat istnieją określone zasady jego produkcji. Dostępne są szczegółowe normy, co do jego właściwości. Wprowadzenie modyfikacji receptur wymaga badań w celu określenia jakości modyfikowanych produktów. Na podstawie przeprowadzonych badań postawiono następujące wnioski:

1. Zastosowana substancja słodząca w cieście kruchym nie wpływa znacząco na jego właściwości przechowalnicze. Badania przeprowadzone po dwóch tygodniach przechowywania pokazały, iż jakość sensoryczna każdej partii ocenianych ciastek kruchych była gorsza od świeżo wyprodukowanej. Wszystkie warianty wytworzonych produktów straciły charakterystyczne właściwości w czasie przechowywania w porównywalnym stopniu, a zwłaszcza w aspekcie smakowitości, konsystencji i kruchości.
2. Ciastko kruche, słodzone miodem wielokwiatowym smakowało konsumentom lepiej niż produkty z miodem w proszku i erytrytolem. Wyniki badań wykazały, że wariant wytworzonych ciastek kruchych z miodem uzyskał najlepszą ocenę.
3. Miód w proszku może być stosowany jako substancja słodząca w cieście kruchym. Grupa oceniających ekspertów nie miała zastrzeżeń, co do jakości sensorycznej ciastek kruchych z miodem w proszku. Produkt był smaczny, i charakteryzował się przyjemnym akceptowalnym zapachem.

Niniejsza praca wskazuje na istotę innowacji produktowych na przykładzie ciasta kruchego oraz wykorzystania trzech różnych substancji słodzących (miód w proszku, miód wielkowiekowy, erytrytol). 20 osobowy zespół konsumentów do-

konał oceny organoleptycznej trzech wariantów ciastek kruchych (słodzonych miodem w proszku, miodem wielokwiatowym i erytrytolem) świeżych oraz po dwóch tygodniach przechowywania. Celem tego badania było ukazanie różnic pomiędzy jakością ciasta kruchego a substancjami nadającymi słodki smak nie tylko w świeżym produkcie, ale również w czasie przechowywania. Na podstawie przeprowadzonego badania wykazano, że zastosowana substancja słodząca w cieście kruchym nie wpływa znacząco na jego właściwości po wytworzeniu i w czasie przechowywania. Ciastko kruche słodzone miodem wielokwiatowym smakuje konsumentom lepiej niż produkty z miodem w proszku i erytrytolem. Miód w proszku może być stosowany jako substancja słodząca w cieście kruchym.

Słowa kluczowe: substancje słodzące, miód, miód w proszku, przechowywanie, cechy organoleptyczne

THE EFFECT OF SWEETENING SUBSTANCES ON THE CHARACTERISTICS OF PASTRY

This work shows the essence of product innovations using shortcrust pastry and the use of three different sweeteners (powdered honey, multi-flower honey, erythritol) as an example. A 20-person team of consumers made an organoleptic assessment of three variants of shortcrust pastry (sweetened with powdered honey, multi-flower honey and erythritol) fresh and after two weeks of storage. The aim of this study was to show the differences between the quality of shortcrust pastry and substances that give a sweet taste not only in the fresh product, but also during storage. The study showed that the sweetener used in shortcrust pastry does not significantly affect its properties after production and during storage. Shortcrust pastry sweetened with multi-flower honey tastes better to consumers than products with powdered honey and erythritol. Honey powder can be used as a sweetener in shortcrust pastry.

Keywords: sweeteners, honey, honey powder, storage, organoleptic properties

Bibliografia

1. Artificial sweeteners and other sugar substitutes, <http://www.mayoclinic.org/healthy-living/nutrition-and-healthy-eating/in-depth/artificial-sweeteners/art-20046936> (16.10.2024).,
2. Conti M. E., Canepari S., Finoia M. G., Mele G., Astolfi, M. L., Characterization of Italian multifloral honeys on the basis of their mineral content and some typical quality parameters. „Journal of Food Composition and Analysis” 2018, nr 74, 102-113.
3. Rakicka M., Rywińska, A., Rymowicz, W., Oczyszczanie erytrytolu metodą krystalizacji. „Acta Scientiarum Polonorum: Biotechnologia”, 16(1), 5-10.

4. Grabek-Lejko D., Dżugan M., Możliwości Wykorzystania Miodu w Terapii Covid-19–Potencjalne Mechanizmy Działania i Przegląd Badań Klinicznych, „Żywność: nauka-technologia-jakość” 2021, nr 1 (126), 68-87.
5. Holderna-Kedzia E., Kedzia B. Miód wielokwiatowy, „Pszczelarstwo” 2014, nr 12, 11-12.
6. Jagiełło J., Kołeczek E., Horochowska M., Zdrojewicz Z., Głowaczewska A., The amber source of the health—the use of the honey in the present medicine, „Medycyna Rodzinna”, 2018.
7. Jedlińska A., Samborska K., Witrowa-Rajchert D., Aspekty techniczno-technologiczne suszenia miodu. „Engineering Sciences & Technologies/Nauki Inżynierskie i Technologie” 2012, 2(5), 1-5.
8. Kruk, A., Innowacyjny miód suszony, „Polish Food” 2009, nr 3, 54-57.
9. Mazi T. A., Stanhope K. L., Erythritol: An in-depth discussion of its potential to be a beneficial dietary component, „Nutrients” 2023, nr 15(1), 204.
10. Miód pszczeli proszek z czystego miodu, <https://deleehoney.com/pl/produkt/miod-pszczeli-proszek-z-czystego-miodu/> (16.10.2024).
11. Munro I. C., Bernt W. O., Borzelleca J. F., Flamm G., Lynch B. S., Kennepohl E., Modderman J., Erythritol: an interpretive summary of biochemical, metabolic, toxicological and clinical data, „Food and chemical toxicology” 1988, nr 36 (12), 1139-1174.
12. Obwieszczenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 9 listopada 2023 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi w sprawie szczegółowych wymagań w zakresie jakości handlowej miodu (Dz.U. 2023 poz. 2513)
13. Szyca M., Wawrzeńczyk M., Jędrzejewska B., Przeradzki J., Kotulska M., Borycka A., Lichman, M. Sztuczne środki słodzące i ich wpływ na zdrowie człowieka, „Medycyna Ogólna i Nauki o Zdrowiu”, 2023, 29(4), 271-276.
14. PN-ISO 8586-2:1996. Analiza sensoryczna – Ogólne wytyczne wyboru, szkolenia i monitorowania oceniających – Eksperti.
15. PN-88/A-77626 "Miód pszczeli,„
16. Pontes, M., Marques, J. C., Câmara, J. S., Screening of volatile composition from Portuguese multifloral honeys using headspace solid-phase microextraction-gas chromatography–quadrupole mass spectrometry, „Talanta” 2007, 74(1), 91-103.
17. Regnat K., Mach R. L., Mach-Aigner A. R., hritol as sweetener—wherefrom and whereto?, „ Applied microbiology and biotechnology” 2018, 102, 587-595.
18. Samad A., Khalid A., Sattar S., Rafique N., Rashid M. A., Khan M. A., Javed H., Fungicidal activity of honey originating from different phytogeographic regions against *Aspergillus niger* and *Penicillium chrysogenum*, „J. Entomol. Zool. Stud”, 2016, nr 4, 339-342.

19. Szczepanski L., Graczyk J. Marczuk H., Określenie stopnia psucia się ciast kruchych w czasie ich przechowywania, „Roczniki Państwowego Zakładu Higieny” 1962, nr 13(1).
20. ul Ain Q., Sohaib Ahmed, K., Artificial sweeteners: safe or unsafe?, „JMPA” 2015, 65/2.
21. Wilczyńska A., Żak N., Polyphenols as the Main Compounds Influencing the Antioxidant Effect of Honey—A Review, „ International Journal of Molecular Sciences”, nr 25(19), 10606.
22. Zarei M., Fazlara A., Tulabifard, N., Effect of thermal treatment on physico-chemical and antioxidant properties of honey, „Heliyon” 2019, nr 5(6), 39-47.

Autorzy:

dr inż. Natalia Żak – Uniwersytet Morski w Gdyni, Wydział Zarządzania i Nauk o Jakości, Katedra Zarządzania
email: n.zak@umg.edu.pl

dr hab. inż. Millena Ruszkowska, prof. nadzw. UMG – Uniwersytet Morski w Gdyni, Wydział Zarządzania i Nauk o Jakości, Katedra Zarządzania
email: m.ruszkowska@umg.edu.pl

mgr inż. Julia Rutkowska – Uniwersytet Morski w Gdyni, Wydział Zarządzania i Nauk o Jakości, Katedra Zarządzania

BUDOWANIE ŚWIADOMOŚCI KONSUMENTÓW A JAKOŚĆ DANYCH ŻYWNOŚCIOWYCH W APLIKACJACH MOBILNYCH

Katarzyna Pawlak-Lemańska, Damian Grubba

Wstęp

Dostęp do technologii informacyjnych i mediów cyfrowych wzrasta bardzo intensywnie w społeczeństwie w ostatnich latach. Skutkuje to tym, że konsumenci mają ułatwiony dostęp do informacji i zakupu towarów oraz usług za pomocą e-usług [1]. Powstają elektroniczne platformy zakupowe oraz aplikacje mobilne z nimi powiązane, ułatwiające wybory (porównywarki produktowe) i zakupy. Proces zakupowy w dobie handlu elektronicznego zmienił się. Klient nie wchodzi w bezpośredni kontakt z personelem sklepu, nie odczuwa bodźców związanych z miejscem sprzedaży, ale nadal oczekuje wiarygodnej i pełnej informacji odnośnie do kupowanych produktów, w tym także żywności [2-4]. Na rynku, szczególnie produktów spożywczych, funkcjonują także niezależne aplikacje mobilne oceniające produkty pod względem ich atrybutów prozdrowotnych, wspomagające wybory oraz dbające o dobrostan konsumentów. W takich produktach cyfrowych jakość danych i co za tym idzie, informacji przekazywanej użytkownikowi, ma kluczowe znaczenie w zapewnieniu pozytywnej oceny użytkowania i zapewnieniu konsumentom wsparcia w odpowiedniej eksploracji rynku [5,6].

1. Automatyczna identyfikacja towarów na rynku

Główną rolę w łańcuchu dostaw odgrywa towar oraz podążająca wraz z nim informacja, które są ze sobą ściśle powiązane, stanowią one przedmiot wymiany. Postępująca globalizacja oraz ciągła cyfryzacja gospodarki spowodowała wprowadzenie standaryzowanych rozwiązań związanych z identyfikacją danych w celu ich gromadzenia, przetwarzania oraz upowszechniania z wykorzystaniem technologii informatycznych [7,8]. Najczęściej spotykanymi rozwiązaniami wykorzystywanymi obecnie w praktyce gospodarczej okazują się zunifikowane systemy automatycznego gromadzenia danych (ADC – ang. *Automatic Data Capture*) oraz elektronicznej wymiany danych (EDI – ang. *Electronic Data Interchange*) [9]. Obecnie najważniejszym pod względem zakresu zastosowania w łańcuchu logistycznym, zarówno w ujęciu geograficznym, jak i branżowym, jest globalny system GS1 (Global Standard 1). Jest to zbiór globalnych standardów nakierowanych na bardziej efektywne zarządzanie globalnymi łańcuchami dostaw w wyniku jednoznacznego identyfikowania poszczególnych produktów, usług czy lokalizacji.

1.1. GS1

GS1 kształtuje i utrzymuje globalny systemu identyfikacji danych w oparciu o cztery postępujące po sobie obszary: 1. Identyfikacja – obszar zajmujący się tworzeniem, przydzielaniem oraz utrzymaniem zbioru unikatowych tzw. identyfikatorów GS1; 2. Gromadzenie – obszar zajmujący się zbieraniem wpływających globalnie, ustandaryzowanych zgodnie z propagowaną przez system strukturą, danych w postaci kodów kreskowych oraz znaczników (tagów) EPC/RFID; 3. Współdzielenie – obszar zajmujący się udostępnianiem posiadanych danych zgrupowanych w czterech obszarach: elektronicznych dokumentów biznesowych (GS1 EDI), podstawowych danych o produktach i lokalizacjach (GDSN), informacji o przepływie towarów w łańcuchu dostaw (EPCIS) oraz standardu dla sklepów internetowych (GS1 SmartSearch); 4. Rozwiązania – obszar zajmujący się opracowywaniem i świadczeniem na rzecz podległych podmiotów rozwiązań z zakresu: identyfikowalności, a więc możliwości odtworzenia historii przepływu dóbr w sieciach dostaw z uwzględnieniem rejestracji parametrów identyfikujących te dobra oraz lokalizacji wewnątrz ich przepływu; integracji procesów przedsiębiorstw z obszaru zaopatrzenia z ich odbiorcami; usprawnienia procesów fizycznych przepływów towarowych z towarzyszącą im informacją [10,11].

2. Znakowanie produktów spożywczych

Informowanie konsumentów poprzez etykietowanie żywności stanowi ważny punkt wyjścia dla interwencji mających na celu promowanie zrównoważonej konsumpcji żywności i ułatwianie przejście na zdrową, zrównoważoną dietę [12]. W Unii Europejskiej wprowadza się odpowiednie inicjatywy obejmujące harmonizację etykietowania produktów żywnościowych pod kątem wartości odżywczych, aspektów środowiskowych, klimatycznych i społecznych produktów spożywczych. Identyfikacja produktów spożywczych, z punktu widzenia konsumenta, w głównej mierze odnosi się do zaufania względem producenta co do informacji umieszczonej na opakowaniu jednostkowym, w tym o składnikach wykorzystanych do ich produkcji. Producent ma obowiązek ustawowy (Rozporządzenie UE 1169/2011 z aktualizacjami) podania na opakowaniu/etykiecie produktu informacji dotyczących: tożsamości i składu, właściwości lub innych cech produktu, w celu ochrony zdrowia konsumentów i bezpiecznego stosowaniu produktu, oraz umożliwieniu konsumentowi podejmowania świadomej decyzji zakupowej na podstawie charakterystyki żywieniowej produktu [13].

Szczególną uwagę zwraca się na oznaczanie wartości odżywczej (w tym propozycję obowiązkowego oznaczania wartości odżywczej z przodu opakowania i informacji o profilach składników odżywczych), aby ograniczyć promowanie żywności o wysokiej zawartości cukrów, tłuszczów, soli i mięsa. W literaturze przedmiotu toczy się dyskusja na temat roli oznaczania dat („najlepiej spożyć przed” i „należy spożyć do”). Wykazano, że niezrozumienie i niewłaściwe użycie daty

przydatności do spożycia i daty minimalnej trwałości („najlepiej spożyć przed”) prowadzą do marnowania żywności [12, 14].

Większość krajów wymaga obowiązkowego umieszczania informacji żywieniowych na etykietach żywności w formie tabeli wartości odżywczych lub panelu umieszczonego z tyłu lub z boku opakowania; jednak konsumentom zazwyczaj trudno jest w pełni zrozumieć numeryczne informacje [15]. Proste informacje graficzne są bardziej skuteczne w wpływaniu na postrzeganie zdrowotności i zamiar wyboru żywności [16]. Z tego powodu opracowano systemy znakowania wartością odżywczą z przodu opakowania (FOP) zostały opracowane w celu przekazywania dodatkowych informacji za pomocą prostych informacji graficznych. Etykiety żywieniowe FOP są zwykle dobrze akceptowane zarówno przez konsumentów, jak i producentów [16].

2.1. Platformy harmonizowanych danych dotyczących żywności

W ciągu ostatnich 10 lat w literaturze można spotkać informacje dotyczących tworzenia baz danych w domenie żywnościowej korzystających z nowoczesnych rozwiązań technologicznych opartych o ontologie [17]. Ontologia zapewnia formalną teorię dla dziedziny badań, która określa znaczenie terminów w ramach słownika i składa się z hierarchicznej struktury taksonomicznej, a także stwierdzeń (zwanych aksjomatami) na temat tego, w jaki sposób podmioty w domenie są powiązane. Tego typu zbiory danych zawierają informacje wieloźródłowe dotyczące hodowli roślin i zwierząt, procesów produkcji z nich żywności, informacje zdrowotne na temat produktów i ich składników, a także dane logistyczne. W domenie żywności do najważniejszych istniejących zharmonizowanych baz, najczęściej dostępnych w otwartym dostępie, należą [17-20]:

- **FoodWiki**, który zapewnia abstrakcyjny model różnych rodzajów żywności wraz z informacjami o ich wartościach odżywczych, w tym rodzaj i ilość składników odżywczych oraz zalecane dzienne spożycie.
- **Open Food Facts** (<https://vest.agrisemantics.org/content/open-food-facts-food-ontology>), która jest globalną bazą danych żywności typu open source, która pozwala użytkownikom dowiedzieć się o wartościach odżywczych żywności i porównać produkty z całego świata. Ta ontologia jest również korzystna dla przemysłu spożywczego, gdzie może być wykorzystywana do śledzenia, monitorowania i strategicznego planowania produkcji żywności.
- **Food Products Ontology** (<https://vest.agrisemantics.org/content/food-product-ontology>), która opisuje produkty spożywcze za pomocą wspólnej reprezentacji, słownictwa i terminologii. Jest to rozszerzona wersja szeroko stosowanej znormalizowanej ontologii dla danych dotyczących produktów, cen, sklepów i firm.
- **FOODS (Diabetics Edition)** to system oparty na ontologii, który dostarcza oparty na sieci system menu dla pacjentów z cukrzycą w Tajlandii.

- **FoodOn** (<https://foodontology.github.io/foodon/>) koncentruje się na się na terminach związanych z kategoryzacją i obsługą żywności. Jego celem jest opracowanie semantyki dla bezpieczeństwa żywności, żywności, praktyk rolniczych i hodowli zwierząt związanych z produkcją żywności, składnikami i procesami kulinarnymi, odżywczymi i chemicznymi. FoodOn importuje materiał z kilku ontologii obejmujących anatomię, taksonomię, geografie i dziedzictwo kulturowe. Jego celem jest tworzenie treści w celu uzupełniania wiedzy dotyczącej reprezentacji produktów i procesów związanych z żywnością.
- **IngID Ontology** została utworzona na potrzeby informacji na temat składników w żywności handlowej pakowanej. Charakteryzuje się tym, że znajduje powiązania i dostarcza informacji na temat profilu składników odżywczych w żywności handlowej, produktów gotowych, handlowo charakteryzowanych jako gotowe posiłki.
- **ISO-FOOD Ontology** składa się z metadanych i danych związanych z pomiarami zawartości izotopów pierwiastków znajdujących się w żywności różnego pochodzenia. Tego typu dane mogą być wykorzystywane do oznaczenia jakości, pochodzenia i zanieczyszczeń w żywności.

3. Jakość informacji na temat dodatków do żywności w aplikacjach mobilnych – analiza przypadku

Celem prezentowanej pracy była ocena w jaki sposób informacje dotyczące składu produktów spożywczych (z naciskiem na dodatki do żywności) są uświadamiane konsumentowi i wpływają na jego zachowania zakupowe. Ponadto poddano ocenie eksperckiej funkcjonalności wybranych aplikacji mobilnych mających wspomagać zdrowie i dobrostan użytkowników.

3.1. Metoda badawcza i charakterystyka respondentów

Badanie dotyczące świadomości i wiedzy konsumentów odnośnie do składu i stosowania dodatków w produktach spożywczych oraz wykorzystania aplikacji mobilnych w celu bardziej świadomego spożywania żywności przeprowadzone zostało w latach 2019 – 2022. Badanie przeprowadzono z wykorzystaniem autorskiego kwestionariusza na grupie 141 osób (79,5% K, 20,5% M) z uwzględnieniem pełnego przekroju wiekowego badanych, gdzie 59,8% stanowiły osoby w wieku 18-35 lat, a 32,4% stanowiły osoby powyżej 35 roku życia. Wykształcenie wyższe deklarowało 71,8 % badanych.

Wykonano także badanie eksperckie odnośnie do analizy wybranych 5 aplikacji mobilnych, dostępnych w latach oceny, podających skład żywności, umożliwiających identyfikację dodatków do żywności, oceniające żywność pod względem jakości zdrowotnej i proponujące dietetyczne porady. Wybór aplikacji został dokonany na podstawie kilku głównych założeń:

- aplikacja musi posiadać funkcję automatycznego skanowania kodu kreskowego,

- aplikacja musi posiadać dostęp do bazy danych zawierających informacje o stosowanych w produkcie dodatkach do żywności,
- dostęp do aplikacji musi być bezpłatny,
- aplikacja musi być dostępna w polskiej wersji językowej.

Badanie eksperckie przeprowadzono na grupie 15 osób, 7 osób - grupa wiekowa 18-26, po 4 osoby w wieku 26-35 oraz 36-50 lat. Ekspertzi zadeklarowali uprawianie sportu (bieganie, pływanie, jazda na rowerze, wspinaczka, joga) na poziomie amatorskim i hobbystycznym oraz stosowanie dedykowanej diety.

Kwestionariusz zawierał pytania zamknięte, typu CATA (*catch-all-that-apply*) dotyczące zwyczajów respondentów podczas dokonywania wyborów żywieniowych (czytania informacji zawartych na etykietach produktów spożywczych, wiedzy na temat właściwości, zastosowania i skutków zdrowotnych stosowania dodatków do żywności) oraz źródeł czerpania dodatkowej wiedzy odnośnie składników znajdujących się w wybieranych produktach żywnościowych a także stopnia wykorzystania aplikacji mobilnych dedykowanych zdrowemu odżywianiu lub zdrowym zakupom.

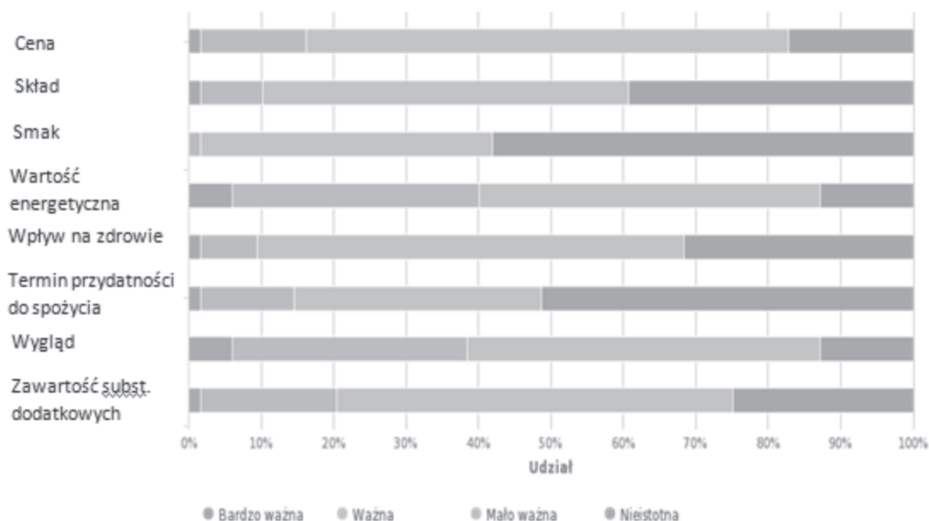
3.2. Świadomość i wiedza konsumentów odnośnie do składu żywności

W tabeli 1 przedstawiono wyniki uzyskane podczas przeprowadzonego badania dotyczącego deklaracji wiedzy i zwyczajów respondentów podczas dokonywania wyborów żywieniowych. Jako źródła czerpania dodatkowej wiedzy dotyczącej informacji o składzie kupowanych produktów spożywczych, respondenci wskazali: internet i blogi kulinarne (69,2 %), literaturę naukową i popularno-naukową (28,2 %), aplikacje dietetyczne i sportowe (19,7 %) oraz porady specjalistyczne (dietetyczne lub lekarskie (13,7 %), natomiast 6,8 % ankietowanych przyznało, że nie korzysta z żadnych źródeł dodatkowych i nie szuka informacji na temat składników produktów spożywczych. Używanie aplikacji mobilnych dedykowanych zdrowemu odżywianiu lub zdrowym zakupom zadeklarowało 39% respondentów, i wskazały następujące aplikacje jako dobre źródła wiedzy o produktach: *Pola. Zabierz mnie na zakupy* (2,3 %), *Zdrowe Zakupy* (18,1 %), *Czytamy Etykiety* (11,3 %), *MyFitnessPal* (6,8 %), *Fitatu* (12,8 %), *Dieta OXY* (0,9 %), *Yazio* (0,5 %), i potwierdziły używanie chociaż jednej z nich. Natomiast ponad połowa respondentów (61,5 %) zanegowała używanie tego typu aplikacji.

Tab. 1. Wyniki badania deklaracji respondentów odnośnie do wiedzy i zwyczajów dokonywania wyborów żywieniowych (badania własne)

Pytanie w kwestionariuszu	Typ odpowiedzi		
	Tak (Pozytywne) [%]	Nie (Negatywne) lub częściowo negatywnie [%]	Nie mam zdania/ informacje są mało istotne
<i>Czytam informacje znajdujące się na etykiecie produktów spożywczych.</i>	88,9	11,1	0
<i>Mam pełną świadomość odnośnie do stosowania dodatków do żywności oraz ich roli w kształtowaniu jakości żywności.</i>	99	1	0
<i>Czy widzisz zagrożenie zdrowotne płynące ze stosowania dodatków?</i>	88,9	8,5	3
<i>Czy w pełni rozumiesz informacje na temat składu produktu zawarte na opakowaniu?</i>	13,7	85,5	1

W badaniu oceniono także poziom ważności wyselekcjonowanych cech istotnych przy podejmowaniu decyzji zakupowych żywności (rys. 1). Ocenę przeprowadzono w skali 4 stopniowej (badani mogli określić daną cechę jako: nieistotną, mało ważną, ważną lub bardzo ważną). Przeprowadzono ocenę następujących cech: cena, skład (rozumiany jako zawartość składników odżywczych i nieodżywczych), smak, wartość energetyczna, wpływ na zdrowie, termin przydatności do spożycia, wygląd zewnętrzny oraz zawartość substancji dodatkowych. Cena produktu jako cechę ważną podczas wyboru uznało 66,7 % badanych, jako bardzo ważną uznaje ją około 20 %, dla pozostałych jest nieistotna lub mało ważna. Atrybuty odnoszące się do składu produktu i zawartości substancji dodatkowych były ważne i bardzo ważne kolejno dla 90% i 80 % ankietowanych. Podobnie jak wpływ na zdrowie oraz termin przydatności do spożycia, których ważność wskazuje odpowiednio około 85 do 90 % ankietowanych. Informacje na temat wartości energetycznej, jak i wyglądu zewnętrznego produktów nie stanowią cechy ważnej dla około 40 % badanych osób. Jednak smak żywności w deklaracjach jest ważny dla 98% respondentów.



Rys. 1. Skumulowane skale ważności poszczególnych cech podczas zakupu produktów spożywczych (wyniki badań własnych)

3.3. Ocena parametrów aplikacji mobilnych dedykowanych zdrowemu odżywianiu

W rozdziale 3.1. przedstawiono warunki wyboru badanych aplikacji, w oparciu o te kryteria wyselekcjonowane zostały następujące aplikacje: *Pola. Zabierz mnie na zakupy* (dostawca: Centrum Analiz Klubu Jagiellońskiego sp. z o.o., 2,1 tys. użytkowników), *Zdrowe zakupy* (dostawca: QPONY PL sp. z o.o., 19 tys. użytkowników), *Fitatu. Licznik kalorii i dieta* (dostawca Fitatu sp. z o.o., 55 tys. użytkowników), *My Fitness Pal* (dostawca: MyFitnessPal Inc., 9,1 tys. użytkowników), *Czytamy etykiety* (dostawca: Aptoide, 2 tys. użytkowników).

W ocenie eksperckiej uczestnicy deklarowali również cel dla jakiego korzystają z badanych aplikacji, należą do nich: 1. chęć weryfikacji oraz analizy składu produktu; 2. potrzeba identyfikacji poszczególnych składników (także dodatków „E”), w tym mogących stanowić potencjalne zagrożenie dla zdrowia; 3. przestrzeganie zaleceń stosowanej diety, spalanych kalorii oraz zasad zdrowego odżywiania; 4. śledzenie postępów żywieniowych; 5. uzyskanie informacji o produktach alternatywnych; 6. ciekawość i chęć poszerzenia wiedzy o konkretnym produkcie ponad to co zamieszczone zostało na etykiecie.

W tabeli 2 zaprezentowano wyniki ocen (w skali 5 punktowej) siedmiu cech charakterystycznych. Ocena ogólna stanowi wartość średnią z ocen poszczegól-

nych cech. Najwyżej oceniona została aplikacja Zdrowe Zakupy. Zdobyła ona najwyższe noty w takich kategoriach jak łatwość obsługi, zrozumiałość treści oraz niezawodność. Najniżej przez ekspertów oceniona została natomiast aplikacja Czytamy Etykiety. W badaniach uzyskiwała ona najniższe oceny pod względem estetyki szaty graficznej, zakresu oferowanych dla użytkownika funkcji oraz niezawodności.

Tab. 2. Oceny ogólne poszczególnych cech badanych aplikacji mobilnych prezentujących informacje produktowe i wspomagających zdrowe zakupy (badania własne)

Nazwa aplikacji/oceniana cecha	<i>Pola. Zabierz mnie na zakupy</i>	<i>Zdrowe Zakupy</i>	<i>Fitatu</i>	<i>My Fitness Pal</i>	<i>Czytamy etykiety</i>
<i>Łatwość obsługi</i>	4,1	4,4	3,7	3,5	4,1
<i>Zrozumiałość treści</i>	3,6	4,2	3,6	3,6	4
<i>Layout</i>	3,5	3,5	3,8	4,2	3,2
<i>Dostępność</i>	4,6	4,2	4,3	3,8	3,8
<i>Funkcjonalność</i>	3,4	3,7	3,8	3,9	3,4
<i>Zakres dostępnych funkcji</i>	3,6	3,5	3,9	4	3,3
<i>Niezawodność</i>	3,9	4,1	3,9	3,7	3,4
OCENA OGÓLNA ŚREDNIA	3,7	4,0	3,8	3,8	3,5

Ciekawą zależność przedstawiają wyniki relacji pomiędzy zrozumieniem treści wraz z łatwością obsługi a funkcjonalnością i zakresem dostępnych funkcji. Z ocen można wyciągnąć wniosek, iż im więcej dana aplikacja oferuje funkcji tym łatwość jej obsługi spada. Zależność ta może również wynikać ze sposobu przedstawiania podstawowych danych. Podobne wyniki przedstawiono w kilku badaniach oceniających ergonomię używania (w tym jakość informacji i użyteczność) w typu aplikacjach OFDS (ang. *on-line food delivery services*) na rynkach europejskich i azjatyckich [21, 22]

W przypadku aplikacji o najwyższych wskaźnikach łatwości obsługi i przyswajalności treści (Zdrowe Zakupy) główny nacisk położono na funkcję szybkiego skanowania kodu kreskowego oraz otrzymania łatwego do przyswojenia komunikatu o składzie oraz występujących w produkcie dodatkach do żywności. Dodatkowo opatrzonych rzucającymi się w oczy grafikami w jasny, czytelny a przede wszystkim intuicyjny sposób wskazujących na ich potencjalny wpływ na zdrowie. Jednak takie ograniczenie, jedynie do wskazania składników produktu oznaczonych symbolem „E”, odbiło się w znacznie niższych ocenach odnośnie do zakresu dostępnych funkcji, w stosunku do aplikacji, które oferują znacznie szerszy wachlarz informacji o konkretnym produkcie (MyFitnessPal, Fitatu). Stwierdzono także, iż osoby, które utrzymują dietę dedykowaną wyżej oceniały aplikacje posia-

dające większą liczbę funkcji związanych z kontrolowaniem ilości i częstotliwości przyjmowanego pożywienia (Fitatu). Pod względem estetyki prezentowanej szaty graficznej oraz rozmieszczenia poszczególnych elementów graficznych i tekstowych, najwyższymi ocenami charakteryzowała się aplikacja MyFitnessPal. Ta charakterystyka, pomimo silnego zabarwienia subiektywnego, może w znaczący sposób wpływać na zwiększoną łatwość poruszania się pomiędzy poszczególnymi zakładkami informacyjnymi, a co istotniejsze na większą przychylność ze strony użytkownika.

Podsumowanie

W przedstawionym opracowaniu wskazano na możliwość wykorzystania aplikacji mobilnych do podniesienia świadomości konsumentów odnośnie do składu żywności, ze szczególnym uwzględnieniem dodatków stosowanych w produktach spożywczych. W procesie digitalizacji branży spożywczej, szczególnie handlu żywnością także obserwuje się działania związane z podniesieniem świadomości konsumentki poprzez podnoszenie jakości informacji produktowych w serwisach i aplikacjach OFDS [8, 21-23]. Proces harmonizacji i poprawiania jakości informacji produktowych dostarczanych do systemów przetwarzania danych wykorzystywanych w globalnym systemie identyfikacji towarowej, następnie na platformach e-commerce oraz w aplikacjach mobilnych znacznie przyspieszył, gdy rozpoczęto na szerszą skalę wspomagać je rozwiązaniami opartymi o AI, co daje możliwość pełniejszego i bardziej zrozumiałego informowania konsumentów o jakości produktów. Na podstawie przeprowadzonego badania kwestionariuszowego dotyczącego informacji czerpanych z aplikacji wspomagających jakość odżywiania stwierdzono, że ich popularyzacja oraz rozwój technologiczny związany z pozyskiwaniem informacji produktowych i wpływu na zdrowie, może w pozytywny sposób wpłynąć na wzrost świadomości konsumentki odnośnie do spożywania zwiększonych poziomów ilości dodatków do żywności.

Skład żywności i wykorzystanie w procesie wytwarzania substancji pomocniczych, jako dodatków do żywności, jest tematem stale pojawiającym się w kontekście wysoce promowanego zdrowego stylu odżywiania oraz wzrostu ogólnej świadomości żywnościowej wśród społeczeństwa. Informacje dostarczane przez producentów i funkcjonujące w opisach produktów spożywczych w dobie handlu elektronicznego są prawnie wymagane i detaliczne, ale nie zawsze przedstawione tak, aby konsumentowi ułatwić podjęcie decyzji odnośnie do wyboru konkretnego produktu spożywczego, odpowiedniego dla niego pod względem osobistych preferencji żywieniowych lub prowadzonego stylu życia. Celem pracy była ocena świadomości konsumentów odnośnie do składu produktu oraz wiedzy na temat zawartości w produktach dodatków do żywności oraz recenzja wybranych aplikacji mobilnych związanych ze wsparciem zdrowotnym i żywieniowym pod względem jakości informacji produktowej w nich zawartych i poziomu wsparcia konsumentów w podejmowaniu decyzji zakupowych.

Słowa kluczowe: świadomość konsumenta, jakość danych produktowych, aplikacje mobilne, dodatki do żywności

CONSUMER AWARENESS AND QUALITY DATA IN MOBILE APPLICATIONS

The composition of foods and the use of substances in the manufacturing process that act as food additives to maintain product appeal is a topic that is constantly emerging in the context of a highly promoted healthy eating style and an increase in general food awareness among the public. The information provided by manufacturers and functioning in the descriptions of food products in the era of e-commerce is legally required and retail, but not always presented in such a way as to facilitate the consumer's decision regarding the choice of a specific food product suitable for him/her in terms of personal dietary preferences or lifestyle. The aim of this study was to assess consumer awareness of product composition and knowledge of the content of food additives in products, and to review selected mobile apps related to health and nutrition support in terms of the quality of the product information they contain and the level of consumer support in purchasing decisions.

Keywords: consumer awareness, product data quality, mobile apps, food additives

Bibliografia

1. Eriksson N., Stenius M., What do regular online grocery shoppers want from online grocers going forward? Suggestions for service quality improvements, "Procedia Computer Science" 2023, nr 219, 201–210
2. Bartók O., Kozák V., Bauerová R., Online grocery shopping: the customers' perspective in the Czech Republic, "Equilibrium. Quarterly Journal of Economics and Economic Policy" 2021, nr 16, 679-695. DOI: 10.24136/eq.2021.025
3. Ramus K., Nielsen N. A., Online grocery retailing: what do consumers think? "Internet Research" 2005, nr 15 (3), 335-352. DOI:10.1108/10662240510602726
4. Singh R., Söderlund M., Extending the experience construct: an examination of online grocery shopping, "European Journal of Marketing" 2020, nr 54 (10), 2419-2446. DOI: 10.1108/EJM-06-2019-0536
5. Janda, S., Trocchia, P.J., Gwinner, K.P., Consumer perceptions of Internet retail service quality. "International Journal of Service Industry Management" 2002, nr 13 (5): 412-431. DOI: 10.1108/09564230210447913
6. Osaili T.M., Al-Nabulsi A.A., Taybeh A.O., Cheikh Ismail L., Saleh S.T., Healthy food and determinants of food choice on online food delivery applications, "PLoS ONE" 2023, nr18(10), <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0293004>

7. MarketResearch.com “Food and Grocery Retail in Europe - Market Summary, Competitive Analysis and Forecast to 2025”, 2021, Wydawca: Markeline., dostęp: <https://www.marketresearch.com/MarketLine-v3883/Food-Grocery-Retail-Europe-Summary-30130825/>
8. Zeb A., Soininen J.P., Sozer N., Data harmonization as a key to enable digitalisation of the food sector: A review, “Food and Bioproducts Processing” 2021, nr 127, 360–370
9. Korzeniowski A., Skrzypek M., Szyszka G., Opakowania w systemach logistycznych, Wydawnictwo Instytutu Logistyki i Magazynowania, 2010, Poznań
10. Shi X., Analysis and Design of the GS1 System Based on ITF-14, “International Journal of Computer Science and Information Technology” 2024, nr 3, DOI: <https://doi.org/10.62051/ijcsit.v3n3.21>
11. Gawrońska A., Walczak H., Podstawy globalnej synchronizacji danych – SA2 Worldsynchron w sieci GDSN, „Logistyka” 2008, nr 3, 73-74
12. Włodarska, K., Pawlak-Lemańska, K., Sielicka-Różyńska, M., Samotyja, U. Food labelling system—consumers’ perspective w Sustainable food: Production and consumption perspectives, red. K. Pawlak- -Lemańska, B. Borusiak, E. Sikorska, 2024, 132–148, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, <https://doi.org/10.18559/978-83-8211-209-2/9>
13. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady UE nr 1169/2011z dnia 25 października 2011 r. w sprawie przekazywania konsumentom informacji na temat żywności, wraz z modyfikacjami.
14. Sielicka-Różyńska M., Samotyja U., Influence of “best before” dates on expected and actual food liking, “British Food Journal” 2023, nr 125(4), <https://doi.org/10.1108/BFJ-08-2021-0935>
15. Franco-Arellano B., Vanderlee L., Ahmed M., Oh A., L’Abbé M., Influence of front-of-pack labelling and regulated nutrition claims on consumers’ perceptions of product healthfulness and purchase intentions: A randomized controlled trial. “Appetite”, 2020, nr 149, <https://doi.org/10.1016/j.appet.2020.104629>
16. Ares G., Varela F., Machin L., Antúnez L., Giménez A., Curutchet M. R., Aschemann-Witzel, J., Comparative performance of three interpretative front-of-pack nutrition labelling schemes: Insights for policy making. *Food Quality and Preference*, 2018, nr 68, <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2018.03.007>
17. Dooley M.D., Griffiths E.J., Gosal G.S., Buttigieg P.L., Hoehndorf R., Lange M.C., Schriml L.M., Brinkman F.S.L., Hsiao W.W.L., FoodOn: a harmonized food ontology to increase global food traceability, quality control and data integration, “npj Science of Food”, 2018, nr 2:23, <https://doi.org/10.1038/s41538-018-0032-6>
18. Gurugubelli V.S., Fang H., Shikany J.M., Balkus S.V., Rumbut J., Ngo H., Wang H., Allison J.J., Steffen L.M., A review of harmonization methods for

- studying dietary patterns, “Smart Health” 2022, nr 23, DOI10.1016/j.smhl.2021.100263
19. Eftimov T., Ispirova G., Potočnik D., Ogrinc N., Koroušić Seljak B., ISO-FOOD ontology: A formal representation of the knowledge within the domain of isotopes for food science, “Food Chemistry”, 2019, nr 277, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.10.118>
 20. Ahuja J.K.C., Li Y., Bahadur R., Nguyen Q., Haile E., Pehrsson P.R., IngID: A framework for parsing and systematic reporting of ingredients used in commercially packaged foods, “Journal of Food Composition and Analysis” 2021, nr 100, <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.103920>
 21. Gupta A., Sacks G., Cameron A.J., Huggins C.E., Peeters A., Backholer K., Vanderlee L., White Ch.M., Scapin T., Gomez-Donoso C., Bennett R., Dubin J.A., Hammond D., Use of online food delivery services among adults in five countries from the International Food Policy Study 2018–2021, “Preventive Medicine Reports” 2024, nr 43, <https://doi.org/10.1016/j.pmedr.2024.102766>
 22. Osaili T.M., Al-Nabulsi A.A., Taybeh A.O., Cheikh Ismail L., Saleh S.T., Healthy food and determinants of food choice on online food delivery applications, “PLoS ONE” 2023, nr18(10), <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0293004>
 23. Prajogo D., Toy J., Bhattacharya A., Oke A., Cheng T.C.E., The relationships between information management, process management and operational performance: Internal and external contexts “International Journal of Production Economics” 2018, nr 199, 95 – 103

Autorzy:

dr hab. Katarzyna Pawlak-Lemańska, – Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu, Instytut Nauk o Jakości, Katedra Technologii i Analizy Instrumentalnej, email: katarzyna.pawlak-lemanska@ue.poznan.pl

Damian Grubba, Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu, Instytut Nauk o Jakości.

ZMIANY JAKOŚCI MIKROBIOLOGICZNEJ ZIELONYCH WARZYW LIŚCIASTYCH W MIARĘ UPŁYWU TERMINU WAŻNOŚCI

Kinga Wojdyńska, Katarzyna Marchwińska

Wstęp

Zielone warzywa liściaste stanowią istotną część dobrze zbilansowanej, zdrowej diety. Są to produkty zawierające aminokwasy, minerały, błonnik, kwasy tłuszczowe, witaminy m.in. A, K i foliany [1] oraz inne substancje bioaktywne. Dzielne spożycie zielonych warzyw liściastych wykazuje działanie wspomagające m.in. układ sercowo-naczyniowy. W celu zachowania jak największej ilości cennych substancji biologicznie czynnych zalecane jest ich spożywanie w formie nieprzetworzonej jako sałatki, surówki, koktajle i dodatki do kanapek [2]. Warzywa liściaste należą do warzyw nietrwałych, dlatego ich okres przechowywania nie powinien przekraczać 28 dni, a optymalne warunki przechowywania uwzględniają temperaturę 0°C oraz wilgotność w zakresie 95-98%. Przechowując warzywa liściaste stosuje się zróżnicowane opakowania z tworzyw sztucznych m.in. z PVC lub z polietylenu [3]. Ponadto, w celu przedłużenia trwałości tych produktów, stosowane są takie zabiegi jak chłodzenie, mycie przed pakowaniem lub pakowanie w atmosferze modyfikowanej np. z dodatkiem dwutlenku węgla lub azotu [3,4]. Zielone warzywa liściaste stanowią żywność minimalnie przetworzoną (MPF, *ang. minimally processed foods*). Produkcja MPF zakłada uzyskanie finalnego produktu żywnościowego zbliżonego zarówno cechami sensorycznymi jak i składem do surowców wyjściowych. Bezpieczeństwo MPF pod względem chemicznym jak i mikrobiologicznym stanowi jeden z celów minimalnego przetwarzania wraz z zachowaniem pożądanych: smaku, koloru i tekstury produktów spożywczych [5-7]. Jakość mikrobiologiczna MPF może być zabezpieczona poprzez częściową lub minimalną obróbkę konserwującą, mimo to, produkty żywnościowe z tej grupy szybko ulegają zepsuciu, w związku z rozwojem mikrobioty endofitycznej jak i zanieczyszczającej. Liczne badania laboratoryjne wskazują na występowanie zróżnicowanych mikroorganizmów chorobotwórczych w produktach minimalnie przetworzonych, co w konsekwencji spożycia takiej żywności może prowadzić do występowania zatruc pokarmowych o etiologii bakteryjnej [8,9]. Do mikroorganizmów izolowanych z zielonych warzyw liściastych należą bakterie: psychrotrofo-we, mezofilne, *Bacillus* sp., *Campylobacter* sp. i *Pseudomonas* sp, z rodziny Enterobacteriaceae w tym z grupy coli a także z gatunku *Escherichia coli*, z rodzajów *Salmonella* i *Yersinia*, z gatunków *Staphylococcus aureus* i *Listeria monocytogenes* czy też grzyby strzępkowe i drożdże [10-18].

Jakość mikrobiologiczna zielonych warzyw liściastych może istotnie zmieniać się w miarę upływu terminu przydatności do spożycia, tym samym, celem pracy

była ocena tego parametru, w różnych wariantach świeżości badanego materiału roślinnego.

1. Materiały i metody badawcze

1.1. Materiał badawczy

Materiał badawczy stanowiły pakowane warzywa zielone: kiełki jarmużu, rukola, szpinak oraz mix sałat (endywia, cykoria, rukola). Próbkę badano w dwóch wariantach, tj. 5 dni przed upływem deklarowanej przez producenta daty ważności (1) oraz w jej ostatnim dniu (2). Materiał badawczy zakupiono w popularnej sieci sklepów spożywczych na terenie Poznania. Zielone warzywa liściaste w wariantach o dłuższej dacie ważności, dalej zwane świeżymi, zakupiono w najdłuższym dostępnym terminie przydatności do spożycia. Próbkę badaną przechowywano w oryginalnych, zamkniętych opakowaniach z tworzywa sztucznego, w warunkach chłodniczych w temperaturze 5°C. Doświadczenia laboratoryjne prowadzono bezpośrednio po otwarciu jednostkowego opakowania warzyw.

1.2. Ocena jakości mikrobiologicznej zielonych warzyw liściastych

Ocena jakości mikrobiologicznej została przeprowadzona z wykorzystaniem klasycznej metody Kocha. Próbkę w ilości 10 g homogenizowano w 90 ml sterylnej soli fizjologicznej w stomacherze BagMixer 400 W (Interscience, Francja), przez 5 min, a następnie wykonano seryjne rozcieńczenia dziesiętne. Posiewy metodą zalewową wykonywano z zastosowaniem podłoży namnażających i selektywno-różnicujących zestawionych w Tabeli 1 wraz z kierunkami badań oraz warunkami inkubacji.

Tab. 1. Kierunki badań jakości mikrobiologicznej zielonych warzyw liściastych oraz zastosowane podłoża i warunki inkubacji

Kierunek badań	Nazwa podłoża	Warunki inkubacji
Ogólna liczba bakterii mezofilnych	PCA LAB-AGAR™	37°C, 24 h
Ogólna liczba bakterii fermentacji mlekowej	MRS LAB-AGAR™	37°C, 24 h
Ogólna liczba drożdży i grzybów strzępkowych	Sabouraud dextrose with chloramphenicol LAB-AGAR™	30°C, 2-5 dni
Liczba gronkowców na podstawie zdolności kwaśnej fermentacji mannitolu	Mannitol Salt acc.to Chapman LAB-AGAR™	37°C, 24 h
Liczba bakterii z rodziny Enterobacteriaceae	VRBG LAB-AGAR™	37°C, 24 h
Liczba β-glukuronidazo-dodatnich bakterii z gatunku <i>Escherichia coli</i>	Tryptone bile X-glucuronide LAB-	37°C, 24 h

	AGAR™	
--	-------	--

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych producenta BioMaxima S.A.

Pożywki mikrobiologiczne stosowane w doświadczeniach stanowiły gotowe podłoża suche zakupione w firmie BioMaxima S.A. (Polska). Podłoża mikrobiologiczne przygotowywano, każdorazowo, przed przeprowadzeniem analiz zgodnie z wytycznymi producenta i przechowywano w warunkach chłodniczych w temperaturze 5°C.

Po przeprowadzonej inkubacji, liczono wyrosłe kolonie z jednego lub dwóch następujących po sobie rozcieńczeń dziesiętnych, na których wyrosło od 30 do 300 kolonii i przeliczano na liczbę wybranych grup lub gatunków mikroorganizmów w badanej próbce zgodnie ze wzorem:

$$L = \frac{[jtk]}{(N_1 + 0,1 \times N_2)} \times d \quad (1)$$

gdzie:

L - liczba mikroorganizmów,

C - suma wyrosłych kolonii na wybranych płytkach Petriego,

N₁ - liczba płytek Petriego z pierwszego liczonego rozcieńczenia,

N₂ - liczba płytek Petriego z drugiego liczonego rozcieńczenia,

d - wskaźnik rozcieńczenia odpowiadający najniższemu liczonemu rozcieńczeniu.

Z wybranych, odizolowanych, kolonii bakterii wykonano preparaty mikroskopowe utrwalane termicznie i barwione metodą Grama, natomiast z hodowli grzybów wykonano preparaty przyżyciowe. Następnie prowadzono ocenę morfologiczną przy powiększeniach mikroskopu optycznego Olympus CX23 (Olympus, Polska), 1000x dla bakterii i 400x dla grzybów strzępkowych.

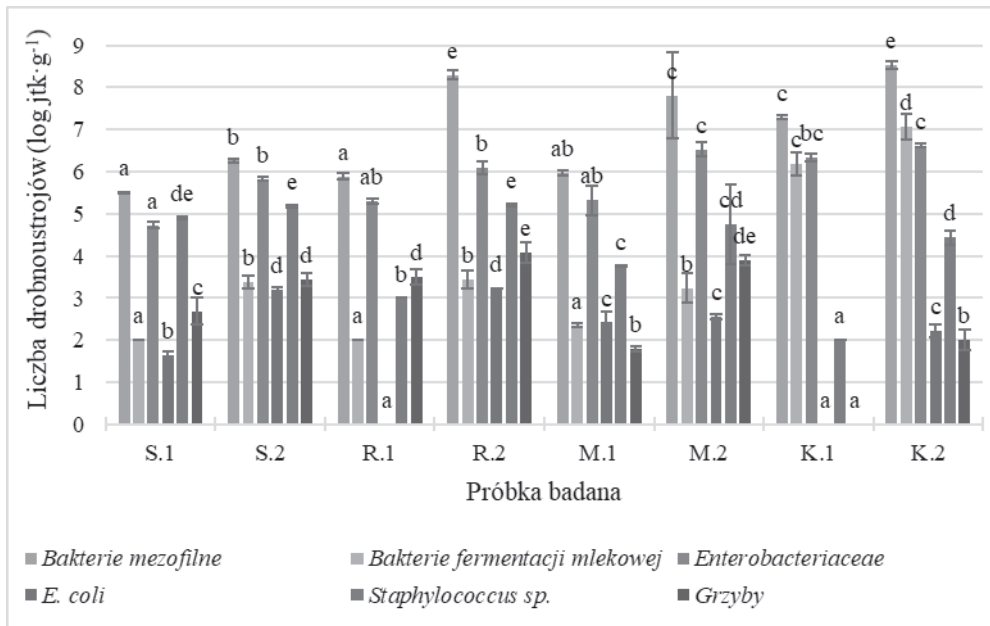
1.3. Analiza statystyczna

Analizę statystyczną uzyskanych wyników przeprowadzono z wykorzystaniem oprogramowania SPSS Statistics 23 oraz Microsoft Office Excel®. Wyniki przedstawiono jako średnią arytmetyczną z trzech równoległych powtórzeń i wyrażono jako logarytm liczby drobnoustrojów. Dla uzyskanych wyników obliczona została wartość odchylenia standardowego. W celu porównania wartości średnich przeprowadzono jednoczynnikową analizę wariancji (ANOVA). Istotność różnic między wartościami średnimi oznaczono za pomocą testu post-hoc Tukeya na poziomie ufności p<0,05.

2. Wyniki

Wyniki oceny jakości mikrobiologicznej badanych pakowanych warzyw liściastych zielonych, w dwóch datach przydatności do spożycia przedstawiono na wy-

kresie 1 oraz fotografiach 1-8. Na podstawie uzyskanych wyników zaobserwowano, że we wszystkich badanych próbkach warzyw zielonych liczba mikroorganizmów wzrosła dla próbek w ostatnim dniu terminu przydatności do spożycia w porównaniu do próbek z 5 dniową datą ważności. Jednocześnie obserwowano istotne statystycznie różnice pomiędzy badanymi produktami.



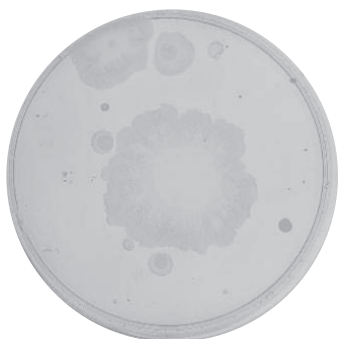
Rys. 1. Jakość mikrobiologiczna zielonych warzyw liściastych

Legenda: S.1 - szpinak świeży, S.2 - szpinak w ostatnim dniu daty ważności, R.1 - rukola świeża, R.2 - rukola w ostatnim dniu daty ważności, M.1 - mix sałat świeży, M.2 - mix sałat w ostatnim dniu daty ważności, K.1 - kiełki jarmuzu świeże, K.2 - kiełki jarmuzu w ostatnim dniu daty ważności.

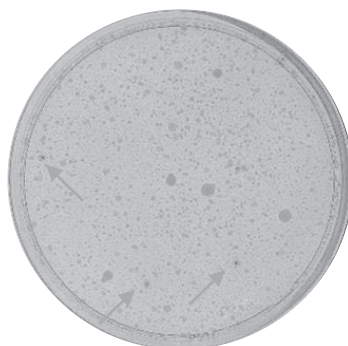
*średnie oznaczone różnymi literami dla poszczególnych grup mikroorganizmów różnią się istotnie przy $p < 0,05$

W badanych warzywach liściastych świeżych (5 dni przed upływem deklarowanej przez producenta daty ważności) liczba bakterii mezofilnych wahała się od $5,50 \pm 0,02 \log \text{ jtk} \cdot \text{g}^{-1}$ w próbce szpinaku (Fotografia 1) do $7,29 \pm 0,05 \log \text{ jtk} \cdot \text{g}^{-1}$ w kiełkach jarmuzu. Liczbę bakterii fermentacji mlekowej wyznaczono na poziomie od $2,00 \pm 0,00 \log \text{ jtk} \cdot \text{g}^{-1}$ w rukoli i szpinaku natomiast w mixie sałat $2,35 \pm 0,05 \log \text{ jtk} \cdot \text{g}^{-1}$, podczas gdy w kiełkach liczba bakterii fermentacji mlekowej sięgała $6,19 \pm 0,27 \log \text{ jtk} \cdot \text{g}^{-1}$. W badanych produktach świeżych odnotowano również

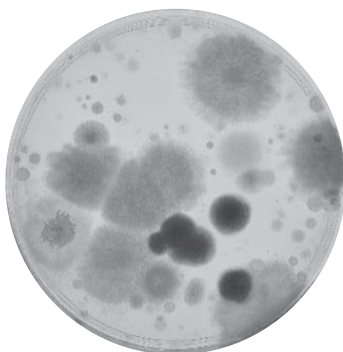
obecność bakterii z rodziny Enterobacteriaceae, w tym *E. coli* (za wyjątkiem rukoli i kiełków jarmużu) oraz bakterii z rodzaju *Staphylococcus* sp. Bakterie należące do rodziny Enterobacteriaceae obserwowano we wszystkich badanych świeżych próbkach warzyw liściastych w wartościach: $4,73 \pm 0,07 \log \text{ jtk} \cdot \text{g}^{-1}$ dla szpinaku, $5,30 \pm 0,06 \log \text{ jtk} \cdot \text{g}^{-1}$ dla rukoli, $5,32 \pm 0,35 \log \text{ jtk} \cdot \text{g}^{-1}$ dla mixu sałat oraz $6,33 \pm 0,09 \log \text{ jtk} \cdot \text{g}^{-1}$ w przypadku kiełków. Bakterie *E. coli* obecne były w próbkach świeżego: szpinaku w ilości $1,63 \pm 0,09 \log \text{ jtk} \cdot \text{g}^{-1}$ oraz mixu sałat w ilości $2,42 \pm 0,26 \log \text{ jtk} \cdot \text{g}^{-1}$. Obecność bakterii z rodzaju *Staphylococcus* oznaczono we wszystkich badanych próbkach świeżych warzyw na poziomie od $2,00 \pm 0,00 \log \text{ jtk} \cdot \text{g}^{-1}$ w kiełkach jarmużu, $3,00 \pm 0,01 \log \text{ jtk} \cdot \text{g}^{-1}$ w rukoli, natomiast w mixie sałat $3,76 \pm 0,02 \log \text{ jtk} \cdot \text{g}^{-1}$, oraz w szpinaku $4,91 \pm 0,03 \log \text{ jtk} \cdot \text{g}^{-1}$.



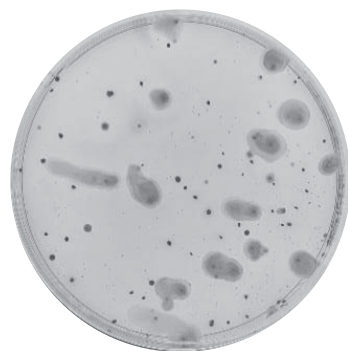
1. Hodowla bakterii mezofilnych, świeży szpinak



2. Hodowla bakterii *E. coli*, mix sałat w ostatnim dniu daty ważności



3. Hodowla grzybów, szpinak w ostatnim dniu daty ważności



4. Hodowla bakterii z rodziny Enterobacteriaceae, kiełki jarmużu w ostatnim dniu daty ważności

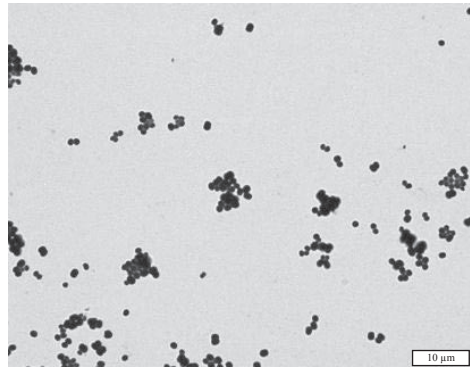
Fot. 1-4. Wybrane hodowle mikroorganizmów na płytkach Petriego oznaczone w warzywach liściastych

W badanych zielonych warzywach liściastych w ostatnim dniu przydatności do spożycia ilość mikroorganizmów oznaczonych metodami hodowlanymi wzrosła istotnie statystycznie. Duże, istotne, różnice zaobserwowano w próbkach rukoli i mixu sałat w zakresie bakterii mezofilnych, których liczba sięgała $8,29 \pm 0,11$ i $7,81 \pm 0,05 \log \text{ jtk} \cdot \text{g}^{-1}$, odpowiednio. Wysoką liczebność tej grupy mikroorganizmów odnotowano również w kiełkach jarmużu, chociaż różnica pomiędzy próbką świeżą ($7,29 \pm 0,05 \log \text{ jtk} \cdot \text{g}^{-1}$) a próbką badaną w ostatnim dniu przydatności do spożycia ($8,52 \pm 0,09 \log \text{ jtk/g}^{-1}$) była znacznie mniejsza. Liczba bakterii z rodziny Enterobacteriaceae zmieniła się istotnie dla szpinaku i mixu sałat wraz z upływem daty ważności. Natomiast we wszystkich badanych próbkach warzyw liściastych w ostatnim dniu daty ważności, stwierdzono obecność bakterii *E. coli* (Fotografia 2), a najwyższą wartość, równą $3,23 \pm 0,00 \log \text{ jtk} \cdot \text{g}^{-1}$, zaobserwowano w próbce rukoli. We wszystkich próbkach wzrosła również istotnie statystycznie liczba grzybów (Fotografia 3), sięgając najwyższego poziomu $4,08 \pm 0,25 \log \text{ jtk} \cdot \text{g}^{-1}$ w rukoli w ostatnim dniu przydatności do spożycia.

Obserwacja mikroskopowa, przy powiększeniu mikroskopu optycznego 1000x, preparatów bakteryjnych barwionych metodą Gram umożliwiła potwierdzenie występowania m.in. Gram ujemnych pałeczek oraz Gram dodatnich ziarniaków w badanych próbkach warzyw liściastych w ostatnim dniu ich daty do spożycia (Fotografie 5 i 6).



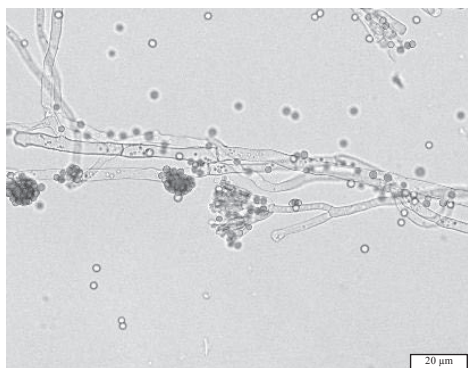
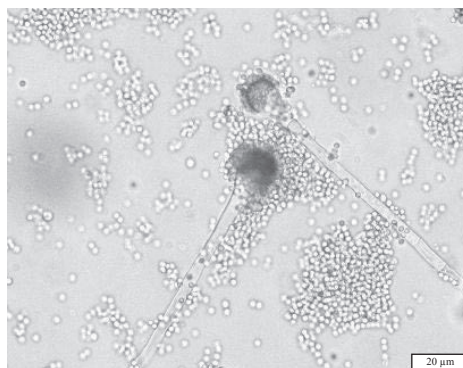
5. Pałeczki Gram ujemne



6. Ziarniaki Gram dodatnie

Fot. 5-6. Obraz mikroskopowy wybranych czystych kultur bakterii wyizolowanych z próbek: szpinaku (5) oraz mixu sałat (6) w ostatnim dniu przydatności do spożycia, powiększenie 1000x

Ocena makro- i mikroskopowa wybranych grzybów strzępkowych stanowiących mikrobiotę badanych próbek warzyw liściastych, umożliwiła ich identyfikację do rodzajów *Penicillium* w kiełkach jarmużu w ostatnim dniu przydatności do spożycia oraz *Aspergillus* w rukoli świeżej (Fotografie 7 i 8).

7. *Penicillium* sp.8. *Aspergillus* sp.

Fot. 7-8. Obraz mikroskopowy wybranych grzybów strzępkowych z próbek: kiełków jarmużu w ostatnim dniu daty ważności (7) oraz rukoli świeżej (8), powiększenie 400x

3. Dyskusja

Uzyskane wyniki potwierdzają dane literaturowe, wskazujące na zróżnicowaną jakość mikrobiologiczną próbek zielonych warzyw liściastych w zależności od materiału badanego oraz jego świeżości. Warto przy tym podkreślić dużą heterogeniczność mikroorganizmów oznaczanych w tych minimalnie przetworzonych produktach. Pośród drobnoustrojów izolowanych z zielonych warzyw liściastych Fröder i in. [11] zaobserwowali w 181 próbkach minimalnie przetworzonych sałatek liściastych występowanie m.in. bakterii: psychrotrofowych, z rodziny Enterobacteriaceae w tym z grupy coli i z rodzaju *Salmonella*, z gatunków *Staphylococcus aureus* i *Listeria monocytogenes*. Tożsame wyniki uzyskano w niniejszej pracy determinując obecność bakterii z rodziny Enterobacteriaceae w tym *E. coli*, jak również *Staphylococcus* sp. w większości badanych próbek świeżych pakowanych warzyw liściastych zielonych oraz we wszystkich próbkach w ostatnim dniu przydatności do spożycia. Natomiast Schuh i in. [12] w badanych próbkach sałat oraz kiełków oznaczyli występowanie bakterii mezofilnych, z grupy coli, z rodzaju *Staphylococcus* oraz drożdży i grzybów. Wyniki ilościowe istotnie różniły się w zależności od badanej próbki materiału roślinnego, co także obserwowano w pozostałych danych literaturowych, jak i w niniejszej pracy. Wyniki tożsame do uzyskanych w niniejszych doświadczeniach zostały opublikowane przez Pingulkar i in. [17], którzy stwierdzili obecność bakterii z grupy coli jak również grzybów strzępkowych oraz drożdży we wszystkich badanych próbkach świeżych zielonych warzyw w tym w szpinaku, sałacie i kolendrze. Ponadto wszystkie przebadane warzywa liściaste były zanieczyszczone bakteriami z rodzajów *Listeria* oraz *Yersinia*, a w próbkach sałaty i kolendry oznaczono bakterie *E. coli*.

