

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

**Wybrane zagadnienia
z zakresu produkcji surowców,
żywności i kosmetyków**

Tom 2

Środowisko - Roślina - Zwierzę - Produkt

WUP

Wybrane zagadnienia
z zakresu produkcji surowców, żywności i kosmetyków

Tom 2

Środowisko – Roślina – Zwierzę – Produkt

Wybrane zagadnienia
z zakresu produkcji surowców, żywności
i kosmetyków

Tom 2

pod redakcją
Marka Babicza
Kingi Kropiwek-Domańskiej

Lublin 2022

Recenzenci

prof. dr hab. Grzegorz Borsuk
dr hab. Dorota Cais-Sokolińska, prof. uczelni
dr hab. Agnieszka Hanaka, prof. uczelni
dr hab. Barbara Hawrylak-Nowak, prof. uczelni
prof. dr hab. Beata Kuczyńska
dr inż. Małgorzata Pawłos
dr hab. n. med. Łukasz Pietrzyk
dr hab. Małgorzata Puc, prof. uczelni
prof. dr hab. Magdalena Rudzińska
dr hab. inż. Elżbieta Rytel, prof. uczelni
dr hab. Alina Syp, prof. uczelni
dr hab. inż. Katarzyna Śmiecińska
dr hab. inż. Małgorzata Szewczuk, prof. uczelni
dr hab. Małgorzata Wrzesień

Redaktor prowadzący
Magdalena Marcewicz

Skład i łamanie
Małgorzata Lużyńska

Opracowanie redakcyjne
Agnieszka Litwińczuk
Renata Żelik

Projekt okładki
Jacek Pałyszka



Ten utwór jest dostępny na licencji
Creative Commons Uznanie autorstwa – Na tych samych warunkach 4.0 Międzynarodowa

ISBN 978-83-7259-370-2 on-line

DOI: 10.24326/mon.2022.8

WUP

Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie

ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin

<https://up.lublin.pl/nauka/wydawnictwo/>

15,8 ark. wyd.

Spis treści

Aleksandra Chrapek, Małgorzata Kuśmierz, Karolina Pitura Aktywność biologiczna i wykorzystanie czosnku niedźwiedziego (<i>Allium ursinum</i> L.) 7 Biological activity and application of ramsons (<i>Allium ursinum</i> L.)	7
Aleksandra Chrzanowska, Gabriela Bzówka, Wiktoria Berantek, Eliza Wargala, Izabela Kot Wykorzystanie lawendy (<i>Lavandula angustifolia</i> Mill.) w kosmetologii 13 The use of lavender (<i>Lavandula angustifolia</i> Mill.) in cosmetology	13
Justyna Ciećko, Adrianna Romańska, Marek Kowalczyk, Piotr Domaradzki Porównanie właściwości fizykochemicznych i sensorycznych kremów przeciwzmarszczkowych 21 Differences in physicochemical and sensory properties of anti-wrinkle creams	21
Justyna Ciećko, Adrianna Romańska, Marek Kowalczyk, Piotr Domaradzki Zmiany fizykochemiczne i sensoryczne zachodzące w produktach kosmetycznych Physicochemical and sensory changes occurring in cosmetic products 30	30
Patrycja Gazda, Łukasz Siłka, Paulina Kęska Aktywność przeciwutleniająca wybranych produktów mlecznych – badania <i>in silico</i> i <i>in vitro</i> 36 Antioxidant activity of selected dairy products – research <i>in silico</i> and <i>in vitro</i>	36
Savelii Ishchenko, Ola Kuśmirek, Emilia Osmólska, Kostiantyn Vasiukov Ocena jakości soków tłoczonych z rozmrożonych białych winogron deserowych 46 Quality assessment of juice extracted from thawed white table grapes	46
Aleksandra Kamienik, Patrycja Dziedzic, Eliza Wargala, Katarzyna Rubinowska Nasiona kawowca – korzystny surowiec w przemyśle kosmetycznym, spożywczym oraz farmaceutycznym 54 Coffee seeds – a beneficial raw material in the cosmetics, food and pharmaceutical industries	54
Kinga Konofał, Dariusz Kowalczyk Porównanie jakości wybranych passat pomidorowych dostępnych na rynku krajowym 61 A comparison of the quality of selected tomato passats available on the domestic market	61
Lucja Koszczka, Aneta Tulejbcz, Eliza Wargala, Patrycja Skowronek Zastosowanie i właściwości miodu oraz wosku pszczelego (<i>Cera alba</i>) w kosmetologii, farmakologii oraz przemyśle spożywcym 70 The use and properties of honey and beeswax (<i>Cera alba</i>) in cosmetology, pharmacology and the food industry	70
Magdalena Kowalska, Małgorzata Kuśmierz, Magdalena Walasek-Janusz Muchomor czerwony (<i>Amanita muscaria</i> (L.) Lam.) – trujący eliksir nieśmiertelności 78 Red flyer (<i>Amanita muscaria</i> (L.) Lam.) – poisonous elixir of immortality	78
Julia Kusy, Anna Masłowska, Ewa Januś Wykorzystanie składników pochodzenia zwierzęcego w przemyśle perfumeryjnym 85 The use of animal ingredients in the perfume industry	85
Monika Ługowska, Aleksandra Kurzajewska, Katarzyna Rubinowska Olej z nasion wiesiołka dla zdrowia i urody 93 Evening primrose seed oil for health and beaut	93
Monika Ługowska, Aleksandra Kurzajewska, Joanna Wajs Ocena stanu wiedzy konsumentów na temat dermokosmetyków 101 Assessment of consumers' knowledge towards dermocosmetics	101

Jarosław Maciąg, Filip Żak	
Izolacja i charakterystyka bakterii pozyskanych z kimchi oraz kiszzonej rzodkiewki	111
Isolation and characterization of bacteria isolated from kimchi and pickled radish	
Martyna Magda, Julia Kutek, Katarzyna Rubinowska	
Bakuchiol – roślinna alternatywa dla retinolu	123
Bacuchiol – a herbal alternative for retinol	
Anna Masłowska, Julia Kusy, Ewa Januś	
Nietuzinkowy ptak z antypodów, czyli o wyjątkowych produktach pozyskiwanych od emu	130
Unusual bird from antipodes, namely about unique products from emu	
Katarzyna Mazurek, Szymon Czerniak, Paulina Kęska	
Ocena stosowania substancji dodatkowych w przetwórstwie mięsa	138
Evaluation of the use of additives in meat processing	
Wojciech Ospalek, Aleksandra Straub, Dorota Muzyczka, Mateusz Piejak,	
Łukasz Wlazło, Bożena Nowakowicz-Dębek	
Wykorzystanie ozonowania w dekontaminacji żywności oraz do wydłużenia	
jej przydatności do spożycia	148
The use of ozonation to remove microorganisms from food and extend its shelf life	
Dominika Pietrasik, Adriana Szuba, Wiktor Urbanek, Eliza Wargala	
Rozmaryn – źródło związków fenolowych wykorzystywanych w biokosmologii	155
Rosemary – a source of phenolic compounds used in biocosmetology	
Artur Plata, Natalia Wcisło, Karolina Mastalerz	
Ocena wybranych cech jogurtów z dodatkami smakowymi produkowanych metodą	
zbiornikową	162
Assessment of selected features of yoghurts with flavorings produced by the tank method	
Zuzanna Polesiak-Klepacz, Piotr Domaradzki, Marek Kowalczyk, Anna Teter,	
Monika Kędzierska-Matysek, Małgorzata Dmoch, Justyna Zdyb-Domaradzka,	
Małgorzata Ryszowska-Siwko	
Porównanie właściwości fizykochemicznych i sensorycznych kremów do rąk	
o różnym udziale składników naturalnych	171
Comparison of the physicochemical and sensory properties of hand creams with different	
proportions of natural ingredients	
Katarzyna Siwak, Wiktor Bielawski, Emilia Osmólska, Kostiantyn Vasiukov	
Wpływ procesu zamrażania buraka czerwonego na efektywność tłoczenia	180
Effect of freezing the red beetroot on the pressing efficiency	
Aneta Tulejicz, Łucja Koszczka, Eliza Wargala, Magdalena Toporowska	
Zastosowanie chlorelli oraz spiruliny w biokosmologii	191
Application of chlorella and spirulina in biocosmetology	
Eliza Wargala, Martyna Sławska, Agnieszka Zalewska, Patrycja Skowronek	
Dobroczynne produkty pszczele (jad, mleczko oraz kit pszczeli) w przemyśle kosmetycznym ...	199
Beneficial bee products (venom, royal jelly and bee putty) in the cosmetics industry	
Eliza Wargala, Agnieszka Zalewska, Martyna Sławska, Magdalena Toporowska	
Mikroplastik jako składnik kosmetyków i zanieczyszczenie środowiska w świetle wiedzy	
i opinii studentów kierunku kosmetycznego	207
Microplastic as a composition of cosmetics and environmental pollution in the light	
of the knowledge and opinions of students of cosmetology	
Paulina Wojtyła, Natalia Wieczorek, Eliza Wargala, Aneta Sulborska-Różycka	
Masło shea (masło karité) jako cenny produkt w przemyśle kosmetycznym i farmaceutycznym ...	221
Shea butter (karité butter) as a beneficial cosmetological and pharmaceutical product	

Aktywność biologiczna i wykorzystanie czosnku niedźwiedziego (*Allium ursinum* L.)

Biological activity and application of ramsons (*Allium ursinum* L.)

Czosnek niedźwiedzi (*Allium ursinum* L.) jest gatunkiem należącym do rodziny amarylkowatych, z podrodziny czosnkowych. W stanie naturalnym występuje w lasach klimatu umiarkowanego. Roślina uprawiana jest w całej Europie, spotykana również w Azji, w pasach Uralu i na Kaukazie. Łany czosnku niedźwiedziego często występują na południu Polski. Zawarte w surowcach – liściu czosnku niedźwiedziego (*Allii ursini folium*) i ziele czosnku niedźwiedziego (*Allii ursini herba*) – substancje aktywnie czynne, działają dobroczynnie na układ sercowo-naczyniowy, oddechowy, odpornościowy oraz trawienny. Najważniejszymi substancjami biologicznie czynnymi są: olejek eteryczny, zwany ursaliną, alliina, kwasy fenolowe, flawonoidy, saponiny oraz chlorofil.

W medycynie ludowej czosnek niedźwiedzi używany był jako środek przeciwbakteryjny, przeciwskorbutowy oraz usprawniający pracę układu pokarmowego. Badania wykazały również działanie przeciwmiażdżycowe, przeciwwakrzepowe oraz przeciwwirusowe, normujące ciśnienie krwi oraz stężenie cholesterolu. Analizy przeprowadzone na ekstraktach z różnych organów rośliny potwierdzają możliwość stosowania *A. ursinum* jako środka ochrony roślin przed grzybami chorobotwórczymi.

Czosnek niedźwiedzi jest rośliną w pełni jadalną. W kuchni najczęściej spotykany jest jako składnik wielu dań, dodatek do sałatek czy koktajli witalnych. Często wykorzystywany jest w dietach odchudzających i regenerujących lub stosowany w formie suszonych ciętych liści jako przyprawa. Dekoracyjne kwiaty zakwitają wczesną wiosną, a łatwość uprawy w miejscach zacienionych sprawia, że roślina doskonale sprawdza się w ciemniejszych zakamarkach parków i ogrodów, nadając im niecodzienny, wyjątkowy klimat.

Etymologia i rys historyczny

Łacińska nazwa *Allium ursinum* związana jest z łacińskimi słowami: *halo*, oznaczającym mocny zapach, które dało nazwę podrodzinie czosnkowate (*Allioideae*), oraz *ursus*, czyli niedźwiedź. Nazwa ta wzięła się od południwoeuropejskiej legendy, głoszącej, że to liście czosnku niedźwiedziego stanowiły pierwszy pokarm budzącego się z zimowego snu niedźwiedzia. Czosnek miał dać zwierzęciu siłę i odporność na nadchodzące lato [Krivokapic i in. 2018]. Legenda ta zdaje się mieć w sobie ziarno prawdy, gdyż roślina wzrasta intensywnie, gdy niedźwiedzie zwykle kończą hibernację.

¹Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu, aleks1999@gmail.com

Historia czosnku niedźwiedziego sięga czasów prehistorycznych. Odkrycia archeologiczne potwierdzają jego obecność w osadach megalitycznych sprzed 7000 lat. W starożytnej Grecji w I w. n.e. Pedanius Dioskurydec opisał czosnek niedźwiedzi w „De materia Medica” – farmakopei używanej aż do XVII w. Według botanika czosnek niedźwiedzi miał właściwości odkażające i odtruwające.

Na ziemiach Polski czosnek niedźwiedzi używany był od wczesnego średniowiecza. Warto pamiętać, iż nie ma wcześniejszych zapisków pochodzących z terenów dzisiejszej Polski. Natomiast powszechność stosowania czosnku niedźwiedziego przez ościenne ludy może determinować wniosek, iż roślina była stosowana przez Słowian na wiele wieków przed średniowieczem.

W doniesieniu Kocój [2018] znaleźć można informację o ludach wołoskich pastery, żyjących na terenie Karpat oraz w bałkańskich górach między XIII a XIV w., którzy używali dużej ilości liści i bulw czosnku niedźwiedziego jako przyprawy podczas wyrobienia serów oraz oscypków, aby zwiększyć walory smakowe i zdrowotne pożywienia.

W znanym dziele „Kreutterbuch” (zielniku z 1539 r.) również można znaleźć wzmianki o czosnku niedźwiedzim. Autorem tych informacji jest Hieronymus Bock – niemiecki ojciec botaniki i duchowny [Błażewicz-Woźniak i in. 2011].

Szymon Syreński, zwany Syreniuszem, w dziele „Zielnik” z 1613 r. opisał czosnek niedźwiedzi, nazywając go babczym czosnkiem. W wydany w 1861 r. w Wilnie „Słownik języka polskiego” czosnek niedźwiedzi nazywano trzemuchą. Roślina występuje również pod nazwą czosnku leśnego, czosnku cygańskiego, zwana jest cebulą czarownic oraz babnym czosnkiem [Mowszowicz 1985].

Pochodzenie i morfologia

Czosnek niedźwiedzi jest byliną osiagającą 50 cm wysokości. Jest uważany za gatunek charakterystyczny dla mezo- i eutroficzných lasów liściastych z rzędu *Fagetalia sylvaticae*, w których zazwyczaj występuje masowo, tworząc zwarte łany. Najliczniejsze skupiska na terenach Polski, znajdują się w paśmie Karpat oraz Sudetów [Skubała 2011]. Występuje na terenach Europy i Azji, rośnie głównie w górskich lasach, grądach, buczynach, nad potokami i przy źródłach. Preferuje zacienione stanowiska. Na granicy Europy i Azji rośnie licznie w lasach zachodniego Kaukazu. W obrębie gatunku wyróżniono dwa podgatunki subsp. *typicum* oraz subsp. *Ucrainicu* [Sobolewska i in. 2015, Maćkowiak i in. 2020].

W Polsce czosnek niedźwiedzi występuje na stanowiskach naturalnych i objęty jest częściową ochroną [Rozporządzenie 2014]. Jest on również uprawiany ze względu na walory lecznicze i ozdobne. Największe uprawy znajdują się na terenach Francji i Niemiec.

Liście asymilacyjne są odziomkowe, długoogonkowe, jajowato-lancetowate, barwy soczystozielonej. Blaszka o równoległym unerwieniu jest zaokrąglona na końcu. Długość liścia sięga 25 cm, a szerokość nie przekracza 6 cm. Ze względu na zielone liście o krótkich łodygach czosnek niedźwiedzi bardzo często mylony jest z trującym zimowitem i konwalią. Łodyga o wysokości do 50 cm, nazwana głąbikiem, jest pełna, trójkanciasta i prosto wzniesiona, bezlistna.

Kwiatostan osadzony na szczycie głąbika stanowią zebrane w baldachy białe, drobne kwiaty (zazwyczaj 13–24 w kwiatostanie). Kwiaty szypułkowe osiagają 1,5 cm. Składają się z 6 lancetowatych działek, 6 krótszych pręcików oraz słupka w środkowej części. Słupek z trójkomorową zalążnią, posiada nektarniki. Czosnek niedźwiedzi kwit-

nie w maju i czerwcu, jest owadopylny, jednak możliwe jest samozapylenie rośliny [Kłodziej 2018]. Owoc stanowi torebka. Nasiona są czarne, kuliste, wielkości 2–3 mm. Masa 1000 nasion mieści się w granicach 8,8–10,5 g. Owoc osiąga dojrzałość na przełomie czerwca i lipca, jednak czas ten może się zmienić w zależności od panujących warunków atmosferycznych [Ernst 1979].

Organ podziemny stanowi cebula, która dorasta do 6 cm długości, osłonięta jest przezroczystą łuską. Jest to zgrubiała nasada górnego liścia, koloru białego, biało-żółtego lub żółtego. Wyrastają z niej dwa typy korzeni: grubsze korzenie kurczliwe, rosnące pionowo, mające za zadanie stabilizację rośliny w glebie, oraz cienkie korzenie penetrujące wierzchnią warstwę gleby. Korzenie dorastają do 30 cm długości, są słabo rozgałęzione lub nie mają rozgałęzień. U silnie rozrośniętych roślin mogą wytworzyć się cebulki boczne [Błażewicz-Woźniak i in. 2011, Sobolewska i in. 2015].

Wartości odżywcze i zastosowanie kulinarne

W doniesieniu z 2015 r. przedstawiono wartość odżywczą czosnku niedźwiedziego, przypadającą na 1 kg suszonych liści. Jest to 13,7 g białka, 5,6 g tłuszczów, 50,8 g węglowodanów, 27 g błonnika pokarmowego, 79 g suchej masy, 9 g popiołu, oraz K (34,6 g/kg), Mg (1,72 g/kg), Fe (230,3 mg/kg), Zn (58,8 mg/kg), a także spora ilość witaminy C (956,1 mg/kg) [Piątkowska i in. 2015].

Czosnek niedźwiedzi jest rośliną jadalną w całości, co zwiększa wachlarz możliwości wykorzystania tej rośliny w kuchni. Cebule czosnku niedźwiedziego używa się podobnie jak czosnku pospolitego. Gatunek stanowi idealny dodatek do potraw zarówno gotowanych, jak i pieczonych. Świeże liście wykorzystuje się do przygotowywania sałatek, koktajli, smoothie, kremów, sosów, zup oraz pesto. Liście można spożywać zarówno na surowo, jak i ugotowane czy poddane blanszowaniu oraz stosować w dietach niskokalorycznych. Świeże liście, zebrane przed kwitnieniem, cechują się ostrzejszym smakiem w stosunku do ustabilizowanej, wysuszonej formy. Kwiatów często używa się jako dekoracji do dań. Najczęściej wykorzystuje się wysuszone ziele czosnku niedźwiedziego. Stosowany w formie przyprawy, dodawany często do masła, oliwy czy oleju, nadaje im specyficzny aromat [Petkova i in. 2019].

Aktywność biologiczna

Wszystkie ograny czosnku niedźwiedziego zawierają olejek eteryczny zwany ursaliną, w którym dominują siarczki i wielosiarczki allilowe. Najważniejszą substancją biologicznie aktywną jest sulfotlenek cysteiny – allina (związek chemiczny z grupy tioaminokwasów) oraz izoalanina. Podczas rozdrabniania surowca ulega ona hydrolizie i powstaje allicyna – związek odpowiedzialny za charakterystyczny czosnkowy zapach o silnych właściwościach bakterioobójczych [Vlase i in. 2013, Sobolewska i in. 2015].

Badania wykazały obecność w ekstrakcie z *A. ursinum* kwasu *p*-kumarowego, kwasu ferulowego, kemferolu, kemferolu-3-O-glikozydu, kwasu ursolowego, kwercetyny, związków fenolowych [Gitin i in. 2012, Krivokapic i in. 2020], aldehydu dimalonalowego, karotenoidów, glukopiranozydu, siarczku propylenu, dimetylosiarczku, dimetylotiofenu, disiarczku metylo-2-propylowego propenylosiarczku, dimetylotrisiarczku,

dwusiarczku di-2-propenylu, disiarczku i trisiarczku metylo-2-propenylu, tetrasiarczku di-metylu, trisiarczku (E)-di-2-propenylu, trisiarczku (Z)-di-2-propenylu, trisiarczku di-2-propenylu, inuliny i nystozy [Ivanova i in. 2009, Oszmiański i in. 2013, Petkova 2019].

Czosnek niedźwiedzi jest skarbnicą witamin i minerałów, głównie siarki, magnezu, żelaza, cynku, manganu oraz miedzi. Zawiera duże ilości kwasu askorbinowego, czyli witaminy C potrzebnej do prawidłowego funkcjonowania układu odpornościowego.

W 2014 r. wykonano analizę składu mineralnego liści czosnku niedźwiedziego oraz bulw czosnku pospolitego [Dżugan i in. 2014]. Z badań wynikało, iż liście stanowią bogate źródło mikro- i makroelementów. W porównaniu z bulwami czosnku pospolitego zawartość siarki w 100 g s.m. liści była o 30% wyższa. Zawartość żelaza była wyższa 10-krotnie, magnezu 4-krotnie, a manganu 9-krotnie niż w 100 g s.m. ząbków. Zawartość cynku oraz miedzi była zbliżona. Przeprowadzono również analizę zawartości pierwiastków śladowych. W suchych liściach czosnku niedźwiedziego akumulowało się 3-krotnie mniej ołowiu oraz 2-krotnie mniej kadmu niż w bulwach czosnku pospolitego, co wskazuje, iż metale w większym stopniu akumulują się w podziemnych częściach roślin.

Właściwości prozdrowotne

Czosnek niedźwiedzi jest stosowany w profilaktyce i leczeniu chorób sercowo-naczyniowych, głównie miażdżycy i nadciśnienia. Zmniejsza stężenie cholesterolu poprzez hamowanie jego syntezy. Działa przeciwnowotworowo, przeciwdziała otyłości, cukrzycy, może być stosowany w zaburzeniach przewodzenia żołądkowo-jelitowego oraz jako środek łagodzący stany zapalne [Shahrajabian 2021].

Oszacowano wpływ różnych dawek ekstraktu alkoholowego *Allium ursinum* na niedokrwienie mięśnia sercowego oraz jego uszkodzenie, ze szczególnym uwzględnieniem potencjału antyoksydacyjnego uzyskanych ekstraktów [Rankovic i in. 2021]. Przez 28 dni badano grupę 50 szczurów. Dziesięciu z nich podawano coraz wyższe dawki ekstraktu (125, 250 oraz 500 mg/kg). Wykazano, iż spożycie ekstraktu w najwyższej badanej dawce znacząco przyczyniło się do poprawy czynności serca, która została odzwierciedlona przez zwiększoną regenerację mięśnia sercowego. Ekstrakt z czosnku wykazał potencjał modulacji ogólnoustrojowej równowagi redoks. Czosnek niedźwiedzi odgrywa znaczącą rolę w kardioprotekcji, co daje możliwość jego stosowania w profilaktyce lub w terapii antyoksydacyjnej w chorobach sercowo-naczyniowych.

W artykule Ulanowskiej i Olas [2021] wykazano, że czosnek niedźwiedzi łagodził zatrucia metalami śladowymi, zapobiegał nadmiernej agregacji płytek krwi, rozrzedzał krew oraz usprawniał jej przepływ w naczyniach krwionośnych. *A. ursinum* działa dobroczynnie na skórę, łagodzi przebieg trądziku, wpływa także korzystnie na florę bakteryjną po antybiotykoterapii.

Badania Krivokapic i in. [2020] oceniały aktywność przeciwutleniającą i przeciwdrobnoustrojową ekstraktów wodnych, metanolowych oraz chloroformowych z liści *Allium ursinum*. Stwierdzono, iż roślina posiada obie właściwości, przy czym ekstrakt metanolowy wykazał najsilniejsze właściwości antyoksydacyjne, a najniższy potencjał uzyskał ekstrakt chloroformowy. Działanie przeciwdrobnoustrojowe różniło się w zależności od rodzaju mikroorganizmów. Najbardziej znaczącą aktywność wykazał ekstrakt chloroformu, w szczególności w stosunku do bakterii Gram-dodatnich oraz grzybów nitkowych.

Dżagan i in. [2014] wykazali przeciwbakteryjne i przeciwgrzybicze właściwości czosnku niedźwiedziego. Ekstrakt ze świeżych liści zahamował rozmnażanie takich szczepów jak: *Salmonella enteritidis*, *Pseudomonas aeruginosa* czy *Escherichia coli* oraz działał przeciwko drożdżom *Candida albicans* i *Saccharomyces cerevisiae*.

Ochrona roślin przed patogenami

Badania [Parvu i in. 2011] wykazały, iż ekstrakt z kwiatów oraz liści czosnku niedźwiedziego wpływał hamująco na rozwój pospolicie występujących gatunków grzybów chorobotwórczych. Analiza wykazała, iż zawarta w organach allicyna skutecznie zwalcza takie patogeny jak: *Aspergillus niger*, wywołujący aspergillozę wielu gatunków ziół, *Botrytis cinerea* i *Botrytis paeoniae* – będące przyczyną szarej pleśni, *Fusarium oxysporum* odpowiedzialne za zgorzele siewek, chorobę panamską, fuzariozę oraz mogące wytworzyć mykotoksyny groźne dla człowieka, *Penicillium gladioli* oraz *Sclerotinia sclerotiorum*. Badania wykazały silniejsze właściwości grzybobójcze ekstraktu z kwiatów czosnku niedźwiedziego. Miało to związek z większą kumulacją allicyny w kwiatach niż w liściach.

Właściwości fungistatyczne czosnku niedźwiedziego można zatem wykorzystać do tworzenia ekologicznych preparatów ochrony roślin. W obecnych czasach rośnie zapotrzebowanie na tego typu preparaty, dlatego wskazane są dalsze badania i prace nad wykorzystaniem czosnku niedźwiedziego w uprawie i ochronie roślin.

Podsumowanie

Czosnek niedźwiedzi cieszy się popularnością od wieków, a współczesne badania potwierdzają szereg jego właściwości leczniczych. Szerokie zastosowanie zarówno medyczne, jak i kulinarne jest związane z obecnymi trendami upowszechniania zdrowej żywności oraz rosnącym zainteresowaniem ziołolecznictwem. Liście czosnku mogą skutecznie zwalczać choroby cywilizacyjne, jakimi są otyłość, cukrzyca czy nowotwory. Ponadto ekstrakty z liści i kwiatów przeciwdziałają wielu szczepom grzybów toksynogenicznych i chorobotwórczych roślin uprawnych. Właściwości te mogą okazać się kluczowe w alternatywnym rolnictwie.

Promocja czosnku niedźwiedziego może przynieść wiele korzyści dla zdrowia ludzi. Potrzebne są również dalsze badania nad surowcem oraz jego właściwościami.

Bibliografia

- Błażewicz-Woźniak M., Kęsik T., Michowska A.E., 2011. Flowering of bear garlic (*Allium ursinum* L.) cultivated in the field at varied nitrogen nutrition and mulching. *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus* 10(3), 133–144.
- Dżagan M., Kordiaka R., Kacaniova M., Wesołowska M., 2014. Czosnek niedźwiedzi (*Allium ursinum*) jako uzupełnienie wiosennej diety. W: *Właściwości produktów i surowców żywnościowych. Wybrane zagadnienia*, Tarko T., Duda-Chodak A., Witczak M., Najgebauer-Lejko D. (red.). Oddział Małopolski PTTŻ, Kraków s. 248–258.
- Ernst W.H.O., (1979) Population biology of *Allium ursinum* in northern Germany. *J. Ecol.* 67, 347–362.

- Gitin L., Dinica R., Parnavel R., 2012. The influence of extraction method on the apparent content of bioactive compounds in Romanian *Allium* spp. leaves. *Not. Bot. Horti Agrobot.* 40(1), 93–97, <https://doi.org/10.15835/nbha4017212>.
- Ivanova A., Mikhova B., Najdenski H., Tshetkova I., Kostova I., 2009. Chemical composition and antimicrobial activity of wild garlic *Allium ursinum* of Bulgarian Origin. *Nat. Prod. Commun.* 4(8), 1060–1062.
- Kocój E., 2018. *Na salasie ni ma pani lekko. Życie codzienne pasterzy wołoskich na szalaszach na pograniczu polsko-słowackim w XXI wieku jako dziedzictwo kulturowe regionu Karpat (wybór zagadnień).* *Balc. Posnan.* 25, 269–295, <https://doi.org/10.14746/bp.2018.25.15>.
- Kołodziej B. (red.), 2018. *Uprawa ziół. Poradnik dla plantatora.* Wyd. II. PWRiL, Warszawa, 171–172.
- Krivokapic M., Bradic J., Petkovic A., Popovic M., 2018. Phytochemical and pharmacological properties of *Allium ursinum*. *Serb. J. Exp. Clin. Res.*, 2017 1–1, <https://doi.org/10.2478/SJECR-2018-0003>.
- Krivokapic M.Z., Jakovljevic V., Sovrlić M.M., Bradic J.V., Petkovic A.M., Radojevic I.D., Brankovic S.R., Čomić L.R., Andjic M.M., Kočović A.G., 2020. Biological activities of different extracts from *Allium ursinum* leaves. *Acta Pol. Pharm. Drug Res.*, 77, 121–129, <https://doi.org/10.32383/appdr/112429>.
- Maćkowiak Ł., 2020. *Allium ursinum* i *A. scorodoprasum* (Amaryllidaceae) – rzadkie gatunki w przyrodniczym parku podworskim w Kamieńcu (Wielkopolska). *Frag. Florist. Geobot. Pol.* 27(2), 724–727, <https://doi.org/10.35535/ffgp-2020-0057>.
- Mowszowicz J., 1985. Przewodnik do oznaczania krajowych roślin zielarskich. PWRiL, Warszawa, s. 446.
- Oszmiański J., Kolniak-Ostek J, Wojdyło A., 2013. Characterization and content of flavonol derivatives of *Allium ursinum* L. plant. *J. Agric. Food Chem.* 61(1), 176–184, <https://doi.org/10.1021/jf304268e>.
- Parvu M., Parvu A.E., Vlase L., Rosca-Casian O., Parvu O. 2011. Antifungal properties of *Allium ursinum* L. ethanol extract. *J. Med. Plants Res.* 5(10), 2041–2046.
- Petkova N.Tr., Ivanov I.G., Raeva M., Topuzova M.G., Todorova M.M., Denev P.P., 2019. Fructans and antioxidants in leaves of culinary herbs from Asteraceae and Amaryllidaceae families. *Food Res.* 3(5), 407–415, [https://doi.org/10.26656/fr.2017.3\(5\).030](https://doi.org/10.26656/fr.2017.3(5).030).
- Piątkowska, E., Kopeć, A., Leszczyńska, T., 2015. Basic chemical composition, content of micro and macroelements and antioxidant activity of different varieties of garlic's leaves polish origin. *Żywn. Nauka Technol. Jakość*, 1, 181–192.
- Rankovic M., Krivokapic M., Bradic J., Petkovic A., Zivkovic V., Sretenovic J., Jeremic N., Bolevich S., Kartashova M., Jeremic J., Bolevich S., Jakovljevic V. Tomovic M., (2021) New insight into the cardioprotective effects of *Allium ursinum* L. extract against myocardial ischemia-reperfusion injury. *Front. Physiol.* 12, 690696, <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.690696>.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 października 2014 r. w sprawie ochrony gatunkowej roślin (Dz. U. 2014 r., poz. 1409).
- Shahrajabian M.H., 2021. Spear thistle (*Cirsium vulgare* L.) and ramsons (*Allium ursinum* L.), impressive health benefits and high-nutrient medicinal plants. *Pharmacogn. Commn.* 11(3), 168–171, <https://doi.org/10.5530/pc.2021.3.32>.
- Skubała K., 2011. Nowe stanowisko *Allium ursinum* (Liliaceae) na Wyżynie Krakowsko-Częstochowskiej. *Fragm. Flor. Geobot. Pol.* 18(1), 171–173.
- Sobolewska D., Podolak I., Makowska-Wąs J., 2015. *Allium ursinum*: botanical, phytochemical and pharmacological overview. *Phytochem. Rev.* 14, 81–97, <https://doi.org/10.1007/s11101-013-9334-0>.
- Ulanowska M., Olas B., 2021. Fitozwiązki – ważne składniki suplementów diety oraz ich wpływ na zdrowie człowieka. *Kosmos* 70(1), 103–114. http://doi.org/10.36921/kos.2021_2721
- Vlase L., Parvu M., Parvu E.A., Toiu A., 2013. Phytochemical analysis of *Allium fistulosum* L. and *A. ursinum* L. *Dig. J. Nanomater. Biostruct.* 8, 457–467.

Wykorzystanie lawendy (*Lavandula angustifolia* Mill.) w kosmetologii

The use of lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.) in cosmetology

Charakterystyka lawendy

Lawenda wąskolistna (*Lavandula angustifolia* Mill., *L. officinallis* Chaix, *L. vera* DC.) to jedna z ważniejszych roślin zielarskich należąca do rodziny jasnokatych (Lamiaceae) [Mefthizade i in. 2011]. Nazwa rodzaju – *Lavandula* – pochodzi od łacińskiego słowa *lavare* – mycie. W starożytnej Grecji i Rzymie używano kwiatów lawendy do aromatyzowania wody do mycia się i kąpieli [Rumińska 1983, Góra i Lis 2012]. Cały rodzaj obejmuje ponad 40 gatunków oraz liczne odmiany i hybrydy. Najczęściej uprawiane są trzy gatunki: *L. angustifolia*, *L. stoechas* i *L. latifolia*. Spośród nich największe znaczenie przemysłowe ma lawenda wąskolistna (*L. angustifolia*), zwana również zwyczajowo lawendą lekarską [Adaszyńska-Skwirzyńska 2017]. Do najpopularniejszych odmian lawendy wąskolistnej należą: ‘Munstead’, ‘Munstead Strain’, ‘Hidcote Blue’, ‘Hidcote Pink’, ‘Dwarf Blue’, ‘Nana Alba’, ‘Rosea, Lavender Lady’ [Adaszyńska i in. 2013, Prusinowska i Śmigiełski 2014].

Lawenda to wieczny zielony półkrzew pochodzący z krajów basenu Morza Śródziemnego, który rośnie na terenach suchych z glebą o neutralnym pH [Chaudhuri i in. 2020]. Obecnie jest powszechnie uprawiana we Francji, Hiszpanii, Wielkiej Brytanii, Bułgarii, Australii, Chinach, Stanach Zjednoczonych i na Węgrzech [Prasad i in. 2015]. Dorasta do ok. 60 cm wysokości i posiada liczne łodygi, które są w dolnej części zdrewniałe. Górna część pędów jest zielona z wąskimi, siedzącymi liśćmi, zakończona kwiatostanem typu kłoska. Liście i łodygi pokryte są kutnerem nadającym im srebrzysty odcień. Kwiaty są drobne, dwuwargowe, koloru białego, niebieskiego lub fioletowego, zebrane po 3–5 w okółkach [Sazońska 2019]. Okres kwitnienia tej rośliny rozpoczyna się w czerwcu, a pełnia kwitnienia przypada na przełomie lipca i sierpnia. Ze względu na to, że surowcem są kwiatostany (*Herba Lavendula*) lub tylko kwiaty (*Flos Lavendula*), powinny być one zbierane przed rozwinięciem, w suche i słoneczne dni. Należy je suszyć w pęczkach, w zacienionych i dobrze wentylowanych pomieszczeniach [Prusinowska i Śmigiełski 2014].

Lawenda najczęściej rozmnaża się z nasion lub przez podział roślin. Jednak rozmnażanie z nasion jest ograniczone ze względu na słabą szybkość kiełkowania (nasiona

¹ Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu, Katedra Ochrony Roślin

wymagają stratyfikacji) i występowanie dużej zmienności w plonie oraz w jakości olejku w roślinach wyhodowanych z nasion [Prasad i in. 2015, Sazońska 2019]. W uprawie lawendy dużą rolę odgrywają warunki miejscowe. Dla roślin tych korzystna jest południowa, dobrze nasłoneczniona wystawa, gleby lżejsze, ciepłe, żyzne i przepuszczalne [Sazońska 2019].

Surowcem lawendy są kwiatostany lub kwiaty, a głównym składnikiem surowca jest olejek eteryczny. W renesansie, gdy spopularyzował się proces destylacji, zaczęto prowadzić liczne badania nad właściwościami i składem olejków eterycznych lawendy. Do XIX w. zidentyfikowano już 75 składników tego olejku. Pozwoliło to na wynalezienie ich syntetycznych odpowiedników, co wpłynęło znacząco na rozwój przemysłu farmaceutycznego. Na ilość olejku lawendowego oraz jego skład chemiczny mają wpływ czynniki środowiskowe, temperatura oraz faza kwitnienia w czasie zbioru. Olejek lawendowy stosowany jest w przemyśle perfumeryjnym, kosmetyce, dermatologii i leczeniu problemów zdrowotnych [Cavanagh i Wilkinson 2002, Kalemba i Kunicka 2003].

Substancje biologicznie czynne występujące w lawendzie

Surowiec, czyli kwiaty i kwiatostany lawendy, jest niskokalorycznym, cennym źródłem witamin, składników mineralnych, olejków eterycznych, błonnika, substancji śluzowych oraz polifenoli [Schaffner 1996]. Lecznicy surowiec w postaci kwiatów zbiera się jeszcze przed ich rozwinięciem, gdy są one w stadium pąka [Dobros i in. 2018]. Olejek eteryczny mieści się w szczelinach pomiędzy cienkimi włoskami na powierzchni kielicha kwiatowego w specjalnych gruczołach olejkowych [Góra i Lis 2012]. Z rośliny pozyskuje się go metodą destylacji parą wodną [Adaszyńska-Skwirzyńska i Swarczewicz 2014]. Badania dowiodły, że w składzie olejku eterycznego z lawendy lekarskiej dominują alkohole (58,8%) oraz estry (32,7%) [Daferera i in. 2000]. Głównymi składnikami są: linalol, octan linalolu, lawendulol, β -kariofilen, terpinen-4-ol, cyneol, ocymen oraz kamfora [Radosz i in. 2018]. Zawartość niektórych składników w olejku lawendowym przedstawiono w tabeli 1. Znaczącą część olejku lawendowego stanowią również polifenole. Ich zawartość występuje w granicach 4,5–15%. Wśród nich wyróżnia się: garbniki, flawonoidy, kumarynę i jej pochodne oraz fenolokwasy. Całościowo olejek lawendowy może zawierać nawet 300 składników [Adaszyńska-Skwirzyńska 2017]. Na zawartość procentową poszczególnych składników w olejku mogą mieć wpływ takie czynniki jak: miejsce uprawy, termin zbioru surowca oraz czas trwania procesu destylacji parą wodną [Michalski i Zielińska 2015]. W zależności od składu chemicznego olejek lawendowy znalazł różnorodne zastosowanie [Evandri i in. 2005].

Olejek eteryczny lawendy jest przezroczysty lub ma barwę jasnożółtą. Jego parametry fizykochemiczne przedstawiono w tabeli 2. Zapach olejku jest określany jako świeży, kwiatowo-ziółowy i wynika z obecności poszczególnych grup związków: seskwiterpeny – odpowiadają za trwałość zapachu oraz jego słodycz; estry alifatyczne – dodają owocowo-tłuszczową nutę; heksenole – nadają świeżości, estry linalolu i lawendolu – odpowiadają za kwiatowe nuty, aldehydy i ketony monoterpene – nadają charakter ziołowy [Góra i Lis 2012].

Głównymi producentami olejku eterycznego z lawendy są Francja, Hiszpania i Bułgaria, ponieważ tereny tych krajów charakteryzują się doskonałymi warunkami do uprawy tej rośliny. Francja dostarcza ponad 90% światowej produkcji olejku lawendowego [Radu i in. 2020]. Lawenda potrzebuje gleby obfitej w wapń oraz nasłonecznionego miejsca do prawidłowego wzrostu [Kędzia i in. 2018]. Rośliny te są bardzo wrażliwe na chłód i niskie temperatury, szczególnie w bezśnieżną zimę. Dodatkowym niebezpieczeństwem na wiosnę są duże różnice temperatur, które zmieniają się w krótkich odstępach czasowych [Szońska 2019]. Polska uprawa lawendy przeznaczona jest dla przemysłu zielarskiego [Góra i Lis 2012].

Tabela 1. Zawartość niektórych składników w olejku lawendowym [Farmakopea Polska VIII 2009]

Składnik	Zawartość (%)
Limonen	<1
Cyneol	<2,5
Oktan-3-on	0,1–2,5
Kamfora	<1,2
Linalol	20–45
Octan linalilu	25–46
Terpinen-4-ol	0,1-6
Octan lawandulilu	>0,2
Lawandulol	>0,1
α -terpineol	<2

Tabela 2. Parametry fizykochemiczne olejku lawendowego [Farmakopea Polska VIII 2009]

Parametr	Wartość
Gęstość (g/cm ³)	0,878–0,892
Współczynnik refrakcji n ²⁰ _D	1,455–1,466
Skręcalność α ²⁰ _D	od –12,5° do –7°
Liczba kwasowa	<1
Zawartość estrów (%)	25–46

Działanie i wykorzystanie lawendy

L. angustifolia posiada wiele korzystnych i dobroczynnych właściwości, na które ma wpływ jej bogaty skład chemiczny. Uznanie wielu konsumentów na współczesnym rynku kosmetycznym otrzymała za działanie przeciwbakteryjne, immunostymulujące, przeciwutleniające, spazmolityczne oraz przeciwgrzybicze. Lawenda potencjalnie posiada dodatkowo działanie uspokajające, przeciwłękowe, przeciwdrgawkowe, nasenne, poprawiające nastrój oraz przeciwbólowe [Adaszyńska-Skwirzyńska i Swarczewicz 2014]. Biorąc pod uwagę właściwości łagodzące, olejek lawendowy znalazł zastosowanie w kosmetykach oraz lekach uśmierzających wszelkie objawy związane z ukąszeniami pasożytniczych stawonogów [Arct i in. 2017]. Lawendę wykorzystuje się również w dermatologii ze względu na to, że niweluje owrzodzenia, łagodzi stany zapalne skóry, zmniejsza trądzik, ogranicza występowanie objawów łuszczycy, leczy oparzenia i rany skórne, zmniejsza łupież oraz wzmacnia włosy u nasady [Kędzia i in. 2018]. Podczas wcierania olejku bezpośrednio w skórę następuje rozszerzenie się włosowatych naczyń krwionośnych i ukazuje się lekkie zarumienienie skóry, co prowadzi do jej lepszego ukrwienia. Olejek lawendowy jest powszechnie używany w aromaterapii, pomaga w takich stanach, jak: bóle głowy, migreny, nadpobudliwość, bezsenność, nadciśnienie tętnicze, obrzęki i otyłość, lęki, zdenerwowanie, zaburzenia układu krążenia, stres, przepracowanie oraz zaburzenia okresu menopauzy [Zdrojewicz i in. 2014]. Działa na cały organizm, obniża ciśnienie krwi i zapobiega gromadzeniu się płynów w organizmie oraz reguluje zaburzenia gastryczne, neutralizuje wzdęcia, kolki i nudności [Glinka i Glinka 2008].

Ekstrakt z lawendy lekarskiej zmniejsza odczucie ośpienia oraz może działać przeciwnowotworowo poprzez hamujący wpływ na rozwój komórek rakowych [Prusinowska i in. 2014]. Inhalacje olejkami lawendowymi prowadzą do zmniejszenia objawów depresji, demencji starczej, zakażenia dróg oddechowych, zapalenia zatok oraz anginy [Kędzia i in. 2018]. Dodatkowo takie inhalacje mogą wspierać podstawową farmakoterapię przy leczeniu problemów neurologicznych [Kraśniewska i in. 2017]. Charakterystyczny zapach olejku lawendowego wspomaga koncentrację i skupienie uwagi [Bojarowicz i in. 2016]. Olejek lawendowy stymuluje także wytwarzanie immunoglobulin oraz zwiększa produkcję i aktywność granulocytów znajdujących się we krwi. Takie działanie prowadzi do wzmocnienia odporności komórkowej ludzkiego organizmu [Król i in. 2013]. Ze względu na swój intensywny zapach jest często używany jako naturalny środek odstraszający mole, kleszcze oraz komary, ponieważ maskuje charakterystyczny zapach człowieka rozpoznawany przez te stawonogi [Arct i in. 2017].

W przemyśle kosmetycznym zastosowanie znalazł olejek z lawendy, który otrzymuje się w procesie destylacji kwiatów i ziela lawendy wąskolistnej [Kraśniewska i in. 2017]. Wykazuje on działanie przeciwbakteryjne wobec bakterii Gram-ujemnych oraz Gram-dodatnich [Adaszyńska-Skwirzyńska 2015]. Ze względu na swoje łagodzące i przeciwbakteryjne właściwości dodawany jest do maści i balsamów stosowanych przy trudno gojących się ranach oraz do mydeł przeznaczonych dla skór trądzikowych [Radosz i in. 2018]. Olejek lawendowy stosowany jest w przemyśle perfumeryjnym do produkcji wód toaletowych, perfum czy wód kolońskich (zawartość olejku lawendowego w wodzie kolońskiej wynosi ok. 6%) [Politowicz 2015]. Olejek ten nadaje perfumom lekkość, sta-

nowi składnik nuty serca [Śpiewak 2011]. Wśród kosmetyków zawierających olejek lawendowy znajdują się również szampony i żele nabłyszczające [Kędzia i in. 2018]. Stwierdzono, że olejek lawendowy pobudza krążenie w skórze głowy, wzmacnia porost nowych włosów i pomaga zrównoważyć naturalną produkcję sebum w skórze głowy, dzięki czemu może być stosowany przez osoby o każdym typie skóry [Bijauliya i in. 2017].

Olejek lawendowy jest wykorzystywany również do produkcji mydeł, kremów, płynów i dodatków do kąpieli oraz dezodorantów [Zielińska 2011]. Ze względu na właściwości antyoksydacyjne (chelatuje wolne rodniki ABTS, DPPH i ORAC) może być wykorzystywany w kosmetykach przeciwstarzeniowych oraz do skóry trądzikowej, odwodnionej i wrażliwej [Dorni i in. 2017]. Wykaz niektórych substancji czynnych występujących w lawendzie i ich działanie w kosmetykach przedstawiono w tabeli 3. Olejek lawendowy może być również używany w celu konserwacji kosmetyków. Stwierdzono, że jego zastosowanie pozwala nawet na ośmiokrotne ograniczenie wykorzystania konserwantów syntetycznych [Adaszyńska-Skwirzyńska i in. 2014]. Ze względu na właściwości drażniące olejek nie jest zalecany w maseczkach kosmetycznych [Zielińska 2011].

W kosmologii wykorzystuje się również hydrolaty lawendowe, które stanowią produkt uboczny podczas pozyskiwania olejków eterycznych. Mogą one być stosowane bezpośrednio na skórę, pełniąc funkcję toniku lub stanowiąc fazę wodną w kremach i balsamach [Politowicz 2015]. Poszczególne warianty hydrolatów różnią się między sobą zapachem – od intensywnie ziołowego, po słodki i kwiatowy, do subtelnego. Ich niższa aktywność w stosunku do drobnoustrojów oraz działanie antyoksydacyjne wynika z niskiej zawartości lotnych związków organicznych w porównaniu z olejkiem. Wszystkie warianty hydrolatów mogą stanowić bazę dla kosmetyków naturalnych, ale nie wszystkie wykazują właściwości konserwujące [Prusinowska i in. 2015].

Tabela 3. Substancje czynne lawendy i ich działanie w kosmetykach [Radosz i in. 2018]

Grupa	Substancja czynna	Działanie w kosmetyku
Terpeny	cyneol	przeciwbakteryjne
	kamfora	dezynfekujące
	terpienol	antyseptyczne
Polifenole	flawonoidy	antyoksydacyjne, hamujące metaloproteinazy macierzy, stymulujące tworzenie kolagenu
	kwasy fenolowe	
Sterole	fitosterole	
Taniny	garbniki	ściągające
Laktony	kumaryny	rozszerzające naczynia krwionośne

Olejek lawendowy stosowany jest w leczeniu przeziębienia i grypy, łagodzi katar, kaszel oraz zapalenie zatok. Działa uspokajająco, relaksująco i przeciwbólowo, wspomaga leczenie depresji, a także pomaga w problemach z zasypianiem [Śpiewak 2011].

Lawendę stosuje się również jako środek rozkurczający mięśnie gładkie jelit i dróg żółciowych [Dobros i in. 2018]. Dowiedziono też, że olejek lawendowy stymuluje produkcję przeciwciał, nasila angiogenezę w śledzionie, a także zwiększa aktywność i liczbę granulocytów we krwi, co ma wpływ na zwiększenie odporności organizmu [Król i in. 2013]. Jednak przed zastosowaniem olejku należy zapoznać się z ewentualnymi skutkami ubocznymi, które mogą wystąpić po jego zastosowaniu. Olejek lawendowy stosowany doustnie przez dłuższy czas może powodować podrażnienie błony śluzowej żołądka i jelit oraz pęcherzyków płucnych i nerek. Oprócz podrażnień może wywoływać również reakcje alergiczne. Powinny unikać go kobiety w ciąży oraz karmiące piersią, a także dzieci. Nie powinny go stosować także osoby cierpiące na nieżyty lub wrzody żołądka [Máñez i López 2016].

Lawenda wąskolistna należy również do roślin przyprawowych [Kałużny i Koźmińska 2015]. Jej kwiaty są jadalne i należą do najczęściej używanych kwiatów w kuchni, nadają daniom dodatkowych walorów smakowych i zapachowych [Wałęjko 2015]. W Niemczech stanowią one składnik przyprawy o nazwie zioła prowansalskie. Służą także do dekoracji dań, deserów, lodów czy napojów [Śmiechowska 2018].

Bibliografia

- Adaszyńska M., Swarczewicz M., Dzieciół M., Dobrowolska A., 2013. Comparison of chemical composition and antibacterial activity of lavender varieties from Poland. *Nat. Prod. Res.* 16, 1497–1501.
- Adaszyńska-Skwirzyńska M., 2015. Aktywność olejku lawendowego i jego potencjalne wykorzystanie w produkcji zwierzęcej. *Wiad. Chem.*, 81–84.
- Adaszyńska-Skwirzyńska M., 2017. Analiza porównawcza zawartości wybranych biopierwiastków w lawendzie lekarskiej (*Lavandula angustifolia*). W: Z. Lendzion-Bieluń, D. Moszyński (red.), *Postępy w technologii i inżynierii chemicznej*. Wyd. Uczelniane ZUT w Szczecinie, Szczecin, 5–13.
- Adaszyńska-Skwirzyńska M., Swarczewicz M., 2014. Skład chemiczny i aktywność biologiczna lawendy lekarskiej. *Wiadomości Chemiczne* 68 (11–12), 1074–1093.
- Arct J., Jaglińska O., Nałęcz A., Pytkowska K., 2017. Właściwości nawilżające wybranych repelentów kontaktowych zawierających naturalne substancje czynne. *Pol. J. Cosmetol.* 20(3), 255–259.
- Bijauliya R.K., Alok S., Kumar M., Chanchal D.K., Yadav S., 2017. A comprehensive review on herbal cosmetics. *Int. J. Pharm. Sci. Res.* 8(12), 4930–4949.
- Bojarowicz H., Ziółkowska A., Krysiński J., 2016. Wyjątkowość zapachu. *Hygeia Public Health* 51(2), 154–160.
- Cavanagh H.M.A., Wilkinson J.M., 2002. Biological activities of lavender essential oil. *Australia*, 301–308, <https://doi.org/10.1002/ptr.1103>.
- Chaudhuri A., Aqil M., Qadir A.A., 2020. Herbal cosmeceuticals: New opportunities in cosmetology. *Trends Phytochem. Res.* 4(3), 117–142.
- Daferera D.J., Ziogas D.N., Polissiou M.G., 2000. GC-MS analysis of essential oils from Greek aromatic plants and their fungitoxicity on *Penicillium digitatum*. *J. Agric. Food Chem.* 48(6), 2576–2581, <https://doi.org/10.1021/jf990835x>.
- Dobros N., Zawada K., Zielińska A., 2018. Związki biologicznie czynne i właściwości antyoksydacyjne ekstraktów z kwiatów lawendy wąskolistnej (*Lavandula angustifolia* Miller.). W: M. Maciąg, K. Maciąg (red.), *Analiza, produkcja i zastosowanie substancji oraz komponentów pochodzenia roślinnego*. Wyd. Naukowe Tygiel, Lublin, 111–123.

- Dorni A.I., Amalraj A., Gopi S., Varma K., Anjana S.N., 2017. Novel cosmeceuticals from plants – An industry guided review. *J. Appl. Res. Med. Arom. Plants* 7, 1–26.
- Evandri M., Battinelli L., Daniele C., Mastrangelo S., Bolle P., Mazzanti G., 2005. The antimutagenic activity of *Lavandula angustifolia* (lavender) essential oil in the bacterial reverse mutation assay. *Food Chem. Toxicol.* 43, 1381–1387.
- Farmakopea Polska VIII, 2009. Supplement.
- Glinka R., Glinka M., 2008. Receptura kosmetyczna z elementami kosmetologii, T. 1. Wyd. MA, Łódź.
- Góra J., Lis A., 2012. Najcenniejsze olejki eteryczne, Cz. I. Wyd. Politechniki Łódzkiej, Łódź.
- Kalemba D., Kunicka A., 2003. Antibacterial and antifungal properties of essential oils. *Curr. Med. Chem.* 10, 1241–1253.
- Kałużny K., Koźmińska A., 2015. Rodzaj macierzanka (*Thymus*) w przestrzeni miejskiej. W: M. Kuczera, K. Piech (red.), *Zagadnienia aktualnie poruszane przez młodych naukowców*. Wyd. Creativetime, Kraków, 94–97.
- Kędzia A., Hołderna-Kędzia E., Wiśniewska J., 2018. Działanie olejku lawendowego (*Oleum Lavandulae*) na bakterie beztlenowe. *Post. Fitoter.* 19(3), 170–175, <http://doi.org/10.25121/PF.2018.19.3.170>.
- Kraśniewska K., Gniewosz M., Kosakowska O., Pobiega K., 2017. Ocena składu chemicznego oraz właściwości przeciwdrobnoustrojowych olejku eterycznego z lawendy wąskolistnej (*Lavandula angustifolia* L.) w powszechnie dostępnym preparacie handlowym. *Post. Fitot.* 2, 113–118, <http://doi.org/10.25121/PF.2017.16.2.113>.
- Król S.K., Skalicka-Woźniak K., Kandefer-Szerszeń M., Stepulak A., 2013. Aktywność biologiczna i farmakologiczna olejków eterycznych w leczeniu i profilaktyce chorób infekcyjnych. *Post. Hig. Med. Dośw.* 67, 1000–1007.
- Máñez C., López M.T., 2016. Ziola. Leki z natury. Wyd. Jedność, Kielce.
- Mefthizade H., Moradkhani H., Barjin A.F., Naseri B., 2011. Application of *Lavandula officinalis* L. antioxidant of essential oils in shelf life of confectionary. *African J. Biotechn.* 10(2), 196–200.
- Michalski J., Zielińska D., 2015. Przegląd olejków eterycznych pozyskiwanych z roślin z rodziny jasnotowatych (Lamiaceae) i ich własności. *Pol. J. Cosmetol.* 18(1), 16–24.
- Politowicz J., 2015. Wpływ wybranych metod suszenia na skład olejku eterycznego w kwiatach lawendy (*Lavandula angustifolia* Mill.). W: M. Kuczera, K. Piech (red.), *Zagadnienia aktualnie poruszane przez młodych naukowców*. Wyd. Creativetime, Kraków, 136–141.
- Prasad A., Shukla S.P., Mathur A., Chanotiya C.S., Mathur A.K., 2015. Genetic fidelity of long-term micropropagated *Lavandula officinalis* Chaix.: an important aromatic medicinal plant. *Plant Cell Tiss. Organ Cult.* 120, 803–811.
- Prusinowska R., Śmigiełski K., 2014. Composition, biological properties and therapeutic effects of lavender (*Lavandula angustifolia* L.). A review. *Herba Polon.* 60(2), 56–66, <http://dx.doi.org/10.2478%2Fhpo-2014-0010>.
- Prusinowska R., Śmigiełski K., Stobiecka A., Kunicka-Styczyńska A., 2015. Hydrolates from lavender (*Lavandula angustifolia*) – their chemical composition as well as aromatic, antimicrobial and antioxidant properties. *Nat. Prod. Res.* 30(4), 386–393, <https://doi.org/10.1080/14786419.2015.1016939>.
- Radosz A., Klasik-Ciszewska S., Duda-Grychtoł K., 2018. Kosmetyczne i lecznicze zastosowanie roślin ozdobnych. ed.. *Rodz.* 21, 65–71, <http://doi.org/10.25121/MR.2018.21.1A.65>.
- Radu D., Alexe P., Stanciu N., 2020. Overview on the potential role of phytochemicals from lavender as functional ingredients. *AUDJG – Food Technol.* 44(2), 173–188, <https://doi.org/10.35219/foodtechnology.2020.2.11>.
- Rumińska A., 1983. *Rośliny lecznicze*. PWN, Warszawa.

- Sazońska B., 2019. Ekologiczna uprawa wybranych gatunków ziół. Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie Oddział w Radomiu, Radom.
- Schaffner W., 1996. Rośliny lecznicze – chemizm, działanie, zastosowanie. Mulico, Warszawa.
- Śmiechowska M., 2018. Czynniki wpływające na atrakcyjność kwiatów jadalnych. *Nauki o Technol.* 1(28), 42–49, <http://dx.doi.org/10.15611/nit.2018.1.04>.
- Śpiewak K., 2011. Pozyskiwanie olejków eterycznych metodą destylacji z parą wodną. Optymalizacja metody. Praca inżynierska, Politechnika Warszawska, Warszawa.
- Wałęjko A., 2015. Porównanie zawartości polifenoli w surowcach wybranych gatunków roślin o kwiatkach jadalnych. W: M. Kuczera, K. Piech (red.), *Zagadnienia aktualnie poruszane przez młodych naukowców*. Wyd. Creativetime, 127–130.
- Zdrojewicz Z., Minczakowska K., Klepacki K., 2014. *Rola aromaterapii w medycynie*. Wydawnictwo Continuo, Wrocław.
- Zielińska D., 2011. Olejki eteryczne pozyskiwane z roślin z rodziny jasnotowatych (Lamiaceae) – metody otrzymywania. Praca licencjacka, Wyższa Szkoła Zawodowa Kosmetyki i Pielęgnacji Zdrowia, Warszawa.

Porównanie właściwości fizykochemicznych i sensorycznych kremów przeciwzmarszczkowych

Differences in physicochemical and sensory properties of anti-wrinkle creams

Starzenie się organizmu jest procesem nieuchronnym, a na jego tempo wpływa szereg czynników, zarówno endogennych, jak i egzogennych, obejmujących, m.in. dietę, ekspozycję na czynniki fizyczne i chemiczne. Szczególnie narażona na działanie czynników indukujących starzenie jest skóra, a do głównych objawów postępującego procesu należy zaliczyć utratę elastyczności tkanki, deficyt jej objętości oraz zwiększającą się podatność na niekorzystne działanie czynników zewnętrznych.

W ostatnich latach zarówno postępujące starzenie się społeczeństwa, jak i wydłużenie czasu aktywności zawodowej powodują rosnący popyt na kosmetyki przeznaczone do skóry dojrzałej, działające profilaktycznie, regenerująco, jak i redukujące oznaki starzenia się skóry [Parente i in. 2011]. Preparaty takie powinny odpowiednio natłuszczać, nawilżać oraz chronić skórę starczą, a także opóźniać procesy starzenia w skórze dojrzałej. Właściwości te zapewniane są dzięki obecności składników aktywnych, takich jak retinol, bakuchiol, kolagen, kwas hialuronowy czy koenzym Q10 [Cesar i Maia Campos 2020]. Z kolei oleje (np. konopny, z wiesiołka czy ogórecznika) przeciwdziałają transepidermalnej utracie wody, a składniki takie jak witaminy oraz peptydy mają za zadanie pobudzać produkcję kolagenu w skórze.

Na rynku dostępnych jest wiele różnych kosmetyków wykorzystywanych w przeciwdziałaniu zmianom starzeniowym, przy czym najpopularniejszą grupę stanowią kremy przeciwzmarszczkowe, których skład może być oparty zarówno na składnikach syntetycznych, jak i naturalnych. Zróżnicowany skład kosmetyków przekłada się na różnice w ich właściwościach fizykochemicznych i sensorycznych, co z kolei ma bezpośredni związek z ich trwałością i akceptowalnością konsumencką. Wśród wyróżników fizykochemicznych i sensorycznych o szczególnym znaczeniu dla kremów należy wymienić: stabilność emulsji, jej pH, które powinno być zbliżone do odczynu skóry, aktywność wody, która związana jest z trwałością mikrobiologiczną kosmetyku, jak również barwę, konsystencję czy przyczepność i łatwość rozprowadzania preparatu.

Celem pracy było porównanie właściwości fizykochemicznych czterech wybranych kremów przeciwzmarszczkowych, w tym dwóch zawierających głównie składniki syntetyczne oraz dwóch preparatów, których skład oparty został przede wszystkim na surowcach pochodzenia naturalnego.

¹ Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie Wydział Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki, adriannaromanska18@gmail.com

Material i metody

Materiał do badań stanowiły zakupione w drogerii internetowej 4 rodzaje kremów przeciwzmarszczkowych – dwa bazujące na składnikach naturalnych, oznaczone odpowiednio A i B, oraz dwa o składzie syntetycznym – C i D. Pomiar wartości pH prowadzono bezpośrednio w masie kosmetycznej, za pomocą pH-metru Elemtron CP-401 waterproof.

Aktywność wody kremów mierzono przy pomocy aparatu HygroLab C1 (Rotronic). Pomiar prowadzono po uprzedniej stabilizacji aparatu i uzyskaniu przez próby temperatury pokojowej ($20 \pm 1^\circ\text{C}$). Dla każdej próby pomiar wykonano w czterech powtórzeniach.

Stabilność masy kosmetycznej została oceniona metodą wirówkową zgodnie z metodyką przedstawioną przez Navarro-Pérez i in. [2021]. Po wirowaniu oceniano próby pod względem stabilności masy kosmetycznej, za wynik wskazujący niestabilność uznawano rozdzielenie się faz.

Barwę masy kosmetycznej mierzono przenośnym spektrofotometrem Minolta CM-600d (iluminacja D65/ standardowy obserwator 10°). Próbkę świeżo otwartego preparatu kosmetycznego przenoszono do naczynia pomiarowego przeznaczonego na produkty płynne i półpłynne, a następnie przeprowadzono pomiar. Wynik wyrażono w przestrzeni kolorów CIE, uwzględniając takie parametry, jak: L^* – jasność, a^* – udział barwy od zielonej do czerwonej, b^* – udział barwy od niebieskiej do żółtej, C^* – nasycenie oraz h° – odcień.

Po doprowadzeniu prób do temperatury pokojowej parametry tekstury mierzono jednokolumnową maszyną wytrzymałościową Zwick/Roell ProLine BDO125 FB0.5TS. Badanie tekstury prowadzono w trzech powtórzeniach za pomocą stempla o średnicy 45 mm, przy prędkości głowicy pomiarowej 100 mm/min. Oznaczano następujące parametry – siłę adhezji (g), siłę kohezji (g), twardość (N), sprężystość (mm), relaksację (N). Wyniki opracowano z użyciem przeznaczonego do teksturometru oprogramowania testXpert® II.

Ocena organoleptyczna kosmetyków została przeprowadzona przez grupę 5 osób z zastosowaniem metody skalowania. Badanie prowadzono po uprzednim doprowadzeniu każdego z preparatów do temperatury pokojowej (20°C), w pomieszczeniu wolnym od obcych zapachów. Oceniano takie wyróżniki, jak: zapach, konsystencja, łatwość rozprowadzania, wchłanianie, natłuszczenie, efekt poduszki, kleistość, przyczepność, zdolność do wygładzania i jednolitość. W badaniu wykorzystano metodę oceny pięciopunktowej, łączącej cechy skali werbalnej i liczbowej. Cechy jednostkowe oceniono zgodnie z wytycznymi i kryteriami opracowanymi przez Płocicę i in. [2014].

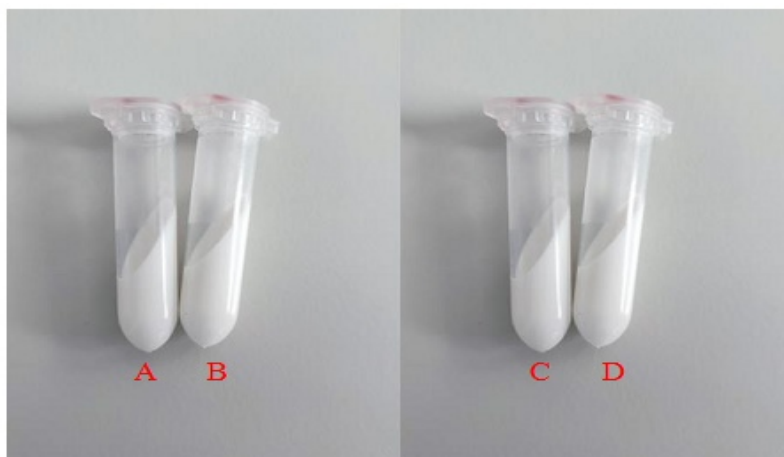
Wszystkie oznaczenia badanych kosmetyków zostały wykonane w minimum trzech powtórzeniach. Analizę statystyczną wyników przeprowadzono w programie Statistica 13 software. Dla każdego zestawu danych weryfikowano hipotezę o normalności rozkładu, wykorzystując test Shapiro-Wilka. Do analizy danych, dla których potwierdzono normalność rozkładu, przeprowadzono jednoczynnikową analizę wariancji (ANOVA), istotność różnic między średnimi weryfikowano testem post-hoc Tukeya ($p < 0,05$). W przypadku wyników danych, niespełniających hipotezy o rozkładzie normalnym, zastosowano nieparametryczny test Kruskala–Wallisa, na poziomie istotności $p < 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Badane kremy przeciwzmarszczkowe znacząco różniły się zawartością składników pochodzenia naturalnego oraz stabilizujących strukturę emulsji. Spośród wszystkich badanych kosmetyków preparat A odznaczał się najbardziej naturalnym składem, bowiem do jego podstawowych składników należała woda, emolienty, propanediol, olej z orzechów makadamia oraz gliceryna. W składzie występowały również emulgatory (m.in. Sorbitan Stearate, Glyceryl Stearate), regulatory lepkości (Oryza Sativa Starch, Xanthan Gum) oraz regulator pH (Sodium Hydroxide). Krem zawierał charakteryzujący się silnym działaniem konserwant – Phenoxyethanol. W kosmetyku B dominowały składniki okluzyjne, m.in. Argania Spinosa Kernel Oil oraz Cocos Nucifera (Coconut) Oil. Krem został zabezpieczony silnymi konserwantami (Disodium EDTA, Phenoxyethanol, Ethylhexylglycerin), zawierał również regulatory lepkości (Xanthan Gum, alkohole tłuszczowe), regulator pH (Citric Acid) i emulgatory (Polyglyceryl-6 Behenate, Polyglyceryl-10 Laurate, Beta-Sitosterol).

W składzie kosmetyków syntetycznych dominowały składniki stabilizujące bazę preparatu. W kremie C oprócz substancji aktywnych (Tocopheryl Acetate, Retinol, Ubiquinone) występowały dwa konserwanty (Sodium Benzoate, 2-Bromo-2-Nitropropane-1,3-Diol), dwa regulatory lepkości (Propylene Glycol, Cera Alba (Beeswax) – pełniący jednocześnie funkcję emulgatora razem z Hydrogenated Castor Oil) oraz regulator pH (Citric Acid). Wśród składników utrzymujących stabilność kosmetyku w kremie D przeważały regulatory lepkości (Xanthan Gum, polimery, Sodium Chloride, Benzyl Alcohol). Oprócz nich krem zawierał także dwa emulgatory (Sodium Stearyl Glutamate, Cetearyl Alcohol), regulator pH (Sodium Hydroxide) oraz konserwanty (Phenoxyethanol, Benzyl Alcohol, Trisodium EDTA).

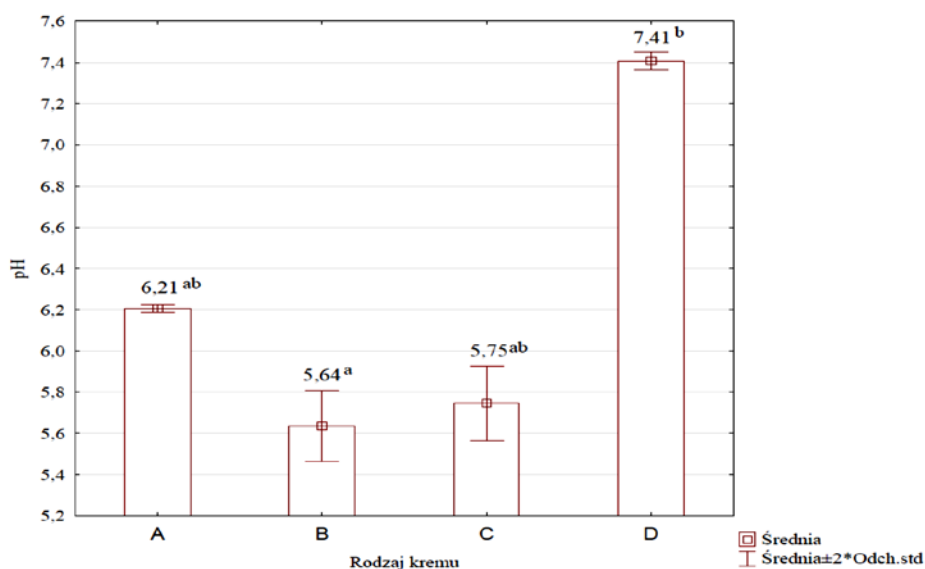
Badanie stabilności emulsji przeprowadzone metodą wirówkową potwierdziło wysoką stabilność każdego z ocenianych kremów (ryc. 1).



Ryc. 1. Test stabilności emulsji ocenianych kremów. Brak rozwarstwienia potwierdza wysoką stabilność masy kosmetycznej

Spośród wszystkich ocenianych preparatów krem D charakteryzował się najwyższym pH (ryc. 2), przekraczającym wartość odczynu obojętnego, podczas gdy pozostałe kremy, miały odczyn poniżej 7. Pomimo zróżnicowanego pH istotne statystycznie różnice potwierdzono jedynie dla kremów o skrajnych wartościach, tj. kremu B i D.

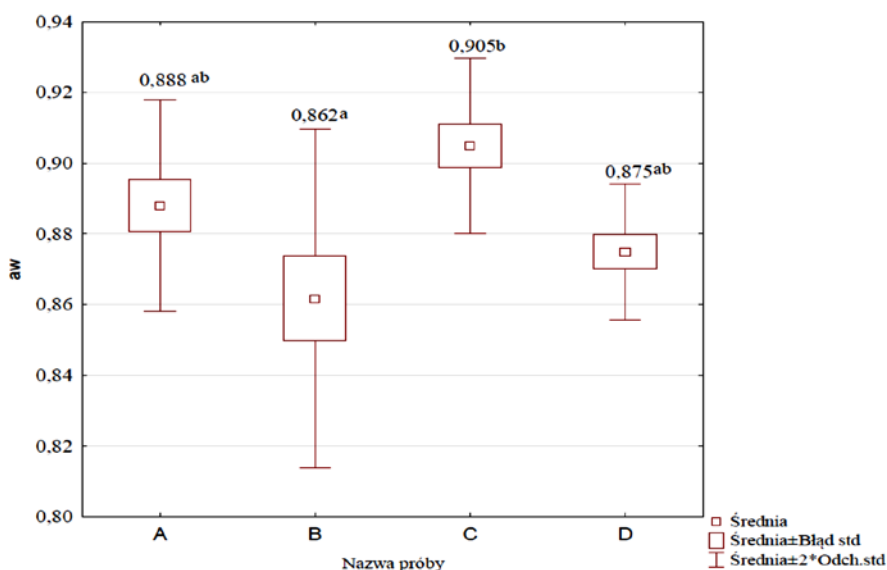
Prawidłowe pH skóry ludzkiej powinno się zawierać w przedziale 4,7–5,6, wartości te bowiem warunkują prawidłowy przebieg tak istotnych procesów, jak złuszczenie martwych komórek naskórka, funkcje ochronne czy zachowanie właściwego mikrobiomu skóry [Prokosh 2018, Schmid-Wendtner i Korting 2006]. Odstępstwa od fizjologicznego pH wywołują efekty uboczne w wyglądzie oraz funkcjonowaniu skóry. Nadmierny spadek wartości pH skóry, może prowadzić do jej przetłuszczania i powstawania zaskórników. Z kolei zbyt duża alkalizacja może skutkować przesuszeniem skóry, zaburzeniem warstwy hydrolipidowej oraz niekorzystnymi zmianami w mikrobiomie skórnym [Wallen-Russell 2019]. Biorąc pod uwagę powyższe doniesienia, istotne z punktu widzenia konsumenta jest stosowanie kosmetyków o odczynie zbliżonym do fizjologicznego pH skóry. Pod względem wartości pH najkorzystniejszymi kremami dla skóry ludzkiej były kremy A, B i C.



Ryc. 2. Wartości pH badanych kremów. Średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie od siebie

Istotnie ($p < 0.05$) najwyższą aktywnością wody odznaczał się krem C, zaś najniższą – krem B) (ryc. 3). Niższa aktywność wody zwykle przekłada się również na wyższą stabilność mikrobiologiczną produktu. Aktywność wody jest wartością termodyna-

miczną, której wartość ulega zmianom wraz z temperaturą, a kierunek zmian uwarunkowany jest składnikami produktu kosmetycznego. Badania Pałachy i Makarewicz [2011] wykazały, iż o aktywności wody decyduje jej stan w produkcji kosmetycznym, czyli stopień związania wody z pozostałymi komponentami produktu, co także wskazuje na ilość wody potencjalnie dostępnej dla rozwoju mikroorganizmów. Aktywność wody w kosmetyku może być regulowana poprzez dodatek składników wiążących wodę, takich jak sole (chlorek sodu), poliole (sorbitol, glicerol), hydrokoloidy (guma guar, guma ksantanowa), aminokwasy czy hydrolizaty białek [Varvaresou i in. 2009, Halla i in. 2018].



Ryc. 3. Wyniki aktywności wody badanych kremów. Średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie od siebie

Barwa jest jednym z głównych czynników decydujących o atrakcyjności sensorycznej produktu. Instrumentalne metody oceny pozwalają na obiektywny pomiar barwy i wyrażenie jej poszczególnych składowych w postaci wartości liczbowych [Goñi i Salvadori 2016]. Istnieją różne typy modelowania przestrzeni barw, a do najczęściej wykorzystywanej należy CIELab, w przypadku której składowa L^* określa jasność w zakresie od 0 do 100, zaś wartości parametrów a^* (od zielonego do czerwonego) i b^* (od niebieskiego do żółtego) mogą przyjmować wartości od -120 do $+120$ [León i in. 2006]. Najwyższą jasnością (L^*), cechowały się kremy B i C, osiągając wartość istotnie wyższą niż krem D (tab. 1). Krem D różnił się pod względem barwy w stosunku do pozostałych preparatów, osiągając istotnie najniższą wartość parametru a^* oraz istotnie najwyższe wartości dla składowych b^* oraz C^* .

Tab. 1. Wyniki pomiaru barwy badanych kremów

Składowa barwy	Rodzaj kremu							
	A		B		C		D	
	średnia	odchylenie standardowe	średnia	odchylenie standardowe	średnia	odchylenie standardowe	średnia	odchylenie standardowe
L*	84,12ab	1,78	85,99b	0,01	86,03b	0,03	84,90a	0,01
a*	-0,42ab	0,27	-0,73b	0,03	-0,16a	0,01	-1,02c	0,01
b*	3,60a	0,07	3,59a	0,05	3,55a	0,02	8,22b	0,01
C*	3,63a	0,10	3,66a	0,04	3,56a	0,02	8,28b	0,01
h	96,51a	4,13	101,46b	0,54	92,54c	0,23	97,07a	0,06

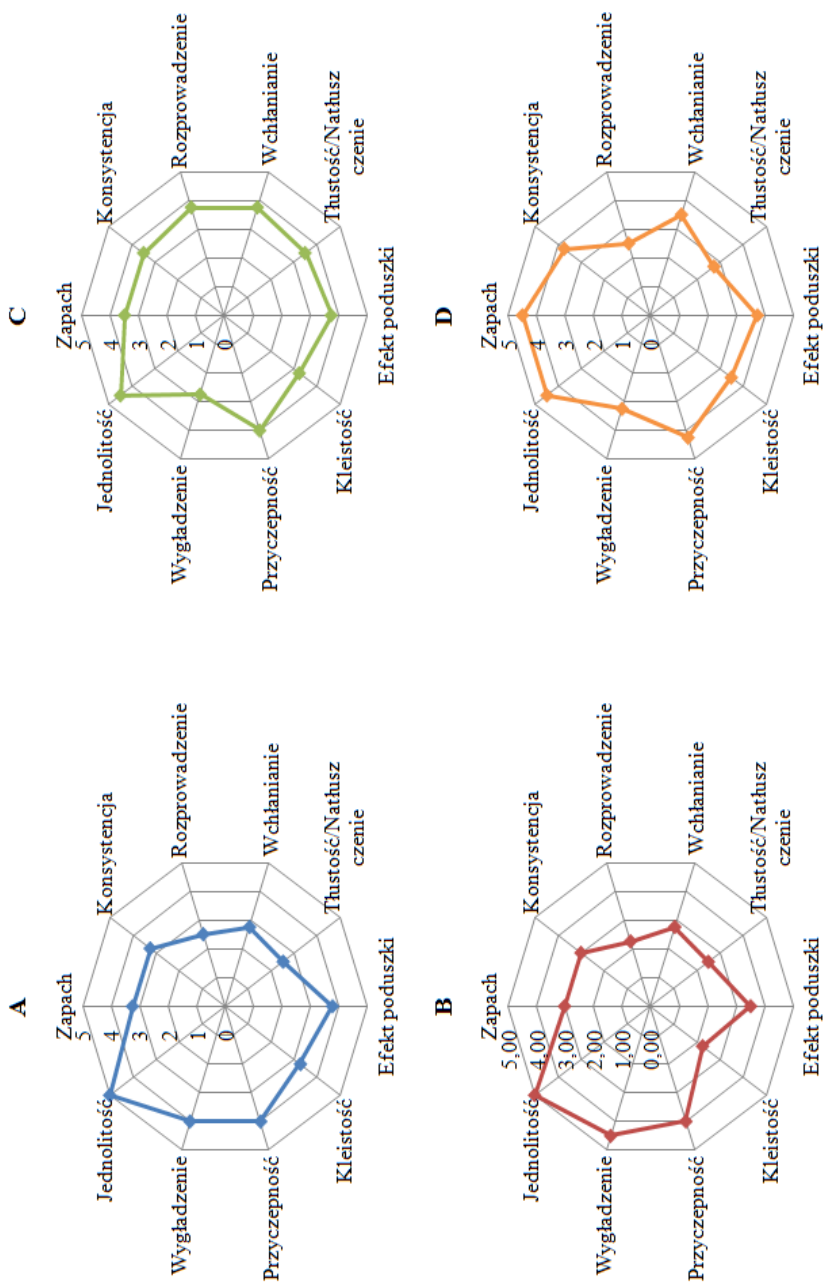
Średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie od siebie

Istotnie ($p < 0,05$) najwyższą siłą adhezji oraz siłą i pracą potrzebną do wywołania odkształcenia powierzchni kremu (W max.) cechował się krem D (w którym oznaczono również najwyższą siłę kohezji, a istotne różnice zostały potwierdzone w odniesieniu do kremu C). W przypadku pozostałych kosmetyków wyżej omawiane parametry utrzymywały się na zbliżonym poziomie. Nie obserwowano także istotnych różnic w sprężystości badanych kremów.

Adhezja jest miarą połączenia się ze sobą fazy olejowej i wodnej w emulsji kosmetycznej, a także miarą siły przylegania, natomiast kohezja odnosi się do wewnętrznej wytrzymałości emulsji, a także jej wytrzymałości wobec naprężeń ścinających [Pawar i Falk 2021]. Im wyższa wartość siły adhezji, tym bardziej stabilny kosmetyk, natomiast wyższa wartość siły kohezji świadczy o lepszej spójności układu emulsyjnego. Kohezja i adhezja bezpośrednio wpływają na istotne dla konsumenta cechy kosmetyku, takie jak jego trwałość, wygląd oraz przyleganie preparatu do powierzchni skóry [Maitra i Brahms 2007].

Parametrem związanym ze zdolnością do odtwarzania wiązań po ich zerwaniu bądź naruszeniu struktury emulsji jest relaksacja, której najwyższą wartość zmierzono w kremie D. Wyższe wartości relaksacji, oznaczają, że emulsja jest mniej podatna na odkształcenia powierzchni [Gilbert i in. 2013] i wymagana jest większa siła do wywołania zmian na jej powierzchni, co, z perspektywy konsumenta, może przekładać się na łatwość aplikacji kosmetyku [Calvo i in. 2020].

Ocenę organoleptyczną kremów przeprowadzono w oparciu o analizę 10 wyróżników, w skali 1–5 pkt. Wysokie wartości punktowe przy kryteriach takich jak zapach, efekt poduszki, przyczepność, wygładzenie, jednolitość należy uznać za pożądane, z kolei dla takich deskryptorów jak konsystencja, rozprowadzenie, wchłanianie, tłustość pożądane są niskie oceny. Kremy przeciwzmarszczkowe powinny charakteryzować się dobrym rozprowadzaniem i wchłanianością, konsystencją średnią w kierunku ciężkiej, a także pozostawiać cienką warstwę ochronnego filmu. Istotne jest również działanie na zmiany starzeniowe, tj. skuteczne wygładzenie zmarszczek. Kosmetyk nie powinien również ulegać rozwarstwieniu w opakowaniu, a jego zapach powinien być atrakcyjny dla konsumenta.



Ryc. 4. Porównanie profili sensorycznych badanych preparatów

Tab. 2. Wyniki pomiaru tekstury badanych kremów

Cecha tekstury	Rodzaj kremu							
	A		B		C		D	
	średnia	SD	średnia	SD	średnia	SD	średnia	SD
Siła max.	1,10a	0,01	1,20a	0,01	1,13a	0,03	1,79b	0,01
Praca max.	1,10a	0,18	1,27ab	0,02	1,09a	0,09	2,05b	0,06
Siła adhezji	111,50a	0,58	122,50a	0,58	115a	3,46	182,50b	0,58
Siła kohezji	42,45ab	7,33	47,60ab	1,27	35,95a	1,79	50,60b	1,73
Sprężystość	1,94	0,01	1,94	0,01	1,95	0,01	1,93	0,01
Relaksacja	0,63a	0,07	0,66a	0,01	0,70ab	0,02	1,21b	0,02

Średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie od siebie

Zdolność do wygładzania oraz jednolitość zostały wyżej ocenione w przypadku kremów A i B, w których dominowały składniki naturalne, jednak obydwa kremy nie nadały skórze wymaganego dla cery dojrzałej natłuszczenia (ryc. 4). Krem C został najlepiej oceniony pod względem wchłaniania oraz zdolności natłuszczenia, wykazując jednocześnie najmniejszą zdolność do wygładzania. Obecne w jego składzie estry alkoholi tłuszczowych pozytywnie wpłynęły na wytworzenie warstwy okluzyjnej zapobiegającej nadmiernemu odparowywaniu wody, jednakże w recepturze kosmetyku brakuje substancji mogącej działać na widoczne już zmiany starzeniowe. Za najprzyjemniejszy został uznany zapach kremu D, który jednocześnie charakteryzował się najlepszą przychepnością.

Podsumowanie

Przeprowadzone badania potwierdziły znaczne zróżnicowanie cech fizykochemicznych ocenianych kremów przeciwzmarszczkowych. Spośród badanych kosmetyków największą odmienność wykazywał krem D o składzie syntetycznym, bowiem odznaczał się najwyższym pH (przekraczającym wartość odczynu obojętnego) charakteryzował się istotnie najwyższym nasyceniem barwy (C^*) oraz wartością składowej decydującej o udziale koloru żółtego (b^*), jak również istotnie najniższą wartością parametru a^* , odpowiadającego za udział barwy zielonej. Ponadto krem D odznaczał się najwyższymi wartościami parametrów tekstury, takimi jak relaksacja oraz siły adhezji i kohezji. Najwyższą aktywność wody wykazano dla kremu C, zaś najniższą dla kremu B o składzie naturalnym. Ocena organoleptyczna wykazała, że kremy naturalne miały lżejszą konsystencję, łatwiej się wchłaniały oraz lepiej wygładzały skórę probantów, podczas gdy preparaty C i D, w składzie których dominowały komponenty syntetyczne, posiadały lepsze zdolności natłuszczące.

Bibliografia

- Calvo F., Gómez J.M., Ricardez-Sandoval L., Alvarez O., 2020. Integrated design of emulsified cosmetic products: a review. *Chem. Engineer. Res. Design*, 161, 279–303, <https://doi.org/10.1016/j.cherd.2020.07.014>.
- César F.C., Maia Campos P.M., 2020. Influence of vegetable oils in the rheology, texture profile and sensory properties of cosmetic formulations based on organogel. *Int. J. Cosmet. Sci.*, 42(5), 494–500, <https://doi.org/10.1111/ics.12654>.
- Gilbert L., Picard C., Savary G., Grisel M., 2013. Rheological and textural characterization of cosmetic emulsions containing natural and synthetic polymers: relationships between both data. *Coll. Surf. A, Physicochem. Engineer. Aspects* 421, 150–163, <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2013.01.003>.
- Góñi S.M., Salvadori V.O., 2016. Color measurement: comparison of colorimeter vs. computer vision system. *J. Food Meas. Charact.* 11(2), 538–547, <https://doi.org/10.1007/s11694-016-9421-1>.
- Halla N., Fernandes I.P., Heleno S.A., Costa P., Boucherit-Otmani Z., Boucherit K., Rodrigues A.E., Ferreira I.C.F.R., Barreiro M.F., 2018. Cosmetics preservation: a review on present strategies. *Molecules* 23(7), 1571, <https://doi.org/10.3390/molecules23071571>
- León K., Mery D., Pedreschi F., León J. 2006. Color measurement in L*a*b* units from RGB digital images. *Food Res. Int.*, 39(10), 1084–1091, <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2006.03.006>.
- Maitra P., Brahm J., 2007. Challenges in cosmetic formulations: appearance, long wear, and comfort. *MRS Bull.*, 32(10), 787–792, <https://doi.org/10.1557/mrs2007.165>.
- Navarro-Pérez Y.M., Cedeño-Linares E., Norman-Montenegro O., Ruz-Sanjuan V., Mondeja-Rivera Y., Hernández-Monzón A.M., González-Bedia M.M., 2021. Prediction of the physical stability and quality of O/W cosmetic emulsions using full factorial design. *J. Pharm. Pharmacogn. Res.*, 9(1), 98–112.
- Pałacha Z., Makarewicz M., 2011. Aktywność wody wybranych grup produktów spożywczych. *Post. Tech. Przetw. Spoż.* 2, 24–29.
- Parente M.E., Manzoni A.V., Ares G., 2011. External preference mapping of commercial antiaging creams based on consumers' responses to a check-all-that-apply question. *J. Sens. Stud.*, 26(2), 158–166, <https://doi.org/10.1111/j.1745-459X.2011.00332.x>.
- Pawar A.B., Falk B., 2021. Use of advanced silicone materials in long-lasting cosmetics. *W: Surface science and adhesion in cosmetics*, Mittal K.L., Bui H.S. (red.). Wiley, Hoboken, 151–182, <https://doi.org/10.1002/9781119654926.ch5>.
- Płocica J., Tal-Figiel B., Figiel W., 2015. Znaczenie analizy sensorycznej i pomiarów reologicznych w ocenie preparatów kosmetycznych. *Inż. Aparat. Chem.* (2), 44–45.
- Proksch E., 2018. pH in nature, humans and skin. *J. Dermatol.* 45(9), 1044–1052, <https://doi.org/10.1111/1346-8138.14489>.
- Schmid-Wendtner M.H., Korting H.C., 2006. The pH of the skin surface and its impact on the barrier function. *Skin Pharmacol. Physiol.* 19(6), 296–302, <https://doi.org/10.1159/000094670>.
- Varvaresou A., Papageorgiou S., Tsihrivas E., Prototapa E., Kintziou H., Kefala V., Demetzos C., 2009. Self-preserving cosmetics. *Int. J. Cosmet. Sci.* 31(3), 163–175, <https://doi.org/10.1111/j.1468-2494.2009.00492.x>.
- Wallen-Russell C., 2019. The role of every-day cosmetics in altering the skin microbiome: a study using biodiversity. *Cosmetics* 6(1), 2, <https://doi.org/10.3390/cosmetics6010002>.

Zmiany fizykochemiczne i sensoryczne zachodzące w produktach kosmetycznych

Physicochemical and sensory changes occurring in cosmetic products

Produkty kosmetyczne przeznaczone do pielęgnacji skóry odgrywają istotną rolę w utrzymaniu jej kondycji i zdrowego wyglądu. Na skuteczność oraz stabilność kosmetyków wpływ mają nie tylko składniki zawarte w formule, ale również niektóre parametry fizykochemiczne mogące ulegać zmianie pod wpływem czynników środowiskowych. Zmiany fizykochemiczne kosmetyków zachodzą od momentu ich produkcji, przy czym tempo tych przemian uzależnione jest od ilości i rodzaju zastosowanych konserwantów i stabilizatorów oraz warunków przechowywania preparatu [Gilewicz i in. 2012]. Czynniki, które mogą wpływać na stabilność preparatów kosmetycznych, są temperatura, wilgotność, dostęp tlenu i światła oraz rodzaj materiału opakowaniowego. Wymienione czynniki oddziałują na takie parametry kosmetyku, jak wartość pH, aktywność wody czy cechy organoleptyczne (barwa, tekstura, zapach).

Celem pracy była charakterystyka najczęściej obserwowanych zmian fizykochemicznych zachodzących w preparatach kosmetycznych podczas ich przechowywania i użytkowania, jak również omówienie najważniejszych metod analizy tych zmian.

Czynniki wpływające na stabilność preparatów kosmetycznych

Jedną z podstawowych właściwości decydujących o użyteczności preparatów kosmetycznych o charakterze emulsji jest ich stabilność, wskazująca na trwałość połączenia fazy wodnej i olejowej. Istnieje wiele czynników mających bezpośredni wpływ na stabilność produktu kosmetycznego, w tym takie jak temperatura, wilgotność, ekspozycja preparatu na światło, dostęp tlenu czy też rodzaj zastosowanego materiału opakowaniowego. Na etapie recepturowania wykorzystywane są stabilizatory oraz emulgatory, które mają zapewnić trwałość masy kosmetycznej. Emulgatory i stabilizatory są konieczne do połączenia i utrzymania jednolitości preparatów składających się z fazy olejowej i wodnej przez stabilizację granicy między fazami. Przykładami środków o charakterze emulgującym i stabilizującym są np. P4C (INCI: Polyglyceryl-4-Caprate) czy SLP (INCI: Sorbitan Laurate, Polyglyceryl-4-Laurate, Dilauryl Citrate).

Aby przedłużyć trwałość i zapewnić stabilność preparatów kosmetycznych w różnych warunkach przechowywania, producenci wykorzystują składniki o działaniu konserwującym. Konserwanty działają bakterioostatycznie lub bakterioobójczo. Ograniczają również wytwarzane przez drobnoustroje produkty przemiany materii. Alternatywę dla

¹ Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki, adriannaromanska18@gmail.com

chemicznych konserwantów stanowią alkohole, olejki eteryczne, wyciągi roślinne, a także środki powierzchniowo-czynne.

Wpływ na stabilność preparatów kosmetycznych, oprócz stabilizatorów, konserwantów oraz warunków przechowywania, ma również opakowanie. Aby zbadać interakcję masy kosmetycznej z opakowaniem w działających na nie warunkach środowiska, wykonuje się testy kompatybilności. Materiał opakowaniowy i kosmetyk nie mogą na siebie oddziaływać, a materiał opakowaniowy powinien chronić masę kosmetyczną przed wpływem czynników środowiskowych. Podstawowym kryterium oceny bezpieczeństwa materiału tworzącego opakowanie jest określenie migracji substancji chemicznych z opakowania do kosmetyku, która zgodnie z regulacją unijną nr 1223/2009 powinna być szczegółowo badana [Sikorska i in. 2017].

Metody badania stabilności preparatów kosmetycznych

Produkty kosmetyczne przed wprowadzeniem na rynek powinny przejść badania potwierdzające ich jakość, bezpieczeństwo oraz stabilność w różnych warunkach przechowywania. Wyróżnia się testy kompatybilności, stabilności, testy obciążeniowe oraz testy przyspieszonego starzenia. Testy kompatybilności dotyczą sprawdzenia interakcji masy kosmetyku z opakowaniem w celu oceny ich zgodności. Minimalnym czasem trwania testów kompatybilności jest 8 tygodni. Badania przeprowadzane są w temperaturze pokojowej, a także w temperaturze 37°C lub 45°C w cieplarkach. Istnieje również możliwość przeprowadzenia skróconych testów przez 6 dni, wówczas kosmetyki umieszczane są w temperaturze 55°C [Jakubowska-Stokowska 2012].

Celem testu przyspieszonego starzenia (tzw. testu ATT – z ang. accelerated aging test) jest ocena stabilności receptury kosmetyku w czasie przechowywania. Podczas trwania testów stabilności masa kosmetyczna poddawana jest procesowi „przyspieszonego starzenia” pod wpływem działania temperatury oraz światła. Badanie wykonuje się zarówno w temperaturze podwyższonej, jak i obniżonej, w ten sposób masa kosmetyczna poddawana jest działaniu warunków ekstremalnych w porównaniu z normalnymi warunkami przechowywania. Przyjmuje się, że 12 tygodni w temperaturze 45°C odpowiada stabilności produktu kosmetycznego w okresie 24 miesięcy, a nawet 30 miesięcy [Juncan i Rus 2018].

Testy obciążeniowe (ang. challenge tests) zostały zaprojektowane głównie z myślą o produktach stanowiących wysokie ryzyko mikrobiologiczne, m.in. kosmetyków, których skład oparty został na fazie wodnej. Testy obciążeniowe, inaczej zwane testami konserwacji, najczęściej wykonywane są zgodnie z międzynarodową normą PN-EN ISO 11930:2012 i nie są wymagane w przypadku kosmetyków o tzw. niskim ryzyku zakażeń mikrobiologicznych, czyli m.in. produktów o niskiej aktywności wody, niskich lub wysokich wartościach pH (np. peelingi) czy o większej zawartości alkoholu (np. perfumy).

