

Polskie Towarzystwo Towaroznawcze Oddział Mazowiecki

Komisja Rozwoju i Promocji Osiągnięć Młodych
Naukowców Oddziału PAN w Lublinie

Problemy jakości w badaniach i praktyce

QUALITY ISSUES IN RESEARCH AND PRACTICE

Redakcja naukowa
Anita Bocho-Janiszewska i Małgorzata Zięba

PROBLEMY JAKOŚCI W BADANIACH I PRAKTYCE

QUALITY ISSUES IN RESEARCH AND PRACTICE

pod redakcją
Anity Bocho-Janiszewskiej i Małgorzaty Zięby

**POLSKIE TOWARZYSTWO TOWAROZNAWCZE
ODDZIAŁ MAZOWIECKI**

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

Radom 2023

Redakcja naukowa:

dr hab. Anita Bocho-Janiszewska, prof. URad.

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

Recenzenci:

prof. dr hab. inż. Ryszard Cierpiszewski, Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu

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

dr hab. inż. Małgorzata Jarossova, prof. UEB, Uniwersytet Ekonomiczny w Bratysławie

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

dr inż. Agnieszka Palka, Uniwersytet Morski w Gdyni

prof. dr hab. inż. Stanisław Popek, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie

dr hab. inż. Renata Salerno-Kochan, prof. UEK, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie

dr inż. Jerzy Szakiel, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie

dr hab. inż. Hanna Śmigielska, prof. UEP, Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu

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

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

dr hab. inż. Artur Wolak, prof. UEK, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie

dr hab. inż. Katarzyna Wybieralska, prof. UEP, Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu

prof. dr hab. inż. Jerzy Żuchowski, Uniwersytet Radomski

© Copyright by Polskie Towarzystwo Towaroznawcze
Radom 2023

ISBN 978-83-7789-732-4

Wydawca

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji



Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji
Wydawnictwo Naukowe

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

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

SPIS TREŚCI

Millena Ruszkowska, Julia Szwankowska, Dominika Gąska

Innowacje produktowe - ocena jakości żywności w proszku na przykładzie masła orzechowego.....7

Agnieszka Rybowska, Piotr Kalina

Konsument na rynku alkoholi wysokoprocentowych.....21

Anna M. Platta, Izabela Steinka, Klaudia Ciosańska, Renata Korzeniowska-Ginter, Agnieszka Żukowska

Ocena akceptacji i spożycia jogurtów o smaku jagodowym przez kobiety mieszkające w Gdyni w odniesieniu do ich statusu ekonomicznego.....37

Natalia Żak, Adrianna Marzejon

Ocena jakości miodu w procesie przechowywania – badania pilotażowe.....55

Małgorzata Zięba

Ocena jakości balsamów kosmetycznych zawierających oleje roślinne pozyskane z pestek wybranych drzew owocowych.....70

Artur Seweryn

Wykorzystanie anionowej pochodnej alkilopoliglukozydów do wytwarzania mydeł w płynie w formie koacerwatu.....85

Małgorzata Okulska-Bożek, Ewa Jabłońska, Emilia Klimaszewska, Marta Ogorzałek, Maja Wilk

Wpływ hydrolizatu protein pszenicy na właściwości masek hydrożelowych do pielęgnacji cery dojrzałej.....102

Małgorzata Zięba

Kształtowanie jakości masечek do twarzy poprzez wprowadzenie do receptur wybranych proszków roślinnych pozyskiwanych z rodzimych upraw.....115

Anita Bocho-Janiszewska, Milena Górską

Zastosowanie enzymów roślinnych w kształtowaniu jakości maseczek pielęgnacyjnych do twarzy.....129

Anna Małysa

Tribologiczne aspekty wykorzystania mieszanin olejów otrzymywanych z roślin jagodowych jako alternatywnych baz substancji smarowych.....145

Dominik Czerwonka

Wpływ stopnia oksyetylenowania koemulgatora na właściwości samoprzylepnych preparatów przeznaczonych do utrzymywania czystości toalet.....157

Szymon Janiszewski

Ocena efektywności edukacyjnej radomskich szkół średnich na podstawie analizy porównawczej wyników egzaminu maturalnego.....172

**Natalia Stanek-Wandzel, Alicja Krzyszowska, Zofia Hordyjewicz-Baran,
Tomasz Wasilewski**

Wykorzystanie ekstrakcji enzymatycznej do podniesienia efektywności wyodrębniania związków fenolowych z materiału roślinnego.....190

Beata Detyna

Społeczna odpowiedzialność uczelni a jakość kształcenia.....208

INNOWACJE PRODUKTOWE - OCENA JAKOŚCI ŻYWNOŚCI W PROSZKU NA PRZYKŁADZIE MASŁA ORZECHOWEGO

Millena Ruszkowska, Julia Szwankowska, Dominika Gąska

Wstęp

Rozwój technologii i rosnące zapotrzebowanie konsumentów na zdrowe i wygodne produkty spożywcze, stały się bodźcem do tworzenia nowych innowacyjnych rozwiązań w dziedzinie produkcji żywności a jednym z przykładów jest produkcja żywności w proszku.

Przykładem produktów spożywczych, które zyskały popularność w formie proszku, jest masło orzechowe.

Masło orzechowe jest cenionym produktem spożywczym ze względu na jego wyjątkowy smak i bogactwo składników odżywczych. Tradycyjnie masło orzechowe w postaci kremowej stało się przedmiotem zainteresowania producentów, którzy podjęli wyzwanie stworzenia nowej formy tego popularnego produktu spożywczego - masła orzechowego w proszku. Innowacja ta ma na celu dostarczenie konsumentom wygodnej alternatywy produktu, który cechuje się dłuższą przydatnością do spożycia, łatwością w przechowywaniu oraz transporcie. Jednocześnie forma proszku sprawia, że produkt w porównaniu do tradycyjnego masła orzechowego jest dużo lżejszy pod względem masy oraz zawartości tłuszczu i zachowuje walory smakowe orzechów.

Producenci masel orzechowych w proszku, do głównych zalet tego produktu zaliczają między innymi: wysoką zawartość białka, wysoką zawartość błonnika, znacznie mniejszą ilość tłuszczu, niż w klasycznym maśle orzechowym, krótki czas i łatwy sposób sporządzenia pasty orzechowej [10].

Masło orzechowe w proszku produkowane jest z prażonych i mielonych orzechów lub nasion, a w jednym z końcowych etapów produkcji, masa poddawana jest procesowi usuwania nadmiaru tłuszczu. Pozbawienie więc miazgi orzechowej nadmiaru tłuszczu powoduje zmianę formy z tłustej pasty a zastosowanie procesu suszenia umożliwia uzyskanie postaci sypkiego proszku. Sposób uzyskania masła orzechowego w postaci proszku jest więc naturalnym wynikiem, nie wymagającym zastosowania złożonego procesu produkcji, jak w przypadku innych produktów. Natomiast aby uzyskać krem orzechowy należy zmieszać masło orzechowe w proszku, w odpowiednich proporcjach z wodą.

Na rynku oprócz klasycznego masła orzechowego w proszku, można znaleźć masła orzechowe w proszku z różnymi dodatkami. Wyróżnić można masła orzechowe w postaci sypkiej: z dodatkiem cukru/ słodzika oraz ewentualnie soli, kakao, suszonych owoców np. malin lub truskawek oraz aromatów np. karmelowego [8].

Jak podają producenci, masło orzechowe w proszku cieszy się dużą popularnością wśród turystów oraz sportowców, w celu podniesienia efektów treningowych, ale również wśród osób starających się zredukować swoją masę ciała. Masło orzechowe w proszku można również wykorzystać na wiele sposobów, między innymi do ciast lub ciasta naleśnikowego, do owsianki, jako składnik koktajlów czy pikantnych dań. Produkt ten znajduje swoje zastosowanie także jako zamiennik mąki czy odżywki białkowej [9].

Tym samym, zważywszy na popularność produktu, celem badań była ocena jakości masła orzechowego w proszku, na podstawie charakterystyki określonych właściwości fizykochemicznych i właściwości sorpcyjnych badanych produktów.

1. Materiał badawczy i metodyka badań

1.1. Materiał badawczy

Materiałem badawczym były dwa masła orzechowe w proszku różnych producentów, które stanowiły przedmiot badań właściwości fizykochemicznych i sorpcyjnych. Badane produkty I-II, zakupiono w sklepach internetowych producentów.

Masło orzechowe w proszku I - marki GymBeam w swoim składzie zawierało orzechy ziemne, cukier oraz sól morską. Według deklaracji producenta, produkt można stosować jako dodatek do kanapek, ale również jako składnik do naleśników, ciast, biszkoptów i innych wypieków. Swoje zastosowanie znajdzie także jako dodatek do smoothie czy przyprawa do pikantnych potraw. Zgodnie z informacją o sposobie przygotowania zamieszczoną na opakowaniu produktu, należy wymieszać 2 łyżki sproszkowanego masła orzechowego z 1 łyżką wody. Na opakowaniu została także umieszczona informacja o sposobie przechowywania produktu (suche i chłodne miejsce, z dala od bezpośredniego światła słonecznego, nie należy wystawiać produktu na działanie mrozu i wilgoci), data minimalnej trwałości, a także informacja o alergenach (orzeszki ziemne).

Kolejnym badanym produktem, było masło orzechowe w proszku II marki All-Nutrition. Produkt ten w swoim składzie zawiera tylko zmielone i odtłuszczone orzeszki ziemne prażone. Zgodnie z informacją zamieszczoną na stronie producenta, orzeszki, z których produkowane jest masło orzechowe w proszku, poddawane są procesowi prażenia oraz usuwania z nich do 90% oleju. Produkt nie zawiera dodatków w postaci cukru, soli, utwardzaczy czy innych składników.

1.2. Oznaczenie wybranych właściwości fizykochemicznych

Przeprowadzona ocena właściwości fizykochemicznych obejmowała oznaczenie zawartości i aktywności wody, ocenę barwy, gęstości luźnej i utręsionej, wyznaczenie współczynnika Hausnera i indeksu Carr'a, na podstawie których, w oparciu o literaturę przedmiotu [11, 12], określono zdolność do fluidyzacji i sypkość badanych proszków.

Zawartości wody wyznaczono metodą suszenia materiału badawczego w temperaturze 104°C przez 3 godziny. Zawartość wody w próbach po wystudzeniu w eksykatorze zważono z dokładnością do 0,001 g [7]. Zawartość wody (X) obliczono na podstawie wzoru (1):

$$X = \frac{(b - c) \times 100}{a - c} \quad (1)$$

gdzie:

- c – masa naczynka pustego [g],
- a – masa naczynka z próbką przed suszeniem [g],
- b – masa naczynka z próbką po suszeniu [g].

Do określenia aktywności wody wykorzystano aparat AquaLab 4TE wersji AS4 2,14.0 2017 firmy Decagon Devices, Inc o dokładności $\pm 0,0003$, w temperaturze 293K (20°C) [15].

Barwę badanych produktów w proszku określono metodą pomiaru składowych trójkromatycznych $L^*a^*b^*$ CIE Lab za pomocą aparatu Konica Minolta C-410.

Oceny właściwości fizykochemicznych badanych produktów dokonano również poprzez wyznaczenie kąta zsypu i nasypu [5, 19].

Charakterystykę wybranych parametrów jakościowych przeprowadzono w oparciu o wyznaczenie gęstości luźnej i utręsionej, stanowiące podstawowe wyróżniki konieczne do określenia współczynnika Hausnera i indeksu Carr'a [1, 2, 17]. Otrzymane wyniki przedstawiono jako wartość średnią z dziewięciu powtórzeń.

Analizę statystyczną przeprowadzono testem t-Studenta dla dwóch prób niezależnych [14]. Weryfikację wszystkich hipotez wykonano przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$, na podstawie wartości prawdopodobieństwa testowego „p”. Przyjęto, że $p \leq 0,05$ świadczy o istotnym zróżnicowaniu parametru pomiędzy badanymi obiektami. W analizie wykorzystano pakiet *Statistica 13.3*.

1.3. Ocena właściwości sorpcyjnych

Ocenę jakości przechowalniczej przeprowadzono metodą statyczno-eksykatorową, wyznaczając izotermy sorpcji, określając równowagę wilgotnościową między badaną próbką a atmosferą o założonej wilgotności względnej, którą regulowano za pomocą nasyconych roztworów soli. Produkty umieszczano w higroście o a_w w zakresie 0,07-0,98 i przechowywano przez okres 30 dni w temperaturze 20°C $\pm$ 1°C. Matematyczne opisy izoterm sorpcji wykonano w oparciu o równanie BET (Brunauer, Emmett i Teller) w zakresie $a_w = 0,07-0,33$. Wyznaczono pojemność warstwy monomolekularnej (v_m) oraz stałą energetyczną (c_e) [22]. Wyniki analizowano przy użyciu oprogramowania Jandel-Table Curve 2D v. 5.01. Dopasowanie

danych empirycznych do równania BET scharakteryzowano za pomocą współczynnika determinacji (R^2), sumy kwadratów odchyleń wartości teoretycznych od empirycznych (SKO), wartości błędów standardowych (RMS).

2. Omówienie wyników badań

2.1. Ocena wartości odżywczej na podstawie informacji umieszczonej na opakowaniu produktów

Oceniając wartość odżywczą badanych masel orzechowych na podstawie opisów na opakowaniu w 100 g produktu (tab. 1) stwierdzono, iż najniższą kalorycznością oraz zawartością tłuszczu charakteryzowało się najniższe masło orzechowe w proszku I - marki GymBeam. Ilość węglowodanów w badanych masłach orzechowych w proszku była podobna i wynosiła 33 g dla produktu I oraz 31 g dla produktu II. Najwięcej cennego dla organizmu błonnika zawierało masło orzechowe w proszku II. Badane produkty charakteryzowały się taką samą zawartością białka (tab. 1).

Tab. 1. Wartość odżywcza badanych produktów

[opracowanie własne na podstawie informacji umieszczonych na etykietach produktów]

Wartości odżywcze w 100 g produktu po przyrządzeniu	Masło orzechowe w proszku marki GymBeam (I)	Masło orzechowe w proszku marki AllNutrition (II)
Wartość energetyczna [kJ/kcal]	1932/ 459	2007/ 478
Tłuszcze [g]	12,0	14,0
w tym kwasy tłuszczowe nasycone [g]	3,2	2,0
Węglowodany [g]	33,0	31,0
w tym cukry [g]	16,0	9,0
Błonnik [g]	9,6	14,0
Białko [g]	50,0	50,0
Sól [g]	0,52	-

2.2. Ocena wybranych właściwości fizykochemicznych

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że najwyższą zawartością wody charakteryzował się produkt I - masło orzechowe w proszku marki GymBeam, (1,935 g/100 g s. m.). Drugi produkt - masło orzechowe marki AllNutrition charakteryzowało się zawartością wody na poziomie 1,905 g/100 g s. m., a pomiędzy uzyskanymi wartościami był brak statystycznie istotnych różnic (tab. 2). Porównując otrzymane wartości z badaniami przeprowadzonymi przez innych autorów, na innych produktach suszonych, stwierdzono, iż zawartość wody była na stosunkowo niskim poziomie, bowiem zawartość wody dla innych produktów spożywczych w postaci proszku wynosiła: mleko w proszku - 3,22 g/100 g s. m.; pro-

szek truskawkowy - 7,53 g/100 g s. m.; kaszka kukurydziana - 4,13 g/100 g s. m. [17].

Tab. 2. Zawartość i aktywność wody masła orzechowego w proszku I i II

Produkt	Zawartość wody [g/100 g s. m.]		Aktywność wody [-]			
	x	SD	p	x	SD	p
I	1,935 ^a	0,052	0,698	0,171 ^a	0,004	0,001
II	1,905 ^a	0,006		0,162 ^b	0,006	

x- średnia, SD – odchylenie standardowe, p- prawdopodobieństwo

Odmienne symbole literowe przy wartościach średniej wskazują na istotne różnice pomiędzy średnimi w teście NIR.

Źródło: opracowanie własne.

Przeprowadzona ocena aktywności wody wykazała, że wyższą aktywnością wody charakteryzował się produkt I - masło orzechowe w proszku marki GymBeam (0,171) (tab. 2). Dla masła orzechowego w proszku II - marki AllNutrition aktywność wody wyniosła 0,162. Wykazano, iż różnica aktywnością wody w obu produktach była statystycznie istotna. Na podstawie analizy literatury przedmiotu, stwierdzono, że w badaniach aktywności wody innych produktów suszonych zawierających tłuszcz, autorzy otrzymali podobne wyniki: kakao - 0,143, kakao zmodyfikowane - 0,134 [13]. Porównując otrzymane wyniki badań z danymi literaturowymi stwierdzono, że rozwój żadnej z grup drobnoustrojów w badanych produktach nie był możliwy, ze względu na niską aktywność wody. Z dotychczas przeprowadzonych badań wynika bowiem, iż drobnoustroje nie mogą się rozwijać w żywności o aktywności wody mniejszej od 0,6. Na podstawie uzyskanych wartości aktywności wody stwierdzono, że masła orzechowe w proszku były stabilne mikrobiologicznie i charakteryzowały się długim okresem przydatności do spożycia. Reakcjami mającymi wpływ na jakość żywności oraz mogącymi zajść w badanych produktach może być proces utleniania tłuszczu, które zachodzi w produktach suchych przy aktywności wody od 0,1-0,3 [16].

Kolejnym ocenianym parametrem była barwa, która stanowi istotny czynnik warunkujący wybór produktów przez konsumentów [20]. W przypadku produktu w proszku, barwa w zależności od składu surowcowego, może przyczynić się do pozytywnego odbioru produktu w proszku, jak i jego odrzucenia. Ocenę barwy przeprowadzono na podstawie analizy wskaźnika L* (jasności), a* (barwy czerwonej) oraz wskaźnika barwy żółtej b*. Dodatnie wartości współrzędnej a* określają udział barwy czerwonej, ujemne – zielonej. Dodatnie wartości współrzędnej b* odnoszą się do udziału barwy żółtej, a ujemne – niebieskiej. Wyniki parametrów barwy przedstawiono w tabeli 3.

Wartości wskaźnika barwy a^* określającego balans barwy czerwonej oraz zielonej był niższy dla produktu I - 4,03. Składowa a^* dla produktu II wynosiła 5,57. Na podstawie uzyskanych wyników można przypuszczać, że różnice w barwie mogą wynikać z odmiennego procesu technologicznego zastosowanego przez poszczególnych producentów badanych proszków masła orzechowego.

Parametr b^* (zmiana barwy w zakresie od niebieskiego do żółtego) przyjmował wartości dodatnie dla obu badanych produktów I-II (tab. 3) jednak uzyskane wartości dla poszczególnych ocenianych proszków masła orzechowego różniły się statystycznie istotnie.

Tab. 3. Parametry barwy uzyskane dla masła orzechowego w proszku I i II

Produkt	Parametry barwy				
	L*				
	x	SD	X _{min}	X _{max}	P
I	75,6 ^a	0,21	75,3	75,9	<0,001
II	70,2 ^b	0,48	69,7	70,8	
a*					
I	4,03 ^a	0,09	3,94	4,22	<0,001
II	5,57 ^b	0,11	5,44	5,69	
b*					
I	26,9 ^a	0,23	26,7	27,3	<0,001
II	26,7 ^b	0,08	26,4	26,7	

x- średnia, SD – odchylenie standardowe, p- prawdopodobieństwo

Odmienne symbole literowe przy wartościach średniej wskazują na istotne różnice pomiędzy średnimi w teście NIR.

Źródło: badania własne.

Istotnym parametrem charakteryzującym jakość badanych produktów, proszków masła orzechowego był kąt zsyphu (tab. 4).

Tab. 4. Kąt zsyphu uzyskany dla masła orzechowego w proszku I i II

Produkt	Kąt zsyphu z powierzchni chropowatej [°]				
	x	SD	X_{min}	X_{max}	p
I	45,7 ^a	2,8	40	50	<0,001
II	38,4 ^b	3,0	42	42	

x- średnia, SD – odchylenie standardowe, p- prawdopodobieństwo

Odmienne symbole literowe przy wartościach średniej wskazują na istotne różnice pomiędzy średnimi w teście NIR.

Źródło: opracowanie własne.

Kąt zsyphu to minimalny kąt, który tworzy się między płaszczyzną poziomą, a wierzchnią warstwą pochylającej się powierzchni, przy którym rozpoczyna się proces zsyphywania materiału sypkiego. Im mniejsze są wartości kąta zsyphu, tym

materiał jest bardziej podatny na samoistne przesypywanie się. Siły spójności pomiędzy cząsteczkami badanych produktów oraz opór tarcia warunkują wielkość kąta zsypania suchego materiału. Dodatkowo zsypywanie materiału jest związane z wilgotnością produktu, co szczególnie jest istotne w przypadku mieszanin, im większa wilgotność tym kąt staje się większy [12]. Wyniki pomiaru kąta zsypania mogą posłużyć jako wybór właściwych materiałów do konstruowania urządzeń służących do pakowania materiałów sypkich, jak również opakowań jednostkowych wykonanych z różnego rodzaju materiałów opakowaniowych [21]. Kąt zsypania z powierzchni chropowatej był wyższy w produkcie I. Otrzymane wartości kąta zsypania wskazywały, że produkty II charakteryzował się dość wysoką skłonnością do fluidyzacji proszku a produkt I wykazywał tendencję do płynięcia (tab. 5).

Tab. 5. Wskaźniki fluidyzacji i sypkości żywności w proszkach, w oparciu o użyte wartości kąta zsypania i kąta nasypu na podstawie danych literaturowych

Wskaźnik fluidyzacji proszków		Wskaźnik sypkości proszków	
Skłonność do fluidyzacji	Kąt zsypania (°)	Stopień sypkości	Kąt nasypu (°)
Bardzo wysoka	≤25	Bardzo dobra	≤30
Dosyć wysoka	26-40	Dosyć dobra	31-35
Wykazująca tendencję do płynięcia	41-50	Dobra	36-40
Czasami może płynąć	51-57	Przeciętna	41-45
		Słaba	46-55
Nie wykazuje właściwości płynięcia	≥58	Zła	56-65
		Bardzo zła	66-90

Źródło: opracowanie własne na podstawie [11,12].

Istotnym parametrem określającym jakość a dokładnie sypkość badanych produktów był kąt nasypu. Im kąt nasypu jest wyższy to produkt charakteryzuje się mniejszą sypkością. Produkty, które wykazują kąt nasypu poniżej 40° charakteryzują się płynnością zaś powyżej 50° małą sypkością [19, 21]. W badanych produktach wartość kąta nasypu wahała się w granicach 88,82-88,93 wskazując na bardzo słabą sypkość badanych produktów (tab. 6).

Tab. 6. Kąt nasypu uzyskany dla masła orzechowego w proszku I i II

Produkt	Kąt nasypu [°]				
	x	SD	X _{min}	X _{max}	p
I	88,82 ^a	0,06	88,75	88,89	0,001
II	88,93 ^b	0,06	88,88	88,98	

x- średnia, SD – odchylenie standardowe, p- prawdopodobieństwo

Odmienne symbole literowe przy wartościach średniej wskazują na istotne różnice pomiędzy średnimi w teście NIR.

Źródło: opracowanie własne.

Kolejnym charakteryzowanym wyróżnikiem jakości badanych produktów w proszku – masel orzechowych, związanym z obrotem towarami sypkimi, była gęstość nasypowa luźna oraz utrząsiona (tab. 7). Gęstość nasypowa luźna oraz gęstość nasypowa utrząsiona są ściśle powiązane z porowatością złoża materiału sypkiego. Drobnodziarniste kohezyjne sypkie produkty w postaci proszku cechują się dużą porowatością złoża będącego w stanie luźno usypanym co jest spowodowane tworzeniem się dużych wolnych przestrzeni pomiędzy cząsteczkami [6]. Na podstawie przeprowadzonych badań wykazano, że największą gęstością luźną i utrąsioną charakteryzowały się produkt I (tab. 7).

Tab. 7. Wybrane właściwości fizykochemiczne uzyskane dla masła orzechowego w proszku I i II

Produkt	qL [g/cm ³]	qU [g/cm ³]	HR	IC [%]
I	0,36 ^a ± 0,01	0,63 ^a ± 0,003	1,73 ^a ± 0,009	42,13 ^a ± 0,31
II	0,37 ^a ± 0,04	0,58 ^b ± 0,001	1,54 ^b ± 0,052	35,95 ^b ± 0,25
<i>p</i>	0,021	0,005	<0,001	<0,001

qL - gęstość luźna, qU - gęstość utrąsiona, HR - współczynnik Hausnera, IC - indeks Carr'a

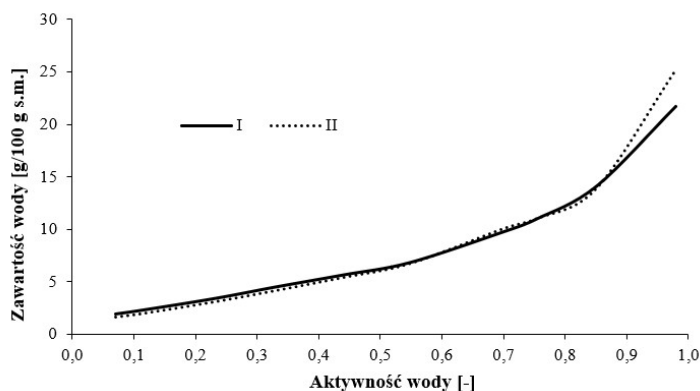
Odmienne symbole literowe przy wartościach średniej wskazują na istotne różnice pomiędzy średnimi w teście NIR.

Źródło: opracowanie własne.

Współczynnik Hausner'a (HR) i indeks Carr'a (IC) związane są z gęstością nasypową luźną i utrąsioną. Charakteryzują one również sypkość proszków. Wartość współczynnika Hausner'a <1,2, 1,2-1,4, >1,4 kolejno odpowiada niskiej, średniej i wysokiej kohezyjności produktu. Znaczący wzrost współczynnika Hausner'a można odnotować gdy wielkość cząstek proszku spada poniżej 100 µm. Wynika z tego, że im wyższa wartość współczynnika Hausner'a tym proszek wykazuje większą spójność na skutek zwiększającego się oddziaływania sił międzycząsteczkowych. Współczynnik Carr'a (IC) również określa sypkość danego produktu. Na podstawie wartości IC przyjmuje się, że bardzo dobrą sypkością charakteryzują się materiały o wartości IC <18, średnią gdy wartość mieści się w przedziale IC 18-25, słabą gdy indeks wynosi IC 25-30 i bardzo słabą w przypadku gdy wartości IC >30 [4]. Na podstawie otrzymanych wartości współczynników stwierdzono, że najniższe wartości HR i IC charakteryzowały produkt II, a pomiędzy badanymi produktami stwierdzono istnienie statystycznie istotnych różnic. Na podstawie uzyskanych wartości współczynnika HR i IC stwierdzono, że produkty I i II wykazywały właściwości proszku spójnego o wysokiej kohezyjność i bardzo słabej sypkości (tab. 7).

2.3. Ocena właściwości sorpcyjnych

Ostatnim etapem badań była ocena jakości przechowalniczej produktów w proszku, w oparciu o wyznaczenie izoterm sorpcji. Wyznaczone izotermie sorpcji badanych produktów I-II (rys. 1) przedstawiały proces sorpcji fizycznej zachodzący na ciałach porowatych i cechowały się kształtem sigmoidalnym wykazując podobieństwo do izoterm typu II w klasyfikacji Brunauera i in. [1938]. Izotermie sorpcji charakteryzowały się ciągłością przebiegu w całym zakresie aktywności wody otoczenia $a_w=0,07\div 0,98$, co wskazywało, że w ocenianych produktach nie dochodziło do zmiany struktury determinowanej wzrostem stopnia uporządkowania poszczególnych składników.



Rys. 1. Izoterma sorpcji badanych produktów wyznaczona w środowisku $a_w=0,11-0,98$, w czasie 30 dni, w temperaturze 20°C

Charakterystyczna krzywa o sigmoidalnym przebiegu, występuje najczęściej w materiałach skrobiowych oraz białkowych jest powiązana z trzema zakresami sorpcji: monomolekularną (gdy aktywność wody jest mniejsza niż 0,3), wielowarstwową (gdy wartość aktywności wody wynosi od 0,3 do 0,7) oraz kondensacji kapilarnej (gdy wartość aktywności wody przekracza 0,7) [23]. W obszarze izoterm sorpcji o aktywności wody od 0,07 do 0,55 wyższą zawartością wody wyróżniał się produkt I. Produkt II osiągnął wyższą zawartość wody w porównaniu z produktem I dla aktywności wody w zakresie od 0,69 do 0,75. Wyraźną intensyfikację procesu adsorpcji wody zaobserwowano w obu produktach (z przewagą produktu II), przy aktywności wody powyżej 0,85, co było widoczne w przegięciu krzywej sorpcji (rys. 1). Przy aktywności wody $a_w=0,92$, a więc w obszarze kondensacji kapilarnej, zauważono odwrócenie tendencji do adsorpcji wilgoci, w rezultacie czego wyższą higroskopijnością charakteryzował się produkt II. Zawartość wody dla tego produktu wyniosła 25,1888 g/100 g s. m., natomiast dla produktu I - 21,7162 g/100 g s. m.

W celu opisania właściwości sorpcyjnych badanych masel orzechowych w proszku zastosowano równanie BET - Brunauera, Emetta i Tellera [3]. Zgodnie z założeniem modelu BET, adsorpcja zachodzi w wielu warstwach cząsteczek, a każde kolejne warstwy są adsorbowane do poprzednich. Ilość składników o dużej liczbie miejsc polarnych oraz ich stan fizyczny wpływają na pojemność monowarstwy [19]. Parametry równania BET z uwzględnieniem pojemności monowarstwy (v_m), stałej energetycznej (c_e), współczynnikiem determinacji (R^2), sumy kwadratów odchylen wartości teoretycznych od empirycznych (SKO) oraz średniego błędu kwadratowego (RSM) przedstawiono w tabeli 8.

Tab. 8. Parametry równania BET uzyskane dla masła orzechowego w proszku I i II

Produkt	v_m [g/ 100g s.m.]	c_e	R^2	SKO	RMS
I	3,44	12,80	0,9912	0,11	0,33
II	3,29	9,94	0,9869	0,65	3,08

v_m – pojemność warstwy monomolekularnej, c_e – stała energetyczna, R^2 współczynnik determinacji, SKO - suma kwadratów odchylen wartości teoretycznych od empirycznych, RMS - wartości błędów standardowych.

Źródło: opracowanie własne.

Na podstawie oceny pojemności warstwy monomolekularnej przypuszczać można, że produkt I cechował się wyższą trwałością przechowalniczą, w porównaniu z produktem II. Znaczne rozwinięcie powierzchni warstwy monomolekularnej chroni bowiem produkty żywnościowe przed obniżeniem jakości w wyniku pochłaniania określonej ilości wody [19]. Stała energetyczna c_e odzwierciedla różnicę pomiędzy entalpią desorpcji monowarstwy i entalpią parowania ciekłego adsorbentu. Uzyskane wyniki stałej c_e ($c_e \leq 2$) potwierdzały sigmoidalnego kształtu krzywej sorpcji.

Na podstawie porównania wartości SKO i RMS stwierdzono, że parametry modelu BET oszacowane z zastosowaniem metody analitycznej dobrze opisywały pod względem matematycznym proces sorpcji badanych produktów masel orzechowych w proszku I i II (tab. 8). Wielkość średniego błędu kwadratowego (RMS) dla tych produktów nie przekraczała 10% wskazując na dobrą zgodność dopasowania modelu do danych sorpcyjnych w badanym zakresie aktywności wody ($a_w=0,07\div 0,33$) (tab. 8).

Podsumowanie

Ocena wybranych właściwości fizykochemicznych innowacyjnych produktów - masła orzechowego w proszku wykazała, że badane produkty charakteryzowały się zbliżoną zawartością wody, natomiast różniły się istotnie statystycznie pod względem początkowej aktywności wody. Przeprowadzona ocena barwy wykazała, że

badane produkty różniły się również statystycznie istotnie pod względem poziomu parametru L^* , a wartość parametru określającego jasność była niższa w produkcie II, co świadczyło o ciemniejszym odcieniu ocenianego produktu. Przypuszczać można, że ciemniejsza barwa produktu, mogła wynikać z procesu karmelizacji i większego stopnia upalenia orzechów.

Na podstawie uzyskanych wartości kąta zsypu i kąta usypu stwierdzono, że produkt II charakteryzował się dość wysoką skłonnością do fluidyzacji proszku a produkt I wykazywał tendencję do płynięcia a oba charakteryzowały się bardzo słabą sypkością co potwierdziły również uzyskane wartości współczynnika Hausnera i wskaźnika Carra.

Na podstawie oceny właściwości sorpcyjnych i uzyskanej wartości pojemności warstwy monomolekularnej wyznaczonej za pomocą równania BET stwierdzono, że produkt I charakteryzował się wysoką stabilnością przechowalniczą.

Wyniki badań właściwości fizykochemicznych badanych produktów innowacyjnych mogą być wykorzystane do prognozowania trwałości produktu w proszku oraz projektowania opakowań uwzględniających zachowanie się masła orzechowego w proszku podczas przechowywania.

W kontekście dynamicznego rozwoju innowacji produktowych w branży spożywczej, istotne jest określenie właściwości fizykochemicznych żywności w proszku, aby zapewnić konsumentom produkty wysokiej jakości,

W związku z powyższym celem niniejszej pracy była ocena jakości masła orzechowego w proszku, na podstawie charakterystyki określonych właściwości fizykochemicznych i oceny jakości przechowalniczej w oparciu o charakterystykę właściwości sorpcyjnych badanych produktów.

W pracy dokonano charakterystyki jakości produktów innowacyjnych poprzez ocenę barwy, zawartości wody, aktywności wody, kąta zsypu i nasypu, gęstości nasypowej, na podstawie której określono współczynnik Hausnera i indeks Carr'a oraz ocenę właściwości sorpcyjnych określających trwałość przechowalniczą produktu.

Wyniki badań właściwości fizykochemicznych innowacyjnych produktów w proszku mogą być wykorzystane do prognozowania trwałości produktów oraz projektowania opakowań uwzględniających zachowanie masła orzechowego w proszku podczas przechowywania.

Słowa kluczowe: masło orzechowe w proszku, właściwości fizykochemiczne, właściwości sorpcyjne

PRODUCT INNOVATION - QUALITY ASSESSMENT OF POWDERED FOOD USING PEANUT BUTTER AS AN EXAMPLE

In the context of the dynamic development of product innovations in the food industry, it is important to determine the physicochemical properties of food-powder to provide consumers with quality products,

Accordingly, the purpose of this study was to evaluate the quality of peanut butter powder, based on the characterization of specific physicochemical properties and storage quality assessment based on the characterization of sorption properties of the tested products.

In the study, the quality of innovative products was characterized by evaluating color, water content, water activity of the chute and bulk angle, bulk density on the basis of which the Hausner coefficient and Carr's index were determined, which are important information so for the technological process, and evaluating the sorption properties that determine the shelf life of the product.

The results of the study of the physicochemical properties of innovative powdered products can be used to predict the shelf life of products and design packaging that takes into account the behavior of peanut butter powder during storage.

Keywords: peanut butter powder, physicochemical properties, sorption properties

Bibliografia

1. Abdullah E. C., Salam A. M., Aziz A. R., Cohesiveness and Flowability Properties of Silica Gel Powder. *Physics International*, 2010, 1 (1), 16-21.
2. Abdullah E. C., The use of bulk density measurements as flowability indicator, *Powders Technology*, 1999, Volume 102 (2), 151-165. doi.org/10.1016/S0032-5910(98)00208-3.
3. Brunauer S., Emmet P.H., Teller E., Adsorption of gases in multilayer's. *Journal of the American Chemical Society*, 60, 1938. pp. 309-319. doi:10.1021/ja01269a023.
4. Domian E., Janowicz M., Kowalska H., Lenart A., Sypkość białkowo-węglowodanowych mieszanin proszków spożywczych aglomerowanych w złożu fluidalnym, *Inżynieria Rolnicza*, 2005, 9(11), 59-67.
5. Domian E., Szymański P., Ściśliwość w ocenie sypkości wybranych sypkich produktów spożywczych. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 2011, 558, 51-61. <https://www.researchgate.net/publication/331043596> [dostęp: 26.10.2023].

6. Domian E., Właściwości fizyczne modelowej żywności w proszku w aspekcie metody aglomeracji, *Żywność Nauka Technologia Jakość*, 2005, 12(4), 87-97.
7. Hamułka J., Gronowska Segner A., Drywień M., Wawrzyniak A., Oznaczenie zawartości wody i suchej masy w wybranych produktach spożywczych, W: *Analiza żywności zbiór ćwiczeń* (red. Gronowska-Segner), Wydawnictwo SGGW Warszawa, 2018, s. 13-15.
8. https://fitrec.pl/?s=orzech+w+proszku&post_type=product&submit=Szukaj [dostęp: 28.09.2023].
9. https://sklep.sfd.pl/ALLNUTRITION_Peanut_Powder_Natural-opis41030.html#opis [dostęp: 28.09.2023].
10. <https://www.myprotein.pl/sports-nutrition/maslo-orzechowe-w-proszku/11413392.html> [dostęp: 28.09.2023].
11. Instrukcja obsługi testera właściwości proszków model PT-S, Hosokawa Micron B.V., 2010, s. 128-129.
12. Jedlińska A., Janiszewska E., Stasiak M., Witrowa-Rajchert D., Właściwości fizyczne waniliowych aromatów proszkowych o zróżnicowanym składzie chemicznym części aromatycznej, *Nauki Inżynierskie i Technologie*, 2013, 2 (9), s. 53-66.
13. Kowalska J., Majewska E., Lenart A., Aktywność wody napoju kakaowego w proszku o zmodyfikowanym składzie surowcowym, *ŻYWNOSĆ. Nauka. Technologia. Jakość.*, 2011, 18(4), s. 57-65.
14. Mynarski S., *Analiza danych rynkowych i marketingowych z wykorzystaniem programu Statistica*. Wyd. AE, Kraków, 2003.
15. Pałacha Z., Jakubicz K., *Analiza aktywności wody w wybranych świeżych warzywach. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego*, 2018, s. 29-32.
16. Pałacha Z., Makarewicz M., *Aktywność wody wybranych grup produktów spożywczych, Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego*, 2011, (2), s. 24-29.
17. Poszytek K., Lenart A., Właściwości sorpcyjne modelowych odżywek sproszkowanych, *ŻYWNOSĆ. Nauka. Technologia. Jakość.*, 2006, 13(4), s. 128-135.
18. Ruszkowska M., *Jakość ekstrudatów kukurydzianych odżywczych spiruliną i chlorellą*, Wydawnictwo UMG w Gdyni, Gdynia, 2018.
19. Ruszkowska M., Wiśniewska A., *Ocena wybranych napojów roślinnych w proszku—charakterystyka właściwości fizykochemicznych*, Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Gdyni, 2017.
20. Śmiechowska M., Dmowski P., Sagan E., Wpływ czasu parzenia i stopnia rozdrobnienia herbaty czarnej na barwę naparu i jego właściwości przeciwutleniające, *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.*, 2014, 5(96), 206-216.
21. Śmiechowska M., Ruszkowska M., Olender O., Selected Quality Characteristics of Sea Salt Important During Transport and Storage, *TransNav, the Inter-*

- national Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, 2021, Vol. 15, No. 3, pp. 659-665. doi:10.12716/1001.15.03.21.
22. Tańska M., Konopka I., Ruszkowska M., Sensory, Physico-Chemical and Water Sorption Properties of Corn Extrudates Enriched with Spirulina. *Plant Foods for Human Nutrition*, 2017, 72, 250-257. doi:10.1007/s11130-017-0628-z.
23. Witczak T., Stępień A., Pycia K., Witczak M., Bednarz A., Grzesik M., Wpływ modyfikacji chemicznej skrobi i stopnia hydrolizy na izotermy sorpcji pary wodnej hydrolizatów, *ŻYWNOSĆ. Nauka. Technologia. Jakość.*, 2017, 24(1).

Autorzy:

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

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

Dominika Gąska – studentka Uniwersytetu Morskiego w Gdyni, Wydział Zarządzania i Nauk o Jakości, członek koła naukowego CARGO

KONSUMENT NA RYNKU ALKOHOLI WYSOKOPROCENTOWYCH

Agnieszka Rybowska, Piotr Kalina

Wstęp

Alkohol jest produktem, który towarzyszy człowiekowi od kilku tysięcy lat. W tym czasie zmieniały się funkcje alkoholu, jego znaczenie, asortyment i technologia wytwarzania. Współcześnie procesy te zachodzą w przyspieszonym tempie, wpływając na rozwój i zróżnicowanie rynku alkoholi, co stanowi duże wyzwanie dla ich producentów oraz konsumentów. Zmianie uległo także znaczenie alkoholi dla konsumentów, ich wiedza na temat tych produktów oraz wielkość i kontekst spożycia. Wszystkie te czynniki powodują konieczność monitorowania zmian zachodzących na rynku alkoholi oraz zachowań konsumentów tych produktów.

1. Rynek alkoholi wysokoprocentowych w Polsce

Według Art. 46 ust. 1 ustawy z dnia 24 listopada 2022 r. o wychowaniu w trzeźwości i przeciwdziałaniu alkoholizmowi, napojem alkoholowym nazywany jest produkt przeznaczony do spożycia, który zawiera w całym składzie objętościowym alkoholu przynajmniej 0,5% alkoholu etylowego pochodzenia rolniczego [1]. Uwzględniając procentową zawartość alkoholu w produkcie alkohole dzieli się na alkohole nisko-, średnio- i wysokoprocentowe. Do pierwszych zalicza się piwo, wino (zawierające 9%-15% alkoholu), miód pitny (9%-18% alkoholu) oraz cydr (1,2%-8,5% alkoholu). Alkohole wysokoprocentowe, zwane mocnymi, charakteryzują się zawartością alkoholu wynoszącą nie mniej niż 15% objętości produktu [2], jednak najczęściej jego zawartość jest wyższa. Zalicza się do nich [3]:

- Wódkę – produkt uzyskany ze zmieszania czystego spirytusu ratyfikowanego z wodą, uzyskując produkt zawierający 40% obj. alkoholu; wyróżnia się wódkę czystą i smakową,
- Whisky – alkohol powstały w wyniku destylacji zacieru zbożowego, zawierający 40% etanolu, charakteryzujący się szczególnymi walorami organoleptycznymi, wynikającymi z procesu dojrzewania produktu w drewnianych beczkach,
- Gin – alkohol aromatyzowany owocami jałowca, z dodatkiem ziół i przypraw, zawierający w swoim składzie 35-40% alkoholu,

- Rum – produkt uzyskany w wyniku fermentacji soku z trzciny cukrowej, najczęściej zawiera 37,5% alkoholu, chociaż są też rumy 80%,
- Tequila – napój otrzymany ze sfermentowanego soku agawy niebieskiej, zawiera od 35% do 55% alkoholu,
- Brandy – jest to napój alkoholowy pozyskiwany w procesie destylacji wina gronowego lub owocowego, zawierający 40%-60% alkoholu,
- Koniak – napój uzyskany w wyniku destylacji wina z francuskich białych winogron, podlega procesowi dojrzewania w dębowych beczkach, co wpływa na finalną jakość produktu; zawiera około 40% alkoholu,
- Śliwowica – napój produkowany ze śliwek węgerek, charakteryzujący się wysoką zawartością alkoholu (ok 70%).

Oprócz wyżej wymienionych do tej grupy alkoholi zalicza się także likiery oraz mniej popularne produkty np. rakiję czy absynt.

Alkohol jest popularną używką, po którą, jak wskazują dane statystyczne, sięga ponad 80% społeczeństwa [4]. Analizując dane Państwowej Agencji Rozwiązywania Problemów Alkoholowych (PARPA) wielkość spożycia alkoholu na osobę ma tendencje wzrostowe. Dowodem na to są dane z kolejnych dekad. W 1993 roku spożycie alkoholu w Polsce wynosiło 6,52 l na osobę (per capita), w 2003 roku – 7,86 l a w 2013 roku – 9,67 l. W kolejnych latach wartości te rosły średnio o 0,3 l i w 2021 roku uzyskało wartość 9,7 l per capita. W wielkościach tych spożycie alkoholi mocnych wynosiło około 3,3 l – 3,7 l. W omawianym zakresie czasowym były też lata (1996-2006) kiedy spożycie wysokoprocentowych trunków było niższe i mieściło się w przedziale 1,7 l do 2,9 l. Dane te pokazują zmiany zachodzące w spożyciu alkoholu [5]. Warto podkreślić, przełamując liczne mity i stereotypy, że przy takim spożyciu alkoholu Polska zajmuje 12 miejsce wśród 22 krajów europejskich.

Niezależnie od wysokiego spożycia wysokoprocentowych alkoholi ich sprzedaż, a co za tym i wielkość produkcji, w ostatnim roku zmalała. Dotychczas roczna wartość sektora alkoholi w Polsce przekroczyła 48 mld zł (2022 rok) i była wyższa w porównaniu z poprzednimi latami (np. 40 mld zł w 2021 roku). Wolumen w litrach określono na prawie 3,8 mln litrów [6]. Choć dynamika produkcji wzrosła o 0,2%, nie oznacza to, że wzrosła sprzedaż. Na zmianę wielkości sprzedaży miało wpływ wiele czynników. Do najważniejszych można zaliczyć wzrost cen wynikający

z inflacji oraz wprowadzonej i rosnącej co roku akcyzy. Oprócz tego wskazuje się na inne trendy kształtujące podaż alkoholi. Według Nielsen (2018) są to:

- Sezonowość spożycia – sprzedaż wysokoprocentowych alkoholi wzrasta w okresie Świąt np. Bożego Narodzenia, a w okresie letnim obserwuje się wyższą sprzedaż alkoholi nisko- i średnioprocentowych (piwa, cydry),
- Wzrost znaczenia alkoholi premium,

- Trendy kształtujące przyszłość, tj. koszty produkcji, konkurencja na rynku, rywalizacja między producentami, wyższe aspiracje konsumentów - powodują konieczność szybkiego reagowania na zmieniające się otoczenie, wprowadzanie zmian i dostosowywanie produktu do oczekiwań konsumenta,
- Ochota na „bąbelki” – trend, który wskazuje na zainteresowanie konsumentów napojami musującymi (spożycie np. Prosecco),
- Popularność win brokatowych,
- Nowe kierunki w alkoholach niskoprocentowych: piwa bezalkoholowe (wzrost sprzedaży o 55,8% od 2016 roku), piwa rzemieślnicze, piwa premium, cydryliczne,
- Nowe smaki i warianty mocnych alkoholi (wzrost zainteresowania wódkami smakowymi, szczególnie lokalnymi i tradycyjnymi o subiektywnych smakach, wyjątkowe opakowania, szczególnie o małej objętości (0,1 – 0,2 l),
- Szybki wzrost popularności whisky,
- Moda na ciemny rum, którego popularność rośnie od 2016 roku, a wartość jego rynku w 2017 roku osiągnęła ponad 100 mln zł. Zainteresowanie nim wpisuje się w trend poszukiwania przez kupujących nowych doznań organoleptycznych [6].

Tak szerokie wyzwania rynku powodują, że producenci muszą dbać o jakość swoich produktów, aby zainteresować nimi konsumenta, przekonać go do swoich produktów i pozyskać ich lojalność. Jednym ze sposobów jest wdrażanie w przedsiębiorstwach systemów zarządzania jakością, co wpływa na postrzeganie firmy na rynku, pomaga w pozyskaniu kontrahentów, a także pozwala zapewnić, że dostarczany na rynek wyrób charakteryzuje się wysoką jakością. Ponadto wpływa to na postrzeganie marki przez klientów. Jednak najważniejszym celem tych działań jest optymalizacja procesów zachodzących w firmie, a co za tym idzie – oszczędności finansowe organizacji. Najczęściej stosuje się: system zarządzania jakością ISO 9001, system zarządzania środowiskiem ISO 14001, system zarządzania energią oraz system zarządzania bezpieczeństwem żywności HACCP, który jest wymagany prawnie wśród przedsiębiorstw zajmujących się produkcją żywności.

Wszystkie podejmowane działania mają zapewnić organizacji stabilną sytuację na rynku oraz pozyskanie i zatrzymanie konsumenta. To ostatnie możliwe jest dzięki poznaniu jego oczekiwań i zachowań rynkowych.

2. Wpływ konsumpcji alkoholu na życie społeczne

Alkohol w życiu ludzi pełni różne funkcje i w różny sposób oddziałuje na życie jednostek, grup oraz całych społeczeństw. W procesie związanym z konsumpcją alkoholu ważne są powody sięgania po alkohol. Konsumenty decydując się na jego spożycie kierują się różnymi motywami, które w literaturze podzielono na kilka

grup. Jeden z pierwszych podziałów przedstawił Kępiński, który wyróżnił pięć motywów:

- Neurasteniczny – picie alkoholu dla redukcji zmęczenia i rozdrażnienia,
- Kontaktywny – spożywanie alkoholu dla uzyskania lepszego kontaktu z innymi ludźmi,
- Dionizyjski – picie alkoholu w celu uzyskania oszołomienia i ucieczki od rzeczywistości,
- Heroiczny – picie alkoholu dla osiągnięcia poczucia mocy,
- Samobójczy [7].
- W innym podziale wyłoniono trzy grupy takich powodów:
- Ucieczkowe – picie alkoholu pozwala na zapomnienie o kłopotach, redukuje napięcia, wpływa na poprawę nastroju i odprężenia się,
- Społeczne, czyli konsumpcja alkoholu dla towarzystwa, z uprzejmości, przy jakiejś okazji.
- Poszukiwanie przyjemności, np. dla smaku alkoholu czy z przekonania o zdrowotnych efektach jego działania [8].
- Picie alkoholu, szczególnie zbyt dużych jego ilości, może powodować wiele negatywnych skutków [9,10]:
- Nieszczęśliwe zdarzenia, np. wypadki drogowe, pożary wywołane przez pijane osoby, itp.,
- Unieszczeniwanie rodzin, w tym także przemoc domowa, rozpad związków,
- Choroby w tym: uzależnienia, psychozy alkoholowe, choroby psychiczne, choroby różnych organów, szczególnie przewodu pokarmowego (wątroby, żołądka, przełyku),
- Marginalizowanie i wykluczenie społeczne części członków społeczeństwa dotkniętej bezpośrednio i pośrednio następstwami owego problemu [11],
- Samobójstwa [12],
- Wzrost śmiertelności w wyniku chorób i wypadków związanych z piciem alkoholu [13].

Problemy wynikające z nadmiernej konsumpcji alkoholu zostały szeroko omówione w opracowaniu Włodarczyk, która wskazała także na problemy zawodowe, zaburzenie relacji społecznych, zrywanie kontaktów i więzi, problemy rodzinne i finansowe [11].