Conte i in. [18] zaobserwowali interesującą zależność różnych okresów wegetacji na jakość mikrobiologiczną świeżo ściętych liści młodego szpinaku podczas przechowywania w warunkach chłodniczych. W świeżych próbkach młodego szpinaku, zebranych w październiku, grudniu i styczniu, oznaczono występowanie bakterii mezofilnych na poziomie 10^5 jtk·g⁻¹, oraz zidentyfikowano jako dominujące bakterie z rodzajów *Bacillus* oraz *Pseudomonas*. Ponadto zaobserwowano istotne statystycznie różnice w ilości bakterii mezofilnych, po okresie przechowywania próbek w temperaturze 5°C przez okres 8 dni, względem trzech wyżej wymienionych okresów wegetacji. Najliczniejszy wzrost bakterii mezofilnych określono dla próbek zbieranych w styczniu (10^8 jtk·g⁻¹), przy dużo niższych wartościach przyrostów dla pozostałych (10^6 jtk·g⁻¹), prawdopodobnie w związku z warunkami atmosferycznymi, w których zachodziły cykle wzrostu, oraz z powodu naturalnej zmienności wybranych populacji drobnoustrojów.

Podsumowanie

Porównując uzyskane wyniki oceny jakości mikrobiologicznej badanych warzyw liściastych w dwóch wariantach świeżości, można zauważyć, istotny, wzrost liczby mikroorganizmów wraz ze zbliżającym się upływem daty ważności. Warto podkreślić, że w wybranych próbkach w ostatnim dniu przydatności produktu do spożycia liczebność poszczególnych grup drobnoustrojów była wysoka i sięgała poziomu 10^8 jtk·g⁻¹. Wysokie wartości mikroorganizmów, oznaczone w badanych próbkach związane są z występowaniem zarówno mikrobioty endofitycznej jak również zanieczyszczającej. Szczególną uwagę budzi wysoka liczebność bakterii z rodziny Enterobacteriaceae i obecność bakterii *E. coli*, które mogą stanowić potencjalne zagrożenie dla bezpieczeństwa konsumenta. Mimo stałej dostępności w sklepach i gwarancji producenta, że dany produkt w określonej dacie przydatności jest zdalny do spożycia, warto wybierać produkty, których termin ważności jest bardziej oddalony w czasie.

Zielone warzywa liściaste są ważną częścią zdrowej, dobrze zbilansowanej diety, stanowiąc źródło witamin m.in. A i K, minerałów i błonnika, zawierając przy tym mało kalorii. Należą one jednak również do produktów minimalnie przetworzonych, szybko ulegających zepsuciu, w związku z czym jakość mikrobiologiczna może zmieniać się w miarę upływu terminu przydatności do spożycia. Celem badania było określenie jakości mikrobiologicznej produktów pakowanych, przechowywanych w warunkach chłodniczych takich jak - mix sałat, rukola, kielki jarmużu oraz szpinak z popularnej sieci sklepów spożywczych, w różnych wariantach świeżości względem zbliżającego się terminu przydatności do spożycia. Ocena jakości mikrobiologicznej została przeprowadzona z wykorzystaniem seryjnych rozcieńczeń dziesiętnych oraz posiewów metodą zalewową w kierunku obecności wybranych mikroorganizmów z wykorzystaniem podłoży selektywnych i różnicujących. Badaniu zostały poddane 2 warianty każdego z produktów spożywczych zielonych: w ostatnim dniu daty ważności oraz o dłuższej

dacie ważności (5 dni). Badane warzywa zielone liściaste cechowała zróżnicowana jakość mikrobiologiczna. Wyższą ilością mikroorganizmów charakteryzowały się produkty w ostatnim dniu przydatności do spożycia, toteż wpływająca data ważności wpływa na jakość mikrobiologiczną produktów zielonych, pakowanych. Kupując tego typu produkty minimalnie przetworzone należy zwracać uwagę na termin przydatności do spożycia i wybierać te warzywa o możliwie najdłuższej dacie ważności.

Słowa kluczowe: bezpieczeństwo żywności, jakość mikrobiologiczna, mikroorganizmy, termin przydatności do spożycia, warzywa liściaste zielone, żywność minimalnie przetworzona

EFFECT OF EXPIRATION DATE ON MICROBIOLOGICAL QUALITY OF GREEN LEAFY VEGETABLES

Green leafy vegetables are an important part of a healthy, well-balanced diet, providing a source of vitamins including A and K, minerals and fiber, while containing few calories. However, they are also among minimally processed products that spoil quickly, and as a result, their microbiological quality can change as their shelf life expires. The purpose of this study was to determine the microbiological quality of pre-packaged, refrigerated products such as - lettuce mix, rocket, kale sprouts and spinach from a popular grocery store chain, in different variations of freshness relative to the approaching expiration date. Microbiological quality assessment was carried out using serial decimal dilutions and flood plating technique for the presence of selected microorganisms using selective and differential microbiological media. Two variants of each leafy green food product were tested: on the last day of the expiration date and with a longer expiration date (5 days). The studied products were characterized by different microbiological quality. Leafy green vegetables with the last day of expiration were featured by a higher amount of microbiological contaminants, therefore the upcoming expiration date affects the microbiological quality of green, prepackaged products. When buying such minimally processed products, it is important to pay attention to the expiration date and choose those with the longest possible validity date.

Keywords: food safety, microbiological quality, microorganisms, green vegetables, best-before date, green leafy vegetables, minimally processed foods

Bibliografia

1. Natesh H. N., Abbey L., & Asiedu S. K. An overview of nutritional and antinutritional factors in green leafy vegetables. *Horticulture International Journal*, 2017, 1(2), 58-65. <https://doi.org/10.15406/hij.2017.01.00011>
2. Tłustołowicz A., Uchron się przed chorobami serca i jedz zielone warzywa, 2021. <https://www.poradnikzdrowie.pl/aktualnosci/uchron-sie-przed-chorobami-serca-i-jedz-zielone-warzywa-lisciaste-aa-zAYL-tLoJ-ACEp.html>

3. Przerwa M., Innowacyjne metody przechowania warzyw. Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie Oddział w Radomiu. 2015 <https://www.cdr.gov.pl/images/wydawnictwa/2015/2015-INNOWACYJNE-METODY-PRZECHOWYWANIA-WARZYW.pdf>
4. Allende A., Luo Y., McEvoy J. L., Artés F., & Wang C. Y. Microbial and quality changes in minimally processed baby spinach leaves stored under super atmospheric oxygen and modified atmosphere conditions. *Postharvest Biology and Technology*, 2004, 33(1), 51-59. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2004.03.003>
5. Biegańska-Marecik R., Czapski J., Porównanie przydatności odmian jabłek do produkcji plasterów o małym stopniu przetworzenia. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.*, 2003, 2 (2), 115-127.
6. Pietrzyk S. Żywność minimalnie przetworzona. *Laboratorium Przemysłowe*, 2008, 11 18-23.
7. Bansal V., Siddiqui M. W., & Rahman M. S. Minimally processed foods: Overview. *Minimally processed foods: Technologies for safety, quality, and convenience*, 2014, 1-15. https://doi.org/10.1007/978-3-319-10677-9_1
8. Berger C. N., Samir V. S., Shaw R. K., Griffin P. M., Pink D., Hand P. & Frankel G. Minireview - fresh fruit and vegetables as vehicles for the transmission of human pathogens. *Environmental Microbiology*, 2010, 12(9), 2385e2397. <https://doi.org/10.1111/j.1462-2920.2010.02297.x>.
9. Mercanoglu Taban B., & Halkman A. K. Do leafy green vegetables and their ready-to-eat [RTE] salads carry a risk of foodborne pathogens? *Anaerobe*, 2011 17(6), 286e287. <https://doi.org/10.1016/j.anaerobe.2011.04.004>
10. Santarelli G. A., Migliorati G., Pomilio F., Marfoglia C., Centorame P., D'Agostino A., D'Aurelio R., Scarpone R., Battistelli N., Di Simone G., Aprea G., & Iannetti L. Assessment of pesticide residues and microbial contamination in raw leafy green vegetables marketed in Italy. *Food Control*, 2018, 85, 350-358. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.09.035>
11. Fröder H., Martins C. G., De Souza K. L. O., Landgraf, M., Franco, B. D., & Destro, M. T.. Minimally processed vegetable salads: microbial quality evaluation. *Journal of food protection*, 2007, 70(5), 1277-1280. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-70.5.1277>
12. Schuh V., Schuh J., Fronza N., Foralosso F. B., Verruck S., Vargas Junior A., & Silveira S. M. D. Evaluation of the microbiological quality of minimally processed vegetables. *Food Science and Technology*, 2019, 40, 290-295. <https://doi.org/10.1590/fst.38118>
13. Nowicka P., Wojdyła A., & Oszmianski J. Zagrożenia powstające w żywności minimalnie przetworzonej i skuteczne metody ich eliminacji. *Żywność Nauka Technologia Jakość*, 2014, 21(2). <https://doi.org/10.15193/zntj/2014/93/005-018>

14. Losio M. N., Pavoni E., Bilei S., Bertasi B., Bove D., Capuano F., Farneti S., Blasi G., Comin D., Cardamone C., Decastelli L., Delibato E., De Santis P., Di Pasquale S., Gattuso A., Goffredo E., Fadda A., Pisanu M., De Medici D. Microbiological survey of raw and ready-to-eat leafy green vegetables marketed in Italy. *International journal of food microbiology*, 2015, 210, 88-91. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2015.05.026>
15. Holvoet K., Sampers I., Seynaeve M., & Uyttendaele M. Relationships among hygiene indicators and enteric pathogens in irrigation water, soil and lettuce and the impact of climatic conditions on contamination in the lettuce primary production. *International journal of food microbiology*, 2014, 171, 21-31. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2013.11.009>
16. Koseki S., Mizuno Y., Kawasaki S., & Yamamoto K. A survey of iceberg lettuce for the presence of *Salmonella*, *Escherichia coli* O157: H7, and *Listeria monocytogenes* in Japan. *Journal of food protection*, 2011, 74(9), 1543-1546. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-10-424>
17. Pingulkar K., Kamat A., Bongirwar D. Microbiological quality of fresh leafy vegetables, salad components and ready-to-eat salads: an evidence of inhibition of *Listeria monocytogenes* in tomatoes. *International journal of food sciences and nutrition*, 2001, 52(1), 15-23. <https://doi.org/10.1080/09637480020027219>
18. Conte A., Conversa G., Scrocco C., Brescia I., Laverse J., Elia A., & Del Nobile M. A. Influence of growing periods on the quality of baby spinach leaves at harvest and during storage as minimally processed produce. *Postharvest Biology and Technology*, 2008, 50(2-3), 190-196. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2008.04.003>

Autorzy:

Kinga Wojdyńska – Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu, Instytut Nauk o Jakości, Katedra Przyrodniczych Podstaw Jakości, Studenckie Koło Naukowe INVENTUM, email: 84708@student.ue.poznan.pl

dr inż. Katarzyna Marchwińska – Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu, Instytut Nauk o Jakości, Katedra Przyrodniczych Podstaw Jakości, email: katarzyna.marchwińska@ue.poznan.pl

OCENA JAKOŚCI PRZECHOWALNICZEJ WYBRANYCH SOLI CZARNYCH

Millena Ruszkowska, Filip Kłobukowski, Klara Pyka

Wstęp

Sól czarna, znana również jako Kala Namak, to minerał o charakterystycznym siarkowym smaku i aromacie, pochodzący z regionów wulkanicznych Azji Południowej. Jej unikalny profil smakowy sprawia, że jest ceniona w kuchni wegańskiej. Sól czarna może przyciągnąć europejskich konsumentów swoją egzotycznością oraz potencjalnymi korzyściami zdrowotnymi, takimi jak: zawartość minerałów (żelazo, magnez, potas) i właściwościami wspomagającymi trawienie. Niższa zawartość sodu w soli czarnej, w porównaniu do tradycyjnej soli stołowej może być korzystna dla osób z wysokim ciśnieniem krwi [2]. Wprowadzenie soli czarnej do diety europejskiej może wzbogacić kulinarną różnorodność oraz promować zdrowsze nawyki żywieniowe, odpowiadając na rosnące zainteresowanie nowymi smakami.

Sól czarna jest przyprawą, w której skład wchodzi głównie chlorek sodu oraz inne składniki, które nadają jej charakterystyczny czarny kolor i zapach. Zapach głównie powstaje z znacznej zawartości siarki. Ze względu na znaczną obecność siarczku żelaza II i III, półprzezroczyste kryształy soli tworzą całość od brązowo-różowego do ciemnofioletowego. Po zmieleniu kryształów soli zmieniają barwę z jasnofioletowego na różowy. Chlorek sodu nadaje soli czarnej słonego smaku, a wszystkie związki siarki zawarte w soli nadają korzennego smaku i bardzo charakterystyczny zapach, a najważniejszym czynnikiem wpływającym na zapach jest siarkowodór [2].

Rosnąca świadomość konsumentów dotycząca wpływu różnych rodzajów soli na zdrowie, a także ich poszukiwanie unikatowych smaków i wrażeń kulinarnych, odzwierciedla współczesne zainteresowanie solą czarną, wśród szerokiej grupy konsumentów. Dzięki swoim unikalnym właściwościom organoleptycznym i potencjalnym korzyściom dla zdrowia, surowiec ten zdobywa popularność wśród osób dbających o zdrowie i smakoszy. Choć jest często przedstawiana jako zdrowsza alternatywa dla tradycyjnej soli kuchennej, konieczne jest ostrożne podejście do takich twierdzeń i podejmowanie decyzji żywieniowych opartych na solidnych podstawach naukowych. Sól czarna otwiera nowe możliwości eksperymentowania z smakami w globalnej kuchni, dodając egzotyczny element do różnych dań. Wzrost zainteresowania solą czarną i innymi specjalnymi rodzajami soli podkreśla potrzebę dokładniejszych badań naukowych nad ich właściwościami m.in. trwałością przechowalniczą, co może przyczynić się do ich lepszego wykorzystania w przemyśle spożywczym i sztuce kulinarnej [7].

Celem podjętych badań była ocena jakości przechowalniczej soli czarnej różniących się miejscem pochodzenia, w oparciu o ocenę właściwości sorpcyjnych.

1. Materiał badawczy i metodyka badań

1.1. Materiał badawczy

Materiałem badawczym były 3 sole czarne, które zakupiono na rynku Unii Europejskiej. W tabeli 1, przedstawiono charakterystykę badanych produktów. Wybrane do badań sole oznaczono numerami od I do III. Materiał badawczy przechowywano zgodnie z zaleceniem producentów podanym na opakowaniu. Przechowywanie próbek w optymalnych warunkach miało na celu zapewnienie ich stabilności i zachowanie charakterystycznych właściwości soli czarnej przez cały okres badań. Produkt I – to sól czarna Kala Namak, drobno mielona – marki Crystalline Planet produkt, dostępny w opakowaniu o masie 1 kg. Produkt II – to produkt marki "La Drogheria 1880" - czarna sól himalajska z Cypru, która występuje w postaci płatków, w kształcie piramid. Swój szczególny czarny kolor zawdzięcza dodatkowi aktywnego węgla roślinnego, który nadaje jej unikalny wygląd w porównaniu do tradycyjnej soli morskiej. Sól pozyskiwana jest w sposób tradycyjny, z uwzględnieniem naturalnego procesu odparowywania wody morskiej. Produkt dostępny w opakowaniu o masie 50 g. Produkt III - to sól czarna mielona „Kala Namak” - to specjalna sól o wyrazistym, siarkowym aromacie, często stosowana w kuchni indyjskiej, z tego względu zwana również solą indyjską, jest to sól kamienna, używana w Azji Południowej.

Tab. 1. Charakterystyka badanych produktów

Produkt	Producent	Kraj pochodzenia	Cena za kg	Granulacja
I	Crystalline Planet	Pakistan	13,79 zł	drobna
II	La Drogheria	Cypr	298 zł	średni drobna, ziarnista
III	Black Sat Powder TRS	Indie	59,90 zł	mielona

Źródło: opracowanie własne.

1.2. Oznaczenie zawartości i aktywności wody

Zawartości wody wyznaczono metodą suszenia materiału badawczego w temperaturze 104°C przez 3 godziny. Zawartość wody w próbach po wystudzeniu w ekcykatorze zważono z dokładnością do 0,001 g [4]. Zawartość wody (X) obliczono na podstawie wzoru (1):

$$X = \frac{(b - c)x100}{a - c} \quad (1)$$

gdzie:

c – masa naczynka pustego [g],

a – masa naczynka z próbką przed suszeniu [g],

b – masa naczynka z próbką po suszeniu [g].

Do określenia aktywności wody wykorzystano aparat AquaLab 4TE wersji AS42.14.0, (Decagon Devices, Inc., Pullman, WA, USA) o dokładności $\pm 0,0003$, w temperaturze 293K (20°C) [9, 10]. Oznaczenie aktywności wody wykonano w materiale pobranym bezpośrednio z opakowania oraz po 30 dniach przechowywania produktów, w środowisku o aktywności wody $a_w=0,07-0,93$.

1.3. Oznaczenie barwy

Barwę badanych soli czarnych I – III, określono metodą pomiaru składowych trójchromatycznych $L^*a^*b^*$ CIE Lab za pomocą aparatu Konica Minolta C-410. Pomiar barwy wykonano z zastosowaniem skali CIE Lab, w której L^* jako jasność (w skali 0-100), a^* jako balans barwy czerwonej (+100) i zielonej (-100) oraz wskaźnik barwy b^* jako balans barwy żółtej (+100) i niebieskiej (-100). Oznaczenie wykonano w sześciu powtórzeniach [11].

1.4. Ocena właściwości sorpcyjnych

Ocenę jakości przechowalniczej przeprowadzono metodą statyczno-eksykatorową, wyznaczając izotermy sorpcji, określając równowagę wilgotnościową między badaną próbką soli czarnej a atmosferą o założonej wilgotności względnej, którą regulowano za pomocą nasyconych roztworów soli: NaOH (0,0698), LiCl (0,1114), CH_3COOK (0,2310), MgCl_2 (0,3303), K_2CO_3 (0,4400), $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (0,5480), KJ (0,6986), NaCl (0,7542), KCl (0,8513), KNO_3 (0,9320) [9].

Produkty umieszczano w higrostatkach o a_w w zakresie 0,07-0,93 i przechowywano przez okres 30 dni w temperaturze $20^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$.

Matematyczne opisy izoterm sorpcji wykonano w oparciu o równanie BET (Brunauer, Emmett i Teller) w zakresie $a_w = 0,07-0,33$. Wyznaczono pojemność warstwy monomolekularnej (v_m) oraz stałą energetyczną (c_e) [16]. Wyniki analizowano przy użyciu oprogramowania Jandel-Table Curve 2D v. 5.01. Dopasowanie danych empirycznych do równania BET scharakteryzowano za pomocą współczynnika determinacji (R^2), sumy kwadratów odchyleń wartości teoretycznych od empirycznych (SKO), wartości błędów standardowych (RMS).

1.5. Statystyczne opracowanie wyników badań (ocena zawartości i aktywności wody oraz barwy)

Uzyskane wyniki wybranych właściwości fizykochemicznych (zawartość i aktywności wody oraz barwa) opracowano z wykorzystaniem testu F Fishera-Snedecora połączonego z analizą post-hoc, w której został zastosowany test najmniejszej istotnej różnicy (NIR). Zweryfikowano w ten sposób różnicę

w średnim poziomie badanych cech w zależności od rodzaju badanego produktu [8]. Przyjęty został poziom istotności na poziomie $\alpha = 0,05$ na podstawie wartości prawdopodobieństwa testowego „p”. Wartość jaka została przyjęta do stwierdzenia istotności różnic w średnim poziomie cech to $p \leq 0,05$. Analiza została wykonana w programie statystycznym Statistica 13.3.

2. Omówienie wyników badań

2.1. Zawartość wody

Ilość wody obecna w produktach żywnościowych jest kluczowym wskaźnikiem, determinującym trwałość, jakość oraz zawartość składników pokarmowych. Wyższy udział wody w produkcie zazwyczaj wiąże się z obniżeniem poziomu istotnych dla zdrowia substancji odżywczych, takich jak: białka, lipidy oraz sacharydy. Również, zwiększenie ilości wody sprzyja rozwojowi mikroorganizmów w żywności, co może skutkować zmniejszoną możliwością ich bezpiecznego przechowywania na długi czas bez stosowania odpowiednich metod przetwarzania technologicznego [3]. W różnych produktach spożywczych, poziom wody może znacząco różnić się – oscyluje on od niewielkich procentów aż do ponad 90%, zmieniając się w zależności od przeprowadzonej obróbki technologicznej lub w trakcie przechowywania. Chociaż istnieją surowce, które zachowują niemal niezmienną ilość wody, to w przeważającej liczbie produktów spożywczych jej zawartość może podlegać znacznym fluktuacjom, determinowanym właściwościami higroskopijnymi produktów [3].

Tab. 2. Zawartość wody w badanych produktach I-III

Produkt	Zawartość wody [g/100 g s.m.]
I	0,31 ± 0,01 ^a
II	1,15 ± 0,02 ^b
III	0,39 ± 0,01 ^a
<i>p</i>	<0,001

Objaśnienia: Jednakowe symbole literowe przy wartościach średniej wskazują na brak istotnych różnic między średnimi w teście NIR

p- prawdopodobieństwo

Źródło: opracowanie własne.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że najniższą zawartością wody charakteryzował się produkt I i III a różnica w zawartości wody była statystycznie nieistotna. W grupie ocenianych soli czarnych, najwyższą zawartością wody charakteryzował się produkt II – sól czarna marki "La Drogheria 1880", z Cypru. Porównując uzyskane wyniki początkowej zawartości wody badanych soli czarnych z zawartością wody charakteryzowaną w soli morskiej w badaniach Ruszkowskiej i Śmiechowskiej [13] twierdzono, że badane sole czarne zawierały mniejszą ilość wody niż sól morską. Zauważono, że zawartość wody w soli mor-

skiej może ulegać zmianom w zależności od procesu przechowywania. Wyniki badań Ruskowskiej i Śmiechowskiej [14] skazywały, że wilgotność soli morskiej może wzrosnąć podczas przechowywania, szczególnie w przypadku soli zawierających duże ilości minerałów, takich jak wapń i magnez, ze względu na ich właściwości higroskopijne. Porównując początkową zawartość wody w solach morskich opisanych w badaniach Śmiechowskiej i Ruskowskiej [14] z wartościami uzyskanymi dla soli czarnych stwierdzono istotne różnice [13, 14].

2.2. Ocena aktywności wody

Aktywność wody soli odgrywa kluczową rolę w procesach przechowywania i przetwarzania produktów [1]. Na podstawie przeprowadzonej oceny początkowej aktywności wody w solach czarnych pobranych bezpośrednio z opakowania stwierdzono, statystycznie istotne różnice, w aktywności wody w badanych produktach. Najniższą aktywnością wody charakteryzował się produkt III i produkt I - sól czarna Kala Namak. Najwyższą aktywność wody stwierdzono w produkcie II - soli marki "La Drogheria 1880" z Cypru (tab. 3). Otrzymane wartości aktywności wody gwarantowały stabilność mikrobiologiczną badanych soli czarnych.

Tab. 3. Aktywność wody badanych produktów I – III

Produkt	Aktywność wody [-]
I	$0,3862 \pm 0,0105^b$
II	$0,4452 \pm 0,0032^c$
III	$0,3564 \pm 0,0039^a$
<i>p</i>	<0,001

Objaśnienia: Jednakowe symbole literowe przy wartościach średniej wskazują na brak istotnych różnic między średnimi w teście NIR

p- prawdopodobieństwo

Źródło: opracowanie własne.

2.3. Ocena barwy

Barwa produktów odgrywa kluczową rolę w procesach zakupowych, stanowiąc istotny czynnik wpływający na decyzje konsumentów. Jest to często pierwsza cecha, na którą zwracają uwagę kupujący, co może determinować ich dalsze zainteresowanie produktem. Psychologiczne aspekty barwy mogą wywoływać różne emocje i skojarzenia, wpływając na percepcję jakości i atrakcyjności. W kontekście produktów spożywczych, barwa sygnalizuje świeżość i jakość, a także zgodność z oczekiwaniami konsumentów. Badania pokazują, że kolor może znacząco wpływać na akceptację i wybór produktów przez konsumentów [5]. W przypadku soli, różnice w barwie mogą wynikać z naturalnych zanieczyszczeń, dodatków mineralnych czy procesów produkcyjnych, co może wpływać na preferencje konsumentów i ich decyzje zakupowe [12].

Tab. 4. Wartości parametrów barwy dla badanych soli czarnych I - III

Produkt	L*	a*	b*
I	59,40 ± 0,34 ^b	8,79 ± 0,13 ^c	11,57 ± 0,39 ^b
II	37,08 ± 0,13 ^a	0,12 ± 0,04 ^a	0,03 ± 0,03 ^a
III	80,68 ± 0,04 ^c	7,30 ± 0,04 ^b	11,39 ± 0,04 ^b

Objaśnienia: Jednakowe symbole literowe przy wartościach średniej wskazują na brak istotnych różnic między średnimi w teście NIR

Źródło: *opracowanie własne.*

Średnia wartość parametru L* dla soli I, wynosiła 59,40. Oznaczało to, że sól ta charakteryzowała się umiarkowaną jasnością, co potwierdzało jej szarawy odcień, w porównaniu do innych badanych próbek. Średnia wartość L* dla soli III, wynosiła 80,68, co wskazywało na znacznie wyższą jasność w porównaniu do soli I. Średnia wartość L* dla soli II wynosiła 37, Była to znacznie niższa wartość, w porównaniu do pozostałych próbek badanych soli czarnych, co oznaczało, że sól ta była znacznie ciemniejsza. Pomędzy badanymi produktami występowały statystycznie istotne różnice, w wartości ocenianego parametru L*.

Na podstawie analizy parametrów a* i b* stwierdzono, następujące zależności: średnie wartości dla soli I, wynosiły 8,79 dla a* i 11,57 dla b*. Parametry te wskazywały na obecność ciepłych tonów kolorystycznych, z przewagą odcieni czerwono-pomarańczowych. Średnie wartości dla soli III, wynosiły 7,30 dla a* i 11,39 dla b*. Również tutaj widoczna była obecność ciepłych tonów, jednak nieco mniej intensywnych w porównaniu do soli I. Średnie wartości dla soli II, wynosiły 0,12 dla a* i 0,03 dla b*. Na podstawie uzyskanych parametrów można przypuszczać, że różnice w jasności, barwie badanych soli morskich mogły wynikać zarówno z ich kraju pochodzenia, jak i z procesów przetwarzania oraz przechowywania produktów [13].

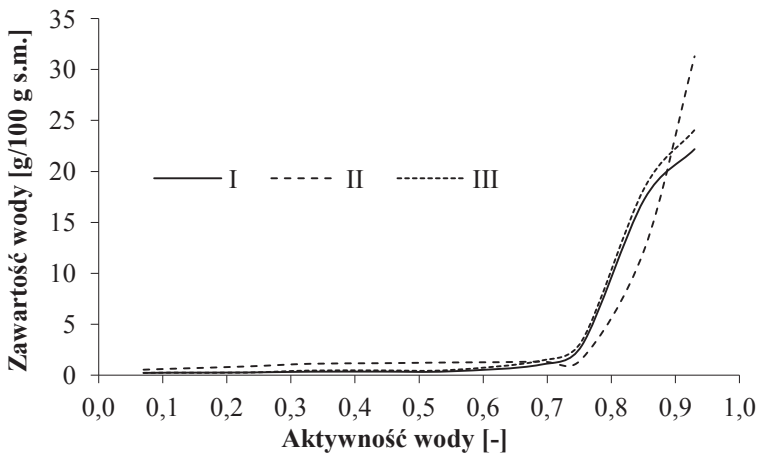
2.4. Ocena właściwości sorpcyjnych

Kluczowym etapem badań była ocena jakości przechowalniczej soli czarnych, w oparciu o wyznaczenie izoterm sorpcji. Izotermie sorpcji są kluczowym narzędziem w badaniach nad właściwościami materiałów porowatych, takich jak sól, umożliwiając zrozumienie procesu adsorpcji i desorpcji wilgoci. Pozwalają one na analizę reakcji materiałów na zmiany wilgotności w otoczeniu, co jest niezwykle istotne dla zapewnienia odpowiednich warunków przechowywania, stabilności i jakości produktów. W kontekście produktów spożywczych, kosmetycznych oraz farmaceutycznych, izotermie sorpcji dostarczają cennych informacji na temat mechanizmów wiązania wody, co jest kluczowe dla oceny ich trwałości i właściwości użytkowych [13, 14].

W przeprowadzonych badaniach izoterma sorpcji dla analizowanych produktów została wyznaczona w zakresie aktywności wody (a_w) od 0,07 do 0,93, w czasie 30 dni, w temperaturze 20°C (rys. 1).

Izotermy sorpcji są niezbędne do zrozumienia higroskopijności badanych produktów, co wpływa na ich stabilność i trwałość podczas przechowywania. Analiza izoterm sorpcji w przypadku soli pozwalała ocenić jej zdolność do pochłaniania wilgoci, co było kluczowe dla utrzymania jej jakości i użyteczności konsumpcyjnej.

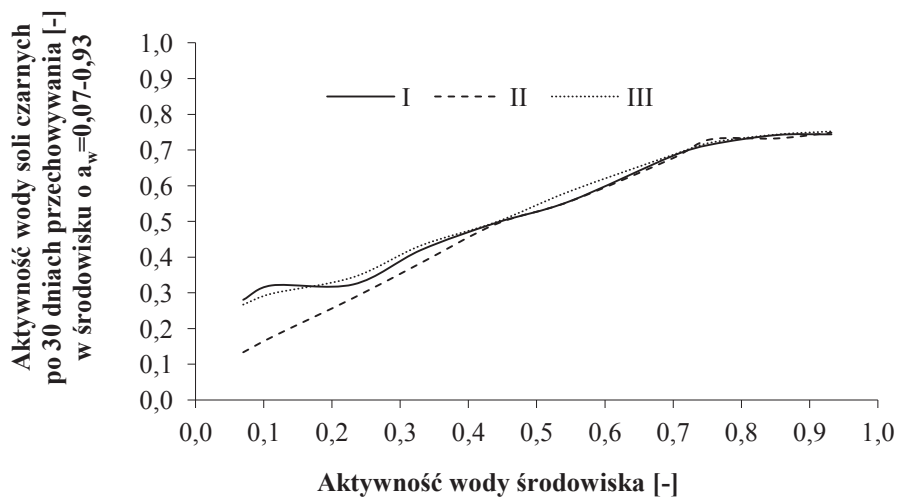
Na podstawie oceny przebiegu izotermy stwierdzono, że wszystkie trzy badane sole czarne I-III, do aktywności wody $a_w=0,75$ pochłaniały niewielką ilość wody. Natomiast wzrost zawartości wody obserwowany był powyżej aktywności wody $a_w=0,85-0,93$. Uzyskane izotermy sorpcji wykazywały podobieństwo do izotermy sorpcji wyznaczonych dla cukru [15]. Tym samym, w produktach charakteryzujących się niskim poziomem początkowej zawartości wody przypuszczać można, że na kształt izoterm sorpcji soli czarnych mogły wpłynąć: wilgotność względna powietrza, granulacja oraz zawartość w solach czarnych: związków redukujących, popiołu, związków aromatycznych i substancji barwnych [6, 15].



Rys. 1. Izoterma sorpcji badanych produktów wyznaczona w środowisku $a_w=0,07-0,93$, w czasie 30 dni, w temperaturze 20°C

Pomiar aktywności wody badanych soli czarnych I - III, wykonano również po 30 dniach przechowywania, w zakresie aktywności wody $a_w=0,07-0,93$. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że największe różnice między aktywnością wody środowiska a aktywnością wody zmierzoną w solach czarnych zaobserwowano w środowiskach o małych wartościach aktywności wody ($a_w=0,07-0,33$), w których produkty podlegały procesowi desorpcji (rys. 2). Tym samym stwierdzono, że czas przechowywania surowców był zbyt krótki, aby badane surowce, osiągnęły stan równowagi w niskich aktywnościach wody

środoiska. Natomiast w zakresie aktywności wody $a_w=0,75-0,93$, badane sole czarne I - III, cechowały się zbliżonym zakresem aktywności wody, na poziomie 0,7151 - 0,7520 i pomimo wyższej aktywności wody środowiska na poziomie $a_w=0,85$ i $a_w=0,93$ produkty I - III, nie zwiększyły swojej aktywności wody po 30 dniach przechowywania.



Rys. 2. Aktywność wody badanych produktów wyznaczona w środowisku $a_w=0,07-0,93$, po procesie przechowywania przez 30 dni, w temperaturze 20°C

W celu wyznaczenia wybranych parametrów mikrostruktury powierzchni oraz przebiegu zjawiska sorpcji, izotermy sorpcji wody poddano transformacji zgodnie z modelem BET, w zakresie $a_w=0,07-0,33$.

Parametry równania BET: pojemność monowarstwy v_m , stałą energetyczną c_e oraz sumę kwadratów odchyłań wartości teoretycznych od wartości empirycznych (SKO) wraz wartościami błędów standardowych (RMS), przedstawiono w tabeli 5

Tab. 5. Parametry równania BET badanych produktów I - III

Produkt	v_m [g/ 100 g s.m.]	c_e	R^2	SKO	RMS	PS [m ² /g]
I	0,24	15,68	0,9918	0,02	7,87	8,47
II	0,81	18,41	0,9927	0,40	24,85	28,58
III	0,31	20,57	0,8404	0,11	40,74	10,73

v_m – pojemność warstwy monomolekularnej, c_e – stała energetyczna, R^2 współczynnik determinacji, SKO - suma kwadratów odchyłań wartości teoretycznych od empirycznych, RMS - wartości błędów standardowych, PS-powierzchnia właściwa sorpcji

Źródło: opracowanie własne.

Analiza parametrów równania BET dostarcza dodatkowych informacji na temat właściwości sorpcyjnych badanych produktów. Produkt I wykazywał najniższą pojemność warstwy monomolekularnej ($v_m = 0,24$ g/100 g s.m.) oraz najwyższą wartość współczynnika determinacji ($R^2 = 0,9918$), co wskazywało na dobre dopasowanie modelu BET do danych empirycznych. Stała energetyczna dla produktu I ($c_e = 15,68$) była najniższa spośród badanych produktów, co mogło sugerować mniejszą energię wiązania wody. Produkt II charakteryzował się najwyższą pojemnością warstwy monomolekularnej ($v_m = 0,81$ g/100 g s.m.) oraz wysoką wartością współczynnika determinacji ($R^2 = 0,9927$). Jego stała energetyczna ($c_e = 18,41$) była wyższa w porównaniu do soli I, co mogło sugerować silniejsze wiązanie wody. Na podstawie uzyskanej pojemności warstwy monomolekularnej przypuszczać można, że sól czarna II, powinna charakteryzować się najwyższą trwałością przechowalniczą. Znaczne rozwinięcie monowarstwy chroni, bowiem produkt przed obniżeniem jakości w wyniku pochłaniania określonej ilości wody.

Sól III uzyskała pojemność warstwy monomolekularnej na poziomie $v_m = 0,31$ g/100 g s.m. oraz najniższą wartość współczynnika determinacji ($R^2 = 0,8404$), co wskazywało na gorsze dopasowanie modelu BET do danych empirycznych. Stała energetyczna soli III ($c_e = 20,57$) była najwyższa spośród badanych produktów, co mogło sugerować najsilniejsze wiązanie wody.

Sumy kwadratów odchyłeń (SKO) oraz wartości błędów standardowych (RMS) wskazują na różnice w dopasowaniu modelu BET do danych empirycznych dla badanych produktów. Sól I, uzyskała najniższe wartości SKO (0,02) i RMS (7,87), co sugerowało najmniejsze odchylenia od wartości teoretycznych.

Oszacowane wartości pojemności monowarstwy v_m na podstawie modelu BET stanowiły podstawę do obliczenia powierzchni właściwej sorpcji. Na podstawie przeprowadzonej charakterystyki strukturalnej badanych soli I - III stwierdzono, że największą powierzchnią właściwą sorpcji cechowała się sól czarna II, która uzyskała wartość $28,58$ m²/g. Przypuszczać można, iż było to determinowane składem chemicznym badanych soli. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że badane produkty wykazywały istotne różnice w zawartości wody, aktywności wody oraz właściwościach sorpcyjnych.

Podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonych badań sformułowano następujące wnioski końcowe:

1. badane sole czarne charakteryzowały się niską początkową zawartością wody. Produkt II cechował się najwyższą wartością ocenianego parametru (1,15 g/100 g s.m.), podczas gdy produkt I oraz produkt III miał niższą wartość (odpowiednio 0,31 i 0,39 g/100 g s.m.);

2. produkt II wykazywał najwyższą aktywność wody (0,4452), w porównaniu z produktami I i III, które miały niższą aktywność wody (odpowiednio 0,3862 i 0,3564);
3. na podstawie przeprowadzonych badań zaobserwowano istotne różnice w barwie ocenianych soli, co prawdopodobnie mogło wynikać z różnych procesów produkcyjnych i naturalnych zanieczyszczeń występujących w produktach;
4. w oparciu o przeprowadzoną ocenę właściwości sorpcyjnych, stwierdzono, że najwyższą trwałością przechowalniczą, w grupie badanych soli, charakteryzował się produkt o wyżej pojemności warstwy monomolekularnej – sól II - soli marki "La Drogheria 1880" z Cypru.

Celem niniejszej pracy była ocena jakości przechowalniczej soli czarnych różniących się krajem pochodzenia. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że jakość soli czarnej może różnić się w zależności od regionu pochodzenia i specyfikacji danego produktu. Dlatego producenci powinni stosować się do miejscowych przepisów oraz norm dotyczących jakości i bezpieczeństwa żywności.

Wyniki badań właściwości sorpcyjnych soli czarnych mogą być wykorzystane do prognozowania trwałości produktów oraz projektowania opakowań uwzględniających zachowanie produktu podczas przechowywania.

Słowa kluczowe: sól czarna, zawartość i aktywność wody, barwa, właściwości sorpcyjne

EVALUATION OF STORAGE QUALITY OF SELECTED BLACK SALTS

The aim of this study was to evaluate the storage quality of black salts differing by country of origin. Based on the study, it was found that the quality of black salt can vary depending on the region of origin and the specifications of the product. Therefore, producers should comply with local regulations and standards for quality and food safety.

The results of the study of the sorption properties of black salts can be used to predict the shelf life of products and design packaging that take into account product behavior during storage.

Keywords: black salt, water content and activity, color, sorption properties

Bibliografia

1. Barbosa-Cánovas, G.V., Fontana Jr., A.J., Schmidt S.J., Labuza T.P., Water Activity in Foods: Fundamentals and Applications. Wiley-Blackwell, Wielka Brytania, 2007.
2. Basu D., Sharma D., Darji V., Barot H., Patel J., Modi D., Sen D. J., Discard. Biochemical Malfunction by Black Salt Through Naturopathy, European Journal of Pharmaceutical and Medical Research, 2015, pp. 96-101.
3. Gronowska-Senger A., Analiza żywności, SGGW, Warszawa, 2018.
4. Hamułka J., Gronowska Segner A., Drywień M., Wawrzyniak A., Oznaczenie zawartości wody i suchej masy w wybranych produktach spożywczych, W: Analiza żywności zbiór ćwiczeń (red. Gronowska-Segner), Wydawnictwo SGGW Warszawa, 2018, s. 13-15.
5. Hutchings J.B., Expectations and the Food Industry: The Impact of Color and Appearance, Food Quality and Preference, 2003, 15, pp. 608-609.
6. Iciek J., Tamborski Z. Izotermy sorpcji wilgoci przez cukier, Gazeta Cukrownicza, 2006, 8, s. 234- 236.
7. Kołodziejcki J., Charakterystyka rynku soli w Polsce na przykładzie Kopalni Soli „Kłodawa” S.A, Automation and Electrical Engineering, 2022, 60, s. 15-22.
8. Mynarski S., Analiza danych rynkowych i marketingowych z wykorzystaniem programu Statistica. Wyd. AE, Kraków, 2003.
9. Ocieczek A., Ruskowska M., Porównanie właściwości sorpcyjnych ziarna wybranych odmian komosy ryżowej (*Chenopodium quinoa willd*), Żywność. Nauka. Technologia. Jakość., 2018, 25, 3(116), s. 71-88, doi:10.15193/ZNTJ/2018/116/247.
10. Pałacha Z., Jakubicz K., Analiza aktywności wody w wybranych świeżych warzywach. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 2018, s. 29-32.
11. Rój A., Przybyłowski P., Ocena barwy napojów energetyzujących, Bromatologia i Chemia Toksykologiczna, 2012, 45, s. 817-821.
12. Spence C., Levitan C.A., Shankar M.U., Zampini M., Does food color influence taste and flavor perception in humans? Chemosensory Perception, 2010, 3, pp. 68-84.
13. Śmiechowska M., Ruskowska M., Effect of storage on the quality parameters of sea salt. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2021a, 28, 3, pp. 133-146.
14. Śmiechowska M., Ruskowska M., Olender O., Selected Quality Characteristics of Sea Salt Important During Transport and Storage. The International Journal on Marine Navigation, 2021b, 15, pp. 659-665.
15. Tamborski Z. Wpływ temperatury na przebieg izoterm sorpcji wody przez cukier, Żywność. Nauka. Technologia. Jakość., 2009, 5 (66), s. 72 - 82
16. Tańska M., Konopka I., Ruskowska M., Sensory, Physico-Chemical and Water Sorption Properties of Corn Extrudates Enriched with Spirulina.

Plant Foods for Human Nutrition, 2017, 72, pp. 250-257. doi:10.1007/s11130-017-0628-z.

Autorzy:

dr hab. inż. Millena Ruszkowska, prof. UMG – Uniwersytet Morski w Gdyni, Wydział Zarządzania i Nauk o Jakości, email: m.ruszkowska@wznj.umg.edu.pl

mgr inż. Filip Kłobukowski, Gdański Uniwersytet Medyczny, Katedra Żywienia Klinicznego, Zakład Towaroznawstwa Żywności, ul. M. Skłodowskiej-Curie 3a, 80-210 Gdańsk, email: filip.klobukowski@gumed.edu.pl

mgr inż. Klara Pyka – absolwentka Uniwersytetu Morskiego w Gdyni, Wydział Zarządzania i Nauk o Jakości

WPLYW ZANIECZYSZCZEŃ NA JAKOŚĆ ROŚLIN LECZNICZYCH

Katarzyna Mucha

Wstęp

Rośliny lecznicze od dawna są stosowane w terapii na całym świecie i nadal stanowią ważną część medycyny tradycyjnej. Rośliny lecznicze są również stosowane od wieków ze względu na aromat i smak, który nadają żywności [32]. Na świecie rocznie wykorzystuje się około 100 tys. ton surowców leczniczych [11,29]. W ostatnich latach na rynku międzynarodowym nastąpił dwukrotny wzrost popytu na te rośliny, a według szacunków WHO obecne zapotrzebowanie na leki roślinne wynosi 14 miliardów dolarów rocznie, a do 2050 roku wzrośnie do 5 bilionów dolarów [36].

Najważniejszymi producentami ziół są Chiny, Indie i Egipt [9]. Jak podaje literatura [37] powierzchnia uprawy ziół w każdym z tych krajów wynosi około 20 milionów hektarów. W Polsce plantacje te zajmują zaledwie 30 000 hektarów. Jednak Polska staje się coraz ważniejszym producentem surowców zielarskich dobrej jakości [35].

Obecnie uprawia się około 70 gatunków roślin zielnych. Polski przemysł zielarski wykorzystuje około 130 gatunków roślin ze zbiorów naturalnych (10 000 ton zebranego surowca) i około 60 gatunków roślin uprawnych (50 000 ton). W Polsce uprawia się 29 oryginalnych odmian ziół. Właścicielem i hodowcą 22 z nich jest Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich w Poznaniu. Zdecydowana większość produkowanego materiału sprzedawana jest na rynku krajowym, a średni skup wynosi 20 000 ton rocznie [8,34].

Zastosowanie roślin w lecznictwie wiąże się ze spełnieniem wielu wymagań. Produkt leczniczy znajdujący się w obrocie musi posiadać właściwą jakość, gwarantującą bezpieczeństwo stosowania, jak również skuteczność działania. Prawidłowa jakość produktu leczniczego wiąże się ze spełnieniem wszystkich kryteriów jakości dotyczących tożsamości, czystości, zawartości substancji czynnej i przydatności, które zawarte są w odpowiednich dokumentach, m.in. w monografiach farmakopealnych tworzących Farmakopeę [20,21]. W Polsce oficjalna farmakopea to Farmakopea Polska jest ona opracowywana i wydawana przez Urząd Rejestracji Produktów Leczniczych, Wyrobów Medycznych i Produktów Biobójczych. Od roku 2023 w Polsce obowiązuje Farmakopea Polska nr XIII.

Istotny wpływ na wymagania Farmakopei Europejskiej, a tym samym Farmakopei Polskiej, ma działalność Międzynarodowej Konferencji Harmonizacji, obejmująca trójstronny (Europa, Ameryka, Japonia) proces ujednoczania wymagań stawianych produktom leczniczym w trakcie procesu ich dopuszczania do obrotu [20].

Surowce lecznicze powinny wykazywać udokumentowane działanie, przynoszące większe korzyści niż potencjalne działania niepożądane. Rośliny lecznicze powinny również posiadać stałe ilości i proporcje substancji czynnych, co jest osiąganane poprzez stosowanie powtarzalnych warunków siewu, hodowli i zbioru [2].

Surowiec leczniczy nie powinien zawierać zanieczyszczeń. Zanieczyszczenia gromadzą się często podczas uprawy, przechowywania i przetwarzania ziół i mogą mieć niekorzystny wpływ na zdrowie konsumenta. W artykule dokonano przeglądu kontaminantów roślin leczniczych, podając przykłady ograniczania najczęściej występujących zanieczyszczeń mineralnych, organicznych i mikrobiologicznych.

W artykule dokonano przeglądu kontaminantów roślin leczniczych, podając przykłady ograniczania najczęściej występujących zanieczyszczeń mineralnych, organicznych i mikrobiologicznych.

1. Główne rodzaje zanieczyszczeń roślin leczniczych

Roślinne surowce lecznicze są narażone na zanieczyszczenie przez drobno-ustroje zamieszkujące glebę, a także poprzez skażone powietrze, wodę, czy odchody zwierząt. Zróżnicowana mikroflora gleby jest podstawowym źródłem zanieczyszczenia roślin.

Zanieczyszczenia gromadzące się w roślinach leczniczych można zaliczyć do kilku grup. Wiele roślin leczniczych jest uprawianych i zbieranych w złych warunkach sanitarnych, na obszarach gorących, wilgotnych, co sprzyja potencjalnemu skażeniu mikrobiologicznemu i pogorszeniu jakości ziół. W tabeli nr 1 zestawiono chemiczne i biologiczne zanieczyszczenia występujące w roślinach leczniczych.

Inny podział i bardziej szczegółową charakterystykę zanieczyszczeń roślin leczniczych opisano w pkt 1.1-1.5.

Tab. 1. Zanieczyszczenia i pozostałości w roślinach leczniczych [6]

Rodzaje zanieczyszczeń	Grupa	Źródła zanieczyszczeń
zanieczyszczenia chemiczne	materiały toksyczne i niebezpieczne: - metale i niemetale (Pb, Cd, Hg, Cr), - trwale zanieczyszczenia organiczne (dioksyna, aldryna, chloran) - radionuklidy (Cs-134, Cs-137) - toksyny biologiczne (mykotoksyny, endotoksyny bakteryjne)	gleba, powietrza i woda, proces produkcyjny, proces zbiorów, transport i przechowywanie.
	- rozpuszczalniki organiczne (aceton, metanol, etanol, butanol)	gleba, woda
	- pestycydy - insektycydy (karbaminian chlorawy - herbicydy (2,4-D, 2,4,5 T)	gleba

	- fungicydy (ditiokarbaminian)	
zanieczyszczenia biologiczne	mikroorganizmy: - bakterie (<i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Shigella</i> i <i>Salmonella</i>) - grzyby drożdżopodobne (<i>Cryptococcus</i> , <i>Candida</i> , <i>Rhodotorula</i> , <i>Debaromyces</i>) - grzyby pleśniowe (<i>Cladosporium</i> , <i>Mucor</i> , <i>Penicillium</i>)	gleba, transport i przechowywanie
	zwierzęta: - pasożyty (pierwotniaki, ameby, robaki) - owady (karaluchy) - inne (mysz, dżdżownice, roztocze)	gleba, odchody, rolnictwo ekologiczne, proces produkcji upraw

1.1. Zanieczyszczenia mineralne i organiczne surowców leczniczych

Z raportu Światowej Organizacji Zdrowia [37] wynika, że surowce lecznicze mogą być również zanieczyszczone m.in.: częściami materiału roślinnego, w tym nasionami innych roślin uprawnych, które obniżają lub dyskwalifikują jakość surowca podstawowego, nasiona chwastów, zanieczyszczeniami mineralnymi (piasek, pył, drobne kamienie), zanieczyszczeniami organicznymi (części liści, łodyg lub korzeni). Ponadto surowce lecznicze powinny być całkowicie wolne od widocznych oznak skażenia owadami oraz odchodami zwierzęcymi [37].

1.2. Zanieczyszczenia surowców leczniczych metalami ciężkimi

Zanieczyszczenia środowiskowe mogą mieć istotny wpływ na skuteczność działania roślin leczniczych. Metale ciężkie mogą wywołać natychmiastowe ostre zatrucia lub stany przewlekłe [27].

Zatrucia ostre powodują: As, Zn, Cd, Cu, i Hg. Zatrucia przewlekłe mogą wywoływać m.in. As, Zn, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Sn, Co, Ni, Mn, Se, Fe i Ag. Schorzenia przewlekłe występują przez długi czas w formie utajonej. Po pewnym czasie mogą wywołać bardzo niebezpieczne zmiany mutagenne lub uszkodzenia centralnego systemu nerwowego.

Ołów, kadm, rtęć i inne metale ciężkie mogą akumulować się w roślinach, wpływając na ich metabolizm oraz właściwości lecznicze. Mogą one również zaburzać syntezę aktywnych substancji, co obniża jakość surowca.

Pobieranie metali ciężkich przez rośliny odbywa się przez system korzeniowy, ale również przez blaszki liściowe. Najłatwiej przez rośliny z gleby pobierane są metale występujące w formie wolnych jonów, natomiast metale występujące w formie kompleksów mogą być mobilizowane przez substancje aktywne wydzielane przez korzenie roślin i następnie pobierane przez rośliny [4,10]. Korzenie roślin mogą wydzielać do gleby kwasy organiczne oraz chelatory metali, powodujące uwalnianie metali z nierozpuszczalnych kompleksów glebowych. Ilość pobieranych metali przez rośliny zależy od rodzaju metalu, ich zawartości w glebie, form,

w jakich występują, oraz od gatunku rośliny [14]. Zawartość metali ciężkich w różnych organach roślin zmniejsza się w kolejności: korzeń > liście > łodyga > kwiaty > nasiona.

Zgodnie z literaturą [27] metale ciężkie ze względu na stopień zagrożenia podzielono na następujące grupy:

- o bardzo wysokim stopniu potencjalnego zagrożenia, np. Cd, Hg, Pb, Cu, Zn,
- o wysokim stopniu potencjalnego zagrożenia, np. Mo, Mn, Fe,
- o średnim stopniu potencjalnego zagrożenia, np. Ni, Co,
- o niskim stopniu potencjalnego zagrożenia, np. Sr, Zr.

1.3. Zanieczyszczenia surowców leczniczych pestycydami

Zastosowanie pestycydów w uprawach może prowadzić do zanieczyszczenia roślin substancjami chemicznymi, które nie tylko są toksyczne, ale mogą również wpływać na zawartość naturalnych związków czynnych, zmniejszając ich skuteczność terapeutyczną. W trosce o bezpieczeństwo i ochronę zdrowia i życia ludzkiego wiele krajów na całym świecie wprowadziło program monitoringowy i urzędową kontrolę roślin dotyczącą zawartości pestycydów zgodnie z najwyższymi dopuszczalnymi poziomami tych związków (NDS) [17].

Badania dotyczące określenia obecności pestycydów w surowcach zielarskich pochodzących z produkcji rolniczej mają nie tylko znaczenie w ich ocenie jakościowej, ale także niosą informację o danej grupie surowców rolniczych na przestrzeni określonego okresu z naciskiem na ciągłą poprawę tego stanu, który jest kształtowany z drugiej strony przez odpowiednie regulacje prawne.

Badania pozostałości pestycydów w próbkach ziół pochodzących z polskich upraw wskazują, że odsetek próbek ziołowych zawierających pozostałości pestycydów kształtuje się na poziomie od 72% do 92%, natomiast w 12% do 17% z nich stwierdza się przekroczenie najwyższego dopuszczalnego stężenia [16,6].

Przeprowadzone przez zespół naukowców Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego na przełomie marca i kwietnia 2015 badania pilotażowe, których celem było określenie pozostałości pestycydów (m.in. niedopuszczonego w Polsce do obrotu chlorek benzalkoniowy czy piperonylobutoksyd) w świeżych ziołach i warzywach przyprawowych zakupionych w trzech wybranych supermarketach wykazały, że 91,67% próbek zawierało w składzie pozostałości pestycydów, w dwóch badanych surowcach roślinnych stwierdzono przekroczenie dopuszczalnych stężeń, w innych wykryto również pestycydy niedopuszczalne w Polsce [6].

Podobne wyniki dotyczące zawartości zanieczyszczeń podawane są w badaniach ziół pochodzących z różnych części świata w tym z Europy, w których zanieczyszczenia tymi substancjami kształtowały się na poziomie 63%, natomiast w 10% z nich stwierdzono przekroczenie najwyższego dopuszczalnego stężenia [33].

1.4. Zanieczyszczenia mikrobiologiczne surowców leczniczych

Bakterie, grzyby i innego rodzaju patogeny obecne w środowisku mogą wpływać na zdrowie roślin oraz na jakość pozyskiwanych surowców.

Czynnikiem warunkującym skażenie roślin jest woda, ponieważ poprzez glebę i powietrze mogą się do niej dostać bakterie przetrwalnikowe z rodzaju *Bacillus*, czy grzyby drożdżopodobne (*Cryptococcus*, *Candida*, *Rhodotorula*, *Debaromyces*) czy grzyby pleśniowe (*Cladosporium*, *Mucor*, *Penicillium*) [30].

Z kolei mikroflora powietrza jest zmienna ze względu na uwarunkowaną strefy klimatycznej, porę roku, glebę, nasłonecznienie, a także ilość opadów. Dodatkowo na skład mikroflory w powietrzu wpływa bliskość terenów przemysłowych - działanie promieni ultrafioletowych oraz wysuszenie powietrza wpływa na żywotność drobnoustrojów w powietrzu [38]. W tabeli 1 zestawiono główne grupy zanieczyszczeń oraz źródła ich pochodzenia.

W zakresie skażenia mikrobiologicznego, limity zalecane przez Światową Organizację Zdrowia dla skażenia surowca roślinnego przeznaczonego do dalszego przetwarzania to pleśń i drożdże (10^5 jtk/g) oraz *E. coli* (10^4 jtk/g); w przypadku materiałów roślinnych, które zostały poddane wstępnej obróbce lub są stosowane jako postacie dawkowania do stosowania miejscowego, zalecane limity obejmują bakterie tlenowe (10^7 jtk/g), pleśń i drożdże (10^4 jtk/g), *E. coli* (10^2 jtk/g), enterobakterie i inne Nie może być bakterii Gram-ujemnych (10^4 jtk/g) ani salmonelli; w przypadku innych materiałów roślinnych do użytku wewnętrznego zalecane limity obejmują bakterie tlenowe (10^5 jtk/g), pleśń i drożdże (10^3 jtk/g), *E. coli* (10 jtk/g), enterobakterie i inne bakterie Gram-ujemne (10^3 jtk/g) i salmonelli musi być zawsze nieobecna [32].

Jeszcze większym niebezpieczeństwem są mykotoksyny, które są produktem wtórnym metabolizmu grzybów pleśniowych [12,31]. Te metabolity mogą powodować skutki chorobotwórcze o przewlekłym charakterze, podostrym lub ostrym, jak również wykazują działanie terato- i kancerogenne. Ponadto mogą przyczyniać się do obniżenia odporności, uszkodzenia wątroby, martwicy mózgu, zaburzeń płodności, a nawet przyspieszać rozwój choroby nowotworowej przelyku, wątroby, nerek, żołądka, dwunastnicy czy okrężnicy. Najważniejszymi mikotoksynami są aflatoksyny, ponieważ istnieje prawie 20 różnych typów aflatoksyn, z których cztery główne to aflatoksyny B1, B2, G1 i G2. aflatoksyna B1 (AFB1) i aflatoksyna B2 (AFB2) są produkowane przez *Aspergillus flavus*, natomiast cztery izoformy (B1, B2, G1, G2) są produkowane przez *Aspergillus par-aticus*. Ostre zatrucia pokarmowe mykotoksynami zdarzają się rzadko, jednak może wystąpić niebezpieczeństwo długotrwałego działania małych dawek tych toksyn na organizm [14,29].

W glebie występują bakterie Gram-dodatnie z rodzaju *Proteus*, *Streptococcus*, *Rhodococcus* i *Corynebacterium*, a także przetrwalnikujące bakterie z rodzaju *Bacillus*, a zwłaszcza *B. subtilis*, *B. pumillus*, *B. cereus* i *B. licheniformis* oraz prze-

trwalnikujące bakterie beztlenowe z rodzaju *Clostridium*, promieniowce i pleśnie (m.in. *Penicillium*, *Alternaria*, *Fusarium*, *Cladosporium*) [19,22,23].

Ponadto glebę zasiedlają również pałeczki z rodzaju *Escherichia*, *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, a także bakterie z rodzaju *Mycobacterium*, *Agrobacterium* oraz *Xantomonas* [18]. Bakterie przetrwalnikujące (z rodzaju *Bacillus*), grzyby pleśniowe (m.in. *Mucor*, *Penicillium*, *Cladosporium*) czy grzyby drożdżopodobne (*Rhodotorula*, *Candida*, *Cryptococcus*, *Debaromyces*) poprzez powietrze i glebę mogą przedostać się do wody [15].

1.5. Zanieczyszczenia radioaktywne

W przypadku skażenia radioaktywnego rośliny mogą akumulować szkodliwe izotopy ^{137}Cs , ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K , ^{222}Rn , ^{220}Rn i ^{238}Rn , co może być niebezpieczne dla zdrowia oraz zmniejszać wartość farmakopealną surowców. Radionuklidy obecne w środowisku są źródłem zarówno zewnętrznej jak i wewnętrznej ekspozycji na promieniowanie jonizujące wszystkich żywych organizmów: roślin, zwierząt i człowieka i mogą być inkorporowane w tkankach [1].

Przeprowadzone przez Uniwersytet w Kairze badania dotyczące oznaczania stężenia aktywności radionuklidów tj. ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K , ^{222}Rn , ^{220}Rn i ^{238}Rn przy użyciu detektorów germanowych i stałych detektorów śladów jądrowych w kilkunastu próbkach roślin leczniczych m.in. w ziarnach cynamonu, ostropestu plamistego i anyżu, korzeniu imbiru, liściach szałwii, lipy, tymianku, rumianku, hyzopu lekarskiego i mięty, wykazały, że stężenia tych radionuklidów były wyższe niż średnie światowe we wszystkich próbkach liści. Przy czym we wszystkich próbkach roślin odnotowano znacznie wyższe stężenie radionuklidu ^{40}K niż zalecany dopuszczalny limit [1].

2. Metody ograniczania wpływu zagrożeń związanych z zanieczyszczeniami mikrobiologicznymi i mechanicznymi roślin leczniczych

Zgodnie z literaturą [5] dekontaminacja mikrobiologiczna, to neutralizacja mikroorganizmów, w tym bakterii, pasożytów i grzybów w surowcach, półproduktach i produktach żywnościowych. Stosowane procedury zaliczane są do metod fizycznych lub chemicznych (tabela 2).

Właściwie dobrana metoda dekontaminacji, zarówno ziół jak i przypraw, pozwala na otrzymanie surowców lub półproduktów o wysokiej czystości mikrobiologicznej i jednocześnie o bardzo dobrych właściwościach sensorycznych [3].

Rośliny zawierają cenne substancje aktywne tj. m.in. olejki eteryczne, garbniki, flawonoidy, alkaloidy, saponiny, substancje śluzowe, tłuszcze, antrazwiązki, dlatego istotne jest dobranie metody kontaminacji, która pozwoli zachować te związki w roślinie.

Dekontaminację mikrobiologiczną surowców roślinnych można prowadzić zarówno metodami chemicznymi jak i fizycznymi. Zastosowanie tych metod powoduje obniżenie liczby mikroorganizmów nawet do 87-99,7%. Jednak często metody te pogarszają cechy sensoryczne ziół, a podczas dekontaminacji powstają toksyczne produkty, dlatego wyeliminowano je z Krajów Unii Europejskiej [25]. Korzyści i wady tych metod zestawiono w tabeli nr 2.

Tab. 2. Metody dekontaminacji mikrobiologicznej surowców leczniczych [25]

Rodzaj metody	Zastosowane związki chemiczne	Zalety metody	Skutki uboczne stosowania związku chemicznego
Chemiczna	tlenek etylenu	bardzo skutecznie niszczy wirusy, grzyby, bakterie, i ich zarodniki.	powoduje znaczne straty substancji biologicznie czynnych zwłaszcza alkaloidy, glikozydy i śluz, - wytwarza substancje rakotwórcze, w tym glikol etylenowy.
	bromek metylu	wysoka rozpuszczalność w substancjach organicznych.	wyказuje selektywny wpływ na redukcję mikroorganizmy w surowcu - szkodliwy wpływ na warstwę ozonową ziemi.
	alkohol etylowy, alkohol metylowy	wysoka efektywność sterylizacji surowca.	znaczne zmniejszenie ilości olejków eterycznych w surowce roślinne
	ozonowanie	nie wpływa na skład olejków eterycznych ziół, a skuteczność obniżenia liczby drobnoustrojów w materiale roślinnym jest dość wysoka	szkodliwy wpływ na warstwę ozonową ziemi.
Fizyczna	oddziaływanie dwutlenkiem węgla pod ciśnieniem	metoda jest tania i łatwa do wykonania, nie wymaga specjalistycznego sprzętu.	niska skuteczność biobójcza i utrata olejków eterycznych z roślin poddanych działaniu tej metody
	wysokie ciśnienie hydrostatyczne	wysoka skuteczność biobójcza w zwalczaniu bakterii i grzybów	utrata olejków eterycznych z surowca.
	zastosowanie promieniowania podczerwonego	łatwo dostępna, tania i prosta w użyciu metoda.	znaczne straty olejków eterycznych, sięgające nawet 50%, niska skuteczność (liczba uniczywnionych drobnoustrojów jest stosunkowo niska)

	zastosowanie promieniowania jonizującego	działanie zależne od dawki	<ul style="list-style-type: none"> - bardzo skuteczne przy eliminowaniu drobnoustrojów z surowców roślinnych, - w niewielkim stopniu wpływa na właściwości sensoryczne i przeciwutleniające surowca. - surowce roślinne poddane promieniowaniu jonizującemu mogą oddziaływać z materiałem opakowaniowym, co może przyczynić się do powstania produktów radiolizy, które z kolei mogą zmienić właściwości sensoryczne produktu, a także wpłynąć na zdrowie konsumenta. - wysoki koszt technologiczny
para		<ul style="list-style-type: none"> - uzyskanie bardzo dobrych parametrów mikrobiologicznych sterylizowanych surowców przy niskich stratach olejków eterycznych, - małe straty surowca i duża wydajność (ok. 1000 kg/h), - niskie koszty metody i brak konieczności stosowania skomplikowanych generatorów lub odczynników, wystarczy prosty sterylizator. 	<ul style="list-style-type: none"> - metoda ta powoduje bardzo wyraźne zmiany w barwie roślin zawierających chlorofile i barwniki karotenoidowe, - znacznie zubaża surowiec w liczne związki biologicznie czynne, - nie nadaje się do dekontaminacji surowców sproszkowanych – powoduje ich zbrzylenie.

Obecnie nie ma jednolitej procedury kontrolowania czystości mikrobiologicznej produktów ziołowych podczas ich przetwarzania. Spośród wymienionych w tabeli metod ozonowanie wydaje się być najbardziej obiecujące. Ozon posiada właściwości utleniające i dlatego może być stosowany jako środek dezynfekujący [7, 26].