W badaniu obciążeniowym kosmetyków wykorzystuje się pięć patogennych mikroorganizmów (trzy bakterie – *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*; grzyb drożdżopodobny – *Candida albicans* oraz grzyb pleśniowy – *Aspergillus brasiliensis*) w odpowiednim stężeniu i objętości, zaaplikowanych do produktu kosmetycznego, który zostaje umieszczony na czas trwania badania w opakowaniu zastępczym, a następnie mierzone są zmiany w liczebności otrzymanywanych drobnoustrojów w ustalo-

nych odstępach czasowych. Aby dopuścić produkt do testu konserwacji, należy uprzednio potwierdzić jego jałowość (tj. brak obecności drobnoustrojów chorobotwórczych), wykonując standardowe badanie czystości mikrobiologicznej w oparciu o odpowiednie normy ISO. Mikroorganizmy obecne w kosmetykach stanowią bowiem istotne ryzyko dla zdrowia użytkownika, np. *Pseudomonas aeruginosa* obecne w kosmetykach do makijażu oczu mogą doprowadzić do infekcji oczu, owrzodzeń, a nawet nieodwracalnych uszkodzeń rogówki [Pszenna i in. 2005]. Grzyby takie jak *Candida albicans* czy *Aspergillus niger* nie tylko obniżają jakość produktu kosmetycznego, ale mogą wywołać infekcje skóry oraz błon śluzowych, a także skóry i paznokci [Obrębska i in. 2008]. Badania obciążeniowe produktów kosmetycznych pozwalają ocenić skuteczność zakonserwowania danego wyrobu i analizę ryzyka związanego z ewentualnym rozwojem mikroflory patogennej [Halla i in. 2018].

Zmiany parametrów fizykochemicznych i sensorycznych zachodzące podczas przechowywania preparatów kosmetycznych

Zachodzące w kosmetykach zmiany parametrów fizykochemicznych wpływają nie tylko na komfort użytkowania, ale również na ich bezpieczeństwo, jakość i skuteczność działania. Do najważniejszych i najczęściej monitorowanych parametrów należą m.in.: pH, aktywność wody, barwa, tekstura, zapach, cechy użytkowe preparatów takie jak rozprzewalność, lepkość czy zdolność do wygładzania.

pH. Wartość pH, która określa względną aktywność jonów wodorowych w preparacie, jest istotnym czynnikiem, który może wpływać na tempo przemian chemicznych oraz intensywność namnażania się mikroorganizmów. Pomiar pH jest jednym ze standardowych testów przeprowadzanych w laboratorium kosmetycznym. Metody pomiaru dzielą się na cztery zasadnicze kategorie: paski testowe, odczynniki wskaźnikowe, metody z wykorzystaniem elektrod metalicznych oraz szklanych. Do badania wartości pH skóry wykorzystuje się elektrody szklane ze względu na większą skuteczność wyników badań niż z użyciem kolorymetrii [Mojumdar i Sparr 2021].

W kosmetykach bogatych w składniki lipopochodne w miarę upływu czasu przechowywania wartość pH obniża się ze względu na zachodzące procesy peroksydacji lipidów, których produktami są m.in. kwasy organiczne czy aldehydy [Mohammad i in. 2015]. Procesy te przyspieszają wraz ze wzrostem temperatury otoczenia. Emulsje zawierające składniki ulegające peroksydacji mogą indukować stres oksydacyjny w tkankach, co wpływa na przyspieszenie starzenia się skóry, zaburzenia metabolizmu komórkowego oraz zmiany w strukturze DNA [Khanum i Thevanayagam 2017]. Wszelkie odstępstwa od fizjologicznych wartości pH objawiają się efektami ubocznymi w funkcjonowaniu skóry (w szczególności jej bariery hydrolipidowej) oraz jej wyglądzie. Wartość pH preparatów kosmetycznych powinna być zbliżona do wartości pH skóry ludzkiej, czyli około 5,4–5,9.

Aktywność wody. Ważnym parametrem w przechowywaniu produktów kosmetycznych jest aktywność wody, która określa zawartość w danym produkcie wody dostępnej do wykorzystania w procesach metabolicznych mikroorganizmów oraz w przebiegu reakcji chemicznych zachodzących w matrycy [Lundov i in. 2009]. Opracowane

dotychczas metody pomiaru aktywności wody należy zaliczyć do metod pośrednich, opartych na pomiarze określonych parametrów fizycznych. Wyróżnia się pięć grup metod pomiaru aktywności, opartych na pomiarze: ciśnienia, temperatury (punktu rosy, krioskopowej, różnicy psychrometrycznej), wielkości elektrycznych (pomiar zmian przewodności lub pojemności elektrycznej określonego czujnika), zmian wymiarów liniowych ciał, a także zmian masy materiału [Pałacha 2008].

Minimalna wartość aktywności wody do rozwoju poszczególnych drobnoustrojów wynosi: 0,9 dla większości bakterii, 0,8 dla większości drożdży oraz 0,7 dla większości pleśni. Rozwój mikroorganizmów wywiera istotny wpływ na właściwości fizykochemiczne kosmetyku, objawiające się zmianą zapachu, koloru lub tekstury produktu [Lundov i in. 2009]. Wartość aktywności wody zwiększa się w miarę zwiększania się zawartości wody wolnej w produkcie. Preparaty zawierające niewielką ilość wody, takie jak pudry kosmetyczne, określane są mianem preparatów o niskim ryzyku mikrobiologicznym [Periz i in. 2018].

Barwa. Zarówno procesy mikrobiologiczne, jak i zmiany fizykochemiczne zachodzące w trakcie przechowywania kosmetyków mają bezpośredni wpływ na takie cechy, jak barwa czy tekstura preparatów. Barwa jest ważnym aspektem jakościowym produktów kosmetycznych, ponieważ może decydować o wyborze danego kosmetyku, zwłaszcza w przypadku preparatów do makijażu [Goñi i Salvadori 2016].

Pomiary barwy wykonuje się najczęściej miernikami nasycenia barwy oraz spektrofotometrów, a otrzymane wyniki wyrażane są w wybranej przestrzeni barw. Jakkolwiek istnieją różne typy modelowania przestrzeni barw, to ze względu na regularne rozmieszczenie barw do najbardziej popularnych zalicza się system RGB oraz CIE Lab. Przestrzeń barw RGB opisywana jest współrzędnymi trzech barw zmieszanych w określonych proporcjach – czerwonej (ang. red), zielonej (ang. green) oraz niebieskiej (ang. blue). W przypadku przestrzeni barwy $L^*a^*b^*$ (CIE Lab) składowa L^* określa jasność bądź luminację w zakresie od 0 do 100, zaś parametr a^* (udział barwy zielonej $-a^*$ do czerwonej $+a^*$) i b^* (udział barwy od niebieskiej $-b^*$ do żółtej $+b^*$) w zakresie od -120 do 120 [León i in. 2006].

Barwa kosmetyku, podobnie jak pH, ulega zmianie wraz z inicjacją określonych reakcji w jego masie, m.in. takich jak peroksydacja składników lipidowych preparatu. Produktami peroksydacji są m.in. związki lotne (aldehydy, ketony i kwasy), które mogą wpływać na zmianę barwy preparatów kosmetycznych.

Parametry tekstury i reologii. Pomiary tekstury pozwalają na precyzyjne określenie właściwości danego materiału oraz jego zachowania w warunkach aplikacji. W przypadku kosmetyków do najczęściej badanych parametrów teksturalnych i reologicznych zalicza się m.in.: konsystencję emulsji, jej adhezyjność, spoistość, lepkość oraz twardość [Tai i in. 2014]. Spoistość emulsji jest określana jako siła wewnętrznych wiązań odpowiedzialnych za strukturę produktu. Twardość reprezentuje siłę, której działanie powoduje osiągnięcie określonego odkształcenia. Konsystencja i lepkość emulsji są ściśle związane z właściwościami organoleptycznymi kremów oraz wpływają na wrażenia podczas ich aplikacji [Lukic i in. 2012]. Wyższy współczynnik lepkości nadaje miękkość i odczucie gładkości podczas stosowania preparatu, natomiast w miarę jego obniżania zwiększa się wrażenie lekkości kosmetyku [Iwata i in. 2012]. Badania właściwości reologicznych

obejmują także badanie lepkości pozornej, której wysokie wartości mogą z jednej strony powodować trudności w rozsmarowywaniu kosmetyku na skórze, z drugiej strony mogą być zaletą przy opracowywaniu formuły kosmetyków regenerujących czy mających właściwości okluzyjne. Innym parametrem reologicznym jest granica płynięcia, której niskie wartości wskazują na lżejszą konsystencję i lepszą rozprowadzalność.

Właściwości tekstury emulsji ulegają zmianie wraz z temperaturą otoczenia – wzrost temperatury powoduje zmniejszanie się lepkości preparatu, inicjację procesu demulgacji oraz osłabienie sił wiązań wodorowych i van der Waalsa [Kundu i in. 2013]. Spadek lepkości powiązany jest ze stopniową separacją fazy wodnej i olejowej, a także zwiększaniem się stopnia upłynnienia produktu. Rozwarstwienie się preparatu nie tylko wpływa negatywnie na wrażenia podczas korzystania z kosmetyku, ale również świadczy o braku stabilności emulsji [Smaoui i in. 2012]. Ponadto gwałtowne zmiany temperatury powodują destabilizację emulsji przez inicjowanie koagulacji jej cząstek. Parametry tekstury są wrażliwe również na zmiany składu preparatów kosmetycznych – nawet niewielkie modyfikacje mogą wpływać na strukturę preparatu, a tym samym na jego odbiór przez konsumentów [Filipovic i in. 2017]. Pomiar tekstury wykonywane są przy użyciu tzw. teksturometrów wyposażonych w próbki, służące do poddawania próbek różnego rodzaju obciążeniom mechanicznym (np. cięciu, rozciąganiu, zginięciu, przebiciu, penetracji czy wytłaczaniu).

Cechy sensoryczne. Najbardziej odczuwalną z perspektywy konsumenta grupą zmian zachodzącą w preparatach kosmetycznych są zmiany organoleptyczne, będące niejako wypadkową zmian fizykochemicznych i mikrobiologicznych. W przypadku produktów do pielęgnacji skóry wymienia się wiele wyróżników sensorycznych, takich jak: konsystencja, jednolitość, efekt poduszki, rozprowadzanie, wchłanianie, tłustość, kleistość, gładkość, natłuszczenie i wygładzenie [Płocica i in. 2014]. Analizę sensoryczną przeprowadza zespół osób o uprzednio sprawdzonej wrażliwości sensorycznej, w warunkach laboratoryjnych zapewniających ograniczenie wpływu warunków środowiska na wynik [Gawęcka i Jędryka 2001]. Z kolei ocena organoleptyczna zasadniczo przeprowadzana jest przez każdego konsumenta podczas zakupu i użytkowania kosmetyku. Chociaż zwykle jest mało powtarzalna, bowiem subiektywna i uzależniona od wrażliwości osoby oceniającej, to do zmian organoleptycznych, które negatywnie są postrzegane przez użytkowników kosmetyków, zaliczyć należy wytrącanie się fazy olejowej, rozwarstwienie faz, zmianę barwy czy powstawanie niespecyficznego zapachu.

Podsumowanie

Producenci kosmetyków mają obowiązek przeprowadzania szeregu badań potwierdzających nie tylko właściwości przypisywane preparatowi, ale również badania potwierdzające trwałość oraz stabilność produktu w warunkach, w których najczęściej będzie użytkowany. Znajomość natury i tempa przemian zachodzących w trakcie przechowywania masy kosmetycznej mają kluczowe znaczenie dla bezpieczeństwa oraz jakości produktów kosmetycznych.

Bibliografia

- Filipovic M., Lukic M., Djordjevic S., Krstonosic V., Pantelic I., Vuleta G., Savic S., 2017. Towards satisfying performance of an O/W cosmetic emulsion: screening of reformulation factors on textural and rheological properties using general experimental design. *Int. J. Cosmet. Sci.* 39(5), 486–499, <https://doi.org/10.1111/ics.12402>.
- Gawęcka J., Jędryka T., 2001. *Analiza sensoryczna. Wybrane metody i przykłady zastosowań.* Wyd. Akad. Ekonom., Poznań.
- Gilewicz P., Tal-Figiel B., Figiel W., Kwiecień M., 2012. Nowoczesne rozwiązania w zakresie wytwarzania i kontroli jakości emulsji. *Tech. Trans.* 17, 25–40.
- Goñi S.M., Salvadori V.O., 2016. Color measurement: comparison of colorimeter vs. computer vision system. *J. Food Meas. Charact.* 11(2), 538–547, <https://doi.org/10.1007/s11694-016-9421-1>.
- Halla N., Fernandes, I.P. Heleno, S.A., Costa P., Boucherit-Otmani Z., Boucherit K., Barreiro M.F., 2018. Cosmetics preservation: a review on present strategies. *Molecules* 23(7), 1571.
- Iwata H., Shimada K., 2012. Sensory properties of cosmetics. W: Iwata H., Shimada K., *Formulas, ingredients and production of cosmetics. Technology of skin- and hair-care products in Japan.* Springer, Tokyo–Heidelber–New York–Dordrecht–London, 103–110, https://doi.org/10.1007/978-4-431-54061-8_4.
- Jakubowska-Stokowska J., 2012. Rola testów kompatybilności opakowań podczas wdrażania kosmetyków. *Świat Przem. Kosmet.* 1, 52–54.
- Juncan A.M., Rus L.L. 2018. Influence of packaging and stability test assessment of an anti-aging cosmetic cream. *Mat. Plast.* 55(3), 426.
- Khanum R., Thevanayagam H., 2017. Lipid peroxidation: its effects on the formulation and use of pharmaceutical emulsions. *Asian J. Pharm. Sci.* 12(5), 401–411, <https://doi.org/10.1016/j.ajps.2017.05.003>.
- León K., Mery D., Pedreschi F., León J., 2006. Color measurement in L*a*b* units from RGB digital images. *Food Res. Int.*, 39(10), 1084–1091, <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2006.03.006>.
- Lukic M., Jaksic I., Krstonosic V., Dokic L., Savic S., 2012. Effect of small change in oil phase composition on rheological and textural properties of w/o emulsion. *J. Text. Stud.* 44(1), 34–44, <https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.2012.00363.x>.
- Lundov M.D., Moesby L., Zachariae C., Johansen J.D., 2009. Contamination versus preservation of cosmetics: a review on legislation, usage, infections, and contact allergy. *Contact Dermatitis*, 60(2), 70–78, <https://doi.org/10.1111/j.1600-0536.2008.01501.x>.
- Mojumdar E.H., Sparr E., 2021. The effect of pH and salt on the molecular structure and dynamics of the skin. *Coll. Surf. B Biointerfaces* 198, 111476, <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2020.111476>.
- Obrębska K., Matejczyk M., Szczygła A., 2008. Skażenia mikrobiologiczne surowców i produktów kosmetycznych. *Post. Microbiol.* 47(1), 65–71.
- Pałacha Z., 2008. Aktywność wody – ważny parametr trwałości żywności. *Przem. Spoż.* 62(4), 22–26.
- Periz G., Misock J., Huang M.C.J., Dewan K., Sadrieh N., 2018. FDA 2014 survey of eye area cosmetics for microbiological safety. *Lett. Appl. Microbiol.* 67(1), 32–38, <https://doi.org/10.1111/j.1600-0536.2008.01501.x>.
- Płocica J., Tal-Figiel B., Figiel W., 2015. Znaczenie analizy sensorycznej i pomiarów reologicznych w ocenie preparatów kosmetycznych. *Inż. Aparat. Chem.* (2), 44–45.
- Pszenna M., Rokosz A., Łuczak M., 2005. Udział szczepów *Pseudomonas aeruginosa* w zakażeniach pacjentów specjalistycznych poradni SP ZOZ w Nidzicy. *Med. Dośw. Mikrobiol.*, 57, 417–424.
- Sikorska W., Musioł M., Rydz J., Adamus G., Rychter P., Šišková A., Kowalczyk M., 2017. Charakterystyka poliestrów i ich produktów degradacji. *Przetw. Tworz.* 23(5), 427–433.
- Smaoui S., Hlima H.B., Jarraya R., Kamoun N.G., Ellouze R., Damak M., 2012. Cosmetic emulsion from virgin olive oil: formulation and bio-physical evaluation. *Afr. J. Biotechnol.* 11(40), 9664–9671, <https://doi.org/10.5897/AJB12.163>.
- Tai A., Bianchini R., Jachowicz J., 2014. Texture analysis of cosmetic/pharmaceutical raw materials and formulations. *Int. J. Cosmet. Sci.* 36(4), 291–304, <https://doi.org/10.1111/ics.12125>.

Aktywność przeciwutleniająca wybranych produktów mlecznych – badania *in silico* i *in vitro*

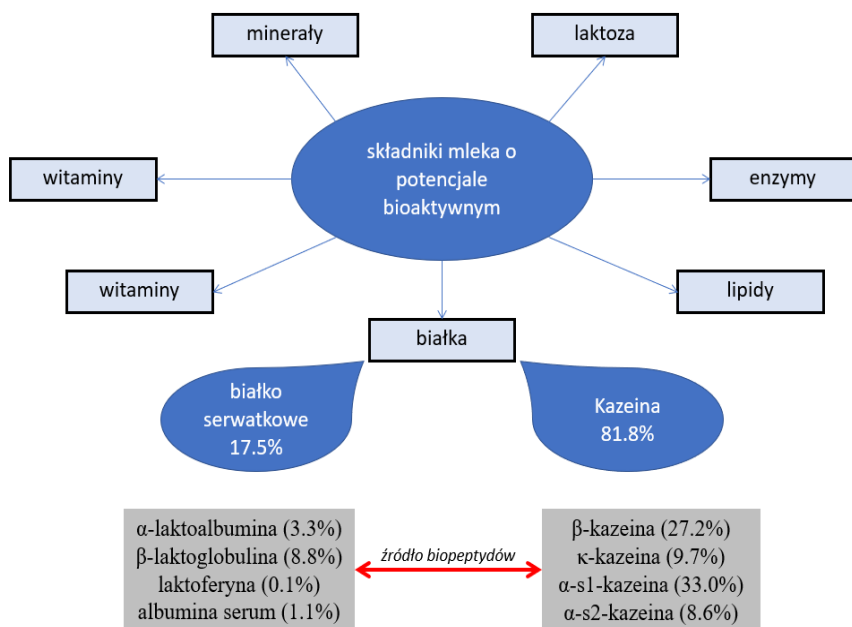
Antioxidant activity of selected dairy products – research *in silico* and *in vitro*

W wyniku nowych odkryć naukowych znaczenie białek w diecie jest coraz bardziej doceniane. Znane są one przede wszystkim jako źródła aminokwasów niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania organizmów żywych. Jednak najnowsze badania dowodzą, że białka pochodzące z żywności wykazują także wiele dodatkowych oddziaływań *in vivo* z uwagi na obecność biologicznie aktywnych związków, jak przedstawiono na rycinie 1. Na szczególną uwagę zasługują biopeptydy [Chakrabarti i in. 2018, Karami i in. 2019, Mada i in. 2020].

Bioaktywne peptydy zostały zdefiniowane jako specyficzne fragmenty białek, które mają pozytywny wpływ na funkcje lub stany organizmu i mogą ostatecznie wpływać na zdrowie. Ich powstawaniu w szczególności sprzyja produkcja typowa dla przemysłu mleczarskiego, oparta na procesach fermentacji. Ponadto w ciągu ostatniej dekady biopeptydy wzbudzają zainteresowanie naukowców i handlowców z uwagi na potencjał promowania zdrowia ludzkiego przez zmniejszenie ryzyka wystąpienia chorób przewlekłych lub wzmocnienie naturalnej ochrony immunologicznej, gdy są spożywane z codzienną dietą. Aktywność tych peptydów zależy od ich składu aminokwasowego bądź długości sekwencji. Większość opisanych w literaturze aktywnych sekwencji mieści się w zakresie od 2 do 20 reszt aminokwasowych, zaś ich różnorodny skład aminokwasowy powoduje, że peptydy mogą wykazywać właściwości wielofunkcyjne [Ryan i in. 2011, Bhat i in. 2017, FitzGerald i in. 2020].

Stosowane w mleczarstwie kultury startowe charakteryzują się wysoką aktywnością proteolityczną, co wykorzystywane jest w procesach fermentacyjnych do kształtowania pożądanych cech produktu. Jednocześnie sprzyjają one degradacji długołańcuchowych białek, można więc spodziewać się tworzenia dużej ilości peptydów (w tym także aktywnie działających na funkcjonowanie ludzkiego organizmu) podczas wytwarzania fermentowanych produktów mlecznych. Uwalnianie różnych bioaktywnych peptydów z białek mleka poprzez proteolizę mikrobiologiczną jest dobrze udokumentowane. Meyer i in. [2009] wykazali, że obecność szczepu *Lactobacillus helveticus* podczas dojrzewania serów sprzyja uwalnianiu z produktu peptydów przeciwnadciśnieniowych, z których wyróżniają się tripeptydy będące inhibitorami ACE (ang. angiotensin converting enzyme), tj.: Val-Pro-Pro (VPP) i Ile-Pro-Pro (IPP). Wykazano również, że bakterie jogurtowe, bakterie starterowe sera i komercyjne bakterie probiotyczne sprzyjają wytwarzaniu bioaktywnych peptydów z mleka podczas fermentacji [Hafeez i in. 2014, Solieri i in. 2018, Amorim i in. 2019, Chai i in. 2020, Rubak i in. 2020].

¹ Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii, ul. Skromna 8, 20-704 Lublin, *paulina.keska@up.lublin.pl



Ryc. 1. Prozdrowotne składniki mleka. Źródło: oprac. wł.

Celem pracy była ocena potencjału antyoksydacyjnego przetworów mlecznych (kefir, śmietana i sery) z uwagi na zawartość peptydów o działaniu przeciwutleniającym. Zgromadzone dane mogą posłużyć jako źródło wiedzy dla konsumentów i producentów odnośnie możliwości wytwarzania wyrobów mlecznych o funkcjonalnych właściwościach prozdrowotnych.

Material i metody

Materiałem do badań były komercyjne wyroby mleczne (kefir, śmietana, sery) dostępne powszechnie w obrocie handlowym. Wyroby pochodziły z lokalnego sklepu na terenie miasta Lublin, które zakupiono w styczniu 2022 r. Próbę kontrolną stanowiło mleko pasteryzowane. Wykaz wyrobów przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Wykaz produktów użytych w analizach (nazwy w nawiasach oznaczają nazwy producenta)

	Mleko 3,2% (Mleczna Dolina)	Kefir 1,5% (Mleczna Dolina)	Śmietana 12% (Mleczna Dolina)	Ser topiony (Hochland)	Twaróg półtusty (Polmlek)	Gran Gusto (Galbani)
zawartość białka (g/100 g produktu) ¹	3,2	3,0	3,3	10	16	31
zawartość peptydów (mg/100 g produktu) ²	61,6	15,4	25,6	18,45	20,56	151,67

¹według deklaracji producenta

²na podstawie wyników analiz własnych

Badania *in silico*

Analizy *in silico* opierały się na danych zdeponowanych w bazie danych BIOPEP-UWM (<https://biochemia.uwm.edu.pl/biopep-uwm/>). Oznaczenie profilu potencjalnej aktywności biologicznej wybranych białek mleka dokonano w oparciu o narzędzie „Profiles of potencial biological activity”. Wykorzystano także narzędzie „Calculations” do oceny częstotliwości występowania bioaktywnych fragmentów w rozważanej sekwencji białka (A), którą określano na podstawie wzoru:

$$A = \frac{a}{N}$$

gdzie: a – liczba fragmentów o danej aktywności w sekwencji białkowej,
 N – liczba reszt aminokwasowych białka.

Wyższa wartość parametru A oznacza wyższą zasobność białka w krótsze peptydy o danej aktywności [Minkiewicz i in. 2008]. Białka użyte w analizie wytypowano w oparciu o dane literaturowe, zaś ich sekwencje w formacie FASTA pobrano z bazy danych UniProtKB (<https://www.uniprot.org/>). Wytypowano 8 białek charakterystycznych dla mleka krowiego, w tym kazeiny – β -kazeinę (ID: P02666); κ -kazeinę (ID: Q5ZGI1); α -s1-kazeinę (ID: P02662); α -s2-kazeinę (ID: P02663); oraz białka serwatkowe – α -laktoalbuminę (ID: P00711), β -laktoglobulinę (ID: P02754), albuminę serum krwi (ID: P02769) oraz laktoferynę (ID: P24627).

Badania *in vitro*

Otrzymanie ekstraktów białek i oznaczenie zawartości peptydów metodą kwasu 2,4,6-trinitrobenzenosulfonowego (TNBS)

W celu otrzymania frakcji białek do analiz zważono 10 g próby, dodano 100 cm³ wody destylowanej i homogenizowano przez 2 min. Następnie homogenat rozdzielono za pomocą wirówki obrotowej (przy 5000 obr./min, przez 20 min w temp. 4°C) i przesączano najpierw przez bibułę filtracyjną, a następnie przez filtr z membraną nylonową 0,45 μ m. Tak przygotowane próby przechowywano nie dłużej niż 14 dni w temperaturze –60°C do dalszych analiz. Służyły one do oznaczenia zawartości peptydów metodą według Adler-Nissen’a [1979] oraz określenia aktywności przeciwutleniającej testem z ABTS*, a także siły redukcji.

W celu oznaczenia zawartości peptydów w otrzymanych próbach pobrano po 0,25 ml badanej substancji oraz dodano 2 ml 0,1 M buforu fosforanu sodu o pH 8,2 oraz 2 ml 0,1% roztworu odczynnika TNBS (kwas 2,4,6-trinitrobenzenosulfonowy). Próby dokładnie wymieszano, po czym poddano inkubacji w ciemności przez 60 min. w temperaturze 50°C. Następnie reakcję zatrzymano poprzez dodanie 4 ml 0,1M HCl i inkubowano w temperaturze pokojowej przez 30 min. Po tym czasie dokonano pomiaru absorbancji przy długości fali $\lambda = 340$ nm (spektrofotometr Nicolet Evolution 300 – Thermo Elektron Corp). Zawartość peptydów oznaczono w przeliczeniu na L-leucynę (w stężeniach: 1; 0,75; 0,5; 0,25; 0,125; 0,00625 mg/ml) w oparciu o przygotowaną równocześnie krzywą wzorcową.

Oznaczenie właściwości antyrodnikowych wobec kationorodnika ABTS* (ABTS)

Aktywność przeciwutleniającą oznaczano na ekstraktach prób metodą Re i in. [1999] oznaczano wobec kationorodników ABTS*, które uzyskiwano z kwasu 2,2'-azynobis-3-etylobenzotiazolino-6-sulfonowego w reakcji z nadtlenosiarczanem potasu przez 16 godzin. Przygotowany roztwór ABTS rozcieńczono za pomocą buforu fosforanu sodu (0,02Mm o pH 6,6) tak, by jego absorbancja przy długości fali 734 nm wynosiła $A = 0,7 \pm 0,02$. Zawartość rodników oznaczano spektrofotometrycznie po 6-minutowej inkubacji z badanymi ekstraktami. Peptydy o właściwościach przeciwutleniających zawarte w tych ekstraktach redukowały stężenia kationorodników ABTS*, które były mierzone jako zmniejszenie wartości absorbancji roztworu przy długości fali 734 nm. Zdolność ekstraktów do inhibicji określono za pomocą poniższego wzoru:

$$\text{inhibicja [\%]} = \left[1 - \left(\frac{As}{Ac} \right) \times 100 \right]$$

gdzie: As – absorbancja próbki; Ac – absorbancją próby kontrolnej (roztwór ABTS).

Oznaczenie siły redukcji (RP)

Oznaczenie siły redukującej ekstraktów peptydów polegało na kolorymetrycznym pomiarze stopnia odbarwienia roztworów żelaza (III) (tzn. z chemicznego punktu widzenia redukcji jonów Fe^{3+} na Fe^{2+}) zgodnie z metodą opisaną przez Oyaizu [1986]. W tym celu próbkę o objętości 2 ml roztworu peptydów mieszano z 2 ml buforu fosforanu sodu (0,2 M; pH 6,6) i 2 ml 1% roztworu heksacyjanożelazianu (III) potasu ($K_3[Fe(CN)_6]$). Tak przygotowaną mieszaninę inkubowano w łaźni wodnej w $50^\circ C$ przez 20 min, następnie dodano 2 ml roztworu kwasu trichlorooctowego (10%) i pozostawiono na 10 min. Następnie 2 ml próbki przeniesiono do czystej probówki i zmieszano z 2 ml wody destylowanej i 0,4 ml roztworu 0,1% chlorku żelaza (III). Po 10 min określano absorbancję przy 700 nm w spektrofotometrze Nicolet Evolution 300 (Thermo Elektron Corp.). Zwiększona absorbancja świadczyła o zwiększonej mocy redukującej badanego roztworu.

Ocena statystyczna wyników

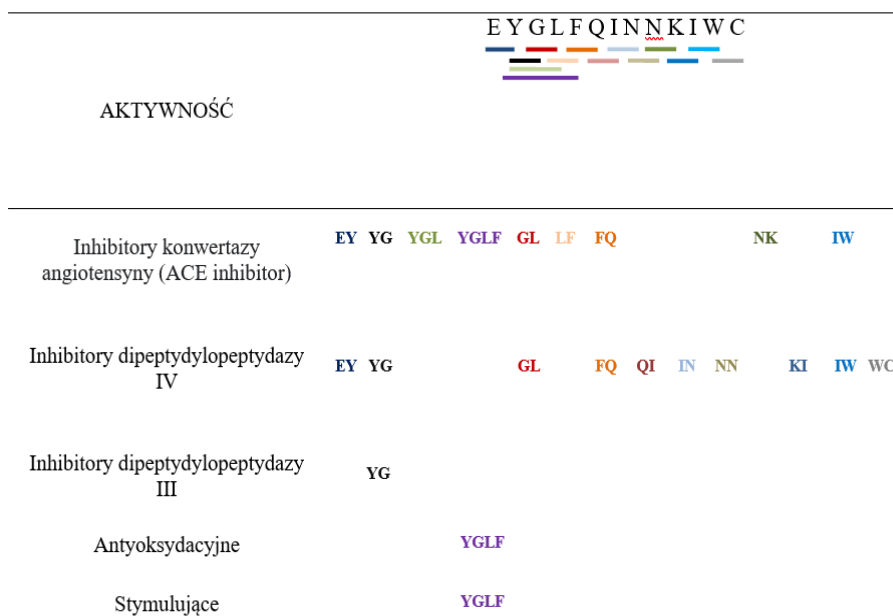
Wyniki wszystkich analiz poddano ocenie statystycznej z wykorzystaniem programu Statistica 13. Istotność różnic pomiędzy wartościami średnimi grup weryfikowano testem Tukeya, zaś różnice uznano za istotne statystycznie przy $p \leq 0,05$. Wszystkie analizy *in vitro* wykonano w trzech niezależnych powtórzeniach.

Wyniki i dyskusja

Wytypowane do analizy sekwencje białek mleka poddano analizie *in silico*. Jest to stosunkowo nowe podejście predykcyjne stosowane w ocenie białek pochodzących

z żywności [FitzGerard i in. 2020]. W badaniach własnych oceniano ogólny profil aktywności biologicznej, wskazując na szereg potencjalnych aktywności biologicznych. Wśród nich najczęściej wskazywano na działanie przeciwcukrzycowe (hamowanie działania dipeptydylopeptydazy IV), obniżające ciśnienie krwi (hamowanie działania konwertazy angiotensyny), stymulujące, będące inhibitorami α -glukozydazy bądź reniny, immunomodulujące, przeciwbakteryjne, przeciwzakrzepowe, opioidowe i inne. Łącznie wyszczególniono 25 różnych aktywności biologicznych (dane nie publikowane). Cechą charakterystyczną, opisywaną wcześniej w literaturze, jest wielofunkcyjność peptydów – oznacza to, że ten sam fragment może wykazywać wiele różnych aktywności biologicznych, jak na przykład YG o działaniu hamującym ACE, DPP (ang. dipeptidyl peptidase) III oraz DPP IV, albo wchodzić w skład innego aktywnego fragmentu (jak na przykład YGLF o działaniu hamującym ACE, ale i antyoksydacyjnym bądź stymulującym różne funkcje organizmu), jak pokazano na rycinie 2.

O właściwościach przeciwutleniających produktów degradacji białek decydują przede wszystkim aminokwasy wchodzące w ich skład. Jak wynika z powyższego przykładu, już zmiana jednej pozycji aminokwasu może modulować jego różne aktywności. W literaturze przedmiotu opisywano wpływ rodzaju i pozycji aminokwasów na ich działanie przeciwutleniające [Barać i in. 2019]. Wskazano, że aminokwasy mogą działać jako przeciwutleniające, głównie przez ograniczenie aktywności ich grup sulfhydrylowych (cysteina i metionina) lub w wyniku obecności reszt aromatycznych (tryptofan, tyrozyna i fenyloalanina) [Barać i in. 2019].



Ryc. 2. Wielofunkcyjność fragmentu białka α -laktoalbumina. Źródło: oprac. wł.

Kolejnym etapem badań nad bioaktywnością białek mleka była ocena ich „zasobności” w krótsze fragmenty aktywne biologicznie. W tym celu posłużono się wartością parametru A, przyjmującego zazwyczaj wartość od 0 (zupełny brak fragmentów o rozważanej

aktywności) do 1 (cała sekwencja rozważanego fragmentu wykazuje aktywne działanie). Na rycinie 3 przedstawiono w sposób graficzny wspomnianą „zasobność” białek kazeiny.

WZÓR FASTA: 224, A = 0,7857 Beta kazeina:

MKVLII LACLVALALARELEELNVPGEIVE SLSSSEESITRINKKIEKFGSEEQQQTEDEL
 QDKIH PFAQTQSLVY PFGPI P NSLPQNI PPLTQT P VVVP PFLQPEVMGV SKVKEAMAPK
 HKEMFPFKYPVE PFTESQSLTLDVENLHLPLPLQSWMHQPHQPLPPTVMFPQS VLSL
 SQSKVLPVPQKAVYPQRDMPIQAFLLYQEPVLPVVRGPFPIIV

WZÓR FASTA: 190, A = 0,5632 Kappa kazeina:

MMKSFFLVVT LLA LTPFLGAQEQNQE QPIRC EKDERFFSDKIAKYIPIQYVLSRYPYSG
 LNYQQKPVALINNQFLPYPYAKPAAVRSPAQLLQWQVLSNTVIAKSCQAQPTMARHP
 HPHLSEMAIPPKNQDKTEIPTINTIASGEPSTPTTEAVESTVATLEDSPEVIE SPPEI
 NTVQVTSTAV

WZÓR FASTA: 214, A = 0,6355 Alfa-S1-kazeina:

MKLLIITCLVAVALARPKPIKHQGLPQEVLENL LRFVAFPPEVFGKEKVNLSKDIG
 SESTE DQAME DIKQMEAESISSSEI V P NSVEQKHIOKEDVPSERYLGYLEQLLRLKYYK
 VPQLEI V P NSAEERLHSMKEGIHAQQKPFMIGVNQELAYFYPELFRQFYQLDAYPSGAWY
 YVPLGTQYTDAPSESDIENPIGSENSEKTTMPLW

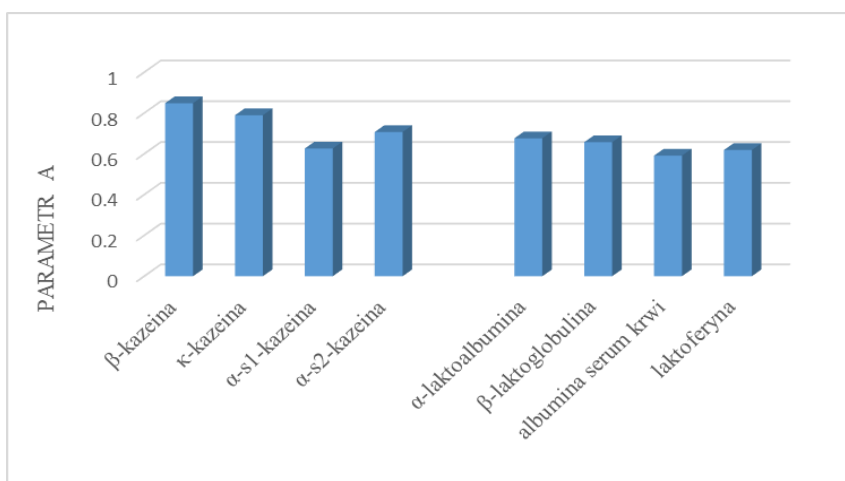
WZÓR FASTA: 222, A = 0,5045 Alfa-S2-kazeina

MKFFIT TCLLAVALAKNTMEHVSSEESIISQET YKQEKNMAINPSKENL CSTFCKEVVR
 NANEEYSIGSSEESA E V A FEEVKITVDDKHYOKALNEINQFYQKFPQYLOLYQGFIV
 LNEWDQVKNAVEITFTLNREQLSTSEENSKKTVDMESTEVFTKKTCLTEEEKNRLNELK
 KISQRYQKFALPOYLKTVYQHOKAMKPWIQPKTKVIPYVRYI

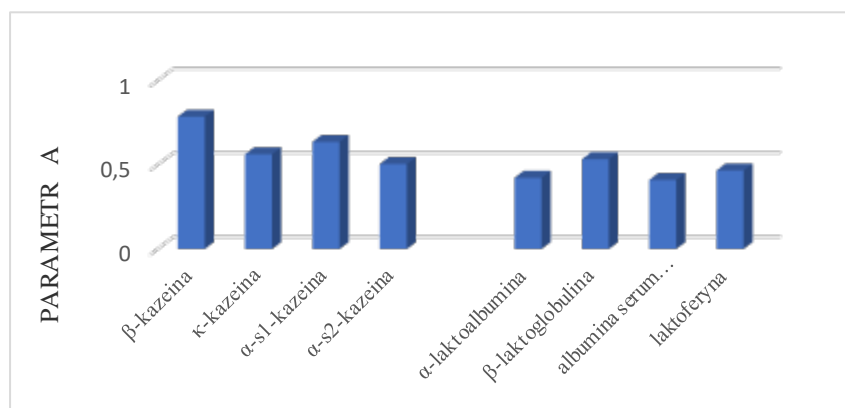
Ryc. 3. Prezentacja graficzna częstotliwości występowania fragmentów peptydów o działaniu hamującym ACE (parametr A) we frakcjach kazeiny – schemat (fragmenty zaznaczone wyróżniającym się kolorem wskazują na występowanie krótszych sekwencji o rozważanej aktywności). Źródło: oprac. wł.

Ocena profilu potencjalnej aktywności biologicznej wybranych białek mleka wskazywała na obecność fragmentów zdolnych do hamowania działania enzymów ACE i DPP IV oraz peptydów przeciwutleniających, dlatego dalsze analizy *in silico* ograniczono do wyżej wymienionych aktywności. Jak przedstawiono na rycinach od 4 do 6 białka mleka mają duży potencjał do działania przeciw cukrzycowego (ryc. 4) oraz obniżającego ciśnienie krwi (ryc. 5). Z drugiej strony rozważane białka zawierają zdecydowanie mniejszą ilość fragmentów o potencjalnym działaniu przeciwutleniającym (ryc. 6). Ponadto białka kazeiny cechowały się wyższymi parametrami wskaźnika A w porównaniu z białkami serwatkowymi. Spośród nich β -kazeina jest potencjalnie najlepszym źródłem peptydów hamujących DPP IV oraz ACE, jednocześnie białko to jest słabym źródłem peptydów hamujących procesy oksydacyjne. Rzeczywiście, jak donosi Darewicz i in. [2015], spośród białek frakcji kazeinowej aktywność przeciwutleniająca wykazuje β -kazeina i uwolnione peptydy (np. te z sekwencjami VKEAMAPK, AVYPYQR, KVLVPEK i VLPVPEK oraz α -s1-kazeina (np. z YFYPEL sekwencja). Biorąc pod uwagę białka serwatkowe mleka, szczególnie wyróżnić należy β -laktoglobulinę charakteryzującą się najwyższym wskaźnikiem parametru A w odnie-

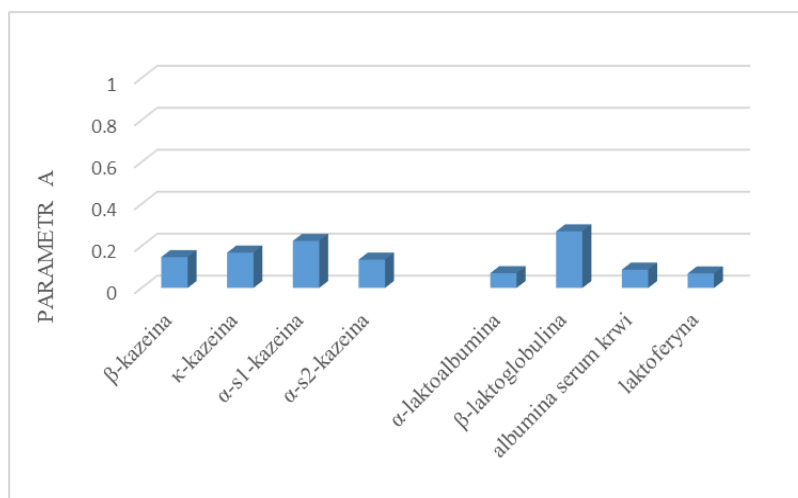
sieniu do aktywności hamującej działanie ACE oraz przeciwutleniającej oraz wysokim (choć nie najwyższym) potencjałem do uwalniania krótszych fragmentów peptydowych przeciw DPP IV). Białka serwatkowe, w szczególności β -laktoglobulina, charakteryzują się wysokim potencjałem antyoksydacyjnym z uwagi na wysoką zawartość aminokwasów siarkowych, zwłaszcza cysteiny, która jest niezbędna do syntezy glutationu [Ma i in. 2018, Yilmaz-Ersan i in. 2018]. Ponadto hydrolizaty β -laktoglobuliny mają działanie przeciwnadciśnieniowe, przeciwbakteryjne i opioidowe właściwości [Adlerova i in. 2008, Bamdad i in. 2017]. Wykazano, że bioaktywne peptydy serwatkowe, w tym uwalniane z β -laktoglobuliny tripeptyd Ile-Pro-Ala, mogą być stosowane w leczeniu cukrzycy typu 2 i otyłości [Vargas-Bello-Pérez i in. 2019].



Ryc. 4. Wynik oceny potencjału białek mleka (na podstawie parametru A) do hamowania działania dipeptydylopeptydazy IV



Ryc. 5. Wynik oceny potencjału białek mleka (w oparciu o parametr A) do hamowania działania konwertazy angiotensyny



Ryc. 6. Wynik oceny potencjału białek mleka (w oparciu o parametr A) do działania jako przeciwutleniacz

W kolejnym etapie badań oceniano potencjał przeciwutleniający ekstraktów z mlecznych wyrobów (tab. 2). Sery charakteryzowały się wyższymi wartościami parametrów oceniającymi ich właściwości przeciwutleniające, tj. zdolność do neutralizowania syntetycznego rodnika ABTS* w porównaniu z pozostałymi produktami mlecznymi. Wynik ten koresponduje z obserwacją otrzymaną w analizie *in silico*, gdzie białka kazeiny (serwatka mleka stanowi produkt uboczny w serowarstwie) cechowały się wyższym potencjałem aktywności biologicznej, w tym działaniem przeciw czynnikom oksydacyjnym.

Tabela 2. Wyniki oceny aktywności przeciwutleniającej ekstraktów z wyrobów mlecznych

	Mleko 1,2%	Kefir 1,5%	Śmietana 12%	Ser topiony	Twaróg półtłusty	Gran Gusto
ABTS (%)	29.21 ±1.47 ^a	29.13 ±0,88 ^a	36.23 ±1,23 ^c	48.30 ±1.76 ^d	32.06 ±1.76 ^b	79.19 ±1.53 ^e
RP (A = 700)	1.34 ±0.27 ^a	1.80 ±0.06 ^b	2.14 ±0.11 ^c	2.61 ±0.06 ^d	1.44 ±0.07 ^a	2.81 ±0.07 ^e

Wartości średnie oznaczone różnymi literami w wersie różnią się istotnie statystycznie ($\alpha = 0,05$), $n = 3$

Spośród serów najkorzystniejszymi cechami (niezależnie od rozpatrywanego testu) cechował się ser Gran Gusto będący mieszaniną serów podpuszczkowych, dojrzewających. Najniższe wartości parametrów zdolności do neutralizowania wolnych rodników oraz siły redukcji odnotowano w przypadku sera twarogowego, kwasowego (skrzep otrzymywany jest naturalnie, z wykorzystaniem bakterii kwasu mlekowego (LAB; ang. lactic acid bacteria). Obserwowane różnice aktywności biologicznej peptydów z serów można tłumaczyć procesem produkcyjnym, angażującym enzymy (podpuszczkę – w przypadku serów podpuszczkowych Gran Gusto oraz sera topionego, powstałego w wyniku przetworzenia serów podpuszczkowych) lub LAB (jak w przypadku sera twarogowego), a tym samym inny profil peptydów z frakcji kazeiny mleka

krowiego. LAB posiadają szerokie spektrum enzymów proteolitycznych w tym endopeptydazy, aminopeptydazy, tripeptidazy i dipeptydazy. Ich optymalny wzrost w kazeinie wyjaśniono zdolnością LAB do degradacji bogatych w prolinę oligopeptydów [Muro i in. 2011]. Niemniej jednak stosowanie czystych enzymów do wytwarzania skrępków, a później angażowanie LAB w procesie dojrzewania może mieć wpływ na bardziej ukierunkowaną proteolizę, a tym samym powstawanie bardziej aktywnych sekwencji peptydów. Biorąc pod uwagę pozostałe omawiane produkty, powstałe w wyniku fermentacji znormalizowanego mleka przy użyciu charakterystycznej mikroflory (zakwas maślarski – zawierający LAB, głównie z rodzaju *Lactococcus* – bądź ziarna kefirowe – zawierające zarówno szczepy LAB, jak i drożdże), śmietana cechowała się większą zdolnością do neutralizowania wolnych rodników oraz do redukcji jonów Fe^{3+} na Fe^{2+} w porównaniu z próbą kontrolną (mleka) oraz kefirem. Nie odnotowano wzrostu aktywności przeciwutleniającej kefiru w odniesieniu do próby kontrolnej w cieście ABTS.

Podsumowanie

Na podstawie analizy *in silico* stwierdzono, że bioaktywne peptydy przenoszone przez mleko wykazują różne czynności fizjologiczne, takie jak przeciwnadciśnieniowe, opioidowe, immunomodulujące, przeciwdrobnoustrojowe, przeciwutleniające, przeciwzakrzepowe i cytomodulujące. Te specyficzne bioaktywne peptydy mogą znaleźć zastosowanie w leczeniu cukrzycy, nadciśnienia, zakrzepicy, stresu oksydacyjnego, zaburzenia wchłaniania minerałów i niewydolności układu odpornościowego. W niniejszej pracy rozważano przede wszystkim przeciwutleniające działanie peptydów z wyrobów mlecznych (kefir, śmietana, różne rodzaje serów) w testach *in vitro*. Wykazano, że peptydy obecne w ekstraktach z serów podpuszczkowych, wymagających dłuższego okresu dojrzewania, cechują się najkorzystniejszymi właściwościami przeciwutleniającymi. Wielofunkcyjne właściwości peptydów mleka wydają się stanowić znaczny potencjał dla rozwoju tej gałęzi przemysłu mlecznego. Dzięki biologicznie aktywnym peptydom mleczne produkty poddane fermentacji oprócz wspomagania prawidłowego funkcjonowania układu pokarmowego mogą również działać przeciwukrzycowo, obniżać ciśnienie krwi czy wspomagać układ przeciwutleniający organizmu ludzkiego w walce przeciw czynnikom oksydacyjnym.

Bibliografia

- Adler-Nissen J., 1979. Determination of the degree of hydrolysis of food protein hydrolysates by trinitrobenzenesulfonic acid. *J. Agric. Food Chem.* 27, 1256–1262.
- Adlerova L., Bartoskova A., Faldyna M., 2008. Lactoferrin: a review. *Vet. Med.* 53, 457–468.
- Amorim F.G., Coitinho, L.B., Dias, A.T., Friques, A.G.F., Monteiro, B.L., de Rezende, L.C. D., Quinton, L., 2019. Identification of new bioactive peptides from Kefir milk through proteopeptidomics: bioprospection of antihypertensive molecules. *Food Chem.* 282, 109–119.
- Bhat Z.F., Kumar S., Bhat H.F., 2017. Antihypertensive peptides of animal origin: a review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 57(3), 566–578.
- Bamdad F., Bark S., Kwon C.H.H., Suh J.W., Sunwoo H., 2017. Anti-inflammatory and antioxidant properties of peptides released from β -lactoglobulin by high hydrostatic pressure-assisted enzymatic hydrolysis. *Molecules* 22, 949, <https://doi.org/10.3390/molecules22060949>.

- Barać M., Pesic M., Zilic S., Smiljanic M., Sredovic-Ignjatovic I., Vucic T., Kostic A., Milincic D., 2019. The influence of milk type on the proteolysis and antioxidant capacity of white-brined cheese manufactured from high-heat-treated milk pretreated with chymosin. *Foods* 8, 128, <https://doi.org/10.3390/foods8040128>.
- BIOPEP-UWM. <https://biochemia.uwm.edu.pl/biopep-uwm/> [dostęp: styczeń 2022].
- Chakrabarti S., Guha S., Majumder K., 2018. Food-derived bioactive peptides in human health: challenges and opportunities. *Nutrients* 10(11), 1738.
- Chai K.F., Voo A.Y.H., Chen W.N., 2020. Bioactive peptides from food fermentation: a comprehensive review of their sources, bioactivities, applications, and future development. *Comp. Rev. Food Sci. Food Saf.* 19(6), 3825–3885.
- Darewicz M., Borawska J., Minkiewicz P., Iwaniak A., Starowicz, P., 2015. Biologically active peptides released from food proteins. *Food Sci. Technol. Qual.* 3, 26–41.
- FitzGerald R.J., Cermeño M., Khalesi M., Kleekayai T., Amigo-Benavent M., 2020. Application of *in silico* approaches for the generation of milk protein-derived bioactive peptides. *J. Funct. Foods* 64, 103636.
- Hafeez Z., Cakir-Kiefer C., Roux E., Perrin C., Miclo L., Dary-Mourot A., 2014. Strategies of producing bioactive peptides from milk proteins to functionalize fermented milk products. *Food Res. Int.* 63, 71–80.
- Karami, Z., Akbari-Adergani, B., 2019. Bioactive food derived peptides: a review on correlation between structure of bioactive peptides and their functional properties. *J. Food Sci. Technol.* 56(2), 535–547.
- Ma S., Wang C., Guo M., 2018. Changes in structure and antioxidant activity of β -lactoglobulin by ultrasound and enzymatic treatment. *Ultrason. Sonochem.* 43, 227–236.
- Mada, S.B., Ugwu, C.P., Abarshi, M.M., 2020. Health promoting effects of food-derived bioactive peptides: a review. *Int. Pep. Res. Ther.* 26(2), 831–848.
- Meyer J., Bütikofer U., Walther B., Wechsler D., Sieber R. 2009. Hot topic: changes in angiotensin-converting enzyme inhibition and concentrations of the tripeptides Val-Pro-Pro and Ile-Pro-Pro during ripening of different Swiss cheese varieties. *J. Dairy Sci.*, 92(3), 826–836.
- Minkiewicz P., Dziuba J., Iwaniak A., Dziuba M., Darewicz M., 2008. BIOPEP database and other programs for processing bioactive peptide sequences. *J. AOAC Int.*, 91, 965–980.
- Muro U.C., Álvarez F.R., Riera R.F., Arana C.A., Téllez J.A., 2011. Review: production and functionality of active peptides from milk. *Food Sci. Tech. Intern.*, 17(4), 293–317.
- Ryan J.T., Ross R.P., Bolton D., Fitzgerald G.F., Stanton C., 2011. Bioactive peptides from muscle sources: meat and fish. *Nutrients* 3(9), 765–791.
- Oyaizu M., 1986. Studies on products of browning reaction antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. *Japan. J. Nutr. Diet.* 44(6), 307–315.
- Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M., Rice-Evans C., 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic. Biol. Med.*, 26, 1231–1237.
- Rubak Y.T., Nuraida L., Iswantini D., Prangdimurti E., 2020. Angiotensin-I-converting enzyme inhibitory peptides in milk fermented by indigenous lactic acid bacteria. *Vet. World* 13(2), 345–353.
- Solieri L., De Vero L., Tagliacuzzi D., 2018. Peptidomic study of casein proteolysis in bovine milk by *Lactobacillus casei* PRA205 and *Lactobacillus rhamnosus* PRA331. *Int. Dairy J.* 85, 237–246.
- UniProtKB. <https://www.uniprot.org/help/uniprotkb> [dostęp: styczeń 2022].
- Vargas-Bello-Pérez E., Márquez-Hernández R.I., HernándezCastellano L.E., 2019. Bioactive peptides from milk: animal determinants and their implications in human health. *J. Dairy Res.* 86, 136–144.
- Yilmaz-Ersan L., Ozcan T., Akpınar-Bayazit A., Sahin S., 2018. Comparison of antioxidant capacity of cow and ewe milk kefir. *J. Dairy Sci.* 101, 3788–3798.

Ocena jakości soków tłoczonych z rozmrożonych białych winogron deserowych

Quality assessment of juice extracted from thawed white table grapes

Owoce są źródłem składników odżywczych, witamin i minerałów. Niestety w większości przypadków są to surowce sezonowe, niedostępne przez cały rok. Ich dostępność w zimie gwarantuje zamrażanie. Wysoka zawartość wody i cukrów sprawia, że owoce jako surowiec chłodniczy są podatne na zmiany wyglądu, tekstury, smaku oraz aromatu [Sirijariyawat i Charoenrein 2012]. Jakość mrożonych owoców zależy głównie od kierunku przetworzenia technologicznego oraz od czasu i temperatury przechowywania. Zamrożenie niszczy integralność tkankową i komórkową, powodując utratę turgoru, a także tworząc wyciek rozmrażalniczy, o wiele bardziej obfity niż w przypadku bogatszych w błonnik warzyw [Charoenrein i Owcharoen 2016]. Czynnikiem znacząco wpływającym na jakość owoców mrożonych jest metoda zamrażania oraz czas trwania procesu, które przekładają się na mikrostrukturę owoców po rozmrożeniu, ich właściwości tekstualne oraz ogólną jakość [Chassagne-Berces i in. 2010]. W owocach mrożonych zachodzą zmiany struktury, zmiany fizykochemiczne, chemiczne, biochemiczne oraz mikrobiologiczne [Wilczyński i in. 2018].

Soki owocowe to najpopularniejsze produkty spożywcze na bazie owoców i w dużym stopniu mogą je zastąpić. Z powodu rosnącego zainteresowania zdrowymi produktami żywieniowymi globalny rynek soków owocowych powiększa się i urozmaica [Rajauria i Tiwari 2018]. Niektóre soki owocowe są wysoko cenione ze względu na swój wyjątkowy skład odżywczy, np. winogrona są szeroko rozpowszechnionym owocem o działaniu leczniczym i obszernym zastosowaniu, a sok z winogron zalecany jest przy wszelkich zatruciach pokarmowych [Pawłowski i Szeląg 2017]. Wzrasta zainteresowanie sokami owocowymi z najlepszym składem i wytwarzanymi z ekologicznych upraw, a także sokami świeżo tłoczonymi [Putnik i in. 2020]. Soki tłoczone z rozmrożonych owoców nie różnią się od soków produkowanych w sezonie, mają wysokie wartości odżywcze, barwę oraz cechy sensoryczne. Ważne jest także to, że zamrażalnicza obróbka wstępna surowca może usprawnić proces tłoczenia, co zaobserwowano w przypadku owoców jagodowych [Markowski i Płocharski 2017], takich jak: truskawki, jeżyny, maliny czy winogrona. Zaletą tego typu produkcji jest to, że gotowy sok może

¹ Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Inżynierii Produkcji, Studenckie Koło Naukowe Chłodnictwa, salvio03102001@gmail.com

² Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Inżynierii Produkcji, Katedra Energetyki i Środków Transportu, Zakład Logistyki i Zarządzania Przedsiębiorstwem

³ Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Inżynierii Produkcji, Katedra Biologicznych Podstaw Technologii Żywności i Pasz

być w obrocie przez krótki okres, a sukcesywne jego wytwarzanie z zamrożonych owoców pokrywa popyt przy zachowaniu barwy, smaku i innych cech sensorycznych [Markowski i Płocharski 2017].

Badania przeprowadzone na warzywach korzeniowych (pietruska, marchew) wykazały, że wydajność tłoczenia z zastosowaniem zamrażania zwiększa się, co pozwala na efektywniejszy i mniej energochłonny proces tłoczenia [Nadulski i in. 2013]. Zamrożenie i rozmrożenie marchwi oraz selera przed tłoczeniem zwiększyło wydajność tłoczenia o ok. 20–40% w porównaniu z surowcami, które nie były mrożone [Bernaś i Słupski 2016].

Badania produkcji soku z jabłek, gdzie przed procesem tłoczenia zastosowano obróbkę w postaci zamrażania owoców, wykazały, że zamrażanie wpłynęło negatywnie na naturalną strukturę owoców. Miazga, którą uzyskano, była mało soczysta oraz zwiotczała, co wpłynęło negatywnie na proces tłoczenia soku. Prawdopodobnie zaszedł proces sublimacji, w wyniku którego duża ilość wody z zamrożonych jabłek odparowała, co wpłynęło na niski uzysk soku po tłoczeniu [Tarko i in. 2018].

Badania owoców borówki brusznicy po wstępnej obróbce, jaką było zamrożenie surowca przed przeprowadzeniem procesu tłoczenia, wykazały, że wydajność tłoczenia soku z miazgi otrzymanej z owoców mrożonych była znacznie wyższa niż w przypadku borówek przetrzymywanych w chłodni. Zawartość związków fenolowych i antocyjanów była niższa w soku niż w całych owocach. Biorąc pod uwagę zawartość związków fenolowych w sokach powstałych z mrożonych owoców oraz w sokach powstałych z owoców świeżych, wyższą zawartość stwierdzono w sokach powstałych z owoców mrożonych [Piłat i Zadernowski 2016].

Cel i zakres pracy

Celem pracy było określenie wpływu obróbki zamrażalniczej i metod zamrażania na główne parametry jakościowe soku uzyskiwanego z odmiany winogron deserowych Arkadia.

Zakres pracy obejmował przeprowadzenie badań zamrażania prób w zróżnicowanych warunkach, po czym ich rozmrażanie z wykorzystaniem konwekcji swobodnej oraz pola mikrofal, dokonanie pomiaru tekstury owoców badanych odmian, wyznaczenie wydajności tłoczenia, zmiany kwasowości ogólnej, a także ekstrakt ogólny soku uzyskiwanego metodą tłoczenia w urządzeniu wolnoobrotowym.

Materiał i metody badań

Do badań wykorzystano białe winogrona deserowe odmiany Arkadia nabyte u lokalnego producenta. Wykorzystane do badań owoce były w fazie dojrzałości konsumpcyjnej, miały wyrównany kształt oraz wymiary. Nie wykazywały uszkodzeń ani porażenia chorobami lub szkodnikami.

Realizację postawionych celów badawczych przeprowadzono zgodnie z opracowanym harmonogramem pracy (ryc. 1).



Ryc. 1. Schemat blokowy prowadzonych badań

Grona zostały umyte i osuszone, a następnie odseparowano z nich owoce. Za pomocą wagi laboratoryjnej odważono ok. 500-gramowe próby (dokładność pomiaru $\pm 0,01$ g).

Proces zamrażania realizowano w komorze klimatycznej (Memmert CTC 256) z wymuszoną cyrkulacją powietrza o temperaturze -20°C oraz konwekcyjnie w zamrażarce skrzyniowej o temperaturze środowiska -20°C . Surowiec zamrażano w pojedynczej warstwie, rejestrując zmianę temperatury centrum termicznego pięciu losowo wybranych owoców wielokanałowym miernikiem MPI-L, wyposażonym w sondy pomiarowe TA100. Celem pomiaru temperatury było uzyskanie krzywych zamrażania niezbędnych do obliczeń kinetyki zamrażania oraz początkowej temperatury krioskopowej. Wyznaczanie czasu zamrażania, czasu czystego zamrażania i wartości temperatury krioskopowej zostało dokonane z wykorzystaniem stycznych Christodulo-Riutowa.

Obliczono parametry kinetyki zamrażania, wykorzystując zależności [Bøgh-Sørensen 2006, Kumar i in. 2020]:

– całkowity czas zamrażania T

$$T = T_2 - T_1 \text{ (min)}$$

T_1 – czas rozpoczęcia zamrażania,

T_2 – czas, po którym uzyskano zamierzoną temperaturę centrum termicznego produktu.

– szybkość zamrażania v

$$v = \frac{s \cdot 0,5}{T} \text{ (mm/h)}$$

s – wymiar charakterystyczny próby (mm);

T – całkowity czas zamrażania (min).

Teksturę scharakteryzowano w wyniku pomiaru twardości przez ściskanie owoców winogron świeżych i po rozmrożeniu, w określonych metodyką warunkach. Pomiarów dokonano teksturometrem LFRA Texture Analyzer z zachowaniem następujących parametrów [Baryłko-Pikielna 1975, 2009]: prędkość przesuwu głowicy 0,5 mm/s, czas próbkowania 100 pom./s, dokładność pomiaru 0,01 N, minimalna siła kontaktu głowicy z próbką 0,01 N, przemieszczenie 50%.

Z owoców świeżych oraz zamrażanych uzyskano sok i wyłoki z wykorzystaniem wyciskarki wolnoobrotowej. Pomiar masy przed tłoczeniem i masy soku po tłoczeniu umożliwił wyznaczenie wydajności tłoczenia z wykorzystaniem zależności [Nadulski i in. 2013]:

$$W_j = \frac{M}{M_p} \cdot 100\%$$

W_j – wydajność tłoczenia (%), M – masa soku (kg), M_p – masa przed tłoczeniem (kg).

Pomiaru kwasowości ogólnej pH uzyskanego w procesie tłoczenia soku dokonano pehametrem laboratoryjnym. Pomiar przeprowadzono w trzech powtórzeniach, za wynik ostateczny przyjmując średnią z pomiarów.

Ekstrakt ogólny oznaczono metodą polarymetryczną z wykorzystaniem cyfrowego refraktometru PR-32 alfa o zakresie pomiarowym od 0,0 do 32,0°Bx z dokładnością $\pm 0,10^\circ\text{Bx}$. Pomiar przeprowadzono w trzech powtórzeniach, za wynik ostateczny przyjmując średnią z pomiarów.

Wyniki badań i charakterystyka projektu nowego produktu

Wykorzystując metodę stycznych, wyznaczono początkową temperaturę krioskopową badanych winogron białych, która w próbach zamrażanych konwekcyjnie oraz owiewowo uzyskała średnią wartość $-3,16^\circ\text{C}$ (tab. 1).

W przypadku prób zamrożonych konwekcyjnie oraz owiewowo wyznaczona szybkość zamrażania wyniosła odpowiednio 1,032 mm/h oraz 1,752 mm/h (tab. 1).

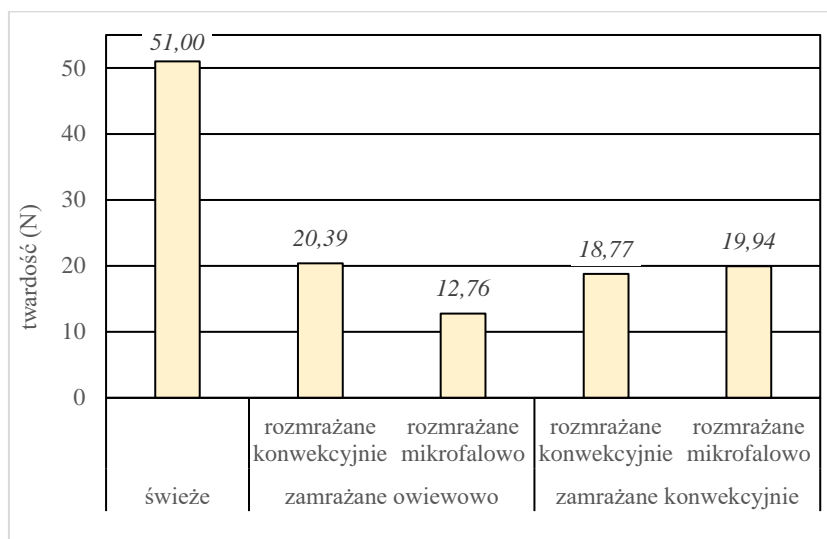
Tabela 1. Początkowa temperatura krioskopowa i szybkość zamrażania produktów

Metoda zamrażania	Początkowa temperatura krioskopowa ($^\circ\text{C}$)	Szybkość zamrażania (mm/h)
Konwekcyjna	-3,16	1,032
Owiewowa	-3,16	1,752

Analiza profilu tekstury wykazała, że największą twardością charakteryzowały się owoce świeże (51 N). Modyfikując warunki zamrażania i rozmrażania, uzyskano spadek twardości owoców winogron nawet o 60% (12,76 N) w porównaniu z owocami świeżymi. Spośród prób poddanych procesom zamrażania i rozmrażania najwyższą twardość odnotowano w przypadku prób zamrażanych owiewowo i rozmrażanych w warunkach konwekcji naturalnej (20,39 N) (tab. 2, ryc. 2).

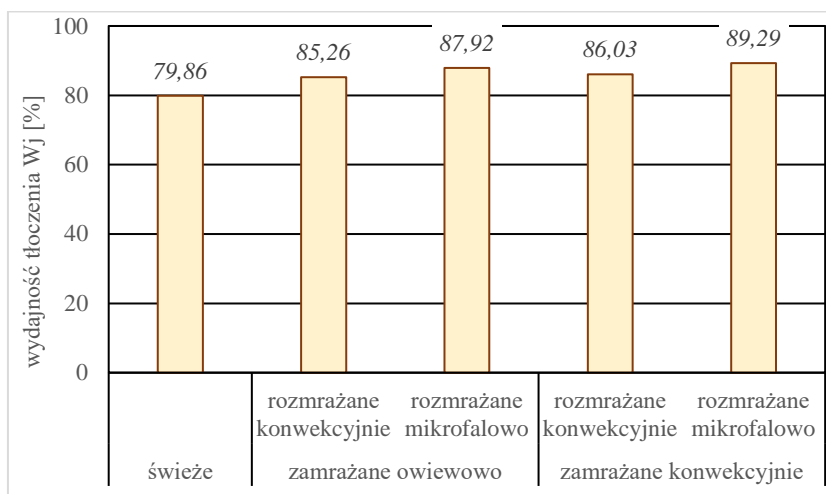
Tabela 2. Wyniki pomiarów twardości podczas ściskania jagody winorośli badanych odmian

Metoda zamrażania	Metoda rozmrażania	Twardość (N)					średnia arytmetyczna	Odchylenie standardowe
		próby						
		1	2	3	4	5		
Zamrażanie owiewowe	konwekcja naturalna	20,76	20,75	21,89	20,33	18,20	20,39	1,21
	pole mikrofal	14,96	13,90	11,36	10,47	13,13	12,76	1,64
Konwekcja naturalna	konwekcja naturalna	17,58	20,80	18,56	17,34	19,60	18,77	1,29
	pole mikrofal	20,40	20,19	19,86	19,60	19,66	19,94	0,31
Owoce świeże		52,30	49,37	50,59	51,23	51,49	51,00	0,98



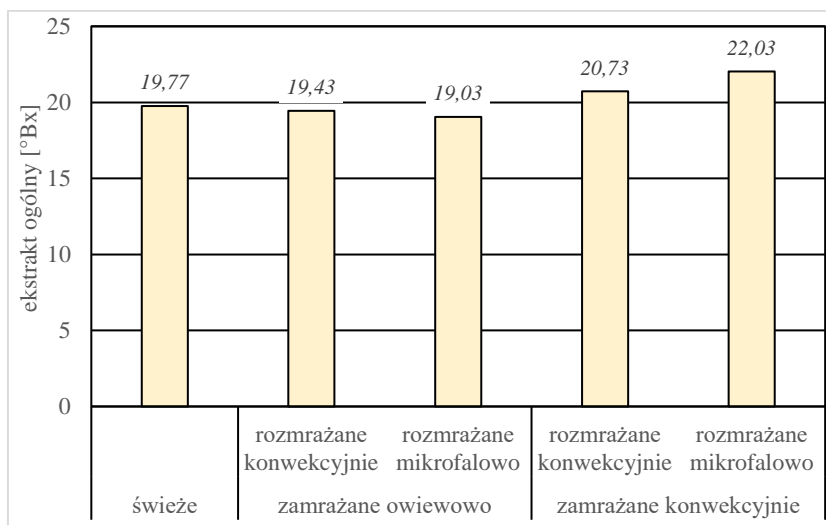
Ryc. 2. Maksymalna twardość badanych winogron odmiany Arkadia

Najwyższą wydajność tłoczenia odnotowano w przypadku prób zamrażanych konwekcyjnie i rozmrażanych w polu mikrofal (89,24%), próby nietraktowane mikrofalami osiągnęły wydajność tłoczenia nieco niższą (86,03%). Również w przypadku prób zamrażanych owiewowo wyższą wydajnością tłoczenia charakteryzowały się próby rozmrożone w polu mikrofal (87,92%) w stosunku do prób rozmrażanych konwekcyjnie (85,26%) (ryc. 3).



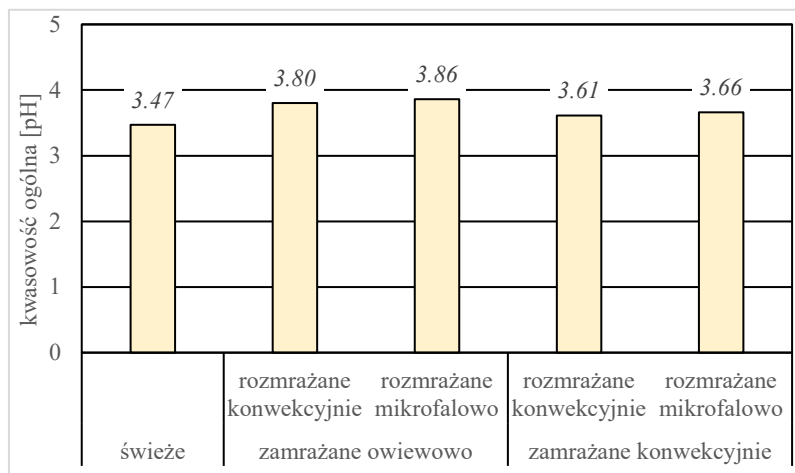
Ryc. 3. Wydajność tłoczenia winogron odmiany Arkadia

Zawartość ekstraktu ogólnego w wytłoczonym soku otrzymanym z owoców świeżych winorośli białej wynosiła 19,77°Bx. Najwyższą zawartością ekstraktu ogólnego charakteryzował się sok otrzymany z owoców zamrożonych konwekcyjnie i rozmrożonych metodą mikrofalową (22,03°Bx), natomiast wykazano obniżenie ekstraktu ogólnego w próbach niepoddawanych działaniu mikrofal (20,73°Bx). Próby zamrażane owiewowo wyższą zawartość ekstraktu ogólnego uzyskały w przypadku rozmrażania konwekcyjnego (19,43°Bx) (ryc. 4).



Ryc. 4. Ekstrakt ogólny soku wytłoczonego z winogron odmiany Arkadia

Sok uzyskany z prób poddanych zróżnicowanej obróbce wykazywał zwiększoną kwasowość ogólną pH względem soku z owoców świeżych (pH 3,47). Próby zamrażane konwekcyjnie i rozmrażane konwekcyjnie pozwoliły na uzyskanie soku o pH 3,61, a sok z prób rozmrożonych w polu mikrofal osiągnął pH 3,66 (ryc. 5).



Ryc. 5. Kwasowość ogólna soku wytłoczonego z winogron odmiany Arkadia

Próby zamrożone owiewowo i rozmrożone konwekcyjnie były źródłem soku o kwasowości ogólnej pH 3,80 obróbka mikrofalowa zwiększyła kwasowość soku do pH 3,86.

Podsumowanie

Wyniki badań laboratoryjnych i ankietowych pozwoliły na sformułowanie następujących wniosków:

1. Proces zamrażania wpływa destrukcyjnie na mikrostrukturę owoców winogron, co jest następstwem zmniejszenia maksymalnej siły ściskania odnotowanej w badaniach. Próby zamrażane z większą szybkością charakteryzowały się większą twardością w porównaniu z próbkami zamrażanymi wolniej. Związane jest to z drobniejszą siecią krystaliczną tworzoną podczas szybszego zamrażania.

2. Rozmrażanie w polu mikrofal zmniejsza maksymalną siłę ściskania, co świadczy o bardziej zniszczonej mikrostrukturze niż w przypadku próbek owoców rozmrożonych konwekcyjnie. Maksymalna siła ściskania badanych próbek wykazała, że obróbka termiczna istotnie wpływa na teksturę owoców.


3. Zastosowanie pola mikrofalowego jako czynnika wspomagającego rozmrażanie wywołało wzrost wydajności tłoczenia w porównaniu z próbkami rozmrażanymi konwekcyjnie a zamrażanymi obiema badanymi metodami (konwekcyjnie i owiewowo). Winogrona świeże poddane tłoczeniu wykazywały niższą wydajność tłoczenia niż owoce poddane obróbce procesami zamrażania i rozmrażania, które uszkadzają strukturę tkanek, dzięki czemu proces tłoczenia jest efektywniejszy.

4. Zawartość ekstraktu ogólnego w próbach soku z owoców świeżych była niższa niż w próbach poddanych obróbce zamrażalniczej. Zastosowanie zamrażania i rozmrażania zwiększało zawartość ekstraktu ogólnego z 16,5 do 22°Bx.

5. Porównując kwasowość ogólną wytłoczonego soku z świeżych winogron oraz winogron poddanych procesom zamrażania i rozmrażania, również można zauważyć niewielkie różnice statystycznie nieistotne. Kwasowość ogólna prób poddanych badaniu oscylowała w granicach od 3,5 do 4 pH.

Bibliografia

- Baryłko-Pikielna N., 1975. Zarys analizy sensorycznej żywności. WNT, Warszawa.
- Baryłko-Pikielna N., Matuszewska I., 2009. Sensoryczne badania żywności. Podstawy – Metody – Zastosowania. Wydawnictwo Naukowe PTTŻ.
- Bernaś E., Słupski J., 2016. Wykorzystanie niekonwencjonalnych metod podczas produkcji soków marchwiowych. Katedra Technologii Owoców, Warzyw i Grzybów, Wydział Technologii Żywności, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie.
- Bøgh-Sørensen L., 2006. Recommendations for the processing and handling of frozen foods. International Institute of Refrigeration, Paris.
- Charoenrein S., Owcharoen K., 2016. Effect of freezing rates and freeze-thaw cycles on the texture, microstructure and pectic substances of mango. *Int. Food Res. J.* 23(2), 613–620.
- Chassagne-Berces S., Fonseca F., Citeau M., Marin M., 2010. Freezing protocol effect on quality properties of fruit tissue according to the fruit, the variety and the stage of maturity. *LWT – Food Sci. Technol.*, 43(9), 1441–1449, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.04.004>.
- Kumar P.K., Rasco B.A., Tang J., Sablani S.S., 2020. State/phase transitions, ice recrystallization, and quality changes in frozen foods subjected to temperature fluctuations. *Food Eng. Rev.* 12(4), 421–451.
- Markowski J., Płocharski W., 2017. Soki, nektary oraz napoje owocowe i warzywne – przemysłowe metody wytwarzania i badanie autentyczności. Instytut Ogrodnictwa, Skierniewice.
- Nadulski R., Zawisłak K., Panasiewicz M., Strzałkowska K., 2013. Intensyfikacja procesu tłoczenia soków z wybranych warzyw korzeniowych z zastosowaniem techniki mrożenia. *J. Agric. Eng.* 1(141), 133–114.
- Pawłowski A., Szelań D., 2017. Wielka księga medycyny naturalnej. Zasady prawidłowego odżywiania i naturalne sposoby leczenia. Wydawnictwo Arkadia, Chorzów, 96–97.
- Piłat B., Zadernowski R., 2016. Effect of freezing and enzymatic treatment on the output of juice and extraction of phenolic compounds in the pressing of lingonberry fruit. *Pol. J. Nat. Sci.* 31(3), 413–420.
- Płocharski W., 2014., Jakość handlowa i znakowanie soków i nektarów – omówienie wybranych zagadnień. Stowarzyszenie Krajowa Unia Producentów Soków, Warszawa.
- Putnik P., Pavlič B., Šojić B., Zavadlav S., Žuntar I., Kao L., Kovačević D.B., 2020. Innovative hurdle technologies for the preservation of functional fruit juices. *Foods* 9(6), 699, <https://doi.org/10.3390/foods9060699>.
- Rajauria, G., Tiwari, B.K., 2018. Fruit juices: an overview. In: *Fruit juices. Extraction, composition, quality and analysis*, Rajauria G., Tiwari B.K. (ed.). Academic Press, 3–13, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802230-6.00001-1>.
- Sirijariyawat A., Charoenrein S., 2012. Freezing characteristics and texture variation after freezing and thawing of four fruit types. *Songklanakarin J. Sci. Technol.* 34(5), 517–523.
- Tarko T., Duda-Chodak A., Łoboda A., 2018. Wpływ wybranych zabiegów na wydajność tłoczenia i parametry jakościowe moszczów jabłkowych. Katedra Technologii Fermentacji i Mikrobiologii Technicznej, Wydział Technologii Żywności, Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie.
- Wilczyński K., Panasiewicz M., Olesińska K., Kałwa K., 2018. Wybrane zagadnienia dotyczące mrożenia owoców w aspekcie zmian jakościowych surowca. *Inż. Przetw. Spoż.*, 1(4), 26–31.

Aleksandra Kamienik¹, Patrycja Dziedzic¹, Eliza Wargala¹,
Katarzyna Rubinowska² 

Nasiona kawowca – korzystny surowiec w przemyśle kosmetycznym, spożywczym oraz farmaceutycznym

Coffee seeds – a beneficial raw material in the cosmetics,
food and pharmaceutical industries

Słowa „kawa” wywodzi się prawdopodobnie od nazwy etiopskiej prowincji Kaffa, gdzie w X w. zaobserwowano, że spożycie owoców kawowca wiąże się ze wzrostem energii i sił witalnych organizmu. Inne źródła donoszą o arabskich korzeniach czarnego naparu, któremu nadano nazwę „qahwa” bądź „kahve”, co dosłownie oznacza „odpędzać sen” [Pelczyńska i Bogdański 2019].

Kawa jest naparem z nasion krzewów lub drzew z rodzaju kawowiec, który należy do roślin okrytonasiennych, do rodziny marzanowatych *Rubiaceae*, podrodziny *Cinchonoideae*. Wśród gatunków o znaczeniu handlowym wyróżnia się kawę arabica (*Coffea arabica* L.) oraz robusta (*Coffea canephora* L.) [Graboń 2017, Pelczyńska i Bogdański 2019, Mendes dos Santos i in. 2021]. Tym, co odróżnia obydwie gatunki, jest liczba chromosomów (44 dla arabiki i 22 dla robusty), odporność na czynniki biotyczne i abiotyczne, wielkość i kształt ziaren, a przede wszystkim: smak i aromat [Graboń 2017]. Celem pracy był przegląd doniesień literaturowych dotyczących nasion kawowca (*Coffea arabica* i *Coffea canephora*) i składników w nich zawartych, wykorzystywanych w przemyśle kosmetycznym, spożywczym i farmaceutycznym.

Charakterystyka kawowca

Kawowiec naturalnie występuje w strefie tropikalnej i subtropikalnej oraz równikowej [Patay i in. 2016]. *C. arabica* pochodzi z Etiopii, z prowincji Kaffa natomiast *C. canephora* z Gabonu, Angoli i Ugandy [Mendes dos Santos i in. 2021, Vanden Abeele i in. 2021]. Kwitnienie kawowca przypada zwykle tuż po porze deszczowej: wówczas rozwijają się piękne białe kwiaty, pachnące nieco podobnie do kwiatów jaśminu. Proces dojrzewania owoców trwa od siedmiu do dziewięciu miesięcy [Graboń 2017]. Ziarno – mniejsze niż orzeszek ziemny – składa się z dwóch, identycznych części chronionych łuską o srebrzystym kolorze, zwaną pergaminem lub łuską srebrzystą [Szwe-dziak i in. 2018].

¹Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Biologii Środowiskowej Koło Naukowe Biologów, Sekcja Biokosmetologii, okamienik@gmail.com

²Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Biologii Środowiskowej, Katedra Botaniki i Fizjologii Roślin

C. arabica rośnie na terenach położonych wyżej niż *C. canephora*, a także charakteryzuje się większymi wymaganiami dotyczącymi uprawy [Graboń 2017]. Jest mniej odporna na szkodniki, choroby czy wysokie temperatury. Najkorzystniejszym podłożem do jej uprawy są gleby wulkaniczne o dobrym i głębokim drenażu, zlokalizowane w miejscach na wysokości od 900 do 2000 m n.p.m. Krzewy arabiki najlepiej rosną na zachodnich i północnych stromych zboczach w cieniu kakaowców, bananowców i innych drzew [Szwedziak i in. 2018, Ulewicz-Magulska i in. 2018]. Natomiast robusta jest bardziej odporna i mniej wrażliwa na szkodniki i wahania temperatury. Może rosnąć niemal w każdych warunkach i charakteryzuje się szybszym tempem dojrzewania i częstotnością owocowania [Graboń 2017]. Jej krzewy są niższe (do 10 m), co ułatwia zbiory, oraz potrzebują mniej przestrzeni, dzięki czemu nasadzenia krzewów mogą być gęste [Thurston i in. 2013, Ghosh i Venkatachalapathy 2014]. Krzewy robusty mogą być uprawiane na terenach do 600 m n.p.m. [Ulewicz-Magulska i in. 2018]. Liście są pofałdowane i nieco większe niż u odmiany arabica. Robusta ma większe, owalne ziarna, natomiast u arabiki są one płaskie [Ghosh i Venkatachalapathy 2014, Szwedziak i in. 2018].

Obecnie wykorzystuje się trzy metody zbioru owoców: maszynowy (na plantacjach przemysłowych), ręczne obrywanie całych gałęzi kawowca oraz ręczne, rozłożone w czasie, zbieranie pojedynczych, dojrzałych owoców. Najlepszą i najbardziej ekologiczną metodą jest ostatnia z wymienionych, zajmuje ona najwięcej czasu, ale ziarna pozyskiwane w ten sposób są najlepszej jakości i ich parzenie zapewnia uzyskanie napoju o najlepszym smaku i aromacie [Hallmann i in. 2010, Graboń 2017].

Substancje biologicznie aktywne nasion kawowca

Kawa jest naparem ziołowym, zawierającym nawet do tysiąca różnych substancji roślinnych. Wiele z nich charakteryzuje się wysoką aktywnością biologiczną [Pelczyńska i Bogdański 2019]. Najbardziej znaną substancją czynną jest alkaloid kofeina. Jej zawartość w nasionach kawy wynosi do 2,5% [Bojarowicz i Przygoda 2012]. Kolejnymi alkaloidami obecnymi w nasionach kawowca są trygonelina, która podczas palenia ziaren ulega przekształceniu do kwasu nikotynowego, nazywanego także witaminą B₃ lub PP oraz teobromina [Żukiewicz-Sobczak i in. 2012]. Dwa najważniejsze alkaloidy, czyli kofeina i trygonelina, decydują o swoistym aromacie naparu z ziaren kawy i pobudzającym działaniu na organizm [Matysek-Nawrocka i Cyrankiewicz 2016]. Oprócz witaminy B₃ w kawie obecne są inne witaminy z grupy B, takie jak cholina (B₄), kwas pantotenowy (B₅), ryboflawina (B₂) oraz tiamina (B₁). Inne substancje aktywne obecne w ziarnach kawowca to wolny kwas chlorogenowy, kwasy organiczne, alkohole diterpenowe (kafetol i kafestol), fenolokwasy, garbniki oraz niewielkie ilości węglowodanów, protein i lipidów. W kawie można także znaleźć związki mineralne, przede wszystkim magnez i potas [Pelczyńska i Bogdański 2019].

Działanie naparu z nasion kawowca na organizm człowieka

Kofeina, główna substancja aktywna zawarta w nasionach kawowca, jest nieselektywnym antagonistą receptorów adenylicznych. Mechanizm jej działania polega na blokadzie receptorów A₁ i A_{2A}, A_{2B} i A₃ poprzez: mobilizację wewnątrzkomórkowego

wapnia, hamowanie fosfodiesterazy, modulowanie działania receptora dla benzodiazepin oraz hamowanie transporterów cyklicznego adenozymonofosforanu (cAMP) i zwiększenie stężenia katecholamin oraz zwiększenie aktywności centralnego układu nerwowego [Marwicka i in. 2014, Kabzińska 2017]. Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA) potwierdził, że „kofeina, w dawce co najmniej 75 mg zwiększa czujność i skupienie” [Wierzejska 2012]. Związki polifenolowe zawarte w kawie wykazują złożone działanie biologiczne na ustrój człowieka, m.in. działanie przeciwutleniające, przeciwdrobnoustrojowe i przeciwzapalne [Żukiewicz-Sobczak i in. 2012]. Ponadto kofeina zmniejsza osoczowe stężenie glukozy na czczo, usprawniając jej wykorzystanie w organizmie człowieka, jak również zwiększa wrażliwość komórek na działanie insuliny. Spożywanie kawy (kofeiny) ma działanie poprawiające metabolizm glukozy oraz insuliny w ludzkim organizmie. Mechanizmy leżące u podłoża tych oddziaływań obejmują m.in. hamowanie aktywności translokazy glukozy-6-fosforanowej przez kwas chłorogenowy czy zmniejszanie wchłaniania glukozy w jelitach [Pelczyńska i Bogdański 2019]. Dodatkowo substancje aktywne zawarte w nasionach kawowca wykazują także działanie przeciwbakteryjne, przeciwzapalne i przeciwnowotworowe. Ze względu na dużą zawartość fitozwiązków (polifenoli, diterpenów) przypisuje się kawie właściwości chemoprewencyjne (chroniące przed nowotworami). Przypuszcza się, że kofeina lub inne substancje aktywne nasion kawowca mogą powodować mutację DNA i hamować mechanizmy genów supresorowych [Bojarowicz i Przygoda 2012]. Kafeol, substancja o silnym działaniu przeciwutleniającym, chroni cząsteczkę DNA przed uszkodzeniem przez wolne rodniki tlenowe. Kwas kawowy wykazuje zdolność tłumienia metylacji DNA w komórkach nowotworowych i ograniczania procesu inicjacji nowotworowej w wyniku nasilenia apoptozy i regulacji cyklu komórkowego [Pelczyńska i Bogdański 2019].

Wykorzystanie nasion kawowca w przemyśle kosmetycznym

Nasiona kawowca jako surowiec bogaty w substancje aktywne mają bardzo duże zastosowanie w przemyśle kosmetycznym i zabiegach stosowanych na całe ciało. Takie zabiegi czy kosmetyki zawierające zmielone ziarna kawowca, substancje biologicznie aktywne bądź przetwory z nich otrzymanywane mają na celu poprawę wyglądu skóry, rozjaśnienie i ujednolicenie kolorytu cery, ujędrnienie, redukcję cellulitu i zbędnej tkanki tłuszczowej [Marwicka i in. 2014]. Zawarty w ziarnach kawowca kwas ferulowy (INCI: ferulic acid) jest silnym antyoksydantem stosowanym w produktach przeciwstarzeniowych i przeciwdziałających objawom skóry palacza, a także jako substancja utrwalająca działanie i skuteczność witaminy C i E [Kaczmarczyk-Sedlak i Ciołkowski 2020, Kołodziejczak i in. 2021]. Szczególnie szerokie zainteresowanie w przemyśle kosmetycznym ma kofeina, która występuje m.in. w produktach zarówno wspomagających redukcję tkanki tłuszczowej, jak i kosmetykach do pielęgnacji piersi [Kołodziejczak i in. 2021]. Zastosowanie kofeiny jako głównej substancji czynnej w kosmetykach wynika z jej właściwości antyoksydacyjnych i zdolności do aktywacji procesu prowadzącego do destrukcji uszkodzonych przez promienie słoneczne komórek skóry [Marwicka i in. 2014]. Ponadto kofeina ma silne działanie przeciwzmarszczkowe. Omawiana substancja wraz z kwasami fenolowymi tworzy kompleks substancji chroniący komórki skóry przed szkodliwymi skutkami promieniowania słonecznego, głównie UVB. W kosmetykach do włosów ma działanie ochronne na mieszki włosowe, co zmniejsza łysienie [Sawicka i in.

2016]. Wysokie stężenie fitosteroli w oleju kawowym działa regenerująco na naskórek. Jego właściwości przeciwzmarszczkowe, łagodzące i przeciwdziałające nadmiernemu wydzielaniu sebum wykorzystuje się w kosmetykach do pielęgnacji skóry dojrzałej, podrażnionej i trądzikowej. Zawarte w nasionach kawowca witamina E i fenolokwasy, efektywnie hamują proces fotostarzenia [Lamer-Zarawska i in. 2013].

Cellulit to powszechnie występujące zaburzenie tkanki tłuszczowej, którego skutkiem jest miejscowo pofałdowana i zgrubiała skóra z grudkami i zagłębieniami [Padlewska i in. 2017]. Schorzenie to najczęściej dotyka kobiety (niezależnie od wskaźnika BMI) i występuje głównie na udach i pośladkach [Górska i in. 2017], jak również w okolicach ramion, kolan, bioder i brzucha [Przyłipiak i in. 2017]. Kofeina wykorzystywana jest w kosmetykach antycellulitowych głównie ze względu na jej aktywność lipolityczną wobec komórek tłuszczowych. Surowiec ten jest odpowiedzialny za hamowanie fosfodiesterazy, co działa stymulująco na lipolizę, a tym samym zmniejsza kumulację tłuszczu w komórkach tłuszczowych [Marwicka i in. 2014]. Podobne do kofeiny, choć wyraźnie słabsze, działanie przeciwcellulitowe wykazują także dwa pozostałe alkaloidy purynowe – teobromina i teofilina [Sawicka i in. 2016].

W warunkach domowych można własnoręcznie wykonać kakaowo-kawowy balsam w kostce z wykorzystaniem między innymi masła kawowego [Gumkowska 2016]. Dodatkowo zaparzona i odsączona kawa mielona z dodatkiem cukru i oliwy z oliwek, może służyć jako domowy peeling antycellulitowy [Kaczmarczyk-Sedlak i Ciołkowski 2020].

Wykorzystanie nasion kawowca w przemyśle spożywczym

W XV w. rozpoczęto import nasion kawowca na Półwysep Arabski, a w XVII w. nasiona po raz pierwszy pojawiły się we Włoszech, skąd bardzo szybko się rozprzestrzeniły, zyskując popularność w całej Europie i Ameryce Północnej. Po drugiej wojnie światowej nasiona kawowca masowo trafiły do przemysłu spożywczego, co znacznie zwiększyło popyt, przez co ich jakość znacznie spadła [Woźny 2015]. Wyniki badań przeprowadzonych w 2019 r. przez Dąbrowską-Molendę i in. [2019] wykazały, że w badanych formach kaw (mielona, zmielona przed parzeniem, rozpuszczalna), największą zawartością kofeiny cechowały się kawy zmielone bezpośrednio przed parzeniem (ziarniste) – średnio 2,27 g kofeiny na 100 g surowca, a najmniejszą kawy rozpuszczalne – 1,65 g/100 g. Kawy mielone zawierały średnio 1,83 g kofeiny na 100 g produktu. Powszechnie znanym napojem wzbogaconym o kofeinę (oprócz kawy) są napoje energetyzujące [Błaszczuk i in. 2013]. W Polsce średnia zawartość kofeiny w standardowej puszcze o pojemności 250 ml wynosi 80 mg [Wierzejska 2012].

Zużyte ziarna kawy (ang. spent coffee grounds, SCG) są produktem ubocznym produkcji kawy rozpuszczalnej oraz procesu przygotowania napoi kawowych. Jednak producenci produktów spożywczych chętnie wykorzystują je ponownie. Na podstawie badań przeprowadzonych w 2016 r. przez Martinez-Saez i in. [2016] wiemy, że SCG są bogatym źródłem m.in. antyoksydantów i nierozpuszczalnego błonnika pokarmowego i mogą być wykorzystywane w produkcji stałych produktów spożywczych takich jak ciastka.

Najbardziej znanym deserem, w którym wykorzystuje się kawę, jest tiramisu. Tradycyjny deser Włochów składa się z warstw biszkoptów nasączonych espresso przekładanym kremem z mascarpone i żółtek. Jego pierwotne pochodzenie nie jest do końca

znane. Najbardziej prawdopodobną wersję ogłosił w 1981 r. gastronom Giuseppe Maffioli, który opisał, że w mieście Treviso opatentowano deser „Tirame su”. Autorem nazwy i przepisu deseru był szef kuchni Roberto Linguanotto [Marino i in. 2017].

Za najdroższą kawę na świecie uważa się Kopi Luwak. Pochodzi ona z południowo-wschodniej Azji. Jej cena spowodowana jest faktem, że całoroczne zasoby tej kawy wynoszą ok. 300–400 kg. Łaskuna muzang (*Paradoxurus hermaphroditus*) z rodziny łaszowatych żywi się m.in. owocami kawy o najwyższej jakości i odpowiedniej dojrzałości. Nadtrawione przez białka enzymatyczne i lekko sfermentowane przez bakterie przewodu pokarmowego zwierząt nasiona wydobywa się z ich odchodów. Kawa Kopi Luwak jest gęsta, aromatyczna, o intensywnym posmaku karmelu i czekolady [Żukiewicz-Sobczak i in. 2012].