Choroby wynikające z nadmiernego spożycia alkoholu jeszcze do niedawna częściej dotyczyły mężczyzn niż kobiety. Jednak w ostatnich latach sytuacja ta uległa zmianie, co wynika ze zmiany struktury i wielkości spożycia napojów alkoholowych w grupie kobiet [14]. Jak pokazują najnowsze badania coraz częściej u kobiet występują choroby wątroby spowodowane spożywaniem alkoholu, przy czym są one na nie narażone przy mniejszym spożyciu alkoholu niż mężczyźni a choroby są u nich trudniejsze – wywołują większe cierpienie i problem z leczeniem [15, 16,

17]. Picie alkoholu przez kobiety wiąże się z innymi zagrożeniami zdrowotnymi, a także problemami społecznymi. Po alkohol sięgają kobiety w różnym wieku i o różnym statusie społecznym i materialnym. Problem nadmiernego spożycia alkoholu w tej grupie dotyczy kobiet pracujących, które za pomocą alkoholu odreagowują stresy i kobiet niepracujących, które zajmują się prowadzeniem domów i organizacją życia rodzinnego, które piją alkohol będąc w domu. Postępowanie takie prowadzi do uzależnień, może powodować otyłość, depresję, itp. Szczególnie niebezpieczne jest spożywanie alkoholu przez kobiety ciężarne. Może ono powodować powikłania lub utratę ciąży, uszkodzenia i choroby płodu, a później także problemy zdrowotne dziecka (w tym FAS), a co za tym idzie wpływać na jego całe życie [18].

Niepokojące jest coraz większe spożycie alkoholu w grupie młodzieży szkolnej [19, 20], w wieku 15-18 lat a także młodszych - uczniów szkół podstawowych. Wojtyła i in. wykazali, że w zbadanej grupie liczącej prawie 10 tys. uczniów do 15 roku życia aż 23% z nich deklaruje picie alkoholu. Trend ten ma tendencję wzrostową i coraz więcej dzieci i młodzieży sięga po alkohol.

Wzrost spożycia alkoholu odnotowano w czasie pandemii Covid-19. W tym czasie spożywano go z nudów, strachu i frustracji, a izolacja i zamknięcie w domach jeszcze nasilały te odczucia i zwiększały potrzebę spożywania alkoholu. Uważano też, że picie alkoholu może niszczyć wirusa lub chronić przed zakażeniem. Było to błędne myślenie i nieodpowiednie zachowanie, bo spożycie alkoholu mogło zwiększać podatność na zarażenie wirusem SARS-CoV-2 [21, 22].

Wraz ze wzrostem wielkości spożycia alkoholu rosną też społeczne koszty pokrywania spowodowanych tym szkód. Bogucki i in. wykazali, że na ich pokrycie przeznaczają się około 40 mld złotych rocznie [23].

Wraz ze zmianą grup konsumentów zmieniają się także okoliczności oraz kontekst spożywania alkoholu [24].

Zmiany w wielkości spożycia alkoholu i strukturze jego konsumentów, problemy jakie niesie za sobą jego konsumpcja oraz koszty społeczne stanowią przyczynek do monitorowania rynku alkoholu oraz jego konsumentów.

3. Konsument wobec alkoholu wysokoprocentowych – wyniki badań własnych

Celem przeprowadzonego badania było poznanie opinii i zachowań konsumentów alkoholu wysokoprocentowych. Na potrzeby realizacji celu badano:

- Częstotliwość i kontekst spożywania wysokoprocentowych alkoholi w badanej grupie (jak często, gdzie, z jakimi dodatkami alkohol jest spożywany) oraz powody i okoliczności jego spożywania,
- Zachowania zakupowe badanych konsumentów wysokoprocentowych alkoholi, w tym ważkość determinantów wyboru alkoholi, miejsce ich zakupu, kwoty pieniężne przeznaczane na ich zakup oraz preferencje dotyczące otrzymywanych gratisów,

- Wiedzę badanych na temat produkcji i producentów alkoholi oraz ich działań na rzecz jakości produktu i zarządzania produktem.

Uzyskane wyniki badań pozwolą na określenie profilu młodego konsument wysokoprocentowych alkoholi.

4. Metodyka badań własnych

W sierpniu 2023 przeprowadzono badanie, w którym zastosowano metodę ankietową, technikę ankiety internetowej CAWI. Autorski kwestionariusz ankiety przesłano do osób obserwujących tematyczne grupy na Facebooku (dotyczące alkoholi), co umożliwiło dotarcie do osób spożywających alkohol. Kwestionariusz składał się z 15 pytań, w których respondentów pytano o ich opinie na temat alkoholi wysokoprocentowych oraz o ich postawy i zachowania jako konsumentów tych produktów i klientów punktów handlowych, w których je nabywają. Zastosowano pytania zamknięte jednokrotnego wyboru, których wyniki przedstawiono jako odsetek odpowiedzi. Poza tym stosowano pytania, w których kafeterię przedstawiono w postaci skali. W tym przypadku wykorzystano skale pozycyjne do badania [25]: częstości spożycia alkoholi, czynników wpływających na ich wybór podczas zakupu, powodów i okoliczności ich spożywania oraz wpływu dodawanych gratisów na te decyzje. Ponadto za pomocą tego typu skali badano istotność czynników w ocenie jakości wysokoprocentowych alkoholi i zarządzania ich jakością w opinii badanych

Badano także ich postawy wobec zagadnień związanych ze zrównoważonym rozwojem. Na potrzeby analiz ilościowych określeniom werbalnym skal porządkowych w poszczególnych skalach pozycyjnych odpowiednio przypisano wartości punktowe. Wyniki przedstawiono jako odsetek odpowiedzi oraz jako wartość średnią.

W kwestionariuszu zawarto także trzy pytania metryczkowe, w których respondentów zapytano o wybrane dane demograficzne: płeć, wiek i miejsce zamieszkania.

W badaniu zastosowano celowy dobór próby, a jako kryterium doboru przyjęto spożywanie różnych wysokoprocentowych alkoholi. W związku z powyższym kwestionariusz ankiety przesłano do pełnoletnich osób, które deklarowały spożycie alkoholi i jednocześnie wyrazili chęć udziału w badaniu. Finalnie w badaniu wzięło udział 176 osób, w tym 82 kobiety (47% badanej grupy) oraz 94 mężczyźni (53%). Były to osoby większości młode w wieku od 18 do 36 lat i więcej. Badaną grupę podzielono na trzy grupy wiekowe: 18-26 lat (94 osoby – 53%), 27-35 lat (47 osób – 27%) oraz 36 lat i więcej (35 osób – 20%). Ostatnim kryterium podziału respondentów było miejsce zamieszkania. W badaniu udział wzięli mieszkańcy miast powyżej 100 tys. mieszkańców (94 osoby – 53%) oraz miast do 100 tys. mieszkańców (62 osoby – 35%), a pozostałą część stanowili mieszkańcy wsi reprezentowanych przez zaledwie 20 osób, które zgłosiły chęć udziału w badaniu. Istotność

zróznicowania odpowiedzi między różnymi grupami oceniono za pomocą testu χ^2 .

5. Wyniki badań własnych

Na początku respondentów zapytano o częstotliwość spożywania wysokoprocentowych alkoholi (Rys. 1).



Rys. 1. Częstotliwość spożycia wybranych rodzajów alkoholi w badanej grupie (%) (opracowanie na podstawie badań własnych)

Stwierdzono, że badani najczęściej spożywali alkohol raz w tygodniu oraz kilka razy w miesiącu. Niewielki odsetek pytaných deklarował codzienne picie alkoholu (niecałe 5%). W tej grupie najczęściej sięgano po whisky (10,2% wskazań), wódkę i likier (po 5,7%) oraz sporadycznie rum, gin i wódkę smakową. Największą grupę stanowiły osoby, które spożywały wybrane alkohole raz w tygodniu. Najczęściej piły one wódkę (51,1% wskazań), rum (40,9%) i whisky (34,7%), a w następnej kolejności gin (27,3%), likier (23,9%) oraz wódkę smakową (23,3%). Badani deklarowali, że kilka razy w miesiącu sięgają po wódki smakowe (54%), gin (34,7%) i likier (30,1%) a rzadziej po wódkę, whisky i rum. Koniak i tequila były spożywane okazjonalnie (odpowiednio 52,3% oraz 46,6% wskazań), natomiast absynt nie był spożywany przez badanych (68,2%) albo był spożywany okazjonalnie (31,3%). Wykazano różnice w częstości spożycia wysokoprocentowych alkoholi między kobietami i mężczyznami (Tab. 1). Do alkoholi spożywanych codziennie kobiety zaliczyły whisky (2,4%), a raz w tygodniu rum i wódkę (73,2% i 70,7% wskazań), wódkę smakową oraz gin i whisky. Kilka razy w miesiącu w tej grupie pytaných sięgano po wódkę smakową, gin i whisky. Mężczyźni zdecydowanie najczęściej wybierali whisky. Alkohol ten codziennie spożywało 10,6% z nich, a raz w tygo-

dniu 43,6%. Drugim najczęściej spożywanym w tej grupie alkoholem była wódka, codziennie spożywana przez 10,6% mężczyzn, natomiast raz w tygodniu przez 34% z nich. Mężczyźni okazjonalnie pili koniak, absynt oraz tequilę, ale gin, rum były również dość często wybierane.

Tab. 1. Częstotliwość spożycia wybranych alkoholi wysokoprocentowych w zależności od płci badanych (%)

Rodzaj alkoholu	Codziennie		Raz w tygodniu		Kilka razy w miesiącu		Okazjonalnie		Wcale	
	K	M	K	M	K	M	K	M	K	M
Wódka smakowa	0,0	2,1	29,3	18,1	63,4	45,7	7,3	12,8	0,0	21,3
Wódka	0,0	10,6	70,7	34,0	19,5	27,7	9,8	17,0	0,0	10,6
Whisky	2,4	17,0	24,4	43,6	39,0	21,3	31,7	6,4	2,4	11,7
Tequila	0,0	0,0	19,5	10,6	18,3	8,5	50,0	43,6	12,2	37,2
Rum	0,0	4,3	73,2	12,8	19,5	38,3	2,4	39,8	4,9	14,9
Likier	0,0	10,6	22,0	25,5	24,4	35,1	39,0	21,3	14,6	7,4
Koniak	0,0	0,0	0,0	4,3	0,0	5,3	14,6	85,1	85,4	5,3
Gin	0,0	2,1	36,6	19,1	48,8	22,3	7,3	35,1	7,3	21,3
Absynt	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	2,4	56,4	97,6	42,6

gdzie: K- kobieta, M- mężczyzna

Uzyskane wyniki potwierdzają wyniki uzyskane w przeprowadzonym w 2019 roku badaniu dotyczącym spożycia alkoholu wśród mieszkańców Trójmiasta. Wykazano w nim, że po alkohole wysokoprocentowe zdecydowanie częściej sięgają mężczyźni (60,3%) niż kobiety (47,2%). Autor podkreślił, że różnica wynosiła 13,1 p. p., i była niższa niż w poprzednich latach (w 2011 roku - 18,2 p. p., w 2015 roku - 26,5 p. p.) [8]. Podobne wyniki uzyskano w ogólnopolskim badaniu przeprowadzonym przez Rowicką, Postek i Zin-Sędek w 2020 roku [26].

Badani spożywali alkohol w domu (38,1%), w restauracji (22,2%) i w barze (21,6%), a pozostali na zewnątrz – na działce lub plaży (odpowiednio 11,4% oraz 6,8%). Te dwa ostatnie miejsca były częściej wskazywane przez najmłodszych respondentów (11% i 10%). Pytani z najstarszej grupy wiekowej konsumowali alkohol w domu (34%) i w restauracjach (28%), natomiast nie spożywali go na plaży.

Jako okoliczności spożywania alkoholu wymieniano spotkania ze znajomymi, ($\bar{x}=4,0$ – w skali pięciopunktowej), oglądanie telewizji – filmów lub meczów ($\bar{x}=3,2$), dodatek do posiłku ($\bar{x}=28$) lub przekąsek ($\bar{x}=2,6$).

Ponadto wskazywanymi powodami spożywania alkoholu były lepsza zabawa ($\bar{x}=3,9$), smak alkoholu ($\bar{x}=3,8$) i poprawienie nastroju ($\bar{x}=3,2$). Najmniej ważnymi powodami sięgania po alkohol były nuda ($\bar{x}=2,1$) oraz presja otoczenia ($\bar{x}=1,2$). Czynniki „bez powodu” uzyskał średnią ocenę $\bar{x}=2,1$, co wskazuje na jego małe znaczenie przy podejmowaniu decyzji o konsumpcji alkoholu. Wskazane

czynniki zgodne są z motywami zaprezentowanymi przez Wojtyłę i in. [20] oraz Kępińskiego [7]. Zgodnie z ich podziałami powody sięgania po alkohol wysokoprocentowy w badanej grupie konsumentów można przypisać do trzech kategorii motywów: społecznych, poszukiwania przyjemności (czerpanie przyjemności ze smaku alkoholu) i ucieczkowych). W badanej grupie nie stwierdzono innych, oprócz kontaktywnego, wskazywanych przez Kępińskiego motywów spożywania alkoholu.

Alkohole wysokoprocentowe były spożywane przez badanych w różnej postaci: sam alkohol lub alkohol z różnymi dodatkami. W badanej populacji 22% respondentów wskazało, że nie używa żadnych dodatków, a najwięcej, bo 25% pije alkohol z dodatkiem soków owocowych, 24% ze słodkimi napojami gazowanymi. Istnieje też grupa konsumentów, która jako dodatek preferuje wytrawne napoje (14,2%). Ponadto pytani wskazywali, że piją alkohol tylko z lodem (9,7%), z wodą (2,8%) lub z kawałkami owoców (2,3%). Stwierdzono statystycznie istotnie różnice w preferencjach kobiet i mężczyzn. Ci ostatni wolą alkohol bez dodatków (40%), ze słodkimi napojami gazowanymi (20%), z napojami wytrawnymi (16%) lub z samym lodem (13%). Kobiety preferowały picie alkoholu z dodatkiem soków owocowych (36%), słodkich napojów gazowanych (28%) lub napojów wytrawnych (12%). W tej grupie były też osoby, które spożywały alkohol bez dodatków (10%), z samym lodem lub z wodą (odpowiednio 4% i 3%).

Respondentów zapytano, jak oceniają dostępność wysokoprocentowych napojów alkoholowych w ich miejscowościach. Badani ogółem twierdzili, że jest ona bardzo dobra (74% wskazań), jednak opinie różnicowały odpowiedzi respondentów z miejscowości o różnej wielkości. Mieszkańcy największych miast w 100% uznali, że dostępność alkoholi w ich miejscowościach jest bardzo dobra. Ci zamieszkujący miasta do 100 tys. mieszkańców mieli nieco inne zdanie i 58% z nich uznało, że dostępność ta jest bardzo dobra, 32%, że dobra, a pozostali, że średnia. Mieszkańcy wsi mieli odmienne zdanie niż mieszkańcy miast. Stwierdzili oni, że w ich miejscowościach dostępność alkoholi wysokoprocentowych jest bardzo słaba i słaba (odpowiednio 35% i 55%).

Badani nabywali alkohole wysokoprocentowe w różnych miejscach (Tab. 2). W badanej populacji najczęściej wskazywano hipermarkety i markety, a na kolejnych miejscach sklepy osiedlowe i monopolowe. Jednak dużą rolę w zróżnicowaniu miejsc zakupu odgrywało miejsce zamieszkania pytanых. Mieszkańcy miast wskazywali hipermarkety i markety, a następnie sklep monopolowy, przy czym w największych miastach częściej niż w sklepie monopolowym alkohol nabywano w sklepach osiedlowych. Sklepy te były też głównym miejscem zakupu alkoholi wysokoprocentowych przez mieszkańców wsi (80% wskazań w tej grupie pytanых).

Tab. 2. Miejsce zakupu wysokoprocentowych alkoholi przez badanych (%)

Miejsce zakupu	Ogółem	Miejsce zamieszkania badanych		
		Wieś	Miasto do 100 tys. mieszkańców	Miasto od 100 tys. mieszkańców
Hipermarket	50,6	0,0	38,7	69,1
Market	19,3	0,0	35,5	12,8
Sklep monopolowy	11,4	20,0	16,1	6,4
Sklep osiedlowy	14,2	80,0	3,2	7,4
Bar/ Restauracja	4,5	0,0	6,5	4,3

Przy deklarowanej częstotliwości spożycia alkoholu respondenci miesięcznie przeznaczali na jego zakup najczęściej 200-300 zł (36,4%), 300 zł (23,9%) i 100-200 zł (21%). Około 19% pytanych na zakup tego produktu przeznaczało mniejsze kwoty (50-100 zł oraz poniżej 50 zł) (odpowiednio 15,9% i 2,8%). Wydatkowanie wyższych kwot deklarowali przede wszystkim mężczyźni (200-300 zł – 42% i powyżej 300 zł – 30%), kobiety zaś najczęściej przeznaczały na ten zakup 100-200 zł – 27%, 200-300 zł (22%) i 50-100 zł – 18% z nich. Pozostałe badane wydawały na alkohol powyżej 300 zł (12%) oraz poniżej 50 zł (3%). Wydatki te były zróżnicowane w zależności od wieku pytanych. Największe wydatki ponosili najmłodsi badani (200-300 zł – 42%, 100-200 zł – 22% a powyżej 300 zł – 17%). Pozostali przeznaczali mniejsze kwoty. Respondenci z najstarszej grupy wiekowej najczęściej wydawali najwyższe kwoty (pow. 300 zł), natomiast ci ze środkowego przedziału wiekowego w podobnym stopniu deklarowali różne kwoty.

Badani konsumenci alkoholi wysokoprocentowych przy ich zakupie kierowali się przede wszystkim ich smakiem ($\bar{x}=4,8$) i ceną ($\bar{x}=4,0$), na co wskazało odpowiednio 97,6% oraz 80% pytanych. Średnio ważnym czynnikiem była opinia znajomych o produkcie, na którą wskazało prawie 62% respondentów. Pozostałe czynniki (pochodzenie, renoma producenta, marka oraz opakowanie i reklama produktu) były mniej istotne przy wyborze alkoholi, co pokazał ich ranking ustalony na podstawie średnich uzyskanych ocen. Zaledwie znikomy odsetek pytanych uznawał je za ważne w tym procesie. Wyniki przedstawiono w Tab. 3.

Tab. 3. Czynniki wpływające na wybór alkoholu w procesie zakupowym badanych

Czynnik	Zdecydowanie nie (%)	Raczej nie (%)	Nie mam zdania (%)	Raczej tak (%)	Zdecydowanie tak (%)	Wartość średnia ($\bar{x}$)
Smak	0,0	1,1	1,1	15,3	82,3	4,8
Cena	3,4	11,4	4,5	42,6	38,0	4,0
Marka	30,7	39,7	6,8	15,3	7,4	2,3

Opakowanie	47,7	9,6	17,0	7,9	11,4	2,2
Pochodzenie	17,0	20,4	36,9	16,4	9,0	2,8
Reklama produktu w mediach	31,8	22,7	39,7	4,5	1,1	2,2
Opinia znanych	9,6	14,7	13,6	40,3	21,5	3,5
Renoma producenta	25,0	37,5	11,3	17,0	9,0	2,5

Kolejne pytanie dotyczyło „gratisów” dodawanych do produktu przez producentów wysokoprocentowych napojów alkoholowych. Ankietowani mieli za zadanie wskazać, który z gratisów wpłynie na wybór produktu. Za takie uznali szklanę ($\bar{x}=4,1$) (wskazało na nią 79% pytanych), dodatkowy taki sam produkt ($\bar{x}=3,8$) oraz kieliszek ($\bar{x}=3,6$), na który wskazało prawie 62% pytanych. Mało atrakcyjne i nie będące zachętą do nabywania alkoholu były elementy garderoby (wskazało na nie 40% pytanych), kody promocyjne (20%), elementy wyposażenia (prawie 13%) oraz breloki, którymi było zainteresowanych 20% pytanych.

Kolejne pytania dotyczyły wiedzy konsumentów alkoholi wysokoprocentowych na temat ich producentów oraz stosowanych przez nich praktyk w zakresie zarządzania produktem, kształtowania jego jakości, stosowania zasad zrównoważonego rozwoju.

Badanych zapytano, czy mają wiedzę na temat produkcji wysokoprocentowych alkoholi. Większość z nich deklarowała, że dysponuje taką wiedzą (zdecydowanie tak - 13,1% i raczej tak - 47,7%). Zgodnie z deklaracjami respondentów raczej takiej wiedzy nie miało 23,9%, a zdecydowanie nie wiedziało na ten temat nieco ponad 15% ankietowanych. Większą wiedzę na temat produkcji alkoholi posiadali mężczyźni, na co wskazują wyniki zaprezentowane w Tab. 4. Wiek badanych nie różnicował istotnie ich świadomości.

Tab. 4. Deklarowane posiadanie wiedzy temat produkcji wysokoprocentowych alkoholi w badanej grupie konsumentów

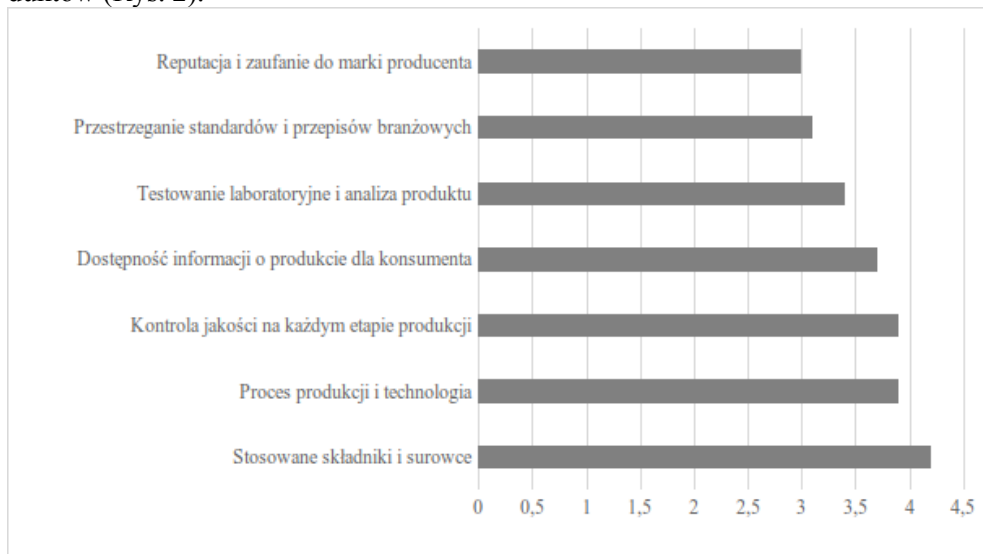
Odpowiedź	Ogółem	Płeć badanych		Wiek badanych		
		Kobieta	Mężczyzna	18-25 lat	26-35 lat	36+ lat
Zdecydowanie tak	13,1	6,1	18,1	7,4	8,5	34,3
Raczej tak	47,7	39,0	55,3	55,3	46,8	28,6
Raczej nie	23,9	36,6	13,8	23,4	27,7	20,0
Zdecydowanie nie	15,3	18,3	12,8	13,8	17,0	17,1

Badani konsumenci chętnie sięgali po alkohole nowych bądź nieznanymi producentów, na co wskazało 56% pytanym, 25% nie miało zdania na ten temat, a pozostali (19%) skłaniali się do wyboru produktów znanych i uznanych producentów, co potwierdza omawiane wcześniej nowe trendy.

Ważnym czynnikiem decydującym o wyborze producenta alkoholi było jego podejście do jakości produktu i do środowiska. Większość pytanym uznało, że producent musi dbać, aby produkt, który oferuje musi charakteryzować się wysoką jakością (88%) i być wolny od jakichkolwiek wad (80%). Dla badanych ważne było również, żeby producent informował na opakowaniu o wdrożonych systemach zarządzania (38% - zdecydowanie tak i 28% - raczej tak), 25% badanych nie miało zdania, a pozostali byli przeciwnego zdania. Najmniejsze znaczenie dla pytanym przy wyborze producenta miało jego działanie w trosce o środowisko. Czynniki te były zdecydowanie ważne dla niespełna 40% i raczej ważne dla 13% badanych, 22% nie miało ten temat zdania a dla pozostałych nie był on ważny.

Przy wyborze wysokoprocentowych alkoholi dla klientów istotne były informacje na etykiecie, dotyczące składników naturalnych, źródeł i metod ich pozyskiwania oraz daty produkcji. Niewiele ponad 48% pytanym uznało je za raczej ważne, a 21% zdecydowanie ważne przy podejmowaniu decyzji o zakupie produktu. Pozostali raczej nie zwracali (28%) i zdecydowanie nie zwracali uwagi (8%) na etykietę.

W kolejnym pytaniu ankietowani mieli za zadanie ocenić ważność czynników w ocenie jakości wysokoprocentowych alkoholi i zarządzania ich jakością tych produktów (Rys. 2).



Rys. 2. Ważność czynników w ocenie jakości wysokoprocentowych alkoholi i zarządzania ich jakością w opinii badanych ($\bar{x}$)

Wyniki pokazują, że według badanych najważniejszym czynnikiem w ocenie jakości wysokoprocentowych napojów alkoholowych i zarządzania tymi produktami były stosowane w ich produkcji składniki i surowce ($\bar{x}=4,2$ – w skali pięciopunktowej). Czynnikiem ten wskazało 78% pytanym, w tym 53% uznało go za czynnik bardzo ważny a 25% za ważny. Ponadto jako ważne w ocenie jakości i zarządzaniu produktem ankietowani wskazali proces produkcji i technologię ($\bar{x}=3,9$) oraz kontrolę jakości na każdym etapie produkcji ($\bar{x}=3,9$). Wysoko oceniono także dostępność informacji o produkcie ($\bar{x}=3,7$). Jako mniej ważne ankietowani uznali przestrzeganie standardów i przepisów branżowych ($\bar{x}=3,2$), a także reputację i zaufanie do marki producenta ze średnią ocen 3,0. Można więc stwierdzić, że badane osoby nie kierują się marką producenta, a szukają nowych jakościowo produktów.

Podsumowanie

Rynek alkoholi jest przykładem rynków ciągle rozwijających się i przynoszących wysokie zyski. Jednak zmieniające się otoczenie i coraz większe oczekiwania konsumentów wymuszają na producentach podjęcie różnych działań, które pozwolą im na utrzymanie stabilnej pozycji na rynku. Jednym z aspektów jest dostarczenie produktów wysokiej jakości, które zaspokoją potrzeby konsumentów a jednocześnie będą spełniały zasady zrównoważonego rozwoju.

Przeprowadzone badania dostarczają wiedzy dotyczącej opinii i zachowań konsumentów alkoholi wysokoprocentowych. Wykazano, że alkohole te są często spożywane, przede wszystkim przez mężczyzn, ale także przez kobiety, które stanowią dużą część konsumentów alkoholu. Do najwyżej preferowanych alkoholi należą wódka oraz whisky, które konsumowane są samodzielnie albo z dodatkami, szczególnie z sokami i słodkimi napojami gazowanymi, ale też z lodem czy z owocami. Alkohole spożywane były w różnych miejscach i okolicznościach, najchętniej w domach, w gronie znajomych. Zbadano też zachowania rynkowe konsumentów. Badani nabywają mocne alkohole w hipermarketach oraz marketach i wydają na nie od 100 do 300 zł miesięcznie. Przy wyborze tych trunków kierują się przede wszystkim smakiem i ceną, jednocześnie poszukując nowych nieznanymi produktów i producentów. Czynnikiem, który może dodatkowo wpłynąć na decyzję o zakupie są gratisy, a szczególnie pożądane są szklanka, kieliszek lub drugi taki sam produkt. Stwierdzono, że konsumenci posiadają wiedzę na temat alkoholi i sposobu ich wytwarzania, a także na temat ich producentów oraz stosowanych przez nich praktyk w zakresie zarządzania produktem, kształtowania jego jakości, stosowania zasad zrównoważonego rozwoju. Ważna jest dla nich jakość produktu, dlatego oczekują informacji na temat stosowanych systemów zarządzania jakością i środowiskiem.

Z przeprowadzonych badań wynika, że konsumenci mają wiedzę na temat napojów alkoholowych, mają konkretne oczekiwania wobec producentów oraz produktów i oczekują produktów dobrej jakości, które dostarczą im nowych doznań. Mimo to warto uświadamiać konsumentów, że należy zwracać uwagę na ochronę środowiska przez producentów podczas procesu produkcyjnego.

Wyniki badania mogą być wykorzystane przez producentów alkoholi przy projektowaniu produktów i strategii zarządzania nim, przez marketingowców przy opracowywaniu planu marketingowego oraz przez handlowców.

Rynek alkoholi wysokoprocentowych jest przykładem rynków ciągle rozwijających się i przynoszących wysokie dochody. Jednak zmieniające się otoczenie i większa świadomość konsumentów stawiają przed ich producentami nowe wyzwania. Jednym z nich jest sprostanie oczekiwaniom konsumentów i dostosowanie produktu do ich oczekiwań. Celem przeprowadzonych badań było poznanie opinii i zachowań konsumentów wysokoprocentowych napojów alkoholowych. Badanie przeprowadzono metodą ankietową w wybranej grupie młodych konsumentów. Wykazano, że badani często spożywają mocne alkohole, przy ich wyborze kierują się smakiem i ceną, ale poszukują nowych, nieznanych produktów. Zwracają też uwagę na działania producentów w zakresie dbania o jakość produktów i zrównoważonej gospodarki. Wyniki badania mogą być ważne dla producentów przy planowaniu strategii zarządzania produktem, dla handlowców oraz marketerów.

Słowa kluczowe: determinanty wyboru, zachowania konsumenta, jakość produktu, rynek alkoholi

CONSUMER ON THE SPIRITS MARKET

The spirits market is an example of constantly developing and high-income markets. However, the changing environment and greater consumer awareness pose new challenges for their producers. One of them is to meet consumers' expectations and adapt the product accordingly. The aim of the research was to find out the opinions and consumers behavior of high-proof alcoholic beverages. The study was conducted using a survey method among a selected group of young consumers. It was shown that the respondents often consume strong alcohols, choosing them based on taste and price, but they are looking for new, unknown products. They also pay attention to the activities of producers in terms of ensuring product quality and sustainable economy. The research results may be important for manufacturers in planning product management strategies, for salespeople and marketers.

Keywords: determinants of choice, consumer behavior, product quality, alcohol market

Bibliografia

1. Dz. U. 2023 poz. 165. Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 24 listopada 2022 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o wychowaniu w trzeźwości i przeciwdziałaniu alkoholizmowi, <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20230000165/T/D20230165L.pdf> [dostęp 15.10.2023].
2. Dz. U. 2006 nr 208 poz. 1539. Ustawa z dnia 18 października 2006 r. o wyrobie napojów spirytusowych.
3. Domine A., Euler B., Stelzig M., *Alkohole świata*. Wyd. Oleksiejuk, Ożarów Mazowiecki, 2009.
4. Zgliczyński W.S., *Alkohol w Polsce*, „Infos”, 2016, nr 11.
5. PARPA, *Spożycie alkoholu w Polsce 2021*, <https://www.parpa.pl/index.php/badania-i-informacje-statystyczne/statystyki> [dostęp 15.10.2023].
6. Nielsen, *Polski rynek alkoholowy- raport Nielsena*, 2018, <http://www.nielsen.com/pl/pl/insights/reports/2018/alcoholic-beverages-in-poland.html> [dostęp 15.10.2023].
7. Kępiński A., *Rytm życia*, Wydawnictwo Literackie, Kraków, 2012.
8. Brosz M., *Wzorce konsumpcji alkoholu. Raport z badań socjologicznych przeprowadzonych w Gdańsku w 2019 r.*, Wyd. Zakładu Realizacji Badań Socjologicznych Q&Q, Gdańsk, 2019.
9. Moskalewicz J., *Polityka społeczna wobec alkoholu w Polsce w latach 1944–1982*, Wydawnictwo Edukacyjne PARPA, Warszawa, 1998.
10. Skrzypczak Z., Suchecka J., *Spożycie alkoholu oraz jego konsekwencje zdrowotne i ekonomiczne*, [w:] *Ochrona zdrowia i gospodarka. Przegląd współczesnych problemów systemu opieki zdrowotnej*, red. Haczyński J., Skrzypczak Z., WUW, Warszawa, 2022.
11. Włodarczyk E., *Společne konsekwencje problemu alkoholowego w Polsce*, „Pedagogika Społeczna”, 2018, nr 2.
12. Wozniak P., Cunningham R., Kamat S., *Alcohol and injury in Poland: review and training recommendations*, “International Journal of Emergency Medicine”, 2010, nr 3.
13. Ritchie H., Roser M., *Alcohol Consumption. Who consumes the most alcohol? How has consumption changed over time? And what are the health impacts?* 2022, <https://ourworldindata.org/alcohol-consumption>, [dostęp: 3.12.2023].
14. Otete H. E., Orton E., West J., Fleming K. M., *Sex and age differences in the early identification and treatment of alcohol use: a population-based study of patients with alcoholic cirrhosis*, “Addiction”, 2015, nr 110 (12).
15. Moskalewicz J., *Problemy zdrowia prokreacyjnego związane z konsumpcją alkoholu*, „Alkoholizm i Narkomania”, 2007, nr 1.

16. Rehm J., Taylor B., Mohapatra S., Irving H., Baliunas D., Patra J., Roerecke M., Alcohol as a risk factor for liver cirrhosis: a systematic review and meta-analysis, "Drug Alcohol Review", 2010, nr 29(4).
17. Kezer C. A., Simonetto D.A., Shah V. H., Sex differences in alcohol consumption and alcohol-associated liver disease. "Mayo Clinic Proceedings", 2021, nr 96(4).
18. Baranowska A. S., Płodowy zespół alkoholowy (FAS) jako zagrożenie dla rozwoju dziecka, „Journal of Education, Health and Sport”, 2016, nr 6(3).
19. Woźny D., Zachowania zakupowe młodych konsumentów na rynku napojów alkoholowych, Zeszyt Naukowy Wyższej Szkoły Zarządzania i Bankowości w Krakowie, 2020.
20. Wojtyła A., Bojar I., Biliński P., Problem spożywania alkoholu wśród młodzieży, „Medycyna Ogólna”, 2010, nr 16.
21. Calina D., Hartung T., Mardare I., Mitroi M., Poulas K., Tsatsakis A., Rogoveanu I., Docea A. O., COVID-19 pandemic and alcohol consumption: Impacts and interconnections, "Toxicology Reports", 2021, nr 8.
22. Grossman E. R., Sara E. Benjamin-Neelon S. E., Sonnenschein S., Alcohol Consumption during the COVID-19 Pandemic: A Cross-Sectional Survey of US Adults, "International Journal of Environmental Research and Public Health", 2020, nr 17(24).
23. Bogucki M., Gierczyński J., Grylewicz J., Ekonomiczne aspekty skutków picia alkoholu w Europie i w Polsce, Warszawa, 2013.
24. Skrzynski C. J., Creswell K. G., Associations between solitary drinking and increased alcohol consumption, alcohol problems, and drinking to cope motives in adolescents and young adults: a systematic review and meta-analysis, "Addiction", 2020, nr 115.
25. Kaczmarczyk S., Badania marketingowe. Podstawy metodyczne. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa, 2014.
26. Rowicka M., Postek S., Zin-Sędek M., Wzory konsumpcji alkoholu w Polsce. Raport z badań kwestionariuszowych 2020 r., PARPA, Warszawa, 2021.

Autorzy:

dr hab. inż. Agnieszka Rybowska, prof. UMG
Uniwersytet Morski w Gdyni,
Wydział Zarządzania i Nauk o Jakości,
email: a.rybowska@wznj.umg.edu.pl

inż. Kalina Piotr - Student UMG
Uniwersytet Morski w Gdyni,
Wydział Zarządzania i Nauk o Jakości

OCENA AKCEPTACJI I SPOŻYCIA JOGURTÓW O SMAKU JAGODOWYM PRZEZ KOBIETY MIESZKAJĄCE W GDYNI W ODNIESIENIU DO ICH STATUSU EKONOMICZNEGO

Anna M. Platta, Izabela Steinka, Klaudia Ciosańska, Renata Korzeniowska-Ginter, Agnieszka Żukowska

Wstęp

Produkty o właściwościach prozdrowotnych stanowią dobre źródło składników odżywczych zaspokajających potrzeby żywieniowe organizmu oraz zmniejszają ryzyko wystąpienia chorób metabolicznych. Cechy te sprawiają, że żywność funkcjonalna staje się coraz bardziej popularna w różnych grupach populacyjnych w Polsce [36]. Na polskim rynku największą grupę żywności prozdrowotnej pod względem dostępności stanowią przetwory mleczarskie, soki i napoje wzbogacone witaminami i/lub składnikami mineralnymi bądź błonnikiem pokarmowym i inuliną [37]. Mleczne produkty fermentowane oraz produkty roślinne zawierające wegańskie kultury bakterii jogurtowych charakteryzują się odmiennymi cechami sensorycznymi w zależności od użytych w procesie produkcji surowców. Różnią się one zastosowanymi głównymi składnikami, które stanowią ich bazę, czy też substancjami dodatkowymi nadającymi im charakterystyczne cechy sensoryczne (kolor, strukturę, zapach, smak) [36]. Z uwagi na rosnącą wiedzę konsumentów bardzo ważny jest też aspekt zdrowotny żywności oraz jego bezpieczeństwo dla organizmu [35]. Oczekiwania konsumentów skłaniają producentów do wytwarzania i wprowadzania na rynek produktów spożywczych o podwyższonej jakości, wartości odżywczej i walorach prozdrowotnych [17, 21, 35].

Postawy konsumentów wobec żywności, w tym wobec mlecznych i roślinnych produktów fermentowanych, zależą od wielu czynników, które wpływają w różny sposób na ich preferencje, prowadząc do akceptacji i wyboru jednych produktów, a odrzucenia innych. Związek postaw z zachowaniami jest przedmiotem wielu badań i dyskusji, co wynika z faktu, że postawy obserwowane i deklarowane tylko częściowo przekładają się na konkretne zachowania. Wykazano, że postawy konsumentów zależne są od wielu czynników, jak np. ekonomicznych, kulturowych, społecznych i wiedzy żywieniowej [15, 47]. Do dominujących trendów zakupowych należy: ekokonsumpcja [24, 50], etnocentryzm konsumentki oraz świadoma konsumpcja (etyczna, odpowiedzialna konsumpcja) [20, 48]. Według ukierunkowania na świadome odżywianie eksperci żywieniowi wyróżniają 3 grupy nabywców: 1- osoby próbujące zdrowo się odżywiać, bilansujące posiłki; 2 - osoby nabywające zróżnicowane produkty, nieinteresujące się źródłem pokarmu i jego wpły-

wem na organizm; 3 - osoby dokonujące zakupów dostosowanych do ich możliwości finansowych [15]. W ostatnich latach pojawiła się coraz większa gama produktów na rynku „nowej żywności”. Zaliczają się do niej wyroby etniczne [30], produkty regionalne [48], produkty wegetariańskie i wegańskie [30], żywność ekologiczną [27, 31], żywność funkcjonalną i żywność wygodną [32].

Zidentyfikowanie trendów związanych z konsumpcją jogurtów wyprodukowanych na bazie mleka krowiego, owczego i koziego oraz napojów roślinnych (np. mleczka kokosowego, sojowego) jest istotnym zagadnieniem dotyczącym zaspokajania potrzeb żywieniowych obecnego i przyszłych pokoleń. Szczególnie ważne wydaje się zidentyfikowanie czynników warunkujących podejmowanie decyzji zakupowych dotyczących żywności funkcjonalnej, w tym produktów wzbogaconych w kultury bakterii jogurtowych. Wprawdzie w literaturze można znaleźć opracowania poruszające tę tematykę, jednakże odnoszą się one głównie do żywności ekologicznej. Autorzy tych publikacji podkreślają, że istnieje luka między deklarowanymi postawami pozytywnymi a zachowaniami konsumentów względem żywności ekologicznej (konsumenty tylko w nieznacznym stopniu je nabywają) [7, 8, 38, 52]. W kontekście gotowości konsumentów do zakupu pożywienia, w tym jogurtów, nie bez znaczenia pozostają również takie elementy, jak: wygoda ich zakupu i użytkowania, stopień zaspokojenia odczuwanej potrzeby, ich jakość, trwałość oraz zaufanie do oferenta i jego oferty [29].

Ważnym elementem życia społeczeństw staje się również dbanie o zdrowie i o środowisko naturalne [9, 53], co ma bardzo duży wpływ na wybór żywności oraz na jej postrzeganie przez konsumentów. Dobór żywności do spożycia jest mocno ukierunkowany na jej korzystny wpływ na zdrowie człowieka [4, 6, 11, 26] oraz na dobór produktów wolnych od zanieczyszczeń chemicznych i syntetycznych substancji dodatkowych [14, 18]. Na przykład osoba, która ceni zrównoważony rozwój, może być bardziej chętna do zakupu produktów przyjaznych dla środowiska [Wiśniewska 2022].

Pojawienie się żywności odmiennej od tradycyjnie spożywanej, np. jogurtów wyprodukowanych na bazie mleka owczego, koziego i napojów roślinnych, budzi kontrowersje oraz sceptyczne podejście wśród niektórych grup konsumentów [3]. Lęk oraz obawy przed nową żywnością mogą tak silnie oddziaływać na konsumentów, że nie są oni w stanie poznać nowych produktów zarówno poprzez nabranie wiedzy, jak i doświadczeń, z nimi związanych [39, 44, 45]. Skutkuje to obniżeniem popytu na rynku nowej żywności poprzez zmniejszenie różnorodności nabywanych produktów do spożycia [28]. Z uwagi na to, że konsumenci mogą być zróżnicowani pod kątem postaw i zachowań wobec żywności, którą spożywają co może wynikać z odmiennej świadomości realizacji potrzeb żywieniowych, postaw wobec nowej żywności, stylu życia, zmiennych socjo-demograficznych, troski o zdrowie i środowisko naturalne, zasadnym staje się eksploracja w tym zakresie.

Celem badań była ocena akceptacji i spożycia jogurtów o smaku jagodowym wyprodukowanych na bazie mleka krowiego, owczego i koziego oraz napojów roślinnych przez kobiety mieszkające w Gdyni w odniesieniu do ich statusu ekonomicznego.

3. Metody badań

Badania empiryczne zostały zrealizowane z wykorzystaniem metody badania ankietowego. Instrumentem badawczym był kwestionariusz ankiety. Badanie zostało przeprowadzone w formie pośredniej z zastosowaniem metody CAWI (formularze Google). Badania przeprowadzono wiosną 2022 r. w grupie kobiet, które ukończyły 18 rok życia ($n=150$) w Gdyni (Polska Północna). W doborze respondenta do próby badanej wykorzystano technikę kuli śnieżowej (ang. snowball sampling) [Stanisz 2005]. Metoda kuli śnieżnej to metoda nielosowego doboru respondentów do próby badanej. Po zakończeniu każdego kolejnego wywiadu proszono badane o wskazanie znajomych kobiet, z którymi również przeprowadzono wywiad. Respondentki wyraziły świadomą i dobrowolną zgodę na udział w badaniu. Potwierdziły także, że są świadome czynników ryzyka związanych z przeprowadzeniem wywiadu metodą CAWI. Respondentkom przedstawiono następujące czynniki ryzyka: 1. Niektóre pytania mogą być dla Ciebie osobiste lub powodować dyskomfort; 2. Należy pamiętać, że za każdym razem, gdy udostępniasz informacje on-line, istnieje ryzyko. Do zbierania tych danych używamy bezpiecznego systemu [ogólne rozporządzenie o ochronie danych], ale nie możemy całkowicie wyeliminować tego ryzyka; 3. Istnieje prawdopodobieństwo, że Twoje dane może zobaczyć ktoś, kto nie powinien mieć do nich dostępu. Minimalizujemy to ryzyko w następujący sposób: dane są anonimowe, przechowywane są tylko dane pogrupowane, wszystkie dane elektroniczne po ich zakodowaniu są przechowywane na zabezpieczonym hasłem komputerze, a link do ankiety zostanie zlikwidowany po zakończeniu zbierania i analizowania danych.

Dobór respondentek do badań był celowy, ponieważ wcześniej przeprowadzane badania wykazały, iż to kobiety bardziej niż mężczyźni wykazują pozytywnie postawy względem żywności funkcjonalnej [1] oraz w większym stopniu niż mężczyźni są zainteresowane kwestiami dotyczącymi żywności i sposobu odżywiania [33]. Ponadto niski poziom neofobii żywieniowej kobiet po 60 roku życia i ich pozytywne postawy względem żywności nowej i nieznanej o wysokiej wartości odżywczej są zjawiskiem korzystnym, mogącym wpłynąć pozytywnie na spopularyzowanie prozdrowotnego sposobu żywienia w grupie osób starszych, zarówno kobiet, jak i mężczyzn [39, 40]. Wzajemne interakcje między płcią a dietą uwarunkowane są czynnikami fizjologicznymi, psychologicznymi i społeczno-kulturowymi. Ten system wzajemnych interakcji obejmuje informację zwrotną: płęć biologiczna i płęć kulturowa kształtują dietę kobiet i mężczyzn [16].

Analizę wyników przeprowadzono z uwzględnieniem subiektywnej samooceny statusu ekonomicznego kobiet. Badaną grupę kobiet poproszono o dokonanie samooceny swoich dochodów poprzez wybór jednej z pięciu możliwych odpowiedzi: 1. dochód całkowicie niewystarczający; 2. dochód pozwalający zaspokoić tylko podstawowe potrzeby; 3. stać mnie na niektóre, ale nie na wszystkie wydatki; 4. stać mnie na wszystko; 5. stać mnie na wszystko i mogę zaoszczędzić. Badana grupa kobiet zadeklarowała, że ich dochód jest całkowicie niewystarczający - 2 osoby (1,3%), pozwala zaspokoić tylko podstawowe potrzeby - 12 osób (8%), stać je na niektóre, ale nie wszystkie wydatki - 67 osób (44,7%), stać je na wszystko - 44 osób (29,3%) oraz stać je na wszystko i mogą jeszcze zaoszczędzić - 25 osób (16,7%) (Tab. 1). Na podstawie uzyskanych odpowiedzi dokonano podziału respondentek na dwie podgrupy pod względem zadeklarowanego dochodu. Grupę 1 stanowiły osoby o zadeklarowanym dochodzie całkowicie niewystarczającym, pozwalającym zaspokoić tylko podstawowe potrzeby oraz osoby, które stać na niektóre, ale nie na wszystkie wydatki – łącznie 81 osób (54% ogółu badanych). Do grupy 2 zaliczono osoby o wysokim i bardzo wysokim dochodzie, które zadeklarowały, że stać je na wszystko oraz że stać je na wszystko i mogą jeszcze zaoszczędzić – łącznie 69 osób (46% ogółu badanych). Przyjęty podział respondentek na 2 grupy pod względem zadeklarowanego statusu ekonomicznego uwzględniono przy omawianiu wyników badań. Do analizy wyników wykorzystano elementy statystyki opisowej: liczebność (n) i procent badanej grupy (%).

Metodą Food Attitude Survey (FAS-R) [12] oceniono stopień akceptacji przez kobiety 10. jogurtów o smaku jagodowym wyprodukowanych na bazie mleka krowiego (5. jogurtów), owczego (1. jogurt) i koziego (1. jogurt) oraz napojów roślinnych, takich jak: mleczko kokosowe (2. jogurty) i sojowe (1. jogurt). Stopień akceptacji produktów ustalono na podstawie następujących stwierdzeń: 1. Nigdy nie próbowałam tego produktu i nigdy nie zamierzam spróbować; 2. Nigdy nie spróbowałam tego produktu, ale spróbowałabym gdybym miała taką możliwość; 3. Nie lubię tego produktu. Smakuje okropnie; 4. Mogę zjeść lub nie dany produkt. Smakuje dobrze; 5. Bardzo lubię ten produkt. Myślę, że smakuje dobrze. Charakterystykę jogurtów o smaku jagodowym prezentowanych w badaniu zamieszczono w tabeli nr 2.

Zrealizowane badania mają pewne ograniczenia. oceną stopnia akceptacji i spożycia jogurtów o smaku jagodowym przez respondentki przeprowadzono wykorzystując próbkowanie wśród mieszkanek Gdyni techniką kuli śniegowej. Wyniki badania nie są zatem reprezentatywne dla całej populacji Polski i należy je interpretować z dużą ostrożnością. W przyszłości należałoby również rozważyć identyfikację innych czynników, w tym jakościowych (płeć, pokolenie, wykształcenie) oraz ilościowych (postawy względem nowej żywności, wartości i styl życia, troskę o zdrowie i środowisko naturalne), wywierających wpływ na podejmowanie przez konsu-

mentów decyzji o zakupie i częstości spożycia jogurtów jagodowych wyprodukowanych z różnych surowców bazowych (mlek i napojów roślinnych).

Tab. 1. Charakterystyka badanej grupy kobiet

Subiektywna samoocena status ekonomicznego	Liczba wskazań [n]	Udział procentowy [%]
dochód całkowicie niewystarczający (grupa 1)	2	1,3
pozwala zaspokoić tylko podstawowe potrzeby (grupa 1)	12	8
stać mniej na niektóre, ale nie na wszystkie wydatki (grupa 1)	67	44,7
stać mniej na wszystko (grupa 2)	44	29,3
stać mniej na wszystko i mogę zaoszczędzić (grupa 2)	25	16,7

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.