Największą skuteczność ozon wykazuje w stosunku do bakterii Gram-dodatnich (np. *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*), Gram-ujemnych (np. *Yersinia enterocolitica*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella Typhimurium*, *Escherichia coli*), wirusów, drożdży (np. *Candida parapsilosis*, *Candida tropicalis*), komórek wegetatywnych, a nawet spor (np. *Bacillus cereus*) [15]. Ozonowanie osiąga wysoki stopień redukcji zanieczyszczeń mikrobiologicz-

nych oraz wiąże się niskim zużyciem energii przez generatory ozonu sprzyja ich szerokiemu zastosowaniu. Technologia ta charakteryzuje się również wielowymiarową innowacyjnością [25]. Ziola pozyskane z uprawy lub ze stanu naturalnego poddawane są higienizacji w procesie produkcyjnym. W pierwszym etapie usuwane są zanieczyszczenia mineralne (głównie cząstki gleby), a także kontaminanty organiczne składające się z fragmentów innych roślin, patyków, martwych owoców itp. [24].

Do usuwania tego rodzaju zanieczyszczeń stosuje się przesiewacze napędzane mechanicznie, które jednocześnie oddzielają poszczególne frakcje na sitach (ziarno, lżejsze trawy, pył i kurz). Ponadto stosuje się różnego rodzaju separatory, np. separatory przeznaczone do przesiewania produktów sypkich z uwzględnieniem wielkości cząstek. Stosuje się je przede wszystkim przy produkcji mięty, hibiskusa, rumianku, kozłka lekarskiego itp., a także przy doborze przypraw. Innymi typami maszyn stosowanych do oczyszczania ziół są cyklony filtracyjne, które zatrzymują cząstki pyłu [12].

Podsumowanie

Zanieczyszczenia mają istotny wpływ na jakość surowców leczniczych, mogą zmieniać naturalny skład chemiczny (struktura związku chemicznego) roślin leczniczych. Obecność metali ciężkich, pestycydów lub innych substancji chemicznych może prowadzić do negatywnych skutków zdrowotnych. Surowce zanieczyszczone mogą zawierać toksyczne związki, które często powodują reakcje alergiczne, zatrucia lub inne problemy zdrowotne. Wpływ zanieczyszczeń zmusza producentów do prowadzenia dokładniejszej ewidencji jakości surowców. Wprowadzenie rygorystycznych standardów i testów na obecność zanieczyszczeń staje się koniecznością dla zapewnienia bezpieczeństwa produktów. Zanieczyszczenia mogą również wpływać na skuteczność surowców leczniczych. Substancje chemiczne, które nie są pożądane, mogą osłabiać działanie aktywnych składników, co może prowadzić do zmniejszonej efektywności terapii. Na jakość surowców leczniczych wpływać mogą również zanieczyszczenia środowiska, takie jak zanieczyszczenie powietrza czy wód. To z kolei może prowadzić do ograniczonej dostępności surowców.

W artykule przedstawiono główne zanieczyszczenia roślin leczniczych, ich pochodzenie oraz wpływ na zdrowie ludzkie. Na podstawie dostępnej literatury opisano metody eliminacji zanieczyszczeń mikrobiologicznych, organicznych i mineralnych oraz oceniono ich wady i zalety. Charakterystyka zanieczyszczeń jest niezbędna do spełnienia norm i regulacji dotyczących jakości roślin leczniczych, w tym maksymalnych dopuszczalnych poziomów zanieczyszczeń dla uzyskania certyfikatów jakości. Dbalność o te aspekty pozwala zapewnić, że produkty będą bezpieczne dla konsumentów i zgodne z przepisami prawnymi, co jest kluczowe dla producentów oraz dystrybutorów surowców leczniczych.

Słowa kluczowe: surowce lecznicze, zanieczyszczenia surowców leczniczych

IMPACT OF CONTAMINATION ON THE QUALITY OF MEDICINAL PLANTS

The article presents the main contaminants of medicinal plants, their origin and impact on human health. Based on the available literature, methods for eliminating microbiological, organic and mineral contaminants are described and their advantages and disadvantages are assessed. The characteristics of contaminants are necessary to meet standards and regulations regarding the quality of medicinal plants, including the maximum permissible levels of contaminants for obtaining quality certificates. Attention to these aspects ensures that the products are safe for consumers and compliant with legal regulations, which is crucial for manufacturers and distributors of medicinal raw materials.

Keywords: medicinal raw materials, contamination medicinal herbs

Bibliografia

1. Abdelfadeel E. H., Abd El-Halim E. S., Hegazy T. M., Abdel Ghany H. A., Relationship between radioactivity and toxicity in some medicinal plants, *Scientific Reports*, 2023, 13, 10952.
2. Bednarska S., Surowce roślinne w lecznictwie i kosmetyce. *Farmacja praktyczna* <https://farmacjapraktyczna.pl/>
3. Brodowska A., Śmigielski K., Nowak A., Porównanie metod dekontaminacji przypraw i ziół, *Chemik*, 2014, 68, 2, 97–102.
4. Chaney R., Malik M., Li Y.M., Brown S.L., Brewer E.P., Angle J.S., Baker A.J.M., Phytoremediation of soil metals, *Current Options in Biotechnology* 1998, 8, 279-284.
5. Dąbrowski A., Pluta J.: Metody radiacyjne w przemyśle spożywczym (dekontaminacja środków spożywczych, usuwanie szkodników itp.). Praca zaliczeniowa z przedmiotu: Metody i Technologie Jądrowe 2008/2009, 1–20.
6. Dyjak, K., Michota-Katulaska, E., Zegan, M., Pilotażowe badania pozostałości pestycydów w wybranych świeżych ziołach i warzywach przyprawowych zakupionych w krajowych supermarketach. *Żywność Nauka Technologia Jakość. Food Science Technology Quality*, 2017, 24, 126–138.
7. Dziugan P., Krosowiak K., Śmigielski K., Dziedziczak K., Ozon w wyjąławianiu i oczyszczaniu podłoża fermentacyjnych. *Przemysł Fermentacyjny i Owocowo -Warzywny*, 2008, 51 (2), 30-31.
8. Forycka, A.; Buchwald, W., Badania zasobów naturalnych roślin leczniczych objętych w Polsce ochroną prawną. *Herba Pol*, 2008, 54, 81–112.
9. Herbal Medicine Market Research Report Global Forecast Till 2023; Market Research Future, Maharashtra MRFR/Pharma: Pune, India, 2019.

10. Inal A., Gunes A., Zhang F., Cakmak I., Peanut/maize intercropping induced changes in rhizosphere and nutrient concentrations in shoots, *Plant Physiology and Biochemistry*, 2007, 45, 350-356.
11. Janda-Ulfig K., Ulfig K., Susze ziołowe i przyprawy jako źródło mikotoksyn. *Przemysł Spożywczy*, 2008, 3 (62), 36-8.
12. Janda, K.; Ulfig, K., Study on the quantitative and qualitative composition of fungi in dried medicinal plants. *Rocz. PZH*, 2005, 56, 331–338.
13. Jin C.W., Zheng S.J., He Y.F., Zhou G.D., Zhou Z.X., Lead contamination in tea garden soils and factors affecting its bioavailability, *Chemosphere* 2005, 59, 1151-1159.
14. Juszcak L., Chemiczne zanieczyszczenia żywności i metody ich oznaczenia. Cz. II. Laboratorium - Przegląd Ogólnopolski, 2008, 4, 28-31.
15. Kędzia B., Drogi zanieczyszczenia surowców zielarskich drobnoustrojami. *Herba Pol*, 2000, 1, 35-51.
16. Kowalska G., Pesticide Residues in Some Polish Herbs, 2020, 10 (5), 154.
17. Kowalska, G., Kowalski, R., Pestycydy—zakres i ryzyko stosowania, korzyści i zagrożenia. Praca przeglądowa. *Annales Horticulturae*, 2019, 29, 5–25.
18. Krosowiak K., Śmigieński K., Dziugan P., Zastosowanie ozonu w przemyśle spożywczym. *Przemysł Spożywczy*, 2007, 61 (11), 26-29.
19. Kunicka-Styczyńska A., Śmigieński K. Bezpieczeństwo mikrobiologiczne surowców ziołowych. *Przemysł Spożywczy*, 2011, 6(65), 50-3.
20. Leciejewicz-Ziemecka E., Pechecka J., *Farmakopea Polska – od wymagań narodowych do zharmonizowanych*, Prawo farmaceutyczne, 2010, 1-4.
21. Leciejewicz-Ziemecka E., Ocena zanieczyszczeń w surowcach farmaceutycznych jako element wymagań farmakopealnych; *Biuletyn Instytutu Leków* 44; Warszawa, 2000.
22. Libudzisz Z., Kowal K., *Mikrobiologia techniczna. Tom 1. Wyd. Politechniki Łódzkiej*, Łódź 2000.
23. Libudzisz Z., Kowal K., *Mikrobiologia techniczna. Tom 2. Wyd. Politechniki Łódzkiej*, Łódź 2000.
24. McKee L.H. Microbial contamination of spices and herbs, A review. *LWT-Food Science and Technology*, 1995, 28, 1–11.
25. Mrozek-Szetela A., Rejda P., Wińska K., Review of Hygienization Methods of Herbal Raw Materials, *Applied Sciences*, 2020, 10, 8268.
26. Muszyński R., Ozon w przemyśle mięsny. *Gospodarka Mięsna*, 2008, 46 (6), 12-13.
27. Ociepa-Kubicka A., Ociepa E., Toksyczne oddziaływanie metali ciężkich na rośliny, zwierzęta i ludzi, *Inżynieria i Ochrona Środowiska*, 2012, 15, nr 2, 169-180.

28. Przetaczek-Rożnowska I., Kuźniak M., Źródła zanieczyszczeń mikrobiologicznych ziół leczniczych i przypraw oraz metody ich dekontaminacji, *Postępy Fitoterapii* 1/2016, s. 59-62.
29. Pokrzywa P., Cieślak E., Topolska K., Ocena zawartości mikotoksyn w wybranych produktach spożywczych. *Żywność Nauka Technologia Jakość*. 2007, 3(52), 137-46.
30. Remiszewski M., Kulczak M., Jeżewska M., Korbas E., Czajkowska D., Wpływ procesu dekontaminacji z zastosowaniem pary wodnej na jakość wybranych przypraw. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.*, 2006, 3 (48), 23-34.
31. Sagoo S.K., Little C.L., Greenwood M., Mithani V., Grant K.A., McLaughlin J., de Pinna E., Threlfall E.J., Assessment of the microbiological safety of dried spices and herbs from production and retail premises in the United Kingdom. *Food Microbiology*, 2009, 26, 39–43.
32. Said D., Ibtissem E., Microbial contamination of medicinal plants, *Journal of Molecular and Pharmaceutical Sciences*, 2023, 02 (01), 34-44.
33. Simeon, F.M., Coralie, A., Clara, L., Johann, H., Sylvain, K., Pesticide residues in botanics used in feed additives: Focusing on wild vs. cultivable plants. In *Proceedings of the 4th World Congress on Civil, Structural, and Environmental Engineering (CSEE'19)*, Rome, Italy, 7–9 April 2019, 130.
34. Spychalski, G., Determinants of growing herbs in Polish agriculture. *Herba Polonica*, 2014, 59, 5–18.
35. Stan i Perspektywy Rozwoju Upraw Zielarskich oraz Kierunki ich Wykorzystania; Instytut Roślin i Przetworów Zielarskich, Polski Komitet Zielarski: Poznań, Poland, 2019.
36. Tripathy, V., Basak, B.B., Varghese, T.S., Saha, A., Residues and contaminants in medicinal herbs A review *Letter*, 2015, 14, 67–78.
37. WHO Global Report on Traditional and Complementary Medicine 2019; World Health Organization: Geneva, Switzerland, 2020.
38. Żakowska Z., Stobińska H., *Mikrobiologia i higiena w przemyśle spożywczym*. Wyd. Politechniki Łódzkiej, 2000.

Autorzy:

dr inż. Katarzyna Mucha

Uniwersytet Radomski im. Kazimierza Pułaskiego

e-mail: katarzyna.mucha@urad.edu.pl

„BIOTYKI” A KONSUMENT: NIE TYLKO PROBIOTYKI

Wiktoria Studenna, Daniela Gwiazdowska

Wstęp

W ostatnich latach widoczne jest zwiększone zainteresowanie konsumentów produktami należącymi do „biotyków”, co wynika, między innymi, z trendu dbania o ogólną kondycję organizmu oraz dobre samopoczucie. „Biotyki”, choć nie mają jednej definicji, często są opisywane jako substancje zdolne do bezpośredniego wpływu na mikrobiom jelitowy [16]. Najczęściej wymienianymi grupami należącymi do „biotyków” są: probiotyki, prebiotyki, synbiotyki oraz postbiotyki, które zostały zdefiniowane przez ISAPP (ang. International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics). Niemniej ważnymi, opisywanymi grupami są psychobiotyki i paraprobiotyki. Nie istnieje natomiast polskojęzyczna, ogólnodostępna literatura opisująca gerobiotyki, farmabiotyki i nutribiotyki.

Termin „probiotyk” jest najstarszy i, tłumacząc z greckiego, oznacza „dla życia”. Nazwa powstała po odkryciu przez Miecznikowa, w 1908 roku, bakterii kwasu mlekowego w bułgarskim jogurcie, którym przypisano wówczas różne korzyści, w tym hamujący wpływ na proces starzenia się [22]. Najdłuższa historia badań sprawiła, że probiotyki przeniknęły do świadomości konsumentów. Tendencja wzrostowa utrzymująca się na światowym rynku probiotyków w ostatnich latach jest w pewnym stopniu napędzana rosnącym zainteresowaniem konsumentów zdrowym odżywianiem oraz dbaniem o ogólną kondycję i dobre samopoczucie [20]. Poprzez różne przekazy medialne konsumenci są coraz częściej przekonywani o istotnej roli mikrobiomu jelitowego, więc poszukują produktów, które będą go wspierać. Jedną z najczęściej wymienianych korzyści zdrowotnych probiotyków jest zdolność do modulacji mikrobiomu jelitowego poprzez zwiększanie liczebności korzystnych gatunków, pod warunkiem regularnego przyjmowania [6]. Probiotykiem nie można jednak nazwać dowolnego produktu zawierającego mikroorganizmy. Organizacja Narodów Zjednoczonych do spraw Wyżywienia i Rolnictwa (FAO) wraz z Światową Organizacją Zdrowia (WHO) opracowały wymagania i wytyczne, które standaryzują badania nad potencjalnie probiotycznymi szczepami. Aby dany szczep mikroorganizmów mógł zostać uznany za probiotyk musi spełnić szereg wymagań FAO/WHO [12].

Zwiększa się również zainteresowanie środowisk naukowych kolejnymi grupami „biotyków”. Literatura wskazuje coraz więcej grup, pojęć, które nie są zrozumiałe dla przeciętnego konsumenta. Ankieta przeprowadzona w 2023 roku wśród polskich konsumentów wykazała, że ponad połowa respondentów (54,8%) nie potrafiła wskazać różnic między probiotykiem i synbiotykiem, a co dziesiąty respondent zrobił to nieprawidłowo [5]. Wskazuje to na silną potrzebę komunikacji z konsumentem uwzględniającą właściwości konkretnych „biotyków”. Celem pracy

było zebranie definicji grup „biotyków”, określenie wymagań FAO/WHO stawianych probiotykom, a także zwrócenie uwagi na poziom wiedzy przeciętnego konsumenta odnośnie „biotyków”.

3. Najważniejsze grupy „biotyków”

„Biotyki” są ściśle powiązane z mikrobiomem jelitowym. Termin „mikrobiom” często jest stosowany zamiennie z „mikrobiotą”, choć zazwyczaj nie jest to poprawne. „Mikrobiota” odnosi się wyłącznie do mikroorganizmów. „Mikrobiom” to, najogólniej, zbiór mikroorganizmów i ich genów, które współistnieją w dobrze zdefiniowanym środowisku. Wciąż nie ma jednej, ogólnie przyjętej definicji mikrobiomu. Odmienne opinie naukowców zazwyczaj dotyczą włączania m.in. fagów, plazmidów, wirusów i elementów genetycznych. Mikrobiom kształtuje się już od narodzin człowieka, a intensywne badania nad jego rolą doprowadziły do tego, że bywa określany jako „nasz ostatni organ” [1,2].

Zagadnienie „biotyków” jest także nierozzerwalnie skorelowane z pojęciem dysbiozy mikrobiomu jelitowego. W ostatnich latach silnie podkreśla się teorię, że prawidłowe funkcjonowanie organizmu jest możliwe wyłącznie w warunkach homeostazy. Dysbioza mikrobiomu jelitowego, w przeciwieństwie do homeostazy, oznacza zaburzenie w jego składzie oraz funkcjonowaniu i jest coraz częściej wymienianą przyczyną schorzeń żołądkowo-jelitowych oraz pozajelitowych. Obecnie, dysbioza jest łączona, między innymi, z alergiami, cukrzycą typu 1, otyłością, zespołem jelita drażliwego czy zaburzeniami ze spektrum autyzmu. Postępująca wiedza na temat dolegliwości mogących wynikać z dysbiozy mikrobiomu jelitowego wpływa na zainteresowanie produktami, które mogą na niego oddziaływać. Wskazuje się, że zabiegi marketingowe prowadzą do dysonansu między hałasem medialnym, a rzetelnymi faktami zgodnymi ze stanem wiedzy naukowej [26]. Tabela 1. przedstawia definicje grup „biotyków”, co do których środowisko naukowe jest zgodne.

Tab. 1. Definicje grup „biotyków” ustalone jednoznacznie

Grupa	Definicja	Źródło
Probiotyk	„Żywe mikroorganizmy, które, podawane w odpowiednich ilościach, przynoszą korzyści zdrowotne gospodarzowi.”	ISAPP [14]
Prebiotyk	„Substrat, który jest selektywnie wykorzystywany przez mikroorganizmy gospodarza, przynosząc korzyści zdrowotne gospodarzowi.”	ISAPP [13]
Synbiotyk	„Mieszanina obejmująca żywe mikroorganizmy i substrat/y selektywnie wykorzystywane przez mikroorganizmy gospodarza, przynosząc korzyści zdrowotne gospodarzowi.”	ISAPP [25]
Postbiotyk	„Preparat z mikroorganizmów nieożywionych i/lub ich składników, który przynosi korzyści zdrowotne gospodarzowi.”	ISAPP [23]

(Opracowanie własne na podstawie [13,14,23,25])

3.1. Probiotyki

Odkrycie bakterii kwasu mlekowego w jogurcie przez Miecznikowa było wielkim odkryciem, choć ludzkość od początków swojego istnienia nieintencjonalnie wykorzystywała mikroorganizmy do fermentacji żywności [22]. Ze względu na ówczesną innowacyjność tematu probiotyków i, obecnie, ponad stuletnią historię, przez lata sugerowano różnorodne definicje. Porównanie zmian następujących w wyjaśnianiu tego zagadnienia wraz z postępującymi badaniami pokazuje drogę jaką przebyli naukowcy trudniący się tematem probiotyków. Probiotyki w roku 1965 były opisywane jako substancje uwalniane przez jeden organizm, które mają na celu pobudzenie wzrostu innego organizmu [21]. Obecna definicja FAO/WHO, uznawana przez środowiska naukowe (Tabela 1) została ustalona w 2001 roku, a w 2013 przeszła drobne poprawki gramatyczne po spotkaniu organizowanym przez ISAPP (ang. International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics). Aktualna definicja jest uznawana przez najważniejsze organizacje związane z żywnością, zdrowiem oraz bezpieczeństwem, np. EFSA, World Gastroenterology Organisation czy Codex Alimentarius [14].

Za pierwszy szczep probiotyczny uznawany jest *Lactocaseibacillus rhamnosus* GG, wcześniej opisywany jako *Lactobacillus rhamnosus* GG. Badania kliniczne nad jego korzystnym wpływem na odporność jelit prowadzone są do dzisiaj. Skupiają się na wpływie na odporność immunologiczną jelit przez zwiększanie liczności komórek, które zdolne są do wytwarzania immunoglobuliny w błonie śluzowej jelit, a także wspomaganie transportu antygenów do komórek limfoidalnych i stymulacji uwalniania interferonów [21].

Najczęściej wymienianymi grupami mikroorganizmów zaliczanymi do probiotyków są przede wszystkim bakterie wcześniej kategoryzowane do rodzaju *Lactobacillus*, ale również bakterie z rodzajów *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Bifidobacterium*, *Streptococcus*. Wymienia się również niektóre szczepy *Escherichia coli* oraz część gatunków rodzaju *Bacillus*. Do probiotyków należą również drożdże, m.in. *Saccharomyces boulardii* [1,28].

3.1.1. Korzyści zdrowotne probiotyków

Probiotyki są dostępne dla ludzi w formie leków oraz suplementów diety przyjmując różne postaci, z których najpopularniejsze są tabletki, proszki, kapsułki i zawiesiny doustne [28]. Obecnie najlepiej udokumentowanymi zastosowaniami probiotyków jest zapobieganie biegunce związanej z antybiotykami oraz leczenie ostrego zapalenia jelit i żołądka [26]. Należy pamiętać, że mikroorganizmy probiotyczne mogą różnić się skutecznością, ponieważ ich mechanizmy działania oraz efekty biologiczne są zróżnicowane i unikalne dla szczepu. Niektóre fenotypowe oraz funkcjonalne właściwości nie są wspólne dla różnych szczepów w obrębie tego samego gatunku. W związku z tym istnieje silna potrzeba dalszych badań w tej dziedzinie [4].

Najważniejszą zaletą wynikającą z regularnego spożywania probiotyków jest zwiększanie liczebności pożytecznych gatunków mikroorganizmów co pozwala na modulację mikrobiomu jelitowego na korzyść gospodarza. Probiotykom przypisuje się również zdolność działania przeciwzapalnego, wytwarzania krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych, syntezy witamin, wzmacniania odpowiedzi immunologicznej, obniżania pH jelit czy wykazywania aktywności przeciwdrobnoustrojowej przeciwko gatunkom patogennym [6,11].

Badania *in vivo* wskazują, że niektóre szczepy probiotyczne mogą hamować fizjologiczne skutki procesu starzenia [6] i działać przeciwzapalnie [11]. Dodatkowo, probiotyki mogą być stosowane w skojarzeniu z lekami w leczeniu nowotworów, np. terapia regorafenibem skojarzona z *L. rhamnosus* zastosowana w leczeniu nowotworu wątroby u myszy skutkowała znacznym zmniejszeniem stanu zapalnego i przepuszczalności jelit [11].

Probiotyki są również stosowane jako dodatki do pasz dla zwierząt hodowlanych. Celem takiego wzbogacania jest wywołanie tych samych korzyści jak w przypadku ludzi, jednak probiotyki w paszach przyczyniają się również do poprawy jakości mięsa przez wpływ na np. zawartość tłuszczu, skład mięśni czy stabilność oksydacyjną. Dodatkowo probiotyki wykazują zdolność do poprawy jakości zarówno świeżego, jak i przetworzonego mięsa, co przekłada się na zwiększenie bezpieczeństwa produktu oraz wydłużenie jego trwałości. Przyczyniają się one również do poprawy zdolności zatrzymywania wody, ograniczania utleniania lipidów, redukcji wad związanych ze stresem oksydacyjnym, poprawy delikatności mięsa [19]. Probiotyki są również opisywane jako potencjalna alternatywa dla antybiotyków w przemyśle mięsnym. Wskazuje się, że stosowanie probiotyków do wzbogacania pasz może prowadzić do ograniczenia stosowania antybiotyków w hodowli poprzez pozytywny wpływ na mikrobiom jelitowy zwierząt hodowlanych, co prowadzi do lepszego zdrowia i wzrostu. Ma to kluczowe znaczenie dla zrównoważonego rozwoju przemysłu mięsnego [3].

3.2. Prebiotyki

Prebiotyki, w najprostszych słowach, można opisać jako źródło pożywienia dla mikroorganizmów bytujących w organizmie gospodarza. Koncepcja prebiotyków wyłoniła się wskutek badań nad funkcją błonnika pokarmowego i jego wpływem na zdrowie jelit. Odkrycie, że substancje takie jak oligofruktoza czy inulina, mogą pozytywnie wpływać na zdrowie jelit, mimo niemożności organizmu ludzkiego do ich trawienia. To z kolei doprowadziło do wniosku, że niestrawione włókna mogą wspierać rozwój korzystnych bakterii jelitowych [21,30].

Pierwsza, ogólnie przyjęta przez środowisko naukowe, definicja prebiotyków powstała w 1999 roku i od tamtej pory przeszła kilka poprawek [13]. Zmiany dotyczyły głównie wymagań stawianym prebiotykom. Obecna definicja kładzie nacisk na wpływ prebiotyków na mikrobiom gospodarza i, tym samym, wspieranie dobrego samopoczucia. Istotnym wymaganiem stawianym prebiotykom jest zdolność do

odżywiania nie tylko szczepów probiotycznych, ale również rodzimych mikroorganizmów bytujących w jelitach gospodarza. Sprawia to, że szeroki metabolizm nie jest pożądanym wyróżnikiem prebiotyków. Poprzednie definicje nie pozwalały na uwzględnienie prebiotyków innych niż węglowodany, co zgodnie z obecnym stanem wiedzy naukowej nie było poprawne [13,17]. Obecnie przyjmowana definicja została stworzona w 2017 roku przez ISAPP (Tabela 1).

Prebiotyki występują naturalnie w ponad 36000 produktów pochodzenia roślinnego. Jako przykłady naturalnych źródeł prebiotyków najczęściej wymienia się karczochy, cykorię, czosnek, cykorię, cebulę, pszenicę oraz banany. Dodatkowo żywność może być wzbogacana o sztucznie wytworzone prebiotyki [18].

3.3. Synbiotyki

Pierwotna definicja synbiotyków została zaprezentowana w 1995 roku i stanowiła, że jest to połączenie probiotyków i prebiotyków. Ówczesnie definicja doprowadziła do zamieszania wśród stron zainteresowanych, w tym naukowców [25]. Definicja została zaktualizowana w 2019 roku, aby była zgodna z obowiązującymi definicjami probiotyków i prebiotyków [10] i pozostaje aktualna do dzisiaj (Tabela 1).

Synbiotyki dzieli się ze względu na charakter połączenia: synergistyczny i komplementarny. Połączenie, w którym prebiotyk odżywia probiotyk to synbiotyki synergistyczny. Synbiotykiem komplementarnym nazywa się takie połączenie, w którym prebiotyk dostarcza substancji odżywczych mikrobiomowi jelit [22]. Najczęstszymi połączeniami są *Lactocaseibacillus rhamnosus* GG i/lub *Bifidobacterium* (jako probiotyk) oraz fruktooligosacharydy i/lub inulina (jako prebiotyk) [18].

3.4. Postbiotyki

Koncepcję postbiotyków zaczęto opisywać w literaturze ponad 20 lat temu, choć zainteresowanie badaczy wzrosło w ciągu ostatniej dekady [8]. Jako przyczynę wskazuje się naturalne zjawisko w produktach probiotycznych objawiające się dużą liczbą martwych lub uszkodzonych komórek mikroorganizmów pod koniec okresu przydatności. Zainteresowanie dotyczyło potencjału nieżywotnych komórek mikroorganizmów [23].

Definicję, uznaną przez środowisko naukowe, opublikowano w 2021 roku (Tabela 1). Pozwoliła ona na sprecyzowanie dwóch zagadnień: do postbiotyków nie zalicza się szczepionek i oczyszczonych metabolitów mikroorganizmów, a także nie ma wymagania pochodzenia od szczepu probiotycznego. Brak takiego wymagania stanowczo zwiększa potencjał rozwoju tej grupy „biotyków” [23].

Postbiotyki uznaje się za bezpieczniejszą alternatywę dla probiotyków u pacjentów z podwyższonym ryzykiem bakteriemii, ze względu na brak zdolności do replikacji. Grupie przypisuje się m.in. zdolność modulacji układu odpornościowego, działanie przeciwzapalne, a także ochronę przed zaburzeniami pochodzenia żołądkowo-jelitowego. Zaznacza się jednak silną potrzebę badań nad bezpieczeństwem

preparatu w przypadku użycia specyficznych lub dotąd nieużywanych mikroorganizmów [26].

3.5. Psychobiotyki

Psychobiotyki zostały opisane po raz pierwszy w 2013 roku, jednak popularność zdobyły dopiero w ostatnich latach. Badania potwierdziły, że mikrobiom jelitowy wpływa na zdrowie psychiczne przez interakcje w obrębie osi jelito-mózg. Psychobiotyki zwróciły uwagę wielu naukowców z powodu niekorzystnego wpływu pandemii wirusa COVID-19 na zdrowie psychiczne [28].

Psychobiotyki nie posiadają jednoznacznej definicji, choć najczęściej przytacza się definicję analogiczną do probiotyków, z zastrzeżeniem, że korzyści dla gospodarza mają dotyczyć zdrowia psychicznego. Podążając tą analogią opisywane są parapsychobiotyki z uwagi na istnienie paraprobiotyków. Zaznacza się jednak, że te terminy powinny pozostać w użytku jedynie przez środowiska naukowe. Powodem takiej sugestii jest wystrzeżenie się chaosu informacyjnego wśród opinii publicznej. Zwraca się przy tym uwagę, że konsumenci dalej w pełni nie rozumieją definicji probiotyków [4].

Psychobiotyki są powiązane ze zdolnością bakterii probiotycznych, m.in. *S. thermophilus*, *B. bifidum*, *L. reuteri*, *L. plantarum*, *C. butyricum* i wielu innych, do wytwarzania substancji neuroaktywnych, np. serotoniny czy kwasu gamma-aminomasłowego. Mechanizm działania tej grupy wciąż nie jest całkowicie poznany [28].

3.6. Paraprobiotyki

Termin „paraprobiotyk” nie posiada jednoznacznej, uznanej przez środowisko naukowe, definicji. Paraprobiotyki są wskazywane jako synonim postbiotyków [26] lub są opisywane jako dwie różniące się grupy [9]. Taki stan rzeczy wynika z bardzo szybko rozwijającej się nomenklatury, co z kolei jest skutkiem wzmożonych badań nad „biotykami”. Z tego powodu w literaturze można natknąć się na dwojakie próby definiowania paraprobiotyków. Jedno podejście zalicza do paraprobiotyków jedynie nieżywotne komórki mikroorganizmów [9], drugie z kolei za paraprobiotyki uznaje również surowe ekstrakty komórkowe [4]. To ostatnie jest tożsame z definicją postbiotyków. ISAPP sugeruje stosowanie terminu „postbiotyki” z uwagi na jego dobre i zrozumiałe zdefiniowanie. Stosowanie ujednoczonej nomenklatury ma przynieść korzyść dla tej dziedziny [23].

3.7. Gerobiotyki

Termin „gerobiotyki” został zaproponowany w 2021 jako odpowiedź na wzrastające znaczenie geronauki, ukierunkowanej na podstawowe mechanizmy starzenia się w celu zapobiegania chorobom przewlekłym związanym z wiekiem [27]. Geronauka została wyodrębniona jako nowa, interdyscyplinarna dziedzina. Znajduje się na styku biogerontologii (zajmującej się badaniem fizjologicznych mechanizmów starzenia się i ewolucyjnych aspektów starzenia się) oraz geriatrii (zajmują-

cej się zapobieganiem, diagnozowaniem i leczeniem chorób u osób starszych) [7]. Gerobiotyki są opisywane jako szczepy probiotyczne i pochodzące od nich postbiotyki oraz paraprobiotyki. Są one w stanie osłabiać podstawowe mechanizmy starzenia i spowalniać fizjologiczne procesy starzenia się, przez co zmniejszają ryzyko zapadania na choroby związane z wiekiem [27].

Wyodrębnienie gerobiotyków jako osobnej grupy motywowane jest dwojako. Gerobiotyki mają być odpowiedzią na szybki rozwój geronauki. Uważa się, że stosowanie nowego terminu przyspieszy rozwój unikalnych szczepów probiotycznych zdolnych do wpływania na podstawowe mechanizmy starzenia się i tym samym bezpośredni wpływ na zdrowie. Zaznacza się także, że gerobiotyki wymagają innych działań marketingowych, ponieważ muszą być stosowane przez dłuższy czas niż probiotyki przyjmowane z powodu szeroko pojętych zaburzeń żołądkowo-jelitowych [27].

Przykładem proponowanego gerobiotyku jest *Lacticaseibacillus paracasei* PS23. W badaniach przeprowadzonych na starzejących się myszach stwierdzono poprawę funkcji poznawczych oraz ograniczenie upośledzenia motorycznego i występowania zachowań lękowych związanych z wiekiem [6].

3.8. Farmabiotyki

Termin „farmabiotyki” jest nowy i skromnie opisany w literaturze. Został po raz pierwszy użyty w 2010 roku przy badaniach nad wpływem podawania *Ligilactobacillus salivarius* UCC118 myszom zakażonym bakteriami z rodzaju *Listeria*. Szczep miał silny wpływ jako środek farmabiotyczny, co doprowadziło do minimalnej śmiertelności myszy [24].

Farmabiotyki mają na celu leczenie chorób. Grupa ta nie została jednoznacznie zdefiniowana, stąd rozbieżności w literaturze odnośnie tego co można uznać za farmabiotyk. W literaturze można znaleźć informacje, że farmabiotyki odnoszą się wyłącznie do żywych mikroorganizmów [29] lub żywych i/lub nieżywotnych mikroorganizmów, ich struktur komórkowych i ich metabolitów [24] lub do zarówno żywotnych, jak i nieżywotnych mikroorganizmów, lub ich struktur komórkowych czy metabolitów mikroorganizmów, które nie są objęte definicją probiotyków ustaloną przez FAO/WHO [15, 24]. Farmabiotyki przechodzą zatwierdzenie tą samą ścieżką regulacyjną co inne nowe leki [29].

Farmabiotyki są przygotowywane w postaci farmaceutycznej i stosowane w leczeniu różnych chorób i zaburzeń w organizmie człowieka [15]. Rozpoczęto również stosowanie spersonalizowanych farmabiotyków, jako następstwo rozwoju medycyny spersonalizowanej. Oznacza to indywidualny dobór farmabiotyku do potrzeb danego pacjenta na podstawie stanu jego mikrobioty [29].

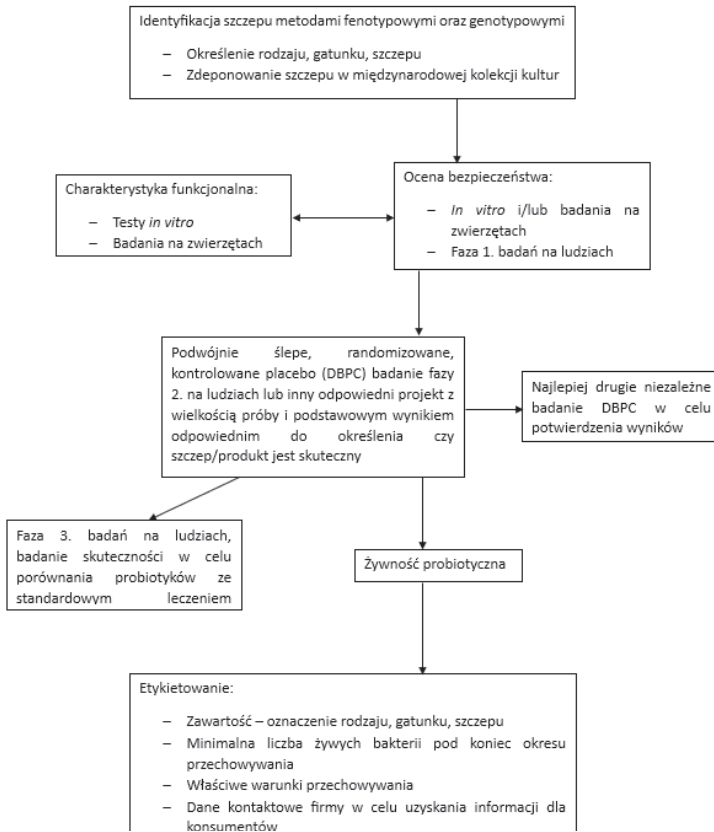
3.9. Nutribiotyki

Nutribiotyki to nowy termin, również słabo opisany w literaturze, który nie uzyskał jeszcze uznanej przez środowisko naukowe definicji.

Nutribiotyki, jako grupa, odnoszą się przede wszystkim do probiotyków, które posiadają dodatkowo funkcję odżywczą przez udział w wytwarzaniu witamin i są zdolne do przekształcania prekursorów w bioaktywne metabolity. Niektóre gatunki mikroorganizmów biorą udział w produkcji witamin z grupy B oraz witaminy K u ludzi. Nutribiotyki dają szansę osobom z niedoborami witaminowymi na ich uzupełnienie [24]. Nutribiotyki mogą być przygotowywane w formie tabletek, tabletek do żucia, olejów, kropli czy syropów [15].

4. Jakość i bezpieczeństwo probiotyków

Z pewnością probiotyki należą do najbardziej znanej grupy „biotyków”, m.in. ze względu na najdłuższą historię. W latach 2001-2002 FAO oraz WHO określiły minimalne wymagania niezbędne do otrzymania statusu probiotyku. Doprowadził do tego ówczesny brak standaryzacji badań, jasnych kryteriów klasyfikacji oraz, co kluczowe, jednolitej metodologii oceny bezpieczeństwa probiotyków [12]. Wytyczne, które zostały wówczas wyznaczone pozostają do dzisiaj aktualne i zostały przedstawione w skróconej wersji na schemacie na Rysunku 1.



Rys. 1. Wytyczne FAO/WHO odnośnie oceny probiotyków w żywności (Opracowanie własne na podstawie [12])

4.1. Taksonomia potencjalnych szczepów probiotycznych

Aby probiotyki były skuteczne, muszą przetrwać w przewodzie pokarmowym oraz namnażać się w jelitach, przez co wymagana jest odporność na soki żołądkowe i sole żółciowe. Każdy potencjalny probiotyk powinien zostać zbadany pod względem żywności w miejscu docelowym oraz zidentyfikowany, by sprawdzić czy należy do jednego z określonych taksonów. Zaleca się stosowanie metod genetycznych, takich jak sekwencjonowanie fragmentu sekwencji genu 16S rRNA. Umożliwia to precyzyjne rozpoznanie szczepu danego mikroorganizmu, a nie tylko gatunku jak przy identyfikacji fenotypowej [12].

4.2. Badania zdrowotnych korzyści potencjalnych szczepów

Stosowanie probiotyków powinno uwzględniać schematy dawkowania oraz czas stosowania zgodnie z zaleceniami producenta. Te informacje muszą zostać oparte na dowodach naukowych i być zatwierdzone w kraju sprzedaży. Preparaty

muszą odznaczać się określoną minimalną dawką, która zapewni korzyści zdrowotne. Dowody naukowe powinny pochodzić z badań *in vitro*, badań na zwierzętach oraz ludziach. Kluczowe powinno być badanie korzyści zdrowotnych, nie zaś wyznaczanie jednego szczepu jako najlepszego. Zaleca się prowadzenie badań klinicznych randomizowanych, podwójnie ślepych z kontrolą placebo oraz próbą istotnie statystyczną [12].

4.2.1. Testowanie zdrowotnych korzyści metodami *in vitro*

Niezbędne jest przeprowadzenie badań *in vitro* przed rozpoczęciem badań *in vivo* celem oceny potencjalnych korzyści zdrowotnych probiotyków. Badania powinny obejmować testy na tolerancję na kwasy i sole żółciowe, wytwarzanie substancji przeciwdrobnoustrojowych i przylegania do komórek jelitowych. Badania kliniczne są niezbędne w celu sprawdzenia czy probiotyk jest zdolny do zapobiegania lub leczenia infekcji. Zaleca się, aby badania były prowadzone w więcej niż jednym, niezależnym ośrodku. Istotne jest, aby wyniki badań nad jednym probiotykiem nie były automatycznie przenoszone na inne mikroorganizmy lub produkty. Zaznacza się istotną potrzebę dalszych badań nad mechanizmami działania probiotyków, które mogą obejmować konkurencję z patogenami o składniki odżywcze, modulację układu odpornościowego czy produkcję substancji przeciwdrobnoustrojowych [12].

4.3. Wymagania względem bezpieczeństwa

Przed zastosowaniem potencjalnie probiotycznych mikroorganizmów konieczne są testy potwierdzające, że ich stosowanie wiąże się z niskim ryzykiem wywołania choroby. Badania te powinny być prowadzone i potwierdzane na ludziach, a kluczowy aspekt stanowi długa historia ich bezpiecznego stosowania. Chociaż niektóre szczepy mogą prowadzić do niepożądanych skutków, np. bakteriemii, są opinie, że rosnące stosowanie probiotyków nie wpływa na wzrost częstotliwości takich zakażeń [12].

4.3.1. Oporność probiotyków

Niektóre bakterie kwasu mlekowego, w tym probiotyczne, wykazują oporność na antybiotyki oraz leki, co może wynikać z obecności genów odpowiedzialnych za taką reakcję. Te bakterie nie powinny być dodawane do żywności. Niezbędne są dalsze badania nad mechanizmami oporności na antybiotyki oraz leki, a także nad ryzykiem przenoszenia tych genów na inne mikroorganizmy jelitowe lub te obecne w żywności [12].

4.4. Oświadczenia zdrowotne oraz etykieta

Duża część probiotyków jest klasyfikowana jako żywność, dlatego nie można przypisywać im właściwości leczniczych, choć dozwolone jest stosowanie oświadczeń zdrowotnych, które muszą być poparte badaniami naukowymi. Komunikacja jest niezwykle istotna jako część analizy ryzyka i powinna obejmować wszystkie

zainteresowane strony, a informacje na etykietach muszą być zgodne z regulacjami krajów, w których produkt jest sprzedawany. Produkty probiotyczne powinny zawierać szczegółowe informacje o gatunku, a najlepiej o szczepie (ze względu na szczepozależność) mikroorganizmu oraz liczbie żywych mikroorganizmów obecnych w produkcie do końca jego okresu przydatności. Producenci powinni przestrzegać standardów higieny Codex Alimentarius oraz wytycznych HACCP, aby zapewnić jakość i bezpieczeństwo produktu [12]. Do tej pory EFSA nie wydała żadnej pozytywnej opinii dotyczącej oświadczeń zdrowotnych dotyczących probiotyków, dlatego często producenci dodają inne składniki aktywne, którym można przypisać oświadczenia zdrowotne [31].

Podsumowanie

W artykule opisano szeroką gamę „biotyków” zwracając uwagę na ich różnorodne mechanizmy działania oraz korzystny wpływ na zdrowie człowieka. Przedstawiono znaczenie mikroorganizmów w różnych formach, zarówno żywych, jak i nieżywych, a także ich wpływ na układ pokarmowy, immunologiczny oraz stan psychiczny.

Podkreślono istotne wytyczne FAO/WHO dotyczące probiotyków, które kładą nacisk na identyfikację badania nad bezpieczeństwem i skutecznością, a także poprawne etykietowanie produktów. Wciąż wymaga się więcej dowodów naukowych, zarówno z badań *in vitro*, jak i badań klinicznych, które potwierdzą korzyści zdrowotne i bezpieczeństwo stosowania konkretnych szczepów mikroorganizmów probiotycznych.

Należy mocno akcentować potrzebę standaryzacji badań, a także współpracy między ośrodkami badawczymi, co zadziała na korzyść dalszego rozwoju dynamicznie rosnącej dziedziny.

Nomenklatura dotycząca grup „biotyków” jest niezwykle rozbudowana i nie w każdym przypadku dobrze zdefiniowana. Należałoby zwrócić uwagę na edukowanie konsumentów tak, aby terminy związane z „biotykami” stały się dla nich bardziej zrozumiałe. Należy dążyć do stworzenia jednolitej i przejrzystej nomenklatury uznanej przez środowisko naukowe.

W artykule wskazano rosnącą popularność „biotyków” wśród konsumentów, którzy szukają bezpiecznych i korzystnych dla zdrowia produktów. Opisano najważniejsze grupy „biotyków”. Zwrócono uwagę na wytyczne FAO/WHO, które określają ściśle wymagania dotyczące probiotyków. Wskazano na problem szeroko rozbudowanej nomenklatury i trudności w jej zrozumieniu przez konsumentów. Zaznaczono konieczność lepszej komunikacji naukowej oraz marketingowej, aby konsumenci mogli podejmować świadome decyzje zakupowe. Główne wnioski obejmują potrzebę lepszej edukacji, by konsumenci lepiej rozumeli właściwości i zastosowanie „biotyków”.

Słowa kluczowe: biotyki, probiotyki, prebiotyki, synbiotyki, wymagania FAO/WHO

BIOTICS AND THE CONSUMER: NOT JUST PROBIOTICS

The article highlights the growing popularity of biotics among consumers who seek safe and health-promoting products. It outlines the key groups of biotics and emphasizes the FAO/WHO guidelines, which set strict requirements for probiotics. The article points out the challenge of the highly complex nomenclature and how difficult it is for consumers to comprehend. It stresses the need for better scientific and marketing communication to help consumers make informed purchases. The main conclusions call for enhanced educational efforts to improve consumer understanding of the properties and applications of biotics.

Keywords: biotics, probiotics, prebiotics, synbiotics, FAO/WHO guidelines

Bibliografia

1. Ailioaie, Laura, i Gerhard Litscher. 2021. „Probiotics, Photobiomodulation, and Disease Management: Controversies and Challenges”. *International Journal of Molecular Sciences* 22(9):4942. doi: 10.3390/ijms22094942.
2. Aroniadis, Olga C., i Ari M. Grinspan. 2024. „The Gut Microbiome: A Primer for the Clinician”. *American Journal of Gastroenterology* 119(1S):S2–6. doi: 10.14309/ajg.0000000000002583.
3. Arsène, Mbarga M. J., Anyutoulou K. L. Davares, Smolyakova L. Andreevna, Ermolaev A. Vladimirovich, Bassa Z. Carime, Razan Marouf, i Ibrahim Khe-lifi. 2021. „The Use of Probiotics in Animal Feeding for Safe Production and as Potential Alternatives to Antibiotics”. *Veterinary World* 14(2):319–28. doi: 10.14202/vetworld.2021.319-328.
4. Barros, Cássia P., Jonas T. Guimarães, Erick A. Esmerino, Maria Carmela Kh Duarte, Márcia C. Silva, Ramon Silva, Beatriz M. Ferreira, Anderson S. Sant’Ana, Monica Q. Freitas, i Adriano G. Cruz. 2020. „Paraprobiotics and Postbiotics: Concepts and Potential Applications in Dairy Products”. *Current Opinion in Food Science* 32:1–8. doi: 10.1016/j.cofs.2019.12.003.
5. Bernatek, Małgorzata, Margarita Grzemska, Jacek Piątek, i Henning Sommermeyer. 2023. „Probiotics and Synbiotics: The Consumers Perspective”. *Journal of Health Study and Medicine* 2023(1):153–73. doi: 10.2478/jhsm-2023-0010.
6. Boyajian, Jacqueline L., Paromita Islam, Ahmed Abosalha, Sabrina Schaly, Rahul Thareja, Amal Kassab, Karan Arora, Madison Santos, Cedrique Shum-Tim, i Satya Prakash. 2024. „Probiotics, Prebiotics, Synbiotics and Other Microbiome-Based Innovative Therapeutics to Mitigate Obesity and Enhance Longevity via the Gut-Brain Axis”. *Microbiome Research Reports* 3(2). doi: 10.20517/mrr.2024.05.

7. Chmielewski, Piotr Paweł. 2020. „From Gerontology to Geroscience: A Synopsis on Ageing”. *Anthropological Review* 83(4):419–37. doi: 10.2478/anre-2020-0029.
8. Chudzik, Agata, Anna Orzyłowska, Radosław Rola, i Greg J. Stanisz. 2021. „Probiotics, Prebiotics and Postbiotics on Mitigation of Depression Symptoms: Modulation of the Brain–Gut–Microbiome Axis”. *Biomolecules* 11(7):1000. doi: 10.3390/biom11071000.
9. Cuevas-González, P. F., A. M. Liceaga, i J. E. Aguilar-Toalá. 2020. „Postbiotics and Paraprobiotics: From Concepts to Applications”. *Food Research International* 136:109502. doi: 10.1016/j.foodres.2020.109502.
10. Dahiya, Divakar, i Poonam Singh Nigam. 2022. „Probiotics, Prebiotics, Synbiotics, and Fermented Foods as Potential Biotics in Nutrition Improving Health via Microbiome-Gut-Brain Axis”. *Fermentation* 8(7):303. doi: 10.3390/fermentation8070303.
11. Filidou, Eirini, Leonidas Kandilogiannakis, Anne Shrewsbury, George Kolios, i Katerina Kotzampassi. 2024. „Probiotics: Shaping the Gut Immunological Responses”. *World Journal of Gastroenterology* 30(15):2096–2108. doi: 10.3748/wjg.v30.i15.2096.
12. Food and Agriculture Organization of the United Nations i World Health Organization, red. 2006. *Probiotics in Food: Health and Nutritional Properties and Guidelines for Evaluation*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations : World Health Organization.
13. Gibson, Glenn R., Robert Hutkins, Mary Ellen Sanders, Susan L. Prescott, Raylene A. Reimer, Seppo J. Salminen, Karen Scott, Catherine Stanton, Kelly S. Swanson, Patrice D. Cani, Kristin Verbeke, i Gregor Reid. 2017. „Expert Consensus Document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) Consensus Statement on the Definition and Scope of Prebiotics”. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology* 14(8):491–502. doi: 10.1038/nrgastro.2017.75.
14. Hill, Colin, Francisco Guarner, Gregor Reid, Glenn R. Gibson, Daniel J. Merenstein, Bruno Pot, Lorenzo Morelli, Roberto Berni Canani, Harry J. Flint, Seppo Salminen, Philip C. Calder, i Mary Ellen Sanders. 2014. „The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics Consensus Statement on the Scope and Appropriate Use of the Term Probiotic”. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology* 11(8):506–14. doi: 10.1038/nrgastro.2014.66.
15. Kandur, Buse, Timuçin Uğurlu, Erkan Rayaman, i Sevinç Şahbaz. 2024. „Oral Pharmabiotic Tablet Formulations”. *Journal of Research in Pharmacy* 28(1)(28(1)):236–47. doi: 10.29228/jrp.691.

16. Kocot, Aleksandra Maria, Elżbieta Jarocka-Cyrta, i Natalia Drabińska. 2022. „Overview of the Importance of Biotics in Gut Barrier Integrity”. *International Journal of Molecular Sciences* 23(5):2896. doi: 10.3390/ijms23052896.
17. Luzzi, Alessia, Irene Maria Briata, Ilaria Di Napoli, Silvia Giugliano, Antonio Di Sabatino, Maria Rescigno, i Hellas Cena. 2024. „Prebiotics, Probiotics, Synbiotics and Postbiotics to Adolescents in Metabolic Syndrome”. *Clinical Nutrition* 43(6):1433–46. doi: 10.1016/j.clnu.2024.04.032.
18. Martyniak, Adrian, Aleksandra Medyńska-Przęczek, Andrzej Wędrychowicz, Szymon Skoczeń, i Przemysław J. Tomasik. 2021. „Prebiotics, Probiotics, Synbiotics, Paraprobiotics and Postbiotic Compounds in IBD”. *Biomolecules* 11(12):1903. doi: 10.3390/biom11121903.
19. Mia, N., Amn Alam, Mm Rahman, Ms Ali, i Ma Hashem. 2024. „Probiotics to Enhance Animal Production Performance and Meat Quality: A Review”. *Meat Research* 4(2). doi: 10.55002/mr.4.2.85.
20. Pramanik, Shreyasi, Swethaa Venkatraman, Pothiyappan Karthik, i Vinoth Kumar Vaidyanathan. 2023. „A Systematic Review on Selection Characterization and Implementation of Probiotics in Human Health”. *Food Science and Biotechnology* 32(4):423–40. doi: 10.1007/s10068-022-01210-z.
21. Rashid, Saba, Saleha Tahir, Tayyaba Akhtar, Sidra Altaf, Rehan Ashraf, i Warda Qamar. 2023. „Bacillus-Based Probiotics: An Antibiotic Alternative for the Treatment of Salmonellosis in Poultry”. *Pak Vet J.*
22. Roux, Anne-Emmanuelle, Philippe Langella, i Rebeca Martin. 2024. „Overview on Biotics Development”. *Current Opinion in Biotechnology* 86:103073. doi: 10.1016/j.copbio.2024.103073.
23. Salminen, Seppo, Maria Carmen Collado, Akihito Endo, Colin Hill, Sarah Lebeer, Eamonn M. M. Quigley, Mary Ellen Sanders, Raanan Shamir, Jonathan R. Swann, Hania Szajewska, i Gabriel Vinderola. 2021. „The International Scientific Association of Probiotics and Prebiotics (ISAPP) Consensus Statement on the Definition and Scope of Postbiotics”. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology* 18(9):649–67. doi: 10.1038/s41575-021-00440-6.
24. Sharma, Neha, Dae-Kyung Kang, Hyun-Dong Paik, i Young-Seo Park. 2023. „Beyond Probiotics: A Narrative Review on an Era of Revolution”. *Food Science and Biotechnology* 32(4):413–21. doi: 10.1007/s10068-022-01212-x.
25. Swanson, Kelly S., Glenn R. Gibson, Robert Hutkins, Raylene A. Reimer, Gregor Reid, Kristin Verbeke, Karen P. Scott, Hannah D. Holscher, Meghan B. Azad, Nathalie M. Delzenne, i Mary Ellen Sanders. 2020. „The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) Consensus Statement on the Definition and Scope of Synbiotics”. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology* 17(11):687–701. doi: 10.1038/s41575-020-0344-2.

26. Szajewska, Hania. 2024. „Biotics in Pediatrics: Separating Hype from Reality”. *Global Pediatrics* 7:100113. doi: 10.1016/j.gped.2023.100113.
27. Tsai, Ying-Chieh, Li-Hao Cheng, Yen-Wenn Liu, One-Jang Jeng, i Yuan-Kun Lee. 2021. „Gerobiotics: Probiotics Targeting Fundamental Aging Processes”. *Bioscience of Microbiota, Food and Health* 40(1):1–11. doi: 10.12938/bmfh.2020-026.
28. Vera-Santander, Victor E., Ricardo H. Hernández-Figueroa, María T. Jiménez-Munguía, Emma Mani-López, i Aurelio López-Malo. 2023. „Health Benefits of Consuming Foods with Bacterial Probiotics, Postbiotics, and Their Metabolites: A Review”. *Molecules* 28(3):1230. doi: 10.3390/molecules28031230.
29. Yusko, L. S., S. A. Burmei, I. S. Lemko, A. I. Krastanov, i N. V. Boyko. 2024. „The Use of Personalized Pharmabiotics as an Approach to the Rehabilitation of Post-COVID Patients”. *Mikrobiolohichnyi Zhurnal* 86(4):64–75. doi: 10.15407/microbiolj86.04.064.
30. Zang, Tao, Lu Han, Zhaoxiang Lu, Lulu Tan, Dunsheng Liang, Xiaofan Shen, Xiaoping Liao, Yahong Liu, Hao Ren, i Jian Sun. 2024. „The History and Prediction of Prebiotics and Postbiotics: A Patent Analysis”. *Nutrients* 16(3):380. doi: 10.3390/nu16030380.
31. Zavišić, Gordana, Milka Popović, Svetlana Stojkov, Deana Medić, Vera Gushman, Nataša Jovanović Lješковиć, i Aleksandra Jovanović Galović. 2023. „Antibiotic Resistance and Probiotics: Knowledge Gaps, Market Overview and Preliminary Screening”. *Antibiotics* 12(8):1281. doi: 10.3390/antibiotics12081281.

Autorzy:

mgr inż. Wiktoria Studenna – Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu, Instytut Nauk o Jakości, Katedra Przyrodniczych Podstaw Jakości,
email: Wiktoria.Studenna@phd.ue.poznan.pl

dr hab. inż. Daniela Gwiazdowska, prof. UEP – Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu, Instytut Nauk o Jakości, Katedra Przyrodniczych Podstaw Jakości,
email: Daniela.Gwiazdowska@ue.poznan.pl

WPLYW EKSTRAKTÓW ROŚLINNYCH JAKO NATURALNYCH FILTRÓW UV NA WŁAŚCIWOŚCI PROMIENIOCHRONNE EMULSJI KOSMETYCZNYCH

Anita Bocho-Janiszewska

Wstęp

Przewlekła ekspozycja skóry na promieniowanie UV prowadzi do wielu skutków ubocznych takich jak oparzenia słoneczne, przedwczesne starzenie się skóry, czy w skrajnych przypadkach, nawet do powstawania nowotworów skóry. Zadaniem kosmetyków promieniochronnych jest przeciwdziałanie tym niekorzystnym dla skóry procesom.

Głównym składnikiem w recepturze kosmetyków, odpowiadającym za właściwości promieniochronne, są filtry UV. Obecnie komercyjnie stosowane są dwa rodzaje filtrów: nieorganiczne (fizyczne) oraz organiczne (chemiczne). Mechanizm działania filtrów nieorganicznych jest oparty na typowym fizycznym odbijaniu i rozpraszaniu promieniowania, podczas gdy filtry organiczne działają głównie jako absorbery promieniowania [3-5]. Oba rodzaje filtrów mają swoje ograniczenia w stosowaniu związane z niską skutecznością, możliwą fototoksycznością lub fotouczuleniem. Mogą również niekorzystnie wpływać na środowisko naturalne. Dlatego cały czas prowadzone są intensywne poszukiwania skutecznych i ekologicznych filtrów UV.

Ze względu na panujący obecnie trend związany ze zrównoważonym rozwojem i dbałością o stan środowiska naturalnego, najbardziej odpowiednią alternatywą dla syntetycznych filtrów UV są surowce pochodzenia roślinnego. Jedną z propozycji, która wpisuje się w ten ekologiczny kurs, jest zastosowanie ekstraktów roślinnych zarówno jako samodzielnych filtrów, jak i substancji wspomagających fotoprotekcję. Ekstrakty roślinne zawierają wiele związków zawierających m. im. pierścienie aromatyczne i inne grupy funkcyjne, które zwykle wykazują szersze widmo absorpcji obejmujące zakres długości fal 200–400 nm [2,4,7]. Składniki roślinne stosowane jako filtry UV zwykle wykazują również silne właściwości przeciwutleniające. Ponadto wykazano, że fitozwiązki, które są uważane za nietoksyczne i farmakologicznie bezpieczne, mają również właściwości genoprotekcyjne i przeciwnowotworowe. Mogą one zapobiegać mutacjom komórkowym związanym z rakiem skóry i starzeniem się poprzez regulację mutacji wywołanej promieniowaniem UV [8-11].

Celem niniejszych badań jest ocena właściwości fotoprotekcyjnych emulsji kosmetycznych zawierających ekstrakty wybrane z najbardziej popularnych i najczęściej wykorzystywanych roślin w produkcji kosmetyków. Są to ekstrakty z jaśminu (*Jasminum Officinale* Flower Extract), róży (*Rosa Centifolia* Flower Extract) oraz drzewa sandałowego (*Santalum Album* Extract).

1. Metodyka badań

1.1. Materiały

Przedmiotem badań były emulsje kosmetyczne zawierające ekstrakty glikolowe z jaśminu (*Jasminum Officinale*), róży (*Rosa Centifolia*) oraz drzewa sandałowego (*Santalum Album*). Badano również emulsję niezawierającą ekstraktów. Skład oraz oznaczenia próbek przedstawiono w Tabeli 1.

Tab. 1. Receptura emulsji

Składniki (INCI)	Stężenie [%wag.]			
	BAZA	JAS	ROS	SAN
Prunus Amygdalus Dulcis (Sweet Almond) Oil	10,0	10,0	10,0	10,0
Caprylic/Capric Triglyceride	9,0	9,0	9,0	9,0
Cetyl Palmitate	1,0	1,0	1,0	1,0
Cetearyl Alcohol	4,5	4,5	4,5	4,5
Ceteareth-20	3,0	3,0	3,0	3,0
Aqua	do 100	do 100	do 100	do 100
Glycerin	1,0	1,0	1,0	1,0
Sodium Benzoate and Potassium Sorbate	0,5	0,5	0,5	0,5
Jasminum Officinale Flower Extract	-	1,0	-	-
Rosa Centifolia Flower Extract	-	-	1,0	-
Santalum Album (Sandalwood) Extract	-	-	-	1,0

Próbki otrzymano klasyczną metodą emulsyfikacji: obie fazy emulsji, wodną oraz tłuszczową, podgrzano do temp. 70 °C, a następnie połączono, jednocześnie cały czas mieszając, do uzyskania homogenicznej emulsji i ochłodzono do temperatury pokojowej.

Surowce wykorzystywane w badaniach: Prunus Amygdalus Dulcis (Sweet Almond) Oil (nazwa handlowa: Seatons Organic Sweet Almond Oil, producent: Croda Inc.); Cetyl Palmitate (nazwa handlowa: Crodamol CP, producent: Croda Inc.); Caprylic/Capric Triglyceride (nazwa handlowa: Crodamol GTCC, producent: Croda Inc.); Cetearyl Alcohol (trade name: Sabowax AO, producent: SABO S.p.A.); Ceteareth-20 (nazwa handlowa: Eumulgin B2, producent: BASF); distilled water; Glycerin (nazwa handlowa Glycerine, producent: Brenntag); Sodium Benzoate and Potassium Sorbate (producent: Akema Fine Chemicals); Jasminum Officinale Flower Extract (producent L'Angelica Istituto Erboristico); Rosa Centifolia Flower Extract (producent L'Angelica Istituto Erboristico); Santalum Album (Sandalwood) Extract (producent L'Angelica Istituto Erboristico).

1.2. Metody

Badanie stabilności emulsji

Badania stabilności formy emulsji przeprowadzono w oparciu o normę branżową BN-64/6140-02. Ocena stabilności polegała na wizualnej obserwacji próbek umieszczanych naprzemiennie w obniżonej (4°C) i podwyższonej (40°C) temperaturze przez 14 dni (próbki przenoszono co 24 godziny z lodówki do ciepłarki i odwrotnie). Obserwowano zmiany w konsystencji i wyglądzie próbek i na tej podstawie wnioskowano o stabilności próbek.

Odporność emulsji na czynniki zewnętrzne oceniano za pomocą testu wirówkowego, który pozwolił ocenić stabilność emulsji na działanie siły odśrodkowej.

Testy przeprowadzono na wirówce Harmann MPW-2 przy 3000 obr./min w ciągu 30 minut, w temp. 25 °C. Po zakończeniu testów dokonano wizualnej oceny preparatów.

Badanie absorpcji UV oraz wyznaczenie współczynnika ochrony przeciwsłonecznej (Sun Protection Factor, SPF)

Absorpcję UV mierzono przy użyciu spektrofotometru Hitachi U-2900. Pomiar został przeprowadzony w zakresie promieniowania UVB (290-320 nm) oraz UVA (320-400 nm) co 1 nm. Dla każdej próbki wykonano pięć niezależnych pomiarów. Wyniki stanowią średnią arytmetyczną z 5, niezależnych pomiarów. Na podstawie uzyskanych wyników obliczono SPF przy użyciu równania Mansura [6]:

$$SPF = CF \frac{\int_{290}^{320} EE(\lambda)I(\lambda)Abs(\lambda) d\lambda}{\int_{290}^{320} I(\lambda) d\lambda} \quad (1)$$

gdzie:

CF - współczynnik korekcji równy 10,

EE (λ) - efekt wywołania rumienia związany z promieniowaniem o długości fali λ,

I(λ) - intensywność światła słonecznego o długości fali λ,

Abs (λ) - wartość absorbancji spektrofotometrycznej próbki przy długości fali λ.

Wartości EE x I (λ) to stałe określone przez Sayre i in. [12].

2. Wyniki

2.1. Stabilność próbek

Jedną z najważniejszych właściwości emulsji jest stabilność, tj. odporność na zmiany w czasie. Na stabilność emulsji składa się wiele czynników. Kluczowy jest skład samej emulsji, ale również sposób wytwarzania, czy proces homogenizacji, ma wpływ na stabilność tej formy kosmetyku. Analiza stabilności kosmetyków

emulsyjnych jest kwestią fundamentalną, ponieważ każda separacja składników sprawia, że dany produkt staje się bezużyteczny.