Wykorzystanie nasion kawowca w przemyśle farmaceutycznym

W ciągu ostatnich lat intensywnie rozwija się rynek suplementów diety, do których możemy także zaliczyć suplementy z kofeiną. Kofeina zarówno jako czysta substancja, jak i w postaci wyciągów oraz surowców roślinnych jest częstym składnikiem preparatów stosowanych do redukcji masy ciała oraz pobudzenia i zlikwidowania uczucia zmęczenia [Siwek i in. 2013]. Suplementy z kofeiną są stosowane również wśród sportowców, aby zwiększyć wytrzymałość i wydolność podczas treningów. Ilość kofeiny w suplementach diety nie jest prawnie regulowana, dlatego też stosowanie tych produktów nie jest polecane ze względu na niepotwierdzoną skuteczność oraz potencjalne niebezpieczeństwo dla zdrowia [Wierzejska 2012, Siwek i in. 2013]. Jednakże w 2019 r. przeprowadzono badania przez Wołonkiewicz i in. [2019], celem których było przebadanie suplementów diety i leku na odchudzanie pod kątem zawartości kofeiny. Dowiedziono, że niektóre analizowane preparaty nie zawierają w swoim składzie deklarowanej ilości tego alkaloidu. W leku zawartość kofeiny była najbardziej zgodna z oczekiwaniami, ponieważ zawierała 99,3% zawartości deklarowanej, natomiast w suplementach diety wartość ta mieściła się w zakresie od 58,2% do 103,3% zawartości deklarowanej. Skład takiego suplementu jest zróżnicowany i zazwyczaj w produkcie nie występuje sama kofeina, a połączenie kofeiny ze związkami mineralnymi, aminokwasami oraz witaminami. Wiele preparatów zawiera zarówno kofeinę syntetyczną, jak i naturalną, niestety często ich udział ilościowy nie jest określony [Siwek i in. 2013].

Podsumowanie

Ziarna *C. arabica* i *C. canephora* ze względu na ich bogaty skład chemiczny i szeroki zakres zastosowania często są wykorzystywane w różnych gałęziach przemysłu, m.in. kosmetycznego, spożywczego i farmaceutycznego. Kofeina jako powszechnie znany związek chemiczny stosowana wewnętrznie w postaci zaparzonej ziaren lub środków farmaceutycznych działa pobudzająco na organizm oraz stymuluje metabolizm glukozy i insuliny. Jako składnik aktywny w produktach kosmetycznych wykazuje działanie antyoksydacyjne, przeciwmarszczkowe, antycellulitowe oraz chroni skórę przed promieniami UV. Zmielone i zaparzone nasiona kawy mogą być ponownie wykorzystywane zarówno w wyrobach cukierniczych, jak i w produktach złuszczeniowych martwy naskórek.

Bibliografia

- Błaszczuk E., Piórecka B., Jagielski P., Schlegel-Zawadzka M., 2013. Konsumpcja napojów energetyzujących i zachowania z nią związane wśród młodzieży wiejskiej. *Probl. Hig. Epidemiol.* 94(4), 815–819.
- Bojarowicz H., Przygoda M., 2012. Kofeina. Część I. Powszechność stosowania kofeiny oraz jej działanie na organizm. *Probl. Hig. Epidemiol.* 93(1). 8–13.
- Dąbrowska-Molenda M., Szwedziak K., Zabłudowska Ż. 2019. Analiza zawartości kofeiny w wybranych rodzajach kawy. *Post. Tech. Przetw. Spoż.* 68-71.
- Ghosh P., Venkatachalapathy N. 2014. Processing and drying of coffee- a review. *Int. J. Eng. Res. Technol.* 3(12). 784-794.
- Górska A., Graboś A., Kozar D., Prejsnar-Wiśniewska R., Sadlik E. 2017. Wykonywanie zabiegów kosmetycznych ciała, dłoni i stóp. Centrum Rozwoju Edukacji EDICON sp. z o.o. 224-229.
- Graboń I. 2017. Kawa. Instrukcja obsługi najpopularniejszego napoju na świecie. Wydawnictwo Otwarte. 184-221.
- Gumkowska A. 2016. Damskie laboratorium. Wydawnictwo Naukowe PWN. 95-96.
- Hallmann E., Oźga M., Rembiałkowska E., 2010. Zawartość zawiązków biologicznie czynnych w wybranych typach kawy z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej. *J. Res. Appl. Agric. Eng.* 55(3), 99–104.
- Kabzińska D., 2017. Kawa i jej wpływ na zdrowie. *Biotechnologia.pl* 4, 11–13.
- Kaczmarczyk-Sedlak I., Ciołkowski A., 2020. Zioła w medycynie. Choroby włosów, skóry i paznokci. T. 2. PZWL, 131–136, 181–186.
- Kołodziejczak A., Algiert-Zielińska B., Batory M., Błaszczuk M., Markiewicz-Tomczyk A., Połguj M., Rotsztejn H., Sieradzan-Skrzetuska R., Sobolewska E., Zduńska-Pęciak K. 2021. Kosmetologia. T. 1. PZWL, 220–227, 235–240.
- Lamer-Zarawska E., Chwała C., Gwardys A., 2013. Rośliny w kosmetyce i kosmetologii przeciwstarzeniowej. PZWL, 148–205.
- Marino M., Oldani D., Bersellini M., Cagnoni L., Cecuzzi E., Montersino L., 2017. Made in Italy. Smaki, składniki i tradycyjne przepisy. *Jedność*, 60–61.
- Martinez-Saez N., García A.T., Pérez I.D., Rebollo-Hernanz M., Mesías M., Morales F.J., Martín-Cabrejas M.A., del Castillo M.D., 2016. Use of spent coffee grounds as food ingredient in bakery products. *Food Chemistry*, 216, 114–122, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.07.173>.
- Marwicka J., Galuszka R., Galuszka G., Zurawska A., Zurawski L., 2014. Zastosowanie kofeiny w przemyśle spożywczym i kosmetycznym. *Kosmetol. Estet.* 3(1), 31–34.
- Matysek-Nawrocka M., Cyrankiewicz P., 2016. Substancje biologicznie aktywne pozyskiwane z herbaty, kawy i kakao oraz ich zastosowanie w kosmetykach. *Post. Fitoter.* 17(2), 139–144.
- Mendes dos Santos E., Malvezzi de Macedo L., Lacialendola Tundisi L., Artem Ataide J., Camargo G.A., Alves R.C., Beatriz-Oliveira M., Gava Mazzola P., 2021. Coffee by-products in tropical formulations: a review. *Trends Food Sci. Technol.* 111. 280–291, <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.02.064>.
- Padlewska K., Brud W.S., Cieślak B., Klimkiewicz R., Konopacka-Brud I., Łopatka T., Majewski S., Matej W., Róg P., Skalec G., Skalec S., Szafarowska D., Szwedo J., Zarewycz-Skórka O. 2017. Kosmetologia ciała. PZWL, 115–118.
- Patay E.B., Bencsik T., Papp N. 2016. Phytochemical overview and medicinal importance of *Coffea* species from the past until now. *Asian Pac. J. Trop. Med.* 9(12), 1127–1135, <https://doi.org/10.1016/j.apjtm.2016.11.008>.
- Pelczyńska M., Bogdański P., 2019. Prozdrowotne właściwości kawy. *Varia Med.*, 3(4), 311–317.
- Przylipiak A., Ambroziak M., Artkop J., Budzisz E., Car H., Donejko M., Erkiert-Polguj A., Flisiak I., Gacko M., Galicka E., Jamiolkowska-Stawowska M., Kuźmińska M.P., Lubowicka E., Niczyporuk M., Olszański R., Placek W., Przylipiak J., Rybicka E., Styczeń P., Sztetling-Jaworowska M., Terlikowski R., Terlikowski S.J., Waciewicz M., Witmanowski H., Wołczyński S., Włodarkiewicz A., Wołosik K., 2017. Medycyna estetyczna. PZWL, 379–380.

- Sawicka B., Skiba D., Bienia B., 2016. Surowce i praktyki kosmetyczne – badania i dowody naukowe od starożytności do nowoczesności. W: *Rośliny w nowoczesnej kosmetologii*, A. Kiełtyka-Dadasiewicz (red.). Wyd. Akad. WSSP im. W. Pola w Lublinie, Lublin, 141–150.
- Siwek R., Witkowska-Banaszczyk E., Szamański M., 2013. Kofeina w lekach i suplementach diety – znaczenie w lecznictwie. *Farm. Pol.* 69(9), 541–549.
- Szwedziak K., Polańczyk E., Kužel M., 2018. Wpływ technologii produkcji kawy typu arabica i robusta na ich jakość sensoryczną. *Post. Tech. Przetw. Spoż.* 1, 30–33.
- Thurston R.W., Morris J., Steiman S., 2013. *Coffee. A comprehensive guide to the bean, the beverage, and the industry*. Rowman & Littlefield, 13–21.
- Ulewicz-Magulska B., Pawełkiewicz J., Wesołowski M., 2018. Kawa źródłem antyodżywczych szczawianów w diecie człowieka. *Farm. Pol.* 74(4), 206–209.
- Vanden Abeele S., Janssens S. B., Asimonyio Anio J., Bawin Y., Depecker J., Kambale B., Mwanga Mwanga I., Ebele T., Ntore S., Stoffelen P., Vandeloock F., 2021. Genetic diversity of wild and cultivated *Coffea canephora* in northeastern DR Congo and the implications for conservation. *Am. J. Bot.* 108(12), 2425–2434. <https://doi.org/10.1002/ajb2.1769>.
- Wierzejska R., 2012. Kofeina – powszechny składnik diety i jej wpływ na zdrowie. *Rocz. Państw. Zakł. Hig.* 63(2), 141–147.
- Wołonkiewicz K., Podolak I., Paško P., Galanty A., 2019. Analiza zawartości kofeiny w suplementach diety wspomagających odchudzanie. *Farm. Pol.* 75(2), 53–56 [dostęp: 09.02.2021]
- Woźny S.M., 2015. *Tajemnice kawy*. Zys i S-ka, Warszawa, 11–58.
- Żukiewicz-Sobczak W., Krasowska E., Sobczak P., Horoch A., Wojtyła A., Piątek J., 2012. Wpływ spożycia kawy na organizm człowieka. *Med. Ogólna Nauki Zdr.* 18(1), 71–76.

Porównanie jakości wybranych passat pomidorowych dostępnych na rynku krajowym

A comparison of the quality of selected tomato passats available on the domestic market

Pomidory stanowią cenne źródło likopenu – karotenoidu posiadającego silne właściwości przeciwutleniające [Gwóźdź i Gębczyński 2015]. Jego aktywność biologiczna polega na zapobieganiu utlenianiu frakcji lipoprotein o małej gęstości (LDL), a także zmniejszaniu poziomu ogólnego cholesterolu. Likopen wykazuje także silne działanie antymutagenne oraz przeciwnowotworowe szczególnie w stosunku do raka płuc [Grajek 2004]. W konsekwencji ekstrakty pomidorowe wykazują aktywność przeciwmiażdżycową, przeciwzapalną, przeciwnadciśnieniową oraz przeciwaagregacyjną w stosunku do płytek krwi [Ulanowska i Olas 2021]. Karotenoid ten wyróżnia się także działaniem chemoprewencyjnym i antyproliferacyjnym [Kelkel i in. 2011]. Wyniki badań wskazują, iż likopen jest lepiej przyswajalny, gdy jest dostarczany w przetworach pomidorowych [Shi i Maguer 2000]. To dlatego, że podczas obróbki termicznej dochodzi do uszkodzenia struktury tkankowej i zerwania wiązań chemicznych, w wyniku czego likopen jest łatwiej dostępny dla naszego organizmu.

Rynek przetworów pomidorowych składa się z kilku segmentów: koncentratów, ketchupów, soków, przecierów i pomidorów krojonych. Sprzedaż większości ww. produktów utrzymuje się na stałym poziomie. Wzrost sprzedaży odnotowuje się przede wszystkim w segmencie przecierów, a to za sprawą dynamicznego wzrostu sprzedaży passat. Nazwa „passata” wywodzi się od włoskiego czasownika *passare*, co oznacza „przechodzić”. To dlatego, że passata jest uzyskiwana w procesie, w którym pomidory przechodzą przez ostrza i tarki, by uzyskać produkt o płynnej konsystencji, pozbawiony skórek i pestek. Polscy konsumenci docenili passaty przede wszystkim za możliwość przyrządzenia szybkich i wartościowych dań. Dla wielu osób jest ona też bazą do kulinarnych eksperymentów. Z roku na rok coraz większa liczba producentów, którzy do tej pory nie specjalizowali się w produkcji passat, ma je w swojej ofercie.

Rynek obfituje w produkty pomidorowe o tej samej nazwie, ale o różnej jakości. Przykładowo, soki pomidorowe dostępne na rynku mogą różnić się pod względem zawartości likopenu nawet o 300% [Kowalczyk i Łupina 2018]. Z kolei ketchupy łagodne

¹ Studenckie Koło Naukowe Biochemików Żywności i Żywienia, Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

² Katedra Biochemii i Chemii Żywności, Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, dariusz.kowalczyk@up.lublin.pl

różnią się nawet dziesięciokrotnie pod względem zawartości likopenu i czterokrotnie pod względem aktywności przeciwutleniającej [Kowalczyk i Baraniak 2012]. Aby pomóc konsumentom w dokonywaniu wyborów produktów o lepszych walorach, konieczne jest przeprowadzenie badań porównawczych i upowszechnianie uzyskanych wyników.

Celem niniejszej pracy było porównanie zawartości likopenu oraz wybranych wyróżników fizykochemicznych (kwasowości czynnej, zawartości suchej masy, lepkości oraz parametrów barwy) passat pomidorowych zakupionych na rynku lubelskim.

Material i metody badań

Badaniom poddano dziesięć passat pomidorowych zakupionych na lubelskim rynku w handlu detalicznym. Dwa produkty były otrzymane z pomidorów z uprawy ekologicznej (P1–P2), pozostałe osiem wytworzono z pomidorów pochodzących z upraw konwencjonalnych (P3–P10). Cena zakupionych passat zawierała się pomiędzy 2,71 zł a 7,89 zł za 500 g. Skład passat pomidorowych był następujący:

- P1 (3,99 zł) – 99,5% pomidory z uprawy ekologicznej, sól 0,5%,
- P2 (6,69 zł) – pomidory 99,5%, sól 0,5%,
- P3 (6,50 zł) – pomidory, sól morską (100 g produktu sporządzono z 190 g pomidorów),
- P4 (3,50 zł) – pomidory 99,5%, sól,
- P5 (3,99 zł) – pomidory, kwas cytrynowy, sól (100 g produktu sporządzono z 220 g pomidorów),
- P6 (4,79 zł) – pomidory 99,9%, kwas cytrynowy, sól,
- P7 (2,49 zł) – pomidory, sól morską,
- P8 (6,99 zł) – pomidory, sól spożywcza 0,5%, regulator kwasowości – kwas cytrynowy,
- P9 (3,88 zł) – pomidory 99,5%, sól,
- P10 (6,69 zł) – przecier pomidorowy 99%, sól.

pH passat zmierzono za pomocą pH-metru Elemetron CP-401 i elektrody ERH-115. Zawartość suchej masy oznaczono metodą suszarkową (105°C, 24 h). Lepkość produktów (termostatowanych w 22°C) zmierzono za pomocą lepkościomierza rotacyjnego IKA ROTAVISC wyposażonego we wrzeciono pomiarowe SP2 obracające się z prędkością 10 obr/min. Ocenę parametrów barwy (CIE L*a*b*) passat przeprowadzono za pomocą kolorymetru NH-310 i przystawki do pomiaru barwy cieczy.

Zawartość likopenu oznaczono metodą spektrofotometryczną [Fish i in. 2002]. Do 0,25 g próbki produktu dodano 5 cm³ acetonu zawierającego 0,05% (w/v) butylohydroksytoluenu, 5 cm³ etanolu (99,8%) i 10 cm³ heksanu. Mieszaninę wytrząsano (250 obr/min) przez 15 min. Następnie dodano wodę dejonizowaną 3 cm³ i ponownie wytrząsano przez 5 min. Po tym czasie próbki odstawiono na 5 min w celu separacji faz, a następnie zmierzono absorbancję warstwy heksanowej przy $\lambda = 503$ nm. Zawartość likopenu obliczono przy pomocy wzoru [Javanmardi i Kubota 2006]:

$$\text{zawartość likopenu (mg/kg)} = (a/m) \times A_{503} \times 3,12$$

gdzie: a – ilość heksanu (ml); m – masa próbki (g); A_{503} – absorbcja przy długości fali 503 nm; 3,12 – molowy współczynnik ekstynkcji likopenu.

Oznaczenia wykonano w minimum trzech powtórzeniach. Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej z wykorzystaniem programu STATISTICA 13.1. Różnice pomiędzy wartościami badanych parametrów sprawdzano testem Fischera. Współczynniki korelacji (r) pomiędzy wybranymi parametrami wyznaczono za pomocą testu korelacji Pearsona.

Wyniki i ich omówienie

W zależności od stopnia dojrzałości kwasowość czynna (pH) pomidorów wynosi od ~3,6 (niedojrzałe) do ~4,6 (dojrzałe) [Anthon i in. 2011]. Wyjściowa kwasowość surowca w dużej mierze determinuje kwasowość otrzymanego produktu. Należy jednak mieć na uwadze, że w recepturach wielu przetworów pomidorowych dopuszczony jest dodatek kwasu cytrynowego [Rozporządzenie Komisji (EWG) nr 1764/86]. pH badanych passat pomidorowych zawierało się w przedziale od 4,38 do 4,55 (tab. 1). Wartości te są podobne do górnych zakresów pH oznaczonych dla koncentratów pomidorowych (3,80–4,53) [Piecyk i in. 2016] i soków pomidorowych (4,02–4,33) [Kowalczyki Łupina 2018]. Analiza deklarowanego składu passat wykazała, iż tylko niektóre produkty (P5, P6, P8) zawierały dodatek kwasu cytrynowego. Passaty te nie miały jednak wyraźnie niższego pH w porównaniu z produktami niezawierającymi regulatora kwasowości (tab. 1).

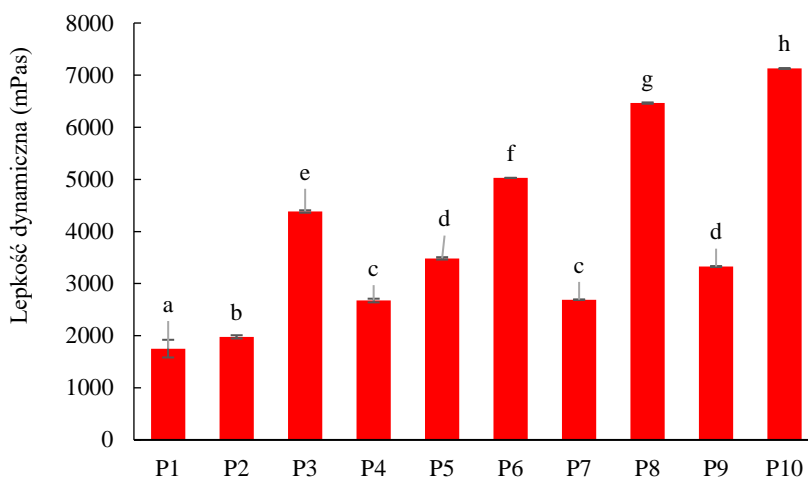
Tabela 1. pH, zawartość suchej masy oraz likopenu w passatach pomidorowych

Passata	pH	Sucha masa (%)	Zawartość likopenu (mg/100g)
P1	4,43 ± 0,02 ^{ab}	6,87 ± 0,08 ^c	14,53 ± 0,38 ^c
P2	4,55 ± 0,01 ^d	6,74 ± 0,05 ^c	14,19 ± 0,08 ^c
P3	4,38 ± 0,02 ^a	8,19 ± 0,16 ^e	13,68 ± 0,02 ^b
P4	4,47 ± 0,01 ^{bc}	6,81 ± 0,04 ^c	13,75 ± 0,35 ^b
P5	4,38 ± 0,02 ^a	6,74 ± 0,03 ^c	14,70 ± 0,16 ^c
P6	4,43 ± 0,01 ^{ab}	7,75 ± 0,02 ^d	16,85 ± 0,21 ^d
P7	4,51 ± 0,01 ^{cd}	6,58 ± 0,04 ^b	12,70 ± 0,24 ^a
P8	4,44 ± 0,01 ^b	8,33 ± 0,03 ^e	16,53 ± 0,04 ^d
P9	4,51 ± 0,01 ^{cd}	6,30 ± 0,02 ^a	13,72 ± 0,03 ^b
P10	4,43 ± 0,01 ^{ab}	9,27 ± 0,04 ^f	17,71 ± 0,31 ^e

a–f – wartości średnie oznaczone tym samym indeksem literowym w obrębie tej samej cechy nie różnią się statystycznie istotnie ($p > 0,05$).

Stwierdzono zróżnicowanie zawartości wody w badanych passatach. Najniższą ilość suchej masy miał produkt P9 (6,30%), najwyższą zaś ilość suchej masy (9,27%) posiadała najdroższa z zakupionych passat (P10). Różnice te najprawdopodobniej wynikają z faktu, iż producenci odparowują część wody z pomidorów tak, aby uzyskać gęstą, ale jeszcze płynną (w porównaniu z koncentratem pomidorowym) konsystencję passaty [WEB 1]. Nadmienić należy, że świeże pomidory przeciętnie zawierają 5% suchej masy [Hastürk Şahin i in. 2010], aczkolwiek niektóre dane literaturowe wskazują nawet 9% zawartość [Vinha i in. 2014].

Badania lepkości wykazały, że passaty mogą znacznie różnić się od siebie pod względem tego parametru. Najwyższą lepkość posiadał produkt P10 (7127 mPas) oraz P8 (6464 mPas) – rycina 1. Produkty te odznaczały się jednocześnie najwyższą zawartością suchej masy (tab. 1). Jednak analiza korelacji Pearsona przeprowadzona dla całej grupy produktów, ujawniła występowanie tylko przeciętnej siły związku ($r = 0,49$) pomiędzy lepkością passat a zawartością suchej masy (tab. 2). Możliwe jest zatem, że inne czynniki, np. wielkość cząstek miąższu pomidorów w passatach odegrały istotną rolę w kształtowaniu lepkości. Co ciekawe, najniższą lepkością (1752–1978 mPas) charakteryzowały się passaty otrzymane z pomidorów z upraw ekologicznych (P1 i P2).



Ryc. 1. Porównanie lepkości passat pomidorowych

a–h – wartości średnie oznaczone tym samym indeksem literowym nie różnią się statystycznie istotnie ($p > 0,05$).

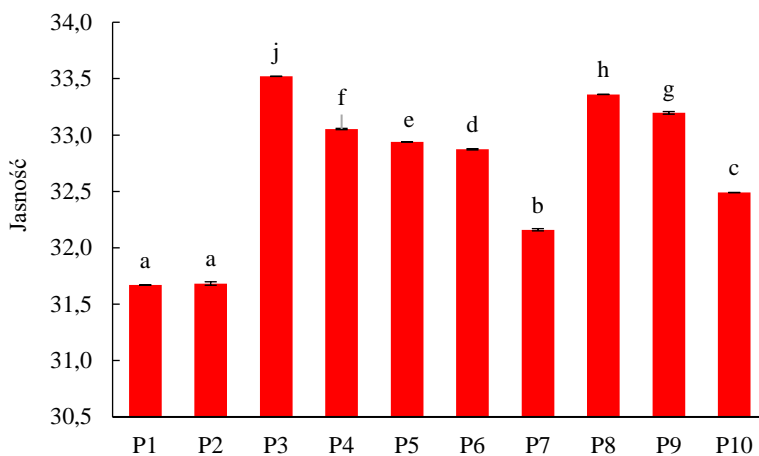
Tabela 2. Współczynniki korelacji Pearsona (r) pomiędzy wybranymi parametrami jakości passat pomidorowych

Wyszczególnienie	Lepkość	Zawartość likopenu
Sucha masa	0,49	0,19
Lepkość	----	0,65
„Czerwoność”	0,67	0,65
Zawartość likopenu	0,66	----

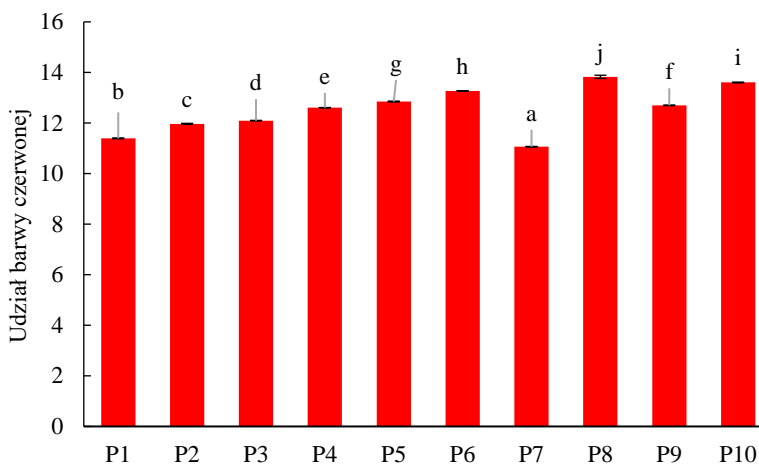
Barwa żywności jest istotnym czynnikiem uwzględnianym w wyborach zakupowych konsumentów. Wybarwienie pomidorów jest wskaźnikiem ich jakości i świeżości. Im bardziej czerwony pomidor, tym wyższa jego jakość i dojrzałość. Pomidory w pełni wybarwione są chętniej kupowane przez konsumentów [Horobowicz i Saniewski 2000]. Na tej samej zasadzie oceniana jest jakość przetworów pomidorowych. Intensywny czerwony kolor produktu świadczy o tym, że najprawdopodobniej zachowało się wiele cennych składników pomidorów, a sam produkt przygotowany został z dojrzałego surowca. Instrumentalne pomiary wyróżników barwy wykazały, że najjaśniejszą barwę (najwyższą wartość parametru $L^* = 33,36$) miała passata P3 (ryc. 2). Z kolei najciemniejsze były produkty ekologiczne (P1 i P2, $L^* \approx 31,67$). Największy udział barwy czerwonej (najwyższą wartość parametru $a^* = 13,86$) miała passata P8 (ryc. 3). Z kolei najmniej czerwony ($a^* = 11,06$) był najtańszy z produktów (P7, zakupiony w jednej z sieci hipermarketów). Najmniejszy udział barwy żółtej stwierdzono w widmie odbiciowym passat ekologicznych ($b^* = 4,61$ i $4,56$), najbardziej żółty zaś okazał się produkt P3 ($b^* = 6,69$) – rycina 4.

Zawartość likopenu w pomidorach zależy od stopnia dojrzałości, odmiany, a także warunków uprawy (m.in. temperatury) [Brandt i in. 2006]. Przeciętnie pomidory zawierają 0,9–4,2 mg likopenu/100g [Clinton 2009], aczkolwiek według niektórych doniesień naukowych zawartość ta może wynosić nawet ~11–12 mg/100g [Alda i in. 2009]. Pomidory z uprawy ekologicznej mogą zawierać o 20% więcej likopenu aniżeli odpowiedniki z uprawy konwencjonalnej [Vinha i in. 2014]. W przetworach pomidorowych zawartość likopenu jest z reguły wyższa. Przeciętnie soki pomidorowe, keczupy i koncentraty pomidorowe zawierają odpowiednio ~8 mg, ~13 mg i 30 mg likopenu w 100 g [Szajdek i Borowska 2004]. Warto nadmienić, że dzięki obróbce termicznej likopen jest znacznie łatwiej ekstrahowany z przetworów niż ze świeżych pomidorów. Likopen jest odporny na typowe zabiegi stosowane podczas przetwarzania pomidorów, w tym działanie wysokiej temperatury [Nguyen i Schwartz 1998]. Przeprowadzone badania wykazały, że więcej likopenu zawierała passata P10 (17,71 mg/100g), a także pasaty P6 (16,85 mg/100g) i P8 (16,53 mg/100g) – tabela 1. Dwa z tych produktów (P8 i P10) to produkty o największej zawartości suchej masy (tab. 1). Najtańsza passata (P7) zawierała najmniej likopenu (12,70 mg/100g). Pod względem potencjalnego korzystnego oddziaływania likopenu na organizm człowieka [Skiepmo i in. 2015] passata P7 okazała się produktem o przypuszczalnie najsłabszym działaniu prozdrowotnym. Marki ekologiczne (P1 i P2), na tle innych przebadanych produktów, charakteryzowały się umiarkowaną zawartością likopenu (14,19 i 14,53 mg/100g). Stwierdzono, że zawartość likopenu

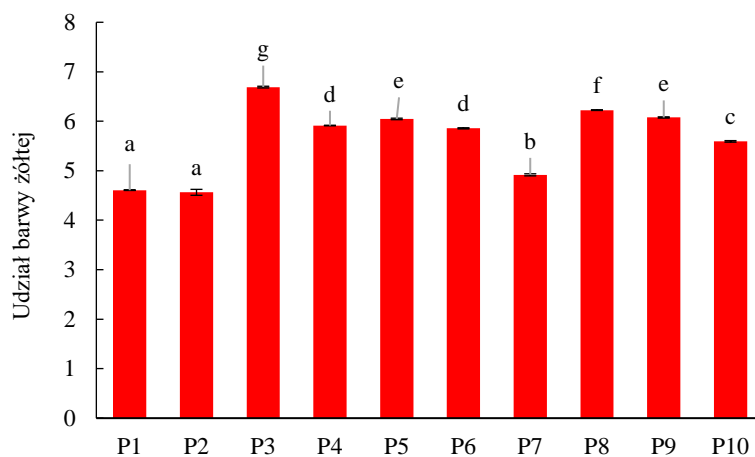
w passatach była wysoce dodatnio skorelowana z parametrem a^* ($r = 0,65$) oraz lepkością produktu ($r = 0,65$) – tabela 2. Z kolei słaba korelacja ($r = 0,19$) występowała pomiędzy zawartością likopenu i zawartością suchej masy. Nie stwierdzono występowania zależności pomiędzy zawartością likopenu a innymi badanymi parametrami (tab. 2).



Ryc. 2. Porównanie wartości parametru barwy L^* (jasności) pasat pomidorowych
a-j – wartości średnie oznaczone tym samym indeksem literowym nie różnią się statystycznie istotnie ($p > 0,05$).



Ryc. 3. Porównanie wartości parametru barwy a^* (udział barwy czerwonej) pasat pomidorowych
a-j – wartości średnie oznaczone tym samym indeksem literowym nie różnią się statystycznie istotnie ($p > 0,05$).



Ryc. 4. Porównanie wartości parametru barwy b* (udział barwy żółtej) badanych passat pomidorowych

a-f – wartości średnie oznaczone tym samym indeksem literowym nie różnią się statystycznie istotnie ($p > 0,05$).

Podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonych badań, w obiektywny sposób stwierdzono zróżnicowanie jakości passat pomidorowych dostępnych na krajowym rynku. Najtańsza z zakupionych passat (P7), dostępna w jednej z sieci hipermarketów, była najmniej czerwona oraz zawierała najmniej likopenu. Wynik ten może mieć istotne znaczenie dla konsumentów, gdyż wskazuje, że passata o małym udziale barwy czerwonej to produkt o potencjalnie niższej zawartości likopenu. Przy niemalże takiej samej deklarowanej zawartości pomidorów w passatach ($\geq 99\%$), słabsze czerwone zabarwienie produktu sugeruje, iż najprawdopodobniej użyto surowca o niskiej jakości. Można zatem uznać, że producent ze względu na presję niskiej ceny wytworzył tańszy produkt kosztem jego jakości. Potwierdza to regułę, iż niska cena rzadko jest skorelowana z satysfakcjonującą jakością.

Istnieje powszechne przekonanie, że żywność ekologiczna ma znaczną wartość prozdrowotną z uwagi na relatywnie dużą zawartość składników odżywczych i bioaktywnych. Można by się zatem spodziewać, że passaty wytworzone z pomidorów pochodzących z uprawy ekologicznej (P1 i P2) powinny mieć więcej likopenu aniżeli produkty otrzymane z surowca z uprawy konwencjonalnej. Niemniej jednak przeprowadzone badania wykazały, że ekologiczne passaty, poza mniejszą lepkością oraz ciemniejszą i mniej żółtą barwą, nie wyróżniały się pod względem wartości pozostałych analizowanych parametrów.

Podsumowując uzyskane wyniki, można zauważyć, że produkt P10 był najwyższej jakości. Zdecydowały o tym jego gęsta konsystencja (spowodowana małą ilością wody)

i duża ilość likopenu. Na uwagę zasługuje fakt, iż passata P10, jako jedyna w deklarowanym składzie surowcowym, zawierała przecier pomidorowy, a nie pomidory.

Wykazano występowanie przeciętnej korelacji ($r = 0,49$) pomiędzy zawartością suchej masy a lepkością passat pomidorowych. Z kolei istnieje wysoka korelacja ($r = 0,65$) pomiędzy zawartością likopenu a „czerwonością” produktu i jego konsystencją.

Bibliografia

- Alda L.M., Gogoia I., Bordean D.M., Gergen I., Alda S., Moldovan C., Nita L., 2009. Lycopene content of tomatoes and tomato products. *J. Agroalim. Process. Technol.* 15(4), 540–42.
- Anthon G.E., LeStrange M., Barrett D.M., 2011. Changes in pH, acids, sugars and other quality parameters during extended vine holding of ripe processing tomatoes. *J. Sci. Food Agric.* 91(7), 1175–1181. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4312>.
- Brandt S., Pék Z., Barna E., Lugasi A., Helyes L., 2006. Lycopene content and colour of ripening tomatoes as affected by environmental conditions. *J. Sci. Food Agric.* 86(4), 568–572. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2390>.
- Clinton S.K., 2009. Lycopene: Chemistry, biology, and implications for human health and disease. *Nutrition Rev.* 56(2), 35–51. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.1998.tb01691.x>.
- Fish W., Perkins-Veazie P., Collins J., 2002. A quantitative assay for lycopene that utilizes reduced volumes of organic solvents. *J. Food Compos. Anal.* 15(3), 309–317. <https://doi.org/10.1006/JFCA.2002.1069>.
- Grajek W., 2004. Rola przeciwutleniaczy w zmniejszaniu ryzyka wystąpienia nowotworów i chorób układu krążenia. *Żywn. Nauka Technol. Jakość* 1(38), 3–11.
- Gwóźdź E., Gębczyński P., 2015. Prozdrowotne właściwości owoców pomidora i jego przetworów. ed.. *Rodz.* 4, 186–188.
- Horobowicz M., Saniewski M., 2000. Biosynteza, występowanie i właściwości biologiczne likopenu. *Postępy Nauk Rol.* 1, 29–46.
- Javanmardi J., Kubota C., 2006. Variation of lycopene, antioxidant activity, total soluble solids and weight loss of tomato during postharvest storage. *Postharvest Biol. Technol.* 41(2), 151–155. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2006.03.008>.
- Kelkel M., Schumacher M., Dicato M., Diederich M., 2011. Antioxidant and anti-proliferative properties of lycopene. *Free Radic. Res.* 45(8), 925–940. <https://doi.org/10.3109/10715762.2011.564168>.
- Kowalczyk D., Baraniak B., 2012. Zawartość likopenu i właściwości przeciwutleniające wybranych ketchupów łagodnych. *Bromatol. Chem. Toksykol.* 45(3), 494–499.
- Kowalczyk D., Łupina K., 2018. Zawartość likopenu i właściwości przeciwutleniające wybranych soków pomidorowych. W: J. Nyckowiak, J. Lesny (red.), *Badania i Rozwój Młodych Naukowców w Polsce. Nauki techniczne i inżyneryjne.* Cz. 9, 75–80.
- Nguyen M., Schwartz S., 1998. Lycopene stability during food processing. *Exp. Biol. Med.* 218(2), 101–105. <https://doi.org/10.3181/00379727-218-44274>.
- Piecyk M., Orłowska M., Worobiej E., 2016. Zawartość likopenu i potasu a jakość handlowa koncentratów pomidorowych. *Bromatol. Chem. Toksykol.* 49(3), 378–384.
- Rozporządzenie Komisji (EWG) nr 1764/86 z dnia 27 maja 1986. Ustanawiające minimalne wymagania jakości dla przetworów z pomidorów objętych systemem pomocy produkcyjnej.
- Şahin F.H., Ülger P., Türkan A., Orak H., 2010. Effects of different drying techniques on some nutritional components of tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Tarım Mak. Bilim. Derg.* 6(1), 71–78.
- Shi J., Maguer M., 2000. Lycopene in tomatoes: Chemical and physical properties affected by food processing. *J. Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 40(1), 1–42. <https://doi.org/10.1080/10408690091189275>.

- Skiepko N., Chwastowska-Siwiecka I., Kondratowicz J., 2015. Właściwości likopenu i jego wykorzystanie do produkcji żywności funkcjonalnej. *Żywn. Nauka Technol. Jakość* 22(6), 20–32. <https://doi.org/10.15193/zntj/2015/103/084>.
- Szajdek A., Borowska J., 2004. Właściwości przeciwutleniające żywności pochodzenia roślinnego. *Żywn. Nauka Technol. Jakość* 4(41), 5–28.
- Ulanowska M., Olas B., 2021. Fitozwiązki – ważne składniki suplementów diety oraz ich wpływ na zdrowie człowieka. *Kosmos* 70(1), 103–114. https://doi.org/10.36921/kos.2021_2721.
- WEB 1. Passata przecier pomidorowy 500g. Pudliszki, <https://www.pudliszki.pl/product/100016200001/passata-przecier-pomidorowy-500-g-500?categoryid=100016010002> [dostęp: 06.04.2022].
- Vinha A.F., Barreira S.V., Costa A.S., Alves R.C., Oliveira M.B., 2014. Organic versus conventional tomatoes: Influence on physicochemical parameters, bioactive compounds and sensorial attributes. *Food Chem. Toxicol.* 67, 139–44. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2014.02.018>.

Zastosowanie i właściwości miodu oraz wosku pszczelego (*cera alba*) w kosmetologii, farmakologii oraz przemyśle spożywczym

The use and properties of honey and beeswax (*cera alba*) in cosmetology, pharmacology and the food industry

Charakterystyka miodu

Miód jest przesyconym roztworem cukrów o słodkim smaku, wytwarzanym przez pszczoły (*Apis mellifera*) z nektaru roślin i/lub spadzi. Od setek lat odgrywa ważną rolę w życiu ludzi ze względu na wyjątkowe właściwości [Alvarez-Suarez i in. 2014]. Aby uzyskać miód, pszczoły składają nektar kwiatowy w komórkach plastra. Następnie nektar jest koncentrowany i zachodzi w nim etap dojrzewania (rozkład na cukry proste i wzbogacenie w enzymy). Do najważniejszych enzymów zawartych w miodzie zaliczamy: amylazę, inwertazę, beta-fruktofuranosydazę, katalazę, oksydazę glukozową, fosfotazę, lizozym oraz oksydazę kwasu askorbinowego [Mattila i in. 2012]. Po etapie dojrzewania pszczoły zamykają światło komórki warstwą wosku. Pszczelarz pozyskuje miód przez wirowanie odsklepionych plastrów.

Miód składa się głównie z wody i węglowodanów. Cukry stanowią 95–99% suchej masy miodu, w ich składzie przeważają monosacharydy (m.in.: fruktoza, 38,2%; glukoza, 31,3%) oraz disacharydy (maltoza, sacharoza i izomaltoza) [Gomes i in. 2010]. W miodzie znajdują się witaminy z grupy B (B₁, B₂, B₃, B₅, B₆, B₇, B₉) oraz C [Kędzia i Hołderna- Kędzia 2008], a także 26 aminokwasów (0,1%–1% ww). Spośród nich największą zawartość ma prolina (ok. 50–85% wszystkich aminokwasów). Jednak znaczna część miodów wykazuje wysoką zawartość fenyloalaniny, kwasu asparaginowego oraz kwasu glutaminowego [Hermosin i in. 2003].

Cechy sensoryczne miodu, m.in. kolor, aromat, smak, konsystencja oraz skład, są zmienne. Głównymi zmiennymi czynnikami są: pochodzenie kwiatów, czynniki środowiskowe oraz sposób jego przetwarzania i przechowywania.

¹ Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Biologii Środowiskowej, Koło Naukowe Biologów, Sekcja Biokosmetologii, lucjakoszczka@o2.pl

² Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Biologii Środowiskowej, Katedra Zoologii i Ekologii Zwierząt, Katedra Ekofizjologii Bezkręgowców i Biologii Eksperymentalnej

Właściwości miodu

Miód zwany „nektarem bogów” ma właściwości antybakteryjne, odkażające, zapobiegające powstawaniu stanów zapalnych, regenerujące, odżywiające, relaksujące, przeciwzapalne i przeciwalergiczne [Tichonow 2017]. Czynnikiem decydującym o działaniu bakteriobójczym (na ziarniaki gram-dodatnie oraz pałeczki gram-ujemne) i bakteriostatycznym miodów jest wysokie ciśnienie osmotyczne, jak również wysoka kwasowość oraz niewielkie ilości lizyny [Kędzia i Hołderna-Kędzia 2018]. Zawartość w miodzie substancji o właściwościach antybiotycznych jest różna i zależna od odmiany miodu [Vásquez i in. 2012]. Zawartość wartościowych kwasów fenolowych i flawonoidów wpływa na wysokie właściwości antyoksydacyjne (wymiana wolne rodniki oraz wiążę jony metali) [Sacha 2011]. Miód traci właściwości odżywcze w temperaturze powyżej 45°C, m.in. ze względu na proces denaturacji enzymów [Wilde i Prabucki 2004]. W trakcie przegrzania bądź długiego przechowywania może wytworzyć się lotny i toksyczny 5-hydroksymetylofurfural, który świadczy o starości miodu [Khan i in. 2017].

Wykorzystanie miodu w przemyśle kosmetycznym

Już od starożytności miód stosowany był jako surowiec kosmetyczny – słynne są kąpiele w mleku i miodzie Kleopatry. Dziś miód także zajmuje ważne miejsce w składnikach produktów kosmetycznych [Davis 1995].

Można stosować go do każdego rodzaju skóry. Ze względu na zawartość wody i cukrów prostych ma działanie nawadniające i odżywiające, dodatkowo łatwo przenika w głąb skóry, która staje się bardziej gładka i elastyczna. Zawarte w miodzie ryboflawina i niacyna regulują procesy odnowy naskórka oraz stymulują produkcję kolagenu, co ma wpływ na jędrność skóry [Schroeder 2013]. Krem do rąk z dodatkiem miodu jest bardzo odżywczy i chroni skórę przed działaniem czynników zewnętrznych, tworzy warstwę okluzyjną – powłokę, która przyspiesza przenikanie składników aktywnych w głębsze warstwy skóry. Pomadki na bazie miodu są przeznaczone do ochrony spierzchniętych ust, a szampon nawilża i regeneruje włókna włosów [Saraf 2012]. Miód jest składnikiem peelingów, gdyż krystaliczna struktura miodu mechanicznie usuwa złuszczający się martwy naskórek a enzymy znajdujące się w miodzie wspomagają proces peelingu i przyspieszają proces odnowy nowego [Tran i Nguyen 2017]. Dzięki zawartości cukrów prostych miód jest humekantem, m.in. substancją higroskopijną, a tym samym przeciwdziała wysychaniu kosmetyku [Jiménez i in. 1999]. Dodatek miodu również intensyfikuje aromat kosmetyków i działa jako ich naturalny konserwant [Basha i in. 2011].

Wykorzystanie miodu w przemyśle farmakologicznym

Dzięki swym korzystnym właściwościom miód wspomaga leczenie wielu chorób/zaburzeń psychicznych, m.in. nerwic, zaburzeń adaptogennych (padaczka i moczenie nocne u dzieci) i seksualnych (zaburzenia erekcji, spadek libido), jak również chorób neurologicznych [Samochowicz 2002].

Udowodniono, że miód wspomaga leczenie chorób układu oddechowego, krążenia, moczowego, pokarmowego, chorób reumatycznych, chorób skóry i błon śluzowych [Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/63/UE z dnia 15 maja 2014 r.].

Miód chętnie wykorzystywany jest w leczeniu poparzeń skóry, ran, w stanach zapalnych, infekcjach oraz owrzodzeniach [Ślósarz 2016]. Opatrunek z miodu zapewnia wilgotne środowisko nowym tkankom, niezbędne dla prawidłowego gojenia się rany oraz redukcję blizn [Kazimierczak 2013].

Prozdrowotne właściwości miód zawdzięcza zawartym w nim substancjom antybiotycznym (lizozym, inhibina i apidycyna). Miód wspomaga układ odpornościowy – zapobiega grypie i przeziębieniom [Winiarska 2007]. W aptekach wśród leków z dodatkiem miodu można znaleźć: syropy dla dzieci o działaniu stymulującym odporność, herbatki ziołowe wzmacniające organizm oraz tabletki na ból gardła o działaniu antyseptycznym [Stary i Kowalski 2010].

Wykorzystanie miodu w przemyśle spożywczym

Miód jako łatwo przyswajalne źródło energii rekomendowany jest osobom ciężko pracującym fizycznie i psychicznie. Jest on również wykorzystywany w przemyśle spirytusowym i winiarskim [Majewski i Madras-Majewska i 2004]. Miody pitne są to napoje alkoholowe, otrzymywane w procesie fermentacji alkoholowej brzezki miodowej [Jaros 2009]. Głównym składnikiem brzezki jest miód, w związku z tym oprócz walorów smakowych miód pitny wykazuje zbliżone działanie biologiczne [Wilczyńska i Chomaniuk 2015].

Miód jest również najstarszą substancją słodzącą. Surowiec ten często jest używany do wyrobu niektórych gatunków pieczywa i ciast piernikowych [Nowak i Zmudzinska-Zurek 2008]. Możemy go znaleźć m.in. w batonach, cukierkach, orzeszkach, płatkach śniadaniowych, herbacie i napojach [Stary i Kowalski 2010].

Charakterystyka wosku pszczelego

Pszczoły wykorzystują wosk jako materiał do budowy plastrów. Wytwarzają go w gruczołach woskowych, które są w pełni rozwinięte u pszczół robotnic w wieku 12–18 dni. U starszych pszczół gruczoły woskowe zmniejszają swoją aktywność. Jednak w sytuacjach awaryjnych można reaktywować wypacanie wosku. Największe ilości wosku są produkowane w fazie wzrostu rodzin pszczelich, w umiarkowanych warunkach klimatycznych od kwietnia do czerwca [Bogdanov 2017].

Wosk pszczeli ma charakterystyczny zapach podobny do miodu bądź propolisu. Cechuje się żółtawą barwą, którą nadaje barwnik chryzyna. Wosk pszczeli składa się głównie z estrów kwasów karboksylowych, hydroksykwasów tłuszczowych, ketokwasów oraz związków steroidowych [Chrzastek i Dondela 2014]. W skład wosku wchodzi również kwasy: palmitynowy, cerotynowy, melisowy i mirycylowy [Isidorov 2013].

Właściwości wosku pszczelego

Wosk pszczeli nie rozpuszcza się w wodzie, słabo rozpuszcza się w alkoholu, natomiast łatwo w chloroformie, eterze lub olejku lotnym. Ma wysoką pojemność cieplną [Zhang i in. 2016]. Jest odporny na topnienie (temperatura topnienia wynosi 62–65°C) [Syrek i Antosz 2011]. Nie przepuszcza powietrza, wilgoci, szkodników i zwiększa lepkość preparatów kosmetycznych oraz może być używany do tworzenia cienkich powłok ochronnych, które chronią wiele powierzchni m.in. przed korozją [Bogdanov 2009]. Wosk pszczeli ma potencjał podrażnienia równy zeru, a stopień komedogenności przyjmuje wartość 0–2 co sprawia, że nie zatyka porów i jest doskonałym składnikiem kosmetyków [Bogdanov 2016].

Wosk pszczeli ma właściwości antybakteryjne w stosunku do: *Staphylococcus aureus*, *Salmonella enterica*, *Aspergillus niger*, a także uelastyczniające skórę i zwiększające jej gładkość [Goik i in. 2015]. Posiada także szereg innych właściwości, m.in. właściwości zmiękczające, lecznicze, antybiotyczne, emoliencyjne, emulgujące, ochronne [Goik i in. 2016].

Wykorzystanie wosku pszczelego w przemyśle kosmetycznym

Powłoka z wosku pszczelego ze względu na hydrofobowość i ciasno upakowaną strukturę krystaliczną może być stosowana w przemyśle kosmetycznym [Murešan i in. 2020].

Wosk pszczeli ma właściwości przeciwdrobnoustrojowe i utrzymuje wilgoć, dzięki czemu może być potencjalnym lipidem w opracowaniu stałych nanocząsteczek lipidowych (SLN). SLN są to nowatorskie systemy dostarczania aktywnych składników farmaceutycznych i kosmetycznych [Mazur i in. 2018].

Ze względu na szereg właściwości wosk pszczeli wykorzystywany jest w balsamach i kremach [Bogdanov 2004]. Często stosowany jest do usuwania owłosienia na ciele [Żak i Przybyłowski 2018]. Największą zawartość wosku pszczelego możemy znaleźć w produktach do depilacji ciała (nawet do 50%), ale również w dezodorantach (do 35%), cieniach do powiek (6–20%) oraz różach w kamieniu do policzków (10–15%) [Bogdanov 2016]. Znajduje się także w emulsjach do pękających pięt, preparatach przeznaczonych do skóry niemowląt i pomadkach do ust [Chrząstek i Dondela 2014].

Surowiec ten zapewnia powstanie na skórze warstwy okluzyjnej. Ponadto nadaje odpowiednią konsystencję, połysk i barwę. W kosmetykach pełni funkcję zagęstnika i emulgatora, co zapewnia stabilność emulsji [Goik i in. 2016].

Zawarty w wosku pszczelim prekursor witaminy A (β -karoten) pobudza podziały mitotyczne komórek naskórka, a także zmniejsza tempo degradacji kolagenu, co przyczynia się do wzmożonej regeneracji naskórka [Kurek-Górecka i in. 2020].

Wosk biały (*cera alba*), który jest oczyszczonym naturalnym woskiem pszczelim, to jedyny produkt pszczeli niewywołujący reakcji alergicznych [Boniakowska i in. 2016].

Wchodzące w skład wosku pszczelego skwalen, kwas 10-hydroksytrans-2-decenyowy i flawonoidy (chryzyna) zapewniają produktowi właściwości antyseptyczne, dzięki czemu chroni skórę przed drobnoustrojami chorobotwórczymi [Kurek-Górecka i in.

2020]. W przypadku stosowania wosku nieoczyszczonego (żółtego) może wystąpić ryzyko pojawienia się atopowego zapalenia skóry [Pałczyński i Kuna 2015].

Wykorzystanie wosku pszczelego w przemyśle farmakologicznym

Ciepły wosk pszczeli ma doskonałe właściwości rozgrzewające, dlatego jest stosowany przeciw zapaleniu mięśni, nerwów i stawów. Dzięki jego zdolności do zatrzymywania ciepła wykorzystywany jest jako ciepły kompres [Bogdanov 2004]. Zalecany jest również przy leczeniu: odcisków (karotenoidy i nienasycone kwasy tłuszczowe nadają właściwości regenerujące tkankom), stanów zapalnych jamy ustnej, krtani i gardła (działanie flawonoidów, estrów, beta-karotenu), nieżytach żołądka oraz jelit, kataru siennego (skwalen), a także zaparć. Jest lekiem na bóle w klatce piersiowej, bóle żołądka, wrzody, hemoroidy [Birshtein i in. 1976, Żak i Przybyłowski 2018].

Wosk pszczeli wykorzystywany jest do produkcji świeczek zapachowych, które są stosowane w aromaterapii. Poleca się ją szczególnie osobom cierpiącym na schorzenia górnych dróg oddechowych, ze względu na właściwości jonizujące powietrze, podczas palenia świec [Schroeder 2013].

Wosk pszczeli dodawany jest do maści, mazideł stosowanych w leczeniu dermatoz takich jak czyraki, rany, atopowe zapalenie skóry, łuszczyca, pieluszkowe zapalenie skóry wywołane *Candida albicans* [Kędzia i Holderna-Kędzia 2014].

Wykorzystanie wosku pszczelego w przemyśle spożywczym

Wosk pszczeli uważany jest za bezpieczny do spożycia dla ludzi, ponieważ nie wchodzi w interakcję z układem pokarmowym. Substancje w nim zamknięte są uwalniane do organizmu podczas przyjmowania pokarmu (co jest wykorzystywane również w farmaceutyce) [Morgan i in. 2002].

Wosk pszczeli stosuje się do powlekania owoców i warzyw. Jego celem jest ochrona przed utratą wody i przenikaniem drobnoustrojów w produktach. Wspomaga zachowanie wysokiej jakości produktu w jak najdłuższym czasie. Powłoka z wosku pszczelego wpływa dobroczynnie na wygląd produktu przez zwiększenie jego połysku, co stanowi zdrową alternatywę dla parafiny [Khedr 2018]. Wosk pszczeli znajduje również zastosowanie jako folia do owijania serów dojrzewających, w woskowijkach (nasączone woskiem pszczelim bawełniane serwetki do owijania żywności) [Fratini i in. 2016] czy jako zabezpieczenie pojemników na owoce przed działaniem kwasów owocowych [Bogdanov 2009].

W cukiernictwie stosuje się go jako substancję glazurującą m.in. do produkcji polew i wyrobów cukierniczych: ciast, ciasteczek i słodkiego pieczywa [Bogdanov 2009].

Wosk pszczeli jest używany jako środek spożywczy o symbolu E901 (konserwant) [Fratini i in. 2016] i nośnik barwników w żywności [Bogdanov 2009].

Podsumowanie

Miód oraz wosk pszczeleliczane są do najbardziej znanych i docenianych produktów pszczelich. Wykorzystywane są nie tylko w przemyśle spożywczym, ale również kosmetycznym, medycznym czy farmakologicznym [Boniakowska i in. 2016]. Wosk oraz miód wykazują pozytywny wpływ na zdrowie człowieka. Powodują, że skóra jest odżywna, dzięki czemu staje się bardziej gładka i elastyczna [Schroeder 2013]. Posiadają właściwości antybakteryjne, odkażające, przeciwzapalne, regenerujące, odżywiające i relaksujące. Miód może być stosowany do każdego rodzaju skóry, zaś wosk biały (*cera alba*) to jedyny produkt pszczeleliczany, który nie wywołuje reakcji alergicznych, dlatego oba produkty znalazły szerokie zastosowanie w przemyśle kosmetycznym [Tichonow 2017].

Bibliografia

- Alvarez-Suarez J.M., Gasparrini, M., Forbes-Hernández, T.Y., Mazzoni, L. Giampieri F. 2014. Skład i aktywność biologiczna miodu: nacisk na miód Manuka. *Żywność* 3(3), 420–432.
- Basha B.N., Prakasam K., Goli D., 2011. Formulation and evaluation of gel containing fluconazole-antifungal agent. *Int. J. Drug Dev.* 3(4), 109–128.
- Birshtein V.Y., Tuechinskii V.M., Troitskii A.V., 1976. A study of organic components in ancient Central Asian and Crimean wall paintings. *Vestn. Mosk. Univ.* 31(3), 33–38.
- Bogdanov S., 2004. Beeswax: quality issues today. *Bee World*, 85(3), 46–50.
- Bogdanov S., 2009. Beeswax: uses and trade. W: *The beeswax book*, S. Bogdanov, 1–16. <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.545.8239&rep=rep1&type=pdf> [dostęp: 05.08.2022].
- Bogdanov S., 2016. Beeswax: History, uses and trade. *Bee Product Science*. W: *The beeswax book*, S. Bogdanov, 1–18. https://www.researchgate.net/profile/Stefan-Bogdanov/publication/304012171_Beeswax_History_Uses_Trade/links/5762c74c08ae792931591d3a/Beeswax-History-Uses-Trade.pdf [dostęp: 05.08.2022].
- Bogdanov S., 2017. *Bee Product Science*. W: *The beeswax book*, S. Bogdanov, 1–19. https://www.researchgate.net/publication/304012435_Beeswax_Production_Properties_Composition_Control [dostęp: 05.08.2022].
- Boniakowska I., Burzyńska M., Jeleń J., Magnuszewska M., 2016. Produkty naturalne dobroczynne i cenne dla kosmologii: miód i produkty pszczele, czekolada, owoce granatu i winogron oraz aloes. *Stud. Zesz. Nauk. Kosmetologia* 1, 6–27.
- Chrzastek L., Dondela B., 2014. Homeopatia. Cz. 1. *Chem. Environ. Biotechnol.* 17, 21–42.
- Davis E.A., 1995. Functionality of sugars: physicochemical interactions in foods. *Am. J. Clin. Nutr.* 62, 170–177, <https://doi.org/10.1093/ajcn/62.1.170S>.
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/63/UE z dnia 15 maja 2014 r. zmieniająca dyrektywę Rady 2001/110/WE odnoszącą się do miodu.
- Fratini F., Cilia G., Turchi B., Felicioli A., 2016. Beeswax: a minireview of its antimicrobial activity and its application in medicine. *Asian Pac. J. Trop. Med.* 9(9), 839–843, <https://doi.org/10.1016/j.apjtm.2016.07.003>.
- Goik U., Ptaszek A., Goik T., 2015. The influence of propolis on rheological properties of lipstick. *Int. J. Cosmet. Sci.* 37, 417–424, <https://doi.org/10.1111/ics.12213>.
- Goik U., Goik T., Załęska I., 2016. Właściwości wosku pszczelego i jego zastosowanie w kosmetyce i kosmologii. *Kosmetol. Estet.* 5(6), 617–622.
- Gomes S., Dias L.G., Moreira L.L., Rodrigues P., Estevinho L., 2010. Physicochemical, microbiological and antimicrobial properties of commercial honeys from Portugal. *Food Chem. Toxicol.* 48, 544–548, <https://doi.org/10.1016/j.fct.2009.11.029>.

- Grembecka M., Hendozko E., Szefer P., 2007. Zawartość żelaza i magnezu w wybranych gatunkach miodów pszczelich. *Bromatol. Chem. Toksykol.* 40(4), 325–328.
- Hermosín I., Chicon R.M., Cabezudo M.D., 2003. Free amino acid composition and botanical origin of honey. *Food Chem.* 83(2), 263–268.
- Isidorow W.A., 2013. *Alchemia pszczoł pszczoły i produkty pszczele oczami chemika*. Gospodarstwo Pasiczne Sądecki Bartnik, Stróże.
- Jabłońska-Trypuć A., Czerpak R., 2008. *Surowce kosmetyczne i ich składniki*. MedPharm Polska, Wrocław.
- Jaros M., 2009. Jaką drogą podąża miodosytnictwo w Polsce. *Przem. Ferment. Owoc.-Warz.* 3, 25.
- Jiménez M.M., Fresno M.J., Selles E., 1999. Pharmacotechnical characterization and effectiveness study of a dermopharmaceutical form: rosemary honey contributions as a moisturizing active. *Boll. Chim. Farm.* 138(8), 401–417.
- Kazmierczak J., 2013. Wykorzystanie biologicznej aktywnej frakcji ekstraktu pyłku pszczelego w terapii trudno gojących się ran oparzeniowych. *Rozprawa doktorska*, Sosnowiec.
- Kędzia B., Hołderna-Kędzia E., 2008. *Miód. Skład i właściwości biologiczne*. PWR, Warszawa.
- Kędzia B., Hołderna-Kędzia E., 2014. Wykorzystanie wosku pszczelego w lecznictwie. *Cz. 3. Pasięka 5*. <https://pasięka24.pl/index.php/pl-pl/pasięka-czasopismo-dla-pszczelarzy/125-pasięka-5-2014/1340-wykorzystanie-wosku-pszczelego-w-lecznictwie-cz-3> [dostęp: 12.07.2019].
- Kędzia B., Hołderna-Kędzia E., 2018a. *Apikosmetyka. Miód, propolis, pyłek kwiatowy, mleczko pszczele, jad pszczeli, wosk*. Borgis, Warszawa.
- Kędzia B., Hołderna-Kędzia E., 2018b. Zastosowanie miodu i roślin leczniczych w chorobach ośrodkowego układu nerwowego. *Postępy Fitoterapii*, 19(2), 128–133, <https://doi.org/10.25121/PF.2018.19.2.128>.
- Kędzia B., Hołderna-Kędzia E., 2019. Zastosowanie miodu pszczelego w kosmetologii. *Herbalism* 1(15), 96–110.
- Khan R.U., Naz S., Abudabos A.M., 2017. Towards a better understanding of the therapeutic applications and corresponding mechanisms of action of honey. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 24(36), 27755–27766, <https://doi.org/10.1007/s11356-017-0567-0>.
- Khedr E.H., 2018. Maintaining Valencia orange quality during shelf life using different waxes. *J. Postharvest Technol.* 6(3), 31–43.
- Kurek-Górecka A., Górecki M., Rzepecka-Stojko A., Balwierz R., Stojko J., 2020. Bee products in dermatology and skin care. *Molecules* 25(3), 556, <https://doi.org/10.3390/molecules25030556>.
- Majewski J., Madras-Majewska B., 2004. Opłacalność produkcji pszczelarskiej w Polsce. *Zesz. Nauk. SGGW – Ekonomika i Organizacja Gospodarki Żywnościowej*, 53, 175–185, <https://doi.org/10.22630/EIOGZ.2004.53.22>.
- Mattila H.R., Rios D., Walker-Sperling V.E.W., Roeselers G., Newton I.L.G., 2012. Characterisation of the active microbiotas associated with honey bees reveals healthier and broader communities when colonies are genetically diverse. *PLoS ONE*, 7, 1–11, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0032962>.
- Mazur K.L., Feuser P.E., Valério A., Poester Cordeiro A., de Oliveira C.I., Assolini J.P., Pavanelli W.R., Sayer C., Araújo P.H.H., 2018. Diethylthiocarbamate loaded in beeswax-copaiba oil nanoparticles obtained by solventless double emulsion technique promote promastigote death *in vitro*. *Coll. Surf. B Biointerfaces*, 176, 507–512, <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2018.12.048>.
- Morgan J., Townley S., Kemble G., Smith R., 2002. Measurement of physical and mechanical properties of beeswax. *Mater. Sci. Technol.* 18(4), 463–467, <https://doi.org/10.1179/026708302225001714>.
- Mureşan E.I., Diaconu M., Zaharia C., Roşu G., Dănilă A., Pui A., 2020. Bioactive textiles obtained by using aqueous extracts of vine leaves. *Fibers Polym.* 21(11), 2505–2512, <https://doi.org/10.1007/s12221-020-1153-5>.
- Nowak K., Żmudzinska-Żurek B., 2008. Miód-najstarsza substancja słodząca-zastosowanie w przemyśle fermentacyjnym. *Przem. Ferment. Owoc.-Warz.* 6(52), 45–46.
- Pałczyński C., Kuna P., 2015. Dodatki do żywności a zdrowie. *Rozpuszczalniki, substancje glazurowane, zagęstniki*. *Alergia* 2, 28–32.

- Sacha T., 2011. Historia leczenia przewlekłej białaczki szpikowej. *Hematologia* 2, supl. B, 1–7.
- Samochowicz L., 2002. Lek roślinny w świetle nowoczesnej farmakoterapii. *Wiad. Zielar.* 44(2), 1–3.
- Saraf S., 2012. Formulating moisturizers using natural raw materials. W: *Treatment of dry skin syndrome*. Springer, Berlin, Heidelberg, 379–397, https://doi.org/10.1007/978-3-642-27606-4_25.
- Schroeder A., 2013. *Zdrowie z miodu, pyłku i propolisu*. REA, Stuttgart.
- Stary M., Kowalski S., 2010. Miód – jego właściwości żywieniowe i zdrowotne. *Zdr. Żywn. Zdr. Styl Życia* 87(1), 14–18.
- Syrek H., Antosz A., 2011. Emulsje woskowe – innowacyjne produkty, innowacyjne technologie wytwarzania. *Nafta-Gaz* 67(9), 674–682.
- Ślósarz J. (red.), 2016. *Apiterapia. Zdrowie i leczenie, które zawdzięczamy pszczołom*, Stowarzyszenie Rozwoju Inicjatyw Regionalnych Lacjum, Kraków.
- Tran D.N.T., Nguyen H.T., 2017. An exploration of parameters of the fermentation process of honey riched in gluconic acid-oriented in cosmetics applications. *Int. J. Pharm. Sci. Invent.* 6(4), 17–24.
- Tichonow A.I., Bondarenko L.A., Jarnych T.G., Szpyczak O.S., Kowal W.M., Skrypnik-Tichonow R.I., 2017. Miód naturalny w medycynie i farmacji. Pochodzenie, właściwości, zastosowanie, preparaty lecznicze., 138–144.
- Vásquez A., Forsgren E., Fries I., Paxton R.J., Flaberg E., Szekely L., Olofsson, T.C., 2012. Symbionts as major modulators of insect health: lactic acid bacteria and honeybees. *PLoS ONE* 7(3), 1–9, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0033188>.
- Wilczyńska A., Chomaniuk N., 2015. Ocena aktywności antyoksydacyjnej oraz barwy różnych rodzajów miodów pitnych. *Probl. Hig. Epidemiol.* 96(3), 685–687.
- Wilde J., Prabucki J., 2004. *Hodowla pszczół*. PWRiL, Poznań.
- Winiarski M., 2007. Elementy i specyfika rynku miodu w Polsce. *Pszczelarstwo*, 1, 10–11.
- Zhang H., Baeyens J., Cáceres G., Degrève J., Lv Y., 2016. Thermal energy storage: Recent developments and practical aspects. *PECS* 53, 1–40, [https://doi.org/10.1016/S0378-5173\(02\)00684-1](https://doi.org/10.1016/S0378-5173(02)00684-1).
- Żak N., Przybyłowski P., 2018. Apiterapia wśród konsumentów XXI wieku – badania wstępne. *Marketing i Zarządzanie*, 53, 241–254, <https://doi.org/10.18276/miz.2018.53-21>.

Muchomor czerwony (*Amanita muscaria* (L.) Lam.) – trujący eliksir nieśmiertelności

Red flyer (*Amanita muscaria* (L.) Lam.) – poisonous elixir of immortality

Muchomor czerwony (*Amanita muscaria* (L.) Lam, syn. *Agaricus muscarius*) to najbardziej popularny gatunek z rodziny muchomorowatych (Amanitaceae), nazywany również muchomorems popolitym, muchomorems zwyczajnym czy też bedłką muchomorem. Nazwa muchomor wywodzi się od właściwości trujących, które dawniej wykorzystywano w zwalczaniu much [Härkönen 1998, Chwałuk i Przybysz 2015]. Badania ostatnich lat wykazały, że prawdopodobnym miejscem pochodzenia gatunku jest okolica Morza Beringa (Syberia), a najstarsze dowody świadczące o występowaniu tego grzyba pochodzą z kenozoiku, czyli sprzed 20–30 mln lat temu. Literatura popularnonaukowa opisuje go jako grzyba trującego, natomiast badania naukowe klasyfikują jako niebezpieczny środek halucynogeny [Michelot i Melendez-Howell 2003, Chwałuk i Przybysz 2015, Orłowski 2019]. Istnieje niewiele materiałów naukowych potwierdzających jego właściwości prozdrowotne i zastosowanie do celów leczniczych.

Głównym celem pracy było przedstawienie charakterystyki muchomora czerwonego ze szczególnym uwzględnieniem sposobów wykorzystania w polskiej tradycyjnej medycynie ludowej oraz wykazanie jego potencjalnych właściwości prozdrowotnych. Praca została wykonana w formie rozprawy na podstawie przeglądu literatury naukowej i popularnonaukowej, ze szczególnym uwzględnieniem literatury polskojęzycznej.

Występowanie

Amanita muscaria jest gatunkiem powszechnie występującym w strefie klimatu umiarkowanego. Spotkać go można przede wszystkim na całej półkuli północnej oraz w rejonach klimatu cieplejszego, w tym na obszarach Ameryki Południowej i Środkowej, w Australii i Nowej Zelandii, jak również w południowych rejonach Afryki [Geml i in. 2006, Gminder 2008]. Jest to grzyb bardzo pospolity, również w Polsce, gdzie występuje w lasach liściastych, iglastych i mieszanych, często w grupach. Najczęściej można go

¹ Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu, magdalena.kowalska080@gmail.com

² Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu

³ Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu, Katedra Warzywnictwa i Zielaństwa

spotkać pod brzoźami i świerkami, a także na skraju młodników sosnowych. Preferuje gleby kwaśne. W Polsce pojawia się od czerwca do listopada [Wojewoda 2003].

Morfologia

Owocniki muchomora pospolitego są mięsiste, duże, koloru od pomarańczowego do czerwonego i osiągają średnicę od 5 do 20 cm. Młode osobniki pojawiają się pod postacią białej kulki, z czasem pękającej i rozpadającej się na białe płatki, widoczne na powierzchni wybarwionego kapelusza (fot. 1). Posiadają cylindryczny trzon koloru białego lub żółtego o bulwiastej, kulistej bądź jajowatej podstawie. Na trzonie występuje zwieszony, wyraźny pierścień, białej lub białożółtawej barwy [Marciniak i in. 2010, Atlas grzybów Polski 2017]. Muchomory czerwone mają charakterystyczny wygląd, przez co trudno jest je pomylić z innymi grzybami i nawet przez samych badaczy określane są jako najbardziej rozpoznawalne grzyby [Li i Oberlies 2005].



Fot. 1. *Amanita muscaria* (L.), Kozłowiecki Park Krajobrazowy (fot. M. Kowalska, 31.08.2021)

Skład chemiczny

Ilość i zawartość związków chemicznych w muchomorze pospolitym jest bardzo zróżnicowana i zależy od regionu występowania, pory roku w jakiej zostały pozyskane, a także suszenia i przechowywania [Zięborak 2006, Vishnevsky 2020]. Grzyby wiosenne i letnie mogą zawierać nawet do 10 razy więcej substancji, takich jak kwas ibotenowy

i muscymol w porównaniu z grzybami występującymi jesienią. Według danych literaturowych muchomorzy syberyjskie charakteryzują się najwyższym stężeniem alkaloidów w odniesieniu do grzybów z innych regionów [Vishnevsky 2020].

Owocniki *A. muscaria* wyróżniają się zawartością metabolitów wtórnych posiadających zróżnicowane działanie biologiczne i farmakologiczne. W przeważającej ilości są to związki o działaniu toksycznym, do których zaliczane są pochodne izoksazolu:

- kwas ibotenowy,
- muscymol,
- muskazon.

Pochodne izoksazolu są to związki niezwykle aktywne w organizmie człowieka, gdyż posiadają zdolność pokonywania bariery krew–mózg. Wykazują one działanie parasympatykologiczne objawiające się porażeniem przywspółczulnego układu nerwowego. Po spożyciu alkaloidy te w organizmie człowieka wywołują tzw. zespół mykoatropinowy objawiający się suchością błon śluzowych, rozszerzeniem źrenic, zaczerwienioną, suchą skórą, podwyższoną temperaturą, napadami szału i agresji, a nawet śpiączką [Michelot i Melendez-Howell 2003, Jasicka-Misiak 2020].

Poza substancjami toksycznymi w muchomorze czerwonym występują także aminy o działaniu parasympatykologicznym:

- muskaryna, która działa silnie pobudzająco na przywspółczulny układ nerwowy (układ parasympatyczny), ale jej zawartość jest niewielka i waha się na poziomie 0,0003% świeżej masy. Ponadto, jej aktywność maskowana jest przez toksyny należące do grupy pochodnych izoksazolu. Muskaryna nie przedostaje się przez barierę krew–mózg [Marciniak i in. 2010];

- muskarydyna;

a także pochodne indolu mające działanie psychotropowe, do których należy bufotenina o działaniu halucynogennym [Strzelecka i Kowalski 2000].

Wyizolowane zostały także m.in. cholina, acetylocholina, betaina, muskapurpuryna, muskaflawina oraz mannitol. Dane literaturowe wykazują, iż prawdopodobne jest, że mannitol, jeżeli jego zawartość jest wystarczająco wysoka, odpowiedzialny jest za czasowe otwieranie bariery krew–mózg, dzięki czemu substancje aktywne obecne w muchomorze przechodzą do mózgu [Babicki 2018].

Według doniesień głównym składnikiem zawartym w surowcu jest kwas ibotenowy. Podczas obróbki termicznej bądź zastosowania środowiska kwaśnego dochodzi do dekarboksylacji tego kwasu i przekształcenia w muscymol. Obydwie substancje odpowiedzialne są m.in. za większość zatruć. Składniki aktywne zawarte w muchomorze czerwonym pod względem chemicznym są związkami rozpuszczalnymi w wodzie i podczas gotowania ulegają przejściu do rozpuszczalnika [Marciniak i in. 2010]. Według Vishnevskyego [2020], rosyjskiego mykologa, wielokrotne zmienianie wody, w której są gotowane grzyby, długie suszenie, a następnie moczenie i gotowanie pozwala na uzyskanie całkowicie jadalnego muchomora czerwonego. Muscymol jest związkiem należącym do grupy alkaloidów, a jego spożycie powoduje halucynacje, jak również przyczynia się do wzrostu stężenia jednego z neurotransmiterów (GABA) w ośrodkowym układzie nerwowym. Spowodowane jest to podobieństwem w strukturalnej budowie kwasu ibotenowego i muscymolu do budowy neurotransmiterów kwasu glutaminowego i kwasu γ -aminomasłowego [Turlo 2015].

Vishnevsky [2020] twierdzi, iż dawka szkodliwa dla osoby dorosłej (tj. dawka, przy której zaczynają pojawiać się pierwsze objawy zespołu mykoatropinowego), wynosi

około 6 mg muscymolu lub 30–60 mg kwasu ibotenowego, co odpowiada jednemu dużemu, świeżemu kapeluszu. Ponadto Północnoamerykańskie Towarzystwo Mykologiczne podało informację, że w XX w. nie został zgłoszony żaden śmiertelny przypadek spowodowany zatruciem muchomore czerwonym [Vishnevsky 2020].

Właściwości prozdrowotne

Muchomory czerwone znane już były i spożywane wiele setek lat temu. Służyły głównie do osiągnięcia ekstazy przez szamanów niektórych plemion syberyjskich, natomiast wikingowie zażywali je, aby stać się bardziej walecznymi [Saar 1991, Szot-Radziszewska 2007, Jasicka-Misiak 2020]. W Polsce grzyby te stosowane były w leczeniu ludowym, a ich toksyczne właściwości potrafiono umiejętnie wykorzystać. Według Trojanowskiej [2008] w XIX w. nalewką muchomorową, która dostępna była w aptekach, leczono czerwonkę (dezynтеріę) i biegunkę nieżytową. Stosowano ją w pierwszych dniach choroby, jednocześnie podając olej rycynowy (kleszczowinowy). Łagodziło to objawy i wstrzymywało wypróżnienia, pomagając wyzdrowieć. Nalewka, mimo iż można było nabyć ją w aptece, nie należała do surowców farmakopealnych [Trojanowska 2008]. Alberts i Mullen [2002] podają, że na Syberii muchomory stosowano w stanach osłabienia. Były tam również używane jako antidotum na ukąszenia węży. Nakładano je na rany w postaci maceratu przygotowanego z suszonych owocników zalanych zimną wodą. Wewnętrznie stosowano wyciągi, które podawane były w dawkach homeopatycznych przy skurczach pęcherza i jelit, w epilepsji, nadpobudliwości, a także w zaburzeniach całego systemu nerwowego [Alberts i Mullen 2002]. Muchomory służyły także do pobudzania funkcji wydzielniczych gruczołów i w leczeniu reumatyzmu [Muszyńska i in. 2010]. Jak donosi Trojanowska [1999], na bolące miejsca stosowane były sporządzone z muchomorów esencje z dodatkiem białej gorczycy i spirytusu. Używano ich przy tzw. „darcu w kościach” i niedowładzie kończyn. Realizacja receptur tego typu remediów była dość skomplikowana i pracochłonna. Wymagane było zastosowania garnków, które koniecznie miały być nowe i nieużywane. Jeden z nich zakopywano równo z ziemią, a w drugim wiercono otwór, po czym wypełniano grzybami i umieszczano w garnku wcześniej zakopanym. Całość okładano gałęziami, które następnie podpalano. Pod wpływem ciepła grzyby wydzielają sok spływający przez otwór do garnka znajdującego się pod spodem. Do tak uzyskanej esencji dodawana była gorczyca i spirytus, po czym specyfik był gotowy. W niektórych regionach na przypadłości bólowe stosowane były sfermentowane owocniki. Rozdrobnione grzyby umieszczano w butelce, którą szczelnie zamknięto i trzymano w końskich odchodach przez 9 dni [Trojanowska 1999]. Według Szot-Radziszewskiej [2007] w tradycyjnej medycynie ludowej używano także maści i płynów o właściwościach rozgrzewających, które przygotowywano z rozdrobnionych muchomorów ekstrahowanych naftą. Tak przygotowany ekstrakt również wstawiano w obornik na wymagany okres. Mikstura ta wykorzystywana była do smarowania w miejscach „suchych bóli”. Sporządzanie takiej nalewki, jak opisuje Szot-Radziszewska [2007], odbywało się poprzez umieszczenie otwartej, wypełnionej rozdrobnionymi muchomorami butelki w mrowisku, gdzie mrówki miały za zadanie roztoczyć surowiec w taki sposób, aby stał się jak oliwa. Uzyskanym środkiem smarowano miejsca bolące i zwichnięcia. Inną formą nalewki, była mikstura sporządzana na bazie denaturatu, którą

smarowano bolące plecy i nogi. Grzyby należało zalać denaturatem i pozostawić do maceracji na 10 dni [Szot-Radziszewska 2007]. Natomiast w Inflantach nalewka wykonywana była ze świeżych owocników i używana zarówno zewnętrznie, jak i wewnętrznie. Stosowano ją w ilości kilku kropli podczas łamania w kościach [Trojanowska 1999]. Ponadto muchomor polepszał pracę organizmu, leczył zwyrodnienia stawów, miał właściwości antyreumatyczne, a także wykorzystywany był do leczenia zmian skórnych i czerwonki [Referowska-Chodak 2015]. Według Trojanowskiej [2001] w doborze specyfiku przeznaczonego do leczenia czerwonki i krwawej biegunki mógł mieć znaczenie kolor grzyba, który klasyfikował go jako antidotum na te przypadłości w myśl zasady „podobne leczyć podobnym”. Najczęściej stosowanymi formami remediów były wyciągi z suszonych lub świeżych owocników z zastosowaniem różnego rodzaju rozpuszczalników. Wykorzystywano również gotowane bądź świeże grzyby [Referowska-Chodak 2015].

Nalewka muchomorowa stosowana zewnętrznie posiadała właściwości gojące i przeciwzapalne [Jelisejewa 2012]. Natomiast na trudno gojące się, ropiejące rany pooperacyjne, jak również przy bólach stawów, kręgosłupa, raku skóry zastosowanie miały kompresy ze zmoczonej w roztworze z muchomora chusteczki. Okłady należało wykonywać w pobliżu miejsc ze zmianami nowotworowymi oraz w okolicy węzłów chłonnych, pozostawiając chusteczkę do całkowitego wyschnięcia. Natomiast pozyskany z kapeluszy muchomora czerwonego, umieszczonych w słoju i przechowywanych przez około 30 dni zakopanych głęboko w ziemi roztwór zalecano do użytku wewnętrznego przy chorobach nowotworowych. Wymagane przy tym było zachowanie ściśle określonego mikrodawkowania.

Wiedza z dziedziny medycyny ludowej obejmuje dość szeroki zakres wykorzystania muchomora czerwonego w zwalczaniu schorzeń o różnym podłożu. Zdecydowanie mniej materiałów na ten temat znaleźć można w polskojęzycznej dokumentacji naukowej. Dostępne publikacje zawierają zazwyczaj informacje o niekorzystnym wpływie muchomora na organizm ludzki. Opisywane są różne skutki zatruc z objawami podobnymi do upojenia alkoholowego, objawiające się drżeniem mięśni, drętwieniem kończyn, pobudzeniem psychoruchowym wywołującym euforię bądź depresję, przypływ energii, halucynacje, wzrost temperatury ciała, wzrost ciśnienia tętniczego czy zaburzenia żołądkowo-jelitowe. Zatrucia tego typu zazwyczaj mają łagodny przebieg i kończą się pełnym powrotem do zdrowia. Raczej sporadycznie zdarzają się przypadki zatrucia muchomorem czerwonym wymagające hospitalizacji. Rzadkością jest również uszkodzenie wątroby i nerek spowodowane toksynami obecnymi w grzybie. Reakcja organizmu i objawy w głównej mierze zależą od substancji zawartych w danym owocniku, od dawki jaka została przyjęta oraz od wrażliwości organizmu [Marciniak i in. 2010, Chwałuk i Przybysz 2015].

Można by rzec, że idealnie wpisuje się tutaj fraza Paracelsusa, iż „wszystko jest trucizną i nic nie jest trucizną”. Działanie substancji zależy od zastosowanej ilości, a w przypadku muchomora, również jakości wykorzystanego związku. Przykładem jest muscymol, który jak potwierdza Turlo [2015], charakteryzuje się właściwościami mającymi korzystny wpływ w leczeniu epilepsji. Użycie tego związku do produkcji leków stosowanych w leczeniu padaczki wymagało uprzedniego pozbycia się jego działania halucynogennego. Uzyskany w ten sposób lek okazał się skuteczniejszy od innych preparatów przeciwpadaczkowych.

Podsumowanie

W tradycyjnej medycynie ludowej właściwości muchomora pospolitego wykorzystywane były do leczenia wielu przypadłości. Zakres działania i wykorzystania grzyba był dość szeroki. Stosowano różne postaci środków leczniczych, a mianowicie papki, wyciągi, odwary i maści. Remedia sporządzano ze świeżych, jak również suszonych owocników. Służyły one jako substancje lecznicze w terapiach urazów i wszelkich dolegliwości bólowych związanych z układem kostnym. Używano ich do łagodzenia objawów ze strony układu nerwowego, pokarmowego oraz w zmianach skórnych, również tych o podłożu nowotworowym. Mikstury miały za zadanie pobudzać funkcje wydzielnicze gruczołów i poprawiać odporność fizyczną i psychiczną.

W polskiej literaturze naukowej znaleźć można głównie informacje dotyczące analizy składu chemicznego i właściwości toksycznych, jakie mogą wystąpić w organizmie człowieka po spożyciu muchomora czerwonego. Niewiele jest wzmianek dotyczących prozdrowotnego działania tego grzyba. Głównym źródłem, z jakiego można czerpać ową wiedzę są książki, a także publikacje, w których zgromadzono receptury i sposoby zastosowania *A. muscaria* w medycynie ludowej.

Bardzo wiele czynników może wpływać na działanie związków zawartych w muchomorze. W celu ograniczenia zawartości substancji toksycznych kluczowe jest stosowanie określonych zasad podczas zbioru, suszenia, przechowywania, sporządzania preparatów i sposobu ich przyjmowania. Muchomor czerwony zawiera substancje wskazujące na spory potencjał leczniczy, a dalsze jego badania mogłyby skutkować dokonaniem przełomowych odkryć w dziedzinie wykorzystania go w medycynie.

Bibliografia

- Alberts A., Mullen P., 2002. Psychoaktywne rośliny i grzyby. Muza, Warszawa.
- Atlas grzybów Polski, 2017. *Amanita muscaria*. https://grzyby.pl/pelna/gatunki/Amanita_muscaria.htm [dostęp: 18.03.2022].
- Babicki J., 2018. Muchomor czerwony – *Amanita muscaria*: Enteologia, psychofarmakologia i toksykologia. Farmakognozja blogspot <http://farmakognozja.blogspot.com/2018/01/muchomor-czerwony-amanita-muscaria.html> [dostęp: 20.03.2022].
- Chwałuk P., Przybysz I., 2015. Intoksykacje muchomorem czerwonym w Polsce – nowa tendencja na scenie narkotykowej czy współczesna adaptacja obcych tradycji? Przegląd literatury i doniesienie kliniczne. Etnobiol. Pol. 5, 89–98.
- Geml J., Laursen G.A., O'Neill K., Nusbaum H.C., Taylor D.L., 2006. Beringian origins and cryptic speciation events in the fly agaric (*Amanita muscaria*). Mol. Ecol. 15 (1), 225–239.
- Gminder A., 2008. Atlas grzybów. Jak bezbłędnie oznaczać 340 gatunków grzybów Europy Środkowej. Weltbild, Warszawa.
- Härkönen M., 1998. Uses of mushrooms by Finns and Karelians. Int. J. Circumpolar. Health 57(1), 40–55.
- Jasicka-Misiak I., 2020. Grzyby wielkoowocnikowe jako źródło substancji bioaktywnych. Wiad. Chem. 74, 1–2.
- Jelisejewa O.I., 2012. Leczenie chorób przewlekłych i onkologicznych. Tom 4. ENSO Publishing, Warszawa.
- Li Ch., Oberlies N.H., 2005. The most widely recognized mushrooms: Chemistry of the genus *Amanita*. Life. Sci. 78, 532–538.
- Marciniak B., Ferenc T., Kusowska J., Ciećwierz J., Kowalczyk J., 2010. Zatrucia wybranymi grzybami o działaniu neurotropowym i halucynogennym. Med. Pr. 61(5), 583–595.

- Michelot D., Melendez-Howell L.M., 2003. *Amanita muscaria*: chemistry, biology, toxicology, and ethnomycology. *Mycol. Res.* 2, 107, 131–146.
- Muszyńska B., Sułkowska-Ziaja K., Ekiert H., 2010. Główne grupy związków i pierwiastki z aktywnością biologiczną w wybranych gatunkach grzybów z taksonu Basidiomycota. *Farm. Pol.* 66(11), 804–814.
- Orłowski J., 2019. *Praktyczny atlas grzybów*. Wydawnictwo Demart, Warszawa.
- Referowska-Chodak E., 2015. Ludowe zwyczaje związane z grzybami w Polsce. *Stud. Mat. Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej* 17, 3(44), 200–217.
- Strzelecka H., Kowalski J., 2000. *Encyklopedia zielarstwa i ziołolecznictwa*. PWN, Warszawa.
- Szot-Radziszewska E., 2007. Stosowanie roślin o właściwościach odurzających w polskiej tradycji ludowej w XIX i XX wieku. W: B. Kuźnicka (red.), *Historia leków naturalnych*. Tom VI. Rośliny odurzające w polskiej literaturze naukowej XIX wieku. Warszawa, 83–100.
- Trojanowska A., 1999. Z badań nad stosowaniem grzybów w lecznictwie ludowym. W: B. Kuźnicka (red.), *Historia leków naturalnych*. Tom V. *Materia pharmaceutica*. Warszawa, 128–134.
- Trojanowska A., 2001. O leczniczym użyciu grzybów w XIX wieku. *Analecta: studia i materiały z dziejów nauki* 10/2(20), 111–127.
- Trojanowska A., 2008. Grzyby stosowane w lecznictwie oficjalnym w XIX wieku. *Muchomor czerwony*. W: I. Stasiewicz-Jasiukowa (red.), *Wiedza o grzybach leczniczych w polskiej literaturze naukowej XIX wieku*. Warszawa, 101–111.
- Turlo, J. 2015. Grzyby wielkoowocnikowe – niedoceniane źródło substancji leczniczych. *Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej* 17, 3(44).
- Wojewoda W., 2003. Krytyczna lista wielkoowocnikowych grzybów podstawkowych Polski. W: Z. Mirek (red.) *Różnorodność biologiczna Polski*. Tom 7. Kraków.
- Vishnevsky M., 2020. Грибы России. Мухомор Красный. Michail Vishnevsky personal website, <https://michailvishnevsky.com/muhomor-krasnyj/#2> [dostęp: 18.03.2022].
- Zięborak M., 2006. Rola muchomora czerwonego w kulturach plemiennych dawnej Syberii. *Praca licencjacka pod kier. dr G. Dąbrowskiego*. Hyperreal info, <https://hyperreal.info/rola-muchomora-czerwonego-w-kulturach-plemiennych-dawnej-syberii> [dostęp 26.03.2022].

Wykorzystanie składników pochodzenia zwierzęcego w przemyśle perfumeryjnym

The use of animal ingredients in the perfume industry

Zapachy odgrywają kluczową rolę w zachowaniu człowieka [Aftel 2002, Chisvert i Salvador 2007]. Bodźce zapachowe, działając na określone rejony w mózgu, wywołują emocje, odpowiadają za nastrój, przywołują wspomnienia, przypominają osoby, sytuacje, miejsca, wpływają na postrzeganie rzeczywistości i kondycję psychofizyczną, powodują zmianę ciśnienia krwi oraz szybkości tętna. Zapach ma pobudzić do działania i pracy zmysł węchu. Poprzez zmysł węchu analizujemy otaczający nas świat. Słowo „zapach” przychodzi na myśl przyjemną, delikatną, atrakcyjną woń, ale stosuje się je także w przypadku każdej innej woni [Mikołajczyk 2021].

Sektorem powszechnie kojarzonym z zapachem jest przemysł perfumeryjny [Bojarowicz i in. 2016]. Oferuje on szeroką gamę produktów: perfumy, wody toaletowe, wody perfumowane, wody kwiatowe, wody kolońskie, wody odświeżające, perfumy ciekłe bezalkoholowe, perfumy w kremie, perfumy w szyfcie, aerozole bezalkoholowe, żele i emulsje odświeżające płynne bądź półpłynne, pudry i zasyпки perfumowane [Jabłońska-Trypuć i Fabiszewski 2008]. Każdy z tych produktów charakteryzuje niepowtarzalna i złożona kompozycja zapachowa, na którą składa się zwykle kilkudziesiąt (a bywa, że i kilkaset) składników.

O roli przemysłu perfumierskiego świadczą dane o wciąż rosnących dochodach tego sektora. Lenochová i in. [2012] podają, że w latach 1999–2010 sprzedaż w branży zapachów i aromatów wzrosła z 12,9 do 22 mld dolarów. Według raportu Banku Polskiego PKO [2020] w 2019 r. światowa sprzedaż zapachów osiągnęła wartość 46,9 mld EUR. Przeciętne wydatki per capita na kosmetyki na świecie wyniosły 64,4 EUR, w tym 6,4 EUR stanowiły wydatki na perfumy i wody toaletowe. Polski rynek kosmetyczny w 2019 r. osiągnął wartość 4,0 mld EUR, z czego 0,6 mld EUR stanowiła sprzedaż zapachów. W wyniku pandemii COVID-19 wielkość światowego rynku kosmetyków w 2020 r. spadła o 4,2%, jednak na kolejne lata prognozowany jest jego wzrost w tempie około 5,0% rocznie, przy czym na rynku perfum i wód toaletowych zakładany jest wzrost do poziomu 52,9 mld EUR [Bank Polski PKO 2021].

¹ Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Biologii Środowiskowej, Studenckie Koło Naukowe Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki, Sekcja Ekologicznej Produkcji Żywności, juliakusy@wp.pl

² Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki, Katedra Hodowli i Ochrony Zasobów Genetycznych Bydła

Wśród naturalnych substancji stanowiących składniki wyrobów perfumeryjnych tylko niewielki odsetek stanowią substancje pozyskiwane od zwierząt. Celem niniejszego opracowania jest zestawienie i charakterystyka substancji pochodzenia zwierzęcego wykorzystywanych w przemyśle perfumeryjnym.

Historia perfum w zarysie

Miejszem narodzin perfum i kosmetyków był starożytny Egipt. Staroegipskie perfumy nie miały w składzie alkoholu i występowały najczęściej pod postacią wonnych balsamów lub olejków [Sieński 2011, Serras 2021]. Egipcjanie opanowali technikę pozyskiwania olejków eterycznych do perfekcji [Fortineau 2004]. Podczas kąpieli smarowali ciała różnymi balsamami i olejkami zapachowymi, by uzyskać uczucie świeżości i czystości oraz żeby skóra stała się bardziej elastyczna i nawilżona. Najpopularniejszymi zapachami były kwiatowe, drzewne i owocowe [Serras 2021]. Wielbielką zapachów w tamtym czasie była m.in. egipska królowa Kleopatra. Cały jej dwór pachniał kadzidłem, żywicą i kwiatową nutą. W starożytnym Egipcie wonne olejki były używane także w obrzędach, zwłaszcza związanych z pochówkiem [Krupa 2020]. W Grecji oraz w Cesarstwie Rzymskim wonności były elementem codziennego życia i kultury. Grecy byli prekursorami wykorzystania zapachów ciężkich, takich jak: pachnąca żywica, mirra, cynamon, drzewo sandałowce. Rzymianie wynaleźli i wykorzystywali trzy rodzaje kosmetyków – w formie kremu, płynnej i sproszkowanej – i jako pierwsi zaczęli używać mydła. Komnaty najbogatszych Rzymian przesiąknięte były zapachem kwiatów, a w materace, na których spiali, wpychano płatki róż. W okresie rzymskiego imperium zapachów używano w ogromnych ilościach i pod różnymi postaciami – perfumowano nawet zwierzęta i przedmioty codziennego użytku. Kreatorzy perfum mieli taką samą pozycję społeczną i wielki prestiż, jak ówczesni lekarze, a wartość ambry dorównywała wartości złota [Sieński 2011, Jankowiak 2012].

W starożytności pionierami w dostawach wonności były Indie i Chiny. W kulturze chińskiej higiena pełniła bardzo ważną rolę. Chińczycy nasycali perfumami wiele przedmiotów codziennego użytku, takich jak atrament, którym pisali i papier, na którym pisali [Serras 2021].

Po upadku Cesarstwa Rzymskiego zabroniono używania zapachów i dopiero wyprawy krzyżowe w XI–XIII w. sprawiły, że do Europy powróciła skłonność do używania wonności. W postaci roztworu olejków eterycznych w alkoholu perfumy pojawiły się przed końcem XIV w. [Sieński 2011]. Wówczas powstała „woda królowej Węgier” – pierwsze w historii alkoholowe perfumy na bazie lawendy i rozmarynu, których receptura łączona jest z Elżbietą Łokietkówną, królową węgierską [Janicki 2017, Krupa 2020]. Mikstura ta, znana też pod nazwą larendogra, cieszyła się największą popularnością w Europie w XVII i XVIII w. Została sprowadzona na dwór Ludwika XIV, który leczył nią między innymi reumatyzm. Stosowano ją również na bóle zębów czy problemy żołądkowe, a damy dworu używały jej jako pachnidło [Janicki 2017].