Tab. 2. Charakterystyka jogurtów o smaku jagodowym prezentowanych w badaniu

Nazwa i kod produktu	Skład; Wartość energetyczna;
Jogurt Fruvita Pure - jagoda banan – miejsce zakupu: Biedronka Kod: JM_1_B	<u>Jogurt naturalny 70%</u> , owoce 30% (banan 18%, jagody 12%); Wartość energetyczna: 91 kcal; Tłuszcz: 3,1 g (w tym kwasy tłuszczowe nasycone: 1,8 g), węglowodany: 10,6 g (w tym cukry: 9,3 g), białko: 3,9 g, sól: 0,15 g.
Jogurt Fruvita Skyr typu islandzkiego - jagoda – miejsce zakupu: Biedronka Kod: JM_2_B	Mleko pasteryzowane, wsad jagodowy 20%, cukier, aromat naturalny, substancje zagęszczające, żywe kultury bakterii jogurtowych: <i>Streptococcus thermophilus</i> ; <i>Lactobacillus bulgaricus</i> ; Wartość energetyczna: 83 kcal; Tłuszcz: 0 g (w tym kwasy tłuszczowe nasycone: 0 g), węglowodany: 10 g (w tym cukry: 10 g), białko: 9,5 g, sól: 0,1 g.
Zott Jogobella 30% mniej cukrów - jagoda - miejsce zakupu: Carrefour, Tesco Kod: JM_3_CT	<u>Jogurt</u> , owoce 9% (jagody, mus jagodowy z koncentratu), inulina, cukier, aromat; Wartość energetyczna: 85 kcal; Tłuszcz: 3 g (w tym kwasy tłuszczowe nasycone: 2 g), węglowodany: 7,6 g (w tym cukry: 6,9 g), białko: 3,4 g, sól: 0,15 g, błonnik: 3 g.
Jogurt Bio Bakoma - jagoda - miejsce zakupu: Biedronka, Auchan Kod: JM_4_BA	<u>Mleko pasteryzowane Bio</u> , jagody 15% Bio, cukier trzcinowy Bio, <u>śmietanka pasteryzowana Bio</u> , żywe kultury bakterii jogurtowych oraz <i>Lactobacillus acidophilus</i> i <i>Bifidobacterium lactis</i> ; Wartość energetyczna: 97 kcal; Tłuszcz: 2,5 g (w

	tym kwasy tłuszczowe nasycone: 1,8g), węglowodany: 15,5 g (w tym cukry: 14,5 g), białko: 3,3 g, sól: 0,1 g.
Jogurt Activia Danone - jagoda, chia - miejsce zakupu: Carrefour, Auchan Kod: JM_5_CA	<u>Mleko odtłuszczone</u> , <u>mleko zagęszczone odtłuszczone</u> , woda, <u>śmietanka (z mleka)</u> , jagody 5%, cukier, nasiona chia (szałwia hiszpańska) 1%, <u>białka mleka</u> , błonnik cytrusowy, naturalny aromat jagodowy z innymi naturalnymi aromatami, koncentrat soku cytrynowego, bakterie: <i>jogurtowe (108 jtk/g)</i> , <i>ActiRegularis Bifidobacterium CNCM I-2494 (4 x 107 jtk/g)</i> , koncentrat soku z marchwi i jagody; Wartość energetyczna 83 kcal; Tłuszcz : 3,0 g (w tym kwasy tłuszczowe nasycone : 1,7 g), węglowodany : 10,1 g (w tym cukry: 9,2 g), błonnik : 0,8 g,, białko : 3,7 g, sól : 0,12 g.
Jogurt owczy Rians - jagoda, jeży- na - miejsce zakupu: Auchan, Car- refour Kod: JMO_1_AC	<u>Mleko pełne owcze pasteryzowane</u> , wsad jagodowy - jeżynowy (17%) (cukier, jeżyna (25%), woda, jagody (10%), syrop glukozowo-fruktozowy, skrobia kukurydziana modyfikowana, skoncentrowany przecier jabłkowy, substancja zagęszczająca (pektyny, guma guar), regulator kwasowości (cytrynian sodu), kwas cytrynowy, cytrynian wapnia, aromaty, zagęszczony sok winogronowy, cukier kultury bakterii mlekowych; Wartość energetyczna: 11 kcal; Tłuszcz: 5,2 g (w tym kwasy tłuszczowe nasycone: 3,5 g), węglowodany: 13 g (w tym cukry: 10 g), białko: 0,2 g, sól: 3,9 g.
Jogurt kozi Danmis - jagoda - miej- sce zakupu: Auchan, Lidl Kod: JMK_1_AL	<u>Mleko kozie</u> , <u>mleko kozie zagęszczone</u> , cukier, owoce: 4,5% jagody, koncentrat z marchwi, aronii i winogron, koncentrat soku z buraka ćwikłowego, aromat: jagodowy, kultury bakterii jogurtowych: <i>Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus</i> , <i>Streptococcus thermophilus</i> ; Wartość energetyczna: 95 kcal; Tłuszcz: 2,7 g (w tym kwasy tłuszczowe nasycone: 2 g), węglowodany: 13,5 g (w tym cukry: 10 g), białko: 4,2 g, sól: 0,09 g.
Jogurt kokosowy Vegup Bio - jago- da, czarna porzeczka – miejsce za- kupu: Lidl	<u>Mleczko kokosowe* 70,9%</u> (woda, ekstrakt z koka- sa*), syrop z agawy*, jagoda* 6%, czarna porzecz- ka* 6%, skrobia*, zagęszczony sok z białych wino-

Kod: JRK_1_L	gron*, naturalny aromat*, zagęszczony sok cytrynowy*, wegańskie kultury bakterii jogurtowych: <i>S.thermophilus</i> , <i>L.delbrueckii ssp. Bulgaricus</i> (*certyfikowany składnik ekologiczny); Wartość energetyczna: 107 kcal; Tłuszcz: 5,3 g (w tym kwasy tłuszczowe nasycone: 5,0 g), węglowodany: 14 g (w tym cukry: 8,4 g), błonnik: <0,5 g, białko: 0,6 g, sól: 0,03 g.
Jogurt kokosowy Planton - jagoda - miejsce zakupu: Carrefour, Auchan Kod: JRK_2_CA	<u>Mleczko kokosowe 81,3%</u> (woda, ekstrakt z kokosa), jagody 7%, cukier, mąka z tapioki, skrobia, białka bobu, aromat naturalny, wegańskie kultury bakterii jogurtowych; Wartość energetyczna: 89 kcal; Tłuszcz: 4,2 g (w tym kwasy tłuszczowe nasycone: 4 g), węglowodany: 12 g (w tym cukry: 8,1 g), białko: 0,8 g, sól: 0,02 g, błonnik: <0,5 g.
Jogurt sojowy Alpro - jagoda - miejsce zakupu: Carrefour, Auchan Kod: JRS_1_CA	Woda, <u>obłuszczone ziarno soi (9,8%)</u> , cukier, jagoda (5,7%), wapń, stabilizator (pektyny), regulatory kwasowości (kwas cytrynowy, cytryniany sodu), naturalny aromat, ekstrakt z czarnej marchwi, ekstrakt z jagód, ekstrakt z marchwi, sól morską, przeciwutleniacze (mieszanina tokoferoli, estry kwasów tłuszczowych i kwasu askorbinowego), witaminy (B ₂ , B ₁₂ , D), kultury bakterii jogurtowych: <i>S. thermophilus</i> , <i>L. bulgaricus</i> ; Wartość energetyczna: 70 kcal; Tłuszcz: 2,2 g (w tym kwasy tłuszczowe nasycone: 0,4 g), węglowodany: 8,2 g (w tym cukry: 7,9 g), białko: 3,7 g, sól: 0,15 g, błonnik: 1 g.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych zamieszczonych na etykietach produktów.

4. Wyniki i dyskusja

Analiza skali FAS-R umożliwiła ocenę postaw i częstości spożycia przez badaną grupę kobiet prezentowanych w badaniu mlecznych i roślinnych produktów fermentowanych, na przykładzie jogurtów o smaku jagodowym. W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że jogurty o smaku jagodowym, które uzyskały wysoki i średni poziom akceptacji wśród respondentek, poprzez wskazanie odpowiedzi: „Bardzo lubię tę żywność. Myślę, że jest smaczna i jadam ją” lub „Mogę zjeść lub nie zjeść tę żywność. Smakuje dobrze i jadam ją od czasu do czasu”, to: JM_4_CA (34%), JM_2_B (33,3%), JM_5_CA (26,7%) oraz JM_3_CT (26%)

(Tab. 3). Według Drywień i in. [10] kobiety w wieku 19–90 lat spożywały w największych ilościach jogurty i kefiry naturalne (ok. 34% ogółu produktów fermentowanych) oraz jogurty smakowe (ok. 25% ogółu produktów fermentowanych). Ponadto stwierdzono, że w grupie osób po 65 roku życia do najczęściej kupowanych produktów prozdrowotnych należał nabiał wzbogacany w wapń [22]. Produktami o właściwościach prozdrowotnych, które w badaniach konsumenckich uzyskują wysoki stopień akceptacji wśród kobiet są m.in. kefiry i jogurty wzbogacone w wapń [41].

Jogurty o smaku jagodowym wyprodukowane na bazie mleka owczego i krowiego oraz napojów roślinnych charakteryzowały się mniejszą znajomością i akceptacją w grupie badanych kobiet (Tab. 3). Respondentki dokonując deklaracji w zakresie znajomości i częstości spożycia wyżej wymienionych jogurtów w większości wybierały odpowiedź: „Nigdy nie spróbowałam tej żywności, ale spróbowałabym gdybym miała taką możliwość” (JRK_1_L - 50,7% ogółu badanych, JRS_1_CA - 50% ogółu badanych, JMO_1_AC - 49,3% ogółu badanych, JMK_1_AL - 48,7% ogółu badanych, JRK_2_CA - 47,3% ogółu badanych oraz JM_1_B - 40,7% ogółu badanych (Tab. 3).

Część respondentek zadeklarowała negatywne postawy względem prezentowanych w badaniu jogurtów, zaznaczając na skali FAS-R odpowiedź: „Nie próbowałam tej żywności i nie zamierzam jej spróbować” (JMK_1_AL - 24,6% ogółu badanych, JMO_1_AC - 22% ogółu badanych, JRK_2_CA - 18,1% ogółu badanych, JRK_1_L - 17,3% ogółu badanych) (tabela 3). Ponadto jedno z pięciu stwierdzeń na skali FAS-R - „Nie lubię tej żywności. Smakuje okropnie i więcej jej nie spróbuję” zostało wskazane przez nieliczną grupę respondentek i dotyczyło jogurtów, takich jak: JMK_1_AL - 6,7% ogółu badanych, JRK_2_CA - 5,3% ogółu badanych, JMO_1_AC - 4,7% ogółu badanych oraz JM_3_CT - 8% ogółu badanych (Tab. 3). Według Jędrusek-Golińskiej i in. [22] ważną rolę przy wyborze żywności odgrywa jej smak, a zatem na niewielkie spożycie niektórych produktów prozdrowotnych może wpływać brak akceptacji ich cech sensorycznych.

Tab. 3. Stopień akceptacji jogurtów o smaku jagodowym przez kobiety mieszkające w Gdyni w odniesieniu do ich statusu ekonomicznego

Oceniane jogurty	Stwierdzenia na skali FAS-R*									
	1		2		3		4		5	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
JM_1_B	15	10	61	40,7	3	2	45	30	26	17,3
JM_2_B	9	6	27	18	2	1,3	62	41,3	50	33,3
JM_3_CT	15	10	15	10	12	8	69	46	39	26
JM_4_BA	9	6	23	15,3	1	0,7	66	44	51	34
JM_5_CA	11	7,3	34	22,7	3	2	62	41,3	40	26,7
JMO_1_AC	33	22	74	49,3	7	4,7	29	19,3	7	4,7
JMK_1	37	24,6	73	48,7	10	6,7	27	18	3	2

JRK_1_L	26	17,3	76	50,7	6	4	36	24	6	4
JRK_2_CA	27	18,1	71	47,3	8	5,3	36	24	8	5,3
JRS_1_CA	19	12,7	75	50	5	3,3	36	24	15	10

*Zakres możliwych odpowiedzi: 1 - Nie próbowałam tej żywności i nie zamierzam jej spróbować; 2 - Nigdy nie próbowałam tej żywności ale spróbowałabym gdybym miała taką możliwość; 3 - Nie lubię tej żywności. Smakuje okropnie i więcej jej nie spróbuję; 4 - Mogę zjeść lub nie zjeść tej żywności. Smakuje dobrze i jadam ją od czasu do czasu; 5- Bardzo lubię tę żywność. Myślę, że jest smaczna, jadam ją.

Źródło: wyniki badań własnych.

W badaniach własnych stwierdzono, że kryterium subiektywnej samooceny miesięcznych dochodów jest czynnikiem różnicującym preferencje kobiet względem prezentowanych w badaniu jogurtów o smaku jagodowym (Tab. 4-5). Respondentki, które oceniły swój dochód na poziomie całkowicie niewystarczającym lub pozwalającym zaspokoić tylko podstawowe potrzeby lub wskazały odpowiedź: „stać mnie na niektóre, ale nie na wszystkie wydatki” zadeklarowały mniejszą znajomość jogurtów wyprodukowanych na bazie mleka koziego, owczego i napojów roślinnych, niż respondentki z dochodami na wysokim i bardzo wysokim poziomie, które zadeklarowały, że stać je na wszystko lub stać je na wszystko i mogą jeszcze zaoszczędzić (Tab. 4-5). Względem jogurtów wyprodukowanych na bazie napojów roślinnych oraz mleka owczego i koziego kobiety wskazywały najczęściej odpowiedź: „Nigdy nie próbowałam tej żywności, ale spróbowałabym gdybym miała taką możliwość”. Dla poszczególnych jogurtów odpowiedzi kształtowały się na następującym poziomie: JRS_1_CA - 63%, JRK_1_L - 61,8%, JRK_2_CA - 59 (Tab. 4-5). Wśród respondentek o niższych, miesięcznych dochodach odpowiedź: „Bardzo lubię tę żywność. Myślę, że jest smaczna i jadam ją” była najczęściej wskazywana dla jogurtów: JM_2_B - 38,3%, JM_4_BA - 35,8%, JM_3_CT - 30,8% oraz JM_5_CA - 33,3%, a odpowiedź: „Mogę zjeść lub nie zjeść tej żywności. Smakuje dobrze i jadam ją od czasu do czasu” dla jogurtów: JM_4_BA - 42%, JM_2_B - 35,8%, JM_3_CT - 35,8%. 3%, JMO_1_AC - 58,1%, JMK_1_AL - 54,3% (Tab. 4).

Tab. 4. Akceptacja jogurtów o smaku jagodowym a subiektywna ocena statusu ekonomicznego badanych kobiet (grupa 1)

Oceniane jogurty	Stwierdzenia na skali FAS-R*									
	grupa 1 - osoby o zadeklarowanym dochodzie całkowicie niewystarczającym i pozwalającym zaspokoić tylko podstawowe potrzeby oraz osoby, które stać na niektóre, ale nie na wszystkie wydatki (n= 81; 54% ogółu badanych)									
	1		2		3		4		5	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
JM_1_B	8	9,9	36	44,4	1	1,2	19	23,5	17	21
JM_2_B	5	6,2	15	18,5	1	1,2	29	35,8	31	38,3

JM_3_CT	11	13,6	11	13,6	5	6,2	29	35,8	25	30,8
JM_4_BA	5	6,2	12	14,8	1	1,2	34	42	29	35,8
JM_5_CA	5	6,2	18	22,2	2	2,5	29	35,8	27	33,3
JMO_1_AC	23	28,4	47	58,1	3	3,7	4	4,9	4	4,9
JMK_1	26	32,2	44	54,3	7	8,6	3	3,7	1	1,2
JRK_1_L	15	18,5	50	61,8	4	4,9	9	11,1	3	3,7
JRK_2_CA	17	21	48	59,3	3	3,7	8	9,9	5	6,2
JRS_1_CA	13	16	51	63	2	2,5	11	13,6	4	4,9

*Zakres możliwych odpowiedzi: 1 - Nie próbowałam tej żywności i nie zamierzam jej spróbować; 2 - Nigdy nie próbowałam tej żywności ale spróbowałabym gdybym miała taką możliwość; 3 - Nie lubię tej żywności. Smakuje okropnie i więcej jej nie spróbuję; 4 - Mogę zjeść lub nie zjeść tej żywności. Smakuje dobrze i jadam ją od czasu do czasu; 5- Bardzo lubię tę żywność. Myślę, że jest smaczna, jadam ją.

Źródło: wyniki badań własnych.

Czynnikiem kształtującym wybory żywieniowe konsumentek był ich dochód (Tab. 4-5). Jogurty wyprodukowane na bazie zamienników mleka krowiego (np. na bazie mleka owczego, koziego i napojów roślinnych) posiadają zazwyczaj wyższą cenę niż jogurty wyprodukowane na bazie mleka krowiego, co może być jedną z przyczyn rezygnacji z ich zakupu i konsumpcji przez osoby o niskich dochodach. Kobiety, które zadeklarowały dochody na wysokim poziomie, poprzez wskazanie odpowiedzi: „stać mnie na wszystko” lub „stać mnie na wszystko i mogę zaoszczędzić”, wykazywały zdecydowanie wyższą akceptację i częstotliwość spożycia prezentowanych w badaniu jogurtów o smaku jagodowym niż grupa o zadeklarowanych niższych dochodach (Tab. 4). Odpowiedź: „Mogę zjeść lub nie zjeść tej żywności. Smakuje dobrze i jadam ją od czasu do czasu” kobiety o wysokich i bardzo wysokich dochodach wybierały zarówno w przypadku jogurtów na bazie mleka krowiego, jak i jogurtów wyprodukowanych na bazie mleka owczego, koziego i napojów roślinnych: JRK_2_CA - 40,7%, JRK_1_L - 39,1%, JRS_1_CA - 36,2%, JMO_1_AC - 36,2%, JMK_1_AL - 34,9% (tabela 5). Ponadto ta grupa respondentek wykazała postawy pozytywne względem jogurtów, których nie znała, poprzez wskazanie na skali FAS-R odpowiedzi: „Nigdy nie próbowałam tej żywności, ale spróbowałabym gdybym miała taką możliwość”: JMK_1_AL - 42%, JMO_1_AC - 39,1%, JRK_1_L - 37,7%, JRK_2_CA - 33,3%, JRS_1_CA - 34,9% (Tab. 5).

Tab. 5. Akceptacja jogurtów o smaku jagodowym a subiektywna ocena statusu ekonomicznego badanych kobiet (grupa 2)

Oceniane jogurty	Stwierdzenia na skali FAS-R*									
	grupa 2 - osoby o zadeklarowanym wysokim i bardzo wysokim dochodzie (n=69; 46% ogółu badanych)									
	1		2		3		4		5	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%

JM 1 B	7	10,2	25	36,2	2	2,9	26	37,7	9	13
JM 2 B	4	5,8	12	17,5	1	1,4	33	47,8	19	27,5
JM 3 CT	4	5,8	4	5,8	7	10,1	40	58	14	20,3
JM 4 BA	4	5,8	11	15,9	0	0	32	46,4	22	31,9
JM 5 CA	6	8,7	16	23,3	1	1,4	33	47,8	13	18,8
JMO 1 AC	10	14,6	27	39,1	4	5,8	25	36,2	3	4,3
JMK 1	11	15,9	29	42	3	4,3	24	34,9	2	2,9
JRK 1 L	11	15,9	26	37,7	2	2,9	27	39,1	3	4,3
JRK 2 CA	10	14,5	23	33,3	5	7,2	28	40,7	3	4,3
JRS 1 CA	6	8,7	24	34,9	3	4,3	25	36,2	11	15,9

*Zakres możliwych odpowiedzi: 1 - Nie próbowałam tej żywności i nie zamierzam jej spróbować; 2 - Nigdy nie próbowałam tej żywności ale spróbowałabym gdybym miała taką możliwość; 3 - Nie lubię tej żywności. Smakuje okropnie i więcej jej nie spróbuję; 4 - Mogę zjeść lub nie zjeść tej żywności. Smakuje dobrze i jadam ją od czasu do czasu; 5- Bardzo lubię tę żywność. Myślę, że jest smaczna, jadam ją.

Źródło: wyniki badań własnych.

Wyższy odsetek procentowy respondentek o zadeklarowanych niskich i niewystarczających dochodach charakteryzował się niechęcią do próbowania nowych, nieznanych im produktów w porównaniu do respondentek o zadeklarowanych wysokich i bardzo wysokich dochodach (Tab. 4-5). Przegląd badań przeprowadzony przez Babicz-Zielińską i Jeżewską-Zychowicz [1] potwierdził istotny wpływ czynników ekonomicznych, zwłaszcza dochodów, na dietę konsumentów. Ponadto Bolesławska i in. [5] wykazali, że charakter zmian w zachowaniach żywieniowych populacji Polski różni się w zależności od płci i analizowanych parametrów żywieniowych, dlatego wyniki badań empirycznych należy przedstawiać oddzielnie dla grup żeńskich i męskich. Według Jędrusek-Golińska i in. [22] czynnikami, które wpłynęłyby na większe zainteresowanie respondentów żywnością prozdrowotną, byłaby szersza informacja i niższa cena. Wydatki żywieniowe są często elastycznym elementem budżetu gospodarstwa, co oznacza, że konsumenci rzadko z góry je planują. W rezultacie zdrowsze produkty są pomijane przez biedniejszych konsumentów na rzecz mniej odżywczych, a bardziej energetycznego jedzenia [2, 19, 42]. Aby poprawić stan odżywienia kobiet, działania podejmowane w tym zakresie muszą koncentrować się na zwiększeniu dostępu kobiet do zdrowej żywności i ich poczucia własnej skuteczności w utrzymaniu zdrowej diety [25], albowiem niski poziom motywacji kobiet do zmian ma negatywny wpływ na zmianę zachowań żywieniowych [43]. Dla kobiet przy wyborze żywności do konsumpcji ważna jest wiedza o wartości odżywczej produktów spożywczych oraz ich bezpieczeństwo zdrowotne [51].

Podsumowanie

Przeprowadzone badania wykazały, że stopień akceptacji jogurtów o smaku jagodowym, wyprodukowanych na bazie napojów roślinnych oraz mleka koziego,

owczego i krowiego, zależał od statusu ekonomicznego kobiet. Respondentki o zadeklarowanym wysokim i bardzo wysokim poziomie dochodów na pytanie dotyczące konsumpcji wskazanych w badaniu jogurtów o smaku jagodowym, wyprodukowanych na bazie napojów roślinnych oraz mleka koziego i owczego, udzielały najczęściej jednej z dwu odpowiedzi: „Nigdy nie spróbowałam tej żywności ale spróbowałabym gdybym miała taką możliwość” lub „Mogę zjeść lub nie zjeść tę żywność. Smakuje dobrze i jadam ją od czasu do czasu”. Można zatem przypuszczać, że kobiety, które zadeklarowały swoje dochody na wysokim i bardzo wysokim poziomie, częściej spożywały jogurty jagodowe wyprodukowane na bazie zamienników mleka krowiego od respondentek, które zadeklarowały dochody na niskim i bardzo niskim poziomie.

W niniejszych badaniach dokonano oceny stopnia akceptacji i częstości spożycia jogurtów o smaku jagodowym, wyprodukowanych na bazie mleka krowiego, owczego i koziego oraz napojów roślinnych, przez kobiety, a uzyskane wyniki mogą być wykorzystane jako podstawa do dyskusji i rozważań na temat rozwoju inteligentnych systemów żywnościowych wykorzystujących technologie informacyjno-komunikacyjne (ICT). Systemy te zapewnią konsumentom wiedzę na temat asortymentu i jakości różnych rodzajów żywności, w tym żywności funkcjonalnej, ekologicznej i innych, oraz pomogą w zaspokojeniu potrzeb żywieniowych społeczeństw. W świetle wyzwań CZR prowadzenie badań monitorujących zachowania żywieniowe różnych grup populacyjnych jest użyteczne i zasadne ze względu na diagnozę czy konieczne jest podejmowanie działań o charakterze hedonistycznym łączących się między innymi z kwestią zapewnienia zdrowia i większej dbałości o kondycję psychiczną i fizyczną obecnych i przyszłych pokoleń. Aby poprawić stan odżywienia kobiet, działania podejmowane w tym zakresie muszą koncentrować się na zwiększeniu dostępu kobiet do zdrowej żywności i poczucia ich własnej skuteczności w wyborze do spożycia żywności wysokiej jakości. Zrealizowane badania wpisują się w zarządzanie ryzykiem zdrowotnym i promocję zdrowia w populacji Polski.

Publikację artykułu sfinansowano z projektu realizowanego przez Wydział Zarządzania i Nauk o Jakości Uniwersytetu Morskiego w Gdyni nr WZNJ/2023/PZ/1.

Poznanie opinii i przekonań konsumentów w stosunku do żywności jest ważne z punktu widzenia uzupełniania użytecznej wiedzy przydatnej dla producentów i menedżerów w przygotowaniu oferty rynkowej i zarządzania marketingiem, w szczególności w strategiach komunikowania marketingowego. Celem badań była ocena akceptacji i spożycia jogurtów o smaku jagodowym wyprodukowanych na bazie mleka krowiego, owczego i koziego oraz napojów roślinnych przez kobiety mieszkające w Gdyni w odniesieniu do ich statusu ekonomicznego.

go. Wykazano, że respondentki o zadeklarowanym wysokim i bardzo wysokim poziomie dochodów, częściej wykazywały postawy pozytywne i spożywały jogurty o smaku jagodowym wyprodukowane na bazie zamienników mleka krowiego (mleku owczym i kozim oraz napojach roślinnych) od respondentek, które zadeklarowały dochody na niskim i bardzo niskim poziomie.

Słowa kluczowe: akceptacja produktu, jogurty jagodowe, kobiety, status ekonomiczny

ASSESSMENT OF THE ACCEPTANCE AND CONSUMPTION OF BERRY-FLAVOURED YOGHURTS BY WOMEN LIVING IN THE CITY OF GDYNIA IN RELATION TO THEIR ECONOMIC STATUS

Finding out about consumers' opinions and beliefs about food is important to provide useful knowledge for producers and managers in preparing market offers and in marketing management, especially in marketing communication strategies. The aim of the study was to assess the acceptance and consumption of berry-flavoured yoghurts made from cow's, sheep's and goat's milk and plant-based drinks by women living in Gdynia in relation to their economic status. It was shown that respondents who reported high and very high income levels were more likely to have positive attitudes and consume berry-flavoured yoghurts made from cow's milk substitutes (ewe's and goat's milk and plant-based drinks) than respondents who reported low and very low income levels.

Keywords: product acceptance, blueberry yogurts, women, economic status

Bibliografia

1. Babicz-Zielińska E., Jeżewska-Zychowicz M., Wpływ czynników środowiskowych na wybór i spożycie żywności, „Handel Wewnętrzny” 2015, vol. 355, nr 2, 5-18.
2. Baker H., Nutrition in the elderly: An overview, „Geriatrics” 2007, vol. 62, nr 7, 28-31.
3. Barska A., Millennial consumers in the convenience food market, „Management” 2018, nr 1, 251-264, doi: <https://doi.org/10.2478/manment-2018-0018>.
4. Błaszczak A., Grześkiewicz W., Żywność funkcjonalna – szansa czy zagrożenie dla zdrowia, „Medycyna Ogólna i Nauki o Zdrowiu 2014”, vol. 20, nr 2, 214-221, <https://doi.org/10.5604/20834543.1112240>.
5. Bolesławska I., Błaszczyk-Bebenek, E., Jagielski P., Jagielska A., Przysławski J., Nutritional behaviors of women and men in Poland during confinement related to the SARS-CoV-2 epidemic, „Scientific Reports” 2021, nr 11 (nr artykułu 19984), <https://doi.org/10.1038/s41598-021-99561-w>.
6. Bryła P., Uwarunkowania skłonności do płacenia wyższej ceny za żywność ekologiczną w porównaniu z produktami konwencjonalnymi, „Prace Naukowe

- Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu” 2018, nr 526, 203-213, <http://dx.doi.org/10.15611/pn.2018.526.18>
7. Buder F., Feldmann C., Hamm U., Why regular buyers of organic food still buy many conventional products: product-specific purchase barriers for organic food consumers, „British Food Journal” 2014, vol. 116, nr 3, 390–404, <https://doi.org/10.1108/BFJ-04-2012-0087>.
 8. Caniëls M. C. J., Lambrechts W., Platje J., Motylska-Kuźma A., Fortuński B., 50 Shades of green: insights into personal values and worldviews as drivers of green purchasing intention, behaviour, and experience, „Sustainability” 2021, Vol. 13, nr 8, 4140, <https://doi.org/10.3390/su13084140>.
 9. Didkowska A., Orłowska B., Jachnis A., Anusz K., Wartość odżywcza ekologicznych produktów spożywczych pochodzenia zwierzęcego jako element bezpieczeństwa żywności, „Życie Weterynaryjne” 2017, vol. 92, nr 3, 208-210.
 10. Drywień M., Hamułka J., Górnicka M., Wawrzyniak A., Frąckiewicz J., Woźniak A., Ciecierska A., Spożycie produktów fermentowanych. Badania ankietowe kobiet, „Przemysł Spożywczy” 2018, vol. 72, nr 2, 36-39, <http://dx.doi.org/10.15199/65.2018.2.5>.
 11. Fabisiak A., Grochowicz J., Żywność funkcjonalna – aspekty prawne i znaczenie wybranych składników bioaktywnych, „Zeszyty Naukowe Uczelni Vistula” 2018, vol. 60, nr 3, 143-153.
 12. Frank R.A., van der Klaauw N.J., The contribution of chemosensory factors to individual differences in reported food preferences, „Appetite” 1994, vol. 22, nr 2, 101-123, <http://dx.doi.org/10.1006/appe.1994.1011>.
 13. Functional food, European Food Information Council, 2014, <http://www.eufic.org/article/en/expid/basics-functional-foods> (15.10.2023).
 14. Gadomska J., Sadowski T., Buczkowska M., Ekologiczna żywność jako czynnik sprzyjający zdrowiu, „Problemy Higieny i Epidemiologii” 2014, vol. 95, nr 3, 556-560.
 15. Gadzała K., Lesiów T., Wiedza konsumentów na temat aktualnych trendów żywieniowych, „Nauki Inżynierskie i Technologie. Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu” 2019, Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu, nr 2(33), 27-29, doi: 10.15611.
 16. Grzymisławska M., Puch E., Zawada A., Grzymisławski M., Do nutritional behaviors depend on biological sex and cultural gender?, „Advances in Clinical and Experimental Medicine” 2020, nr 29(1), 165–172, doi:10.17219/acem/111817.
 17. Gutkowska K., Olewnik-Mikołajewska A., Krośnicka K., Piekut M., Zachowania konsumentów wobec innowacyjnych produktów żywnościowych na przykładzie żywności funkcjonalnej, „Logistyka” 2015, nr 2, 912-919.

18. Hermaniuk T., Postawy i zachowania konsumentów na rynku ekologicznych produktów żywnościowych, „Handel Wewnętrzny” 2018, vol. 373, nr 2, pp. 189-199.
19. Inglis V., Ball K., Crawford D., Does Modifying the Household Food Budget Predict Changes in the Healthfulness of Purchasing Choices Among Low- and High-Income Women?, „Appetite” 2009, vol. 52, nr 2, 273-279.
20. Jasiulecz A., Motywy i bariery konsumpcji innowacyjnych produktów żywnościowych, „Studia i Prace WNEiZ US” 2016, nr 43(3), 134-139, doi: 10.18276/sip.2016.43/3-12.
21. Jeznach M., Kosicka-Gębska M., Gębski J., Kwiecińska A., Czynniki skłaniające do nabycia żywności prozdrowotnej w świetle badań jakościowych, „Handel Wewnętrzny” 2018, vol. 375, nr 4, 366-375.
22. Jędrusek-Golińska A., Szymandera-Buszk K., Waszkowiak K., Kmiecik D., Kobus-Cisowska J., Wpływ subiektywnej oceny statusu ekonomicznego ludzi starszych na ich nastawienia do żywności funkcjonalnej, „Problemy Higieny i Epidemiologii” 2017, vol. 98, nr 3, 271-275.
23. Jędrusek-Golińska A., Szymandera-Buszk K., Waszkowiak K., Pieciewicz M., 2018, Postrzeganie żywności prozdrowotnej przez osoby starsze w świetle badań, „Handel Wewnętrzny”, vol. 375, nr 4, 145-155.
24. Kalińska-Kula M., Marketing produktów ekologicznych – możliwości budowania przewagi konkurencyjnej, „Marketing i Zarządzanie” 2016, nr 44, 41–50, <https://doi.org/10.18276/miz.2016.44-03>.
25. Karami Z., Nekuei N., Kazemi A., Paknahad Z., 2018, Psychosocial Factors Related to Dietary Habits in Women Undergoing Preconception Care, „Iranian Journal of Nursing and Midwifery Research”, nr 23(4), 311–315, doi: 10.4103/ijnmr.IJNMR_22_17.
26. Kołodziejczyk A., Wojciechowski P., Nowe regulacje dotyczące znakowania żywności bez GMO, „Przemysł Spożywczy” 2020, vol. 74, nr 2, 20-23.
27. Komor A., Czernyszewicz E., Białoskurski S., Goliszek A., Wróblewska W., Pawlak J., *Przemiany w konsumpcji żywności w Polsce w świetle uwarunkowań społeczno-ekonomicznych*. Instytut Naukowo-Wydawniczy „Spatium”, Radom 2020.
28. Koziół-Kozakowska A., Piórecka B., Neofobia żywieniowa jej uwarunkowania i konsekwencje zdrowotne, „Standardy Medyczne. Pediatria” 2013, vol. 10, nr 1, 80-85. <http://polona.pl/item/48949721>.
29. Lewicka-Strzałecka A., Mit społecznie odpowiedzialnego konsumenta, „Marketing i Rynek” 2015, nr 10, 4–9.
30. Maciejewski G., Zaufanie konsumentów do nowych rodzajów żywności, [w:] Dąbrowska A. (red.), Bezpieczeństwo konsumentów (na rynku żywności), Oficyna Wydawnicza SGH w Warszawie, Warszawa 2020.

31. Mazurek-Łopacińska K., Sobocińska M., Ecologisation of consumption as a trend in consumer behaviour – implications for future research, „International Business and Global Economy” 2018, nr 37, <https://doi.org/10.4467/23539496IB.18.030.9403>.
32. Mojka K., Wybrane produkty żywności wygodnej – ocena preferencji i częstotliwości ich spożycia wśród studentów, „Problemy Higieny i Epidemiologii” 2012, nr 93(4), 828.
33. Niewczas M., Kryteria wyboru żywności, „Żywność. Nauka. Technologia. Jakość” 2013, vol. 91, nr 6, 204-219.
34. Nowak L., Wawrzyniak A., Wąsikowska B., Samoocena konsumentów a nowy produkt prozdrowotny z niestandardowym składnikiem, „Handel Wewnętrzny” 2018, vol. 373, nr 2, 318-330.
35. Nowak M., Trziszka T., Szoltyś M., Preferencje konsumentów mlecznych napojów fermentowanych, „Żywność. Nauka. Technologia. Jakość” 2007, vol. 50, nr 1, 77-78.
36. Olejniczak M., Ryzyko konsumenckie w procesie zakupu żywności funkcjonalnej, „Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Bankowej we Wrocławiu” 2015, vol. 15, nr 3, 417-424.
37. Olędzka R., Nutraceutyki, żywność funkcjonalna – rola i bezpieczeństwo stosowania, „Bromatologia i Chemia Toksykologiczna” 2007, vol. 40, nr 1, 1-8.
38. Paladino A., Ng S., An examination of the influences on "green" mobile phone purchases among young business students: An empirical analysis, „Environmental Education Research” 2013, vol. 19, nr 1, <https://doi.org/10.1080/13504622.2012.687044>.
39. Platta A., Postawy i zachowania żywieniowe wybranej grupy osób starszych względem żywności nowej i nieznannej oraz produktów prozdrowotnych, „Intercathedra” 2019, vol. 40, nr 3, 261-269.
40. Platta A., Pukszta T., Elderly people's perception of new and convenience foods with health benefits, „Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu” 2019, vol. 21, nr 2, 235-245, doi: 10.5604/01.3001.0013.2228.
41. Platta A., Śmigaj K., Ocena akceptacji żywności o właściwościach prozdrowotnych przez kobiety w wieku 60+, „Żywność. Nauka. Technologia. Jakość” 2021, vol. 28, nr 3(128), 117-132, doi: 10.15193/zntj/2021/128/394.
42. Ruggeri A., Arvola A., Samoggia A., Hendrixson V., Food Behaviours of Italian Consumers at Risk of Poverty, „British Food Journal” 2015, vol. 117, nr 11, 2831-2848.
43. Scott S., Gupta S., Kumar N., Raghunathan K., Thai G., Quisumbing A., Menon P., A Women's Group-Based Nutrition Behavior Change Intervention in India Has Limited Impacts Amidst Implementation Barriers and a Concurrent National Behavior Change Campaign, „Current Developments in Nutri-

- tion” 2021, vol. 5, Supplement 2, 179, https://doi.org/10.1093/cdn/nzab035_087.
44. Siddiqui S.A., Zannou O., Karim I., Kasmiaati Awad N.M.H., Gołaszewski J., Heinz V., Smetana S., Avoiding Food Neophobia and Increasing Consumer Acceptance of New Food Trends - A Decade of Research, „Sustainability” 2022, nr 14, 10391, <https://doi.org/10.3390/su141610391>.
 45. Socha D., Tabor A., Żwirska J., Schlegel-Zawadzka M., Neofobia żywieniowa wśród nauczycielek jako czynnik wpływający na postawy prozdrowotne ich wychowanków, „Sztuka Leczenia” 2009, nr 3–4, 93–100.
 46. Stanisław A., Biostatystyka, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2005.
 47. Topolska K., Florkiewicz A., Filipiak-Florkiewicz A., Functional Food—Consumer Motivations and Expectations, „International Journal of Environmental Research and Public Health” 2021, nr 18, 5327, <https://doi.org/10.3390/ijerph18105327>.
 48. Wasilik K., Trendy w zachowaniach współczesnych konsumentów – konsumpcjonizm a konsumpcja zrównoważona. „Konsumpcja i Rozwój” 2014, nr 1(6), 66–74.
 49. Wiśniewska M.Z., Ewolucja trendów i zagrożeń w konsumpcji żywności w świetle celów zrównoważonego rozwoju, „Zeszyty Naukowe UEK” 2022, vol. 995, nr 1, 63–79. <https://doi.org/10.15678/ZNUEK.2022.0995.0104>.
 50. Witek L., Zachowania nabywców wobec produktów ekologicznych. Determinanty, model i implikacje dla marketingu. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2019.
 51. Versele V., Stok F.M., Aerenhouts D., Deforche B., Bogaerts A., Devlieger R., Peter Clarys P., Deliëns T., Determinants of changes in women’s and men’s eating behavior across the transition to parenthood: a focus group study, „International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity” 2021, vol. 18, nr 95, <https://doi.org/10.1186/s12966-021-01137-4>.
 52. Young W., Hwang K., McDonald S., Oates C.J., Sustainable consumption: Green consumer behaviour when purchasing products, „Sustainable Development” 2010, vol. 18, nr 1, 20–31, <https://doi.org/10.1002/sd.394>.
 53. Żakowska-Biemas S., Barriers to buy organic food in the context of organic food market development, „Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering” 2011, vol. 56, nr 4, 216–220.

Autorzy:

dr inż. Anna M. Platta, – Uniwersytet Morski w Gdyni, Wydział Zarządzania i Nauk o Jakości,
email: a.platta@wznj.umg.edu.pl

prof. dr hab. Izabela Steinka, – Uniwersytet Morski w Gdyni, Wydział Zarządzania i Nauk o Jakości,
email: i.steinka@wznj.umg.edu.pl

mgr inż. Klaudia Ciosańska (studentka), – Uniwersytet Morski w Gdyni, Wydział Zarządzania i Nauk o Jakości,
email: klaudiaciosanska@gmail.com

dr inż. Renata Korzeniowska-Ginter, – Uniwersytet Morski w Gdyni, Wydział Zarządzania i Nauk o Jakości,
email: r.ginter@wznj.umg.edu.pl

mgr Agnieszka Żukowska, – Poradnia Specjalistyczna - Dietetyczna, Pl. Afrodyty 1/III, 80-180 Kowale,
email: agnieszkazukowska1@wp.pl

OCENA JAKOŚCI MIODU W PROCESIE PRZECHOWYWANIA – BADANIA PILOTAŻOWE

Natalia Żak, Adrianna Marzejon

Wstęp

Jakość jest elementem charakteryzującym dany produkt poprzez zbiór inherentnych właściwości [9]. Istnieje wiele definicji jakości żywności. Według Verdú-Jover i współpracowników jakość produktów spożywczych może być definiowana w zależności od perspektywy, z jakiej jest rozpatrywana: producenta (specyfikacji technologicznej oraz procesu technologicznego) lub konsumenta [17]. Według Ruskowskiej pojęcie jakości zbudowane jest z czterech determinant: sensorycznych, użytkowych i ekonomicznych, odżywczych i zdrowotnych oraz preferencji konsumenta [12]. Natomiast według Dmowskiego istnieje jakość produktu spożywczego, która jest normatywna (właściwości fizykochemiczne i parametry sensoryczne) oraz pozanormatywna (bezpieczeństwo produktu, zdrowotność oraz jego atrakcyjność sensoryczna), na którą zwracają szczególną uwagę konsumenci. Zapewnienie odpowiedniego poziomu jakości produktów spożywczych w procesie ich przechowywania jest elementem, który dotyczy badań wielu prac [2].

Miód pszczeli jest produktem naturalnym wytwarzanym przez pszczoły *Apis mellifera* z nektaru kwiatów lub z wydalin żywych części roślin lub też wydzielin owadów ssących soki żywych części roślin, które pszczoły zbierają, przenoszą i łączą ze specyficznymi substancjami własnymi, składają i pozostawiają do dojrzewania w plastrach [3]. Jego jakość jest kształtowana przez szereg elementów w całym cyklu życia produktu. Tworzą ją się cechy fizykochemiczne np. zawartość wody, cukrów redukujących oraz 5-HMF i organoleptyczne np. barwa, zapach, smak, konsystencja [4, 15]. Parametry te są zależne od czynników środowiskowych (rodzaj pożytku, jego pochodzenie oraz skład chemiczny, warunki klimatyczne, zanieczyszczenia środowiska, jakość roślin, temperatura, wilgotność panująca w ulu, metali ciężkich oraz pestycydów) procesu postępowania przez pszczelarza (opieka nad pasieką, rozlewanie, przechowywanie miodu) oraz jego przechowywania (do 18°C, bez dostępu światła, w pomieszczeniach czystych, suchych, wilgotność względna powietrza 65-75%) [8, 9, 10, 11].

W czasie przechowywania miodu może dochodzić do obniżenia jego jakości – pojawiają się zmiany organoleptyczne oraz zmiany składu chemicznego. Dochodzi m.in. do zmian barwy, intensywności zapachu oraz zawartości 5-HMF i aktywności enzymatycznej [19, 20].

Istnieje szereg badań, które wskazują na zmiany zachodzące w czasie przechowywania miodów pszczelich [15, 16, 18, 19]. Jednak zaobserwowano, że brakuje ścisłej informacji o czynnikach wpływających na zmiany jego jakości w jednostce

czasu, temperatury (temperatura pokojowa, chłodnicza) oraz warunków przechowywania (wilgotność, zaciemnienie). W związku z powyższym, celem badań niniejszej pracy stało się określenie wpływu jednostki czasu oraz warunków przechowywania miodu na jego jakość. Badania miały charakter pilotażowy, dlatego również skupiono się jedynie na jasnych odmianach miodów nektarowych. Dokonano oceny wybranych wyróżników jakości charakteryzujących zmiany jakościowe miodów pszczelich w czasie ich przechowywania tj. poziomu liczby diastazowej, 5-HMF, aktywności antyoksydacyjnej oraz barwy.

1. Materiał badawczy i metodyka badań

Materiał badawczy stanowiły 24 próbki miodów nektarowych jasnych. Wybrano cztery odmiany miodów pochodzących od pszczelarzy z województwa pomorskiego: miód wielokwiatowy – 6 próbek, miód mniskowy – 6 próbek, miód rzepakowy – 6 próbek, miód klonowy – 6 próbek). Miód został pozyskany w czerwcu 2022 roku.

Pierwsze badanie wybranych parametrów jakości miodu dokonano na próbkach miodów świeżych, następnie przełożono je do przezroczystych, jałowych, szczelnie zamkniętych pojemników wykonanych ze szkła. Pojemniki zostały umieszczone w 3 miejscach, charakteryzujących się różną temperaturą oraz dostępem światła. Miody znajdowały się na parapecie przy oknie (miejsce nasłonecznione, temp. 13-30°C, wilgotność powietrza 40-60%), w szafce (bez dostępu światła, temp. 18-25°C, wilgotność powietrza 50-65%) oraz w lodówce (bez dostępu światła, temp. 2-4°C, wilgotność powietrza do 90%). W ten sposób przechowywane były przez okres 7 miesięcy. Zaplanowane badania wykonano po 4 oraz 7 miesiącach przechowywania.

Dokonano oceny wybranych wyróżników jakości charakteryzujących zmiany jakościowe miodów pszczelich w czasie ich przechowywania tj. poziom liczby diastazowej, 5-HMF, aktywność antyoksydacyjną oraz ogólną zawartość polifenoli.

Oznaczanie zawartości 5-HMF

Oznaczenia zawartości 5-HMF dokonano przy użyciu spektrofotometru UV przy długości fali 285 nm w 1 cm kwarcowych kuwetach wobec wody jako ślepej próbki. Odważono 20 g próbki miodu do 50 ml zlewki, następnie rozpuszczono próbkę w około 25 ml wody i przeniesiono ilościowo do kolby miarowej o pojemności 50 ml po czym dodano 0,5 ml roztworu Carreza I i 0,5 ml roztworu Carreza II. Kolbę uzupełniono do kreski wodą, a następnie przesączono przez sączek karbowany oraz przefiltrowano przez filtr membranowy o porach 0,45µm, w celu otrzymania roztworu próbki gotowego do analizy chromatograficznej. Zawartość 5-HMF w miodach wyrażono w mg/kg miodu [7].

Oznaczanie zawartości polifenoli metodą Folina-Ciocalteu

Potencjał antyoksydacyjny badanych próbek oznaczono jako całkowitą zawartość polifenoli (TP), za pomocą metody z zastosowaniem odczynnika Folina-Cio-

calteu. 1 g miodu rozpuszczono w wodzie destylowanej (10 cm³), 0,5 cm³ tego roztworu mieszano z 2,5 cm³ odczynnika Folina-Ciocalteu (0,2N) i 2 cm³ roztworu Na₂CO₃ (75 g/dm³). Próbkę inkubowano w temperaturze 25°C bez dostępu światła. Po upływie 2 godzin mierzono absorbancję przy długości fali 760 nm. Ogólną zawartość związków fenolowych wyrażono w równoważnikach kwasu galusowego (mg GAE / 100 g) [14].

Badanie zdolności wylapywania wolnych rodników z wykorzystaniem DPPH*

Aktywność antyutleniającą (AA) określono jako zdolność zmiatania rodnika DPPH*. 2g miodu rozpuszczono w wodzie destylowanej (10 cm³), wirowano (3000 obr / min) i sączone. 0,5 cm³ tego roztworu mieszano z 1,5 cm³ roztworu DPPH w metanolu (0,1 mM). Próbkę inkubowano w temperaturze 25°C bez dostępu światła. Po upływie 60 minut mierzono absorbancję przy długości fali 517 nm wobec metanolu jako próby zerowej. Próbką kontrolną była mieszanina roztworu DPPH z wodą destylowaną. Wyniki oznaczeń AA podano jako % zdolności wygaszania wolnych rodników:

$$AA\% = (A_B - A_A) / A_B \times 100\%$$

AA – absorbancja badanej próbki,

AB – absorbancja próby kontrolnej [1].

Oznaczanie liczby diastazowej

Aktywność diastatyczna w miodzie określona została metodą fotometryczną. Przygotowano próbkę ślepą – 5,0 ml buforu octanowego. W celu przygotowania próbki miodu odważono 0,25 g miodu i przeniesiono ilościowo za pomocą buforu octanowego do kolby miarowej o pojemności 25 ml, dopełniono do kreski buforem fosforanowym. Następnie 5,0 ml roztworu próbki przeniesiono do probówki i umieszczono w łaźni wodnej o temperaturze 40°C na 15 minut. W łaźni wodnej umieszczona została również próbka ślepa. Do wszystkich próbek dodano po jednej tabletki testu do oznaczania aktywności α-amylazy i mieszano do momentu rozpuszczenia tabletek oraz przeniesiono ponownie do łaźni wodnej. Następnie po 15 minutach dodano 1 ml roztworu wodorotlenku sodu oraz wymieszano roztwory. Niezwłocznie przefiltrowano próbki przez bibułę filtracyjną i zmierzono absorbancję w 1 cm kuwetach przy długości fali 620 nm. Próbkę referencyjną stanowiła woda. Wynik aktywności diastatycznej wyrażany jest w jednostkach Schade na gram miodu [11].

Analiza statystyczna

Uzyskane wyniki badań poddane zostały analizie statystycznej z wykorzystaniem pakietu Statistica 13.3. Pierwszym etapem analizy było wyznaczenie podstawowych miar statystycznych, pozwalających na opis rozkładów wyników pomiaru.

- położenia - średniej arytmetycznej ($\bar{x}$),

- rozproszenia - odchylenia standardowego (sd).

Do weryfikacji hipotezy o zróżnicowaniu poziomu badanych cech w zależności od czasu przechowywania w każdym z trzech miejsc przechowywania zastosowano test t-Studenta dla dwóch prób zależnych. Weryfikację hipotez wykonano przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$, na podstawie wartości prawdopodobieństwa testowego „p”. Przyjęto, że $p \leq 0,05$ świadczy o istotnym zróżnicowaniu poziomu badanej cechy [6].

2. Wyniki i dyskusja

Na podstawie wyników przeprowadzonych badań zaobserwowano różnice w zawartości 5-HMF w zależności od odmiany miodu (Tabela 1). Średni poziom 5-HMF w badanych miodach wahał się od 2 do 7 mg/kg i nie przekraczał jego maksymalnej możliwej zawartości tj. 40 mg/kg miodu [10, 11]. Największą zawartością 5-HMF przed przechowywaniem miodu charakteryzował się miód klonowy (5,2 mg/kg), natomiast najmniejszą zawartość zanotowano w przypadku miodu rzepakowego (2,13 mg/kg).

Tab. 1. Oznaczenie zawartości 5-HMF w miodach [opracowanie własne]
(O - okno, S - szafka, L - lodówka)

Odmiana miodu	5-HMF [mg/kg]						
	2022	2022, październik			2023, styczeń		
	czerwiec	O	S	L	O	S	L
Wielokwiat	3,23	9,6	5,4	3,6	12,6	9,4	5
Mniszek	4,7	6,9	5,89	4,9	9,7	8,5	6,5
Rzepak	2,13	6,8	4,6	3,5	7,8	6,7	4,7
Klon	5,2	8,78	6,7	5,7	15,1	8,6	9,4

Po okresie 4 miesięcy przechowywania największy wzrost zawartości 5-HMF zaobserwowano w miodzie wielokwiatowym umiejscowionym przy oknie (z poziomu 3,23 mg/kg do poziomu 9,6 mg/kg 5-HMF). Natomiast najmniejszą zawartością 5-HMF po tym okresie przechowywania charakteryzował się miód rzepakowy przechowywany w lodówce. Jego wartość wzrosła z poziomu 2,13 mg/kg do poziomu 3,5 mg/kg 5-HMF.

Po 7 miesiącach przechowywania miodów, największą zawartość 5-HMF zanotowano w przypadku miodu klonowego umiejscowionego na oknie. W tym okresie

jego zawartość wzrosła z poziomu 5,2 mg/kg do poziomu 15,1 mg/kg 5-HMF. Natomiast najmniejszą zawartość 5-HMF 7 miesięcy przechowywania wystąpiła w miodzie rzepakowym przechowywanym w lodówce. Na początku poziom 5-HMF wynosił 2,13 mg/kg. Natomiast po siedmiu miesiącach poziom 5-HMF wzrósł jedynie do poziomu 4,7 mg/kg.

Dokonane badania pozwalają zauważyć, że żadna próbka nie przekroczyła wartości 40 mg/kg zawartości 5-HMF w 1 kg miodu w całym okresie przechowywania. Oznacza to, że miody pomimo przechowywania go w różnorodnych warunkach w okresie 7 miesięcy, spełniają wymagania prawne dotyczące standardu jakości miodu w aspekcie zawartości 5-HMF przedstawionego w Rozporządzeniu w sprawie szczegółowych wymagań w zakresie jakości handlowej miodu [10].

Wzrost zawartości 5-HMF we wszystkich miódach, zaobserwowano w trakcie przechowywania w każdej wybranej formie zmienności warunków (lodówka, szafka, okno). Zmiany zawartości 5-HMF w badanych miódach, w zależności od miejsca i warunków przechowywania zostały przedstawione w Tabeli 2.