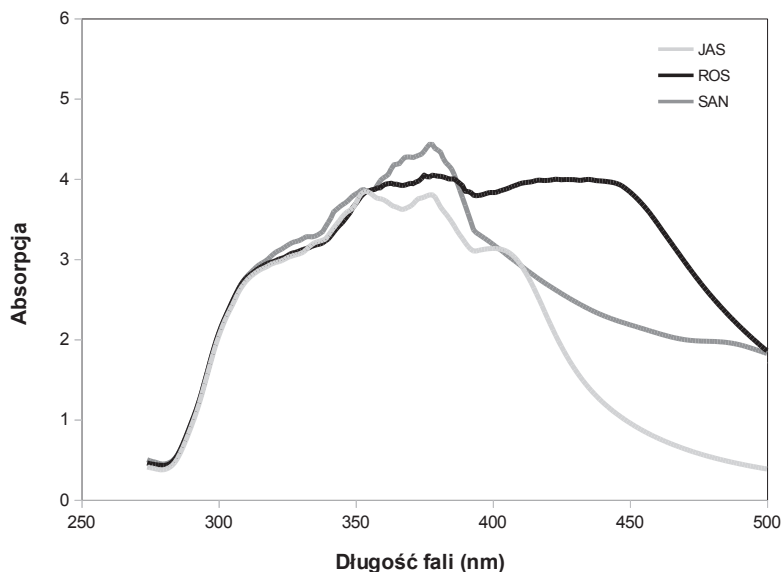
Oznaczenie stabilności formy sporządzonych preparatów polegało na ich wizualnej ocenie. W żadnym z preparatów nie zaobserwowano zmian typowych dla niestabilności emulsji (koalescencja, łamanie emulsji, inwersja, śmietankowanie, sedymentacja). Badane preparaty uzyskały pozytywne wyniki w przypadku oznaczenia stabilności w podwyższonej oraz obniżonej temperaturze w czasie 14 dni.

Przeprowadzone testy wirówkowe również potwierdziły uzyskanie stabilnych form dla wszystkich wykonanych kremów. Żadna z próbek nie uległa rozdziłowemu na fazy pod wpływem siły odśrodkowej.

2.2. Absorpcja ekstraktów w zakresie UV

Widma absorpcji w zakresie UV badanych ekstraktów są przedstawione na Rys. 1. Wszystkie ekstrakty wykazywały wysoką zdolność absorpcji promieniowania w zakresie UV, przy czym najwyższa absorbancja znajdowała się w zakresie 290–400 nm, co wskazuje na potencjalną ochronę zarówno przed UVB (280–320 nm), jak i UVA (320–400 nm). Porównywalne wartości absorpcji przez badane ekstrakty odnotowano w zakresie fal krótszych, obejmujących obszar UVB (290–320 nm). Natomiast w obszarze UVA (320–400 nm) można zróżnicować wartość absorpcji w zależności od rodzaju ekstraktu. Przyjmując kolejność od najwyższej wartości był to ekstrakt odpowiednio z drzewa sandałowego, róży oraz jaśminu.

Za absorpcję promieniowania UV odpowiedzialne są w głównej mierze flawonoidy obecne w badanych ekstraktach [8, 9, 13]. Literatura pokazuje, że większość flawonoidów ma pasma absorpcyjne w zakresie od 240 do 280 nm i od 300 do 400 nm [3, 9, 13]. Ten zakres długości fal pasm absorpcyjnych ściśle odpowiada strukturze cząsteczki polifenolu, w tym stopniowi sprzężenia, liczbie i położeniu podstawników oraz grupom OH. Charakterystyka widmowa (UV) flawanoli, które są obecne w badanym ekstrakcie, daje pasma absorpcji w zakresie 270–290 nm. Chryzyna, hesperetyna, eriodiktiole, taksyfolina dają pasmo absorpcji przy 288 nm, katechina przy 280 nm, a epikatechina przy 278 nm [13]. Zakres pasm absorpcji, zarówno położenie pików, jak i ich wartość są ściśle zależne od składu samego ekstraktu i mogą być bardzo zróżnicowane nawet w obrębie ekstraktów uzyskanych z jednej rośliny [9].



Rys. 1. Widma absorpcji UV-VIS ekstraktów roślinnych (oznaczenia: JAS - *Jasminum Officinale* Flower Extract, ROS - *Rosa Centifolia* Flower Extract, SAN - *Santalum Album* (Sandalwood) Extract)

2.3. Współczynnik ochrony przeciwsłonecznej (Sun Protection Factor, SPF) emulsji

SPF jest miarą ilości energii słonecznej potrzebnej do wywołania rumienia na skórze chronionej, w porównaniu do ilości energii słonecznej potrzebnej do wywołania rumienia na skórze niechronionej. Im wyższa wartość SPF, tym lepsza ochrona przeciwsłoneczna kosmetyku. Zalecana metoda oceny wartości SPF opiera się na testach *in vivo* z udziałem ochotników. Metodologia została opracowana i opublikowana przez Colipa [1] i została wprowadzona do unormowanych systemów pomiarowych w Europie, Japonii oraz Południowej Afryce [5]. Jednak stosowanie metody *in vivo* są bardzo wymagające i czasochłonne, dlatego naukowcy stale proponują wygodniejsze metody *in vitro* z wykorzystaniem aparatury laboratoryjnej. Jedną z nich jest metoda Mansura [6], którą posłużono się w niniejszych badaniach. Metodę Mansura wyróżnia prostota oraz dobra powtarzalność. Wykazuje również dobrą korelację z testami *in vivo* [7].

Oznaczenie SPF opiera się na zależności między efektem erytemogennym (EE), a intensywnością promieniowania przy każdej długości fali. Dokładny opis metody i dokonywanych obliczeń przedstawiono w sekcji poświęconej metodyce badań.

Na podstawie pomiarów absorbancji wyznaczono SPF dla poszczególnych próbek. Wartości są przedstawione w tabeli 2. SPF jest najniższy dla próbki bazowej, która nie zawierała ekstraktu (BAZA) i wynosi 1,04. Wartość ta nie jest klasyfikowana jako chroniąca przed słońcem [5]. Wyższe wartości SPF uzyskano dla pozostałych dwóch próbek. Wynosiły one 11,53; 12,36; 13,94 odpowiednio dla emulsji zawierających ekstraktu z jaśminu, róży oraz drzewa sandałowego. Uzyskane wartości SPF są klasyfikowane jako średnia ochrona przeciwsłoneczna.

Tab. 2. Wartości współczynnika ochrony przeciwsłonecznej (SPF) badanych emulsji

Formulation	In vitro SPF ^a
BAZA	1,04 ± 0,02
JAS	11,53 ± 0,05
ROS	12,36 ± 0,18
SAN	13,94 ± 0,08

^a średnia ± SD

Podsumowanie

Przeprowadzone badania potwierdziły przydatność analizowanych roślinnych ekstraktów jako potencjalnych naturalnych filtrów UV. Uzyskane widma absorpcji promieniowania wykazały, że ekstrakty mogą zapewnić ochronę zarówno w zakresie UVB, jak UVA. Wartości współczynników ochrony przeciwsłonecznej emulsji zawierających ekstrakty można zaklasyfikować jako średnią ochronę przed promieniowaniem słonecznym.

Przedmiotem badań były emulsje kosmetyczne zawierające ekstrakty glikolowe z trzech najczęściej wykorzystywanych roślin w produktach kosmetycznych: jaśmin, róża oraz drzewo sandałowe. Celem badań była analiza właściwości promieniochronnych emulsji i ocena przydatności ekstraktów jako potencjalnych filtrów UV. Opracowano formułację emulsji i na jej podstawie wykonano próbki do badań. Przeprowadzono podstawowe badania stabilności formy kosmetyku oraz analizę absorpcji promieniowania UV samych ekstraktów, a także oznaczono współczynnik ochrony przeciwsłonecznej (SPF) emulsji. Wyniki badań potwierdziły zdolność badanych ekstraktów do pochłaniania promieniowania UV, a wartości SPF uzyskane dla emulsji zawierających te ekstrakty zostały sklasyfikowane jako średnia ochrona przeciwsłoneczna.

Słowa kluczowe: filtry UV, kosmetyki promieniochronne, surowce roślinne

INFLUENCE OF PLANT EXTRACTS AS NATURAL UV FILTERS ON THE SUN PROTECTION PROPERTIES OF COSMETIC EMULSIONS

The subject of the study were cosmetic emulsions containing glycolic extracts from three most commonly used plants in cosmetic products: jasmine, rose and sandalwood. The aim of the study was to analyze the sun protection properties of the emulsions and assess the suitability of the extracts as potential UV filters. An emulsion formulation was developed and based on it, test samples were made. Basic tests of the stability of the cosmetic form were carried out, as well as an analysis of the UV radiation absorption of the extracts themselves, and the sun protection factor (SPF) of the emulsion was determined. The test results confirmed the ability of the tested extracts to absorb UV radiation, and the SPF values obtained for emulsions containing these extracts were classified as medium sun protection.

Keywords: UV filters, sun protection cosmetics, plant raw materials

Bibliografia

1. Colipa, 2006. International sun protection factor test method. In: The European Cosmetic, Toiletry and Perfumery Association.
2. DeMIR, Nazan; DALGIÇ, Sedef; KAPLAN, Alevcan. Investigation of Some Bioactivities and Odor Components of *Jasminum officinale* Linn.(Oleaceae): A Valuable Tool for Cosmetic Product Design. *Commagene Journal of Biology*, 2022, 6.2: 197-206.
3. Fuentes Jorge Luis, et al. Flower extracts from ornamental plants as sources of sunscreen ingredients: determination by in vitro methods of photoprotective efficacy, antigenotoxicity and safety. *Molecules*, 2022, 27.17: 5525.
4. Li, Liyan, et al. Natural products and extracts from plants as natural UV filters for sunscreens: A review. *Animal Models and Experimental Medicine*, 2023, 6.3: 183-195.
5. Lionetti, N.; Rigano, L. The New Sunscreens among Formulation Strategy, Stability Issues, Changing Norms, Safety and Efficacy Evaluations. *Cosmetics* 2017, 4, 15.
6. Mansur, J. D. S., Breder, M. N. R., Mansur, M. C. D. A., & Azulay, R. D., Determinação do fator de proteção solar por espectrofotometria. *An. Bras. Dermatol* 1986, 121-4.
7. Mansur, M. C. P., et al. In vitro and in vivo evaluation of efficacy and safety of photoprotective formulations containing antioxidant extracts. *Revista Brasileira de Farmacognosia* 2016, 26, 251-258.
8. MISRA, Biswapriya Biswavas; DEY, Satyahari. Comparative phytochemical analysis and antibacterial efficacy of in vitro and in vivo extracts from East In-

- dian sandalwood tree (*Santalum album* L.). *Letters in applied microbiology*, 2012, 55.6: 476-486.
9. NG, Shin Yi; Eh Suk, Vicit Rizal; Gew, Lai Ti. Plant polyphenols as green sunscreen ingredients: A systematic review. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 2022, 21.11: 5409-5444.
 10. SANTHA, Sreevidya; DWIVEDI, Chandradhar. Anticancer effects of sandalwood (*Santalum album*). *Anticancer research*, 2015, 35.6: 3137-3145.
 11. Santhra Krishnan P; Ashritha Salian; Saikat Dutta; Saumen Mandal, A roadmap to UV-protective natural resources: Classification, characteristics, and applications, *Mater. Chem. Front.* 2021, 5, 7696-7723.
 12. Sayre, R. M., Agin, P. P., LeVee, G. J., & Marlowe, E., A comparison of in vivo and in vitro testing of sunscreens. *Photochemistry and Photobiology* 1979, 29(3), 559-566.
 13. Singh, Khushbu. Determination of Phenolics and Flavonoids in Ethanolic Extract of *Rosa Centifolia* Using UV-Visible Spectroscopy. *NVEO Journal* , 2024, 11.02: 01-06.
 14. THARAKAN, Sheeja T. Phytochemical and pharmacological properties of five different species of *Jasminum*. *Plant Arch*, 2021, 21.2: 126-136.
 15. UMDALE, Suraj, et al. Phytochemical investigation and antioxidant efficacy of wild, underutilized berries of economically important Indian Sandalwood (*Santalum album* L.). *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 2020, 27: 101705.

Podziękowanie

Badania zrealizowano w ramach pracy badawczej (nr 3086/182/P): Opracowanie receptur i technologii wytwarzania innowacyjnych kosmetyków, produktów aptecznych, produktów chemii gospodarczej i przemysłowej, realizowanej ze środków na działalność statutową Wydziału Chemii Stosowanej (Uniwersytet Radomski im. Kazimierza Pułaskiego).

Autorzy:

dr hab. Anita Bocho-Janiszewska – Uniwersytet Radomski im. Kazimierza Pułaskiego,
Wydział Chemii Stosowanej
email: a.janiszewska@uthrad.pl

ZASTOSOWANIE OLEJÓW ROŚLINNYCH W NAWILŻAJĄCYCH KREMACH DO TWARZY

Ewa Jabłońska, Marta Ogorzałek, Małgorzata Okulska-Bożek,
Patrycja Jędrasiewicz

Wstęp

Oleje roślinne to tłuszcze o płynnej konsystencji, stanowią mieszaninę związków estrowych wyższych kwasów tłuszczowych i gliceryny. Kwasy tłuszczowe różnią się zmienną długością łańcucha węglowego, liczbą wiązań podwójnych oraz ich położeniem. Oleje roślinne pozyskiwane są głównie z nasion (rzepak, słonecznik, soja, winogrona), z miąższu owoców (oliwki), pestek (awokado, dynia), liści, korzeni, czy kielków rośliny [1]. Oleje roślinne od wieków stanowią integralną część w procesie pielęgnacji skóry. Stosowanie olejów roślinnych w zabiegach pielęgnacyjnych znane było w starożytnych kulturach Mezopotamii, Egiptu, Grecji, Majów czy Inków. Wykorzystywano je do celów leczniczych, kosmetycznych, oraz jako ochrony filtr przed promieniowaniem słonecznym [2].

W ostatnich latach, zainteresowanie naturalnymi i ekologicznymi produktami wzrosło, co zdecydowanie docenił przemysł kosmetyczny, a oleje roślinne zyskały na znaczeniu. Są to surowce kosmetyczne wykazujące szeroki spektrum działania. Jako podstawowe składniki emulsji kosmetycznych pełnią rolę emolientów, kondycjonując skórę. W preparatach do mycia ciała wykazują działanie reatłuszczające, zabezpieczając skórę przed powstawaniem podrażnień. Ich obecność niezbędna jest w produktach do pielęgnacji włosów, działając regenerująco i nawilżająco zarówno na włosy jak i skórę głowy. Bogactwo substancji odżywczych, witamin i minerałów zawartych w olejach roślinnych sprawiło, że są one niezastąpionym surowcem stosowanym w gabinetach kosmetycznych podczas masaży [3]. Tworzą one warstwę okluzyjną (film) na powierzchni skóry, zapobiegając transepidermalnej utracie wody, pośrednio wykazując działanie nawilżające, wygładzające i zmiękczone. Dodatkowo ułatwiają przenikanie przez skórę rozpuszczonych w nich substancji odżywczych i witamin [4]. W recepturach kosmetycznych rodzaj zastosowanego oleju roślinnego wpływa na parametry sensoryczne związane zarówno z konsystencją, rozprowadzaniem na skórze, czy zapachem i barwą preparatu [5,6].

1. Wybrane oleje roślinne wykorzystywane w kremach nawilżających

W rozdziale tym przedstawiono krótką charakterystykę badanych olejów roślinnych, użytych w formułacjach nawilżających kremów do twarzy:

Olej arganowy (INCI: *Argania Spinosa Seed Oil*), często nazywany jest olejem ardzjanem, marokańskim złotem lub migdałem Berberów. Pozyskiwany jest z nasion arganii żelaznej różnymi metodami: tradycyjną, tłoczenia na zimno i ekstrak-

cyjną. Proces tłoczenia na zimno pozwala otrzymać z dobrą wydajnością najtańszy produkt z długim dwuletnim terminem przydatności. Olej arganowy wykazuje prozdrowotne właściwości dzięki występowaniu w nim polifenoli, skwalenu i tokoferoli. Główne kwasy tłuszczowe obecne w trójglicerydach to min.: oleinowy (43-49%) i linolowy (29-36%). Kwas oleinowy odpowiada za przetransportowanie składników odżywczych, obecnych w oleju lub formułacji kosmetycznej w głąb skóry. Olej arganowy, poza głównymi składnikami, zawiera w niewielkich ilościach nasycone kwasy tłuszczowe: stearynowy (4-7%) i palmitynowy (11-15%). Pozostałe związki obecne w tłuszczu, pełniące funkcje odżywcze, lecznicze i kosmetyczne to: polifenole, sterole, karoteny, alkohole triterpenowe i tokoferole (292,5 mg/100g oleju) [7]. Sterole obecne w oleju arganowym wykazują działanie regenerujące, nawilżające i odżywiające naskórek. Alkohole triterpenowe (tirukalol, butyrospermol) łagodzą objawy alergii [8]. Olej arganowy znalazł wiele zastosowań w produktach kosmetycznych ponieważ dobrze się wchłania, chroni i nawilża naskórek. Stosowany systematycznie i długoterminowo poprawia jędrność skóry i jej elastyczność. Działa rewitalizująco wspomagając odnowę komórek. Zapobiega przedwczesnemu pojawieniu się zmarszczek, a już istniejące wygładza i zapobiega ich ponownemu powstawaniu. Działa ochronnie na skórę, chroniąc ją przed szkodliwym działaniem wolnych rodników. Olej z arganii przeznaczony jest dla skór wrażliwych, dojrzałych, suchych, szczególnie tych ze skłonnością do alergii, oraz cer trądzikowych [9,10]. Ze względu na swoje właściwości oraz koszt wytworzenia, olej ten nazywany jest płynnym złotem. To jeden z najpopularniejszych produktów olejowych na świecie i jednocześnie najdroższy olej roślinny. Kompatybilny skład z ludzkim sebum powoduje, że można go stosować bezpośrednio na skórę oraz łączyć z ulubionymi kosmetykami. Rynek kosmetyczny zarówno w Polsce, jak i na świecie oferuje wiele kosmetyków zawierających olej arganowy. Moda na arganię powoduje, że wielu producentów wykorzystuje ją do produkcji kosmetyków, jednak nieliczni podają zawartość procentową tego składnika [7,11].

Olej lniany (*INCI: Linum usitatissimum Seed Oil*), to substancja o żółtawym zabarwieniu i cierpkim zapachu, pozyskiwana jest metodą tłoczenia na zimno z nasion lnu zwyczajnego (*Linum usitatissimum*). Produkt ten do celów farmaceutycznych i kosmetycznych stosowany był już w epoce brązu [1]. Olej z lnu wykazuje wyjątkowe właściwości prozdrowotne dzięki większej zawartości kwasów tłuszczowych omega-3. Procentowa zawartość kwasów tłuszczowych w tym produkcie przedstawia się następująco: 58% kwas α -linolenowy, 15% kwas linolowy, 18% kwas oleinowy, 6% kwas palmitynowy, i 3% kwas stearynowy. Ponadto olej ten zawiera fitosterole (206 mg/100 g oleju) i tokoferole (ok. 840 mg/ kg oleju), które łagodzą stany zapalne i regenerują tkankę nabłonkową [9]. Olej lniany, dostępny na rynku, występuje w dwóch formach: niskolinolenowy (niska zawartość kwasów omega-3, duża kwasów omega-6) i wysokolinolenowy (zawartość kwa-

sów omega-3 min 50%). Obecnie na szeroką skalę stosuje się go w celach kulinarnych, kosmetycznych, a także leczniczych. Wykazuje silne właściwości antyoksydacyjne, skutecznie chroniąc komórki organizmu przed działaniem wolnych rodników. Zawarte w oleju lnianym flawonoidy opóźniają procesy starzenia. Łagodzi podrażnienia, wpływa na kondycję skóry, zmniejsza stany zapalne i przyspiesza regenerację skóry. Olej ten jest wykorzystywany jako emolient, ponieważ odbudowuje płaszcz hydrolipidowy naskórka i ogranicza nadmierną przez naskórkową utratę wody. Wykazuje także działanie przeciwzapalne, normalizuje prace gruczołów łojowych, a także odblokuje ich ujścia [12,13].

Olej jojoba (INCI: *Simmondsia chinensis Seed Oil*) jest produktem pochodzenia roślinnego pozyskiwanym z nasion krzewu jojoba rosnącym w północnej i centralnej Ameryce. Otrzymywany jest w wyniku tłoczenia na zimno ciemnych (czerwonobrazowych) nasion, zawierających mieszaninę długołańcuchowych ciekłych estrów. Choć nazywany jest "olejem", technicznie rzecz biorąc, jest płynnym woskiem krzepnącym poniżej temp 7°C. Wykazuje bardzo dużą stabilność temperaturową, może być ogrzewany do temp 300°C, nie tracąc swoich właściwości fizykochemicznych. Ta jego wysoka stabilność termiczna i odporność na procesy utleniania spowodowały, że dodaje się go do nietrwałych emulsji [14-16]. Olej jojoba jest bogaty w składniki odżywcze. Główne jego komponenty to przede wszystkim estry nienasyconych wyższych alkoholi (11-eikozen-1-ol i 13-dococen-1-ol) oraz nienasyconych kwasów tłuszczowych (arachidynowego i olejowego). Zwiera dodatkowo tokoferole, flawonoidy i związki polifenolowe. Związki te działają antyoksydacyjnie, wiążąc wolne rodniki zapobiegając przedwczesnemu starzeniu się skóry. Dzięki obecności prostych estrów, głównie pochodnych kwasów omega-9, olej jojoba naśladuje ludzkie serum, działając naprawczo i nawilżająco. W przypadku zbyt intensywnego wydzielania sebum, olej ten potrafi rozpuszczać złogi łoju, które zwykle blokują pory skóry. Przyspiesza gojenie istniejących zaskórników, zapobiegając powstawaniu nowym. Własność ta czyni olej jojoba idealnym składnikiem kremów **do cery tłustej, trądzikowej i mieszanej**. W kosmetyce stosowany jest jako dodatek do szerokiej gamy produktów kosmetycznych pełniąc w nich podwójną funkcję, poprawia ich właściwości użytkowe i jest jednocześnie nośnikiem zawartych w nich cennych składników odżywczych [4,14]. Olej jojoba obecny jest w kosmetykach przeznaczonych dla skóry z problemem **zbyt intensywnego łuszczenia się**. Wykazuje działanie **keratoplastyczne** i delikatne **keratolityczne**. W przypadku skóry z problemami łuszczycowymi **odbudowuje**, nawilża i **natłuszcza warstwę lipidową** [15].

W niniejszej pracy podjęto próbę określenia wpływu rodzaju oleju roślinnego na kształtowanie cech użytkowych nawilżającego kremu do twarzy. W tym celu opracowano 3 formułacje emulsji różniące się zastosowanym olejem roślinnym w fazie hydrofobowej. Do badań wytypowano następujące oleje: lniany (*Linum Usi-*

tatissimum (Linseed) Seed Oil), jojoba (*Simmondsia Chinensis (Jojoba) Seed Oil*) i arganowy (*Argania Spinosa Kernel Oil*). Dla opracowanych i wykonanych kremów do twarzy przeprowadzono następujące badania: lepkość dynamiczną, stopień nawilżenia skóry po zastosowaniu badanych emulsji oraz ocenę organoleptyczną.

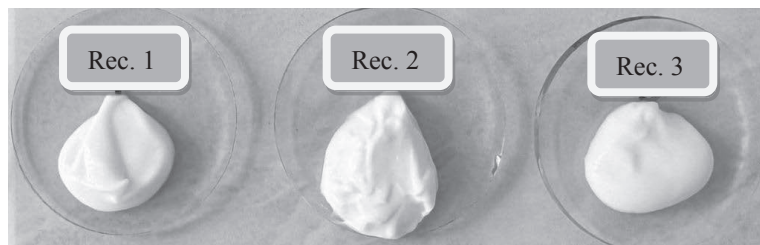
2. Opracowanie formułacji i technologii otrzymywania nawilżających kremów do twarzy

Bazując na danych źródłowych [17] oraz doświadczeniach własnych [18] opracowano trzy formułacje prototypów kremów do twarzy różniących się rodzajem zastosowanego oleju roślinnego: *Linum Usitatissimum (Linseed) Seed Oil*, *Simmondsia Chinensis (Jojoba) Seed Oil* i *Argania Spinosa Kernel Oil*. Nazwy surowców według nomenklatury INCI oraz zawartość poszczególnych składników w recepturach zestawiono w tabeli 1.

Tab. 1. Formułacje autorskich kremów do twarzy [oprac. własne]

FAZA	Nazwa wg INCI	Stężenie [% wag.]		
		Rec. 1	Rec. 2	Rec. 3
A	Paraffinum Liquidum	7,0		
	Cetareth-20	4,0		
	Cetearyl Alcohol	7,0		
	<i>Linum Usitatissimum (Linseed) Seed Oil</i>	6,0		
	<i>Simmondsia Chinensis (Jojoba) Seed Oil</i>		6,0	
	<i>Argania Spinosa Kernel Oil</i>			6,0
B	Glycerin	2,0		
	Dimethicone	0,5		
	Aqua	do 100		
C	Sodium Benzoate, Potassium Sorbate	0,5		
	Lactic Acid	pH do 5,0-5,5		

Emulsje kosmetyczne wykonano zgodnie z następującą technologią otrzymywania: w pierwszym etapie dokładnie wymieszano i podgrzano w kąpeli wodnej do temperatury 65-70°C osobno składniki fazy „A” olejowej (Paraffinum Liquidum, Cetareth-20, Cetearyl Alcohol, olej roślinny zgodnie z recepturą) oraz składniki fazy „B” wodnej (Aqua, Glycerin, Dimethicone). Następnie połączono obie fazy mieszając do powstania jednorodnego układu. Mieszaninę pozostawiono do schłodzenia, przy ciągłym mieszaniu, do temperatury około 55-60°C. W temperaturze 30°C wprowadzono surowce „C” konserwant i kwas mlekowy w celu wyregulowania pH kremów do ciała (ok. 5,0-5,5). Zdjęcia otrzymanych autorskich kremów do twarzy zaprezentowano na rysunku nr 1.



Rys. 1. Zdjęcia wytworzonych autorskich nawilżających kremów do twarzy [oprac. własne]

3. Metody badań i oznaczeń

Lepkość dynamiczna

Lepkość dynamiczną kremów do twarzy dokonywano za pomocą lepkościomierza Brookfield DV-1+. Pomiary prowadzono przy prędkości obrotowej 10rpm oraz w temperaturze 22°C. Pomiary wykonano 5-krotnie. Przedstawione wyniki na wykresie są wartościami uśrednionymi.

Stopień nawilżenia skóry

Stopień nawilżenia skóry po zastosowaniu autorskich kremów do twarzy prowadzono z wykorzystaniem sondy Corneometer CM 825 wraz z adapterem MPA 580 firmy Courage – Khazaka. Na skórze probantów (skóra przedramienia) wyznaczono obszary o wymiarach 2 cm x 2 cm. Następnie na obszar badawczy aplikowano 1g badanego produktu, który delikatnie rozprowadzono. Po upływie 15, 30 i 90 min. wykonano pomiary korneometryczne. Wyniki przedstawiono jako średnią arytmetyczną z 5 pomiarów.

Konsumentencka ocena postrzegania produktu

Wstępne badania postrzegania wytworzonych kremów do twarzy przeprowadzono na grupie wolontariuszy, którą stanowiło dziesięć dorosłych kobiet w wieku do 25 lat, deklarujących posiadanie suchej skóry. Uczestniczki wyraziły zgodę na udział w badaniach i zostały poinformowane, że na każdym etapie mogą podjąć decyzję o rezygnacji z dalszego testowania próbek kosmetyków. Zapewniono im także możliwość zgłaszania wystąpienia ewentualnych skutków ubocznych, zarówno podczas, jak i po aplikacji badanych produktów kosmetycznych. Żadna z osób biorących udział w badaniach nie zgłosiła żadnych niepożądanych efektów spowodowanych stosowaniem testowanych kremów. Wolontariuszki oceniały poszczególne emulsje pod względem wskaźników sensorycznych, takich jak: przyczepność, konsystencja, jednolitość, rozprowadzenie, wchłanianie, kleistość, tłustość, wygładzenie, zapach [6]. Parametry oceniano w skali punktowej od 1 do 5, gdzie: 1 – zła, 2 – przeciętna, 3 – słaba, 4 – dobra, 5 – bardzo dobra.

Błąd pomiaru

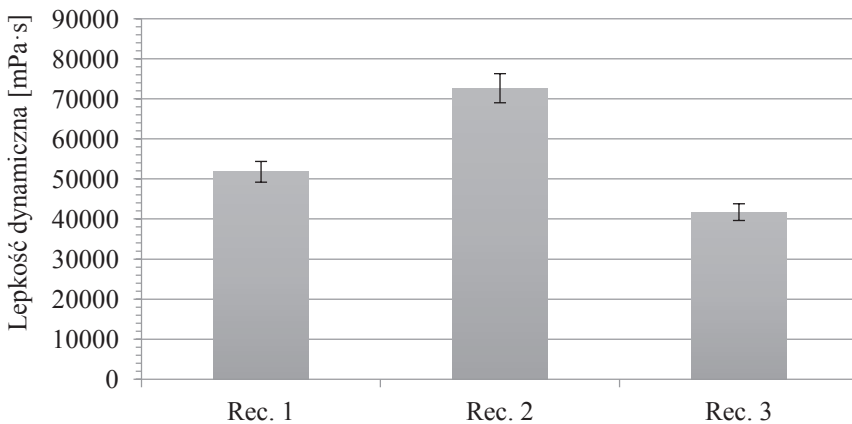
Punkty na wykresach przedstawiają średnie wartości z pięciu niezależnych pomiarów. Rozkład t został użyty do obliczenia granic ufności dla średnich wartości. Przedziały ufności, które stanowią błąd pomiaru, zostały określone dla poziomu ufności 0,90. Wartości błędów przedstawiono na rysunkach.

4. Rezultaty badań

Opracowane, a następnie wytworzone nawilżające kremy do twarzy poddano następującym badaniom właściwości fizykochemicznych oraz użytkowych: lepkość dynamiczna, stopień nawilżenia skóry po zastosowaniu analizowanych emulsji oraz wstępna ocena konsumentcka.

4.1. Lepkość dynamiczna nawilżających kremów do twarzy

Z punktu widzenia konsumenta, kremy do twarzy powinny charakteryzować się odpowiednią lepkością umożliwiającą proces dozowania z opakowania jak również roztwarzania preparatu w trakcie użytkowania. Lepkość dynamiczna emulsji uzależniona jest między innymi od rodzaju i stężenia składników występujących w fazie hydrofobowej preparatu [17,19,20].



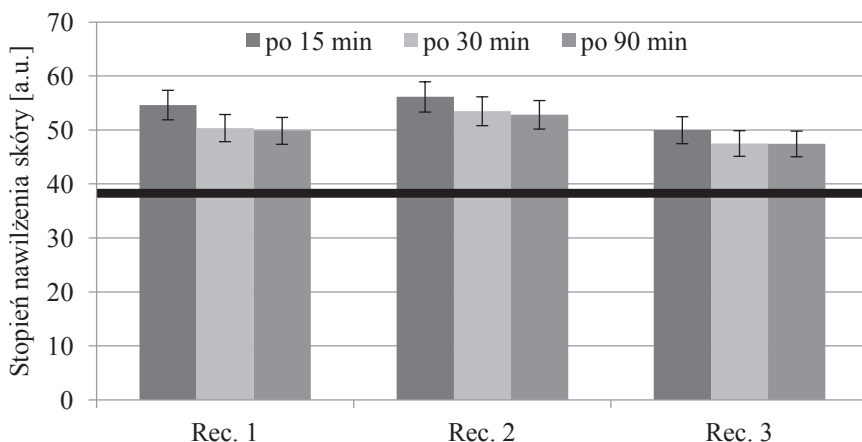
Rys. 2. Wartości lepkości dynamicznej autorskich kremów do twarzy [oprac. własne]

Na podstawie uzyskanych rezultatów badań stwierdzono, że lepkość dynamiczna badanych kremów do twarzy, zależy od rodzaju zastosowanego oleju roślinnego w formułacji. Najniższą wartość lepkości dynamicznej 41733 mPa·s wykazała emulsja zawierająca w swej recepturze olej arganowy (Rec.3). Dodanie do kremu do twarzy oleju lnianego (Rec.1) powoduje wzrost wartości lepkości dynamicznej o około 10000 mPa·s względem receptury Rec.3. Natomiast emulsja zawierająca

olej jojoba (Rec.2) uzyskała najwyższą wartość lepkości dynamicznej 72600 mPa·s wśród badanych kremów do twarzy. Podobne badania prowadzili również Autorzy Maktabi i inni [21], którzy w swej pracy badali olej rycynowy, oktylodekanol oraz olej z nasion meadowfoam w dyspersji. Wykazali oni, że emulsje z zawartością oleju rycynowego były bardziej lepkie i trudniejsze do rozprowadzenia niż pozostałe dyspersje.

4.2. Pomiar stopnia nawilżenia skóry

Problem suchej skóry występuje niezwykle powszechnie i może wynikać między innymi z niskiej temperatury otoczenia, niskiej wilgotności powietrza, narażenia na działanie substancji chemicznych lub mikroorganizmów oraz w wyniku starzenia się skóry, stresu psychologicznego lub atopowego zapalenia skóry [22]. Skóra odwodniona traci swą jędrność, elastyczność, naturalny połysk i zdrowy kolor, natomiast staje się szorstka i napięta [23]. Proces nawilżenia skóry polega na zwiększeniu zawartości wody w naskórku, zmniejszeniu transepidermalnej utraty wody oraz przywróceniu bariery lipidowej skórze między innymi poprzez stosowanie emulsyjnych kosmetyków nawilżających [24]. Właściwości nawilżające opracowanych nawilżających kremów do twarzy przedstawiono na Rys. 3.



Rys 3. Stopień nawilżenia skóry po zastosowaniu autorskich nawilżających kremów do twarzy [oprac. własne]

Otrzymane wyniki stopnia nawilżenia skóry po zastosowaniu autorskich nawilżających kremów do twarzy odnoszono do wartości stopnia nawilżenia skóry z obszaru kontrolnego (czarna linia na wykresie) wynoszącego 39,2 a.u. Wynik ten, stanowi średnią pomiarów przeprowadzonych na skórze wszystkich probantek biorących udział w testach i, zgodnie z wytycznymi podanymi przez producenta

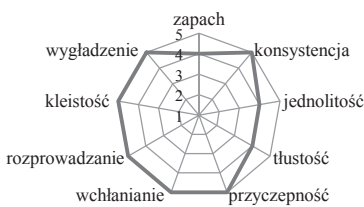
sprzętu, wskazuje na skórę przesuszoną. Analizując rezultaty stopnia nawilżenia skóry po zastosowaniu badanych emulsji, stwierdzono, że wszystkie kremy do twarzy wykazały właściwości nawilżające. Uzyskane wyniki stopnia nawilżenia skóry, po 15 minutach od aplikacji, mieściły się w zakresie od 49,97 do 56,13 a.u. Na szczególną uwagę zasługuje fakt, iż nawilżenie skóry po zastosowaniu badanych kremów utrzymywało się na podobnym poziomie nawet do 90 minut od zastosowania (47,43 – 52,82 a.u.).

4.3. Konsumentencka ocena atrakcyjności sensorycznej

Na akceptację przez konsumenta finalnego produktu kosmetycznego mogą wpływać takie aspekty, jak estetyka i jego walory sensoryczne [19]. Do oceny organoleptycznej autorskich kremów do twarzy wytypowano 9 wyróżników (zapach, wygładzenie, kleistość, rozprowadzenie, wchłanianie, przyczepność, tłustość, konsystencja, jednolitość) charakteryzujących jakość emulsji kosmetycznych. Uzyskane rezultaty przedstawiono na wykresach radarowych (Rys. 4).



Rec. 1



Rec. 2



Rec. 3

Rys. 4. Wyniki oceny subiektywnego nastawienia do produktu kosmetycznego [oprac. własne]

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że wytworzone serie kremów nawilżających zostały pozytywnie ocenione przez probantów. Wszystkie badane

kremy kosmetyczne cechowały się bardzo dobrą przyczepnością i wygładzeniem, co jest bardzo istotne przy pobieraniu produktu z opakowania i aplikowaniu na skórę. Ponieważ wszystkie zastosowane oleje posiadały wyrazisty, charakterystyczny zapach, wpłynęło to na uzyskanie niższych ocen (3 oraz 4) dla tego parametru. Najbardziej satysfakcjonującym konsumentów preparatem okazał się krem do twarzy z olejem jojoba. Uzyskał najwyższe noty dla sześciu z dziewięciu cech ocenianych (wygładzenie, kleistość, rozprowadzenie, przyczepność i konsystencja). Preparaty z olejem lnianym i arganowym zostały ocenione nieco gorzej, ale pozostały w przedziale punktowym od 3 do 5.

Podsumowanie

Analiza uzyskanych wyników badań pozwala stwierdzić, że rodzaj oleju roślinnego ma wpływ na kształtowanie cech użytkowych nawilżającego kremu do twarzy. Na podstawie przeprowadzonych badań wykazano, że:

- Lepkość dynamiczna analizowanych kremów do twarzy zależy od rodzaju zastosowanego oleju roślinnego w formułacji. Najniższą wartość lepkości dynamicznej wykazała emulsja zawierająca w swej recepturze olej arganowy, natomiast najwyższą wartość lepkości otrzymał krem do twarzy zawierający olej jojoba;
- Oleje kosmetyczne lniany, jojoba i arganowy korzystnie wpływają na stopień nawilżenia skóry. Wykazano działanie nawilżające na skórę po zastosowaniu badanych emulsji (15 minut) ale również po 90 minutach od aplikacji;
- Dodatek wybranych olejów kosmetycznych wpływa na wstępną konsumencką ocenę postrzegania badanych produktów kosmetycznych. Próbkę z olejem jojoba i arganowym są najbardziej akceptowalne pod względem testowanych wskaźników sensorycznych.

Podsumowując, można stwierdzić, że dodatek olejów roślinnych (lnianego, jojoba i arganowego) do preparatów pielęgnacyjnych typu krem do twarzy prowadzi do znacznej poprawy kondycji skóry, przy jednoczesnym zachowaniu cech związanych z funkcjonalnością tego typu produktów.

Celem pracy było wykazanie na drodze empirycznej wpływu rodzaju oleju roślinnego na właściwości fizykochemiczne i użytkowe nawilżających kremów do twarzy. Opracowano i wykonano serię lekkiego kremu w formie emulsji o działaniu nawilżającym. Przygotowano próbki zawierające stałe stężenie oleju lnianego, jojoba i arganowego. Przeprowadzono badania pozwalające ocenić właściwości fizykochemiczne oraz użytkowe opracowanych autorskich emulsji. Wyniki jednoznacznie wskazują, że rodzaj użytego oleju wpływa na jakość, funkcjonalność i cechy sensoryczne badanych kremów do twarzy.

Słowa kluczowe: olej lniany, olej arganowy, olej jojoba, lepkość, stopień nawilżenia skóry

THE USE OF VEGETABLE OILS IN MOISTURIZING FACE CREAMS

The aim of the study was to empirically demonstrate the influence of the type of origin plant oil on the physicochemical and functional properties of moisturizing creams for face skin. A series of light cream in the form of an emulsion with a moisturizing effect was developed and produced. Samples containing constant concentrations of linseed, jojoba and argan oil were prepared. Research was carried out to assess the physicochemical and functional properties of the developed formulations.

The results clearly indicate that the type of oil used affects the quality, functionality and sensory characteristics of the tested face creams.

Keywords: linseed oil, argania oil, jojoba oil, viscosity, degree of skin hydration

Bibliografia

1. Minkowski K., Grzeškiewicz S., Jerzewska M., *Ocena wartości odżywczej olejów roślinnych o dużej zawartości kwasów linolenowych na podstawie składu kwasów tłuszczowych, tokoferoli i steroli*, Żywność. Nauka. Technologia. Jakość 2011, 18(2).
2. Glinka M., Glinka R., *Kosmetyka w starożytnym Egipcie*, Pol. J. Cosmetol. 2013, 16(1), 64-68.
3. Kiełtyga-Dadasiewicz A., Gorzel M., *Alternative therapies. Aromatherapy – raw materials and treatments*, European Journal of Medical Technologies 2014; 1(2): 72-79.
4. Schafer N., Sobczyk M., Burczyk D., et al. *Possibilities of using vegetable oils in acne skin care*. Aesth Cosmetol Med. 2022, 11(2), 49-54.
5. *Plant-Derived Fatty Acid Oils as Used in Cosmetics. The 2011 Cosmetic Ingredient Review Expert Panel Final Report*, March 4, 2011.
6. Kossakowska M.B., Zieliński R., *Wpływ składu fazy olejowej na właściwości sensoryczne kremów kosmetycznych zawierających olej z wiesiołka oraz olej ze słodkich migdałów*, Towaroznawstwo w badaniach i praktyce 2017, 158-168.
7. Matławska I., Łajs I.: *Znaczenie spożywcze, lecznicze i kosmetyczne oleju arganowego*, Postępy Fitoterapii 2010, 11, 106-113.
8. Monfalouti H., Guillaume D., Denhez C., Charrouf Z.: *Therapeutic potential of argan oil: a review*, J Pharm Pharmacol, 62, 2010, 1669-1675.

9. El Abbassi A, Khalid N, Zbakh H i wsp. *Physicochemical characteristics, nutritional properties, and health benefits of argan oil: A review*. Crit Rev Food Sci Nutr 2014; 54:1401-14.
10. Guillaume D., Charrouf Z., *Argan Oil Monograph*, Altern Med Rev 2011, 16, 275-279.
11. Matławska I., *Olej arganowy płynne złoto Maroka*, Medycyna estetyczna i anti-aging 2012, 3, 48-51.
12. Bartkowski L., *Nasiona lnu – naturalne źródło zdrowia i urody*. Chemik. 2013;67(3):186-191.
13. Mińkowski K., Grzeškiewicz S., Jarzeska M., Ropelewska M.: Charakterystyka składu chemicznego olejów roślinnych o wysokiej zawartości kwasów linolenowych. *Żywność. Nauka Technologia. Jakość* 2010, 6(73), , 146-157.
14. Gibka, J., *Oleje roślinne stosowane w kosmetykach*, Rynek Chemii Gospodarczej i Kosmetyków 2004, 10: 18-21.
15. Bojarowicz H., Woźniak B. *Wielonienasycone kwasy tłuszczowe oraz ich wpływ na skórę*, Probl Hig Epidemiol. 2008, 89(4): 471-475.
16. Achremowicz K., Szary-Sworst K., *Wielonienasycone kwasy tłuszczowe czynnikiem poprawy stanu zdrowia człowieka*. *Żywność Nauka Technologia Jakość* 2005;3(44):23-35.
17. Mohiuddin, A.K., *Skin Care Creams: Formulation and Use*. Dermatology and Clinical Research 2019, vol.5, no.1, pp. 238-271
18. Ogorzałek M., Klimaszewska E., Mirowski M. [i in.], *Applied Sciences-Basel* 2024, vol. 14, nr 7, Numer artykułu:2783.
19. Kulawik-Pióro A., Klimaszewska E., Ogorzałek M., Ruman J., Rożnawska K., *Effectiveness of protective preparations: Impact of vegetable oil additives to recipes*, European Journal of Lipid Science and Technology 2020, vol. 122, no. 12, pp. 1-19.
20. Ogorzałek M., Klimaszewska E., Kogut A., W: *The role of commodity science in quality management in a knowledge-based economy. Innovations in quality development of products and services*, vol. 1 , *Innowacje w kształtowaniu jakości wyrobów i usług*, tom 1 / Dmowski Przemysław (red.), 2022, Gdynia, Uniwersytet Morski w Gdyni, s.87-103, ISBN 978-83-7421-436-0
21. Maktabi B., Liberatore M. W., & Baki G., *Meadowfoam seed oil as a natural dispersing agent for colorants in lipstick*. International Journal of Cosmetic Science 2021, 43(4), 484-493.
22. Mohiuddin A.K., Proksch E., Berardesca E., Misery, L., Engblom J. & Bouwstra J., *Dry skin management: practical approach in light of latest research*

- on skin structure and function. *Journal of Dermatological Treatment*, 2020, 31(7), 716-722.
23. Fluhr J. W., Moore D. J., Lane M. E., Lachmann N., & Rawlings A. V. (2024). Epidermal barrier function in dry, flaky and sensitive skin: A narrative review. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology* 2024,38(5), 812-820.
24. Idalgo Vasques L., & Ricci Leonardi G. (2023). User experience in cosmetics: Perception analysis regarding the use of an anti-aging moisturizer, *Cosmetics* 2023, 10(1), 33

Podziękowanie

Praca wykonana w ramach projektu nr 3608/188/P pt. „Wpływ substancji aktywnych na właściwości fizykochemiczne oraz użytkowe wybranych produktów kosmetycznych stosowanych w różnych jednostkach chorobowych”. Projekt finansowany przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

Autorzy:

dr Ewa Jabłońska – Uniwersytet Radomski im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu, Wydział Nauk Medycznych i Nauk o Zdrowiu, Katedra Kosmetologii
email: e.jablonska@urad.edu.pl

dr inż. Marta Ogorzałek – Uniwersytet Radomski im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu, Wydział Nauk Medycznych i Nauk o Zdrowiu, Katedra Kosmetologii
email: m.ogorzalek@urad.edu.pl

dr inż. Małgorzata Okulska-Bożek – Uniwersytet Radomski im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu, Wydział Nauk Medycznych i Nauk o Zdrowiu, Katedra Kosmetologii
email: m.okulska@urad.edu.pl

lic. Patrycja Jedrasiewicz – Uniwersytet Radomski im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu, Wydział Nauk Medycznych i Nauk o Zdrowiu, (absolwentka kierunku Kosmetologia, rok akad. 2023/2024)

OCENA STABILNOŚCI TUSZÓW DO MAKIJAŻU PERMANENTNEGO O RÓŻNYCH SKŁADACH

Katarzyna Kojemska

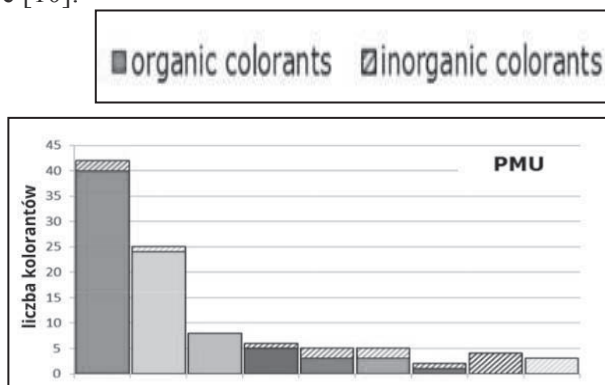
Wstęp

W ostatnich latach makijaż permanentny zyskuje na popularności, a rynek usług kosmetycznych jest jednym z najmocniej rozwijających się rynków w Polsce [19]. Badania wykazały, że ludzie noszą więcej makijażu, aby ukryć swoje wady i zwiększyć poczucie własnej wartości [17]. W makijażu permanentnym istotne jest to, że stabilność pigmentacji zależy od zastosowanego tuszu, doświadczenia linerzysty i wybranej techniki [13]. Istnieją różne rodzaje tuszów – organiczne, nieorganiczne oraz hybrydowe, każdy z nich charakteryzuje się odmiennymi właściwościami, które mogą wpływać na efekt końcowy.

Celem pracy było porównanie efektów kolorystycznych uzyskiwanych za pomocą tuszów organicznych, nieorganicznych oraz hybrydowych oraz ocena ich stabilności w kontekście makijażu permanentnego brwi.

1. Charakterystyka tuszów do makijażu permanentnego

Tusze do makijażu permanentnego są zawiesiną koloidalną - koloranty są w mieszaninie równomiernie rozproszone [16]. W skład tuszów do makijażu permanentnego wchodzi: baza oraz substancje barwiące. Do bazy zaliczamy rozpuszczalniki, spoiwa, wypełniacze, konserwanty, emulgatory, modyfikatory pH oraz składniki ułatwiające gojenie. Do substancji barwiących zaliczamy pigmenty oraz pigmenty lakowe [10].



Rys. 1. Zawartość kolorantów organicznych/nieorganicznych używanych w tuszach do makijażu permanentnego według odcienia (źródło: [12])

2. Klasyfikacja tuszów ze względu na budowę chemiczną

W makijażu permanentnym możemy podzielić tusze na nieorganiczne, organiczne oraz hybrydowe. Podział ten odbywa się na podstawie klasyfikacji chemicznej kolorantów zawartych w tuszach [5].

Pigmenty nieorganiczne są znacznie bardziej kryjące, matowe i odporne na promieniowanie UV [14]. Pigmenty organiczne są bardziej świetliste i żywe, a w połączeniu z bielą, tworzą bardziej wyraziste kolory. Pigmenty organiczne mają bardzo szeroką gamę kolorystyczną [18]. Są mniej odporne na promieniowanie UV. Międzynarodowy Indeks Barw (Colour Index International) jest międzynarodową bazą danych. Służy ona jako biblioteka do identyfikacji pigmentów. Każda z substancji znajdujących się w indeksie posiada indywidualną nazwę (nazwa generyczna C.I.) oraz indywidualne oznaczenie numeryczne (numer C.I.) [6]. Indeksy od 10000 do 76999 odnoszą się do organicznych barwników i pigmentów. Indeksy w przedziale od 77000 do 77999 odnoszą się do pigmentów nieorganicznych [25].

3. Widoczność tuszu w skórze

Widoczność tuszu w skórze zależy między innymi od: głębokości pigmentacji, parametrów fizyko-chemicznych i stabilności użytych tuszów oraz indywidualnej percepcji barw [22].

Siła krycia tuszu do makijażu permanentnego zależy od jego współczynnika refrakcji [28]. Kolorant o wysokim współczynniku refrakcji ma dużą zdolność absorpcji i odbijania światła co jest równoznaczne z dobrym kryciem danego kolorantu. Taką cechą mają koloranty nieorganiczne. Z kolei koloranty o niskim współczynniku refrakcji, przepuszczają światło i słabo je odbijają. Z tego powodu są bardziej transparentne. Jest to cecha kolorantów organicznych [21]. Widoczność tuszu w skórze zależy także od wielkości cząstki danej substancji barwiącej. Im mniejsza cząstka pigmentu w tuszu tym większa siła barwienia. Cząstki kolorantów organicznych są mniejsze od cząstek kolorantów nieorganicznych. Wyjątek stanowi Carbon Black (sadza węglowa), który posiada najmniejszą cząsteczkę spośród wszystkich kolorantów. Z tego powodu koloranty organiczne mają wyższą siłę barwienia [15]. Poniżej 0.5 mm w głąb skóry spada widoczność koloru żółtego a następnie pomarańczowego i czerwonego [26].

4. Stabilność tuszu w skórze

Podstawowymi czynnikami determinującymi brak stabilności tuszu w skórze są: rozpad cząstek tuszu, degradacja chemiczna, degradacja enzymatyczna, blaknięcie pod wpływem promieniowania UV czy zagrożenie biologiczne ze strony fagocytów układu immunologicznego osoby poddanej zabiegowi [29]. Po wprowadzeniu do skóry, pigmenty mogą ulegać zmianom metabolicznym, prowadząc do powstania związków takich jak pierwotne aminy aromatyczne [9]. Te zmiany mogą być

skutkiem aktywności enzymatycznej, termicznego rozkładu lub fotodegradacji występującej po ekspozycji na światło UV [8].

5. Metodyka badań własnych

Badania zostały przeprowadzone na 9 modelkach w wieku 20-30 lat. Wszystkie modelki były zdrowe, posiadały cerę mieszaną i nie miały wcześniej wykonywanego makijażu permanentnego brwi. Pomiary zostały wykonane na prawej i lewej brwi, po 3 próby na końcówce, łuku oraz nasadzie.

U wszystkich modelek makijaż permanentny został wykonany przez jednego zabiegowca, urządzeniem marki Mast, model P10. Zastosowana została metoda ombre. Zostało przeprowadzone badanie urządzeniem Skin Colorimeter CL-400 przed pigmentacją a następnie po pigmentacji (maksymalnie 8 h od zakończenia zabiegu) oraz po 4 tygodniach. Jako próbę kontrolną wykonano badanie na sztucznej skórcie, zapigmentowanej 9 tuszami. Zostało użytych 9 tuszów firm: Art Pmu, Maderm, OMG, Clinita, As Pigment, Shine, Ova i Doreme. Do próby kontrolnej została użyta sztuczna skórka o beżowo-białym kolorze, do makijażu permanentnego. Do jej zapigmentowania zostały użyte te same narzędzia i tusze.

Urządzenie Skin Colorimeter CL-400 bada stopień zaczerwienienia skóry (parametr a), zbrązowienia skóry (parametr b) oraz jej rozjaśnienia (parametr L). Parametr L informuje o jasności skóry, im większa jego wartość tym skóra jest jaśniejsza. Parametr a informuje o zaczerwienieniu skóry, im większa jego wartość, tym bardziej czerwona jest skóra. Parametr b informuje o zbrązowieniu skóry, im większa wartość tym bardziej brązowa skóra. Automatycznie jest również obliczany indywidualny kąt typologii ITA°, który jest wektorową reprezentacją pigmentacji skóry. Im wyższy parametr ITA°, tym jaśniejsza jest skóra.

Do pigmentacji zostało użytych 9 tuszów. Skład tuszu OMG Mercury: woda (rozpuszczalnik), gliceryna (spoiwo aglomerujące), etanol (rozpuszczalnik, konserwant), C.I. 77499 (kolorant nieorganiczny czarny), C.I. 77491 (kolorant nieorganiczny czerwony), C.I. 77492 (kolorant nieorganiczny żółty), C.I. 19140 (kolorant organiczny żółty), C.I. 77288 (kolorant nieorganiczny zielony), tlenek chromu (III) [23].

Skład tuszu Clinita Pro Chocolate: woda (rozpuszczalnik), gliceryna (spoiwo aglomerujące), etanol (rozpuszczalnik, konserwant), C.I. 77499 (kolorant nieorganiczny czarny), C.I. 77491 (kolorant nieorganiczny czerwony), C.I. 77891 (kolorant nieorganiczny biały), C.I. 56298 (kolorant organiczny żółty), C.I. 77266 (kolorant nieorganiczny czarny), fosfokrzemian wapniowo-sodowy (stabilizator), PVP (spoiwo aglomerujące), C.I. 11781 (kolorant organiczny żółty), C.I. 11783 (kolorant organiczny żółty), lecytyna (stabilizator) [7].

Skład tuszu As Pigment Classic Base: woda (rozpuszczalnik), gliceryna (spoiwo aglomerujące), metanol (rozpuszczalnik, konserwant), ekstrakt z oczaru wirginijskiego (składnik aktywny przyspieszający gojenie ran), glikol dipropylenowy (roz-

puszczalnik, konserwant), fenoksyetanol (konserwant), C.I. 77492 (kolorant nieorganiczny żółty), C.I. 56110 (kolorant organiczny czerwony), C.I. 77260 (kolorant nieorganiczny czarny), C.I. 77499 (kolorant nieorganiczny czarny) [4].

Skład tuszu Shine Cappuccino: woda (rozpuszczalnik), alkohol izopropylowy (rozpuszczalnik, konserwant), C.I. 21160 (kolorant organiczny pomarańczowy), C.I. 75300 (kolorant organiczny żółty), C.I. 74260 (kolorant organiczny zielony), C.I. 77266 (kolorant nieorganiczny czarny) [27].

Skład tuszu OVA 5.2.: glikol propylenowy (rozpuszczalnik), chlorek sodu, etanol (rozpuszczalnik, konserwant), gliceryna (spoiwo aglomerujące), pantnenol (humektant, działanie przeciwzapalne), C.I. 77288 (kolorant nieorganiczny zielony), C.I. 77499 (kolorant nieorganiczny czarny), C.I. 77491 (kolorant nieorganiczny czerwony), C.I. 77266 (kolorant nieorganiczny czarny) [24]. Skład tuszu Doreme Dark Ash 820: gliceryna (spoiwo aglomerujące), C.I. 77499 (kolorant nieorganiczny czarny), woda (rozpuszczalnik), etanol (rozpuszczalnik, konserwant), C.I. 77492 (kolorant nieorganiczny żółty), C.I. 77491 (kolorant nieorganiczny czerwony), propano-1,3-diol (konserwant).

Skład tuszu Art Pmu linia nieorganiczna nr. 7: woda (rozpuszczalnik), gliceryna (spoiwo aglomerujące), C.I. 77492 (kolorant nieorganiczny żółty), C.I. 77491 (kolorant nieorganiczny czerwony), C.I. 77499 (kolorant nieorganiczny czarny), C.I. 77289 (kolorant nieorganiczny zielony), ekstrakt z oczaru wirginijskiego (składnik przyspieszający gojenie ran) [3].

Skład tuszu Maderm Arabica: woda (rozpuszczalnik), C.I. 77891 (kolorant nieorganiczny biały), C.I. 200310 (kolorant organiczny żółty), glikol propylenowy (rozpuszczalnik, konserwant), gliceryna (spoiwo aglomerujące), ekstrakt z oczaru wirginijskiego (składnik przyspieszający gojenie ran), fosfokrzemian wapniowosodowy (stabilizator), PEG-8 (rozpuszczalnik, humektant), C.I. 77266 (kolorant nieorganiczny czarny), szelak (spoiwo agregujące), C.I. 561170 (kolorant organiczny pomarańczowy), C.I. 56110 (kolorant organiczny czerwony), C.I. 561300 (kolorant organiczny czerwony), polysorbat 80 (solubilizator) [20].

Skład tuszu Art Pmu Classic nr. 5: woda (rozpuszczalnik), gliceryna (spoiwo aglomerujące), C.I. 77499 (kolorant nieorganiczny czarny), C.I. 77491 (kolorant nieorganiczny czerwony), C.I. 19140 (kolorant organiczny żółty), C.I. 12474 (kolorant organiczny czerwony), C.I. 77288 (kolorant nieorganiczny zielony) [2].

6. Analiza i dyskusja wyników

Poniższe tabele przedstawiają porównanie wyników badań przeprowadzonych na sztucznej skórcie oraz na wszystkich modelkach. Jako próbę zerową zbadano sztuczną skórę zapigmentowaną każdym z tuszów. Wyniki przedstawione są w poniższej tabeli.

Tab. 1. Wyniki badań przeprowadzonych na sztucznej skórcie, urządzeniem Skin Colorimeter CL-400 (opracowanie własne)

Użyty pigment	Średni wynik Parametr L*	Średni wynik Parametr a*	Średni wynik Parametr b*	Średni wynik Parametr ITA°
Czysta skórką	77.56	-0.46	9.01	76.84
Art Pmu Classic nr. 5	72.05	-0.57	7.52	71.16
Art Pmu seria nieorganiczna nr. 7	77.18	1.74	9.08	71.53
Maderm arabica	76.13	1.21	7.92	73.13
OMG Mercury	75.76	1.71	11.15	66.58
Clinita Pro Chocolate	80.82	-0.07	7.88	75.65
As Pigment Base	71.74	0.16	15.35	54.77
Shine Cappuccino	72.50	2.82	8.02	70.39
OVA 5.2.	76.2	0.84	8.76	71.38
Doreme Dark Ash 820	75.37	0.98	9.49	69.47

Tab. 2. Porównanie wyników badań przeprowadzonych za pomocą urządzenia Skin Colorimeter CL-400 przed zabiegiem (opracowanie własne)

Modelka	Średni wynik Parametr L*	Średni wynik Parametr a*	Średni wynik Parametr b*	Średni wynik Parametr ITA°
Nr. 1	58.35	11.76	10.57	36.17
Nr. 2	60.97	11.15	10.85	42.20
Nr. 3	61.77	10.73	11.34	45.12
Nr. 4	59.51	12.97	9.82	39.34
Nr. 5	59.25	11.40	10.61	38.25
Nr. 6	59.94	10.66	11.80	39.12
Nr. 7	57.98	11.62	9.98	37.20

Nr. 8	58.08	12.15	9.70	35.55
Nr. 9	61.89	10.53	7.35	56.62

Tab. 3. Porównanie wyników badań przeprowadzonych za pomocą urządzenia Skin Colorimeter CL-400 bezpośrednio po zabiegu (opracowanie własne)

Wybrany tusz	Średni wynik Parametr L*	Średni wynik Parametr a*	Średni wynik Parametr b*	Średni wynik Parametr ITA ^o
Art Pmu Classic nr. 5	48.30	12.53	10.73	-8.40
Art Pmu seria nieorganiczna nr 7.	53.45	14.04	11.61	13.85
Maderm Arabica	52.73	12.08	10.84	12.66
OMG Mercury	55.57	13.82	10.39	24.77
Clinita Pro Chocolate	48.69	12.04	10.52	-4.55
As Pigment Base	54.35	11.76	12.48	17.08
Shine Cappuccino	47.80	15.49	12.31	-6.07
OVA 5.2.	47.83	11.62	9.47	-9.68
Doreme Dark Ash 820 tuba	52.35	10.42	8.39	13.72

Tab. 4. Porównanie wyników badań przeprowadzonych za pomocą urządzenia Skin Colorimeter CL-400 4 tygodnie po zabiegu (opracowanie własne)

Wybrany tusz	Średni wynik Parametr L*	Średni wynik Parametr a*	Średni wynik Parametr b*	Średni wynik Parametr ITA°
Art Pmu Classic nr. 5	54.26	13.16	10.44	21.29
Art Pmu seria nieorganiczna nr 7.	59.10	11.50	12.42	35.32
Maderm Arabica	60.22	14.04	12.15	39.14
OMG Mercury	61.46	11.53	9.59	47.36
Clinita Pro Chocolate	57.04	11.86	11.11	30.56
As Pigment Base	58.45	10.32	13.32	31.10
Shine Cappuccino	54.26	13.16	10.44	21.29
OVA 5.2.	55.12	10.58	11.20	20.75
Doreme Dark Ash 820 tuba	58.89	9.97	9.33	40.83

Porównując wyniki badania przeprowadzonego przed zabiegiem, modelki zostały uszeregowane według parametru ITA° od najjaśniejszej skóry do najciemniejszej: modelka nr. 9, modelka nr. 3, modelka nr. 2, modelka nr. 4, modelka nr. 6, modelka nr. 5, modelka nr. 7, modelka nr. 1, modelka nr. 8.

Porównując wyniki badania przeprowadzonego bezpośrednio po zabiegu, modelki zostały uszeregowane według parametru ITA° od najjaśniejszego do najciemniejszego zabarwienia skóry: modelka nr. 4 (OMG Mercury), modelka nr. 6

(As Pigment Base), modelka nr. 2 (Art Pmu seria nieorganiczna nr. 7), modelka nr. 9 (Doreme Dark Ash 820 tuba), modelka nr. 3 (Maderm Arabica), modelka nr. 5 (Clinita Pro Chocolate), modelka nr. 7 (Shine Cappuccino), modelka nr. 1 (Art Pmu Classic nr. 5), modelka nr. 8 (OVA 5.2).

Porównując wyniki badania przeprowadzonego 4 tygodnie po zabiegu, modelki zostały uszeregowane według parametru ITA^o od najjaśniejszej skóry do najciemniejszej: modelka nr. 4 (OMG Mercury), modelka nr. 9 (Doreme Dark Ash 820 tuba), modelka nr. 3 (Maderm Arabica), modelka nr. 2 (Art Pmu seria nieorganiczna nr. 7), modelka nr. 6 (As Pigment Base), modelka nr. 5 (Clinita Pro Chocolate), modelka nr. 1 (Art Pmu Classic nr. 5) oraz modelka nr. 7 (Shine Cappuccino) z takim samym wynikiem, modelka nr. 8 (OVA 5.2.)