Okres renesansu to rozwój sztuki wyrobu perfum. To czas, kiedy rozwinęły się procesy destylacji i ekstrakcji oraz podniosła się jakość pachnących aromatów. W renesansie centrum przemysłu perfumeryjnego stały się Włochy. Okres wielkiej chwały perfum przypada na wiek XVII. Pachnidła miały wtedy za zadanie ukryć brzydkie zapach niemytych ciał. Na dworze Ludwika XIV pudry i wody zapachowe pokrywały twarze i peruki

dworzan [Jankowiak 2012]. Rewolucyjnym odkryciem w XVIII w. była woda kolońska. Używano jej jako dodatku do kąpiel. Jej nazwa pochodzi od miasta Kolonia, a pierwszą fabrykę Eau de Cologne w 1709 r. założył Włoch, Johann Maria Farina (wł. Giovanni Maria Farina) [Sieński 2011]. Z początkiem XVIII w. rozpowszechniła się też moda na luksusowe kufereki, zwane „necessaire”. Znajdowały się tam różne przydatne przedmioty takie jak: buteleczki z perfumami, pojemniczki z kremami, maści, pudry, kolorówki do makijażu, a także przybory potrzebne do zjedzenia śniadania, czyli filiżanki, talerzyki oraz dzbanuszek [Jabłońska-Trypuć i Fabiszewski 2008]. Perfumy były wówczas produktem ekskluzywnym i stać na nie było tylko najbogatszych. Zapach był bardzo mocno kojarzony z arystokracją, z królem Ludwikiem XV i królową Marią Antoniną. W 1797 r. we Francji została opublikowana pierwsza książka o naturalnych surowcach zapachowych i tworzeniu kompozycji zapachowych „Traite des Odeurs” autorstwa M. Deheana [Brud 1995].

W okresie Wielkiej Rewolucji Francuskiej (1789–1799) używanie pachnidła było kojarzone z ekstrawagancją, pogardą i rozrzutnością oraz nieliczeniem się z potrzebami ubogich warstw społecznych [Jankowiak 2012]. Był to czas chwilowego zastoju w perfumiarstwie. Wiek XIX przyniósł rozwój perfumierii z prawdziwego zdarzenia. W 1828 r. Pierre Francois Pascal Guerlain otworzył w Paryżu firmę, która istnieje do dziś [Brud 1995, Sieński 2011]. Tę datę uważa się za początek nowoczesnego perfumiarstwa. Pod koniec XIX stulecia nastąpił przewrót w przemyśle perfumierskim. Było nim wyprodukowanie substancji zapachowych na drodze syntezy chemicznej [Burger i in. 2019]. Obniżyło to cenę perfum i poszerzyło możliwości rozwoju przemysłu perfumeryjnego [Fortineau 2004, Sieński 2011]. Na początku XX w. chemik i kosmetolog francuski Rene Maurice Gattefosse zainteresował się aromaterapią, stając się tym samym prekursorem tej dziedziny [Fortineau 2004, Burger i in. 2019]. Między końcem XIX a początkiem wieku XX powstały setki nowych substancji chemicznych, które znalazły zastosowanie w perfumach, stwarzając perfumiarzom nieograniczone możliwości komponowania i wprowadzania nowych zapachów [Brud 1995]. W XX w. perfumy stały się symbolem elegancji i luksusu, podkreślającym atrakcyjność danej osoby. Dzisiejsze perfumy to efekt wspólnej pracy działu marketingu firmy wprowadzającej produkt na rynek, laboratorium, działu produkcji, reklamy oraz projektantów opakowań i twórców nazw perfum.

Kompozycja perfum

Wyroby perfumeryjne to alkoholowe roztwory substancji zapachowych o różnej lotności z dodatkiem środków utrwalających zapach (tzw. fiksatorów) [Kaniewski i in. 2005]. W wyniku zmieszania substancji zapachowych w odpowiednich proporcjach otrzymuje się tzw. kompozycje zapachowe [Giemza i in. 2000]. Ich tworzenie to w perfumiarstwie jedna z najtrudniejszych dziedzin. Stanowią one cechę charakterystyczną produktu perfumeryjnego, które decydują o jego wyjątkowości. Poszczególne produkty perfumeryjne różnią się zawartością (stężeniem) kompozycji zapachowej i alkoholu etylowego (im więcej substancji zapachowych, tym wyższe jest także stężenie etanolu). Zgodnie ze zmniejszającą się zawartością kompozycji zapachowej, wśród produktów perfumeryjnych wyróżnia się: extrait (najbardziej skondensowana forma zapachu), par-fum, eau de parfum, eau de toilette, eau de cologne, after shave, eau de fraiche [Bojarowicz i in. 2016].

Harmonijną kompozycję zapachową budują:

– nuty głowy (górne) – zawierające substancje zapachowe o największej lotności, tworzące pierwsze (tuż po aplikacji na skórę) wrażenie; kompozycja zapachowa powinna zawierać ich 20–25%; działają one pobudzająco i odświeżająco;

– nuty serca (środkowe) – wyczuwalne na skórze po około 10 minutach i utrzymujące się przez wiele godzin; w kompozycji zapachowej powinny stanowić 20–25%;

– nuty bazowe (dolne) – w kompozycji zapachowej powinny stanowić 50–55%; stanowią je substancje o najmniejszej lotności, dzięki czemu są najtrwalsze; wyczuwalne są po ok. 20 minutach, a niekiedy dopiero po godzinie [Kaniewski i in. 2005, Szakiel 2017].

Do kompozycji zapachowych dodawane są tzw. nuty łączące (w celu uzyskania harmonii zapachu), a także utrwalacze (fiksatory – w celu utrwalenia nut serca) [Bojarowicz i in. 2016].

Przemysł perfumeryjny wykorzystuje ok. 400 naturalnych substancji zapachowych i ok. 3 tys. substancji syntetycznych. Substancje zapachowe pochodzenia zwierzęcego stanowią niewielką grupę zapachów. Należą do nich: ambra, cywet, kastoreum oraz piżmo [Bojarowicz i in. 2016]. W produkcji perfum używane są zwykle w małych ilościach z powodu charakterystycznego, mocnego zapachu, ale jednocześnie dają oszałamiający efekt. Współczesny przemysł perfumeryjny często wykorzystuje ich syntetyczne odpowiedniki [Brud i Konopacka-Brud 2009].

Ambra

Ambra (nazwa INCI *Ambergris Tincture*) to substancja znana od IX w. [Rowland i in. 2019]. Jest uważana za wydzielinę przewodu pokarmowego kaszalota (*Physeter macrocephalus*), ale istnieją dowody, że występuje również u kaszalota małego (*Kogia breviceps*) i innych fiszbinowców (*Mysticeti*). Na przestrzeni lat powstało wiele teorii dotyczących jej pochodzenia oraz sposobu powstawania. Współcześnie uważa się, że jest ona patologiczną substancją, powstałą w wyniku podrażnienia wyściółki jelit przez niestrawione cząstki pokarmu [Clarke 2006]. Wydalona substancja, która jest *de facto* prekursorem ambry, jest bladobiała (czasem z czarnymi smugami), miękka i ma silny zapach kału, a charakterystycznego koloru i zapachu nabiera dopiero po miesiącach lub latach fotodegradacji i utleniania w oceanie [Panda i Kar 2018]. Według Rowlanda i in. [2019] wiele znajdujących współcześnie drobin ambry może pochodzić nawet sprzed tysiąca lat.

Bryły ambry mają postać różnokolorowych form o konsystencji wosku, ważących 1–20 kg. Największe znalezisko ważyło 455 kg i zostało sprzedane za 23 tys. funtów w 1914 r. [Brud i Konopacka-Brud 2009]. Ambra topi się w temperaturze ok. 62°C, tworząc tłustą, żółtą, żywiczną ciecz, a w temperaturze 100°C ulatnia się w postaci białej pary [Panda i Kar 2018].

Jest to substancja o bardzo trwałej i przenikliwej nucie dolnej. Jej zapach jest ciepły, ziemisto-pudrowo-piżmowo-morski z nutami drzewnymi i mchu. Główne składniki to: ambreina (do 45%), epicoprostanol (do 40%) i norphyton (do 10%). Obecnie w perfumiarstwie wykorzystywane są jej substytuty syntetyczne lub roślinne. Perfumy z dodatkiem ambry to m.in.: *Voile d’Ambre YR*, *Attraction Lancome*, *Scent Costume National*, *Coco Chanel*, *Magie Noire*, *Alchemie*, *Mitsouko Guerlain*, *Nilang Laliq*, *Poison* oraz *Pure Poison Dior*, *Sublime Jean Patou*, *Opium YSL*, *Ysatis Givenchy*, *Gaultier 2*, *Glow JLo*, *Allure Chanel* [Brud i Konopacka-Brud 2009].

Kastoreum

Kastoreum to składnik ciepłych, zmysłowych perfum, które mają rozpalać żądze. Jest doskonałym utrwalaczem. Naturalny produkt jest wydzieliną gruczołów zapachowych bobra europejskiego (*Castor fiber* L.) i kanadyjskiego (*Castor canadensis*), zlokalizowanych w pobliżu narządów płciowych, służącą do natłuszczenia futra i znaczenia terytorium. Gruczoły te występują u obydwu płci, ale u samic są słabiej rozwinięte [Pajuijjs Anonis 1997a]. Świeża wydzielina jest kremowa, pomarańczowo-brązowa. Po wysuszeniu zmienia się w czerwono-brązową żywicę. Zapach kastoreum jest ostry (w dużym stężeniu nieprzyjemny), piżmowy, erotyczny, nieco dziki, idealny w przypadku perfum na wieczór [Brud i Konopacka-Brud 2009].

Ekstrakt kastoreum (nazwa INCI Castoreum Extract) jest produktem otrzymywanym w drodze bezpośredniej ekstrakcji gorącym alkoholem. Jego głównymi składnikami są castoramina i jej pochodne, fenole, salicylan benzylu, aldehyd salicylowy i p-metoksycetofenen [Pajuijjs Anonis 1997a]. Ekstrakt z kastoreum jest nietoksyczny zarówno przy podaniu doustnym, jak i dermalnym oraz nie działa drażniąco ani fototoksycznie na skórę. Stąd oprócz wykorzystania w perfumerii, kastoreum jest dodawane do żywności jako składnik smakowy od co najmniej 80 lat [Burdock 2007]. W V w. p.n.e. Hipokrates pisał również o leczniczych zastosowaniach kastoreum [Pajuijjs Anonis 1997a].

Współcześnie w perfumach naturalne kastoreum często jest zastępowane jego syntetycznym zamiennikiem. Jest on produkowany od lat 30. XX w., ale jego zapach nie dorównuje naturalnemu. Kastoreum naturalne i syntetyczne są stosowane w nowszych orientalnych i półorientalnych zapachach dla kobiet i mężczyzn. Perfumy zawierające kastoreum to m.in.: Miss Balmain, Sikkim, 7 Sense [Brud i Konopacka-Brud 2009], Diorama Dior, Antaeus pour Homme Chanel czy Yatagan marki Caron.

Piżmo

Piżmo (nazwa INCI Moschus Monchiferus (Musk) Extract) to prawdopodobnie najpotężniejszy ze wszystkich zapachów w perfumerii, a na pewno jeden z najdroższych [Mikołajczyk 2021]. Jest to wydzielina piżmowca syberyjskiego (*Moschus moschiferus*), żyjącego w Azji zarówno w stanie dzikim, jak i na fermach hodowlanych [Shrestha 1998]. Od jednego zwierzęcia można pozyskać tylko kilkadziesiąt gramów piżma, a na 1 kg piżma potrzeba ok. 160 jeleni. Początki wykorzystania piżma jako składnika wonności sięgają 3500 r. p.n.e. Substancje o podobnych właściwościach można pozyskać także od innych zwierząt (piżmak, skunks, wół piżmowy). Ze względu na wysoką cenę piżma naturalnego od wielu lat stosuje się jego syntetyczne zamienniki [Brud i Konopacka-Brud 2009].

Piżmo to krucha masa o amoniakalnym zapachu, która zawiera 0,5–2% olejku piżmowego. Główne składniki wonne to makrocycliczny keton – muskon, muskopirydyna, metylocyklopentadecenon, a także cholesterol, androsteron i dehydroepiandrosteron [Shrestha 1998]. Etanolowe roztwory piżma są cenionym składnikiem luksusowych perfum, jednak przed użyciem muszą być sezonowane przez kilka miesięcy [Jabłońska-Trypuc i Fabiszewski 2008]. Zapach piżma jest bardzo silny i słodki, intensywny, przeni-

kliwy, ciepły, zwierzęcy. Jest ono doskonałym utrwalcaczem, harmonizującym kompozycję. Stosowanie naturalnego piżma zostało zabronione w 1979 r. Nutę piżmową mocno zaakcentowaną znajdziemy w takich perfumach, jak: Chypre, Musk Monsieur, Gianni Versace, Mademoiselle Ricci, Chaos [Brud i Konopacka-Brud 2009], Eternity Calvin Klein, Candy Kiss Prada czy L'Imperatrice Dolce & Gabbana.

Cywet

Cywet (nazwa INCI *Viverra Civetta Extract*) jest to biała wydzielina gruczołów wydzielających feromony kota cywetowego zamieszkującego tropikalne rejony Afryki (głównie Etiopię; *Viverra civetta*) lub wschodnią i południową Azję (*Viverra zibheta*). Gruczoły występują u obydwu płci, ale cywet pozyskiwany jest głównie od samców [Pajaujis Anonis 1997b]. Pozyskiwanie cywetu odbywa się poprzez wyskrobywanie wydzieliny zwierzętom utrzymywanym na fermach w ciasnych klatkach i dodatkowo drażnionym (w warunkach stresu wydziela się więcej cywetu) lub przez operacyjne usunięcie gruczołu [Brud i Konopacka-Brud 2009]. W dawnych czasach cywet zbierano ze skał i drzew, na których się osadzał [Pajaujis Anonis 1997b]. W praktyce perfumeryjnej cywet jest często zastępowany syntetycznymi odpowiednikami, ale ich jakość znacznie odbiega od produktu naturalnego [Brud i Konopacka-Brud 2009].

Kolor świeżo pozyskanego cywetu jest jasnożółty, konsystencją przypomina masło. Natomiast w kontakcie z powietrzem staje się ciemnobrązowy. Kolor zależy również od diety kota [Pajaujis Anonis 1997b]. Główne składniki cywetu to cyweton (80%), cywetol, skatol i związki makrocycliczne [Jabłońska-Trypuć i Fabiszewski 2008]. Zapach jest średnio intensywny, bardzo trwały, o przenikliwej nucie dolnej, typowo zwierzęcy, słodki, lekko fekalny. Co ciekawe, naturalny cywet ma nieprzyjemny zapach i dopiero w mieszance z piżmem nabiera ciężkiego, pudrowo-kwiatowego aromatu. Uważany za afrodyzjak. Perfumy z wykorzystaniem cywetu to: Scandal, Parfum d'Hermes, Chypre, Tabu, Schocking, Bal a Versailles, Boucheron [Brud i Konopacka-Brud 2009], Chanel No. 5, Coco Eau Chanel, Obsession Calvin Klein.

Podsumowanie

Zapachy stanowią wyjątkowe, chociaż nie zawsze w pełni doceniane, ale nieodłączne elementy egzystencji człowieka. Wśród wielu substancji zapachowych wykorzystywanych w perfumiarstwie, substancje pochodzenia zwierzęcego stanowią niewielki odsetek. Należą do nich: ambra, cywet, kastoreum oraz piżmo. Obecnie większość nut zwierzęcych wytwarzana jest syntetycznie głównie z powodu wysokich kosztów ich naturalnego pozyskiwania, a także ze względu na ochronę zwierząt, protesty ekologów oraz ograniczoną dostępność. Doskonale imitują one zapach naturalnych surowców, jednak wiele syntetyków zapachowych uznaje się za potencjalnie szkodliwe i/lub alergenne. Mogą one u niektórych osób wywoływać takie reakcje skórne, jak: podrażnienie, świąd, kontaktowe zapalenie skóry, pokrzywka, zaostrzenie atopowego zapalenia skóry, wypryski fototoksyczne i fotoalergiczne. Międzynarodowe Stowarzyszenie Badania Substancji

Zapachowych (International Fragrance Association – IFRA) ciągle prowadzi badania nad bezpieczeństwem stosowania substancji zapachowych zarówno naturalnych, jak i syntetycznych oraz określa, w jakim maksymalnym stężeniu procentowym dana substancja potencjalnie alergizująca może być użyta w kosmetyku. Listy substancji zabronionych i ograniczonych do stosowania są na bieżąco aktualizowane.

Bibliografia

- Aftel M., 2002. *Essence and Alchemy: A Book of Perfume*. Wyd. Bloomsbury Publishing PLC, London.
- Bank Polski PKO, 2020. Wpływ światowej pandemii koronawirusa na wybrane branże. *Biuro Strategii i Analiz Międzynarodowych*, 14–23.
- Bank Polski PKO, 2021. Branża kosmetyczna. Pozycja międzynarodowa polskich producentów w obliczu kryzysu wywołanego przez pandemię COVID-19. *Departament Analiz Ekonomicznych*, 4–6.
- Bojarowicz H., Ziółkowska A., Krysiński J., 2016. Wyjątkowość zapachu. *Hyg. Public Health* 51(2), 154–160.
- Brud W.S., 1995. Formulation and evaluation of fragrance for perfumery cosmetics and related products. W: Tuley De Silva K. (red.), *A manual of on the essential oil industry*. United Nations Industrial Development Organization, Vienna, Austria, 179–202.
- Brud W.S., Konopacka-Brud I., 2009. *Podstawy perfumerii: historia, pochodzenie i zastosowania substancji zapachowych*. Oficyna Wydawnicza MA, Łódź.
- Burdock G.A., 2007. Safety assessment of castoreum extract as a food ingredient. *Int. J. Toxicol.* 26(1), 51–55, <https://doi.org/10.1080/10915810601120145>.
- Burger P, Plainfossé H, Brochet X, Chemat F, Fernandez X., 2019. Extraction of natural fragrance ingredients: history overview and future trends. *Chem. Biodivers.* 16(10), e1900424, <https://doi.org/10.1002/cbdv.201900424>.
- Chisvert A., Salvador A., 2007. Perfumes in cosmetics. Regulatory aspects and analytical methods for fragrance ingredients and other related chemicals in cosmetics. W: A. Salvador, A. Chisvert (red.), *Analysis of cosmetics products*. Wyd. Elsevier, Oxford, 243–256.
- Clarke R., 2006. The origin of ambergris. *LAJAM* 5(1), 7–21.
- Fortineau A.D., 2004. Chemistry perfumes your daily life. *J. Chem. Ed.* 81(1), 45–50.
- Giemza M., Kaniewski J., Yemchenko I., Wierzińska E., 2000. Ocena sensoryczna wyrobów perfumeryjnych. *Zesz. Nauk. Akad. Ekon. w Krakowie* 546, 29–40.
- Jabłońska-Trypuć A., Fabiszewski R., 2008. *Sensoryka i podstawy perfumerii*. Wyd. MedPharm Polska, Wrocław.
- Janicki K., 2017. *Damy polskiego imperium. Kobiety, które zbudowały mocarstwo*. Społeczny Instytut Wydawniczy Znak, Kraków.
- Jankowiak W., 2012. Perfumeria – nauka o delikatnym ulatnianiu. *Lek. Pol.* 6(7), 55–61.
- Kaniewski J., Małek M., Muniak L., 2005. Metoda badania trwałości zapachu wyrobów perfumeryjnych. *Zesz. Nauk. Akad. Ekon. w Krakowie* 685, 115–126.
- Krupa E., 2020. Niezwykła podróż po świecie perfum. *Mgr.farm* 29(1), 28–31.
- Lenochová P., Vohnoutová P., Craig Roberts S., Oberzaucher E., Grammer K., Havlíček J., 2012. Psychology of fragrance use: perception of individual odor and perfume blends reveals a mechanism for idiosyncratic effects on fragrance choice. *PLoS ONE* 7(3), e33810, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0033810>.
- Mikołajczyk J., 2021. *Perfumy, attar i bahkur – Przewodnik po świecie arabskich wonności*. Wyd. Akademickie Dialog, Warszawa.
- Pajaujis Anonis D., 1997a. Castoreum and castoreum substitutes. *Perfum. Flav.* 22, 1–4.
- Pajaujis Anonis D., 1997b. Civet and civet compounds. *Perfum. Flav.* 22, 43–47.

- Panda S.K., Kar P.K., 2018. A review on ambergris – floating gold. *World J. Pharm. Res.* 7(3), 1382–1386, <https://doi.org/10.20959/wjpr20183-10894>.
- Rowland S.J., Sutton P.A., Knowles T.D.J., 2019. The age of ambergris. *Natur. Prod. Res.* 33(21), 3134–3142, <https://www.tandfonline.com/loi/gnpl20> [dostęp: 3.04.2022].
- Serras L., 2021. The fascinating history of perfume. *FragranceX*, <https://www.fragrancex.com/blog/history-of-perfume-and-cologne/> [dostęp: 3.04.2022].
- Shrestha M.N., 1998. Animal welfare in the musk deer. *Appl. Anim. Beh. Sci.* 59, 245–250.
- Sieński H., 2011. Perfumy jako dzieło sztuki – istota, historia, kompozycja. *Biuletyn AGH. Mag. Inform. AGH* 48(12), 35–36.
- Szakiel J., 2017. Sensoryczna ocena trwałości wyrobów perfumeryjnych. W: Salerno-Kochan R., Wolak A. (red.), *Towaroznawstwo w badaniach i praktyce – Kierunki badań i rozwoju produktów nieżywnościowych*. Polskie Towarzystwo Towaroznawcze, Kraków, 131–141.

Olej z nasion wiesiołka dla zdrowia i urody

Evening primrose seed oil for health and beauty

Olej z nasion wiesiołka (evening primrose seed oil) jest głównym przedstawicielem olei farmakologicznie czynnych, czyli tzw. bioolei [Gwardys 1996]. Preparaty lecznicze oraz kosmetyki zawierające olej z wiesiołka cieszą się dużym zainteresowaniem w wielu krajach Europy Zachodniej, Stanach Zjednoczonych, Kanadzie, Japonii, również w Polsce. Wiesiołek pochodzi prawdopodobnie z Ameryki Północnej, na starym kontynencie pojawił się dopiero około XVII w. [Gwardys 1996]. Olej z nasion wiesiołka jest popularnym źródłem kwasów tłuszczowych omega-6, w tym – kwasu linolenowego (LA) oraz kwasu γ -linolenowego (GLA). Wielonienasycone kwasy tłuszczowe (PUFAs) są kluczowym elementem prawidłowej diety człowieka, wspomagają utrzymanie dobrego stanu zdrowia, a także wpływają na stan skóry. Olej z wiesiołka jako bogate źródło GLA, jednego z najbardziej pożądaných nienasyconých kwasów tłuszczowych, może być przydatnym suplementem diety dla tych, którzy chcą wspierać poprawne funkcje immunologiczne organizmu. Ponadto stosowany jako składnik produktów kosmetycznych, a także jako kosmetyk, wpływa na zdrowy wygląd skóry.

Celem pracy było przedstawienie właściwości i zawartości najważniejszych substancji aktywnych oleju wiesiołkowego, pozyskiwanego z nasion *Oenothera biennis* L. Ponadto przedstawiono możliwości wykorzystania oleju z wiesiołka w kosmetologii, dietetyce, a także farmacji.

Charakterystyka wiesiołka

Rodzaj wiesiołek (*Oenothera*) należy do rodziny wiesiołkowatych (*Onagraceae*). W obrębie rodzaju zidentyfikowano ok. 140 gatunków występujących na terenach Ameryki Północnej i Południowej, Azji i Europy. Wiesiołek dwuletni (*Oenothera biennis* L.) pochodzi z Ameryki Północnej, natomiast do Europy trafił na początku XVII w. Początkowo jego naturalne siedliska zlokalizowano wzdłuż piaszczystych brzegów rzek. Aktualnie rośnie przy przydrożach, nasypach kolejowych, żwirowniach, terenach przemysłowych czy nieużytkach do wysokości 500 m n.p.m. W Polsce spotkać go można przeważnie w dolinie Wisły [Kostuch i Misztal 2005]. W Europie najczęściej spotykanym gatunkiem jest wiesiołek dwuletni (*Oenothera biennis* L.) lub wiesiołek dziwny (*Oenothera*

¹ Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Biologii Środowiskowej, mlugowska0@gmail.com

paradoxa), obydwa powszechnie występują w Polsce. Warto dodać, że podrodzaj *Oenothera* jest jednostką filogenetycznie młodą, dynamiczną, łatwo krzyżującą się, dzięki czemu lista nowo utrwalonych mieszańców, uznawanych z biegiem czasu jako nowe gatunki wciąż się zmienia. Z uwagi na to, iż dochodzi do częstej hybrydyzacji, gatunki rośliny ciężko odróżnić. Aby móc sprecyzować konkretny gatunek wiesiołka należy znać jego miejsce, w którym roślina rosła, oraz barwę liści, wierzchołka łodygi i pączków [Szczęsna 1993]. Uprawa wiesiołka jest łatwa i szybka. Często rośnie dziko, szczególnie na lżejszych i jałowych glebach. Wiesiołek jest rośliną dwuliścienną, w naszych warunkach klimatycznych najczęściej wyrasta do ok. 1,5 m wysokości, jednak zdarza się, że osiąga 2 m. Wiesiołek dwuletni, jak sama nazwa wskazuje, aby uzyskać nasiona potrzebuje dwóch lat. W pierwszym roku wyrasta bujna rozeta z długich lancetowatych liści. W drugim roku roślina wytwarza pędy zakończone kwiatostanem, na którym rozmieszczone są pojedyncze kwiaty. Łodyga wiesiołka jest sztywna, zwykle pojedyncza, owłosiona oraz posiada wiele liści. Kwiaty są jasnożółte, mają cztery działki kielicha o lancetowatym kształcie, które po zakończeniu kwitnienia wywijają się w dół. Ich kwitnienie przebiega od dolnych po górne kwiaty od czerwca do września. Cztery płatki kwiatowe o sercowatym kształcie są dłuższe od 8 pręcików i zalążni. Zapyłony kwiat w nocy kolejnego dnia więdnie. We wczesnych godzinach porannych zapylić go może pszczoła miodna. Zaletą wiesiołka dwuletniego jest produkcja okazałej liczby nasion. Jeśli roślina uprawiana jest w optymalnych warunkach, może wytworzyć ok. 118 000 nasion, które będą mogły kiełkować i prowadzić do rozwoju gatunku [Kostuch i Misztal 2005]. Tylko w naszym kraju prawdopodobnie występuje 28 gatunków z rodzaju wiesiołek, jednak tylko wiesiołek dwuletni i wiesiołek dziwny są powszechnie znane i wykorzystywane [Szczęsna 1993]. Zbiór nasion wiesiołka jest długotrwały, ścinanie pędów z torebkami nasiennymi oraz ich oczyszczanie odbywa się ręcznie, ponadto proces odbywać się musi ze szczególną ostrożnością ze względu na wysypujące się nasiona. Pędy przechowywane są w pomieszczeniach zawierających wentylatory, tak by zostały całkowicie wysuszone. Następnie nasiona są młócone i czyszczone na odpowiednich sitach. Z 1 ha można uzyskać ok. 1600 kg nasion. Uzyskany surowiec niekiedy jest niewłaściwej jakości, znajduje się w nim za mało oleju lub zawiera olej ze zmniejszoną ilością kwasu GLA. Olej z wiesiołka jest olejem nietrwałym, jego formy nadtlenku sprzyjają powstawaniu miazdżycy oraz są rakotwórcze. Dlatego ważne jest odpowiednie przechowywanie olejku z wiesiołka [Szczęsna 1993].

Skład chemiczny oleju z wiesiołka

Nasiona wiesiołka zawierają ok.: 8,3% wody, 15,2% białka, 24,3% oleju, 42,9% błonnika, 5,6% skrobi, dekstryn i cukrów oraz 7,8% popiołu [Hudson 1984]. Są również źródłem kwasów fenolowych, które występują w postaci wolnego kwasu oraz jako pochodne estrowe i glikozydowe. Ponadto zawierają ligniny, aminokwasy, takie jak: tryptofan (1,60%), lizynę (0,31%), treoninę (0,35%), cysteinę (1,68%), walinę (0,52%), izoleucynę (0,41%), leucynę (0,87%) i tyrozynę (1,05%) [Hudson 1984]. Nasiona zawierają również związki mineralne, są źródłem wapnia, potasu i magnezu oraz witamin: A, B, C i E. Olej zawiera niewielką ilość tokoferoli, w tym: α -tokoferol (76 mg/kg oleju), γ -tokoferol (187 mg/kg oleju) i Δ -tokoferol (15 mg/kg oleju). Ponadto zawiera polifenole,

takie jak hydroksytyrozol (1,11 mg/kg oleju), kwas waniliowy (3,27 mg/kg oleju), waniilinę (17,37 mg/kg oleju), kwas p-kumarynowy (1,75 mg/kg oleju) i kwas ferulowy (25,23 mg/kg oleju) [Hudson 1984]. Niezmydlana frakcja oleju składa się częściowo ze steroli, które stanowią 53,16% tej frakcji. Niezwykle cenne właściwości oleju z wiesiołka uwarunkowane są obecnością dwóch bardzo ważnych nienasyconych kwasów tłuszczowych: kwasu cis-linolowego i kwasu γ -linolenowego (GLA). Organizm ludzki nie jest w stanie sam wytwarzać kwasu linolowego, dlatego musi go dostarczać wraz z pożywieniem. Kwas γ -linolenowy powstaje w organizmie z kwasu linolowego w obecności enzymu Δ -6-desaturazy. Profil kwasów tłuszczowych w oleju z wiesiołka jest następujący: kwas linolenowy (72%), kwas γ -linolenowy (11%), kwas oleinowy (9%), kwas palmitynowy (6%), kwas stearynowy (2%) [Kies 1989]. W oleju wiesiołka średnia zawartość oleju wynosi 20%, natomiast zawartość NNKT wynosi ok. 80% [Lamer-Zarawska i Hojden 1990]. Natomiast olej z nasion wiesiołka dziwnego (*Oenothera paradoxa*) zawiera niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe, których ilość stanowi ok. 80%, z czego kwas linolowy (LA) stanowi ok. 70%, natomiast nieczęsto spotykany kwas γ -linolenowy ok. 10% NNKT [Król 2011]. To dzięki obecności tych niezwykle wartościowych kwasów olej odznacza się wysoką aktywnością biologiczną. Istnieją gatunki zawierające ok. 35% oleju, jednak w większości przypadków znacznej zawartości oleju nie towarzyszy jednocześnie wysokie stężenie kwasu γ -linolenowego, co obniża wartość użytkową tych surowców [Hudson 1984].

Wpływ na skórę substancji aktywnych zawartych w oleju wiesiołkowym

Kwas linolowy, zaliczany do kwasów omega-6, odgrywa znaczącą rolę w utrzymaniu odpowiedniej kondycji skóry. Jest składnikiem błony komórkowej, a także elementem budującym cement międzykomórkowy skóry. W sytuacjach nadmiernego odwodnienia stabilizuje struktury, dzięki czemu zmniejsza przelną utratę wody, a także przyczynia się do utrzymania prawidłowego stanu bariery lipidowej naskórka. Jego niedobór powoduje osłabienie zdolności barierowej warstwy rogowej czy zaburzenie funkcjonowania ceramidu 1 (znajdującego się w warstwie rogowej), czego konsekwencją jest suchość skóry [Bojarowicz i Woźniak 2008]. Dlatego stosowanie kwasu linolowego w przypadku cery suchej poprawia barierę lipidową, normalizuje metabolizm oraz chroni przed transepidermalną utratą wody. Ze względu na zawartość kwasu LA w sebum nie ma przeciwwskazań do stosowania oleju wiesiołkowego do cery tłustej i trądzikowej. U osób o skórze ze skłonnością do nadmiernego wydzielania łoju zaobserwowano spadek zawartości kwasu linolowego, co powodowało zapychanie porów, tworzenie się zaskórników oraz wyprysków. Dlatego stosowanie oleju z wiesiołka sprzyja oczyszczeniu skóry z zanieczyszczeń spowodowanych nadprodukcją sebum [Zielińska i Nowak 2014].

Kwas γ -linolenowy powstaje z kwasu linolowego pod wpływem Δ -6-desaturazy. Na skutek działania niekorzystnych czynników, takich jak: palenie papierosów, niedobór składników odżywczych czy kwasy tłuszczowe trans, enzym Δ -6-desaturaza nie jest produkowany w wystarczającej ilości lub jego synteza zostaje całkowicie zahamowana [Chrzastek i in. 2015]. GLA jest również jednym z głównych kwasów tłuszczowych budujących ceramidę, dlatego jego niedobór bardzo często wywołuje pęknięcia i ranki na

skórze. Ponadto przy jego niedoborze skóra staje się mało elastyczna i sucha, co sprzyja pojawianiu się zmarszczek [Kaźmierska i Gawor 2015]. Dlatego bardzo ważna jest odpowiednio zbilansowana dieta, która dostarczy odpowiednie ilości kwasu γ -linolowego. Należy podkreślić, że GLA, pełni funkcję wzmacniającą, ochronną i działa naprawczo na skórę. Ponadto odpowiednio nawilża i regeneruje skórę i włosy, a także spłyca zmarszczki. Kwas γ -linolenowy działa przeciwzapalnie, dzięki temu zapobiega problemom skórny, takim jak zapalenie mieszków włosowych, łuszczyca, AZS, egzema czy inne dermatozy [Zielińska i Nowak 2014].

W oleju z wiesiołka znajdują się witaminy A, C i E. Każda z nich odgrywa ważną rolę w utrzymaniu prawidłowo nawilżonej i witalnej skóry. Witamina E jest jednym z najbardziej efektywnych składników stosowanych w opóźnianiu starzenia się skóry. Idealnie sprawdzi się jako konserwant oleju ze względu na właściwości przeciwutleniające, dodatkowo wspiera ochronę błon komórkowych przed peroksydacją lipidów przez wolne rodniki. Stosowanie jej miejscowo wpływa na nawilżenie warstwy rogowej naskórka i zdolność wiązania wody. Ponadto witamina E łagodzi poparzenia i podrażnienia oraz działa przeciwzapalnie i przeciwobrzękowo. Sprawdzi się idealnie do ujędrniania, nawilżania i wygładzania skóry [Chiu i Kimball 2003].

Witamina C wykazuje przede wszystkim działanie antyoksydacyjne, a także bierze udział w utrzymaniu integralności naskórka, co ma znaczenie w zapewnieniu funkcji bariery skórnej [Kaigin i in. 2018].

Natomiast znajdująca się w oleju witamina A odpowiada za utrzymanie prawidłowego wzrostu naskórka, a także jego regenerację, przez co hamuje jego nadmierne złuszczenie. Oprócz tego pochłania nadmiar promieniowania UV. Nadaje skórze blask, poprawia jej koloryt i dodatkowo spłyca zmarszczki, a także reguluje powstawanie sebum. Witamina A jest efektywnym antyoksydantem, który działa synergistycznie z tokoferolem. Dobrze penetruje w głąb skóry, co sprzyja pielęgnacji skóry suchej z występującymi na niej przebarwieniami [Chiu i Kimball 2003].

Witamina B obecna w oleju z wiesiołka odpowiada za ograniczenie wydzielania sebum. Ponadto wyrównuje koloryt skóry, odżywia i pełni funkcje ochronne, a także przyspiesza regenerację naskórka oraz działa przeciwzapalnie [Jabłońska-Trypuć i Czerpak 2008].

Znajdujące się w oleju z wiesiołka polifenole hamują reakcje wolnorodnikowe i peroksydację lipidów. Wspomagają rozjaśnianie przebarwień przez hamowanie produkcji melaniny oraz działają przeciwzmarszczkowo [Ratz-Łyko 2013].

Obecnie w oleju z wiesiołka minerały odpowiadają za prawidłowe napięcie skóry, nawilżenie i regenerację, a także przeciwdziałają stanom zapalnym oraz łagodzą podrażnienia [Chiu i Kimball 2003].

Olej wiesiołkowy dla zdrowia kobiet

Olej z wiesiołka mogą stosować zarówno mężczyźni, jak i kobiety, jednak wysoka zawartość NNKT wspomaga leczenie wielu kobiecych dolegliwości. Wiele kobiet w okresie przed wystąpieniem miesiączki odczuwa przykre dolegliwości – obrzmienie ciała, twardnienie i bolesność piersi, bóle w dole brzucha, rozdrażnienie, obniżenie nastroju [Lamer-Zarawska 1995]. Około 80–90% kobiet pomiędzy 18 a 50 rokiem życia

doświadcza regularnie co najmniej jednego objawu PMS (*premenstrual syndrome*) [Reid 2017]. Niskie stężenie prostaglandyny E1, będące skutkiem niedoboru NNKT, powoduje wysoką wrażliwość na prolaktynę, która wydziela się w czasie owulacji i wzrasta do wysokiego stężenia w fazach lutealnych [Wang i in. 2018]. Moc terapeutyczna oleju z wiesiołka w leczeniu PMS jest przedmiotem wielu badań klinicznych. Kwas linolowy promuje syntezę prostaglandyny i zmniejsza PMS [Watanabe i in. 2005]. Badania prowadzone nad PMS wykazały, że olej z wiesiołka jest najskuteczniejszy w łagodzeniu silnej, cyklicznej bolesności piersi, określonej mianem mastalgii. Kobiety doświadczające tych objawów mają znacznie wyższe stężenie nasyconych kwasów tłuszczowych niż zakłada norma oraz znacznie niższe stężenie wielonienasyconych kwasów tłuszczowych. Niedobór kwasu γ -linolenowego lub jego pochodnych sprawia, że tkanki piersi są wrażliwe na hormony płciowe, co jest związane z bólem piersi [Graham i in. 1994]. Również w innej grupie schorzeń, jak gestozy ciężarnych, przerost gruczołu krokowego u mężczyzn, podawanie preparatów zawierających GLA w formie oleju wiesiołkowego daje zadowalające efekty [Gwardys 1996].

Cukrzyca ciążowa rozwija się w trakcie ciąży. Wysoki poziom cukru we krwi może mieć wpływ na przebieg ciąży i zdrowie dziecka. W randomizowanym badaniu klinicznym z podwójnie ślepą próbą, kontrolowanym placebo, oceniano skuteczność suplementacji 1 g oleju z wiesiołka i 1000 IU witaminy D ($n = 30$) u kobiet z cukrzycą ciążową. Wyniki wykazały, że suplementacja olejem z wiesiołka i witaminą D spowodowała znaczące zmniejszenie stężenia białka C-reaktywnego, wysokiej czułości i dialdehydu malonowego w surowicy [Jamilian i Ashfar 2017]. Dlatego kobiety z cukrzycą ciążową mogą odnieść korzyści z działania antyoksydacyjnego oleju z wiesiołka [Mohaddese 2019]. Olej z wiesiołka wykazuje działanie ochronne przed teratogennym działaniem alkoholu u kobiet w ciąży, a także jest skutecznym składnikiem preparatów stosowanych przez kobiety miejscowo (dopochwowo) [Mohaddese 2019].

Olej z wiesiołka w nutrikosmetologii

Wymagania prawne stawiane suplementom diety oraz produktom leczniczym, w tym ich cel stosowania, oznakowanie opakowania oraz treści reklamowe, są bardzo zróżnicowane. Suplementy diety są stosowane, aby utrzymać równowagę organizmu, zapewniającą pełne zdrowie, natomiast produkty lecznicze stosowane są w celu przywrócenia homeostazy w organizmie, zakłóconej przez proces chorobowy. Konieczne są odpowiednie badania kliniczne potwierdzające skuteczność leków, co nie jest wymagane dla suplementów diety [Bojarowicz i Dźwigulska 2012]. Za jakość oraz bezpieczeństwo stosowania konkretnego suplementu diety odpowiada przede wszystkim jego producent lub importer. Kontrola znajdujących się w obrocie suplementów diety prowadzona jest przez organy Państwowej Inspekcji Sanitarnej [NIK LO.430.005.2021]. Decyzja o zastosowaniu suplementów diety powinna być podejmowana świadomie i odpowiedzialnie, najlepiej po konsultacji ze specjalistą. Suplementacja powinna być dobierana indywidualnie i racjonalnie, a podstawą powinna być prawidłowo zbilansowana dieta [Grembacka 2019].

Olej z wiesiołka zawiera duże ilości NNKT, które nie mogą być syntetyzowane w ludzkim organizmie, dlatego muszą być dostarczane wraz z pokarmem lub przez suplementację. Ze względu na obecność NNKT, a także witamin i minerałów, olej z wiesiołka działa dobroczynnie, stosowany nie tylko zewnętrznie, ale i wewnętrznie. W wyniku stosowania doustnego substancje zawarte w oleju dostają się do głębszych warstw skóry, dzięki czemu skuteczniej wpływają na jej funkcjonowanie [Kaźmierska i Gawor 2015]. Ponadto olej z wiesiołka wpływa pozytywnie na nawilżenie skóry, magazynowanie wody w organizmie oraz zapobiega jej wyparowaniu. Dzięki temu spłyca zmarszczki, wygładza i nawilża skórę. Dodatkowo redukuje przebarwienia [Bojarowicz i Woźniak 2008].

Kwasy linolowy (LA) i linolenowy (ALA) dają początek rodzinom kwasów n-6 i n-3. Są niezbędne do prawidłowego wzrostu, rozwoju i właściwego funkcjonowania wszystkich narządów w organizmie człowieka, a zwłaszcza układu sercowo-naczyniowego, siatkówki oka i mózgu człowieka [Materac i in. 2013]. Kwas γ -linolenowy przez stosowanie doustne ma możliwość dotarcia do skóry właściwej, gdzie wpływa na wzmocnienie jej integralności, a także wypełnia przestrzeń międzykomórkową, co sprzyja ochronie przed czynnikami zewnętrznymi, takimi jak bakterie, alergeny, toksyny czy grzyby. Jego aktywność wspomagana jest przez witaminy A i E zawarte w oleju [Materac i in. 2013].

Witaminy dostarczane przez suplementację wiesiołka nasilają odnowę naskórka, zwiększają wytwarzanie się kolagenu i elastyny. Pobudzają powstawanie nowych naczynek krwionośnych w warstwie brodawkowej [Bojarowicz i Płowiec 2010].

Zaleca się suplementację oleju z wiesiołka zarówno osobom ze skórą suchą, jak i tłustą, ponieważ wspiera równowagę i zdrowie skóry, przy czym nie powoduje przetłuszczania się skóry i nie stymuluje powstawania trądziku [Morse 2016]. Stosowanie doustne ma efekt antyoksydacyjny, a także przeciwzapalny i przeciwalergiczny, dlatego stwierdza się pozytywne działanie oleju z wiesiołka w leczeniu rumienia, świądu, trądziku pospolitego, trądziku różowatego czy w AZS [Wydro 2012]. Dodatkowo zauważono pozytywny efekt leczniczy w przewlekłych stanach zapalnych przez wyraźną poprawę wyglądu skóry [Lamer-Zarawska 1995].

Suplementowanie wiesiołka jest wskazane osobom, których organizm nie wytwarza enzymu Δ -6-desaturaza oraz tym, które palą papierosy, są podatne na infekcje wirusowe i bakteryjne, a także mają podwyższone stężenie cholesterolu całkowitego i trójglicerydów [Materac i in. 2013].

Podsumowanie

Po przeanalizowaniu składu chemicznego oleju z wiesiołka oraz aktywności biologicznej jego składników, można stwierdzić, iż jest to naturalne źródło NNKT uzupełniające niedobory kwasów tłuszczowych w organizmie. Olej z wiesiołka wywiera korzystny wpływ w leczeniu i profilaktyce wielu chorób skóry, migrenach czy w dolegliwościach kobiecych. Zmniejsza przewlekłe stany zapalne, ponadto wspomaga metabolizm organizmu na różnych poziomach, zwłaszcza w sytuacjach prowadzących do rozwoju stanów zapalnych. Produkty przemian NNKT omega-3 i omega-6 wpływają korzystnie na komórkowe procesy biochemiczne, jednak ich odmienna budowa chemiczna determinuje

różną aktywność biologiczną. Dlatego też najważniejsze jest odpowiednie zbilansowanie ilości obu grup kwasów tłuszczowych w codziennej podaży, aby osiągnąć homeostazę w organizmie.

Bibliografia

- Bojarowicz H., Woźniak B., 2008. Wielonienasycone kwasy tłuszczowe oraz ich wpływ na skórę. *Probl. Hig. Epidemiol.* 89(4), 471–475.
- Bojarowicz H., Płowiec A., 2010. Witamina A. Budowa i mechanizm działania. *Probl. Hig. Epidemiol.* 93(33), 352–356.
- Bojarowicz H., Dźwigulska P., 2012. Suplementy diety. Część I. Suplementy diety a leki – porównanie wymagań prawnych. *Hyg. Pub. Health.* 47(4), 427–432
- Chiu A., Kimball A.B., 2003. Topical vitamins, minerals and botanical ingredients as modulators of environmental and chronological skin damage. *Brit. J. Dermatol.* 149, 681–691, <https://doi.org/10.1046/j.1365-2133.2003.05540.x>.
- Chrzastek L., Dondela B., Deska M., 2015. Bezpieczne składniki kosmetyków – lipidy i ich pochodne. *Tech. Inf. Inż. Bez.* 3, 9–27, <https://doi.org/10.16926/tiib.2015.03.01>.
- Graham J., Franks S., Bonney R.C., 1994. *In vivo* and *in vitro* effects of gamma-linolenic acid and eicosapentaenoic acid on prostaglandin production and arachidonic acid uptake by human endometrium. *Prostaglandins. Leukot. Essent. Fatty. Acids.* 50, 321–329, [https://doi.org/10.1016/0952-3278\(94\)90241-0](https://doi.org/10.1016/0952-3278(94)90241-0).
- Grembacka M., 2019. Suplementy diety – panaceum na wszystkie dolegliwości? *Gazeta AMG* 29(1), 18–22.
- Gwardys A., 1996. Oeparol-kwitnące zdrowie. *Wiad. Ziel.* 38(02), 4–18.
- Hudson B., 1984. Evening primrose (*Oenothera* spp.) oil and seed. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 61, 540–543.
- Jabłońska-Trypuć A., Czerpak R., 2008. Surowce kosmetyczne i ich składniki. *MedPharm Polska, Wrocław.*
- Jamilian M., Afshar R., 2017. Effects of combined evening primrose oil and vitamin D intake on hs-CRP, oxidative stress and pregnancy outcomes in women with gestational diabetes. *J. Arak Univ. Med. Sci.* 19(117), 43–51.
- Kaigin W., Jiang H., Li W., Qiang M., Dong T., Li H., 2018. Role of vitamin C in skin diseases. *Front. Physiol.* 9, 819, <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00819>.
- Kaźmierska A., Gawor E., 2015. Wpływ oleju z wiesiołka na skórę, ze szczególnym uwzględnieniem działania kwasu gamma-linolenowego (GLA). *Kosmetol. Estet.* 4, 335–338.
- Kies C., 1989. Evening primrose oil: source of gamma-linolenic acid. *CFW* 34, 1016–1020.
- Kostuch R., Misztal A., 2005. Stanowisko wiesiołka dwuletniego w tokarni na wyżynie małopolskiej. *PAN* 1, 27–36.
- Król B., 2011. Zawartość tłuszczu w nasionach i skład kwasów tłuszczowych oleju wiesiołka dziwnego (*Oenothera paradoxa*) w zależności od nawożenia mineralnego i warunków glebowych. *Acta Agrophys.* 17(2), 325–334.
- Lamer-Zarawska E., 1995. Olej wiesiołkowy w profilaktyce, terapii i kosmetyce. W: *Zbiór prac II sympozjum nt. Olej z nasion wiesiołka w profilaktyce i terapii*, Hudziok W. (red.). Wyd. MaKoLab, Łódź, 35–51.
- Lamer-Zarawska E., Hojden B., 1990. Wiesiołki źródłem niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych. *Wiad. Ziel.* 32(10–11), 6–12.
- Materac E., Marczyński Z., Bodek K., 2013. Rola kwasów tłuszczowych omega-3 i omega-6 w organizmie człowieka. *Bromat. Chem. Toksykol.* 46(2), 225–230.
- Mohaddese M., 2019. Evening primrose (*Oenothera biennis*) oil in management of female ailments. *J. Menopausal Med.* 25(2), 74–82, <https://doi.org/10.6118/jmm.18190>.
- Morse N., 2016. Stosujemy olej z wiesiołka. *Wyd. Źródła Życia, Mszczonów.*

- Najwyższa Izba Kontroli, 2021. Wprowadzenie do obrotu suplementów diety – Informacja o wynikach kontroli. Nr ewid. 160/2021/P/21/078/LLO. <https://www.nik.gov.pl/plik/id,25355,vp,28114.pdf>.
- Ratz-Lyko A., 2013. Składniki aktywne pochodzenia roślinnego w kosmetykach anti-age. *Cosmetol. Today Pat. Invent.* 3, 10–11.
- Reid R., 2017. Premenstrual dysphoric disorder (formerly premenstrual syndrome). In: *Endotext* (www.endotext.org). Comprehensive free online endocrinology book, Feingold K.R., Anawalt B., Boyce A., Chrousos G., de Herder W.W., Dhatariya K., Dungan K., Hershman J.M., Hofland J., Kalra S., Kaltsas G., Koch Ch., Kopp P., Korbonits M., Kovacs Ch.S., Kuohung W., Laferrère B., Levy M., McGee E.A., McLachlan R., Morley J.E., New M., Purnell J., Sahay R., Singer F., Sperling M.A., Stratakis C.A., Trencé D.L., Wilson D.P. (eds.). South Dartmouth (MA), MDText.com. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK279045/>.
- Szczęśna M., 1993. Ocena zdrowotna nasion z wiesiołka. *Roczn. PZH*, 44(2–3), 139–146.
- Wang W., Chen H., Liu J., 2018. Evening primrose oil or other essential fatty acids for the treatment of pre-menstrual syndrome (PMS). *Cochrane Database Syst Rev.* 2, CD001123.
- Watanabe S., Sakurada M., Tsuji H., Matsumoto S., Kondo K., 2005. Efficacy of γ -linolenic acid for treatment of premenstrual syndrome, as assessed by a prospective daily rating system. *J. Oleo Sci.* 54, 217–224.
- Wydro D., 2012. Omega-3 and 6 acids in medicine and cosmetology. The effect of oral supplementation with omega-3 and 6 acids on skin condition – pilot study. *Acad. Aesthetic Anti-Aging Med.* 4, 46–52.
- Zadernowski, R., Naczki, M., Nowak-Polakowska H., 2002. Phenolic acids of borage (*Borago officinalis* L.) and evening primrose (*Oenothera biennis* L.). *J. Am. Oil Chem. Soc.* 79, 335–338.
- Zielińska A., Nowak I., 2014. Kwasy tłuszczowe w olejach roślinnych i ich znaczenie w kosmetyce. *Chemik* 68(2), 103–110.

Ocena stanu wiedzy konsumentów na temat dermokosmetyków

Assessment of consumers' knowledge towards dermocosmetics

Szerokie spektrum dostępnych obecnie metod badania reaktywności skóry na bodźce zapoczątkowało nową erę w dziedzinie kosmetyków. Nowo dostępne metody badawcze pozwoliły lepiej zrozumieć, w jaki sposób kosmetyki wpływają na fizjologię normalnej i zmienionej chorobowo skóry, włosów i paznokci. Bardziej wnikliwe poznanie fizjologii skóry i jej zróżnicowanych reakcji na nieustannie oddziałujące czynniki środowiskowe przyczyniło się do powstania dermokosmetyków [Dreno i in. 2014]. Pierwotnie stworzone kosmetyki na bazie naturalnych surowców pochodzenia roślinnego i zwierzęcego, jako preparaty poprawiające wygląd skóry poprzez bezpośrednią aplikację, odgrywają obecnie nową rolę w dermatologii, wspomagając leczenie wielu dermatoz. Współcześnie ta ewolucyjna rola kosmetyków w pielęgnacji skóry wynika przede wszystkim z postępu naukowego, technologicznego oraz wzrastającej świadomości społeczeństwa w zakresie szeroko pojętego zdrowia, wspieranej przez nowe trendy ukierunkowane na zwiększenie troski o urodę, nie tylko wśród kobiet. Czynniki te przyczyniły się do podjęcia prac w obszarze opracowania rygorystycznych wytycznych dotyczących oceny jakości kosmetyków [Rzeźnik i in. 2012, Marczevska i Masłowska 2018, Ustawa 2018]. Od dnia 1 stycznia 2019 r. zaczęła obowiązywać Ustawa o produktach kosmetycznych, dotycząca ich bezpieczeństwa dla konsumentów, która stanowi dostosowanie przepisów krajowych do Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1223/2009 z 30 listopada 2009 r. dotyczącego produktów kosmetycznych. Wymagania niniejszego rozporządzenia są stosowane od 11 lipca 2013 r. Za bezpieczeństwo kosmetyku dla zdrowia ludzi w normalnych lub dających się przewidzieć warunkach stosowania odpowiada producent lub importer. Ponadto artykuł 8 nałożył na wszystkie firmy z branży kosmetycznej obowiązek produkcji kosmetyków zgodnie z wytycznymi ustanowionymi w ramach dobrej praktyki produkcyjnej (GMP, ang. *good manufacturing practice*). Jednym ze sposobów wykazania, że produkcja wyrobów kosmetycznych odbywa się zgodnie z dobrą praktyką produkcyjną, jest spełnienie wymagań normy ISO 22716:2009 „Kosmetyki. Dobre praktyki produkcji (GMP). Przewodnik dobrych praktyk produkcji” [Król i Brodziak 2021]. Dotyczy to wszystkich rodzajów wytwarzanych kosmetyków, w tym dermokosmetyków.

¹ Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Biologii Środowiskowej, Koło Naukowe Biologów, Sekcja Biokosmetyologii, mlugowska0@gmail.com

² Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki, Katedra Oceny Jakości i Przetwórstwa Produktów Zwierzęcych

Dermokosmetyka jest obecnie dziedziną dermatologii wykorzystującą kosmetyki w leczeniu różnych chorób skóry. Dermatolodzy, jako specjaliści w dziedzinie badania oraz diagnozowania struktury i funkcji skóry, zalecają stosowanie dermokosmetyków nie tylko ze względów leczniczych, ale także w celu utrzymania estetycznego wyglądu i dobrego samopoczucia. Dlatego też produkty te, stosowane samodzielnie lub jako dodatek do leczenia farmakologicznego, są regularnie wykorzystywane w celu poprawy fotoprotekcji czy kondycji skóry suchej lub starzejącej się, a także w leczeniu chorób zapalnych skóry, takich jak trądzik, trądzik różowaty, oraz w różnych chorobach włosów i paznokci [Rzeźnik i in. 2012]. Zgodnie z prawem dermokosmetyk może być wykorzystywany jako wyrób wspierający pielęgnację przy zdiagnozowanych różnego rodzaju dermatozach, jednak nie może ingerować w przebieg procesu chorobowego, a także jego leczenie [Malinowska 2020]. Klasyczne kosmetyki natomiast uważane są za preparaty przeznaczone do poprawy wyglądu skóry poprzez bezpośrednie stosowanie na ciało, np. pudry lub balsamy.

Kategoria dermokosmetyków jest jak dotąd niezdefiniowana, niesklasyfikowana i prawnie nieuregulowana [Draełos 2009]. Dermokosmetyki określane są jako „produkty z pogranicza”. Są to produkty, których klasyfikacja jako kosmetyk lub jako lek jest trudna, np. z uwagi na szczególne działanie, deklaracje właściwości i/lub wygląd opakowania. Nie istnieje jednak taka grupa produktów rynkowych jak „produkty z pogranicza”. W momencie wprowadzania produktu do obrotu osoba odpowiedzialna zapewnia przyporządkowanie produktu do określonej grupy produktów konsumenckich. Problem „produktów pogranicza”, w tym również dermokosmetyków, podlega dyskusjom. Podkreśla się, że zmieniona w 2021 r. ustawa Prawo farmaceutyczne [Obwieszczenie Marszałka 2021] stanowi, że do produktu spełniającego jednocześnie kryteria produktu leczniczego oraz kryteria innego rodzaju produktu, w tym w szczególności produktu kosmetycznego, określone odrębnymi przepisami [Rozporządzenie nr 1223/2009], stosuje się przepisy Prawa farmaceutycznego. Ponadto reklama produktu leczniczego kierowana do publicznej wiadomości nie może sugerować, że jest on produktem kosmetycznym. Hurtownie farmaceutyczne mogą prowadzić obrót hurtowy produktami kosmetycznymi z wyłączeniem produktów kosmetycznych przeznaczonych do perfumowania lub upiększania.

Wszystkie dostępne na rynku dermokosmetyki muszą zatem spełniać obowiązkowe wymagania dotyczące jakości, określone w Rozporządzeniu nr 1223/2009 oraz Ustawie o produktach kosmetycznych i ustawie Prawo farmaceutyczne. Jakość dermokosmetyków jest główną determinantą związaną z ich wyborem. Sama „jakość” określana jest jako poziom satysfakcji klienta, czyli zdolność produktu do zaspokajania ludzkich potrzeb [Karaszewski 2005]. Badania przeprowadzone przez Gajewską i in. [2013] wykazały, że 62% respondentów w pierwszej kolejności sugeruje się jakością, a następnie ceną. Producenci odbierają to jako klarowny sygnał, że poprawa jakości wyrobów oraz wstępne poniesienie ich kosztów będzie kluczowym czynnikiem wpływającym na wzrost zainteresowania produktem, w tym kosmetykiem, ze strony konsumentów [Malinowska 2020].

W związku z prężnym rozwojem rynku dermokosmetyków oraz zwiększonym zainteresowaniem konsumentów wysokiej jakości produktami do pielęgnacji, które są przeznaczone do skóry z konkretnymi problemami, celem badań była ocena stanu wiedzy i preferencji zakupowych konsumentów w odniesieniu do produktów kosmetycznych

(dermokosmetyków) stosowanych do pielęgnacji lub wspomagania leczenia problemów skórnych różnego pochodzenia.

Material i metody

Badanie zostało przeprowadzone na podstawie autorskiego kwestionariusza składającego się z 14 pytań zamkniętych jednokrotnego wyboru. Ankieta była skierowana zarówno do kobiet, jak i mężczyzn, została udostępniona drogą internetową, a każdy z respondentów pozostał anonimowy. Zakres uwzględnionych zagadnień umożliwił ocenę świadomości i ogólnej wiedzy respondentów dotyczącej przeznaczenia i funkcjonalności dermokosmetyków, a także znajomości i preferencji względem marki. Uzyskane wyniki zostały opracowane przy zastosowaniu pakietu Microsoft Excel.

Wyniki i dyskusja

W badaniu ankietowym dobrowolnie chęć udziału zgłosiły 74 osoby, które udzieliły odpowiedzi na wszystkie zamieszczone pytania. Spośród ankietowanych 86,5% (64 osoby) stanowiły kobiety, a pozostałe 13,5% – mężczyźni. Grupa objęta badaniem składała się z osób pełnoletnich, w przedziale wiekowym między 18 a 40 rokiem życia. Osoby w przedziale wiekowym 18–25 lat stanowiły 86,5% (64 osoby), a pozostała część to respondenci w wieku 26–40 lat. W badaniu ankietowym nie wzięła udziału żadna osoba powyżej 40. roku życia. Może to wynikać z faktu, że osoby w tym wieku niechętnie biorą udział w badaniach ankietowych przeprowadzanych drogą elektroniczną. Miejsce zamieszkania osób ankietowanych było bardzo zróżnicowane: 33,8% mieszkało w mieście powyżej 100 tys. mieszkańców, 32,4% – na wsi, 24,3% – w mieście liczącym 50–100 tys. mieszkańców, a 9,5% – w mieście do 50 tys. mieszkańców.

Na podstawie przeprowadzonego badania stwierdzono, iż znacząca grupa – 97,3% respondentów (72 osoby spośród 74) – zadeklarowała swoją wiedzę na temat samego pojęcia „dermokosmetyk”, wskazując, że wiedzą, co ono oznacza. Dodatkowo 85,1% ankietowanych (63 osoby) potwierdziło stosowanie tego rodzaju produktu w codziennej pielęgnacji skóry, co może sugerować, iż nie są dostatecznie zadowoleni z obecnego, zwykłego produktu kosmetycznego. Sięgając po dermokosmetyk, być może zdecydowali się na utrzymanie dotychczasowych efektów lub poprawę kondycji skóry. Pozostałe osoby nie stosują w ogóle tego rodzaju produktów. Sondaż przeprowadzony w 2012 r. na ogólnopolskiej losowej próbie liczącej 1004 osób powyżej 15. roku życia [Malinowska 2020] wykazał, że dermokosmetyk kupował co piąty Polak (20%) [Malinowska 2020]. Porównując wyniki badań z 2012 r. i wyniki badań własnych, można zauważyć wzrost zainteresowania dermokosmetykami.

Producenci oraz dystrybutorzy prezentują dermokosmetyki jako produkty o działaniu specjalistycznym, które są niebotycznej jakości, a w swoim składzie mają substancje aktywne o wysokim stężeniu, przy czym nie stwarzają zagrożenia dla skóry. Twórcy dermokosmetyków jako najważniejsze założenie podają ich bezpieczeństwo, powołując się

na receptury zgodne z zaleceniami farmaceutów, dermatologów i alergologów, które są poparte badaniami klinicznymi. Obraz tego rodzaju produktów wykreowany przez producenta i specjalistów wpływa na pozytywny odbiór przez konsumenta, zapewniając pozyskanie jego zaufania [Malinowska 2020].

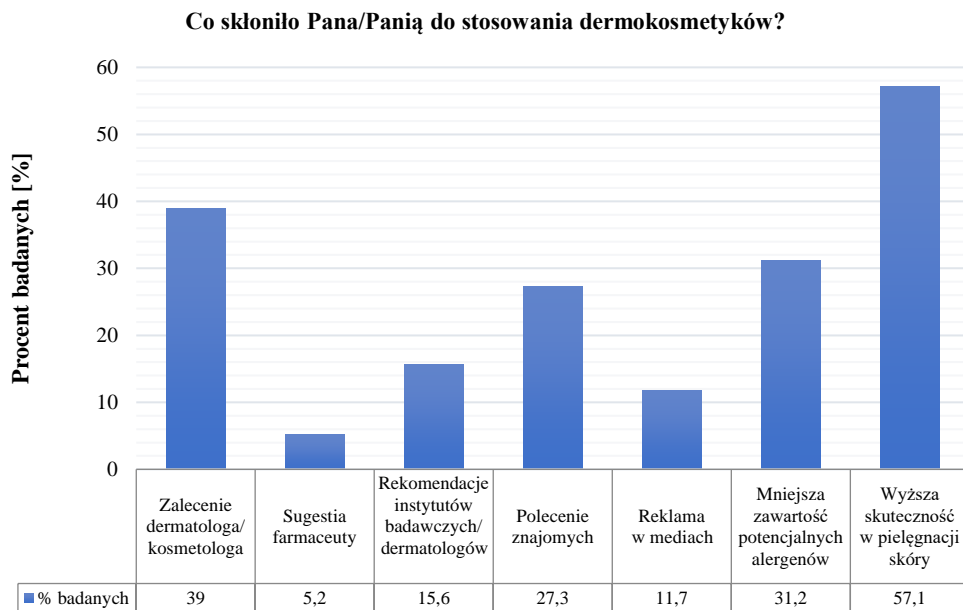
W badaniach własnych jedno z istotnych pytań dotyczyło najważniejszych determinantów jakości w opinii kupujących dermokosmetyki (ryc. 1).



Ryc. 1. Determinanty jakości dermokosmetyków wg respondentów

Głównymi determinantami, które określają jakość dermokosmetyków w opinii respondentów, są: skuteczność w pielęgnacji skóry (70,3%), a także brak niepożądanych reakcji skórnych (68,9%). Za mniej istotne badani uważali brak potencjalnych alergenów (43,2%), bezpieczeństwo dla zdrowia (39,2%), zawartość wysoce zaawansowanych składników aktywnych (37,8%) oraz certyfikaty jakościowe (25,7%). Najmniej ważnymi czynnikami decydującymi o jakości dermokosmetyków okazały się: cena (14,9%), marka produktu (12,2%), właściwości użytkowe i/lub sensoryczne (12,2%), jak również funkcjonalność opakowania (9,5%). Opierając się na opiniach ekspertów, stwierdzić można, że konsumenci skupiają mniejszą uwagę na rekomendacji dermatologów oraz instytutów badawczych przy ocenie jakości dermokosmetyków, natomiast ich preferencje zakupowe są kierowane przekonaniem o wyższej skuteczności tych produktów [Malinowska 2020].

Współcześnie skóra ludzka narażona jest na działanie licznych czynników szkodliwych pochodzących ze środowiska zewnętrznego, jak i bezpośrednio z żywności czy suplementów diety. W związku z tym jednym z ważniejszych pytań zawartych w ankiecie było określenie powodu sięgania przez konsumentów po dermokosmetyki (ryc. 2).



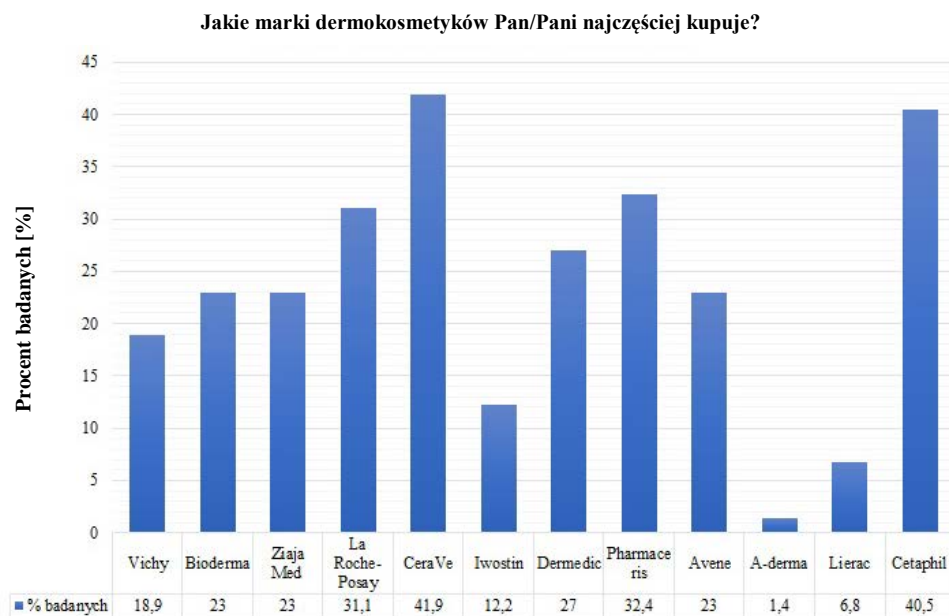
Ryc. 2. Determinanty wyboru dermokosmetyków

Na pytanie dotyczące powodu używania dermokosmetyków 57,1% respondentów stwierdziło, iż kierowali się ich wyższą skutecznością w pielęgnacji w porównaniu z tradycyjnymi kosmetykami. Natomiast 39% osób sugerowało się rekomendacją dermatologów i/lub kosmetologów. Za zasadne uznało stosowanie dermokosmetyków ze względu na potencjalnie mniejszą alergenicność 31,2%. Pozostali respondenci dokonali wyboru pod wpływem znajomych (27,3%), reklam w mediach (11,7%) czy sugestii farmaceuty (5,2%).

Współczesny rynek kosmetyków oraz dermokosmetyków w dużej mierze został opanowany przez międzynarodowych producentów, w przypadku których już sama świadomość marki gwarantuje zaufanie do produktów, tj. bezpieczeństwo, jakość i stałą dostępność produktu na rynku. Ankietowani zostali zapytani również o najczęściej wybraną markę dermokosmetyków (ryc. 3).

Na podstawie przeprowadzonego badania stwierdzono, że najczęściej wybieranymi markami dermokosmetyków były: CeraVe (41,9%) oraz Cetaphil (40,5%). Natomiast wśród najrzadziej wybieranych marek znalazły się: Lierac (6,8%) oraz A-derma (1,4%). Z kolei według danych literaturowych najczęściej wybieranymi markami spośród dostępnych w sektorze dermokosmetyków są: Vichy (30,74%), Ziaja Med (27,31%), Bioderma (27,31%), La Roche-Posay (26,58%) oraz Iwostin (26,22%). Wśród najrzadziej docenianych firm oferujących ten rodzaj produktów znalazły się: A-derma (5,97%) i Lierac (5,97%) [Malinowska 2020]. W przedstawionych wynikach można zauważyć wzrostową tendencję do wyboru nowych marek dermokosmetyków. Decydującą oraz istotną rolę

w procesie kreowania opisanego trendu pełnią właściwa komunikacja oraz dobre wsparcie reklamowe, które budują zaufanie u klientów. Reklama stanowi ważne źródło informacji na temat cech jakościowych produktu. Dzięki niej producenci pozyskują nowe grono odbiorców, a także poprawiają relacje ze stałymi klientami [Mruk i in. 2014].

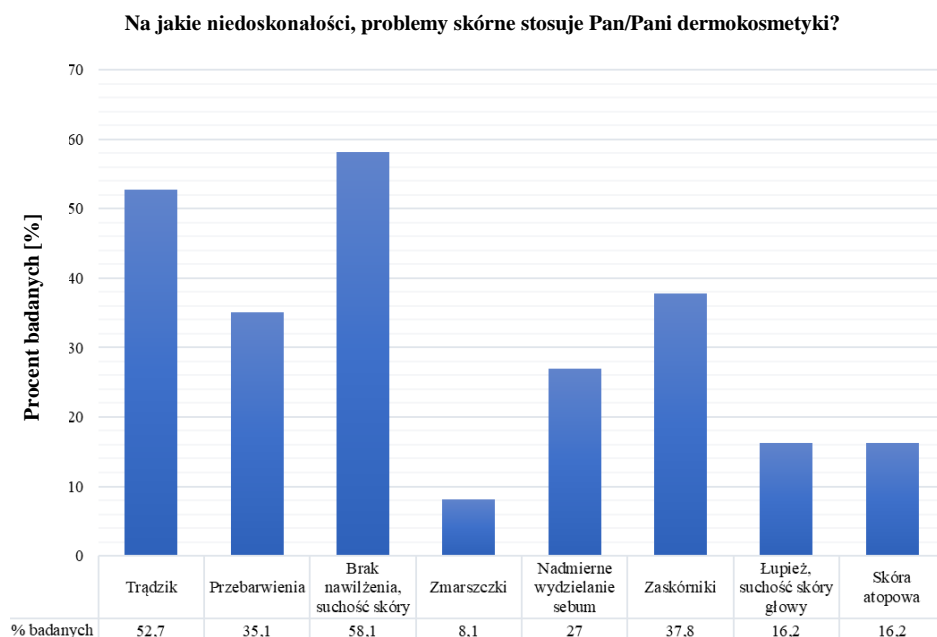


Ryc. 3. Marki dermokosmetyków wybierane przez ankietowanych

Wśród produktów oferowanych przez przemysł kosmetyczny można znaleźć preparaty przeznaczone do podstawowej pielęgnacji cery normalnej, a także problematycznej, najczęściej trądzikowej, atopowej, naczynkowej, z przebarwieniami oraz wrażliwej. Najnowsze trendy w rozwoju kosmeceutyków obejmują również ukierunkowanie na ochronę skóry przed promieniowaniem i uszkodzeniem oksydacyjnym, z naciskiem na składniki niedrażniące, poprawiające jej wygląd [Fredric i in. 2011]. W związku z tym podczas badania ankietowani zostali zapytani o problemy skórne, które skłaniają ich do korzystania z dermokosmetyków (ryc. 4).

Ponad połowa respondentów (58,1%) uważała, iż widoczny brak nawilżenia skóry jest główną przyczyną stosowania dermokosmetyków w codziennej pielęgnacji. Suchość skóry związana jest z zaburzoną barierą skórną oraz zmniejszonym wytwarzaniem białek i lipidów naskórka [Casetti i Wölfle 2011]. Porównywalnie, 52,7% badanych wskazało trądzik jako motywację do wyboru tych produktów. Trądzik jest bardzo powszechną chorobą skóry, szczególnie wśród nastolatków. Nowoczesne metody leczenia trądziku po zdiagnozowaniu przez specjalistów opierają się na stosowaniu preparatów nawilżających, oczyszczających i filtrów. Ponadto 37,8% ankietowanych (28 osób) wskazało jako przy-

czynę zaskórniki, 35,1% (26 osób) – przebarwienia, a 27% (20 osób) – nadmierne wydzielanie sebum. Wśród odpowiedzi 16,2% respondentów (12 osób) wymieniło również łupież i/lub suchość oraz atopowe zapalenie skóry, natomiast 8,1% (6 osób) – zmarszczki. W przedziale wiekowym, w jakim zostało przeprowadzone badanie (18–40 lat), najrzadziej występującą niedoskonałością okazały się zmarszczki, co zapewne wpłynęło na uzyskane wyniki. Na podstawie wyników badań przeprowadzonych wśród farmaceutów polskich aptek Sobolewska [2018] wykazała, że zapotrzebowanie na dermokosmetyki jest duże, a klienci głównie sięgali po produkty specjalistyczne na trądzik, atopowe zapalenie skóry, suchość skóry, łojotok oraz przebarwienia skóry.



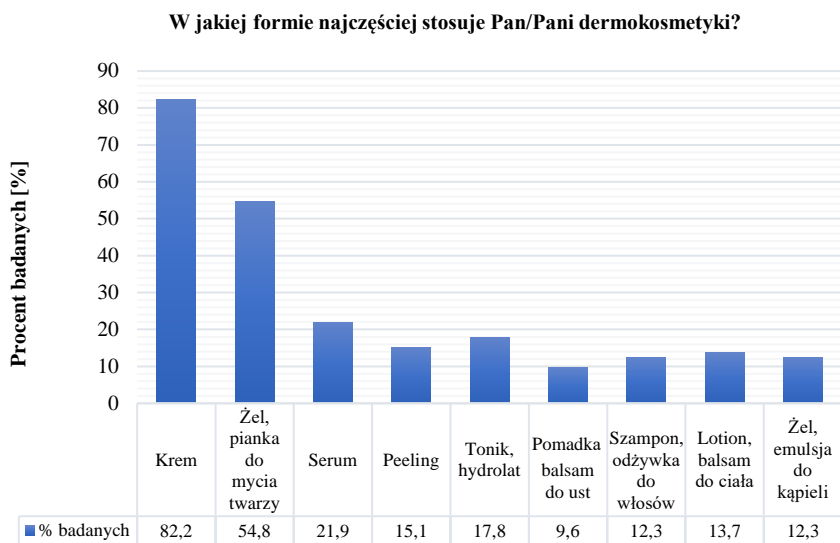
Ryc. 4. Przyczyny korzystania z dermokosmetyków

Ważne z punktu widzenia marketingowego jest miejsce dokonywania zakupu dermokosmetyków. Dla ponad połowy respondentów takim miejscem okazała się być apteka (61,6%) i drogeria (63%). Sugerując się analizami przeprowadzonymi w latach 2011–2019 przez Malinowską [2020], zauważyć można, iż po 2017 r. sprzedaż dermokosmetyków w przedsiębiorstwach drogeryjnych znacznie się rozwinęła i produkty te nie są już kojarzone jedynie z apteką. Celem zmiany miejsca dystrybucji dermokosmetyków było dążenie do pozyskania nowej i szerszej grupy konsumentów, którzy większą styczność z kosmetykami mieli w drogeriach aniżeli w aptekach czy punktach aptecznych [Politech Cosmetic Packaging 2018]. W związku z gwałtownym rozwojem skali zakupów przez Internet w ostatnich latach 46,6% ankietowanych (34 osoby) zadeklarowało, iż omawiane produkty kupuje w ten sposób. Wynika to zapewne z formy, ale też i możliwości

dokonania zakupu najbardziej korzystnego pod względem cenowym. Ponadto wprowadzone w 2012 r. przepisy zakazujące korzystania z reklam oraz narzędzi wspierających podaż, np. dermatokonsultacji w aptekach, spowodowały pojawienie się wątpliwości co do tradycyjnego kanału dystrybucji. Stąd na przestrzeni ostatnich lat producenci dermatokosmetyków podjęli się utworzenia kanału sprzedaży w nowych miejscach. Argumentowano to faktem braku dostępności pewnych produktów oraz marek w aptekach. Rozwiązaniem tego problemu było m.in. udostępnienie sprzedaży w sieciach drogerijnych [Lewandowska 2015], jak również przez Internet.

W Rozporządzeniu nr 1223/2009 zapisano, że produkty kosmetyczne mogą obejmować: kremy, emulsje, płyny, żele i oliwki do skóry, maseczki do twarzy, podkłady barwiące (płyny, pasty, pudry), pudry do makijażu, pudry po kąpieli, pudry higieniczne, mydła toaletowe, mydła dezodoryzujące, perfumy, wody toaletowe i kolońskie, środki do kąpieli i pod prysznic (sole, pianki, oliwki, żele), depilatory, dezodoranty i środki przeciw poceniu, barwniki do włosów, produkty do trwałej ondulacji, do prostowania i utrwalania włosów, produkty do układania włosów, produkty do mycia włosów (płyny, proszki, szampony), odżywki do włosów (płyny, kremy, oliwki), produkty do układania fryzury (płyny, lakiery, brylantyna), produkty do golenia (kremy, pianki, płyny), produkty do makijażu i demakijażu, produkty przeznaczone do warg, produkty do pielęgnacji zębów i jamy ustnej, produkty do pielęgnacji i malowania paznokci, produkty do higieny intymnej, produkty do opalania, produkty do samoopalania, produkty do rozjaśniania skóry i środki przeciw zmarszczkom.

W badaniu ankietowym zapytano respondentów również o wybieraną formę dermatokosmetyków, a uzyskane wyniki zaprezentowano na rycinie 5.



Ryc. 5. Forma dermatokosmetyków wybierana przez respondentów

Formy fizykochemiczne dermokosmetyków najczęściej stosowane przez respondentów w codziennej pielęgnacji skóry to kremy (82,2%) oraz żele lub pianki do mycia twarzy (54,8%). Używanie kremów zapewnia prawidłowe nawilżenie skóry, wzmacnianie i regenerację bariery hydrolipidowej. Żele, pianki czy emulsje do mycia twarzy służą głównie do oczyszczania skóry z zanieczyszczeń. Inne formy dermokosmetyków – serum (21,9%), toniki (17,8%) i peelingi (15,1%) – nie znajdują tak częstego zastosowania w rutynowej pielęgnacji.

Przeprowadzone w ramach niniejszej pracy badanie umożliwiło ponadto określenie, czy respondenci dostrzegają różnicę między kosmetykami drogowymi a dermokosmetykami. 87,8% ankietowanych (65 osób) wskazało, że dostrzega różnicę w jakości między dermokosmetykami a kosmetykami. Pozostałe 12,2% respondentów oceniło dermokosmetyki i kosmetyki klasyczne jako wyroby tej samej klasy i jakości.

Na zadane pytanie odnoszące się do oceny efektywności stosowania dermokosmetyków 54,1% ankietowanych odpowiedziało, iż zauważyło rezultaty ich stosowania, potwierdzając efekt deklarowany przez producenta na opakowaniu. 24,3% osób uznało efekty za znaczące. Na niewielkie efekty stosowania wskazało 21,6% respondentów.

Respondenci zostali poproszeni również o punktową ocenę dermokosmetyków (skala 1–5). Ocenę bardzo dobrą (5 pkt) przyznało 31,1% ankietowanych, natomiast 51,4% – ocenę dobrą (4 pkt). Łącznie bardzo dobrze i dobrze oceniło dermokosmetyki ponad 80% respondentów, a zatem ogólnie otrzymały one wysoką notę.

Podsumowanie

Prawidłowy dobór i stosowanie dermokosmetyków miejscowych ma zasadnicze znaczenie w pielęgnacji skóry. Efekt zdrowotny jest kluczowym aspektem w wyborze dermokosmetyków w porównaniu z kosmetykami tradycyjnymi. Znajomość i wiarygodność marki oraz oferta producenta przekłada się na wybór dokonywany przez osoby stosujące lub planujące stosowanie specjalistycznych preparatów kosmetycznych. Mimo zwiększonego popytu na zakupy online konsumenci w celu nabycia dermokosmetyków wybierają także stacjonarne punkty, tj. aptekę czy drogerię. Prawdopodobnie rynek dermokosmetyków będzie w dalszym ciągu prężnie się rozwijał, a preferencje klientów mogą się zmieniać, dlatego też w przyszłości potrzebne są dalsze badania w tym zakresie.

Bibliografia

- Bielawa A., 2011. Postrzeganie i rozumienie jakości – przegląd definicji jakości. Stud. Prac. Wydz. Nauk Ekon. Zarz. 21, 143–152.
- Casetti F., Wölfle U., 2011. Dermocosmetics for dry skin. A new role for botanical extracts. *Ski. Pharma. Physiol.* 24(6), 289–293, <https://doi.org/10.1159/000329214>.
- Draelos Z., 2009. MD Cosmeceuticals: undefined, unclassified, and unregulated. *Clinic. Dermatol.* 27, 431–434, <https://doi.org/10.1016/j.clindermatol.2009.05.005>.
- Dreno B., Araviiskaia E., Berardesca E., Bieber T., Hawk J., Sanchez-Viera M., Wolkenstein P., 2014. The science of dermocosmetics and its role in dermatology. *J. Eur. Acad. Dermatol. Venereol.* 28(11), 1409–1417, <https://doi.org/10.1111/jdv.12497>.

- Fredric S., Brandt M., Cazzaniga A., Hann M., 2011. Cosmeceuticals. Current trends and market analysis. *Semin. Cutan. Med. Surg.* 30, 141–143.
- Gajewska P., Kajstura M., Lebioda G., 2013. Jakość jako determinanta w procesie zakupu. *Zesz. Nauk. Wyż. Szk. Hum. Zarz.* 2, 235–248.
- Karaszewski R., 2005. Zarządzanie jakością. Koncepcje, metody i narzędzia stosowane przez liderów światowego biznesu. Dom Organizatora, Toruń.
- Król J., Brodziak A., 2021. Dobre praktyki produkcyjne w przemyśle kosmetycznym. W: *Wybrane aspekty biokosmetyologii*, M. Chwil, B. Denisow (red.), Wyd. UP, Lublin, 301–314.
- Lewandowska L., 2015. Dermokosmetyki – rynkowe pozycjonowanie. *Kosmetyki* 3, 14–21.
- Malinowska P., 2020. Jakość dermokosmetyków w ocenie konsumentów i ekspertów. Wyd. UEP, Poznań.
- Marczewska J., Mysłowska K., 2018. GMP w przemyśle farmaceutycznym. *LAB* 3, 34–38.
- Mruk H., Pilarczyk B., Michalik M., 2014. Marketing strategiczny na rynku farmaceutycznym. Wolters Kluwer, Warszawa.
- Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 16 września 2021 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy – Prawo farmaceutyczne (Dz. U. 2021 poz. 1977).
- Politech Cosmetic Packaging, 2018. Stały wzrost wartości rynku dermokosmetyków. Dlaczego klienci upodobałi sobie te produkty? <https://politech.pl/blog/staly-wzrost-wartosci-rynku-dermokosmetykow-dlaczego-klienci-upodobali-produkty/> [dostęp: 15.03.2022].
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1223/2009/WE z dnia 30.11.2009 r. dotyczące produktów kosmetycznych (Dz. U. L 342/59).
- Rzeźnik S., Kordus K., Śpiewak R., 2012. "Cosmeceuticals" and "dermoc cosmetics" – a unique category of skin care products or a plain marketing trick? *Estetol. Med. Kosmetol.* 2(4), 101–103, <https://doi.org/10.14320/EMK.2012.021>.
- Sobolewska N., 2018. Rynek dermokosmetyków w aptece – na podstawie badań przeprowadzonych wśród farmaceutów, <http://managerapteki.pl/rynek-dermoko-smetykow-w-aptece-na-podstawie-badan-przeprowadzonych-wsrod-farmaceutow/> [dostęp: 15.03.2022].
- Ustawa z dnia 4 października 2018 r. o produktach kosmetycznych (Dz.U. 2018 poz. 2227).

Izolacja i charakterystyka bakterii pozyskanych z kimchi oraz kiszonej rzodkiewki

Isolation and characterization of bacteria isolated from kimchi and pickled radish

Żywność fermentowana to produkty wytwarzane w wyniku kontrolowanego wzrostu mikroorganizmów i przemiany składników żywności poprzez działanie enzymatyczne. Rzodkiewka (*Raphanus sativus*) jest powszechnie wykorzystywana w Azji do fermentacji od ponad 1500 lat, ponieważ jest dostępna przez cały rok oraz jest jedną z głównych roślin uprawnych w Kotlinie Syczańskiej w Chinach [Yang i in. 2018]. Pikle z rzodkiewki są ważnym fermentowanym produktem ze względu na ich wysoką wartość leczniczą oraz odżywczą. Mikroorganizmy biorące udział w fermentacji rzodkiewki to przede wszystkim bakterie kwasu mlekowego. W początkowym etapie procesu ich fermentacji dominuje *Pediococcus pentosaceus*, w późniejszym zaś *Lactiplantibacillus plantarum* [Pardali i in. 2017]. Kimchi to fermentowane warzywa (w jego skład wchodzi najczęściej kapusta, rzodkiew lub rzepa, a także ogórek, czosnek, cebula i chili) zmieszane z pikantnymi przyprawami, będące tradycyjną koreańską żywnością fermentowaną. Jakość kimchi produkowanego w warunkach domowych różni się jednak ze względu na fermentujące mikroorganizmy i różne warunki środowiskowe, takie jak temperatura, pH, tlen, zawartość soli, gatunek kapusty czy składniki dodatkowe [Lim i in. 1989]. Mikroorganizmy biorące udział w fermentacji kimchi obejmują ok. 200 gatunków bakterii, przede wszystkim bakterie kwasu mlekowego (LAB) [Lee i in. 2011]. Najważniejszym organizmem podczas wczesnego i środkowego etapu fermentacji kimchi jest *Leuconostoc mesenteroides* [Chang i Chang 2010, Jung i in. 2014], w trakcie późniejszych etapów fermentacji dominują bakterie, takie jak *Lactiplantibacillus plantarum*, które powodują większe zakwaszenie kimchi poprzez wzmożoną produkcję kwasu mlekowego.

LAB to gram-dodatnie, fakultatywnie beztlenowe lub mikroaerofilne, niezarodnikujące, tolerujące kwasy i katalazę bakterie o zróżnicowanej morfologii (długie pałeczki, krótkie pałeczki, ziarniaki typu paciorkowcowego). LAB wykorzystywane są do produkcji żywności fermentowanej dzięki produkcji enzymów pozwalających na przekształcenie materii organicznej zawartej w matrycy żywnościowej. Bakterie te są zdolne do wytwarzania różnych związków przeciwdrobnoustrojowych, w tym kwasów organicznych, nadtlenku wodoru oraz bakteriocyn (substancji antybiotycznych). Dzięki zdolności do zakwaszania środowiska i enzymatycznej degradacji związków roślinnych, bakterie te mogą modyfikować teksturę, właściwości organoleptyczne i smak produktu oraz zwiększać biodostępność składników matrycy roślinnej [McFeeters 2004]. Fermentacja

¹ Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii, filipzakmielec@gmail.com

z udziałem LAB nie tylko wpływa na smak, aromat czy konsystencję produktu spożywczego, ale także obniża pH tego produktu, co przekłada się na bezpieczeństwo żywności poprzez hamowanie wzrostu innych bakterii [Lee 1997]. Zastosowanie LAB w produkcji żywności funkcjonalnej cieszy się coraz większym zainteresowaniem na rynku ze względu na ich właściwości prozdrowotne [Gerez i in. 2012].

Bakterie kwasu mlekowego to jedna z najważniejszych grup organizmów probiotycznych, której kilka szczepów jest zdolnych do bytowania w jelicie cienkim i odpornych na ekstremalne warunki środowiskowe panujące w przewodzie pokarmowym, tj. niskie pH, obecność soli żółciowych i innych naturalnych inhibitorów wzrostu oraz interakcje z innymi mikroorganizmami. Ponadto bakterie te mogą poprawić trawienie laktozy, stymulować układ odpornościowy oraz zapobiegać i leczyć biegunkę [Ashraf i Shah 2014]. Najważniejszymi wymaganiami przy wyborze szczepów mikroorganizmów probiotycznych do stosowania w żywności są żywotność i przetrwanie bakterii w produkcie w odpowiedniej liczbie [Heller 2001, Gerez i in. 2012]. Mikroorganizmy probiotyczne są w większości pochodzenia ludzkiego bądź zwierzęcego, jednakże niektóre badania wykazują, że szczepy uznawane za probiotyki występują także w fermentowanej żywności pochodzenia niemlecznego [Schrezenmeir i de Vrese 2001].

Celem niniejszej pracy była izolacja oraz charakterystyka morfologiczna, fizjologiczna i biochemiczna bakterii pozyskanych z kimchi oraz kiszonej rzodkiewki polskiego pochodzenia.

Materiały i metodyka

Izolacja bakterii z kimchi oraz kiszonej rzodkiewki

Materiał do izolacji bakterii kwasu mlekowego stanowiło kimchi (czas fermentacji: 2 tygodnie; skład: kapusta pekińska, biała rzepa, imbir, czosnek, cebula, gruszka, sos rybny, papryka gochugaru, mąka ryżowa, sól, cukier i woda) i rzodkiewka kiszona (czas fermentacji: 2 tygodnie; skład: rzodkiewka, czosnek, sól i woda). Rozdrobnione kiszonki (w ilości ok. 1 g) rozpuszczono w 9 ml 0,9% NaCl, inkubowano przez 15 min, po czym wykonano szereg 10-krotnych rozcieńczeń w soli fizjologicznej (od 10^{-1} do 10^{-6}). Poszczególne rozcieńczenia produktów (w dwóch powtórzeniach) wysiano powierzchniowo na agar MRS. Płytki inkubowano w termostacie w 30°C przez 72 h. Po tym czasie określono ilość bakterii występującą w obu produktach. Pozyskane czyste kultury przeszczepiono na świeże płynne podłoże MRS. Scharakteryzowano morfologie wyselekcjonowanych kolonii i wykonano barwienie metodą Grama. Obserwacje kształtu bakterii przeprowadzono z zastosowaniem mikroskopu optycznego (powiększenie 100 razy). W celu długotrwałego przechowywania zbankowano hodowle w temperaturze -20°C w bulionie MRS zawierającym glicerol.

Wpływ pH na wzrost bakterii

Wpływ pH na wzrost LAB badano poprzez zaszczepienie badanymi izolatami probiówek z płynnym podłożem MRS (po 10 ml) o czterech wartościach pH, tj. 6,5; 4; 3 i 2.

Zaszczepione hodowle inkubowano przez 48 h i zmierzono wartości gęstości optycznej OD_{600} (w czasie 0 oraz po 24 h i 48 h inkubacji). Następnie przygotowano szalki z podłożem stałym MRS i wysiano po oczku eży z bakteriami z hodowli o różnym pH celem określenia ich żywotności. Prowadzono hodowlę bakterii w termostacie w 30°C przez 72 h. W oparciu o uzyskane wyniki wyselekcjonowano 10 izolatów (5 z kimchi oraz 5 z kiszzonej rzodkiewki) odpornych na szeroki zakres pH, które poddano dalszej charakterystyce.

Biochemiczna charakterystyka izolatów z kimchi oraz kiszzonej rzodkiewki

Określenie zdolności izolatów do fermentacji glukozy, laktozy i redukcji tiosiarczynu do H_2S . Słupko-skosy z podłożem Kliglera Hajna zaszczerpiono badanymi izolatami bakterii. Posiew wykonano zarówno na powierzchni skosu, jak i w głąbnie. Prowadzono inkubacje w 30°C przez 48 h, po czym określano zabarwienie słupka oraz skosu.

Określenie zdolności izolatów do asymilowania cytrynianu jako jednego źródła węgla. Skosy z podłożem Simmonsa zaszczerpiono badanymi izolatami bakterii. Posiew wykonano na powierzchni skosu. Prowadzono inkubacje w 30°C przez 48 h, po czym określono zabarwienie podłoża.

Test Voges Proskauera oraz z czerwieni metylową. Oznaczenia te służą do określenia cech metabolizmu glukozowego zaszczerpiono badanymi izolatami bakterii. Posiew wykonano w głąbnie. Prowadzono inkubacje w 30°C przez 48 h. Następnie określano obecność pośredniego produktu metabolizmu glukozowego – acetylometylokarbinolu (acetoiny) poprzez reakcję Vogesa-Proskauera (do 2 ml hodowli dodano 0,5 ml 40% roztworu KOH oraz 0,5 ml 6% roztworu α -naftolu w alkoholu, po czym obserwowano zabarwienie podłoża) oraz badano końcowe pH pożywki za pomocą czerwieni metylenowej, a następnie określono zabarwienie podłoża.

Określanie zdolności proteolitycznych izolatów. Skosy z agarem odżywcym ze-stalonym 15% żelatyną zaszczerpiono badanymi izolatami bakterii. Wykonano posiew w głąbny poprzez wkłucie igłą. Prowadzono inkubacje w temperaturze ok. 20–22°C przez 24 h, po czym określono zdolność bakterii do rozrzedzania żelatyny.

Określenie zdolności izolatów do rozkładu tryptofanu do indolu. Podłoże z tryptofanem zaszczerpiono badanymi izolatami bakterii. Posiew wykonano oczkiem eży z bakteriami. Prowadzono inkubacje w 30°C przez 24 h. Po inkubacji zbadano obecność indolu dodając do 0,5 ml hodowli 5–6 kropli odczynnika Ehrlicha-Kovacsza (skład: p-dimetyloaminobenzaldehyd 8 g, HCl stężony 160 cm³, 96-procentowy alkohol etylowy 760 cm³), po czym określono, czy pojawiło się różowo-czerwone zabarwienie na powierzchni podłoża.

Detekcja bakterii kwaszących typu mlekowego. Podłoże Blickfeldta zaszczerpiono badanymi izolatami bakterii. Posiew wykonano punktowo na powierzchni pożywki. Prowadzono inkubacje w 30°C przez 48 h, po czym określono strefy przejaśnienia wokół posianych bakterii.

Określenie zdolności izolatów do fermentacji mannitolu. Podłoże Chapmana zaszczerpiono badanymi izolatami bakterii. Posiew wykonano powierzchniowo. Prowadzono inkubacje w 30°C przez 48 h, po czym określono zabarwienie podłoża.

Oznaczanie aktywności β -galaktozydazy. Hodowle badanych izolatów rozcieńczono 10-krotnie w buforze Z, po czym spektrofotometrycznie zmierzono ich OD₆₀₀. Do zawiesin bakteryjnych dodano 20 μ l 0,1% SDS oraz 20 μ l chloroformu i 1,5 ml bufor Z (skład: bufor fosforanowy z KCl, MgSO₄, SDS i β -merkaptoetanol). Zawartość każdej probówki wymieszano przez worteksowanie, a następnie otwarte próbki inkubowano przez 10 min w celu odparowania chloroformu. Do każdej probówki dodano roztwór ONPG (roztwór 0,4% O-nitrofenylo- β -D-galaktozydu w buforze Z) i wstawiono do termobloku do 37°C na 10 min. Reakcję zatrzymano poprzez dodanie 1M Na₂CO₃, a następnie zmierzono wartość OD₄₂₀ wszystkich prób. Obliczono aktywność β -galaktozydazy wg wzoru [Miller 1972]:

$$\text{Aktywność } \beta\text{-gal [j. Millera]} = (\text{Abs}_{420}/t \cdot v \cdot \text{Abs}_{600}) \cdot 1000$$

gdzie: t – czas (w min.) od momentu dodania ONPG do momentu dodania Na₂CO₃;
v – objętość hodowli wyjściowej (1 ml)

Test na katalazę. Wymieszano niewielką ilość komórek izolatów z kroplą 10-procentowego roztworu wody utlenionej, po czym obserwowano, czy zaszła reakcja rozpadu nadtlenu wodoru.