Tab. 2. Zmiany zawartości 5-HMF podczas przechowywania miódów w różnych warunkach [opracowanie własne]

Warunki przechowywania	Czas przechow. [m-ce]	$\bar{x}$	S_d	Porównania (czas przechowywania)		
				0-4	0-7	4-7
				Prawdopodobieństwo testowe „p”		
-	0	3,82	1,400	-	-	-
Okno	4	8,02	1,392	0,017	0,009	0,049
	7	11,30	3,211			
Szafka	4	5,65	0,880	0,008	0,005	0,011
	7	8,30	1,140			
Lodówka	4	4,43	1,063	0,101	0,020	0,042
	7	6,40	2,149			

Średnia zawartość 5-HMF w miódach na początku okresu przechowywania wynosiła 3,82 mg/kg. Po czym, niezależnie od miejsca przechowywania, wartość ta wzrastała. Po czterech miesiącach zawartość wynosiła od około 4,5 mg/kg w przypadku miódów przechowywanych w lodówce do około 8,0 mg/kg 5-HMF w miódach magazynowanych na parapecie przy oknie. Po siedmiu miesiącach zawartość 5-HMF wynosiła od 6,4 mg/kg w lodówce do 11,3mg/kg w przypadku miódów przechowywanych obok okna. W miódach przechowywanych na oknie i w szafce wszystkie zaobserwowane zmiany okazały się statystycznie istotne ($p < 0,05$). W miódach przechowywanych w lodówce stwierdzono istotny statystycznie ($p = 0,05$) wzrost średniego poziomu 5-HMF dopiero po siedmiu miesiącach. Wartość ta

wzrosła od 3,82 mg/kg do 6,40 mg/kg. W czwartym miesiącu przechowywania w lodówce średni poziom tej cechy był wyższy niż na początku o około 0,6 mg/kg. Różnica ta nie była statystycznie istotna ($p > 0,05$).

Badania w zakresie zawartości oraz zmienności poziomu 5-hydroksymetylofur-furalu w miodach dokonały również Wilczyńska oraz Majewska. Według badań przeprowadzonych przez Majewską i współpracowników nie dochodzi do zmian zawartości 5-HMF w miodach podczas przechowywania w temperaturze chłodniczej. Natomiast te same badania pozwoliły na stwierdzenie, że przechowywanie miodu w temperaturze pokojowej powoduje wzrost 5-HMF [3, 4]. Natomiast z badań przeprowadzonych przez Wilczyńską wynika, iż zawartość 5-HMF w miodach wzrasta wraz z przechowywaniem chłodniczym, szczególnie w przypadku miodów ciemnych. Wnioski Wilczyńskiej są spójne z wynikami uzyskanymi w niniejszej pracy [21].

Wyniki oznaczania liczby diastazowej w badanych miodach zostały przedstawione w tabeli 3. Badania pozwoliły na zaobserwowanie spadku liczby diastazowej we wszystkich miodach w czasie jego przechowywania. Największą liczbą diastazową przed przechowywaniem charakteryzował się miód klonowy (18,9 DN), natomiast najniższą miód rzepakowy (7,2 DN).

Tab. 3. Oznaczenie liczby diastazowej w badanych miodach [opracowanie własne] (O - okno, S - szafka, L - lodówka)

Odmiana miodu	Liczba diastazowa [DN]						
	2022, czerwiec	2022, październik			2023, styczeń		
		O	S	L	O	S	L
Wielokwiat	10,5	9,2	10,3	9,9	8,1	9,4	8,7
Mniszek	9,4	8,1	9,1	8,7	7,4	8,3	8,4
Rzepak	7,2	6,4	6,8	6,7	4,9	5,4	5,2
Klon	18,9	17,8	18,1	16,4	15,2	16,2	16

Po czterech i siedmiu miesiącach przechowywania największa oraz najmniejsza liczba diastazowa została zaobserwowana w tych samych miodach. Najwyższą liczbą diastazową charakteryzował się miód klonowy przechowywany w szafce. Jego początkowa wartość wynosiła 18,9 DN, po 4 miesiącach spadła do 18,1 DN, natomiast kolejne 3 miesiące pozwoliły na zaobserwowanie poziomu 16,2 DM. Najniższym poziomem charakteryzował się miód rzepakowy przechowywany przy

oknie. Jego wartość przed przechowywaniem wynosiła 7,2 DN, następnie zmalała do poziomu 6,4 DN, a po kolejnych 3 miesiącach do poziomu 4 DN.

Tab. 4. Zmiany liczby diastazowej podczas przechowywania miodu [opracowanie własne]

Warunki przechowywania	Czas przechow. [m-ce]	$\bar{x}$	S_d	Porównania (czas przechowywania)		
				0-4	0-7	4-7
				Prawdopodobieństwo testowe „p”		
-	0	11,50	5,121	-	-	-
Okno	4	10,38	5,082	0,002	0,006	0,037
	7	8,90	4,419			
Szafka	4	11,08	4,903	0,048	0,022	0,016
	7	9,83	4,573			
Lodówka	4	10,43	4,196	0,109	0,016	0,064
	7	9,58	4,567			

Średni poziom liczby diastazowej miodów na początku okresu przechowywania wynosił 11,50 DN (Tab. 4). Po czym, niezależnie od miejsca przechowywania, obniżał się. Po czterech miesiącach wynosił około 10,5-11,0 DN, a po siedmiu miesiącach około 9,0-10,0 DN. W miodach przechowywanych na oknie i w szafce wszystkie zaobserwowane zmiany okazały się statystycznie istotne ($p < 0,05$). W miodach przechowywanych w lodówce stwierdzono istotny statystycznie ($p = 0,05$) spadek średniego poziomu liczby diastazowej dopiero po siedmiu miesiącach z 11,50 DN do 9,58 DN. W czwartym miesiącu przechowywania średni poziom tej cechy był niższy niż na początku o około 1,1 DN. Różnica ta nie była statystycznie istotna ($p > 0,05$).

Liczba diastazowa to parametr mówiący o aktywności enzymatycznej miodów. Wartość tego parametru nie powinna być niższa niż 8 [13]. Średnia wartość w badanych miodach wynosiła 11,5 DN. Wraz z przechowywaniem wartość ta malała. Z badań przeprowadzonych przez Wesołowską i współpracowników wynika, iż w czasie przechowywania poziom aktywności diastazy badanych miodów zmniejsza się. Są to zmiany na poziomie około 31% [18]. Wyniki te są zbliżone do uzyskanych w powyższej pracy, gdzie zmiany wynosiły między około 4 a 23%, w zależności od czasu i miejsca przechowywania. Sancho badając miody hiszpańskie również otrzymał wyniki informujące o malejącej aktywności diastazy na przestrzeni czasu [11]. Aktywność diastatyczna jako parametr świadczący o jakości i świeżości miodu zawsze maleje w czasie przechowywania miodu, co zostało również potwierdzone w niniejszej pracy [7].

Wyniki całkowitej zawartości polifenoli w miodach zostały przedstawione w Tab. 5. Badania pozwoliły na zaobserwowanie spadku zawartości polifenoli we

wszystkich miodach. Największą zawartością polifenoli przed przechowywaniem charakteryzowały się miody wielokwiatowy i klonowy (29,79 i 29,78 mg GAE/100g), natomiast najmniejszą zawartość zanotowano w przypadku miodu mniszkowego (19,5 mg GAE/100g).

Tab. 5. Oznaczenie zawartości polifenoli w miodach [opracowanie własne]
(O -okno, S - szafka, L – lodówka)

Odmiana miodu	TP [mg GAE/100g]						
	2022, czerwiec	2022, październik			2023, styczeń		
		O	S	L	O	S	L
Wielokwiat	29,79	28,89	29,23	28,01	26,43	28,02	24,16
Mniszek	19,5	17	18,7	18,8	16,4	17,11	14,06
Rzepak	25,46	22,46	23,4	25,01	21,36	21,36	21,02
Klon	29,78	26,74	28,46	28,82	23,47	26,41	25,39

Po 4 miesiącach przechowywania największy wzrost całkowitej zawartości polifenoli zaobserwowano w miodzie wielokwiatowym umiejscowionym w szafce. Zanotowano spadek poziomu z 29,79 mg GAE/100g do 29,23 mg GAE/100g. Najmniejszą całkowitą zawartością polifenoli w danym okresie charakteryzował się miód mniszkowy przechowywany na oknie. Jego wartość spadła z poziomu 19,5 mg GAE/100g do 17 mg GAE/100g.

Po 7 miesiącach przechowywania miodów największą całkowitą zawartość polifenoli zanotowano w miodzie wielokwiatowym przechowywanym w szafce. Wartość między czwartym, a siódmym miesiącem spadła z poziomu 29,23 mg GAE/100g do 28,02 mg GAE/100g. Najmniejsza zawartość wystąpiła w miodzie mniszkowym trzymanym w lodówce, jego wartość przez kolejne 3 miesiące zmalała z poziomu 18,8 mg GAE/100g do 14,06 mg GAE/100g.

Zmiany zawartości polifenoli w badanych miodach, w zależności od miejsca przechowywania zostały przedstawione w Tab. 6.

Tab. 6. Oznaczenie zawartości polifenoli w miodach [opracowanie własne]

Warunki przechowywania	Czas przechow. [m-ce]	$\bar{x}$	S_d	Porównania (czas przechowywania)		
				0-4	0-7	4-7
				Prawdopodobieństwo testowe „p”		
-	0	26,1	4,87	-	-	-
Okno	4	23,8	5,26	0,020	0,010	0,050
	7	21,9	4,22			
Szafka	4	25,0	4,93	0,045	0,011	0,002
	7	23,2	4,97			
Lodówka	4	25,2	4,55	0,043	0,001	0,001
	7	21,2	5,08			

Średni poziom polifenoli w miodach na początku okresu przechowywania wynosił 26,1 mg GAE/100g. Po czym, niezależnie od miejsca przechowywania, obniżał się. Po czterech miesiącach wynosił około 24-25 mg GAE/100g, a po siedmiu miesiącach - około 21-23 mg GAE/100g. Wszystkie zaobserwowane zmiany okazały się statystycznie istotne ($p < 0,05$).

Przeprowadzone badania pozwoliły zaobserwować spadek zawartości polifenoli we wszystkich próbkach. Zupełnie odmienne wyniki uzyskała Wilczyńska, u której badania po przechowywaniu miodu wskazały wzrost zawartości polifenoli w każdej próbce. Analizując wyniki badań przeprowadzone przez Wilczyńską można zaobserwować, że badane miody przed przechowywaniem wykazywały wyższy poziom zawartości polifenoli ogółem (od 34 do 200 mg GAE/100g) niżeli przedstawione w niniejszych badaniach (od 19,5 do 29,79 mg GAE/100g) [19, 20]. Różnice te mogą wynikać z jakości badanych miodów oraz ewentualnych błędów pomiarowych.

Wyniki aktywności antyoksydacyjnej oznaczonej za pomocą testu z rodnikiem DPPH* w miodach zostały przedstawione w Tab.7.

Tab. 7. Badanie zdolności wylapywania wolnych rodników [opracowanie własne]
(O -okno, S - szafka, L - lodówka)

Odmiana miodu	AA _{DPPH} [%]						
	2022	2022, październik			2023, styczeń		
	czerwiec	O	S	L	O	S	L
Wielokwiat	18,22	18,01	18,13	17,8	16,76	17,46	16,27
Mniszek	22,72	22,49	23,02	21,63	20,68	22,01	20,01
Rzepak	32,69	30,11	32,01	30,96	28,78	31,78	27,43
Klon	30,64	29,78	29,98	28,79	24,34	26,46	27,3

Badania pozwoliły na zaobserwowanie spadku aktywności antyoksydacyjnej we wszystkich miodach. Największą aktywnością antyoksydacyjną przed przechowywaniem charakteryzował się miód rzepakowy (32,69%), natomiast najmniejszą miód wielokwiatowy (18,22%). Po czterech i siedmiu miesiącach przechowywania największa oraz najmniejsza aktywność antyoksydacyjna została zaobserwowana w tych samych miodach. Największą aktywnością antyoksydacyjną wyrażaną w wartości aktywności przeciwrodnikowej DPPH* charakteryzował się miód rzepakowy przechowywany w szafce. Jego wartość w cztery miesiące spadła z poziomu 32,69% do 32,01%, natomiast po kolejnych 3 miesiącach zanotowano spadek do 31,78%. Najniższą zawartość zaobserwowano w miodzie wielokwiatowy przechowywany w lodówce. Jego poziom zmienił się przez pierwsze cztery miesiące z poziomu 18,22% do 17,8%, następnie po 3 miesiącach znów spadł do poziomu 16,27%.

Zmiany wartości aktywności przeciwrodnikowej DPPH* w badanych miodach, w zależności od miejsca przechowywania, zostały przedstawione w Tab.8.

Tab. 8. Zmiany zdolności wyłapywania wolnych rodników podczas przechowywania [opracowanie własne]

Warunki przechowywania	Czas przechow. [m-ce]	$\bar{X}$	s_d	Porównania (czas przechowywania)		
				0-4	0-7	4-7
				Prawdopodobieństwo testowe „p”		
-	0	26,0	6,75	-	-	-
Okno	4	25,1	5,89	0,190	0,050	0,093
	7	22,6	5,12			
Szafka	4	25,8	6,39	0,336	0,144	0,163
	7	24,4	6,13			
Lodówka	4	24,8	6,13	0,029	0,019	0,026
	7	22,8	5,54			

Aktywność antyutleniająca miodów na początku okresu przechowywania wynosiła 26,0%, po czym, niezależnie od miejsca przechowywania, obniżała się. Po czterech miesiącach wynosiła około 25-26%, a po siedmiu miesiącach - około 23-24%. W miodach przechowywanych na oknie stwierdzono istotny statystycznie ($p=0,05$) spadek średniego poziomu zdolności wyłapywania wolnych rodników dopiero po siedmiu miesiącach z 26,0% do 22,6%. W czwartym miesiącu przechowywania średni poziom AA był nieznacznie niższy niż na początku; różnica ta nie była statystycznie istotna ($p>0,05$). W miodach przechowywanych w szafce nie stwierdzono istotnych statystycznie ($p>0,05$) zmian średniego poziomu aktywności antyutleniającej. W miodach przechowywanych w lodówce stwierdzono istotny statystycznie ($p<0,05$) spadek średniego poziomu zdolności wyłapywania wolnych rodników po czterech miesiącach z 26,0% do 24,8%, a po dalszych trzech miesiącach – do poziomu 22,8%.

Przeprowadzone badania pozwoliły na zauważenie spadku zdolności wyłapywania wolnych rodników wraz z przechowywaniem. Z badań przeprowadzonych przez Wilczyńską jednoznacznie widać, że zdolność wyłapywania wolnych rodników wzrasta podczas przechowywania miodu, czego nie potwierdzono w niniejszym badaniu [19, 20]. Rozbieżności te mogą wynikać z jakości badanych miodów oraz ewentualnych błędów pomiarowych.

Podsumowanie

Przechowywanie miodu w odpowiednich warunkach jest istotne dla utrzymania jego jakości, trwałości i bezpieczeństwa. Wpływ warunków przechowywania na jakość miodu dotyczy czynników, takich jak temperatura, wilgotność, światło. Odpowiednie przechowywanie pozwala zachować aromat, smak, wartość odżywczą i

właściwości zdrowotne miodu. Ponadto, odpowiednie przechowywanie jest niezwykle ważne w zapewnieniu bezpieczeństwa wyrobów spożywczych.

Bezpieczeństwo miodu jest istotne dla ochrony konsumentów. Kontrola jakości, monitorowanie zanieczyszczeń chemicznych, mikrobiologicznych i fizycznych oraz przestrzeganie odpowiednich procedur higienicznych są kluczowe dla zapewnienia bezpiecznego spożycia miodu. Świadomość i wdrażanie odpowiednich praktyk w całym procesie produkcji i dystrybucji miodu mają fundamentalne znaczenie dla utrzymania wysokiej jakości i bezpieczeństwa tego produktu.

W powyższej pracy dokonano badania zmian zawartości 5-HMF, całkowitej zawartości polifenoli, aktywności antyrodnikowej, aktywności diastatycznej. Wszystkie badania przeprowadzono na miodach świeżych oraz przechowywanych, by wskazać, w jaki sposób magazynowanie wpływa na jakość miodu.

Przeprowadzone badania laboratoryjne oraz analiza statystyczna pozwoliły na wysunięcie następujących wniosków:

- Wartości parametrów świadczących o zmianie jakości miodu (niezależnie od warunków przechowywania) istotnie zmieniły się w czasie. Wartość parametru 5-HMF zwiększała się przez cały okres przechowywania, natomiast wartość parametru liczby diastazowej obniżyła się, co potwierdziło obniżenie jego jakości, tzw. starzenie się miodu.
- Najmniejsze zmiany parametrów świadczących o zmianie jakości przechowywanych miodów zaobserwowano w czasie przechowywania miodu bez dostępu światła, w temperaturze 18-25°C przy wilgotności powietrza 50-65%.
- Konsumenti powinni stosować się do zaleceń przechowywania miodu w temp. do 18°C, bez dostępu światła, w pomieszczeniach czystych, suchych przy wilgotności względnej powietrza 65-75%, co zapewni zachowanie jakości w tym właściwości odżywczych i prozdrowotnych miodu.

Powyższa praca porusza temat wpływu przechowywania miodu na jego jakość. Zwrócono uwagę jak ważne są odpowiednie warunki przechowywania, aby miód zachował jak najdłużej swoje prozdrowotne właściwości. Przeprowadzone badania oraz analiza statystyczna pozwoliły na osiągnięcie celu, którym była ocena wpływu czasu oraz różnych warunków przechowywania na wybrane parametry świadczące o jakości miodów. Materiał badawczy stanowiły 4 odmiany miodów (wielokwiatowe, mniszkowe, rzepakowe, klonowe). Miód został przechowywany w 3 miejscach, charakteryzujących się różną temperaturą oraz dostępem światła. Po 4 oraz 7 miesiącach przechowywania dokonano oceny poziomu liczby diastazowej, 5-HMF, aktywności antyoksydacyjnej oraz ogólnej zawartości polifenoli. Przeprowadzone badania laboratoryjne wskazały, iż wartości parametrów świadczących o zmianie jakości miodu (niezależnie od warunków przechowywania) istotnie zmieniły się w czasie. Wartość parametru 5-HMF zwiększała się przez cały okres przechowywania, natomiast wartość parametru liczby diastazo-

wej obniżyła się, co potwierdziło obniżenie jego jakości, tzw. starzenie się miodu. Najmniejsze zmiany parametrów świadczących o zmianie jakości przechowywanych miodów zaobserwowano w czasie przechowywania miodu w szafce.

Słowa kluczowe: miód pszczeli, jakość, przechowywanie

ASSESSMENT OF THE QUALITY OF BEE HONEY IN THE STORAGE PROCESS – PILOT STUDIES

The above work discusses the impact of honey storage on its quality. Attention was drawn to the importance of appropriate storage conditions so that honey retains its health-promoting properties as long as possible. The research and statistical analysis allowed to achieve the goal, which was to assess the impact of time and various storage conditions on selected parameters indicating the quality of honey. The research material consisted of 4 varieties of honey (multi-flower, dandelion, rapeseed, maple). Honey was stored in 3 places with different temperatures and light access. After 4 and 7 months of storage, the level of diastase number, 5-HMF, antioxidant activity and total polyphenol content were assessed. The laboratory tests carried out showed that the values of parameters indicating changes in honey quality (regardless of storage conditions) changed significantly over time. The value of the 5-HMF parameter increased throughout the entire storage period, while the value of the diastase number parameter decreased, which confirmed the decrease in its quality, the so-called honey aging. The smallest changes in parameters indicating changes in the quality of stored honey were observed when the honey was stored in the cupboard.

Keywords: honey, quality, storage

Bibliografia

1. Brand-Williams W., Cuvelier, M.E. i Berset C., Use of radical method to evaluate antioxidant activity, „LWT-Food Science and Technology” 1995, 25-30.
2. Dmowski P., Wielowymiarowe modelowanie jakości herbaty czarnej, Uniwersytet Morski w Gdyni, Gdynia 2019.
3. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/63/UE z dnia 15 maja 2014 r. Zmieniająca Dyrektywę Rady 2001/110/WE odnoszącą się do miodu (Council Directive 2014/63/EC).
4. Majewska E., Kowalska J., Drużyńska B., Derewiaka D., Ciecierska M., Badanie korelacji pomiędzy zawartością polifenoli ogółem a zdolnością do dezaktywacji rodników DPPH w wybranych miodach pszczelich, „Aparatura Badawcza i dydaktyczna” 2014, 2/2014.

5. Majewska E., Kowalska J., Owerko B., Fizyko-chemiczne parametry wybranych miódów gryczanych dostępnych na rynku polskim, „Bromat. Chem. Toksykol.”, XLV 2012, 4, 1233-1238.
6. Mynarski S., Analiza danych rynkowych i marketingowych z wykorzystaniem programu Statistica, Wyd. AE, Kraków 2003, 23.
7. Pasias I., Kiriakou I., Proestos C. HMF and diastase activity honeys: A fully validated approach and a chemometric analysis for identification of honey freshness and Adulteration, „Food Chem.” 2017, 229, 425-431.
8. PN-88 A-77626. Miód pszczeli, 1988.
9. PN-EN ISO 9000:2015-10 Systemy Zarządzania Jakością – podstawy i terminologia.
10. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 3 października 2003 r. w sprawie szczegółowych wymagań w zakresie jakości handlowej miodu (Dz.U. z 2003r. Nr 181, poz. 1773 z późn. zmianami).
11. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju z dnia 29 maja 2015r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowych wymagań w zakresie jakości handlowej miodu (Dz.U. 2015 poz. 850).
12. Ruszkowska M., Jakość ekstraktów kukurydzianych wzbogacanych spiruliną i chlorellą, Wydawnictwo Uniwersytetu Morskiego w Gdyni, Gdynia 2018.
13. Sancho M.T., Muniategui S., Huidobro J.F., Lozano J.S., Aging of honey. „Agric. Food Chem.” 1992, 1002 (40), 134-138.
14. Singleton V.L., Rossi J.A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents, Am. J. Enol. Vitic., 16, 144-158.
15. Sykut B., Kowalik K., Hus W., Badanie jakości i zafałszowań miódów naturalnych, „Postępy techniki przetwórstwa spożywczego” 2018, 1/2018, 60-64.
16. Szczęsna T., Problemy z jakością miodu na rynku krajowym, „Pasieka” 2003, 3.
17. Verdú-Jover A. J., Lloréns Montes F. J., Fuentes M. M., Measuring perceptions of quality i food products: the case of red wine, „Food Quality and Preference”, 15, 2004, 453-469.
18. Wesołowska M., Dżugan M., Aktywność i stabilność termiczna diastazy występującej w podkarpackich miódach odmianowych, „Żywność. Nauka. Technologia. Jakość” 2017, 24, 4 (113), 103-112.
19. Wilczyńska A., Wpływ procesów technologicznych na jakość miódów pszczelich – zmiany parametrów barwy oraz zawartość HMF pod wpływem przechowywania i ogrzewania, „Zeszyty naukowe” 2011, (196), 92-97.
20. Wilczyńska A., Zmiany barwy oraz aktywności antyoksydacyjnej miódów podczas przechowywania, „Bromat. Chem. Toksykol.” 2011, XLIV, 2, 945-950.

-
21. Wilczyńska A., Jakość miodów w aspekcie czynników wpływających na ich właściwości przeciwutleniające, Wydawnictwo Akademii Morskiej w Gdyni, Gdynia 2012.

Autorzy:

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

mgr inż. Adrianna Marzejon – Uniwersytet Morski w Gdyni, Wydział Zarządzania i Nauk
o Jakości, email: adamarzejon99@gmail.com

OCENA JAKOŚCI BALSAMÓW KOSMETYCZNYCH ZAWIERAJĄCYCH OLEJE ROŚLINNE POZYSKANE Z PESTEK WYBRANYCH DRZEW OWOCOWYCH

Małgorzata Zięba

Wstęp

Surowce roślinne od wielu lat są stosowane jako komponenty kosmetyków. W recepturze kosmetycznej mogą one pełnić wiele funkcji. Przykładowo odgrywają rolę nośników dla substancji aktywnych, bądź są ich głównym źródłem. Z roślin można pozyskać wiele ciekawych z kosmetycznego punktu widzenia surowców, np.: wosków, olejków eterycznych, ekstraktów, maceratów czy olejów [1].

Oleje roślinne pozyskuje się z różnych części roślin: kielków, nasion, pestek, owoców, liści, a nawet korzeni. Na skalę przemysłową największe ilości olejów otrzymuje się z roślin zwanych „oleistymi”. Jako przykłady można tutaj wymienić: słonecznik, rzepak, len, oliwki czy kukurydzę. Początkowo oleje roślinne pełniły głównie funkcję nośnikową dla składników aktywnych (przykładowo dla witamin rozpuszczalnych w tłuszczach). Obecnie wiadomo, że mogą one samodzielnie stanowić źródło cennych komponentów, w tym niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych (NNKT), fosfolipidów, fitosteroli czy tokoferoli, które z punktu widzenia zastosowania w kosmetykach mają bardzo istotne znaczenie [1-3].

1. Oleje z pestek gruszki i cytryny jako potencjalne składniki kosmetyków

Grusza (łac. *Pyrus Communis*) należy do drzew z rodziny *Rosaceae*. Występuje na większości kontynentów, ale największe uprawy tego drzewa owocowego zlokalizowane są w Azji (71% ogółu), Europie (16%) i obu Amerykach (9%). Przemysłowe zastosowanie znajdują głównie owoce, które swoją popularność zawdzięczają smakowi i wartościom odżywczym. Owoce gruszki charakteryzuje biały, aromatyczny miąższ i słodki smak. W owocach znajdują się związki zapobiegające występowaniu chorób nowotworowych, zwyrodnieniu plamki żółtej oka, cukrzycy typu 2, osteoporozie, problemom zapalnym i trądzikowi, wypryskom i infekcjom skórny [4]. Literatura tematu podaje [5], że właściwości takie należy zawdzięczać obecności flawonoidów i kwasów hydroksycynamonowych, glutationu i kwercetyny, boru i kwasu foliowego, a także witamin: B12, C oraz E.

Zainteresowaniem cieszą się także pestki tego drzewa. Pod względem chemicznym nielotna frakcja lipidów uzyskana z nasion gruszki zawiera głównie: trójglicerydy, fosfolipidy, glikozydy sterylne, terpeny, tokochromanole i węglowodory [6]. Badania przeprowadzone przez Górnasia i wsp. [4] potwierdziły, że w badanym przez nich oleju z pestek gruszki głównymi kwasami tłuszczowymi były kwasy: palmitynowy (do 8,52%), oleinowy (do 38,17%) i linolowy (do 63,78 %). Sta-

nowiły one 96-99% wszystkich wykrytych w oleju kwasów tłuszczowych. Tokochromanole znajdowały się w badanych próbkach w zakresie od 120,5 do 216,1 mg/100 g oleju. Niezależnie od odmiany, γ -tokoferol był głównym tokochromanolem i stanowił około 88% całkowitej zawartości. Przeprowadzone przez zespół oznaczenia potwierdzają obecność: karotenoidów (do 2,99 mg/100 g oleju) i skwalenu (do 40,8 mg/100 g oleju). Z kolei wykryty przez badaczy β -sitosterol stanowił nawet do 87,6% całkowitej zawartości steroli, których zawartość wahała się od 276,4 do 600,1 mg/100 g oleju.

Cytryna (łac. *Citrus limon L.*) należy do rodziny *Rutaceae*, składającej się z około 140 rodzajów i 1300 gatunków roślin [7]. Drzewo cytrynowe to wiecznie zielona roślina pochodząca z Azji Południowo-Wschodniej. W przemyśle spożywczym wykorzystuje się głównie owoce tego drzewa ze względu na sok, ale obecnie w obszarze zainteresowania przemysłu znajdują się również produkty uboczne przetwarzania owoców, takie jak: skórki, pestki i miąższ.

Badania literaturowe [8] wskazują możliwość zastosowania soku z cytryny jako humektanta, kompozycji rozjaśniającej skórę, a olejku eterycznego jako substancji zapachowej, posiadającej dodatkowo właściwości ściągające skórę. Wyniki innych prac [9-10] udowodniły, że wyizolowany składnik olejku cytrynowego tzw. Lem1 wykazuje właściwości przeciwstarzeniowe poprzez silne właściwości antyutleniające. Literatura tematu [11] podaje, że oleje z pestek cytrusów, w tym także cytryn, mogą znaleźć zastosowanie w produkcji nie tylko kosmetyków, ale także detergentów i farmaceutyków.

Yilmaz i Gunes [7] oceniali właściwości oleju z pestek cytryny: tłoczonego na zimno i uzyskanego w wyniku ekstrakcji. Badacze wyznaczali m.in. lepkość, mętność, barwę wybranych do badań olejów. Oceniali także sumę związków polifenolowych, których poziom dla oleju z pestek cytryny tłoczonego na zimno wynosił 4916 $\mu\text{g GA}/100\text{ g}$, a dla oleju pozyskanego wskutek ekstrakcji była to wartość równa 3863 $\mu\text{g GA}/100\text{ g}$. Naukowcy wyznaczali także zawartość wybranych kwasów tłuszczowych: palmitynowego, stearynowego, oleinowego i linolenowego. We wszystkich przypadkach większe wartości otrzymali oni dla oleju otrzymanego w procesie ekstrakcji. Z kolei dla badanej zawartości α -tokoferolu stwierdzili oni większą zawartość oznaczanej wartości dla oleju tłoczonego na zimno, względem otrzymanego w procesie ekstrakcji. Wartości te wynosiły odpowiednio 155 i 110 mg/kg oleju.

Dane literaturowe [1-10] potwierdzają ciekawe właściwości oleju z pestek gruszki i pestek cytryny i wskazują na możliwość ich zastosowania jako surowców w przemyśle kosmetycznym.

Celem artykułu było określenie wpływu stężenia oleju z pestek gruszki i oleju z pestek cytryny, jako składników receptur balsamów do ciała, na właściwości fizykochemiczne i użytkowe opracowanych emulsji kosmetycznych.

2. Materiały i metody badawcze

2.1. Receptury

Na podstawie aktualnej literatury oraz w oparciu o doświadczenie własne [12-17] opracowano skład ilościowy i jakościowy balsamów pielęgnacyjnych do ciała (Tab. 1).

Tab. 1. Receptury opracowanych emulsji kosmetycznych

Faza	INCI	Receptura								
		B_0	BG_1	BG_2	BG_3	BG_4	BC_5	BC_6	BC_7	BC_8
		[% wag.]								
O	Caprylic/Capric Triglyceride	5,0								
	Ceteareth - 20	4,0								
	Cetearyl Alcohol	8,0								
	Paraffinum Liquidum and Lanolin Alcohol and Oleyl Alcohol	4,0								
	Glyceryl Stearate	6,0								
	Pear (Pyrus Communis) Seed Oil	-	0,25	0,5	1,0	2,0	-	-	-	-
	Lemon (Citrus Limon) Seed Oil	-	-	-	-	-	0,25	0,50	1,0	2,0
W	Glycerin	4,0								
	Aqua	68,25	68,0	67,75	67,25	66,25	68,0	67,75	67,25	66,25
	Sodium Benzoate and Potassium Sorbate	0,75								

Technologia otrzymywania emulsji

Komponenty będące składnikami fazy olejowej (Tab. 1) odważono i, przy ciągłym mieszaniu na mieszadle magnetycznym, podgrzano do temperatury ok. 80°C stosując łaźnię wodną. Analogiczną procedurę przeprowadzono dla składników fazy wodnej. Połączono fazę wodną z olejową ciągle mieszając na mieszadle magnetycznym aż do ochłodzenia mieszaniny. Następnie w temperaturze około 30°C dodano konserwant.

2.2. Stabilność formy

Ocenę stabilności wykonanych emulsji przeprowadzono stosując testy obciążeniowe przy użyciu wirówki ROTOFIX 32A firmy Hettich. Testy przeprowadzono z zadaną prędkością obrotową 2000 RPM, test prowadzono przez 10 minut.

Dodatkowo przeprowadzono testy stabilności z użyciem Formulacion Turbiscan Lab Cooler (L'Union, Francja). Próbkę kremów poddano przechowywaniu w 42° C przez 28 dni. Pierwszy pomiar wykonano bezpośrednio po wykonaniu próbek, kolejne, 1-krotnie w ciągu każdego tygodnia, przez okres 4 tygodni. Uzyskano wartości indeksu stabilności tzw. Turbiscan Stability Index (TSI). Parametr był obliczony zgodnie z następującym wzorem:

$$TSI = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X_{BS})^2}{n - 1}}$$

gdzie:

X_i - to średnie rozproszenie wsteczne dla każdej minuty pomiaru,

X_{BS} - jest średnią X_i ,

n - liczba skanów [18].

2.3. Lepkość dynamiczna

Pomiar lepkości dynamicznej (η) wytworzonych emulsji wykonano stosując lepkościomierz rotacyjny Brookfield RVDV-I+. Pomiarzy zostały wykonane w temperaturze 22°C, przy zadanej prędkości obrotowej 10 RPM. Dla każdej emulsji przeprowadzono po 3 niezależne pomiary, a następnie uśredniono uzyskaną wartość.

2.4. Analiza tekstury

Badanie wykonano przy użyciu analizatora tekstury Brookfield CT3. Do pomiarów użyto próbnik wykonany z poliamidu (TA43). W czasie pomiaru próbnik ulegał zanurzeniu w emulsji (pomiar twardości) na głębokość 10 mm, przy stałej prędkości 0,1 mm/s. Po tym okresie następowało wynurzanie sondy pomiarowej (pomiar siły adhezji) także trwający 100 s. Wyniki zostały rejestrowane przez program TEXTURE CT. Dla każdej próbki wykonano 3 niezależne pomiary i obliczono średnią arytmetyczną.

2.5. Stopień nawilżenia skóry

Do badania stopnia nawilżenia skóry wykorzystano Corneometer CM 825. Pomiary wykonano na odtłuszczonej skórze, co stanowiło punkt odniesienia (punkt kontrolny). Następnie naniesiono 1g balsamu na skórę przedramienia (obszar 2cm x 2cm) i pozostawiono na około 10 minut. Po tym czasie usunięto pozostałość kosmetyku z powierzchni skóry przy pomocy ręcznika papierowego i wykonano pierwszą serię pomiarową ($t=0$ min.). Po upływie 2 godzin w temperaturze pokojowej (22°C) dokonano kolejnych pomiarów nawilżenia skóry. Badanie wykonano dla 3 kobiet w wieku 25 - 30 lat.

2.6. Analiza danych

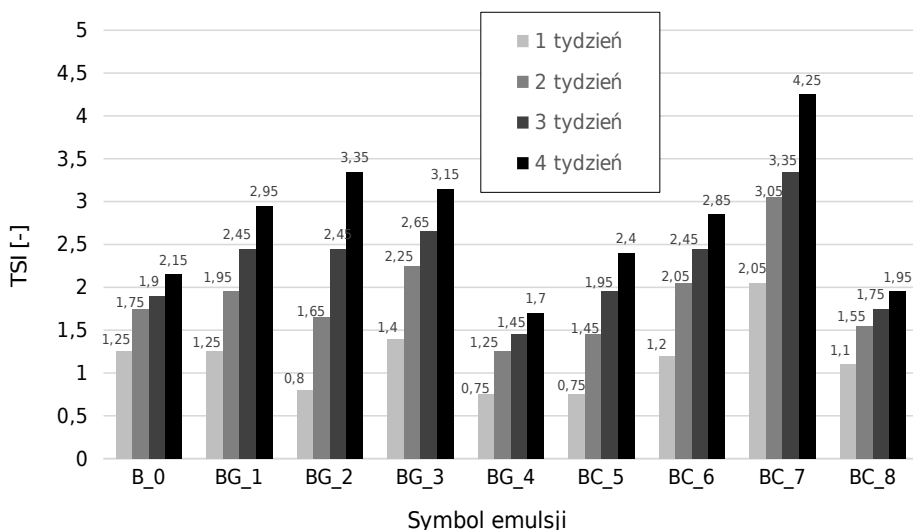
W pracy zastosowano metodologię powszechnie stosowaną i uznaną w literaturze o zasięgu światowym [15-17,19,21]. Słupki na wykresach przedstawiają średnie arytmetyczne wartości z trzech niezależnych pomiarów. Określono przedziały ufności, które stanowią błąd pomiarowy dla poziomu ufności 0,90. Wartości błędów przedstawione są na wykresach.

3. Wyniki badań

3.1. Stabilność formy

Stabilność formy jest elementarnym wymogiem koniecznym do spełnienia dla każdego kosmetyku. W wyniku przeprowadzonych testów stabilności emulsji z użyciem wirówki nie stwierdzono żadnych objawów niestabilności kosmetyków zawierających wybrane do badań oleje z pestek roślin owocowych.

W celu potwierdzenia stabilności formy przeprowadzono również testy aparaturowe z użyciem turbiskanu, za pomocą którego dokonano pomiaru wartości TSI (Turbiskan Stability Index), będącego wyznacznikiem stabilności emulsji. Im wyższa wartość TSI tym niższa stabilność emulsji. Wartości mierzonego parametru mogą przyjmować liczby z zakresu: 1-100. Wyniki testu zaprezentowano na Rys. 1.



Rys. 1 Wartości TSI dla wytworzonych balsamów kosmetycznych.

Źródło: badania własne

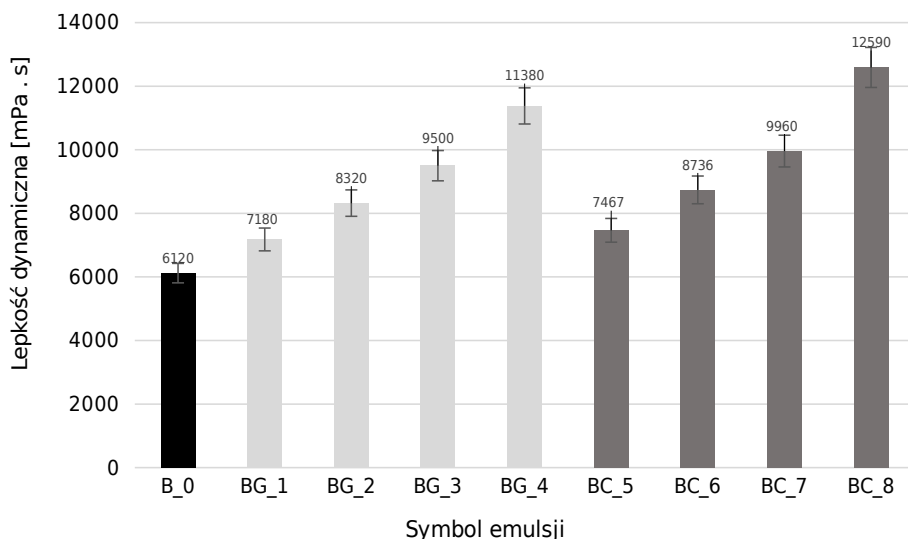
Wartości TSI oryginalnych balsamów do ciała (Rys. 1) znajdują się w zakresie 0,75 – 2,05 po 1 tygodniu od wykonania, po 2 tygodniach TSI było równe 1,25 do 3,35, po 3 tygodniach uzyskano wartości od 1,45 do 4,25. Po 4 tygodniach od wykonania mierzony parametr znajdował się w zakresie 1,7 - 4,25. Dla balsamu do ciała bez dodatku olejów z pestek (B_0) wartości TSI znajdowały się w przedziale TSI= 1,25 – 2,15. Najniższe wartości mierzonego parametru uzyskano w przypadku emulsji oznaczonej symbolem BG_4 zawierającej olej z pestek gruszki w stężeniu 2%wag. Z kolei najwyższe wartości TSI, nawet równe 4,25 zmierzono dla balsamu BC_7 z 1%wag. dodatkiem oleju z pestek cytryny. Mając na uwadze, że TSI może przybierać wartości z przedziału 1-100, to są to wciąż niskie wartości TSI, świadczące o relatywnie wysokiej stabilności emulsji. Generalnie można także zauważyć tendencję wzrostu badanej wielkości w funkcji czasu.

Krasodomska i Jungnickel [19] badali właściwości olejów z pestek roślin (jabłek, malin, truskawek i czarnej porzeczki), a także i ich wpływ m.in. na stabilność uzyskanych emulsji kosmetycznych przechowywanych przez okres 2 miesięcy. W swych badaniach stosowali turbiskan oraz uzyskane z jego wykorzystaniem profile zależności transmitancji (T) i rozproszenia strumienia światła (BS). Na ich podstawie stwierdzili oni stabilność wszystkich emulsji kosmetycznych z dodatkiem olejów roślinnych. Należy przy tym nadmienić, że najkorzystniejsze wyniki stabilności otrzymano dla receptur, w których zawartość olejów z pestek wynosiła 4% i 5% w warunkach, gdzie fazy olejowa (o) i wodna (w) były w proporcji odpowiednio 20:80.

Kowalska i wsp. [20] badali wpływ m.in. oleju z pestek dyni na wartości TSI otrzymanych emulsji stabilizowanych gumą ksantanową. Emulsje przechowywali oni przez okres 30 dni w temperaturze pokojowej. W swych badaniach uzyskali oni wartości TSI z zakresu 1,35 – 8,0, a więc także niskie wartości parametru, świadczące o stabilności emulsji.

3.2. Lepkość dynamiczna

Lepkość emulsji jest bardzo istotna z punktu widzenia rozprowadzania produktu na skórze oraz jego dozowania z opakowania. Wyniki wartości lepkości dynamicznej (η) balsamów do ciała zawierających olej z pestek gruszki i olej z pestek cytryny przedstawiono na Rys. 2.



Rys. 2 Wartości lepkości dynamicznej wytworzonych balsamów kosmetycznych.
Źródło: badania własne

Lepkość dynamiczna emulsji bez proponowanych olejów roślinnych w recepturze plasowała się na poziomie 6120 mPa·s (Rys. 2). Wprowadzenie dodatku w postaci oleju z pestek już w najmniejszym stężeniu $c=0,25\%$ determinował wzrost mierzonej wielkości o około 20%. Każdy kolejny wzrost zawartości oleju powodował dalszy wzrost wartości η . Maksymalne wartości lepkości dynamicznej zmierzono dla emulsji zawierających olej z pestek gruszki ($\eta=11380$ mPa·s) i olej z pestek cytryny ($\eta=12590$ mPa·s) użytych w stężeniu 2% wag.

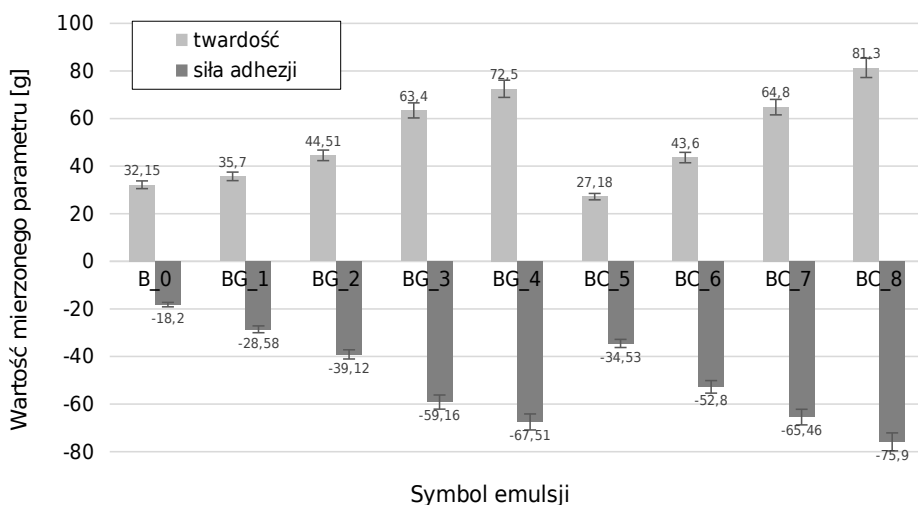
Sulek wraz z zespołem [3] badali właściwości olejów: z: pestek winogron, kukurydzianego i sojowego, a także wytworzonych z ich udziałem emulsji kosmetycznych. Oryginalne emulsje zawierały wspomniane oleje w stężeniu 3%, 7% i 10% wag. Były stosowane wraz z olejem parafinowym w recepturach kremów w różnych proporcjach. Autorzy pracy otrzymali lepkość kremów z dodatkiem oleju kukurydzianego i olejem z pestek winogron równą nawet 11000 mPa·s, a więc zbliżoną do maksymalnej wartości η uzyskanej w niniejszej pracy.

Nizioł-Lukaszewska i jej współpracownicy [21] w swoich badaniach zajmowali się emulsjami kosmetycznymi zawierającymi ekstrakt z derenia jadalnego (*Cornus mas L.*). W swej pracy oceniali m.in. lepkość dynamiczną wytworzonych emulsji kosmetycznych mierzoną w warunkach różnej prędkości obrotowej: 1, 10, 50 oraz 100 rpm. Na podstawie otrzymanych wyników stwierdzono, że lepkość emulsji obniża się w funkcji rosnącej prędkości obrotowej. Ponadto zespół zanotował, że lepkość dynamiczna emulsji bazowej za każdym razem jest niższa względem emulsji

zawierającej ekstrakt z derenia. W przypadku wartości η mierzonej przy prędkości obrotowej równej 10 rpm mierzona wielkość plasowała się na poziomie 3200 mPa · s.

3.3. Analiza tekstury

W przemyśle kosmetycznym dość często stosuje się analizę tekstury jako jedną z metod określających jakość produktów. Metodyka ta pozwala na określenie wybranych parametrów, jak np.: twardość (maksymalna siła przy odkształceniu) czy siła adhezji (maksymalna siła ujemna odczytana podczas deformacji produktu) [22-23].



Rys. 3 Wartości twardości i siły adhezji wytworzonych balsamów kosmetycznych.
Źródło: badania własne

Wyniki badań tekstury (Rys. 3) korelują z wynikami lepkości (Rys. 2) uzyskanymi dla opracowanych balsamów do ciała. Analiza uzyskanych wyników pozwala na sformułowanie uogólnienia, że wprowadzenie olejów z pestek gruszki i pestek cytryny powoduje wzrost twardości wytworzonych emulsji. Dla emulsji bez dodatku olejów roślinnych otrzymano twardość równą 32,15g. W przypadku emulsji zawierających *Pyrus Communis Seed Oil* oraz *Citrus Limon Seed Oil* najwyższą twardość emulsji uzyskano dla emulsji zawierającej dodatek w stężeniu 1%. Wartości maksymalnych twardości wynosiły odpowiednio 72,5g oraz 81,3g i były ponad 2-krotnie wyższe od otrzymanej wartości dla balsamu stanowiącego odniesienie (B_0).

Wartości siły adhezji dla poszczególnych rodzajów emulsji z olejami są także wyższe względem wartości uzyskanej dla emulsji wzorcowej. Badany parametr był

najwyższy dla próbek z 1% zawartością olejów i przewyższał nawet ponad 3-krotnie (BC_8, -76g) wartość otrzymaną dla B_0 (-18,2 g).

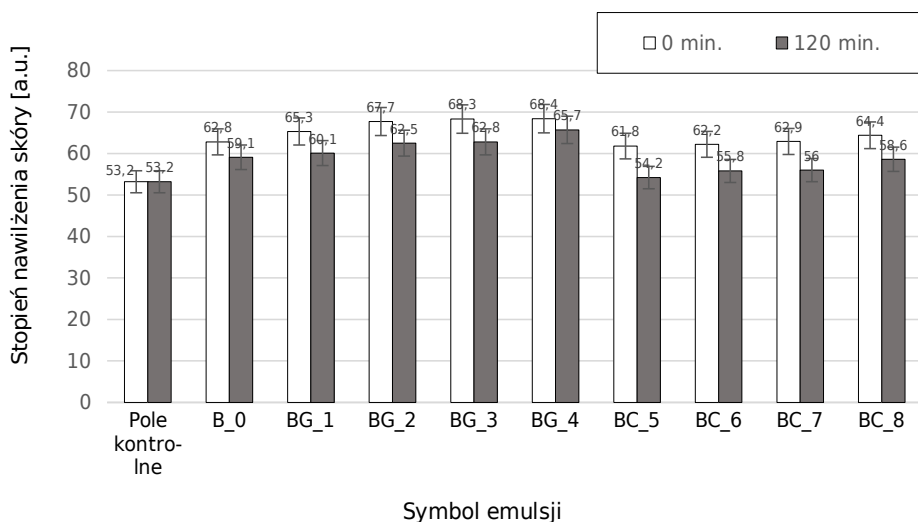
Cesar i współautorzy [24] tworzyli emulsje zawierające: oliwę z oliwek, olej słonecznikowy i orzechy macadamia. Preparaty, które opracowali charakteryzowała wartość twardości emulsji na poziomie 170÷190 g. Z kolei zmierzona przez nich kohezijność wynosiła 119÷153 g. Należy zauważyć, że najwyższe wartości ocenianych preparatów odnotowano dla emulsji z dodatkiem oleju słonecznikowego.

Lemaitre-Aghazarian wraz z zespołem [25] analizowali m.in. teksturę emulsji O/W zawierających olej ze słodkich migdałów, olej kukurydziany i olej z kielków pszenicy. Uzyskane przez nich dane potwierdziły znaczący wpływ frakcji objętościowej oleju na twardość, adhezyjność i spoistość emulsji. Zarówno twardość jak i lepkość emulsji wzrastała w funkcji udziału fazy olejowej. Zaobserwowali oni, że wzrost ten był związany ze wzrostem zawartości olejów roślinnych w recepturze emulsji. Badacze wykazali także, że adhezyjność emulsji zmniejszała się wraz ze wzrostem zawartości oleju w recepturze.

3.4. Stopień nawilżenia skóry

Niski poziom nawilżenia skóry może prowadzić do obniżenia jej odporności m.in. na różnego rodzaju czynniki zewnętrzne (wiatr, wysoka i niska temperatura, promieniowanie UV), czego efektem jest często: wiotkość skóry, szorstkość, zaczerwienienie czy łuszczenie się. Z tego względu tak istotne jest utrzymanie prawidłowego poziomu stopnia nawilżenia skóry.

Przeprowadzono pomiary stopnia nawilżenia skóry przed i po zastosowaniu prototypów balsamów do ciała, a wyniki zilustrowano na Rys. 4.



Rys. 4 Poziom nawilżenia skóry po użyciu oryginalnych balsamów kosmetycznych.

Źródło: badania własne

Wartość stopnia nawilżenia skóry dla punktu kontrolnego plasowała się na poziomie 53,2 a.u. i była to najniższa wartość mierzonego parametru. Aplikacja na skórę każdego z wytworzonych balsamów powodowała wzrost mierzonej wartości. Aplikacja emulsji B_0 spowodowała wzrost wartości nawilżenia nawet o blisko 20% względem pola kontrolnego ($t=0$ min.). W przypadku balsamów, w których kompozycji obecny był olej z pestek gruszki wartość mierzonego parametru była wyższa nawet o blisko 30% większa względem skóry nie potraktowanej kosmetykiem. Dla emulsji zawierających olej z pestek cytryny wartości stopnia nawilżenia skóry były relatywnie niższe w porównaniu z użyciem balsamów BG_1 ÷ BG_4. Można także stwierdzić, że 120 min. po aplikacji kosmetyków uzyskano spadek wartości poziomu nawilżenia skóry i tendencja ta była jednakowa dla wszystkich wytworzonych prototypów emulsji.