W celu weryfikacji, u której modelki zostało w skórze najwięcej pigmentu po wygojeniu należy wziąć pod uwagę kolor skóry przed pigmentacją. W tym celu należy obliczyć różnicę pomiędzy kolorem skóry przed zabiegiem a kolorem skóry po wygojeniu. U pierwszej modelki różnica kolorystyczna była największa a ostatniej modelki najmniejsza: modelka nr. 7 (Shine Cappuccino), modelka nr. 9 (Doreme Dark Ash 820 tuba), modelka nr. 1 (Art Pmu Classic nr. 5), modelka nr. 8 (OVA 5.2), modelka nr. 6 (As Pigment Base), modelka nr. 5 (Clinita Pro Chocolate), modelka nr. 2 (Art Pmu seria nieorganiczna nr. 7), modelka nr. 3 (Maderm Arabica), modelka nr. 4 (OMG Mercury). U modelki nr. 4 wyniki pokazały, że skóra po wygojeniu była jaśniejsza niż skóra przed zabiegiem, co może wskazywać na błąd pomiarowy, ponieważ wizualna ocena potwierdza delikatne przyciemnienie brwi. Największa różnica w kolorze wystąpiła u modelki nr. 7, która była zapigmentowana tuszem Shine Cappuccino. Jest to tusz, który zawiera koloranty organiczne wspierane Carbon Black. W podanym przez producenta składzie nie ma wymienionych spoiw. Natomiast muszą one występować w tuszu. W świecie linerzystów, tusz ten jest uznawany za tusz o mocnych spoiwach, długotrwały i stabilny. Po wygojeniu w skórze zostaje nawet do 95% kolorantów zawartych w tuszu. Potwierdzają to wyniki przeprowadzonego badania.

Druga w kolejności była modelka nr. 9, której brwi były zapigmentowane tuszem marki Doreme. Jest to tusz o glicerynowym spoiwie i nieorganicznych kolorantach. Zawiera mało stabilny, czarny tlenek żelaza (II). Koloranty nieorganiczne są dobrze kryjące. Natomiast Doreme jest to tusz o delikatnych spoiwach, który w teorii powinien plasować się na dalszej pozycji, natomiast efekt finalny w dużej mierze zależy także od skóry modelki, która w tym przypadku była najjaśniejsza wśród modelek, więc nawet jasny tusz byłby na skórze widoczny.

Tusz marki Art Pmu Classic nr. 5 zajął trzecie miejsce na liście. Jest to tusz hybrydowy oparty na glicerynie. Zawiera koloranty organiczne i nieorganiczne. Jest to najciemniejszy kolor z gamy kolorystycznej linii Classic, stąd dość wyraziste wygojenie. W porównaniu efektów kolorystycznych bezpośrednio po zabiegu, uplasował się jako drugi najciemniejszy.

Jako czwarty na liście jest tusz OVA 5.2, który jest oparty na glicerynie. Zawiera koloranty nieorganiczne, w tym czarny tlenek żelaza (II) oraz Carbon Black. Jest to jeden z najciemniejszych tuszów z gamy kolorystycznej OVA. Ze względu na obecność Carbon Black jest to tusz trwały i stabilny. W porównaniu efektów bezpośrednio po zabiegu był najciemniejszy.

Na piątym miejscu uplasował się tusz As Pigment Base. Pomimo bardzo delikatnego efektu bezpośrednio po zabiegu, dużo tuszu pozostało w skórze. Wpływ na to miała także skóra modelki - cienka i sucha. Takie skóry znacznie poprawiają możliwości osadzenia się tuszu w skórze. Tusz marki As Pigment jest tuszem hybrydowym opartym na glicerynie. Zawiera koloranty organiczne i nieorganiczne, w tym dwa koloranty czarne - C.I. 77499 i C.I. 77260.

Tusz Clinita Pro Chocolate jest na 6 miejscu. Jest to tusz hybrydowy zawierające dwa spoiwa aglomerujące - glicerynę i PVP. Wśród kolorantów znajdują się Carbon Black, czarny tlenek żelaza (II) oraz biały tlenek tytanu. Te składniki sprawiają, że pigment jest dobrze kryjący i trwały a jednocześnie delikatny.

Na 7 miejscu znajduje się tusz marki Art Pmu, serii nieorganicznej nr. 7. Ten tusz jest typowo nieorganiczny i oparty na glicerynie. To wskazuje na delikatne wygojenie oraz dość szybkie zanikanie tuszu w skórze, a także ocieplanie się tuszu w skórze. W porównaniu wyników bezpośrednio po zabiegu także zajął 7 miejsce.

Tusz Maderm Arabica znalazł się na miejscu 8. Jest to Tusz, który jako jedyny podaje w składzie obecność spoiwa agregującego, jakim jest szelak. Zawiera także koloranty organiczne i nieorganiczne, w tym Carbon Black i biały tlenek tytanu. Te komponenty wskazują na bardzo dobre osadzanie się tuszu w skórze. Wyniki przeprowadzonego badania tego nie potwierdzają, co może być spowodowane organizmem oraz skórą modelki.

U modelki nr 4. badanie wykazało, że kolor skóry był jaśniejszy po wygojeniu niż przed zabiegiem. Może to wskazywać na błąd pomiarowy. Użyty tusz to OMG Mercury, który jest oparty na glicerynie. Zawiera koloranty organiczne i nieorganiczne. Jako kolorant czarny, wykorzystany został tlenek żelaza (II).

Tusze o mocnych spoiwach, dodatku Carbon Black oraz bieli tytanowej odznaczają się najlepszą trwałością. Także bezpośrednio po wygojeniu w skórze pozostaje dużo tuszu. Duży wpływ na efekt pigmentacji ma także skóra modelki oraz jej organizm, dlatego wykonane badania nie odzwierciedlają w 100% założeń teoretycznych dotyczących podanych tuszów.

Podsumowanie

Urządzenie Skin Colorimeter CL-400 jest odpowiednie do badania efektów makijażu permanentnych bezpośrednio po zabiegu oraz wygojonych. Wyniki badań są w dużej mierze zgodne z teorią. Urządzenie pozwala także badać trwałość makijażu permanentnego w czasie.

Istnieją pewne odstępstwa, które zaprzeczają zgodności wyników badań z teorią. Mogą one wynikać z błędów pomiarowych. Te niezgodności także pokazują, że skóra każdej modelki jest inna i inaczej reaguje na zabieg pigmentacji. U każdej modelki w skórze zostaje inna ilość tuszu, zależy to także od indywidualnych cech skóry modelki. Należałoby także przeprowadzić badania na większej ilości modelek, aby lepiej poznać wpływ rodzaju skóry na efekt pigmentacji oraz stabilność tuszu w skórze.

Pomimo szerokiego zastosowania w praktyce kosmetycznej, nadal istnieje potrzeba głębszego zrozumienia i porównania tuszów do makijażu permanentnego, szczególnie w kontekście ich stabilności i efektów kolorystycznych. Ten obszar wymaga dalszych badań w celu tworzenia tuszów o mniejszym ryzyku zmiany koloru po czasie oraz w celu edukacji linergistów pod kątem doboru odpowiedniego tuszu do klienta i przewidywania możliwych wybarwień. Badanie to nie tylko przyczyni się do lepszego zrozumienia właściwości poszczególnych tuszów, ale również umożliwi profesjonalistom w dziedzinie kosmetyki dokonanie bardziej świadomego wyboru materiałów, co przekłada się na zadowolenie i bezpieczeństwo klientów. Takie zastosowanie badań ma potencjał do przyczynienia się do innowacji w branży kosmetycznej, poprawy jakości używanych tuszów i co za tym idzie, podniesienia standardów w makijażu permanentnym.

Celem niniejszej pracy było zbadanie stabilności tuszów stosowanych w makijażu permanentnym oraz ocena ich efektów kolorystycznych w zależności od składu. Przeprowadzona analiza pozwoliła na ocenę wpływu różnych składników na trwałość i wygląd po zabiegu. W pracy omówiono ogólną budowę tuszów oraz ich klasyfikację. Część badawcza opiera się na wynikach przeprowadzonych badań oraz na ich podsumowaniu.

Słowa kluczowe – makijaż permanentny, tusz, pigment, kolorant, skóra, stabilność

THE STABILITY OF PIGMENTS FOR PERMANENT MAKEUP WITH VARIOUS COMPOSITIONS

The aim of this study was to examine the stability of inks used in permanent makeup and to evaluate their color effects depending on the composition. The analysis conducted allowed for an assessment of the impact of various ingredients on durability and post-procedure appearance. The paper discusses the general structure of inks and their classification. The research section is based on the results of the conducted studies and their summary.

Keywords – permanent makeup, ink, pigment, colorant, skin, stability

Bibliografia

1. Andreou E., Hatziantoniou S., Rallis E., Kefala V., Safety of Tattoos and Permanent Make up And (PMU) Colorants, Cosmetics, 2021.
2. Art Pmu, specialist in micorpigmentation, [cytowany 6 czerwca 2024]. Adres: <https://art-pmu.pl/kategoria-produktu/linia-hybrydowa-classic/brwicclassic/>.
3. Art Pmu, specialist in micorpigmentation, [cytowany 6 czerwca 2024]. Adres: <https://art-pmu.pl/kategoria-produktu/linia-nieorganiczna/brwinieorganiczna/>
4. AS Company, [cytowany 6 czerwca 2024]. Adres: <https://aspigments.com/catalog/pigments-for-tattooing/pigmenty-dlya-brovey/basebrow-pigment-6ml/>.
5. Bonadonna L., Survey of Studies on Microbial Contamination of Marketed Tattoo Inks, Current Problems in Dermatology, 2015.
6. Blume A., Platzek T., Vieth B., Hutzler C., Luch A., Towards the Limiting of Health Risks Associated with Tattooing, Whitelists for Tattoo Pigments and Preservatives, Current Problems in Dermatology, 2015.
7. Clinita Poland, [cytowany 6 czerwca 2024]. Adres: <https://sklep.clinita.pl/pl/p/Chocolate-PRO-2%2C5-ml/41>.
8. Colboc H., Bazin D., Reguer S., Lucas IT., Moguelet P., Amode R., Chemical characterization of inks in skin reactions to tattoo, 2022.
9. Dähne L., Schneider J., Lewe D., Petersen H., Tailored Surface Engineering of Pigments by Layer-by-Layer Coating, Current Problems in Dermatology, 2015.
10. Dirks M., Making Innovative Tattoo Ink Products with Improved Safety, Possible and Impossible Ingredients in Practical Usage, Current Problems in Dermatology, 2015.
11. Doreme, Creative Pigmentation. [cytowany 6 czerwca 2024]. Adres: <https://doreme.pl/produkt/820-dark-ash-tuba/>.
12. Piccini P., Pakalin S., Contor L., Bianchi I., Senaldi C., European Commission, Joint Research Centre, Safety of tattoos and permanent makeup: final report. 2015.
13. Godlewska N., Ruprich M., Skin pigmentation - complications and side effects, Aesth Cosmetol Med., Katowice, 2023.
14. Grant CA., Twigg PC., Tobin DJ., Nano-Scale Observations of Tattoo Pigments in Skin by Atomic Force Microscopy, Current Problems in Dermatology, 2015.
15. Høgsberg T., Loeschner K., Löf D., Serup J., Tattoo inks in general usage contain nanoparticles, Tattoo inks contain nanoparticles, British Journal of Dermatology, 2011.

16. Jin HS., Chang BS., Analysis of microstructural characteristics and components of red and yellow ink pigments used in permanent makeup, 2022.
17. Kim J., Kwon KH., Trends in eyebrow makeup after COVID-19 and longCOVID era, Health Science Reports, 2023.
18. Kuśmierk M., Marzec A., Zaborski M., Barwniki otrzymywane przy użyciu związków wielkocząsteczkowych, technologia i jakość wyrobów, 2019.
19. Kryczka M., Rynek usług kosmetycznych, uwarunkowania i perspektywy rozwoju w ocenie właścicieli salonów kosmetycznych, Studium przypadku, Aesth Cosmetol Med, 2021.
20. Maderm Esthetic, [cytowany 6 czerwca 2024]. Adres: <https://maderm.eu/kategoria-produktu/makijazpermanentny/pigmenty/pigmenty-maderm/maderm-brwi/>.
21. Niederer M., Hauri U., Kroll L., Hohl C., Identification of organic pigments in tattoo inks and permanent make-up using laser desorption ionisation mass spectrometry, 2017.
22. Oduncuoğlu M., Refractive Index Formula of Blood as a Function of Temperature and Concentration, An Acad Bras Cienc, 2021.
23. OMG Universe. [cytowany 6 czerwca 2024]. Adres: <https://omgpmu.eu/product/mercury/>.
24. Ova. [cytowany 6 czerwca 2024]. Adres: <https://ova.com.pl/sklep/gentledrop-brow-5-ml/>.
25. Prior G., Tattoo Inks, Legislation, Pigments, Metals and Chemical Analysis, Current Problems in Dermatology, 2015.
26. Serup J., From Technique of Tattooing to Biokinetics and Toxicology of Injected Tattoo Ink Particles and Chemicals, Current Problems in Dermatology, 2017.
27. Shine, [cytowany 6 czerwca 2024]. Adres: <https://www.shinepigment.ru/product/cappuccino>.
28. Szwedowski A., Romaniuk R., Zmiana przepuszczalności materiałów optycznych pod wpływem działania czynników zewnętrznych, Materiałoznawstwo optyczne i optoelektroniczne, WNT, 2009.
29. Yoon S., Kondakala S., Nho S., Moon M., Huang M., Periz G., Microbiological Survey of 47 Permanent Makeup Inks Available in the United States, Microorganisms, 2022.

Autorzy:

mgr. Katarzyna Kojemska – Wyższa Szkoła Inżynierii i Zdrowia. email: kkojem-ska@gmail.com

OCENA WYBRANYCH WŁAŚCIWOŚCI UŻYTKOWYCH MASECZEK DO TWARZY ZAWIERAJĄCYCH SPROSZKOWANĄ WĄKROTĘ AZJATYCKĄ

Anna Małysa

Wstęp

Maseczki to specyficzna grupa kosmetyków pielęgnacyjnych, przeznaczona do pielęgnacji skóry twarzy. Występuje najczęściej w formie past, emulsji, zawiesin, pianek oraz w formie żeli. Maseczki są także dostępne w formie tabletek lub proszku a także w postaci hydrożelowych płatów dopasowujących się podczas aplikacji do kształtu twarzy. Maseczki zawierają w swym składzie różnego rodzaju substancje, pełniące w kosmetyku różne funkcje i mające na celu skutecznie wpływać na poprawę kondycji cery. Głównymi grupami surowców wykorzystywanych do tego celu są: hydrofilowe substancje nawilżające np. gliceryna, mocznik, kwas hialuronowy, sorbitol, glikol propylenowy, substancje hydrofobowe (oleje i tłuszcze roślinne, woski, silikony) oraz różnego rodzaju substancje aktywne np. enzymy, witaminy, fitosterole, alfa-hydroksykwasy [1].

W literaturze przedstawiane są dość szeroko rezultaty badań maseczek kosmetycznych zawierających w swoim składzie surowce pochodzenia naturalnego. Stosowane są surowce roślinne takie jak: rumianek, czarna porzeczka, szalwia, ostropest, wiesiołek, aloes [13]. W ostatnim czasie pojawiają się kosmetyki zawierające składniki aktywne w formie proszkowej np. łopian czy młody jęczmień [21].

Interesującą, z punktu widzenia właściwości leczniczych i prozdrowotnych, rośliną, stosowaną w suplementach diety, farmaceutykach jest wąkrota azjatycka (*Centella asiatica*) określana też jako gotu kola. Swoje unikatowe właściwości zawdzięcza obecności w liściach takich substancji czynnych jak: aminokwasy, flawonoidy, glikozydy, kartenoidy, kwasy triterpenowe i fenolowe, olejki eteryczne, witaminy z grupy B oraz wit. C. Znalazła szerokie zastosowanie w medycynie oraz kosmetyce. W produktach leczniczych występuje zazwyczaj w formie ekstraktu alkoholowego lub glikolowego i stosuje się ją w leczeniu zmian skórnych spowodowanych trądem, w bielactwie, łuszczycy, egzemie [2-6, 7,11,12]. Wykazuje działanie łagodzące, antyoksydacyjne, przeciwświądowe, regeneracyjne, przeciwbrzękowe. Dane literaturowe [14-18] wskazują także, że substancje czynne zawarte w wąkrocie pobudzają produkcję kolagenu oraz elastyny, która nadaje cerze jędrności i sprężystości, a także minimalizuje oznaki starzenia skóry. Ponadto przyspieszone wydzielanie tych substancji sprawia, że wszelkie podrażnienia i zaczerwienienia skóry goją się szybciej.

W pracy zaproponowano wykorzystanie wąkroty azjatyckiej w formie sproszkowanej w łagodzących maseczkach pielęgnacyjnych do twarzy. Celem pracy była ocena wpływu zawartości omawianego dodatku na wybrane właściwości fizyko-

chemiczne i użytkowe otrzymanych kosmetyków, istotnych z punktu widzenia konsumenta.

1. Receptura i technologia wytwarzania maseczek

Bazując na doniesieniach literaturowych oraz badaniach wstępnych, opracowano receptury maseczek pielęgnacyjnych (I-V) zawierających kolejno: 2, 4, 6, 8 % wag. sproszkowanych liści wąkroty azjatyckiej (Tab. 1). Punktem odniesienia w ocenie był preparat nie zawierający aktywnego dodatku (próbka bazowa).

Do sporządzenia maseczki stosowano: olej ze słodkich migdałów (PHH Standard Polska) -100%, masło Shea (PHH Standard Polska) -100%, mieszanina alkoholu cetylowego i stearylowego (1:1) (BASF Niemcy)- 100%, monolaurynian sorbitanu (Croda) -100%, Wąkrota azjatycka - proszek z liści Gotu kola (Herbavis), konserwant DHA BA – mieszanina alkoholu benzyłowego z kwasem dehydrooctowym (1:1) (Bingo SPA- Certyfikat Ecocert), olejek zapachowy z płatków róż (Essentials- Certyfikat IFRA).

Tab. 1. Receptury oryginalnych maseczek kosmetycznych

Receptura Składniki	Nazwa INCI	% wag.				
		I	II	III	IV	V
Olej ze słodkich migdałów	Prunus Amygdalus Dulcis Oil	35				
Masło Shea	Butylospermum Parkii	6				
Mieszanina alkoholu cetylowe- go i stearylowego (1:1)	Ceteraryl Alcohol	22				
Monolaurynian sorbitanu	Sorbitan Monolaura- te	14				
Wąkrota azjatycka (proszek)	Centella Asiatica	0	2	4	6	8
Konserwant	Preservative	0,2				
Woda	Aqua	do 100				
Zapach	Perfume	0,1				

Maseczki otrzymano według następującej procedury: w mieszalniku umieszczono olej ze słodkich migdałów, masło shea, monolaurynian sorbitanu i mieszaninę alkoholu cetylowego i stearylowego (1:1), następnie podgrzano do temp. 80 °C w łaźni wodnej. Następnie mieszano do stopienia się wszystkich składników. Do tak powstałej mieszaniny dodano wodę podgrzaną do 80 °C i mieszano powstałą emulsję jeszcze przez 15 min., następnie schłodzono łaźni wodnej do 40 °C. Emulsję zhomogenizowano, następnie dodano sproszkowaną wąkrotę, konserwant oraz zapach, wymieszano na mieszadle mechanicznym do ujednolicenia masy.

2. Metodyki badawcze

Stabilność

Testy stabilności polegały na przeprowadzeniu testu wirówkowego i testu termicznego. Test wirówkowy polegał na umieszczeniu próbek z preparatami w wirówce laboratoryjnej i poddaniu ich działaniu siły odśrodkowej, przy prędkości obrotowej 3000 obr/min przez 15 min. Test termiczny określał zachowanie próbek pod wpływem zmian temperatury. Próbkę przetrzymywano w cieplarni w temperaturze 40°C, a następnie w lodówce w temperaturze 4°C. Cykl ten powtarzano naprzemiennie przez 24 godziny w okresie 7 dni.

Lepkość dynamiczna

Pomiary współczynnika lepkości dynamicznej przeprowadzono za pomocą lepkościomierza firmy Brookfield typu HADV - III Ultra. Pomiary dokonywano w temperaturze 22 °C przy prędkości obrotowej wrzeciona 10 obr./min. Wykonano po 3 pomiary dla każdej próbki. Obliczono średnie arytmetyczne wartości z trzech niezależnych pomiarów. Określono przedziały ufności, które stanowiły błąd pomiarowy dla poziomu ufności 0,90. Wartości błędów przedstawione zostały na wykresach

Granica płynięcia

Wartości granic płynięcia badanych maseczek określono za pomocą lepkościomierza Brookfield RV DV III+ wyposażonego w zestaw wrzecion łopatkowych (vane spindle) w temperaturze 22°C. W badaniach wykorzystywano program EZ-Yield Software. Pomiary rejestrowano w każdej sekundzie trwania testu przebiegającego przy stałych prędkości obrotowej wrzeciona: 10 obr./min. Granicę płynięcia stanowiła maksymalna wartość naprężenia ścinającego, po przekroczeniu której następuje upłynnienie preparatu. Wykonano po 3 pomiary dla każdej próbki, obliczono średnie arytmetyczne wartości z trzech niezależnych pomiarów. Określono przedziały ufności, które stanowiły błąd pomiarowy dla poziomu ufności 0,90. Wartości błędów przedstawione zostały na wykresach [8,10].

Tekstura

Badania konsystencji wykonano za pomocą analizatora tekstury Brookfield CT3. Dzięki pomiarom teksturometrycznym można szacować i porównywać w sposób obiektywny cechy, które zwykle określa się jedynie subiektywnie i za pomocą zmysłów. Analiza profilu teksturometrycznego była realizowana przez kompresję próbki z rejestracją siły, dystansu i wymiarów próbki. Badania wykonano za pomocą próbnika sferycznego (wykonanego z nylonu o śr. 25,4 mm lub wykonanego ze stali o średnicy 12,5 mm). Stopień zanurzenia próbnika wynosił 10 mm przy prędkości przesuwu głowicy 0,1 mm/s. Uzyskane wyniki rejestrowane były przez program TexturePro CT. W profilowej analizie tekstury (TPA) określano następujące cechy: twardość (wg. definicji instrumentalnej jest to maksymalna siła rejestrowana w trakcie 1 cyklu kompresji), siłę adhezji będącą miarą przylegalności preparatu do sondy. Wykonano po 3 pomiary dla każdej próbki w temp. 22 °C. Obliczono średnie arytmetyczne wartości z trzech niezależnych pomiarów. Określono przedziały ufności, które stanowiły błąd pomiarowy dla poziomu ufności 0,90. Wartości błędów przedstawione zostały na wykresach [19,20].

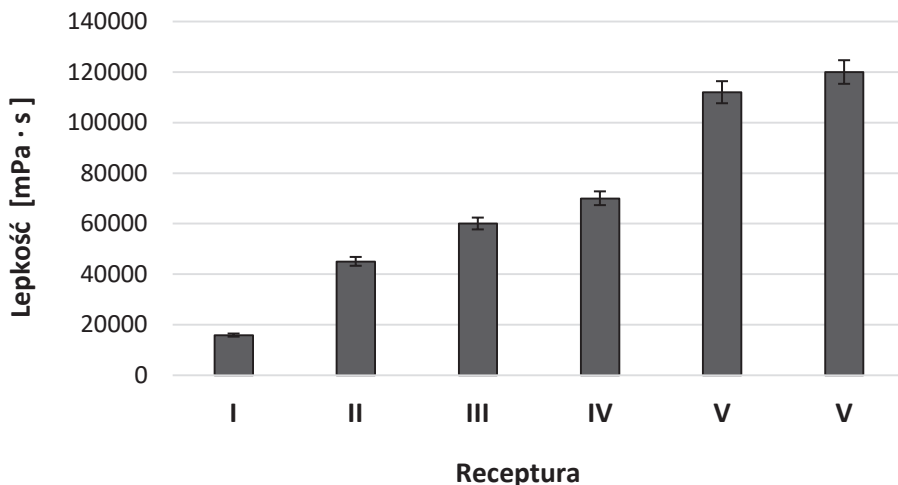
3. Rezultaty badań

3.1. Stabilność

Podstawowym kryterium oceny maseczek w formie emulsji kosmetycznych jest ich stabilność. Po przeprowadzonych testach nie stwierdzono żadnych objawów niestabilności, tj. rozwarstwienia, zmiany konsystencji czy koloru, wydzielania odrębnej fazy, zarówno w próbkach emulsji zawierających sproszkowaną wąkrotę, jak i bez jej dodatku (receptura I).

3.2. Lepkość

Lepkość (η) maseczek kosmetycznych jest bardzo istotnym parametrem z punktu widzenia ich właściwości użytkowych, a w szczególności dozowania i aplikacji na powierzchnię skóry. Lepkość (η) kosmetyku jest pochodną jego składu, głównie regulatorów lepkości, a także składników pełniących w kosmetyku inne funkcje. Badaniom poddano maseczki zawierające sproszkowaną wąkrotę azjatycką w stężeniach 2, 4, 6, 8 % wag. (Tab. 1) oraz preparat bez jej dodatku (próbka odniesienia). Wyniki pomiarów η przedstawiono odpowiednio na Rys.1.



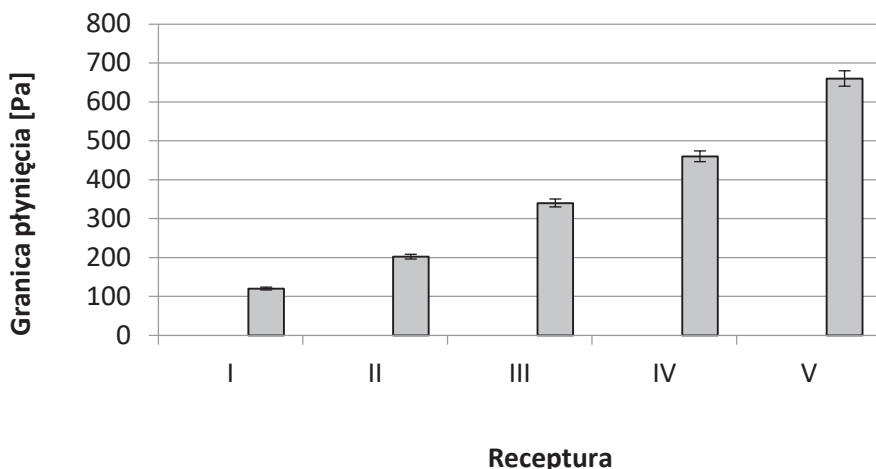
Rys. 1. Lepkość dynamiczna oryginalnych maseczek kosmetycznych, $T=22\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($n=3$, +/-SD).

Najniższą wartością lepkości równą $15\,800\text{ mPa} \cdot \text{s}$ charakteryzowała się próbka bazowa (receptura I). Można zauważyć, że wzrost zawartości sproszkowanej wąkroty w prototypach maseczek spowodowało wzrost wartości η w przedziale $45\,000 - 120\,000\text{ mPa} \cdot \text{s}$. Dane literaturowe [19-21] wskazują, że zakres lepkości w granicach od ok. $10\,000$ do $350\,000\text{ mPa} \cdot \text{s}$ jest odpowiedni dla tego typu produktów i zapewnia pożądane właściwości aplikacyjne. Wartości lepkości maseczek przedstawionych w literaturze tematu różniły się w zależności od formy kosmetycznej, w jakiej występowały oraz rodzaju użytych składników w recepturze. Otrzymane maseczki mieściły się w podanym zakresie wartości lepkości. Pomiar lepkości prototypów maseczek, wskazują, że właściwości aplikacyjne można regulować poprzez dodatek sproszkowanej wąkroty, aż do uzyskania pożądanej lepkości produktu. Ma to duże znaczenie praktyczne, z punktu widzenia nakładania i rozprowadzania kosmetyku na powierzchni skóry.

3.3. Granica płynięcia

Właściwości reologiczne maseczek kosmetycznych w dużej mierze determinują ich właściwości użytkowe, znacząco wpływając na jakość tego typu produktów (rozumianą jako sposób postrzegania kosmetyku przez użytkownika). Oprócz lepkości dynamicznej istotnym parametrem jest także granica płynięcia. Jest to minimalna wartość naprężenia ścinającego, powyżej której następuje płynięcie maseczki. Odgrywa ona istotną rolę dla producenta kosmetyków pod kątem optymalnego doboru opakowania oraz sposobu dozowania, co z kolei wpływa na efektywność i łatwość użycia produktu przez konsumenta. Niższe wartości parametru wskazują

na lżejszą konsystencję i potencjalnie lepszą rozprzewalność produktu na skórze [19]. Na Rys. 2 przedstawiono wartości granicy płynięcia oryginalnych maseczek kosmetycznych.

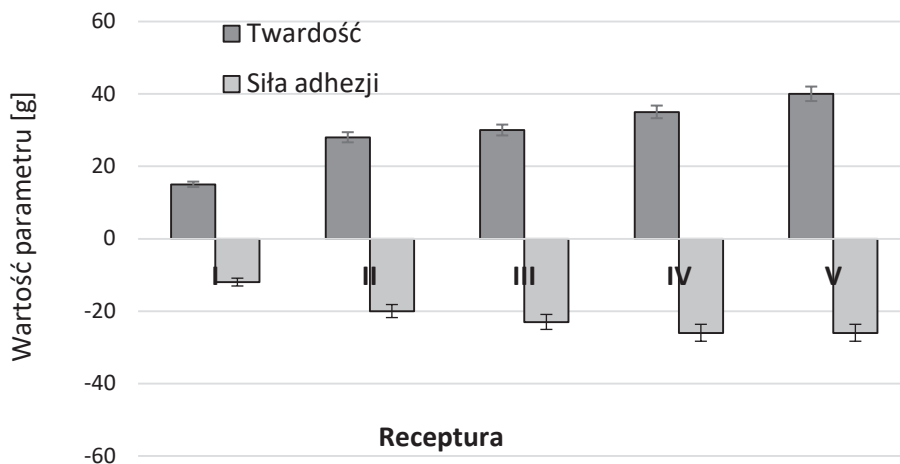


Rys. 2. Granica płynięcia oryginalnych maseczek kosmetycznych, $T=22\text{ °C}$ ($n = 3$, \pm SD).

Wyniki badań granicy płynięcia dobrze korespondują z pomiarami lepkości dynamicznej. Analogicznie, najniższą wartością granicy płynięcia równą 120 Pa charakteryzowała się próbka bazowa. Wzrost zawartości proszku z wątkoty powoduje wzrost granicy płynięcia od wartości 200 do 660 Pa. Podobnie jak w przypadku lepkości, wartości granicy płynięcia maseczek kosmetycznych w literaturze [1,8,9,19,21] są przedstawione w bardzo szerokim zakresie i są pochodną zawartych w nich składników, a w szczególności modyfikatorów reologii. Warto podkreślić, że zbyt wysokie wartości granicy płynięcia maseczek, mogą utrudniać nakładanie i rozprzewadanie na powierzchni skóry.

3.4. Tekstura

Ocena twardości i siły adhezji emulsyjnych maseczek do twarzy jest ważna dla określenia parametrów definiujących teksturę preparatu. Właściwa tekstura (konsystencja) gwarantuje łatwe dozowanie z opakowania oraz odpowiednią przyczepność maseczki do dłoni podczas aplikacji, a także do powierzchni skóry twarzy po nałożeniu kosmetyku. Przeprowadzono pomiary twardości i siły adhezji maseczek, a wyniki zaprezentowano na Rys. 3.



Rys. 3. Twardość i siła adhezji oryginalnych maseczek kosmetycznych, $T=22\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($n = 3$, +/-SD).

Na podstawie przeprowadzonych badań (rys. 3) wartość twardości maseczki bez dodatku wąkroty wyniosła 15 g, natomiast adhezji -12 g. W przypadku maseczek zawierających wąkrotę w stężeniach 2-8 % wag. twardość wzrastała kolejno w zakresie 28 - 40 g, natomiast adhezja zwiększała się kolejno w przedziale od wartości -20 do -26 g (im więcej produktu (g) zostawało na próbniku tym preparat lepiej przylegał do badanej powierzchni). Porównując otrzymane wyniki do danych literaturowych [8,9,19-21] można stwierdzić, że opracowane maseczki do twarzy będą wykazywały pożądaną twardość i adhezję, co w praktyce oznacza dobre właściwości aplikacyjne, głównie rozsmarowywanie produktu oraz przyleganie do powierzchni skóry.

Podsumowanie

Przedstawione rezultaty badań wskazują na zasadność zastosowania wąkroty azjatyckiej w formie proszku w maseczkach pielęgnacyjnych do twarzy. Jest to ceniony pod względem właściwości leczniczych i powszechnie stosowany składnik farmaceutyków oraz suplementów diety. Dlatego też podjęto próbę jego zastosowania w pielęgnacyjnych maseczkach do twarzy oraz poddano ocenie jego wpływ na kluczowe z punktu widzenia konsumenta właściwości fizykochemiczne i użytkowe tj. stabilność, lepkość, granicę płynięcia, oraz teksturę (konsystencję) kosmetyku.

Opracowano 4 stabilne prototypy maseczek w formie emulsji zawierające sproszkowane liście wąkroty, zawierające naturalne i certyfikowane surowce kosmetyczne. Następnie porównano ich właściwości z próbka bazową bez aktywnego

dotatku. Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że otrzymane emulsje uzyskały stabilność formy po testach termicznych oraz testach wirówkowych. Wykazywały pożądaną lepkość, granicę płynięcia oraz charakteryzowały się dobrą teksturą (konsystencją) względem maseczki bazowej bez dodatku wąkroty. Otrzymane rezultaty badań dobrze korespondują z danymi literaturowymi [1, 8, 9, 19-1] dotyczącymi oceny właściwości użytkowych maseczek pielęgnacyjnych i wskazują na właściwy dobór stężeń poszczególnych składników w recepturze.

Przedstawione badania laboratoryjne są przyczynkiem do podjęcia dalszych badań w zakresie konsumenckiej analizy sensorycznej w celu wytypowania prototypów maseczek, które w najwyższym stopniu spełniają oczekiwania przyszłych nabywców.

W artykule przedstawiono wyniki badań właściwości fizykochemicznych i użytkowych pielęgnacyjnych maseczek kosmetycznych zawierających sproszkowaną wąkrotę azjatycką (*Centella Asiatica*). Opracowano i wykonano prototypy maseczek różniące się stężeniem sproszkowanego surowca roślinnego. Analizowano wpływ stężenia omawianego dodatku na: stabilność, lepkość, granicę płynięcia i teksturę oryginalnych preparatów. Otrzymane wyniki badań odniesiono do maseczki nie zawierającej aktywnego składnika. Stwierdzono, że otrzymane oryginalne kompozycje wykazują korzystne właściwości względem zastosowanego punktu odniesienia, w szczególności właściwości aplikacyjne zapewniające właściwe dozowanie, rozsmarowywanie i adhezję produktu do powierzchni skóry.

Słowa kluczowe: maseczki kosmetyczne, wąkrota azjatycka, sproszkowane rośliny, pielęgnacja twarzy

ASSESSMENT OF USABLE PROPERTIES FACIAL CARE MASKS CONTAINING POWDERED CENTELLA ASIATICA

This article presents the results of the study of the physicochemical and usable properties of cosmetic masks containing powdered *Centella Asiatica*.

Prototypes of masks differing in the concentration of the powdered plant material were developed and made. The effect of the concentration of the additive in question on: stability, viscosity, yield stress and texture of the original formulations was analyzed. The obtained test results were related to a mask that did not contain the active ingredient. It was found that the obtained original compositions showed favorable properties with respect to the reference used, in particular, application properties ensuring proper dosage, spreading and adhesion of the product to the skin surface.

Keywords: facial care masks, Centella Asiatica, powdered plants, facial care

Bibliografia

1. Bocho-Janiszewska A., Górńska M., Zastosowanie enzymów roślinnych w kształtowaniu jakości maseczek pielęgnacyjnych do twarzy, Problemy Jakości w Badaniach i Praktyce, red. Anita Bocho-Janiszewska, Małgorzata Zięba, Radom, Wyd. Sieć Badawcza Łukasiewicz - Instytutu Technologii Eksploatacji, Radom, 2023, 129-144.
2. Haleagrahara N, Ponnusamy K. , Neuroprotective effect of *Centella asiatica* extract (CAE) on experimentally induced parkinsonism in aged Sprague-Dawley rats. *The Journal of Toxicological Sciences*. 2010; 35(1), 41-47.
3. Hanisa H, Mohdazmi ML, Suhaila M, Hakim MN., Effects of *Centella asiatica* L., *Curcuma Longa* L., and *Strobilanthes crispus* L., extracts on 3 kidney cell lines: in vitro cytotoxicity analysis. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. 2014; 6(2), 388-392.
4. Izu R, Aguiree A, Gil N, Diaz-Perez JL., Allergic contact dermatitis from a cream containing *Centella asiatica* extract. *Contact Dermatitis*. 1992, 26, 192-213.
5. James JT, Dubery IA. Pentacyclic Triterpenoids from the Medicinal Herb, *Centella asiatica* (L.) Urban. *Molecules*. 2009, 14, 3922-3941.
6. Jayashree G, Kurup Muraleedhara G, Sudarslal S, Jacob VB., Anti-oxidant activity of *Centella asiatica* on lymphoma-bearing mice. *Fitoterapia*. 2003; 74(5): 431-434.
7. Karłowicz-Bodalska K, Han S, Han T, Miranowicz M, Bodalska A., *Centella asiatica* (L.) Urban, syn. *Hydrocotyle asiatica* L. – wąkrota azjatycka – znana roślina lecznicza Dalekiego Wschodu. *Postępy Fitoterapii*. 2013, 4, 225-235.
8. Klimaszewska E., Małysa A., Zięba M., Rój E., Wasilewski T., Zastosowanie hydrofobowego ekstraktu z nasion maliny otrzymanego przez ekstrakcję nadkrytycznym ditlenkiem węgla do wytwarzania masek kosmetycznych, *Przemysł Chemiczny*, 2016, Nr 95(6), 1000-1005.
9. Klimaszewska E., Małysa A., Zięba M., Wasilewski T., Korelacje między zawartością regulatorów konsystencji a właściwościami fizykochemicznymi i użytkowymi maseczek pielęgnacyjnych zawierających ekstrakt z nasion maliny otrzymany w warunkach nadkrytycznego ditlenku węgla, Zastosowanie ekstraktów roślinnych pozyskiwanych w warunkach nadkrytycznego CO₂ w kosmetykach i produktach chemii gospodarczej, praca zbiorowa pod red. Tomasza Wasilewskiego i Emilii Klimaszewskiej, Wyd. Wyd. ITE PIB, Radom, 2016, 85-97.
10. Klimaszewska E., Seweryn A., Małysa A., Zięba M., Lipińska J., The effect of chamomile extract obtained in supercritical carbon dioxide conditions on physicochemical and usable properties of pharmaceutical ointments, *Pharmaceutical Development & Technology*, 2017, 780-786.

11. Maquart FX, Bellon G, Gillery P, Wegrowski Y, Borel JP. , Stimulation of collagen synthesis in fibroblast cultures by a triterpene extracted from *Centella asiatica*. *Connect Tissue Res.* 1990; 24(2), 107-120.
12. Milani M, Sparavigna A. The 24-hour skin hydration and barrier function effects of a hyaluronic 1%, glycerin 5%, and *Centella asiatica* stem cells extract moisturizing fluid: an intra-subject, randomized, assessor-blinded study. *Clin Cosmet Investig Dermatol.* 2017; 10, 311-315.
13. Możdżeń K., Barabaszy-Krasny B., Szymacha K., Oliwa J., Rośliny wykorzystywane w maskach kosmetycznych, *Polish Journal of Cosmetology*, 2016. Tom 19(4), 372-379.
14. Orhan EI, Atasu E, Senol AF, Ozturk N, Demirci B, Das K, Sekeroglu N., Comparative studies on Turkish and Indian *Centella asiatica* (L.) Urban (gotu kola) samples for their enzyme inhibitory and antioxidant effects and phytochemical characterization. *Industrial Crops and Products.* 2013, 47, 316- 322.
15. Pittella F, Dutra RC, Junior DD, Lopes MT, Barbosa NR., Antioxidant and cytotoxic activities of *Centella asiatica* (L) Urb. *Int J Mol Sci.* 2009, 10(9): 3713-3721.
16. Ratz-Łyko A, Arct J. Kosmetyczne i dermatologiczne właściwości *Centella asiatica*, *Pol J Cosmetol.* 2015, 18(1), 25-30.
17. Sawatdee S, Choochuay K, Chanthorn W, Srichana T., Evaluation of the topical spray containing *Centella asiatica* extract and its efficacy on excision wounds in rats. *Acta Pharm.* 2016, 66(2), 233-244.
18. Soumyanath A, Zhong YP, Gold SA, Yu X, Koop DR, Bourdette D, Gold BG., *Centella asiatica* accelerates nerve regeneration upon oral administration and contains multiple active fractions increasing neurite elongation in-vitro. *J Pharm Pharmacol.* 2005, 57(9), 1221-1229.
19. Wasilewski Tomasz, Zięba Małgorzata, Klimaszewska Emilia, Małysa Anna, Bocho-Janiszewska Anita, Czerwonka Dominik, Badania nad opracowaniem innowacyjnej maseczki kosmetycznej w formie musu, *Przemysł Chemiczny*, Wydawnictwo SIGMA - N O T Sp. z o.o., 103 (4), 2024, s. 504-509.
20. Zięba M., Klimaszewska E., Małysa A., Wasilewski T., Wpływ rodzaju ekstraktów roślinnych otrzymanych w warunkach nadkrytycznego ditlenku węgla na właściwości fizykochemiczne i użytkowe maseczek pielęgnacyjnych, Jakość wybranych kosmetyków i produktów chemii gospodarczej, red. Tomasz Wasilewski, Ryszard Zieliński i Jerzy Żuchowski, Wyd. ITE PIB, Radom, 2016, 112-121.
21. Zięba M., Kształtowanie jakości maseczek do twarzy poprzez wprowadzenie do receptur wybranych proszków roślinnych z rodzimych upraw, *Problemy Jakości w Badaniach i Praktyce*, red. Anita Bocho-Janiszewska, Małgorzata Zięba, Radom, Wyd. Sieć Badawcza Łukasiewicz - Instytutu Technologii Eksploatacji, Radom, 2023, 115-128.

Podziękowanie

Pracę wykonano w ramach projektu badawczego nr 3086/35/P pt. ” Opracowanie receptur i technologii wytwarzania, nowej generacji kosmetyków, produktów farmaceutycznych, chemii gospodarczej i przemysłowej”.

Autorzy:

dr hab. inż. Anna Małysa, prof. URad. – Uniwersytet Radomski im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu, Wydział Chemii Stosowanej, email: a.malysa@urad.edu.pl

OCENA JAKOŚCI POMADEK DO UST

Katarzyna Michocka, Klaudia Cybichowska, Zuzanna Romel

Wstęp

Stosowanie naturalnych składników w produktach kosmetycznych stało się w ostatnich latach coraz bardziej popularne, napędzane popytem konsumentów na bardziej przyjazne dla środowiska i zdrowia alternatywy dla tradycyjnych, opartych na chemikaliach formuł.

W recepturach pomadek do ust nastąpiła zmiana w kierunku włączania naturalnych składników, nie tylko ze względu na ich walory estetyczne, ale także ze względu na ich potencjał do zapewnienia dodatkowej funkcjonalności, takiej jak ochrona przed słońcem. Obecność toksycznych metali w szminkach wzbudziła obawy dotyczące ich bezpieczeństwa tych produktów dla konsumenta, co dodatkowo motywuje do poszukiwania naturalnych alternatyw [6]. Niedawne badania wykazały, że rodzaj wosku stosowanego w składzie szminki może mieć znaczący wpływ na jej właściwości materiałowe i wydajność. Połączenie wosku pszczelego, wosku Candelilla i wosku Carnauba wykazało potencjał jako zrównoważona i skuteczna baza dla pomadki z dodatkowymi korzyściami, takimi jak zawartość witaminy D3 [8]. Włączenie ziół i naturalnych ekstraktów do produktów kosmetycznych może zapewnić dodatkowe korzyści, takie jak właściwości przeciwdrobnoustrojowe i poprawa zdrowia skóry. Rosnący popyt na kosmetyki naturalne sugeruje, że opracowanie filtrów przeciwsłonecznych w postaci szminek z naturalnymi składnikami może być obiecującą drogą do dalszych badań i innowacji produktowych [7].

Niektóre naturalne składniki wykazują właściwości pochłaniania lub odbijania promieni UV, zapewniając pewien stopień ochrony przeciwsłonecznej. Filtry UV na bazie minerałów takie jak tlenek cynku i dwutlenek tytanu to naturalne składniki mineralne szeroko stosowane jako filtry przeciwsłoneczne o szerokim spektrum działania. Działają poprzez tworzenie fizycznej bariery na skórze, która odbija i rozprasza promienie UV. Są uważane za bezpieczne i skuteczne i często są zawarte w „naturalnych” lub „mineralnych” filtrach przeciwsłonecznych i niektórych pomadkach [1].

1. Metody badawcze

1.1. Badanie temperatury topnienia

Temperaturę topnienia oznaczono za pomocą aparatu Digi Melt SRS ze sterowaniem mikroprocesorowym i cyfrowym termometrem. Odpowiednią ilość umieszczono w kapilarze, następnie ustawiono temperaturę poniżej spodziewanej

temperatury topienia się próbki i obserwowano zmiany przy prędkości nagrzewania 1°C/min.

1.2. Analiza sensoryczna

Analiza sensoryczna badanych pomadek opierała się na ocenie parametrów związanych z wybranymi właściwościami użytkowymi:

- Przyczepność – określa możliwość nabrania emulsji opuszką palca,
- Konsystencja – określa lepkość (jako termin reologiczny) i spójność emulsji
- Jednolitość – określa jakość emulsji; dobra emulsja powinna być jednolita, bez grudek i pęcherzyków powietrza,
- Efekt poduszki - określa ilość emulsji odczuwalną pomiędzy palcami podczas ich pocierania o siebie,
- Rozprowadzenie - ocena łatwości rozprowadzania pomadki na skórze testera oraz obecność ewentualnych grudek,
- Kleistość - określenie stopnia przyczepności produktu do skóry testera,
- Tłustość - ocena stopnia pozostawienia tłustego filmu na skórze testera po użyciu pomadki,
- Natłuszczenie – określa czy po upływie czasu od chwili aplikacji emulsja pozostawia na skórze wyczuwalny tłusty film,
- Wygładzenie – określa stopień wygładzenia skóry po zastosowaniu emulsji.

1.3. Pomiar stopnia nawilżenia naskórka

Stopień nawilżenia naskórka badano za pomocą Corneo-meter® CM 825 (Courage-Khazaka Electronic GmbH, Kolonia, Niemcy). Użyta sonda została podłączona do systemu Multi Probe Adapter System. Jego działanie opiera się na pomiarze pojemności elektrycznej skóry, dzięki czemu można sprawdzić zawartość wody w warstwie rogowej skóry. Im więcej wody zawiera warstwa rogowa, tym wyższe jest przewodnictwo elektryczne skóry. Im wyższa wartość pomiaru, tym lepsze nawilżenie skóry. Uzyskane wyniki pomiarów mieszczą się w zakresie 0-130 jednostek, gdzie jedna jednostka to 0,02 mg wody na 1 cm² warstwy rogowej. Pomiar przeprowadzono 15 minut po, 30 minut po i 45 minut po aplikacji.

1.4. Opracowanie składu i przygotowanie formulacji

Formulacja pomadek do ust w sztyfcie zawiera fizyczny filtr tlenek cynku, masło kakaowe oraz masło mango, olej z pestek malin, olej z babassu, olej konopny, olej ze słodkich migdałów, wosk pszczeleli, witamina A oraz witamina E (Tab. 1). Badanie to podzielono na kilka etapów: formułowanie pomadek do ust w sztyfcie z filtrem przeciwsłonecznym, testowanie aktywności filtra przeciwsłonecznego in vitro przy użyciu spektrofotometrii UV-Vis oraz ocenę właściwości fizycznych.

1.5. Wyznaczanie właściwości promieniochronnych na podstawie oceny widma UV-VIS

Niewielką ilość badanego składnika rozpuszczono w alkoholu izopropylowym w kuwetach kwarcowych a następnie umieszczono wraz z odnośnikiem w komorze spektrofotometru UV-VIS SP-8001. Następnie przy ustawieniu odpowiedniej długości fali zmierzono absorbancje badanego składnika. Obliczenia właściwości promieniochronnych oraz widmo UV-VIS zostały wykonane w programie MS Excel.

Stosunek UVA/UVB (*ang. Boots Star Rating System – BSRS*) - metoda ta polega na pomiarze sumy pól powierzchni pod krzywą promieniowania UVA i UVB, a następnie wyznaczeniu stosunku pól powierzchni UVA do UVB i obliczenie współczynnika, którego wartość mieści się w zakresie od 0 do 1. Wartość UVA/UVB oblicza się za pomocą poniższego wzoru:

$$\frac{UVA}{UVB} = \frac{\int_{320}^{400} A \, d\lambda}{\int_{280}^{400} A \, d\lambda} / \frac{\int_{280}^{319} A \, d\lambda}{\int_{280}^{319} d\lambda}$$

A –monochromatyczna absorbancja

λ – indywidualna długość fali

Źródło: [4]

Tab. 2. Klasyfikacja filtrów UV według BSRS

Liczba gwiazdek	Podział wartości UVA/UVB
0	<0,60
3	0,60-0,79
4	0,80-0,89
5	>0,90

Źródło: [4]

Stosunek UVA1/UV to stosunek połowy obszaru pod wykresem UVA1 do całkowitej powierzchni badanego zakresu. Zależności te zostały sklasyfikowane, a każdej kategorii przypisano określoną wartość.

Tab. 3. Wartość współczynników UVA1/UV oraz przypisana im wartość w rankingu

Stopień ochrony	Przedział wartości UVA1/UV
Niski	$\leq 0,20$
Średni	$\leq 0,40$
Wysoki	$\leq 0,70$
Bardzo wysoki	$\leq 0,95$

Źródło: [4]

Spectral Uniformity Index (SUI) to wskaźnik używany do analizy promieniochronności w obszarze promieniowania UVA. Wskaźnik ten opiera się na porównaniu podobieństw między zmierzonym a płaskim profilem spektrum. Wartości SUI zostały skategoryzowane, a każdej kategorii przypisana jest określona ranga, zgodnie z przedstawioną klasyfikacją (tabela 4).

Tab. 4. Wartości współczynników SUI oraz przypisana im wartość w rankingu

Kategoria ochrony	Wartość SUI
Niska	<2
Średnia	<5
Wysoka	<12
Bardzo wysoka	≥ 12

Źródło: [4]

Krytyczna długość fali to długość, dla której 90% zsumowanej absorbancji osiąga 90% całkowitej absorbancji. Maksymalna ochrona przed promieniowaniem UV występuje, gdy krytyczna długość fali przekracza 370 nm. Informacje dotyczące krytycznej długości fali oraz stosunku UVA/UVB lub stosunku UVA-I/UV pochodzą z widma ekstynkcji preparatów przeciwsłonecznych, które zostały uzyskane poprzez pomiary przepuszczalności in vitro na odpowiednim podłożu [3]. Obie te wielkości są wynikami redukcji pełnego spektrum informacyjnego do jednej liczby, charakteryzującej kształt widma pod kątem ilości pokrywania obszaru UVA w stosunku do obszaru UVB. Ważne jest zaznaczenie, że algorytmy tej redukcji różnią się dla stosunku UVA/UVB i krytycznej długości fali, co oznacza, że informacje, które pozostają, nie są identyczne dla obu tych wielkości.

Tab. 5. Klasyfikacja promieniochronności na podstawie krytycznej długości fali (FDA)

Zakres krytycznej długości fali	Ocena	Stopień ochrony
$\lambda_{kryt} < 325\text{nm}$	0	Brak
$325\text{nm} < \lambda_{kryt} < 335\text{nm}$	1	Umiarkowana
$335\text{nm} < \lambda_{kryt} < 350\text{nm}$	2	Dobra
$350\text{nm} < \lambda_{kryt} < 370\text{nm}$	3	Wybitna
$370\text{nm} < \lambda_{kryt}$	4	Maksymalna

Źródło: [4]

2. Wyniki przeprowadzonych badań

W wyniku badań otrzymano 8 pomadek zawierających wybrane oleje i masła oraz tlenek cynku jako filtr fizyczny. Dla porównania otrzymano pomadkę, która nie zawierała tlenku cynku. Badane pomadki do ust miały zwartą konsystencję. Te z dużą ilością olejków były nieco bardziej miękkie i łatwiejsze w rozprowadzaniu.

Natomiast pomadka nr.1 która zawierała jedynie tlenek cynku oraz wosk pszczele i witaminy A i E była bardzo twarda i nieprzyjemna w rozprowadzeniu. Pozostałe rozprowadzały się dobrze. Wszystkie pomadki, które nie miały w składzie oleju z nasion malin i oleju konopnego miały barwę białą i były matowe. Natomiast dodanie oleju z nasion malin, oleju konopnego nadało pomadce barwę odpowiednio żółtą i oliwkową. Również miało to wpływ na intensywny zapach pomadek.

2.1. Wyniki badania temperatury topnienia badanych pomadek do ust

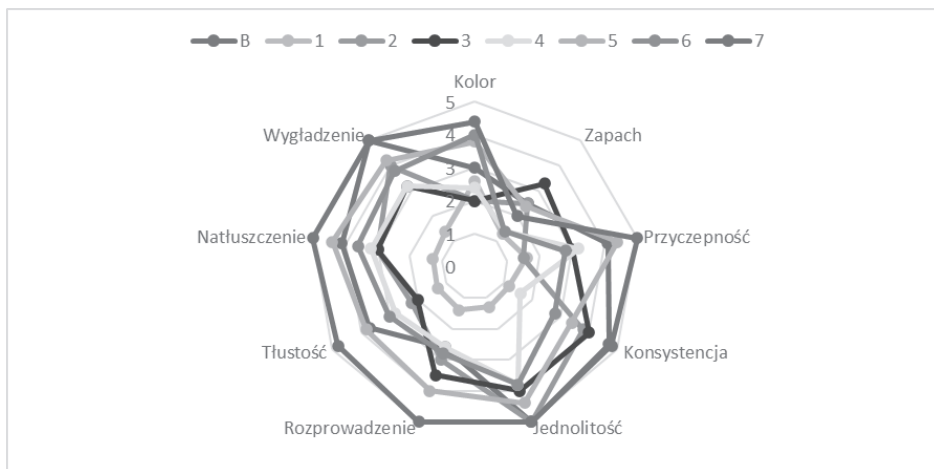
Temperatura topnienia pomadek do ust jest kluczowym parametrem, który wpływa na ich użytkowanie oraz przechowywanie. Optymalna temperatura topnienia powinna być na tyle wysoka, aby produkt nie roztopiał się w normalnych warunkach przechowywania i na tyle niska, aby łatwo rozprowadzał się na ustach podczas aplikacji [5]. Temperatura topnienia może wpływać na to, jak długo szminka utrzymuje się na ustach. Pomadka o nieco wyższej temperaturze topnienia może być bardziej odporna na topienie się lub ścieranie pod wpływem ciepła ciała, co wydłuża czas noszenia [2]. Parametr ten jest ważnym czynnikiem brany pod uwagę podczas procesu produkcji i pakowania. Pomadki muszą być formułowane i pakowane w sposób zapobiegający topnieniu lub deformacji podczas przechowywania i transportu.

Z analizy badań temperatury topnienia wynika, że pomadka nr 7 nie zawierająca tlenku cynku, zawierająca mieszaninę olejów i wosku pszczelego ma najniższą temperaturę topnienia 47°C. Największą temperaturę topnienia miały pomadki nr 3,4,5 i wynosiła ona 83°C.

2.2. Wyniki oceny sensorycznej badanych pomadek do ust

Ocena sensoryczna jest badaniem, które służy do kontroli jakości, że produkty stale spełniają ustalone standardy sensoryczne. Otrzymane dane dają możliwość utrzymania jakości produktu oraz zapobiegania odchyleniom, które mogłyby negatywnie wpłynąć na postrzeganie przez konsumentów [9]. Dostarcza ona informacji na temat tego, jak produkt działa podczas użytkowania. Na przykład w kosmetykach ocena sensoryczna może ocenić, jak produkt zachowuje się na skórze, jak się rozprzestrzenia i jak długo się utrzymuje.

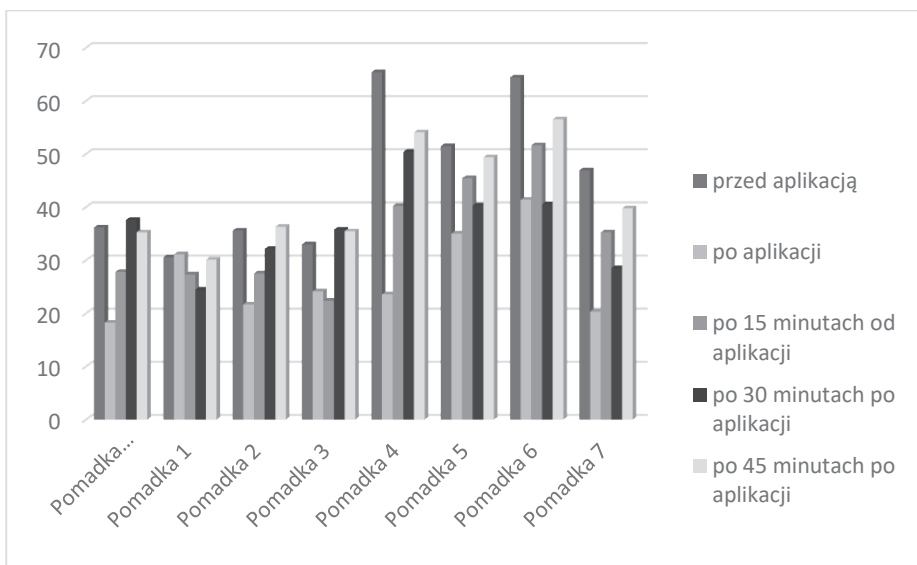
Analizowane pomadki do ust miały różny kolor, zapach, konsystencje czy tłustość. W ocenie probantów najlepiej wypadła pomadka nr. 7. Zawierała ona przede wszystkim olejki i masła, jednak nie zawierała tlenku cynku. Równie wysoko została oceniona pomadka B, która w swoim składzie miała zarówno tlenek cynku jak i masło.



Rys. 1. Średnie wyniki oceny sensorycznej badanych pomadek do ust

2.3. Wyniki pomiaru stopnia nawilżenia naskórka

Wyniki pomiaru stopnia nawilżenia badanych pomadek wykazały, że skóra zaraz po aplikacji pomadki była nawilżona na poziomie 20[j.m.]. Wartość nawilżenia wzrastała podobnie dla pomadek 1,2,3 i pomadki bazowej. Największe wartości nawilżenia wykazały pomadki nr 4,5,6 – zawierające olej konopny, olej z babassu oraz olej ze słodkich migdałów. Obecność tlenku cynku może mieć wpływ na wartość nawilżenia naskórka, ponieważ ma właściwości wysuszające.



Rys. 2. Wyniki pomiaru stopnia nawilżenia naskórka przez badane pomadki

2.4. Wyniki oznaczania właściwości promieniochronnych badanych pomadek do ust

Na podstawie analizy otrzymanych widm UV-Vis badanych pomadek do ust wykonano obliczenia i przypisano odpowiednie wartości oraz określono stopień ochrony. Wyniki pomiarów właściwości promieniochronnych badanych prób znajdują się w tabeli 5 i 6.

Według metody BSRS stosunek współczynnika UVA/UVB badanych pomadek do ust mieści się w przedziale wartości od 2 do 2,56 co odpowiada liczbie gwiazdek 5. Sugeruje to dobrą ochronę szerokiego spektrum, równoważącą ochronę przed promieniowaniem UVA i UVB. Pomimo dobrego stosunku UVA/UVB, stosunek UVA1/UV jest poniżej 0,20, co wskazuje na niską ochronę, szczególnie przed promieniowaniem UVA1. Jest to ważne, ponieważ promienie UVA1 wnikają głębiej w skórę i przyczyniają się znacząco do przedwczesnego starzenia.

Krytyczna długość fali dla badanych pomadek przekracza 370nm, co sugeruje maksymalną ochronę przed promieniowaniem UV. Wyższa krytyczna długość fali zazwyczaj wskazuje na szerszą ochronę spektrum. Wartości SUI klasyfikują pomadki do dwóch grup: pomadka bazowa oraz pomadka nr 2 i nr 7 mają wartości SUI poniżej 12, co wskazuje na wysoką ochronę. Pozostałe pomadki mają wartości SUI pomiędzy 15,08 a 26,26, co wskazuje na bardzo wysoką ochronę przed promieniowaniem UV.

Tab. 5. Wyniki badań klasyfikacji filtrów UV według BSRS oraz wartość współczynników UVA1/UV

	UVA/UVB	Liczba gwiazdek	UVA1/UV	Stopień ochrony
pomadka bazowa	2,25	★ ★ ★ ★ ★	0,08	niski
pomadka_1	2,41	★ ★ ★ ★ ★	0,09	niski
pomadka_2	2,26	★ ★ ★ ★ ★	0,10	niski
pomadka_3	2,47	★ ★ ★ ★ ★	0,08	niski
pomadka_4	2,52	★ ★ ★ ★ ★	0,08	niski
pomadka_5	2,56	★ ★ ★ ★ ★	0,10	niski
pomadka_6	2,49	★ ★ ★ ★ ★	0,10	niski
pomadka_7	2,08	★ ★ ★ ★ ★	0,10	niski

Tab. 6. Wyniki badań klasyfikacji promieniochronności na podstawie krytycznej długości fali (FDA) oraz wartości współczynników SUI

	Krytyczna długość fali	Ocena	Stopień ochrony	SUI	Stopień ochrony
pomadka bazowa	387	4	Bardzo wysoki	11,3	wysoki

pomadka_1	388	4	Bardzo wysoki	17,4	bardzo wysoki
pomadka_2	386	4	Bardzo wysoki	9,6	wysoki
pomadka_3	388	4	Bardzo wysoki	19,2	bardzo wysoki
pomadka_4	388	4	Bardzo wysoki	22,1	bardzo wysoki
pomadka_5	388	4	Bardzo wysoki	26,3	bardzo wysoki
pomadka_6	387	4	Bardzo wysoki	15,9	bardzo wysoki
pomadka_7	386	4	Bardzo wysoki	7,0	wysoki

Podsumowanie

Przedstawione w powyższej pracy wyniki badań wskazują, że badane pomadki mają dobrą szeroko spektralną ochronę przed promieniowaniem UV opartą na stosunku UVA/UVB i krytycznej długości fali, niski stosunek UVA1/UV budzi obawy o odpowiednią ochronę przed najgłębiej przenikającymi promieniami UVA. Wartości SUI dodatkowo różnicują właściwości ochronne pomadek, przy czym niektóre oferują wysoką ochronę, a inne bardzo wysoką ochronę.

Skuteczność naturalnych środków ochrony przeciwsłonecznej w pomadkach wiąże się z kilkoma wyzwaniami. Stężenie naturalnych filtrów UV lub olejków w pomadkach jest często zbyt niskie, aby zapewnić znaczącą ochronę przeciwsłoneczną. Wyższe stężenia mogą zmienić konsystencję i aplikację pomadki. Aby zapewnić skuteczną ochronę przeciwsłoneczną, na ustach musi utworzyć się jednolity i stabilny film. Oleista natura pomadek może to utrudniać, co prowadzi do nierównomiernego pokrycia i zmniejszonej ochrony. Pomadki mają tendencję do ścierania się łatwiej niż inne kremy przeciwsłoneczne z powodu jedzenia, picia i mówienia. Częste ponowne nakładanie jest konieczne, aby utrzymać ochronę, co nie zawsze jest praktyczne. Potrzebne są dalsze badania, aby w pełni zrozumieć właściwości ochrony przeciwsłonecznej wielu naturalnych składników i ich skuteczność w formułach pomadek.

Stosowanie naturalnych składników w makijażu odzwierciedla rosnącą świadomość potencjalnych korzyści substancji pochodzących z natury zarówno dla zdrowia skóry, jak i zrównoważonego rozwoju środowiska. W miarę kontynuowania badań i rozwoju technik formułacyjnych rola naturalnych składników w kosmetykach prawdopodobnie będzie się dalej rozszerzać, oferując konsumentom szerszy zakres wyboru w celu naturalnego podkreślenia ich piękna. Obecnie większość pomadek o znacznym SPF opiera się na syntetycznych filtrach UV. Podczas gdy niektóre pomadki zawierają naturalne składniki o potencjalnych właściwościach ochrony przeciwsłonecznej, często są one uzupełnieniem, a nie głównym źródłem ochrony. W niniejszej pracy celem było opracowanie pomadki ochronnej do ust w sztyfcie zawierające naturalne składniki oraz filtr UV. Następnie dokonano oceny sensorycznej oraz zbadano niektóre właściwości użytkowe – w tym właściwości promieniochronne.