Test służący do różnicowania bakterii laktazo-dodatnich oraz laktazo-ujemnych. Podłoże z błękitem chińskim i laktozą zaszczepiono badanymi izolatami bakterii. Posiew wykonano punktowo na powierzchni pożywki. Prowadzono inkubacje w 30°C przez 48 h, po czym określono zabarwienie podłoża.

Zdolność izolatów do wzrostu na różnych źródłach węgla

Z wykorzystaniem automatycznego czytnika wzrostu drobnoustrojów Bioscreen C określono zdolność wyselekcjonowanych izolatów do wzrostu na różnych źródłach węgla. Przygotowano zawiesiny bakterii w soli fizjologicznej, o gęstości optycznej OD₆₀₀ ok. 0,5. Bakterie hodowano w podłożu MRS z dodatkiem 2% źródeł węgla, takich jak: glukoza, fruktoza, galaktoza, maltoza, sacharoza, ksyloza oraz laktoza. Do dołków płytki typu Honeycomb (100-dołkowej) naniesiono po 350 μ l pożywek (w trzech powtórzeniach), a następnie dołki zaszczepiano przez dodanie 50 μ l odpowiedniej zawiesiny bakteryjnej (poza dołkami stanowiącymi kontrolę tła). Eksperymenty przeprowadzono w warunkach tlenowych, mierząc OD przy długości fali 600 nm co 2 h przez 48 h. Następnie wykreślono krzywe wzrostu bakterii.

Właściwości przeciwdrobnoustrojowe izolatów z kimchi oraz kiszzonej rzodkiewki

Płytki z agarem odżywczym zaszczepiono osobno trzema gatunkami bakterii: *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli* i *Staphylococcus aureus* (naniesiono 100 μ l zawiesiny bakterii i rozprowadzono głaszczką po powierzchni pożywki). W płytkach wycięto po 4 studzienki. Odwirowano po 1 ml hodowli z każdego z izolatów (5 min, 10 000 rpm), a następnie do studzienek w agarze naniesiono po 10 μ l, 20 μ l, 50 μ l i 100 μ l supernatantu z hodowli badanych izolatów. Płytki inkubowano w temperaturze 37°C przez 24 h, a następnie zmierzono średnice strefy zahamowania wzrostu patogenów wokół studzienek z supernatantem.

Wyniki

Izolacja bakterii z kimchi oraz kiszonej rzodkiewki

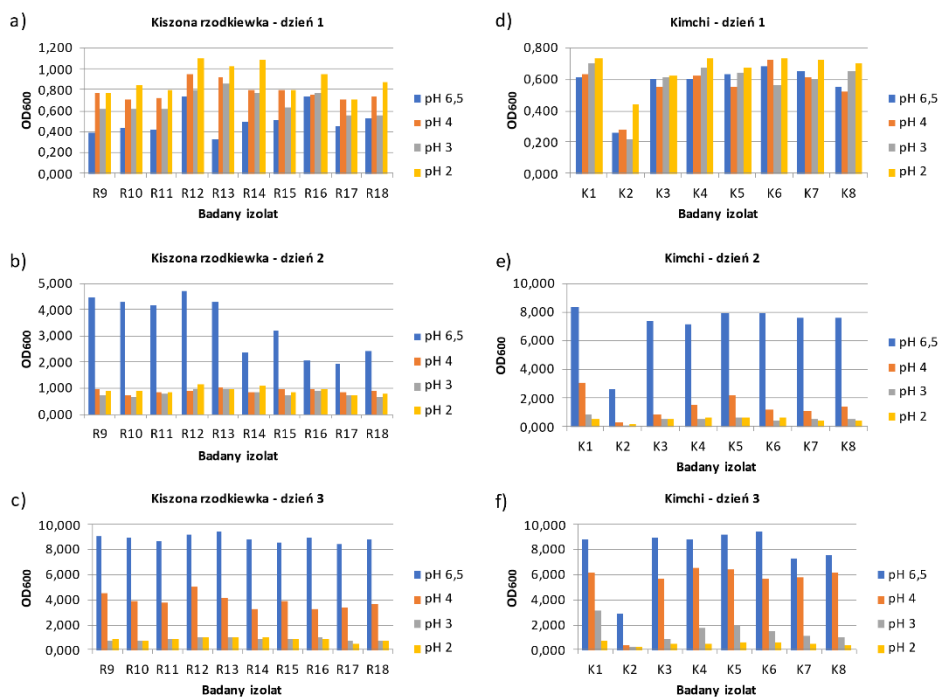
Obserwacje mikroskopowe wybarwionych izolatów wykazały, że wszystkie pozyskane bakterie są Gram-dodatnie i mają kształt pałeczki.

Ilość bakterii z kimchi wyniosła $1,04 \cdot 10^7$ CFU/ml, a z kiszonej rzodkiewki $1,4 \cdot 10^4$ CFU/ml.

Dla szczepów wyizolowanych z kimchi przyjęto oznaczenia literowe K1 – K8, natomiast z kiszonej rzodkiewki R9-R18.

Wpływ pH na wzrost bakterii

Doświadczenie wykazało, że pozyskane izolaty bakterii najlepiej rosną na pożywce o pH = 6,5 oraz pH = 4, gorzej zaś w pH = 3 i pH = 2. Na podstawie przedstawionych wyników (ryc. 1) wybrano 10 izolatów charakteryzujących się największą odpornością na niskie pH środowiska i wykazujących przeżywalność w szerokim zakresie pH, tj. izolaty K1, K4, K5, K6, K7, K9, K11, R12, R13, R15.



Ryc. 1. Zmiany gęstości optycznej hodowli (OD₆₀₀) w ciągu 3 dni dla izolatów kiszonej rzodkiewki (a–c) oraz kimchi (d–f) na pożywkach o różnym pH

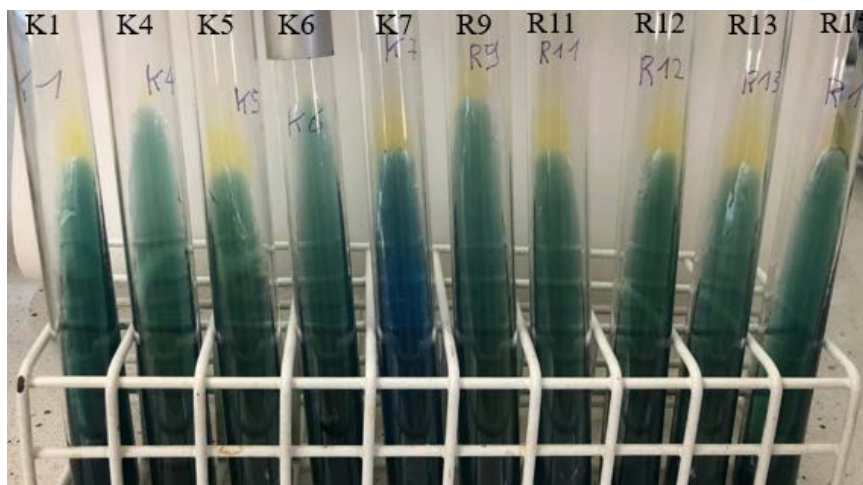
Biochemiczna charakterystyka izolatów z kimchi oraz kiszzonej rzodkiewki

Określenie zdolności izolatów do fermentacji glukozy, laktozy i redukcji tiosiarczanu do H₂S. Z przeprowadzonych badań wynika, że wszystkie izolaty fermentują glukozę (żółty słupek), tylko K7 i R9 nie fermentują laktozy (czerwony skos) oraz żaden szczep nie redukuje tiosiarczanu do H₂S (brak zacinienia) – tabela 1.

Tabela 1. Przedstawienie wyników określających zdolność izolatów do fermentacji glukozy, laktozy i redukcji tiosiarczanu do H₂S na podłożu Kliglera-Hajna

Numer izolatu	Fermentacja glukozy	Fermentacja laktozy	Produkcja H ₂ S
K1	+	+	-
K4	+	+	-
K5	+	+	-
K6	+	+	-
K7	+	-	-
R9	+	-	-
R11	+	+	-
R12	+	+	-
R13	+	+	-
R15	+	+	-

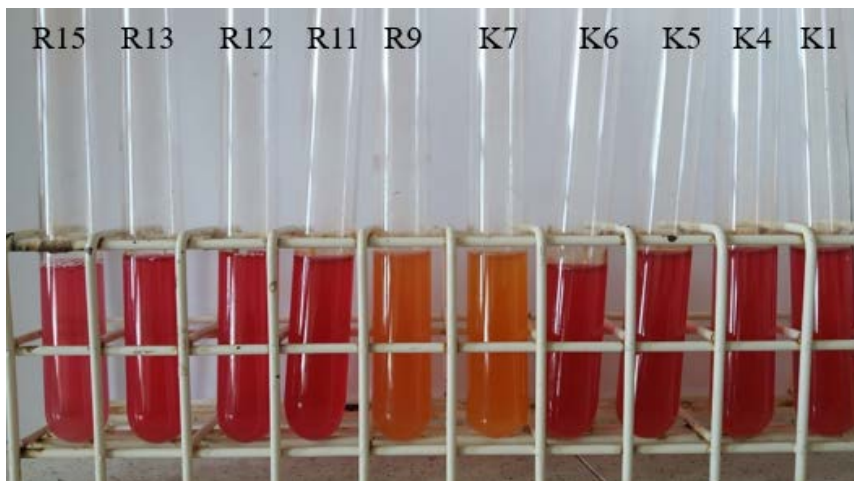
Określenie zdolności izolatów do asymilowania cytrynianu jako jednego źródła węgla. Z obserwacji zabarwienia podłoża Simmons'a wynika, że jedynie szczep K7 jest w stanie wykorzystać cytrynian jako źródło węgla (zaszła alkalizacja podłoża i zmiana koloru zawartego w nim błękitu bromotymolowego na niebieski) – fot. 1.



Fot. 1. Wyniki zmiany zabarwienia podłoża Simmons'a dla badanych izolatów

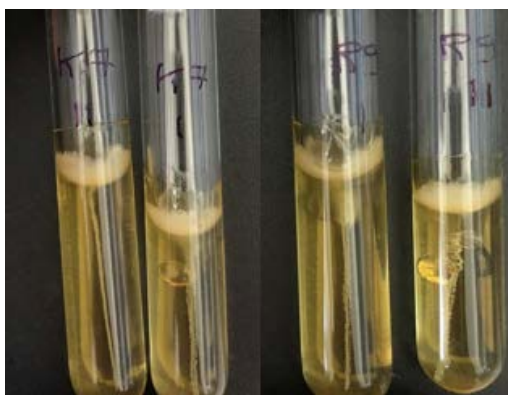
Test Voges Proskauera oraz z czerwienią metylową. W teście Voges Proskauera w żadnej z próbek nie wystąpiło czerwone zabarwienie, co wskazuje na to, że żaden z badanych izolatów nie wytwarza acetoiny jako produktu pośredniego metabolizmu glukozowego.

W teście z czerwienią metylenową zaobserwowano, że szczepy K1, K4, K5, K6 oraz R11, R12, R13, R15 wytwarzają kwaśne produkty, ponieważ podłoże przyjęło czerwone zabarwienie. W przypadku szczepów K7 i R9 zaobserwowano barwę pomarańczową, co świadczy o tym, że dochodzi do lekkiego zakwaszenia podłoża (nie ma dużego nagromadzenia kwaśnych produktów) – fot. 2.



Fot. 2. Wyniki zmiany zabarwienia hodowli badanych izolatów na podłożu Clarka-Lubsa pod wpływem czerwieni metylenowej

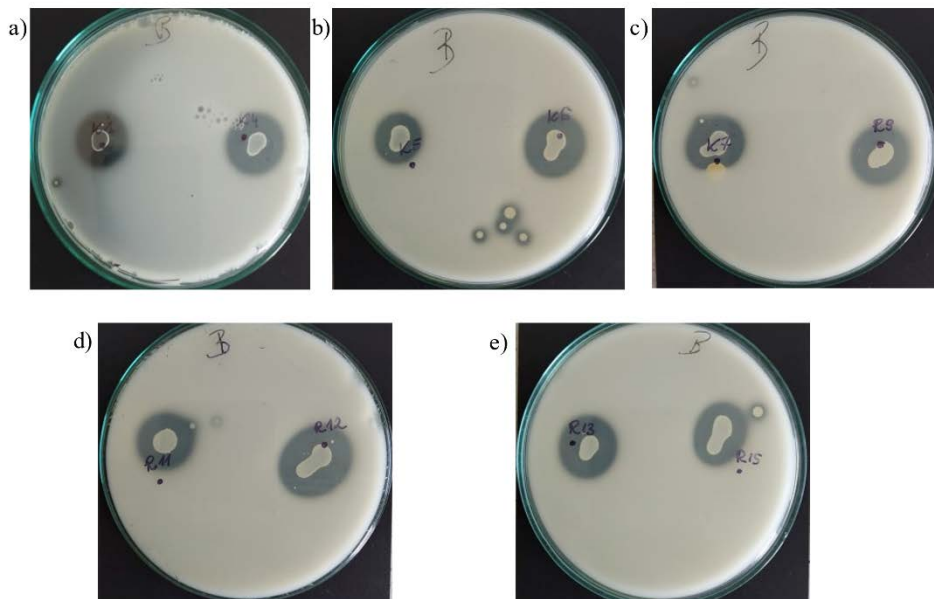
Określanie zdolności proteolitycznych izolatów. Żaden z badanych izolatów nie spowodował rozrzedzenia żelatyny, co sugeruje, że nie wykazują właściwości proteolitycznych (fot. 3).



Fot. 3. Wyniki badania zdolności proteolitycznych dla szczepu K7 (z lewej) i K9 (z prawej) w dwóch powtórzeniach

Określenie zdolności izolatów do rozkładu tryptofanu do indolu. Badane szczepy nie rozłożyły tryptofanu do indolu, świadczy o tym żółta barwa podłoża z tryptofanem (brak zmiany zabarwienia po dodaniu odczynnika Ehrlicha-Kovacsza).

Oznaczenie bakterii kwaszących. Zaobserwowano przejrzyste strefy wokół każdej z kolonii, co jest związane z wytwarzaniem kwasów organicznych przez badane bakterie (fot. 4).



Fot. 4. Strefy przejśnienia wokół kolonii izolatów rosnących na podłożu z węglanem wapnia
a) K1 i K4, b) K5 i K6, c) K7 i R9, d) R11 i R12, e) R13 i R15

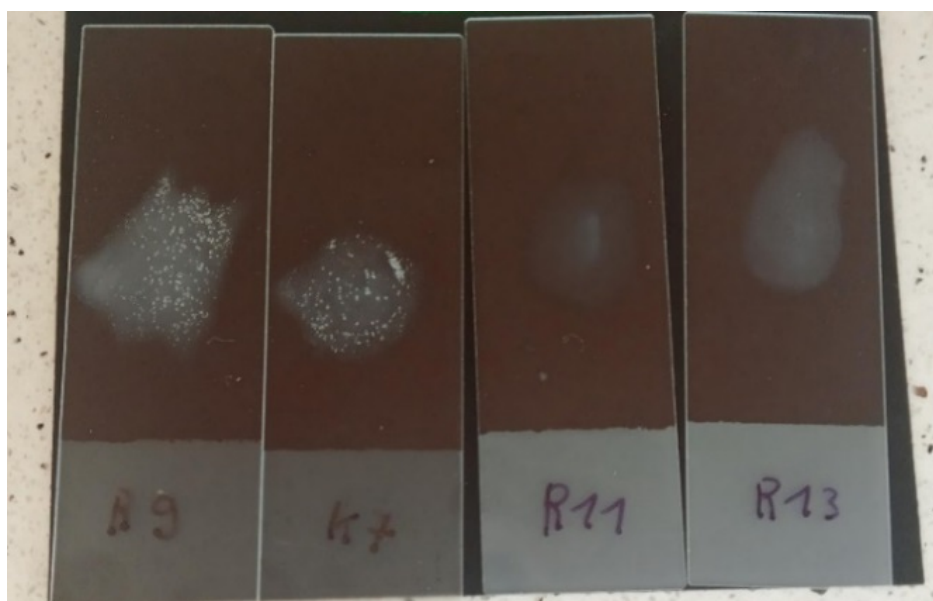
Określenie zdolności izolatów do fermentacji mannitolu. Na podłożu zawierającym mannitol zaobserwowano jedynie słaby wzrost szczepów K7 i R9. Brak wzrostu pozostałych szczepów świadczy o braku zdolności tych bakterii do fermentacji mannitolu. Nie zaobserwowano zmiany zabarwienia podłoża przy żadnym z posianych szczepów.

Oznaczenie aktywności β -galaktozydazy. Na podstawie oznaczenia aktywności β -galaktozydazy zaobserwowano, że wszystkie izolaty poza K6 posiadają zdolność do rozkładu laktozy. Można zaobserwować, że największą aktywność posiada szczep R15, a najmniejszą K5 (tab. 2).

Test na katalazę. Test wykazał, że jedynie izolaty K7 i R9 wytwarzają katalazę, a więc nie należą do bakterii kwaszących typu mlekowego jak pozostałe izolaty (fot. 5).

Tabela 2. Aktywność β -galaktozydazy dla poszczególnych szczepów

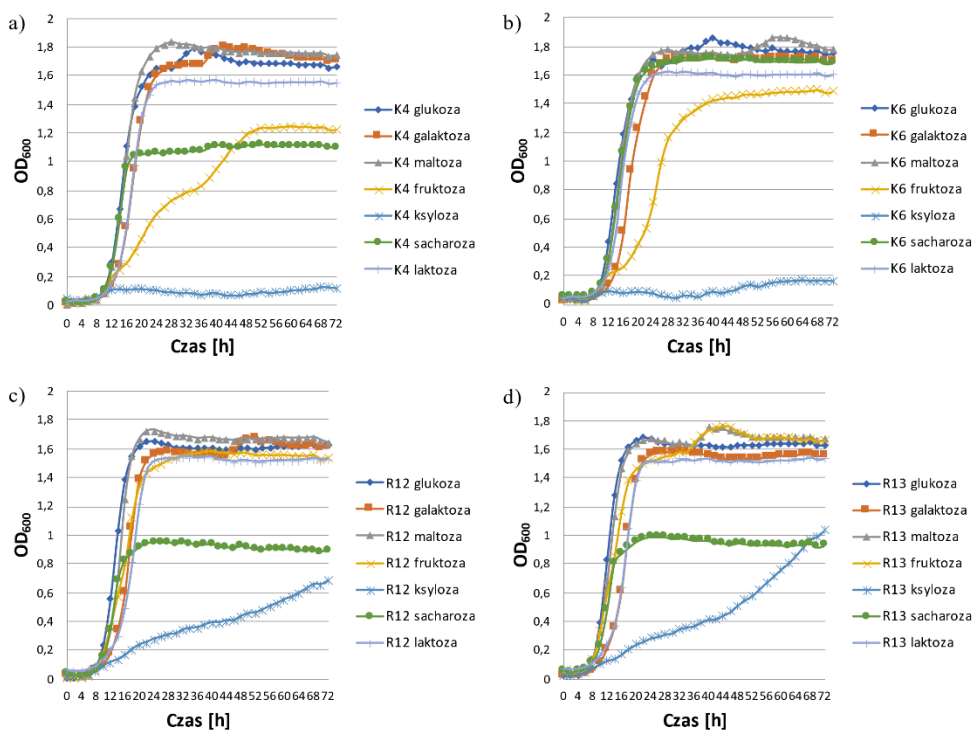
Szczep	Aktywność β -galaktozydazy [j. Millera]
K1	45,5
K4	29,0
K5	15,2
K6	0,0
K7	17,8
R9	26,9
R11	25,1
R12	37,7
R13	16,6
R15	82,3



Fot. 5. Porównanie wyników testu na wytwarzanie katalazy dla wybranych izolatów (od lewej: R9, K7, R11 i R13)

Test służący do zróżnicowania bakterii laktazo-dodatnich oraz laktazo-ujemnych. Zaobserwowano nieznaczny wzrost badanych izolatów na podłożu z błękitem chińskim i laktozą, co świadczy o wykorzystywaniu laktozy z podłoża. Nie wystąpiły strefy przejaśnienia wokół kolonii.

Zdolność izolatów do wzrostu na różnych źródłach węgla



Ryc. 2. Przykładowe krzywe wzrostu dla badanych izolatów na różnych źródłach węgla: a) K4, b) K6, c) R12, d) R13

Z uzyskanych danych wynika, że izolaty bakterii R9, R11, R12, R13 i R15 rosną na każdym badanym źródle węgla (glukoza, galaktoza, maltoza, fruktoza, ksyloza, sacharoza, laktoza), jednak najsłabiej na podłożu z sacharoza oraz ksylozą, a szczepy K1, K4, K5, K6 i K7 są zdolne do fermentacji każdego cukru z wyjątkiem ksylozy. Szczepy K1, K4, K5 rosną słabiej na podłożu z fruktozą w porównaniu z K6 i K7, zaś K1 i K4 rosną słabiej na podłożu z sacharozą w porównaniu do K5, K6 i K7 (ryc. 2).

Właściwości przeciwdrobnoustrojowe izolatów z kimchi oraz kiszonej rzodkiewki

Doświadczenie wykazało, że prawie wszystkie z badanych izolatów wykazują aktywność przeciwdrobnoustrojową wobec szczepów wskaźnikowych takich jak *S. aureus*, *E. coli* oraz *B. subtilis*. Wyjątkiem jest izolat K7, który nie wykazuje aktywności przeciwdrobnoustrojowej wobec *Escherichia coli* i *Bacillus subtilis*. Wielkość strefy zahamowania wzrostu szczepu wskaźnikowego zależy jest od objętości supernatantu (Tabela 3).

Tabela 3. Wielkość strefy zahamowania wzrostu szczepów wskaźnikowych wobec badanych izolatów

Numer izolatu	Strefa zahamowania wzrostu szczepów wskaźnikowych [mm]											
	<i>Staphylococcus aureus</i>				<i>Escherichia coli</i>				<i>Bacillus subtilis</i>			
	naniesiona objętość supernatantu [μl]											
	10	20	50	100	10	20	50	100	10	20	50	100
K1	0	13	15	24	0	14	16	23	0	12	15	26
K4	0	0	15	22	0	0	0	25	0	11	15	21
K5	0	0	14	20	0	14	16	25	14	19	17	25
K6	0	14	15	23	0	0	14	22	9	15	17	26
K7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	19	23
R9	0	0	0	18	0	14	20	24	12	14	18	22
R11	0	0	16	23	0	13	19	23	11	15	21	28
R12	0	0	16	18	12	14	17	25	11	14	16	20
R13	0	0	14	21	0	14	19	23	8	13	15	20
R15	0	0	25	29	0	13	15	23	10	13	18	24

Podsumowanie

Badane izolaty bakterii wyróżniają się zdolnością do wzrostu i przeżycia w niskim pH, zdolnością do fermentacji różnych cukrów oraz aktywnością przeciwdrobnoustrojową wobec patogenów. Wyniki przeprowadzonych doświadczeń wskazują na potencjał zastosowania wyizolowanych szczepów bakterii do produkcji preparatów probiotycznych.

Bibliografia

- Ashraf R., Shah NP., 2014. Immune system stimulation by probiotic microorganisms. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 54(7), 938–956, <https://doi.org/10.1080/10408398.2011.619671>.
- Chang J.Y., Chang H.C., 2010. Improvements in the quality and shelf life of kimchi by fermentation with the induced bacteriocin-producing strain, *Leuconostoc citreum* GJ7 as a starter. J Food Sci. 75(2), M103-10, <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2009.01486.x>.
- Gerez C.L., Font de Valdez G., Gigante M.L., Grosso C.R., 2012. Whey protein coating bead improves the survival of the probiotic *Lactobacillus rhamnosus* CRL 1505 to low pH. Lett Appl Microbiol. 54(6), 552–556, <https://doi.org/10.1111/j.1472-765X.2012.03247.x>.
- Heller K.J., 2001. Probiotic bacteria in fermented foods: product characteristics and starter organisms. Am. J. Clin. Nutr. 73(2 Suppl), 374S–379S, <https://doi.org/10.1093/ajcn/73.2.374s>.
- Jung J.Y., Lee S.H., Jeon C.O., 2014. Kimchi microflora: history, current status, and perspectives for industrial kimchi production. Appl. Microbiol. Biotechnol. 98(6), 2385–2393, <https://doi.org/10.1007/s00253-014-5513-1>.
- Lee C.H., 1997. Lactic acid fermented foods and their benefits in Asia. Food Control 8, 259–269.

- Lee H., Yoon H., Ji Y., Kim H., Park H., Lee J., Shin H., Holzapfel W., 2011. Functional properties of *Lactobacillus* strains isolated from kimchi. *Int J Food Microbiol.* 145(1), 155–161, <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2010.12.003>.
- Lim C.R., Park H.K., Han H.U., 1989. Reevaluation of isolation and identification of gram-positive bacteria in kimchi. *Kor. J. Microbiol.* 27, 404–410.
- McFeeters R.F., 2004. Fermentation microorganisms and flavor changes in fermented foods. *J. Food Sci.* 69, 35–37.
- Miller J.H., 1972. *Experiments in molecular genetics.* Cold Spring Harbor Laboratory Pr, New York.
- Pardali E., Paramithiotis S., Papadelli M., Mataragas M., Drosinos E.H., 2017. Lactic acid bacteria population dynamics during spontaneous fermentation of radish (*Raphanus sativus* L.) roots in brine. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 33, 110, <https://doi.org/10.1007/s11274-017-2276-8>.
- Schrezenmeir J., de Vrese M., 2001. Probiotics, prebiotics, and synbiotics – approaching a definition. *Am. J. Clin. Nutr.* 73(2 Suppl), 361S–364S, <https://doi.org/10.1093/ajcn/73.2.361s>.
- Yang J., Cao J., Xu H., Hou Q., Yu Z., Zhang H., Sun Z., 2018. Bacterial diversity and community structure in Chongqing radish paocai brines revealed using PacBio SMRT sequencing technology. *J. Sci. Food Agric.* 98(9), 3234–3245, <https://doi.org/10.1002/jsfa.8935>.

Bakuchiol – roślina alternatywa dla retinolu

Bacuchiol – a herbal alternative for retinol

Bakuchiol jest monoterpenem wyizolowanym z nasion *Psoralea corylifolia*, rośliny powszechnie uprawianej i stosowanej w Chinach i Indiach w leczeniu różnych chorób. W ostatnich miesiącach pojawił się na rynku jako modny składnik produktów kosmetycznych do pielęgnacji skóry [Resende i in. 2022]. Od czasu odkrycia bakuchioli w 1966 r. stwierdzono, że ma on wielokierunkowe właściwości biologiczne, a obecnie cząsteczka ta jest ceniona w kosmologii przede wszystkim ze względu na podobną skuteczność i podobne działanie do dostępnych bez recepty pochodnych witaminy A [Krishna i in. 2022, Resende i in. 2022]. Pomimo braku podobieństwa w budowie strukturalnej pomiędzy omawianymi związkami bakuchiol w ostatnim czasie został uznany za „funkcjonalny analog retinolu”, będąc w niektórych przypadkach nawet uważany za „naturalny substytut” retinolu, o rzadziej występujących niepożądanych skutkach [Resende i in. 2022]. Na podstawie najnowszych doniesień naukowych można stwierdzić, że bakuchiol jest związkiem całkowicie bezpiecznym, którego stosowanie nie jest obciążone tak wieloma przeciwwskazaniami, jak w przypadku retinolu i jego pochodnych [Jafarnik i in. 2021].

Celem niniejszej pracy było przedstawienie właściwości bakuchioli oraz zaprezentowanie możliwości jego wykorzystania w kosmologii, zwłaszcza jako roślinnej alternatywy dla retinolu. Ponadto zamieszczono przegląd dostępnych na rynku produktów kosmetycznych, które zawierają w swoim składzie bakuchiol.

Psoralea corylifolia

Psoralea corylifolia L. to roślina z rodziny bobowatych (łac. *Fabaceae* Lindl.) powszechnie znana jako ziele Babchi lub Babachi, którego naturalne siedliska występują głównie w Indiach i w Chinach [Shaikh i in. 2021]. Słowo *Psoralea* pochodzi z języka greckiego *psoraleos*, co oznacza „dotknięty swędzeniem lub trądem” [Alam i in. 2017]. Już od starożytnych czasów roślina ta była używana w tradycyjnej medycynie chińskiej jako skuteczna w leczeniu różnych chorób, takich jak choroby skóry, choroby układu krążenia, bielactwo, osteoporoza, zatrucie, próchnica, zapalenie nerek czy głuchota [Shaikh i in. 2021].

¹Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Biologii Środowiskowej
martyna.magda2000@interia.pl

P. corylifolia jest jednoroczną rośliną, która do prawidłowego wzrostu wymaga ciepłego klimatu. Najlepszym terminem siewu jest okres od marca do kwietnia. Zbiory dojrzewają w pełni w ciągu 7–8 miesięcy. Odpowiednio pielęgnowana może rosnąć nawet od 5 do 7 lat, osiągając wysokość od 30 cm do 180 cm. Ziele Babchi może przetrwać w glebie o odczynie kwaśnym, zasadowym i obojętnym. Owoce *P. corylifolia* nie mają zapachu, natomiast w trakcie konsumpcji wytwarzają ostry, gorzki, nieprzyjemny posmak. Kwiaty są niewielkie, fioletowe, zbliżone kształtem do kwiatu motylkowatego. *P. corylifolia* ma proste, szerokie, eliptyczne liście, z których wyrastają liczne, białe włoski. Owoc zawiera jedno bezbielmowe nasienie o wydłużonym kształcie i gładkiej powierzchni [Alam i in. 2018].

Nasiona i owoce *P. corylifolia* zawierają wiele biologicznie czynnych związków, takich jak flawonoidy, fenole, kumaryny, benzofurany, benzopirany, seskwiterpenoidy, triterpenoidy, steroidy [Alam i in. 2018].

Budowa chemiczna i działanie bakuchiolu

W 1966 r. bakuchiol został po raz pierwszy wyekstrahowany z nasion *P. corylifolia* przez zespół naukowców z Indyjskiego Instytutu Technologii Chemicznej (IICT) [Krishna i in. 2022]. Roślina *P. corylifolia* jest naturalnym źródłem pozyskiwania bakuchiolu, którego zawartość w owocach wynosi od 1% do 7% w suchej masie [Grzelecki i in. 2021]. Inne roślinne źródła bakuchiolu to *Piper longum*, *Ulmus davidiana*, *Aerva sanguinolenta*, *Pimelea drupacea*, *Fructus psoraleae*, *Prosopis glandulosa*, *Psoraleidium tenuiflorum*, *Bridelia retusa*, *Elaeagnus bockii*, *Spiraea formosana*, *Otholobium pubescens*. Spośród wszystkich wymienionych gatunków jedynym, z którego można pozyskać bakuchiol na skalę przemysłową, jest *P. corylifolia* [Krishna i in. 2022].

Pod względem chemicznym bakuchiol to naturalny produkt z klasy meroterpenoidów. Jest związkiem chiralnym z jednym centrum asymetrycznym. Za jego aktywność biologiczną odpowiedzialne są grupy terpenowa i 4-hydroksystyrylowa [Jaferniki i in. 2021]. Strukturalnie bakuchiol (4-(3-etenyl-3,7-dimetylo-1,6-oktadienyl)-fenol) jest częściowo fenolem, a częściowo terpenem (jednostka fenolowa w połączeniu z terpenem), dlatego klasyfikowany jest jako meroterpen łączący te dwie struktury chemiczne w jednej cząsteczce [Krishna i in. 2022].

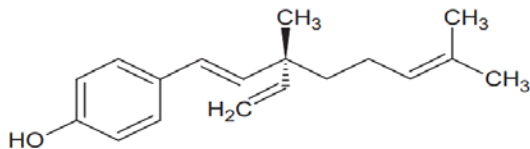
Bakuchiol jest całkowicie bezpiecznym składnikiem produktów kosmetycznych, który nie powoduje żadnych skutków ubocznych [Jaferniki i in. 2021, Krishna i in. 2022]. Właściwości takie jak działanie przeciwstarzeniowe, przeciwpigmentacyjne, przeciwtrądzikowe, przeciwnowotworowe, hepatoprotekcyjne, kardioprotekcyjne, hipoglikemiczne, hipolipemiczne i przeciwdepresyjne, przeciwutleniające, przeciwzapalne i przeciwbakteryjne sprawiają, że bakuchiol jest doskonałym składnikiem wykorzystywanym zarówno w kosmologii, jak i farmakologii [Krishna i in. 2022]. Zalecany jest do stosowania jako składnik o właściwościach przeciwutleniających, przeciwdrobnoustrojowych i kondycjonujących skórę. Ponadto może działać jako emolient [Jaferniki i in. 2021].

Bakuchiol okazał się obiecującą substancją aktywną w preparatach przeciwtrądzikowych ze względu na obecność związków fenolowych [Alam i in. 2018]. Wysoka fotostabilność pozwala na zastosowanie go w produktach do pielęgnacji dziennej, ponieważ nie powoduje podrażnień ani uczuleń [Krishna i in. 2022].

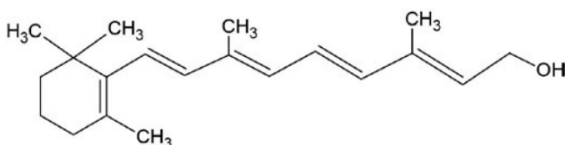
Charakterystyka porównawcza budowy oraz właściwości bakuchiolu i retinolu

Bakuchiol jest funkcjonalnie podobny do retinolu (tab. 1), ale nie wykazuje żadnych podobieństw strukturalnych (ryc. 1) [Krishna i in. 2022].

a)



b)



Ryc. 1. Wzory strukturalne bakuchiolu (a) i retinolu (b) [Jaferniki i in. 2021, Grzelecki i in. 2021]

W temperaturze pokojowej bakuchiol jest nielotną cieczą, barwy od żółtej do żółtobrązowej, za to retinol jest żółtopomarańczową krystaliczną substancją. Pod ciśnieniem atmosferycznym bakuchiol pali się w temperaturze 176,6°C, a retinol w temperaturze 147,3°C, co potwierdza bezpieczeństwo ich stosowania. LogP to współczynnik podziału wyrażany w skali logarytmicznej i określa w sposób ilościowy lipofilowość, czyli właściwość fizykochemiczną wyrażającą powinowactwo cząsteczki bądź ugrupowania chemicznego do środowiska lipofilowego. Wartość logP dla obu związków jest zbliżona, dla bakuchiolu wynosi 6,454, natomiast dla retinolu 6,158, co oznacza, że oba związki są silnie lipofilowe, rozpuszczają się w etanolu oraz olejach i tłuszczach [Grzelecki i in. 2021].

Tabela 1. Właściwości fizykochemiczne bakuchiolu i retinolu [Grzelecki i in. 2021]

Nazwa chemiczna	Bakuchiol	Retinol
	4-[(1E,3S)-3-etenyl-3,7-dimetylookta-1,6-dienyl]fenol	(2E,4E,6E,8E)-3,7-dimetylo9-(2,6,6-trimetylocykloheksen-1-yl)nona-2,4,6,8-tetraen-1-ol
Numer CAS	CAS 10309-37-2	CAS 5979-23-7
Masa molowa	256,4 g/mol	286,5 g/mol
Barwa	od żółtej do żółtobrązowej	żółtopomarańczowa
Temperatura topnienia	bd*	63,5°C
Temperatura wrzenia (ciśnienie)	391,4°C (760mmHg)	–
Temperatura zapłonu	176,6°C	147,3°C
Wartość logP	6,454	6,158

*bd – brak danych

Preparaty kosmetyczne z retinolem aplikowane bezpośrednio na skórę mogą powodować pieczenie, świąd, zaczerwienienie, pokrzywkę, suchość, wzmożone rogowacenie naskórka, nadwrażliwość na promieniowanie słoneczne, nadmierne pocenie się, wypadanie włosów, suchość błon śluzowych nosa i oczu. Retinoidy zwiększają także stężenie triglicerydów i cholesterolu we krwi, ból mięśni, odwapnianie kości i przedwczesne zamykanie chrząstek stawowych. Natomiast bakuchiol to związek całkowicie bezpieczny, niepowodujący żadnych obserwowanych w przypadku retinoidów skutków ubocznych, mający kilka istotnych zalet [Krishna i in. 2022]. Największą przewagą bakuchiolu jest jego fotostabilność, co oznacza, że nie traci właściwości pod wpływem promieniowania słonecznego i upływu czasu. Bakuchiol nie ma właściwości drażniących, dlatego może być stosowany do cery wrażliwej oraz u kobiet w ciąży, co jest niemożliwe w przypadku retinoidów. Istotną różnicą jest także moc przeciwutleniająca bakuchiolu, na którą istnieją jedynie ograniczone dowody w przypadku retinolu. Zdolność bakuchiolu do neutralizacji wolnych rodników jest wynikiem obecności wiązania podwójnego przy pierścieniu fenolu w cząsteczce, dzięki temu powstający rodnik jest stabilizowany rezonansem [Grzelecki i in. 2021]. Wyjątkowa stabilność fotochemiczna i hydrolytyczna bakuchiolu, jak i wysoka mieszalność z różnymi emolientami i solubilizatorami sprawia, że jest to substancja aktywna z dużym potencjałem do wykorzystania w przemyśle kosmetycznym [Krishna i in. 2022].

Wykorzystanie bakuchiolu w produkcji kosmetyków

Bakuchiol został zatwierdzony przez kraje Unii Europejskiej jako bezpieczny składnik produktów kosmetycznych [Jafernik i in. 2021]. Obecnie bakuchiol jest szeroko stosowany jako składnik preparatów kosmetycznych o działaniu przeciwstarzeniowym i powoli wypiera z tej roli retinol, którego stosowanie powoduje wiele działań niepożądanych [Chaudhuri i Bojanowski 2014].

Wyniki badań przeprowadzone w 2017 r. na grupie probantów sugerują, że bakuchiol działa skuteczniej pod względem hamowania fotostarzenia i jest lepiej tolerowaną alternatywą dla retinolu [Dhaliwal i in. 2018, Resende i in. 2022]. Skuteczność depigmentacyjną wykazano na podstawie dwóch niezależnych badań klinicznych z użyciem kremów zawierających 0,5% bakuchiolu. Badana substancja charakteryzowała się dobrą tolerancją, co przypisuje się zdolności bakuchiolu do blokowania zarówno hormonu stymulującego α -melanocyty (α -MSH), jak i aktywacji tyrozynazy. Kolejne badania dotyczyły preparatu myjącego i nawilżającego z dodatkiem bakuchiolu o działaniu przeciwstarzeniowym, przeznaczonym do skóry wrażliwej. Podczas badań analizowano tolerancję, skuteczność i działanie barierowe kosmetyków u osób ze skórą wrażliwą. Analizowane produkty do pielęgnacji skóry były bardzo dobrze tolerowane przez skórę badanych, a efekty ich działania były zadowalające pod względem wizualnej gładkości, gładkości w dotyku, jasności, blasku i ogólnego wyglądu skóry [Resende i in. 2022].

Przeprowadzono również testy oceny skuteczności i bezpieczeństwa stosowania przeciwstarzeniowego serum do twarzy na noc, łączącego melatoninę z bakuchiolem i tetraizopalmitynianem askorbylu, przeznaczonego do wszystkich typów skóry. Badania prowadzono na grupie 103 probantów. Po 12 tygodniach stwierdzono, że składniki aktywne zawarte w serum spowodowały znaczne zmniejszenie zmarszczek (o 11%), wzrost jędrności skóry (o 8%), redukcję zaczerwienień (o 70%) oraz ogólną poprawę wyglądu skóry. Dodatkowo stopień nawodnienia tkanki znacznie wzrósł, a przestarszająca utrata wody znacznie się zmniejszyła.

Serum zostało pozytywnie ocenione przez badanych, było również dobrze tolerowane przez wszystkie typy skóry, w tym tłustą [Resende i in. 2022].

Pozytywne efekty dermatologiczne to powód, dla którego bakuchiol staje się coraz powszechniejszym składnikiem preparatów stosowanych nie tylko w kosmetologii, ale także w leczeniu chorób skóry [Jaferník i in. 2021]. Związek ten może być szeroko stosowany w dermatologii i kosmetyce w celu hamowania starzenia, zapobiegania zmianom trądzikowym i łagodzenia przebarwień skóry [Sadgrove i in. 2021, Resende i in. 2022]. W tabeli 2 przedstawiono najpopularniejsze preparaty kosmetyczne polecane do pielęgnacji domowej z uwzględnieniem składu INCI, ilości bakuchiolu w kosmetyku oraz efektów działania.

Tabela 2. Przegląd wybranych produktów kosmetycznych zawierających bakuchiol [cosibella.pl, cocolita.pl]

Nazwa / pojemność / cena	Skład INCI	Ilość substancji czynnej tj. bakuchiolu	Efekt zapewniany przez producenta
Bielenda Professional, Supremelab, Sebío Derm, specjalistyczny krem normalizujący-nawilżający z bakuchiolem/ 50 ml/ 78,90 zł	Aqua (Water), Trehalose, Propanediol, Cococaprylate/Caprata, Glyceril Stearate SE, Cetearyl Alcohol, Niacinamide, Squalane, Ethylhexyl Stearate, Calophyllum Inophyllum Seed Oil, Bakuchiol, Allantoin, Potassium Cetyl Phosphate, Sodium Stearoyl Glutamate, Tocopherol, Beta-sitosterol, Squalene, Ascorbyl Palmitate, Glycine Soja (Soybean) Oil, Dimethicone, Ammonium Acryloyldimethyltaurate/ VP Copolymer, Disodium Edta, Phenoxethanol, Ethylhexylglycerin, Methylparaben, Parfum (Fragrance), Hexyl Cinnamal, Limonene, Linalool	0,5%	Ograniczone wydzielanie sebum, zmniejszona widoczność porów i złagodzzone stany zapalne. Skóra staje się nawilżona i wygładzona. Działanie przeciwstarzeniowe
Good Molecules, bakuchiol oil blend for dry skin, olejek z bakuchiolem do skóry suchej/ 12 ml/ 72 zł	Rosa Rubiginosa (Rosehip) Seed Oil, Salvia Hispanica (Chia) Seed Oil, Bakuchiol	0,3%	Skóra odżywiona i ujędmiona, zmniejszona widoczność oznak starzenia oraz regeneracja skóry
Lift4Skin Bakuchiol Lift, liftingujący krem na dzień/ 50 ml/ 62,90 zł	Aqua, Pentaerythryl Tetraistearate, Tribehenin PEG-20 Esters, Glycerin, Dimethicone, Coco-Caprylate/Caprata, Ammonium Acryloyldimethyltaurate/ VP Copolymer, Trimethylsiloxysilicate, Butyrospermum Parkii Butter, Caprylic/ Capric Triglyceride, Hydroxyethyl Urea, Pistacia Lentiscus Gum, Bakuchiol, Vaccinium Myrtillus Fruit Extract, Saccharum Officinatum Extract, Acer Saccharum Extract, Citrus Aurantium Dulcis Fruit Extract, Citrus Limon Fruit Extract, Lactic Acid, Glycolic Acid, Citric Acid, Tartaric Acid, Malic Acid, Dimethicone Crosspolymer, Persea Gratissima Oil, Caprylyl Methicone, Polybutene, Bis-Diglyceril Polyacyladipate-2, Simmondsia Chinensis Seed Oil, Propylene Glycol, Decyl Glucoside, Silybum Marianum Fruit Extract, Alchemilla Vulgaris Extract, Equisetum Arvense Extract, Glycine Soja Seed Extract, Triticum Vulgare Seed Extract,	Nie podano	Skóra jędrna i sprężysta, zredukowana widoczność zmarszczek i wyrównany kolor skóry

	Medicago Sativa Extract, Raphanus Sativus Seed Extract, PEG-120 Methyl Glucose Dioleate, Tocopherol, Propanediol, Dimethicone/Vinyl Dimethicone Crosspolymer, Silica, Butylene Glycol, Isoceteth-10, Tocopheryl Acetate, Hydrogenated Lecithin, Alcohol Denat., Phenethyl Alcohol, Ethylhexylglycerin, Phenoxyethanol, Sodium Hydroxide, Parfum		
Medik8, Bakuchiol Peptides, serum peptydowe z bakuchiolem/ 30 ml/ 263 zł	Caprylic/Capric Triglyceride, Bakuchiol, Helianthus Annuus (Sunflower) Seed Oil, Plukenetia Volubilis Seed Oil, Centella Asiatica Leaf Extract, Eclipta Prostrata Extract, Krameria Triandra Root Extract, Undecylenoyl Phenylalanine, Olea Europaea (Olive) Fruit Oil, Melia Azadirachta Leaf Extract, Melia Azadirachta Flower Extract, Corallina Officinalis Extract, Coccinia Indica Fruit Extract, Moringa Oleifera Seed Oil, Tocopherol, Solanum Melongena Fruit Extract, Aloe Barbadensis (Aloe Vera) Flower Extract, Simmondsia Chinensis (Jojoba) Seed Oil, Curcuma Longa Root Extract, Ocimum Basilicum Flower/Leaf Extract, Ocimum Sanctum Leaf Extract	1,25%	Skóra staje się jędrna i napięta, pozbawiona nierówności naskórka i wygładzona. Przebarwienia zostają zredukowane, a stany zapalne zmniejszone
Nacomi Next Lvl Serum Bakuchiol 2%/ 30 ml/ 53,90 zł	Prunus Amygdalus Dulcis Oil, Caprylic/Capric Triglyceride, Glycine Soja Oil, Tocopheryl Acetate, Bakuchiol, Sclerocarya Birea Seed Oil, Citrus Aurantium Amara Flower Extract, Jasminum Officinale Flower Extract, Lavandula Angustifolia Flower Extract, Paeonia Officinalis Flower Extract, Prunus Serrulata Flower Extract, Sambucus Nigra Flower Extract, Rosa Damascena Flower Oil, Helianthus Annuus Seed Oil.	2%	Widoczna redukcja zmarszczek oraz pobudzenie skóry do produkcji kolagenu i elastyny
Revolution Skincare serum do twarzy 1% bakuchiol/ 30 ml/ 49,90 zł	Aqua (Water, Eau), Propanediol, Isopropyl Myristate, Caprylic/Capric Triglyceride, Vitis Vinifera Seed Oil, Bakuchiol, Phenoxyethanol, Polyacrylamide, Xanthan Gum, C13-14 Isoparaffin, Titanium Dioxide, Laureth-7, Ethylhexylglycerin, CI 17200 (Red 33), CI 42090 (Blue 1).	1%	Zmniejszenie widoczności drobnych linii i niedoskonałości, wyrównany kolor skóry
Sylveco, serum wygładzające z 1% bakuchiolu/ 30 ml/ 59,90 zł	Argania Spinosa Kernel Oil, Prunus Amygdalus Dulcis Oil, Vitis Vinifera Seed Oil, Caprylic/Capric Triglycerides, Squalane, Coco-Caprylate, Bakuchiol, Isoamyl Laurate, Isoamyl Cocoate, Oenothera Biennis Seed Oil, Carum Petroselinum Seed Oil, Rosa Canina (Fruit) Oil, Simmondsia Chinensis Seed Oil, Rubus Idaeus Seed Oil	1%	Skóra odżywiona i zmiękczone, wyrównany kolor skóry, złagodzone podrażnienia i stany zapalne. Wzmocniona bariera naskórkowa

Podsumowanie

Skóra, jako najbardziej widoczny i ekspozycyjny organ ludzkiego ciała, odzwierciedla oznaki starzenia chronologicznego oraz starzenia, któremu sprzyjają czynniki środowiskowe. Zmiany w wyglądzie skóry spowodowane współdziałaniem obydwu rodzajów starzenia objawiają się przez pojawiające się zmarszczki, utratę jędrności skóry i hiperpigmentację. Badania nad produkcją nowych preparatów przeciwstarzeniowych zaczęły koncentrować się na zwalczaniu oznak starzenia chronologicznego i fotostarzenia, w tym hiperpigmentacji skóry. Bakuchiol uważany za roślinny zamiennik retinolu w ostatnich latach zyskuje na popularności ze względu na działanie antybakteryjne, antyoksydacyjne oraz stymulujące syntezę kolagenu. Wyjaśnienie mechanizmów leżących u podstaw jego działania znacznie ułatwiłoby jego zastosowanie w kosmetologii, dermatologii i leczeniu chorób skóry. Celowym wydaje się prowadzenie dalszych badań nad tym związkiem, co również mogłoby przyczynić się do zwiększenia liczebności dostępnych na rynku kosmetyków z bakuchiolem. Składnik ten jest szczególnie wartościowy, ponieważ ma szerokie spektrum działania i może być wykorzystywany jako substancja aktywna w naturalnych produktach przeciwstarzeniowych.

Bibliografia

- Alam F., Khan G.N., Asad M.H.H.B., 2018. *Psoralea corylifolia* L.: ethnobotanical, biological, and chemical aspects. A review. *Phytother. Res* 32(4), 597–615.
- Chaudhuri R.K., Bojanowski K., 2014. Bakuchiol: a retinol-like functional compound revealed by gene expression profiling and clinically proven to have anti-aging effects. *Inter. J. Cosmet. Sci.* 36, 221–230, <https://doi.org/10.1111/ics.12117>.
- Dhaliwal S., Rybak I., Ellis S.R., Notay M., Trivedi M., Burney W., Vaughn A.R., Nguyen M., Reiter P., Bosanac S., Yan H., Foolad N., Sivamani R.K., 2018. Prospective, randomized, double-blind assessment of topical bakuchiol and retinol for facial photoageing. *Br. J. Dermatol.* 180, 289–296, <https://doi.org/10.1111/bjd.17438>.
- Grzelecki M., Tyburc N., Paradowska K., 2021. Bakuchiol: następca retinolu. *Herbalism* 1(7), 130–142.
- Jaferník, K., Halina, E., Ercisli, S., Szopa, A., 2021. Characteristics of bakuchiol – the compound with high biological activity and the main source of its acquisition – *Cullen corylifolium* (L.) *Medik. Nat. Prod. Res.* 35(24), 5828–5842, <https://doi.org/10.1080/14786419.2020.1837813>.
- Krishna, T.A., Edachery, B., Athalathil, S. 2022. Bakuchiol – a natural meroterpenoid: structure, isolation, synthesis and functionalization approaches. *RSC Adv.* 12(14), 8815–8832, <https://doi.org/10.1039/D1RA08771A>.
- Resende, D.I., Ferreira, M.S., Lobo, J., Sousa, E., Almeida, I.F., 2022. Skin depigmenting agents in anti-aging cosmetics: a medicinal perspective on emerging ingredients. *Appl. Sci.* 12(2), 775, <https://doi.org/10.3390/app12020775>.
- Sadgrove N.J., Oblong J.E., Simmonds M.S.J., 2021. Inspired by vitamin A for anti-ageing: searching for plant-derived functional retinoid analogues. *Skin Health Dis.* 1(3), 1–11, <https://doi.org/10.1002/ski2.36>.
- Shaikh H.S., Shaikh S.S., 2021. Babchi (*Psoralea corylifolia*): from a variety of traditional medicinal application to its novel roles in various diseases. A review. *Asian J. Pharm. Technol.* 11(3), 238–244.
- https://cosibella.pl/pol_m_Skladniki-aktywne_Bakuchiol-1232.html [dostęp: 05.04.2022, 23:30]
<https://www.cocolita.pl/> [dostęp: 05.04.2022, 23:30]

Nietuzinkowy ptak z antypodów, czyli o wyjątkowych produktach pozyskiwanych od emu

Unusual bird from antipodes, namely about unique products from emu

Obserwowany w ostatnich latach wzrost świadomości konsumentów odnośnie relacji między żywnością, sposobem odżywiania, pielęgnacją ciała, dbaniem o kondycję fizyczną i psychiczną a zdrowiem stanowi dla wielu branż przesłankę do wprowadzania na rynek produktów o szczególnych właściwościach prozdrowotnych, funkcjonalnych i pielęgnacyjnych. Jednoczesne nasycenie rynku produktami, znużenie znanymi dotychczas ofertami rynkowymi, skłonność nabywców do eksperymentowania, nieustannego poszukiwania czegoś nowego i oryginalnego w niemal wszystkich sferach życia wymusza konieczność generowania nowych koncepcji na rynku konsumenckim. W trend ten doskonale wpisują się emu, których farmy zlokalizowane są obecnie w wielu rejonach świata. Pozyskuje się od nich mięso, skóry, jaja i pióra oraz ceniony w kosmetologii olej. Z dziobów i pazurów emu produkuje się ozdoby, z rzęs luksusowe pędzle malarskie, skorupami jaj interesują się artyści i plastycy, a oczy służą do zastępowania uszkodzonych rogówek u ludzi [Warale i in. 2014, Patel i in. 2015].

Praca stanowi przegląd literatury dostępnej w bazie PubMed oraz innych artykułów naukowych dotyczących walorów i możliwości wykorzystania produktów pozyskiwanych od emu.

Występowanie i hodowla emu

Emu (*Dromaius novaehollandiae*) to nieto z rodziny bezgrzebieniowych, do której należą również struś, nandu, kazuar i kiwi. Jest drugim co do wielkości ptakiem na świecie i jest dobrze przystosowany do ekstremalnych temperatur. Pochodzi z Australii i w stanie dzikim zamieszkuje większość kontynentu, z wyjątkiem tropikalnych lasów deszczowych i wykarczowanych obszarów rolniczych [Davies 1978]. Jest gatunkiem przystosowanym do warunków półpustynnych i ptakiem koczowniczym, który migruje w odpowiedzi na zmiany w dostępności pokarmu i opadów [Davies 1984, Quin 1996]. Dzikie

¹ Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Biologii Środowiskowej, Studenckie Koło Naukowe Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki, Sekcja Ekologicznej Produkcji Żywności, anna.maslowskaa@wp.pl

² Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki, Katedra Hodowli i Ochrony Zasobów Genetycznych Bydła

populacje emu zwiększając zyski w rolnictwie, niszcząc owady będące szkodnikami rolniczymi. Rozsiewają także nasiona, czym przyczyniają się do utrzymania różnorodności florystycznej zbiorowisk roślinnych [McDonald 1986, Warale i in. 2014].

Od połowy lat 80. rośnie zainteresowanie hodowlą emu. Rolnicy mogą hodować je na ekstensywnych i ugorowanych gruntach [Pegg i in. 2006]. Hodowle emu zlokalizowane są zarówno w Australii, jak i w różnych częściach świata [Sales 2007, Mashtoub 2017]. Szacuje się, że tylko w Indiach całkowita populacja emu liczy 1,4 miliona [Warale i in. 2014, Patel i in. 2015]. W Stanach Zjednoczonych w 1989 r. powstała pierwsza organizacja producentów emu [Jefferey 1996]. Jest to hodowla przyjazna środowisku, ale koszty z nią związane, szczególnie na początku działalności, są wysokie, co sprawia, że mięso i produkty z emu są drogie. Emu wymaga dużych ogrodzonych przestrzeni (na jedną parę emu potrzebny jest wybieg 9×30 m z ogrodzeniem wysokości 1,8 m). Duże koszty generuje również zakup materiału hodowlanego oraz to, że emu wolno rosną, mają niski współczynnik FCR (współczynnik konwersji paszy), długi okres inkubacji i bardzo ograniczony sezon nieśności. Mają też niski wskaźnik wylęgowości w porównaniu z innymi gatunkami drobiu użytkowego [Patel i in. 2015].

Wygląd i biologia emu

Dorosły emu jest dużym ptakiem, osiągającym wysokość do 1,9 m, ważącym od 45 do 60 kg, z długą nieopierzoną szyją, małą, nagą głową (głowa i szyja są w kolorze szaroniebieskim) i małymi skrzydłami. Nogi są długie, pokryte łuskami, z trzema palcami skierowanymi do przodu (brak palca tylnego) [Raven i in. 2021]. Ciało emu pokrywają długie cętkowane puszyste pióra (bez chorągiewek), nie mają lotek i sterówek. Emu posiadają wyjątkowo dobrze rozwinięte mięśnie nóg i mogą biegać z prędkością 30–50 mil na godzinę [Warale i in. 2014]. Emu mają dobry wzrok i słuch. Podobnie jak strusie są dobrymi pływakami [Jefferes 1996]. Emu może żyć do 30 lat [Warale i in. 2014].

Żyją z reguły samotnie lub w parach, czasem formują się w małe grupy, ale wykazują niewiele cech społecznych [Blache i in. 2008]. Z natury są samotnikami. Wyjątkiem są młode ptaki, które pozostają z samcem przez cztery miesiące. Ostatecznie odchodzą od nich około szóstego miesiąca życia [Patel i in. 2015]. Są to ptaki bardzo mobilne. Emu żyjące na wolności w poszukiwaniu pokarmu mogą w ciągu roku pokonać 1000 km [Fatel 1986].

Fenotypowo obie płcie emu wyglądają podobnie [McDonals 1980]. Dojrzałość płciową osiągają w wieku od 18 miesięcy do nawet 3 lat. Po osiągnięciu dojrzałości płeć ptaków łatwo odróżnić po wydawanych przez nie odgłosach – samiec emu wydaje odgłos chrząkania, podczas gdy samica wydaje dźwięk podobny do bębnienia [Patel i in. 2015, Michałek i in. 2016]. Samica jest osobnikiem dominującym w parze. To ona wybiera partnera oraz wybiera i broni terytorium, na którym znajduje się gniazdo. Budowę gniazda zajmuje się samiec, umieszczając w płytkim zagłębieniu w ziemi warstwę trawy o grubości ok. 10 cm i średnicy 1–2 m, na której układa korę, gałązki, liście i pióra. Znoszenie jaj zarówno na wolności, jak i w niewoli odbywa się od października do marca [Blache i in. 2008]. W sezonie samice znoszą jaja co 3–4 dni, średnio łącznie 30 jaj, ale są i takie, które znoszą 50 jaj. Samice mają zdolność znoszenia jaj przez nawet ponad

16 lat [Warale 2014, Patel i in. 2015]. Samce są zazwyczaj monogamiczne, choć zdarza się, że w sezonie mają więcej niż jedną partnerkę [Jefferes 1996].

Okres inkubacji jaj emu trwa od 46 do 56 dni, średnio 50 dni. Początkowo jaja są zielononiebieskie, lecz ciemnieją wraz z postępem inkubacji; w momencie wykluwania się piskląt są niemal czarne. Na czas inkubacji duży wpływ ma temperatura. Wysiadywaniem jaj zajmuje się samiec, który siedzi na gnieździe bez jedzenia i wody, tracąc w tym czasie 17–20% masy ciała [Sales 2007, Warale 2014]. Zajmuje się również samotnie opieką nad pisklętami [Michalek i in. 2016]. Młode emu początkowo mają podłużne pasy na ciele, które stopniowo zanikają od 4 miesiąca życia, by w wieku dojrzałym przybrać typowe brązowo-czarne barwy. Wczesny odchów piskląt emu w hodowli jest podobny, jak w przypadku kurcząt, indyków lub ptaków łownych. Młode emu potrzebują dodatkowego ciepła przez okres do 4 miesięcy, w zależności od warunków [Blache i in. 2008].

Podstawowa dieta emu składa się z nasion w miesiącach letnich oraz pędów i ziół jesienią, zimą i wiosną. Jedzą owoce, kwiaty, owady; uwielbiają gąsienice [Davies 1978, Dawson i in. 1984, Patel i in. 2015].

Produkty pozyskiwane od emu

Emu to ptaki, które można wykorzystać niemal w całości. Jak podają Patel i in. [2015] z 15-miesięcznego brojlera emu ważącego ok. 40 kg po uboju uzyskamy: 43% mięsa bez kości, 14% mięsa z kośćmi, 5% piór i skór, 22% tłuszczu oraz 3% skóry z nóg. Poza tym do celów konsumpcyjnych można wykorzystać również jaja niezapłodnione (zapłodnione przeznaczone są do reprodukcji).

Mięso emu zdrowszą alternatywą wołowiny

Mięso emu odznacza się wysoką zawartością białka, przy niskiej zawartości tłuszczu i korzystnym profilu kwasów tłuszczowych. Jest bogate w składniki mineralne (fosfor, potas, żelazo, cynk, sód, magnez, miedź, wapń, chrom, kobalt i wiele innych), witaminy i kreatynę [Jefferey 1996, Pegg i in. 2006, Warale i in. 2014, Horbańczuk i Wierzbicka 2016]. Średnia zawartość białka w świeżym mięsie emu wynosi 22–23%, a tłuszczu 0,8–1,7% [Naveena i in. 2013]. Na podkreślenie zasługuje niewielka kaloryczność (113–127 kcal/100 g) oraz niska zawartość cholesterolu (39–48 mg/100 g). Pod względem kruchości, smakowości i zapachu nie ustępuje ono najcenniejszym elementom tuszy wołowej, do których podobne jest także pod względem zabarwienia [Adams i in. 1997, Majewski 2017]. Zawiera przy tym 10-krotnie mniej nasyconych kwasów tłuszczowych [Warale 2014]. Jest ponadto bogate w żelazo (50 µg/g mięsa), witaminę B₁₂ i witaminę C, dlatego stanowi doskonałą dietę dla osób cierpiących na choroby serca [Pegg i in. 2006, Patel i in. 2015]. Nadaje się na przetwory mięsne, a steki z emu są bardziej delikatne, soczyste i aromatyczne niż steki wołowe [Adams i in. 1997, Patel i in. 2015]. Mięso emu posiada lekko piekący smak, co może stanowić o atrakcyjności tego mięsa [Adams i in. 1997].

Emu ubija się najczęściej w wieku około 12–14 miesięcy. Wydajność rzeźna emu wynosi 66,9% i jest znacznie wyższa niż u strusi, a po usunięciu skóry, tłuszczu i szyi

osiąga 52,6%. Wydajność mięsa stanowi 32% wagi żywej ptaka [Warale i in. 2014, Horbańczuk i Wierzbička 2016].

Tłuszcz emu – remedium na liczne problemy

Cenne właściwości tłuszczu emu doceniali rdzenni Aborygeni i pierwsi biali osadnicy w Australii. Stosowali go do ułatwienia gojenia się ran i łagodzenia dolegliwości mięśniowo-szkieletowych, stawowych i reumatycznych [Sales 2007]. Wykorzystywano go także jako środek zmiękczający i nawilżający skórę oraz łagodzący przypadłości dermatologiczne. Pierwsze wzmianki o skuteczności oleju emu pochodzą z 1800 r. [Majewski 2017].

Emu produkuje średnio 11 kg tłuszczu, co stanowi 27% całkowitej żywej wagi ptaka, ale w zależności od wieku, płci i kondycji ptaka od jednego emu można uzyskać od 4 do 15 kg tłuszczu [Horbańczuk i Wierzbička 2016, Majewski 2017]. Tłuszcz ten gromadzi się pod skórą w okolicy mostka, na grzbiecie oraz wokół narządów wewnętrznych i w zależności od miejsca na ciele różni się składem chemicznym [Beckerbauer i in. 2001, Bucław i in. 2020]. Tłuszcz grzbietowy w porównaniu z brzuszny zawiera dwukrotnie więcej białka (1,13 vs. 0,53%), a brzuszny charakteryzuje się większą zawartością tłuszczu (96,6%) i popiołu (0,081%) w porównaniu z grzbietowym (odpowiednio 96,4 i 0,074%). Umieszczenie tkanki tłuszczowej kształtuje również profil kwasów tłuszczowych. Tłuszcz grzbietowy w porównaniu z brzuszny charakteryzuje się wyższą zawartością kwasu oleopalmitynowego C16:1 (4,54 vs. 4,04%), a brzuszny zawiera więcej (0,51 vs. 0,48%) innych jednonienasyconych kwasów tłuszczowych (MUFA). Wykazano również, że skład chemiczny tkanki tłuszczowej zmienia się wraz z wiekiem ptaków – im ptak jest starszy, tym większa jest zawartość tłuszczu i białka, a mniejsza zawartość wody [Bucław i in. 2020].

Tłuszcz emu to półstała, biała masa, która po przetworzeniu i rafinacji zmienia się w klarowny, lekko tłusty, bezzapachowy, półpłynny olejek, o niepowtarzalnym składzie i niezwykłych właściwościach, wchłaniający się niemal natychmiastowo po aplikacji na skórę [Snowden i Whitehouse 1997, Jeengar i in. 2015, Patel i in. 2015, Majewski 2017]. Skład olejku emu jest determinowany składem samego tłuszczu (tab. 1 i 2) i metodą ekstrakcji. Prawie w 100% olej emu jest złożony z trójglicerydów, a jego głównym atutem jest duże stężenie (nawet do 70%) nienasyconych kwasów tłuszczowych. Pod względem ilościowym czołową pozycję stanowią jednonienasycone kwasy tłuszczowe (MUFA), w tym kwas oleinowy [Warale 2014, Majewski 2015]. Pełni on funkcję pobudzającą regenerację naskórka oraz niweluje stany zapalne. Olej emu zawiera znaczne ilości cennego wielonienasyconego kwasu linolowego. Poprawia on barierę lipidową naskórka, chroni przed transepidermalną utratą wody i normalizuje metabolizm skóry. Wśród nasyconych kwasów tłuszczowych w największej ilości występują kwasy palmitynowy (C16:0) i stearynowy (C18:0). Niezaprzeczalnym walorem oleju emu jest duża dawka witamin A i E, które określane są jako „witaminy młodości” [Majewski 2017].

Olej emu charakteryzuje się delikatnym działaniem i może być stosowany nawet na wrażliwą, alergiczną skórę. Jest doskonałym emolientem. Działa natłuszczająco, nawilżająco, odżywczo, regenerująco, łagodząco, przeciwzapalnie i antybakteryjnie, a także

przeciwbólowo. Ma właściwości antyoksydacyjne i pochłaniające wolne rodniki [Snowden i Whitehouse 1997, Jeengar i in. 2015, Mashtoub 2017]. Dodatkowo działa jak naturalny filtr UV [Patel i in. 2015]. Właściwość wysokiej przepuszczalności oleju emu jest wykorzystywana do dostarczania specyficznych cząsteczek leku w leczeniu schorzeń skóry. Stosuje się go w leczeniu dolegliwości mięśni i stawów, leczeniu łuszczycy, jako środek gojący rany, redukujący blizny [Patel i in. 2015, Buclaw i in. 2020]. Podawany doustnie działa hipocholesterolemiczne i przeciwmiażdżycowo [Buclaw i in. 2020].

Tabela 1. Przeciętna zawartość kwasów tłuszczowych w tłuszczu brzuszny emu [Majewski 2017]

Kwasy	Udział procentowy w sumie kwasów (x% ±SD)	Kwasy	Udział procentowy w sumie kwasów (x% ±SD)
C14:0	0,45 ±0,02	C20:1	0,54 ±0,04
C16:0	22,40 ±0,44	C18:2n6c	11,38 ±0,54
C18:0	8,25 ±0,28	C18:3n3	1,86 ±0,13
C16:1n7	4,37 ±0,32	SFA	31,20 ±0,57
C18:1n9c	48,31 ±0,44	MUFA	56,00 ±0,56
C18:1n7	2,35 ±0,09	PUFA	13,45 ±0,65

Tabela 2. Udział kwasów tłuszczowych i proporcje między kwasami w tłuszczu emu [oprac. wł. na podst.: Wang i in. 2000, Bennett i in. 2015, Jeengar i in. 2015]

Kwasy	SFA	UFA	MUFA	PUFA	PUFA/SFA	UFA/SFA
Udział (%) i proporcje	32,5–34,6	64,0–65,0	53,4–58,0	7,0–10,6	0,20–0,32	1,87–1,96

Można stosować go samodzielnie (czysty olej uchodzi za najskuteczniejszy) lub dodawać do innych kosmetyków. W sprzedaży dostępne są gotowe kosmetyki zawierające olej emu, m.in. kremy, szampony, odżywki czy maski do włosów. Może być łączony z innymi składnikami (w maściach lub kremach), nie wywołując negatywnych reakcji [Majewski 2017]. Gdy pełni funkcję bazy kosmetyku, zapobiega transepidermalnej utracie wody, zmiękcza warstwę rogową naskórka, a w stanach zapalnych zmniejsza napięcie skóry i osłabia odczucie bólu [Zemtsov i in. 1996]. Stymuluje odnowę skóry i wzrost włosów, zmniejsza zmarszczki i odmładza skórę. Jest również zalecany w leczeniu przebarwień [Buclaw i in. 2020].

Skóra emu

Najbardziej poszukiwana i najdroższa jest skóra z grzbietu i piersi emu. Jest ona miękka i elastyczna, z charakterystyczną pęcherzykową fakturą, którą zawdzięcza uniesionym obszarom wokół mieszków piór. Wytwarza się z niej ekskluzywne buty, torebki, portfele, paski, rękawiczki, kurtki i wiele innych wyrobów rzemieślniczych [Jefferey 1996, Warare 2014, Patel i in. 2015]. Z dorosłego ptaka można pozyskać do 8 stóp kwadratowych takiej skóry [Warare i in. 2014]. Wykorzystuje się także skórę pozyskiwaną z nóg emu. Jest ona bardzo unikalna, z łuskami podobnymi do skóry krokodyla. Jest wykorzystywana do produkcji butów kowbojskich oraz elementów ochronnych noży, mieczy, nakładek na buty itp. [Sales 2007, Patel i in. 2015].

Pióra

Pióra emu są miękkie i znajdują szerokie zastosowanie ze względu na ciekawą budowę i właściwości elektrostatyczne. Są wykorzystywane do produkcji szczotek do czyszczenia obwodów elektronicznych, np. w komputerach oraz do oczyszczania metali przed malowaniem. Produkuje się z nich szczotki do kurzu, wachlarze, maski teatralne, biżuterię i liczne wyroby rzemieślnicze. Poszukują ich kwaciarnie, rewie i teatry. Drobne pióra są stosowane jako wypełniacz do poduszek oraz do produkcji odzieży odpornej na warunki atmosferyczne. Zazwyczaj z jednego ptaka można uzyskać od 400 do 600 gramów piór [Patel i in. 2015].

Pazury

Pazury emu również mogą być potencjalnym towarem [Jefferey 1996]. Po odpowiednim wypolerowaniu stanowią cenny materiał jubilerski [Warale 2014]. Są używane jako breloki, wisiorki w naszyjnikach. Ze względu na twardość wykorzystywane są do produkcji uchwytów i rękojeści różnych narzędzi, a po zmieleniu służą jako półprodukt do wytwarzania afrodyzjaków.

Jaja

Niezaplodnione jaja emu są cennym produktem konsumpcyjnym (zapłodnione stanowią materiał reprodukcyjny). Wąż od 600 do 800 gramów, średnio 560 gramów (są 10–12 cięższe w porównaniu z jajami kurzymi) [Warale 2014, Patel i in. 2015]. Są szmaragdowozielone i mają szorstką powierzchnię. Kolor jaja wynika z obecności w zewnętrznej warstwie skorupy i w kutikuli barwnika biliwerdyny. Skorupka stanowi 13–18% masy jaja, białko 29–47%, a żółtko 41–53% [Sales 2007, Biswas i in. 2017]. Jaja emu zawierają więcej tłuszczu w porównaniu z jajami kurzymi. Analiza profilu kwasów tłuszczowych wykazała, że jaja emu są bogatsze w MUFA i PUFA [Biswas i in. 2017]. Podstawowy skład chemiczny białka i żółtka jaja emu zamieszczono w tabeli 3.

Skorupki jaj emu są często wykorzystywane do celów rzemieślniczych i dekoracyjnych [Takeuchi i Nagashima 2010, Patel i in. 2015]. Ze względu na kolor i granulowaną powierzchnię są bardzo atrakcyjne. Wykonuje się z nich różne ozdoby i elementy biżuterii [Patel i in. 2015]. Grubość skorupki wynosi ok. 1,2 mm, co pozwala na wykonanie na nich misternych rzeźbień i ornamentów. Ponadto fakt, że biliwerdyna znajduje się

w wierzchniej warstwie skorupy (w głębszych warstwach skorupa jest biała) pozwala na wykonanie wielokolorowego grawerunku [Warale i in. 2014].

Tabela 3. Podstawowy skład chemiczny jaj emu [oprac. wł. na podst.: Sales 2007]

Składnik	Białko	Żółtko
Woda (%)	88,67–90,84	43,15–45,86
Białko (%)	9,16–9,58	15,54
Tłuszcz (%)	0,38	35,84–38,16
Popiół (%)	0,73–1,71	1,78–1,96

Podsumowanie

Dzisiaj w wielu rejonach świata emu przestało być ptakiem egzotycznym. Zaletą emu jest duża różnorodność i wartość produktów, które można z niego uzyskać oraz fakt, że można go wykorzystać niemal w całości. Dla wszystkich produktów pozyskanych z emu, nawet tych pozornie odpadowych, istnieją potencjalne rynki zbytu.

Bibliografia

- Adams C., Brittin H.C., Hoover L.C., Wu C.K., Huffman L., 1997. Emu: A possible new red meat alternative. *J. Restaur. Foodserv. Mark.* 2(3), 67–74.
- Beckerbauer L.M., Thiel-Cooper R., Ahn D.U., Sell J.L., Parrish Jr F.C., Beitz D.C., 2001. Influence of two dietary fats on the composition of emu oil and meat. *Poult. Sci.* 80(2), 187–194.
- Bennett D.C., Leung G., Wang E., Ma S., Lo B.K., Mcelwee K.J., Cheng K.M., 2015. Ratite oils promote keratinocyte cell growth and inhibit leukocyte activation. *Poult. Sci.* 94(9), 2288–2296, <https://doi.org/10.3382/ps/pev204>.
- Biswas A.K., Khoja Irshad A., Majumder S., Bhanja S.K., Verma Arun K., 2017. Egg quality parameters and fatty acid profiles of emu eggs collected from experimental farm of ICAR-CARI, Izatnagar. *Indian J. Poult. Sci.* 52(2), 199–202, <https://doi.org/10.5958/0974-8180.2017.00033.2>.
- Blache D., Talbot R.T., Blackberry M.A., Williams K.M., Martin G.B., Sharp, P.J., 2008. Photoperiodic control of the concentration of luteinizing hormone, prolactin and testosterone in the male emu (*Dromaius novaehollandiae*), a bird that breeds on short days. *J. Neuroendocrinol.* 13, 998–1006, <https://doi.org/10.1046/j.1365-2826.2001.00722.x>.
- Buclaw M., Majewska D., Szczerbińska D., Ligocki M., 2020. The influence of age and gender on emu (*Dromaius novaehollandiae*) fat. *Sci. Rep.* 10, 11082, <https://doi.org/10.1038/s41598-020-68103-1>.
- Davies S.J.J.F., 1978. The food of emus. *Austral. J. Ecology* 3, 411–422, <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.1978.tb01189.x>.
- Davies S.J.J.F., 1984. Nomadism as a response to desert conditions in Australia. *J. Arid Environ.* 7(2), 183–195, [https://doi.org/10.1016/S0140-1963\(18\)31382-X](https://doi.org/10.1016/S0140-1963(18)31382-X).
- Dawson T.J., Read D., Russell E.M., Herd R.M., 1984. Seasonal variation in daily activities patterns, water relations and diet of emus. *Emu* 84, 93–102.
- Horbańczuk O.K., Wierzbicka A., 2016. Technological and nutritional properties of ostrich, emu, and rhea meat quality. *J. Vet. Res.* 60(3), 279–286, <https://doi.org/10.1515/jvetres-2016-0043>.

- Jeengar M.K., Kumar P.S., Thummuri D., Shrivastava S., Guntuku L., Sistla R., Naidu V.G., 2015. Review on emu products for use as complementary and alternative medicine. *Nutr.* 31(1), 21–27, <https://doi.org/10.1016/j.nut.2014.04.004>.
- Jefferey J.S., 1996. Emu production. Texas Cooperative Extension. The Texas A&M University System, <http://posc.tamu.edu/wp-content/uploads/sites/20/2012/08/emuproduction1.pdf> [dostęp: 2.04.2022].
- Majewski J., 2017. Tuszcz emu, strusi i nandu – możliwości wykorzystania i profil kwasów tłuszczowych. *Post. Tech. Przetw. Spoż.* 1, 116–120.
- Mashtoub S., 2017. Potential therapeutic applications for emu oil. *Lipid Techn.* 29, 28–31, <https://doi.org/10.1002/lite.201700009>.
- McDonald J.D., 1986. Origin of name Emu. *The Sunbird: J. Queensl. Ornithol. Soc.* 16(3), 68–72.
- Michałek K., Szczerbińska D., Grabowska M., Majewska D., Laszczyńska M., 2016. Anatomical and morphological study of the kidneys of the breeding emu (*Dromaius novaehollandiae*). *Turk. J. Zool.* 40(3), 314–319, <https://doi.org/10.3906/zoo-1506-21>.
- Naveena B.M., Sen A.R., Muthukumar P.S., Girish P.S., Praveen Kumar Y., Kiran M., 2013. Carcass characteristics. Composition, physicochemical, microbial and sensory quality of emu meat. *Brit. Poult. Sci.* 54, 329–336, <https://doi.org/10.1080/00071668.2013.790006>.
- Patel S.J., Kumar R., Patel A.S., Patel M.D., 2015. Importance of Emu and its farming in India. *J. Livest. Sci.* 6, 85–90.
- Pegg R.B., Amarowicz R., Code W.E., 2006. Nutritional characteristics of emu (*Dromaius novaehollandiae*) meat and its value-added products. *Food Chem.* 97, 193–202, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.04.002>.
- Quin B.R., 1996. Diet and Habitat of Emus *Dromaius novaehollandiae* in the Grampians Ranges, South-western Victoria, Emu – Austral. *Ornithol.* 96(2), 114–122, <https://doi.org/10.1071/MU9960114>.
- Raven M., Robinson D., Hunter J., 2021. The Emu: More-than-human and more-than-animal geographies. *Antipode* 53, 1526–1545. <https://doi.org/10.1111/anti.12736>.
- Sales J., 2007. The emu (*Dromaius novaehollandiae*): a review of its biology and commercial products. *Avian Poult. Biol. Rev.* 18(1), 1–20, <https://doi.org/10.3184/135704807X222531>.
- Snowden J.M., Whitehouse M.W., 1997. Anti-inflammatory activity of emu oils in rats. *Inflammopharmacology* 5(2), 127–132, <https://doi.org/10.1007/s10787-997-0021-x>.
- Takeuchi J., Nagashima T., 2010. Chemical and physical characterization of *Dromaius novaehollandiae* (Emu) Eggs. *Food Sci. Technol. Res.* 16 (2), 149–156.
- Warale R.H., Chauhan H., Parmar D., Kulkarni R.C., Srivastava A.K., Makwana R.B., 2014. Emu farming: an alternative to Indian poultry. *Trends Vet. Anim. Sci.* 1, 9–14.
- Zemtsov A., Gaddis M., Montalvo-Lugo V.M., 1996. Moisturizing and cosmetic properties of emu oil: a pilot double blind study. *Australas. J. Dermatol.* 37, 159–161, <https://doi.org/10.1111/j.1440-0960.1996.tb01040.x>.

Ocena stosowania substancji dodatkowych w przetwórstwie mięsa

Evaluation of the use of additives in meat processing

Substancje dodatkowe – substancje normalnie niespożywane jako żywność, niebędące typowymi składnikami żywności, posiadające wartość odżywczą lub jej nieposiadające, których celowe użycie technologiczne w czasie produkcji, przetwarzania, pakowania, transportu i przechowywania spowoduje zamierzone lub spodziewane rezultaty w środku spożywczym albo w półproduktach będących jego komponentami. Ich stosowanie w przemyśle mięsnym uzasadnione jest technologicznie i powoduje, lub można spodziewać się, że spowoduje, iż substancja ta lub jej produkty pochodne staną się bezpośrednio lub pośrednio składnikiem tej żywności [Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady nr 1333/2008 z dnia 16 grudnia 2008 r.]. Wykaz zidentyfikowanych substancji dodatkowych wraz z ich numerem identyfikacji INS (International Numbering System) zamieszczono w tabeli 1.

Jednym z podstawowych dodatków stosowanych w przetwórstwie mięsa jest azotyn sodu, zaliczany do grupy substancji konserwujących [Kędzior 2014], chociaż wykazuje także szereg innych działań. Dodatek ten stanowi składnik mieszanek peklujących i odpowiada m.in. za nadanie wyrobom mięsnym stabilnej, typowej dla produktów peklowanych, różowoczerwonej barwy zwanej czerwienią peklowniczą. Azotyn sodu wykazuje również działanie bakteriostatyczne i bakteriobójcze. Cecha ta jest szczególnie ważna wobec *Clostridium botulinum* – bakterii wytwarzającej silną truciznę biologiczną, znaną jako jad kiełbasiany [Mroczek i Piotrowska 2009, Pospiech i Frankowska 2009, Krzysztofik i in. 2015, Wyka i in. 2019]. Dodatek ten odpowiada za zmniejszenie oporności przetrwalników na działanie temperatury oraz hamowanie ich namnażania w produkcji utwalonym termicznie [Mroczek i Piotrowska 2009, Bagnowska i in. 2011, Krzysztofik 2015, Wyka i in. 2019]. Azotyn sodu jest także znany ze swoich właściwości przeciwutleniających – chroni tłuszcze zawarte w mięsie przed utlenianiem katalitycznym. Wpływa na poprawę właściwości technologicznych produktu oraz jego wydajność [Mroczek i Piotrowska 2009, Mariutti i Bragagnolo 2017, Wyka i in. 2019]. Innymi, również często stosowanymi w przetwórstwie mięsa przeciwutleniaczami są askorbinian sodu oraz kwas askorbinowy. Pełnią one ważną rolę podczas peklowania wyrobów mięsnych, gdyż odpowiadają za przyspieszenie tworzenia różowoczerwonej barwy oraz poprawiają jej stabilność. Spowalniają procesy jęłczenia tłuszczów (działanie antyoksydacyjne) i powstawanie nitrozoamin oraz ograniczają występowanie azotynów resztkowych w wyrobach mięsnych [Mroczek i Piotrowska 2009, Kędzior 2014, Krzysztofik 2015]. Ponadto, zwiększają skuteczność azotynów w hamowaniu rozwoju *Clostridium Botulinum* [Mroczek i Piotrowska 2009, Kędzior 2014].

¹ Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii, paulina.keska@up.lublin.pl

Tabela 1. Wykaz wybranych substancji dodatkowych wraz z ich numerem identyfikacji INS (International Numbering System)

Grupa dodatków	Nazwa dodatku	Numer wg INS
Barwniki	kurkumina	E100
	koszenila, czerwień koszenilowa, kwas karminowy, karminy	E120
	karmel, karmel siarczynowy, karmel amoniakalny, karmel amoniakalno-siarczynowy	E150
	karoteny	E160a
	ekstrakt z papryki, kapsantyna, kapsorubina	E160c
	betanina	E162
	czerwień allura AC	E129
	żółcień pomarańczowa	E110
ryboflawina	E101	
Konserwanty	sorbiniany	E200–E203
	benzoesany	E210–E213
	parahydroksybenzoesany	E214–E215, E218–E219
	siarczyny	E221–E224
	natamycyna	E235
	azotyn sodu	E250
azotany	E251–E252	
Przeciwutleniacze i regulatory kwasowości	octan sodu	E262
	kwas askorbinowy	E300
	askorbinian sodu	E301
	kwas izoaskorbinowy	E315
	izoaskorbinian sodu	E316
	mleczan sodu	E325
	kwas cytrynowy	E330
cytrynian sodu	E331	
Emulgatory, środki spulchniające, żelujące	karagen	E407
	maltodekstryna	E414
	guma ksantanowa	E415
	konjac	E425
	przetworzone wodorosty morskie z gatunku <i>Eucheuma</i>	–
Stabilizatory	difosforany	E450
	trifosforany	E451
	polifosforany	E452
	preparaty białkowe i błonnikowe	–
	skrobia	–
	hydrokoloidy	–
	fosforany	–
kwas mlekowy i jego sole	–	
Wzmacniacze smaku	glutaminian sodu, glutaminian monosodowy	E621
	guanylan disodowy	E627
	inozynian disodowy	E631
	rybonukleotydy dwusodowe	E635

Źródło: oprac. wł.

Glutaminian monosodowy (sól monosodowa kwasu glutaminowego) to kolejna substancja, dodawana do wyrobów mięsnych w celu wydobycia smaku umami (określonego jako słono-mięsno-grzybowy) [Wijayasekara i Wansapala 2017, Domaradzki i in. 2020]. Dodatek ten nadaje wyrobom mięsnym zapach wywaru wołowego oraz zwiększa ich smakowitość, zapewniając równowagę smaków [Chun i in. 2014, Maluly i in. 2017]. Może być stosowany w celu zmniejszenia ilości sodu dodawanego do wyrobów, ponieważ powoduje intensywniejsze odczuwanie [Maluly i in. 2017, Wijayasekara i Wansapala 2017]. Kolejną grupą związków dodawanych do wyrobów mięsnych są fosforany. Pełnią one między innymi funkcję stabilizatorów, emulgują tłuszcze i polepszają wiązanie wody. Wykazują także działanie bakteriostatyczne [Kędzior 2014, Lenzi i in. 2016]. Zapobiegają niekontrolowanym zmianom tekstury oraz pogorszeniu jakości mikrobiologicznej produktu podczas jego wytwarzania i dystrybucji [Kędzior 2014]. W przetwórstwie mięsa stosowane są także regulatory kwasowości, np. cytrynian sodu, kwas cytrynowy, octan sodu. Wykorzystywane są one do kontroli pH wyrobu, chelatowania metali oraz konserwacji żywności pochodzenia zwierzęcego [Kędzior 2014, Lenzi i in. 2016]. Przyspieszają przebieg procesów enzymatycznych oraz powodują unieczynnienie jonów metali wielowartościowych [Kędzior 2014]. W przetwórstwie mięsa stosowana jest również maltodekstryna, głównie do polepszenia tekstury wyrobów mięsnych. Tworzy ona stabilne żele i emulsje. Pełni również rolę wypełniacza lub zamiennika tłuszczu w wyrobach dietetycznych [Zychnowska 2015]. W technologii mięsa stosowane są również karageny z uwagi na zagęszczające i wiążące wodę właściwości. Działanie karagenów jest wykorzystywane przez producentów wędlin do poprawy smarowności, krajalności oraz soczystości wyrobów [Olszewski 2002, Necas i Bartosikova 2013, Kędzior 2014]. Ponadto pozwalają ograniczyć lub całkowicie wyeliminować wyciek termiczny, co wpływa na wzrost wydajności produkcyjnej [Olszewski 2002, Kędzior 2014]. Dodatek karagenów umożliwia także stosowanie mniejszych ilości tłuszczów w produkcji wyrobów mięsnych bez utraty ich jakości [Olszewski 2002, Kędzior 2014, Zychnowska i in. 2015].

Dodatki dopuszczone do użycia w produkcji wyrobów mięsnych muszą być stosowane zgodnie z wymaganiami ustalonymi przez odpowiednie organy, po konsultacji ze specjalistami w zakresie zdrowia publicznego [Cygan-Szczegielniak i in. 2015]. Wymienić tu należy przede wszystkim: Komitet Ekspertów FAO/WHO ds. Dodatków do Żywności (ang. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives – JECF) oraz Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności (ang. European Food Safety Authority – EFSA). EFSA na podstawie aktualnych badań toksykologicznych, chemicznych i biologicznych stwierdza o bezpieczeństwie zdrowotnym i możliwości wykorzystania substancji jako dodatek do żywności. Po pozytywnych rekomendacjach ustalane jest tzw. akceptowane dzienne spożycie – ADI (ang. acceptable daily intake) [Kędzior 2014] (tab. 2–4). ADI to ilość danej substancji wyrażona w mg/kg masy ciała człowieka, którą można dziennie pobierać (spożywać) ze wszystkich źródeł bez szkody dla organizmu [Szponar i in. 2003]. W odniesieniu do dodatków, które nie wymagają limitowania, stosuje się zasadę *quantum satis*, tj. dodawania najmniejszej możliwej dawki uzasadnionej technologicznie [Kędzior 2014].

Tabela 2. Wartości ADI oraz skutki zdrowotne przedawkowania barwników

Dodatek	Skutki zdrowotne przedawkowania	ADI
E100	reakcje alergiczne	0–1 mg/kg masy ciała
E120	brak toksycznych właściwości, jednak zanieczyszczenia zawarte w preparacie mogą wywołać w połączeniu z nim wstrząs anafilaktyczny	0–0,5 mg/kg masy ciała
E150d	nie stwierdzono	0–200 mg/kg masy ciała
E160a	przy przedawkowaniu skóra przybiera żółtą barwę	0–5 mg/kg masy ciała
E129	potencjalnie szkodliwe działanie na genom ludzki	0–0,7 mg/kg masy ciała
E110	reakcje alergiczne, nadpobudliwość u dzieci	0–2,5 mg/kg masy ciała
E101	nudności, wymioty	0–0,5 mg/kg masy ciała

Tabela 3. Wartości ADI oraz skutki zdrowotne przedawkowania konserwantów

Dodatek	Skutki zdrowotne przedawkowania	ADI
E200–E203	reakcje alergiczne, astma, zapalenie spojówek	0–25 mg/kg masy ciała
E210–E213	reakcje alergiczne, podrażnienie błony żołądkowej	0–5 mg/kg masy ciała
E214–E215, E218–E219	słabe reakcje alergiczne (słaby alergen kontaktowy)	0–10 mg/kg masy ciała (jako suma wszystkich estrów)
E221–E224	obniża zawartość witaminy B ₁ w organizmie	0–7 mg/kg masy ciała
E235	nie stwierdzono	0–0,3 mg/kg masy ciała
E250	potencjalne działanie kancerogenne, mdłości, wymioty, silne bóle głowy	0–0,06 mg/kg masy ciała
E251–E252	działanie kancerogenne	0–3,7 mg/kg masy ciała

Tabela 4. Wartości ADI oraz skutki zdrowotne przedawkowania przeciwutleniaczy i regulatorów kwasowości

Dodatek	Skutki zdrowotne przedawkowania	ADI
E262	wysypka, podrażnienia skóry	0–15 mg/kg masy ciała
E300	w nadmiarze powoduje biegunkę, wymioty, podrażnienia skóry	nie określono
E301	ułatwia wytwarzanie kamieni nerkowych	50 mg/kg masy ciała*
E325	nie stwierdzono, jednak nie dopuszczono do stosowania w produktach dziecięcych	nie określono
E330	osłabia strukturę uzębienia, ułatwia wchłanianie metali ciężkich, np. ołowiu	nie określono

*Obecność regulowana w preparatach mlecznych dla niemowląt

Celem przeprowadzonych badań była analiza (na podstawie składu produktów zamieszczonego na etykietach wyrobów) dodatków do żywności stosowanych w wybranych wyrobach mięsnych.

Material i metody

Analizie poddano 30 wyrobów mięsnych dostępnych w obrocie handlowym w Polsce. Wykaz produktów umieszczono poniżej (tab. 5). Produkty zostały zakupione zarówno w małych, osiedlowych sklepach, jak i dużych hipermarketach, głównie na terenie miasta Lublin, w okresie od stycznia do marca 2022 r. Ocenie poddano stosowanie dodatków w: a) wyrobach mięsnych wyprodukowanych z nierozdrobnionego mięsa (całomięśniowych), b) wyrobach mięsnych z rozdrobnionego mięsa (kielbas) oraz c) konserw.

Tabela 5. Wykaz produktów objętych analizą

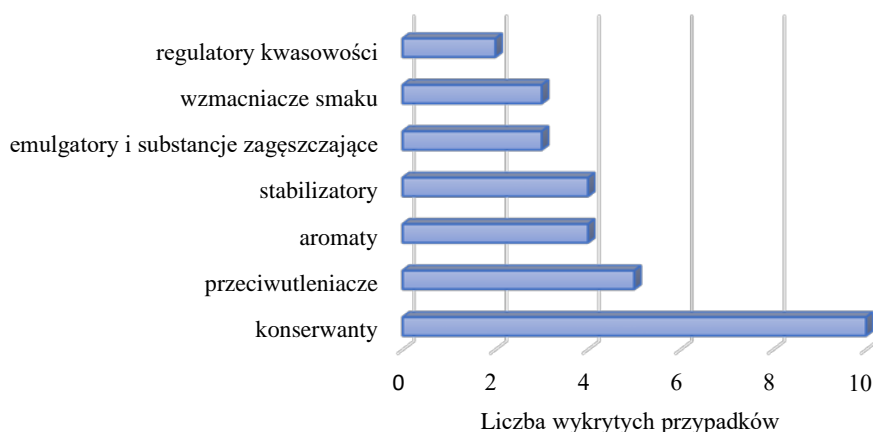
Wyroby		
całomięśniowe	kielbasy	konserwy mięsne
Szynka z rozmarynem – Gzella, Sokołów S.A.	Krakowska sucha extra z szynki – Gzella, Sokołów S.A.	Gulasz angielski wieprzowy – Sokołów S.A.
Szynka wieprzowa – Gzella, Sokołów S.A.	Kielbasa z kociewskiej wędzarni – Gzella, Sokołów S.A.	Konserwa wieprzowa z golonką wieprzową – Sokołów S.A.
Baleron – Gzella, Sokołów S.A.	Szynkowa wieprzowa – Gzella, Sokołów S.A.	Konserwa turystyczna – Sokołów S.A.
Połudwica sopocka – Gzella, Sokołów S.A.	Żywiecka podsuszana – Krakus, Animex Foods sp. z o.o.	Golonka wieprzowa – Pampol S.A.
Szynka wędzona Naturrino – Sokołów S.A.	Salami – Sokołów S.A.	Konserwa tyrolska extra – Łuków
Boczek wędzony – Gzella, Sokołów S.A.	Kielbasa swojska z cielęciną – JBB	Kielbasa zwyczajna – Łuków
Połudwiczka wieprzowa dojrzewająca, wędzona – Animex Foods	Kielbasa śląska – Sokołów S.A.	Kielbasa biała – Kuchnia Staropolska, Graal S.A.
Szynka Prosciutto Crudo – Bell	Kielbasa krucha z kija – Lukullus sp. z o.o.	Szynka konserwowa z galaretką – Krakus, Animex sp. z o.o.
Szynka szwardzwałdzka – Bell	Morlińska z piersią kurczaka – Morliny	Luncheon meat – Krakus, Animex Foods sp. z o.o.
Schab dojrzewający – Gzella, Sokołów S.A.	Kielbasa myśliwska – Lukullus sp. z o.o.	Konserwa turystyczna: – Evra Meat

Źródło: oprac. wł.