Sulek i Pytlas [26] mierzyli poziom nawilżenia skóry dla balsamów zawierających olej parafinowy i olej rycynowy, a także etoksylaty oleju rycynowego (PEG-26 Castor Oil, PEG-40 Castor Oil) użyte w recepturze w stężeniu nawet 10% wag. Balsamy opracowane przez badaczy determinowały nawilżenie skóry na poziomie 50÷64 a.u. Oceniali oni także nawilżenie skóry po zastosowaniu produktów handlowych uzyskując mierzony parametr w zakresie 30÷76 a.u.

Kowalska i wsp. [20] badali nawilżenie skóry uzyskane po aplikacji emulsji zawierających olej z pestek arbuza. Mierzyli oni nawilżenie w funkcji czasu ($t=30$ ÷

165 min.). Z przeprowadzonych przez nich badań wynika, że do 120 minut po aplikacji emulsji poziom nawilżenia skóry oscyluje na poziomie $30 \div 47$ a.u., a następnie ulega obniżeniu do poziomu nawet ok. $23 \div 36$ a.u.

Podsumowanie

Celem artykułu było określenie wpływu stężenia oleju z pestek gruszki i oleju z pestek cytryny, jako składników balsamów do ciała, na właściwości fizykochemiczne i użytkowe opracowanych emulsji kosmetycznych.

Przeprowadzono następujące badania: stabilność (testy wirówkowe, TSI), lepkość dynamiczna, analiza tekstury, a także dokonano oceny stopnia nawilżenia skóry przed i po zastosowaniu balsamów.

Na podstawie otrzymanych wyników badań laboratoryjnych sformułowano następujące wnioski:

1. opracowane balsamy do ciała charakteryzuje wysoka stabilność formy. Oleje z pestek gruszki i pestek cytryny nie wpływały negatywnie na stabilność preparatów,
- lepkość dynamiczna wytworzonych emulsji z dodatkiem olejów mieści się w przedziale od 7180 do 12 590 mPa·s. Stwierdzono, że wzrost stężenia olejów z pestek powoduje wzrost wartości η . Ponadto emulsje zawierające olej z pestek cytryny charakteryzują względnie niższe wartości lepkości względem emulsji z udziałem oleju z pestek gruszki,
- rezultaty oceny tekstury balsamów korelują z wynikami lepkości uzyskanych dla wytworzonych kosmetyków. Wartości twardości i siły adhezji rosną w funkcji wzrastającego udziału procentowego olejów w recepturze. Maksymalne nawet ponad 3-krotne wyższe wartości mierzonych parametrów względem próbki odniesienia otrzymano dla emulsji z 2-procentowym dodatkiem użytych olejów roślinnych,
- nawilżenie skóry ulega poprawie po aplikacji oryginalnych balsamów. Wielkość ta ulega umiarkowanemu wzrostowi w miarę wzrostu udziału procentowego olejów w formułacji, przy czym wyższe wartości poziomu nawilżenia skóry otrzymano po użyciu kosmetyków zawierających olej z pestek gruszki. Ponadto wartości poziomu nawilżenia skóry ulegają spadkowi w funkcji czasu.

Reasumując, zarówno olej z pestek gruszki, jak i olej z pestek cytryny z powodzeniem mogą zostać zastosowane w recepturach balsamów do ciała. Wpływ wytypowanych do badań olejów na większość ocenianych właściwości wydaje się porównywalny, stąd przeprowadzone prace należy traktować jako pilotażowe. W celu sprecyzowania dokładnej roli zastosowanych olejów kolejne eksperymenty będą rozszerzone o dalsze nadania naukowe i wnikliwą analizę statystyczną. Na chwilę obecną, biorąc pod uwagę tak istotny aspekt, jak zdolność do nawilżania skóry, korzystniejsze wydaje się użycie w składzie balsamów oleju z pestek gruszki.

Praca finansowana z funduszy MNiSzW z dotacji na działalność statutową. Projekt nr 3086 /182/P, „Opracowanie receptur i technologii wytwarzania innowacyjnych kosmetyków, produktów aptecznych, produktów chemii gospodarczej i przemysłowej”.

W pracy jako komponenty balsamów do ciała zaproponowano oleje z pestek drzew owocowych (gruszki i cytryny). Oceniono stabilność formy opracowanych emulsji stosując test wirówkowy oraz testy pozwalające na wyznaczenie wartości TSI. Zweryfikowano wpływ rodzaju i stężenia olejów roślinnych na wybrane właściwości wytworzonych kosmetyków: lepkość dynamiczną, twardość i siłę adhezji oraz poziom nawilżenia skóry. Wyniki badań laboratoryjnych potwierdziły stabilność wytworzonych emulsji. Rezultaty pracy wskazały także, że lepkość kosmetyków rosła w miarę wzrostu udziału procentowego olejów w recepturze. Analogiczną tendencję odnotowano w przypadku wyników dotyczących analizy tekstury (siły adhezji i twardości). Wprowadzenie do formuły emulsji olejów z pestek wybranych do badań drzew owocowych skutkowało również podniesieniem potencjału nawilżającego opracowanych balsamów, przy czym potencjał ten rósł wraz ze wzrostem stężenia dodatku w recepturze.

Słowa kluczowe: jakość, emulsje, balsamy do ciała, oleje roślinne

QUALITY ASSESSMENT OF COSMETIC BODY LOTIONS CONTAINING PLANT OILS OBTAINED FROM THE SEEDS OF SELECTED FRUIT TREES

In this study, fruit tree seed oils (pear and lemon) were proposed as components of body lotions. The stability of the formulated emulsions was evaluated using a centrifugation test and tests to determine TSI values. The influence of the type and concentration of plant oils on selected properties of the produced cosmetics was verified: dynamic viscosity, hardness and adhesion force, as well as skin moisturisation level. Laboratory results confirmed the stability of the produced emulsions. The results of the study also indicated that the viscosity of cosmetics increases as the percentage of oils in the formulation increases. An analogous trend was observed for the results concerning texture analysis (adhesion strength and hardness). The introduction of fruit tree seed oils into the emulsion formulation also results in an increase in the moisturising potential of the developed lotions, with this potential increasing as the concentration of the additive in the formulation increases.

Keywords: quality, emulsions, body lotions, plant oils

Bibliografia

1. Chwała C., Gwardys A., Lamer-Zarawska E., Rośliny w kosmetyce i kosmologii przeciwstarzeniowej, PZWL Wydawnictwo Lekarskie, Warszawa 2023.

2. Szczypka M., Wykorzystanie olejów roślinnych, „Zeszyty Naukowe Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej im. Witelona w Legnicy” 2019, nr 30(1), 313-332.
3. Sułek M.W., Małyś A., Pytlaś K., Ocena jakościowa kremów zawierających oleje roślinne: sojowy, z pestek winogron i kukurydziany, „Towaroznawcze Problemy Jakości” 2006, nr 4, 75-89.
4. Górnaś P., Rudzińska M., Raczyk M., Misina I., Soliven A., Seglińska D., Chemical Composition of Seed Oils Recovered from Different Pear (*Pyrus communis* L.) Cultivars, “Journal of the American Oil Chemists' Society” 2016, (93), 267-274.
5. Reiland H., Slavin, J. Systematic review of pears and health, “Nutrition Today” 2015, 50, 301-305.
6. Mushtaq M., Akram S., Ishaq S., Adnan A., Pear (*Pyrus communis*) Seed Oil, in: Fruit Oils: Chemistry and Functionality, editor Ramadan M.F, Springer, Egypt, 2019, 859-874.
7. Yilmaz E., Gunes B.A., Cold pressed versus solvent extracted lemon (*Citrus limon* L.) seed oils: yield and properties, “Journal of Food Science and Technology” 2017, 54(7), 1891-1900.
8. Burnett C.L., Bergfeld W. F., Belsito D.V., Hill R.A., Klaassen C.D., Liebler D.C., Marks J.G., Shank R.C., Slaga T.J., Snyder P.W., Gill L.J., Heldreth B., Safety Assessment of Citrus Fruit-Derived Ingredients as Used in Cosmetics, “International Journal of Toxicology” 2021, 40 (Supplement 3) 5S-38S.
9. Calabrese V., Randazzo S.D., Catalano C., Rizza V., Biochemical studies on a novel antioxidant from lemon oil and its biotechnological application in cosmetic dermatology, “Drugs Under Experimental And Clinical Research” 1999, 25(5), 219-225.
10. Calabrese V., Scapagnini G., Randazzo S.D., Randazzo G., Catalano C., Geraci G., Morganti P., Oxidative stress and antioxidants at skin biosurface: a novel antioxidant from lemon oil capable of inhibiting oxidative damage to the skin, “Drugs Under Experimental And Clinical Research” 1999, 25(6), 281-287.
11. Malacrida C.R., Kimura M., Jorge N., Phytochemicals and antioxidant activity of citrus seed oils, “Food Science and Technology Research” 2012, 18, 399-404.
12. Zięba M., Tuszyńska J., Application of strawberry seed extract obtained under supercritical carbon dioxide conditions as a component of emulsion hair conditioner formulations, in: Innovations in quality development of products and services, vol. 2, red. Ruszkowska M., Wydawnictwo Uniwersytetu Morskiego, Gdynia 2022, 148-164
13. Zięba M., Płusa A., Małyś A., Klimaszewska E., Selected physicochemical and functional properties of hair conditioner emulsions containing hydrolysed silk, “Polish Journal of Cosmetology” 2017, 20(1), 87-91.

14. Klimaszewska E., Małysa A., Zięba M., Wasilewski T., Korelacje między zawartością regulatorów konsystencji a właściwościami fizykochemicznymi i użytkowymi maseczek pielęgnacyjnych zawierających ekstrakt z nasion jeżyny otrzymywany w warunkach nadkrytycznego ditlenku węgla, w: Zastosowanie ekstraktów roślinnych pozyskiwanych w warunkach nadkrytycznego CO₂ w kosmetykach i produktach chemii gospodarczej, red. Wasilewski T., Klimaszewska E., Wydawnictwo ITeE-BIP, Radom 2016, 85-97.
15. Klimaszewska E., Zięba M., Grekoczyk K., Markuszewski L., Application of Blue Honeysuckle Powder Obtained by An Innovative Method of Low-Temperature Drying in Skincare Face Masks, "Molecules" 2021, 26(23), 7184-7201.
16. Klimaszewska E., Małysa A., Zięba M., Rój E., Wasilewski T., Use of the hydrophobic blackberry extract obtained by extraction with supercritical carbon dioxide for the preparation in cosmetic masks, "Przemysł Chemiczny" 2016, 95, 1000-1005.
17. Klimaszewska E., Seweryn A., Małysa A., Zięba M., Lipińska J., The effect of chamomile extract obtained in supercritical carbon dioxide conditions on physicochemical and usable properties of pharmaceutical ointments, "Pharmaceutical Development and Technology" 2018, 23(8), 780-786.
18. Zhu Q., Wu F., Saito M., Tatsumi E., Yin L., Effect of magnesium salt concentration in water-in-oil emulsions on the physical properties and microstructure of tofu, "Food Chemistry" 2016, 201, 197-204.
19. Krasodomska O., Jungnickel C., Viability of fruit seed oil O/W emulsions in personal care products, "Colloids and Surfaces A-Physicochemical and Engineering Aspects" 2015, 481, 468-475.
20. Kowalska M., Turek P., Zbikowska A., Babut M., Szakiel J., The Quality of Emulsions with New Synthetized Lipids Stabilized by Xanthan Gum., "Biomolecules" 2021, 11, 213-228.
21. Nizioł-Łukaszewska Z., Wasilewski T., Bujak T., Gawel-Bęben K., Osika P., Czerwonka D., Cornus mas L. extract as a multifunctional material for manufacturing cosmetic emulsions, "Chinese Journal of Natural Medicines" 2018, 16(4), 284-292.
22. Tai R., Bianchini A., Jachowicz J., Texture analysis of cosmetic/pharmaceutical raw materials and formulations, "International Journal of Cosmetic Science" 2014, 36, 291-304.
23. Gilbert L., Picard C., Savary G., Grisel M., Rheological and textural characterization of cosmetic emulsions containing, natural and synthetic polymers: relationships between both data, "Colloids and Surfaces A-Physicochemical and Engineering Aspects" 2013, 421, 150-163.

24. Cesar F.C.S., Patricia M.B.G., Campos M., Influence of vegetable oils in the rheology, texture profile and sensory properties of cosmetic formulations based on organogel, "International Journal of Cosmetic Science" 2020, 42, 494-500.
25. Lemaitre-Aghazarian V., Piccerelle P., Reynier J.P., Joachim J., Phan-Tan-Luu R., Sergent M., Texture Optimization of Water-in-Oil Emulsions, "Pharmaceutical Development and Technology" 2004, 9(2), 125-134.
26. Sułek M.W., Pylsas K. Influence of the castor oil, and its ethoxylated derivatives on quality of body lotions, "Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu" 2011, 212, 159-168.

Autor:

dr hab. inż. Małgorzata Zięba, prof. URad. – Uniwersytet Radomski im. Kazimierza Pułaskiego, Wydział Inżynierii Chemicznej i Towaroznawstwa, Katedra Chemii Przemysłowej
email: m.zieba@uthrad.pl

WYKORZYSTANIE ANIONOWEJ POCHODNEJ ALKILOPOLI- GLUKOZYDÓW DO WYTWARZANIA MYDEŁ W PŁYNIE W FORMIE KOACERWATU

Artur Seweryn

Wstęp

Mydła w płynie należą do grupy kosmetyków myjących, których główną funkcją jest wspomaganie procesu mycia najczęściej skóry dłoni. Pod względem składu są to zazwyczaj roztwory wodne anionowych surfaktantów, których lepkość regulowana jest poprzez wprowadzenie do układu odpowiedniej porcji elektrolitu np. chlorku sodowego. Ponadto w skład tego rodzaju kosmetyku wchodzi surfaktanty pomocnicze z grupy amfoterycznych i niejonowych oraz dodatki tj.: humektanty, barwniki, konserwanty czy regulatory pH [1-3].

Branża kosmetyczna jest silnie rozwijającym się sektorem przemysłu. Europejski rynek kosmetyków szacowany w 2020 r. na 76,7 mld euro według cen detalicznych, jest ciągle rozwijającym się i największym na świecie rynkiem produktów kosmetycznych [4]. Trendy rozwojowe w obszarze przemysłu kosmetycznego w głównej mierze korespondują z coraz większym zainteresowaniem konsumentów kosmetykami bazującymi na surowcach naturalnych i pokrywają z realizacją przez producentów w coraz szerszym zakresie celów polityki zrównoważonego rozwoju [5-7]. Kosmetyki naturalne i surowce im dedykowane coraz częściej stanowią obiekt badań naukowych [8-10]. Dlatego prace związane z kosmetykami w coraz większym aspekcie dotyczą wykorzystania surowców pochodzenia roślinnego, w tym ekstraktów roślinnych [11-13], surfaktantów pochodzenia naturalnego [14, 15] oraz surowców otrzymywanych w procesach biotechnologicznych [16,17]. Pojawiają się również badania naukowe nad gotowymi formułacjami kosmetycznymi opartymi na surowcach pochodzenia naturalnego. Aspekty związane z ochroną środowiska stały się również przesłanką do prac naukowych nad kosmetykami stanowiącymi skoncentrowane formy gotowego produktu, w formie kosmetyków bezwodnych [18] i koacerwatów [19]. Prace te wpisują się w założenia kreowania produktu kosmetycznego w jak największym stopniu zrównoważonego.

Główna funkcja związana z przeznaczeniem kosmetyków przeznaczonych do utrzymania higieny jaką jest odpowiednie działanie myjące uzyskiwane jest poprzez odpowiedni dobór składników wykazujących aktywność powierzchniową, w szczególności surfaktantów z grupy anionowych [1, 15]. W praktyce przemysłowej powszechnie stosowanym związkiem z tej grupy surfaktantów, ze względu na szereg korzystnych właściwości i cenę surowca jest oksyetylenowany laurylosiarczan sodu (SLES). Korzystne pod względem aplikacyjnym w kosmetykach właściwości tego związku jak: podatność na zagęszczanie jego roztworu wodnego chlor-

kiem sodu, wysokie parametry detergencyjne oraz pianotwórcze coraz częściej zestawiane są z wadami [1, 15, 20]. Jest to surowiec pochodzenia petrochemicznego, co ogranicza jego zastosowanie w kosmetykach deklarowanych jako naturalne, ponadto wykazuje się stosunkowo wysokim działaniem drażniącym na skórę [21, 22]. Zapotrzebowanie na kosmetyki myjące w jak największym stopniu naturalne i bezpieczne w stosowaniu jest siłą napędową do poszukiwania alternatywnych dla SLES-u surfaktantów bazujących na surowcach pochodzenia roślinnego [14, 15] lub uzyskiwanych w procesach biotechnologicznych [23]. W procesie kreowania i zarządzania produktem kosmetycznym stało się więc istotne realizowanie postulatów zrównoważonego rozwoju, w szczególności na etapie projektowania składu, formy i technologii wytwarzania [6, 24].

W niniejsza praca przedstawia rezultaty badań przemysłowych i prac rozwojowych nad uzyskaniem skoncentrowanych mydeł w płynie, w których założono zastąpienie powszechnie stosowanego w tego typu produktach SLES-u alternatywnym dla niego odpowiednikiem z grupy anionowych surfaktantów pochodzenia roślinnego. Szczególną uwagę zwrócono na związki z grupy anionowych pochodnych alkilopoliglukozydów (APG). Same APG w ostatnim czasie są coraz bardziej docenianą grupą surfaktantów niejonowych ze względu na możliwość stosowania ich w kosmetykach naturalnych. Otrzymywane są z surowców pochodzenia roślinnego takich jak: oleje roślinne, cukier czy skrobia oraz wykazują się korzystnymi, przyjaznymi dla człowieka i środowiska właściwościami (wysoka biodegradowalność, nietoksyczność i brak działania drażniącego na skórę) [25]. Wady tych związków (w tym m.in. stosunkowo słaba rozpuszczalność w wodzie, niska stabilność i tendencję do sedymentacji z roztworów w postaci białych, trudno rozpuszczalnych osadów) stanowiły przesłankę do podjęcia prac nad uzyskaniem pochodnych tych związków o budowie surfaktantów jonowych. Związki tego typu nie tylko zachowywałyby ich wyjątkowe właściwości, ale także eliminowały niektóre wady. Prowadzono prace z zakresu otrzymywania pochodnych APG z ugrupowaniami m.in. fosforanowymi, sulfoburszynianowymi czy sulfonowymi [26-28].

Przedmiotem badań są skoncentrowane mydła w płynie, w których wykorzystano sulfonową pochodną alkilopoliglukozydów. Na potrzeby realizacji pracy zastosowano surowiec dostępny w sprzedaży. Pod względem chemicznym jest to anionowy surfaktant otrzymywany z APG gdzie łącznikiem jest hydroksypropylosulfonian [29,30]. W pracy wykorzystano proces koacerwacji w celu uzyskania prototypów produktów skoncentrowanych (koacerwatów). Koacerwacja polega na wprowadzaniu do kosmetyku, stanowiącego roztwór surfaktantów odpowiedniej ilości elektrolitu, który wywoła zmiany w strukturze fazy objętościowej tworzących się w niej agregatów w kierunku uzyskania struktur o charakterze liotropowych ciełych kryształów. Nadmiar wprowadzanej do układu soli powoduje finalnie uzyskanie układu dwufazowego, w którym jedną z faz stanowią surfaktanty i dodatki wprowadzane do kompozycji wyjściowej oraz mała ilość wody. Faza ta określana

jest mianem koacerwatu i ze względu na niskie stężenie wody stanowi silnie skoncentrowany układ [19, 31, 32]. Skoncentrowane mydła w płynie zawierające pochodną sulfonową APG poddano badaniom związanym bezpieczeństwem użytkowania w kontekście ich potencjalnego oddziaływania na skórę (liczba zeinowa, działanie wysuszające po procesie mycia) oraz funkcjonalnością (zdolność do emulgowania zabrudzeń tłuszczowych, ocena właściwości pianotwórczych, zmiany lepkości pod wpływem dodatku wody).

1. Materiały i metodyki badawcze

1.1. Materiały

Do wytwarzania kompozycji wyjściowych do otrzymania skoncentrowanych mydeł w płynie wykorzystywano następujące surowce stosowane w produkcji kosmetyków: Sodium Laureth Sulfate (Texapon N70; BASF, Germany), Cocamidopropyl Betaine (Empigen BS FA; Huntsman, USA), Coco Glucoside (Plantacare 818; BASF, Germany), Coco Glucoside and Glyceryl Oleate (Lamesoft PO65; BASF, Germany), Glycerin (CremerGlyc; Cremer Oleo GmbH & Co. KG, Germany), Sodium Chloride (Sodium Chloride; POCh S.A., Poland), Citric Acid (Citric Acid Monohydrate; POCh S.A., Poland), konserwant (Sodium Benzoate and Potassium Sorbate, KEM BS, Pol – Nil S.A.), nowy surowiec, który jest przedmiotem tej pracy, pochodną anionową alkilopoliglukozydu: Sodium Laurylglucosides Hydroxypropyl Sulfonate (SugaNate 160; Colonial Chemical Inc., United States) oraz wodę destylowaną.

1.2. Receptury wyjściowe do otrzymania skoncentrowanych mydeł w płynie i technologia ich wytwarzania

Skład kompozycji wyjściowych do otrzymania mydeł w płynie będących przedmiotem badań przedstawiono w Tab. 1.

Tab. 1 Skład kompozycji wyjściowych do otrzymania skoncentrowanych mydeł w płynie [opracowanie własne]

Nazwa składnika według INCI*	Zawartość składnika [% mas.]				
	M0	M1	M2	M3	M4
Sodium Laureth Sulfate	6,0	4,5	3,0	1,5	0
Sodium Lauryl Glucosides Hydroxypropyl Sulfonate	0	1,5	3,0	4,5	6,0
Cocamidopropyl Betaine	0,5				
Coco-Glucoside	0,25				
Coco-Glucoside (and) Glyceryl Oleate	0,25				
Glycerin	1,0				
Sodium Chloride	8,0	8,0	6,5	6,5	-----

Sodium Benzoate and Potassium Sorbate	0,1
Colour	0,1
Aqua	Do 100

*INCI= International Nomenclature of Cosmetic Ingredients

W procesie wytwarzania prototypów kosmetyków wykorzystano mieszalnik homogenizujący typu MZUTL 5 (producent Urliński) o pojemności 5 L. Umieszczono w nim obliczoną ilość destylowanej wody i utrzymywano temperaturę procesu mieszania komponentów na poziomie 40°C. Następnie, przy ciągłym mieszaniu (50 rpm) dodawano surowce w kolejności podanej w recepturze za wyjątkiem Sodium Chloride. Następnie wprowadzano chlorek sodu porcjami po 1 g, do momentu, w którym zajdzie koacerwacja. W końcowej fazie preparat przenoszono ilościowo do rozdzielacza na 24 h w celu całkowitego wydzielenia fazy koacerwatu.

Każde z pięciu próbek wytworzono w ten sam sposób. Objętość próbek wynosiła 400 ml. **W przypadku kompozycji wyjściowej do otrzymania koacerwatu M4 nie zaobserwowano zajścia procesu koacerwacji. Po 24 h od wprowadzenia soli nie zauważono wydzielenia fazy koacerwatu. Próbkę ta została wykluczona z dalszych badań.** Po oddzieleniu faz z pozostałych kompozycji wyjściowych, próbkę do dalszych badań stanowiła faza koacerwatu o charakterystycznym kolorze zastosowanego barwnika. Objętość oddzielonych koacerwatów z kompozycji wyjściowych wyraża Tab.2.

Tab. 2 Objętość wydzielonych faz koacerwatu z kompozycji wyjściowych, stanowiących skoncentrowane mydła w płynie [opracowanie własne]

Symbol próbki	Objętość koacerwatu [%]
M0	52,5
M1	62,5
M2	65,0
M3	65,0
M4	brak wydzielonej fazy koacerwatu

1.3. Metodyki badawcze

1.3.1. Stabilność

Stabilność prototypów mydeł w płynie oceniano wizualnie oraz metodą nefelometryczną w okresie miesięcznego ich przechowywania w warunkach laboratoryjnych (stała temperatura otoczenia, zmienne nasłonecznienie). W metodzie nefelometrycznej oceniono mętność wykorzystując mętnościomierz laboratoryjny TN-100 Eutech Instruments. Oznaczenie mętności wykonano po 24h oraz miesiącu od wytworzenia prototypów kosmetyków.

1.3.2. Ocena właściwości pianotwórczych

Właściwości pianotwórcze oceniano na podstawie metodyki własnej, opracowanej na podstawie normy PN-EN 12728: 2001. Oceniano zdolność pianotwórczą oraz wskaźnik trwałości piany. Badaniom poddano 1-proc. roztwory preparatów w wodzie destylowanej. Dokładny opis metodyki został przedstawiony w pracy Seweryna i współautorów [32].

1.3.3. Ocena podatności kosmetyków na zmiany lepkości pod wpływem wody

Badanie polega na określeniu zależności zmian lepkości kosmetyków w formie koacerwatu od ilości wprowadzonej do nich wody. Lepkość zmierzono z wykorzystaniem reometra Brookfield typu HADV- III Ultra, w układzie płytka– stożek, przy prędkości ścinania 1 s^{-1} . Oznaczenie wykonano w temperaturze 22°C .

Pomiar przebiegał następująco: w szklanej zlewce odmierzone 100 g badanej próbki, do której następnie wprowadzono 10 g wody. Po dokładnym wymieszaniu i odpowietrzeniu zawartości zlewki, przystąpiono do mierzenia jej lepkości. W tym celu umieszczano 0,5 mL preparatu w cylindrze pomiarowym (zastosowano układ pomiarowy o symbolu CP52). Wyniki lepkości zostały zmierzone i zapisane automatycznie za pomocą programu komputerowego RheoCalc. Taką samą kolejność czynności stosowano następnie do mierzenia lepkości próbki po dodaniu większej ilości wody. Masy wody dodawanej do każdej z czterech badanych próbek wynosiły: 10 g, 25 g, 50 g, 75 g, 100 g, 150 g. Wyniki końcowe lepkości mydeł w płynie w formie koacerwatu stanowią średnią z trzech niezależnych pomiarów.

1.3.4. Liczba zeinowa

Potencjał drażniący kosmetyków oceniono w teście polegającym na oznaczeniu liczby zeinowej. W procedurze 2 g zeiny mieszano z 40 g 10-proc. roztworu wodnego kosmetyku (czas mieszania 1 h, temp. 35°C), następnie określano ilość solubilizowanej w nim zeiny poprzez oznaczenie azotu metodą Kjeldahla. Oznaczenie przeprowadzono za pomocą automatycznego mineralizatora Digestor 8 AR oraz automatycznego analizatora do oznaczania azotu Kjeltac 8400. Jako wynik badania uzyskano wartość liczby zeinowej określonej, jako masę azotu, wyrażoną w miligramach, oznaczoną w 100 mL próbce. Wynikiem końcowym była średnia arytmetyczna z 3 niezależnych oznaczeń. Dokładną metodologię badania przedstawiono w pracy Seweryna i Bujaka [15].

1.3.5. Określenie działania wysuszające na skórę po procesie mycia

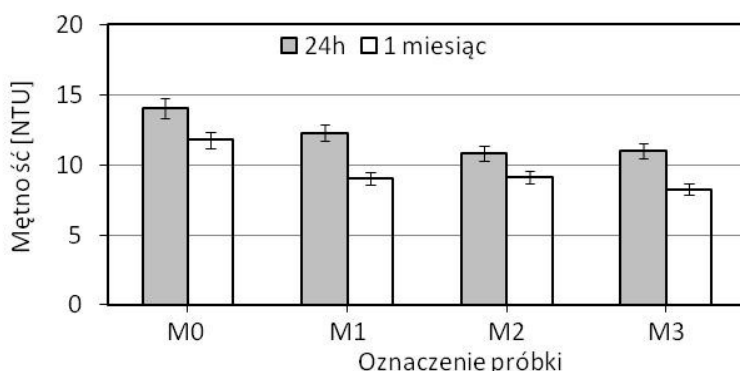
Działanie wysuszające skórę po procesie mycia prototypami mydeł w płynie oceniono stosując metodykę opisaną w pracy Wasilewskiego i współautorów [33]. Mierzono stopień nawilżenia skóry wykorzystując aparat Corneometer CM 825 firmy Courage-Khazaka (Köln, Niemcy) podłączonej do adaptera Cutometer MPA 580. Badanie przeprowadzono po 1 i 3 godzinach po nałożeniu prototypów kosmetyków na skórę.

2. Rezultaty i dyskusja wyników

W przypadku tworzenia receptur kosmetyków z wykorzystaniem składników pochodzenia naturalnego uznawanych za bardziej zrównoważone etap projektowania składu i wytwarzania kosmetyków zasługuje na największą uwagę. Jest on bowiem ściśle związany kreowaniem jakości produktu ocenianej przez konsumentów i ich decyzjami zakupowymi. Rezygnacja z surowców pochodzenia petrochemicznego w kosmetykach i zastąpienie ich tymi z materiału roślinnego może stanowić spore wyzwanie technologiczne i generować różne problemy. W przypadku kosmetyków opartych na surowcach pochodzenia naturalnego mogą pojawić się różnego rodzaju problemy związane z możliwą niestabilnością, ewentualnym brakiem zakładanych parametrów użytkowych czy ograniczeniami estetycznymi tak istotnymi przy ocenie produktu przez konsumenta. Wytworzenie pełnowartościowych kosmetyków bazujących na surowcach naturalnych jest trudniejsze niż w przypadku konwencjonalnie wytwarzanych kosmetyków bazujących na surowcach pochodzenia petrochemicznego [5, 6]. Z tego względu w tej pracy dokonano kompleksowej oceny funkcjonalności opracowanych i wytworzonych prototypów kosmetyków, której rezultaty przedstawiono poniżej.

2.1. Stabilność

W ocenie wizualnej przeprowadzonej po 24h oraz miesiącu od wytworzenia mydeł w płynie nie zaobserwowano widocznych oznak niestabilności w postaci zmętnienia, wytrąceń cząstek stałych czy rozwarstwienia. Dodatkowo w celu potwierdzenia stabilności prototypów żeli do mycia twarzy przeprowadzono dla nich dwie serie pomiarów mętności w miesięcznym odstępie czasu. Wyniki przedstawiono na Fig. 1.



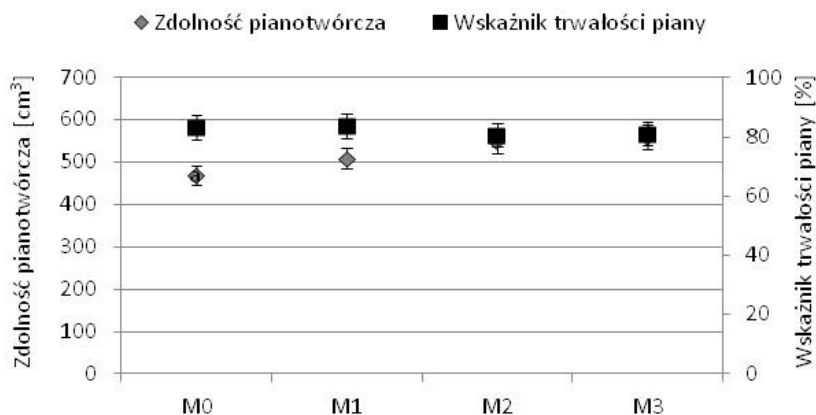
Rys. 1 Mętność prototypów mydeł w płynie w formie koacerwatu zawierających anionową pochodną APG (opracowanie własne)

Wartości mętności po 24h od wytworzenia dla wszystkich badanych prototypów kosmetyków są zbliżone i nie przekraczają wartości 15 NTU. W przypadku

wyników mętności po miesiącu od wytworzenia dla wszystkich badanych układów obserwowany jest niewielki spadek badanego parametru w porównaniu do wartości określonych po 24h. Dla kompozycji zawierających pochodną APG wartości badanego po tym czasie parametru nie przekraczają 10 NTU. Uzyskane dla wszystkich kosmetyków wartości mętności oraz brak istotnych ich zmian w czasie przechowywania próbek świadczą o pełnej ich stabilności.

2.2. Właściwości pianotwórcze

Zdolność do generowania piany jest dla kosmetyków myjących jednym z podstawowych parametrów ich oceny jakości przez konsumentów. W przypadku mydeł w płynie oczekuje się, że podczas czynności związanych z procesem mycia będzie powstawać piana o zadawalających właściwościach sensorycznych (gęsta, aksamitna), jednocześnie łatwa do spłukiwania wodą. Dla prototypów mydeł w płynie zostało przeprowadzone badanie na określenie ich właściwości pianotwórczych. Oceniono zdolność pianotwórczą oraz wskaźnik trwałości piany kosmetyków. Wyniki przedstawiono na Fig. 2.



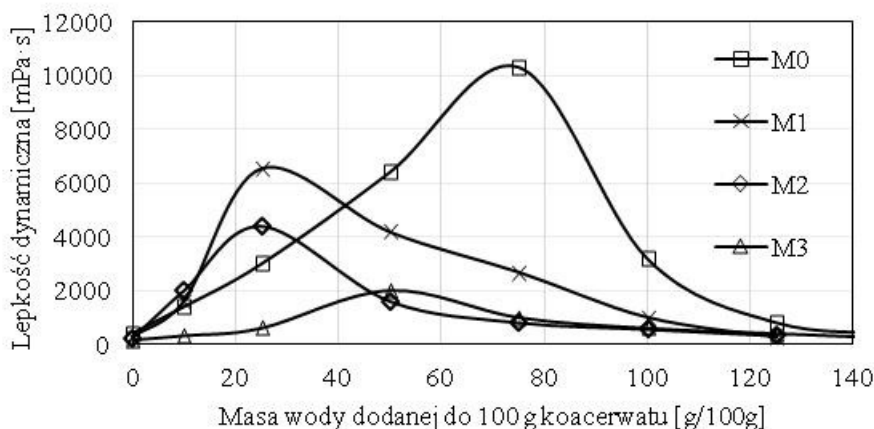
Rys. 2 Właściwości pianotwórcze prototypów mydeł w płynie w formie koacerwatu zawierających anionową pochodną APG (opracowanie własne)

Badane prototypy kosmetyków wykazują się zdolnością pianotwórczą z przedziału wartości 560 - 430 cm^3 objętości wytwarzanej piany. W porównaniu do kompozycji opartej wyłącznie na SLES-ie (M0) wprowadzenie do składu kosmetyku anionowej pochodnej APG skutkuje wzrostem wartości oznaczanego parametru do wartości maksymalnej dla próbki M3 wynoszącej 560 cm^3 .

W przypadku trwałości piany dla wszystkich analizowanych mydeł w płynie określono wartości tego parametru na zbliżonym poziomie wynoszącym około 80%.

2.3. Podatność na zmiany lepkości pod wpływem wody

Zastosowany do uzyskania skoncentrowanej formy produktu proces koacerwacji umożliwia nie tylko wytworzenie mydeł w płynie o wysokim stężeniu substancji aktywnych, ale również możliwość modyfikacji lepkości kompozycji wodą [19, 31, 32]. Otrzymane koacerwaty mydeł w płynie wykazują się niskimi wartościami lepkości, niewiele wyższymi niż te określone dla wody. Aby taki produkt był akceptowalny pod względem konsystencji dla konsumenta i był łatwo dozowany z opakowania należy zmodyfikować jego lepkość. W przypadku koacerwatów można tego dokonać w warunkach domowych, samodzielnie mieszając go z odpowiednią ilością wody. Zaletą takiego rozwiązania jest możliwość samodzielnego, według własnych potrzeb i preferencji dostosowania konsystencji kosmetyku. Zakres zmian lepkości pod wpływem wody koacerwatów jest ich właściwością zależną od składu [19, 31, 32]. Dlatego istotnym jest określenie zależności lepkości takiej formy produktu od ilości wprowadzonej wody. Informacje te są niezwykle cenne z punktu widzenia oceny właściwości użytkowych kosmetyku w tej formie. Wyznaczone zależności wartości lepkości dynamicznej od ilości wprowadzanej do mydeł w płynie w formie koacerwatu wody zaprezentowano na Rys.3.



Rys. 3 Zmiany lepkości mydeł w płynie w formie koacerwatu pod wpływem dodatku wody (opracowanie własne)

Wszystkie badane mydła w płynie wykazują podatność na zmiany lepkości pod wpływem prowadzanej do nich wody. Dla wszystkich kosmetyków zaobserwowano tożsamy przebieg zależności lepkości od masy wprowadzanego rozpuszczalnika. Obserwuje się najpierw stopniowy wzrost wartości lepkości do wartości maksymalnej przy danej masie wody, a następnie spadek wartości tego parametru przy jej kolejnych porcjach. Ilość dodanej wody, przy której lepkość osiągała wartości maksymalne to:

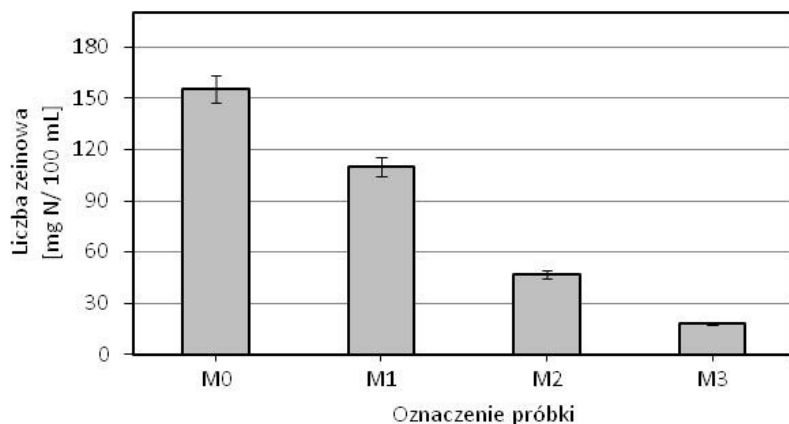
- M-0 – 75 g
- M-1 – 25 g

- M-2 – 25 g
- M-3 – 50 g.

Jak wykazano w przeprowadzonej analizie koacerwatów najbardziej podatnym na modyfikację lepkości przy rozcieńczaniu wodą jest mydło w płynie bazujące tylko i wyłącznie na SLES-ie jako podstawowym anionowym surfaktancie o działaniu myjącym (M0). Zastąpienie w składzie prototypów produktu tego związku pochodną anionową alkilopoliglukozydów skutkuje ograniczeniem zdolności kosmetyków do zmian lepkości pod wpływem wody. Maksymalne wartości określonego dla nich parametru są znacząco niższe od kompozycji referencyjnej (M0). Dla próbki z największą zawartością innowacyjnego surowca są one niemal 70% niższe niż dla mydła w płynie stanowiącego próbkę odniesienia w badaniach M0. Mimo, że zastąpienie surfaktantem pochodzenia naturalnego w kompozycjach oksyetylenowanego laurylosiarczanu sodowego znacząco ogranicza podatność kosmetyku na zagęszczanie wodą, uzyskiwane dla wytworzonych prototypów wartości lepkości przy rozcieńczaniu wodą są na tyle wysokie, że będą umożliwiały odpowiednie dozowanie produktu podczas procesu mycia.

2.4. Działanie drażniące mydeł w płynie w formie koacerwatu

Wyniki testu z zeiną (wartości liczby zeinowej) dla kosmetyków pozwalają na określenie dla nich potencjału drażniącego w kontakcie ze skórą [15]. Test ten pozwala bowiem na określenie interakcji między surfaktantami stanowiącymi podstawę składu mydeł w płynie a białkiem keratyny budującym naskórek ludzki. Zakres tych oddziaływań jest oceniany na podstawie oznaczonej w badaniu ilości zsolubilizowanego białka zeiny [15, 34]. Im wyższe wartości liczby zeinowej, tym większe działanie drażniące kosmetyku [15, 19 - 21, 31 - 33]. Dla mydeł w płynie w formie koacerwatu wyniki oznaczenia wartości liczby zeinowej przedstawiono na Rys.4.



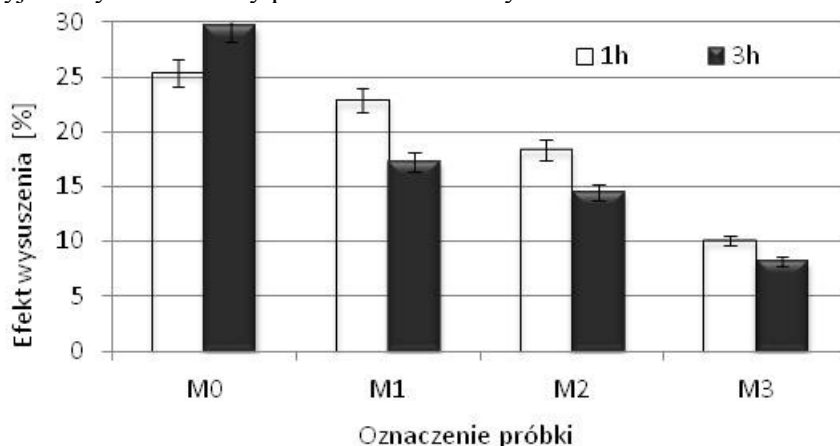
Rys. 4 Wartości liczby zeinowej dla mydeł w płynie w formie koacerwatu (opracowanie własne)

Dla badanych mydeł w płynie uzyskano liczby zeinowe z szerokiego zakresu wartości 20 - 160 mgN/100 mL. Najwyższą wartość oznaczonego parametru określono dla kompozycji kosmetycznej M0 bazującej w całości na SLES-ie. Zastąpienie tego składnika pochodną sulfonową alkilopoliglukozydów skutkuje znaczącym spadkiem wartości ocenianego dla mydeł parametru do wartości minimalnej - 20 mgN/100 mL dla mydła M3 z najwyższym analizowanym stężeniem proponowanego w pracy surfaktantu. Dowiedziono tym samym, że zastąpienie powszechnie stosowanego w praktyce przemysłowej surowca oksyetylenowanego laurylosiarczanu sodowego surfaktantem pochodzenia naturalnego pozwala na znaczące ograniczenie działania drażniącego analizowanych mydeł w płynie. Obserwowane w badaniu zmiany w zakresie działania drażniącego związane są z wprowadzeniem do układu dodatkowego surfaktantu (w postaci pochodnej sulfonowej APG). Skutkuje to najprawdopodobniej powstawaniem w fazie objętościowej roztworu stabilniejszych i większych rozmiarów agregatów micelarnych. Takiego rodzaju agregaty są mniej podatne na rozpad do formy monomerycznej. Następuje przesunięcie równowagi w roztworze w kierunku struktur micelarnych, zmniejsza się tym samym stężenie monomerów, które w głównej mierze odpowiadają za działanie drażniące kosmetyku. Tego rodzaju efekty w postaci ograniczenia działania drażniącego anionowych surfaktantów poprzez wprowadzenie innego anionowego związku o odmiennej budowie jest szeroko opisywane w literaturze i jest jednym ze sposobów na niwelowanie negatywnego działania kompozycji na białka budulcowe na skórkę [15, 35]. Ponadto sama budowa chemiczna wprowadzanej pochodnej APG sugeruje na znacząco niższe działanie drażniące. Związek ten w porównaniu do SLES-u posiada w swojej budowie dodatkowe ugrupowania hydrofilowe. W strukturze tego związku występują ugrupowania oparte na glukozydach oraz ugrupowania hydroksylowe i grupy hydroksypropylowe, które wpływają na redukcję gęsto-

ści ładunku w grupie sulfonowej (w porównaniu z ugrupowaniem siarczanowym obecnym w Sodium Laureth Sulfate). Przekłada się to na znaczące ograniczenie interakcji tego związku z białkami [15, 36]. Skutkuje to w efekcie na znacząco niższym potencjałem drażniącym kosmetyków myjących, w których surfaktant ten ma zastosowanie.

2.5. Ocena działania wysuszającego mydeł w płynie w formie koacerwatu

Surfaktanty, które są głównymi składnikami kosmetyków myjących podczas czynności związanych z procesem mycia mogą nie tylko wchodzić w interakcje z białkami naskórka, ale również wymywać lipidy płaszcza wodno lipidowego oraz zaburzać strukturę ciekłokrystaliczną lipidów budujących macierz międzykomórkową w naskórku. W konsekwencji tego rodzaju oddziaływań zaburzeniu uleg może bariera naskórkowa, co objawiać się może spadkiem nawilżenia skóry. Efekty takie znacząco wpływają na bezpieczeństwo stosowania kosmetyku gdyż prowadzić mogą w konsekwencji do nadmiernego wysuszenia skóry [15, 35, 37]. Z tego względu dla analizowanych prototypów mydeł w płynie przeprowadzono badania pozwalające na określenie stopnia wysuszenia skóry po procesie mycia. Poprzez pomiary stopnia nawilżenia skóry przed i po przeprowadzonym procesie mycia prototypami określono procentowy spadek tego parametru w porównaniu do wartości wyjściowych. Rezultaty przedstawiono na Rys.5.



Rys. 5 Działanie wysuszające po procesie mycia prototypami mydeł w płynie w formie koacerwatu (opracowanie własne)

Wszystkie badane prototypy kosmetyków wykazują działanie wysuszające w stosunku do skóry. Najwyższe działanie wysuszające zarówno po godzinie, jak i 3 godzinach po procesie mycia skóry określono dla roztworu kąpieli myjącej mydła w płynie M0. W przypadku pozostałych analizowanych kosmetyków zastąpienie SLES-u pochodną sulfonową APG skutkuje spadkiem ocenianego parametru. W przypadku mydła w płynie M3 następuje niemal 3-krotne zmniejszenie wartości

działania wysuszającego w porównaniu do kompozycji odniesienia M0. Efekt ten jest zauważalny zarówno po godzinie, jak również 3 godzinach od momentu wykonania procesu mycia skóry. Wyniki wskazują, że zastąpienie powszechnie stosowanego oksyetylenowanego laurylosiarczanu sodowego sulfonową pochodną APG skutkuje znacznym ograniczeniem interakcji kosmetyki z lipidami naskórka, co w konsekwencji zwiększa ich bezpieczeństwo stosowania w zakresie działania wysuszającego na skórę.

Podsumowanie

W pracy przedstawiono rezultaty badań nad opracowaniem mydeł w płynie w formie koacerwatu, w których zastosowano anionową sulfonową pochodną APG. Założeniem było zastąpienie powszechnie stosowanego w praktyce przemysłowej oksyetylenowanego laurylosiarczanu sodowego (SLES-u) surfaktantem pochodzenia naturalnego. Z badanych kompozycji wyjściowych do uzyskania koacerwatu uzyskano mydła w płynie w założonej formie, które poddano analizie w zakresie cech związanych z funkcjonalnością oraz bezpieczeństwa stosowania. Przy założonym składzie ilościowym i jakościowym nie udało całkowicie wyeliminować ze składu mydeł w formie koacerwatu surowca pochodzenia petrochemicznego. Nie uzyskano preparatu w formie koacerwatu bazującego tylko i wyłącznie na pochodnej APG. Uzyskane prototypy kosmetyków w formie skoncentrowanej wykazywały się pełną stabilnością w czasie przechowywania. Nie zaobserwowano dla nich zmian wizualnych, jak również istotnych zmian w wyznaczonych wartościach mętności w funkcji czasu. W przypadku badań oceny właściwości pianotwórczych określono, że wprowadzenie pochodnej APG nie ma wpływu na stabilność powstającej piany, natomiast powoduje wzrost zdolności do jej generowania. Wszystkie prototypy kosmetyków wykazują się podatnością na zmiany wartości lepkości pod wpływem rozcieńczania wodą, co związane jest z formą koacerwatu produktów. Przy czym dla mydeł w płynie zawierających zastosowany surowiec pochodzenia roślinnego zakres tych zmian jest znacznie ograniczony. Analiza parametrów związanych z bezpieczeństwem stosowania jednoznacznie wskazuje, że zastąpienie SLES-u pochodną APG skutkuje znaczącym zwiększeniem bezpieczeństwa stosowania analizowanych prototypów mydeł w płynie zarówno w zakresie działania drażniącego, jak również wysuszającego na skórę.

Praca finansowana z funduszy MNiSzW z dotacji na działalność statutową. Projekt nr 3086 /182/P, DBUPB/2015/010 pt. „Opracowanie receptur i technologii wytwarzania innowacyjnych kosmetyków, produktów aptecznych, produktów chemii gospodarczej i przemysłowej”.

W pracy przedstawiono rezultaty prac nad możliwością wykorzystania anionowej sulfonowej pochodnej alkilopoliglukozydów do wytwarzania mydeł w płynie w formie koacerwatu. Założono zastąpienie powszechnie stosowanego w ko-

smetykach myjących oksyetylenowanego laurylosiarczanu sodowego (SLES-u) surfaktantem na bazie roślinnej. Całkowite zastąpienie SLES-u pochodną APG nie w kompozycji pozwoliła na uzyskanie formy koacerwatu produktu. Dla pozostałych analizowanych kompozycji uzyskano mydła w płynie w formie koacerwatu, które poddano analizie pod względem funkcjonalności i bezpieczeństwa stosowania. Badane prototypy produktów wykazywały się pełną stabilnością w czasie przechowywania. Oceniane mydła zawierające pochodną APG wykazywały się wyższą zdolnością do generowania piany w porównaniu do kompozycji referencyjnej, natomiast zbliżoną stabilnością powstającej piany. Wszystkie uzyskane mydła wykazują się podatnością na zagęszczanie pod wpływem rozcieńczania wodą, przy efekt ten jest znacznie bardziej ograniczony w przypadku koacerwatów z wprowadzonym surowcem bazującym na APG. Analiza działania drażniącego oraz wysuszającego po procesie mycia wskazuje, że zastąpienie powszechnie wykorzystywanego w praktyce przemysłowej SLES-u pochodną sulfonową APG przekłada się na uzyskanie prototypów produktów o znacznie wyższym bezpieczeństwie stosowania w aspekcie oddziaływania na skórę.

Słowa kluczowe: mydła w płynie, koacerwat, anionowa pochodna APG, jakość, funkcjonalność, bezpieczeństwo stosowania

APPLICATION OF ANIONIC ALKYL POLYGLUCOSIDE DERIVATIVE FOR THE PRODUCTION OF LIQUID SOAPS IN THE FORM OF COACERVATE

This paper presents the results of work on the possibility of using an anionic sulphonic derivative of alkylpolyglucosides to produce liquid soaps in the form of a coacervate. The idea was to replace sodium lauryl sulphate ethoxylate (SLES), which is commonly used in washing cosmetics, with a plant-based surfactant. The complete replacement of SLES with an APG derivative not in the composition allowed the coacervate form of the product to be obtained. For the remaining compositions analyzed, liquid soaps in coacervate form were obtained and analyzed in terms of functionality and safety of use. The tested product prototypes showed full stability during storage. The evaluated soaps containing the APG derivative showed a higher foaming capacity compared to the reference composition, while the stability of the foam formed was similar. All the soaps obtained show a susceptibility to thickening when diluted with water, with this effect being much more limited in the case of coacervates with the APG-based raw material introduced. Analysis of the irritation and drying effect after the washing process indicates that the replacement of SLES, which is commonly used in industrial practice, with a sulphonic derivative of APG translates into product prototypes with a significantly higher safety of use in terms of skin effects.