Słowa kluczowe: pomadki ochronne, naturalne składniki, SPF

EVALUATION OF LIPSTICK FORMULATIONS

The use of natural ingredients in makeup reflects a growing awareness of the potential benefits of substances derived from nature for both skin health and environmental sustainability. As research and development of formulation techniques continues, the role of natural ingredients in cosmetics is likely to expand further, offering consumers a wider range of choices to enhance their beauty naturally. Currently, most lipsticks with high SPF are based on synthetic UV filters. While some lipsticks contain natural ingredients with potential sunscreen properties, they are often a supplement rather than the main source of protection. The present study aimed to develop a stick lipstick containing natural ingredients and a UV filter. Sensory evaluation was then carried out and some performance properties, including sun protection properties, were examined.

Keywords: protective lipsticks, natural ingredients, SPF

Bibliografia

1. Baldisserotto, A., Buso, P., Radice, M., Dissette, V., Lampronti, I., Gambari, R., Manfredini, S., i Vertuani, S. (2018). Moringa oleifera Leaf Extracts as Multifunctional Ingredients for “Natural and Organic” Sunscreens and Photoprotective Preparations. In A. Baldisserotto, P. Buso, M. Radice, V. Dissette, I. Lampronti, R. Gambari, S. Manfredini, i S. Vertuani, *Molecules* (Vol. 23, Issue 3, p. 664). Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/molecules23030664>
2. Barresi R, Liao I. Lip biophysical properties and characterization methods for long-wear lipsticks. W: Mittal KL, Bui HS, redaktorzy. *Surface Science and Adhesion in Cosmetics* [Internet]. 1. wyd. Wiley; 2021, s. 1–33. Dostępne na: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781119654926.ch1>
3. Diffey BL. A method for broad spectrum classification of sunscreens. *Intern J of Cosmetic Sci* [Internet]. kwiecień 1994;16(2):47–52. Dostępne na: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1467-2494.1994.tb00082.x>
4. Hojerová J, Medovčíková A, Mikula M. Photoprotective efficacy and photostability of fifteen sunscreen products having the same label SPF subjected to natural sunlight. *International Journal of Pharmaceutics* [Internet]. 15 kwiecień 2011;408(1):27–38. Dostępne na: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378517311000718>
5. Kulkarni C. Lipid self-assemblies and nanostructured emulsions for cosmetic formulations. *Cosmetics* [Internet]. 31 październik 2016; 3(4):37. Dostępne na: <https://www.mdpi.com/2079-9284/3/4/37>
6. Lara-Torres S, Figueiredo D, Paz S, Gutiérrez AJ, Rubio C, González-Weller D, i in. Determination and risk assessment of toxic metals in lipsticks from Europe

- and China. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology* [Internet]. wrzesień 2021;67:126792. Dostępne na: <https://linkinghub.elsevier.com/trieve/pii/S0946672X21000821>
7. Mawazi SM, Azreen Redzal NAB, Othman N, Alolayan SO. Lipsticks history, formulations, and production: a narrative review. *Cosmetics* [Internet]. 18 luty 2022;9(1):25. Dostępne na: <https://www.mdpi.com/2079-9284/9/1/25>
 8. Pan S, Sivanathan S, Kiepe G, Kiepe T, Germann N. Candidate formulations for a sustainable lipstick supplemented with vitamin d3: effects of wax type and concentration on material properties. *Ind Eng Chem Res* [Internet]. 10 luty 2021; 60(5):2027–40. Dostępne na: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.iecr.0c05264>
 9. Yang X, Boyle RA. Sensory evaluation of oils/fats and oil/fat-based foods. W: *Oxidative Stability and Shelf Life of Foods Containing Oils and Fats* [Internet]. Elsevier; 2016. s. 157–85. Dostępne na: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9781630670566000033>

Autorzy:

dr inż. Katarzyna Michocka, – Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu, Instytut Nauk o Jakości, Katedra Technologii i Analizy Instrumentalnej
email: katarzyna.michocka@ue.poznan.pl

Klaudia Cybichowska

Zuzanna Romel

MASECZKI OCZYSZCZAJĄCE ZAWIERAJĄCE MAŁO ORAZ WIELKOCZĄSTECZKOWE SKŁADNIKI AKTYWNE POCHODZENIA ROŚLINNEGO

Małgorzata Okulska-Bożek, Ewa Jabłońska, Emilia Klimaszewska,
Wiktoria Golińska

Wstęp

Dynamiczne zmiany trendów, charakterystyczne dla rynku kosmetyków, łączą się bezpośrednio, zarówno z modyfikacją i udoskonalaniem tradycyjnych receptur np. poprzez wprowadzanie składników naturalnych, jak również z wytwarzaniem produktów w pełni innowacyjnych. Większość tych zmian zdeterminowana jest wzrostem świadomości konsumenckiej, wynikającym z pogłębiania wiedzy odnośnie korelacji pomiędzy składem produktu kosmetycznego a efektami jego aplikacji.

Decyzje o zakupie danego kosmetyku podejmowane są przez konsumentów coraz bardziej rozważnie, przy uwzględnieniu wymagań własnego typu cery, wskazań i przeciwwskazań odnośnie jej pielęgnacji oraz próby przewidywania prawdopodobieństwa wystąpienia ewentualnych alergicznych efektów ubocznych, związanych np. z nadwrażliwością na któryś ze składników formułacji kosmetyku. Niemal powszechne staje się korzystanie z profesjonalnego doradztwa, dostępnego w drogeriach oraz na wielu internetowych blogach i stronach firm kosmetycznych czy w gabinetach kosmetycznych. Nadal oczywiście istotnym czynnikiem, skłaniającym do zakupu produktu konkretnej firmy, pozostaje estetyka opakowania, pomysłowe rozwiązanie sposobu dozowania i aplikacji oraz cena.

W ostatnich latach niezwykle popularne i cenione przez konsumentów stały się produkty fitokosmetyczne. Nie ma wprawdzie w ustawodawstwie UE kategorii pośrednich, takich jak np. fitokosmetyki, jednakże w literaturze przedmiotu można znaleźć zarówno książki, jak i artykuły, dotyczące tej grupy kosmetyków. Receptury fitokosmetyków bazują na naturalnych składnikach aktywnych, pozyskiwanych z surowców roślinnych [1,2]. Przyjmując budowę chemiczną oraz masę cząsteczkową jako kryterium różnicujące, wśród składników pochodzenia roślinnego można wyodrębnić związki mało oraz wielkocząsteczkowe. Substancje te charakteryzują się zdolnością do wspomagania funkcji skóry, a także do harmonijnego współdziałania z przebiegającymi w niej naturalnymi procesami. Producenci oferują szeroki wachlarz fitokosmetyków w postaci toników, mleczek, kremów, balsamów, masek, szamponów itd. Warto podkreślić, że fitokosmetyki są projektowane dla każdego typu cery, mogą być stosowane w każdym przedziale wiekowym i pełnić różne funkcje, np.: nawilżającą, natłuszczającą, zmiękczającą, regenerującą oraz oczyszczającą. Zwłaszcza ostatnia funkcja wydaje się odgrywać bardzo ważną rolę w dbaniu o higienę oraz pielęgnowaniu skóry.

Paradoksalnie, skóra, mając za zadanie zachowanie stałości parametrów wewnętrznych ciała ludzkiego, pozwalających na prawidłowe funkcjonowanie całego organizmu oraz zapewniając ochronę narządów wewnętrznych przed czynnikami zewnętrznymi oraz urazami, sama jest najbardziej narażona na zewnętrzne zanieczyszczenia, m.in. kurz, brud, mikroorganizmy (np. *Propionibacterium acnes*), promieniowanie UV, lotne związki organiczne, dym papierosowy. Fakt ten nie sprzyja zachowaniu jej w idealnym stanie oraz zdrowiu. Zanieczyszczenia skóry pochodzenia wewnętrznego są konsekwencją jej fizjologii. Stanowią je wydzieliny gruczołów (sebum, pot) oraz zrogowaciałe komórki naskórka. Systematyczne usuwanie wydzielin z powierzchni skóry jest konieczne, aby nie ulegały rozkładowi, nie zalepiały porów skóry, przyczyniając się do powstania zaskórników, nie osłabiały funkcji wydalniczych, nie utrudniały przewodzenia czucia oraz nie zmniejszały elastyczności skóry [3-5].

Reasumując, właściwe mycie oraz oczyszczanie jest niezwykle ważne w aspekcie wypełniania prawidłowych funkcji skóry. Jednocześnie, stanowiąc niejako wstępny etap wszelkich zabiegów pielęgnacyjnych i upiększających, ma także kluczowe znaczenie dla możliwie jak najdłuższego utrzymania jej zdrowego i pięknego wyglądu [6-8]. Warto zatem zdobyć umiejętność doboru odpowiednich kosmetyków oczyszczających, adekwatnych do wymagań posiadanej cery i zawierających surowce kosmetyczne o korzystnych właściwościach w stosunku do skóry.

Wśród wielu dostępnych na rynku składników kosmetycznych alginat zdobywa szczególne uznanie, dzięki swoim unikalnym właściwościom. Alginat jako naturalna substancja pozyskiwana z alg morskich, jest powszechnie stosowany w kosmetyce, szczególnie w produktach do pielęgnacji skóry. Niemniej jednak, w literaturze przedmiotu, nie znaleziono informacji na temat oceny właściwości fizykochemicznych i użytkowych maseczek oczyszczających z udziałem tego składnika. Stanowiło to asumpt do podjęcia niniejszej tematyki artykułu.

Celem niniejszej pracy było wykazanie na drodze empirycznej wpływu stężenia alginatu na wybrane właściwości fizykochemiczne oraz użytkowe maseczek oczyszczających z grupy fitokosmetyków.

1. Wybrane składniki roślinne wspomagające oczyszczanie cery

Aktywne składniki pochodzenia roślinnego mogą być zawarte w olejach, ekstraktach roślinnych, hydrolatach czy też olejkach eterycznych [1,2,9-11]. Do formułacji fitokosmetyków oczyszczających wprowadzane są najczęściej ekstrakty i wyciągi pozyskiwane z roślin, takich jak: barwinek, brzoza biała, cytrynowiec, fiołek lekarski, herbata, jabłoń, jałowiec, krwawnik, lawenda, łubin, łopian, macierzanka, mniszek, mydlnica, mimoza meksykańska, ogórecznik, ołsa czarna, nagietek, nostrzyk, męczennica, pierwiosnek, pistacja, skrzyp, róża dzika, rumianki [12].

Niektóre substancje pochodzenia roślinnego, ze względu na budowę chemiczną, można określić jako związki małowcząsteczkowe. Będą to np. polifenole, flawonoidy, antocyjany, kwasy owocowe, nienasycone kwasy tłuszczowe. Z kolei inne, o strukturze bardziej złożonej, zwykle łańcuchowej, charakteryzują się wysokimi masami cząsteczkowymi i należą do grupy biopolimerów. Jako przykłady mogą posłużyć polisacharydy (np. alginat, skrobia, celuloza) oraz proteiny, używane w formie zhydrolizowanej [11,13-15].

Poniżej przedstawiono krótką charakterystykę kilku wybranych komponentów pozyskiwanych z surowców roślinnych, użytych w recepturze maski oczyszczającej zaproponowanej w pracy:

1. Olej z pestek winogron – posiada w składzie wielonienasycone kwasy tłuszczowe, głównie omega-6 (kwas linolowy, alfa-linolowy), pełni funkcję antyoksydacyjną, nawilżającą, zmiękczącą i odżywiającą, łagodzi podrażnienia skóry, działa przeciwzapalnie, antybakteryjnie; dzięki obecności fitosteroli wzmacnia lipidową warstwę naskórka i zapobiega nadmiernej utracie wody [16];
2. Ekstrakt z nasion truskawki – zawiera polifenole, związki przeciwzapalne i antyoksydacyjne; ma pozytywny wpływ na skórę, zwłaszcza dojrzałą [9-11];
3. Alginat – biopolimer, naturalny polisacharyd, wykorzystywany w postaci soli sodowej kwasu alginowego; jego skład zmienia się w zależności od surowca z jakiego jest ekstrahowany; kwas alginowy występuje w ścianach komórkowych i przestrzeniach międzykomórkowych brunatnic (alg brunatnych); ze względu na nietoksyczność alginat jest szeroko stosowany jako dodatek do żywności i kosmetyków; w kosmetykach pełni rolę zagęstnika, nadaje klarowność i stabilizuje wodniste formuły; po aplikacji zapobiega nadmiernej przesnaskórkowej utracie wody; wykazuje działanie regenerujące i uelastyczniające skórę oraz włosy [17].
4. Węgiel aktywny – naturalny środek adsorpcyjny; otrzymywany z drewna i odpadów roślinnych (np. skorup orzechów, nasion owoców, łupin, słomy) w procesie karbonizacji i aktywacji, prowadzonej w celu rozwinięcia struktury mikroporowatej; składa się z węgla pierwiastkowego oraz krystalicznego grafitu; wspomaga usuwanie toksyn, wydzielin skóry; nietoksyczność oraz silne właściwości adsorbujące zapewniają mu zastosowanie w medycynie oraz w produkcji kosmetyków [18].

2. Maski oczyszczające

Cera tłusta i mieszana, zwykle ze skłonnością do tworzenia się zaskórników i wyprysków, wymaga odpowiedniej pielęgnacji, polegającej przede wszystkim na systematycznym oczyszczaniu skóry oraz stosowaniu kosmetyków antybakteryjnych, ograniczających wydzielanie sebum, a także adsorbujących wydzieliny fizjologiczne i matujących skórę twarzy [4,5]. Chętnie stosowanym produktem, zapewniającym uzyskanie zadowalającego rezultatu, są maski do twarzy [9,11,12]. No-

wczesne receptury często łączą funkcje kosmetyku, i tak, mogą być wytwarzane maski oczyszczające a jednocześnie tonizujące i nawilżające, albo maski oczyszczające z efektem lekkiego złuszczenia bądź peelingu.

W prezentowanej pracy, z myślą właśnie o efektywnym oczyszczaniu skóry, zarówno młodzieńczej, jak i dojrzałej, zaprojektowano maski, w których składzie znajdują się naturalne składniki roślinne – mała oraz wielkocząsteczkowe substancje pozyskiwane z roślin, wykazujące zdolność do łagodzenia stanów zapalnych i podrażnień skóry twarzy oraz usuwania sebum.

2.1. Opracowanie receptury serii masek z różną zawartością alginatu

Opracowano receptury masek, przeznaczonych do oczyszczania cery tłustej i mieszanej, które zawierają naturalne składniki pochodzenia roślinnego, takie jak: olej z pestek winogron, ekstrakt z nasion truskawki oraz węgiel aktywny w niezmiennych ilościach. Receptury masek (próbki 1-3) wzbogacono o zmienne stężenie dodatkowego roślinnego składnika aktywnego – alginatu. Do próbki 1 wprowadzono 0,5%wag alginatu, do próbki 2 – 1%wag, natomiast do próbki 3, największe stężenie – 1,5%wag. W celu zwiększenia efektywności adsorbowania toksyn i wydzielin formułę uzupełniono o naturalny składnik mineralny – glinę. Zarówno obecność gliny, jak i węgla aktywnego w produkcie nadaje mu zdolności peelingu. Nazwy handlowe zwyczajowe, INCI oraz zawartość poszczególnych składników w recepturach zestawiono w tabeli 1.

Tab. 1. Zestawienie receptur masek oczyszczających z różną zawartością alginatu

Lp.	Nazwa zwyczajowa	Nazwa INCI	Stężenie [%wag]		
1.	Woda	Aqua	do 100		
2.	Alginat	Sodium Alginate	0,5	1,0	1,5
3.	Olivem 1000	Cetearyl Olivat	2,0		
4.	TEGIN Pellets	Glyceryl Stearate	2,5		
5.	Crodamol GTCC	Caprylic/Capric Triglyceride	7,0		
6.	Olej z pestek winogron	Vitis Vinifera Seed Oil	1,0		
7.	Gliceryna roślinna	Glycerin	3,0		
8.	Ekstrakt z nasion truskawki	Fragaria Ananassa Seed Extract	0,20		
9.	Węgiel aktywny	Activate Carbon	0,5		
10.	Glinka zielona	Illite	6,0		

11.	KEM BS	Sodium Benzoate and Potassium Sorbate	1,00
-----	--------	---------------------------------------	------

2.2. Przygotowanie masek oczyszczających

Wszystkie maski zostały przygotowane zgodnie z następującym schematem: odważono poszczególne surowce wymienione w recepturach, następnie odmierzone w zlewce wodę destylowaną i podgrzano ją na łaźni wodnej do temperatury 60°C, do gorącej wody dodawano małymi porcjami odpowiednią ilość alginatu i mieszano za pomocą bagietki, a następnie przy użyciu mieszadła magnetycznego aż do pełnego rozтворzenia polisacharydu i uzyskania jednorodnego roztworu koloidalnego. W osobnej zlewce zhomogenizowano składniki fazy olejowej w temp. ok. 60°C przy użyciu homogenizatora Silent Crusher-M-homogenizer, przy prędkości obrotowej 10 rpm przez 3 min. Do roztworu alginatu została dodana faza olejowa wraz z gliceryną roślinną. Po dokładnej homogenizacji składników preparat schłodzono do temperatury ok. 30-35°C i stopniowo dodawano pozostałe składniki (ekstrakt z nasion truskawki, węgiel aktywny, glinę zieloną oraz konserwant), dokładnie mieszając tworząc się preparat po dodaniu każdego kolejnego składnika.

Uzyskane w ten sposób produkty były dość gęste, nieprzejrzyste i miały ciemną barwę spowodowaną obecnością węgla aktywnego.

3. Metody badań i oznaczeń

Wskaźnik pH

Wskaźnik pH określa aktywność jonów wodorowych H^+ w środowisku pomiaru. Odpowiednie pH stanowi bardzo istotny czynnik, który w znacznym stopniu determinuje dobrą jakość, skuteczność działania oraz bezpieczeństwo stosowania fitokosmetyku. Wartość tego parametru powinna być zbliżona do wartości pH naskórka, co zmniejsza prawdopodobieństwo występowania podrażnień oraz pozwala na osiągnięcie zamierzonych efektów pielęgnacyjnych. Do określenia wartości wskaźnika pH wytworzonych masek, wykorzystano urządzenie CP-401 firmy ELMETRON, wyposażone w wykalibrowaną elektrodę (jonodę typu IUU-44Ct). Wszystkie pomiary przeprowadzono w temperaturze pokojowej.

Stabilność

Podstawową metodą oceny stabilności produktu kosmetycznego są testy wirowkowe. Badanie polegało na umieszczeniu w 3 probówkach takiej samej ilości każdego z wykonanych preparatów i umieszczeniu ich w wirówce laboratoryjnej MPW 54 na okres 15 minut. Po tym czasie próbki poddano obserwacji i sprawdzono, czy nie nastąpiły zmiany w wyglądzie emulsji pod wpływem działania siły odśrodkowej.

Lepkość dynamiczna

Lepkość dynamiczna jest parametrem wpływającym na konsystencję produktu, decyduje o łatwości jego aplikacji, zapewniając pozytywny odbiór kosmetyku przez potencjalnego konsumenta. Znajomość wartości tego parametru ułatwia modyfikację i udoskonalanie receptur ukierunkowane na coraz lepsze dostosowywanie ich do wymagań i preferencji użytkowników. Pomiar lepkości dynamicznej próbek wytworzonych preparatów kosmetycznych wykonano przy użyciu lepkościomierza rotacyjnego Brookfield, model DV-III ULTRA (wrzeciono nr 92). Badania przeprowadzono w temperaturze pokojowej (ok. 20°C), przy prędkości obrotowej wrzeciona wynoszącej 10rpm.

Stopień nawilżenia skóry

Celem wykonywania badania korneometrycznego jest określenie stopnia nawilżenia danego obszaru skóry. Prowadzi się je za pomocą korneometru, połączonego z wyświetlaczem i sondą pomiarową. Podczas zetknięcia sondy z powierzchnią skóry mierzona jest pojemność elektryczna warstwy rogowej. Wyniki badań odczytuje się w jednostkach CU (ang. *Corneometer Units*). Stopień nawilżenia może przyjmować wartości od 0 do 120. Wynik wyższy potwierdza lepsze nawilżenie skóry. Pomiar należy przeprowadzać przy zachowaniu jednakowego nacisku sondy na badany obszar skóry [19].

Podczas badań korzystano z aparatu Corneometer® CM 825 (HydraPen firmy Courage + Khazajka Electronic GmbH. Preparaty aplikowano na skórze przedramienia. Przed przystąpieniem do pomiarów, skóra została oczyszczona wacikiem nasączonym roztworem wodnym etanolu.

Konsumencka ocena atrakcyjności sensorycznej

Wstępną ocenę jakości preparatu kosmetycznego można przeprowadzić dzięki zmysłom dotyku, wzroku i węchu człowieka, traktowanym, w świetle norm, jako urządzenia pomiarowe [20].

Serię masek oczyszczających poddano konsumenckiej ocenie, przy uwzględnieniu standardowych kryteriów. Analizowano 3 cechy produktu (jednolitość, konsystencję, przyczepność) oraz 6 efektów działania produktu na skórze (efekt poduszki, rozprowadzanie, wchłanianie, natłuszczenie, wygładzenie, kleistość). Między innymi Kulawik-Pióro i inni oraz Szakiel i Turek przedstawili w swoich pracach szczegółowy opis parametrów sensorycznych [21,22].

4. Wyniki badań wybranych właściwości wytworzonych masek i ich dyskusja

Próbki maseczek z alginatem, sporządzonych zgodnie z metodyką przedstawioną w p. 2.2, poddano badaniom wybranych właściwości fizykochemicznych (pomiar pH, wyznaczenie lepkości dynamicznej) a także aplikacyjnych (oszacowanie stopnia nawilżenia skóry, konsumencka ocena atrakcyjności sensorycznej), opisanym w rozdz. 3.

4.1. Badanie wartości pH masek

Zmierzono wartości pH serii przygotowanych masek oczyszczających. Dodatkowo sprawdzono wartość pH wody destylowanej użytej do wykonania preparatów kosmetycznych oraz wodnego roztworu alginatu. Każdy pomiar wykonywano trzykrotnie. Średnie arytmetyczne uzyskanych wyników zaprezentowano w tabeli 2.

Tab. 2. Wyniki pomiarów pH sporządzonych masek

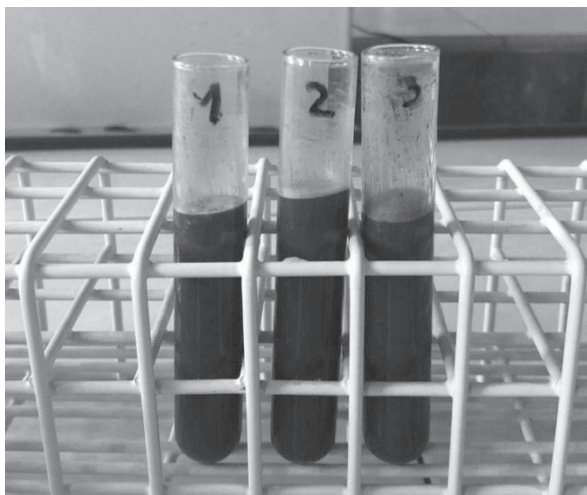
Rodzaj próbki	Wartość wskaźnika pH [-]
woda destylowana	6,28
wodny roztwór alginatu	7,64
próbka 1 (0,5%wag alginatu)	6,12
próbka 2 (1,0%wag alginatu)	6,40
próbka 3 (1,5%wag alginatu)	6,65

W przypadku większości preparatów kosmetycznych przeznaczonych do miejscowego stosowania na skórę wartość pH powinna mieścić się w zakresie od 4 do 6 [23]. Analizując uzyskane wyniki, zauważono, że wraz ze wzrostem zawartości składnika aktywnego wartość pH kosmetyku lekko wzrastała, co było oczywiste, gdyż wskaźnik pH alginatu wynosił 7,64. Ponieważ zmierzone wartości pH dla wszystkich masek były wyższe od 6, przeprowadzono regulację tego parametru do wartości 5,5, stosując 20% roztwór kwasu cytrynowego.

Po przeprowadzonej regulacji, otrzymane maseczki charakteryzowały się wartościami pH zbliżonymi do podobnych kosmetyków do pielęgnacji skóry twarzy, opisywanych w literaturze przedmiotu [9,11,23].

4.2. Ocena stabilności próbek

Sporządzone maseczki oczyszczające pozytywnie przeszły wirówkowy test badania stabilności. Nie nastąpiło rozwarstwienie ani inna zmiana wyglądu preparatów (rys. 1).



Rys. 1. Sporządzone maseczki oczyszczające (próbki 1–3) o zróżnicowanej zawartości alginatu po teście wirówkowym (archiwum własne)

4.3. Pomiar lepkości dynamicznej

Dla każdego preparatu kosmetycznego wykonywano po trzy pomiary lepkości dynamicznej i obliczono średnie arytmetyczne. Uzyskane wartości podano w [mPa·s], w tabeli 3.

Tab. 3. Wartości lepkości dynamicznej masek oczyszczających z alginatem

Symbol próbki	Lepkość dynamiczna [mPa·s]			
	Pomiar 1	Pomiar 2	Pomiar 3	Wartość śr.
próbka 1	9 298	10 100	10 202	9 867
próbka 2	17 459	15 601	14 438	15 833
próbka 3	42 001	41 320	38 457	40 593

Analizując uzyskane rezultaty zauważono, że dodatek alginatu w znacznym stopniu wpływa na lepkość maseczek. Im większe stężenie tego składnika, tym wyższe wartości lepkości dynamicznej. Próbka z 1,5% wag alginatu wykazuje najwyższą lepkość wynoszącą 40 593 [mPa·s]. Prawidłowość ta jest zrozumiała, ponieważ alginat jako biopolimer o rozbudowanych przestrzennie makrocząsteczkach przyczynia się do występowania większych oporów przy obrocie wrzeciona w trakcie pomiaru.

Wartości lepkości dynamicznej masek kosmetycznych przedstawiane w literaturze przedmiotu mieszczą się w bardzo szerokim zakresie, zwykle od około 100 mPa·s czasami aż do 350 000 mPa·s [9,24,25]. Największy wpływ na ten parametr ma forma fizykochemiczna maski oraz zawartość modyfikatorów reologii, zwłaszcza

cza polimerów wytwarzających układy hydrokoloidalne. Niższe wartości, ok. 25 000 mPa·s, uzyskano w przypadku masek pielęgnacyjnych zawierających ekstrakt z jeżyna otrzymany w warunkach nadkrytycznego dwutlenku węgla [9] oraz od 3110 do 9790 mPa·s w przypadku maseczek z udziałem jagody kamczackiej stosowanej w formie proszku [26]. Podobne wartości otrzymano podczas badania masek hydrożelowych z dodatkiem hydrolizatu protein [11]. Ciekawą alternatywą są, przedstawione przez Wasilewski i inni [27], maseczki w formie musu, których lepkość dynamiczna po wymieszaniu koncentratu z wodą w proporcji 1:1 mieściła się w granicach od około 16 000 do 82 000 mPa·s. Znacznie wyższe wartości lepkości dynamicznej (ok. 140 000 mPa·s) wyznaczono dla nowoczesnej formy masek typu peel-off [24].

Reasumując, uzyskane w pracy rezultaty badań lepkości dynamicznej mieszczą się w zakresie wyników prezentowanych w literaturze przedmiotu.

4.4. Pomiar stopnia nawilżenia skóry po aplikacji masek

Pomiar nawilżenia skóry jest niezwykle istotny dla oceniania sprawności działania bariery wodnej skóry [28].

Pierwszym krokiem było określenie stopnia nawilżenia skóry w punktach kontrolnych, tuż przed aplikacją masek z różną zawartością alginatu. Wartość stopnia nawilżenia czystej skóry, obliczano jako średnią arytmetyczną z pięciu pomiarów. W badaniu wzięło udział 10 kobiet wieku od 20-26 lat.

W etapie kolejnym, na skórę, od wewnętrznej strony przedramienia, nałożono niewielkie próbki (po ok. 0,5g) każdej z masek. Stopień nawilżenia w tych punktach mierzony był czterokrotnie: bezpośrednio po usunięciu maski, po upływie 15 minut, 30 minut oraz 60 minut od aplikacji ocenianego preparatu, a otrzymane wyniki zestawiono w tabeli 4.

Zauważono, że wszystkie badane maski zapewniły najwyższy poziom nawilżenia, mierzony tuż po usunięciu zaaplikowanej próbki z powierzchni skóry. Natomiast wraz z upływem czasu, wartość stopnia nawilżenia obniżała się, z tym, że nawet po 60 minutach od aplikacji okazała się wyższa niż przed zastosowaniem produktu kosmetycznego.

Zaobserwowano, że próbkę zawierającą 0,5% wag alginatu cechuje największa zdolność nawilżenia skóry bezpośrednio po zmyciu aplikowanego uprzednio produktu, jak i w kolejnych odstępach czasowych od jego usunięcia. Natomiast najniższym poziomem nawilżenia cechuje się próbka mająca w swym składzie 1,0% wag alginatu.

Tab. 4. Średnie wartości stopnia nawilżenia skóry po upływie określonego czasu od aplikacji serii masek oczyszczających

Symbol próbki	Stopień nawilżenia [CU]				
	obszar kontrolny przed nałożeniem maski	bezpośrednio po usunięciu maski	po 15 min	po 30 min	po 60 min
1	39,17	65,62	45,37	43,10	42,77
2	36,53	55,10	40,01	38,95	37,63
3	36,53	54,20	41,34	40,67	39,00

Przeprowadzone badania korneometryczne potwierdziły zatem również zdolności nawilżające oczyszczających masek z alginatem. Nie jest to fakt zaskakujący, ponieważ dobór aktywnych składników receptury, zwłaszcza pochodzenia roślinnego, prowadzony był właśnie pod kątem łączenia funkcji preparatu. W tym przypadku założono uzyskanie kompleksowego efektu: oczyszczania, nawilżania oraz peelingu. Zgodnie z doniesieniami literaturowymi, maski powinny poprawiać nawilżenie nawet w wyższym stopniu niż inne preparaty (np. kremy) [26,29]. Wartości stopnia nawilżenia skóry po zastosowaniu tej postaci kosmetyków wahały się pomiędzy 51 a 64 CU [26]. W badaniach klinicznych przeprowadzonych przez Zhou i inni [30] maseczki alginatowe zwiększyły poziom nawilżenia skóry o 25-35% w ciągu 20 minut od aplikacji.

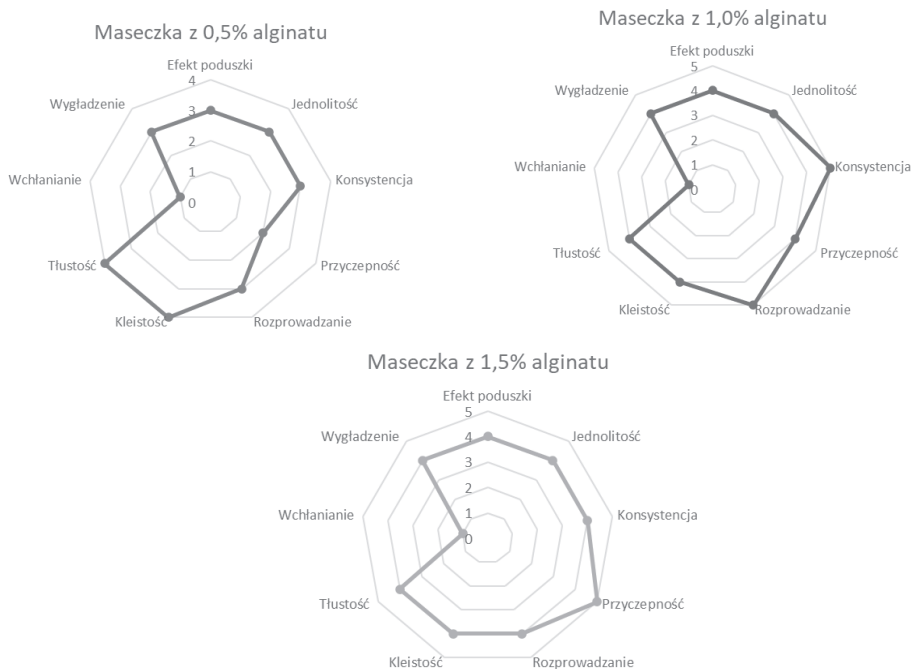
Wartości stopnia nawilżenia serii maseczek badanych w pracy, zwłaszcza bezpośrednio po usunięciu warstewki kosmetyku, mieściły się w cytowanym zakresie.

4.5. Konsumencka ocena atrakcyjności sensorycznej wytworzonych produktów kosmetycznych

Konsumencka ocena jakości, zgodnie z opisem podanym w rozdz. 3, została przeprowadzona przez grupę przypadkowo wytypowanych osób (10 probantów), w wieku 20-26 lat [22,31,32]. Badania prowadzono w zbliżonej temperaturze i wilgotności względnej oraz w odpowiednich warunkach oświetleniowych. Panelistki poddawały ocenie właściwości masek z alginatem na etapie pobierania, nakładania oraz po aplikacji. Przekazano im zakodowane próbki masek i ankietę, w której zaznaczały oceny. Wszystkie kryteria oceniano w skali od 0 do 5, przy czym:

- 0 oznaczało ocenę bardzo złą,
- 1 odpowiadało ocenie złej,
- 2 potwierdzało ocenę dopuszczającą,
- 3 oznaczało ocenę dostateczną,
- 4 było odpowiednikiem oceny dobrej,
- 5 wskazywało ocenę bardzo dobrą [20,22].

Uwzględniając uzyskane wyniki obliczono średnią ocen poszczególnych standardowych kryteriów dla każdej maski. Wyniki przedstawiono graficznie w postaci profili sensorycznych (rys. 2).



Rys. 2. Profile sensoryczne serii wytworzonych masek z różną zawartością alginatu: próbka 1 (0,5%wag), próbka 2 (1,0%wag), próbka 3 (1,5%wag) (opracowanie własne na podstawie wyników konsumenckiej oceny sensorycznej)

Na podstawie zaprezentowanych profili sensorycznych można stwierdzić, że preparaty nieznacznie różnią się od siebie. Produktem, który otrzymał najwyższą punktację i jest najbardziej przystosowany do zaspokojenia wymagań konsumentów, jest maseczka nr 2, mająca w swym składzie 1,0%wag alginatu, zbliżoną ocenę uzyskał preparat nr 3 (1,5%wag polisacharydu). Natomiast najslabiej został oceniony preparat z najmniejszą ilością tego biopolimeru.

Konsumencka ocena sensoryczna serii masek fitokosmetycznych wykazała, że wytworzone preparaty zostały dość dobrze odebrane przez probantów. W przypadku wszystkich masek najniżej ocenione zostało wchłanianie (negatywne odczucia mogły być spowodowane dużym udziałem i różnorodnością składników adsorbujących i nadających preparatowi „szorstkość” w dotyku (węgiel aktywny, glina zielona). Preparat nr 1 w zakresie żadnego kryterium nie otrzymał oceny bardzo dobrej, ocenę dobrą uzyskał jedynie w zakresie kleistości i tłustości. Nato-

miast preparaty nr 2 oraz 3 zostały ocenione lepiej. Maski nr 2 uzyskała dwie oceny bardzo dobre (w zakresie kryterium rozprowadzania i konsystencji). Pozostałe oceny, poza wchłanianiem, to oceny dobre. Zwiększenie zawartości alginatu do 1,5% wag niewiele zmieniło w opinii probantek. Maski nr 3 zostały ocenione bardzo dobrze przy kryterium przyczepności, siedem pozostałych kryteriów określono jako dobre.

Podsumowanie

Analiza uzyskanych wyników badań pozwala stwierdzić, że:

- alginat jako biopolimer pochodzenia naturalnego (polisacharyd) może być z powodzeniem zastosowany jako składnik zagęszczający, powłokotwórczy i nawilżający w recepturach maseczek oczyszczających do twarzy;
- wprowadzenie dodatku alginatu do preparatu kosmetycznego wpływa na jego wartość pH; wynika to z faktu, że składnik ten, posiada odczyn lekko zasadowy; wraz ze wzrostem stężenia alginatu w serii badanych maseczek następuje stopniowy wzrost wskaźnika pH;
- wszystkie sporządzone maski stanowiły układy stabilne, potwierdzone testem wirówkowym;
- wzrost stężenia alginatu wpływa na lepkość dynamiczną preparatu; próbka z największą ilością alginatu (1,5% wag), osiągnęła najwyższą wartość tego parametru (40 593 [mPa·s]); alginat jako biopolimer o rozbudowanych przestrzennie, oddziałujących między sobą makrocząsteczkach powoduje wzrost lepkości preparatów kosmetycznych;
- korneometryczne badanie poziomu nawilżenia skóry wykazało, że po zastosowaniu każdej z masek uzyskano większy stopień nawilżenia skóry w miejscu aplikacji w porównaniu z obszarem skóry, który był badany przed nałożeniem produktu; zaobserwowano, że próbka zawierająca 0,5% wag alginatu spowodowała najefektywniejsze długotrwałe nawilżenie skóry;
- obecność alginatu oraz jego stężenie w masce wpływa na indywidualne odczucia konsumentów; wyniki analizy sensorycznej wykazują, że maseczka mająca w składzie 1,0% wag alginatu najlepiej spełnia oczekiwania potencjalnego konsumenta; przeważająca nad maseczkami z innymi stężeniami alginatu była ocena konsystencji oraz rozprowadzenie (te parametry oceniono na 5); najslabiej oceniana była maseczka z 0,5% wag alginatu.

Podsumowując, należy podkreślić, że alginat, stanowi niezwykle cenny biopolimerowy (wielkocząsteczkowy) składnik produktów fitokosmetycznych. Jego zawartość w maskach nadaje im odpowiednią lepkość, a tym samym konsystencję i łatwość rozprowadzania oraz utrzymania na powierzchni skóry podczas zabiegu pielęgnacyjnego. Dodatkowo, ten polisacharyd wytwarzany z alg morskich, wpływa oczyszczająco i nawilżająco na skórę, co jest istotne przy codziennej pielęgnacji cery tłustej i mieszanej. Alginat trzeba również docenić w aspekcie jego zdolno-

ści do modyfikacji niektórych cech produktu – składnik ten może być naturalnym regulatorem wskaźnika pH czy też lepkości.

Celem pracy było wykazanie na drodze empirycznej wpływu stężenia alginatu na wybrane właściwości fizykochemiczne oraz użytkowe fitokosmetyków. Opracowano i wykonano serię receptur masek zawierających składniki aktywne pochodzenia roślinnego, przeznaczone do oczyszczania skóry. Oceniono wybrane właściwości fizykochemiczne oraz użytkowe otrzymanych masek – wyznaczono wskaźnik pH, zbadano stabilność, lepkość dynamiczną, określono stopień nawilżenia skóry po aplikacji masek oraz przedstawiono konsumencką ocenę atrakcyjności sensorycznej. Stwierdzono korelację pomiędzy udziałem alginatu w formułacji otrzymanych produktów kosmetycznych a ich badanymi właściwościami.

Słowa kluczowe: fitokosmetyki, alginat, oczyszczanie cery, stopień nawilżenia skóry

CLEANSING MASKS CONTAINING LOW AND HIGH MOLECULAR ACTIVE INGREDIENTS OF PLANT ORIGIN

The aim of this study was to empirically demonstrate the influence of the concentration of alginate on selected physicochemical and functional properties of phytocosmetics. A series of mask recipes containing active ingredients of plant origin, intended for the skin cleansing, were developed and produced. Selected physicochemical and functional properties of the obtained masks were assessed – the pH index, stability, the dynamic viscosity and the degree of skin hydration after mask application were determined and a consumer assessment of sensory attractiveness was presented. A correlation between the share of alginate in the formulation of the obtained cosmetic products and their tested properties was noticed.

Keywords: Phytocosmetics, Alginate, Skin Cleansing, Degree of Skin Hydration

Bibliografia

1. Jambor J., Sznitowska M., *Technologia produktów roślinnych, Leki, suplementy, diety i kosmetyki*, ISBN: 978-83-7846-153-1, MedPharm Polska, 2022.
2. Czerpak R., Jabłońska-Trypuć A., *Roślinne surowce kosmetyczne*, ISBN: 978-83-6046-658-2, MedPharm Polska, 2019.
3. Mutke M., *Wpływ zanieczyszczenia powietrza na organizm ludzki – analiza przemian zachodzących w skórze po ekspozycji na czynniki zewnętrzne*, „Zeszyty Naukowe Wydziału Zarządzania GWSH”, Arterior Katowice 2018, nr 9.
4. Li X., He C., Chen Z., Zhou C., Gan Y., Jia Y., *A review of the role of sebum in the mechanism of acne pathogenesis*, „J. of Cosmet. Dermatol.” 2017, No 16.

5. Kim M.K., Choi S.Y., Byun H.J., et al., Comparison of sebum secretion, skin type, pH in humans with and without acne, „Arch. Dermatol. Res.” 2006, 298.
6. Mijaljica D., Spada F., Harrison I.P., Skin Cleansing without or with Compro-mise: Soaps and Syndets, „Molecules” 2022, No 27(6).
7. Uzdrowska K., Ciekawe formy fizykochemiczne i trendy w kosmetyce myjącej, „Świat Przemysłu Kosmetycznego” 2021, nr 4.
8. Draelos Z.D., The science behind skin care: Cleansers, „J. of Cosmet. Derma-tol.” 2018, No 17.
9. Klimaszewska E., Małyś A., Zięba M., Rój E., Wasilewski T., Zastosowanie hydrofobowego ekstraktu z nasion jeżyny otrzymanego przez ekstrakcję nadkrytycznym ditlenkiem węgla do wytwarzania maseczek kosmetycznych, „Przemysł Chemiczny” 2016, nr 95(6).
10. Aquilera A., Tereucan G., Ercoli S., Cornejo P., Gomeza M.R., Uhlmann L., Guigas K., Esatbeyoglu T., Ruiz A., Influence of organic and chemical fertilisa-tion on antioxidant compounds profiles and activities in fruits of *Fragaria ananassa* var. Camarosa, „Journal of Soil Science and Plant Nutrition” 2020, No 20.
11. Okulska-Bożek M., Jabłońska E., Klimaszewska E., Ogorzałek M., Wilk M., Wpływ hydrolizatu protein pszenicy na właściwości masek hydrożelowych do pielęgnacji cery dojrzałej, w: Problemy jakości w badaniach i praktyce (Quality issues in research and practice), pod red. A. Bocho-Janiszewskiej i M. Zięby, Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji Wydawnictwo Naukowe, ISBN 978-83-7789-732-4, Polskie Towarzystwo Towaroznawcze, Radom 2023.
12. Możdżeń K., Barabasz-Krasny B., Szymacha K., Oliwa J., Rośliny wykorzy-stywane w maskach kosmetycznych, Polish Journal of Cosmetology 2016, 19(4).
13. Mitura S., Sionkowska A., Jaiswal A., Biopolymers for hydrogels in cosmetics: review, „Journal of Mater. Sci. Mater. Med.” 2020, No 31(6).
14. Baranwal J., Barse B., Fais A., Delogu G.L., Kumar A., Biopolymer: A Sus-tainable Material for Food and Medical Applications, „Polymers” 2022, No 14.
15. Klimaszewska E., Bocho-Janiszewska A., Ogorzałek M., Bujak T., Szmuc E., Podkowa I., Application of sweet almond protein hydrolysates in glucosides-based shampoos, „Polish Journal of Cosmetology” 2017, No 20(2).
16. Batechko S., Bańkowski Z., Moc życia żywych olejów, Producent INNY, Ka-towice 2019.
17. Abka-Khajouei R., Tounsi L., Shahabi N., Patel A.K., Abdelkafi S., Michaud P., Laurienzo P., Structures, properties and applications of alginates, „Marine Drugs” 2022, No 20 (6).

18. Patil B.S., Kulkarni K.S., Development of high surface area activated carbon from waste material, „International Journal of Advanced Engineering Research and Studies” 2012, No 1(2).
19. Olejnik A., Gornowicz-Porowska J., Gościańska J., Metody analityczne badania preparatów kosmetycznych – wczoraj i dziś, „Wiadomości Chemiczne” 2022, nr 76.
20. ISO 6658:2017. Sensory analysis. Methodology. General guidance, ISO, Geneva.
21. Kulawik-Pióro A., Klimaszewska E., Ogorzałek M., Ruman J., Rożnawska K., Effectiveness of protective preparations: Impact of vegetable oil additives to recipes, „European Journal of Lipid Science and Technology” 2020, No 122(12), 2000130. <https://doi.org/10.1002/ejlt.202000130>.
22. Szakiel J., Turek P., Sensoryczna ocena jakości kosmetycznych produktów nawilżających przeznaczonych do pielęgnacji skóry rąk, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie/Cracow Review of Economics and Management” 2020, nr 6(978), 239-252. DOI: 10.15678/ZNUEK.2018.0978.0614.
23. Lukić M., Pantelić I., Savić Snežana D., Towards optimal pH of the skin and topical formulations: From the current state of the art to tailored products, „Cosmetics” 2021, No 8(3).
24. Asthana N., Pal K., Aljabali A.A., Tambuwala M.M., de Souza F.G., Pandey, K., Polyvinyl alcohol (PVA) mixed green-clay and aloe vera based polymeric membrane optimization: Peel-off mask formulation for skin care cosmeceuticals in green nanotechnology, „Journal of Molecular Structure” 2021, No 1229.
25. Hendrawati T.Y., Nugrahani R.A., Utomo S., Ramadhan A.I., Formulation process making of Aloe vera mask with variable percentage of Aloe vera gel extract, IOP Conference Series „Material Science and Engineering” 2018, No 403(1).
26. Klimaszewska E., Zieba M., Gregorczyk K., Markuszewski L., Application of blue honeysuckle powder obtained by an innovative method of low-temperature drying in skincare face masks, „Molecules” 2021, No 26(23).
27. Wasilewski T., Zięba M., Klimaszewska E., Małysa A., Bocho-Janiszewska A., Czerwonka D., Badania nad opracowaniem innowacyjnej maseczki kosmetycznej w formie musu, „Przemysł Chemiczny” 2024, nr 103(4).
28. Ogorzałek M., Klimaszewska E., Mirowski M., Kulawik-Pióro A., Tomasiuk R., Natural or synthetic emollients? Physicochemical properties of body oils in relation to selected parameters of epidermal barrier function, „Applied Sciences” 2024, No 14(7).
29. Teno J., Pardo-Figuerez M., Hummel N., Bonin V., Fusco A., Ricci C., Donnarumma G., Coltelli M.-B., Danti S., Lagaron J.M., Preliminary studies on

- an innovative bioactive skin soluble beauty mask made by combining electrospinning and dry powder impregnation, „Cosmetics” 2020, No 7.
30. Zhou Y., et al., Alginates as Cosmeceuticals: Applications and Rheological Properties, „Marine Drugs” 2018, vol. 16, no 5.
31. Płocica J., Badania reologiczne i sensoryczne stosowane do oceny preparatów kosmetycznych, „Świat przemysłu kosmetycznego” 2014, nr 1.
32. Jędryka T., Metody sensoryczne, Wyd. Akademii Ekonomicznej w Krakowie, Kraków 2001.

Podziękowanie

Praca wykonana w ramach projektu nr 3608/188/P pt. „Wpływ substancji aktywnych na właściwości fizykochemiczne oraz użytkowe wybranych produktów kosmetycznych stosowanych w różnych jednostkach chorobowych”. Projekt finansowany przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

Autorzy:

dr inż. Małgorzata Okulska-Bożek – Uniwersytet Radomski im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu, Wydział Nauk Medycznych i Nauk o Zdrowiu,
email: m.okulska@uthrad.pl

dr Ewa Jabłońska – Uniwersytet Radomski im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu, Wydział Nauk Medycznych i Nauk o Zdrowiu,
email: e.jablonska@uthrad.pl

dr hab. inż. Emilia Klimaszewska, prof. URad. – Uniwersytet Radomski im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu, Wydział Nauk Medycznych i Nauk o Zdrowiu,
email: e.klimaszewska@uthrad.pl

lic. Wiktoria Golińska – Uniwersytet Radomski im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu, Wydział Nauk Medycznych i Nauk o Zdrowiu, (absolwentka kierunku Kosmetologia, rok akad. 2021/2022)

ANALIZA JAKOŚCIOWA PREPARATÓW DO MYCIA RĄK W FORMIE PIANKI ZAWIERAJĄCYCH POLIMERYCZNE, ANIO-NOWE POCHODNE ALKIŁOPOLIGLUKOZYDÓW

Artur Seweryn

Wstęp

Produkcja kosmetyków to dynamicznie rozwijający się segment przemysłu, który oferuje szeroką gamę różnych produktów o coraz wyższej jakości. Rozwój tej branży, w szczególności w obszarze kosmetyków myjących determinowany jest przede wszystkim oczekiwaniami konsumentów co do jakości produktu w zakresie funkcjonalności, a przede wszystkim bezpieczeństwa stosowania. Innymi determinantami rozwoju dla przemysłu kosmetycznego są: poszerzająca się coraz bardziej baza surowcowa oraz coraz częściej uwzględniane aspekty związane ochroną środowiska i zrównoważonym rozwojem [1-3].

Szczególnie istotnym obszarem rozwoju w obszarze kosmetyków w ostatnim czasie jest wykorzystywanie surowców pochodzenia naturalnego i wytwarzanie kosmetyków naturalnych [4, 5]. Trend ten jest wynikiem coraz szerszej świadomości konsumentów w aspekcie ochrony środowiska oraz realizacji przez producentów w coraz szerszym zakresie postulatów polityki zrównoważonego rozwoju [6]. Badania naukowe prowadzone w tym zakresie obejmują aspekty wykorzystywania w kosmetykach surowców pochodzenia roślinnego [7-10], surfaktantów pochodzenia naturalnego [11, 12] oraz surowców pochodzących z procesów biotechnologicznych [13, 14]. Przesłanki dotyczące ochrony środowiska naturalnego stały się też podstawą badań w zakresie formy produktu dotyczących otrzymywania kosmetyków bezwodnych [15] lub w formie skoncentrowanej [16].

W przypadku kosmetyków myjących odpowiedni dobór surowców jest gwarancją uzyskania dla niego odpowiednich parametrów związanych z działaniem myjącym, czyli podstawową funkcję użytkową. W praktyce przemysłowej najczęściej stosuje się w tym celu surfaktanty anionowe, w tym w szczególności ze względu na zadawalające właściwości użytkowe i cenę jednostkową surowca oksyetylenowany laurylosiarczan sodu (SLES) [17]. Niemniej jednak w przypadku kosmetyków o zadeklarowanym przez producenta łagodnym działaniu na skórę oraz w kosmetykach przeznaczonych dla dzieci wykorzystywane są również surfaktanty z grupy amfoterycznych i niejonowych, które wykazują się niskim działaniem drażniącym na skórę [18, 19]. Jednym z najczęściej stosowanych w kosmetykach amfoterycznych surfaktantów jest kokamidopropylbetaina (Cocamidopropyl Betaine). Jest to związek chemiczny wykazujący się dobrymi właściwościami pianotwórczymi [20] oraz niskim działaniem drażniącym na skórę [21]. Ponadto stosowany w połączeniu z anionowymi surfaktantami obniża ich działanie drażniące i stabilizuje powstającą w roztworze wodnym pianę. Przypisuje się mu również działanie konsystencjo-

twórcze (podwyższające lepkość roztworów wodnych anionowych surfaktantów), co w rzeczywistości jest wynikiem obecności w dostępnych na potrzeby produkcji kosmetyków surowcach chlorku sodowego. Te wszystkie właściwości kokamidopropylbetainy sprawiły, że jest ona powszechnie wykorzystywana w kosmetykach myjących i często stanowi bazę kosmetyków przeznaczonych dla dzieci [22]. Mimo powszechniej opinii o łagodności tego związku na skórę, w ostatnim czasie pojawiły się badania, które wskazują na jej negatywne działanie na powierzchnię skóry. Ananthapadmanabhan z zespołem wskazują bowiem, że o ile wykazuje się ona ograniczonym działaniem w stosunku do białek naskórka (co potwierdza test z zeiną), to w badaniu z kwasem stearynowym potwierdzono dla niej wysokie działanie w kierunku lipidów budujących macierz międzykomórkową naskórka. Badania te wskazują, że może ona szczególnie negatywnie działać w kontakcie ze skórą dzieci, których struktura warstwy wierzchniej skóry nie jest jeszcze w pełni wykształcona. Działanie na lipidy tego związku może przyczyniać się do uszkodzenia bariery naskórkowej po procesie mycia produktem, który go zawiera i w konsekwencji wpłynąć na spadek nawilżenia skóry i jej znaczne wysuszenie [21, 23-25].

W pracy przedstawiono rezultaty badań dotyczących wytwarzania i oceny jakości preparatów do mycia rąk w formie pianki. Istotą badań było wskazanie korzyści w wykorzystaniu w tych kosmetykach polimerycznych, anionowych pochodnych alkilopoliglukozydów (APG), jako alternatywy dla powszechnie stosowanej kokamidopropylbetainy. Anionowe pochodne alkilopoliglukozydów to surfaktanty, które łączą w sobie korzystne właściwości alkilopoliglukozydów oraz anionowych surfaktantów. Wykazują się brakiem toksyczności, niskim działaniem drażniącym oraz odpowiednio wysokimi właściwościami pianotwórczymi [26-28]. Z wcześniejszych prowadzonych przez Autora badań wynika, że kosmetyki, w których mają zastosowanie wykazują się odpowiednio wysokimi parametrami użytkowymi, a przede wszystkim bezpieczeństwem w aspekcie oddziaływania na powierzchnię skóry [29]. Na potrzeby realizacji tej pracy opracowano prototypy produktów przeznaczonych do mycia rąk w formie pianki, w których zastosowano dwie polimeryczne pochodne APG, różniące się długością łańcucha alkilowego. Próbką odniesienia w badaniach była kompozycja oparta na kokamidopropylbetainie. Dla przygotowanych prototypów kosmetyków wykonano podstawowe badania związane z ich funkcjonalnością oraz bezpieczeństwem stosowania.

1. Materiały i metodyki badawcze

1.1. Materiały

Do wytwarzania kosmetyków do mycia rąk wykorzystywano: Cocamidopropyl Betaine (Empigen BS FA; Huntsman, USA), Decyl Glucoside (Plantacare 2000; BASF, Germany), D-Panthenol (PPH Standard, Polska), Lactic (Lqctic Acid; PO-Ch S.A., Poland), konserwant (Sodium Benzoate and Potassium Sorbate, KEM BS, Pol – Nil S.A.), nowe surowce, które stanowią przedmiot tej pracy: polimeryczną,

pochodną anionową alkilopoliglukozydu: Sodium Hydroxypropylphosphate Decylglucoside Crosspolymer (Poly Suga®Phos 1000P; Colonial Chemical Inc., United States), Sodium Hydroxypropylphosphate Laurylglucoside Crosspolymer (PolySuga®Phos 1200P; Colonial Chemical Inc., United States) oraz wodę destylowaną.

1.2. Receptury prototypów kosmetyków do mycia rąk w formie pianki

Skład ilościowy i jakościowy prototypów kosmetyków przedstawiono w Tab. 1.

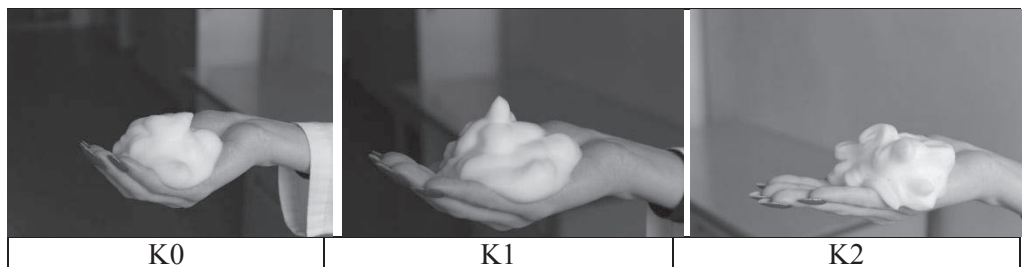
Tab. 1. Receptury prototypów kosmetyków do mycia rąk (opracowanie własne)

Nazwa składnika według INCI*	Zawartość składnika [% mas.]		
	K0	K1	K2
Cocamidopropyl Betaine	3,0		
Sodium Hydroxypropylphosphate Decylglucoside Crosspolymer		3,0	
Sodium Hydroxypropylphosphate Laurylglucoside Crosspolymer			3,0
D-Panthenol	0,5		
Decyl Glucoside	1,0		
Sodium Benzoate and Potassium Sorbate	0,1		
Lactic Acid	do pH ok. 5.5		
Aqua	Do 100		

*INCI= International Nomenclature of Cosmetic Ingredients

Wytwarzanie prototypów polegało na wprowadzeniu i dokładnym wymieszaniu w wodzie zgodnej z recepturą ilości surowca. Wykorzystano mieszalnik homogenizujący typu MZUTL 5 (producent Urliński) o pojemności 5 L. Uzyskano transparentne prototypy kosmetyków o lepkości zbliżonej do wody. Wszystkie prototypy kosmetyków wykazywały stabilność w czasie przechowywania w warunkach laboratoryjnych przez 1 miesiąc. W ocenie wizualnej nie zaobserwowano dla nich objawów niestabilności w postaci utraty transparentności czy zanieczyszczeń mikrobiologicznych. One stanowiły przedmiot dalszych analiz. Formę pianki uzyskano dla nich w specjalnych pojemnikach z pompką wyposażoną w dyszę spieniającą. W tego typu opakowaniach są dostępne w sprzedaży kosmetyki do mycia rąk w formie pianki.

Wygląd wygenerowanej dla prototypów piany w pojemniku z dyszą spieniającą przedstawiono poniżej na Rys.1.



Rys. 1. Wygląd wygenerowanej piany w specjalnym opakowaniu z dyszą spieniającą dla prototypów kosmetyków do mycia rąk zawierających polimeryczne, anionowe, pochodne APG (opracowanie własne)

1.3. Metodyki badawcze

1.3.1. Ocena właściwości pianotwórczych

Właściwości pianotwórcze oceniano na podstawie metodyki opisanej w pracy Bujaka i współautorów [30]. Oceniano zdolność pianotwórczą oraz wskaźnik trwałości piany roztworów preparatów w wodzie destylowanej, roztworów w wodzie o twardości 10 °n oraz roztworów w obecności modelowego sebum.

1.3.2. Zdolność emulgowania zabrudzeń tłuszczowych

Badanie wykonano zgodnie z metodyką opisaną w pracy [29]. Określono w nim maksymalną ilość oleju, jaką jest zdolny zemulgować roztworów danego prototypu kosmetyku.

1.3.3. Liczba zeinowa

Potencjał drażniący prototypów oceniono w teście polegającym z zeiną. Wynikiem badania jest wartość liczby zeinowej określonej, jako masę azotu, wyrażoną w miligramach, oznaczoną w 100 mL próbce. Dokładny opis wykonania badania przedstawiono w pracy Seweryna i Bujaka [29].

1.3.4. Określenie działania wysuszające na skórę po procesie mycia

Działanie wysuszające skórę po procesie mycia prototypami kosmetyków do mycia rąk oceniono na podstawie badania, które opisano w pracy Wasilewskiego i współautorów [31].

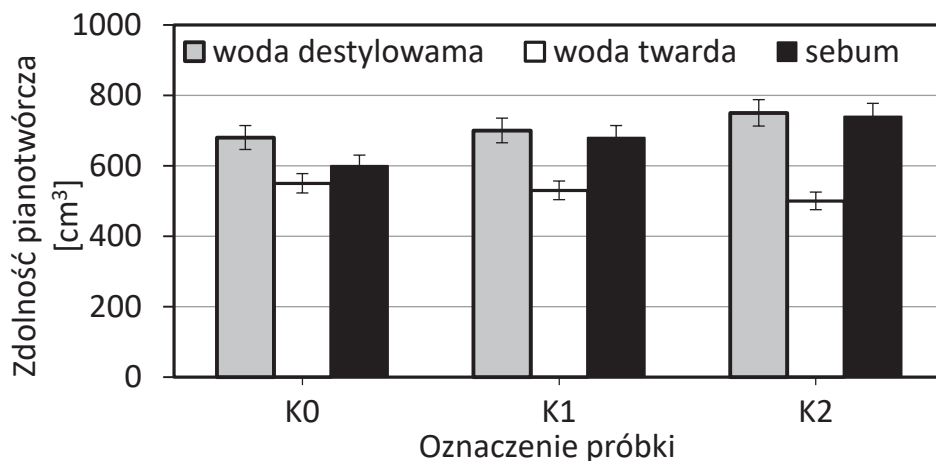
2. Rezultaty i dyskusja wyników

Kosmetyki myjące w formie pianki są stosunkowo nową formą kosmetyczną, którą uzyskuje się poprzez zastosowanie odpowiednio zaprojektowanego opakowania. Piana wytwarzana jest bezpośrednio przed zastosowaniem kosmetyki ze

specjalnej dyszy z pompką opakowaniu kosmetyku. Uzyskuje się ją z roztworu bazowego, który stanowi przedmiot rozważań w tej pracy. Pod względem fizykochemicznym piana jako forma kosmetyku jest dyspersją powietrza w roztworze wodnym wieloskładnikowym stanowiącym kosmetyk. Na właściwości powstającej piany decydujący wpływ ma skład roztworu bazowego [30].

2.1. Właściwości pianotwórcze

Ze względu na docelową formę omawianych prototypów kosmetyków jaką jest piana, jedną z najistotniejszych parametrów ich oceny są właściwości pianotwórcze. Przeprowadzono ocenę tychże właściwości wyznaczając zdolność pianotwórczą oraz wskaźnik trwałości piany dla wodnych roztworów kosmetyków w wodzie destylowanej, w obecności modelowego sebum oraz dla roztworów tychże prototypów w wodzie twardej. Wyniki oceny przedstawiono na kolejnych grafikach.

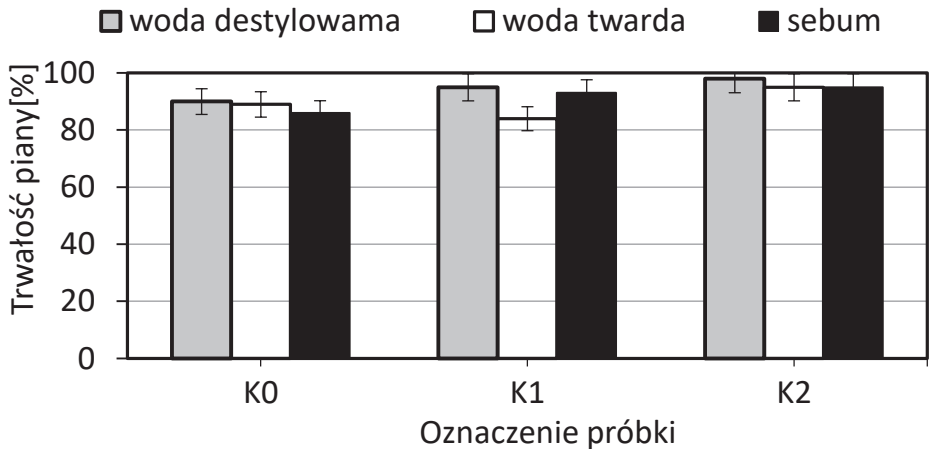


Rys. 2. Zdolność pianotwórcza prototypów kosmetyków do mycia rąk zawierających polimeryczne, anionowe pochodne APG. Dane dla roztworów w wodzie destylowanej, wodzie twardej oraz w obecności modelowego serum (opracowanie własne)

Badane prototypy kosmetyków myjących wykazują się wysoką zdolnością do generowania piany zarówno w wodzie destylowanej, jak również w obecności sebum. Wartości tego parametru dla badanych preparatów plasują się w przedziale wartości 600 - 750 cm³. Dla roztworów w wodzie destylowanej wprowadzenie polimerycznej pochodnej APG zasadniczo nie wpływa na badany parametr użytkowy. W przypadku obecności sebum natomiast obserwowany jest nawet nieznaczny spadek zdolności pianotwórczej, przy czym największy dla kompozycji K0 nie zawierającej dodatku anionowych surfaktantów. W przypadku roztworów prototypów kosmetyków w wodzie twardej posiadają one znacznie niższą zdolność

pianotwórczą w porównaniu do tych wytwarzanych na bazie wody destylowanej. Wartości dla nich wynoszą od 500 do 550 cm³. Największy spadek ocenianego parametru, w porównaniu do roztworów w wodzie destylowanej zaobserwowano dla kosmetyków zawierających pochodne APG. Dowodzi to, że są mało odporne na działanie wody twardej.