Badania zostały oparte na informacjach o składzie produktu znajdujących się na etykietach wyrobów. W oparciu o zgromadzone informacje, sporządzono listę dodatków znajdujących się w wyrobach mięsnych i oceniono stopień ich stosowania w aspekcie jakościowym i ilościowym. W badaniu przyjęto kryterium, w którym 1 oznaczało obecność składnika w analizowanym produkcie, 0 jego brak.

Wyniki i ich omówienie

Identyfikowane dodatki deklarowane na etykiecie przez producentów wyrobów mięsnych można zaklasyfikować do 8 grup: 1) substancje konserwujące (występujące w 26 na 30 produktów), 2) przeciwutleniacze (17 na 30 produktów), 3) stabilizatory (16 na 30 produktów), 4) aromaty (11 na 30 produktów); 5) wzmacniacze smaku (11 na 30 produktów); 6) emulgatory (10 na 30 produktów), 7) regulatory kwasowości (6 na 30 produktów); 8) barwniki (1 na 30 produktów).

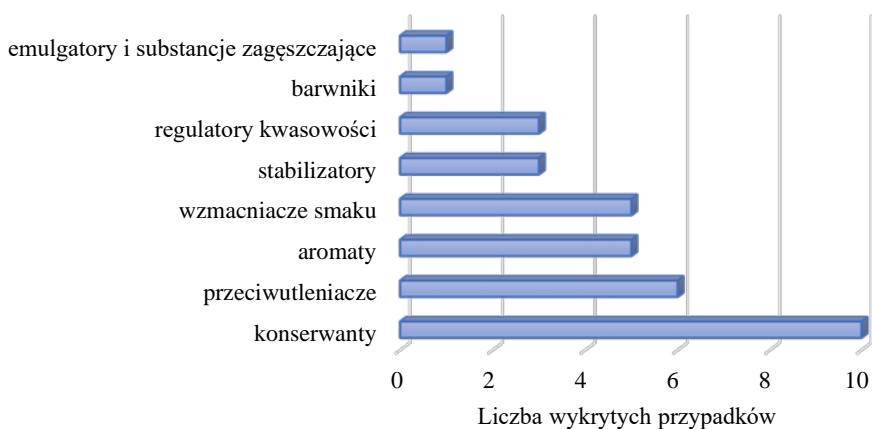


Ryc. 1. Udział dodatków w zależności od kategorii w wyrobach mięsnych całościowych

Wśród wyrobów mięsnych produkowanych z całego elementu tuszy (całościowych) najczęściej stosowanymi dodatkami były konserwanty (100% wyrobów objętych analizą) (ryc. 1). Połowa produktów objętych analizą zawierała przeciwutleniacze, najczęściej był to E301 (askorbinian sodu), rzadziej E316 (izoaskorbinian sodu). Nieco mniej niż połowa wyrobów z mięsa nierozdrobnionego (w 4 na 10 wyrobów) zawierała stabilizatory oraz aromaty. Jako stabilizator najczęściej identyfikowano E451 (trifosforany). W produkcji całościowych wyrobów z mięsa stosowano również aromat dymu wędzarniczego – jako pojedynczy dodatek bądź stosowany równoległe z aromatem z pszenicy w tym samym wyrobie. Oprócz wymienionych w wyrobach całościowych

identyfikowano wzmacniacze smaku (E621 – glutaminian sodu/glutaminian monosodowy) oraz emulgatory i substancje zagęszczające (E407 – karagen; E414 – malto-dekstryna; E425 – konjac) obecne w 30% wyrobów oraz regulatory kwasowości (E331 – cytrynian sodu; E262 – octan sodu) obecne w co piątym produkcie (E wymieniono w kolejności malejącej liczby przypadków).

Na rycinie 2 przedstawiono rozkład ilościowy dodatków do produkcji kielbas. Najczęściej stosowaną grupą dodatków były konserwanty znajdujące się we wszystkich analizowanych kielbasach. Znaczną grupę dodatków stanowiły przeciwutleniacze, obecne w 60% wyrobów. Najczęściej identyfikowanymi substancjami o działaniu antyoksydacyjnym w kielbasach były E316 (izoaskorbinian sodu), E301 (askorbinian sodu) oraz E300 (kwas askorbinowy). W produkcji kielbas stosowano także wzmacniacze smaku i aromaty dymu, których obecność stwierdzono w połowie wyrobów objętych analizą. Wśród wzmacniaczy smaku najczęściej stosowano E621 (glutaminian sodu/glutaminian monosodowy), ale także ekstrakt drożdżowy.

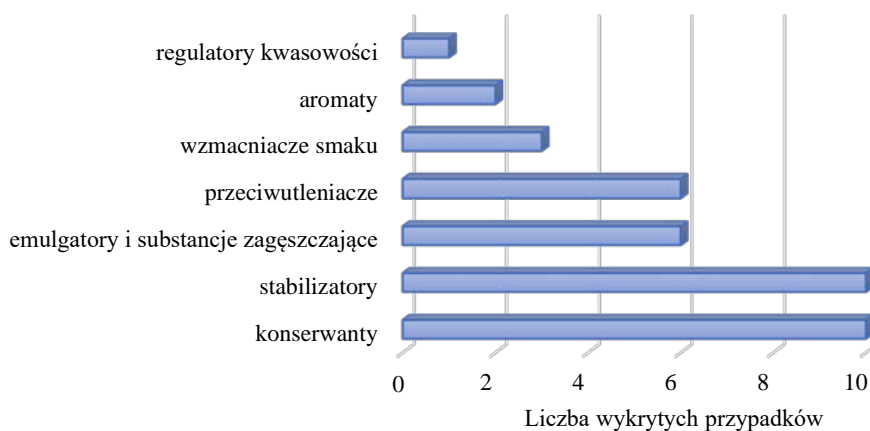


Ryc. 2. Udział dodatków w zależności od kategorii w kielbasach

Stabilizatory to kolejna grupa dodatków stosowana niemalże w co trzeciej kielbasie. Najczęściej stosowane stabilizatory to E451 (trifosforany) oraz białko sojowe, a także: skrobia ziemniaczana, hydrolizowane białko kukurydziane oraz E331 (cytrynian sodu). Biorąc pod uwagę rodzaje regulatorów kwasowości, obecnych w 30% wyrobów, były to substancje typowe dla przetwórstwa mięsnego, tj. E262 (octan sodu), E330 (kwas cytrynowy) oraz E331 (cytrynian sodu). W produkcji kielbas stosowano także barwniki (E162 – betanina; oraz E120 – koszenila/czerwień koszenilowa/kwas karminowy/karminy), jednak ich obecność określono jako marginalną (w 10% wyrobów) (ryc. 2).

Ostatnią grupą wyrobów mięsnych objętych analizą były konserwy mięsne, zaś udział poszczególnych grup dodatków wykorzystywanych do ich produkcji przedstawiono na rycinie 3. Podobnie jak w przypadku pozostałych omawianych grup wyrobów

mięśnych, wszystkie konserwy zawierały konserwanty oraz stabilizatory, których obecność stwierdzono w każdej analizowanej konserwie. Najczęściej stosowany stabilizator to trifosforan (50% przypadków), pozostałe zidentyfikowane to: hydrolizat białka roślinnego, błonnik sojowy, błonnik grochowy, acetylowany adypinian diskrobiowy oraz białka zwierzęce wieprzowe.



Ryc. 3. Udział dodatków w zależności od kategorii w konserwach

Cechą charakterystyczną konserw był także zwiększony, w porównaniu do pozostałych grup wyrobów mięśnych (ryc. 1 i ryc. 2), udział emulgatorów. Zawierało je 60% konserw. Najczęściej wykorzystywane emulgatory to E407 (karagen), E414 (malto-dekstryna). Jako substancje emulgujące producenci deklarowali również stosowanie przetworzonych wodorostów morskich z gatunku *Eucheuma*, E415 (guma ksantanowa) oraz żelatyny wieprzowej. Liczną grupę dodatków stanowiły także przeciwutleniacze, które podobnie jak w pozostałych grupach wyrobów stosowane były w ponad połowie konserw. Wśród nich należy wymienić: E301 (askorbinian sodu), E316 (izoaskorbinian sodu) oraz E300 (kwas askorbinowy). Najczęściej wykorzystywany wzmacniacz smaku to E621 (glutaminian sodu/glutaminian monosodowy) występujący jako pojedyncza substancja lub współlistniejąca z 5-rybonukleotydami sodowymi. Wśród dodatków do konserw znalazł się także suszony koncentrat soku z cytryny stosowany jako regulator kwasowości.

Niezależnie od rodzaju wyrobu mięśnego – rozdrobnionego bądź nie, poddawanego różnej obróbce termicznej (parzenie, pasteryzacja bądź sterylizacja) – stosowanie konserwantów wydaje się nieuniknione. Najczęściej stosowanymi konserwantami były sól oraz azotyn sodu (E250), co jest zgodne ze znaną praktyką technologiczną [Desmond 2006]. Należy jednak zaznaczyć, że producenci branży mięśnej coraz częściej sięgają po alternatywne wobec najbardziej popularnych konserwantów (np. azotyn potasu – ważne

z uwagi na ograniczenie podaży sodu w diecie) czy dodatków wielofunkcyjnych (np. wykorzystanie konserwujących właściwości dymu) [Kostyra 2005, Matthews i Strong 2005], jednak są one stosowane łącznie z tradycyjnymi konserwantami, nie eliminując ich całkowicie z receptury.

Podsumowanie

Przedstawione w niniejszej pracy wyniki wskazują najczęściej stosowane przez producentów wyrobów mięsnych rodzaje substancji dodatkowych. Najliczniej stosowaną grupą dodatków do mięs były konserwanty. Powszechnie stosowano również przeciwutleniacze, niezależnie od rodzaju produktu na bazie mięsa. W wyrobach całomieśniowych oraz kielbasach dość powszechnym dodatkiem był aromat dymu wędzarniczego. Najbardziej w analizowanych produktach stwierdzano obecność barwników (tylko w przypadku kielbas) oraz emulgatorów i regulatorów kwasowości. Natomiast w konserwach często występującą grupą dodatków były stabilizatory.

Bibliografia

- Bagnowska A., Mostowski R., Trzęsowska A., Krala L., 2011. Techniczne, technologiczne i zdrowotne aspekty wędzenia mięsa. *Acta Sci. Pol., Technica Agraria* 10(1–2), 33–40.
- Chun J., Kim B., Lee J., Cho H., Min S., Choi M., 2014. Effect of NaCl/monosodium glutamate (MSG) mixture on the sensorial properties and quality characteristics of model meat products. *Korean J. Food Sci. Anim. Resour.*, 34(5), 576–581, <https://doi.org/10.5851/kosfa.2014.34.5.576>.
- Cygan-Szczegieliński D., Janicki B., Stanek M., Stasiak K., Roślewska A., 2015. Dodatki do żywności. Wydawnictwo Uczelniane Uniwersytetu Techniczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy.
- Desmond E., 2006. Reducing salt: a challenge for the meat industry. *Meat Sci.*, 74(1), 188–196, <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.04.014>.
- Domaradzki P., Florek M., Litwińczuk Z., 2020. Kształtowanie profilu smakowo-zapachowego mięsa wołowego w procesie dojrzewania na sucho. *Żywn. Nauka Technol. Jakość* 1(122), 5–30, <https://doi.org/10.15193/zntj/2020/122/319>.
- Kędzior W., 2014. Substancje dodatkowe w przetwórstwie mięsa i warunki ich stosowania. *Zesz. Nauk. (Uniw. Ekonom. Krak.)*, 3(927), 9–20.
- Kostyra E., 2005. Dym wędzarniczy i preparat dymu wędzarniczego skład, właściwości, zastosowanie. *Post. Tech. Przetw. Spoż.* (15)2, 48–50.
- Krzysztofik B., Dróżdż T., Sobol Z., Nawara P., Wrona P., 2015. Metody utrwalania żywności. W: B. Krzysztofik (red.), *Metody zabezpieczania i utrwalania surowców oraz produktów żywnościowych – studium przypadku*. Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej, Kraków.
- Lenzi L.J., Lucchesi P.M.A., Medico L., Burgán J., Krüger A., 2016. Effect of the food additives sodium citrate and disodium phosphate on Shiga toxin-producing *Escherichia coli* and production of *stx* phages and Shiga toxin. *Front. Microbiol.* (7), 992, <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.00992>.
- Makala H., 2016. Rola soli w przetworach mięsnych i możliwości obniżenia jej zawartości. Artykuł przeglądowy. *Post. Nauki Technol. Przem. Rol.-Spoż.* 71(3), 30–43.
- Maluly H.D.B., Ariseto-Bragotto A.P., Reyes F.G.R., 2017. Monosodium glutamate as a tool to reduce sodium in foodstuffs: technological and safety aspects. *Food Sci. Nutr.* 5(6), 1039–1048, <https://doi.org/10.1002/fsn3.499>.
- Mariutti L.R.B., Bragagnolo N., 2017. Influence of salt on lipid oxidation in meat and seafood products: a review. *Food Res. Int.*, 94, 90–100, <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.02.003>.

- Matthews K., Strong M., 2005. Salt – its role in meat products and the industry’s action plan to reduce it. *Nutr. Bull.* 30(1), 55–61, <https://doi.org/10.1111/j/1467-3010.2005.00469.x>.
- Mroczek J., Piotrowska J., 2009. Wpływ pH farszu i dodatku askorbinianu sodu na efektywność peklowania i trwałość barwy po obróbce termicznej. *Post. Tech. Przetw. Spoż.* 1, 29–33.
- Necas J., Bartosikova L., 2013. Carrageenan: a review. *Vet. Med.* 58(4), 187–205.
- Olszewski A., 2002. Przyprawy i substancje dodatkowe. W: Olszewski A. (red.), *Technologia przetwórstwa mięsa*. WNT, Warszawa.
- Pospiech E., Frankowska A., 2009. Azotany III i V – ich zastosowanie i przyszłość w przetwarzaniu mięsa. *Med. Wet.* 65(12), 803–806.
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady nr 1333/2008 z dnia 16 grudnia 2008 r. w sprawie dodatków do żywności.
- Wijayasekara K., Wansapala J., 2017. Uses, effects and properties of monosodium glutamate (MSG) on food & nutrition. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 2(3), 132–143.
- Wyka K., Gajewska M., Bartodziejska B., Szosland-Fałtyń A., 2019. Oznaczanie azotanów (III) i azotanów (V) w produktach garmazeryjnych. W: Budryn G., Śliżewska K. (red.), *Nauka, technologia i innowacje w żywności i żywieniu*. Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź.
- Zychnowska M., Onacik-Gür S., Krygier K., 2015. Właściwości i możliwości wykorzystania zamienników tłuszczów dostępnych na rynku. *Probl. Hig. Epidemiol.* 96(1), 42–50.

Wojciech Ospałek¹, Aleksandra Straub¹, Dorota Muzyczka¹, Mateusz Piejak¹,
Łukasz Wlazło^{1,2}, Bożena Nowakowicz-Dębek²

Wykorzystanie ozonowania w dekontaminacji żywności oraz do wydłużenia jej przydatności do spożycia

The use of ozonation to remove microorganisms from food and extend its shelf life

Kiedy w 1857 r. Werner von Siemens zbudował pierwszy generator ozonu, zaczęto dostrzegać potencjał tej cząsteczki jako środka dezynfekującego. Alotropowa, trójatomowa cząsteczka tlenu posiada właściwości oksydacyjne, antibakteryjne oraz antywirusowe, zabija roztocza, mniejsze owady, usuwa wszelkie zapachy, dzięki czemu znalazła szerokie zastosowanie w wielu procesach przemysłowych takich jak oczyszczanie wody pitnej i gleby, dezynfekcja produktów roślinnych i zwierzęcych, wybielanie tekstyliów, całkowite utlenianie gazów odlotowych z produkcji różnych organicznych substancji chemicznych, sterylizacja sprzętu medycznego itp. [Rakovsky i Zaikov 2007]. Ozon może działać bezpośrednio na związek lub ulegać reakcji rozpadu na tlen cząsteczkowy O₂ oraz pojedynczy atom tlenu. W procesie tym może powstać wolny rodnik wodorotlenowy, tworzenie się rodników zachodzi znacznie intensywniej w środowisku wodnym, gdzie ozon reaguje z jonem wodorotlenkowym, produktem autodysocjacji wody. Jak wykazali Min Cho i in. [2007], rodniki hydroksylowe powstałe wskutek rozpadu ozonu w wodzie odpowiadają za 33% redukcji liczby bakterii i odgrywają znaczącą rolę w neutralizowaniu przetrwalników. W przeciwieństwie do ozonu rodnik hydroksylowy oddziałuje też na związki nieorganiczne, co czyni go bardziej uniwersalnym środkiem odkażającym. Rodnik ten jest uznawany za całkowicie nieszkodliwy dla organizmu oraz środowiska. Jego niemal natychmiastowy czas połowicznego rozpadu, wynoszący 10⁻⁹ sekundy [Krosowiak i in. 2007] sprawia, że kontakt z nim ma tylko obiekt dezynfekowany w wodzie ozonowanej. Natomiast czas połowicznego rozpadu ozonu w wodzie jest silnie uzależniony od pH, im wyższe pH, tym szybciej zachodzi rozkład [Nawrocki i Fijołek 2009]. Dla wody destylowanej (pH ok. 5,8) o temperaturze 20°C czas połowicznego rozpadu ozonu wynosi 20–30 min [Miller 2005]. Zwiększenie pH wody przeznaczonej do ozonowania zwiększa zatem bezpieczeństwo i jakość dezynfektanta. Temperatura rozpuszczalnika również wpływa na czas rozpadu. Zastosowanie wody o pH wynoszącym 7 i temperaturze 35°C skraca czas rozpadu do 6–8 min.

Ozon, jak również rodnik hydroksylowy, niszczy początkowo ścianę komórkową bakterii, reaguje ze znajdującymi się w błonie komórkowej nienasyconymi kwasami

¹ Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Studenckie Koło Naukowe Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki, Sekcja Higieny i Ochrony Środowiska, wojciecho.poczta@gmail.com

² Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Biologii Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki, Katedra Higieny Zwierząt i Zagrożeń Środowiska

tłuszczowymi, fosfolipidami i białkami, powodując ich utlenienie i rozpad na krótsze łańcuchy. Niszczące działanie ozonu zachodzi następnie we wnętrzu komórki, gdzie utleniane są struktury wewnątrzkomórkowe, w tym kwasy nukleinowe łańcucha DNA, koenzymy NADH i NADPH, wskutek czego zostają zatrzymane reakcje łańcucha oddechowego [Szaflik 2009]. Działa również destrukcyjnie na wielonienasycone kwasy tłuszczowe otoczki wirusów [Seńczuk 2005]. Dotychczasowe wyniki badań wykazują, że bakterie mają różną odporność na działanie ozonu. Najbardziej wrażliwe są bakterie Gram-dodatnie, jednak ozon jest skuteczny również względem bakterii Gram-ujemnych, wirusów, grzybów strzępkowych, drożdży, zarodników grzybów i form przetrwalnikowych bakterii.

Jednakże w procesie ozonowania, na skutek reakcji z kwasami tłuszczowymi, lipidami i białkami błon komórkowych, mogą powstawać substancje o działaniu toksycznym. Ma to duże znaczenie w przemyśle spożywczym oraz przy oczyszczaniu wody pitnej. Toksyczność ozonu jest dla organizmu efektem kaskadowych bioprzemian utlenionych pochodnych lipidów i białek. Końcowymi produktami peroksydacji lipidów są aldehydy, węglowodory oraz związki resztkowe, głównie dialdehyd malonowy [Szaflik 2009].

Szkodliwe, uboczne działanie ozonu może okazać się znikome, gdy zostanie on zastosowany do dezynfekcji produktów pochodzenia roślinnego. Całą powierzchnię nadziemnych części rośliny pokrywa warstwa ochronna – kutykula. Znajduje się na liściach, owocach i pędach, oprócz części zdrewniałych. Zewnętrzną warstwę kutykuli tworzą woski kutykularne. Ich zadaniem jest m.in. ochrona rośliny przed wnikaniem substancji zewnętrznych, ochrona przed promieniowaniem, utratą wody, utrudnia również rozwój mikroorganizmów. Nie istnieją badania dotyczące wpływu ozonu na trwałość wosków naturalnych, jednak są one stosowane w procesach ozonowania jako środek zabezpieczający powierzchnię. Można wysunąć hipotezę, że woski kutykularne budujące kutykule działają podobnie. Znaczyłyby to, że ozon działa utleniająco jedynie na powierzchnię przykładowego owocu, redukując liczbę mikroorganizmów na jego powierzchni i nie wchodząc w reakcję z materiałem roślinnym, w efekcie nie produkuje ubocznych produktów wewnątrz owocu. Zaobserwowano również, że poziom redukcji mikroorganizmów był mniejszy dla produktów takich jak marchew czy sałata, a większy np. dla pomidora. Wyjaśniono to różną porowatością powierzchni, przy porowatej i szorstkiej skórce bakterie są lepiej chronione przed działaniem ozonu [Bermúdez-Aguirre 2013]. Zastosowanie wody nasyconej ozonem ma dodatkowe znaczenie w dezynfekcji roślin, ich liści, owoców, pędów – chroni przed przedostaniem się ozonu do wnętrza tkanek. Ozon w formie gazowej łatwo przedostaje się przez aparaty szparkowe i uszkadza rośliny od środka. Niszczy miękisz gąbczasty, palisadowy, wpływa również na zniszczenie samych aparatów szparkowych, co powoduje przyspieszoną ewaporację wody. Zakłócone są procesy fotosyntezy i oddychania [Godzik i Grodzińska 2002]. Dochodzi do powstania nekroz w postaci ciemnych plamek, mechanicznego pogorszenia jakości produktu, jak również zanieczyszczenia produktami ubocznymi utleniania. Nasycona ozonem woda jest dla roślin pod tym względem bezpieczna, ozon nie jest w stanie przedostać się w takiej formie przez aparaty szparkowe, a przechodzenie w stan gazowy jest znikome [Godzik i Grodzińska 2002].

Środkiem dezynfekującym powszechnie stosowanym w uzdatnianiu wody pitnej jest chlor. Jest on mniej skuteczny niż ozon, jednak wygodniejszy. W formie chloraminy

jest bardzo trwały, co jest istotne w transporcie wody w sieci wodociągowej. Jednak wiele badań na przestrzeni ostatnich 15 lat wykazało, że chlorowanie również prowadzi do powstania bardzo zróżnicowanej gamy związków szkodliwych [Krasner i Scilimenti 1989]. Zarówno chlor, jak i ozon nie są pod tym względem idealnymi środkami uzdatniającymi, jednak z tego zestawienia to ozon uznawany jest za środek bezpieczniejszy i przyjazny dla środowiska, gdyż do jego wytworzenia potrzebny jest tylko tlen oraz energia. Przez dziesięciolecia stosowania chloru do uzdatniania wody niektóre bakterie uodporniły się na jego działanie, tworząc grupę tak zwanych bakterii chloroopornych [Cho i in. 2007]. Ozon jako środek dezynfekcyjny nie powoduje powstawania i narastania oporności mikroorganizmów [Pascual i in. 2007].

Podczas badań nad wpływem ozonu na skład chemiczny papryki czerwonej odmiany Cyklon oraz późniejsze przechowywanie ekstraktu z ozonowanego wcześniej owocu sprawdzono aktywność antyrodnikową ekstraktów. Zaobserwowano, że ozonowanie wpłynęło na zwiększenie zawartości związków fenolowych i flawonoidów w papryce. Czas trwania ozonowania nie wpływał na poziom związków fenolowych, natomiast zawartość flawonoidów zwiększała się wraz z wydłużaniem się czasu oddziaływania O_3 . Po 10 dniach przechowywania ekstraktów z papryki stężenie flawonoidów spadało, a stężenie związków fenolowych utrzymywało się na tym samym poziomie, tak jak w czasie wykonywania badań tuż po ozonowaniu danego owocu. Istotne jest to, że im więcej związków fenolowych i flawonoidów zawiera owoc, tym wyższa jest jego aktywność antyrodnikowa. Oznacza to, że posiada on związki, które mają właściwości obronne przed utlenianiem, czyli chronią je, aby żaden proces nie spowodował zaburzenia ich struktur i/lub funkcji [Puzanowska-Tarasiewicz i in. 2010]. Podsumowując, ozonowanie wpływa pozytywnie na poziom antyoksydantów w owocach, zwiększając ich stężenie i jest to efekt trwały, jednak podczas przechowywania prawdopodobnie ich poziom spadnie, lecz nie obniży się poniżej stężenia związków fenolowych, które po ozonowaniu wzrosły i możliwe iż utrzymają się podczas magazynowania. Zaobserwowano, że nie zmienia się ich poziom w przechowywanych ekstraktach, co daje nam prawo do tego, aby stwierdzić, że aktywność antyrodnikowa po ozonowaniu owoców jest wyższa niż przed ozonowaniem [Wójciak i Dolatowski 2015].

Chociaż zastosowania ozonu w przemyśle spożywczym dotyczą głównie odkażania powierzchni produktów, jak również uzdatniania wody, jest on również z powodzeniem stosowany jako środek do usuwania zapachów [Chawła 2006]. Różne raporty donoszą o znacznym zmniejszeniu ilości niektórych lotnych związków organicznych, które powodowały niepożądaną emisję zapachu w wyniku działania ozonu. Ponadto zastosowanie wody ozonowanej w postaci mgły okazało się skuteczniejsze w usuwaniu zanieczyszczeń organicznych powietrza niż ozon gazowy [Masotti i in. 2019].

Ozonowanie jest coraz bardziej istotne ze względu na zwiększającą się oporność mikroorganizmów na antybiotyki oraz ich oddziaływanie na człowieka, zwierzęta i środowisko przyrodnicze. Ponadto jest to proces ekonomiczny oraz ekologiczny, jeśli zostaną dobrane odpowiednie parametry do rodzaju i właściwości żywności, którą chcemy poddać danemu procesowi. Możliwe jest również wykorzystanie ozonu do dezaktywacji pozostałości pestycydów, co może być pomocne w zapewnianiu bezpieczeństwa żywności, tak aby spełniało ono wszystkie normy i nie powodowało zagrożenia życia lub zdrowia użytkowników [Trząskowska i Cieśliski 2018]. Pestycydy są szeroko stosowane do

ochrony roślin w czasie ich rozwoju. Zadaniem tych związków jest zmniejszenie lub zlikwidowanie strat produkowanej żywności, poprzez eliminację zagrażających im organizmów. Substancje te są jednak bardzo szkodliwe dla środowiska, a zwłaszcza zbiorników wodnych, w których zaburzają one homeostazę i zagrażają istotom żywym w nich żyjącym, a nawet mogą doprowadzić do ich śmierci. Ozonowanie może być również wykorzystywane w celu usuwania pestycydów ze zbiorników i cieków wodnych poprzez dekompozycję zanieczyszczeń, czyli rozkład związków chemicznych na mniejsze części lub całkowity ich rozpad [Muszański 2017]. Jednak najważniejsze jest, aby poznać drogę rozkładu substancji chemicznej, którą zamierzamy usunąć ze środowiska, np. pestycydów, tak aby dobrać odpowiednią metodę i uzyskać oczekiwany rezultat, przy jednoczesnym jak najmniejszym nakładzie finansowym i wykorzystaniu minimalnej ilości zasobów naturalnych i surowców chemicznych. Aby sprostać tym wymaganiom, przeprowadzono badania nad trzema wybranymi pestycydami, aby określić, jakie produkty uboczne powstają przy oczyszczaniu wody z pestycydów za pomocą: promieniowania UV, ozonowania, chlorowania [Kudlek 2018]. Doświadczenie przeprowadzono w ciemni, tak aby promieniowanie słoneczne nie zaburzyło faktycznego działania. Interesująca nas metoda wykorzystująca ozon była sprawdzana przez wykonanie chromatografii gazowej z detekcją mas na każdej próbie poddanej ozonowaniu, aby uzyskać informację o ilości produktów ubocznych. Każda próba była poddana innemu stężeniu ozonu. Po obliczeniu procentowego stopnia usuniętych pestycydów zaobserwowano, że im większą dawkę ozonu podano do próby, tym większą ilość pestycydów usunięto z roztworu. W zależności od pestycydu inna metoda usuwania była bardziej skuteczna, jednak ozonowanie niezależnie od substancji, na którą działało, było mniej skuteczne od promieniowania UV i chlorowania. W procesach tych badacze [Kudlek 2018] ustalili ilość produktów ubocznych powstających podczas rozkładów, zachodzących przy metodach wybranych do oczyszczania wody z pestycydów. Wykazano że proces ozonowania, podobnie jak proces chlorowania, doprowadza do powstawania większej ilości związków będących produktami ubocznymi oczyszczania niż promieniowanie UV. Toksyczność oczyszczanych roztworów pestycydów po ozonowaniu utrzymała się przy dwóch badanych substancjach, co oznacza że wytworzone produkty uboczne rozkładanych substancji chemicznych charakteryzują się wyższą toksycznością od ich związków wyjściowych [Kudlek 2018]. W innym badaniu, przeprowadzonym na Uniwersytecie w Hong Kongu [Wu i in. 2006], badaniom poddano cztery powszechnie stosowane insektycydy – metoparation, paration, diazinon i cypermetrynę, rozpuszczone w roztworze wodnym. W tym przypadku już przy stosunkowo niskim stężeniu (1,4 mg/l) ozon rozpuszczony w wodzie zneutralizował 60–99% tych związków. Sprawdzono również skuteczność względem tych insektycydów na powierzchni rzepy właściwej (*Brassica rapa*). Utlenieniu uległo 60–90% środków owadobójczych ochrony roślin. Nie stwierdzono obecności toksycznych związków ubocznych [Wu i in. 2006]. Zagadnienie utleniania niebezpiecznych związków ochrony roślin można rozpatrywać w dwóch obszarach – efektywność neutralizacji związku oraz toksyczność produktów ubocznych. Przedstawione powyżej przykłady świadczą o tym, że ozon działa z różną skutecznością w zależności od związku, który utlenia. Nie stwierdzono jednak wyjątkowo słabego działania, a jedynie słabsze względem np. promieni UV. Toksyczność produktów ubocznych również nie zawsze występowała. Duży wpływ na ten parametr może mieć charakter związku utlenionego oraz jego budowa. Ozon więc może być skutecznym i bezpiecznym środkiem do neutralizacji

związków niebezpiecznych, z którymi kontakt ma żywność, jednak tylko względem niektórych związków, co może zmniejszać jego atrakcyjność.

Dzięki swoim właściwościom bakteriobójczym ozon może być używany do przedłużania przydatności produktów. Zastosowanie wody ozonowanej o stężeniu 1,4 mg/l przez 5 min przy dezynfekcji jabłek pozwoliło uzyskać akceptowalną jakość mikrobiologiczną. Dlatego też zalecono sanityzację świeżo ściętych jabłek wodnym ozonem (1,4 mg/l) przez 5 min, co odpowiada wymogom produkcji przemysłowej zarówno pod względem wydajności, jak i kosztów, a także może wydłużyć okres przydatności do spożycia do 10 dni [Liu i in. 2016]. Ważną kwestią jest również to, że bez względu na stan produktu może on być stosowany zarówno do żywności świeżej, jak i mrożonej. Ponieważ stwierdzono, że ozon jest skuteczny w redukcji zanieczyszczenia mikrobiologicznego (mikroorganizmów chorobotwórczych i niepatogennych) produktów spożywczych, bez niekorzystnego wpływu na ich wygląd, wartość odżywczą, teksturę oraz okres przydatności do spożycia. Z pewnością jego zastosowanie może być zalecane dla gospodarstw domowych, a także firm. Co więcej, proces ozonowania generuje niskie koszty, jest przyjazny dla środowiska w odróżnieniu od środków dezynfekujących [Greene i in. 2012, Głowacz i in. 2014]. W przypadku żywności istotnym problemem jest również zmniejszanie się zawartości witamin, polifenoli i związków lotnych, zmiany barwy, utrata jędrności, wody i masy [Miller i in. 2013]. Niemniej jednak większość z tych zmian może być również wywołana przez tradycyjne metody wydłużania terminu przydatności żywności do spożycia, takie jak gotowanie, puszkowanie, marynowanie, zamrażanie, suszenie itp. Przykładowo, ozonowanie malin przyczyniło się do spowolnienia rozwoju szkodliwej mikroflory, co świadczy o jej zmniejszeniu się, jak w przypadku doświadczenia wyżej wymienionego, którego autorem jest Liu i in. [2016], ale także nie zmieniła się zawartość witaminy C. Dodatkowo zaobserwowano wydłużenie przydatności do spożycia i świeżości produktu nawet o 48 godz. bez zmiany jego jakości [Chwaszcz i in. 2015]. Natomiast w doświadczeniu z udziałem owocni papryki odnotowano zwiększenie się ilości związków o aktywności antyrodnikowej [Chliczuk i in. 2015]. Przy dawkach poniżej 1,96 mg/l zmiany w składzie chemicznym żywności poddanej działaniu ozonu są uważane za nieistotne. Jednakże wysokie dawki ozonu powodują znaczne straty wartości odżywczych, a także pogarszają właściwości sensoryczne [Akbas i Ozdemir 2008]. Bardzo możliwe, że zawartość witaminy C, żelaza oraz magnezu nie uległa zmianie także w ozonowanej sałacie, ale nastąpiłoby przedłużenie jej trwałości i czasu spożycia. Podobne wyniki uzyskano w badaniach przeprowadzonych na truskawkach, w których zakres obejmował m.in. całkowitą zdolność antyoksydacyjną, zawartość związków fenolowych oraz straty masy owoców w trakcie przechowywania. Zostało udowodnione, że ozonowanie można z powodzeniem stosować, jako środek przedłużający trwałość oraz bakteriobójczy [Onopiuk i in. 2016]. Opublikowane do tej pory prace skupiały się głównie na przedłużeniu trwałości żywności (głównie owoców) za pomocą ozonowania, lecz brak jest dokładnych danych na temat spadkowej liczby mikroorganizmów przed ozonowaniem i po ozonowaniu w warunkach przemysłowych.

W świetle prezentowanych wyników zastosowanie ozonu gazowego może stać się skuteczną i przyjazną dla środowiska metodą w dekontaminacji mikroorganizmów w żywności. Niska toksyczność dla środowiska naturalnego oraz ekonomiczne uwarunkowania wykorzystania ozonu powinny przemawiać na korzyść szerszego wykorzystania tej metody kosztem wykorzystywania środków myjąco-dezynfekcyjnych.

Bibliografia

- Akbas M.Y., Ozdemir M., 2008. Application of gaseous ozone to control populations of *Escherichia coli*, *Bacillus cereus* and *Bacillus cereus* spores in dried figs. *Food Microbiol.* 25, 386–391.
- Bermúdez-Aguirre D., Barbosa-Canovas G.V., 2013. Disinfection of selected vegetables under nonthermal treatments: chlorine, acid citric, ultraviolet light and ozone. *Food Control* 29, 82–90.
- Chawla A.C., 2006. Application of ozonated water technology for improving quality and safety of peeled shrimp meat. Louisiana State University.
- Chliczuk B., Materska M., Sachadyn-Król M., Perucka I., Daniłkiewicz D., Jackowska I., 2015. Badanie trwałości ekstraktów z owocni papryki poddanych ozonowaniu. [W:] K.M. Wójciak, Z.J. Dolatowski (red.), *Technologiczne kształtowanie jakości żywności*. Wyd. Nauk. PTTŻ, Kraków.
- Cho M., Kim J., Yoon J., 2006. Investigating synergism during sequential inactivation of *Bacillus subtilis* spores with several disinfectants. *Water Res.* 40(15), 2911–2920.
- Chwaszcz B., Józefczyk R., Bilek M., Balawejder M., 2015. Ozonowanie jako metoda przedłużania trwałości przechowalniczej owoców maliny w warunkach niechłodniczych. [W:] K.M. Wójciak, Z.J. Dolatowski (red.), *Technologiczne kształtowanie jakości żywności*. Wydawnictwo Naukowe PTTŻ, Kraków.
- Godzik B., Grodzińska K., 2002. Ozon w przygruntowej warstwie troposfery i jego wpływ na rośliny polskich parków narodowych. *Kosmos* 51(4), 427–434.
- Krasner S.W., Scilimenti M.J., 1989. Ozone disinfection byproducts: Optimization of the PFBHA derivatization method for the analysis of aldehydes. American Water Works Association, San Diego.
- Krosowiak K., Śmigieński K., Dziugan P., 2007. Zastosowanie ozonu w przemyśle spożywczym. *Przem. Spoż.* 11(61), 26–29.
- Kudlek E., 2018. Identyfikacja ubocznych produktów rozkładu wybranych pestycydów w trakcie zaawansowanych procesów utleniania. *Proceedings of ECOpole* 12(2), 513–521.
- Liu C., Ma T., Hu W., Tian M., Sun L., 2016. Effects of aqueous ozone treatments on microbial load reduction and shelf life extension of fresh-cut apple. *Food Sci. Tech.* 51(5) 1099–1109.
- Masotti F., Vallone L., Ranzini S., Silvietti T., Morandi S., Brasca M., 2019. Effectiveness of air disinfection by ozonation or hydrogen peroxide aerosolization in dairy environments, *Food Control* 97, 32–38
- Miller F.A., Silva C.L.M., Brandão T.R.S., 2013. A Review on ozone-based treatments for fruit and vegetables preservation. *Food Eng. Rev.* 5(2), 77–106.
- Miller J., 2005. Ozon – właściwości, metody oznaczania. [W:] J. Perkowski, R. Zarzycki (red.), *Występowanie i właściwości ozonu*. PAN, Łódź, 29–63.
- Muszański R., 2017. Uzdatnianie wód podziemnych i powierzchniowych w technologii ozonowania. *Technol. Wody* 6(56), 22–25.
- Nawrocki J., Fijołek L., 2009. Mechanizmy i skuteczność ozonowania katalitycznego w oczyszczaniu wody. *Ochr. Środ.* 31(3), 3–13.
- Onopiuk A., Moczowska M., Szpicer A., Półtorak A., 2016. Wpływ ozonowania na właściwości prozdrowotne owoców truskawki. *J. Food* 15, 58–64.
- Pascual A., Liorca I., Canut A., 2007. Use of ozone in food industries for reducing the environmental impact of cleaning and disinfection activities. *Trends Food Sci. Technol.* 18, S29–S35.
- Puzanowska-Tarasiewicz H., Kuźmicka L., Tarasiewicz M., 2010. Antyoksydanty a reaktywne formy tlenu. *Wyższa Szkoła Kosmetologii i Ochrony Zdrowia w Białymstoku*.
- Rakovsky S.K., Zaikov G.E., 2007. Kinetic and mechanism of ozone reactions with organic and polymeric compounds in liquid phase, 2nd ed. Nova Science Publishers, Inc. New York.
- Seńczuk W., 2005. Toksykologia współczesna. Wyd. Lek. PZWL. Warszawa.
- Szaflik J., 2009. Ozon – wróg czy przyjaciel? *Polskie Stowarzyszenie Retinitis Pigmentosa*, <https://idn.org.pl/psrp/ozon.html> [dostęp: 5.04.2022].

- Trzaskowska M., Cieśliski B.J., 2018. Zastosowanie ozonu w produkcji bezpiecznej żywności. Przem. Spoż. 4., <https://sigma-not.pl/publikacja-113391-zastosowanie-ozonu-w-produkcji-bezpiecznej-%C5%BCywno%C5%9Bci-przemysl-spozywczy-2018-4.html> [dostęp: 8.04.2022].
- Wójciak K., Dolatowski Z. (red.), 2015. Technologiczne kształtowanie jakości żywności. Wydawnictwo Naukowe PTTŻ, Kraków, 5–26.
- Wu J., Luan T., Lan C., Wai T., Lo H., Yuk G., Chan C., 2007. Removal of residual pesticides on vegetables using ozonated water. Food Control 18(5), 466–472.

Rozmaryn – źródło związków fenolowych wykorzystywanych w biokosmetologii

Rosemary – a source of phenolic compounds used in biocosmetology

Rozmaryn (*Rosmarinus officinalis* L.) to roślina należąca do rodziny jasnotowatych (Lamiaceae), w obrębie której klasyfikowane są również m.in. szalwia lekarska (*Salvia officinalis*), melisa lekarska (*Melissa officinalis*), lebiodka pospolita (*Origanum vulgare*). Jest krzewinką osiagającą wysokość 60–200 cm, którą charakteryzują wieczne zielone, spiczaste liście, osiagające wymiary 2–4 cm, oraz zdrewniałe i sztywne gałęzie [Sasikumar 2012].

Rozmaryn jako roślina dziko rosnąca spotykany jest w basenie Morza Śródziemnego i na Krymie [Nowak i in. 2013]. Wybrzeże Morza Śródziemnego charakteryzuje się ciepłym i suchym klimatem podczas lata, temperatura w tym okresie nie spada poniżej 20°C. Sprzyja to hodowli rozmarynu na wapiennych wzgórzach przez cały rok [Marin i in. 2006]. Nazwa pochodzi z łacińskiego *rosmarinus* i oznacza „kwiat morza”, co związane jest z intensywnym zapachem rozmarynu, który był wyczuwalny na morzu, tym samym wskazując drogę do ładu [Nowak i in. 2013].

Powierzchnia liści rozmarynu przyjmuje barwę intensywnej zieleni, natomiast spodnia strona pokryta jest licznymi włoskami gruczołowymi, stąd ma wełnistą strukturę i szary kolor [González-Minero i in. 2020]. Kwiaty mają barwę białą, błękitną lub fioletową i umieszczone są w szczytowych kwiatostanach groniastych. Najczęściej kwiaty wierzchołkowe, liście i gałęzie rozmarynu są surowcem, z którego pozyskuje się wartościowe związki, używane w recepturach kosmetycznych lub fitoterapii w formie olejków eterycznych pozyskiwanych w wyniku destylacji z parą wodną [Elamrani i in. 2000]. Rozmaryn jest rośliną znaną i cenioną za swój aromatyczny zapach i smak już od czasów starożytnych. Pierwsze adnotacje pojawiły się w piśmie klinowym 5000 lat p.n.e. [Sasikumar 2012].

Substancje biologicznie czynne

Rozmaryn zalicza się do roślin bogatych w liczne związki chemicznie aktywne. Można zaliczyć do tej grupy m.in.: flawonoidy, kwasy fenolowe, terpeny, garbniki oraz cenne olejki eteryczne [Nowak i in. 2013].

Flawonoidy są liczną grupą fenolowych metabolitów wtórnych [Kejik i in. 2021]. To barwne związki szeroko rozpowszechnione w świecie roślin. Można je znaleźć w liściach i kwiatach, a także w owocach, korze, drewnie, niekiedy w nasionach [Jasiński i in. 2009].

¹ Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Biologii Środowiskowej, Koło Naukowe Biologów, Sekcja Biocosmetologii, dominika.pietrasik01@gmail.com

Należą do grupy polifenoli, a dokładnie są pochodnymi 2-fenylbenzo- γ -pironu. Duża różnorodność w budowie strukturalnej sprawia, że związki flawonoidowe zostały podzielone na: flawanony, flawonole, flawony, izoflawony, flawanole, antocyjany [Majewska i in. 2009]. Struktura flawonoidów złożona jest z trzech pierścieni aromatycznych (A,B,C) i opiera się na układzie flawanu. Przebudowa w obrębie heterocyklicznego pierścienia C skutkuje powstaniem różnych związków flawonoidowych [Makowska-Wąs i in. 2004].

Ze względu na wielokierunkowe działanie flawonoidy wykorzystuje się w celach farmakologicznych oraz kosmetycznych. Ich cenne właściwości wynikają z licznych aktywności biologicznych, m.in.: uszczelniania i wzmacniania naczyń krwionośnych, działania przeciwzapalnego, promieniochronnego, przeciwnadciśnieniowego (antyoksydacyjnego), przeciwcukrzycowego, przeciwwirusowego, przeciwbakteryjnego oraz przeciwrzybiczego [Glinka 2008].

W skład rozmarynu wchodzi flawonoidy w postaci wolnej i glikozydowej luteoliny, genkwaniny oraz diosmetyny [Nowak i in. 2013]. Obecny jest też resweratrol w ilości 0,044 mg/cm³ oraz mirycetyny – 0,136 mg/cm³ [Hać-Szymańczuk i in. 2015].

Kwasy fenolowe. Kolejną grupą związków fenolowych wyróżniających się bioaktywnymi właściwościami są kwasy fenolowe. W budowie strukturalnej kwasów fenolowych można wyróżnić grupę hydroksylową (-OH) i karboksylową (-COOH). Naturalnie w przyrodzie rozpowszechnione są hydroksylowe pochodne kwasu cynamonowego, do którego należą m.in. kwas kawowy, ferulowy, p-kumarowy i synapowy oraz pochodne kwasu benzoowego (kwas galusowy, p-hydroksybenzoowy, protokatechowy, wanilinowy i syringowy). Produkty spożywcze pochodzenia roślinnego, które posiadają kwaśny i gorzki smak, zawdzięczają to wysokiej zawartości kwasów fenolowych [Parus 2013].

Aktywność antyoksydacyjna kwasów fenolowych jest szczególnie ceniona w przemyśle kosmetycznym i farmaceutycznym [Kumara i in. 2019]. Właściwość ta może zostać wykorzystana w kosmetykach opóźniających starzenie się skóry, ponieważ wolne rodniki są głównym sprawcą przedwczesnego powstawania zmarszczek [Kiewlicz 2013].

W analizie biochemicznej wyszczególniamy m.in.: kwas chlorogenowy (0,174 mg/cm³), kwas kawowy (0,034 mg/cm³), kwas ferulowy (0,268 mg/cm³), kwas rozmarynowy (6,384 mg/cm³) [Hać-Szymańczuk i in. 2015]. Kwas rozmarynowy jest estrem kwasu kawowego i α -hydroksydihydrokawowego zaliczanym do tzw. depsydyn, szeroko rozpowszechnionych w przyrodzie [Nowak i in. 2013]. Połączenie obu tych kwasów wykazuje silne aktywności biologiczne, co wykorzystywane jest w farmakologii. Lee i in. [2008] stwierdzili pozytywny wpływ kwasu rozmarynowego na skórę atopową. Po zastosowaniu kremu z kwasem rozmarynowym u pacjentów zaobserwowano znaczne zmniejszenie się rumienia, lokalnego świądu, lichenizacji oraz przynaskórkowej utraty wody, tzw. TEWL. Ponadto u badanych nie wystąpiły żadne niepożądane skutki, dlatego krem z kwasem rozmarynowym uznano za bezpieczny do stosowania u pacjentów z atopowym zapaleniem skóry [Lee i in. 2008]. Jako silny antyoksydant kwas rozmarynowy posiada zdolność wyłapywania wolnych rodników tlenowych i przeciwdziałania w ten sposób uszkodzeniom w strukturze kwasów nukleinowych, białek, lipidów i kwasów tłuszczowych. Ponadto działa przeciwzapalnie, przeciwbakteryjnie, przeciwwirusowo [Fecka 2002].

Terpeny stanowią grupę naturalnych węglowodorów, głównie pochodzenia roślinnego. Są to oligomery izoprenu (2-metylobuta-1, 3-dien), gdzie jednostkę strukturalną stanowi izopren, w których reszty izoprenowe powiązane są według mechanizmu głowa – ogon. W budowie terpenów możemy także spotkać inne grupy funkcyjne, m.in.: hydroksylowe, karboksylowe, karbonylowe czy nadtlenkowe, charakterystyczne dla danego

terpenoidu, czyli pochodnej terpenu [Najda 2015]. Wyszczególnione są klasy terpenów, m.in. monoterpeny, diterpeny, triperpeny, seskwiterpeny. Podział ten dokonywany jest na podstawie liczby grup izoprenowych w budowie strukturalnej cząsteczki terpenu [Dudka i in. 2016].

Głównymi terpenami występującymi w ziele rozmarynu są: gorzki lakton diterpenowy, karnozol (1,2%), kwasy oleanowy (ok. 1%) i ursolowy (ok. 3%). Jego działanie antybiotyczne, antyhepatotoksyczne, przeciwzapalne, przeciwwrzodowe, cytotoksyczne wynika z obecności tych związków [Nowak i in. 2013].

Garbniki należą do bezazotowych związków organicznych powszechnie występujących w przyrodzie [Dudka i in. 2016]. Obecne w tkance miękkiszowej roślin mogą pełnić funkcje barwnikowe, ale także stanowić ochronę przed infekcjami. Charakterystyczną cechą garbników jest ich cierpki, ściągający smak. Podzielone są na dwie podstawowe grupy: garbniki hydrolizujące (galataniny), które zawierają w swojej strukturze cząsteczkę cukru, oraz garbniki niehydrolizujące (katechinowe, skondensowane), będące produktami kondensacji katechin [Stańczyk 2008].

Garbniki odpowiadają za szereg pozytywnych właściwości, do których można zaliczyć działanie przeciwzapalne, bakteriobójcze, przeciwwirusowe, przeciwochrząstkowe, przeciwwysiękowe, a także mogą łagodzić świąd w stanach zapalnych. Dodatkowo cechują się właściwościami ściągającymi i obkurczającymi naczynia krwionośne, co może być wykorzystywane w problemach cery naczyniowej [Glinka 2008].

Olejki eteryczne. Na szczególną uwagę przemysłu farmaceutycznego, kosmetycznego, perfumeryjnego zasługują olejki eteryczne. Są to lotne mieszaniny substancji organicznych pozyskiwane z różnych części roślin, m.in. kwiatów i liści [Dudka i in. 2016]. Proces ich otrzymywania polega głównie na destylacji z parą wodną, ale zabiegi jak wytłaczanie, adsorpcja, ekstrakcja rozpuszczalnikami organicznymi czy ditlenkiem węgla w stanie nadkrytycznym również mogą służyć do ich pozyskiwania [Adaszyńska i in. 2012]. Do unikalnych właściwości olejków eterycznych z pewnością zalicza się ich intensywny zapach oraz różnorodny skład chemiczny [Najda 2015]. Z chemicznego punktu widzenia olejki eteryczne są bardzo złożonymi mieszaninami związków terpenowych. W składzie jednego olejku możemy wykryć do kilkudziesięciu różnych komponentów chemicznych, ale związki obecne w największych stężeniach wpływają na aktywność biologiczną danego olejku oraz jego działanie farmakologiczne [Marwicka i in. 2015].

Stosowanie olejów eterycznych wiąże się z niebezpieczeństwem podrażnienia, ponieważ są to związki bardzo silnie stężone i nie powinny być z tego powodu stosowane w czystej formie. Aby uniknąć negatywnych skutków aplikowania olejków eterycznych na skórę, należy używać ich w rozcieńczonej formie [Sikora i in. 2021]. Obecne w olejkach eterycznych związki z grupy terpenoidów warunkują szereg pożądanych właściwości, do których należą m.in. przeciwzapalne, antyseptyczne, przeciwdrobnoustrojowe, relaksująco-uspokajające, rozgrzewające. Olejki eteryczne służą także jako substancje poprawiające zapach ze względu na ich wyjątkowo intensywną woń [Król i in. 2013]. Skład chemiczny olejków nie jest stały. Wiele czynników zewnętrznych może wpływać na zawartość procentową poszczególnych składników danego olejku, a tym samym i na poszczególne właściwości. Do czynników środowiskowych zaliczamy m.in.: miejsce i technologię uprawy rośliny, części rośliny, z której surowiec jest pozyskiwany, warunki klimatyczne, czas zbioru, a także metody otrzymywania [Nowak i in. 2013, González-Minero i in. 2020].

Olejek eteryczny z rozmarynu otrzymywany w procesie destylacji z parą wodną z liści (do 2,5%) jest bezbarwny do jasnożółtego, nierozpuszczalny w wodzie i ma cha-

rakterystyczny aromat kamfory [Andrade i in. 2018]. Głównymi składnikami olejku rozmarynowego są kamfora (5,0–21%), 1,8-cyneol (15–55%), α -pinen (9,0–26%), borneol (1,5–5,0%), kamfen (2,5–12%), β -pinen (2,0–9,0%) i limonen (1,5–5,0%) w proporcjach zmieniających się w zależności od stadium wegetatywnego i warunków bioklimatycznych [Begum i in. 2013].

Wykorzystanie rozmarynu w przemyśle kosmetycznym

Właściwością rozmarynu, którą producenci kosmetyczni najczęściej wykorzystują w swoich produktach, jest jego zapach. Olejek rozmarynowy jest często stosowany w produkcji perfum [Góra i Lis 2005]. Ekstrakty z rozmarynu działają odżywczo, więc są wykorzystywane w produkcji kremów, balsamów oraz płynów do kąpieli. Dodatkowo ekstrakt z rozmarynu sprawia, że włosy stają się ciemniejsze i szybciej rosną, dzięki czemu może być dodawany do szamponów i odżywek [Nowak i in. 2013]. Z frakcji wodnej metanolowego ekstraktu z rozmarynu został wyizolowany związek o nazwie Rosm1. Związek ten dzięki obecności związków fenolowych ma wysoki potencjał antyoksydacyjny, porównywalny z witaminą E. Związek Rosm1 jest w stanie zahamować reakcje wywołane przez wolne rodniki, chroniąc lipidy i składniki komórkowe przed stresem oksydacyjnym [Calabrese i in. 2000]. Wysokim potencjałem antyoksydacyjnym cechują się same liście rozmarynu oraz różnego rodzaju przetwory wykonane z tej rośliny [Wolski i in. 2001]. Formuła żelu zawierająca nanocząsteczki, w których wnętrzu znajdował się olejek rozmarynowy, wykazywała wzrost elastyczności i nawodnienia skóry w porównaniu z żelem zawierającym inne olejki [Montenegro i in. 2017]. Rozmaryn ma również właściwości antycellulitowe [Malvezzi de Macedo i in. 2020]. Ponadto emulsja z dodatkiem 0,3-proc. kwasu rozmarynowego korzystnie wpływała na pacjentów z łojotokowym zapaleniem skóry. Zmniejszała m.in. suchość i świąd skóry [Lee i in. 2008]. Olejek rozmarynowy jest stosowany w formie kompresów na skórę głowy, które pomagają zatrzymać proces łysienia [Zdrojewicz i in. 2014]. Zawarty w rozmarynie kwas karnozowy może być stosowany do zwiększania stabilności tokoferoli, potocznie nazywanych witaminą E [Szajdek i Borkowska 2004]. Ekstrakt z rozmarynu dodany do kosmetyku może pełnić rolę stabilizatora i pomagać w tworzeniu się emulsji W/O/W (woda w oleju, olej w wodzie) [Malvezzi de Macedo i in. 2020].

Wykorzystanie rozmarynu w medycynie

Dzięki szerokiemu spektrum działania olejek rozmarynowy jest stosowany w leczeniu zakażeń grzybiczych wywołanych przez grzyby z rodzajów m.in. *Candida*, *Trichophyton*, *Epidermaphyton* i *Microsporum* [Glenc-Ambroży i Piejko 2020]. Koi objawy żylaków i zapobiega powstawaniu obrzęków [Zdrojewicz i in. 2014]. Dodatkowo olejek rozmarynowy rozszerza naczynia włosowate, przez co poprawia ukrwienie. Ze względu na to działanie jest wykorzystywany jako środek przeciwbólowy w chorobach reumatycznych [Nowak i in. 2013], migrenie, bólach głowy i mięśni [Zdrojewicz i in. 2014]. Olejek rozmarynowy pobudza ośrodkowy układ nerwowy, co sprawia, że z powodzeniem może być stosowany w depresji, apatii, zmęczeniu psychicznym oraz zaburzeniach pamięci

i koncentracji [Lis-Balchin 1999]. Rozmaryn jest dobrym środkiem wykrztuśnym. Dodatkowo upłynnia i zmniejsza lepkość śluzu w drogach oddechowych [Wolski i in. 2001]. Olejek rozmarynowy działa przeciwzapalnie przez hamowanie migracji leukocytów. Doskonale sprawdzi się w schorzeniach dróg oddechowych oraz skóry [Zdrojewicz i in. 2014].

Rozmaryn wykazuje działanie ochronne przed promieniowaniem ultrafioletowym. Mieszanina zawierająca w stosunku 1 : 1 ekstrakt z cytrusów i ekstrakt z rozmarynu wykazywała dobry wpływ na wzrost żywotności komórek, na które działało promieniowanie UV. Stosowanie doustne takiej mieszaniny powodowało, że w ciągu 8 tygodni zwiększyła się dawka UV niezbędna do wywołania rumienia. Ponadto udowodniono, że ekstrakt z rozmarynu hamuje metaloproteinazę-1 pobudzaną przez promieniowanie UV, co skutkuje redukcją uszkodzeń skóry wywołaną przez promienie słoneczne [Pérez-Sánchez i in. 2014].

Wykorzystanie rozmarynu w przemyśle spożywczym

Rozmaryn jest szeroko wykorzystywaną przyprawą w kuchni śródziemnomorskiej. Wyciągi z rozmarynu są stosowane jako środek zapachowy w produkcji konserw mięsnych i rybnych [Nowak i in. 2013]. Rozmaryn jest rośliną bogatą w polifenole, dzięki czemu może być wykorzystywany jako naturalny przeciwutleniacz zapobiegający niekorzystnym przemianom tłuszczów w żywności. Dodanie 1-proc. ekstraktu etanolowego z liści rozmarynu do oleju słonecznikowego skutkowało zahamowaniem jego utleniania w przedziale temperaturowym od 18°C do 38°C. Podobną obserwację zauważono, dodając ekstrakt etanolowy z rozmarynu do oleju sojowego. Rozmaryn dodany do mięs spowolni procesy utleniania, co oznacza, że przedłuży ich okres przydatności do spożycia [Dudek-Makuch i in. 2019].

Rozmaryn chroni przed promieniowaniem ultrafioletowym. Mieszanina zawierająca w stosunku 1 : 1 ekstrakt z cytrusów i ekstrakt z rozmarynu wykazywała dobry wpływ na wzrost żywotności komórek, na które działało promieniowanie UV. Stosowanie doustne takiej mieszaniny powodowało, że w ciągu 8 tygodni zwiększyła się dawka UV niezbędna do wywołania rumienia. Ponadto udowodniono, że ekstrakt z rozmarynu hamuje metaloproteinazę-1 pobudzaną przez promieniowanie UV, co skutkuje redukcją uszkodzeń skóry wywołaną przez promienie słoneczne [Pérez-Sánchez i in. 2014].

Ziele rozmarynu może być także składnikiem nalewek i likierów [Nowak i in. 2013]. Szczepanik [2007] udowodnił, że ekstrakt rozmarynu zachował swoje właściwości przeciwutleniające w stosunku do lipidów pozyskanych z piersi indyka nawet po jej wcześniejszym, sześciomiesięcznym zamrożeniu [Szczepanik 2007].

Podsumowanie

Rozmaryn cechuje się bogactwem wielu wartościowych związków biologicznie czynnych. Cenne właściwości tej rośliny znalazły zastosowanie w wielu dziedzinach przemysłu, takich jak medycyna, farmacja, kosmetologia czy przemysł spożywczy. Na szczególną uwagę zasługują obecne w rozmarynie związki fenolowe, które posiadają udowodnione działanie antyoksydacyjne oraz przeciwwołnrodnikowe, co szczególnie cenione jest w przemyśle kosmetycznym i farmaceutycznym. Rozmaryn to wyjątkowa

roślina, doceniana już od czasów starożytnych za jej wszechstronne właściwości, które przekładają się na zastosowanie w kosmetyce i innych dziedzinach życia codziennego.

Bibliografia

- Adaszyńska M., Swarczewicz M., 2012. Olejki eteryczne jako substancje aktywne lub konserwanty w kosmetykach. *Wiad. Chem.* 66, 1–2.
- Andrade J.M., Faustino C., Garcia C., Ladeiras D., Reis C.P., Rijo P., 2018. *Rosmarinus officinalis* L.: an update review of its phytochemistry and biological activity. *Future Sci. OA* 4, 4.
- Begum A., Sandhya S., Vinod K.R., Reddy S., Banji D., 2013. An in-depth review on the medicinal flora *Rosmarinus officinalis* (Lamiaceae). *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment.* 12(1), 61–74.
- Calabrese V., Scapagnini G., Catalano C., Dinotta F., Geraci D., Morganti P., 2000. Biochemical studies of a natural antioxidant isolated from Rosemary and its application in cosmetic dermatology. *Int. J. Tissue React.* 22, 5–13.
- Dudek-Makuch M., Knoska K., Chanaj-Kaczmarek J., 2019. Naturalne przedłużanie trwałości produktów spożywczych. *Post. Fitoter.* 20(3), 208–215.
- Elamrani A., Zrha S., Benj Uali B., Berrada M., 2000. A study of moroccan rosemary oils. *J. Essent. Oil Res.* 487–495, <https://doi.org/10.1080/10412905.2000.9699572>.
- Fecka I., Mazur A., Cisowski W., 2002. Kwas rozmarynowy, ważny składnik terapeutyczny niektórych surowców roślinnych. *Post. Fitoter.* 1–2, 20–25.
- Glenc-Ambroży M., Piejko L., 2020. Rola olejków eterycznych w terapii grzybicy skóry i jej przydatków. *Post. Fitoter.* 21(4), 236–240.
- Glinka R., Glinka M., 2008. Receptura kosmetyczna z elementami kosmetologii. Tom 1. Łódź 2008, 109–110.
- González-Minero F.J., Bravo-Díaz L., Ayala-Gómez A., 2020. *Rosmarinus officinalis* L. (Rosemary): an ancient plant with uses in personal healthcare and cosmetics. *Cosmetics* 7(4), 77, <https://doi.org/10.3390/Cosmetics7040077>.
- Góra J., Lis A., 2005. Najcenniejsze olejki eteryczne. Wyd. UMK, Toruń, 216–224.
- Hać-Szymańczuk E., Cegiela A., Lipińska E., Czapska S., 2015. Analiza składu chemicznego i aktywności przeciwdrobnoustrojowej ekstraktów wodnych z wybranych roślin przyprawowych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 582, 3–11.
- Jasiński M., Mazurkiewicz E., Rodziewicz P., Figlerowicz M., 2009. Flawonoidy – budowa, właściwości i funkcja ze szczególnym uwzględnieniem roślin motylkowatych. *Biotechnologia* 2, 81–94.
- Kejik Z., Kaplánek R., Masařík M., Babula P., Matkowski A., Filipenský P., Veselá K., Gburek J., Sýkora D., Martásek P., Jakubek M. 2021. Iron complexes of flavonoids-antioxidant capacity and beyond. *Int. J. Mol. Sci.* 22, 646, 1–20, <https://doi.org/10.3390/ijms22020646>.
- Kiewlicz J., 2013. Długołańcuchowe estry kwasów fenolowych jako wielofunkcyjne składniki kształtujące jakość wyrobów kosmetycznych. Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu, 28–29.
- Król S.K., Skalicka-Woźniak K., Kandefer-Szerszeń M., Stepulak A., 2013. Aktywność biologiczna i farmakologiczna olejków eterycznych w leczeniu i profilaktyce chorób infekcyjnych. *Post. Hig. Med. Dośw.* 67, 1000–1007.
- Kumara N., Goel N., 2019. Phenolic acids: natural versatile molecules with promising therapeutic applications. *Biotechnol. Rep.* 24, 1–8.
- Lee J., Jung E., Koh J., Kim Y. S., Park D., 2008. Effect of rosmarinic acid on atopic dermatitis. *J. Dermatol.*, 35, 768–771.
- Lis-Balchin M., Hart S., 1999. Studies on the mode of action of the essential oil of lavender (*Lavandula angustifolia* P. Miller). *Phytother. Res.* 13(6), 540–542.
- Majewska M., Czeczot H. 2009. Flawonoidy w profilaktyce i terapii. *Farmakol. Pol.* 369–377.
- Makowska-Wąs J., Janeczko Z., 2004. Biodostępność polifenoli roślinnych. *Post. Fitoter.* 3, 126–137.

- Malvezzi De Macedo L., Mendes Dos Santos E., Militão L., Lacalendola Tundisi L., Artem Ataide J., Barbosa Souto E., Gava Mazzola P., 2020. Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L., syn *Salvia rosmarinus* Spenn.) and its topical applications. *Plants* 9, 651.
- Marin M., Koko V., Duletić-Lauševića S., Marin P.D., Rančić D., Dajic-Stevanovic Z., 2006. Glandular trichomes on the leaves of *Rosmarinus officinalis*: morphology, stereology and histochemistry. *South Afr. J. Bot.* 378–382, <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2005.10.009>.
- Marwicka J., Niemyska K., Podraza S., 2015. Terapeutyczne właściwości aromaterapii. *Kosmetol. Estet.* 6(4), 525–531.
- Montenegro L., Pasquinucci L., Zappalà A., Chiechio S., Turnaturi R., Parenti C., 2017. Rosemary essential oil-loaded lipid nanoparticles: *in vivo* topical activity from gel vehicles. *Pharmaceutics* 9(4), 48.
- Najda A., 2015. Roślinne substancje lotne – olejki eteryczne. *Episteme* 2, 65–77.
- Nowak K., Jaworska M., Ogonowski J., 2013. Rozmaryn – roślina bogata w związki biologicznie czynne. *Chemik* 67(2), 11–13.
- Parus A., 2013. Przeciwwutleniające i farmakologiczne właściwości kwasów fenolowych. *Post. Fitoter.* 1, 48–53.
- Pérez-Sánchez A., Barrajón-Catalán E., Caturla N., Castillo, J., Benavente-García O., Alcaraz M., Micol V., 2014. Protective effects of citrus and rosemary extracts on UV-induced damage in skin cell model and human volunteers. *J. Photochem. Photobiol. B Biol.* 136, 12–18.
- Sasikumar B., 2012. Rosemary. *Handbook of herbs and spices*. 2nd ed. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, 452–468, <https://doi.org/10.1533/9780857095671.452>.
- Sikora M., 2021. Olejki eteryczne – co trzeba o nich wiedzieć. *Życie Uczelni* 155, 35.
- Stańczyk A., 2008. Garbniki katecholowe różnych gatunków herbat. *Bromat. Chem. Toksykol.* 41(1), 95–98.
- Szajdek A., Borowska A., 2004. Właściwości przeciwwutleniające żywności pochodzenia roślinnego. *Żywn. Nauka Technol. Jakość* 4, 5–28.
- Szczepanik G. 2007. Wpływ ekstraktów kopru, podbiału, rozmarynu, skrzypu, szaflwii i tymianku na hamowanie utleniania lipidów wyekstrahowanych z tkanki mięśniowej kurcząt i indyków. *Żywn. Nauka Technol. Jakość* 4, 89–98.
- Dudka K., Baran M., Karpik E., 2016. Roślinne metabolity wtórne i ich zastosowanie w kosmetyce. *Przegląd wybranych prac z zakresu enzymologii*. W: *Przegląd wybranych prac z zakresu enzymologii*, Zdunek B., Olszówka M. (red.). Tygiel, Lublin, 99–124.
- Wolski T., Hołderna-Kędzia E., Ludwiczuk A., 2001. Ocena składu chemicznego oraz aktywności przeciwdrobnoustrojowej olejków eterycznych i preparatów galenowych otrzymanych z liści rozmarynu i szaflwii lekarskiej. *Post. Fitoter.* 4, 6–11.
- Zdrojewicz Z., Minczakowska K., Klepacki K., 2014. Rola aromaterapii w medycynie. *Family Med. Prim. Care Rev.* 16(4), 387–391.

Ocena wybranych cech jogurtów z dodatkami smakowymi produkowanych metodą zbiornikową

Assessment of selected features of yoghurts with flavorings produced by the tank method

Wraz ze wzrostem świadomości konsumentów zmianie ulegają również wybory żywieniowe. Świadomość wpływu sposobu odżywiania na zachowanie zdrowia i dobrego samopoczucia sprawia, że konsumenci chętnie sięgają po produkty określane mianem żywności funkcjonalnej [Gineikiene 2017]. Żywność funkcjonalną można zdefiniować jako żywność lub jej składniki, które mogą zapewniać korzyści fizjologiczne i pomagać w zapobieganiu chorobom oraz w ich leczeniu [Kajla i in. 2015]. Przemysł mleczarski wykorzystuje dodatki funkcjonalne w tradycyjnych produktach fermentowanych, do których zalicza się jogurty. Według Cichońskiej i in. [2021] jogurt jest jednym z najpopularniejszych fermentowanych produktów mlecznych na świecie. Jego popularność rozpatrywana jest głównie w aspekcie właściwości zdrowotnych. Podstawowymi składnikami jogurtu są mleko o określonej zawartości tłuszczu i żywe kultury bakterii probiotycznych. Aktywnymi szczepami bakterii wykorzystywanych w procesie produkcji jogurtu są głównie *Streptococcus thermophilus* i *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. Bakterie z rodzaju *Lactobacillus* są naturalnymi biokonserwantami zapobiegającymi obniżeniu jakości żywności.

Ze spożywania jogurtów wynika szereg korzyści. Ich szczególnie istotną cechą jest kolonizacja mikroflory jelitowej oraz hamowanie wzrostu i rozwoju mikroflory patogennej, która może wpływać na funkcjonowanie przewodu pokarmowego [Klewicka i Lipińska 2016]. Jako źródło białka oraz wapnia poprawiają stan kości oraz zębów. Do innych korzyści płynących z obecności w codziennej diecie produktów fermentacji mlekowej, w tym jogurtów, zalicza się poprawę ciśnienia krwi, ograniczenie zmian nowotworowych, przeciwdziałanie rozwojowi chorób układu sercowo-naczyniowego oraz poprawę ogólnego stanu zdrowia wynikającą z wpływu bakterii fermentacyjnych na oś pokarmowo-jelitową [Hernández i in. 2022].

Wraz z rozwojem przemysłu mleczarskiego obserwuje się zwiększoną dostępność w handlu detalicznym jogurtów, które zostały wzbogacone o szeroką gamę dodatków smakowych lub funkcjonalnych. Te dodatki nie tylko poprawiają walory organoleptyczne, lecz mogą także wykazywać pozytywny wpływ na zdrowie człowieka.

W badaniach własnych wykorzystano suszone śliwki, płatki gryczane, kakao, suszone owoce morwy białej, suszone jabłka, suszone owoce jagody kamczackiej oraz 3 rodzaje miodów: gryczany, akacjowy i lipowy.

¹ Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Nowym Sączu, Instytut Zdrowia, Zakład Dietetyki, knd@pwsz-ns.edu.pl

Płatki zbożowe, do których zalicza się płatki gryczane, są elementem codziennej diety wielu konsumentów. Płatki gryczane charakteryzują się niskim stopniem przetworzenia, są bogate w związki polifenolowe oraz wyróżniają się wysoką aktywnością przeciwutleniającą [Piechowiak i Balawejder 2018].

Kakao zawiera kofeinę, która działa na układ nerwowy, zwiększając wydolność organizmu. Przejawia również działanie przeciwbólowe, dzięki czemu może wspomagać leczenie migreny oraz stanów zmęczenia [Bilek i in. 2013].

Miód gryczany jest bogaty w mineralne związki, takie jak żelazo, miedź, fosfor, cynk oraz zawiera duże ilości witamin C, B₁, B₂ i PP. Na tle innych składników dodawanych do jogurtów wyróżnia się wysoką aktywnością antybiotyczną [Bąkowska i Janda 2018].

Miód akacjowy charakteryzuje się łagodnym zapachem, zbliżonym do kwiatu akacji. Posiada właściwości wzmacniające oraz regeneracyjne, szczególnie po wysiłku fizycznym. Znajduje zastosowanie w leczeniu problemów trawiennych przewodu pokarmowego [Bąkowska i Janda 2018].

Miód lipowy jest jednym z najpopularniejszych miódów w Polsce. Wykazuje silne działanie antybiotyczne, zmniejsza stany zapalne, ma właściwości moczopędne, rozkurczające i uspokajające [Bąkowska i Janda 2018].

Dodatek różnych gatunków miódów do żywności znajduje powszechne zastosowanie w prewencji oraz leczeniu licznych schorzeń. Wynika to głównie z obecności witamin, składników mineralnych, enzymów, hormonów oraz związków organicznych [Bąkowska i Janda 2018].

Suszone jabłka są bogate w polifenole oraz korzystnie wpływają na proces regulacji poziomu cholesterolu we krwi. Przez konsumentów taki dodatek jest kojarzony z naturalnością oraz z rodzimymi uprawami. Błonnik pokarmowy pochodzący z jabłek zapobiega wchłanianiu metali ciężkich z innych produktów żywieniowych [Znamirowska i in. 2018].

Suszone śliwki cieszą się w Polsce szczególną popularnością. Śliwki są bogatym źródłem związków fenolowych oraz charakteryzują się wysokim potencjałem przeciwutleniającym, wyższym niż jabłka [Michalska i Łysiak 2014].

Suszone owoce jagody jagody kamczackiej dodane do produktu mają szerokie zastosowanie przeciwutleniające, w tym prowadzące do wyeliminowania wolnych rodników – hamują ich reakcje z tlenem i ozonem. Mają dużą zawartość polifenoli. Te związki wchłaniają się w żołądku i jelicie i wykazują działanie przeciwmiażdżycowe. Jagoda kamczacka działa również pozytywnie i regeneracyjnie w chorobach narządu wzroku [Szot i in. 2014].

Suszone owoce morwy białej znajdują zastosowanie w lecznictwie oraz przemyśle spożywczym. Cechują się zawartością związków bioaktywnych oraz właściwościami przeciwbakteryjnymi i przeciwwirusowymi. Cenione jest lecznicze działanie morwy białej w chorobach uznawanych za cywilizacyjne XXI wieku [Grześkowiak i Łochyńska 2017].

Celem pracy była ocena wybranych cech jogurtów z różnymi dodatkami wyprodukowanych metodą zbiornikową.

Material i metody

Material badawczy stanowiły jogurty wyprodukowane metodą zbiornikową sporządzone według receptury podanej w tabeli 1. Jogurty otrzymano z mleka sterylizowanego (UHT) o zawartości tłuszczu 3,2% (Mlekovita, Polska), do którego dodano jogurt naturalny (Zott Polska Sp. z o.o., Polska), będący źródłem żywej kultury bakterii probiotycznych (*Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* i *Streptococcus thermophilus*) oraz mleko w proszku o zawartości tłuszczu 3,2% (Mlekovita, Polska). Składniki wymieszano i poddano fermentacji przez 10 h, w temp. 45°C w cieplarni laboratoryjnej BMT Incucell 55 Eco (Conbest, Polska). Następnie uzyskany jogurt podzielono na 3 części i dodano odpowiednie dodatki smakowe (tab. 1). Celem zapewnienia bezpieczeństwa mikrobiologicznego wszystkie operacje (jak np. dodawanie składników, mieszanie itp.) wykonywano pod lampą UV-C o długości fali 253,7 nm (A-BioTech, Polska). Gotowe jogurty schłodzono do temp. 10°C i przechowywano w temp. 3°C przez 7 dni.

Tabela 1. Układ doświadczenia

Jogurt A	Jogurt B	Jogurt C
Surowce: mleko 3,2% tł. 650 g pełne mleko w proszku 30 g śmietanka 36% tł. 60 g jogurt naturalny 80 g		
Dodatki: suszone śliwki 80 g miód gryczany 40 g płatki gryczane 40 g	Dodatki: kakao surowe 40 g suszona morwa biała 80 g płatki gryczane 40 g miód akacjowy 40 g	Dodatki: miazga jabłkowa suszona (wyłoki) 80 g jagoda kamczacka liofilizowana 5 g miód lipowy 20 g płatki gryczane 40 g

Po 12 h przechowywania jogurty zostały poddane ocenie konsumenckiej w skali 5-punktowej. Zastosowano metodę ilościowej analizy opisowej (QDA) [ISO 13299:2016], nazywaną również metodą profilową. Ocenę punktową i charakterystykę profilu badanych produktów wykonał 16-osobowy zespół oceniający. Osoby uczestniczące w badaniach miały odpowiednie kwalifikacje metodyczne i doświadczenie w realizowaniu ocen metodą QDA. Wybór jakościowych wyróżników zapachu i smaku przeprowadzono zgodnie z zasadami ww. metody. W rezultacie wyboru, dyskusji i weryfikacji ustalono 25 wyróżników jakościowych, w tym 15 wyróżników smaku i 10 zapachu. Intensywność wyróżników zaznaczano na nieustrukturalizowanej skali graficznej [0–10 j.u. – jednostek umownych]. Każdy z wyróżników oceniany był na oddzielnej skali z odpowiednimi określeniami brzegowymi. Lewy koniec skali oznaczał cechy najmniej wyczuwalne, prawy koniec skali wskazywał na cechy charakteryzujące się najwyższą intensywnością. Badanie przeprowadzono w laboratorium sensorycznym Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej w Nowym Sączu, spełniającym wymagania

normy ISO 8589:2010. Badanie odbyło się zgodnie z wymogami etycznymi laboratorium sensorycznego PWSZ w Nowym Sączu za zgodą uczestników oceny.

Również po 12 h przechowywania oznaczono kwasowość czynną za pomocą pehametru elektrycznego Mettler Toledo FiveEasy (Merck, Niemcy), kwasowość miareczkową – w stopniach Soxhleta-Henkla ($^{\circ}\text{SH}$) metodą polegającą na bezpośrednim miareczkowaniu próbki mianowanym roztworem wodorotlenku sodu w obecności fenoloftaleiny jako wskaźnika [Czerniewicz 2012] oraz zawartość białka – metodą formolową polegającą na miareczkowym oznaczeniu ilości jonów wodorowych uwolnionych podczas reakcji formaldehydu z resztami zasadowymi aminokwasów [Krysiak i in. 2012].

Analizę profilu tekstury (TPA) wykorzystano do określenia cech mechanicznych skrzepu, takich jak jędrność, konsystencja, spoistość i lepkość, za pomocą jednoramiennego analizatora tekstury TA.XT2.Plus (Stable Micro Systems Ltd, Godalming, Surrey, Wielka Brytania). Zastosowano zestaw do ekstruzji wstecznej z sondą o średnicy 35 mm. Pomiar wykonano przy następujących ustawieniach – prędkość ruchu sondy (ścinania) $1\text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$, siła nacisku głowicy – 0,098 N, dystans – 30 mm. Pomiarów wykonano w 4 powtórzeniach.

Po 7 dniach przechowywania jogurtu w temp. 3°C wagowo oceniono synerезę badanych wyrobów [Nastaj i Gustaw 2008].

Uzyskane wyniki poddano analizie wariancji (ANOVA) przy użyciu programu komputerowego Statistica 13.3. Istotność różnic weryfikowano testem Tukeya ($p = 0,05$).

Wyniki i dyskusja

W badaniu konsumenckim ocenie poddano parametry, takie jak barwa, smak, zapach, konsystencja oraz wygląd uwzględniający widoczne zjawisko synerезy określonej w formularzu jako opływ serwatki (tab. 2). Jak podaje Wichrowska i Wojdyła [2014], cechy sensoryczne żywności, takie jak barwa, konsystencja lub smakowitość, uznaje się za cechy determinujące wybór produktu spożywczego. Jak podają autorzy, precyzyjne określenie elementów składowych jest od lat przedmiotem zainteresowania producentów żywności, których celem jest wytwarzanie produktów charakteryzujących się powtarzalnością oraz wysoką jakością.

W ocenie konsumenckiej jogurtów nie obserwowano istotnych różnic w uzyskanych notach za poszczególne parametry. Jogurt z dodatkiem suszonych śliwek uzyskał najwyższą ocenę za barwę (4,81), smak (4,75) oraz konsystencję (4,68) (tab. 2). W ocenie zapachu zarówno jogurt z dodatkiem śliwek, jak i jogurty z dodatkiem surowego kakao i morwy białej otrzymały taką samą liczbę punktów (po 4,00). Jogurty poddane zostały również ocenie wizualnej. Zjawisko synerезy jest naturalnym procesem podczas przechowywania mlecznych napojów fermentowanych, jednak w ocenie konsumenckiej jest to cecha niekorzystana. Z badań respondentów wynika, że najwyżej ocenionym produktem był jogurt z dodatkiem wyłoków z jabłek oraz jogurt z dodatkiem jagody kamczackiej. Również Dimitrellou [2020] zaobserwował, że synerезa stanowi najczęstszą wadę mlecznych produktów fermentowanych. Ta wada może ograniczać trwałość produktu oraz wpływać na akceptację konsumentów ze względu na niepożądany wygląd. Z badań przeprowadzonych przez Znamiorską i in. [2018] wynika, że dodatek suszu z jabłek

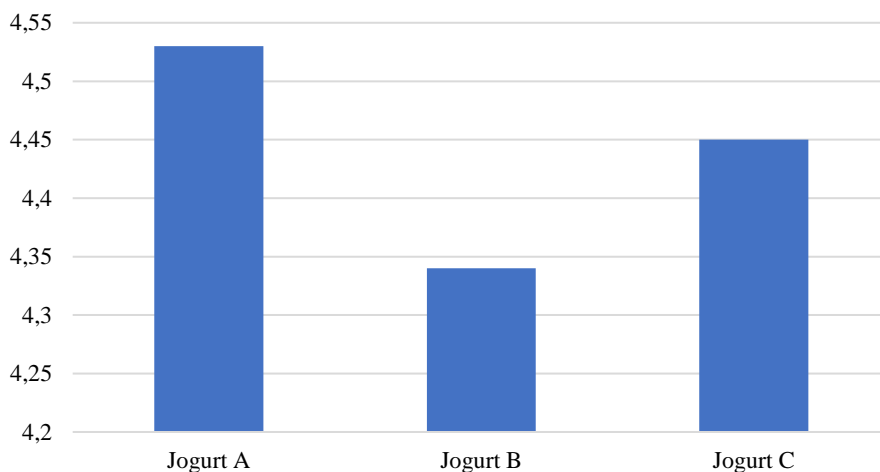
istotnie wpływa na absorpcję płynu, co wykazuje korzystny wpływ na ograniczenie synerazy, a z punktu widzenia konsumenta korzystnie wpływa na smak, który jest określany jako „naturalny i owocowy”.

W 5-punktowej ocenie konsumentkiej zespół o sprawdzonej wrażliwości smakowej najwyżej ocenił jogurt z dodatkiem suszonych śliwek, płatków gryczanych oraz miodu gryczanego (A), który uzyskał średnią ocenę 4,53 (ryc. 1). Najniżej ocenione zostały jogurt z dodatkiem surowego kakao oraz jogurt z dodatkiem morwy białej (B), uzyskując średnią ocenę 4,34. Jak podaje Szoltyś i in. [2021], w ostatnich latach obserwuje się znaczny wzrost zainteresowania produktami spożywczymi wykazującymi korzystane działanie na zdrowie konsumenta wykraczające poza standardową wartość odżywczą. W ocenie konsumentkiej mlecznych napojów fermentowanych szczególną wagę przywiązuje się do stosowania substancji i dodatków funkcjonalnych pochodzenia roślinnego, mających wpływ na właściwości reologiczne, funkcjonalne oraz organoleptyczne.

Tabela 2. Ocena konsumentcka jogurtów

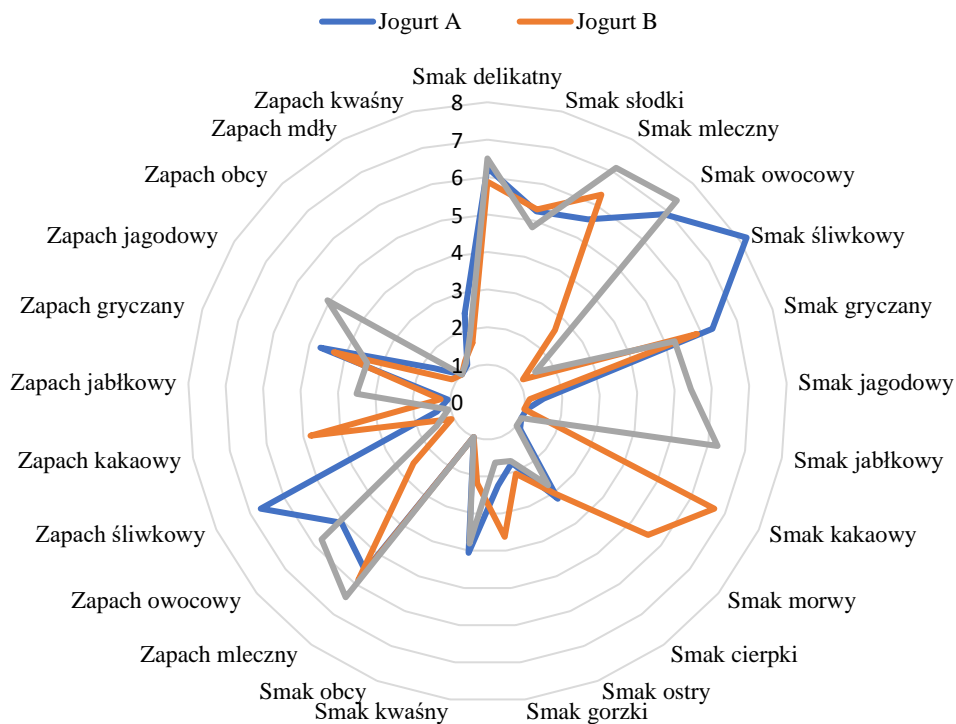
Wyszczególnienie	Jogurt A	Jogurt B	Jogurt C
Barwa	4,81 ^a ± 0,41	4,75 ^a ± 0,44	4,75 ^a ± 0,40
Smak	4,56 ^a ± 0,72	4,19 ^a ± 0,75	4,38 ^a ± 0,72
Zapach	4,00 ^a ± 0,82	3,94 ^a ± 0,77	4,00 ^a ± 0,81
Konsystencja	4,63 ^a ± 0,62	4,44 ^a ± 0,72	4,44 ^a ± 0,60
Wygląd (opływ serwatki)	4,63 ^a ± 0,62	4,69 ^a ± 0,60	4,88 ^a ± 0,62

Średnie wartości w wierszach oznaczone różnym literami różną się statystycznie istotnie ($p = 0,05$)



Ryc. 1. Średnia ocen w skali 5-punktowej

Analizując profil smakowo-zapachowy jogurtów, można zaobserwować, że dominowały wyróżniki charakterystyczne dla użytych surowców, czyli smak i zapach śliwkowy: odpowiednio 8,2 i 6,9 pkt. W przypadku jogurtu z dodatkiem miazgi jabłkowej oceniający zwrócili szczególną uwagę na zapach mleczny (6,44 pkt) (ryc. 2).



Ryc. 2. Profil smakowo-zapachowy jogurtów

Przegląd literatury wskazuje, że dodatek suszu jabłkowego może zmniejszać odczucia smaku mleczno-kremowego, zwiększać natomiast intensywność smaku kwaśnego, co zaobserwowane zostało w przypadku jogurtu C [Znamirowska i in. 2018]. Badania własne wskazują na istotne różnice w ocenie poszczególnych jogurtów w zakresie cech charakterystycznych, wynikających z użytego do ich produkcji surowca (np. jogurt śliwkowy cechował się istotnie większą wyczuwalnością smaku i zapachu). Nikt z oceniających nie wyczuł smaku czy zapachu obcego. Jak podaje Wajs i Stobiecka [2020], jogurty z dodatkami owocowymi cieszą się szczególną popularnością wśród konsumentów, a z uwagi na zastosowane dodatki mogą wykazywać korzystne działanie na zdrowie

człowieka. Ponadto ta grupa produktów spożywczych może być traktowana jako żywność prebiotyczna ze względu na obecność włókna pokarmowego, które warunkuje właściwe funkcjonowanie przewodu pokarmowego.

Kolejnym badanym parametrem świadczącym o jakości jogurtów było oznaczenie kwasowości miareczkowej wyrażonej w stopniach Soxhleta-Henkla ($^{\circ}\text{SH}$). Dodanie mleka w proszku lub białek mleka powoduje zwiększenie zawartości laktozy w mleku, która w procesie fermentacji rozkłada się do kwasu mlekowego, co wpływa na podniesienie poziomu kwasowości jogurtu naturalnego. Zakwaszenie środowiska oddziałuje na zatrzymanie bakterii gnilnych, a także ogranicza biegunki oraz zmniejsza objawy nietolerancji laktozy [Mojka 2013]. W dniu produkcji najwyższą kwasowością cechował się jogurt A (118°SH). Jogurt B wykazywał się kwasowością na poziomie $74,8^{\circ}\text{SH}$. Zasadność oceny kwasowości miareczkowej występuje tylko w przypadku jogurtów A i B. Wynika to z możliwości oceny zabarwienia podczas miareczkowania oraz wskazania jego punktu końcowego. W przypadku jogurtu C jego barwa charakteryzowała się jasnoróżowym zabarwieniem pochodzącym z liofilizowanej jagody.

Układ doświadczenia obejmował również oznaczenie wartości pH jako wyróżnika wpływającego na trwałość mlecznych napojów fermentowanych. Parametr ten zawierał się w przedziale 4,91–5,09. Najwyższą kwasowością charakteryzował się jogurt A (5,09). W przypadku jogurtów B i C wynik ten wynosił 4,91. Wpływ na kwasowość jogurtów miał również dodatek miodu. Jego obecność ma jednak swoje uzasadnienie: miód zawiera potencjalnie prebiotyczne oligosacharydy i składniki przeciwbakteryjne, które mogą synergistycznie zwiększyć skuteczność probiotyków przeciwko patogenom. Oprócz zwiększenia liczby żywych komórek korzyści obejmują zwiększoną trwałość probiotyków w przewodzie pokarmowym [Mohan i in. 2017].

Mleczne napoje fermentowane charakteryzują się również dużą zawartością pełnowartościowego białka o wysokiej wartości biologicznej. Białko jest ważnym składnikiem i to ono decyduje o wartości żywieniowej i przydatności do przetwórstwa [Szendowski i Siemianowski 2013]. Analiza metodą formolową wskazuje, że największą zawartością białka charakteryzował się jogurt z dodatkiem suszonych śliwek (7,78%), a najmniejszą – jogurt z wyciekami jabłkowymi (4,51%).

Jogurty w czasie przechowywania chłodniczego cechowały się dobrą stabilnością oraz niską synerżą. Poddane ocenie wizualnej po 7 dniach przechowywania chłodniczego charakteryzowały się zwartym i jednolitym skrzepem oraz atrakcyjnym wyglądem. Jak podaje Wichrowska i Wojdyła [2014], dłuższy okres przechowywania może powodować wzmożenie stopnia synerazy i zwiększenie zawartości kwasu mlekowego oraz obniżenie pH w zależności od zastosowanych dodatków. Dodatek płatków gryczanych czy wycieków jabłkowych z uwagi na zawartość błonnika przyczynił się do absorpcji podcieku serwatki, która z punktu widzenia konsumenta może świadczyć o wadze produktu.

Analizie poddane zostały również cechy mechaniczne jogurtów, takie jak jędrność, konsystencja, spoiłość (spójność) i lepkość (tab. 3). Pod względem cech mechanicznych jogurt A różnił się istotnie statystycznie w porównaniu z pozostałymi wyrobami. Cechał się istotnie większą jędrnością, spoiłością, konsystencją, natomiast istotnie najmniejszą lepkością (tab. 3). Można zauważyć wpływ dodatku płatków gryczanych na spoiłość jogurtów. Literatura wskazuje, że wpływ na zwiększenie spójności jogurtów może mieć dodatek skrobi lub surowców zasobnych w ten składnik w różnej formie [Śmięgińska 2016].

Tabela 3. Ocena cech mechanicznych jogurtów

Rodzaj jogurtu	Jędrność (N)	Konsystencja (N·s ⁻¹)	Spoistość (N)	Lepkość (N·s ⁻¹)
Jogurt A	0,72 ^b ± 0,09	0,77 ^b ± 0,05	15,53 ^b ± 4,33	0,70 ^b ± 0,14
Jogurt B	0,28 ^a ± 0,02	0,28 ^a ± 0,02	6,41 ^a ± 0,10	-0,18 ^a ± 0,00
Jogurt C	0,36 ^a ± 0,06	0,35 ^a ± 0,07	7,93 ^a ± 0,48	-0,22 ^a ± 0,05

Wartości średnie w kolumnach oznaczone różnym literami różną się statystycznie istotnie (p = 0,05)

Konsystencja jest jedną z ważniejszych cech fizycznych jogurtu, na którą zwracają uwagę konsumenci, decydując się na zakup tego produktu. Zależność tę zauważyli również Skrzypczak oraz Gustaw [2012], sugerując, że w przemyśle mleczarskim modyfikacja konsystencji jogurtu uzyskiwana jest przez dodatek proszków mlecznych, takich jak: odtłuszczone mleko w proszku, serwatka w proszku oraz kazeiniany. Modyfikując konsystencję jogurtów, należy zwrócić uwagę, że dodatek prebiotyków może wiązać się z pogorszeniem właściwości reologicznych otrzymanych mlecznych napojów fermentowanych, szczególnie gdy prebiotyki są stosowane w większych ilościach. Badacze zaproponowali alternatywne rozwiązanie w postaci zastosowania połączenia prebiotyków z preparatami białek serwatkowych. Preparaty te zapewnią odpowiednie właściwości reologiczne produktu, przy jednoczesnej poprawie jego wartości żywieniowej. Będą również miały wpływ na namnażanie się bakterii probiotycznych.

Podsumowanie

Jogurty stanowią produkty mleczne fermentowane, które charakteryzują się wysoką akceptacją konsumencką. Dobór dodatków smakowych może klasyfikować je jako produkty funkcjonalne. Jogurty charakteryzowały się wysoką akceptowalnością w ocenie konsumenckiej, najwyższą – jogurt z dodatkiem suszonych śliwek, płatków gryczanych oraz miodu gryczanego (A). Analiza tekstury wykazała istotne różnice pomiędzy jogurtem A a pozostałymi rodzajami jogurtów.

Badania mogą stanowić podstawę do dalszych analiz pod kątem przechowywania chłodniczego i określenia badanych parametrów po upływie 7 lub 14 dni.

Bibliografia

- Bąkowska M., Janda K., 2018. Właściwości prozdrowotne wybranych miodów. *Pomer. J. Life Sci.* 64(3), 147–151.
- Bilek M., Stawarczyk K., Stępień A., 2013. Analiza zawartości kofeiny w naparach kakao z wykorzystaniem wysokosprawnej chromatografii cieczowej. *Bromatol. Chem. Toksykol.* 4, 449–454.
- Cichońska P., Pudło E., Wojtczak A., Ziarno M., 2021. Effect of the addition of whole and milled flaxseed on the quality characteristics of yogurt. *Foods* 10, 2140, <https://doi.org/10.3390/foods10092140>.