Keywords: liquid soaps, coacervate, anionic APG derivative, quality, functionality, safety in use

Bibliografia

1. Barel A., Paye M., Maibach H. I., Handbook of Cosmetic Science and Technology, Third Edition, CRC Press, New York, 2009.
2. Klimaszewska E., Wieczorek D., Zięba M., Małyś A., Staszak K., Kwaśniewska D., Adamczyk K., Drzymała K., Dobrowolski A., Effect of N-dodecyl-N-(propylpiperydinium-3-sulfonate) on Usage Properties of Liquid Soaps for Sensitive Skin, *Tenside Surfactants Detergents*, 2018, 55(6), 439-446.
3. Bratovcic A., Nazdrajic S., Odobasic A., Sestan I., The influence of type of surfactant on physicochemical properties of liquid soap, *International Journal of Materials and Chemistry*, 2018, 8(2), 31-37.
4. Nowak I., Latanowicz K., Bętlewski A., Feliczak-Guzik A., Wawrzyńczak A. Produkt kosmetyczny od koncepcji w laboratorium do produkcji przemysłowej, *Wiadomości Chemiczne*, 2022, 76(7-8), 551-581.
5. Kolling C., Ribeiro J. L. D., de Medeiros J. F., Performance of the cosmetics industry from the perspective of Corporate Social Responsibility and Design for Sustainability, *Sustainable Production and Consumption*, 2022, 30, 171-185.
6. Bom S., Jorge J., Ribeiro H. M., Marto J. O. A. N. A., A step forward on sustainability in the cosmetics industry: A review, *Journal of Cleaner Production*, 2019, 225, 270-290.
7. Amberg N., Fogarassy C., Green consumer behavior in the cosmetics market, *Resources*, 2019, 8(3), 137.
8. Majchrzak W., Motyl I., Śmigielski K., Biological and cosmetical importance of fermented raw materials: an overview. *Molecules*, 2022, 27(15), 4845.
9. Goyal N., Jerold F. Biocosmetics: technological advances and future outlook, *Environmental Science and Pollution Research*, 2023, 30(10), 25148-25169.
10. Dini I., Laneri S., The new challenge of green cosmetics: Natural food ingredients for cosmetic formulations, *Molecules*, 2021, 26(13), 3921.
11. Savic S. M., Cekic N. D., Savic S. R., Ilic T. M., Savic S. D., 'All-natural' anti-wrinkle emulsion serum with *Acmella oleracea* extract: A design of experiments (DoE) formulation approach, rheology and in vivo skin performance/efficacy evaluation, *International Journal of Cosmetic Science*, 2021, 43(5), 530-546.
12. Zorić M., Banožić M., Aladić K., Vladimir-Knežević S., Jokić S., Supercritical CO₂ extracts in cosmetic industry: Current status and future perspectives, *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 2022, 27, 100688.

13. Bujak T., Zagórska-Dziok M., Ziemlewska A., Nizioł-Łukaszewska Z., Lal K., Wasilewski T., Hordyjewicz-Baran Z., Flower extracts as multifunctional dyes in the cosmetics industry, *Molecules*, 2022, 27(3), 922.
14. Klimaszewska E., Wieczorek D., Lewicki S., Stelmasiak M., Ogorzałek M., Szymański Ł., Tomasiuk R., Markuszewski L., Effect of New Surfactants on Biological Properties of Liquid Soaps, *Molecules* 2022, 27(17), 5425.
15. Seweryn A., Bujak T., Application of anionic phosphorus derivatives of alkyl polyglucosides for the production of sustainable and mild body wash cosmetics, *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 2018, 6(12), 17294-17301.
16. Bezerra K. G. O., Rufino R. D., Luna J. M., Sarubbo L. A., Saponins and microbial biosurfactants: Potential raw materials for the formulation of cosmetics, *Biotechnology progress*, 2018, 34(6), 1482-1493.
17. Ahmadi-Ashtiani H. R., Baldisserotto A., Cesa E., Manfredini S., Sedghi Zadeh H., Ghafori Gorab M., Khanahmadi M., Zakizadeh S., Buso P., Vertuani S., Microbial biosurfactants as key multifunctional ingredients for sustainable cosmetics. *Cosmetics*, 2020, 7(2), 46.
18. Podkowa-Zawadzka I., Wasilewski T., Zięba M., Evaluation of the Quality of Bath Cosmetics in Powder Form Depending on the Selection of Fillers, *Tenside Surfactants Detergents*, 2021, 58(5), 334-341.
19. Bujak T., Wasilewski T., Nizioł-Łukaszewska Z., Effect of molecular weight of polyvinylpyrrolidone on the skin irritation potential and properties of body wash cosmetics in the coacervate form, *Pure and Applied Chemistry*, 2019, 91(9), 1521-1532.
20. Klimaszewska E., Ogorzałek M., Seweryn A., Wasilewski T., Application properties of bath liquids for children based on Sodium Laureth Sulfate with addition of different molecular weight collagens derived from marine sources, *Journal of Surfactants and Detergents*, 2019, 22(6), 1469-1475.
21. Blagojević S. N., Blagojević S. M., Pejić N. D., Performance and efficiency of anionic dishwashing liquids with amphoteric and nonionic surfactants, *Journal of Surfactants and Detergents*, 2016, 19, 363-372.
22. Löffler H., Happle, R., Profile of irritant patch testing with detergents: sodium lauryl sulfate, sodium laureth sulfate and alkyl polyglucoside, *Contact Dermatitis*, 2003, 48(1), 26-32.
23. Palanisamy S., Ahalliya R. M., Rathankumar A. K., Saikia K., Valan Arasu M., Rajapandian V., Vellingiri M. Biosurfactants in Cosmetic Industry, [w:] *Multifunctional Microbial Biosurfactants*, red. Kumar P., Dubey R.C., Cham: Springer Nature Switzerland, 2023, pp. 341-361.
24. Żuchowski J., Paździor M., Zrównoważony rozwój produktu kosmetycznego, *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie*, 2022, 3 (997), 123-140.

25. Steber J., Guhl W., Stelter, N., Schröder, F. R., Alkyl polyglycosides-ecological evaluation of a new generation of nonionic surfactants, *Tenside Surfactants Detergents*, 1995, 32(6), 515-521.
26. Li H., Jin Y., Fan B., Qi R., Cheng, X., Peng S., Synthesis and surface activity of mono-and diphosphate ester mixture with different alkyl chain length, *Journal of Dispersion Science and Technology*, 2017, 38(5), 704-711.
27. Gao Y., Yang X., Bai L. Zhang J., Preparation and physiochemical properties of disodium lauryl glucoside sulfosuccinate, *Journal of Surfactants and Detergents*, 2014, 17(4), 603-608.
28. Chen K. M., Lin L. H., Dong M. Y., Wang C.F., Hwang M. C., Preparation and surface activity of phosphated alkyl oligoglucosides, *Journal of Surfactants and Detergents*, 2010, 13(4), 417-422.
29. Zoller U., Sosis P., Handbook of detergents, part F: Production, CRC Press, Boca Raton, 2008.
30. O'Lenick Jr A. J., O'Lenick K. A. Surfactants based upon alkyl polyglycosides, U.S. Patent nr 6,627,612, opublikowano 30.09.2003.
31. Seweryn A., Wasilewski T., Detergents in the coacervate form with plant extracts obtained under supercritical carbon dioxide conditions as examples of sustainable products, *Journal of Dispersion Science and Technology*, 2020, 41(6), 797-808.
32. Seweryn A., Wasilewski T., Bujak T., Effect of salt on the manufacturing and properties of hand dishwashing liquids in the coacervate form, *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 2016, 55(4), 1134-1141.
33. Wasilewski T., Seweryn A., Krajewski M., Improvement in the safety of use of hand dishwashing liquids through the addition of hydrophobic plant extracts, *Journal of Surfactants and Detergents*, 2016, 19, 1315-1326.
34. Chen Y., Ji X., Han Y., Wang Y., Self-assembly of Oleyl Bis (2-hydroxyethyl) methyl ammonium bromide with sodium dodecyl sulfate and their interactions with Zein, *Langmuir*, 2016, 32(32), 8212-8221.
35. Seweryn A., Interactions between surfactants and the skin – Theory and practice, *Advances in Colloid and Interface Science*, 2018, 256, 242-255.
36. Seweryn A., Klimaszewska E., Ogorzałek, M., Improvement in the safety of use of hand dishwashing liquids through the addition of sulfonic derivatives of alkyl polyglucosides, *Journal of Surfactants and Detergents*, 2019, 22(4), 743-750.
37. Morris S. A., Thompson R. T., Glenn R. W., Ananthapadmanabhan K. P., Kaisting, G. B., Mechanisms of anionic surfactant penetration into human skin: Investigating monomer, micelle and submicellar aggregate penetration theories, *International Journal of Cosmetic Science*, 2019, 41(1), 55-66.

Autorzy:

dr inż. Artur Seweryn, – Uniwersytet Radomski im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu,
Wydział Inżynierii Chemicznej i Towaroznawstwa, Katedra Chemii Przemysłowej
email: a.seweryn@uthrad.pl

WPLYW HYDROLIZATU PROTEIN PSZENICY NA WŁAŚCIWOŚCI MASEK HYDROŻELOWYCH DO PIELĘGNACJI CERY DOJRZAŁEJ

Małgorzata Okulska-Bożek, Ewa Jabłońska, Emilia Klimaszewska,
Marta Ogorzałek, Maja Wilk

Wstęp

Rosnąca świadomość konsumencka w zakresie wiedzy dotyczącej wpływu składu produktu na spodziewane efekty jego stosowania determinuje dynamiczne zmiany trendów na rynku kosmetyków oraz ciągle doskonalenie tradycyjnych receptur poprzez wzbogacanie ich w składniki naturalne. Stanowi to również asumpt do tworzenia produktów w pełni innowacyjnych.

W erze wzrostu średniej wieku społeczeństwa naszego kraju, poważnym wyzwaniem okazuje się profesjonalne doradztwo w doborze właściwych kosmetyków przeznaczonych zarówno do pielęgnacji całego ciała, jak i do zabiegów upiększających, skierowane do coraz liczniejszej grupy osób w wieku senioralnym. Dbanie o piękny, zdrowy wygląd cery dojrzałej, ze względu na jej specyficzne potrzeby i zmieniające się warunki stanu skóry w tym okresie, jest bardzo trudne. Skóra dojrzała, wraz z upływem czasu, w wyniku procesów biologicznych, ulega naturalnym zmianom, takim jak zmniejszenie jędrności i elastyczności, pojawienie się zmarszczek, utrata blasku i nawilżenia [1-3]. Odpowiednia pielęgnacja tego typu skóry ma kluczowe znaczenie dla możliwie jak najdłuższego utrzymania jej zdrowego wyglądu i redukcji oznak starzenia.

Jednym z zaobserwowanych w ostatnich latach trendów jest powszechne zainteresowanie fitokosmetykami. Ma on również odzwierciedlenie w kontekście pielęgnacji cery dojrzałej [4-6]. W projektowaniu kosmetyków w oparciu o składniki roślinne można dostrzec także aspekt zrównoważonego rozwoju – ważnego kryterium dla wielu konsumentów. Rośliny dostarczają naturalnych składników aktywnych, zdolnych do wspomagania funkcji skóry i harmonijnego współdziałania z przebiegającymi w niej naturalnymi procesami. Ponadto, ekologiczne metody pozyskiwania surowców roślinnych, takie jak uprawa organiczna i zrównoważone wykorzystanie zasobów naturalnych, wpisują się w dążenie do redukcji negatywnego wpływu działalności człowieka na jego otoczenie oraz do skuteczniejszej ochrony środowiska naturalnego.

1. Wybrane składniki roślinne wspomagające pielęgnację cery dojrzałej

W grupie kosmetyków zwanych fitokosmetykami aktywne składniki pochodzą głównie z roślin i stosowane mogą być m.in. w postaci olejów, ekstraktów roślinnych, hydrolatów czy też olejków eterycznych [5-9]. Poniżej przedstawiono krótką

charakterystykę kilku wybranych składników aktywnych, użytych w opracowanej recepturze, stanowiących cenną propozycję dla cery dojrzałej:

- Olej ryżowy – pełni funkcję nawilżającą, zmiękczącą i odżywiającą, łagodzi podrażnienia skóry, działa przeciwzapalnie i zapobiega utracie wody przez skórę [10];
- Ekstrakt z rumianku pospolitego – posiada właściwości przeciwzapalne i antibakteryjne, co pomaga w łagodzeniu stanów zapalnych skóry; dzięki zawartości antyoksydantów może działać jako środek przeciwstarzeniowy; odżywia i nawilża skórę [5,11];
- Ekstrakt z nasion truskawki – zawiera polifenole, związki przeciwzapalne i antyoksydacyjne; ma pozytywny wpływ na skórę, szczególnie starczą [9,12];
- Hydrolizat protein pszenicy – zazwyczaj otrzymywany jest przez hydrolizę alkaliczną, bądź enzymatyczną białka pochodzącego z kielków pszenicy, mającą na celu zmniejszenie masy cząsteczkowej polipeptydów (fragmentację); proces ten przyspiesza rozpuszczanie się fragmentów protein w wodzie, ułatwia wchłanianie mniejszych cząstek przez skórę, obniża prawdopodobieństwo występowania reakcji alergicznych; hydrolizat protein pszenicy odżywia, nawilża, wygładza i wzmacnia włosy, tworząc cienką błonę na ich powierzchni; bogactwo aminokwasów zapewnia mu działanie odżywiające i regenerujące w stosunku do skóry; nadaje skórze elastyczność, ma działanie liftingujące – napina skórę oraz zmniejsza widoczność zmarszczek; hydrolizat posiada zdolności nawilżające, rozjaśniające i filmotwórcze; wykazuje działanie synergiczne z innymi składnikami, np. łagodzącymi surfaktantami, ma także właściwości „gaszenia” piany; hydrolizat zachowuje stabilność do temp. ok. 80°C [4,7,8].

2. Maski hydrożelowe dla cery dojrzałej

Właściwa pielęgnacja cery dojrzałej polega na odpowiednim dostosowywaniu postaci i składu preparatów kosmetycznych oraz rodzaju, częstotliwości i zakresu zabiegów w stosunku do wymagań skóry zmęczonej, często słabiej odżywionej, z pojawiającymi się oznakami starzenia, stanowiącymi efekt wpływu wielu czynników zewnętrznych (środowiskowych) i wewnętrznych (swoistych dla danego organizmu) [1-3,6,9]. Wśród klientów, a zwłaszcza wśród klientek w tym przedziale wiekowym, cenione są naturalne kosmetyki nawilżające, odżywiające, regenerujące, często o lekkich formułach, posiadające bogaty skład, łatwe do stosowania podczas codziennych zabiegów pielęgnacyjnych. W prezentowanej pracy, z myślą właśnie o tej grupie odbiorców, zaprojektowano lekkie maseczki hydrożelowe do częstego stosowania, charakteryzujące się zdolnością do łagodzenia podrażnień, regeneracji, wygładzenia i nawilżenia skóry twarzy.

2.1. Opracowanie receptury serii preparatów z różną zawartością hydrolizatu protein pszenicy

Opracowano receptury serii masek w formie hydrożelu, przeznaczonych dla cery dojrzałej. W recepturze bazowej (próbka 0) zastosowano naturalne składniki pochodzenia roślinnego, takie jak: olej ryżowy, ekstrakty z rumianku pospolitego i z nasion truskawki. Kolejne receptury masek (próbki 1-3) wzbogacono o dodatkowy roślinny składnik aktywny – hydrolizat protein pszenicy (ang. *hydrolyzed wheat protein*). Do próbki 1 wprowadzono 0,05%wag hydrolizatu, do próbki 2 – 0,1%wag, natomiast do próbki 3, największe stężenie – 0,2%wag. Nazwy handlowe zwyczajowe, INCI oraz zawartość poszczególnych składników w recepturach zestawiono w tabeli 1.

Tab. 1. Zestawienie receptur hydrożelowych masek z różną zawartością hydrolizatu protein pszenicy

Lp.	Nazwa zwyczajowa	Nazwa INCI	Stężenie [%wag]			
1.	Woda	Aqua	do 100			
2.	Olej ryżowy	Oryza Sativa (Rice) Bran Oil	1,00			
3.	Guma ksantanowa	Xanthan Gum	1,00			
4.	Ekstrakt z rumianku posp.	Chamomilla Recutita Extract	0,40			
5.	Ekstrakt z nasion truskawki	Fragaria Ananassa Fruit Extract	0,40			
6.	Hydrolizowane proteiny pszenicy	Hydrolyzed Wheat Protein	0	0,05	0,10	0,20
7.	Gliceryna roślinna	Glycerin	2,45			
8.	Witamina E	Tocopheryl Acetate	0,06			
9.	KEM BS	Sodium Benzoate and Potassium Sorbate	0,50			

2.2. Przygotowanie masek hydrożelowych

Wszystkie maski hydrożelowe zostały przygotowane zgodnie z następującym schematem: odważono poszczególne surowce wymienione w recepturach, następnie odmierzono w zlewce wodę destylowaną i podgrzano ją na łaźni wodnej do temperatury 80°C, do gorącej wody dodawano małymi porcjami gumę ksantanową i mieszano za pomocą bagietki, aż do pełnego rozтворzenia polisacharydu i uzyskania jednorodnego roztworu koloidalnego; zawartość zlewki schłodzono do temperatury pokojowej i dodano pozostałe składniki (olej ryżowy, ekstrakt z rumianku, ekstrakt z nasion truskawki, glicerynę roślinną, witaminę E w formie octanu tokoferolu, hydrolizat białka pszenicy oraz konserwant),

dokładnie mieszając tworzący się preparat po dodaniu każdego kolejnego składnika.

Próbki masek hydrożelowych były nieprzezrzyste, lekko opalizujące, miały błyszczącą powierzchnię. Wraz ze wzrostem zawartości hydrolizatu przybierały barwę od mlecznej przez jasnokremową aż do ciemniejszego ecru. Wygląd otrzymanych próbek zaprezentowano na rys. 1.



Rys. 1. Próbką 0 (pierwsza od prawej) oraz seria sporządzonych hydrożelowych maseczek (próbki 1–3) o zróżnicowanej zawartości hydrolizatu protein pszenicy (archiwum własne)

3. Metody badań i oznaczeń

Wskaźnik pH

Właściwe pH fitokosmetyku stanowi jeden z warunków zapewnienia mu dobrej jakości, bezpieczeństwa i skuteczności w trakcie stosowania, mając korzystny wpływ na: kompatybilność z wartością pH wierzchniej warstwy skóry, minimalizację potencjalnych podrażnień oraz osiągnięcie zamierzonych efektów pielęgnacyjnych. Do oszacowania wartości wskaźnika pH próbek maseczek hydrożelowych, określającego aktywność jonów H^+ w środowisku pomiaru, zostało wykorzystane urządzenie CP-401 firmy ELMETRON, wyposażone w wykalibrowaną elektrodę (jonodę typu IUU-44Ct). Wszystkie pomiary przeprowadzono w temperaturze pokojowej.

Lepkość dynamiczna

Lepkość dynamiczna wpływa w znacznym stopniu na konsystencję produktu, determinuje łatwość jego aplikacji, a w konsekwencji zapewnia także pozytywny odbiór przez potencjalnego konsumenta. Oszacowanie wartości tego parametru może przyczynić się do ułatwienia działań ukierunkowanych na udoskonalanie formułacji masek oraz dostosowanie ich do oczekiwań i preferencji użytkowników. Pomiary lepkości dynamicznej żelowych preparatów kosmetycznych wykonano, posługując się lepkościomierzem rotacyjnym Brookfield, model DV-III ULTRA. Badania realizowano w temperaturze pokojowej (ok. 20°C), przy prędkości obrotowej wrzeciona, wynoszącej odpowiednio: 1, 5 oraz 10rpm.

Stopień nawilżenia skóry

Badanie korneometryczne ma na celu określenie stopnia nawilżenia danego obszaru skóry. Wykonywane jest za pomocą korneometru, podłączonego do wyświetlacza i sondy. W trakcie zetknięcia sondy ze skórą dochodzi do pomiaru pojemności elektrycznej skóry (a precyzyjniej – jej warstwy rogowej). Wyniki badań są podawane w jednostkach CU (ang. *Corneometer Units*) i mogą przyjmować wartości od 0 do 120. Przy czym, im niższy wynik, tym słabszy stopień nawilżenia skóry. Pomiaru powinny być przeprowadzane z jednakowym naciskiem sondy na badany obszar skóry [13,14].

Badanie zostało wykonane za pomocą aparatu Corneometer® CM 825 (Hydra-Pen firmy Courage + Khazajka Electronic GmbH, na skórze przedramienia. Przed przystąpieniem do pomiarów, skóra została oczyszczona wacikiem.

Ocena organoleptyczna

Cechy jakościowe produktu kosmetycznego określane są głównie dzięki zmysłom dotyku, wzroku i węchu człowieka, będącego, w świetle stosownych norm, swoistym urządzeniem pomiarowym [15]. Od jego subiektywnej oceny zależy skrupulatność i wiarygodność przeprowadzonych badań.

Serię masek poddano ocenie organoleptycznej, przy uwzględnieniu standardowych kryteriów, obejmujących 4 cechy produktu (jednolitość, zapach, konsystencję, przyczepność), a także 6 efektów działania produktu na skórze (rozprowadzanie, wchłanianie, natłuszczenie, nawilżenie, wygładzenie lepkość).

4. Wyniki badań wybranych właściwości otrzymanych masek i ich dyskusja

Próbki maseczek hydrożelowych, sporządzonych zgodnie z metodyką opisaną w p. 2.2, poddano badaniom właściwości fizykochemicznych (pomiar pH, lepkości dynamicznej) i aplikacyjnych (wyznaczanie stopnia nawilżenia skóry, ocena organoleptyczna), przedstawionym w rozdz. 3.

4.1. Badanie wartości pH masek

Zmierzono wartości pH serii przygotowanych masek hydrożelowych. Dodatkowo sprawdzono wartość pH wody destylowanej użytej do wykonania preparatów kosmetycznych oraz czystego hydrolizatu protein pszenicy. Każdy pomiar wykonywano trzykrotnie. Otrzymane wyniki, stanowiące średnie arytmetyczne uzyskanych wartości, umieszczono w tabeli 2.

Produkty kosmetyczne do stosowania miejscowego na skórę powinny być lekko zakwaszone i posiadać wartości pH w zakresie od 4 do 6 [16]. Ponieważ zmierzone wartości pH dla wszystkich masek mieściły się w przedziale od 5 do 6, zatem preparaty nie wymagały dodatkowej regulacji tego parametru. Zauważono, że wraz ze wzrostem stężenia składnika aktywnego wartość pH kosmetyku lekko obniżała się, co było zrozumiałe, gdyż wskaźnik pH czystego hydrolizatu protein pszenicy wynosił 4,67.

Tab. 2. Wyniki pomiarów pH sporządzonych masek

Rodzaj próbki	Wartość wskaźnika pH [-]
woda destylowana	6,28
hydrolizat protein pszenicy	4,67
próbka 0 (0%wag hydrolizatu)	5,89
próbka 1 (0,05%wag hydrolizatu)	5,58
próbka 2 (0,1%wag hydrolizatu)	5,36
próbka 3 (0,2%wag hydrolizatu)	5,09

Wymagania odnośnie wskaźnika pH – typowego parametrem wspomagającego ocenę bezpieczeństwa stosowania produktów kosmetycznych – determinowane są m.in. przez czynniki fizjologiczne. Wskutek tego wartość pH badanych próbek musi być zbliżona do pH skóry ludzkiej [16]. Otrzymane maseczki charakteryzują się podobnymi wartościami pH jak analogiczne kosmetyki służące do pielęgnacji skóry twarzy opisywane w literaturze przedmiotu [6,9,16].

4.2. Pomiar lepkości dynamicznej

Dla każdego preparatu wykonywano po trzy pomiary przy każdej prędkości i obliczano średnie arytmetyczne. Uzyskane wartości podano w [mPa·s], w tabeli 3.

Tab. 3. Wartości lepkości dynamicznej masek hydrożelowych (średnia arytmetyczna z wyników przeprowadzonych pomiarów)

Symbol próbki	Lepkość [mPa·s]		
	1rpm	5rpm	10rpm
próbka 0	39 697	8 267	4 633
próbka 1	33 733	7 960	4 773
próbka 2	38 933	8 953	5 233
próbka 3	39 533	9 123	5 467

Analizując uzyskane wyniki pomiarów lepkości dynamicznej, zauważono występowanie pewnych prawidłowości:

- wysoka lepkość przy niższych prędkościach obrotów – w przypadku wszystkich żelowych próbek lepkość dynamiczna przyjmowała najwyższe wartości przy najniższych prędkościach wrzeciona; wraz ze wzrostem prędkości obrotów następował spadek lepkości – największy przy przejściu z 1rpm do 5rpm (prawie czterokrotne zmniejszenie wartości lepkości, natomiast mniejszy przy zmianie z 5rpm na 10rpm (prawie dwukrotny spadek wartości lepkości); działające podczas pomiaru siły ścinające powodowały, że przy wyższych prędkościach obro-

tu wrzeczona badane produkty stawały się bardziej płynne, a tym samym łatwiejsze do aplikacji;

- zależność lepkości od zawartości składnika aktywnego – próbka 0, bez dodatku hydrolizatu protein pszenicy, wykazuje najwyższą lepkość spośród wszystkich próbek przy prędkości 1rpm; odnotowano także wzrost lepkości wraz ze zwiększeniem stężenia składnika aktywnego w próbkach; podobne tendencje zaobserwowano przy prędkościach 5 i 10rpm, z tym, że najwyższe wyniki osiągała próbka z największym udziałem hydrolizatu.

Wartości lepkości dynamicznej masek kosmetycznych przedstawiane w literaturze przedmiotu mieszczą się w bardzo szerokim zakresie, od około 100 mPa·s nawet do 350 000 mPa·s [9,17,18]. Zależą one od formy fizykochemicznej maski oraz jej składu, w tym przede wszystkim od stężenia i rodzaju modyfikatorów reologii. Między innymi Hendrawati i in. [18] oceniali lepkość dynamiczną maseczek do twarzy, zawierających różne stężenia aloesu. Zmierzone wartości oscyływały wokół 20 000 mPa·s. Podobne wartości, około 25 000 mPa·s, uzyskali Klimaszewska i in. [9] w badaniu masek pielęgnacyjnych zawierających ekstrakt z jeżyny otrzymany w warunkach nadkrytycznego dwutlenku węgla oraz Klimaszewska i in. [19] w ocenie właściwości maseczek z udziałem jagody kamczackiej stosowanej w formie proszku - przy 10 obr/min od 3110 do 9790 mPa·s. Dla masek peel-off m.in. Asthana i in. [17] podawali zdecydowanie wyższe wartości tego parametru, tj. około 140 000 i więcej.

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

4.3. Pomiar stopnia nawilżenia skóry po aplikacji masek

Przed przystąpieniem do badania zdolności nawilżającej sporządzonych masek, najpierw oznaczono nawilżenie skóry przed aplikacją produktów kosmetycznych. Wartość stopnia nawilżenia czystej skóry, obliczona jako średnia arytmetyczna z pięciu pomiarów, wynosiła 39,32CU.

W następnym etapie, próbki po ok. 0,5g każdej z masek zostały nałożone na skórę przedramienia. Stopień nawilżenia w tych punktach wyznaczany był pięciokrotnie: po upływie 1 minuty, 15 minut, 30 minut, 60 minut oraz 90 minut od aplikacji produktu kosmetycznego. Uzyskane wyniki zaprezentowano w tabeli 4.

W przypadku wszystkich badanych masek najwyższy poziom nawilżenia odnotowano po upływie 1 minuty od nałożenia preparatu na skórę. Następnie, wraz z upływem czasu, wartość stopnia nawilżenia obniżała się, jednak nawet po 90 minutach od aplikacji była ona wyższa niż na początku, czyli przed użyciem kosmetyku.

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

Symbol próbki	Stopień nawilżenia [CU]				
	po 1 min	po 15 min	po 30 min	po 60 min	po 90 min
0	117,1	75,44	56,26	51,32	41,18
1	118,24	65,62	51,6	51,5	51,34
2	106,22	71,52	60,4	56,02	53,86
3	115,16	59,1	54,14	49,48	51,26

Zauważono również, że największą stabilnością w utrzymaniu najlepszego nawilżenia cechowała się próbka 2 (0,1% wag hydrolizatu). Mimo, że uzyskała najniższą wartość ocenianego parametru spośród wszystkich próbek minutę po nałożeniu, po 90 minutach to ona zachowała najwyższy poziom nawodnienia skóry. Badanie korneometryczne potwierdziło zdolności nawilżające serii hydrożelowych masek – przy wszystkich pomiarach nawilżenie skóry pokrytej maseczką przekraczało wartość wyznaczoną dla czystej skóry, nie poddanej działaniu preparatu.

Według autorów Teno i in. [20] od masek do twarzy oczekuje się większej skuteczności pod względem nawilżania skóry niż np. od kremów do twarzy.

Poprawę nawilżenia skóry poprzez wykorzystanie substancji aktywnych w maskach do twarzy wykazali m.in. Klimaszewska i in. [19]. Wyniki nawilżenia skóry po zastosowaniu próbek kosmetyków oscylowały w granicach od 51 do 64 CU.

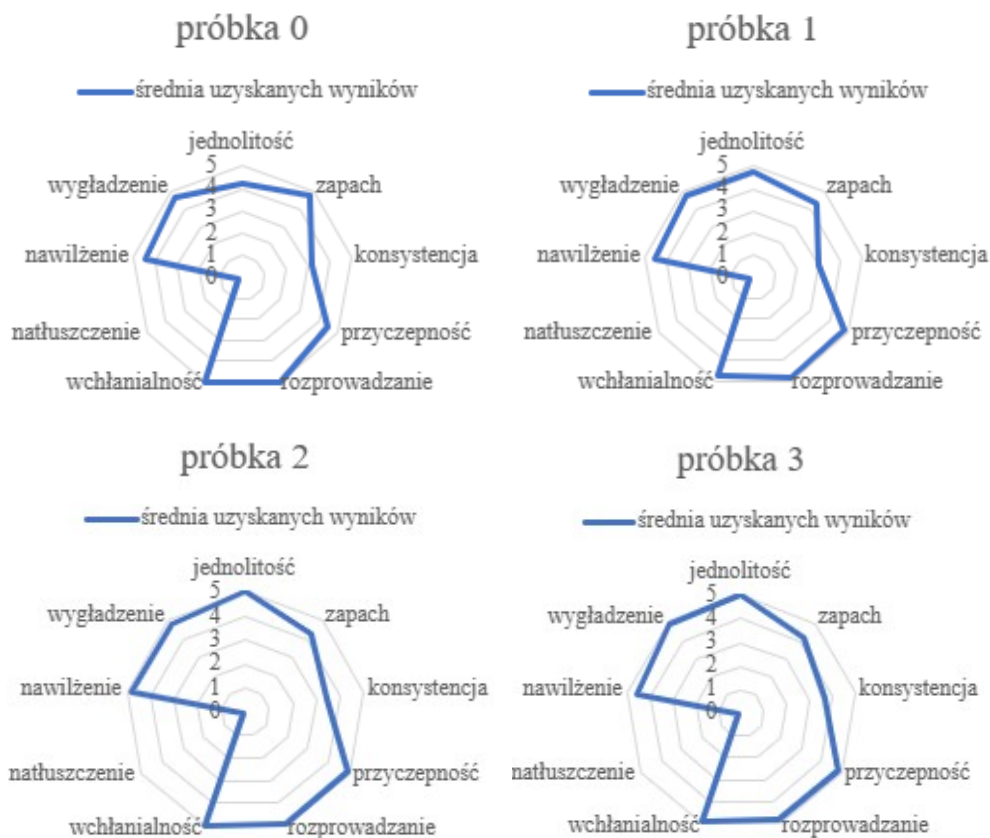
Wartości stopnia nawilżenia serii maserek badanych w pracy, zwłaszcza po 60 oraz 90 minutach od aplikacji, mieściły się w powyższym zakresie.

4.4. Analiza sensoryczna wytworzonych produktów kosmetycznych

Ocena organoleptyczna zgodnie z opisem podanym w rozdz. 3, została przeprowadzona przez grupę 10 przypadkowo wytypowanych osób (tzw. probantów), w średnim wieku [21-23]. Badania przebiegały w zbliżonej temperaturze i wilgotności względnej oraz w odpowiednich warunkach oświetleniowych. Panelistki oceniały właściwości hydrożelowych masek w fazie pobierania i nakładania oraz po aplikacji. Otrzymały zakodowane próbki masek i ankietę, w której zaznaczały oceny. Wszystkie kryteria oceniano w skali od 0 do 5, przy czym:

- 0 oznaczało ocenę bardzo złą,
- 1 odpowiadało ocenie złej,
- 2 potwierdzało ocenę dopuszczającą,
- 3 oznaczało ocenę dostateczną,
- 4 było odpowiednikiem oceny dobrej,
- 5 wskazywało ocenę bardzo dobrą [15,23].

Na podstawie uzyskanych wyników obliczono średnią ocen każdej maski dla poszczególnych standardowych kryteriów. Rezultaty analizy przedstawiono graficznie w postaci profili sensorycznych (rys. 2).



Rys. 2. Profile sensoryczne serii wytworzonych hydrożelowych masek z różną zawartością hydrolizatu protein pszenicy: próbka bazowa (0%wag), próbka 1 (0,05%wag), próbka 2 (0,1%wag), próbka 3 (0,2%wag) (opracowanie własne na podstawie wyników oceny sensorycznej przeprowadzonej przez grupę probantów)

Konsumencka ocena sensoryczna serii masek fitokosmetycznych wykazała, że wytworzone preparaty zostały dobrze odebrane przez probantów. Zgodnie z przewidywaniami, najniżej ocenione zostało natłuszczenie (w recepturze nawilżającej maski nie wprowadzono składnika o wyraźnym działaniu natłuszczającym). Wszystkie próbki uzyskały najwyższe oceny w przypadku pięciu kryteriów: przyczepności, rozprowadzania, wchłaniania, nawilżenia i wygładzenia. Stężenie hydrolizatu w próbkach miało większy wpływ na oceny trzech pozostałych kryteriów – zapachu, konsystencji i jednolitości, przy czym, im większy dodatek hydrolizatu, tym gorsze odczucie zapachu, natomiast tym lepsze oceny jednolitości i konsysten-

cji. Ogólnie, najwyższe średnie oceny probantów uzyskała próbka 2, zawierająca 0,1% wag hydrolizatu protein pszenicy.

Podsumowanie

Analiza uzyskanych wyników badań pozwala stwierdzić, że:

- wprowadzenie hydrolizatu protein pszenicy do preparatu kosmetycznego wpływa na jego wartość pH; wynika to z faktu, że hydrolizat, posiadając odczyn kwasowy, wraz ze wzrostem stężenia w serii kosmetyków w konsekwencji powoduje stopniowy spadek pH;
- hydrolizat protein pszenicy może zmieniać lepkość dynamiczną w zależności od stężenia w kosmetyku; początkowo dodatek hydrolizatu spowodował zmniejszenie lepkości, jednak wraz ze wzrostem stężenia tego składnika lepkość rosła; efekt ten może wynikać z tworzenia się oddziaływań międzycząsteczkowych pomiędzy proteinami pszenicy a polimerowymi łańcuchami gumy ksantanowej (składnika receptury maseczki);
- zarówno obecność hydrolizatu w formułacji serii maseczek, jak i jego stężenie, wpływają na poziom nawilżenia skóry; najkorzystniejsze, długofalowe działanie nawilżające, wykazała próbka o stężeniu 0,1% składnika aktywnego);
- obecność hydrolizatu protein pszenicy oraz jego stężenie w masce wpływa na indywidualne odczucia konsumentów; najwyższe oceny podczas analizy organoleptycznej dokonywanej przez probantów otrzymała próbka zawierająca 0,1% aktywnego dodatku, analogicznie jak w badaniu korneometrycznym.

Podsumowując, należy podkreślić, że hydrolizat protein pszenicy, z jednej strony stanowi oczywiście niezwykle cenny składnik produktów fitokosmetycznych, nadający im zdolność nawilżania i odżywiania skóry, istotne cechy z punktu widzenia codziennej pielęgnacji cery dojrzałej, natomiast z drugiej strony może być traktowany jako substancja modyfikująca wybrane właściwości kosmetyku, np. wartość wskaźnika pH czy też lepkość.

Celem pracy było wykazanie na drodze empirycznej wpływu stężenia hydrolizatu protein pszenicy na wybrane właściwości fizykochemiczne oraz użytkowe fitokosmetyków. Opracowano i wykonano serię receptur hydrożelowych masek zawierających składniki aktywne pochodzenia roślinnego, przeznaczone do pielęgnacji skóry dojrzałej. Oceniono wybrane właściwości fizykochemiczne oraz użytkowe otrzymanych masek – wyznaczono wskaźnik pH, zbadano lepkość dynamiczną, określono stopień nawilżenia skóry po aplikacji masek oraz przeprowadzono analizę profilu sensorycznego. Stwierdzono korelację pomiędzy udziałem hydrolizatu protein pszenicy w formułacji otrzymanych produktów kosmetycznych a ich badanymi właściwościami.

Słowa kluczowe: fitokosmetyki, hydrolizat protein pszenicy, pielęgnacja cery dojrzałej, stopień nawilżenia skóry

EFFECT OF HYDROLYZED WHEAT PROTEIN ON PROPERTIES OF HYDROGEL MASKS FOR MATURE SKIN CARE

The aim of this study was to empirically demonstrate the influence of the concentration of hydrolyzed wheat protein on selected physicochemical and functional properties of phytocosmetics. A series of hydrogel mask recipes containing active ingredients of plant origin, intended for the care of mature skin, were developed and produced. Selected physicochemical and functional properties of the obtained masks were assessed – the pH index was determined, the dynamic viscosity was examined, the degree of skin hydration after mask application was determined and the sensory profile was analyzed. A correlation between the share of hydrolyzed wheat protein in the formulation of the obtained cosmetic products and their tested properties was noticed.

Keywords: Phytocosmetics, Hydrolyzed Wheat Protein, Mature Skin Care, Degree of Skin Hydration

Bibliografia

1. Zegarska B., Woźniak M., Przyczyny wewnątrzpochodnego starzenia się skóry, „Gerontologia Polska” 2006, nr 14(4).
2. Olek-Hrab K., Hawrylak A., Czarnecka-Operacz M., Wybrane zagadnienia z zakresu starzenia się skóry, „Postępy Dermatologii i Alergologii” 2008, nr 5(25).
3. Resich-Kozieł L., Niemyska K., Rodzaje oraz przyczyny starzenia się skóry, „Kosmetologia Estetyczna” 2020, nr 1(9).
4. Jambor J., Sznitowska M., Technologia produktów roślinnych, Leki, suplementy, diety i kosmetyki, ISBN: 978-83-7846-153-1, MedPharm Polska, 2022.
5. Czerpak R., Jabłońska-Trypuć A., Roślinne surowce kosmetyczne, ISBN: 978-83-6046-658-2, MedPharm Polska, 2019.
6. Klimaszewska E., Wasilewski T., Ogorzałek M., Żuchowski J., Mirczewska M., Quality creation of masks for mature skin containing plant extract obtained using supercritical carbon dioxide, „Polish Journal of Commodity Science” 2016, No 1 (46).
7. Klimaszewska E., Bocho-Janiszewska A., Ogorzałek M., Bujak T., Szmuc E., Podkowa I., Application of sweet almond protein hydrolysates in glucosides-based shampoos, „Polish Journal of Cosmetology” 2017, No 20(2).
8. Klimaszewska E., Ogorzałek M., Zaporowska A., Improvement of the safety in use of shower gels for children through the addition various types of protein hydrolysates, „Polish Journal of Commodity Science” 2019, No 2(59).
9. Klimaszewska E., Małysa A., Zięba M., Rój E., Wasilewski T., Zastosowanie hydrofobowego ekstraktu z nasion jeżyny otrzymywanego przez ekstrakcję nadkrytycznym ditlenkiem węgla do wytwarzania maseczek kosmetycznych, „Przemysł Chemiczny” 2016, No 95(6).

10. Sudjaroen Y., Kakatum N., Thongmuang P., Evaluation of rice bran oil from riceberry rice (*oryza sativa* L.) as active ingredient in skincare application, „Journal of Pharmaceutical Negative Results” 2022, No 13(3).
11. Narvaes J.V.R., Laverde L.C., Pegoraro K.A., Ishiwaki A.M., Chueiri G. de A.F., Moreti A.B., Pacheco R.B., Hoscheid J., Evaluation of the effectiveness of *Chamomilla recutita* L. in the treatment of cutaneous lesions „Research, Society and Development” 2023, No 12(4).
12. Aquilera A., Tereucan G., Ercoli S., Cornejo P., Gomeza M.R., Uhlmann L., Guigas K., Esatbeyoglu T., Ruiz A., Influence of organic and chemical fertilisation on antioxidant compounds profiles and activities in fruits of *Fragaria ananassa* var. Camarosa, „Journal of Soil Science and Plant Nutrition” 2020, No 20.
13. Grygierczyk K., Palacz-Wróbel M., Krzeszewska-Zaręba A., Porównanie skuteczności nawilżenia skóry po zastosowaniu kremów na bazie oleju z wiesiołka i na bazie oleju arganowego, „Medycyna rodzinna” 2019, nr 3.
14. Olejnik A., Gornowicz-Porowska J., Gościańska J., Metody analityczne badania preparatów kosmetycznych – wczoraj i dziś, „Wiadomości Chemiczne” 2022, nr 76.
15. ISO 6658:2017. Sensory analysis. Methodology. General guidance, ISO, Geneva.
16. Lukić M., Pantelić I., Savić Snežana D., Towards optimal pH of the skin and topical formulations: From the current state of the art to tailored products, „Cosmetics” 2021, No 8(3).
17. Asthana N., Pal K., Aljabali A.A., Tambuwala M.M., de Souza F.G., Pandey, K., Polyvinyl alcohol (PVA) mixed green-clay and aloe vera based polymeric membrane optimization: Peel-off mask formulation for skin care cosmeceuticals in green nanotechnology, „Journal of Molecular Structure” 2021, No 1229.
18. Hendrawati T.Y., Nugrahani R.A., Utomo S., Ramadhan A.I., Formulation process making of Aloe vera mask with variable percentage of Aloe vera gel extract, IOP Conference Series „Material Science and Engineering” 2018, No 403(1).
19. Klimaszewska E., Zieba M., Gregorczyk K., Markuszewski L., Application of blue honeysuckle powder obtained by an innovative method of low-temperature drying in skincare face masks, „Molecules” 2021, No 26(23).
20. Teno J., Pardo-Figuerez M., Hummel N., Bonin V., Fusco A., Ricci C., Donnarumma G., Coltelli M.-B., Danti S., Lagaron J.M., Preliminary studies on an innovative bioactive skin soluble beauty mask made by combining electrospinning and dry powder impregnation, „Cosmetics” 2020, No 7.
21. Płocica J., Badania reologiczne i sensoryczne stosowane do oceny preparatów kosmetycznych, „Świat przemysłu kosmetycznego” 2014, nr 1.

22. Jędryka T., Metody sensoryczne, Wyd. Akademii Ekonomicznej w Krakowie, Kraków 2001.
23. Szakiel J., Turek P., Sensoryczna ocena jakości kosmetycznych produktów nawilżających przeznaczonych do pielęgnacji skóry rąk, „Zeszyty Naukowe UEK” 2018, nr 6(978).

Podziękowanie

Praca wykonana w ramach projektu nr 3501/188/P pt.: „Zastosowanie innowacyjnych surowców pochodzenia naturalnego i syntetycznego w pielęgnacji i wspomaganiu leczenia chorób skóry w różnych stanach klinicznych”. Projekt finansowany przez Ministerstwo Edukacji i Nauki.

Autorzy:

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

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

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

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

lic. Maja Wilk – Uniwersytet Radomski im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu, Wydział Nauk Medycznych i Nauk o Zdrowiu, (absolwentka kierunku Kosmetologia, rok akad. 2022/2023)

KSZTAŁTOWANIE JAKOŚCI MASECZEK DO TWARZY POPRAZ WPROWADZENIE DO RECEPTUR WYBRANYCH PROSZKÓW ROŚLINNYCH POZYSKIWANYCH Z RODZIMYCH UPRAW

Małgorzata Zięba

Wstęp

Maseczki kosmetyczne są jedną z form kosmetyków, które można stosować samodzielnie w warunkach domowych uzyskując efekt pielęgnacji zbliżony do tego, który do niedawna gwarantowała nam jedynie wizyta w gabinecie kosmetycznym. Na rynku istnieje kilka form maseczek kosmetycznych: ciecze, emulsje, musy i pasty. Istnieje także możliwość aplikacji maseczek w postaci płatów kolagenowych bądź fizelinowych [1-4]. Tak szeroki wachlarz różnych form kosmetycznych umożliwia zastosowanie wielu nowoczesnych surowców, z których największą popularnością cieszą się obecnie surowce pochodzenia naturalnego, w tym roślinnego. Ciekawym rozwiązaniem wydaje się możliwość pozyskania składników aktywnych z roślin z rodzimych upraw.

Jęczmień zwyczajny (łac. *Hordeum Vulgare*) to zboże z rodziny wiechlinowatych, do którego należy 25 gatunków traw jednorocznych. Roślina osiąga do 1 metra wysokości. Łodyga jęczmienia, nazywana źdźbłem, jest obła i pusta w przekroju. Jego ziarna charakteryzuje wrzecionowaty kształt. Okres kwitnienia w Polsce datuje się na czerwiec-lipiec. Początkowo zboże to uprawiano jedynie na terenie Bliskiego Wschodu, ale obecnie ze względu na jego dużą odporność na różne warunki klimatyczne, jest uprawiane praktycznie na większości kontynentów. Warto zaznaczyć, że roczne zbiory jęczmienia wynoszą około 150 mln ton, z czego ok. 2,5% stanowią zbiory polskie [5]. Z jęczmienia pozyskuje się słód do produkcji piwa, kaszę, a ziarna jęczmienia są półproduktem do produkcji kawy zbożowej. Jęczmień służy także jako roślina paszowa. Młode pędy jęczmienia stały się w ostatnich latach ważnym elementem tzw. „zdrowej żywności” oraz składnikiem suplementów diety i preparatów wspomagających odchudzanie. Jest to efektem ciekawych właściwości tej rośliny. Wyniki badań naukowych [6-8] potwierdzają, że *Hordeum Vulgare* jest źródłem wielu witamin (A, B₁₋₄, B₆, B₇, C, E) i minerałów (potas, wapń, cynk, magnez, selen, fosfor, chrom, miedź, jod, żelazo, mangan, nikiel, sód, siarka). Jęczmień jest bogaty w kwasy tłuszczowe (np.: linolenowy i linoowy). W jego składzie wyszczególniono również: kwas glutaminowy, alaninę, glukozę i fruktozę. Jęczmień zapobiega chorobom niedokrwiennym serca, obniża poziom cholesterolu we krwi i zmniejsza możliwość wystąpienia raka jelita grubego. Roślina ta wspomaga detoksykację organizmu, ułatwia zasypianie, wykazuje

działanie przeciwzapalne i przeciwwirusowe. Udowodniono również, że zboże to łagodzi objawy trądziku i opóźnia procesy starzenia skóry [9].

Łopian (łac. *Arctium Lappa*) znany także jako: łopuch, głowacz, topień, należy do roślin astrowatych. Występuje w Europie, Ameryce Północnej, Ameryce Południowej oraz Azji, gdzie od setek lat wykorzystuje się jego potencjał terapeutyczny. Łopian jest rośliną dorastającą do 1 metra wysokości. Z jego młodych cylindrycznych korzeni wyrastają rozgałęzienia o grubości od 3 do 6 cm. Miąższ ma barwę od białej do białozółtej, w zależności od wieku rośliny [10]. Według danych literaturowych [11] głowacz jest źródłem wielu bioaktywnych związków: fitoestrogenów, flawonoidów, kwasów tłuszczowych, kwasów karboksylowych, obecnych w nasionach, owocach, korzeniach i liściach. Topień jest także bogaty w witaminy: B₁, B₂, C oraz A. Ponadto *Arctium Lappa* jest źródłem pierwiastków, takich jak: magnez, potas, sód, wapń, żelazo czy cynk. Ze względu na obecność składników aktywnych wiele prac naukowych udowodniło jego działanie: prebiotyczne, antyoksydacyjne, antybakteryjne, przeciwnowotworowe. Łopian wykazuje także właściwości dermatologiczne. Dzięki zawartości związków fenolowych, których obecność potwierdzono w liściach tej rośliny, działa korzystnie na kondycję skóry z egzemą, łuszczycą, trądzikiem czy wysypką [12]. Nie można pominąć również przeciwdziałania przeciwnadciśnieniowego, o których pisał Fierascu i wsp. [13] poddając badaniu ekstrakt z łopianu. Z kosmetycznego punktu widzenia bardzo istotne wydają się również wyniki badań wykonane przez Ahangarpour i zespół [14], według którego zawarte w łopianie pochodne kwasu hydroksycynamonowego są odpowiedzialne za działanie przeciwzapalne i przeciwbakteryjne oraz działanie ochronne przed promieniowaniem ultrafioletowym.

Celem artykułu było wykazanie możliwości kształtowania jakości maseczek kosmetycznych, poprzez dodatek proszków roślinnych z łopianu i młodego jęczmienia, otrzymywanych w warunkach suszenia w niskich temperaturach wraz z jednoczesną mikronizacją na drodze oceny wybranych właściwości fizykochemicznych i użytkowych otrzymanych prototypów maseczek.

1. Materiały i metodyki badawcze

1.1. Receptury

W oparciu o analizę aktualnej literatury oraz w oparciu o doświadczenie własne [1-4, 15-18] opracowano skład ilościowy i jakościowy emulsyjnych maseczek do twarzy (Tab. 1).

Tab. 1. Skład jakościowy i ilościowy maseczek do twarzy.