Kolejnym ocenianym parametrem związanym z właściwościami pianotwórczymi jest trwałość piany. Wyniki zestawiono na Rys.3.

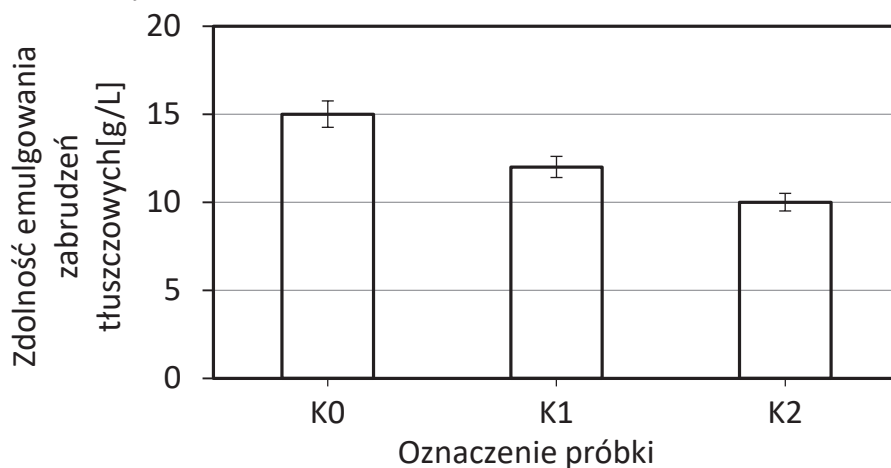


Rys. 3. Trwałość piany generowanej przez prototypy kosmetyków do mycia rąk zawierających polimeryczne, anionowe pochodne APG. Dane dla roztworów w wodzie destylowanej, wodzie twardej oraz w obecności modelowego serum (opracowanie własne)

Kosmetyk w formie pianki musi odznaczać się wysoką jej trwałością podczas dozowania z opakowania. Podczas czynności związanych z procesem mycia pianą aplikowana jest bezpośrednio na dłonie i w takiej formie pełni rolę kosmetyku myjącego do rąk. Zbyt niska trwałość piany powodowałaby zbyt szybki jej zanik. Ponadto wymagane jest aby powstająca pianka była gęsta i aksamitna podczas mycia dłoni, co bezpośrednio związane jest z jej trwałością. Analizowane prototypy kosmetyków wykazują się wysokimi wartościami trwałości piany. Dla wszystkich z nich określono wartość tego parametru na poziomie ponad 90%. Nie zaobserwowano wpływu twardości wody w roztworze, ani obecności zabrudzenia hydrofobowego w postaci modelowego sebum na trwałość powstającej piany. Przy czym nieco wyższe jej wartości wykazują kompozycje zawierające w składzie polimeryczne, anionowe pochodne APG. Takie wyniki są zbliżone z informacjami pojawiającymi się w literaturze, że surfaktanty polimeryczne mają tendencję do stabilizacji układów dyspersyjnych, w tym piany [32].

2.2. Zdolność do emulgowania tłuszczu

Właściwości myjące kosmetyków określa się pośrednio poprzez ocenę zdolności do emulgowania tłuszczu. Wynika to z tego, że emulgowanie jako proces jednostkowy jest etapem procesu mycia decydującym o jego finalnej efektywności. Ocena tego parametru pozwala również pośrednio przewidywać zdolność kosmetyku do interakcji z lipidami naskórka, a więc może określać bezpieczeństwo stosowania produktu w aspekcie działania na skórę [29]. Wyniki badania przedstawiono na Rys. 4.

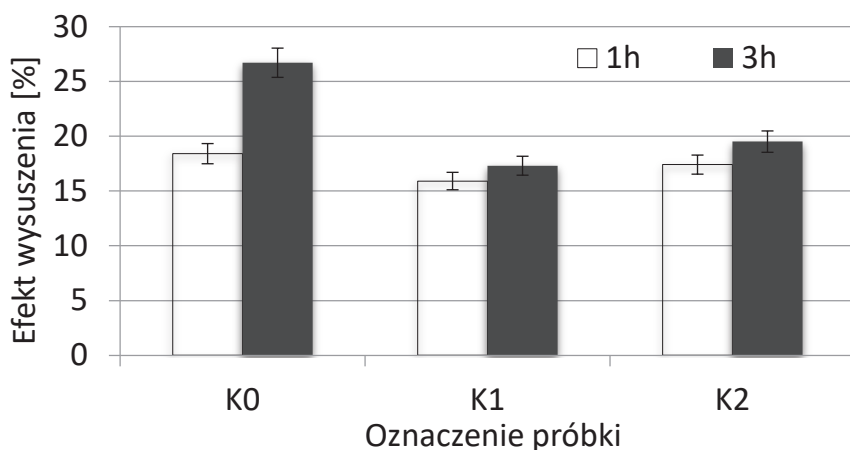


Rys. 4. Zdolność emulgowania zabrudzeń tłuszczowych prototypów kosmetyków do mycia rąk zawierających polimerowe, anionowe pochodne APG (opracowanie własne)

Wyniki badania wskazują, że oceniane kosmetyki wykazują się dość ograniczoną zdolnością do emulgowania tłuszczu. Wyznaczono dla nich wartości ocenianego parametru na poziomie 10 - 15 g/L. Dla kosmetyków, w których zastosowano polimeryczne, anionowe pochodne APG uzyskano zdecydowanie niższe wartości ocenianego w badaniu parametru w porównaniu do kompozycji opartej na cocamidopropylbetainie (K0). Spadek ocenianego parametru z jednej strony może wskazywać na łagodne działanie myjące kompozycji, natomiast z drugiej na ograniczone działanie na lipidy znajdujące się naturalnie w naskórku skóry dłoni. Jest więc korzystne dla zachowania skóry w jak najlepszej kondycji po procesie mycia. Ograniczona ingerencja kosmetyku w naskórek, w szczególności w lipidy budujące macierz międzykomórkową naskórka i te budujące barierę naskórkową przekładać się bowiem może na niski poziom jego wysuszenia i szorstkości po procesie mycia [21, 23-25]. Znacząco tym samym zwiększa się bezpieczeństwo stosowania ocenianych prototypów produktów kosmetycznych.

2.3. Ocena działania wysuszającego

Ocena działania wysuszającego na skórę kosmetyku myjącego po procesie mycia jest istotnym elementem jego oceny w aspekcie bezpieczeństwa. Działanie zawartych w produkcie aktywnych powierzchniowo składników podczas procesu mycia sprowadza się również do ich interakcji ze składnikami hydrofobowymi budującymi barierę naskórkową tj.: ceramidy, nienasycone kwasy tłuszczowe, cholesterol czy fosfolipidy. W procesach solubilizacji i wymywania dochodzić może do zubożenia skóry w te składniki, co w konsekwencji prowadzi do szeregu niekorzystnych z punktu widzenia funkcjonowania skóry defektów objawiających się szorstkością, zaburzenia mikrobiomu czy spadkiem nawilżenia skóry, a w skrajnych przypadkach stanów zapalnych [21, 25, 29, 33]. W celu określenia wpływu opracowanych kompozycji kosmetycznych na skórę w aspekcie ich potencjalnego działania na składniki hydrofobowe skóry dokonano dla nich oceny działania wysuszającego skóry po procesie mycia. Rezultaty przedstawiono na Rys. 5.



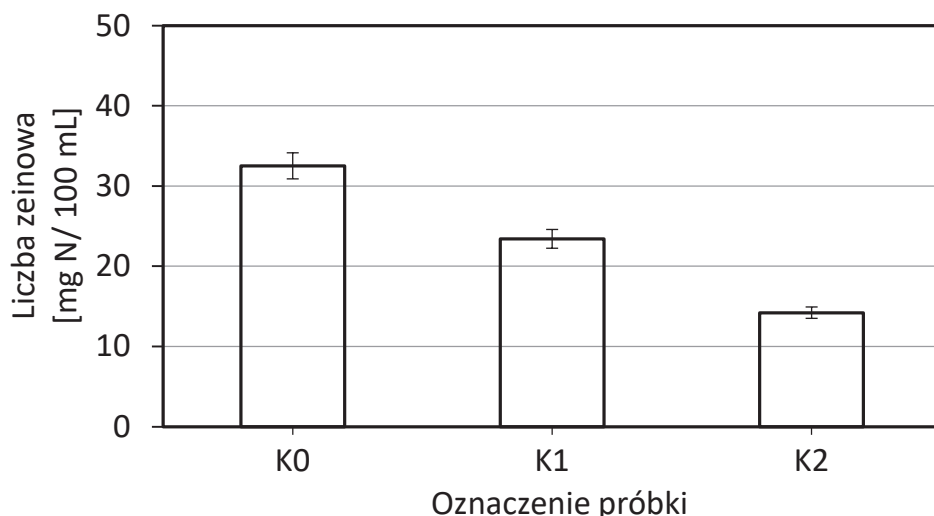
Rys. 4. Działanie wysuszające na skórę po zastosowaniu kosmetyków do mycia rąk zawierających polimeryczne, anionowe pochodne APG (opracowanie własne)

W badaniu wykazano, że wszystkie prototypy kosmetyków myjących wykazują się działaniem wysuszającym na skórę. O ile po godzinie od przeprowadzenia procesu mycia dla wszystkich kompozycji uzyskano zbliżone wyniki na poziomie ok. 17% spadku nawilżenia skóry, zaobserwowano duże różnice w wynikach po czasie 3h. W przypadku prototypu referencyjnego (K0) opierającego się wyłącznie na cocamidopropylbetainie nastąpił gwałtowny wzrost wysuszenia skóry do poziomu ponad 26% spadku nawilżenia przed czynności mycia skóry. Dla prototypów kosmetyków zawierających polimeryczne pochodne APG (K1 i K2) wysuszenie skóry utrzymuje się na zbliżonym poziomie do tego obserwowanego po godzinie od mycia powierzchni skóry. Wyniki jednoznacznie wskazują na ograniczone działa-

nie wysuszające tych anionowych pochodnych APG w porównaniu do zastosowanego amfoterycznego surfaktantu. Pośrednio potwierdzono wnioski Ananthapadmanabhan'a z zespołem o niekorzystnym działaniu kokamidopropylbetajiny w kontekście działania na lipidy objawiającym się znacznym wysuszeniem skóry w porównaniu do surfaktantów anionowych [23, 25].

2.4. Działanie drażniące

Wyznaczone wartości liczby zeinowej w badaniu pozwalają na określenie Interakcji kosmetyku z białkami naskórka, skutkującymi działaniem drażniącym na skórę [29]. Rezultaty przeprowadzonego oznaczenia liczby zeinowej przedstawiono na Rys.6.



Rys. 5. Wartości liczby zeinowej dla prototypów kosmetyków do mycia rąk zawierających polimeryczne, anionowe APG (opracowanie własne)

Wszystkie badane prototypy nie wykazują działania drażniącego na skórę w kontekście interakcji na białko, na co wskazują niskie wartości liczby zeinowej. W przypadku kompozycji K0 potwierdzone zostały doniesienia literaturowe o ograniczonym wpływie surfaktantów amfoterycznych i cocoamidopropylbetajiny na struktury białkowe naskórka [21, 34]. W przypadku polimerycznych pochodnych APG z racji ich anionowej budowy wydawałoby się, że będą wykazywać się one wyższym działaniem drażniącym od amfoterycznej cocamidopropylbetajiny. Wyniki wskazują jednak, że ich oddziaływanie z białkiem jest porównywalne, lub niższe. Wynikać to może z ich budowy chemicznej, polimerycznej struktury oraz tworzenia przez nich w roztworze wodnym stabilnych, znacznych rozmiarów agregatów micelarnych. Przesunięcie równowagi roztworu w stronę stabilnych micel powoduje zmniejszenie stężenia w nim wolnych monomerów surfaktantów odpo-

wiedzialnych za interakcje z białkami. Skutkuje to spadkiem działania drażniącego kompozycji [21, 35].

Podsumowanie

Przedmiotem badań była analiza jakościowa nowo opracowanych kosmetyków do mycia rąk w formie pianki zawierających polimeryczne, anionowe pochodne APG pochodzenia naturalnego. Formę produktu otrzymywano stosując specjalnie dobrany rodzaj opakowania. Dla wytworzonych na podstawie oryginalnych receptur prototypów produktów wykonano szereg badań związanych z oceną ich funkcjonalności i bezpieczeństwa stosowania w zakresie oddziaływania na powierzchnię skóry, zarówno w zakresie działania drażniącego, jak również wysuszającego na skórę. W badaniach odnoszono się do kompozycji opartej na amfoterycznej cocamidopropylbetainie, powszechnie stosowanej w kosmetykach jako łagodny środek o działaniu myjącym. Rezultaty badań w zakresie oceny funkcjonalności wskazują, że oceniane prototypy wykazują się porównywalnymi właściwościami pianotwórczymi do kompozycji odniesienia zarówno w przypadku oceny w wodzie destylowanej, wodzie twardej oraz w obecności modelowego sebum. Ocena zdolności do emulgowania zabrudzeń tłuszczowych wykazała, że wszystkie opracowane prototypy wykazują się stosunkowo niską zdolnością emulgowania tłuszczu. Dla prototypów zawierających polimeryczne pochodne APG określono niższe wartości ocenianego parametru w porównaniu do kompozycji odniesienia, co wskazuje na ich łagodne działanie na zabrudzenia hydrofobowe oraz naturalnie występujące w skórze lipidy. Dwuetapowa ocena bezpieczeństwa w zakresie oddziaływania na skórę wykazała niski potencjał drażniący opracowanych kosmetyków zarówno w zakresie oddziaływania z białkami, jak również w lipidami naskórka. Potwierdzają to uzyskane niskie wartości liczby zainowej oraz stosunkowo niskie wartości wysuszenia skóry po procesie mycia.

Praca finansowana z funduszy MNiSzW z dotacji na działalność statutową. Projekt nr 3580 /182/P, DBUPB/2023/007 pt. „Badanie postaw konsumentów w zakresie kształtowania nowych produktów i usług - ocena jakości i bezpieczeństwa nowych produktów i usług”.

W pracy przedstawiono wyniki badań dotyczących oceny jakości kosmetyków do mycia rąk w formie pianki zawierających polimeryczne, anionowe pochodne alkilopoliglukozydów. W badaniach odnoszono się do kompozycji zawierającej w składzie powszechnie stosowany amfoteryczny surfaktant - cocamidopropylbetainę. Dla prototypów kosmetyków wykonano badania w zakresie oceny ich funkcjonalności i bezpieczeństwa stosowania. Rezultaty badań wskazują, że wytworzone prototypy posiadają zbliżone do siebie właściwości pianotwórcze, natomiast stosunkowo niską zdolność do emulgowania tłuszczu. Obserwowano znaczny spadek ocenianego parametru dla kompozycji zawierających pochodne

APG. Wyniki mogą wskazywać na łagodne działanie myjące tych prototypów i niską zdolność do wymywania naturalnych lipidów z naskórka. Przeprowadzono ocenę bezpieczeństwa w zakresie działania na skórę potwierdza niskie działanie drażniące kompozycji zarówno w zakresie oddziaływania z białkami (test z zeiną), jak również w zakresie ingerencji w barierę naskórkową (ocena wysuszenia skóry).

Słowa kluczowe: kosmetyki myjące, pianki, anionowa pochodna APG, jakość, funkcjonalność, bezpieczeństwo stosowania

QUALITY ANALYSIS OF FOAM HAND WASH FORMULATIONS CONTAINING POLYMERIC ANIONIC ALKYL POLYGLUCOSIDE DERIVATIVES

This paper presents the results of a study on the evaluation of the quality of cosmetics for hand washing in foam form containing polymeric, anionic alkylpolyglucoside derivatives. The study referred to a composition containing in its composition a commonly used amphoteric surfactant - Cocamidopropyl Betaine. For prototypes of cosmetics, studies were carried out to evaluate their functionality and safety of use. The results of the tests indicate that the produced prototypes have similar foaming properties, but relatively low ability to emulsify fats. A significant decrease in the parameter evaluated was observed for compositions containing APG derivatives. The results may indicate the mild washing effect of these prototypes and low ability to leach natural lipids from the epidermis. A safety assessment of the effect on the skin was carried out confirms the low irritating effect of the compositions both in terms of interaction with proteins (test with zein) and in terms of interference with the epidermal barrier (assessment of skin dryness).

Keywords: cleansing cosmetics, foams, anionic APG derivative, quality, functionality, safety in use

Bibliografia

1. Rocca R., Acerbi F., Fumagalli L., Taisch M. Sustainability paradigm in the cosmetics industry: State of the art, *Cleaner Waste Systems*, 2022, 3, 100057.
2. Kolling C., Ribeiro J. L. D., de Medeiros J. F., Performance of the cosmetics industry from the perspective of Corporate Social Responsibility and Design for Sustainability, *Sustainable Production and Consumption*, 2022, 30, 171-185.
3. Bom S., Jorge, J., Ribeiro H. M., Marto J. O. A. N. A., A step forward on sustainability in the cosmetics industry: A review, *Journal of Cleaner Production*, 2019, 225, 270-290.
4. Sasounian R., Martinez R. M., Lopes A. M., Giarolla J., Rosado C., Magalhães, W. V., Velasco M. V. R., Baby A. R., Innovative approaches to an eco-friendly cosmetic industry: a review of sustainable ingredients, *Clean Technologies*, 2024, 6(1), 176-198.

5. Goyal N., Jerold F., Biocosmetics: technological advances and future outlook, *Environmental Science and Pollution Research*, 2023, 30(10), 25148-25169.
6. Ustyomenko R. Trends and Innovations in Cosmetic Marketing, *Economics & Education*, 2023, 8(3), 12-17.
7. Hwang J. K., Kim E. J., Lee S. M., Lee, Y. K., Impact of susceptibility to global consumer culture on commitment and loyalty in botanic cosmetic brands, *Sustainability*, 2021, 13(2), 892.
8. Dini I., Laneri S., The new challenge of green cosmetics: Natural food ingredients for cosmetic formulations, *Molecules*, 2021, 26(13), 3921.
9. Lima L. L., Bispo-dos-Santos K., Trevisan I. M. C., Rapôso C., Velho P. E. N. F., Bagatin E., ... Ricci Leonardi G., Developing Botanical Formulations for Sustainable Cosmetics, *Cosmetics*, 2023, 10(6), 159.
10. Bujak T., Zagórska-Dziok M., Ziemlewska A., Nizioł-Łukaszewska Z., Lal K., Wasilewski T., Hordyjewicz-Baran Z., Flower extracts as multifunctional dyes in the cosmetics industry, *Molecules*, 2022, 27(3), 922.
11. Klimaszewska E., Wieczorek D., Lewicki S., Stelmasiak M., Ogorzałek M., Szymański Ł., Tomasiuk R., Markuszewski L., Effect of New Surfactants on Biological Properties of Liquid Soaps, *Molecules* 2022, 27(17), 5425.
12. Seweryn A., Bujak T., Application of anionic phosphorus derivatives of alkyl polyglucosides for the production of sustainable and mild body wash cosmetics, *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 2018, 6(12), 17294-17301.
13. Karnwal A., Shrivastava S., Al-Tawaha A. R. M. S., Kumar G., Singh R., Kumar A., Mohan A., Malik, T. Microbial biosurfactant as an alternate to chemical surfactants for application in cosmetics industries in personal and skin care products: a critical review. *BioMed Research International*, 2023, 2023(1), 2375223.
14. Ahmadi-Ashtiani H. R., Baldisserotto A., Cesa E., Manfredini S., Sedghi Zadeh H., Ghafori Gorab M., Khanahmadi M., Zakizadeh S., Buso P., Vertuani S., Microbial biosurfactants as key multifunctional ingredients for sustainable cosmetics. *Cosmetics*, 2020, 7(2), 46.
15. Podkowa-Zawadzka I., Wasilewski T., Zięba M., Evaluation of the Quality of Bath Cosmetics in Powder Form Depending on the Selection of Fillers, Tenside Surfactants Detergents, 2021, 58(5), 334-341.
16. Bujak T., Wasilewski T., Nizioł-Łukaszewska Z., Effect of molecular weight of polyvinylpyrrolidone on the skin irritation potential and properties of body wash cosmetics in the coacervate form, *Pure and Applied Chemistry*, 2019, 91(9), 1521-1532.
17. Klimaszewska E., Ogorzałek M., Seweryn A., Wasilewski T., Application properties of bath liquids for children based on Sodium Laureth Sulfate with

- addition of different molecular weight collagens derived from marine sources, *Journal of Surfactants and Detergents*, 2019, 22(6), 1469-1475.
18. Klimaszewska E., Seweryn A., Czerwonka D., Piotrowska U., Ogorzałek M., Poprawa bezpieczeństwa stosowania kosmetyków dla dzieci poprzez dobór składników o działaniu myjącym, *Przemysł Chemiczny*, 2017, 96(12), 2509-2513.
 19. Klimaszewska E., Wieczorek D., Zięba M., Małysa A., Staszak K., Kwaśniewska D., Adamczyk K., Drzymała K., Dobrowolski A., Effect of N-dodecyl-N-(propylpiperidinium-3-sulfonate) on Usage Properties of Liquid Soaps for Sensitive Skin, *Tenside Surfactants Detergents*, 2018, 55(6), 439-446.
 20. Herrwerth S., Leidreiter H., Wenk H. H., Farwick M., Ulrich-Brehm I., Grüning B., Highly concentrated cocamidopropyl betaine—the latest developments for improved sustainability and enhanced skin care, *Tenside Surfactants Detergents*, 2008, 45(6), 304-308.
 21. Seweryn A., Interactions between surfactants and the skin – Theory and practice, *Advances in Colloid and Interface Science*, 2018, 256, 242-255.
 22. Wieczorek D., Dobrowolski A., Staszak K., Kwaśniewska D., Dubyk P., Synthesis, surface and antimicrobial activity of piperidine-based sulfobetaines. *Journal of Surfactants and Detergents*, 2017, 20, 151-158.
 23. Ananthapadmanabhan K. P., Moore D. J., Subramanyan K., Misra M., Meyer, F., (2004). Cleansing without compromise: the impact of cleansers on the skin barrier and the technology of mild cleansing, *Dermatologic Therapy*, 17, 16-25.
 24. Mukherjee S., Edmunds M., Lei X., Ottaviani M. F., Ananthapadmanabhan K. P., Turro, N. J., Original Contribution: Stearic acid delivery to corneum from a mild and moisturizing cleanser. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 2010, 9(3), 202-210.
 25. Ananthapadmanabhan K. P., Mukherjee S., Chandar, P. Stratum corneum fatty acids: their critical role in preserving barrier integrity during cleansing. *International Journal of Cosmetic Science*, 2013, 35(4), 337-345.
 26. Li H., Jin Y., Fan B., Qi R., Cheng, X., Peng S., Synthesis and surface activity of mono-and diphosphate ester mixture with different alkyl chain length, *Journal of Dispersion Science and Technology*, 2017, 38(5), 704-711.
 27. Gao Y., Yang X., Bai L. Zhang J., Preparation and physicochemical properties of disodium lauryl glucoside sulfosuccinate, *Journal of Surfactants and Detergents*, 2014, 17(4), 603-608.
 28. Chen K. M., Lin L. H., Dong M. Y., Wang C.F., Hwang M. C., Preparation and surface activity of phosphated alkyl oligoglucosides, *Journal of Surfactants and Detergents*, 2010, 13(4), 417-422.
 29. Seweryn A., Bujak T. Application of anionic phosphorus derivatives of alkyl polyglucosides for the production of sustainable and mild body wash cosmetics. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 2018, 6(12), 17294-17301.

30. Bujak T., Nizioł-Łukaszewska Z., Wasilewski T. Effect of molecular weight of polymers on the properties of delicate facial foams, *Tenside Surfactants Detergents*, 2018, 55(2), 96-102.
31. Wasilewski T., Seweryn A., Krajewski M., Improvement in the safety of use of hand dishwashing liquids through the addition of hydrophobic plant extracts, *Journal of Surfactants and Detergents*, 2016, 19, 1315-1326.
32. Raffa P., Wever D. A. Z., Picchioni F., Broekhuis A. A., Polymeric surfactants: synthesis, properties, and links to applications, *Chemical reviews*, 2015, 115(16), 8504-8563.
33. German G. K., Pashkovski E., Dufresne, E. R., Surfactant treatments influence drying mechanics in human stratum corneum, *Journal of Biomechanics*, 2013, 46(13), 2145-2151.
34. Kim D., Seok J. K., Kim M., Choi S., Hong J., Yoon Y. A., ... Lee J. Y., Safety assessment of cocamidopropyl betaine, a cosmetic ingredient, *Toxicological Research*, 2024, 40, 361-375.
35. Morris S. A., Thompson R. T., Glenn R. W., Ananthapadmanabhan K. P., Kasting, G. B., Mechanisms of anionic surfactant penetration into human skin: Investigating monomer, micelle and submicellar aggregate penetration theories, *International Journal of Cosmetic Science*, 2019, 41(1), 55-66.

Autorzy:

dr inż. Artur Seweryn, – Uniwersytet Radomski im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu,
Wydział Chemii Stosowanej
email: a.seweryn@uthrad.pl

ANALIZA SKŁADU MINERALNEGO I MIKROBIOLOGICZNEGO WÓD WODOCIĄGOWYCH I FILTROWANYCH ORAZ PREFERENCJE KONSUMENTÓW

Martyna Fabiszak, Agata Sut, Katarzyna Wybieralska

Wstęp

Krystaliczna woda, wolna od zanieczyszczeń i bogata w związki mineralne wpływa na prawidłowe funkcjonowanie organizmu człowieka, jest środowiskiem przebiegu procesów życiowych, a także substratem dużej ilości reakcji biochemicznych - bierze udział w transporcie wielu składników odżywczych, metabolitów, tlenu oraz dwutlenku węgla. Posiada funkcje regulujące oraz ochronne i potrzebna jest w celu zachowania stałej temperatury ciała. Woda nie gromadzi się w organizmie "na zapas", dlatego codziennie musi być dostarczana do organizmu. Według badań ilość wody spożywana przez osobę dorosłą powinna wynosić 2 litry, w tym 1-1,5 litra w formie napoju. WHO zaleca dorosłym mężczyznom spożycie płynów na poziomie 2 litry na dzień, a kobietom 1,4 litra dziennie [5].

1. Woda filtrowana

W kontekście rosnącej świadomości ekologicznej i obaw związanych z jakością wody, zrównoważone podejście do jej wyboru staje się coraz bardziej istotne. Filtracja wody w dzbanku to popularna alternatywa dla wody butelkowanej, zwłaszcza w gospodarstwach domowych. Filtry dzbankowe zaprojektowano głównie w celu redukcji twardości wody, usuwając nadmiar soli mineralnych odpowiedzialnych za tworzenie kamienia kotłowego, związków chloru stosowanych w procesie dezynfekcji oraz zanieczyszczeń mechanicznych, takich jak rdza i zawiesiny. Niemniej jednak, filtry te mają istotne ograniczenia – nie eliminują mikroorganizmów, żelaza oraz manganu w formie rozpuszczonej, jonów amonu i amoniaku, azotanów i azotynów [3]. Co ciekawe, według badań przeprowadzonych przez Puszczała, Kudlek i Marszałek [10], zarówno w wodzie wodociągowej, jak i wodzie po filtracji zawartość chlorków była jednakowa, a po dwóch tygodniach stosowania filtr może nie spełniać już swoich funkcji.

2. Woda wodociągowa

Jakość wody kranowej w Polsce jest ściśle kontrolowana zgodnie z wymogami Rozporządzenia Ministra Zdrowia z 2017 roku oraz normami europejskimi. Woda pitna podlega szczegółowym badaniom pod kątem mikrobiologicznym, chemicznym i fizycznym, co ma na celu zapewnienie bezpieczeństwa konsumentom. Pomimo wymagań stawianych w rozporządzeniu Ministra Zdrowia [11] wiele osób wciąż pozostaje nieufnych wobec wody z kranu i uważa, że jest ona siedliskiem bakterii, ma niewłaściwą barwę oraz nieprzyjemny zapach. Ta negatywna opinia na

temat najbardziej ogólnodostępnej dla człowieka wody kranowej, jest pozostałością po poprzednich dekadach. Według badania „Picie, używanie i filtrowanie wody” przeprowadzonego w 2016 roku przez TNS Polska na zlecenie marki Brita, 46% mieszkańców miast spożywało wodę z kranu, zarówno bezpośrednio, jak i po przefiltrowaniu. To znaczący wzrost w porównaniu do 2014 roku, kiedy taką wodę piło tylko 26% badanych. W 2016 roku, 28% respondentów przyznało, że piło wodę bezpośrednio z kranu, a 18% najpierw ją filtrowało. Ówcześni respondenci wskazywali jako główne bariery spożycia wody kranowej: obawy o jakość wody, w tym jej twardość, osad, zawartość chloru, nieprzyjemny smak oraz obecność drobnoustrojów i bakterii. Zwolennicy wody bieżącej podkreślają, że jej jakość w większości większych polskich miast dorównuje, a czasem nawet przewyższa jakością wiele wód butelkowanych. Woda z kranu często zawiera więcej minerałów niż niektóre z najbardziej znanych marek wód butelkowanych [7].

Najczęściej stosowaną metodą dezynfekcji wody kranowej jest chlorowanie, które choć tanie i skuteczne, może powodować także nieprzyjemny zapach i smak oraz tworzenie się związków szkodliwych dla zdrowia człowieka, takich jak chlorofenole, trihalometany (THM), chloraminy i chlorany [2].

Ozonowanie jest alternatywną metodą dezynfekcji, która zapewnia wysoką skuteczność w eliminacji mikroorganizmów bez wpływu na smak i zapach wody. Ozon działa szybciej i jest skuteczniejszy niż chlor, jednakże jego krótkotrwała aktywność może prowadzić do wtórnego rozwoju bakterii w sieci wodociągowej, co wymaga stałego monitorowania [2].

3. Cel badań

Celem głównym badań była ocena jakości wód wodociągowych poddanych procesowi filtracji za pomocą filtrów dzbankowych wybranych marek oraz analiza preferencji konsumentów w wyborze wody pitnej. Z zamiarem realizacji celu głównego zdefiniowano szczegółowe cele badawcze:

1. Analiza składu mineralnego: ilościowe oznaczenie zawartości magnezu i wapnia.
2. Analiza mikrobiologiczna: oznaczenie ogólnej liczby bakterii psychrofilnych, mezofilnych, grzybów oraz *E. coli*.
3. Identyfikacja częstotliwości spożycia wody bieżącej, filtrowanej.
4. Analiza obaw w odniesieniu do spożycia wody z kranu i filtrowanej w dzbanku.

4. Materiał badawczy

Materiał do badań stanowiła poznańska woda wodociągowa z dzielnicy Piątkowo, która została przefiltrowana w dzbankach filtrujących marek: X, Y, Z. Filtr marki X był dodatkowo wzbogacony o jony magnezu, dla którego zbadano filtrację wody przy użyciu nowego i zużytego wkładu (okres zużycia przekroczył 1 miesiąc).

5. Metodyka badań

5.1. Ilościowe oznaczenie zawartości magnezu i wapnia

Stężenie wapnia, jak i magnezu określono za pomocą mikrofalowej plazmowo-atomowej spektrometrii emisyjnej (Agilent MP-AES 4210) (Agilent Technologies, Melbourne, Australia) - zgodnie z metodą opisaną szczegółowo przez Ozbekanda i Akmana [9]. Do każdego oznaczenia przygotowano co najmniej trzy krzywe kalibracyjne każdorazowo dostosowano do oczekiwanego stężenia w analizowanej próbce [6].

5.2. Oznaczenie ogólnej liczby bakterii psychrofilnych, mezofilnych, grzybów oraz E. coli

Badania te miały na celu ocenę ogólnej liczby bakterii psychrofilnych, mezofilnych, grzybów oraz bakterii *Escherichia coli* (*E. coli*) zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z 2017 roku [11]. Kierunki badań:

- Bakterie psychrofilne: Posiew na pożywce PCA, inkubacja przez 48 godzin w temperaturze $22^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.
- Bakterie mezofilne: Posiew na pożywce PCA, inkubacja przez 48 godzin w temperaturze $37^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.
- Grzyby: Posiew na pożywce Sabouraud, inkubacja przez 5 dni w temperaturze $30^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.
- Bakterie *E. coli*: Oznaczenie metodą filtracji membranowej, inkubacja na pożywce TBX przez 24 godziny w temperaturze $37^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

5.3. Badanie preferencji konsumentów w wyborze wody pitnej

W ramach badania zastosowano technikę CAWI (Computer-Assisted Web Interview), wykorzystując autorski instrument badawczy w postaci kwestionariusza ankietowego, zawierającego 10 pytań. Został on przygotowany w formie elektronicznej przy wykorzystaniu platformy Google. Link do kwestionariusza został przesłany za pomocą komunikatorów internetowych. Następnie poproszono respondentów o przesłanie linku do innych znanych sobie osób (tzw. metoda kuli śnieżnej). Do interpretacji uzyskanych wyników użyto następujące statystyki opisowe: miara tendencji centralnej (średnia arytmetyczna), miara dyspersji (odchylenie standardowe) oraz miara procentowego rozkładu poszczególnych ocen.

6. Wyniki badań

6.1. Ilościowe oznaczenie zawartości magnezu i wapnia

Wszystkie analizowane filtry do wody prowadziły do redukcji zawartości jonów wapnia w wodzie (tabela 1). Najniższą zawartość tego pierwiastka stwierdzono w wodzie przefiltrowanej przy użyciu filtra marki Y (39,28 mg/l), zbliżony wynik

uzyskano dla filtra marki Z (44,24 mg/l). Z kolei filtry marki X, zarówno z nowym, jak i z zużytym wkładem, zachowały wyższe stężenie wapnia, odpowiednio 89,68 mg/l i 97,82 mg/l, co stanowi ponad dwukrotność wyników uzyskanych dla filtrów marek Y i Z.

Tab. 1. Stężenie zawartości magnezu i wapnia

	Mg		Ca	
	mg/l	RSD [%]	mg/l	RSD [%]
Woda wodociągowa	13,42±0,21	1,53	124,29±2,28	1,83
Woda przefiltrowana nowym filtrem marki X	17,03±0,46	2,73	89,68±2,4	2,67
Woda przefiltrowana zużytym filtrem marki X	32,6±0,25	0,78	97,82±1,26	1,29
Woda przefiltrowana filtrem marki Y	8,67±0,07	0,82	39,28±0,18	0,46
Woda przefiltrowana filtrem marki Z	7,65±0,02	0,51	44,24±0,05	0,47

Źródło: Opracowanie własne

W zakresie zawartości magnezu, filtry marek Y oraz Z przyczyniły się do obniżenia stężenia tego pierwiastka, przy czym większy spadek zaobserwowano w przypadku filtra marki Z (7,65 mg/l) w porównaniu do filtra marki Y (8,67 mg/l). Filtr X, zgodnie z oczekiwaniami, wzbogacił wodę w magnez, jednak wzrost ten był relatywnie niewielki w przypadku nowego wkładu (zaledwie o 3,61 mg/l). Zdecydowanie większe wzbogacenie w magnez zaobserwowano przy użyciu „zużytego” wkładu filtra (32,60 mg/l).

W celu wyjaśnienia zaobserwowanej różnicy w wynikach dla nowego i zużytego wkładu filtra marki X, skontaktowano się z producentem. Producent wskazał, że „Wymiennik jonowy w filtrach magnezowych jest w niewielkim stopniu zbuforowany jonami sodu, które jako pierwsze są wymieniane podczas filtracji. W przypadku nowego wkładu maksymalne wzbogacenie w jony magnezu następuje po przefiltrowaniu około 10-15 litrów wody.”. Zatem, wyniki dla nowego wkładu mogą nie być zgodne z oczekiwaniami, gdyż poboru wody dokonano po czwartym przefiltrowaniu. Ponadto, producent wyjaśnił, że „stary” filtr mógł nie być jeszcze w pełni zużyty, co tłumaczy wyższy poziom magnezu. Na stronie internetowej producenta widnieje informacja o zaleceniu wymiany filtra co 1 miesiąc lub po przefiltrowaniu ok. 200 litrów wody. Czas ten może się różnić w zależności od jakości wody w danym regionie oraz intensywności użytkowania. Producent rekomenduje także bieżące monitorowanie stanu filtra, ponieważ zbyt twarda woda lub większe zużycie mogą skrócić ten okres.

Podsumowując, filtr marki X okazał się skuteczniejszy w zwiększaniu zawartości magnezu w wodzie. Filtr marki X wykazał się najmniejszą zdolnością usuwania jonów wapnia z wody wodociągowej w porównaniu do pozostałych marek filtrów.

Filtry marek Y oraz Z wykazały bardzo zbliżone wyniki zarówno w odniesieniu do zawartości magnezu, jak i wapnia obniżając zawartość obu tych pierwiastków o średnio: dla magnezu ok. 40%, dla wapnia ok. 65%.

6.2. Oznaczenie ogólnej liczby bakterii psychrofilnych, mezofilnych, grzybów oraz *E. coli*

Badania wykazały, że woda wodociągowa spełnia normy Rozporządzenia Ministra Zdrowia z 2017 roku, według których liczba bakterii *E. coli* powinna wynosić 0, liczba bakterii psychrofilnych nie powinna przekraczać 100 jtk./cm³, a liczba bakterii mezofilnych 20 jtk./cm³ [11]. Żadna z badanych wód filtrowanych nie spełniła norm ustanowionych przez Ministra Zdrowia, nawet ta oczyszczana za pomocą nowego wkładu (tabela 2).

Tab. 2. Oznaczenie ogólnej liczby bakterii i grzybów

	Ogólna liczba bakterii psychrofilnych (22°C±2) [jtk./cm ³]	Ogólna liczba bakterii mezofilnych (37°C±2) [jtk./cm ³]	Ogólna liczba grzybów (30°C±2) [jtk./cm ³]	Liczba bakterii <i>E. coli</i> (37°C±2) [jtk./100 ml]
Woda wodociągowa	4,9·10 ¹	0	0	0
Woda przefiltrowana użytym filtrem marki X	1,4·10 ³	8,3·10 ²	0	0
Woda przefiltrowana nowym filtrem marki X	1,8·10 ²	6,2·10 ¹	<10	0
Woda przefiltrowana filtrem marki Y	5,4·10 ³	2,2·10 ³	10	0
Woda przefiltrowana filtrem marki Z	1,3·10 ⁴	4,3·10 ³	2,7·10 ¹	0

Źródło: Opracowanie własne

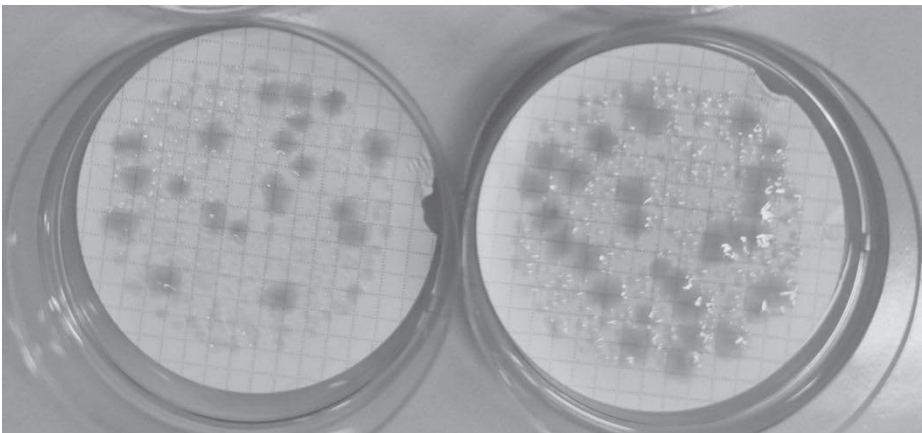
Najwięcej bakterii odnotowano w wodzie przefiltrowanej przez filtr marki Z. Bakterii psychrofilnych było w nim ok. 265 razy więcej w stosunku do wody wodociągowej i aż 4300 jtk./cm³ bakterii mezofilnych, gdzie według norm woda wodociągowa nie powinna zawierać ich w większej ilości niż 20 jtk./cm³. Filtr był użytkowany przez niecałe 3 tygodnie. Pomimo iż dalej skutecznie usuwał twardość wody, ze względu na tak wysoką zawartość mikroorganizmów definitywnie nie powinien być dalej użytkowany. W próbce tej wody stwierdzono również obecność grzybów.

Najmniejszą liczebność mikroorganizmów (choć dalej niezgodną z normami ustalonymi przez Ministra Zdrowia) zarejestrowano w wodzie przefiltrowanej filtrem marki X. Według informacji na stronie producenta, filtry marki X są impregnowane srebrem, co może hamować szybkie namnażanie się bakterii wewnątrz

filtra. Dodatkowo, woda ta była przechowywana w szklanym dzbanku, który łatwo wyparzyć, co mogło przyczynić się do mniejszej liczby mikroorganizmów.

Badania wykazały, że stosowanie filtrów dzbankowych nie gwarantuje eliminacji mikroorganizmów z wody, a ich skuteczność może zależeć od wielu czynników, takich jak rodzaj filtra, jego wiek oraz materiał dzbanka. Zaleca się regularną wymianę filtrów oraz dbanie o higienę dzbanka, aby zminimalizować ryzyko zanieczyszczenia mikrobiologicznego przefiltrowanej wody.

Pomimo braku wykrycia bakterii *Escherichia coli* we wszystkich próbkach, w wodzie przefiltrowanej przez nowy filtr marki X zaobserwowano obecność innych mikroorganizmów. Początkowo przypuszczano, że zielonkavo-brązowe zabarwienie kolonii może być wynikiem przeterminowanej pożywki TBX (rysunek 1). W celu wyeliminowania błędu, przeprowadzono powtórne oznaczenie na świeżej pożywce, co dało podobne rezultaty. Zamiast oczekiwanego zielonkawoniebieskiego zabarwienia, charakterystycznego dla *E. coli*, kolonie miały barwę zielono-brązową, przypominającą oliwkowy odcień. Próbki poddano identyfikacji metodą spektrometrii masowej MALDI-TOF MS. Wyniki wykazały obecność bakterii *Acinetobacter beijerinckii* oraz *Pseudomonas aeruginosa*, przy czym wskaźnik identyfikacji w obu przypadkach przekroczył wartość 2, co wskazuje na wysoką pewność identyfikacji [4].



Rys. 1. Kolonie bakterii *Acinetobacter beijerinckii* oraz *Pseudomonas aeruginosa* (opracowanie własne)

6.2.1. Charakterystyka wykrytych bakterii

Acinetobacter beijerinckii: jest to stosunkowo słabo poznany mikroorganizm. Według dostępnych źródeł, bakterie z rodzaju *Acinetobacter* mogą być izolowane zarówno z próbek ludzkich i zwierzęcych, jak i z różnych źródeł środowiskowych.

Są to bakterie względnie chorobotwórcze, znane z wywoływania zakażeń szpitalnych [8].

Pseudomonas aeruginosa: ta bakteria najczęściej występuje w glebie, wodzie oraz na powierzchni roślin, rzadziej na skórze zwierząt. W pewnych przypadkach może także kolonizować skórę osób z obniżoną odpornością. Zakażenie *P. aeruginosa* jest szczególnie niebezpieczne dla pacjentów z mukowiscydozą [1].

6.2.2. Możliwe źródło zanieczyszczenia

Obecność bakterii psychrofilnych i mezofilnych w stosunkowo dużych ilościach, pomimo użycia nowego filtra, sugeruje możliwość zanieczyszczenia podczas procesu produkcji filtrów. *Acinetobacter beijerinckii* i *Pseudomonas aeruginosa* mogły zostać wprowadzone do systemu filtrującego na etapie produkcji, co wskazuje na konieczność dokładniejszej kontroli jakości w procesie produkcyjnym.

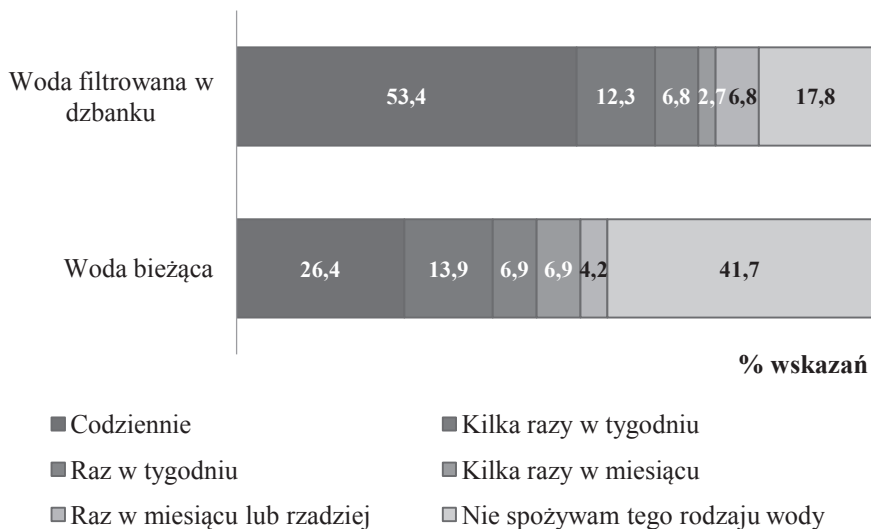
6.3. Badanie preferencji konsumentów w wyborze wody pitnej

Badanie przeprowadzono w sierpniu 2024 roku. Próba została dobrana w sposób losowy. Jedynym kryterium doboru próby było miejsce zamieszkania. Ankietowany musiał być mieszkańcem Poznania. W badaniu wzięło udział 154 respondentów. Większość ankietowanych tj. 80,5% (124 osoby) stanowiły kobiety. Ponad połowę respondentów stanowiły osoby w wieku 18-24 (53,8%), 28,2% osoby w wieku 25-34, 9% ankietowanych w wieku 35-44 oraz pozostali uczestnicy badania w wieku 45 i więcej lat. 78 ankietowanych (50,6%) to osoby z wykształceniem średnim, 74 (48,1%) z wykształceniem wyższym, a pozostali tj. 2 osoby to osoby z wykształceniem zawodowym.

W ankiecie przeważała ilość respondentów z dzielnicy Piątkowo w Poznaniu - tj. 32 osoby (20,8%). Po 16 osób (10,4%) z Jeżyc i Winograd, 14 (9,1%) z Rataj, 12 (7,8%) z Grunwaldu i mniej niż 10 ze Starego Miasta, Wildy, Łazarzu, Nowego Miasta, Dębca, Ogrodów, Podolan, Szczepankowa i Naramowic. Można więc stwierdzić, że w ankiecie udział wzięły osoby zamieszkujące każdą dzielnicę Poznania.

6.3.1. Identyfikacja częstotliwości spożycia wody filtrowanej i bieżącej

Według danych przedstawionych na wykresie 1, woda filtrowana w dzbanku jest najczęściej wybieranym rodzajem wody do codziennego spożycia, co sugeruje wysokie zaufanie konsumentów do jakości i bezpieczeństwa wody po filtracji. Używanie jej codziennie lub kilka razy w tygodniu deklaruje aż 65,7% badanych. 17,8% badanych nie konsumuje wody poddanej procesowi filtracji. Woda bieżąca ma ponad 2 razy niższy odsetek codziennego użytkowania (26,4%) i największy odsetek osób, które w ogóle jej nie spożywają (41,7%).



Rys. 2. Konsumencka ocena częstotliwości spożycia danego rodzaju wody (opracowanie własne)

W 2016 roku, 28% respondentów przyznało, że spożywało wodę bezpośrednio z kranu, a 18% najpierw ją filtrowało. Ówcześni respondenci to mieszkańcy miast. W badaniu nie została określona dokładna częstotliwość konsumpcji wody [7]. W porównaniu do obecnych wyników (przyjmijmy jako parametr codzienne spożycie wody), należy wnioskować, iż nastąpiła odwrotna zależność. W badaniu przeprowadzonym w sierpniu 2024 w Poznaniu, respondenci częściej spożywali wodę filtrowaną w dzbanku (53,4%) niż wodę bieżącą (26,4%).

6.3.2. Analiza powodów ograniczania spożycia wody z kranu i filtrowanej w dzbanku.

Zapytano również respondentów, czy mają jakieś obawy co do spożywania wody bieżącej i filtrowanej w dzbanku. Wyniki umieszczono w tabeli 3.

Tab. 3. Stopień zaufania konsumentów do jakości spożywanych wód

Pytanie: Czy ograniczasz z różnych względów spożycie:	Średnia	SD	% wskazań*				
			1	2	3	4	5
wody prosto z kranu?	2,9	1,4	21,3	26,2	12,5	23,7	16,3
wody filtrowanej w dzbanku?	4,2	1,0	0,0	8,8	11,2	31,3	48,7

SD – odchylenie standardowe

*Skala: 1 – zdecydowanie tak, 2 – raczej tak, 3 – ani nie, ani tak, 4 – raczej nie, 5 - zdecydowanie nie.

Źródło: Opracowanie własne

Średnia 2,9 wskazuje, że respondenci są neutralni lub skłonni do wyrażania niewielkich obaw co do spożywania wody z kranu. Rozkład odpowiedzi jest dosyć równomierny, co wskazuje na brak zdecydowanej przewagi jednej opinii. Oceny badanych odchyłały się na plus albo na minus od średniej o 1,4. Wysoka średnia (4,2) wskazuje na niewielkie obawy dotyczące spożywania wody filtrowanej w dzbanku. Aż 48,7% respondentów odpowiedziało „zdecydowanie nie”, a 31,3% „raczej nie”, co wskazuje, że większość badanych nie ma obaw związanych z tego typu wodą.

W pytaniu dotyczącym obaw w odniesieniu do spożycia wody bieżącej (z kranu) najczęściej wskazywano na smak i zapach wody (72,2%). Kolejnymi częstymi odpowiedziami były: zanieczyszczenia chemiczne (57%), mikrobiologiczne (54,4%) oraz starzenie się infrastruktury wodociągowej (49,3%).

W badaniu „Picie, używanie i filtrowanie wody” przeprowadzonym w 2016 roku przez TNS Polska na zlecenie marki Brita, mieszkańcy miast wskazywali jako główne bariery spożycia wody kranowej: jakość wody, w tym jej twardość, osad, zawartość chloru, nieprzyjemny smak oraz obecność drobnoustrojów i bakterii [7]. Respondenci udzielający odpowiedzi w 2024 roku mają podobne obawy, co do konsumpcji wody bieżącej.

W przypadku obaw, co do spożywania wody filtrowanej w dzbanku najwięcej badanych zaznaczyło dwie odpowiedzi o takim samym procencie wskazań 45,6%, które dotyczyły możliwości osadzenia się mikroorganizmów w filtrze oraz utraty niektórych minerałów w procesie filtracji.

Ostatnie pytanie odnosiło się do marek filtrów, których konsumenci używają. Większość odpowiedzi przypadła filtrom trzech marek – Dafi (51,2%), Brita (13,7%), Aquaphor (8,8%). Co piąty ankietowanych nie używa filtrów dzbankowych.

Wnioski

Wszystkie filtry zmniejszyły zawartość jonów wapnia i magnezu w wodzie. Wyjątek stanowił filtr marki X, który był dodatkowo wzbogacony w jony magnezu. Tym samym potwierdzono jego skuteczność.

- Woda wodociągowa spełnia normy dotyczące liczby bakterii E. coli, psychrofilnych i mezofilnych. Żadna woda oczyszczana za pomocą filtrów dzbankowych nie spełniła tych norm.
- 53,4% respondentów korzysta z wody filtrowanej w dzbanku każdego dnia. Woda bieżąca przez 26,4%, natomiast aż 41,7% badanych w ogóle jej nie konsumuje.

- Respondenci obawiają się zanieczyszczeń mikrobiologicznych w wodzie kranowej (54,4%). Badania potwierdzają, że woda ta jest wolna od tego rodzaju zanieczyszczeń. Mają także obawy co do osadzania się mikroorganizmów w filtrach dzbankowych oraz utraty niektórych minerałów w procesie filtracji (45,6% wskazań dla obu stwierdzeń). Przeprowadzone badania udowadniają, iż obawy te są uzasadnione.

Podsumowanie

Wyniki badań podkreślają znaczenie ścisłej kontroli jakości podczas produkcji filtrów do wody, aby zapobiec wprowadzeniu potencjalnie patogennych mikroorganizmów. Ponadto, regularna wymiana filtrów oraz dbanie o higienę dzbanków filtrujących są kluczowe dla zapewnienia jakości wody pitnej. Wysoka liczba bakterii psychrofilnych i mezofilnych w próbkach wskazuje na potrzebę dalszych badań nad efektywnością i bezpieczeństwem różnych systemów filtrujących dostępnych na rynku

Woda filtrowana, czy spożywana prosto z kranu? Która z nich jest najbardziej preferowana i bezpieczna dla konsumentów? Woda filtrowana choć skutecznie poprawiona co do jej twardości, może nie zawsze być pozbawiona konkretnych mikroorganizmów i innych zanieczyszczeń. Miejskie sieci wodociągowe zachwalają jakość wody prosto z kranu, ale trudno gwarantować, że jej klasa nie zmieni się po dotarciu do odbiorcy (stare rury itp.).

Zadaniem podjętym w pracy była analiza składu mineralnego i mikrobiologicznego wód wodociągowych poddanych procesowi filtracji oraz ocena preferencji konsumentów odnośnie wyboru wody pitnej. Obok doświadczeń laboratoryjnych przeprowadzono badanie za pomocą autorskiego kwestionariusza ankiety. Analizowano wodę pobraną bezpośrednio z kranu, wodę przefiltrowaną. Uzyskane wyniki pozwoliły na podkreślenie konieczności ścisłej kontroli jakości filtrów oraz przefiltrowanej wody w celu zapewnienia jej bezpieczeństwa.

Słowa kluczowe: woda wodociągowa, woda filtrowana, dzbanki filtrujące, jakość, preferencje konsumentów

ANALYSIS OF MINERAL AND MICROBIOLOGICAL COMPOSITION OF TAP AND FILTERED WATER AND CONSUMER PREFERENCES

Filtered water or consumed straight from the tap? Which one is the most preferred and safe for consumers? Filtered water, although effectively improved in its hardness, may not always be free of specific microorganisms and other contaminants. Municipal water networks praise the quality of water straight from the tap, but it is difficult to guarantee that its class will not change after reaching the recipient (old pipes, etc.).

The task undertaken in this work was to analyze the mineral and microbiological composition of tap water subjected to the filtration process and to assess consumer preferences regarding the choice of drinking water. In addition to laboratory experiments, a study was conducted using an original survey questionnaire. Water taken directly from the tap and filtered water were analyzed. The obtained results allowed to emphasize the need for strict quality control of filters and filtered water to ensure its safety.

Keywords: tap water, filtered water, filter jugs, quality, consumer preferences

Bibliografia

1. De Sousa, T., Hebraud, M., Enes Dapkevicius, L. N., Maltez, L., Pereira, J. E., Capita, R., Alonso-Calleja, C., Igrejas, G. i Poeta, P. (2021). Genomic and metabolic characteristics of the pathogenicity in *Pseudomonas aeruginosa*. *International Journal of Molecular Science*, 22, 12892.
2. Filtry Wody. (b.d.). Dezynfekcja wody. Pobrane 12 lipca 2024 z <https://www.filtr-y-wody.pl/poradnik/dezynfekcja-wody-art88/>
3. Inżynieria Wody. (2019). Dzbanek filtrujący do wody – co warto wiedzieć? <https://inzynieria wody.pl/dzbanek-filtrujacy-do-wody/>
4. Hildebrandt, Ł. i Wendt, U. (2020). Identyfikacja drobnoustrojów – stabilność i poprawność metody spektrometrii mas (MALDI TOF MS). *Diagnostyka Laboratoryjna*, 56(4). <https://doi.org/10.5604/01.3001.0015.0264>
5. Januszko, O., Madej, D., Postaleniec, E., Brzozowska, A., Pietruszka, B. i Kałuża, J. (2012). Spożycie składników mineralnych z wodą pitną przez młode kobiety. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny*, 63(1), 43-50.
6. Kiewlicz, J. i Rybicka, I. (2020). Minerals and their bioavailability in relation to dietary fibre, phytates and tannins from gluten and gluten-free flakes. *Food Chemistry*, 305. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125452>
7. Kłos, L. (2017). Czy „kranówka” może stać się bezpiecznym substytutem wód butelkowanych? *Studia i Prace WNEIZ US*, 47(2). <https://doi.org/10.18276/SIP.2017.47/2-07>
8. Nemeč, A., Masilek, M., Maixnerova, M., De Baere, T., Van der Reijden, J. K., Vanechoutte, M. i Dijkshoorn, L. (2009). *Acinetobacter beijerinckii* sp. nov. and *Acinetobacter gyllenbergii* sp. nov., haemolytic organisms isolated from humans. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 59(Pt 1), 118-124. <https://doi.org/10.1099/ijs.0.001230-0>
9. Ozbek, N. i Akman, S. (2016). Method development for the determination of calcium, copper, magnesium, manganese, iron, potassium, phosphorus and zinc in different types of breads by microwave induced plasma-atomic emission spectrometry. *Food Chemistry*, 200, 245–248. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.01.043>

10. Puszczalo, E., Kudlek, E. i Marszalek, A. (2019). Ocena skuteczności pracy filtrów przelewowych. *Proceedings of ECOpole*.
[https://doi.org/10.2429/proc.2019.13\(1\)016](https://doi.org/10.2429/proc.2019.13(1)016)
11. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi, Dz.U. 2017 poz. 2294.

Autorzy:

dr hab. inż. Katarzyna Wybieralska, prof. UEP – Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu,
Instytut Nauk o Jakości,
email: Katarzyna.Wybieralska@ue.poznan.pl

inż. Martyna Fabiszak – Studentka Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu

mgr inż. Agata Sut – Absolwentka Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu

WPLYW RODZAJU WYKOŃCZENIA POWIERZCHNI NA WŁAŚCIWOŚCI HIGIENICZNE SKÓR

Jan Żarłok

Wstęp

Jakość obuwia w dużym stopniu zależy od jego właściwości higienicznych. Na higieniczność wpływają zarówno materiały, z których jest wykonane, jak i jego konstrukcja. Dla użytkownika istotne jest, aby obuwie było nie tylko modne i eleganckie, ale równocześnie komfortowe. Odczucie komfortu jest wrażeniem subiektywnym, zależnym od wielu czynników powiązanych ze sobą. Do nich należy m.in. odpowiedni mikroklimat we wnętrzu obuwia. W fizjologicznie optymalnych warunkach temperatury i wilgotności względnej powietrza ciepło wydzielane przez stopę ludzką odprowadzane jest do otoczenia m.in. pod postacią pary wodnej. Dlatego od materiałów przeznaczonych do produkcji obuwia wymagana jest wysoka przepuszczalność pary wodnej, co powinno zapewnić właściwy komfort jego użytkowania.

Przepuszczalność pary wodnej jest cechą charakterystyczną materiałów porowatych. Do takich materiałów należą m.in. skóry naturalne. Dzięki wysoko rozwiniętej powierzchni wewnętrznej i budowie polarnej skóra naturalna sorbuje i desorbuje na zewnątrz znaczne ilości pary wodnej. Dlatego skóra naturalna jest podstawowym materiałem wykorzystywanym do produkcji obuwia. Ostateczne właściwości nadajemy skórze podczas wyprawy, stosując odpowiednie technologie i środki. Jednym z najważniejszych procesów determinujących cechy skóry wyprawionej jest dogarbowanie. Jako środki dogarbowujące najczęściej stosuje się garbniki mineralne (sole chromu, cyrkonu, glinu tytanu), roślinne, syntetyczne oraz aldehyd glutarowy. Każdy z tych środków wpływa w określony sposób na właściwości skór gotowych, w tym właściwości higieniczne [2]. Na przykład wprowadzenie do skóry w procesie dogarbowania napelniaczy na bazie montmorylonitu i zeolitu pozytywnie wpływa na właściwości relaksacyjne i deformację skór na wierzchy obuwia [7].

Innym procesem, który wpływa na właściwości skór, zwłaszcza ich higieniczność jest wykończanie właściwe. Polega ono na wytworzeniu na powierzchni łożyska skóry powłoki, która ma za zadanie nadanie skórze estetycznego wyglądu i ochronę przed czynnikami zewnętrznymi. Naniesienie powłoki na skórę powoduje jednak obniżenie właściwości higienicznych skór, w tym przepuszczalności pary wodnej. Zdaniem autorów, spośród środków pomocniczych stosowanych w wykończeniu powierzchni skór, największy wpływ na obniżenie przepuszczalności pary wodnej mają środki wiążące na bazie akrylanu [9]. Negatywny wpływ powłoki wykończalniczej na przepuszczalność pary wodnej można w pewnym stopniu ograniczyć przez odpowiednią modyfikację środków stosowanych do jej wytworzenia.

zenia. Wprowadzenie do powłoki z żywicy akrylowej nanocząsteczek SiO_2 zwiększa przepuszczalność pary wodnej skóry o 8,7% w porównaniu z żywicą konwencjonalną [6]. Podobnie modyfikacja żywicy akrylowej ZnO poprawia właściwości higieniczne i dodatkowo antybakteryjne skór [1]. Wpływ na właściwości higieniczne skór ma również sposób prowadzenia syntezy środków błonotwórczych [3,8]. Zastosowanie do wykończania powierzchni skór żywic poliuretanowych aktywowanych termicznie pozwala uzyskać skóry o lepszej przepuszczalności pary wodnej niż w przypadku żywic aktywowanych chemicznie [4]. Podjęto również próbę wykorzystania hydrolizatu kolagenowego otrzymanego z odpadów skórzanых garbowanych chromowo w połączeniu z żywicami akrylowymi do wykończania właściwego skór. Przeprowadzone badania pokazały, że obecność hydrolizatu w powłoce wykończalniczej zwiększa przepuszczalność pary wodnej skór [14].

W pracy przedstawiono wyniki badań wybranych właściwości higienicznych skór na wierzchy obuwia dostępnych na rynku. Ocenie poddano skóry anilinowe, skóry półanilinowe, skóry typu soft i kabir, skóry wykończone woskami oraz skóry z powłoką poliuretanową. Oznaczono przepuszczalność pary wodnej, sorpcję i desorpcję pary wodnej oraz grubość i miękkość skór. Badania miały na celu określenie wpływu sposobu wykończenia powierzchni skór na ich właściwości higieniczne.

1. Materiały i metody badawcze

1.1. Materiały

Badaniom poddano skóry na wierzchy obuwia produkowane w zakładzie garbarskim w Radomiu. Ogólną charakterystykę badanych skór przedstawiono w tabeli 1.

Tab. 1. Charakterystyka badanych skór

Rodzaj wykończenia powierzchni skór	Charakterystyka
Anilinowe	Skóry wykończone od strony lica cienką powłoką wykończalniczą. Powłoka nie zawiera pigmentów.
Półanilinowe	Skóry wykończone od strony lica nieco grubszą powłoką wykończalniczą niż skóry anilinowe. Powłoka zawiera niewielką ilość pigmentów.
Typu soft	Skóry wykończone od strony lica grubszą powłoką wykończalniczą niż skóry półanilinowe. Powłoka zawiera pigmenty.
Typu kabir	Skóry wykończone od strony lica dwoma warstwami powłoki o kontrastowych barwach. Pierwsza warstwa zawiera pigment, np. brązowy, a druga (zewnątrzna) zawiera pigment czarny. Polerowanie powierzchni skóry w wyrobie gotowym (obuwia), w różnych miejscach, powoduje usunięcie zewnętrznej warstwy, co daje efekt dwubarwny. Powłoka gruba ze względu na wielokrotne nakładanie zestawów wykończalniczych.

Woskowe	Powierzchnia licowa skór po szlifowaniu wykończona woskami.
Poliuretanowe	Powierzchnia licowa skór po szlifowaniu wykończona zestawami wykończalniczymi na bazie żywic poliuretanowych. Powłoka gruba odporna na zabrudzenie.

1.2. Metody badawcze

Próbki skór przeznaczone do badań przygotowano i klimatyzowano w standardowych warunkach atmosferycznych (temperatura 20°C, wilgotność względna 65 %), zgodnie z normą PN-EN 2419.