- Czerniewicz M., 2012. Ocena mleka surowego do skupu. W: Przewodnik metodyczny do ćwiczeń z przedmiotu podstawy produkcji i oceny jakości, UWM, Olsztyn, 1–23.
- Dimitrellou D., Solomakou N., Kokkinomagoulos E., Kandyli P., 2020. Yogurts supplemented with juices from grapes and berries. *Foods* 9, 1158, <https://doi.org/10.3390/foods9091158>.
- Gineikiene J., Kiudyte J., Degutis M., 2017. Functional, organic or conventional? Food choices of health conscious and skeptical consumers. *Balt. J. Manag.* 12(2), 139–152, <https://doi.org/10.1108/BJM-01-2016-0016>.
- Grzeškowiak J., Łochyńska M., 2017. Związki biologicznie aktywne morwy białej (*Morus alba* L.) i ich działanie lecznicze. *Post. Fitoter.* 18(1), 31–35.
- Hernández H., Nunes M.C., Prista C., Raymundo A., 2022. Innovative and healthier dairy products through the addition of microalgae. *Rev. Foods* 11, 755, <https://doi.org/10.3390/foods11050755>.
- ISO 13299:2016. Sensory analysis. Methodology. General guidance for establishing a sensory profil.
- Kajla P., Sharma A., Sood D.R., 2015. Flaxseed – a potential functional food source. *J. Food Sci. Technol.* 52(4), 1857–1871, <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1293-y>.
- Klewicka E., Lipińska L., 2016. Aktywność przeciugrzybicza bakterii fermentacji mlekowej z rodzaju *Lactobacillus*. *Żywn. Nauka Technol. Jakość* 1(104), 17–31.
- Krysiak W., Żyżelewicz D., Makowski B., 2012. Instrukcja do ćwiczeń laboratoryjnych z przedmiotu metody oceny produktów. PŁ, Instytut Chemicznej Technologii Żywności, Zakład Technologii Skrobi i Cukiernictwa, Łódź, 23–29.
- Michalska A., Łysiak G., 2014. Przydatność do suszenia owoców śliw uprawianych w Polsce w aspekcie przemian związków bioaktywnych i tworzących się produktów reakcji Mailarda. *Żywn. Nauka Technol. Jakość* 21(6), 29–38.
- Mohan A., Quek S.Y., Gutierrez-Maddox N., Gao Y., Shu Q., 2017. Effect of honey in improving the gut microbial balance. *Food Qual. Saf.* 1(2), 107–115, <https://doi.org/10.1093/fqsafe/fyx015>.
- Mojka K., 2013. Charakterystyka mlecznych napojów fermentowanych. *Probl. Hig. Epidemiol.* 94(4), 722–729.
- Nastaj M., Gustaw W., 2008. Wpływ wybranych prebiotyków na właściwości reologiczne jogurtu stałego. *Żywn. Nauka Technol. Jakość* 60(5), 217–225.
- Piechowiak T., Balawejder M., 2018. Antyoksydacyjne właściwości płatków zbożowych różnego pochodzenia. *Prz. Zboż. Młyn.* 62(3), 34–37.
- Skrzypczak K., Gustaw W., 2012. Wpływ dodatku prebiotyków i białek serwatkowych na właściwości fizykochemiczne biojogurtów. *Żywn. Nauka Technol. Jakość* 5(84), 155–165.
- Szołtyś M., Kucharska A.Z., Dąbrowska A., Zięba T., Bobak Ł., Chrzanowska J., 2021. Effect of two combined functional additives on yoghurt properties. *Foods* 10, 1159, <https://doi.org/10.3390/foods10061159>.
- Szot I., Lipa T., Sosnowska B., 2014. Jagoda kamczacka – właściwości prozdrowotne owoców i możliwości ich zastosowania. *Żywn. Nauka Technol. Jakość* 4(95), 18–29.
- Śmigielska H., 2016. Ocena możliwości zastosowania skrobi wzbogaconej jako zagęstnika do produkcji jogurtów funkcjonalnych. W: Współczesne trendy w kształtowaniu jakości żywności, D. Piasecka-Kwiatkowska, R. Cegielska-Radziejewska (red.), Poznań, 37–45.
- Szpendowski J., Siemianowski K., 2013. Właściwości odżywcze i funkcjonalne oraz zastosowanie kazeinianów w przetwórstwie spożywczym. *Nauki Inż. Technol.* 3(10), 122–138.
- Wajs J., Stobiecka M., 2020. Wpływ mlecznych produktów fermentowanych na zdrowie człowieka. *Zdrowie i style życia: determinanty długości życia*. W: Nowak, K. Szalotka (red.), UW, Wrocław, 133–152, <https://doi.org/10.34616/23.20.114>.
- Wichrowska D., Wojdyla T., 2014. Ocena sensoryczna i fizykochemiczna wybranych jogurtów naturalnych i ekologicznych. *Inż. Aparat. Cem.* 56(6), 421–423.
- Znamirowska A., Kalicka D., Buniowska M., Rożek P., 2018. Wpływ dodatku suszu z wyłoków jabłkowych na właściwości fizykochemiczne i sensoryczne jogurtów. *Żywn. Nauka Technol. Jakość* 2(115), 71–80, <https://doi.org/10.15193/ZNTJ/2018/115/234>.

Zuzanna Polesiak-Klepacz¹, Piotr Domaradzki¹, Marek Kowalczyk¹, Anna Teter¹,
Monika Kędzierska-Matysek¹, Małgorzata Dmoch¹, Justyna Zdyb-Domaradzka²,
Małgorzata Ryszkowska-Siwko¹

Porównanie właściwości fizykochemicznych i sensorycznych kremów do rąk o różnym udziale składników naturalnych

Comparison of the physicochemical and sensory properties of hand creams
with different proportions of natural ingredients

Skóra dłoni nieustannie narażona jest na działanie niekorzystnych czynników zewnętrznych, takich jak niska lub wysoka temperatura, wiatr, promieniowanie UV, detergenty czy urazy mechaniczne, które mogą prowadzić do podrażnienia i przesuszenia skóry, a w skrajnych przypadkach również do poważnych zmian, a nawet chorób. Uszkodzenie integralności warstwy rogowej spowodowane przesuszeniem staje się przyczyną zwiększonej podatności skóry na rozwój zakażeń bakteryjnych (np. gronkowcem złocistym – *Staphylococcus aureus*), grzybiczych (dermatofity, *Malassezia* spp., *Candida* spp.) oraz wirusowych (np. wirusem opryszczki zwykłej – HSV) [Nowicki 2010]. Dlatego też kluczowa jest odpowiednia pielęgnacja dłoni. W tym celu najczęściej wykorzystywane są kremy do rąk, będące przykładem emulsji kosmetycznych [Wojnowska 2015]. Regularne nawilżanie i natłuszczenie skóry dłoni jest szczególnie ważne w przypadku wystąpienia atopowego zapalenia skóry, objawiającego się zwiększoną przeznaskórkową utratą wody (TEWL) oraz znaczną suchością połączoną ze świądem i stanami zapalnymi [Silny i in. 2010]. Badania przeprowadzone przez Kampf i Ennen [2006] dowiodły, że użycie kremu po każdym myciu rąk zapobiega wysuszeniu i szorstkości, a regularne stosowanie kosmetyku zmniejsza objawy podrażnienia i zapalenia skóry dłoni.

Formuła preparatów pielęgnacyjnych powinna być oparta na odpowiednich składnikach aktywnych, stąd też kremy przeznaczone do pielęgnacji suchej i podrażnionej skóry rąk powinny zawierać substancje, które będą zarówno zwiększać zdolność skóry do wiązania wody, jak i wzmacniać jej barierę hydrolipidową. Do składników najlepiej sprawdzających się w kremach do rąk zaliczyć należy emolienty oraz humektanty [Arct i Pytkowska 2009].

Ze względu na to, że zarówno kremy do rąk, jak i inne kosmetyki przeznaczone do bezpośredniego kontaktu ze skórą człowieka muszą spełniać wiele wymagań w zakresie ich bezpieczeństwa użytkowania i właściwości funkcjonalnych, producent zobligowany jest do przeprowadzenia szeregu badań fizykochemicznych, mikrobiologicznych, dermatologicznych, a także sensorycznych i aplikacyjnych [Rozporządzenie nr 1223/2009, Rozporządzenie nr 655/2013].

¹Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie Wydział Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki,
piotr.domaradzki@up.lublin.pl

² Wojewódzka Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna w Lublinie

W przemyśle kosmetycznym można zaobserwować stale rosnące zainteresowanie produktami naturalnymi, co związane jest ze wzrastającą świadomością społeczeństwa i swoistym powrotem do natury, często utożsamianym z zachowaniem odpowiedniego stanu zdrowia. Jakkolwiek aktualnie nie ma prawnych regulacji rynku kosmetyków naturalnych, to w Europie istnieje szereg organizacji, które ustaliły własne kryteria certyfikowania tego typu produktów. Kosmetyk, który został określony mianem naturalnego, musi spełnić szereg wymagań dotyczących nie tylko składu, ale także całego procesu produkcji [Sulek i in. 2015]. Konsumenty na rynku kosmetyków naturalnych w swoich wyborach w dużej mierze kierują się ideą ekologii oraz prostym i naturalnym składem preparatów. Ważnym aspektem jest również cena, aczkolwiek znaczna część badanych potwierdziła, iż jest w stanie zapłacić wyższą kwotę za produkt o lepszej jakości i lepszym składzie [Kantor i Hübner 2019]. Niemniej jednak każdy kosmetyk dopuszczony do obrotu, niezależnie od rodzaju produktu, musi zostać odpowiednio przebadany, a zgodnie z Rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1223/2009 z dnia 30 listopada 2009 r. „produkty kosmetyczne powinny być bezpieczne w normalnych lub dających się racjonalnie przewidzieć warunkach stosowania”. Producent w trosce o bezpieczeństwo konsumentów powinien zadbać o odpowiednią formę kosmetyku, badając jego właściwości nie tylko na etapie produkcji, ale przede wszystkim gotowego wyrobu [Sokołowska 2014].

Celem niniejszej pracy było porównanie wybranych właściwości fizykochemicznych kremów do rąk zaliczanych do grupy produktów standardowych (zawierających głównie składniki syntetyczne), naturalnych (zawierających w przeważającej większości składniki pochodzenia naturalnego) oraz naturalnych certyfikowanych (opatrzone odpowiednim certyfikatem potwierdzającym pochodzenie surowców, naturalny skład i proces produkcji).

Material i metody

Material do badań stanowiło 8 kremów do rąk różnych producentów, zakupionych w jednej z popularnych drogerii stacjonarnych. Wśród zakupionych kosmetyków wyodrębniono trzy grupy, były to: kremy o standardowym składzie ($n = 4$) – firmy Dove, Hebe, Garnier i Ziaja; kremy naturalne ($n = 2$) – firmy Farmona i Eveline; oraz kremy naturalne, certyfikowane ($n = 2$) – firmy Cosnature oraz FeelFree.

Pomiar pH wykonano za pomocą pH-metru CP-401 (Elmetron) wyposażonego w zintegrowaną elektrodę szklaną. Przed każdą serią pomiarów sondę umieszczano w roztworze wzorcowym w celu skalibrowania urządzenia. Po oczyszczeniu sondy umieszczano ją w próbce produktu i odczytywano wartość pH. Pomiar barwy przeprowadzono przenośnym spektrofotometrem Konica MinoltaCM-600d (iluminacja D65/standardowy obserwator 10°). Próbki kremów rozłożone w szklanych naczynkach umieszczano w obiektywie aparatu i wykonywano pomiar. Komponenty barwy wyrażone zostały w przestrzeni CIE L^*a^*b . Pomiar aktywności wody (a_w ; w $20^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$) wykonano stacjonarnym urządzeniem pomiarowym HygroLab C1 (Rotronic), wyposażonym w dwie sondy badawcze. Próbki każdego kremu rozkładano do dwóch płaskich naczynek, które następnie umieszczano w komorach i nakrywano szczelnie sondami. Pomiar wykonywano do momentu ustabilizowania się wartości a_w , tj. od ok. 3 min do 5 min. Badanie

tekstury (siła adhezji, siła kohezji, siła maksymalna, sprężystość oraz relaksacja) przeprowadzono w temperaturze pokojowej (20°C–22°C) teksturometrem Zwick/RoellPro-Line. Naczynka z próbkami ustawiano w odpowiednim miejscu na statywie, następnie uruchamiano pomiar, który polegał na opuszczeniu sondy o średnicy 45 mm z prędkością 100 mm/min i zanurzeniu jej na 3 mm w próbce kremu. Wyniki pomiarów opracowano za pomocą programu testXpert II. Badanie stabilności emulsji przeprowadzone zostało metodą wirówkową zgodnie z metodyką podaną przez Navarro-Pérez i in. [2021]. Próbki kremów o masie 1000 mg wirowano, stosując parametry zalecane dla emulsji kosmetycznych, tj. przez 30 min przy prędkości 3000 obr./min. Po zakończonym cyklu wirowania próbki poddano oględzinom. Mikroskopowa ocena typu emulsji polegała na dodaniu barwnika Sudan III do badanej formułacji, a następnie obserwacji preparatu pod mikroskopem przy powiększeniu $\times 1000$. W badaniu organoleptycznym kremów udział wzięło 6 osób, oceniając za pomocą zmysłów dotyku, węchu oraz wzroku 7 wyróżników kremów, w skali 5-punktowej wg kryteriów opracowanych przez Płocicę i in. [2014] (tab. 1).

Tabela 1. Kryteria oceny cech organoleptycznych kremów [Płocica i in. 2014]

Ocena/cecha	5	4	3	2	1
Zapach	bardzo przyjemny	przyjemny	średnio przyjemny	niezbyt przyjemny	nieprzyjemny
Konsystencja	bardzo ciężka	ciężka	średnia	lekka	bardzo lekka
Rozprowadzanie	bardzo trudno się rozprowadza	trudno się rozprowadza	średnio się rozprowadza	łatwo się rozprowadza	bardzo łatwo się rozprowadza
Wchłanianie / tłustość	bardzo ciężko się wchłania / pozostawia tłusty film	ciężko się wchłania / wysoka tłustość	średnie wchłanianie / średnia tłustość	dobrze się wchłania / lekko tłusty	bardzo dobrze się wchłania / brak tłustości
Efekt poduszki / kleistość	bardzo duży	duży	średni	mały	znikomy / brak
Przyczepność / wygładzanie	bardzo dobra	dobra	średnia	niezbyt dobra	brak przyczepności i zdolności wygładzania
Jednolitość	jednorodna	pęcherzyki powietrza	delikatne grudki	wyczuwalne grudki	rozwarstwia się

Wszystkie analizy wykonano w min. 3 niezależnych powtórzeniach. Wyniki opracowano statystycznie z wykorzystaniem programu Statistica 13 (Dell Inc. 2016) w oparciu o jednoczynnikową analizę wariancji. Istotność różnic pomiędzy średnimi weryfikowano testem Tukeya na poziomie $P < 0,05$. W tabelach dla oznaczanych parametrów podano wartości średnie oraz odchylenia standardowe.

Wyniki i dyskusja

Istotnie najwyższą wartością pH charakteryzował się krem Garnier (6,53) z grupy produktów o standardowym składzie, natomiast najniższą certyfikowany ekologiczny krem firmy Cosnature (4,53). W pielęgnacji dłoni najlepiej sprawdzają się kosmetyki o lekko kwaśnym odczynie, tj. o pH w przedziale 4,0–5,5 [Blaak i Staib 2018]. W zakresie tym mieściły się kremy Eveline (naturalny niecertyfikowany) oraz Cosnature (ekologiczny certyfikowany). Biorąc pod uwagę wyniki średnie dla poszczególnych grup kremów, można stwierdzić, że kremy naturalne oraz certyfikowane charakteryzowały się korzystniejszym pH, tj. niższym niż kremy syntetyczne (tab. 2).

Tabela 2. Wyniki pomiaru pH oraz aktywności wody badanych kremów do rąk

Rodzaj kremu	Nazwa producenta	pH	Aktywność wody
Standardowy (syntetyczny)	Dove	5,87 ^a ±0,03	0,879 ^{ab} ±0,009
	Hebe	6,09 ^b ±0,04	0,901 ^{bc} ±0,010
	Garnier	6,53 ^c ±0,01	0,861 ^a ±0,009
	Ziaja	5,86 ^a ±0,04	0,917 ^c ±0,011
	Średnio	6,09 ^Y ±0,28	0,890 ^X ±0,02
Naturalny niecertyfikowany	Farmona	5,65 ^d ±0,02	0,921 ^c ±0,011
	Eveline	4,95 ^e ±0,04	0,912 ^c ±0,011
	Średnio	5,30 ^X ±0,38	0,917 ^Y ±0,01
Naturalny certyfikowany	Cosnature	4,53 ^f ±0,02	0,910 ^f ±0,014
	FeelFree	6,03 ^b ±0,03	0,909 ^c ±0,012
	Średnio	5,23 ^X ±0,76	0,909 ^{XY} ±0,01

Średnie oznaczone różnymi literami w kolumnach różnią się istotnie: a, b, c, d, e, f – $P < 0,05$

Średnie dla poszczególnych 3 grup kremów oznaczone różnymi literami w kolumnach różnią się istotnie: X, Y – $P < 0,05$

W badaniu aktywności wody kremy naturalne (zarówno certyfikowane, jak i niecertyfikowane) miały zbliżone wartości ($a_w > 0,909$), istotne różnice obserwowano natomiast w grupie kremów o standardowym składzie (tab. 2), przy czym średnia wartość $a_w = 0,890$ dla tej grupy była poniżej 0,9, tj. wartości minimalnej, niezbędnej do rozwoju większość bakterii [Pałacha i Makarewicz 2011].

Najniższą wartość parametru L* (jasność; $P < 0,05$) wykazano dla kremu Garnier (skład standardowy), co świadczy o jego ciemniejszej barwie w porównaniu z pozostałymi ocenianymi kosmetykami. Jednocześnie ten sam krem odznaczał się istotnie najwyższym nasyceniem i udziałem barwy czerwonej (a*), będącym wynikiem zastosowania w kremie czerwonego, syntetycznego barwnika CI 14700 (szkarłat GN) znajdującego się na relatywnie wysokiej pozycji w wykazie składników preparatu (tab. 3). Biorąc pod uwagę wartości średnie parametru L* dla wyróżnionych grup kremów, należy zauważyć, że kosmetyki o składzie syntetycznym charakteryzowały się ciemniejszą barwą w porównaniu z kremami opartymi na składnikach naturalnych.

Tabela 3. Wyniki pomiaru barwy ocenianych kremów do rąk

Rodzaj kremu	Nazwa producenta	L*	a*	b*	C*	h
Standardowy (syntetyczny)	Dove	84,65d ±0,21	-0,74a ±0,02	-0,16a ±0,09	0,76a ±0,01	192,49d ±6,92
	Hebe	83,09bc ±0,45	1,16b ±0,53	4,72c ±1,33	4,93c ±1,16	83,01b ±28,45
	Garnier	77,46a ±1,83	7,86c ±2,19	0,58a ±1,50	8,22d ±1,03	7,64a ±22,54
	Ziaja	83,19cd ±1,63	0,01ab ±2,38	0,32a ±0,02	1,19a ±2,07	142,27c ±37,41
	Średnio	82,27X ±2,83	1,81Y ±3,59	1,52X ±2,26	3,62Y ±3,21	107,98XY ±70,08
Naturalny niecertyfikowany	Farmona	86,4e ±0,78	-0,59a ±0,01	2,99b ±0,73	3,06b ±0,66	103,78b ±12,61
	Eveline	81,75b ±1,39	-0,62a ±0,01	0,35a ±0,81	0,82a ±0,70	163,05c ±18,10
	Średnio	84,15Y ±2,61	-0,61X ±0,02	1,72X ±1,54	1,98X ±1,32	132,40Y ±33,77
Naturalny certyfikowany	Cosnature	86,84e ±1,40	-0,39a ±0,07	3,58b ±0,90	3,63b ±0,77	100,04b ±18,07
	FeelFree	84,24cd ±0,76	-0,78a ±0,10	5,89d ±0,54	5,94c ±0,55	97,46b ±0,39
	Średnio	85,54Y ±1,72	-0,58X ±0,21	4,74Y ±1,38	4,79Y ±1,34	98,75X ±12,65

Średnie oznaczone różnymi literami w kolumnach różnią się istotnie: a, b, c, d, e – $P < 0,05$

Średnie dla poszczególnych 3 grup kremów oznaczone różnymi literami w kolumnach różnią się istotnie: X, Y – $P < 0,05$

Analizując wyniki oceny tekstury, wykazano, iż naturalne kremy certyfikowane charakteryzowały się najmniejszą siłą potrzebną do powstania odkształcenia (F max.), pracą niezbędną do osiągnięcia wymaganego odkształcenia (praca max.) oraz siłą adhezji i kohezji. Adhezja określa siłę połączenia fazy wodnej i olejowej, a jej wartość wzrasta wraz ze stabilnością układu emulsyjnego. Kohezja określa siły działające pomiędzy cząsteczkami emulsji podczas jej odkształcania i utrzymujące jej spójność. Wartości tych parametrów wpływają więc na trwałość oraz zdolność kremu do przylegania do powierzchni skóry [Maitra i Brahms 2007]. Relaksacja określa z kolei zmianę naprężeń spowodowaną odkształceniem. Analizując wyniki pomiaru relaksacji, można zauważyć podobną zależność jak w przypadku siły adhezji i kohezji, bowiem wyraźnie niższymi wartościami cechowały się kremy naturalne certyfikowane (tab. 4).

Tabela 4. Wyniki parametrów tekstury ocenianych kremów do rąk

Rodzaj kremu	Nazwa producenta	F max (N)	Siła adhezji (g)	Siła kohezji (g)	Praca max (mJ)	Relaksacja (N)
Standardowy (syntetyczny)	Dove	1,35 ^{bc} ±0,08	137,00 ^{bc} ±8,49	67,70 ^{bc} ±1,27	1,35 ^{ab} ±0,08	0,63 ^{abc} ±0,09
	Hebe	1,20 ^{bc} ±0,06	122,00 ^{bc} ±5,66	38,25 ^{abc} ±8,56	0,96 ^{ab} ±0,09	0,75 ^{abc} ±0,14
	Garnier	1,65 ^c ±0,64	168,50 ^c ±64,35	79,50 ^c ±28,85	1,06 ^{ab} ±0,70	0,83 ^b ±0,29
	Ziaja	1,20 ^{bc} ±0,12	122,67 ^{bc} ±12,10	55,80 ^{abc} ±7,20	1,11 ^{ab} ±0,37	0,50 ^{abc} ±0,22
	Średnio	1,33 ^{XY} ±0,30	135,89 ^{XY} ±30,78	59,81 ^{XY} ±19,00	1,11 ^{XY} ±0,34	0,66 ^Y ±0,21
Naturalny niecertyfikowany	Farmona	2,67 ^d ±0,02	272,00 ^d ±1,41	163,50 ^d ±24,75	1,94 ^b ±0,04	0,99 ^c ±0,22
	Eveline	0,52 ^{ab} ±0,06	53,20 ^{ab} ±6,51	19,65 ^{ab} ±4,31	0,61 ^a ±0,26	0,29 ^{ab} ±0,00
	Średnio	1,59 ^Y ±1,24	162,60 ^Y ±126,38	91,58 ^Y ±84,31	1,27 ^Y ±0,78	0,64 ^Y ±0,42
Naturalny certyfikowany	Cosnature	0,50 ^{ab} ±0,27	50,90 ^{ab} ±27,44	23,35 ^{ab} ±8,98	0,41 ^a ±0,27	0,25 ^{ab} ±0,16
	FeelFree	0,26 ^a ±0,01	26,40 ^a ±1,13	11,30 ^a ±1,70	0,34 ^a ±0,02	0,08 ^a ±0,09
	Średnio	0,38 ^X ±0,21	38,65 ^X ±21,25	17,33 ^X ±8,73	0,37 ^X ±0,16	0,17 ^X ±0,14

Średnie oznaczone różnymi literami w kolumnach różnią się istotnie: a, b, c, d – P < 0,05

Średnie dla poszczególnych 3 grup kremów oznaczone różnymi literami w kolumnach różnią się istotnie: X, Y – P < 0,05

Analiza wyników badań testu wirówkowego wykazała, że w żadnej z próbek nie nastąpiło rozwarstwienie emulsji (zdjęcia nieprezentowane w pracy), co świadczy o relatywnie stabilnej formule wszystkich ocenianych kremów. Oceniając z kolei wyniki mikroskopowego badania typu emulsji, w przypadku wszystkich kremów zaobserwowano zabarwienie kropeł fazy olejowej układu pochodzące od Sudanu, tj. barwnika wykorzystanego do przygotowania preparatów, które rozproszone były w niezabarwionej fazie wodnej (zdjęcia nieprezentowane w pracy). Uzyskane wyniki wskazują zatem, iż wszystkie badane kremy były emulsjami typu olej w wodzie.

Spośród badanych kremów istotnie (P < 0,05) najniżej oceniony został zapach kremów Cosnature (naturalnych certyfikowanych) oraz Garnier (syntetyczny). Z kolei analiza wyników oceny sensorycznej poszczególnych grup kosmetyków wykazała, iż kremy naturalne certyfikowane charakteryzowały się wyraźnie najlżejszą konsystencją, najlepszym rozprowadzaniem oraz najbardziej jednorodną formułą. Wyniki te są zbliżone z instrumentalnym pomiarem tekstury, w którym wykazano mniejszą zwartość oraz mniejszy opór stawiany przez kremy z tej grupy. Według respondentów produkty naturalne (certyfikowane i niecertyfikowane) nie pozostawiały tłustego filmu, a w przypadku kremów certyfikowanych również wykazano ich najmniejszą kleistość po zaaplikowaniu na skórę. Nieznacznie lepszymi właściwościami wygładzającymi charakteryzowały się jednak kremy o standardowym składzie i kremy naturalne niecertyfikowane.

Tabela 5. Wyniki oceny organoleptycznej badanych kremów do rąk

Rodzaj kremu Cecha	Standardowy (syntetyczny)				Średnio	Naturalny niecertyfikowany		Średnio	Naturalny certyfikowany		Średnio
	Dove	Hebe	Garnier	Ziaja		Farmona	Eveline		Cosnature	FeelFree	
Zapach	4,33 ^b ±0,53	3,67 ^{ab} ±0,82	2,83 ^a ±1,33	3,50 ^{ab} ±1,05	3,58 ^X ±1,06	4,50 ^b ±0,55	4,50 ^b ±0,84	4,50 ^Y ±0,67	2,33 ^a ±0,82	4,50 ^b ±0,55	3,42 ^X ±1,31
Konsystencja	2,00 ^{ab} ±0,63	2,50 ^{abc} ±0,55	3,33 ^c ±0,52	2,17 ^{abc} ±0,75	2,50 ^Y ±0,78	3,00 ^{bc} ±0,63	2,33 ^{abc} ±0,82	2,67 ^Y ±0,78	1,33 ^a ±0,82	2,00 ^{ab} ±0,89	1,67 ^X ±0,89
Rozprowadzanie	1,83 ^a ±0,41	2,33 ^a ±1,03	2,33 ^a ±0,82	1,67 ^a ±0,52	2,04 ^{XY} ±0,75	2,33 ^a ±0,52	2,83 ^a ±1,33	2,58 ^Y ±1,00	1,83 ^a ±1,33	1,33 ^a ±0,52	1,58 ^X ±1,00
Wchłanianie	2,33 ^a ±0,52	2,50 ^a ±0,55	2,33 ^a ±0,52	2,33 ^a ±0,52	2,38 ^X ±0,49	1,67 ^a ±0,52	2,83 ^a ±0,98	2,25 ^X ±0,97	2,50 ^a ±0,84	1,67 ^a ±0,52	2,08 ^X ±0,79
Tłustość/ natłuszczanie	2,67 ^{ab} ±0,52	3,33 ^b ±0,52	3,33 ^b ±0,52	2,50 ^{ab} ±0,84	2,96 ^Y ±0,69	2,50 ^{ab} ±0,55	2,33 ^{ab} ±0,52	2,42 ^{XY} ±0,51	2,67 ^{ab} ±0,52	1,67 ^a ±0,52	2,17 ^X ±0,72
Efekt poduszki	2,50 ^{ab} ±0,84	3,00 ^{bc} ±0,63	3,83 ^c ±0,41	3,00 ^{bc} ±0,63	3,08 ^Y ±0,78	3,17 ^{bc} ±0,41	3,33 ^{bc} ±0,82	3,25 ^Y ±0,62	1,33 ^a ±0,52	2,83 ^{bc} ±0,75	2,08 ^X ±1,00
Kleistość	2,50 ^{ab} ±0,55	2,83 ^{ab} ±0,98	2,83 ^{ab} ±0,75	2,33 ^{ab} ±0,52	2,63 ^Y ±0,71	2,50 ^{ab} ±0,55	3,00 ^b ±0,63	2,75 ^Y ±0,62	1,83 ^{ab} ±0,75	1,67 ^a ±0,82	1,75 ^X ±0,75
Przyczepność	2,67 ^{abc} ±0,52	3,83 ^c ±0,75	3,67 ^{bc} ±0,82	2,50 ^{ab} ±0,55	3,17 ^X ±0,87	3,17 ^{abc} ±0,98	3,33 ^{abc} ±0,52	3,25 ^X ±0,75	2,33 ^a ±0,52	3,33 ^{abc} ±0,82	2,83 ^X ±0,83
Wyglądanie	3,83 ^{ab} ±0,41	4,17 ^{ab} ±0,41	3,67 ^{ab} ±0,82	3,50 ^{ab} ±0,84	3,79 ^X ±0,66	4,50 ^b ±0,55	4,17 ^{ab} ±0,98	4,33 ^X ±0,78	3,00 ^a ±1,10	4,67 ^b ±0,52	3,83 ^X ±1,19
Jednolitość	4,67 ^{ab} ±0,52	4,50 ^{ab} ±0,55	4,00 ^a ±1,10	4,83 ^{ab} ±0,41	4,50 ^X ±0,72	4,83 ^{ab} ±0,41	5,00 ^b ±0,00	4,92 ^{XY} ±0,29	5,00 ^b ±0,00	5,00 ^b ±0,00	5,00 ^Y ±0,00

Średnie oznaczone różnymi literami w wierszach różnią się istotnie: a, b, c – P < 0,05

Średnie dla poszczególnych 3 grup kremów oznaczone różnymi literami w wierszach różnią się istotnie: X, Y – P < 0,05

Kolejną analizowaną cechą było wchłanianie, które zostało ocenione na zbliżonym poziomie w przypadku wszystkich grup kremów, podobnie jak przyczepność (niezwykle istotna podczas nabierania produktu z opakowania), która we wszystkich produktach była na średnim poziomie. Biorąc pod uwagę wszystkie składowe oceny sensorycznej, można stwierdzić, że kremy naturalne certyfikowane zostały ocenione najkorzystniej (tab. 5).

Podsumowanie

Wymagania prawne dotyczące kosmetyków oraz potrzeba innowacji na rynku kosmetycznym sprawiają, że badania fizykochemiczne oraz sensoryczne są w przemyśle kosmetycznym niezwykle istotne. Dodatkowo duża popularność produktów opartych na naturalnych składnikach, pozbawionych konserwantów, sztucznych barwników i substancji zapachowych zwiększa zainteresowanie metodami pozwalającymi na potwierdzenie zarówno ich autentyczności, jak i skuteczności stosowania.

Na utrzymanie skóry dłoni w dobrej kondycji zasadniczy wpływ mają odpowiednio dobrane kosmetyki. W badaniach własnych wykazano, iż wszystkie oceniane kremy do rąk posiadały stabilną formułę, będąc emulsjami typu olej w wodzie (o/w). Ponadto kremy naturalne i naturalne certyfikowane odznaczały się znacznie korzystniejszym dla skóry pH (przeciętnie < 5,5) niż kremy o standardowym składzie (pH > 5,87). Kremy oparte na składnikach syntetycznych w porównaniu z kremami naturalnymi miały zbliżoną barwę (za wyjątkiem kremu Garnier) oraz niższą aktywność wody (poniżej 0,9), co świadczy o ich mniejszej podatności na rozwój mikroorganizmów. Instrumentalna ocena tekstury wykazała, że kremy naturalne certyfikowane odznaczały się najlżejszą konsystencją, bowiem wykazywały najmniejszą siłę adhezji i kohezji oraz siłę niezbędną do osiągnięcia zakładanego odkształcenia. Jednocześnie w ocenie organoleptycznej kremy do rąk z tej grupy, zdaniem respondentów, miały najlepsze właściwości użytkowe.

Biorąc pod uwagę otrzymane wyniki, można stwierdzić, że naturalne kremy do rąk stanowią doskonałą alternatywę dla produktów bazujących na składnikach syntetycznych, nadal dominujących na rynku kosmetycznym.

Bibliografia

- Arct J., Pytkowska K., 2009. Kosmetyki do pielęgnacji skóry suchej. *Cosmetol. Today* 3, 34–37.
- Blaak J., Staib P., 2018. The relation of pH and skin cleansing. *Curr. Probl. Dermatol.* 54, 132–142, <https://doi.org/10.1159/000489527>.
- Kampf G., Ennen J., 2006. Regular use of a hand cream can attenuate skin dryness and roughness caused by frequent hand washing. *BMC Dermatol.* 6(1), 1–5, <https://doi.org/10.1186/1471-5945-6-1>.
- Kantor A., Hübner R., 2019. Zachowania kobiet na rynku kosmetyków naturalnych. *Stud. Ekonom.* 379, 72–95.
- Maitra P., Brahms J. 2007. Challenges in cosmetic formulations: appearance, long wear, and comfort. *MRS Bull.* 32(10), 787–792, <https://doi.org/10.1557/mrs2007.165>.
- Navarro-Pérez Y., Cedeño-Linares E., Norman-Montenegro O., Ruz-Sanjuan V., Mondeja-Rivera Y., Hernández-Monzón A., González-Bedia M., 2021. Prediction of the physical stability and quality of O/W cosmetic emulsions using full factorial design. *J. Pharm. Pharm. Res.* 9(1), 98–112.
- Nowicki R. 2010. Leczenie infekcji skóry w atopowym zapaleniu skóry. *Forum Med. Rodz.* 4(5), 323–329.

- Pałacha Z., Makarewicz M., 2011. Aktywność wody wybranych grup produktów spożywczych. Post. Tech. Przetw. Spoż. 2, 24–29.
- Płocica J., Tal-Figiel B., Figiel W., 2014. Badania reologiczne i sensoryczne stosowane do oceny preparatów kosmetycznych. Świat Przem. Kosm. 1, 68–73.
- Rozporządzenie Komisji (UE) nr 655/2013 z dnia 10 lipca 2013 r. określające wspólne kryteria dotyczące uzasadniania oświadczeń stosowanych w związku z produktami kosmetycznymi.
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1223/2009 z dnia 30 listopada 2009 r. dotyczące produktów kosmetycznych.
- Silny W., Czarnecka-Operacz M., Gliński W., Samochocki Z., Jenerowicz D., 2010. Atopowe zapalenie skóry – współczesne poglądy na patomechanizm oraz metody postępowania diagnostyczno-leczniczego. Stanowisko grupy specjalistów Polskiego Towarzystwa Dermatologicznego. Post. Dermatol. Alergol. 27(5), 365–383.
- Sokołowska I., 2014. Dlaczego warto łączyć testy *in vitro* i *in vivo* w badaniach produktów kosmetycznych?. Świat Przem. Kosm. 4, 59–61.
- Sulek M., Mirkowska B., Kalicka A., 2015. Kosmetyki certyfikowane naturalne i organiczne – obowiązujące standardy. Tow. Probl. Jakości 1, 96–103.
- Wojnowska D., 2015. Pielęgnacja suchej skóry rąk i stóp.

Wpływ procesu zamrażania buraka czerwonego na efektywność tłoczenia

Effect of freezing the red beetroot on the pressing efficiency

W celu zapewnienia naszemu organizmowi niezbędnych substancji odżywczych, witamin czy minerałów konieczne jest stosowanie w diecie warzyw. Ponadto warzywa zawierają błonnik, niezwykle istotny dla prawidłowej pracy układu trawiennego, stabilizujący poziom glukozy we krwi po spożytym posiłku oraz bilansujący wiele innych składników ważnych dla prawidłowego funkcjonowania organizmu. Spożywanie warzyw również wpływa na skrócenie czasu przebywania treści pokarmowej w jelicie cienkim, obniża poziom cholesterolu we krwi, obniża poziom insuliny czy stabilizuje procesy fermentacyjne zachodzące w różnych odcinkach układu pokarmowego [Jarosz 2012, Park 2016].

Istnieje wiele postaci, pod którymi można spożywać warzywa. Na szczególną uwagę zasługują warzywne soki, uzyskane za pomocą tłoczenia. Soki warzywne zawierają w swoim składzie duże ilości przeciwutleniaczy takich jak witaminy C i E, flawonoidy, karotenoidy oraz polifenole, które mogą mieć potencjalne właściwości przeciwnowotworowe oraz łagodzić stany zapalne. Przeciwutleniacze mają też znaczący wpływ na zapobieganie starzeniu się komórek w naszym organizmie oraz pomagają naprawić uszkodzone przez wolne rodniki komórki [Sadowska i in. 2012, Shahidi 2015].

Za charakterystyczny krwisto-czerwony kolor warzyw odpowiadają barwniki betalainowe, czyli betacyjany obficie występujące w burakach ćwikłowych [Grembecka i in. 2008, Głodek i in. 2011]. Barwniki z buraka ćwikłowego są stosowane w różnych dziedzinach przemysłu spożywczego ze względu na ich walory zdrowotne [Chhikara i in. 2018]. Na rynku pojawiają się prozdrowotne preparaty na bazie ekstraktu z buraka ćwikłowego, co świadczy o rosnącej popularności tego warzywa i jego oddziaływaniu na zdrowie człowieka [Usman i Davidson 2014]. Oprócz barwników buraki w swoim składzie posiadają znaczącą ilość azotanów. A dokładniej, z sokiem z burka dostarcza się azotanów (NO₃), które przekształcane są do azotynów (NO₂), a ostatecznie stają tlenkiem azotu (NO). Sam tlenek azotu ma bardzo krótkie życie – jego czas półtrwania w organizmie liczy 1–2 sekundy, ale to wystarczy, żeby odgrywał w nim ogromną rolę. Substancje te poprawiają pracę organizmu, ponieważ zwiększają pobór tlenu, a co za tym idzie korzystnie wpływają na rozwój mięśni. Azotany wchłaniają się w górnym odcinku jelita

¹ Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Inżynierii Produkcji, Studenckie Koło Naukowe Chłodnictwa, katarzyna.siwak@gmail.com

² Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Inżynierii Produkcji, Katedra Energetyki i Środków Transportu, Zakład Logistyki i Zarządzania Przedsiębiorstwem

³ Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Inżynierii Produkcji, Katedra Biologicznych Podstaw Technologii Żywności i Pasz

cienkiego, a następnie część z nich wchodzi w reakcje z bakteriami i redukuje się do tlenków azotu, które pomagają w funkcjonowaniu pracy serca [Clifford i in. 2015, Zielińska i in. 2017].

Tłoczone soki owocowe to bogactwo składników o właściwościach prozdrowotnych. Są zalecane jako podstawowy element naszego dziennego posiłku, a także ogólnej diety żywieniowej [Kalisz i in. 2016]. Z badań wynika, iż korzystne dla układu krążenia właściwości prozdrowotne wynikają z obecności nieorganicznych azotanów w warzywach korzeniowych. Badania dowodzą również, że spożywanie soku z buraka przez osoby dorosłe istotnie wpływa na obniżenie poziomu ciśnienia krwi [Raubenheimer i in. 2017]. W świeżych warzywach czy owocach znajdują się związki fenolowe, przeciwutleniacze i witaminy. W tłoczonych sokach może być ich równie dużo, jednak warunkiem jest odpowiedni dobór metody obróbki wstępnej.

Ze względu na termolabilność związków biologicznie czynnych, takich jak witamina C, poszukuje się nowych metod, które mogłyby zintensyfikować proces tłoczenia, przy równoczesnym utrzymaniu wysokiego poziomu witamin [Młynarczyk i Walkowiak-Tomczak 2017]. Dlatego też, w niniejszej pracy, podjęto się oceny wpływu procesów zamrażania buraka czerwonego na efektywność tłoczenia.

Cel i zakres pracy

Celem pracy było określenie wpływu procesu zamrażania i zamrażalniczego przechowywania buraka czerwonego na procesy tłoczenia i jakość uzyskiwanego soku.

Zakres pracy obejmował zweryfikowanie następujących parametrów:

- masy i objętości soku z buraka odmiany Czerwona Kula po tłoczeniu;
- parametrów wstępnych buraków odmiany Czerwona Kula, w tym zawartości wody (%), początkowej temperatury krioskopowej (°C), szybkości zamrażania (mm/h);
- zawartości ekstraktu ogólnego soku;
- kwasowości ogólnej pH soku;
- twardości tkanki buraka odmiany Czerwona Kula przechowywanego zamrażalniczo;
- gęstości soku z buraków odmiany Czerwona Kula przechowywanego zamrażalniczo;
- objętości właściwej soku z buraków odmiany Czerwona Kula przechowywanego zamrażalniczo;
- wydajności tłoczenia buraka odmiany Czerwona Kula przechowywanego zamrażalniczo.

Wyniki zebrano i przedstawiono w formie tabel i wykresów oraz wyciągnięto wnioski z przeprowadzonych badań.

Materiał i metody badań

Materiałem wykorzystanym do badań był burak ćwikłowy odmiany Czerwona Kula. Warzywo pochodziło z amatorskiej uprawy ekologicznej z regionu Lubelszczyzny.

Surowiec do analiz pobrano w czerwcu 2021 r. Generalnie odznaczał się on technologiczną i spożywczą dojrzałością, nierównomiernym kształtem i zróżnicowanymi wymiarami. Nie wykazywał żadnych uszkodzeń czy oznak chorobowych. Badania przeprowadzono jeden dzień po zbiorze warzyw. Do analiz wykorzystano surowiec odmian krajowych uprawianych na Lubelszczyźnie.

Zakres pracy obejmował ocenę twardości korzeni buraka ćwikłowego w różnych okresach składowania zamrażalniczego oraz ocenę gęstości, kwasowości ogólnej pH i zawartości ekstraktu ogólnego soku uzyskanego z przechowywanych prób. Aby móc przedstawić wyniki badań w odpowiedni sposób zastosowano obliczenia statystyczne, w tym pomiar średniej arytmetycznej z 3 wyników oraz analizę regresji, która pokazuje, jak kształtuje się wartość zmiennej objaśnianej pod wpływem zmiennej objaśniającej. Analiz dokonano w programie Statistica 13.1 StatSoft Inc.

Realizacja badań i ich zakres zostały przeprowadzone według opracowanego planu badań i pomiarów (ryc. 1).



Ryc. 1. Schemat blokowy prowadzonych badań i pomiarów

Przygotowanie surowca do badań opierało się na selekcji, dokładnym myciu, osuszeniu i usunięciu elementów niejadalnych w postaci pozostałości korzonków i okrywy zewnętrznej korzeni buraków.

Pomiar masy realizowano w trzech powtórzeniach na próbach o masie ok. 500 g. Wykorzystanym urządzeniem pomiarowym była waga laboratoryjna o dokładności pomiaru $\pm 0,01$ g. Pomiarów dokonywano podczas przygotowania prób przed tłoczeniem oraz po tłoczeniu surowca. Pomiarom poddawano surowiec i uzyskany na skutek tłoczenia sok.

W celu oznaczenia ekstraktu ogólnego wykorzystano cyfrowy refraktometr PR-32alfa, który dokonuje pomiaru w zakresie $0,0-32,0^{\circ}\text{Bx}$ z dokładnością $\pm 0,1^{\circ}\text{Bx}$. Pomiar wykonywano w trzech powtórzeniach, za wynik końcowy uznawano średnią z tych pomiarów.

Do badań pomiaru twardości wykorzystano teksturometr LFRA Texture Analyzer firmy BROOKFIELD. Pomiaru dokonywano w celu instrumentalnego scharakteryzowania zmian struktury tkanki surowca na skutek zamrożenia i zamrażalniczego przechowywania [Jakubczyk i Uziak 2005].

Pomiar tekstury realizowano przez wciskanie sondy w kształcie stożka o kącie wierzchołka 30° z zachowaniem następujących parametrów [Baryłko-Pikielna 1975, 2009]: minimalnej siły kontaktu głowicy z badaną próbą 0,1 N; przemieszczenia penetrometru 5 mm; prędkości przesuwu głowicy 0,5 mm/s; częstotliwości próbkowania 100 pom/s; dokładności pomiaru 0,1 N; ilości powtórzeń 5.

W celu określenia wpływu zamrażania na właściwości chemiczne soku uzyskanego z tłoczonych po rozmrożeniu warzyw dokonywano pomiaru kwasowości ogólnej pH, wykorzystując pehametr laboratoryjny. W celu uzyskania powtarzalnych wyników, pomiar przeprowadzano trzykrotnie. Za wynik ostateczny przyjęto średnią z trzech pomiarów.

Etap zamrażania został dokonany w komorze klimatycznej (Memmert CTC 256) bez wymuszonego obiegu powietrza o temperaturze -30°C . Przeprowadzono wyznaczenie temperatury krioskopowej, czasu zamrażania ogólnego oraz czystego zamrażania metodą stycznych [Bøgh-Sørensen 2006, Kumar i in. 2020].

Rozmrażanie prób realizowano w warunkach konwekcji swobodnej, ciśnienia atmosferycznego, o wilgotności ok. 70–80% i temperaturze 20°C .

Proces tłoczenia realizowano także na warzywach rozmrożonych po dostosowanym czasie przechowywania. Do tłoczenia wykorzystano wyciskarkę wolnoobrotową do owoców i warzyw. Pomiar masy przed tłoczeniem i po jego dokonaniu umożliwił obliczenie wydajności tłoczenia dzięki zależności [Nadulski i in. 2009, Nadulski i Wawryniuk 2013]:

$$W_j = \frac{M}{M_p} \times 100\%$$

gdzie: W_j – wydajność tłoczenia (%), M – masa soku po tłoczeniu (kg), M_p – masa początkowa (kg).

Pomiary objętości uzyskanego soku oraz jego masy umożliwiły wyznaczenie jego gęstości za pomocą równania:

$$\rho = \frac{M}{V}$$

gdzie: ρ – gęstość soku, M – masa soku po tłoczeniu (g), V – objętość soku po tłoczeniu (cm^3).

Dzięki wyznaczeniu gęstości obliczono również objętość właściwą soku za pomocą równania:

$$v = \frac{V}{M}$$

gdzie: v – objętość właściwa, M – masa soku po tłoczeniu (g), V – objętość soku po tłoczeniu (cm^3).

Wszystkich pomiarów dokonywano w trzech powtórzeniach, za wynik końcowy uznając wyznaczoną z nich średnią.

Wyniki badań i dyskusja

W tabeli 1 przedstawiono wartości pomiarów masy i objętości soku buraka odmiany Czerwona Kula po tłoczeniu. Są to ogólne wyniki dla trzech powtórzeń. Do badań warzywa zostały odpowiednio przygotowane, odważone, a następnie zamrożone. Skupiono się na trzech parametrach, tj. masie początkowej (g), masie soku (g) oraz objętości soku (cm^3).

Oznaczona temperatura krioskopowa buraków odmiany Czerwona Kula osiągnęła wartość $-0,90^\circ\text{C}$, natomiast w próbach przeznaczonych do przechowywania zamrażalniczego szybkość zamrażania wyniosła $4,03 \text{ mm/h}$ (tab. 2).

Tab. 1. Wyniki pomiarów masy i objętości soku z buraków odmiany Czerwona Kula po tłoczeniu

Czas zamrożenia (doba)	Masa początkowa (g)			Masa soku (g)			Objętość soku (cm^3)		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	493,8	503,6	499,2	336,7	339,3	333,1	333,5	335,9	329,9
5	415,2	421,8	433,2	301,9	307,3	313,1	298,1	303,4	309,2
15	286,5	311,1	306,9	228,1	242,4	239,8	216,9	230,4	229,2
30	359,9	364,1	350,9	291,3	292,1	286,9	273,1	274,3	269,2
45	495,7	503,7	492,4	405,9	407,7	401,1	376,9	380,3	373,9
60	357,7	352,2	349,0	296,3	292,1	289,1	255,8	253,1	250,0

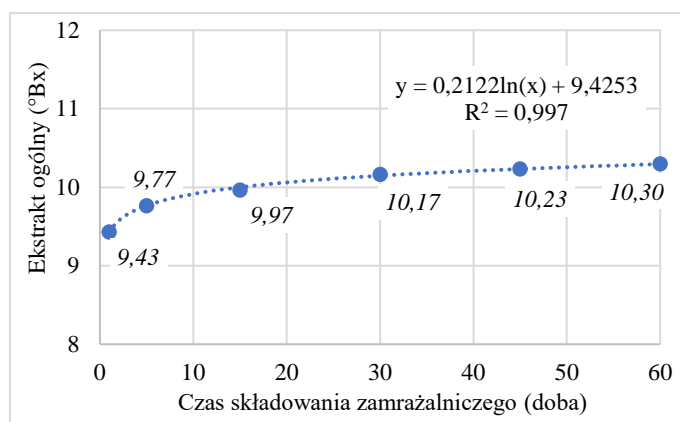
Przeprowadzone badania obejmowały pomiary określające parametry soku uzyskanego z warzyw świeżych i po przechowywaniu w stanie zamrażania. Najwyraźniejsze zmiany w zawartości ekstraktu soku z buraka stwierdzono pomiędzy 1 a 5 dniem przechowywania zamrażalniczego. Wraz z upływem czasu przechowywania zamrażalniczego

wartość ekstraktu w uzyskiwanym soku miała tendencję wzrostową. Po 1 dniu przechowywania surowca ekstrakt ogólny uzyskanego soku wyniósł 9,43°Bx, aby po 60 dniach przechowywania osiągnąć wartość 10,30°Bx. Na wykresie korelacja obu zmiennych jest bardzo wysoka, a wartość jej współczynnika wyniosła $R^2 = 0,997$ (ryc. 2).

Tab. 2. Wyniki pomiarów wstępnych buraków odmiany Czerwona Kula poddanych procesom zamrażania i rozmrażania

Nr próby	Zawartość wody (%)	Początkowa temperatura krioskopowa (°C)	Szybkość zamrażania (mm/h)
1	87,12	-0,94	3,99
2	86,94	-0,87	4,17
3	86,73	-0,89	3,94
Średnia	86,93	-0,90	4,03

Uzyskane wyniki z soku z buraków nie odbiegają od wartości otrzymanych przez Nadulski i Wawryniuk [2009] w soku z korzenia marchwi otrzymanego przez początkowe zamrożenie miazgi. To znaczy, że zaobserwowano tendencję wzrostową analizowanej zawartości ekstraktu w obu przypadkach.

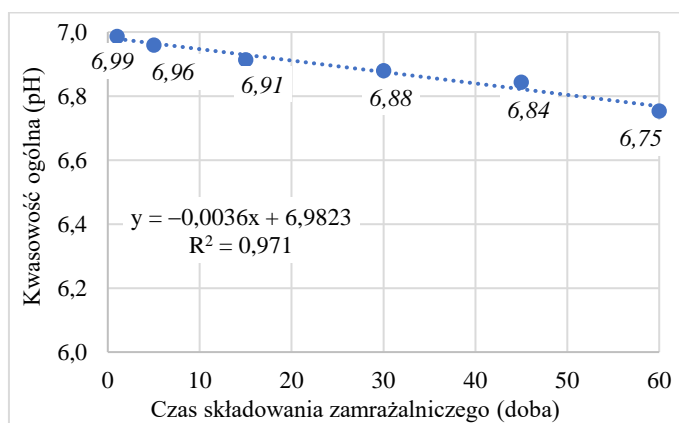


Ryc. 2. Średnia zawartość ekstraktu ogólnego w soku z buraków odmiany Czerwona Kula przechowywanego zamrażalniczo

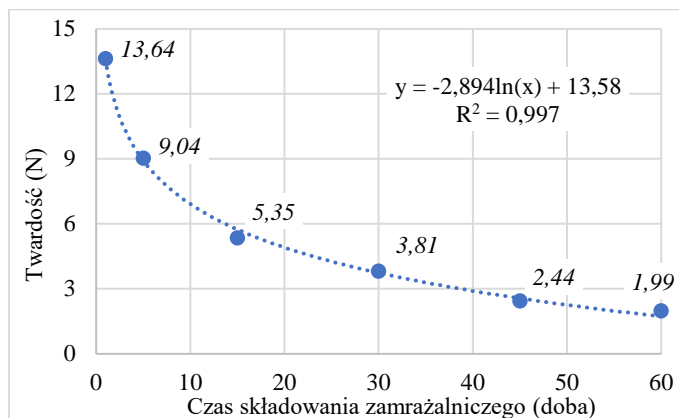
Kwasowość ogólna (pH) tłoczonego soku z buraka po jednym dniu przechowywania zamrażalniczego osiągnęła wartość $pH = 6,99$. W miarę upływu czasu po 60 dniach przechowywania zamrażalniczego pH uzyskanego soku wyniosło 6,75. Największe zmiany pH nastąpiły między 30 a 60 dniem przechowywania zamrażalniczego buraka. Analiza regresji potwierdza dzięki wysokiemu współczynnikowi korelacji $R^2 = 0,971$ zależność zastosowanego równania (ryc. 3).

Przykładowo badania prowadzone przez Nadulski i in. [2013] pokazały istotne statystycznie różnice w pH soku z marchwi uzyskanego taką samą metodą, jak prowadzone analizy w tym rozdziale. Wartości, jakie uzyskali, to przedział między 5,5 a 6,3.

Twardość prób buraka po jednym dniu przechowywania zamrażalniczego wyniosła 13,6 N. Jednak z czasem znacznie obniżała swoją wartość i po 60 dniach osiągnęła wartość 1,9 N (ryc. 4). Największe obniżenie wartości nacisku podczas pomiaru tekstury nastąpiło między 1 a 15 dniem przechowywania zamrażalniczego, osiągając wartości odpowiednio 13,6 N i 5,4 N. Wysoki współczynnik korelacji $R^2 = 0,997$ świadczy o dużej zależności pomiędzy dwoma parametrami przedstawionymi na wykresie (ryc. 4).



Ryc. 3. Średnia kwasowość ogólna pH soku z buraków odmiany Czerwona Kula przechowywanego zamrażalniczo



Ryc. 4. Średnia twardość tkanki buraków odmiany Czerwona Kula przechowywanych zamrażalniczo

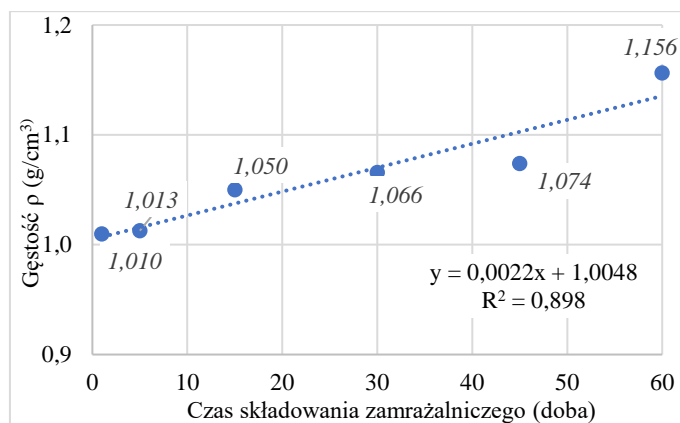
Pomiar gęstości soku z buraka po jednym dniu przechowywania zamrażalniczego surowca wyniósł $1,010 \text{ g/cm}^3$. Wraz z upływem czasu przechowywania zamrażalniczego gęstość soku uzyskiwana z korzeni buraka wzrastała, aby po 60 dniach osiągnąć wartość $1,156 \text{ g/cm}^3$. Współczynnik korelacji wyniósł $R^2 = 0,898$ i potwierdził zależność obu zmiennych (ryc. 5).

Zmiany gęstości związane są z zawartością suchej substancji, co wykazali w swoich badaniach: Bonomo i in. [2009] w sokach z nerkowca, Ramos i Ibarz [1998] w sokach brzoskwińowych i pomarańczowych oraz Shamsudin i in. [2005] w sokach z guawy.

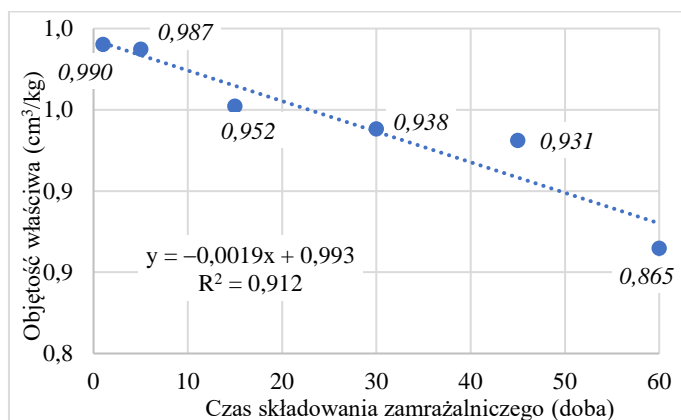
Najwyraźniejsze zmiany w pomiarze objętości właściwej dla uzyskanego soku z buraka odnotowano pomiędzy 45 a 60 dniem przechowywania zamrażalniczego surowca, osiągając wartości odpowiednio $0,931$ oraz $0,865 \text{ cm}^3/\text{kg}$. Podczas całego okresu przechowywania zamrażalniczego wartość objętości właściwej uzyskiwanego soku malała. Analiza regresji wskazuje na wysoką zasadność zastosowanego równania, co potwierdza współczynnik korelacji $R^2 = 0,912$ (ryc. 6).

Wydajność tłoczenia buraków po jednym dniu przechowywania zamrażalniczego wyniosła $67,4\%$. Proces składowania zamrażalniczego przed tłoczeniem buraków zwiększa wydajność tłoczenia i po 60 dniach osiągnięto wartość $82,9\%$ (ryc. 7).

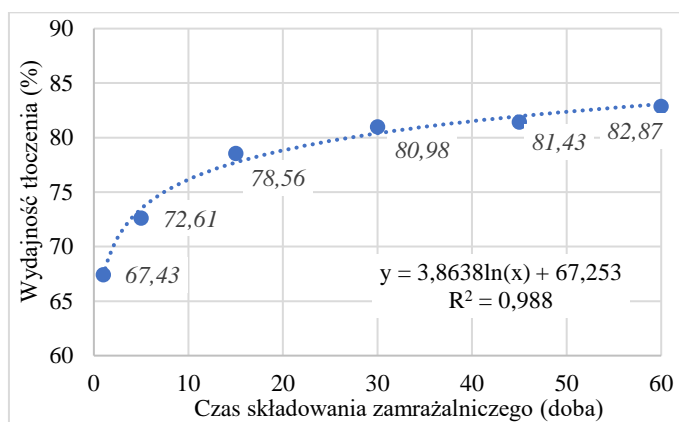
Największy przyrost wydajności nastąpił pomiędzy 5 a 15 dniem przechowywania zamrażalniczego, osiągając wartości odpowiednio $72,6\%$ i $78,6\%$. Analiza regresji potwierdza dzięki wysokiemu współczynnikowi korelacji $R^2 = 0,988$ zależność zastosowanego równania (ryc. 7). Nadulski i Wawryniuk [2009] również podkreślają wzrost wydajności tłoczenia surowców po uprzednim zamrożeniu miazgi lub całych owoców. Wskazują korzystny wpływ zastosowanej obróbki termicznej zarówno na wydajność tłoczenia, jak i na parametry technologiczne uzyskanego soku. Wyniki uzyskanej przez badaczy wydajności tłoczenia zawierają się między 40 a 70% dla korzenia marchwi, natomiast dla korzenia selera pomiędzy 30 a 60% .



Ryc. 5. Średnia gęstość soku z buraków odmiany Czerwona Kula przechowywanego zamrażalniczo



Ryc. 6. Średnia objętość właściwa soku z buraków odmiany Czerwona Kula przechowywanego zamrażalniczo



Ryc. 7. Wydajność tłoczenia buraków odmiany Czerwona Kula przechowywanego zamrażalniczo

PODSUMOWANIE

Uzyskane wyniki badań pozwoliły na sformułowanie następujących wniosków:

1. Obróbka chłodnicza dokonana przed procesem tłoczenia buraków odmiany Czerwona Kula jest operacją technologiczną wpływającą korzystnie na jakość i ilość otrzymywanego soku. Otrzymany w ten sposób sok nie różni się znacząco od świeżego soku, a wzrostowi wydajności tłoczenia sprzyja wydłużający się czas przechowywania zamrażalniczego, podczas którego postępuje rekrystalizacja.

2. Obniżająca się wartość twardości wraz z upływem czasu przechowywania i przy jednoczesnym wzroście wydajności tłoczenia świadczy o uszkodzeniu tkanek badanych surowców w badanych surowcach. Czas przechowywania wpłynął na postępującą destrukcję struktury tkankowej.

3. Rozmrażanie konwekcyjne badanych buraków w temperaturze pokojowej korzystnie wpływa na wzrost wydajności tłoczenia oraz na badane parametry technologiczne uzyskanego soku, co jest widoczne we wzroście gęstości, w ekstrakcie ogólnym oraz w spadku kwasowości ogólnej.

Bibliografia

- Baryłko-Pikielna N., 1975. Zarys analizy sensorycznej żywności. Wyd. Nauk. Techn., Warszawa.
- Baryłko-Pikielna N., Matuszewska I., 2009. Sensoryczne badania żywności. Podstawy – Metody – Zastosowania, Wyd. Nauk. PTTŻ, Kraków.
- Bonomo R.C.F., Fontan R., de Souza T.S., Veloso C.M., Reis M.F.T., Souza S.D., 2009. Thermophysical properties of cashew juice at different concentrations and temperatures. *Rev. Bras. Prod. Agroindustr.* 11(1), 35–42.
- Chhikara N., Kushwaha K., Sharma P., Gat Y., Panghal A., 2019. Bioactive compounds of beetroot and utilization in food processing industry: A critical review. *Food Chem.* 272, 192–200.
- Clifford T., Howatson G., West D. J., Stevenson E.J., 2015. The potential benefits of red beetroot supplementation in health and disease. *Nutrients* 7(4), 2801–2822.
- Głodek E., Gil M., Rudy M., Pawlos M., 2011. Ocena częstotliwości spożycia przez studentów wybranych źródeł błonnika pokarmowego. *Roczn. Państw. Zakł. Hig.* 62(4), 409–412.
- Jakubczyk, E., Uziak D., 2005. Charakterystyka instrumentalnych metod badania właściwości mechanicznych wybranych owoców i warzyw. *Inż. Rol.* 9, 181–187.
- Jarosz M., 2012. Normy żywienia dla populacji polskiej – nowelizacja. Instytut Żywności i Żywienia. Instytut Żywności i Żywienia, Warszawa.
- Kalisz S., Ścibisz I., Mitek M., 2016. Wybrane wyróżniki jakościowe soków mieszanych. *Bromat. Chem. Toksykol.* 3, 296–301.
- Kumar P.K., Rasco B.A., Tang J., Sablani S.S., 2020. State/phase transitions, ice recrystallization, and quality changes in frozen foods subjected to temperature fluctuations. *Food Engineer. Rev.* 12(4), 421–451.
- Młynarczyk K., Walkowiak-Tomczak D., 2017. Wpływ zabiegów technologicznych i pochodzenia surowca na aktywność przeciwutleniającą i właściwości fizyczno-chemiczne soku z bzu czarnego. *Nauka Przyr. Technol.* 11(4), 385–395.
- Nadulski R., Wawryniuk P., 2009. Ocena możliwości wykorzystania zamrażania jako obróbki wstępnej przed tłoczeniem miazg warzywnych. *Inż. Rol.* 13, 123–129.
- Nadulski R., Zawiślak K., Panasiewicz M., Strzałkowska K., 2013. Intensyfikacja procesu tłoczenia soków z wybranych warzyw korzeniowych z zastosowaniem techniki mrożenia. *Inż. Rol.* 17(1), 133–141.
- Park Y., 2016. Dietary fiber and health: cardiovascular disease and beyond. W: *Fruits, vegetables, and herbs*, R.R. Watson, V.R. Preedy (red.). Elsevier, 423–449. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802972-5.00020-2>.
- Ramos A.M., Ibarz A., 1998. Density of juice and fruit puree as a function of soluble solids content and temperature. *J. Food Engineer.* 35(1), 57–63.
- Raubenheimer K., Hickey D., Leveritt M., Fassett R., Ortiz de Zavallos Munoz J., Allen J.D., Briskeby D., Parker T.J., Kerr G., Peake J.M., Pecheniuk N.M., Neubauer O., 2017. Acute effects of

- nitrate-rich beetroot juice on blood pressure, hemostasis and vascular inflammation markers in healthy older adults: a randomized, placebo-controlled crossover study. *Nutrients* 9(11), 1270.
- Sadowska A., Żebrowska-Krasuska M., Świdorski F., 2012. Przeciwtleniacze w żywności. *Post. Tech. Przetw. Spoż.* 2, 98–102.
- Shamsudin R., Mohamed I.O., Yaman N.K.M., 2005. Thermophysical properties of Thai seedless guava juice as affected by temperature and concentration. *J. Food Engineer.* 66(3), 395–399.
- Usman M., Davidson J., 2015. Health benefits of beetroot. *Mendon Cottage Books.* Zielińska M.A., Białecka A., Pietruszka B., Hamułka J., 2017. Warzywa i owoce jako źródła wybranych substancji bioaktywnych i ich wpływ na funkcje poznawcze u osób starszych. *Post. Hig. Med. Dosw.* 71, 267–280.

Zastosowanie chlorelli oraz spiruliny w biokosmetologii

Application of chlorella and spirulina in biocosmetology

Obecnie w przemyśle kosmetycznym rośnie zainteresowanie surowcami pochodzenia naturalnego, w tym głównie roślinnego i glonowego. Zielenica *Chlorella vulgaris* Beij. i sinica *Spirulina* spp. to mikroskopijne glony, które znalazły zastosowanie w przemyśle kosmetycznym. Ekstrakty komórkowe z *C. vulgaris* mają właściwości wspomagające gojenie i przeciwzapalne, stymulują produkcję kolagenu w skórze, redukując zmarszczki i spowalniając procesy starzenia. Związki produkowane przez spirulinę powodują pobudzenie syntezy kolagenu, wspomagają regenerację tkanek, redukcję zmarszczek, w związku z czym są wykorzystywane do produkcji regenerujących kremów do twarzy i balsamów do ciała.

Niniejsza praca omawia wykorzystanie chlorelli i spiruliny jako surowców w produkcji kosmetyków.

Charakterystyka chlorelli

Chlorella zwyczajna (*Chlorella vulgaris* Beij.) to mikroskopijny, jednokomórkowy glon zaliczany do zielenic (Chlorophyceae, Chlorellaceae), w przemyśle określany mianem mikroalgi. Występuje w środowisku słodkowodnym [Daliry i in. 2017]. Ze względu na wilgotne warunki rozwija się również na korze drzew i w ziemi, a także we wnętrzu innych organizmów. Poprzez zawarty w komórkach gatunków z rodzaju *Chlorella* barwnik – chlorofil A – glony te posiadają ciemnozieloną barwę. Kształt komórek może być kulisty lub elipsoidalny. Zielenica rozmnaża się bezpłciowo, przez podział [Berny 2012].

Badania przeprowadzone na chlorelli dowiodły, że glony te są bogatym źródłem dobrze przyswajanego przez ludzi białka. *Chlorella*, w tym *C. vulgaris*, produkuje dużą ilość materii organicznej i charakteryzuje się wysoką aktywnością fotosyntetyczną [Kavitha i in. 2017]. Proste i tanie systemy uprawy sprawiają, że nadaje się ona do produkcji na skalę przemysłową. Największy indywidualny producent chlorelli znajduje się na Tajwanie i produkuje rocznie 400 t surowca. Kolejnym producentem jest niemiecka firma produkująca od 130 do 150 t chlorelli na rok [Rani i in. 2018].

W składzie chlorelli największą zawartość stanowi białko – od 48 do 58% suchej masy. Ilość może się wahać w zależności od fazy wzrostu w jakiej znajdują się komórki.

¹ Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Biologii Środowiskowej, Koło Naukowe Biologów, Sekcja Biokosmetologii, aneta.tulejnicz@o2.pl

² Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Biologii Środowiskowej, Katedra Hydrobiologii i Ochrony Ekosystemów

Węglowodany stanowią od 8% do 17%, w tym najwięcej jest skrobi i celulozy. Lipidy zaś 14–22%. Składają się na nie głównie glikolipidy, woski, triglicerydy, fosfolipidy [Postma i in. 2015]. Oprócz sporej ilości chlorofilu, chlorella posiada także barwniki pomocnicze – β -karoten, astaksantynę, kantaksantynę i luteinę. Zawiera kwasy tłuszczowe, tj. kwas palmitynowy, oleinowy i linolenowy. Składnikiem odpowiadającym za redukcję lipidów we krwi oraz likwidowaniem wolnych rodników jest β -1,3-glukan, będący polisacharydem [Czerpak i Jabłońska-Trypuć 2008]. Chlorella jest doskonałym źródłem witamin (A, B12, C, E) oraz składników mineralnych (sód, potas, magnez, wapń, fosfor, żelazo, cynk, mangan) [Postma i in. 2015].

Właściwości chlorelli

Badania przeprowadzone przez Andrade i współautorów [2006] wykazały, że *Chlorella* posiada właściwości przeciwnowotworowe. Ekstrakty komórkowe *C. vulgaris* z hodowli mikсотroficznej mają właściwości wspomagające gojenie i przeciwzapalne, co przyspiesza proces gojenia się ran [de Melo i in. 2019]. Wykazuje także działanie przeciwbakteryjne, przeciwdrożdżakowe, przeciwgrzybicze [Velichkova i in. 2018]. Działa m.in. przeciwko bakteriom *Staphylococcus aureus*, która jest częstą przyczyną infekcji skóry, i *Salmonella typhi* stanowiącej czynnik wywołujący dur brzuszny lub gorączkę jelitową u ludzi. Właściwość ta umożliwia stosowanie *C. vulgaris* jako naturalnego antybiotyku oraz alternatywy dla konwencjonalnych leków syntetycznych o szerszym spektrum działania przeciwko chorobotwórczym drobnoustrojom [Ahmad i in. 2018].

Innymi właściwościami prozdrowotnymi chlorelli, która stosowana jest m.in. jako suplement diety, jest zmniejszanie ciśnienia krwi i ryzyka wystąpienia anemii, a także działanie antyoksydacyjne [Tang i Suter 2011]. Substancje produkowane przez *C. vulgaris* stymulują procesy naprawcze stawów i regeneracyjne tkanek [Ariede i in. 2017]. Spożywanie chlorelli pomaga w uwolnieniu organizmu z toksyn, wspomaga procesy trawienne, poprawia pamięć i koncentrację, korzystnie wpływa na leczenie cukrzycy i chorób reumatycznych [Pielesz 2010].

Wykorzystanie chlorelli w przemyśle biokosmetycznym

Ekstrakty *C. vulgaris* stymulują produkcję kolagenu w skórze, redukując zmarszczki i spowalniając proces starzenia [Spolaore i in. 2006]. Doskonale odświeżają, zmiękczeją skórę i łagodzą podrażnienia [Andrade i Andrade 2017] (tab. 1). Ekstrakty z chlorelli wchodzi w skład produktów kosmetycznych o działaniu nawilżającym, antycellulitowym, przeznaczonych do demakijażu, przeciwzmarszczkowych (właściwości antyoksydacyjne), żelowych płatkach pod oczy, kosmetykach dla kobiet w ciąży i przeciw rozstępom [Urtnowska 2016].

Chlorella, dzięki swej właściwościom, chroni przed promieniowaniem UV poprzez zahamowanie syntezy melaniny, a więc zapobiega powstawaniu przebarwień posłonecz-

nych. Stymuluje penetrację składników aktywnych w głębsze warstwy skóry [Lamer-Zarawska i in. 2012]. Występujący w chlorelli związek bioaktywny – chlorofil, odpowiada za nadanie skórze napięcia i rozświetlenia, a także chroni przed uszkodzeniami [Joshi i in. 2018].

Tabela 1. Potencjalne zastosowania kosmetyczne różnych gatunków z rodzaju *Chlorella* oraz *A. platensis*

Mikroalgi	Składnik	Właściwości	Zastosowanie	Źródła
<i>Arthrospira platensis</i>	białko	– ściągające – poprawiające napięcie skóry – przeciwstarzeniowe	– w pielęgnacji skóry, – w pielęgnacji włosów, – w ochronie przeciwslonecznej	Raja i in. 2018 Morais i in. 2014, Kim i in. 2008 Spolaore i in. 2006
<i>Chlorella zofingiensis</i>	barwniki naturalne	– nawilżające – przeciwstarzeniowe – chroni przed promieniowaniem UV	– w pielęgnacji skóry, – w pielęgnacji włosów, – jako składnik kremów do opalania	Spolaore i in. 2006
<i>Chlorella vulgaris</i>	– białko, – fenole (np. kwas galusowy, kawowy, salicylowy, p-kumarowy i ferulowy)	– pobudza syntezę kolagenu, – wspomaga regenerację tkanek, – redukuje zmarszczki	jako składnik regenerujących kremów do twarzy i balsamów do ciała	Sathasivam i in. 2019, Safar i in. 2015, Goiris i in. 2012

Obecnie w bazie CosIng zarejestrowanych jest 12 surowców/składników kosmetycznych otrzymywanych z *C. vulgaris* [CosIng 2022]. Są to min. ekstrakty, lizaty komórkowe, liofilizaty oraz peptydy o różnorodnych właściwościach, głównie odżywczych i ochronnych (tab. 2).

Charakterystyka spiruliny

Spirulina stanowi nazwę handlową niebiesko-zielonych sinic (cyjanobakterii) należących taksonomicznie do rzędu Drgalnicowce (Oscillatoriales), do rodzaju *Arthrospira*, której najbardziej popularnymi przedstawicielami są *Arthrospira platensis* oraz *A. maxima* (gatunki słonowodne) [Gumiela i in. 2013], przy czym ich komercyjne nazwy to odpowiednio *Spirulina platensis* i *S. maxima*. Spirulina pojawiła się na Ziemi 3,6 miliona lat temu jako ewolucyjny pomost między bakteriami a roślinami zielnymi [Henson 1990]. Swoją nazwę zawdzięcza spiralnemu, nitkowatemu kształtowi. Pojedynczy organizm jest

zbudowany z kilkumilimetrowych trychomów o kształcie helisy, które tworzą cylindryczne komórki o średnicy około 1–12 µm. Charakterystyczną cechą jest brak jądra komórkowego i twardej ściany komórkowej [Selmi i in. 2011].

Tabela 2. Przykładowe surowce/składniki kosmetyczne pozyskane z *C. vulgaris*, zarejestrowane w bazie CosIng oraz ich właściwości [CosIng 2022]

Nazwa INCI	Postać	Funkcje i właściwości
<i>Chlorella vulgaris</i> callus culture extract	ekstrakt	– antyoksydacyjne – ochrona skóry przed wysychaniem/odparowywaniem wody z naskórka
<i>Chlorella vulgaris</i> extract	ekstrakt	– antyoksydacyjne – odżywanie skóry – przeciwdrobnoustrojowe – przeciwłupieżowe
<i>Chlorella vulgaris</i> oil	olej	– odżywanie skóry – emollient – odżywanie skóry – humektant
<i>Chlorella vulgaris</i> powder	liofilizat	– odżywanie skóry – różne
<i>Chlorella vulgaris</i> sh-oligopeptide-1	jednołańcuchowy rekombinowany ludzki peptyd, wytwarzany przez <i>C. vulgaris</i> ; zawiera maksymalnie 53 aminokwasy, które mogą zawierać wiązania disiarczkowe i/lub glikozylację; białko składa się z odpowiedniej sekwencji 20 standardowych aminokwasów.	– przeciwdrobnoustrojowe – antyoksydacyjne – odżywanie włosów – humektant – odżywanie skóry – ochrona skóry

Cechą charakterystyczną gatunku *Arthrospira*, którego biomasa po wysuszeniu ma zazwyczaj kolor ciemnozielony, jest duża zawartość białka (65–79% składu), zawierającego 20 podstawowych aminokwasów (8 egzogennych i 12 endogennych). Białka spiruliny nie powodują reakcji alergicznych. Sinica ta zawiera także lipidy (ok. 7% wagowych) [Yang i in. 2012]. Spirulina posiada wiele rodzajów związków bioaktywnych, takich jak kwasy tłuszczowe: kwas γ -linolenowy (GLA), kwas α -linolenowy (ALA), kwas linolowy (LA), kwas stearydonowy (SDA), kwas eikozapentaenowy (EPA), kwas dokozaheksaenowy (DHA) i kwas arachidonowy (AA) oraz fikobiliproteiny. Spirulina jest źródłem witamin C, E, PP (niacyna) oraz witamin z grupy B (B1, B2, B6 i B12). Stanowi bogate źródło biopierwiastków: P, Fe, Ca, K, Na, Mg. Zawiera również takie witaminy jak kwas foliowy, kwas pantotenowy i inozytol oraz barwniki (fikocyjaniny, karotenoidy, chlorofil) [Hayashi i in. 1996]. W szczególności barwnik c-fikocyjanina jest głównym bioaktywnym składnikiem, który działa jako przeciwutleniacz i ma działanie przeciwzapalne [Plaza i in. 2009].

Występowanie i hodowla

Sinice *Arthrospira* posiadają wysoki zakres tolerancji na warunki środowiska (zwłaszcza środowiska zasadowego o pH 10 i z dużym stężeniem soli mineralnych). Powszechnie występują z gleby, bagien, wód słodkich, gorących źródeł czy wód morskich, ale najczęściej występują w ciepłych alkalicznych wodach Afryki (rejon Czadu), Azji (Chiny, Tajwan, Japonia, Indie) oraz południowej i centralnej Ameryki [Miklaszewska i in. 2008].

Gatunki z rodzaju *Arthrospira* są miksotrofami, co oznacza, że mogą się one odżywiać zarówno autotroficznie, jak i heterotroficznie. Dodanie do pożywki 0,1% glukozy powoduje szybszy wzrost komórek. Hodowanie spiruliny w słabym oświetleniu, prowadzi do uzyskania sprzyjających warunków do wzrostu miksotroficznego, co w rezultacie zwiększa dwu-, a nawet trzykrotnie liczbę komórek niż w przypadku wzrostu autotroficznego [Chojnacka i Noworyta 2001].

Wykorzystanie spiruliny w przemyśle biokosmetycznym

Na rynku dostępnych jest wiele ekstraktów i suchych proszków/płatków spiruliny, a także gotowych produktów kosmetycznych na bazie spiruliny. Do produkcji tańszych kosmetyków wykorzystuje się spirulinę w postaci proszku, a do wytwarzania droższych – niebieski ekstrakt bogaty w fikocyjaninę. Prawdopodobnie w nadchodzących latach gwałtownie zwiększy się różnorodność, jakość oraz zmieni forma wykorzystywanej spiruliny [Ragusa i in. 2021]. Obecnie w bazie CosIng zarejestrowanych jest 10 surowców/składników kosmetycznych otrzymywanych ze spiruliny [CosIng 2022]. Są to m.in. ekstrakty, liofilizaty, białka oraz mieszanki aminokwasów o różnorodnych właściwościach, głównie odżywczych i ochronnych (tab. 3).

Spirulina jest cennym źródłem protein, dlatego znalazła swoje zastosowanie w kosmetykach nawilżających i łagodzących do skóry i włosów [Al-Bader 2009]. Jest także wykorzystywana w kosmetykach do cery tłustej i problematycznej ze względu na zdolność regulowania pracy gruczołów łojowych. Hamuje łojotok, podrażnienia i zaczerwienienia skóry [Yang i in. 2012]. Niebieskozielona sinica zawiera dużą ilość kwasu gamma-linolenowego (GLA). Odbudowuje płaszcz lipidowy skóry (poprawia stan suchej skóry), oczyszcza, odżywia i mineralizuje skórę oraz poprawia jej napięcie [Miranda i in. 1998].

Zawarta w spirulinie fikocyjanina, która jest barwnikiem należącym do fikobitylin, ma działanie przeciwzapalne, neutralizuje wolne rodniki i chroni skórę przed szkodliwym promieniowaniem UV [Hwang i in. 2011]. Oczyszczony ekstrakt wodny ze spiruliny skutecznie redukuje reaktywne formy tlenu indukowane przez promieniowanie UVB oraz ma działanie przeciwutleniające [Kim i in. 2020]. Suchy wyciąg ze spiruliny stosowany w innowacyjnych preparatach kosmetycznych ma te same właściwości co żywe organizmy, przy tym nie trzeba utrzymywać glonów przy życiu, wydłużać okresu przydatności ani przechowywać kosmetyku w lodówce [Patent EP 2 695 604 A1 2017].

Spirulinę w formie zmikronizowanego proszku można mieszać z wodą demineralizowaną lub hydrolatem i stosować w postaci maski. W takiej formie skóra lepiej wchłania substancje aktywne, co powoduje, że wnikają one głębiej i skóra może je efektywniej wykorzystać. Na rynku dostępna jest szeroka gama produktów zawierających spirulinę.

Ich bogaty w minerały skład umożliwia komponowanie odpowiednich zabiegów pielęgnacyjnych oraz dopasowanie ich do każdego typu cery [Jurkiewicz 2021].

Tabela 3. Przykładowe surowce/składniki kosmetyczne pozyskiwane ze spiruliny, zarejestrowane w bazie CosIng oraz ich właściwości [CosIng 2022]

Nazwa INCI	Opis	Funkcje i właściwości
<i>Lactobacillus/</i> spirulina ferment filtrate	filtrat produktu otrzymanego w wyniku fermentacji spiruliny przez mikroorganizm <i>Lactobacillus</i>	– antyoksydacyjne – ochrona skóry
Methylsilanol spirulinate	białka, produkty reakcji z metylosilanetriolem	– odżywanie skóry
Spirulina amino acids	mieszanka aminokwasów pochodzących z całkowitej hydrolizy białka z <i>S. platensis</i>	– odżywanie włosów – odżywanie skóry
<i>Spirulina maxima</i> extract	ekstrakt	– wygładzanie
<i>Spirulina platensis</i> powder	liofilizat	– ochrona skóry – pochłanianie promieniowania UV

Podsumowanie

Mikroalgi m.in. chlorella i spirulina zyskały duże zainteresowanie wśród konsumentów ze względu na ich szerokie spektrum działania, a także łatwość uprawy. Przeprowadzone badania wykazują, że glony są bogate w duże ilości dobrze przyswajalnego przez ludzi białka, nieobciążającego układu pokarmowego, nerek ani wątroby [Kavitha i in. 2017]. Działają prozdrowotnie, przeciwpalnie oraz przeciwnowotworowo, co udokumentowały badania przeprowadzone przez [Andrade i in. 2006]. Natomiast ich właściwości nawilżające, wygładzające, odżywcze i antyoksydacyjne warunkują zastosowanie tych surowców w produkcji kosmetyków. Ekstrakty z chlorelli i spiruliny skutecznie chronią przed szkodliwym działaniem promieniowania UVB, które przyspiesza procesy starzenia.

Obecnie w bazie CosIng zarejestrowanych jest 12 surowców kosmetycznych otrzymywanych z *C. vulgaris* i 10 surowców kosmetycznych otrzymywanych ze spiruliny [CosIng 2022].

Bibliografia

- Ahmad M.T., Shariff M., Yusoff F.M., Goh Y.M., Banerjee S., 2018. Applications of microalga *Chlorella vulgaris* in aquaculture. Rev. Aquac. 1, 1–19, <https://doi.org/10.1111/raq.12320>.
- Al-Bader T., Byrne A., Gillbro J., Mitarotonda A., Metois A., Vial F., Laloëuf A., 2012. Cosmetic ingredients as anticellulite agents: synergistic action of actives with *in vitro* and *in vivo* efficacy. J. Cosmet. Dermatol. 11, 17–26, <https://doi.org/10.3390/md16110459>.

- de Andrade C.J., de Andrade L.M., 2017. An overview on the application of genus *Chlorella* in biotechnological processes. *J. Adv. Res. Biotechnol.* 2, 1–9.
- Andrade R., Torres R., Montes E., Fernández A., 2006. Obtención de harina a partir del cultivo de *Chlorella vulgaris* y su análisis proteico. *Therm. Agrar.* 12, 1–8.
- Ariede M.B., Candido T.M., Jacome A.L.M., Velasco M.V.R., de Carvalho J.C.M., Baby A.R., 2017. Cosmetic attributes of algae-A review. *Algal Res.* 25, 483–487, <https://doi.org/10.1016/j.algal.2017.05.019>.
- Berny D., 2012. Algi w produkcji biodiesla. *Czysta Energia* 7–8, 33–35.
- Chojnacka K., Noworyta A., 2001. Spirulina-fotosyntezująca bakteria, zdolna do usuwania metali ciężkich. *Chemik* 4, 87–93.
- CosIng, 2022. The European Commission database for information on cosmetic substances and ingredients, <https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/cosing/index.cfm?fuseaction=search.simple> [dostęp: 16.03.2022].
- Czerpak R., Jabłońska-Trypuć A., 2008. Roślinne surowce kosmetyczne. *MedPharm*, Wrocław, 22–23.
- Daliry S., Hallajisani A., Mohammadi Roshandeh J., Nouri H., Golzary A., 2017. Investigation of optimal conditio for *Chlorella vulgaris* microalgae growth. *GJESM*, 3(2), 217–230.
- Goiris K., Muylaert K., Fraeye I., Foubert I., De Brabanter J., De Cooman L., 2012. Antioxidant potential of microalgae in relation to their phenolic and carotenoid content. *J. Appl. Phycol.* 24(6), 1477–148.
- Gumiela E., Szulińska M., Bogdański P., 2013. Wpływ suplementacji spiruliny na wybrane parametry antropometryczne i biochemiczne. *Forum Zaburzeń Metab.* 4(4), 199–209.
- Hayashi K., Hayashi T., Kojima I., 1996. A natural sulfated polysaccharide, calcium spirulan, isolated from *Spirulina platensis*: *in vitro* and *ex vivo* evaluation of anti-herpes simplex virus and anti-human immunodeficiency virus activities. *AIDS Res. Hum. Retrovir.* 12(15), 1463–1471, <https://doi.org/10.1089/aid.1996.12.1463>.
- Henson R.H., 1990. *Spirulina* algae improves Japanese fish feeds. *Aquac. Mag.* 6(6), 38–43.
- Hwang J.H., Lee I.T., Jeng K.Ch., Wang M.F., Hou R.Ch.W., Wu S.M., Chan Y.Ch., 2011. *Spirulina* prevents memory dysfunction, reduces oxidative stress damage and augments antioxidant activity in senescence-accelerated mice. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.* 57, 186–191.
- Joshi S., Kumari R., Upasani V.N., 2018. Applications of algae in cosmetics: an overview. *Int. J. Innov. Res. Sci. Eng. Technol.* 7(2), 1269–1278, <https://doi.org/10.15680/IJIRSET.2018.0702038>.
- Jurkiewicz A., 2021. Spirulina – właściwości, dawkowanie, przeciwwskazania. <https://www.medonet.pl/zdrowie/spirulina---wlasciwosci--dawkowanie--przeciwwskazania.artykul,1725355.html> [dostęp: 31.03.2022].
- Kavitha S., Subbulakshmi P., Banu J.R., Gobi M., Yeom I.T., 2017. Enhancement of biogas production from microalgal biomass through cellulolytic bacterial pretreatment. *Bioresour. Technol.* 233, 34–43, <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.02.081>.
- Kim M.S., Yang J.C., Kim B.A., 2020. Antioxidant effect of *Arthrospira platensis* extract and effect on UVB-induced free radical production. *J. Korean Appl. Sci. Technol.* 37(2), 153–161, <https://doi.org/10.12925/JKOCs.2020.37.2.153>.
- Kim S.K., Ravichandran Y.D., Khan S.B., Kim Y.T., 2008. Prospective of the cosmeceuticals derived from marine organisms. *Biotechnol. Bioprocess. Eng.* 13, 511–523.
- Lamer-Zarawska E., Chwała C., Gwardys A., 2012. Rośliny w kosmetyce i kosmologii przeciwstarzeniowej. *PZWL*, Warszawa, 11–285.
- Miklaszewska M., Waleron M., Waleron K., 2008. Charakterystyka jadalnej cyjanobakterii z rodzaju *Arthrospira*. *Biotechnologia* 3(82), 103–118.
- Miranda M.S., Cintra R.G., Barros S., Mancini-Filho J., 1998. Antioxidant activity of the microalga *Spirulina maxima*. *Braz. J. Med. Biol. Res.* 31, 1075–1079, <https://doi.org/10.1590/S0100-879X1998000800007>.

- Junior W.G.M., Gorgich M., Corrêa P.S., Martins A.A., Mata T.M., Caetano N.S., 2020. Microalgae for biotechnological applications: cultivation, harvesting and biomass processing. *Aquaculture* 528, 735562, <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735562>.
- de Melo R.G., de Andrade A.F., Bezerra R.P., Viana Marques D.D.A., da Silva V.A., Paz S.T., Porto A.L.F., 2019. Hydrogel-based *Chlorella vulgaris* extracts: a new topical formulation for wound healing treatment. *J. Appl. Phycol.* 31(6), 3653–3663.
- Morais M.G., Vaz B.S., Morais E.G., Costa J.A.V., 2014. Biological effects of Spirulina (*Arthrospira*) biopolymers and biomass in the development of nanostructured scaffolds. *Biomed. Res. Int.* 762705, <https://doi.org/10.1155/2014/762705>.
- Patent EP 2 695 604 A1, 2017. Spirulina-containing cosmetic composition and cosmetic treatment method. European Patent Office <https://patentimages.storage.googleapis.com/b9/9c/f0/36ed7ede3c3a96/EP2695604A1.pdf> [dostęp: 28.02.2022].
- Pielesz A., 2010. Algi i alginiany – leczenie, zdrowie i uroda. Wydawnictwo internetowe e-bookowo.
- Plaza M., Herrero M., Cifuentes A., Ibanez E., 2009. Innovative natural functional ingredients from microalgae. *J. Agric. Food Chem.* 57(16), 7159–7170, <https://doi.org/10.1021/jf901070g>.
- Postma P.R., Miron T.L., Olivieri G., Barbosa M.J., Wijffels R.H., Eppink M.H.M., 2015. Mild disintegration of the green microalgae *Chlorella vulgaris* using bead milling. *Bioresour. Technol.* 184, 297–304.
- Ragusa I., Nardone G. N., Zanatta S., Bertin W., Amadio E., 2021. Spirulina for skin care: A bright blue future. *Cosmetics* 8(1), 7, <https://doi.org/10.3390/cosmetics8010007>. [dostęp: 15.03.2022].
- Raja R., Coelho A., Hemaiswarya S., Kumar P., Carvalho I. S., Alagarsamy A., 2018. Applications of microalgal paste and powder as food and feed: An update using text mining tool. *Beni-Suef Univ. J. Basic Appl. Sci.* 7(4), 740–747, <https://doi.org/10.1016/j.bjbas.2018.10.004>.
- Rani K., Sandal N., Sahoo P., 2018. A comprehensive review on chlorella-its composition, health benefits, market and regulatory scenario. *J. Pharm. Innov.* 7(7), 584.
- Sathasivam R., Radhakrishnan R., Hashem A., Abd_Allah, E.F., 2019. Antioxidant potential of microalgae in relation to their phenolic and carotenoid content. *Saudi J. Biol. Sci.* 26(4), 709–722.
- Selmi C., Leung P.S., Fischer L., German B., Yang C.Y., Kenny T.P., Gershwin M.E., 2011. The effects of *Spirulina* on anemia and immune function in senior citizens. *Cell. Mol. Immunol.* 8(3), 248–254.
- Spolaore P., Joannis-Cassan C., Duran E., Isambert A., 2006. Commercial applications of microalgae. *J. Biosci. Bioeng.* 101(2), 87–96, <https://doi.org/10.1263/jbb.101.87>.
- Tang G., Suter P. M., 2011. Vitamin A, nutrition, and health values of algae: *Spirulina*, *Chlorella*, and *Dunaliella*. *J. Pharm. Nutr. Sci.* 1(2), 111–118, <https://doi.org/10.6000/1927-5951.2011.01.02.04>.
- Urtnowska K., 2016. Przegląd wybranych kosmetyków dla kobiet w ciąży i po porodzie dostępnych w drogeriach. <https://www.kosmetologiaestetyczna.com/2016/przeglad-wybranych-kosmetykow-dla-kobiet-w-ciazy-i-po-porodzie-dostepnych-w-drogeriach/> [dostęp: 15.03.2022].
- Velichkova K., Sirakov I., Rusenova N., Beev G., Denev S., Valcheva N., Dinev T., 2018. In vitro antimicrobial activity on *Lemna minuta*, *Chlorella vulgaris* and *Spirulina* sp. extracts. *Fresenius Environ. Bull.* 27(8), 5736–5741.
- Yang L.L., Zhou Q.J., Wang Y., Gao Y., Wang Y.Q., 2012. Comparison of the therapeutic effects of extracts from *Spirulina platensis* and amnion membrane on inflammation-associated corneal neovascularization. *Int. J. Ophthalmol.* 5(1), 32–37, <https://doi.org/10.3980/j.issn.2222-3959.2012.01.07>.

Dobroczynne produkty pszczele (jad, mleczko oraz kit pszczeli) w przemyśle kosmetycznym

Beneficial bee products (venom, royal jelly and bee putty)
in the cosmetics industry

Jad, mleczko i kit pszczeli (propolis) to produkty pszczele, których właściwości wykorzystuje się w kosmetologii [Kopczyńska i in. 2018]. Jad pszczeli wykazuje głównie działanie przeciwzapalne, przeciwdrobnoustrojowe oraz przeciwutleniające [Castro i in. 2005]. Mleczko pszczele działa antyoksydacyjnie, zapobiega fotostarzeniu, a także wspomaga regenerację skóry [Tokunaga i in. 2004, Park i in. 2011, Park i in. 2012, Pavel i in. 2011]. Propolis wpływa na syntezę kolagenu, chroni skórę przed wolnymi rodnikami oraz rozjaśnia skórę [Komosińska-Vassev i in. 2015, Kruczek i in. 2015].

Mimo licznych badań dotyczących ich zastosowania i wiedzy na temat sposobów pozyskiwania, w dalszym ciągu produkty te są często jedynie wspomniane obok miodu czy wosku. W niniejszej pracy poruszamy zagadnienia związane z jadem, mleczkiem oraz propolisem.