Faza	INCI	Receptura								
		B	ALR1	ALR2	ALR3	ALR4	HVP1	HVP2	HVP3	HVP4
		[% wag.]								
Olejowa	Cetearyl Alcohol	10,0								
	Gliceryl Stearate	4,5								
	Ceteareth-20	6,0								
	Butyrospermum Parkii	5,0								
	Paraffinum Liquidum	5,0								
	Ethylhexyl Hydroxystearate	4,0								
Wod-na	Glycerin	3,0								
	Aqua	Do 100								
	<i>Arctium Lappa Root Powder</i>	-	0,25	0,5	0,75	1,0	-	-	-	-
	<i>Hordeum Vulgare Powder</i>	-	-	-	-	-	0,25	0,5	0,75	1,0
	<i>Preservative</i>	0,5								

Technologia otrzymywania maseczek

Składniki fazy olejowej (Tab. 1) odważono i przy ciągłym mieszaniu na mieszadle magnetycznym, podgrzano do temperatury ok. 75°C stosując łaźnię wodną. Analogiczną technologię przeprowadzono dla komponentów fazy wodnej. Połączono fazę wodną z olejową ciągle mieszając aż do ochłodzenia mieszaniny. Następnie w temperaturze około 30°C dodano proszki roślinne i konserwant. Ponownie dokładnie wymieszano emulsje.

1.2. Stabilność kosmetyków

Stabilność opracowanych emulsji oceniono stosując test wirówkowy oraz test temperaturowy. W pierwszym przypadku użyto wirówki ROTOFIX 32A firmy Hettich. Emulsje poddano działaniu siły odśrodkowej, test trwał 15 minut, a prędkość obrotowa wynosiła 2000 RPM. Próbkki zostały także poddane naprzemiennie

działaniu wysokiej (40°C, 1 doba, cieplarka firmy Pol-Eko) oraz niskiej (3°C, 1 doba, chłodziarka firmy Amica) temperaturze przez okres 7 dni. Cykl badawczy rozpoczęto od umieszczenia emulsji w chłodziarce. Po przeprowadzeniu badań oceniono wizualnie stabilność kosmetyków.

1.3. Lepkość dynamiczna

Lepkość dynamiczną (η) wytworzonych masetek oceniono za pomocą pomiarów wykonanych z użyciem lepkościomierza rotacyjnego RVDV-I+ firmy Brookfield. Pomiary zostały wykonane w temperaturze 22°C i były wykonane w zadanej prędkości obrotowej 5 RPM. Dla każdej emulsji przeprowadzono po 3 niezależne pomiary, a następnie uśredniono uzyskaną wartość.

1.4. Ocena twardości i siły adhezji (analiza tekstury)

Ocenę przeprowadzono przy użyciu teksturometru CT3 firmy Brookfield. Zastosowano próbnik wykonany ze stali nierdzewnej (TA18). Wyniki zostały rejestrowane przez program TEXTURE CT. Dokładna metodyka badawcza została opisana w literaturze [15, 19]. Dla każdej próbki wykonano 3 niezależne pomiary i obliczono średnią arytmetyczną.

1.5. Ocena barwy

Badanie oceny barwy masetek do twarzy z dodatkiem młodego jęczmienia i łożnianu wykonano za pomocą kolorymetru firmy Konica Minolta CR- 400. Urządzenie definiowało trzy wartości: L^* - jasność próbki, a^* - zabarwienie od czerwonego (+a) do zielonego (-a) oraz b^* - zabarwienie od żółtego (+b) do niebieskiego (-b). Dla każdej próbki wykonano 5 niezależnych pomiarów i obliczono średnią arytmetyczną.

Wyznaczono również różnice w kolorze $\Delta E_{MPR/MB}$, która została obliczona na podstawie wzoru:

$$\Delta E_{MPR/MB} = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

gdzie:

MPR – maseczka z proszkiem roślinnym

MB – maseczka bazowa

ΔL^* , Δa^* i Δb^* są matematycznymi różnicami między wartościami masetek z proszkiem roślinnymi L^* , a^* , b^* i wartościami L^* , a^* , b^* maseczki bazowej [20].

1.6. Analiza statystyczna

Słupki na wykresach przedstawiają średnie arytmetyczne wartości z trzech niezależnych pomiarów. Określono przedziały ufności, które stanowią błąd pomiarowy dla poziomu ufności 0,90. Wartości błędów przedstawione zostały na wykresach.

2. Wyniki badań

2.1. Ocena stabilności emulsji

Podstawowymi testami określającymi stabilność formy kosmetyków w postaci emulsji są: test wirówkowy oraz test temperaturowy. Zarówno wykonany test wirówkowy, jak i temperaturowy test wahadłowy potwierdziły stabilność opracowanych emulsji. Nie zaobserwowano zmiany: lepkości, barwy czy zapachu wykonanych próbek poddanych działaniu siły odśrodkowej oraz przechowywanych w wysokiej i niskiej temperaturze.

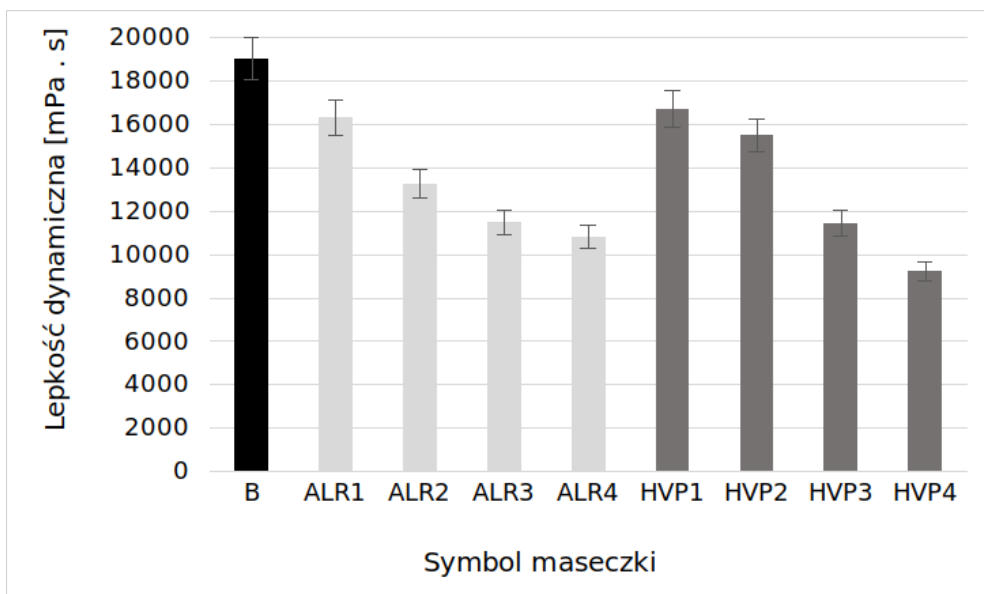
W poprzednich badaniach [19] zastosowano jako składnik maseczek do twarzy proszek z jagody kamczackiej otrzymywany metodą suszenia w niskich temperaturach wraz z jednoczesną mikronizacją i uzyskano emulsje o wysokiej stabilności. Stabilność potwierdzono rezultatami testów przeprowadzonych z użyciem turbi-skanu.

Także wyniki badań Tae Young Jeon i Joung Sook Hong [21], którzy stosowali jako komponenty emulsji typu o/w cząstki stałe w postaci glinek potwierdzają, że wykorzystanie dodatków proszkowych wpływa na podniesienie stabilności wytworzonych emulsji, które oceniano poprzez obserwacje makroskopowe.

2.2. Ocena lepkości dynamicznej

Lepkość kosmetyków jest bardzo istotnym parametrem oceny jakości. Konsumentom bardzo często utożsamiają wysoką lepkość kosmetyku z wysoką koncentracją składników aktywnych w recepturze. Przekonanie to jest mylne, ponieważ lepkość jest zazwyczaj „wypadkową” wszystkich składników receptury, dobranych odpowiednio pod względem stężenia i typu dodatków.

Dokonano analizy wpływu stężenia i rodzaju proszków roślinnych na wartość lepkości dynamicznej maseczek, a wyniki zilustrowano na Rys. 1.



Rys. 1 Wartości lepkości dynamicznej wytworzonych maseczek do twarzy.
Źródło: badania własne

Najwyższą wartość lepkości dynamicznej (η) otrzymano w przypadku maseczki bazowej ($\eta_B = 19030 \text{ mPa}\cdot\text{s}$). Wprowadzenie do receptury nawet najmniejszego stężenia proszku z łopianu i młodego jęczmienia skutkowało obniżeniem mierzonej wielkości. Dla maseczek zawierających sproszkowany jęczmień lepkość dynamiczna oscylowała w granicach od $\eta_{ALR1} = 16300 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ do $\eta_{ALR4} = 10800 \text{ mPa}\cdot\text{s}$, a dla emulsji z dodatkiem proszku z młodego jęczmienia uległa obniżeniu z $\eta_{HVP1} = 16700 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ do $\eta_{HVP4} = 9230 \text{ mPa}\cdot\text{s}$.

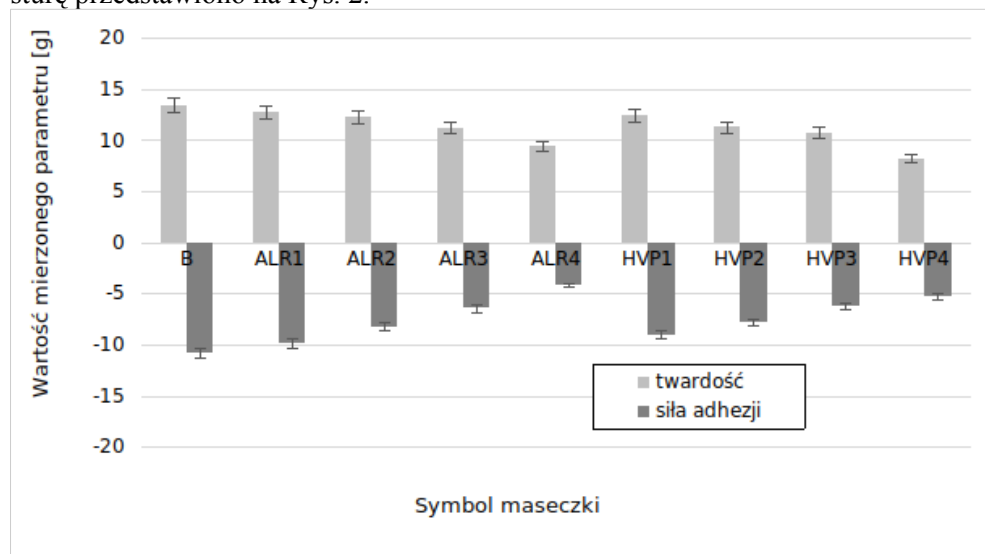
Klimaszewska i wsp. [19] oceniali wpływ wprowadzenia do receptury maseczki proszku z jagody kaczackiej użytego w stężeniu $c=0,1-0,9\%$ wag. Lepkość dynamiczną mierzono w warunkach prędkości obrotowej równej: 5, 10, 50 i 100 RPM. Dodatek proszku roślinnego powodował obniżenie mierzonego parametru w funkcji rosnącej prędkości obrotowej. Ponadto otrzymano $\eta = 19060 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ dla maseczki bez dodatku proszku i $\eta=6940 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ dla kosmetyku zawierającego jagodę kaczacką w stężeniu $0,9\%$ wag. Są to więc wartości porównywalne z wynikami otrzymanymi dla próbek w niniejszej pracy.

W innych badaniach prowadzonych przez Kowalską wraz z zespołem [22] weryfikowano wpływ dodatku włókien pomarańczy w postaci proszku użytego w stężeniu 0,2; 0,5; 0,8 i 1% wag. na wartość η mierzonej przy prędkości obrotowej 15 RPM. Eksperyment prowadzono po 24 h od wykonania próbek oraz po 30 dniach od ich przygotowania. Lepkość emulsji malała w czasie i różniła się w zależności od składu kompozycji. Warto jednak zauważyć, że wartości lepkości emulsji za-

wierających włókna pomarańczy w formie proszku znajdowały się w przedziale $\eta = 14000\text{--}26000$ mPa·s po 24 h od ich przygotowania oraz $\eta = 7000\text{--}15000$ mPa·s po 30 dniach przechowywania próbek w temperaturze 25°C.

2.3. Ocena twardości i siły adhezji (analiza tekstury)

Ocena twardości i siły adhezji emulsyjnych maseczek do twarzy jest ważna dla określenia parametrów definiujących teksturę preparatu. Właściwa konsystencja gwarantuje łatwe dozowanie z opakowania oraz odpowiednią przyczepność maseczki do powierzchni skóry twarzy. Wyniki oceny parametrów określających teksturę przedstawiono na Rys. 2.



Rys. 2 Wartości twardości i siły adhezji wytworzonych maseczek do twarzy.
Źródło: badania własne

Rys. 2 ilustruje zmiany wartości twardości i siły adhezji dla maseczek z różną zawartością młodego jęczmienia i łopianu. Wartość twardości maseczki będącej punktem odniesienia (B) plasowała się na poziomie 13,45 g. Wprowadzenie do receptury emulsji dodatku *Arctium Lappa* spowodowało obniżenie twardości o 5% względem bazy. Kolejny wzrost udziału procentowego proszku roślinnego dawał w efekcie dalszy spadek mierzonego parametru, aż do jego obniżenia o 30% względem wartości dla maseczki B. Analogiczną tendencję obserwowano w przypadku receptur zawierających proszki *Hordeum Vulgare*, przy czym wartości twardości były niższe nawet o 40% w porównaniu z emulsją bazową. Ze względu na typ opakowań, w których są sprzedawane maseczki kosmetyczne (słoiczki, tubki) uzyskane rezultaty będą odpowiednie z punktu widzenia dozowania preparatów z opakowania.

Generalnie stwierdzono spadek wartości siły adhezji w funkcji rosnącego udziału procentowego proszków roślinnych w recepturze (Rys. 2). Tempo zmian zarówno w przypadku emulsji z proszkiem z łopianu (seria ALR) i proszkiem z młodego jęczmienia (seria HVP) było jednostajne, a najniższe wartości odnotowano dla dodatków roślinnych użytych w stężeniu $c=1\%$ wag. Wynosiły one odpowiednio: -4,15g i -5,25g i były o 38% i 48% niższe względem wartości siły adhezji otrzymanej dla wzorca B (-10,8g). Uzyskane wyniki pozwalają na stwierdzenie, że opracowane maseczki do twarzy będą wykazywały właściwą przylegalność do powierzchni skóry.

Zięba i Tuszyńska [23] określiły wpływ *Fragaria Ananassa* (Strawberry) Seed CO2 Extract na wartości twardości i siły adhezji emulsyjnych odżywek do włosów. Wytypowany do badań ekstrakt został użyty w recepturze w stężeniu od 0,5 do 4%. W miarę wzrostu jego udziału procentowego malała zawartość oleju parafinowego, stanowiącego składnik fazy olejowej. Łączny udział obu surowców w formulacji był zawsze równy 4% wag. Rezultaty badań pozwoliły na stwierdzenie, że wzrost udziału *Fragaria Ananassa* (Strawberry) Seed CO2 Extract w próbce powodował zmniejszenie twardości emulsji. Uzyskane wartości mierzonego parametru znajdowały się w zakresie od 10,5 g do 21,2g. Z kolei wartość siły adhezji opracowanych kosmetyków rosła w funkcji zwiększającego się udziału ekstraktu i wartości te znajdowały się w przedziale od -2,85 do -7,2 g.

W innej pracy [15] badano wpływ proporcji *Rubus* Seed CO2 Extract (ekstraktu z nasion jeżyny) i *Vitis Vinifera* Seed Oil (oleju z winogron) na parametry określające teksturę masetek do twarzy w formie emulsji. Proporcje ww. składników wynosiły: 0:8; 2:6; 4:4; 6:6 oraz 8:0. Wytworzone emulsje zawierały w składzie także zieloną glinę, a jako regulatory lepkości autorzy użyli gumę ksantanową i gumę karagenową. Maksymalna osiągnięta twardość maseczki wynosiła 5,5 g przy zastosowaniu proporcji ekstraktu do oleju 4:4. Najwyższa (-1,5 g) przylegalność do powierzchni sondy (siła adhezji) charakteryzowała maseczki, w których zastosowano 4 i 6% wag. ekstraktu z nasion jeżyny. Są to więc znacząco niższe wartości w porównaniu z uzyskanymi w niniejszej pracy.

2.4. Ocena barwy

Rośliny w swym składzie chemicznym zawierają wiele związków, które charakteryzuje określony kolor. Przykładem może być azulen czy indygo posiadające kolor niebieski, karotenoidy przyjmujące barwę od żółtej po pomarańczową, czy chlorofile wykazujące barwę zieloną [24-25]. Związki chemiczne pochodzenia roślinnego mogą więc posiadać właściwości nadające barwę, np. żywności czy kosmetykom, w których zostaną zaaplikowane.

Wyniki oceny kolorymetrycznej wykonanych emulsji kosmetycznych przedstawiono w tabeli 2.

Tab. 2. Wyniki oceny kolorymetrycznej maseczek do twarzy.

Symbol maseczki	Parametr			
	L*	a*	b*	ΔE
B	71,18	1,30	-0,04	-
ALR1	62,83	-0,27	4,97	9,86
ALR2	62,16	-0,21	5,68	10,78
ALR3	58,10	0,51	7,13	14,93
ALR4	57,26	0,63	8,01	16,13
HVP1	70,45	-2,50	6,12	7,27
HVP2	62,28	-2,64	7,09	12,06
HVP3	57,73	-2,70	7,43	15,89
HVP4	56,12	-2,94	7,91	17,54

Źródło: badania własne

Wprowadzenie proszku z łopianu i młodego jęczmienia determinuje zmianę jasności kosmetyku (Tab. 2). Parametr L* dla emulsji niezawierającej proszków roślinnych wynosił 71,18. Już najmniejszy udział łopianu ($c=0,25\%$ wag.) w recepturze skutkował obniżeniem parametru L* o 13% względem wzorca B. W konsekwencji zwiększenia udziału łopianu w składzie emulsji do 1% wag. wartość L* uległa spadkowi o 24% względem receptury bazowej. Zastosowanie w recepturze proszku z młodego jęczmienia (seria HVP) również powodowała obniżenie wartości L*, choć początkowo (HVP1) zmiany te były mniej gwałtowne i dopiero wprowadzenie składnika proszkowego w stężeniu $c=0,5\%$ wag. powodowało wyraźne zmiany wartości L*. 1%-wy udział młodego jęczmienia skutkował uzyskaniem wartości L* oscylującej na poziomie równym 56,12.

Wartość parametru a* zmierzona dla kosmetyku bez dodatku proszku była równa 1,30. Użycie w składzie emulsji sproszkowanego łopianu obniżyło mierzony parametr do wartości $a^*=0,63$ a w przypadku młodego jęczmienia do wartości $a^*=-2,94$. W praktyce oznacza to, że łopian powodował nadanie delikatnej barwy czerwonej, a młody jęczmień zabarwiał próbkę na kolor zielony.

Analiza danych wartości składowej b* pozwoliła na stwierdzenie obniżenia mierzonej wielkości z $b^*=-0,04$ dla bazy (B) do wartości $b^*=8,01$ dla próbki ARL4 i wartości $b^*=7,91$ dla emulsji HVP4. W obu przypadkach obserwowano więc wzrost intensywności barwy żółtej.

Na podstawie uzyskanych wartości L*, a* i b* obliczono różnice w barwie (ΔE) opracowanych maseczek kosmetycznych (Tabela 2). Generalnie można sformułować uogólnienie, że im większa zawartość proszków roślinnych w recepturze, tym większa różnica w barwie emulsji. Udział procentowy proszków w recepturze równy 1% wag. powodował uzyskanie wysokich wartości $\Delta E_{\text{ARL4}} = 16,13$ oraz $\Delta E_{\text{HVP4}} = 17,54$. Tak wysokie wartości ΔE ($5 < \Delta E$) oznaczają, że nawet niewykwalifikowany obserwator zauważył zmiany w kolorze badanych próbek.

Klimaszewska i in. [19] badali wpływ wprowadzenia proszku z jagody kamczackiej do receptur maseczek kosmetycznych w formie emulsji. Zaobserwowali oni obniżenie składowej L^* dla próbki bazowej z wartości 91,87 do 78,20 dla kosmetyku zawierającego jagodę w stężeniu 0.9% wag. Maseczka będąca wzorcem uzyskała składową $a^* = -1,03$, a dla kosmetyków zawierających proszek roślinny mierzony parametr znajdował się w zakresie od 0,90 do 6,48. Z kolei zmiany składowej b^* oscylowały w przedziale $0,72 \div 2,16$, przy wartości $b^* = 0,68$ zanotowanej dla maseczki stanowiącej odniesienie. Uzyskano więc maseczki które charakteryzował żółtoczerwony kolor.

W pracach Bujaka i wsp. [26-27] oceniano wpływ wprowadzenia ekstraktów wodno-etanolowych z roślin (np. maku polnego, klitorii ternateńskiej, krokosza, wiecznika) do kremów kosmetycznych. Badacze odnotowali znaczący wpływ zastosowanych ekstraktów na wartości L^* , a^* oraz b^* . Największy wpływ na mierzone parametry zanotowano w przypadku użycia ekstraktu z *C. ternatea* L., którego zastosowanie skutkowało niebiesko-fioletowym zabarwieniem próbki oraz wartościami $L^* = 68.19$, $a^* = 6.23$, $b^* = 18.92$.

Podsumowanie

Celem artykułu było wykazanie możliwości kształtowania jakości maseczek kosmetycznych, poprzez dodatek proszków roślinnych z łopianu i młodego jęczmienia, otrzymywanych w warunkach suszenia w niskich temperaturach wraz z jednoczesną mikronizacją poprzez ocenę wybranych właściwości fizykochemicznych i użytkowych otrzymanych prototypów maseczek.

Przeprowadzono następujące badania: stabilność (testy temperaturowe i wirówkowe), lepkość, analiza tekstury (twardość i siła adhezji), przeprowadzono także ocenę barwy wytworzonych maseczek kosmetycznych.

Na podstawie otrzymanych rezultatów można sformułować następujące wnioski:

- wprowadzenie do receptury maseczek proszku z młodego jęczmienia oraz łopianu pozwala na wytworzenie stabilnych emulsji,
- dodatek wytypowanych do badań proszków roślinnych skutkuje obniżeniem lepkości preparatu nawet o $\frac{1}{2}$ względem emulsji bazowej, dla której mierzona wielkość wyniosła 19030 mPa·s,
- rezultaty analizy teksturometrycznej pozwalają na zaobserwowanie korelacji tych wyników z wynikami lepkości. Wzrost stężenia dodatku roślinnego powoduje zmniejszenie twardości wytworzonych emulsji (o ok. 30%) i ich przylegalności (o ok. 50%) do powierzchni sondy względem maseczki stanowiącej odniesienie (B),
- wprowadzenie do receptur maseczek *Arctium Lappa* Root Powder oraz *Hordeum Vulgare* Powder determinuje zmianę barwy kosmetyków. Zaobserwowano obniżenie jasności próbek oraz zmianę w wartościach składo-

wych a^* i b^* . Generalnie zaobserwowano zabarwienie emulsji na żółto-czerwoną, w przypadku wprowadzenia łopianu, oraz żółtozieloną, w przypadku zastosowania proszku z młodego jęczmienia. W obu przypadkach różnica w barwie (ΔE) obserwowana względem próbki kontrolnej (bez dodatków roślinnych) była znacząca ($5 < \Delta E$).

Reasumując, rezultaty uzyskanych wyników badań fizykochemicznych potwierdzają możliwość kształtowania jakości maseczek kosmetycznych poprzez zastosowanie *Arctium Lappa* Root Powder oraz *Hordeum Vulgare* Powder jako składników maseczek kosmetycznych w formie emulsji.

Praca finansowana z funduszy MNiSzW z dotacji na działalność statutową. Projekt nr 3086 /182/P, „Opracowanie receptur i technologii wytwarzania innowacyjnych kosmetyków, produktów aptecznych, produktów chemii gospodarczej i przemysłowej”

W pracy zaprezentowano możliwość kształtowania jakości maseczek kosmetycznych, poprzez dodatek proszków roślinnych z łopianu i młodego jęczmienia, otrzymywanych w warunkach suszenia w niskich temperaturach wraz z jednoczesną mikronizacją. Opracowano receptury i wykonano prototypy maseczek różniące się rodzajem i stężeniem użytego surowca roślinnego. Wykonane emulsje wykazywały stabilność formy. Stwierdzono, że wartości lepkości dynamicznej, twardości i siły adhezji ulegały spadkowi w funkcji wzrastającego udziału procentowego proszków w recepturze. Na podstawie otrzymanych wartości L^* , a^* oraz b^* zaobserwowano również, że dodatek proszków roślinnych obniża jasność próbek i powoduje zabarwienie emulsji na żółtoczerwoną w przypadku użycia proszku z łopianu oraz żółtozieloną dla zastosowania proszku z młodego jęczmienia.

Słowa kluczowe: jakość, emulsje, maseczki do twarzy, Arctium Lappa, Hordeum Vulgare

QUALITY SHAPING OF FACIAL MASKS BY INTRODUCING INTO THE FORMULATIONS SELECTED PLANT POWDERS SOURCED FROM INDIGENOUS CROPS

The paper presents the possibility of shaping the quality of cosmetic masks, through the addition of plant powders from burdock and young barley, obtained under low-temperature drying conditions together with simultaneous micronisation. Formulations were developed and prototypes of masks were made, differing in the type and concentration of the used plant material. The prototypes of emulsions showed stability of form. It was found that dynamic viscosity, hardness and adhesion force values decreased as a function of increasing powder percentage in

the formulation. From the L*, a* and b* values obtained, it was also observed that the addition of plant powders reduced the brightness of the samples and caused the emulsion to colour yellow-red when burdock powder was used and yellow-green for the use of young barley powder.

Keywords: quality, emulsion, face masks, Arctium Lappa, Hordeum Vulgare

Bibliografia

1. Zięba M., Klimaszewska E., Maski kosmetyczne: rodzaje i kierunki działania, „Chemia i biznes” 2021, 1, 76-79.
2. Możdżeń K., Barabasz-Krasny B., Szymacha K., Oliwa J., Rośliny wykorzystywane w maskach kosmetycznych, „Polish Journal of Cosmetology” 2016, 19(4), 372-379.
3. Jaroszevska B., Maski Kosmetyczne, w: Kosmetologia. Wyd V. red. Jaroszevska B. Wydawnictwo Atena. Warszawa 2004.
4. Dylewska-Grzelakowska J., Preparaty kosmetyczne. Maski kosmetyczne. Wydawnictwo WSiP, Warszawa 2010.
5. www.ekologia.pl
6. Brauch D., Porzel A., Schumann E., Pillen K., Mock H.-P., Changes in isovitexin-O-glycosylation during the development of young barley plants, “Phytochemistry” 2018, 148, 11-20.
7. Paulíčková I., Ehrenbergerová J., Fiedlerová V., Gabrovská D., Havlová P., Holasová M., Kopáček J., Ouhrabková J., Pinkrová J., Rysová J., Vaculová K., Winterová R., Evaluation of barley grass as a potential source of some nutritional substances, “Czech Journal of Food Science” 2006, 25(2), 65–72
8. Samsonowicz M., Regulska E., Porównanie składu i właściwości antyoksydacyjnych ekstraktów siewek jęczmienia i pszenicy, „Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych” 2018, 593, 63–72.
9. Kawka K., Lemieszek M.K., Prozdrowotne właściwości młodego jęczmienia, „Medycyna Ogólna i Nauki o Zdrowiu” 2017, 23(1), 7–12.
10. Lou Z., Wang H., Zhu S., Zhang M., Gao C., Ma C., Wang Z.L., Improved extraction and identification by ultra-performance liquid chromatography tandem mass spectrometry of phenolic compounds in burdock leaves, “Journal of Chromatography A” 2010, 1217, 2441–2446.
11. Ferracane R., Graziani G., Gallo M., Fogliano V., Ritieni A., Metabolic profile of the bioactive compounds of burdock (*Arctium lappa*) seeds, roots and leaves. “Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis” 2010, 51, 399–404.
12. Yuk-Shing Chan, Long-Ni Cheng, Jian-Hong Wu, Enoch Chan, Yiu-Wa Kwan, Simon Ming-Yuen Lee, George Pak-Heng Leung, Peter Hoi-Fu Yu, Shun-Wan Chan, A review of the pharmacological effects of *Arctium lappa*

- (burdock), A review of the pharmacological effects of *Arctium lappa* (burdock), "Inflammopharmacology" 2011, 19, 245–254.
13. Fierascu R.C., Georgiev M.I., Fierascu I., Ungureanu C., Avramescu S.M., Ortan A., Mitodepressive, antioxidant, antifungal and anti-inflammatory effects of wild-growing Romanian native *Arctium lappa* L. (Asteraceae) and *Veronica persica* Poiret (Plantaginaceae), "Food and Chemical Toxicology" 2018, 111, 44–52.
 14. Ahangarpour A., Heidari H., Oroojan A.A., Mirzavandi F., Khalil Nasr Esfehiani Z.D.M., Antidiabetic, hypolipidemic and hepatoprotective effects of *Arctium lappa* root's hydroalcoholic extract on nicotinamide-streptozotocin induced type 2 model of diabetes in male mice, "Avicenna Journal of Phytomedicine" 2017, 7(2), 169–179.
 15. Klimaszewska E., Małysa A., Zięba M., Rój E., Wasilewski T. Zastosowanie hydrofobowego ekstraktu z nasion jeżyny otrzymywanego przez ekstrakcję nadkrytycznym ditlenkiem węgla do wytwarzania maseczek kosmetycznych, „Przemysł Chemiczny” 2016, 95(6), 1151–1156.
 16. Zięba M., Klimaszewska E., Małysa A., Wasilewski T., Wpływ rodzaju ekstraktów ziołowych otrzymanych w warunkach nadkrytycznego ditlenku węgla na właściwości fizykochemiczne i użytkowe maseczek pielęgnacyjnych, w: Jakość wybranych kosmetyków i wyrobów chemii gospodarczej, red. Wasilewski T., Zieliński R., Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji – BIP, Radom 2016, 112–121.
 17. Małysa A., Zięba M., Klimaszewska E., Wasilewski T., Rola stężenia ekstraktu z mięty otrzymanego w warunkach nadkrytycznego ditlenku węgla w maseczkach pielęgnacyjnych, w: Jakość wybranych kosmetyków i wyrobów chemii gospodarczej, red. Wasilewski T., Zieliński R., Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji – BIP, Radom 2016, 102–111.
 18. Klimaszewska E., Małysa A., Zięba M., Wasilewski T., Korelacje między zawartością regulatorów konsystencji a właściwościami fizykochemicznymi i użytkowymi maseczek pielęgnacyjnych zawierających ekstrakt z nasion jeżyny otrzymywany w warunkach nadkrytycznego ditlenku węgla, w: Zastosowanie ekstraktów roślinnych pozyskiwanych w warunkach nadkrytycznego CO₂ w kosmetykach i produktach chemii gospodarczej, red. Wasilewski T., Klimaszewska E., Wydawnictwo Uniwersytetu Technologiczno-Humanistycznego w Radomiu, Radom 2016, 85–101.
 19. Klimaszewska, E., Zięba, M., Gregorczyk, K., Markuszewski, L. Application of Blue Honeysuckle Powder Obtained by an Innovative Method of Low-Temperature Drying in Skin care Face Masks, "Molecules" 2021, 26, 7184.
 20. Mokrzycki W. S., Tatol, M., , Colour difference ΔE -A survey, "Machine Graphics and Vision" 2011, 20(4), 383–411.

21. Jeon, T.Y., Hong, J.S., Stabilization of O/W emulsion with hydrophilic/hydrophobic clay particles, "Colloid and Polymer Science" 2014, 292, 2939–2947.
22. Kowalska M., Żbikowska A., Woźniak M., Amanowicz A. Quality of Emulsions Based on Modified Watermelon Seed Oil, Stabilized with Orange Fibres, "Molecules" 2022, 27, 513.
23. Zięba M., Tuszyńska J., Application of strawberry seed extract obtained under supercritical carbon dioxide conditions as a component of emulsion hair conditioner formulations in: The role of commodity science in quality management in a knowledge-based economy Innovations in quality development of products and services, vol. 2, red. Ruszkowska M., Wydawnictwo Uniwersytetu Morskiego w Gdyni, Gdynia 2022.
24. Kozłowski J., Rośliny bogate w barwniki oraz ich znaczenie i zastosowanie. Część I. „Wiadomości zielarskie” 2002, 5, 9-12.
25. Bołonkowska O., Pietrosiuk A., Sykłowska-Baranek K. Roślinne związki barwne i ich właściwości biologiczne oraz możliwości wytwarzania w kulturach in vitro, „Prospects in Pharmaceutical Science” 2011, 1, 1-27.
26. Bujak T., Zagórska-Dziok M., Ziemlewska A., Nizioł-Łukaszewska Z., Wasilewski T., Hordyjewicz-Baran Z., Antioxidant and Cytoprotective Properties of Plant Extract from Dry Flowers as Functional Dyes for Cosmetic Products, "Molecules" 2021, 26, 2809.
27. Bujak T., Zagórska-Dziok M., Ziemlewska A., Nizioł-Łukaszewska Z., Lal K., Wasilewski T., Hordyjewicz-Baran Z., Flower Extracts as Multifunctional Dyes in the Cosmetics Industry, "Molecules" 2022, 27, 922.

Autor:

dr hab. inż. Małgorzata Zięba, prof. URad. – Uniwersytet Radomski im. Kazimierza Pułaskiego, Wydział Inżynierii Chemicznej i Towaroznawstwa, Katedra Chemii Przemysłowej
email: m.zieba@uthrad.pl

ZASTOSOWANIE ENZYMÓW ROŚLINNYCH W KSZTAŁTOWANIU JAKOŚCI MASECZEK PIELĘGNACYJNYCH DO TWARZY

Anita Bocho-Janiszewska, Milena Górka

Wstęp

Przemysł kosmetyczny jest silnie rozwijającą się branżą nastawioną na poszukiwanie coraz to nowych rozwiązań technologicznych oraz alternatyw dla istniejących już produktów. Obecnie na rynku obserwuje się silny trend związany z powrotem do natury. Rosnąca świadomość ekologiczna konsumentów oraz dbałość o środowisko naturalne i zrównoważony rozwój powodują, że chętniej jest wybierany produkt zawierający składniki pochodzenia naturalnego. Szczególnym powodzeniem cieszą się składniki roślinne postrzegane jako surowiec prozdrowotny i potencjalnie odnawialny [1-3].

W niniejszej pracy podjęto tematykę badawczą związaną z zastosowaniem enzymów pochodzenia roślinnego (bromelainy oraz papainy) w maseczkach kosmetycznych o działaniu złuszczącym. Bromelaina i papaina należą do grupy enzymów proteolitycznych odpowiedzialnych za rozkładanie białek. Charakteryzują się wysoką specyficznością działania oraz walorami ekologicznymi, z tego powodu poszukiwane są ich nowe zastosowania przemysłowe, a w szczególności w branży kosmetycznej. Bromelaina i papaina posiadają przydatne z punktu widzenia kosmetycznego właściwości, gdyż mogą być używane jako przeciwutleniacze, substancje złuszczące, peelingujące oraz ułatwiające wchłanianie składników aktywnych w głąb skóry. Zapobiegają również starzeniu skóry, wygładzają oraz poprawiają jej wygląd i koloryt. Ponadto działanie enzymów proteolitycznych jest łagodniejsze niż w przypadku peelingu chemicznego [2]. Mimo szeregu zalet enzymy roślinne mogą posiadać działanie drażniące oraz uczulające dla skóry wrażliwej, dlatego nie mogą być stosowane w dużym stężeniu. Istotna jest także stabilność enzymów i utrzymanie ich pełnej aktywności w gotowych produktach, tak aby nie traciły swoich korzystnych właściwości chemicznych i użytkowych. Wskazane zagadnienia były tematem wielu badań, jednak zastosowanie obu tych enzymów roślinnych jednocześnie w produktach takich jak maseczki kosmetyczne, wciąż nie jest wystarczająco rozpoznane.

W przedstawionej pracy przeprowadzono badania maseczek kosmetycznych o działaniu złuszczącym, zawierających dwa enzymy (bromelainę oraz papainę) w różnym stosunku wagowym. Celem badań była analiza wpływu enzymów na właściwości użytkowe maseczek kosmetycznych.

1. Maseczki kosmetyczne

Maski kosmetyczne są odmianą kosmetyków pielęgnacyjnych stosowanych do jednorazowych zabiegów kosmetycznych. W branży kosmetycznej stosowana jest ogromna ilość masek kosmetycznych, charakteryzujących się różnorodnymi właściwościami, funkcjami i składami. Produkty te używane są w zależności od planowanego do uzyskania efektu oraz jakości i potrzeb skóry [2,3].

Maska ściągająca - używana jest do zamykania rozszerzonych porów występujących w cerze tłustej oraz w skórze po wykonaniu na niej zabiegów oczyszczających. W jej skład wchodzi m. in. tlenek cynku, kaolin, kreda i octan glinu. Tego rodzaju maski mogą być wzbogacane przez rozprowadzenie ich w naparach, składających się z różnego rodzaju ziół, w zależności od zapotrzebowania. Produkt ten jest nakładany na skórę twarzy pędzelkiem, następnie pozostawiany do wyschnięcia, po czym zmywa się go za pomocą chłodnej wody.

Kolejnym rodzajem analizowanego produktu jest maska nawilżająca. Stosowana jest do regularnej pielęgnacji skóry w celu jej głębokiego nawilżenia oraz do skóry zniszczonej, szorstkiej i suchej. Powoduje zmiękczenie naskórka, poprzez jego pęcznienie, co powoduje redukcję zmarszczek i uelastycznienie skóry. Maski te mogą być używane w praktyce domowej oraz kosmetycznej, choć charakteryzują się wtedy mocniejszym działaniem. W skład tego rodzaju produktów wchodzi też oleje roślinne, substancje higroskopijne, witaminy oraz inne substancję mające dodatkowo odżywić skórę.

Maska oczyszczająca - odpowiada za usuwanie z powierzchni skóry zanieczyszczeń, zrogowaciałego naskórka oraz łoju. Dodatkowo ma ona za zadanie rozświetlić skórę i nadać jej zdrowy wygląd przez ujednolicenie kolorytu. W jej skład mogą wchodzić drobiny ścierające stosowane do peelingu mechanicznego, które powodują usuwanie wierzchniej warstwy naskórka oraz enzymy, w tym pochodzenia roślinnego, służące do peelingu enzymatycznego. Maski oczyszczające nie mogą być stosowane zbyt często, gdyż w takim przypadku powodują nadmierne przesuszanie i podrażnienie skóry oraz rozszerzenie naczyń krwionośnych. Częstość ich używania powinna być zależna od rodzaju cery użytkownika. Osoby o cerze tłustej mogą je używać najczęściej, natomiast ludzie posiadający cerę suchą najrzadziej, gdyż są najbardziej narażeni na przesuszenie skóry.

Maska peeling - ma za zadanie odżywienie skóry oraz jej głębokie i dokładne oczyszczenie. Jest aplikowana na skórę i usuwana po około 5 minutach przez dokładne umycie twarzy. Podczas jej stosowania należy unikać okolic oczu i ust. Tego rodzaju maski zawierają w swoim składzie hydroksykwasy, a także enzymy.

Maska peel off - nakładana jest na twarz w postaci cienkiej warstwy składającej się z polimerów. Po wyschnięciu jest ściągana ze skóry twarzy, usuwając wtedy obumarły naskórek, zanieczyszczenia oraz łój. Nadaje się do użytkowania dla osób o skórze wrażliwej.

Maska algowa - używana jest jako produkt działający na skórę w sposób nawilżający i odżywczy. Ma również działanie łagodzące, uspokajające i kojące, łagodzi podrażnienia skóry i zmniejsza cienie pod oczami. Powoduje przenikanie substancji odżywczych w głąb skóry przez wytwarzanie warstwy okluzyjnej. W jej skład wchodzi wiele substancji wpływających na specyficzność działania produktu, są to przede wszystkim alginiany, witaminy, aminokwasy, polisacharydy, związki magnezu, wapnia, jodu i krzemu oraz różnego rodzaju mikroelementy.

Maska żelowa - wykonana jest z polimerów, które po nałożeniu na skórę twarzy, tworzą przezroczystą warstwę, zatrzymującą wilgoć, co powoduje większe nawilżenie i ujędrnienie naskórka. Oprócz tego zawierają w swoim składzie wiele innych substancji, na przykład aminokwasy, kwas hialuronowy, wyciągi ziołowe oraz substancje o działaniu łagodzącym i odżywczym.

Maska w postaci kremu - w przeciwieństwie do większości wymienionych powyżej masek nie musi być usuwana i zmywana ze skóry twarzy po kilkunastu minutach od nałożenia. Może być także używana pod makijaż. Produkt ten ma formę kremu w postaci emulsji typu woda w oleju. Ma działanie regenerujące i odżywcze, odpowiada również za lepsze ukrwienie zmęczonej i suchej skóry. Jej dokładne działanie może być modyfikowane w zależności od dodatku substancji biologicznie czynnych.

Maska kolagenowa - cechą charakterystyczną tego produktu jest występowanie w postaci płatu kolagenowego. Jest nakładana na skórę twarzy, a następnie nasączana specjalnymi roztworami stosowanymi do nawilżenia maski. Po prawidłowym nałożeniu na skórę twarzy zatrzymuje parowanie wody z powierzchni skóry, dzięki czemu działa przeciwzmarszczkowo, liftingująco, a także poprawia elastyczność i napięcie skóry.

Maska liftingująca - jej głównym celem jest zwiększenie napięcia skóry twarzy, co powoduje zmniejszenie i spłycenie zmarszczek oraz wygładzenie powierzchni skóry. Ponadto wpływa na usunięcie oznak zmęczenia. Używana jest przez nałożenie cienkiej warstwy maski na skórę twarzy oraz szyi i pozostawienie jej do wchłonięcia.

Maski lecznicze (specjalne) - stosowane są w celu dostarczenia skórze składników leczniczych, mających za zadanie odkażenie skóry i zmniejszenie łojotoku. Mogą zawierać różnorodne związki, efektywność ich działania zależy od czynników chemicznych, mechanicznych i cieplnych.

Maska rozpułchniająca - używana jest do rozmiękczenia i otwierania porów skóry tłustej i zanieczyszczonej oraz przygotowania jej do zabiegów oczyszczania manualnego. Rozpułchniają one skórę i przygotowują do stosowania innych produktów kosmetycznych. W grupie tej można wyróżnić wiele rodzajów masek. Jednym z nich jest kataplasma, czyli maska ziołowa składająca się z ziół charakteryzujących się działaniem przeciwzapalnym, bakteriobójczym, ściągającym i przeciwłojotokowym. Jest wytwarzana z ziół startych na drobny proszek i zalanych go-

racą wodą. Po ochłodzeniu do temperatury otoczenia jest natomiast nakładana na skórę twarzy, a następnie pozostawiana pod maską termiczną lub kompresem.

Innym rodzajem maski rozpułchniającej jest maska parafinowa. Używana jest do cery tłustej w celu jej zmiękczenia oraz otworzenia porów i usunięcia zanieczyszczeń. W skład tego rodzaju preparatów kosmetycznych wchodzi parafina, alkohol cetylowy i różnego rodzaju woski. Oprócz działania rozmięczającego powodują one także odżywienie, ujędrnienie i nawilżenie skóry przez wtórne zatrzymanie wody, pochodzącej z nieodparowanego potu.

Maska glinkowa - posiada właściwości ściągające i wchłaniające, umożliwia zmniejszenie ilości produkowanego sebum oraz stanów zapalnych. Może być używana w przypadku cery trądzikowej.

Maska rozgrzewająca - odpowiada za wysokie odżywienie skóry, dostarczenie jej składników odżywczych, a także wyrównanie kolorytu i oczyszczenie porów. W jej skład mogą wchodzić glinki, torf, błoto morskie i inne substancje o dużej zawartości ciał humusowych. Produkty takie charakteryzują się występowaniem dużej ilości związków organicznych, takich jak woski, cukry, żywice, białka, pektyny oraz celuloza. Mają w swoim składzie również duże ilości związków pochodzenia nieorganicznego, na przykład krzemionka, magnez i wapń. Tego rodzaju kosmetyki odznaczają się dużą zdolnością do wchłaniania wody oraz do zatrzymywania ciepła, dzięki czemu mogą być stosowane w leczeniu.

2. Roślinne enzymy proteolityczne (bromelaina i papaina) w zastosowaniach kosmetycznych

Enzymy proteolityczne katalizują rozkład wielkocząsteczkowych związków organicznych zbudowanych z aminokwasów, czyli białek, dlatego pełnią dość istotną rolę w procesach biologicznych i fizjologicznych. Ze względu na swoje właściwości enzymy te stosowane są również jako składnik wielu peelingów i maseczek kosmetycznych. Najczęściej używane są enzymy pochodzenia roślinnego: bromelaina oraz papaina. Kosmetyki zawierające enzymy roślinne takie jak bromelaina i papaina mogą być używane jako składniki aktywne, które łagodzą problemy skórne oraz zmniejszają trądzik, zmarszczki, a także suchość skóry. Enzymy te odpowiadają za usuwanie martwych komórek z wierzchniej warstwy skóry, co pobudza ją do odbudowy. Martwe komórki naskórka są wtedy zastępowane nowymi, młodszymi pochodzącymi z dolnych warstw skóry [2-4].

Bromelaina została pierwszy raz zidentyfikowana oraz pozyskana w 1891 roku przez wenezuelskiego chemika Vicente Marcana. Zostało to dokonane w wyniku fermentacji owoców ananasa, który był już wcześniej szeroko stosowany wśród rdzennych mieszkańców Ameryki Południowej oraz Środkowej. Pozyskana substancja została wtedy opisana jako "proteolityczny ferment z soku z ananasa". Dopiero w latach pięćdziesiątych XX nadano nazwę "bromelaina"

wszystkim enzymom proteolitycznym wywodzącym się z łodyg lub owoców roślin z rodziny Bromeliaceae [4, 5]

Bromelaina wchodząca w skład ekstraktu z ananasa znajduje zastosowanie w wielu produktach kosmetycznych. Przykładowo jest używana w celu delikatnego peelingu w kosmetykach do pielęgnacji twarzy. Ponadto posiada intensywne działanie złuszczące i oczyszczające, dzięki czemu może być wykorzystywana jako składnik masek kosmetycznych. Poprawia koloryt skóry i działa rozjaśniająco, dzięki zmniejszaniu przebarwień i obrzęków. Działa również kojąco na skórę wrażliwą, naczynkową i podrażnioną. Może być stosowana do nawilżenia suchej i przesuszonej skóry oraz w celu zmniejszenia skłonności do występowania łojotoku. Enzymy z tej grupy mają również działanie przeciwdrobnoustrojowe, dzięki czemu mogą być składnikiem produktów przeznaczonych do cery trądzikowej. Działanie kosmetyków oraz ich właściwości fizykochemiczne i przeznaczenie różnią się w zależności od stężenia enzymu, wchodzącego w skład ekstraktu z ananasa.

Papaina występuje naturalnie w owocach melonowca właściwego, nazywanego potocznie papają (Carica papaya L.). Drzewo to jest powszechnie uprawiane w regionach tropikalnych i subtropikalnych i cenione ze względu na owoce, które są spożywane na całym świecie. Owoce papai zawierają dużą ilość witaminy C, E oraz prowitaminy A, charakteryzują się także wysoką zawartością błonnika oraz działaniem ochronnym zmniejszającym ryzyko wystąpienia nowotworów. Wykazują również właściwości przeciwdrobnoustrojowe, zapobiegają rozwojowi bakterii, grzybów oraz wirusów [6-8]. Ponadto są bogatym źródłem enzymów proteolitycznych, w tym papainy, która ekstrahowana jest z lateksu pochodzącego z zielonych, niedojrzałych owoców.

Papaina jako substancja pochodząca z grupy enzymów proteolitycznych posiada unikalne właściwości, umożliwiające stosowanie jej w różnorodnych produktach kosmetycznych, ze względu na redukcję oznak starzenia i ochronę skóry. Do jej głównych zastosowań należą środki złuszczące, przeciwstarzeniowe, odmładzające oraz nawilżające. Jest również używana jako składnik produktów do stosowania miejscowego odpowiedzialnych za oczyszczanie ran.

Enzym z papai wchodzi w skład preparatów odpowiadających za złuszczenie skóry, takich jak maseczki enzymatyczne oraz peelingi, których zadaniem jest rozluźnienie wiązań występujących pomiędzy martwymi komórkami naskórka. Papaina odpowiada wtedy za usuwanie komórek pochodzących z rogowej warstwy naskórka, a także oczyszczanie jej z zanieczyszczeń. Dzięki temu procesowi powierzchnia skóry jest wygładzona i ujednolicona, a substancje aktywne wchodzące w skład preparatów kosmetycznych, mogą wnikać w głębsze warstwy skóry [6-10]

3. Metody i materiały

3.1. Receptura oraz sposób przygotowania próbek

Bazowa receptura maseczek stanowi typowy układ emulsyjny, w którym woda stanowi ośrodek ciągły ze zdyspergowaną fazą olejową. Emulsja została wytworzona klasyczną metodą „na gorąco”, w której obie fazy osobno podgrzano do temp. 80°C, a następnie połączono i ciągle mieszając ochłodzono do temp. 30°C. Następnie dodano ostatnie dwa składniki: konserwant oraz enzym. Całość doprowadzono do temperatury pokojowej jednocześnie poddając procesowi homogenizacji.

Przygotowano 5 próbek emulsji zawierających sumarycznie 2 % wag. enzymów o różnym stosunku wagowym bromelainy i papainy. Dla porównania sporządzono również próbkę 0, która nie zawierała enzymów. Dokładny skład badanych emulsji przedstawiono w tabelach 1 i 2.

Tab. 1. Receptura badanych maseczek

Faza	Nazwa składnika wg INCI	Stężenie [% wag.]
FAZA OLEJOWA	Ethylhexyl Hydroxystearate	2,0
	Cetearyl Alcohol	7,0
	Glyceryl Stearate	3,0
	Ceteareth-20	3,0
	Butyrospermum Parkii	0,4
	Caprylic/Capric Triglycerides	7,0
FAZA WODNA	Glycerin	3,0
	Aqua	do 100
KONSERWANT	Benzyl Alcohol	0,1
ENZYM	Bromelain i/lub Papain	do 2,0

Tab. 2. Zestawienie ilości bromelainy i papainy w badanych próbkach.

Nr preparatu	Zawartość [% wag.]	
	bromelaina	papaina
PRÓBKA 0	0	0
PRÓBKA 1	2,0	0
PRÓBKA 2	1,5	0,5
PRÓBKA 3	1,0	1,0
PRÓBKA 4	0,5	1,5
PRÓBKA 5	0	2,0

Surowce stosowane w badaniach: Ethylhexyl Hydroxystearate (Crodamol OHS, Croda), Cetearyl Alcohol (Lanette O, BASF), Glyceryl Stearate (Cithrol GMS 0402, Croda), Ceteareth-20, (Eumulgin B2, BASF) Butyrospermum Parkii (Cetiol SB, BASF), Caprylic/Capric Triglycerides (Crodamol GTCC, Croda), Glycerin (Gliceryna, POCh S.A.) , Benzyl Alcohol (Alkohol benzyłowy, POCh S.A.), Bromelain 1200 GDU (Ananas Comosus Fruit Powder, Bionutricia), Papain 6000 USP/mg (Carica Papaya Fruit Powder, Bionutricia)

3.2. Stabilność formy kosmetyku

Badanie stabilności formy otrzymanych emulsji wykonano na podstawie Normy Branżowej BN-64/6140-02 dotyczącej kremów kosmetycznych [13]. Przeprowadzono przyspieszone badania odporności na działanie różnych temperatur: badano stabilność kremu w obniżonej temperaturze w lodówce (3°C przez 24 godziny) oraz stabilność kremu w podwyższonej temperaturze, w cieplarni (40°C przez okres 24 godzin). Badania prowadzono przez 14 dni, podczas których próbki przenoszono co 24 godziny, na zmianę do lodówki i cieplarki, notując ewentualne zmiany, jakie zachodziły wtedy w ich wyglądzie. Po zakończonych testach również dokonano wizualnej oceny preparatów.