Oznaczanie przepuszczalność pary wodnej wg PN-EN ISO 14268

Zasada metody polega na ustaleniu masy pary wodnej przenikającej z przestrzeni o wyższej prężności pary do przestrzeni o niższej prężności, przez określoną powierzchnię próbki w określonym czasie. Przepuszczalność pary wodnej w miligramach na centymetr kwadratowy i godzinę obliczono ze wzoru:

$$P_{wv} = \frac{9 \cdot M}{d^2 \cdot t} [\text{mg}/\text{cm}^2 \cdot \text{h}]$$

gdzie:

M - przyrost masy pojemnika ($M_1 - M_0$), [mg]

d - średnia długość średnicy szyjki pojemnika, [mm]

t - czas między pierwszym i drugim ważeniem, [min]

7639 - stała wynikająca z przeliczenia średnicy (mierzonej w milimetrach) na promień w centymetrach, czasu (mierzonego w minutach) na godziny i stałej π .

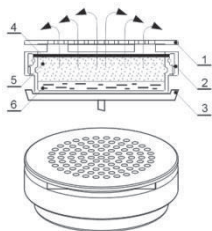
Wyniki przedstawione w pracy są średnią arytmetyczną 3 oznaczeń.

Oznaczenie przepuszczalności pary wodnej wg metody UTH Radom

Oznaczenie przepuszczalności pary wodnej przeprowadzono wg opatentowanej, autorskiej metody (Patent nr 210759 na wynalazek) z wykorzystaniem specjalnego naczynka (Prawo Ochronne nr 64479 na wzór użytkowy) i wagosuszarki firmy RADWAG (Rys. 1 i 2) [12,13].

Zasada metody polega na wprowadzeniu do naczynia wykonanego ze stopu aluminium $5 \pm 0,2$ g wody i zakleszczeniu w nim próbki badanego materiału. Następnie tak przygotowane naczynko z próbką umieszcza się w komorze wagosuszarki i prowadzi oznaczenie w temp. 40°C przez 1 godzinę. Podczas oznaczenia rejestrowana jest zmiana masy układu naczynie-woda-badana próbka materiału (z dokładnością do 0,0001g). Miarą przepuszczalności jest stosunek masy pary wodnej, która „opuściła” wyżej wymieniony układ do wartości stałej z próby zerowej, wyrażony w %.

a)



- 1 – pokrywka próbnika
- 2 – korpus próbnika
- 3 – szalka wagiuszarki
- 4 – badana próbka
- 5 – para wodna
- 6 – woda destylowana

b)



Rys. 1. Stanowisko do oznaczania przepuszczalności pary wodnej wg metody UTH Radom

- a) schemat naczynka pomiarowego [10, 11],
- b) wagiuszarka MAC 50 z naczynkiem pomiarowym (opracowanie własne).

Przepuszczalność pary wodnej oblicza się ze wzoru:

$$P = \frac{M1 - M2}{M_{01} - M_{02}} \times 100\%$$

gdzie:

- P - przepuszczalność pary wodnej, [%].
 - M1 - początkowa masa wody destylowanej przy badaniu próbki skóry, [g],
 - M2 - końcowa masa wody destylowanej przy badaniu próbki skóry, [g],
 - M₀₁ - początkowa masa wody destylowanej dla próby zerowej (bez próbki skóry), [g],
 - M₀₂ - końcowa masa wody destylowanej dla próby zerowej (bez próbki skóry), [g].
- Wyniki przedstawione w pracy stanowią średnią arytmetyczną 3 oznaczeń.

Oznaczenie sorpcji i desorpcji pary wodnej wg BN-76/7773-01 (norma branżowa)

Przedstawione w pracy wyniki oznaczeń sorpcji i desorpcji pary wodnej stanowią średnią arytmetyczną 3 oznaczeń.

Oznaczenie sorpcji pary wodnej

Klimatyzowane próbki skór o wymiarach 100x100mm zważono z dokładnością do 1mg i umieszczono w naczyniu szklanym wypełnionym do wysokości około 5 cm nasyconym roztworem KCl (wilgotność względna 86%). Następnie naczynie z próbkami szczelnie zamknięto szklaną pokrywą, uruchomiono stolik wahadłowy

i pozostawiono na 24 godziny. Po upływie tego czasu szybko wyjmowano kolejne próbki i ważono z dokładnością do 1 mg. Sorpcję wody (S) obliczono ze wzoru:

$$S = \frac{m_1 - m_0}{m_0} \cdot 100\%$$

gdzie:

- m_0 - masa próbki klimatyzowanej,
- m_1 - masa próbki po 24 godzinach sorpcji.

Oznaczenie desorpcji pary wodnej

Próbki po oznaczeniu sorpcji przeniesiono do naczynia szklanego wypełnionego do wysokości około 5 cm nasyconym roztworem K_2CO_3 (wilgotność względna 44%). Następnie naczynie szczelnie zamknięto i uruchomiono stolik wahadłowy, tak jak w przypadku oznaczania sorpcji. Po upływie 24 godzin wyjmowano każdą próbkę i szybko ważono z dokładnością do 1 mg. Desorpcję pary wodnej (DS) obliczono ze wzoru:

$$DS = \frac{m_1 - m_2}{m_0} \cdot 100\%$$

gdzie:

- m_0 - masa próbki klimatyzowanej,
- m_1 - masa próbki po 24 godzinach sorpcji,
- m_2 - masa próbki po 24 godzinach desorpcji.

Pomiar miękkości skór wg PN-EN 17235

Miękkość skór zmierzono za pomocą testera ST 300 IVP/36 (BLC Leather Technology Centre, Northampton, Wielka Brytania). Pomiar wykonano przy użyciu pierścienia o średnicy 20 mm i 25 mm. Wyniki w skali od 1 do 10 stanowią średnią arytmetyczną 10 pomiarów wykonanych w różnych częściach próbki.

Pomiar grubości skór zgodnie z PN-EN 2589

Grubość skór mierzono za pomocą grubościomierza tarczowego DMH 820/1 (Wolf-Messtechnik GmbH, Niemcy). Wyniki stanowią średnią arytmetyczną 10 pomiarów w różnych miejscach skóry.

Oznaczenie zawartości wilgoci

Badanie wykonano przy użyciu wagosuszarki WPS SX50 (RADWAG, Radom, Polska) w temperaturze 103 °C. Wyniki stanowią średnią arytmetyczną 3 oznaczeń.

1.3. Analiza statystyczna

Przedstawione w pracy wyniki badań są średnimi arytmetycznymi z co najmniej trzech oznaczeń. Analizę statystyczną przeprowadzono za pomocą Testu t-Studenta. Różnice statystyczne między próbkami skór oszacowano na poziomie istotności $\alpha=0.05$ (5%).

2. Zestawienie i dyskusja wyników badań

Wyniki oznaczeń przepuszczalności pary wodnej zestawiono w tabeli 2. Dla metody UTH Radom wartość przepuszczalności pary wodnej podano również w przeliczeniu na jednostki zgodne z normą.

Tab 2. Przepuszczalność pary wodnej badanych próbek skór

Rodzaj wykończenia powierzchni skór	Przepuszczalność pary wodnej wg PN-EN ISO 14268 [mg/cm ² ·h]	Przepuszczalność pary wodnej wg metody UTH Radom	
		%	[mg/cm ² ·h]
Anilinowe	2,4 ±0,2	53,3	6,1 ±0,3
Półanilinowe	1,9 ±0,05	49,8	5,6 ±0,1
Typu soft	1,1 ±0,12	33,5	3,8 ±0,1
Typu kabir	0,9 ±0,3	29,2	3,3 ±0,12
Woskowe	2,1 ±0,1	46,2	5,2 ±0,22
Poliuretanowe	0,3 ±0,15	12,4	1,5 ±0,3

Wyniki badań przedstawione w tabeli 2 pokazują, że najlepszą przepuszczalnością pary wodnej, oznaczoną obydwoma metodami wykorzystanymi w pracy, odznaczają się skóry anilinowe (2,4 mg/cm²·h wg normy PN-EN ISO 14268, 6,1 mg/cm²·h wg metody UTH Radom). Nieco mniejszą wartością tego parametru charakteryzują się skóry wykończone woskami oraz skóry półanilinowe. Natomiast zdecydowanie najmniejszą zdolnością przepuszczania par wodnej (0,3 mg/cm²·h wg normy PN-EN ISO 14268, 1,5 mg/cm²·h wg metody UTH Radom) odznaczają się skóry z powłoką poliuretanową. Stosunkowo niewielką przepuszczalnością pary wodnej wykazują również skóry typu soft i kabir. Znaczące różnice w przepuszczalności pary wodnej wynikają prawdopodobnie ze sposobu wykończenia poszczególnych rodzajów skór (Tab. 1). Z rezultatów badań wynika, że cienka powłoka wykończalnicza nałożona na skóry anilinowe nie stanowi znaczącej bariery dla przenikania pary wodnej. Z kolei powierzchnia skór przed wykończeniem

woskami jest szlifowana, co również ułatwia przenikanie przez nią pary wodnej. Skóra wykończona woskami posiada również najmniejszą grubość, co także może mieć wpływ na łatwiejsze przenikanie przez nią pary wodnej.

Rezultaty badań przedstawione w tabeli 2 pokazują również, że wartości przepuszczalności pary wodnej uzyskane podczas oznaczenia wg metody UTH Radom są znacznie wyższe niż te wyznaczone zgodnie z normą PN-EN 14268. Różnica ta występuje dla wszystkich badanych skór i wynika z warunków prowadzenia oznaczenia. W przypadku oznaczenia przepuszczalności pary wodnej zgodnie z normą para wodna przenika przez badaną skórę z przestrzeni o wyższej prężności pary (przeźródła klimatyzowana) do suchego żelu krzemionkowego umieszczonego w naczynku pomiarowym. Pomiar prowadzony w ten sposób odbywa się w warunkach bardziej statycznych. W metodzie UTH Radom zwiększenie prężności pary w przestrzeni, z której przenika ona przez skórę (wnętrze naczynka pomiarowego) jest spowodowane podwyższoną temperaturą (40 °C) [11].

W tabeli 3 przedstawiono rezultaty oznaczeń sorpcji i desorpcji pary wodnej przez badane skóry.

Tab. 3. Wyniki oznaczeń sorpcji i desorpcji pary wodnej

Rodzaj wykończenia powierzchni skór	Sorpcja pary wodnej [%]	Desorpcja pary wodnej [%]	Różnica między sorpcją i desorpcją pary wodnej [%]
Anilinowe	8,8 ± 0,55	8,0 ± 0,45	0,8
Półanilinowe	5,6 ± 0,25	5,1 ± 0,3	0,5
Typu soft	3,9 ± 0,3	3,5 ± 0,15	0,4
Typu kabir	3,6 ± 0,2	3,2 ± 0,14	0,4
Woskowe	6,0 ± 0,15	5,7 ± 0,25	0,3
Poliuretanowe	2,8 ± 0,35	2,3 ± 0,2	0,5

Na podstawie danych zestawionych w tabeli 3 widać, że największą sorpcją pary wodnej charakteryzują się skóry anilinowe (8,8%), natomiast najmniejszą skóry z powłoką poliuretanową (2,8%). Różnica w ilości pary wodnej zaabsorbowanej przez te skóry jest znaczna i wynosi 6,0%. Oznacza to, że skóry anilinowe są zdolne do sorpcji trzykrotnie większej ilości pary wodnej niż skóry wykończone żywicami poliuretanowymi. Z danych tabeli 3 wynika również, że wysoką wartością sorpcji pary wodnej odznaczają się skóry wykończone woskami oraz skóry półanilinowe. Nieco gorsze pod tym względem są skóry typu soft i kabir. Wyniki

badan zawarte w tabeli 3 pokazują, że podobne zależności występują również w przypadku desorpcji pary wodnej.

Z punktu widzenia higieniczności skór istotne jest, oprócz dużej zdolności pochłaniania pary wodnej (sorpcja), zdolność do oddawania jej do otoczenia (desorpcja) [5]. Z przedstawionych w tabeli 3 obliczeń wynika, że najmniejszą różnicę pomiędzy sorpcją i desorpcją pary wodnej (0,3%) wykazują skóry wykończone woskami. Skóry te, oddają do otoczenia ok. 95% zaabsorbowanej pary wodnej. Z kolei największą różnicę pomiędzy sorpcją i desorpcją obserwuje się dla skór anilinowych (0,8%). Dla tych skór, ilość oddanej do otoczenia uprzednio zaabsorbowanej pary wodnej wynosi ok. 91%. Pomimo wyraźnej różnicy pomiędzy sorpcją i desorpcją skóry wykończone woskami i skóry anilinowe charakteryzuje wysoka sorpcja i przepuszczalność pary wodnej (Tab. 2), co świadczy o ich dobrych właściwościach higienicznych.

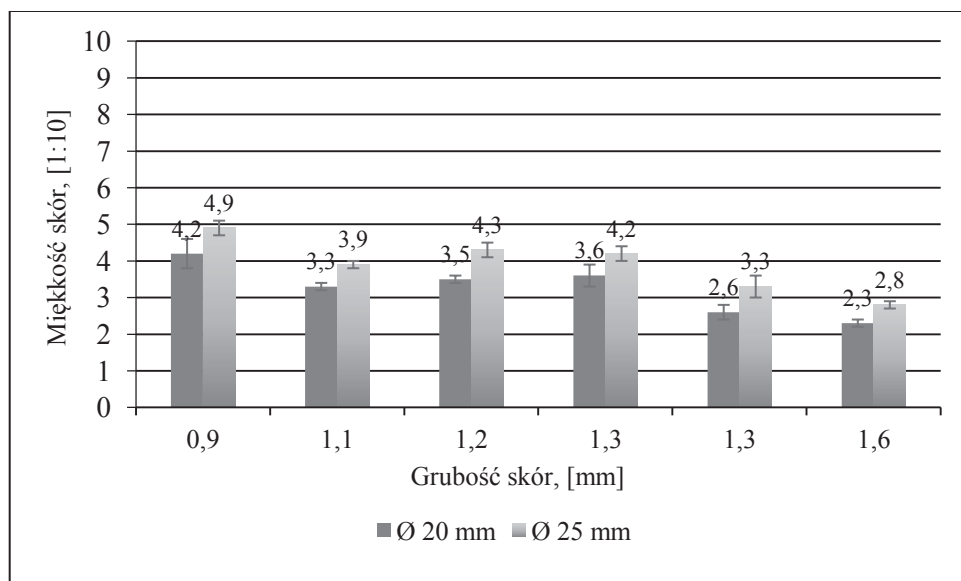
W tabeli 4 zestawiono rezultaty oznaczeń wilgotności oraz grubości i miękkości badanych skór.

Tab. 4. Wyniki oznaczeń zawartości wilgoci oraz pomiaru grubości i miękkości skór

Rodzaj wykończenia powierzchni skór	Zawartość wilgoci [%]	Grubość [mm]	Miękkość [mm]	
			Ø 20mm	Ø 25mm
Anilinowe	12,6	1,2	3,5 ±0,12	4,3 ±0,2
Półanilinowe	12,5	1,1	3,3 ±0,1	3,9 ±0,13
Typu soft	12,7	1,3	3,6 ±0,3	4,2 ±0,2
Typu kabir	12,7	1,6	2,3 ±0,13	2,8 ±0,12
Woskowe	12,6	0,9	4,2 ±0,4	4,9 ±0,23
Poliuretanowe	12,5	1,3	2,6 ±0,22	3,3 ±0,3

Dane przedstawione w tabeli 4 pokazują, że badane skóry posiadają zbliżoną zawartość wilgoci. Natomiast grubość skór mieści się w przedziale od 0,9 mm (skóry wykończone woskami) do 1,6 mm (skóry typu kabir). Analizując zestawione wyniki można zauważyć, że najbardziej miękkie są skóry wykończone woskami, następnie skóry soft, anilinowe i półanilinowe. Z kolei skóry typu kabir oraz z powłoką poliuretanową charakteryzują się najmniejszą miękkością w dziesięciostopniowej skali.

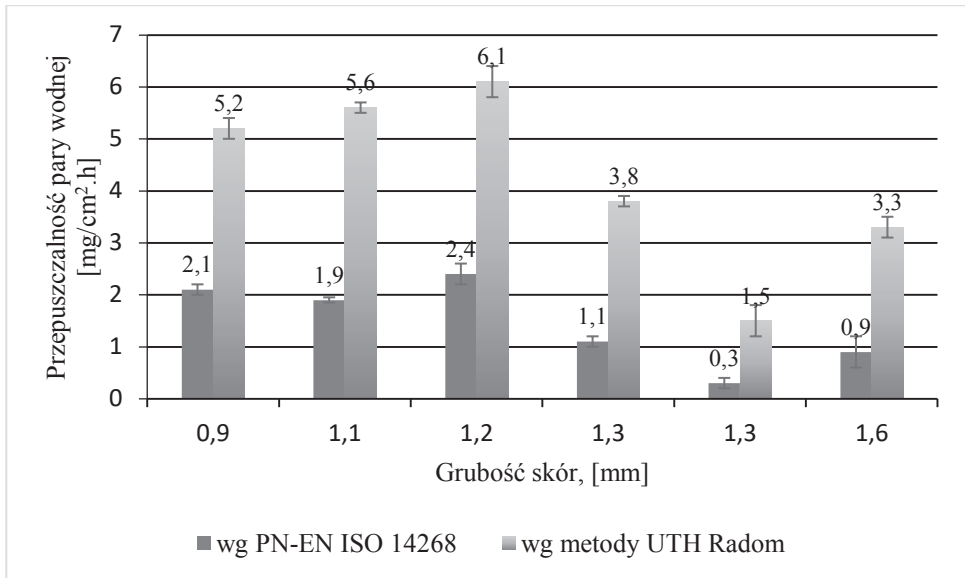
Na podstawie danych zestawionych w tabeli 4 sporządzono rysunek 2 przedstawiający zależność miękkości od grubości skór.



Rys. 2. Wpływ grubości na miękkość skór

Z zależności przedstawionych na rysunku 2 wynika, że miękkość skór zależy przede wszystkim od ich grubości. Wraz ze wzrostem grubości obserwujemy się tendencję do spadku miękkość skór. W przypadku skór o grubości 1,1 mm (wykończenie półanilinowe) widoczne jest jednak niewielkie odstępstwo od tej reguły. Natomiast różna miękkość skór o tej samej grubości 1,3 mm (skóry soft i skóry z powłoką poliuretanową) wskazuje na wpływ wykończenia powierzchni skór na ten parametr. Skóry soft wykończone cienką powłoką wykończalniczą charakteryzują się znacznie większą miękkością niż skóry z grubszą powłoką poliuretanową.

Z kolei na podstawie wyników oznaczeń przepuszczalności pary wodnej zestawionych w tabeli 2 oraz wyników pomiaru grubości skór zawartych tabeli 4 przedstawiono w formie graficznej zależność przepuszczalności pary wodnej od grubości skór (Rys. 3).



Rys. 3. Wpływ grubości skór na przepuszczalność pary wodnej

Przedstawione na rysunku 3 zależności pokazują brak jednoznacznego wpływu grubości skór na przepuszczalność pary wodnej. Wraz ze wzrostem grubości skór od 0,9 do 1,2 mm wzrasta przepuszczalność pary wodnej (teoretycznie zależność ta powinna być odwrotna). Świadczy to o tym, że w tym przypadku wartość tego parametru zależy przede wszystkim od rodzaju wykończenia powierzchni skór. Również skóry o tej samej grubości 1,3 mm (skóry soft i skóry z powłoką poliuretanową) zdecydowanie różnią się zdolnością przepuszczania pary wodnej. Przepuszczalność pary wodnej skór soft oznaczona wg normy wynosi 1,1 mg/cm²·h (3,8 mg/cm²·h wg metody UTH Radom), a skór z powłoką poliuretanową 0,3 mg/cm²·h (1,5 mg/cm²·h wg metody UTH Radom). Zależności te wskazują, że również w przypadku tych skór o zdolności do przepuszczania pary wodnej decyduje rodzaj wykończenia powierzchni skór.

Podsumowanie

Badania podstawowych rodzajów skór na wierzchy obuwia pokazały, że najlepszymi właściwościami higienicznymi odznaczają się skóry anilinowe. Charakteryzują się znacznie większą sorpcją i desorpcją oraz przepuszczalnością pary wodnej od pozostałych skór. Nieco mniejszą wartością tych parametrów odznaczają się skóry wykończone woskami oraz skóry półanilinowe. Natomiast najgorszymi właściwościami higienicznymi cechuje się skóra o wykończeniu poliuretanowym (bardzo niska wartość przepuszczalności pary wodnej). Wyniki oznaczeń sorpcji i desorpcji oraz przepuszczalności pary wodnej wskazują na to, że sposób wykończe-

nia powierzchni jest jednym z najważniejszych czynników decydujących o właściwościach higienicznych skór. Na uwagę zasługuje również pewna korelacja pomiędzy przepuszczalnością pary wodnej oznaczoną zgodnie z normą i wg metody UTH Radom. Ze wzrostem przepuszczalności pary wodnej wyznaczonej wg normy wzrasta również wartość tego parametru oznaczona zgodnie z metodą UTH Radom. Nie występuje natomiast jednoznaczna zależność pomiędzy przepuszczalnością pary wodnej o grubością skór. Ponadto z rezultatów oznaczeń grubości i miękkości wynika, że ze wzrostem grubości, poza pewnymi odstępstwami, miękkość skór nieznacznie maleje.

W pracy przedstawiono wyniki badań wybranych właściwości higienicznych skór na wierzchy obuwia dostępnych na rynku. Ocenie poddano skóry anilinowe, skóry półanilinowe, skóry soft, skóry typu kabir, skóry o wykończeniu woskowym i skóry z powłoką poliuretanową. Oznaczono przepuszczalność pary wodnej, sorpcję i desorpcję pary wodnej oraz grubość i miękkość badanych skór. Przepuszczalność pary wodnej oznaczono zgodnie z normą PN-EN ISO 14268 oraz wg autorskiej, opatentowanej metody UTH Radom. Metoda ta, w odróżnieniu od metody znormalizowanej, pozwala w krótkim czasie określić zdolność skór i innych materiałów porowatych do przepuszczania pary wodnej. Przeprowadzone badania pokazały, że właściwości higieniczne skór zależą przede wszystkim od sposobu wykończenia powierzchni. Na przykład skóry o tej samej grubości (skóry soft i skóry z powłoką poliuretanową) zdecydowanie różnią się zdolnością przepuszczania pary wodnej. Nie zaobserwowano natomiast wyraźnego wpływu grubości na przepuszczalność pary wodnej skór. Na podstawie wyników pomiaru miękkości i grubości stwierdzono także, że grubość jest parametrem, który decyduje o miękkości skór. Wraz ze wzrostem grubości miękkość skór maleje.

Słowa kluczowe: skóry obuwia, właściwości higieniczne, przepuszczalność pary wodnej, sorpcja i desorpcja pary wodnej, miękkość skór

THE INFLUENCE OF THE TYPE OF SURFACE FINISH ON THE HYGIENIC PROPERTIES OF LEATHER

The paper presents test results of selected hygienic properties of upper leathers available in the market. Aniline, semi-aniline, soft, kabir, wax-finished, and polyurethane coated leathers were evaluated. Water vapour permeability, sorption and desorption of water vapour, thickness and softness of leathers were determined. Determination of water vapour permeability was carried out according to PN-EN ISO 14268 and an authorial method patented by UTH Radom University. The latter, as distinguished from the normalised method, helps to determine capacity of leathers and other porous materials for permeability of water vapours quickly. The testing has demonstrated that hygienic properties of leathers depend primarily on surface finishing. For instance, leathers of identical thickness (soft and polyurethane coated leathers) display markedly different capacities for water

vapour permeability. However, there was no significant effect of thickness on the water vapour permeability of the leather. Results of softness and thickness measurements have also demonstrated it is the thickness that is the parameter determining softness of leather. With increasing thickness, the softness of the leather decreases.

Keywords: footwear leather, hygienic properties, water vapour permeability, water vapour sorption and desorption, leather softness

Bibliografia

1. Bao Y., Feng C., Wang C., Ma J., Tian C. Hygienic, antibacterial, UV-shielding performance of polyacrylate/ZnO composite coatings on a leather matrix, „Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering” 2017, vol. 518.
2. Bosch T., Manich A.M., Palop R., Sauri R.M., Marsal A., Influence of different retanning agents on the physical and structural properties of chrome leather, „Journal of the Society of Leather Technologists and Chemists” 1999, vol. 83, nr 5.
3. Chang J., Yang G., Zeng Q., Wang Z., Xu Z., Chen Y., Fan H., Poly(*N*-Acryloyl Ciprofloxacin-*Co*-Acrylic Acid)-Incorporated Waterborne Polyurethane Leather Coating with Long-lasting Antimicrobial Property, „Journal of the American Leather Chemists Association” 2017, vol. 112 nr 01.
4. Fan H., Li L., Fan X., Shi B., The water vapour permeability of leather finished by thermally-responsive polyurethane, „Journal of the Society of Leather Technologists and Chemists” 2005, vol. 89, nr 3.
5. Gulbinienė, A., Jankauskaitė, V., Urbelis, V., The Influence of Laminated Leather Structure on the Water Vapour Absorption and Desorption Behaviour, „Materials Science (Medžiagotyra)” 2008, vol. 14, nr 1.
6. Hu J., Ma J., Deng W., Properties of acrylic resin/nano-SiO₂ leather finishing agent prepared via emulsifier-free emulsion polymerization, „Materials Letters” 2008, vol. 62, nr 17–18.
7. Kozar O., Mokrousova O., Wozniak B., Deformation characteristics of leather for shoe upper, filled with natural minerals, „Journal of Chemistry and Chemical Engineering” 2014, vol. 8, nr 1.
8. Ren L.F., Geng J., Chen T., Guo P.Y., Qiang T.T., Synthesis and application of hyperbranched poly(urethane-urea) finishing agent with amino groups, „Journal of Applied Polymer Science” 2016, vol. 133, nr 43.
9. Sathish M., Azhar Z.M.J., Fathima N.N., Rao J.R., Effect of finishing auxiliaries on permeability of leathers, „Journal of the American Leather Chemists Association” 2015, vol 110, nr 11.

10. Śmiechowski K., Żarłok J., Janas S., Drzewicka E., Badania nad uproszczoną metodą oznaczenia przepuszczalności pary wodnej skór. Cz. II, „Przegląd Włókienniczy - Włókno, Odzież, Skóra” 2009, nr 12.
11. Śmiechowski K., Żarłok J., Kowalska M., The Relationship Between Water Vapour Permeability and Softness for Leathers Produced in Poland, „Journal of the Society of Leather Technologists and Chemists” 2014, vol. 94, nr 6.
12. Śmiechowski K., Żarłok J., Skiba J., Politechnika Radomska. PATENT nr 210759 na wynalazek pt.: *Sposób pomiaru przepuszczalności pary wodnej*, Urząd Patentowy RP, Warszawa, 29.02.2012.
13. Śmiechowski K., Żarłok J., Skiba J., Politechnika Radomska. PRAWO OCHRONNE nr 64479 na wzór użytkowy pt.: *Naczynie do badania przepuszczalności pary wodnej*, Urząd Patentowy RP, Warszawa, 18.12.2008.
14. Żarłok, J., Śmiechowski, K., Kowalska, M., Hygienic properties of leather finished with formulations containing collagen hydrolysate obtained by acid hydrolysis, „Journal of the Society of Leather Technologists and Chemists” 2015, vol. 99, nr 6.

Autorzy:

dr inż. Jan Żarłok, – Uniwersytet Radomski im. Kazimierza Pułaskiego, Wydział Chemii Stosowanej,
email: j.zarlok@uthrad.pl

POSTAWY PRACOWNIKÓW WOBEC POTRZEBY STOSOWANIA ŚRODKÓW OCHRONY INDYWIDUALNEJ W BRANŻY CHEMICZNEJ

Małgorzata Przybyłek

Wstęp

Jednym z największych sektorów polskiego przemysłu jest przemysł chemiczny. Sektor ten odpowiada za około 18% wartości sprzedaży polskiej produkcji przemysłowej, oraz jest trzecim największym sektorem pod względem zatrudnienia [12]. Przeciętne zatrudnienie w polskim przemyśle chemicznym, według danych GUS z 2023r. wynosi 341 tyś. miejsc pracy.

Przemysł chemiczny ze względu na swoją specyfikę odgrywa istotną rolę w dostarczaniu nowoczesnych rozwiązań dla strategicznych sfer polskiej gospodarki w obliczu zmieniających się globalnych warunków [10]. W skład przemysłu chemicznego wchodzi 4 podstawowe obszary:

- Chemia masowa, tzw. wielka chemia, np.: tworzywa sztuczne, nawozy i związki azotowe, gazy techniczne, barwniki i pigmenty, włókna chemiczne, kauczuk syntetyczny.
- Paliwa i produkty rafinacji ropy naftowej, np.: paliwa — gaz płynny, benzyna, nafta, olej napędowy, oleje opałowe; oleje smarowe; gacz parafinowy, z którego otrzymuje się parafinę; asfalty i koks naftowy; smary stałe.
- Przetwórstwo chemiczne, np.: wyroby z tworzyw sztucznych, wyroby z kauczuku syntetycznego, farby, kleje lakiery, substancje zapachowe.
- Chemia niskotonażowa, np.: farmaceutki, chemia domowa np. mydła, kosmetyki; środki ochrony roślin [12].

Przemysł chemiczny jest dystrybutorem innowacyjnych materiałów, podsystemów i produktów do wielu firm z branży np.: motoryzacyjnej, budowlanej oraz sektora rolniczego, kosmetycznego, itp. Należy zatem przypuszczać, że przyszłość zdecydowanie należy do produktów tej branży. Istotne jest więc wdrażanie zasad kompleksowego zarządzania przez jakość do działalności przedsiębiorstw należących do branży chemicznej, ukierunkowanych w dużym stopniu na innowacyjne, proekologiczne technologie i nowe produkty o ulepszonych właściwościach oraz systematyczne spojrzenie na zagadnienia bezpieczeństwa i higieny pracy.

Zarządzanie bezpieczeństwem i higieną pracy powinno stanowić nadrzędny cel działania firm, gdyż „bezpieczeństwo to dobry biznes”, a doświadczenia wielu przedsiębiorstw zachodnich wyraźnie wskazują, że istnieje ścisły związek między dobrym zarządzaniem bezpieczeństwem, a dobrym zarządzaniem biznesem [1].

Pracodawcy oraz pracownicy firm przemysłu chemicznego odpowiedzialni są wspólnie za bezpieczeństwo i higienę pracy. Pracownicy mają za zadanie stosować się do zasad związanych z bezpieczeństwem i higieną pracy oraz korzystać z przydzielonych im środków ochrony indywidualnej. Pozwoli to na obniżenie ryzyka wypadku przy pracy i chorób zawodowych.

Jednym z czynników psychicznych mających wpływ na zachowanie człowieka w pracy jest jego postawa wobec bezpieczeństwa pracy, która jest jednocześnie elementem systemu społecznego zakładu pracy. Postawy pracowników wobec obowiązków wynikających z bezpieczeństwa i higieny pracy są kluczowe dla utrzymania bezpiecznego i zdrowego środowiska pracy. W związku z powyższym istotne jest prowadzenie działań związanych z podnoszeniem świadomości pracowników w zakresie bhp.

Artykuł ma za zadanie przedstawić wybrane wyniki badań odnoszące się do postawy pracowników wobec potrzeby stosowania środków ochrony indywidualnej w przedsiębiorstwach chemicznych.

1. Zagrożenia na stanowisku pracy w branży chemicznej

W przemyśle chemicznym występuje wiele zagrożeń mogących prowadzić do utraty zdrowia, życia, powstania chorób zawodowych i wypadków [5]. Do najczęściej występujących *zagrożeń wypadkowych* w zakładach zajmujących się np. przetwórstwem tworzyw sztucznych można zaliczyć uderzenia i pochwycenia człowieka przez maszyny lub ich części bądź oprzyrządowanie, uderzenia i przygniecenia człowieka przez materiały transportowane mechanicznie lub ręcznie, zetknięcie się człowieka z ostrymi narzędziami będącymi w ruchu, oparzenia w zetknięciu z gorącymi tworzywami sztucznymi i powierzchniami. Ponadto mają miejsce również *zagrożenia chorobowe*, które związane są z procesem przetwórstwa, stosowaniem substancjami chemicznymi oraz tworzyw emitujących szkodliwe dla zdrowia gazy, pyły lub pary (np. rozpuszczalniki używane do czyszczenia tworzyw, gazy i pary wydzielające się podczas przygotowywania farby do drukowania oraz zdobienia wyrobów). Wiązą się one także z efektem występowania szkodliwych dla zdrowia czynników fizycznych, w tym pól elektromagnetycznych wysokiej częstotliwości i hałasu [17].

Głównymi zagrożeniami w branży chemicznej są zagrożenia substancjami i preparatami chemicznymi. Pracownicy narażeni są na czynniki chemiczne, które mogą doprowadzić do: podrażnienia, uczulenia, a także chorób nowotworowych. Dodatkowo, procesy technologiczne, wymagające manipulacji przy wysokich temperaturach i ciśnieniu zwiększają możliwość wystąpienia wypadków i awarii. Ponadto w wyniku zachodzących reakcji chemicznych, mogą powstawać produkty o właściwościach łatwopalnych i wybuchowych, które stanowią zagrożenie pożarem bądź wybuchem i są niejednokrotnie przyczyną zatrucia [8].

Obecność substancji niebezpiecznych, może stwarzać ryzyko jeśli nie są one odpowiednio stosowane i przechowywane. Praca w przemyśle chemicznym wymaga więc zwrócenia szczególnej uwagi na aspekty związane z bezpieczeństwem pracowników.

2. Czynniki niebezpieczne, szkodliwe i uciążliwe na stanowisku pracy

Korzystanie z maszyn i urządzeń w procesach produkcyjnych oraz prowadzenie procesów technologicznych związanych z otrzymywaniem produktów chemicznych, jest przyczyną powstawania czynników uciążliwych w środowisku pracy np. podwyższony poziom hałasu, oraz działania niebezpiecznych i szkodliwych substancji chemicznych w postaci par, gazów, dymów, pyłów i mgieł, itp. [13].

Nie ma sformułowanej i przyjętej jednoznacznej definicji określającej problem uciążliwości pracy w branży chemicznej. Uciążliwość pracy jest pojęciem określającym warunki pracy, a także samą pracę. Klonowicz [7] w swojej teorii twierdzi, iż problemem uciążliwości jest wynikiem czynników szkodliwych w środowisku pracy, powstających niejednokrotnie podczas wykonywania pracy lub bezpośrednio po jej zakończeniu i powoduje obniżenie sprawności psychofizycznej pracownika. Samą uciążliwość przy pracy da się odczuć samoistnie, poprzez obserwację reakcji swojego organizmu przy wykonywaniu czynności zawodowych (presja czasu, przekraczanie granic obciążeniowych, intensywność pracy, a także samo środowisko pracy, które nie należy do optymalnych).

Uciążliwość pracy posiada charakter obiektywny, który można określić poprzez ilość i poziom trudności wykonywanych zadań, jak i subiektywny, określany spostrzeżeniem trudności wykonywanych zadań przez pracownika i odczuciami pracownika.

Czynnikami uciążliwymi nazywamy różnorodne oddziaływania w środowisku pracy, które są główną przyczyną pogorszenia samopoczucia, jak i również zbyt dużego zmęczenia [4]. Do istotnych czynników o charakterze uciążliwym należy zaliczyć:

- prace monotypowe,
- mikroklimat umiarkowany,
- hałas infradźwiękowy,
- obciążenie psychiczne,
- obciążenie statyczne,
- oświetlenie,
- wysiłek fizyczny,
- praca na wysokości [18].

Uciążliwości w pracy nie stanowią zagrożenia dla zdrowia lub życia człowieka, lecz w istotny sposób przyczyniają się do obniżenia jego zdolności do wykonywania pracy lub innej działalności bądź wpływają na zmniejszenie wydajności. Jed-

nakże w zależności od poziomu oddziaływania lub innych warunków czynnik uciążliwy może stać się szkodliwym, albo niebezpiecznym.

Czynniki szkodliwe, to te których działanie może prowadzić do pogorszenia stanu zdrowia człowieka [3]. Natomiast *czynniki niebezpieczne*, to czynniki których działanie może prowadzić do urazu lub innego istotnego natychmiastowego pogorszenia stanu zdrowia człowieka bądź śmierci [3].

Tabela 1 zawiera ogólny podział czynników niebezpiecznych i szkodliwych w zależności od charakteru ich działania.

Tab. 1. Podział czynników niebezpiecznych i szkodliwych, w zależności od charakteru ich działania [14].

Czynniki niebezpieczne i szkodliwe			
Fizyczne	Chemiczne	Biologiczne	Psychofizyczne
oświetlenie	substancje toksyczne	mikro. i makroorganizmy zwierzęce i roślinne	obciążenie fizyczne: -statyczne, -dynamiczne obciążenie psychiczne: -obciążenie umysłu, -niedociążenie i przeciążenie percepcyjne, -obciążenie emocjonalne.
mikroklimat	substancje drażniące		
hałas	substancje uczulające		
wibracje	substancje rakotwórcze		
pyły	substancje mutagenne		
promieniowanie	substancje działające szkodliwie na funkcje rozrodcze		
prąd elektryczny			
ruchome części maszyn i urządzeń			
przemieszczające się wyroby, półwyroby i materiały, maszyny			
ostrza i ostre krawędzie, wystające elementy, chropowatość i szerokość wyrobów, urządzeń, itp.			

3. Środki ochrony indywidualnej, obowiązki pracodawców i pracowników

Za bezpieczeństwo w zakładach przemysłu chemicznego jest odpowiedzialny każdy pracownik. Z punktu bezpieczeństwa i higieny pracy pracownika istotne jest między innymi stosowanie odpowiedniego stroju i sprzętu, znajomość środków chemicznych z którymi ma się do czynienia na stanowisku pracy oraz znajomość odpowiednich procedur postępowania i technik [6]. Jednym z obowiązków pracowników w zakresie BHP jest *używanie środków ochrony*. Pracownik zobowiąza-

ny jest do stosowania środków ochrony zbiorowej i indywidualnej oraz odzieży i obuwia roboczego, zgodnie z ich przeznaczeniem.

Środki ochrony indywidualnej są własnością pracodawcy, i to on jest zobligowany wydać je pracownikom, nieodpłatnie oraz poinformować ich o sposobie posługiwania się nimi [2]. Środki ochrony indywidualnej powinny spełniać wymagania oceny zgodności, określone w odrębnych przepisach w ustawie z dnia 30 sierpnia 2002 r. o systemie oceny zgodności (Dz.U.z2017 r. poz. 1226) i wydanym na podstawie tej ustawy rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 21 grudnia 2005 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla środków ochrony indywidualnej (Dz. U. z 2005 r. Nr 259, poz. 2173) [2,16]. Ponadto obowiązkiem pracodawcy jest konserwacja, pranie, odpylanie i odkażanie środków ochrony indywidualnej. W momencie gdy upłynie termin ważności lub środki ochrony indywidualnej zostaną uszkodzone bądź stracą swoją funkcję ochronną, pracodawca jest zobowiązany niezwłocznie wydać pracownikowi środki spełniające wymagania dotyczące bezpieczeństwa i higieny pracy [2,15]. W przypadku gdy pracodawca nie dostarczy lub dostarczy pracownikowi środki ochrony indywidualnej niespełniające wymagań odnośnie oceny ich zgodność, pracodawcy zagraża kara grzywny [2].

Na podstawie przeprowadzonej oceny ryzyka zawodowego na stanowisku pracy należy dobrać odpowiednio środki ochrony indywidualnej dla pracownika. Należy je dostosować do substancji chemicznych, które występują na danym stanowisku pracy, oraz do zagrożeń występujących na stanowisku.

Pośród dostępnych środków ochrony indywidualnej [11], w zakładach chemicznych niezbędne jest stosowanie środków:

- ochrony oczu: gogle, okulary ochronne, przyłbice,
- ochrony dróg oddechowych: aparaty oddechowe, maski ochronne,
- odzieży ochronnej: fartuchy, kombinezony, rękawice, buty.

Środki ochrony indywidualnej powinny być wykorzystywane w sytuacjach, gdy nie można uniknąć zagrożeń lub nie można ich wystarczająco ograniczyć za pomocą innych środków. Z tego względu należy je traktować jako ostatnie ogniwo ochronne. Niemniej jednak przemysł chemiczny uchodzi za jeden z bardziej niebezpiecznych przemysłów zarówno dla człowieka jak i środowiska naturalnego dlatego stosowanie środków ochrony indywidualnej to jedno z istotnych działań, które pozwoli na podniesienie bezpieczeństwa pracowników na stanowisku pracy w branży chemicznej.

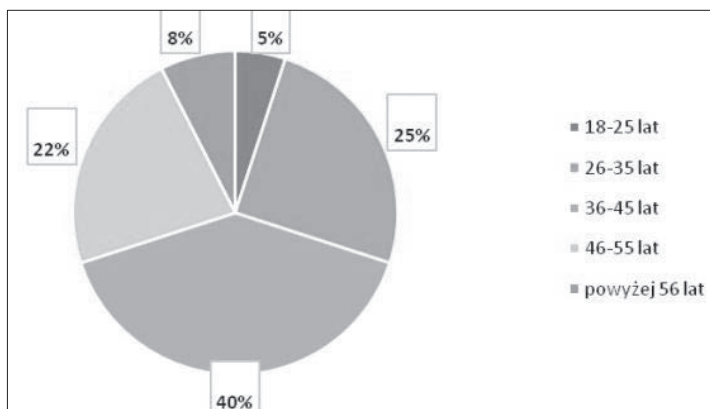
4. Analiza zachowań pracowników w stosunku do potrzeby stosowania środków ochrony indywidualnej w branży chemicznej

W pracy wykorzystano metodę sondażu diagnostycznego, technikę ankietową i jako narzędzie badawcze wykorzystano kwestionariusz ankiety. Badania zostały przeprowadzone wśród pracowników zatrudnionych na stanowiskach bezpośrednio związanych z procesem produkcyjnym (technolodzy, operatorzy maszyn i

urządzeń, kontrolerzy jakości), w zakładach należących do branży chemicznej na terenie Radomia i okolic (zajmujących się wyprawą skór naturalnych, produkcją wyrobów gumowych, tworzyw sztucznych, klei i żywic, oraz środków chemicznych).

Przed przystąpieniem do badań ankietowych przeprowadzono wstępne rozmowy z kadrą zarządzającą (50% wykształcenie wyższe, 50% średnie/średnie branżowe). Wszyscy z ankietowanych potwierdzili, że w przedsiębiorstwie które reprezentują przestrzega się obowiązku ochrony zdrowia i życia pracowników oraz zapewnione są bezpieczne i higieniczne warunki pracy, określone w Kodeksie Pracy. Ponadto udostępniane są pracownikom środków ochrony indywidualnej, odpowiednie do zagrożeń występujących na stanowiska pracy. Jednakże kadra zarządzająca stwierdziła, że pracownicy wymagają motywacji do stosowania środków ochrony indywidualnej. W przedsiębiorstwach podejmowane są działania mające na celu kontrolę przestrzegania tego obowiązku oraz działania zmierzające do jego wyegzekwowania. W przypadku nieprzestrzegania przez pracowników zasad związanych ze stosowaniem środków ochrony indywidualnej najczęściej stosuje się upomnienia (60%).

W celu odpowiedzi na pytanie „*Jaki jest stosunek pracowników, do potrzeby stosowania środków ochrony indywidualnej w branży chemicznej?*” przeprowadzono badanie wśród wytypowanych pracowników, w formie ankiety osobistej oraz techniką on-line. Wybór respondentów był losowy.

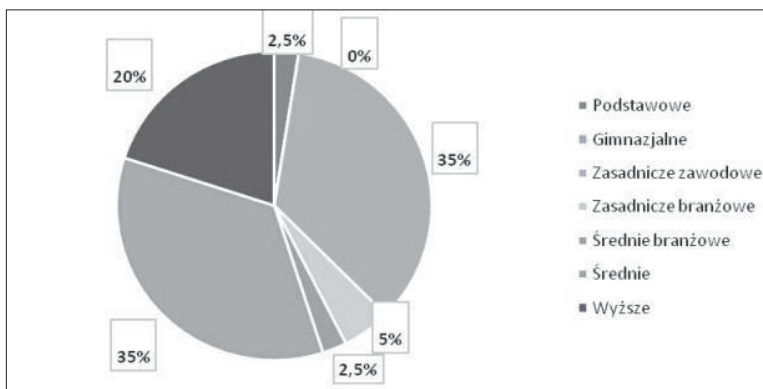


Rys. 1. Wiek respondentów (opracowanie własne na podstawie badań ankietowych)

Ankieta została skierowana do 50 osób, jednak tylko 40 osób udzieliło odpowiedzi na postawione pytania.

Spośród przebadanych pracowników 11 osób stanowiły kobiety i 29 mężczyzn (rysunek1). Większość ankietowanych mieściła się w grupie wiekowej 36-45 lat,

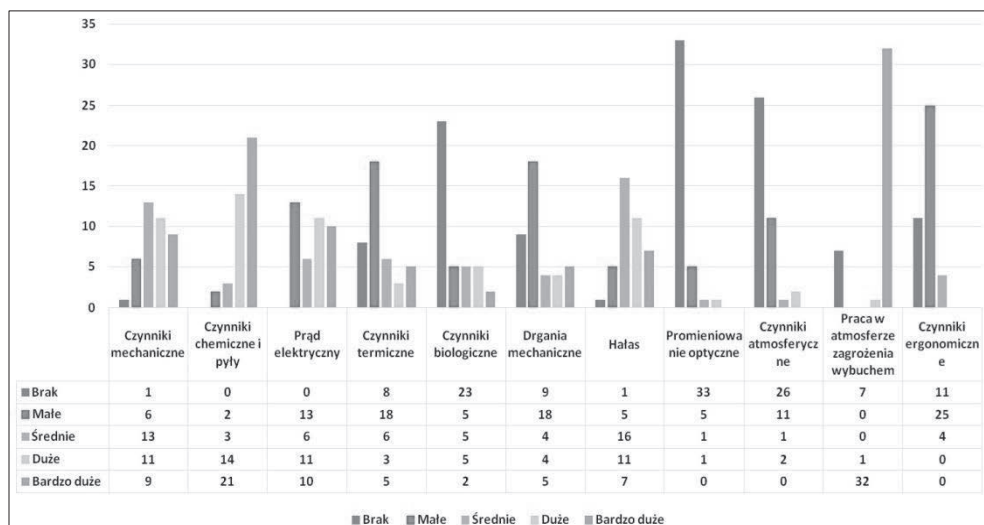
co stanowiło 40% ankietowanych, natomiast 25% respondentów było w przedziale wiekowym 26-35 lat, i 22%- 46-55 lat. Pozostałe grupy stanowiły 13% wszystkich respondentów (rysunek2).



Rys. 2. Wykształcenie respondentów (opracowanie własne na podstawie badań ankietowych)

Najwięcej osób stanowiły osoby z wykształceniem średnim (14 osób/35%), oraz zasadniczym zawodowym (14 osób/35%). Osoby z wykształceniem wyższym - 20% (8 osób), zasadniczym branżowym -5% (2 osoby), średnim branżowym -1 osoba (2,5%) oraz podstawowym -1 osoba (2,5%).

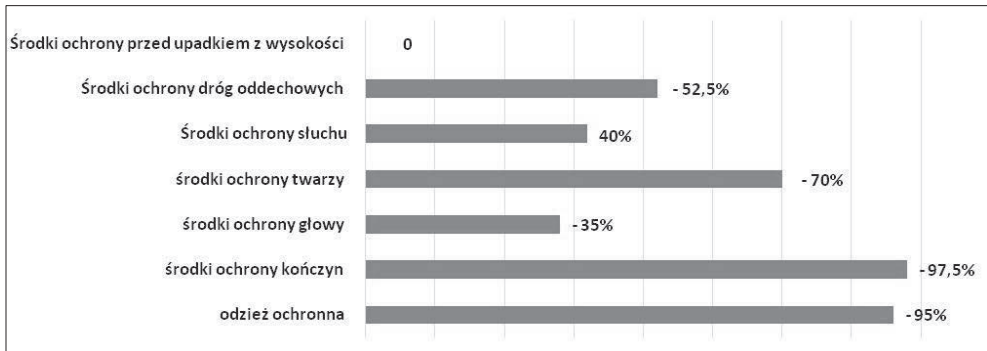
Wszystkie ankietowane osoby jednoznacznie stwierdziły (100%), że na stanowiskach, na których pracują występują szczególne zagrożenia/czynniki szkodliwe bądź niebezpieczne. Na podstawie rysunku 3 widoczne jest, że największe niebezpieczeństwo stanowią czynniki chemiczne, pyły oraz praca w atmosferze zagrożenia wybuchem, co jest zgodne z charakterystycznymi zagrożeniami dla tej branży [8].



Rys. 3. Czynniki stanowiące **NAJWIĘKSZE** zagrożenie i/lub są **NAJBARDZIEJ** niebezpieczne na stanowisku pracy (opracowanie własne na podstawie badań ankietowych)

Na pytanie „Czy pracodawca zapewnia środki ochrony indywidualnej?” i „Czy pracownicy korzystają ze środków ochrony indywidualnej?” wszyscy respondenci (100%) odpowiedzieli „tak”.

Biorąc pod uwagę otrzymane wyniki dotyczące grupy środków ochrony indywidualnej z jakiej korzystają pracownicy (rysunek 4), oraz rodzaj stosowanych środków ochrony indywidualnej (rysunek 5) widoczne jest, że 97,5% osób używa środki ochrony kończyn (39 os.), w tym: rękawice ochronne 19 os., rękawice robocze 9 os., rękawice gumowe 10 os., buty antypoślizgowe 1 os., obuwi antystatyczne z podnoskiem 20 os., buty gumowe 1 os., obuwi ochronne z podnoskiem 7 os., buty antypoślizgowe z podnoskiem 7 os., trzewiki 2 os., obuwi ochronne 3 os. Ponadto 95% osób używa odzieży ochronnej tj.: odzież robocza 20s., ubrania drelichowe 4 os., fartuchy gumowe 6 os., odzież antystatyczna 26 osób.



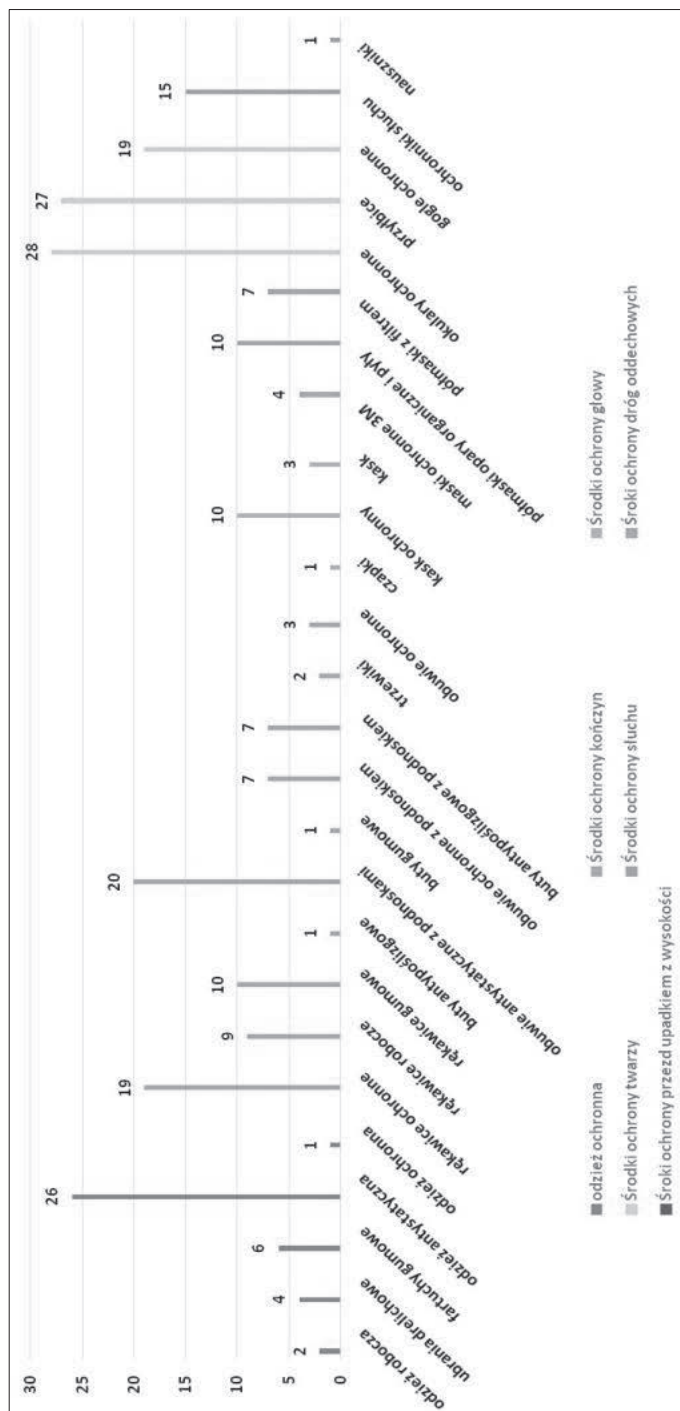
Rys. 4. Grupa środków ochrony indywidualnej wykorzystywane przez pracowników (opracowanie własne na podstawie badań ankietowych)

Kolejną grupę środków ochrony indywidualnej z jakiej w dużym stopniu korzystają pracownicy stanowią środki ochrony twarzy (30 os. - 70%). W zależności od rodzaju wykonywanej pracy są to: okulary ochronne 28 os., przyłbice 27 os., gogle ochronne 19 osób.

Pośród pozostałych środków ochrony indywidualnej, wykorzystywanych przez pracowników należy wymienić środki ochrony dróg oddechowych (21 os. - 52,5%), tj.: maski ochronne 3M 4 os., półmaski (opary organiczne i pyły) 10 os., półmaski z filtrem 7 os., środki ochrony słuchu (16 os. - 40%), w tym: ochronniki słuchu 15 os. oraz naszniki 1 osoba. Respondenci zadeklarowali również korzystanie ze środków ochrony głowy (14 os. - 35%) w tym: czapka 1 os., kask ochronny 10 os., oraz kask 3 osoby. Natomiast, jeżeli chodzi o środki ochrony przed upadkiem nikt z badanych respondentów nie wskazał, że z takich środków korzysta.

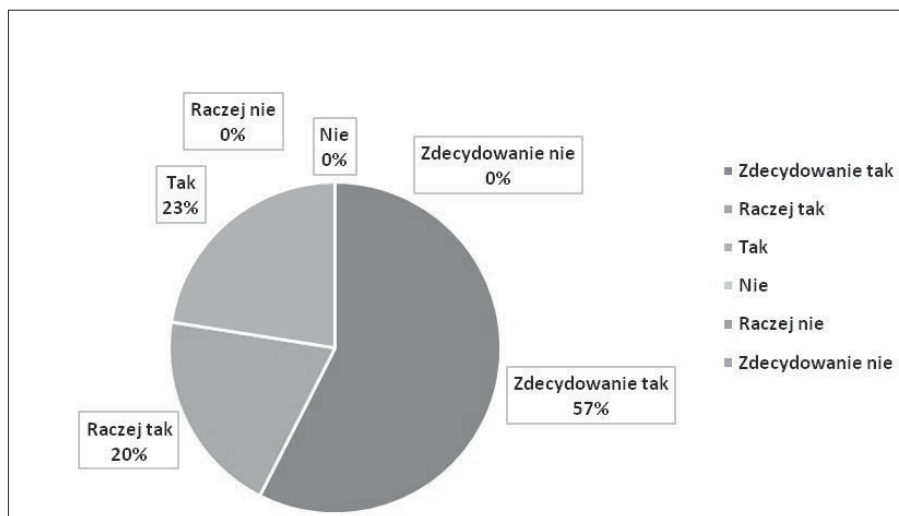
Na pytanie „Czy uważasz, że stosowane przez Ciebie środki ochrony indywidualnej są wystarczające aby zapewnić bezpieczeństwo w czasie pracy?” „Tak” i „raczej tak” odpowiedziało 35 osób (87%), natomiast „nie” 5 osób/13%. Ponadto pojawiły się głosy respondentów, że w celu poprawy komfortu pracy, a tym samym bezpieczeństwa pracy na ich stanowiskach, zgłosili przełożonym konieczność zastosowania środków ochrony, które nie były wcześniej przez nich wykorzystywane tj.: środki ochrony twarzy – 2 pracowników na stanowiskach takich jak: operator wyżymaczki do skór, środki ochrony słuchu – 2 osoby na stanowiskach: pracownika wykończenia skór i operatora wyżymaczki do skór oraz środki ochrony dróg oddechowych – 2 pracowników na stanowisku: operatora maszyny do wybarwiania skór.

Respondenci odpowiedzieli w 60% „tak” i „raczej tak” – 40% na pytanie „Czy kierownicy komórek organizacyjnych dbają o sprawność środków ochrony indywidualnej oraz ich stosowanie zgodnie z przeznaczeniem?”



Rys. 5. Środki ochrony indywidualnej wykorzystywane przez pracowników (opracowanie własne na podstawie badań ankietowych)

Na rysunku 6 przedstawiono stosunek pracowników do potrzeby stosowania środków ochrony.



Rys. 6. Ocena potrzeby stosowania środków ochrony indywidualnej przez pracowników (opracowanie własne na podstawie badań ankietowych)

Osoby ankietowane jednoznacznie stwierdziły, że stosowanie środków ochrony indywidualnej jest potrzebne. „zdecydowanie tak” odpowiedziało 57% respondentów, „tak” – 23% oraz „raczej tak” – 20%. Żadna osoba nie zaznaczyła odpowiedzi „nie”, „raczej nie”, „zdecydowanie nie”, co wskazuje na odpowiedzialną postawę pracowników wobec potrzeby stosowania środków ochrony indywidualnej.

Podsumowanie

Praca w branży chemicznej jest niebezpieczna i stanowi zagrożenie dla życia i zdrowia człowieka.

Jednym z elementów systemu społecznego przedsiębiorstwa, który może kształtować skuteczne zarządzanie bhp w przedsiębiorstwie są postawy pracowników wobec bezpieczeństwa pracy. Bezpieczeństwo i higiena pracy w wybranych zakładach przemysłu chemicznego jest na wysokim poziomie, co skutkuje wysoką świadomością i postawą pracowników wobec potrzeby stosowania środków ochrony indywidualnej.

Pracownicy, którzy są świadomi zagrożeń występujących na stanowisku pracy i przestrzegają zasad związanych ze stosowaniem środków ochrony indywidualnej przyczyniają się do minimalizacji ryzyka wypadków i chorób zawodowych.

Szkolenia BHP są istotnym elementem kształtowania postaw pracowników, ponieważ dostarczają niezbędnej wiedzy i umiejętności potrzebnych do bezpiecznej

pracy, a komunikacja między pracodawcą a pracownikami jest kluczowa dla efektywnego zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy.

Pracownicy, którzy czują, że „ich głos jest słyszany” i że ich zgłoszenia dotyczące podniesienia bezpieczeństwa na stanowisku pracy są brane pod uwagę, są bardziej zaangażowani w przestrzeganie zasad BHP.

Celowe wydaje się zatem podjęcie szerszych badań z tego zakresu.

Zagadnienia dotyczące poprawy bezpieczeństwa pracy i ochrony zdrowia stanowią jeden z istotnych kierunków działań w branży chemicznej. Stosowanie się do zasad BHP pozwala wykazać, że przedsiębiorstwo jest odpowiedzialne społecznie.

Ważnym zagadnieniem związanym z zapobieganiem i minimalizacją zagrożeń na stanowisku pracy jest stosowanie środków ochrony indywidualnej i budowanie świadomości pracowników w zakresie ich stosowania.

W prezentowanym artykule, na podstawie przeprowadzonych badań ankietowych dokonano analizy i oceny postaw pracowników w stosunku do zagrożeń występujących na stanowisku pracy i potrzeby stosowania środków ochrony indywidualnej w przedsiębiorstwach branży chemicznej.

Słowa kluczowe: bezpieczeństwo i higiena pracy, środki ochrony indywidualnej, świadomość pracowników

EMPLOYEE ATTITUDES TOWARDS THE NEED FOR USE OF PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT IN THE CHEMICAL INDUSTRY

Issues related to improving occupational safety and health protection are one of the important directions of action in the chemical industry. Compliance with health and safety rules allows us to demonstrate that the company is socially responsible.

An important issue related to preventing and minimizing hazards at the workplace is the use of personal protective equipment and building employee awareness of their use.

In the presented article, based on the conducted surveys, an analysis and assessment of employee attitudes towards hazards occurring at the workplace in the chemical industry and the need to use personal protective equipment were made.

Keywords: occupational health and safety, personal protective equipment, employee awareness

Bibliografia

1. Bąk P., Kapusta M., Rola bezpieczeństwa w zarządzaniu przedsiębiorstwem, w: Zeszyty naukowe uniwersytetu szczecińskiego 2015, nr 855. Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia 74, (2), 11–19
2. BHP w branży chemicznej <https://asystentbhp.pl/bhp-w-branzy-chemicznej/> [Dostęp: 13.10.20204]
3. Czynniki uciążliwe w miejscu pracy. Główny Inspektor Sanitarny <https://www.gov.pl/web/gis/czynniki-uciazliwe-wystepujace-w-miejscu-pracy> [Dostęp 13.10.2024]
4. Czynniki szkodliwe w środowisku pracy <https://www.gov.pl/web/wsse-bialystok/czynniki-szkodliwe-w-srodowisku-pracy> [Dostęp: 13.10.20204]
5. Gacek W., Majchrzycka K., Środki ochrony indywidualnej. Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy 2004, 3(41), 53–60
6. Grausz T., Zagrożenia czynnikami chemicznymi w miejscu pracy Wydanie III rozszerzone, Państwowa Inspekcja Pracy, Warszawa 2024
7. Klonowicz S., Słownik terminologiczny fizjologii i higieny pracy. PZWL, Warszawa 1973
8. Markom A., Hjorth N., Bezpieczeństwo i higiena pracy w małych i średnich przedsiębiorstwach przemysłu chemicznego, produkcji wyrobów z gumy i tworzyw sztucznych, Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości, Warszawa 2005,
9. Obolewicz J., Zagrożenia zdrowia i życia w środowisku pracy Hazards health and life in the work environment <https://bibliotekanauki.pl/articles/111141.pdf> [Dostęp 13.10.2024]
10. Podsumowanie XI Kongresu Polska Chemia <https://kongrespolskachemia.pl/podsumowanie-xi-kongresu-polska-chemia/> [Dostęp: 13.10.20204]
11. Pościk A., Badania dotyczące stosowania środków ochrony indywidualnej w małych i średnich przedsiębiorstwach, Bezpieczeństwo pracy 11/2003
12. Przemysł chemiczny w Polsce. Polska Izba przemysłu Chemicznego <https://pipc.org.pl/o-nas/przemysl-chemiczny-w-polsce/> [Dostęp: 13.10.20204]
13. Przybyłek M., Urban P., Identyfikacja zagrożeń i ocena stanu bezpieczeństwa na przykładzie przedsiębiorstwa produkcji wyrobów z gumy, w: Wybrane problemy jakości wyrobów przemysłowych, pod red. M. Paździor, J. Żuchowski i R. Zieliński, ITE, Radomiu, 2018
14. Rączkowski B., BHP w Praktyce, ODDK, Gdańsk 2009
15. Rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz. U. z 2003, Nr 169, poz. 1650, ze zm.)

16. Ustawa z dnia 26.06.1974r. Kodeks pracy – Rozdział IX „Środki ochrony indywidualnej oraz odzież i obuwie robocze” (Dz.U.2020.1320 t.j. z dnia 2020.07.30 z późn. zm.)
17. Wieczorek Z., Zagrożenia wypadkowe przy przetwórstwie tworzyw sztucznych do ORZ, <https://www.portalbhp.pl/przyklady/zagrozenia-wypadkowe-przy-przetworstwi-tworzyw-sztucznych-do-orz-4854.html> [Dostęp: 13.10.2024]
18. Zagrożenia w środowisku pracy CIOP <https://m.ciop.pl/CIOPPortalWAR/file/96795/1-I-Waga-20230428.pdf> [Dostęp 13.10.2024]

Autorzy:

dr inż. Małgorzata Przybyłek – Uniwersytet Radomski im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu, Wydział Chemii Stosowanej,
email: m.przybylek@urad.edu.pl