Jad pszczeli

Jad pszczeli to naturalna toksyna (apitoksyna) wydzielana podczas reakcji obronnej pszczół [Son i in. 2007]. Apitoksynę określa się mianem bezigłowego botoksu, gdyż wpływa na syntetyzowanie się włókien kolagenowych i elastynowych [Kopczyńska i in. 2018]. Pszczoła w trakcie ukłucia wprowadza do organizmu około 0,01 mg płynnej apitoksyny, po czym ginie [Stępień 2010, Nitecka-Buchta i in. 2014]. Przez jeden sezon od rodziny pszczelej można otrzymać 1 g apitoksyny [Łukasiewicz 2021]. Substancja ta tworzona jest w gruczole jamy brzusznej pszczół [Oršolić 2012].

Jad pszczeli charakteryzują się kwaśnym pH. Ma formę gęstej przezroczystej cieczy. Woda stanowi 88% jego składu, a zaledwie 0,1 µg obejmuje jad suchy [Wehbe i in. 2019]. W zawartość lotnych składników wchodzi estry: octan izoamylowy, propionian

¹ Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki, Studenckie Koło Naukowe Ochrony Środowiska, Sekcja Biologii Środowiskowej, elizawargala@gmail.com

² Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Biologii Środowiskowej, Katedra Ekofizjologii Bezkręgowców i Biologii Eksperymentalnej

izoamylowy i maślan izoamylowy. Suchy jad to przede wszystkim białka i peptydy, które wynoszą ok. 80% [Hossen i in. 2017]. W jadzie pszczelim występują peptydy (m.in. melityna, apamina). Wyróżniamy także enzymy (m.in. fosfolipaza A2, hialuronidaza), biologicznie czynne aminy (histamina i epinefryna) i niepeptydy (aminokwasy) [Son i in. 2007]. Alergennymi objawami są: reakcje skórne, pokrzywka, zaczerwienienie, obrzęk naczynioruchowy, zawroty głowy, duszność, nudności, a nawet wstrząs anafilaktyczny, utrata przytomności i zatrzymanie akcji serca [Elieh Ali Komi i in. 2018, Sturm i in. 2019].

Obecnie jad pszczeli uzyskuje się, stosując stymulację elektryczną, niezagrażającą pszczołom. BBH Biotech to polska firma jako jedyna zajmująca się pozyskiwaniem jadu pszczelego. Zaprojektowała ona maszynę składającą się ze szklanej płytki w obudowie, która znajduje się przez pewien czas w ulu i przenosi prąd o lekkim natężeniu. Jest niewyczuwalny dla człowieka, ale minimalnie drażni pszczoły. Płytkę w ulu montowana jest na pewien czas, a zbierając jad, stosuje się przerwy [Łukasiewicz 2021].

Zastosowanie w biokosmetologii

Jad pszczeli posiada wiele cennych właściwości, m.in. łagodzące, blokujące procesy zapalne. Pomaga w leczeniu różnego rodzaju schorzeń skóry np. łuszczyca, wypadania włosów [Orśolić 2012, Sur i in. 2016, You i in. 2016]. Rany goją się szybciej pod wpływem jadu pszczelego, gdyż stymuluje on migrację keratynocytów [Han i in. 2013]. Terapia jadem związana z gojeniem się ran zwiększyła ekspresję kolagenu typu I oraz obniżyła poziomy TGF- β 1, VEGF i fibronektyny [Han i in. 2011]. Han i in. [2016] przeprowadzili badania na 30 pacjentach, u których występował trądzik. Stosowano na nich dwa razy dziennie przez 6 tygodni kosmetyki zawierające jad pszczeli. Po tym czasie zaobserwowano pozytywne efekty w leczeniu trądziku u 52,3% osób. Natomiast u 77% badanych nastąpiło zmniejszenie ilości zaskórników, grudek, guzków i krostek.

Jad pszczeli polecany jest dla osób o cerze dojrzałej, ale także dla osób młodych, które chcą jak najdłużej zachować młody wygląd [Stolecka i Chalimoniuk 2008, Han i in. 2015, Yang i in. 2017]. Pozytywne działanie serum zawierającego jad pszczeli na zmarszczki mimiczne stwierdził Han i in. [2015]. Efekty tego badania były następujące: zmniejszenie średniej głębokości, całkowitej powierzchni i ilości zmarszczek. Zawarte w składzie jadu węglowodany mają działanie nawilżające. Glukoza chroni przed utratą wody z naskórka, natomiast fruktoza zajmuje się utrzymaniem nawilżenia skóry. Magnez wpływa na opóźnienie procesów starzenia, działa regenerująco, przeciwzapalnie i tonizująco. Wapń utrzymuje odpowiednie nawilżenie i napięcie skóry oraz spójność keratynocytów [Stolecka i Chalimoniuk 2008, Han i in. 2015, Yang i in. 2017]. Do fosfolipaz wchodzących w skład jadu należą: A1, A2, B. Fosfolipaza A2 tonajbardziej alergenny i immunogenny związek spośród substancji znajdujących się w apitoksynie. Ma zdolność do hydrolizowania fosfolipidów błon komórkowych [Łukasiewicz 2021].

Na polskim rynku kosmetycznym znajduje się duża gama kosmetyków z jadem pszczelim, m.in. serum do twarzy, micelarne pianki oczyszczające, maski, pomadki do ust, kremy pod oczy, błyszczki. Producenci deklarują, iż po zastosowaniu produktów

z jadem pszczelim, skóra będzie zregenerowana, gładsza. Zapewniają konsumenta o antybakteryjnym i przeciwzapalnym działaniu kosmetyku [Paciorak 2020].

Mleczko pszczele

Mleczko pszczele jest cennym pszczelim produktem naturalnym [Ramadan i Al-Ghamdi 2012, Ahmad i in. 2020]. Jest produkowane przez młode pszczoły i służy do karmienia matek pszczelich, młodych larw pszczół i trutni [Wongchai i Ratanavala-chai 2002, Srisuparbh i in. 2003, Popescu i in. 2008]. Posiada charakterystyczny zapach i smak, a jego konsystencja jest kremowa. Barwa waha się od żółtawej do białej. Surowiec ten jest częściowo rozpuszczalny w wodzie. Jego pH jest silnie kwaśne i ma wartość od 3,4 do 4,5, a gęstość wynosi 1,1 g/ml [Lercker 2003, Sabatini i in. 2009].

Na liście składników mleczka pszczelego występują: aminokwasy (egzogenne), enzymy (amylaza, fosfataza, inwertaza i katalaza), cukry (glukoza i fruktoza), witaminy (H, C oraz z grupy B), biopierwiastki (m.in. magnez, żelazo, cynk, miedź, potas, wapń), białka (albuminy i globuliny) [Bocho-Janiszewska i in. 2013, Komosińska-Vassev i in. 2015, Han i in. 2015].

Zastosowanie w biokosmetologii

Mleczko pszczele stosuje się w apikosmetologii, dzięki dużej zawartości związków biologicznie aktywnych. W kosmetyce wyróżnia się działaniem farmakologicznym: przeciwutleniającym, przeciwzapalnym, przeciwstarzeniowym oraz wspomagającym gojenie się ran [Tokunaga i in. 2004, Park i in. 2011, Park i in. 2012, Pavel i in. 2011]. Surowiec ten ma zdolność opóźnienia oznak starzenia się skóry, zahamowania zaburzeń wiekowych oraz może wpłynąć na zwiększenie odporności na stres [Wang i in. 2015]. Witamina B1 hamuje łojotok oraz łagodzi objawy świądu skóry. Wpływa także na proces regulacji złuszczenia martwego naskórka oraz utrzymuje skórę w dobrej kondycji. Witamina B2 łagodzi objawy trądzikowe, stabilizuje pracę gruczołów łojowych, a także nadaje blask włosom. Witamina B3 zmniejsza utratę wody przez naskórek (TEWL). Witamina B5 wpływa na gładkość i elastyczność skóry, natomiast witamina B6 pomaga w walce z cellulitem. Pracę gruczołów łojowych poprawia witamina B9, a witamina B12 działa regenerująco. Witamina C rozjaśnia przebarwienia [Bocho-Janiszewska i in. 2013, Komosińska-Vassev i in. 2015, Han i in. 2015]. W swoich badaniach Honda i in. [2015] oraz Gu i in. [2017] wykazali, że zawarty w mleczku pszczelim 10-HDA jest uważany za substancję, która może wpłynąć na spowolnienie procesów starzenia się oraz nawilża skórę poprzez poprawę warstwy rogowej naskórka. 10-HDA posiada także bardzo silne działanie przeciwbakteryjne [Yang i in. 2018]. Miedź obecna w mleczku pszczelim normalizuje wydzielanie sebum oraz uelastycznia skórę. Żelazo wspomaga ograniczanie cellulitu oraz wspomaga elastyczność skóry. Białka występujące w mleczku pszczelim, m.in. albuminy i globuliny działają przeciwstarzeniowo oraz napinają i wygładzają niedoskonałości skóry [Bocho-Janiszewska 2013, Komosińska-Vassev i in. 2015, Han i in. 2015].

Mleczko pszczele dzięki obecności kwasu 10-hydroksydekanowemu i izomaltozy wybiela skórę. Izomaltoza posiada właściwości antyoksydacyjne, wykorzystywane w kremach przeciwsłonecznych [Koya-Miyata i in. 2004]. Mleczko jest ważnym składnikiem w procesie produkcji kremów, balsamów i płynów pielęgnacyjno-odżywczych. Produkty w formie kremu i balsamu wpływają na pobudzenie metabolizmu komórkowego oraz regulowanie pracy gruczołów łojowych. Mleczko stosowane w preparatach kosmetycznych wpływa na nawilżenie skóry, a także ją tonizuje. Stężenie mleczka pszczelego w recepturach kosmetycznych waha się od 0,5% do 5% [Nozaki i in. 2012]. Na polskim rynku kosmetycznym można znaleźć szeroką gamę kosmetyków z mleczkiem pszczelim. Producenci deklarują, iż produkty działają przeciwzmarszczkowo, opóźniają efekty starzenia się skóry, działają przeciwbakteryjnie oraz ochronnie. Producenci zapewniają konsumenta, iż mleczko pszczele można nazwać eliksirem młodości [Łukasiewicz. Centrum pszczelarskie].

Kit pszczeli

Propolis, inaczej nazywany kitem pszczelim, jest substancją zbieraną przez pszczoły miodne (*Apis mellifera*) z żywicy drzew, roślin zielonych oraz krzewów [Toreti i in. 2013]. Pszczoły produkują kit pszczeli, łącząc wosk pszczeli i ślinę, co jest jednym z mechanizmów obronnych ula [Cornara i in. 2017].

W jego skład wchodzi wosk pszczeli, związki fenolowe, flawonoidy, lipidy, białka, enzymy, wolne aminokwasy oraz witaminy (A, D, E, C i z grupy B) [Chrzastek i Dondela 2014].

Głównymi składnikami propolisu z grupy związków fenolowych są m.in. chryzyna, apigenina, galangina, kemferol, pinostrobin, pinobanksyna, naringenina, kwercetyna oraz kwasy fenolowe (kawowy, ferulowy, cynamonowy, kumarowy, wanilinowy) [Socha i in. 2015, Popova i in. 2017, Woźniak i in. 2020]. W propolisie wykryto substancje uczulające. Występującym alergenem są m.in. estery fenylowe kwasu kawowego i cynamonowego [Basista-Sołtys i Filipek 2013]. Kit pszczeli ma postać lepkiej żywicznej struktury o charakterystycznym zapachu.

Zastosowanie w biokosmetologii

Kit pszczeli można znaleźć w kremach do twarzy, maściach, balsamach, lakierach, pastach do zębów, płynach do płukania jamy ustnej [Czarnobilska i in. 2011]. Dzięki zawartości żelaza, kit pszczeli oddziałuje na syntezę włókien kolagenowych, wspomaga regenerację naskórki i głębszych warstw skóry. Cynk przyczynia się do regulacji pracy gruczołów łojowych oraz wpływa na syntezę włókien kolagenowych. Działa regenerująco na włosy, skórę i paznokcie. Magnez występujący w kicie pszczelim sprawuje funkcję przeciwstarzeniową i regeneruje uszkodzoną skórę. Krzem reguluje wydzielanie sebum, uszczelnia i wzmacnia ściany naczyń krwionośnych oraz wspomaga procesy naprawcze skóry [Komosińska-Vassev i in. 2015, Kruczek i in. 2015]. Producenci kosmetyków z dodatkiem propolisu deklarują, iż produkty działają na dwóch płaszczyznach: od

zewnątrz i od wewnątrz skóry. Od zewnątrz chronią przed szkodliwym działaniem czynników atmosferycznych, promieni UV oraz suchego powietrza. Wewnętrzna ochrona to m.in. regeneracja uszkodzonej skóry, nawilżenie, przywrócenie blasku, wzmocnienie i odświeżenie. Na polskim rynku kosmetycznym znajduje się duża gama kosmetyków z propolisem m.in. serum, kremy do twarzy, maski na noc, ampułki, odżywki, mydła, pomadki czy maści [Hebe. Zdrowie i piękno].

Podsumowanie

Produkty pszczele to naturalne źródło cennych składników. Substancje zawarte w jadzie, mleczku i kicie pszczelim spełniają określone funkcje w pielęgnacji skóry. Jad pszczeli wpływa na szybsze gojenie się ran. Mleczko działa nawilżająco, a propolis stosuje się w produktach odmładzających. Bogate składy chemiczne umożliwiają dobranie produktu odpowiedniego do potrzeb konsumentów.

Odpowiednie wykorzystanie produktów pochodzenia pszczelego pozwala uzyskać znakomite efekty upiększające, a także może doprowadzić do wyleczenia wielu schorzeń skóry.

Bibliografia

- Ahmad S., Campos M.G., Fratini F., Altaye S.Z., Li J., 2020. New insights into the biological and pharmaceutical properties of royal jelly. *Int. J. Mol. Sci.* 21(2), 382, <https://doi.org/10.3390/ijms21020382>.
- Basista-Sołtys K., Filipek B., 2013. Potencjał alergogenny propolisu – przegląd danych literaturowych. *Alerg. Astma Immunol.* 18(1).
- Bocho-Janiszewska A., Sikora A., Rajewski J., Łobodzin P., 2013. Zastosowanie mleczka pszczelego w kremach nawilżających. *Pol. J. Cosmetol.* 16(4), 314–320.
- Castro H.J., Mendez-Inocencio J.I., Omidvar B., Omidvar D., Santilli J., Nielsen J.H.S., Pavot A.P., Richert J., Bellanti J.A., 2005. A phase I study of the safety of honeybee venom extract as a possible treatment for patients with progressive forms of multiple sclerosis. *Allergy Asthma Proc.* 26(6), 470–476.
- Chrząstek L., Dondela B., 2014. Homeopatia. Cz. 1. *Chem. Environ. Biotechnol.* 17, 21–42.
- Cornara L., Biagi M., Xiao J., Burlando B., 2017. Therapeutic properties of bioactive compounds from different honeybee products. *Front. Pharmacol.* 8(412), 1–20, <https://doi.org/10.3389/fphar.2017.00412>.
- Czarnobilska E., Obtulowicz K., Dyga W., Śpiewak R., 2011. The most important contact sensitizers in Polish children and adolescents with atopy and chronic recurrent eczema as detected with the extended European Baseline Series. *Pediatr Allergy Immunol.* 22(2), 252–256, <https://doi.org/10.1111/j.1399-3038.2010.01075.x>.
- Elieh Ali Komi D., Shafaghat F., Zwiener R.D., 2018. Immunology of bee venom. *Clin. Rev. Allergy Immunol.* 54(3), 386–396, <https://doi.org/10.1007/s12016-017-8597-4>.
- Gu L., Zeng H., Maeda K., 2017. 10-Hydroxy-2-decenoic acid in royal jelly extract induced both filaggrin and amino acid in a cultured human three-dimensional epidermis model. *Cosmetics* 4(4), 48, <https://doi.org/10.3390/cosmetics4040048>.

- Han S., Lee K., Yeo J., Kim W., Park K., 2011. Biological effects of treatment of an animal skin wound with honeybee (*Apis mellifera* L.) venom. *J. Plast. Reconstr. Aesthet. Surg.* 64(3), e67-e72, <https://doi.org/10.1016/j.bjps.2010.08.022>.
- Han S.M., Park K.K., Nicholls Y.M., Macfarlane N., Duncan G., 2013. Effects of honeybee (*Apis mellifera*) venom on keratinocyte migration in vitro. *Pharmacogn Mag.* 9(35), 220, <https://doi.org/10.4103%2F0973-1296.113271>.
- Han S.M., Hong I.P., Woo S.O., Chun S.N., Park K.K., Nicholls Y.M., Pak S.C., 2015. The beneficial effects of honeybee-venom serum on facial wrinkles in humans. *Clin. Interv. Aging.* 10, 1587–1592, <https://doi.org/10.2147%2FCIA.S84940>.
- Han S.M., Pak S.C., Nicholls Y.M., Macfarlane N., 2016. Evaluation of anti-acne property of purified bee venom serum in humans. *J. Cosmet. Dermatol.* 15(4), 324–329, <https://doi.org/10.1111/jocd.12227>.
- Hebe. Zdrowie i piękno, <https://www.hebe.pl/pureheals-wzmacniajac-lagodzaca-serum-ampulka-do-twarzy-30ml-00000000000310312.html> [dostęp: 18.07.2022]
- Honda Y., Araki Y., Hata T., Ichihara K., Ito M., Tanaka M., Honda S., 2015. 10-Hydroxy-2-decenoic acid, the major lipid component of royal jelly, extends the lifespan of *Caenorhabditis elegans* through dietary restriction and target of rapamycin signaling. *J.f Aging Res.* 2015, 1–7, <https://doi.org/10.1155/2015/425261>.
- Hossen M.S., Shapla U.M., Gan S.H., Khalil M.I., 2017. Impact of bee venom enzymes on diseases and immune responses. *Molecules* 22(1), 1–16, <https://doi.org/10.3390/molecules22010025>.
- Komosińska-Vashev K., Olczyk P., Kaźmierczak J., Mencner L., Olczyk K., 2015. Bee pollen: chemical composition and therapeutic application. *Evid. Based Complementary Altern. Med.* 2015, 1–6, <https://doi.org/10.1155/2015/297425>.
- Kopczyńska D., Klasik-Ciszewska S., Duda-Grychtoł K., 2018. Bee products in skin care. ed. *Rodz.* 29(1), 48–52, <https://doi.org/10.25121/MR.2018.21.1.48>.
- Koya-Miyata S., Okamoto I., Ushio S., Iwaki K., Ikeda M., Kurimoto M., 2004. Identification of a collagen production-promoting factor from an extract of royal jelly and its possible mechanism. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 68(4), 767–773, <https://doi.org/10.1271/bbb.68.767>.
- Kruczek A., Stacewicz A., Puc M., 2015. Pyłek kwiatowy w produktach pszczelich. *Alergoprofil.* 11(2), 41–44.
- Lercker G., 2003. La gelatina reale: composizione, autenticità ed adulterazione. *Atti del Convegno "Strategie per la valorizzazione dei prodotti dell'alveare"*. Università degli Studi del Molise, 67–81.
- Łukasiewicz A., 2021. Zastosowanie jadu pszczelego w kosmetologii. *Aesth Cosmetol Med.* 10(1), 23–31, <https://doi.org/10.52336/acm.2021.10.1.04>
- Łukasiewicz. Centrum pszczelarskie, <https://pszczelnictwo.com.pl/shop/product/krem-z-mleczkiem-pszczelim-przeciwzmarszczkowy-100-ml> [dostęp: 18.07.2022]
- Nitecka-Buchta A., Buchta P., Tabeńska-Bosakowska E., Walczyńska-Dragon K., Baron S., 2014. Myorelaxant effect of bee venom topical skin application in patients with RDC/TMD Ia and RDC/TMD Ib: a randomized, double blinded study. *BioMed Res. Int.*, 1–9, <https://doi.org/10.1155/2014/296053>.
- Nozaki R., Tamura S., Ito A., Moriyama T., Yamaguchi K., Kono T., 2012. A rapid method to isolate soluble royal jelly proteins. *Food Chem.* 134(4), 2332–2337, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.03.106>.
- Oršolić N., 2012. Bee venom in cancer therapy. *Cancer Metastasis Rev.* 31(1), 173–194.
- Paciorak M., 2020. ApigenRoyal – pielęgnacja twarzy na bazie jadu pszczelego. *Sprawdzamy!*, <http://www.blessthemess.pl/apigenroyal-kosmetyki-z-jadem-pszczelim/> [dostęp: 18.07.2022].
- Park H.M., Hwang E., Lee K.G., Han S.M., Cho Y., Kim S.Y., 2011. Royal jelly protects against ultraviolet B-induced photoaging in human skin fibroblasts via enhancing collagen production. *J. Med. Food.* 14(9), 899–906, <https://doi.org/10.1089/jmf.2010.1363>.

- Park H.M., Cho M.H., Cho Y., Kim S.Y., 2012. Royal jelly increases collagen production in rat skin after ovariectomy. *J. Med. Food.* 15(6), 568–575, <https://doi.org/10.1089/jmf.2011.1888>.
- Pavel C.I., Mărghitaş L.A., Bobiş O., Dezmirean D.S., Şapcaliu A., Radoi I., Mădaş M.N., 2011. Biological activities of royal jelly-review. *J. Anim. Sci. Biotechnol.* 44(2), 108–118.
- Popescu O., Mărghitaş L.A., Dezmirean D., 2008. A study about physicochemical composition of fresh and lyophilized royal jelly. *Lucr. ştiinţ., Zooteh. biotehnol. – Univ. Ştiinţe Agr. Med. Vet. Banatului Timiş* 41(2), 328–332.
- Popova M., Giannopoulou E., Skalicka-Woźniak K., Graikou K., Widelski J., Bankova V., Kalofonos H., Sivolapenko G., Gawel-Bęben K., Antosiewicz B., Chinou I., 2017. Characterization and biological evaluation of propolis from Poland. *Molecules* 22(7), 1–13, <https://doi.org/10.3390/molecules22071159>.
- Ramadan M.F., Al-Ghamdi A., 2012. Bioactive compounds and health-promoting properties of royal jelly: A review. *J. Funct. Foods* 4(1), 39–52, <https://doi.org/10.1016/j.jff.2011.12.007>.
- Sabatini A.G., Marcazzan G.L., Caboni M.F., Bogdanov S., Almeida-Muradian L.B., 2009. Quality and standardisation of royal jelly. *J. ApiProd. ApiMed. Sci.* 1(1), 1–6, <https://doi.org/10.3896/IBRA.4.1.01.04>.
- Socha R., Gałkowska D., Bugaj M., Juszczak L., 2015. Phenolic composition and antioxidant activity of propolis from various regions of Poland. *Nat. Prod. Res.* 29(5), 416–422, <https://doi.org/10.1080/14786419.2014.949705>.
- Son D.J., Lee J.W., Lee Y.H., Song H.S., Lee C.K., Hong J.T., 2007. Therapeutic application of anti-arthritis, pain-releasing, and anti-cancer effects of bee venom and its constituent compounds. *Pharmacol. Therap.* 115(2), 246–270, <https://doi.org/10.1016/j.pharmthera.2007.04.004>.
- Srisuparbh D., Klinbunga S., Wongsiri S., Sittipraneed S., 2003. Isolation and characterization of major royal jelly cDNAs and proteins of the honey bee (*Apis cerana*). *BMB Reports* 36(6), 572–579, <https://doi.org/10.5483/BMBRep.2003.36.6.572>.
- Stępień A., 2010. Jak wywieść w pole drapieznika – czyli o strategiach obronnych owadów. *Wszechświat* 111(4–6), 114–117.
- Stolecka A., Chalimoniuk M., 2008. Cytozolowa fosfolipaza A2 i jej udział w chorobie Parkinsona. *Post. Biol. Komórki* 35(1), 133–146.
- Sturm G.J., Arzt-Gradwohl L., Varga E.M., 2019. Medical Algorithms: Diagnosis and treatment of Hymenoptera venom allergy. *Allergy.* 74(10), 2016–2018, <https://doi.org/10.1111/all.13817>.
- Sur B., Lee B., Yeom M., Hong J.H., Kwon S., Kim S.T., Lee H.S., Park H.J., Lee H., Hahm, D.H., 2016. Bee venom acupuncture alleviates trimellitic anhydride-induced atopic dermatitis-like skin lesions in mice. *BMC Complement Altern. Med.* 16(1), 1–13, <https://doi.org/10.1186/s12906-016-1019-y>.
- Tokunaga K.H., Yoshida C., Suzuki K.M., Maruyama H., Futamura Y., Araki Y., Mishima S., 2004. Antihypertensive effect of peptides from royal jelly in spontaneously hypertensive rats. *Biol. Pharm. Bull.* 27(2), 189–192, <https://doi.org/10.1248/bpb.27.189>.
- Toreti V.C., Sato H.H., Pastore G.M., Park Y.K., 2013. Recent progress of propolis for its biological and chemical compositions and its botanical origin. *Evid. Based Complement. Altern. Med.* 2013, 1–13, <https://doi.org/10.1155/2013/697390>.
- Wang X., Cook L.F., Grasso L.M., Cao M., Dong Y., 2015. Royal jelly-mediated prolongevity and stress resistance in *Caenorhabditis elegans* is possibly modulated by the interplays of DAF-16, SIR-2.1, HCF-1, and 14-3-3 proteins. *J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci.* 70(7), 827–83, <https://doi.org/10.1093/gerona/glu120>.
- Wehbe R., Frangieh J., Rima M., El Obeid D., Sabatier J.M., Fajloun Z., 2019. Bee venom: Overview of main compounds and bioactivities for therapeutic interests. *Molecules* 24(16), 2997, <https://doi.org/10.3390/molecules24162997>.
- Wongchai V., Ratanavalachai T., 2002. Seasonal variation of chemical composition of royal jelly produced in Thailand. *Thammasat Int. J. Sc. Tech.* 7(2) 1–8.

- Woźniak M., Mrówczyńska L., Kwaśniewska-Sip P., Waśkiewicz A., Nowak P., Ratajczak I., 2020. Effect of the solvent on propolis phenolic profile and its antifungal, antioxidant, and in vitro cytoprotective activity in human erythrocytes under oxidative stress. *Molecules*. 25(18), 4266, <https://doi.org/10.3390/molecules25184266>.
- Yang J., Lee K.S., Kim B.Y., Choi Y.S., Yoon H.J., Jia J., Jin B.R., 2017. Anti-fibrinolytic and antimicrobial activities of a serine protease inhibitor from honeybee (*Apis cerana*) venom. *Comp. Biochem. Physiol. C Toxicol. Pharmacol.* 201, 11–18, <https://doi.org/10.1016/j.cbpc.2017.09.001>.
- Yang Y.C., Chou W.M., Widowati D.A., Lin I., Peng C.C., 2018. 10-hydroxy-2-decenoic acid of royal jelly exhibits bactericide and anti-inflammatory activity in human colon cancer cells. *BMC Complement Altern. Med.* 18(1), 1–7, <https://doi.org/10.1186/s12906-018-2267-9>.
- You C.E., Moon S.H., Lee K.H., Kim K.H., Park C.W., Seo S.J., Cho S.H., 2016. Effects of emollient containing bee venom on atopic dermatitis: A double-blinded, randomized, base-controlled, multicenter study of 136 patients. *Ann Dermatol.* 28(5), 593–599, <https://doi.org/10.5021/ad.2016.28.5.593>.

Mikroplastik jako składnik kosmetyków i zanieczyszczenie środowiska w świetle wiedzy i opinii studentów kierunku kosmetycznego

Microplastic as a composition of cosmetics and environmental pollution in the light
of the knowledge and opinions of students of cosmetology

Mikroplastik stanowi obecnie bardzo poważny problem środowiskowy, a jego wykorzystanie w przemyśle, w tym kosmetycznym jest szeroko dyskutowane. Nazwa „mikroplastik” nie doczekała się jeszcze prawnie obowiązującej definicji. Pojęcie to opisuje drobiny polimerów syntetycznych nierozpuszczalnych w wodzie, o rozmiarach nieprzekraczających 5 mm [Moore 2008, Fendall i Sewell 2009, Leslie 2014]. Mają one wszechstronne zastosowanie, występują w wielu gałęziach przemysłu, np. w kosmetyce. Wchodzą w skład m.in. spłukiwanych produktów do pielęgnacji ciała o właściwościach złuszczeniowych oraz oczyszczających, a także w cieniach do powiek, eyelinerach, emulsjach, spełniając funkcje zagęszczające, teksturotwórcze i inne [Leslie 2014]. Ważne jest to, że nie każdy polimer jest mikroplastikiem, a mikrogranulki znajdujące się w kosmetykach różnią się kształtem, rozmiarem i składem [Gregory 1996, Fendall i Sewell 2009]. Mikroplastik nie ulega biodegradacji i praktycznie jest niemożliwy do usunięcia ze środowiska. Plastikowe mikrogranulki kumulują się w środowisku naturalnym. Największy problem stanowią w morzach i oceanach [Moore 2008], gdzie są pochłaniane przez ryby i inne organizmy wodne, a następnie spożywane przez człowieka. Należy poszerzać wiedzę społeczeństwa na temat zagrożeń wynikających ze stosowania mikroplastiku i uświadamiać konsumentów, aby zmieniali nawyki konsumpcyjne i dbali o środowisko naturalne.

Gregory [1996] wykazał, że średnica polietylenu i polipropylenu w produkcji do mycia rąk, peelingu do twarzy oraz do ciała wynosiła <5 mm, zaś polistyrenu <2 mm. W 2019 r., po rocznych badaniach, ECHA (Europejska Agencja Chemikaliów) opublikowała propozycję ograniczeń stosowania mikroplastiku celowo dodawanego do produktów kosmetycznych. Zaproponowano również definicję, zgodnie z którą mikroplastik oznacza materiał składający się z cząstek stałych zawierających polimer, do których mogły zostać dodane dodatki, gdzie $\geq 1\%$ wag. /wag. cząstek ma wszystkie wymiary $1 \text{ nm} \leq x \leq 5 \text{ mm}$, natomiast dla włókien długość $3 \text{ nm} \leq x \leq 15 \text{ mm}$ oraz stosunek długości do średnicy wynoszący 3. Plastikowe mikrogranulki dodawane do kosmetyków to syntetyczne, nierozpuszczalne w wodzie, twarde cząstki polimerów o dowolnym kształcie (włókna, kulki, drobiny), o średnicy mniejszej niż 5 mm. [Krzyżostan 2021].

¹ Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Biologii Środowiskowej, Koło Naukowe Biologów, Sekcja Biokosmetyologii

² Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Katedra Hydrobiologii i Ochrony Ekosystemów

Mikroplastik może dostawać się do organizmów zwierząt morskich przez układ pokarmowy, jak również przez układ oddechowy [Akpan 2014, Thompson i in. 2004]. Udowodniono, że niektóre ryby denne, w zetknięciu z mikroplastikowymi granulkami mogą chcieć je spożyć [Wright i in. 2013]. Wydalanie resztek pokarmu organicznego z organizmu zwierzęcia morskiego trwa około dwóch dni, zaś cząstki mikrogranulek mogą zalegać w układzie pokarmowym zwierzęcia znacznie dłużej, ponieważ należą do tworzyw sztucznych i nie rozkładają się tak jak organiczna materia [Akpan 2014]. W produktach kosmetycznych do higieny osobistej ok. 93% mikrogranulek składa się z polietylenu, ale mogą one być także wykonane z polipropylenu, nylonu, politereftalanu etylenu lub polimetakrylanu metylu [Napper i in. 2015]. Pod rzadziej spotykaną w kosmetykach [Wargala i in. 2021] nazwą Acrylates Copolymer również kryje się mikroplastik, ale ponad 60% respondentów nie знаło tego faktu.

Celem pracy było poznanie, na podstawie anonimowej ankiety, wiedzy i opinii studentów kierunku kosmetycznego na temat stosowania mikroplastiku w kosmetykach i jego roli w zanieczyszczaniu środowiska.

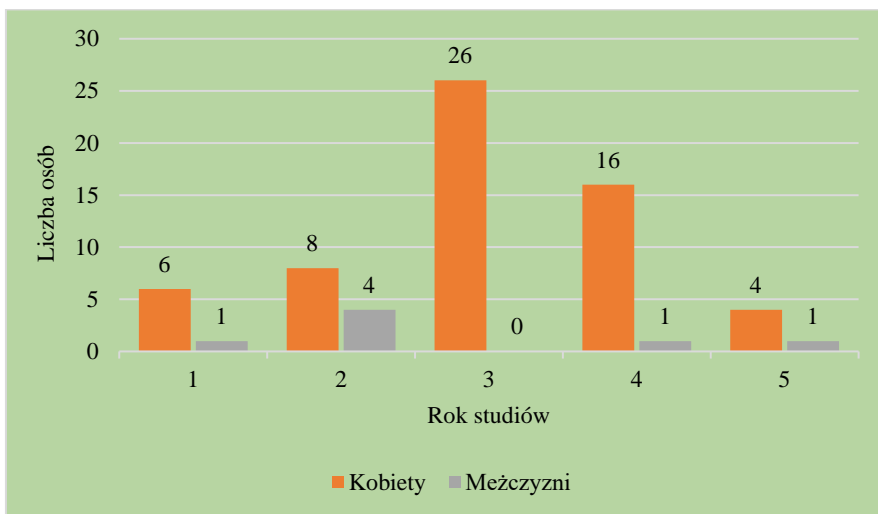
Materiały i metody

Materiał do analizy stanowiły dane ankietowe. Badania odbyły się w dniach od 19.08.2021 do 23.08.2021 r. za pośrednictwem anonimowego formularza internetowego. Badanie objęło 67 studentów. Respondenci udzielili odpowiedzi na 14 pytań zamkniętych, jednokrotnego wyboru, dotyczących wpływu mikroplastiku na środowisko naturalne oraz wykorzystywania mikroplastiku w przemyśle kosmetycznym. Analiza odpowiedzi na wybrane pytania pozwoliła także na sprawdzenie stanu wiedzy studentów w odniesieniu do roku studiów. Studenci wypełniali ankietę po zapoznaniu się z krótką instrukcją. Pytania były ułożone w prosty sposób i nie budziły zastrzeżeń respondentów. Przewidywany czas na wypełnienie ankiety wynosił 10 minut. Wyniki ankiety zostały wprowadzone do elektronicznej bazy danych poprzez aplikację Microsoft Office Excel 2007, w której wykonano wykresy.

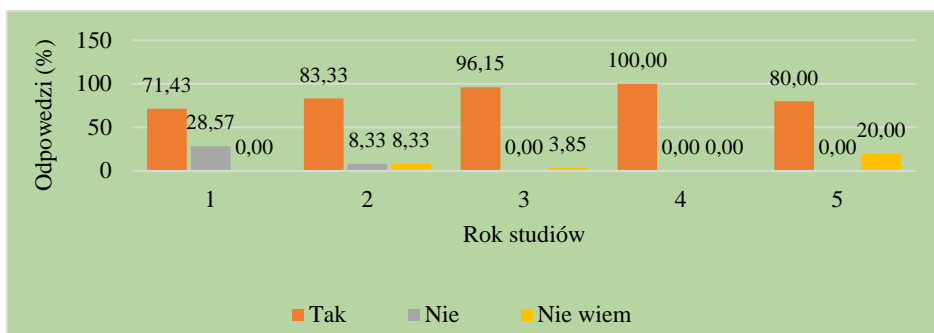
Wyniki

Wśród 67 respondentów, którzy poprawnie wypełnili ankietę, było 60 kobiet (89,6% ogółu badanych) i 7 mężczyzn (10,4%) – rycina 1. W ankiecie wzięło udział 26 studentów III roku studiów kosmetycznych (38,8% ankietowanych), 17 studentów IV roku (25,4%), 12 studentów II roku studiów (17,9%), 7 studentów I roku (10,4%) oraz 5 studentów V roku (7,5%).

91% ogółu ankietowanych uznało, że mikroplastik stanowi bardzo istotny problem w zanieczyszczaniu środowiska. Jedynie 4,5% wskazało, że nie wie, czy mikroplastik stanowi taki problem. Natomiast zdaniem 4,5% badanych mikroplastik nie jest istotnym problemem środowiskowym. Szczegółowa analiza wykazała, że procent studentów, którzy odpowiedzieli prawidłowo na postawione pytanie, wzrastał wraz z rokiem studiów – od 71,4% na I roku do 100% na IV roku studiów. Studentów V roku studiów reprezentowało tylko 5 osób, które w 80,0% odpowiedziały prawidłowo na postawione pytanie (ryc. 2).



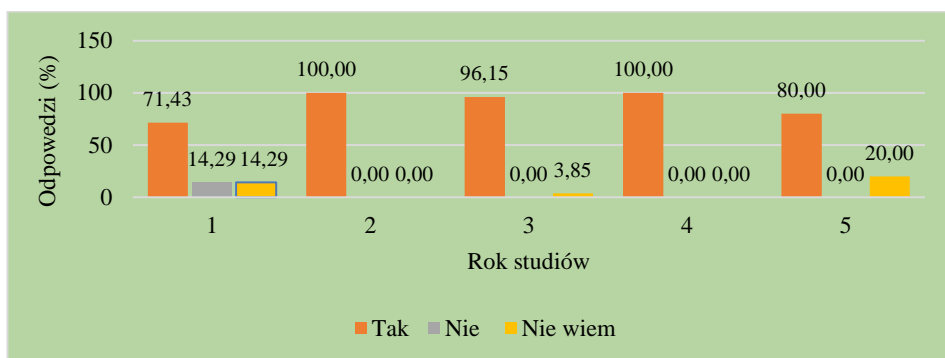
Ryc. 1. Liczba studentów poszczególnych lat studiów z uwzględnieniem płci, którzy wzięli udział w badaniu



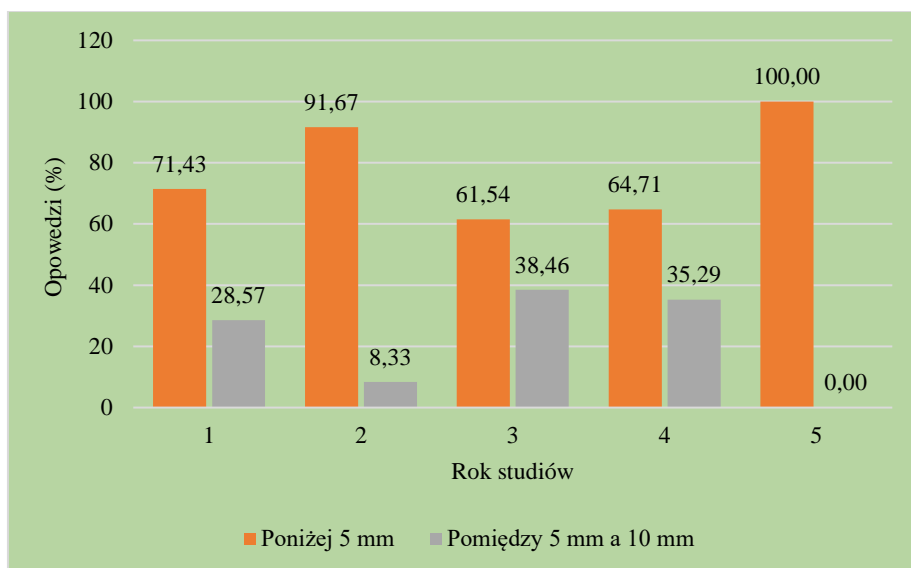
Ryc. 2. Odpowiedzi na pytanie, czy mikroplastik stanowi istotny problem w zanieczyszczeniu środowiska

Najmniejszą wiedzą na temat tego, czy ryby i inne zwierzęta morskie zjadają plastikowe mikrogranulki, wykazali się studenci I (71,4% prawidłowych odpowiedzi) i V roku studiów (80,0% prawidłowych odpowiedzi) – rycina 3. Studenci pozostałych roczników wykazali się znacznie większą wiedzą w tym zakresie.

Spośród 67 respondentów 71,6% określiło, że wielkość cząstek mikroplastiku w kosmetykach wynosi jest mniejsza niż 5 mm, natomiast 20,4% badanych odpowiedziało, iż waha się ona między 5 mm a 10 mm. Najsłabszą wiedzą w tym zakresie wykazali się studenci III i IV roku studiów, udzielając odpowiednio 61,5% i 64,7% prawidłowych odpowiedzi, natomiast największą wiedzą – studenci II i V roku studiów (odpowiednio 91,7% i 100% prawidłowych odpowiedzi) – rycina 4.



Ryc. 3. Odpowiedzi na pytanie, czy ryby i inne zwierzęta morskie zjadają plastikowe mikrogranulki



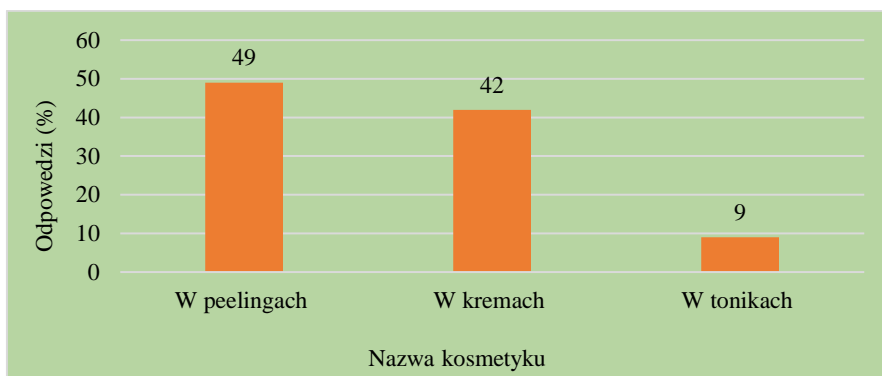
Ryc. 4. Odpowiedzi na pytanie o wielkość cząsteczek mikroplastiku w kosmetykach

Spośród 67 respondentów 86,6% wskazało, iż mikroplastik znajduje się najczęściej w kosmetykach przeznaczonych dla kobiet. Druga w kolejności grupa licząca 9% wskazała, iż są to kosmetyki dla dzieci, a najmniej liczna grupa składająca się z 4,5% badanych zadeklarowała, że są to kosmetyki dla mężczyzn (tab. 1).

Na pytanie dotyczące rodzaju kosmetyków, w jakich najczęściej występuje mikroplastik, ankietowani w 49,3% odpowiedzieli, że w peelingach, 41,8% – w kremach, natomiast 9% odpowiedziało, iż w tonikach (ryc. 5).

Tabela 1. Odpowiedzi na pytanie, w kosmetykach przeznaczonych dla jakiej grupy konsumentów najczęściej występuje mikroplastik

Rok studiów	Przeznaczenie kosmetyku		
	dla kobiet	dla mężczyzn	dla dzieci
I	5	1	1
II	11	2	0
III	24	0	2
IV	14	1	2
V	4	0	1
Odpowiedzi ogółem (%)	86,6	4,5	9

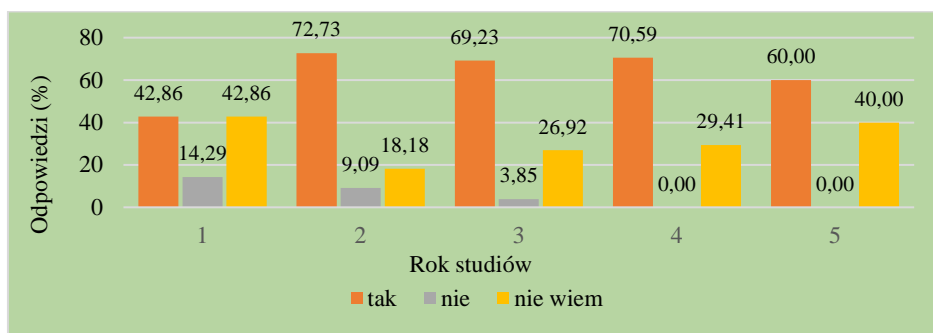


Ryc. 5. Odpowiedzi na pytanie o grupy kosmetyków, w których mikroplastik występuje najczęściej

W pytaniu o nazwę, pod którą kryje się mikroplastik, 65,7% ankietowanych ogółem odpowiedziało poprawnie, wskazując, że polietylen jest nazwą mikroplastiku, 29,9% stwierdziło, że nie zna odpowiedzi na to pytanie, 4% odpowiedziało błędnie. Najwyższą wiedzę w tym zakresie wykazali się studenci II, IV i III roku, którzy odpowiednio w 72,8%, 70,6%, 69,2% odpowiedzieli, iż polietylen jest nazwą mikroplastiku. Jedynie 42,8% ankietowanych I roku studiów odpowiedziało prawidłowo na pytanie, 14,3% respondowanych udzieliło błędnej odpowiedzi, i aż 42,8% zadeklarowało, że nie zna odpowiedzi na postawione pytanie (ryc. 6). Liczba błędnych odpowiedzi zmniejszyła się wśród kolejnych roczników studiów.

W kolejnym, pytaniu respondenci w 34,3% określili, iż Acrylates Copolymer jest zaliczany do mikroplastiku, 55,2% nie znało odpowiedzi na to pytanie, a 10,4% odpowiedziało, że nie jest to mikroplastik (tab. 2).

Z przeprowadzonej analizy wynika, iż 86,6% ankietowanych oceniło, że poziom świadomości konsumentów na temat mikroplastiku nie jest wystarczający, 9% nie miało zdania na ten temat, zaś 4,5% badanych uważało, że poziom świadomości jest wystarczający (tab. 3).



Ryc. 6. Odpowiedzi na pytanie, czy polietylen jest nazwą mikroplastiku

Tabela 2. Zestawienie odpowiedzi dotyczące pytania, czy Acrylates Copolymer jest zaliczany do mikroplastiku

Rok studiów	Odpowiedzi		
	tak	nie	nie wiem
I	1	1	5
II	6	0	6
III	7	3	16
IV	8	1	8
V	1	2	2
Odpowiedzi ogółem (%)	34,3	10,4	55,2

Tabela 3. Zestawienie odpowiedzi na pytanie, czy świadomość konsumentów na temat mikroplastiku jest wystarczająco duża

Rok studiów	Odpowiedź		
	tak	nie	nie mam zdania
I	0	5	2
II	0	10	2
III	2	23	1
IV	1	16	0
V	0	4	1
Odpowiedzi ogółem (%)	4,5	86,6	9

Na pytanie o działanie mogące mieć największy wpływ na zmniejszenie zanieczyszczenia środowiska mikroplastikiem pochodzącym z przemysłu kosmetycznego, 46,3% zadeklarowało, że jest to całkowita rezygnacja ze stosowania plastikowych mikrogranulek w produktach kosmetycznych. Za edukacją konsumentów opowiedziało się 28,4% badanych, 14,9% zaproponowało wprowadzenie plastikowych opakowań pochodzących w 100% z recyklingu, natomiast 10,4% studentów wprowadzenie opakowań bez niepotrzebnych wypełniaczy (tab. 4).

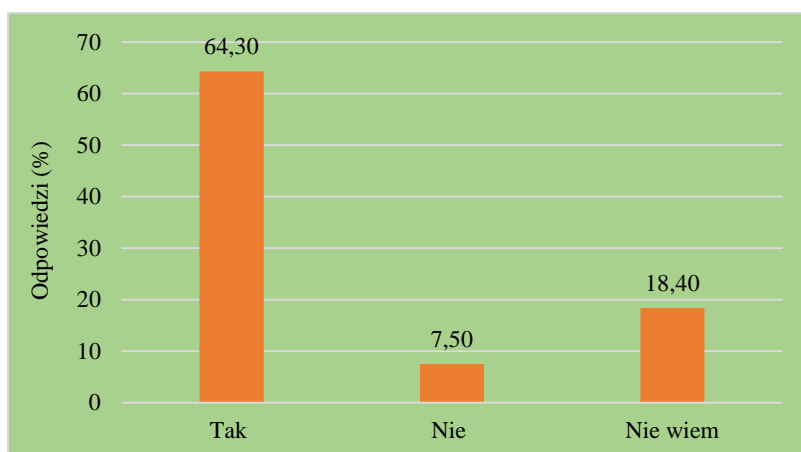
Na pytanie dotyczące wprowadzenia zakazu stosowania mikroplastiku w kosmetykach na terenie Polski, 64,3% respondentów zgłosiło za wprowadzeniem takiego zakazu, 18,4% nie miało zdania, 7,5% było przeciwnikami zakazu (ryc. 7).

Największy odsetek osób, które opowiedziały się za wprowadzeniem zakazu stanowili studenci III i IV roku studiów odpowiednio 76,9% i 76,5%, następnie V, II i I roku studiów odpowiednio 60,0%, 41,7% i 28,6% (ryc. 8).

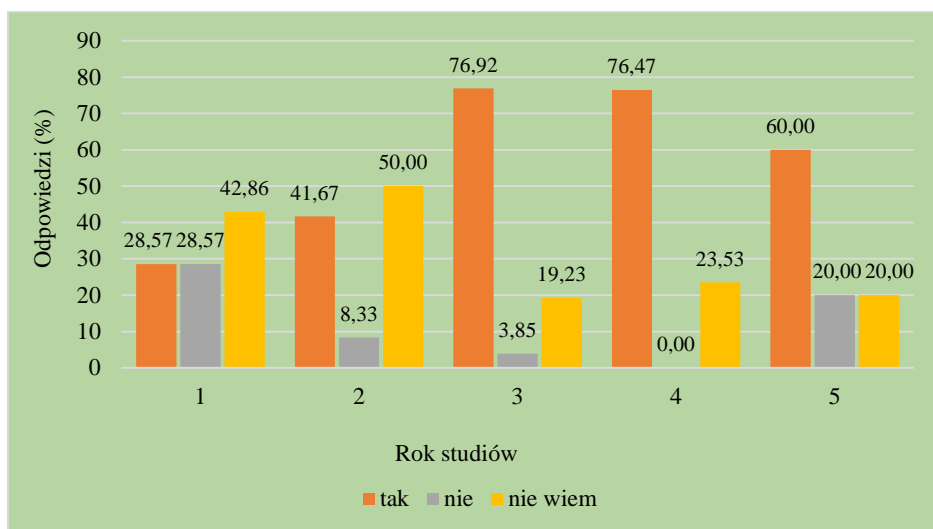
Na pytanie dotyczące wprowadzenia zakazu stosowania mikroplastiku w kosmetykach na terenie Unii Europejskiej, spośród 67 respondentów, 76,1% badanych opowiedziało się za całkowitym zakazem, 20,9% nie miało zdania na ten temat, zaś 3% uważało, iż zakaz nie jest potrzebny (ryc. 9)

Tabela 4. Zestawienie odpowiedzi na pytanie, jakie działanie może mieć największy wpływ na zmniejszenie zanieczyszczenia środowiska mikroplastikiem pochodzącym z przemysłu kosmetycznego

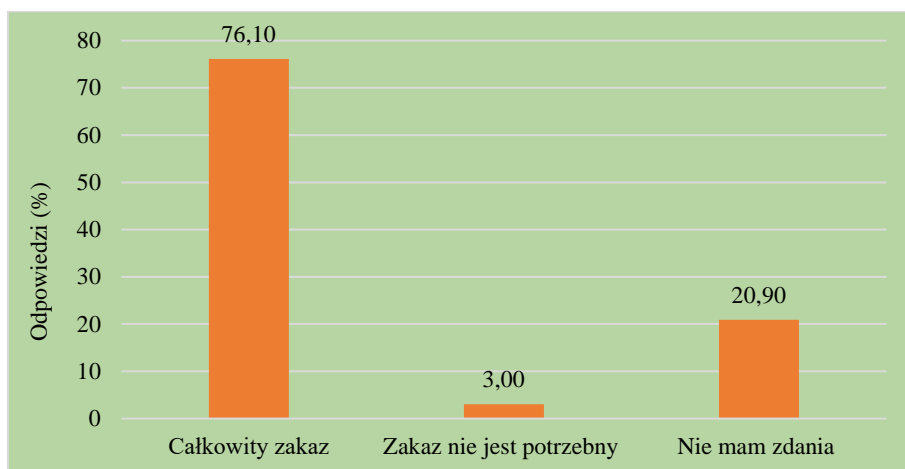
Rok studiów	Odpowiedź			
	całkowita rezygnacja ze stosowania plastikowych mikrogranulek w produktach kosmetycznych	opakowania produktów bez niepotrzebnych wypełniaczy	edukacja konsumentów na temat szkodliwości mikroplastiku	plastikowe opakowanie w 100% z recyklingu
I	0	2	3	1
II	6	0	3	3
III	15	2	5	4
IV	7	1	7	2
V	3	1	1	0
Odpowiedzi ogółem (%)	46,3	10,4	28,4	14,9



Ryc. 7. Zestawienie odpowiedzi na pytanie, czy Polska powinna wprowadzić zakaz stosowania mikroplastiku w kosmetykach

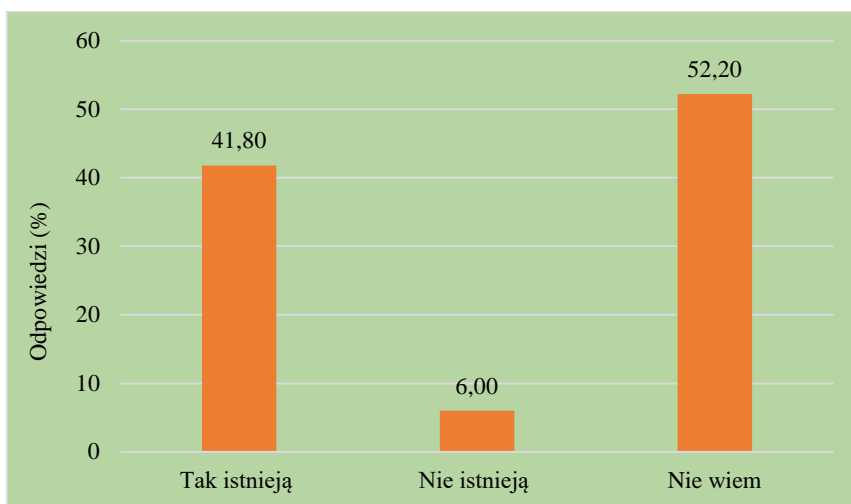


Ryc. 8. Rocznikowe zestawienie odpowiedzi na pytanie o to, czy Polska powinna wprowadzić zakaz stosowania mikroplastiku w kosmetykach



Ryc. 9. Odpowiedzi na pytanie o wprowadzenie zakazu stosowania mikroplastiku w kosmetykach na terenie Unii Europejskiej

Na pytanie o kraje posiadające zakaz używania mikroplastiku w kosmetykach, 41,4% ankietowanych odpowiedziało, że istnieją państwa posiadające taki zakaz, 52,2% badanych nie potrafiło określić, czy istnieją takie kraje, 6% respondentów określiło, że nie ma państw posiadających zakaz (ryc. 10).



Ryc. 10. Rozkład odpowiedzi na pytanie o to, czy istnieją kraje, w których stosowanie mikroplastiku w kosmetykach jest zabronione

W pytaniu o stanowisko stowarzyszenia Cosmetics Europe (CE) w sprawie mikroplastiku w kosmetykach, studenci w 62,7% odpowiedzieli, iż nie wiedzą, czy stowarzyszenie wydało zalecenie, aby wycofać mikroplastik z produkcji kosmetyków, natomiast 28,4% odpowiedziało, iż takie zalecenie wydano, 9% badanych stwierdziło, iż nie ma takiego zalecenia (tab. 5)

W kolejnym pytaniu ankietowani w 56,7% zadeklarowali, iż mając do wyboru produkt droższy, który nie zawiera mikroplastiku oraz produkt tańszy z drobinami plastiku w obecnej sytuacji materialnej wybrałoby produkt droższy, wolny od mikroplastiku. 20,9% badanych nie miało określonego zdania na ten temat, zaś 22,4% wybrałoby produkt tańszy, z mikroplastikiem (tab. 6).

Tabela 5. Zestawienie odpowiedzi na pytanie, czy stowarzyszenie Cosmetics Europe (CE) wydało zalecenie wycofania mikroplastiku z produkcji kosmetyków

Rok studiów	Odpowiedź		
	tak	nie	nie wiem
I	0	3	4
II	2	0	10
III	10	2	14
IV	6	1	10
V	1	0	4
Odpowiedzi ogółem (%)	28,4	9	62,7

Tabela 6. Zestawienie odpowiedzi na pytanie o wybór produktu zawierającego mikroplastik i produktu pozbawionego mikroplastiku, ale znacznie droższego

Rok studiów	Odpowiedź		
	droższy bez mikroplastiku	tańszy z mikroplastikiem	nie mam zdania
I	3	1	3
II	7	2	3
III	16	6	4
IV	9	5	3
V	3	1	1
Odpowiedzi ogółem (%)	56,7	22,4	20,9

Dyskusja

W ostatnich latach bardzo wiele uwagi poświęca się problemowi zanieczyszczenia środowiska mikroplastikiem, pochodzącym m.in. z przemysłu kosmetycznego i produktów kosmetycznych [Gregory 1996, Thompson i in. 2004, Moore 2008, Fendall i Sewell 2009, Wright i in. 2013, Akpan 2014, Leslie 2014, Napper i in. 2015, Juliano i Magrini 2017, Rist i Hartmann 2018, Rembisz 2019, Tagg i Ivar do Sul 2019, Wargala i in. 2021]. Niniejsza praca pozwoliła na ocenę stanu wiedzy studentów kierunku kosmetycznego – przyszłych pracowników branży kosmetycznej – w powyższym temacie. Badana grupa respondentów wykazała się wiedzą na temat mikroplastiku w kosmetykach oraz jego wpływu na środowisko naturalne.

Mikroplastik stanowi obecnie bardzo poważny problem środowiskowy, znany respondentom omawianego badania, co wykazały udzielone odpowiedzi. Na przykład większość badanych stwierdziła, że mikroplastik stanowi istotny problem środowiskowy i aż 94% respondentów wiedziało, że ryby i inne zwierzęta morskie, które są istotną częścią łańcuchów pokarmowych, konsumują plastikowe mikrogranulki.

86,6% respondentów wskazało, iż mikroplastik znajduje się najczęściej w kosmetykach przeznaczonych dla kobiet. Jest to niezgodne z wynikami badań Wargala i in. (2021), którzy stwierdzili, że w 582 różnych produktach kosmetycznych mikroplastik występował częściej w kosmetykach dla mężczyzn (22,7% przeanalizowanych produktów) niż w produktach przeznaczonych dla kobiet (14,2%). Na pytanie dotyczące rodzajów kosmetyków, w jakich najczęściej występuje mikroplastik, połowa ankietowanych odpowiedziała, że w peelingach, prawie 42%, że w kremach, natomiast 9% odpowiedziało, iż w tonikach. W pytaniu o nazwę mikroplastiku, większość ankietowanych wiedziała, że polietylen oznacza mikroplastik.

Problem zanieczyszczenia środowiska mikroplastikiem jest na tyle poważny, że obecnie Komisja Europejska prowadzi prace nad przepisami dotyczącymi ograniczeń stosowania mikroplastiku w kosmetykach [Krzyżostan 2021]. Prace te były poprzedzone konsultacjami społecznymi, które w przemyśle kosmetycznym dotyczyły producentów

i dostawców surowców oraz producentów kosmetyków. W związku z powyższym, respondentom zadano pytanie dotyczące zdania na temat wprowadzenia zakazu stosowania mikroplastiku w kosmetykach na terenie Unii Europejskiej. Aż 76% badanych opowiedziało się za całkowitym zakazem, 21% nie miało zdania na ten temat, a 3% uważało, iż zakaz nie jest potrzebny. Mniejsza liczba badanych (64%) było za wprowadzeniem takiego zakazu w Polsce, a prawie 8% było przeciwnikami zakazu, przy czym za zakazem opowiedziało się więcej studentów III, IV i V roku studiów niż I i II roku, co świadczy o szerszym zakresie wiedzy i świadomości studentów z wyższych roczników studiów.

Badania wykazały, że obszarem wiedzy w zakresie stosowania mikroplastiku w kosmetykach, który studenci kierunków kosmetycznych powinni poszerzyć, jest prawodawstwo w zakresie wykorzystywania mikroplastiku w produkcji preparatów kosmetycznych. Przykładowo na pytanie o kraje posiadające zakaz używania mikroplastiku w kosmetykach tylko 41% ankietowanych odpowiedziało, że istnieją państwa posiadające taki zakaz. Tymczasem, w celu ograniczenia wprowadzania mikroplastiku do środowiska, wiele krajów wprowadziło środki i zakazy stosowania go w produktach kosmetycznych. Na przykład w 2015 r. powstała amerykańska ustawa o wodach wolnych od mikrogranulek, zabraniająca wykorzystywania w kosmetykach spłukiwanych tych tworzyw sztucznych [Rist i Hartmann 2018]. Holandia wycofała sprzedaż kosmetyków z mikroplastikiem już w 2012 r. Podobne decyzje podjęły Stany Zjednoczone oraz Wielka Brytania. W Unii Europejskiej takiego zakazu nie ma. Istotną rolę w tym temacie odegrało stowarzyszenie Cosmetics Europe (CE), które w 2015 r. opublikowało zalecenie branżowe dotyczące wycofania mikroplastików z kosmetyków spłukiwanych do 2020 r. [Rembisz 2019]. Tymczasem aż 70,7% respondentów nie wiedziało, że takie zalecenie zostało wydane.

Niezwykle istotną kwestią wydaje się odpowiedź studentów na pytanie o wybór kosmetyku tańszego z mikroplastikiem lub droższego bez mikroplastiku w kontekście własnej sytuacji materialnej. 57% ankietowanych przy 21% wstrzymujących się od odpowiedzi wybrałoby droższy kosmetyk, pozbawiony zbędnego mikroplastiku. Może to świadczyć o dobrej sytuacji materialnej respondentów jak i wysokiej świadomości ekologicznej, ale sugeruje również, że w Polsce na wybór konsumencki studentów duży, a czasami decydujący wpływ może mieć sytuacja materialna.

Podsumowanie

Uzyskane wyniki wykazały, iż studenci kierunku kosmetycznego mają świadomość obecności mikroplastiku w kosmetykach i konieczności ochrony środowiska. Jakkolwiek istnieją obszary wiedzy, takie jak prawodawstwo w zakresie wykorzystywania mikroplastiku w produkcji preparatów kosmetycznych, które należy jeszcze przyswoić. Wiedza o szkodliwości mikroplastiku wśród różnych grup społecznych powinna być stale poszerzana, zwłaszcza w świetle coraz nowszych doniesień naukowych na temat szkodliwości tej substancji względem ludzi, flory i fauny. Producenci kosmetyków, w tym głównie naturalnych, biorąc pod uwagę najnowszą wiedzę naukową, starają się wyeliminować stosowanie mikroplastiku w przemyśle kosmetycznym.

Bibliografia


- Akpan N., 2014. Earth & Environment: Microplastics lodge in crab gills, guts: Creatures absorb particles through food and via respiration. *Sci. News.* 86(3), 9–9, <https://doi.org/10.1002/scin.2014.5591860307>.
- Fendall L.S., Sewell M.A., 2009. Contributing to marine pollution by washing your face: microplastics in facial cleansers. *Mar. Pollut. Bull.* 58(8), 1225–1228, <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2009.04.025>.
- Gregory M.R., 1996. Plastic 'scrubbers' in hand cleansers: a further (and minor) source for marine pollution identified. *Mar. Pollut. Bull.* 32(12), 867–871, [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(96\)00047-1](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(96)00047-1).
- Juliano C., Magrini G.A., 2017. Cosmetic ingredients as emerging pollutants of environmental and health concern. A mini-review. *Cosmetics.* 4(2), 11, <https://doi.org/10.3390/cosmetics4020011>.
- Krzyżostan M., 2021. Mikroplastiki w kosmetykach - update legislacyjny. *Świat Przem. Kosmet.* 1., <http://przemyslkosmetyczny.pl/artukul/mikroplastiki-w-kosmetykach-update-legislacyjny> [dostęp: 05.04.2022].
- Leslie H.A., 2014. Review of microplastics in cosmetics. *IVM Inst. Environ. Stud.* 476, 1–33.
- Moore C.J., 2008. Synthetic polymers in the marine environment: a rapidly increasing, long-term threat. *Environ. Res.* 108(2), 131–139, <https://doi.org/10.1016/j.envres.2008.07.025>.
- Napper I.E., Bakir A., Rowland S.J., Thompson R.C., 2015. Characterisation, quantity and sorptive properties of microplastics extracted from cosmetics. *Mar. Pollut. Bull.* 99(1–2), 178–185, <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.07.029>.
- Rembisz D., 2019. Mikroplastik – mały wielki problem. *Kwart. Chem. Prawo Wiedza* 1, 28–30.
- Rist S., Hartmann N.B., 2018. Aquatic ecotoxicity of microplastics and nanoplastics: lessons learned from engineered nanomaterials. W: M. Wagner, S. Lambert (red.), *Freshwater microplastics*, Springer Cham., 25–49, https://doi.org/10.1007/978-3-319-61615-5_2.
- Tagg A.S., Ivar do Sul J.A., 2019. Is this your glitter? An overlooked but potentially environmentally-valuable microplastic. *Mar. Pollut. Bull.* 146, 50–53, <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.05.068>.
- Thompson R.C., Olsen Y., Mitchell R.P., Davis A., Rowland S.J., John A.W.G., McGonigle D., Russell A., 2004. Lost at sea: Where is all the plastic?. *Science* 304(5672), 838–838, <https://doi.org/10.1126/science.1094559>.
- Wargala E., Sławska M., Zalewska A., Toporowska M., 2021. Mikroplastik w kosmetykach – analiza składu kosmetyków oraz wpływ mikroplastiku na środowisko. W: M. Babicz, K. Kropiwec-Domańska (red.), *Wybrane zagadnienia z zakresu produkcji surowców, żywności i kosmetyków. Środowisko – Roślina – Zwierzę – Produkt*. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie, Lublin, 206–220, <https://doi.org/10.24326/mon.2021.9>.
- Wright S.L., Thompson R.C., Galloway T.S., 2013. The physical impacts of microplastics on marine organisms: A review. *Environ. Pollut.* 178, 483–492, <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.02.031>.

Załączniki: Formularz ankiety

Wiedza i opinie studentów kierunku kosmetycznego na temat mikroplastiku jako składnika kosmetyków i zanieczyszczenia środowiska w świetle

1. Czy mikroplastik stanowi bardzo istotny problem w zanieczyszczeniu środowiska?
 - tak
 - nie
 - nie wiem
2. Czy ryby i zwierzęta morskie zjadają plastikowe mikrogranulki?
 - tak
 - nie
 - nie wiem
3. W kosmetykach przeznaczonych dla której grupy konsumentów znajduje się najczęściej mikroplastik?
 - dla kobiet
 - dla mężczyzn
 - dla dzieci
4. Czy polietylen to nazwa mikroplastiku?
 - tak
 - nie
 - nie wiem
5. W jakiej grupie kosmetyków występuje najczęściej mikroplastik?
 - w kremach do twarzy
 - w peelingach
 - w tonikach
6. Jaka jest wielkość cząstek mikroplastiku w kosmetykach?
 - poniżej 5 mm
 - pomiędzy 5 mm a 10 mm
7. Czy Pani/ Pana zdaniem świadomość konsumentów na temat mikroplastiku jest wystarczająco wysoka?
 - tak
 - nie
 - nie mam zdania

8. Które działanie wg Pani/Pana może mieć największy wpływ na zmniejszenie zanieczyszczenia środowiska mikroplastikiem pochodzącym z przemysłu kosmetycznego?
- edukacja konsumentów na temat szkodliwości mikroplastiku
 - całkowita rezygnacja ze stosowania plastikowych mikrogranulek w produktach kosmetycznych
 - plastikowe opakowanie pochodzi w 100% z recyklingu
 - opakowania produktów nie posiadają niepotrzebnych wypełniaczy
9. Czy Unia Europejska powinna jak najszybciej wprowadzić całkowity zakaz stosowania mikroplastiku w kosmetykach?
- tak
 - nie
 - nie wiem
10. W Pani/Pana obecnej sytuacji materialnej, mając do wyboru produkt zawierający mikroplastik i produkt pozbawiony mikroplastiku, ale znacznie droższy wybrałaby/wybrałby Pani/ Pan produkt?
- tańszy z mikroplastikiem
 - droższy bez mikroplastiku
 - nie mam zdania
11. Czy Polska powinna wprowadzić całkowity zakaz stosowania mikroplastiku w kosmetykach?
- tak
 - nie
 - nie wiem
12. Czy Acrylates Copolymer jest zaliczony do mikroplastiku?
- tak
 - nie
 - nie wiem
13. Czy stowarzyszenie Cosmetics Europe (CE) wydało zalecenie, aby wycofać mikroplastik z produkcji kosmetyków?
- tak
 - nie
 - nie wiem
14. Czy istnieją kraje, w których zabronione jest używanie mikroplastiku w kosmetykach?
- tak
 - nie
 - nie wiem

Paulina Wojtyła¹, Natalia Wieczorek¹, Eliza Wargala¹,
Aneta Sulborska-Różycka¹ ²

Masło shea (masło karité) jako cenny produkt w przemyśle kosmetycznym i farmaceutycznym

Shea butter (karité butter) as a beneficial cosmetological and farmaceutical product

Źródło pochodzenia masła karité

Masło karité pozyskiwane jest z nasion *Vitellaria paradoxa* C.F Gaertn (masłosz Parka, masłowe drzewo), drzewa z rodziny Sapotaceae (sączynkowatych). Roślina pochodzi z otwartego pasa sawanny w zachodniej Afryce [Kilonzi i in. 2017]. W Europie jest znana od XVIII w., dzięki szkockiemu podróżnikowi i botanikowi Mungo Parkiemu [Goreja 2004]. Drzewo dorasta do 15 m wysokości, owocuje raz w roku, wytwarzając żółtozielone, podobne wielkością do nektarynki jagody. Wewnątrz owoców znajdują się 1–2 duże (ok. 2,5 cm długości), owalne, brunatnoczerwone nasiona zawierające 40–60% tłuszczu [Raimi i in. 2014]. Drzewo masłowe zaczyna owocować po ok. 15 latach i może wytwarzać dobrej jakości jagody, o wysokiej zawartości tłuszczu nawet przez 30 lat [Tchobo i in. 2018]. Ze względu na ogromne znaczenie tego gatunku dla afrykańskiej społeczności został on włączony do priorytetowej listy afrykańskich leśnych zasobów genetycznych [Lovett i Haq 2000].

Tradycyjna metoda pozyskiwania masła shea polega na zbiorze dojrzałych owoców, wydobyciu z nich nasion (ręcznie lub po poddaniu fermentacji), suszeniu, mieleniu na pastę oraz gotowaniu w celu odparowania wody [Moharram i in. 2006, Koudoro i in. 2022]. Końcowym etapem produkcji jest filtracja i zestalanie. W ten sposób powstaje masło nierafinowane [Moharram i in. 2006]. Masło rafinowane (oczyszczone) ekstrahowane jest w wysokiej temperaturze przy użyciu fizycznych i chemicznych metod [Iddrisu i in. 2019], co powoduje utratę części składników. Oba rodzaje masła są powszechnie wykorzystywane w przemyśle kosmetycznym, farmaceutycznym [Tomaszkiewicz-Potępa i in. 2015] i spożywczym [Raimi i in. 2014, Koudoro i in. 2022].

¹ Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Biologii Środowiskowej, Koło Naukowe Biologów, Sekcja Biokosmetologii, paulina.wojtyla2000@gmail.com

² Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Biologii Środowiskowej, Katedra Botaniki i Fizjologii Roślin

Cechy organoleptyczne i fizykochemiczne masła shea

W zależności od stopnia czystości, masło shea może mieć konsystencję smalcu lub łożu. Nierafinowany tłuszcz charakteryzuje się barwą kremową, jasnożółtą, żółtopomarańczową, pomarańczową, szarawą oraz intensywnym, orzechowym aromatem [Goreja 2004, Moharram i in 2006, Okullo i in. 2010]. Masło rafinowane cechuje się białym kolorem oraz ledwie wyczuwalnym zapachem [Goreja 2004, Nahm 2011, Dunn 2020]. Pozostałe właściwości fizyczne masła przedstawia Tabela 1.

Tabela 1. Cechy fizyczne masła shea

Cecha	Wartość	Źródło
Ciężar właściwy (g/cm ³)	0,87–0,9	Raimi i in. 2014
Temperatura topnienia (°C)	30,0–45,0	Honfo i in. 2014
Współczynnik załamania światła	1,464–1,469	Okullo i in. 2010, Raimi i in. 2014
Lepkość	2,4–2,8	Okullo i in. 2010
Liczba kwasowa (mg KOH/kg)	0–21,2	Okullo i in. 2010, Honfo i in. 2014
Liczba nadtlenkowa (mEq/kg)	2,1–2,5	Okullo i in. 2010
Liczba zmydlania (mg KOH/g)	132,0–224,4	Okullo i in. 2010, Honfo i in. 2014, Raimi i in. 2014
Liczba jodowa (I ₂ /100g)	21,7–89,5	Okullo i in. 2010, Honfo i in. 2014, Raimi i in. 2014

Podstawowym składnikiem masła shea są trójglicerydy (ok. 90%) oraz duża frakcja (4–11%) składników nieulegających zmydlaniu, utworzona ze związków aktywnych biologicznie (tab. 2) [Israel 2014, Maanikuu i Peker 2017]. Ich udział w ogólnej masie tłuszczu zależy w dużym stopniu od geograficznego pochodzenia surowca i warunków jego uzyskania (masło rafinowane oraz nierafinowane) [Bodau i in. 2017].

Masło nierafinowane zawiera niezbędny nasycony kwas stearynowy (38%) oraz cenny w kosmetologii nienasycony kwas oleinowy (50%). Charakteryzuje się także wysoką zawartością fitosteroli oraz węglowodorów (alkohole triterpenowe: lupeol, basseol, parkeol, kariten) [Lamer-Zarawska i in. 2012].

Masło rafinowane posiada w swoim składzie nasycone (palmitynowy 2–6%, stearynowy 35–45%) i nienasycone (oleinowy 40–50%, linolowy 4–10%) kwasy tłuszczowe, polifenole (kwercetyna, kwas transcynamonowy, kwaas gallusowy) i witaminy. We frakcji niezmydlającej znajdują się węglowodory (kariten), triterpenoidy (lupeol, parkeol, α -amyryna) oraz fitosterole (kampesterol, α -spinasterol, β -sitosterol) [Lamer-Zarawska i in. 2012].

Tabela 2. Skład chemiczny masła karité

Składnik	Zawartość	Źródło
Kwasy tłuszczowe a. nasycone: – palmitynowy, – stearynowy; b. nienasycone: – oleinowy, – linolowy, – arachidowy	41,1–53,6% 2,0–9,0% 25,6–55,7% 37,1–62,1% 0,2–10,8% 0,0–3,5%	Okullo i in. 2010, Lamer-Zarawska i in. 2012, Honfo i in. 2014, Israel i in. 2014, Maanikuu i Peker 2017, Koudoro i in. 2022
Związki fenolowe (głównie kwas gallusowy)	97 ppm	Maranz i Wiesman 2004
Witaminy: – prowitamina A – E – C – D – F	15012,09 µg/g 0,0029–0,805 189,53 mg/g	Maranz i Wiesman 2004, Raimi i in. 2014, Maciąg 2015
Węglowodory (głównie kariten)	2,0–18%	Itoh i in. 1974, Alander i in. 2004
Alkohole triterpenowe: – α-amyrina – butyrospermol – lupeol – β-amyrina – parkeol	46,0–75,0% 26,5–54,6% 12,3–26,3% 10,0–25,1% 7,1–13,2% 1,0–1,5%	Itoh i in. 1974, Peers 1977, Lipp i Anklam 1998, Honfo i in. 2014
Sterole: – α-spinasterol – Δ-7-stigmasterol – Δ-7-awenasterol – 24-metyl-choest-7-enol	7,0–8,0% 43,0–50,0% 37,0–50,0% 11,0% 6,0%	Itoh i in. 1974, Peers 1977, Badifu 1989, Lipp i Anklam 1998

Działanie i zastosowanie w kosmetologii

Masło shea, głównie rafinowane, znalazło zastosowanie przy produkcji kosmetyków ochronnych i pielęgnacyjnych [Honfo i in. 2014]. Tłuszcz z masłosza jest emolientem tworzącym na powierzchni skóry barierę zatrzymującą wilgoć oraz chroniącą przed zanieczyszczeniami. Z tego względu dodawany jest do kosmetyków natłuszczających naskórek, działających zmiękcząco, pośrednio nawilżająco oraz spowalniająco proces powstawania zmarszczek [Tomaszkiewicz-Potępa i in. 2015, Padlewska 2017]. Masło shea wzmacnia cement międzykomórkowy naskórka, dzięki czemu wspiera funkcjonowanie bariery ochronnej [Drobnik i Słodka 2021] oraz wspomaga wzrost grubości i krycia warstwy rogowej naskórka [Kilian-Pięta 2019]. Masło karité wchodzi w skład glikozylofosfatydyloinozytolu (GPI), kotwicy uzupełniającej deficyt niezbędnych komponentów

skóry [Molski 2014]. Przy tym nie wykazuje skłonności do podrażnień i odczynów alergicznych, dlatego można stosować go na wszystkie partie ciała, nawet te najwrażliwsze (np. pod oczami) i u pacjentów onkologicznych [Lamer-Zarawska in. 2012, Tomaszkiwicz-Potępa i in. 2015]. Masło shea zapewnia głęboką odnowę, doskonale wygładza i poprawia napięcie tkanek [Wszolek i Piotrowska 2019]. Znajduje zastosowanie w masażu leczniczym ciała oraz w terapii rozstępów i cellulitu. Stwierdzono, że kremy zawierające masło shea działają podobnie jak produkty będące prekursorami ceramidów [Lin i in. 2018].

Tłuszcz karité sprawdza się w kosmetykach (szampony, odżywki) dla włosów suchych i zniszczonych, przywracając im naturalną miękkość i elastyczność [Żynda 2011, Guiliano 2016]. W połączeniu z żelem aloesowym zapobiega wypadaniu włosów [Koudoro i in. 2022], może być także stosowany jako remedium na wrastające włoski na twarzy (nakładany miejscowo pozwala na uwolnienie się wrośniętego włosa spod skóry i przyspiesza regenerację skóry po wytworzonym stanie zapalnym) [Janta 2017] oraz do produkcji mydła [Aliyu i in. 2012, Adamu i in. 2013, Boadu i in. 2017, Dunn 2020]. Obecny w maśle shea kwas cytrynowy i alkohole triterpenowe wykazują silną absorpcję promieniowania UV-B, co pozwala na wykorzystanie surowca w kosmetykach fotoprotekcyjnych [Wilczyński i in. 2010, Maaanikuu i Peker 2017]. Przemysł kosmetyczny wykorzystał tłuszcz shea do produkcji ochronnych pomadek do ust [Husin 2015], kremów pod pachy i do suchej skóry pięt [Padlewska 2017], kremów po goleniu (surowiec koi podrażnienia powstałe w wyniku tego zabiegu i dodatkowo zapobiega wysuszeniu skóry) [Koudoro i in. 2022], kremów niwelujących powstałe podczas karmienia rozstępy na piersiach kobiet. Karité używane jest również w kostkach peelingujących, które mają za zadanie odżywiać i oczyszczać skórę z martwego naskórka [Soltanipoor i in. 2014].

Działanie i zastosowanie w przemyśle farmaceutycznym

Tłuszcz z nasion masłosza cechuje się właściwościami przeciwzapalnymi, antybakteryjnymi i przeciwwirusowymi [Adamu i in. 2013, Honfo i in. 2014]. Dzięki temu znalazł zastosowanie m.in. w leczeniu reumatyzmu, oparzeń, podrażnień, opryszczki i innych dermatoz [Honfo i in. 2014]. Triterpeny znajdujące się w maśle shea spowalniają wydzielanie w komórkach interleukiny IL-1 α , odpowiedzialnej za powstawanie procesu zapalnego. Alkohole triterpenowe wykazują działanie przeciwzapalne, promieniochronne, są inhibitorami proteaz, natomiast lupeol ma właściwości antykancerogenne [Akihisa i in. 2010]. Regularne stosowanie masła shea może leczyć przebarwienia, poparzenia słoneczne, egzemy, alergie skórne, ukąszenia owadów, odmrożenia, rozstępy, trudne do wyleczenia oparzenia/pęknięcia [Olaniyan i Oje 2007]. Tłuszcz shea doskonale nadaje się do pielęgnacji suchej skóry w atopowym zapaleniu skóry [Czarnecka-Operacz i Sadowska-Przytocka 2015]. W tradycyjnej farmakologii nigeryjskiej masło shea stosowano jako leczniczy emolient nakładany miejscowo na skórę i błony śluzowe w przypadku świerzbów, wrzodów lub zatkanego nosa [Tella 1979]. Było ono również używane do łagodzenia chorób stawów i bóli reumatycznych, a także w przypadku zwichnięcia, obrzęków i zasinień [Tomaszkiewicz-Potępa i in. 2015]. Masło może być stosowane na skórę samodzielnie lub po zmieszaniu z innymi składnikami zwiększającymi potencjał bliznotwórczy [Ajala i in. 2016], np. często łączone jest ze skorupą ślimaka *Achatina*

z Ghany o zdolnościach hemaglutynacyjnych [Abiona i in. 2014]. Stosowanie bezkręgowców, m.in. sproszkowanego odwłoku owada *Belonogaster juncea*, w połączeniu z masłem shea wykorzystuje się w produkcji leków skutecznych w leczeniu oparzeń [Loko i in. 2019]. Natomiast mieszanka oleju pozyskiwanego z trzewi węża boa z maścią z masła shea przynosi dobre efekty w leczeniu bliznowców [Olaitan i in. 2011]. Również blizny po trądziku i po owrzodzeniu Buruli oraz siniaki można leczyć miejscowo masłem karité [Koffi i in. 2020]. Tłuszcz shea działa leczniczo w przypadku zapalnych wyprysków w ospie [Akihisa i in. 2010], zaś mieszanka tego masła i oleju palmowego jest stosowana przy odrze jako emolient nawilżający skórę [Uchendu i in. 2019].

Bibliografia

- Abiona J.A., Akinduti P.A., Oyekunle M.A., Osinowo O.A., Onagbesan A.O., 2014. Comparative evaluation of haemagglutination potential of haemolymph from two species of giant African land snails (*Archachatina marginata* and *Achatina achatina*). *Fish Shellfish Immunol.* 38(1), 96–100, <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2014.02.014>.
- Adamu H.M., Ushie O.A., Nansel E., 2013. Antimicrobial activity of oil from *Butyrospermum parkii* seed (Shea butter). *IJBioMed* 3(2), 50–59, <http://www.modernscientificpress.com/Journals/ViewArticle.aspx?oNi57ml9FIF9OKRLCcg8EUgnjOZ+be5YFCRoLxd85Oc4EubpbBmFUI/Q47z0syB> [dostęp: 22.02.2022].
- Ajala E.O., Aberuagba F., Olaniyan A.M., Onifade K.R., 2016. Optimization of solvent extraction of shea butter (*Vitellaria paradoxa*) using response surface methodology and its characterization. *J Food Sci. Technol.* 53(1), 730–738, <https://doi.org/10.1007/s13197-015-2033-7>.
- Akihisa T., Kojima N., Kikuchi T., 2010. Anti-inflammatory and chemopreventive effects of triterpene cinnamates and acetates from shea fat. *J. Oleo. Sci.* 59(6), 273–280, <https://doi.org/10.5650/jos.59.273>.
- Alander J., 2004. Shea butter – a multi-functional ingredient for food and cosmetics. *Lipid Technol.* 16, 202–205.
- Aliyu M.S., Tijjani M.B., Doko M.H.I., Garba I., Ibrahim M.M., Abdulkadir S.M., Zango U.U., 2012. Antimicrobial activity of Sabulun Salo a local traditional medicated soap. *Niger. J. Appl. Behav. Sci.* 20(1), 35–38, <https://doi.org/10.4314/NJBAS.V20I1>.
- Badifu G.I.O., 1989. Lipid composition of Nigerian *Butyrospermum paradoxum* kernel. *J. Food Comp. Anal.* 2, 238–244, [https://doi.org/10.1016/0889-1575\(89\)90021-5](https://doi.org/10.1016/0889-1575(89)90021-5)
- Boadu K.O., Anang M.A., Kyei S.K., 2017. Chemical characterization of shea butter oil soap (*Butyrospermum parkii* G. Don). *Int. J. Sustain. Dev.* 6(10), 1282–1292, https://www.researchgate.net/publication/321213768_Chemical_characterization_of_shea_butter_oil_soap_Butyrospermum_parkii_G_Don [dostęp: 28.02.2022].
- Czarnecka-Operacz M., Sadowska-Przytocka A., 2015. Pielęgnacja skóry chorego na AZS w świetle nowoczesnej wiedzy medycznej. *Alergia* 3, 24–28. <http://alergia.org.pl/wp-content/uploads/2017/08/Pielęgnacja-skóry-chorego-na-AZS-w-świecie-nowoczesnej-wiedzy-medycznej.pdf> [dostęp: 24.02.2022].
- Drobnik A., Słodka A., 2021. Kosmetologia z immunologią skóry. PZWL Wyd. Lekarskie, Warszawa, ss. 222.
- Dunn W., 2020. Know your shea butter. *Making soap, cosmetics & candles magazine.* <https://barakasheabutter.com/wp-content/uploads/2020/01/Know-Your-Shea-Making-Soap-Mag-Jan-2020rd.pdf> [dostęp: 25.02.2022].
- Goreja W.G., 2004. Shea butter: The nourishing properties of Africa's best-kept natural beauty. *Amazing Herbs Press*, New York.
- Guiliano M., 2016. Francuzki nie potrzebują liftingu. *Sekrety piękna i radości życia w każdym wieku*, tł. D. Gruszka. Wyd. Znak, Kraków, 75–76.

- Honfo F.G., Akissoe N., Linnemann A.R., Soumanou M., Van Boekel M.A.J.S., 2014. Nutritional composition of shea products and chemical properties of shea butter: A Review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 54(5), 673–686, <https://doi.org/10.1080/10408398.2011.604142>.
- Husin N.B.M., 2015. Development of engkabang fats lipstick with protective properties. *University Putra Magilaysia.* 9, 2, <https://dx.doi.org/10.22377/ajp.v9i2.44>.
- Iddrisu A.M., Didia B., Abdulai A., 2019. Shea butter extraction technologies: Current status and future perspective. *Afr. J. Bioch. Res.* 13(2), 9–22, <https://doi.org/10.5897/ajbr2018.1007>.
- Israel M.O., 2014. Effects of oral and topical use of the oil from the nut of *Vitellaria paradoxa*. *J. Nutr. Food. Sci.* 4, 327, <https://doi.org/10.4172/21559600.1000327>
- Itoh T., Tamura T., Matsumoto T., 1974. Sterols, methylsterols, and triterpene alcohols in three Theaceae and some other vegetable oils. *Lipids* 9, 173–184.
- Janta R., 2017. Na ostro i pod włos. Wszystko, co musisz wiedzieć o sztuce golenia i pielęgnacji zarostu. Wyd. Znak, Kraków, 148.
- Kilian-Pięta E., 2019. Ciekłokrystaliczność głównego składnika emulsji kosmetycznej. Działanie regenerujące i nawilżające barierę hydrolipidową naskórka. *Kosmet. Estet.* 8(2), 187. <https://www.kosmetologiaestetyczna.com/ike/2.2019/files/assets/common/downloads/KE%202019-02%20-%20caly.pdf> [dostęp: 22.02.2022].
- Kilonzi S.M., Makokha A.O., Kenji G.M., 2017. Physical characteristics, proximate composition and anti-nutritional factors in grains of lablab bean (*Lablab purpureus*) genotypes from Kenya. *J. Appl. Biosci.* 114, 11289–11298, <https://doi.org/10.4314/jab.v114i1.2>.
- Koffi A.P., Yao T.A.K., Barogui Y.T., 2020. Integrated approach in the control and management of skin neglected tropical diseases in three health districts of Côte d’Ivoire: BMC Public Health 20(1), 517, <https://doi.org/10.21203/rs.2.13484/v2>.
- Koudoro Y.A., Konfo T.R.C., Bakrou O.D.E., Félicien A., Dahouenon-Ahoussi E., Sohounhloue D., 2022. Valorization of *Vitellaria paradoxa* butter in cosmetics and agrifood in Africa. *GSC Adv. Res. Rev.* 10(01), 096–104, <https://doi.org/10.30574/gscarr.2022.10.1.0264>
- Lamer-Zarawska E., Chwała C., Gwardys A., 2012. Rośliny w kosmetyce i kosmologii przeciwnowotworowej. PZWL Wydawnictwo Lekarskie, Warszawa, 370.
- Lin T.-K., Zhong L., Santiago J.L., 2018. Anti-inflammatory and skin barrier repair effects of topical application of some plant oils. *Int. J. Mol. Sci.* 19, 17, <https://doi.org/10.3390/ijms19010070>.
- Lipp M., Anklam E., 1998. Review of cocoa butter and alternative fats for use in chocolate-Part A. Compositional Data. *Food. Chem.* 62, 73–97, [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(97\)00160-X](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(97)00160-X).
- Loko L.E.Y., Medegan Fagla S., Orobiyi A., 2019. Traditional knowledge of invertebrates used for medicine and magical-religious purposes by traditional healers and indigenous populations in the plateau department, Republic of Benin. *J. Ethnobiol. Ethnomed.* 15(1), 66, <https://doi.org/10.1186/s13002-019-0344-x>.
- Lovett P. N., Haq N., 2000. Evidence for anthropic selection of the sheanut tree (*Vitellaria paradoxa*). *Agrofor. Syst.* 48, 273–288, <https://doi.org/10.1023/A:1006379217851>.
- Maanikuu P.M.I., Peker K., 2017. Medicinal and nutritional benefits from the shea tree – (*Vitellaria Paradoxa*). *J. Biol. Agri. Healthcare* 7(22), 51–57.
- Maciąg A., 2015. Smak szczęścia, czyli o dietach, pielęgnacji urody w zgodzie z naturą i szukaniu piękna w sobie. Wyd. Otwarte, Kraków, 75.
- Maranz S., Wiesman Z., 2004. Influence on the tocopherol content of shea butter. *J. Agric. Food Chem.* 52, 2934–2937, <https://doi.org/10.1021/jf035194r>.
- Moharram H., Ray J., Ozbas S., Juliani H., Simon J., 2006. Shea butter: chemistry, quality, and new market potentials. W: M. Wang, S. Shengmin, L.S. Hwang, C.T. Ho, (red.), *Herbs: Challenges in chemistry and biology*. ACS symposium Series, 925, American Chemical Society, Washington, DC, 326–340.
- Molski M., 2014. Nowoczesna kosmologia. T. 2. Wyd. Naukowe PWN, Warszawa, ss. 336.
- Nahm H.S., 2011. Quality characteristics of west African shea butter (*Vitellaria Paradoxa*) and approaches to extend shelf-life. <https://rucore.libraries.rutgers.edu/rutgers-lib/33959/pdf> [dostęp: 22.03.2022]

- Okullo J.B.L., Omujaal F., Agea J.G., Vuzi P., Namutebi A., Okullo J.B.A., Nyanzi S.A., 2010. Physico-chemical characteristics of shea butter (*Vitellaria paradoxa* C.F. Gaertn.) oil from the shea districts of Uganda. *African J. Food. Agric. Nutr. Dev.* 10(1), 2070–2084, <http://dx.doi.org/10.4314/ajfand.v10i1.51484>.
- Olaitan P.B., Chen I.P., Norris J.E., Feinn R., Oluwatosin O.M., Reichenberger E.J., 2011. Inhibitory activities of omega-3 fatty acids and traditional african remedies on keloid fibroblasts. *Wounds* 23(4), 97–106, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24489452> [dostęp: 26.02.2022].
- Olaniyan, A.M., Oje K., 2007. Quality characteristics of shea butter recovered from shea kernel through dry extraction process. *J. Food Sci. Technol.* 44(4), 404–407.
- Padlewska K., 2017. Kosmetologia ciała. PZWL Wyd. Lekarskie, Warszawa, 339.
- Peers K.E., 1977. The non-glyceride saponifiables of shea butter. *J. Sci. Fd. Agric.* 28, 1000–1009.
- Raimi M.M., Adegoke, B.M., Afolabi O., 2014. Nutritional composition of seed and physicochemical properties of seed oil of *Vitellaria paradoxa*. *Sci. Res. J.* 2(4), 35–39.
- Soltanipoor F., Delaram M., Taavoni S., Haghani H., 2014. The effect of oil and the Saj cream in prevention of striae gravidarum: A randomized controlled clinical trial. *Complement Ther Med.* 22(2), 220–225, <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2012.05.001>.
- Tchobo F.P., Seid A.M., Nonviho G., Zinsou R., Mazou M., Djossou A.J., 2018. Physicochemical variability of shea butter (*Vitellaria paradoxa*) from the Regions of Chad. *J. Food Sci. Technol.* 6(6), 253–257, <https://doi.org/10.12691/ajfst-6-6-4>.
- Tella A., 1979. Preliminary studies on nasal decongestant activity from the seed of the shea butter tree, *Butyrospermum parkii*. *Br. J. Clin. Pharmacol.* 7(5), 495–497, <https://doi.org/10.1111/j.1365-2125.1979.tb00992.x>.
- Tomaszkiewicz-Potępa A., Śliwa K., Lasoń E., Sikora E., Jaworska M., Ogonowski J., 2015. Masło shea [masło karite]. Cz. III: Zastosowanie w przemyśle spożywczym, kosmetycznym i farmaceutycznym. *Przem. Chem.* 94(7), 1099–1103, <http://dx.doi.org/10.15199/62.2015.7.5>.
- Uchendu O., Ige O., Adeyera O., 2019. Knowledge and home treatment of measles infection by caregivers of children under five in a low-income urban community; Nigeria. *Afr. J. Prim. Health Care Fam. Med.* 11(1), 1–13, <https://doi.org/10.4102/phcfm.v11i1.1744>.
- Wilczyński S., Wiewióra M., Deda A., Zdybel M., 2010. Porównanie właściwości antyoksydacyjnych metodą EPR wybranych olei roślinnych stosowanych w kosmetologii. *Pol. J. Cosmetol.* 13, 139–146.
- Wszolek K., Piotrowska A., 2019. Analiza składu wybranych kosmetyków dla pacjentów onkologicznych. *Kosmet. Estet.* 8(5), 575–580.
- Żynda M., 2011. W świecie masel. *Świat Przem. Kosm.* 1, 34–35, https://issuu.com/39879/docs/2011_1_spk_pl_wolvw [dostęp: 24.03.2022].