3.3. Lepkość dynamiczna

Do pomiaru lepkości dynamicznej zastosowano wiskozymetr Brookfield DV-1+. Badania wykonano dla każdej z próbek poprzez zanurzenie w nich odpowiednio dobranego wrzeciona i po ustabilizowaniu się prędkości obrotowej do 50 obr/

min. Pomiary przeprowadzono przy temperaturze pokojowej wynoszącej 22°C. Wartość lepkości dynamicznej odczytano z wiskozymetru po 3 sekundach od rozpoczęcia pomiaru, który powtórzono 3-krotnie dla każdej próbki. Na podstawie uzyskanych rezultatów obliczono średnią arytmetyczną.

3.4. Stopień nawilżenia warstwy rogowej skóry

Określanie stopnia nawilżenia warstwy rogowej skóry wykonano przy użyciu korneometru firmy Courage+Khazaka electronic GmbH. Urządzenie to składa się z sondy pomiarowej, zbudowanej z elektrod pokrytych złotem oraz urządzenia rejestrującego. Nawilżenie skóry jest mierzone na podstawie różnic we właściwościach dielektrycznych, jakie występują pomiędzy suchym a nawilżonym naskórkiem. Wyniki są podawane w jednostkach umownych [a.u.].

Pomiar przeprowadzono, przy udziale 10 probantów, w warunkach stałej wilgotności powietrza oraz w stałej temperaturze (22°C). Mierzono zmianę w nawilżeniu skóry przedramienia przed nałożeniem preparatu, po 5 minutach i po 2 godzinach. W tym celu oczyszczono i odfuszczone badany obszar na skórze przedramienia, a następnie podzielono go na 6 równych powierzchni o wymiarach 2x2 cm oraz jeden obszar kontrolny, na który nie aplikowano kosmetyku. Do każdego z tych miejsc przyłożono sondę korneometru i wykonano 5 pomiarów, z których wyliczono średnią arytmetyczną. Następnie na skórę nałożono po 1 g badanej maseczki kosmetycznej i poczekano 5 minut. Po tym czasie usunięto preparat kosmetyczny z przedramienia i powtórzono pomiary. W podobny sposób przeprowadzono badania po 2 godzinach od nałożenia maseczki na skórę. Nawilżenie warstwy rogowej skóry (S_n) wyliczono z następującej zależności:

$$S_n = X - Y$$

gdzie:

X – średnia wartość stopnia nawilżenia warstwy rogowej skóry dla badanego preparatu,

Y – średnia wartość stopnia nawilżenia warstwy rogowej skóry dla odnośnika (obszaru bez aplikacji preparatu).

3.5. Analiza organoleptyczna

Analizy dokonała grupa 10 osób w wieku od 20 do 30 lat. Badanie wykonano na podstawie metodyki przedstawionej w artykule J. Płocicy i współpracowników [11]. Oceniane parametry sensoryczne przedstawiono w tabeli 3. Ocenę paramet-

trów przeprowadzono korzystając ze skali liczbowo – interwałowej, pięciostopniowej, przyznając punkty od 1 do 5. w której produkt był opisany jako:

- 1 - zły,
- 2 - niedostateczny,
- 3 - dostateczny,
- 4 - dobry,
- 5 - bardzo dobry.

Tab. 3. Parametry sensoryczne [11]

Cecha	Definicja	Opis procedury badawczej
Efekt poduszki	Ilość preparatu pomiędzy palcami podczas pocierania ich względem siebie. Im większa ilość emulsji jest wyczuwalna, tym efekt poduszki jest silniejszy.	Umieszczono niewielką ilość preparatu między palec wskazujący i kciuk, a następnie pocierano je i dokonano oceny ilości emulsji znajdującej się między palcami.
Jednolitość emulsji	Określa produkt o gładkiej i jednolitej konsystencji, bez pęcherzyków powietrza.	Produkt początkowo oceniono w zlewce, a następnie na oczyszczonej skórze przedramienia, sprawdzając jego gładkość i brak pęcherzyków powietrza.
Konsystencja	Opisuje gęstość oraz spójność emulsji.	Zanurzono palec wskazujący w badanym produkcie i szybko wyciągnięto, zwracając uwagę na opór kremu.
Przyczepność	Ocenia łatwość nabrania produktu na opuszek palca, jego przyczepność i łatwość aplikacji.	Na opuszek palca pobrano niewielką ilość preparatu. Produkt o wysokiej przyczepności odznacza się dobrym przyleganiem, nie rozlewa się i nie spływa oraz wytwarza na powierzchni palca charakterystyczny stożek.
Rozprowadzenie na skórze	Określa łatwość rozprowadzania na skórze preparatu.	Na oczyszczonej skórze przedramienia rozprowadzono badany produkt oraz oceniono opór, jaki stawia podczas wykonywania tej czynności.
Kleistość	Poziom pozostawienia na powierzchni skóry lepkiej warstwy preparatu.	Naniesiono kosmetyk na oczyszczoną skórę przedramienia, a następnie przyłożono do niego dłoń i określono stopień kleistości, jaki pozostawił po sobie badany produkt.

Tłustość i natłuszczenie	Opisuje stopień pozostawienia na skórze tłustej warstwy od razu po aplikacji kosmetyku i po upływie 30 minut.	Nałożono niewielką ilość produktu na skórę przedramienia i rozprowadzono. Przyłożono dłoń do posmarowanego miejsca i sprawdzono, czy pozostała tłusta warstwa kosmetyku.
Wchłanianie	Ocenia szybkość wchłaniania się kosmetyku w zewnętrzną część naskórka.	Na oczyszczoną powierzchnię skóry nałożono i rozprowadzono badany preparat oraz określono, po jakim czasie nastąpiło całkowite wchłonięcie emulsji w naskórek.
Wyglądanie powierzchni skóry	Stopień wygładzenia po aplikacji badanego produktu na powierzchnię skóry.	Naniesiono i rozprowadzono preparat na skórę przedramienia i oceniono stopień wygładzenia naskórka po upływie pół godziny i godziny.

4. Wyniki badań

4.1. Stabilność formy

Jedną z podstawowych form galenowych kremów nawilżających stanowią emulsje. Emulsja najogólniej jest definiowana jako układ dyspersyjny rozproszony, składający się z dwóch wzajemnie nierozpuszczających się cieczy, z których jedna jest zawieszona w drugiej w postaci małych kropelek rzędu od 0,2 do 50 μm . Z punktu widzenia zastosowań kosmetycznych jedną z najważniejszych cech emulsji jest jej stabilność. W emulsjach w trakcie przechowywania mogą zachodzić różne zmiany, niekorzystnie wpływające na wygląd i własności użytkowe wyrobu zatem kolejnym etapem przeprowadzonych badań było oznaczenie stabilności formy sporządzonych emulsji. Analiza polegała na wizualnej ocenie próbek. W żadnym z preparatów nie zaobserwowano zmian typowych dla niestabilności emulsji (koalescencja, łamanie emulsji, inwersja, powstawanie kłaczków, śmietanowanie, sedymentacja). Badane preparaty uzyskały pozytywne wyniki podczas oznaczenia stabilności w podwyższonej oraz obniżonej temperaturze w okresie 14 dni.

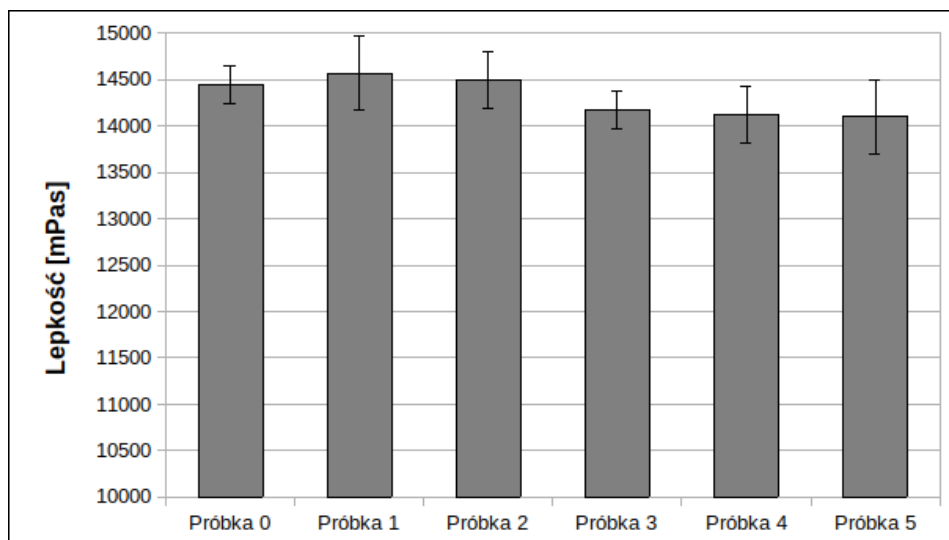
4.2. Lepkość dynamiczna

Właściwości reologiczne mają bardzo istotny wpływ na jakość kosmetyku. Odpowiednia lepkość zapewnia wygodne dozowanie produktu oraz wpływa na parametry sensoryczne, takie jak rozsmarowywalność i efekt poduszki, zapewniając komfort użytkowania. Ponadto, w przypadku kosmetycznych maseczek emulsyj-

nych, wysoka lepkość pomaga w utrzymaniu produktu na skórze przez czas potrzebny do zapewnienia odpowiedniego działania kosmetyku.

Obecność enzymów proteolitycznych może wpływać na konsystencję preparatów emulsyjnych, szczególnie w przypadku, gdy emulsja stabilizowana jest związkami peptydowymi, ale również gdy zawiera w fazie ciągłej tłuszcze roślinne zawierające wielkocząsteczkowe białka [12-14].

Analizując wyniki pomiarów lepkości dynamicznej w badanych próbkach przedstawione na Rys. 1 można zaobserwować nieznaczny spadek mierzonego parametru wraz ze zwiększeniem udziału papainy w próbce.



Rys. 1. Lepkość dynamiczna badanych maseczek kosmetycznych

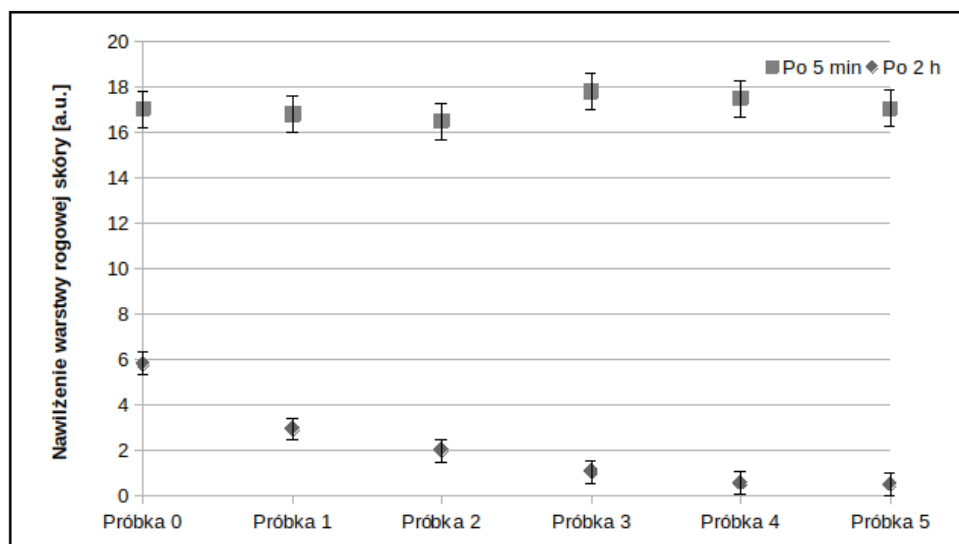
Z przeprowadzonej analizy wynika, że różnice między poszczególnymi wartościami mierzonego parametru nie są statystycznie istotne. Można więc przyjąć, że obecność enzymów nie wpływa na konsystencję maseczek emulsyjnych.

4.3. Nawilżenie skóry

Nawilżenie skóry jest jednym z czynników wpływających na ogólną kondycję skóry. Jeżeli w warstwie rogowej skóry znajduje się odpowiednia ilość wody, wówczas skóra ma ładny wygląd, jest elastyczna i sprężysta, a przede wszystkim jej funkcje ochronne są zachowane. Stosowanie enzymów proteolitycznych z jednej strony wpływa korzystnie na kondycję skóry: enzymy przyspieszają rozpad protein i tym samym pomagają usunąć martwy naskórek, pobudzając organizm do produkcji nowych komórek skóry. Z drugiej strony mogą również wpływać na zwiększenie transepidermalnej utraty wody i obniżać nawilżenie skóry[7]. Dlatego

konieczne jest kontrolowanie nawilżenia skóry przy projektowaniu kosmetyków zawierających enzymy proteolityczne.

Wyniki badań nawilżenia warstwy rogowej skóry przedstawiono na Rys. 2. Parametr przedstawiono jako różnicę między średnią wartością stopnia nawilżenia warstwy rogowej skóry, na którą nałożono maseczkę, a średnią wartością stopnia nawilżenia dla odnośnika, czyli skóry bez aplikacji preparatu. Można zauważyć, że różnica ta jest dodatnia dla wszystkich próbek, więc nie obserwowano wysuszenia skóry po aplikacji preparatów.

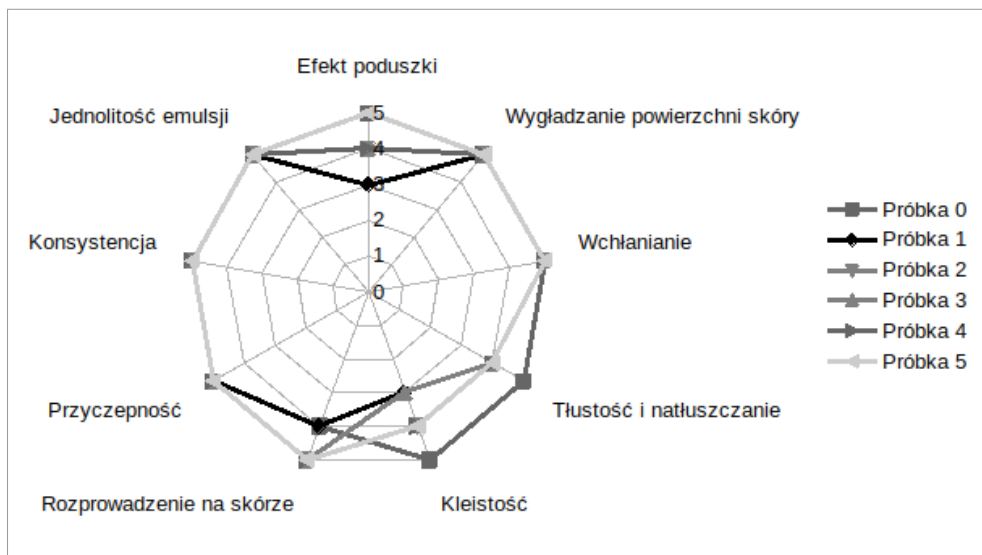


Rys. 2. Nawilżenie warstwy rogowej skóry po zastosowaniu maseczek

Pomiar nawilżenia skóry przeprowadzono dwa razy: po 5 minutach od aplikacji próbki oraz po dwóch godzinach. Wyniki uzyskane po 5 minutach są porównywalne dla wszystkich badanych próbek. Wartości nawilżenia były stosunkowo wysokie i nie zaobserwowano wpływu enzymów na mierzone parametry. Odminną sytuację odnotowano w przypadku pomiaru dokonanego po 2 godzinach: nawilżenie skóry maleje wraz ze zwiększaniem się zawartości papainy w próbce.

4.4. Analiza organoleptyczna

Oceny organoleptycznej dokonała grupa 10 osób przyznając odpowiednią liczbę punktów poszczególnym cechom sensorycznym maseczek emulsyjnych. Wyniki są przedstawione na Rys. 3 w postaci typowego wykresu radarowego.



Rys. 3. Cechy sensoryczne badanych próbek

Osoby biorące udział w badaniu najlepiej oceniły preparat kontrolny, przyznając mu 5 punktów do każdej cechy oprócz rozprowadzania na skórze. W przypadku próbki 1 o największej zawartości bromelainy własności te zostały określone jako mniej satysfakcjonujące. W tej grupie można wymienić szczególnie efekt poduszki oraz kleistość. Preparaty 2, 3 i 4 uzyskały lepsze oceny efektu poduszki, a także rozprowadzania na skórze. Próbka 3 posiadała jednak niższą ocenę kleistości. Najlepsze wyniki zdobył jednak preparat nr 5 z dodatkiem 2 % papainy. Stwierdzono, że charakteryzuje się on najlepszymi właściwościami użytkowymi, wśród których tylko kleistość oraz tłustość i natłuszczenie zostały ocenione na 4. Mimo niewielkich różnic w ocenach każdy z badanych preparatów uzyskał pozytywne recenzje wśród grupy badawczej, gdyż większość ocenianych właściwości użytkowych kosmetyków wynosiła 4 lub 5 punktów.

Podsumowanie

Proteolityczne enzymy roślinne mogą być pożądanym dodatkiem w preparatach kosmetycznych ze względu na swoje właściwości złuszczące, a także łagodzące i przeciwzapalne. Z tego powodu są one coraz częściej używane jako składniki kosmetyków o charakterze złuszczącym i wygładzającym skórę. Biorąc to pod uwagę w niniejszej pracy podjęto się oceny wpływu enzymów bromelainy oraz papainy na wybrane cechy użytkowe pielęgnacyjnych masечek kosmetycznych.

Z uwagi na proteolityczne właściwości badanych enzymów, starannie opracowano recepturę kosmetyku, unikając stosowania surowców zawierających proteiny w celu uniknięcia działania autodestrukcyjnego, szczególnie jeżeli chodzi o formę kosmetyku. Badania stabilności potwierdziły zachowanie formy emulsyjnej. Wszystkie próbki, również te z dodatkiem papainy i bromelainy pozytywnie przeszły test termiczny i nie uległy rozwarstwieniu w warunkach zmiennych temperatur. Świadczy to o stabilności produktów w zwiększonym zakresie temperaturowym, co jest ważne w kontekście użytkowym. Jednak należy również zaznaczyć, że przechowywanie kosmetyku zawierającego enzymy w wyższych temperaturach może nie być korzystne z punktu widzenia aktywności enzymatycznej bromelainy i papainy [9]. Dodatkowym potwierdzeniem stabilności formy były badania lepkości, wprawdzie obserwowano niewielki jej spadek, jednak różnice między wartościami nie były statystycznie istotne.

Na podstawie analizy pomiarów nawilżenia warstwy rogowej skóry można stwierdzić, że obecność enzymów proteolitycznych ma wpływ na jej nawilżenie. Szczególnie jest to widoczne w przypadku papainy przy dłuższej ekspozycji na jej działanie: wzrost stężenia papainy w kosmetyku powodował obniżenie wartości nawilżenia skóry. Wyniki te korespondują z badaniami innych autorów dotyczących wpływu papainy na kondycję warstwy rogowej skóry [7]. Należy zwracać uwagę na tę właściwość w momencie komponowania składu kosmetyku. Można przeciwdziałać obniżeniu nawilżenia skóry odpowiednio dobierając skład bazowy emulsji. Otrzymane masечki kosmetyczne charakteryzowały się dobrymi ocenami grupy badawczej podczas wykonanej analizy organoleptycznej. Najlepsze oceny wśród grupy badawczej uzyskał produkt, który zawierał 2% papainy.

Praca finansowana z funduszy MNiSzW z dotacji na działalność statutową. Projekt nr 3086 / 182/P, DBUPB/2015/010 pt. „Opracowanie receptur i technologii wytwarzania innowacyjnych kosmetyków, produktów aptecznych, produktów chemii gospodarczej i przemysłowej”.

Celem niniejszej pracy jest wykorzystanie proteolitycznych enzymów pochodzenia roślinnego, takich jak papaina oraz bromelaina, w pielęgnacyjnych masечkach kosmetycznych. Opracowano recepturę masечek w formie emulsji typu olej w wodzie. Przygotowano 5 próbek emulsji zawierających enzymy: papainę oraz bromelainę w różnym stosunku wagowym. Dla porównania przygotowano również próbkę bez enzymu. Przeprowadzono badania właściwości fizykoche-

micznych oraz użytkowych maseczek. Badano stabilność formy i lepkość kosmetyku, nawilżenie skóry po aplikacji oraz przeprowadzono analizę organoleptyczną przy udziale grupy probantów. Wyniki badań jednoznacznie wskazują, że obecność badanych enzymów ma wpływ na kondycję warstwy rogowej skóry i cechy sensoryczne maseczek.

Słowa kluczowe: enzymy roślinne, bromelaina, papaina, maseczki kosmetyczne

THE USE OF PLANT ENZYMES IN SHAPING THE QUALITY OF FACIAL CARE MASKS

The aim of this work is to use proteolytic enzymes of plant origin, papain and bromelain, in caring cosmetic masks. A recipe for masks in the form of an oil-in-water emulsion was developed. Five emulsion samples containing enzymes: papain and bromelain in different weight ratios were prepared. For comparison, a sample without the enzyme was also prepared. Physicochemical and functional properties of the masks were tested. The stability of the cosmetic form, viscosity and skin hydration after application were tested. An organoleptic analysis was carried out with the participation of a group of volunteers. The research results clearly indicate that the presence of the tested enzymes affects the condition of the stratum corneum of the skin and the sensory properties of the masks.

Keywords: plant enzymes, bromelain, papain, cosmetic masks

Bibliografia

1. Aehle, W. (Editor). *Enzymes in Industry: Production and Applications*, 3rd edition: WILEY-VCH, 2007.
2. Dyleszewska-Grzelakowska, J. *Kosmetyka stosowana*. Warszawa 2005 : WSzIP. 71-74.
3. Możdżeń K., Barabasz-Krasny B., Szymacha K., Oliwa J. Rośliny wykorzystywane w maskach kosmetycznych. brak miejsca : *Polish Journal of Cosmetology*, 2016. Tom 19(4), 372-379.
4. Gonçalves, S. Use of enzymes in cosmetics: proposed enzymatic peel procedure. *Cos ACTIVE J.* 2021, Tom 1, 27-33.
5. Matraszek-Gawron, R. i Chwil, M. Bromelain – antibacterial activity and application in dermatology. *Biologically active compounds of plant origin in medicine*. 2020, 68.
6. Banchhor, M. i Saraf, S. Potentiality of papain as an antiaging agent in cosmetic formulation. *Pharmacognosy Reviews*. 2(4), 2008, 266.

7. Trevisol, T.C., i inni. In vitro effect on the proteolytic activity of papain with proteins of the skin as substrate. *Int J Cosmet Sci.* 44, 2022, 542– 554.
8. Pinto, C.A.S de O., i inni. Comparative study of the stability of free and modified papain incorporated in topical formulations. *Braz. J. Pharm. Sci.* 47 (4), 2011.
9. Sim, Y., i inni. Stabilization of papain and lysozyme for application to cosmetic products. *Biotechnology Letters.* 22, 2004, 137–140.
10. Stremnitzer, C., i inni. Papain Degrades Tight Junction Proteins of Human Keratinocytes In-Vitro and Sensitizes C57BL/6 Mice via the Skin Independent of Its Enzymatic Activity or TLR4 Activation. *Journal of Investigative Dermatology.* 135(7), 2015.
11. Płocica, J., Tal-Figiel, B. i Figiel, w. Badania reologiczne i sensoryczne stosowane do oceny preparatów kosmetycznych. Kraków : Wydawnictwo Farmona.
12. Rui-hao Niu, Fu-sheng Chen, Zi-tong Zhao, Ying Xin, Xiao-jie Duan, Bing-Yi Wang, Effect of Papain on the Demulsification of Peanut Oil Body Emulsion and the Corresponding Mechanism, *Journal of Oleo Science*, 2020 Volume 69 Issue 6, 2020 617-625.
13. Yusoff, M.M.; Gordon, M.H.; Niranjana, K. Aqueous enzyme assisted oil extraction from oilseeds and emulsion de-emulsifying methods: A review. *Trends Food Sci. Tech.* 41, 2015, 60-82.
14. Xinyu Zhang, Qiang Wang, Zhe Liu, et al. Plant protein-based emulsifiers: Mechanisms, techniques for emulsification enhancement and applications. *Food Hydrocolloids.* 2023, Vol.144, 109008.
- 15.

Autorzy:

dr hab. Anita Bocho-Janiszewska, prof. URad. – Uniwersytet Radomski im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu, Wydział Inżynierii Chemicznej i Towaroznawstwa,
email: a.janiszevska@uthrad.pl

mgr inż. Milena Górka. – Uniwersytet Radomski im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu,
Wydział Inżynierii Chemicznej i Towaroznawstwa,

TRIBOLOGICZNE ASPEKTY WYKORZYSTANIA MIESZANIN OLEJÓW OTRZYMANYCH Z ROŚLIN JAGODOWYCH JAKO ALTERNATYWNYCH BAZ SUBSTANCJI SMAROWYCH

Anna Małysa

Wstęp

Polska jest znaczącym producentem nasion roślin jagodowych, głównie na cele paszowe. Rocznie wytwarza się ok. 300-350 tys. ton wytlóków, z których 30-50% stanowią nasiona. Surowce te stanowią produkt odpadowy i są często przetwarzane z użyciem nowych technologii, w zależności od przeznaczenia produktu finalnego. Szczególnie interesujące są produkty otrzymane metodą ekstrakcji w warunkach nadkrytycznych z wykorzystaniem ditlenku węgla. Należą do nich ekstrakty hydrofobowe, oleozywice, oleje nienasycone, polifenole i wiele innych substancji wykorzystywanych w przemyśle spożywczym, kosmetycznym czy farmaceutycznym. Jest to nowoczesna i konkurencyjna technika, w której proces otrzymywania ekstraktu prowadzi się w temp. do 50°C, a głównym czynnikiem ekstrahującym jest ditlenek węgla sprężony do ok. 300 bar. Po zakończeniu procesu CO₂ ulatnia się z ekstraktu, i jest zwracany do produkcji, a otrzymany ekstrakt, ze względu na brak dostępu powietrza, odznacza się bardzo dużą czystością (brakiem pozostałości rozpuszczalnika) oraz wydajnością. Dodatkową zaletą stosowania CO₂ jako rozpuszczalnika jest jego selektywność oraz niska cena (ponieważ stanowi on często produkt uboczny innych procesów chemicznych), a także łatwa dostępność.

Dotychczas metoda ekstrakcji nadkrytycznej była stosowana tylko sporadycznie w niewielkiej skali, jednak korzyści z otrzymania wysokiej czystości surowców oraz rosnący popyt na wysokiej jakości składniki aktywne przyczynia się do zainteresowania przedsiębiorców tą techniką pozyskiwania olejów.

Polska jest krajem, w którym znaczący udział rynku spożywczego stanowi przetwórstwo owoców jagodowych, głównie porzeczek, truskawek i malin. Prowadzone badania rozwojowe i przemysłowe o dużym potencjale innowacyjnym, są przyczyną do stopniowego rozwiązania problemu kompleksowego zagospodarowania wytlóków z korzyścią dla przedsiębiorców, środowiska, a także konsumentów [1-4, 7-9, 16-18, 19, 21-23].

W literaturze [10, 11, 15, 24] znaleziono szereg doniesień dotyczących wykorzystania ekstraktów w warunkach nadkrytycznego CO₂ w przemyśle kosmetycznym i spożywczym, natomiast nie odnotowano zastosowania ekstraktów z roślin jagodowych jako baz substancji smarowych. Obecnie w tematyce substancji smarowych silnie zaznaczają się trendy dotyczące: zastosowania innowacyjnych substancji roślinnych odpornych na wysokie temperatury, zapobiegania skażeniom substancjami pochodzenia petrochemicznego oraz wprowadzania tzw. „czystych

technologii”, nie powodujących skażenia środowiska naturalnego np. przez wykorzystanie surowców odpadowych. Istotnym jest również poszukiwanie nowych baz i dodatków roślinnych o korzystnych właściwościach tribologicznych oraz eliminacja szkodliwych związków modyfikujących właściwości smarne tj. siarczek molibdenu, grafit, azotek boru [5,6,12-14].

Badania literaturowe [14, 15, 20, 25] wskazują na szerokie wykorzystanie ekstraktów hydrofobowych (olejów) otrzymywanych metodą ekstrakcji w warunkach nadkrytycznych z wykorzystaniem CO₂ z nasion odpadowych roślin jagodowych, co daje asumpt do poszukiwań ich dalszych zastosowań.

W pracy zaproponowano bazy smarowe, stanowiące mieszaniny olejów otrzymanych z odpadowych nasion: maliny, truskawki, aronii, czarnej porzeczki, otrzymanych metodą ekstrakcji nadkrytycznej z udziałem ditlenku węgla. Przedstawione kompozycje baz smarowych mogłaby znaleźć zastosowanie w przemyśle rolnospożywczym oraz kosmetycznym do smarowania elementów maszyn mających styczność z żywnością lub kosmetykami. Dotychczasowe badania wykazały, że zastosowane indywidualnie, bądź z aktywnymi dodatkami wykazywały korzystne właściwości tribologiczne i przeciwzużyciowe [14].

1. Materiał badawczy

Materiał badawczy stanowiły bazy smarowe, będące mieszaninami olejowych ekstraktów w proporcji 1:1. Zostały oznaczone jako **M_T** (ekstrakt z maliny/truskawki), **M_A** (ekstrakt z maliny/aronii), **M_C** (ekstrakt z maliny/czarnej porzeczki), **T_A**, (ekstrakt z truskawki/aronii), **T_C** (ekstrakt z truskawki/czarnej porzeczki), **C_A** (ekstrakt z czarnej porzeczki/aronii). Ekstrakty otrzymane zostały w warunkach ekstrakcji nadkrytycznej z udziałem ditlenku węgla jako czynnika ekstrahującego w Instytucie Nowych Syntezy Chemicznych w Puławach.

2. Metodyka badań

Badania tribologiczne prowadzono przy użyciu aparatu czterokulowego (Tester-T02U) wg norm ASTM D 2783, ASTM D 2596, ASTM D 4172, ASTM D 2266, IP 239, DIN 51350 i metodą opracowaną w ITeE- PIB w Radomiu, przedstawioną w literaturze. Elementami testowymi były kulki o średnicy nominalnej ½”, wykonane ze stali łożyskowej 100 CRG (EN ISO 68317) i chropowatości 0,030 µm [17, 13, 26]. Przeprowadzono dwa rodzaje badań:

- Test przy stałym obciążeniu, pozwalający określić zmiany oporów ruchu w czasie, przez poszczególne kompozycje smarowe. Stosowano stałe, zadane obciążenie 2kN. Przeprowadzono badania ze stałą prędkością obrotową 200 obr./min. Czas trwania testów wynosił od 15 minut. Współczynnik tarcia (μ) obli-

czano na podstawie pomiaru momentu sił tarcia (M_T). Korzystano z następującego wzoru:

$$\bullet \mu = 222,47 \frac{M_T}{P}$$

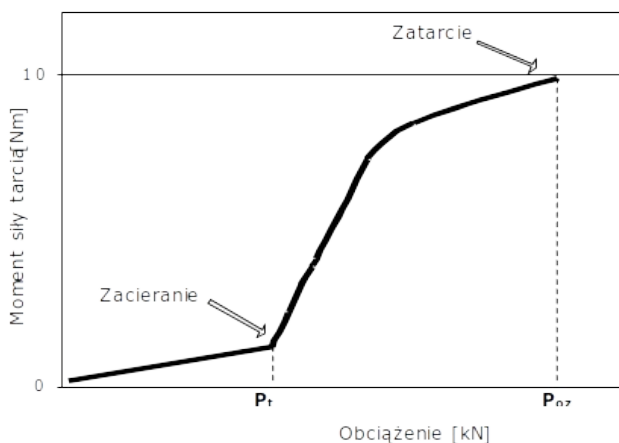
gdzie: M_T – moment siły tarcia [N·m], P – nacisk [N], współczynnik 222,47, który wynika z rozkładu sił pomiędzy kontaktującymi się czterema kulkami.

- Test, z liniowym przyrostem obciążenia w czasie trwania testu, pozwalający określić właściwości przeciwwzrostowe różnych kompozycji smarowych. Na podstawie wykonanych pomiarów wyznaczano następujące wielkości:
 - a) obciążenie zacierające (P_t) - nacisk, przy którym następuje przerwanie warstwy granicznej objawiające się gwałtownym przyrostem momentu sił tarcia,
 - b) obciążenie zatarcia (P_{oz}) - obciążenie, przy którym moment tarcia przekroczył wartość $10 \text{ N} \cdot \text{m}$,
 - c) graniczne obciążenie zatarcia (p_{oz}) obliczano z następującej zależności:

$$p_{oz} = 0,52 \frac{P_{oz}}{d^2},$$

gdzie: P_{oz} - obciążenie zatarcia, d - średnica skaży kulki mierzona po zakończonym teście.

Typową zależność momentu tarcia w funkcji obciążenia przedstawiono na Rys.1. Zaznaczono na nim obciążenie zacierające i obciążenie zatarcia.



Rys. 1. Zależność momentu siły od obciążenia [17]

Stosowano następujące warunki pomiaru: prędkość przyrostu obciążenia 409 N/s, obciążenie minimalne 0 N, obciążenie maksymalne 8 kN, prędkość obrotowa wrzeciona 500 obr/min. Dla badań prowadzonych pod stałym obciążeniem, doko-

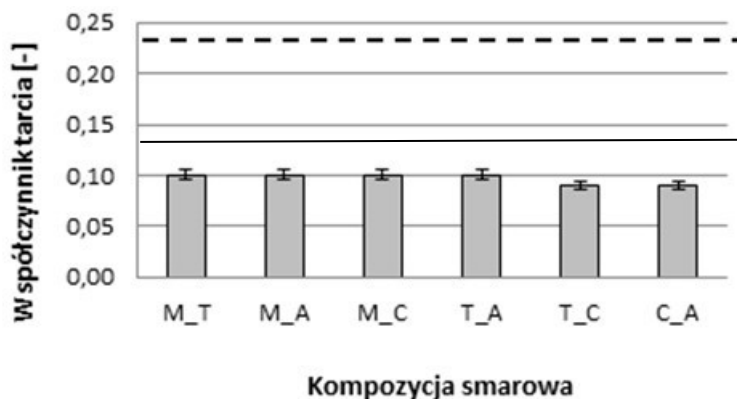
nywano zapisu momentu siły tarcia, co 1 sekundę. Dla testów 900- sekundowych punkty na wykresach są uśrednionymi wartościami z 30-sekundowych przedziałów czasowych oraz z trzech niezależnych serii pomiarowych. Dla testów prowadzonych ze zmiennym w czasie obciążeniem, moment siły tarcia zapisywano, co 0,013 sekundy. Do obliczenia granic przedziału ufności wartości średniej współczynnika tarcia, średnicy śladu zużycia oraz obciążeń: zacierających, zatarcia i granicznego nacisku zatarcia wykorzystywano rozkład *t*-Studenta. Dla poziomu ufności 0,90 wyznaczono przedziały, które stanowiły błąd pomiarowy.

Po procesie tarcia dokonywano pomiaru śladu zużycia w kierunku równoległym i prostopadłym do kierunku tarcia. Używano mikroskop odbiciowy Polar, produkcji PZO-Warszawa (Polska) oraz mikroskop firmy Nikon (typ MM-40/L3FA), wykorzystywano system akwizycji i obróbki cyfrowej obrazu MultiScanBase wersja 808.

3. Rezultaty badań

3.1. Testy tribologiczne przy stałym obciążeniu

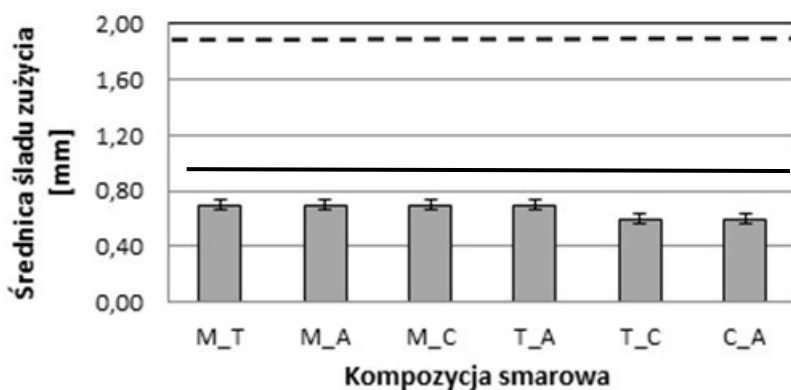
W celu oceny właściwości tribologicznych przygotowanych kompozycji olejowych ekstraktów wykonano testy na aparacie czterokulowym (tester T02). W testach przy stałym obciążeniu (2 kN) określono wpływ rodzaju mieszanin ekstraktów użytych w proporcji 1:1 na opory ruchu i zużycie, których miarą były współczynnik tarcia (μ) i średnica śladu zużycia (d). Przedstawione rezultaty badań przedstawiono na Rys. 2 i Rys. 3.



Rys. 2 Współczynnik tarcia bazowych kompozycji smarowych. Oznaczenia: M_T (ekstrakt z maliny/truskawki), M_A (ekstrakt z maliny/aronii), M_C (ekstrakt z maliny/czarnej porzeczki), T_A, (ekstrakt z truskawki/aronii), T_C (ekstrakt z truskawki/czarnej porzeczki), C_A (ekstrakt z czarnej porzeczki/aronii). Punkty odniesienia: olej parafinowy – linia kreskowana, olej rzepakowy- linia ciągła

Analizując wyniki badań dla każdej z przedstawionych baz smarowych można zaobserwować znacząco niższe wartości współczynnika tarcia względem oleju parafinowego oraz rzepakowego. W przypadku oleju roślinnego uzyskano przeszło 2-krotnie niższe wartości μ . Wartości współczynnika tarcia oscylują na poziomie wartości ok. 0,09-0,10. Najniższe wartości współczynnika tarcia na poziomie 0,09 uzyskano dla kompozycji zawierających ekstrakty z truskawki/czarnej porzeczki oraz czarnej porzeczki/aronii. Świadczy to o tym, że zaproponowane kompozycje smarowe wykazują zdolność do obniżania oporów ruchu i tworzenia trwałego filmu smarnego w warunkach tarcia.

Analogiczny przebieg zmian obserwuje się dla średnicy śladu zużycia kulek metalowych po tarcu (Rys. 3).

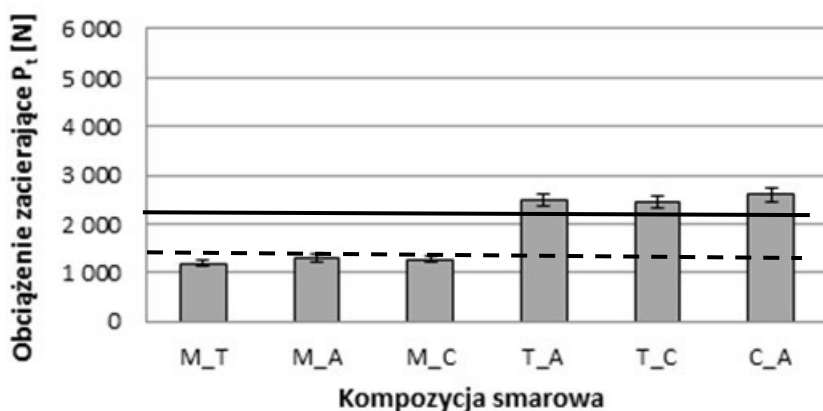


Rys. 3 Średnica śladu zużycia kulki po teście w obecności bazowych kompozycji smarowych. Oznaczenia: M_T (ekstrakt z maliny/truskawki), M_A (ekstrakt z maliny/aronii), M_C (ekstrakt z maliny/czarnej porzeczki), T_A (ekstrakt z truskawki/aronii), T_C (ekstrakt z truskawki/czarnej porzeczki), C_A (ekstrakt z czarnej porzeczki/aronii). Punkty odniesienia: olej parafinowy – linia kreskowana, olej rzepakowy- linia ciągła

Stwierdzono, że w przypadku oryginalnych baz smarowych średnica śladu zużycia oscyluje na poziomie 0,06 - 0,07 mm. Jednak należy zauważyć, że otrzymane wartości d są o ok. 20% niższe względem tych otrzymanych dla oleju rzepakowego i ok. 3- krotnie niższe, niż dla oleju parafinowego. Można zatem stwierdzić, że mieszaniny wykazują dobre właściwości smarne zmniejszające zużycie elementów pary ciernej.

3.2. Ocena właściwości przeciwwzartarciowych

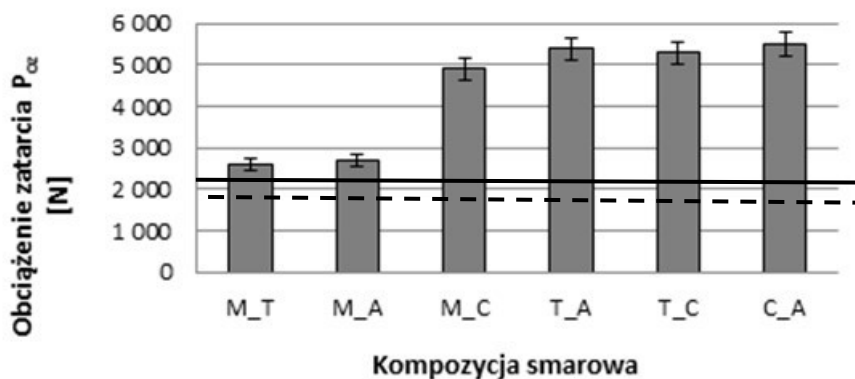
W porównaniu z testami przy stałym obciążeniu badania właściwości przeciwwzartarciowych substancji smarowych prowadzone są w bardziej ekstremalnych warunkach. Decydującym jest szybkość przyrostu obciążenia ($409 \text{ N} \cdot \text{s}^{-1}$). Obciążenie, przy którym następuje znaczący wzrost momentu sił tarcia nosi nazwę obciążenia zacierającego (P_t) i jest ono jedną z ważniejszych wielkości charakteryzujących niezawodność maszyn i urządzeń. Przy tym obciążeniu zaczyna się zdefektowanie filmu smarnego i proces zacierania. Zatem wartości P_t mogą być miarą trwałości filmu smarnego. Natomiast wartości obciążenia P_{oz} oznaczają, że moment sił tarcia przekroczył wartość $10 \text{ N} \cdot \text{m}$ i nastąpiło zatarcie elementów trących. Wpływ rodzaju mieszanin na właściwości przeciwwzartarciowe przedstawiono na Rys. 4 -6.



Rys. 4 Obciążenie zacierające P_t po teście w obecności bazowych kompozycji smarowych. Oznaczenia: M_T (ekstrakt z maliny/truskawki), M_A (ekstrakt z maliny/aronii), M_C (ekstrakt z maliny/czarnej porzeczki), T_A (ekstrakt z truskawki/aronii), T_C (ekstrakt z truskawki/czarnej porzeczki), C_A (ekstrakt z czarnej porzeczki/aronii). Punkty odniesienia: olej parafinowy – linia kreskowana, olej rzepakowy – linia ciągła

Analizując otrzymane rezultaty badań można stwierdzić, że najniższe wartości obciążenia zacierającego otrzymano dla następujących mieszanin M_T (malina/truskawka), M_A (malina/aronia), M_C (malina/czarna porzeczka) i wyniosły one kolejno: 1200 N, 1300 N, 1270 N. Należy zaznaczyć iż otrzymane wartości P_t są porównywalne do rezultatów otrzymanych dla oleju rzepakowego i ok 50% niższe względem oleju parafinowego. Najwyższe wartości P_t na poziomie ok. 2,5 kN otrzymano dla mieszanin: T_A (truskawka/aronia), T_C (truskawka/czarna porzeczka), C_A (czarna porzeczka/aronia). Dla tych kompozycji wartości P_t są przeszło 2 krotnie wyższe względem oleju parafinowego oraz o 20% wyższe względem oleju rzepakowego.

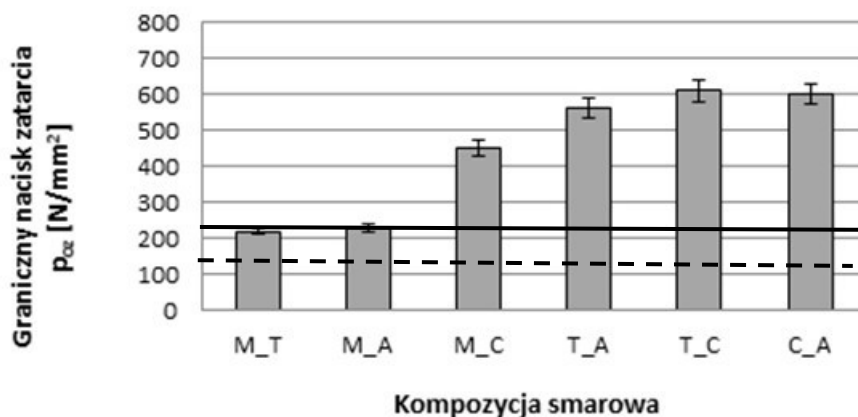
Otrzymane wyniki dobrze korelują z wartościami obciążenia zatarcia (Rys. 5) oraz granicznego nacisku zatarcia (Rys. 6).



Rys. 5 Obciążenie zatarcia P_{oz} po teście w obecności bazowych kompozycji smarowych. Oznaczenia: M_T (ekstrakt z maliny/truskawki), M_A (ekstrakt z maliny/aronii), M_C (ekstrakt z maliny/czarnej porzeczki), T_A (ekstrakt z truskawki/aronii), T_C (ekstrakt z truskawki/czarnej porzeczki), C_A (ekstrakt z czarnej porzeczki/aronii). Punkty odniesienia: olej parafinowy – linia kreskowana, olej rzepakowy – linia ciągła

Otrzymane wartości P_t dla oryginalnych baz smarowych są zadowalające. W porównaniu z punktami odniesienia uzyskano w przypadku dwóch kompozycji M_T (malina /truskawka) oraz M_A (malina/aronia) wartości ok 15 % wyższe względem oleju rzepakowego oraz ok. 30 % wyższe względem oleju parafinowego. Najkorzystniejsze rezultaty odnotowano dla mieszanin oznaczonych jako: T_A (truskawka/aronia), T_C (truskawka/czarna porzeczka) oraz C_A (czarna porzeczka/aronia). W tym przypadku wartości P_{oz} są równe bądź przewyższające 5 kN. Co w praktyce oznacza podwyższoną ochronę elementów maszyn i urządzeń przed zatarciem.

Graniczny nacisk zatarcia p_{oz} charakteryzuje zużycie w ekstremalnych warunkach, przy obciążeniu zatarcia. Obliczone wartości p_{oz} , przedstawiono na Rys. 6.



Rys. 6 Obciążenie zatarcia p_{oz} po teście w obecności bazowych kompozycji smarowych. Oznaczenia: M_T (ekstrakt z maliny/truskawki), M_A (ekstrakt z maliny/aronii), M_C (ekstrakt z maliny/czarnej porzeczki), T_A (ekstrakt z truskawki/aronii), T_C (ekstrakt z truskawki/czarnej porzeczki), C_A (ekstrakt z czarnej porzeczki/aronii). Punkty odniesienia: olej parafinowy – linia kreskowana, olej rzepakowy – linia ciągła

Wartość granicznego nacisku zatarcia dla oleju parafinowego jest względnie niska i wynosi 130 N/mm^2 , natomiast dla oleju rzepakowego wynosi 230 N/mm^2 . Wartości p_{oz} zbliżone do wartości wyznaczonej dla oleju rzepakowego otrzymano dla dwóch oryginalnych kompozycji M_T (malina/truskawka) oraz M_A (malina/aronia). Dla pozostałych baz smarowych wartości p_{oz} są ok. 2-3-krotnie wyższe względem oleju rzepakowego, natomiast ok. 4-6 krotnie wyższe względem oleju parafinowego. Najlepsze zdolności do przeciwdziałania zatarciu wykazywały bazy T_A (truskawka/aronia), T_C (truskawka/czarna porzeczka), C_A (czarna porzeczka/aronia). Wyznaczone wartości granicznego nacisku zatarcia mieściły się w przedziale $450\text{--}610 \text{ N/mm}^2$.

Podsumowanie

Przedstawione rezultaty badań wskazują na zasadność zastosowania mieszanin ekstraktów olejowych z roślin jagodowych otrzymanych w warunkach nadkrytycznego dwutlenku węgla jako baz smarowych. W testach tribologicznych przy stałym obciążeniu 2 kN nie zaobserwowano znaczącego wpływu rodzaju analizowanych kompozycji na opory ruchu i zużycie elementów pary trącej. Natomiast na-

leży podkreślić, że otrzymane wartości współczynnika tarcia oraz średnicy śladu zużycia znacząco niższe względem oleju parafinowego oraz oleju rzepakowego.

Natomiast w testach przeciwwzartarciowych rodzaj zastosowanej kompozycji wpływał istotnie na właściwości przeciwdziałające zatarciu. W testach z liniowym przyrostem obciążenia stwierdzono zdecydowanie wzrost wartości P_t , P_{oz} , p_{oz} , względem zastosowanych punktów odniesienia. Najkorzystniejsze zdolności przeciwdziałania zatarciu wykazywały bazy oznaczone jako T_A (truskawka/aronia), T_C (truskawka/czarna porzeczka), C_A (czarna porzeczka/aronia). W praktyce oznacza to większą trwałość filmu smarnego oraz zdolność otrzymanych kompozycji smarowych do przeciwdziałania zużyciu i zatarciu elementów węzła tarcia. Reasumując, zaproponowane kompozycje, mogą stanowić alternatywę dla środków smarowych otrzymywanych na bazie olejów roślinnych.

Pracę wykonano w ramach projektu badawczego nr 3086/182/P pt. "Opracowanie receptur i technologii wytwarzania, nowej generacji kosmetyków, produktów farmaceutycznych, chemii gospodarczej i przemysłowej".

W artykule przedstawiono wyniki badań tribologicznych baz smarowych zawierających olejowe ekstrakty z odpadowych nasion roślin jagodowych pozyskanych metodą ekstrakcji w warunkach nadkrytycznego dwutlenku węgla. Analizowano wpływ rodzaju kompozycji na opory ruchu, zużycie oraz właściwości przeciwwzartarciowe otrzymanych baz smarowych. Wykonano dwa rodzaje testów: zartarciowe, z liniowym przyrostem obciążenia oraz przy stałym obciążeniu (aparatury czterokulowej-T02). Otrzymane wyniki badań odniesiono do oleju rzepakowego i parafinowego. Stwierdzono, że otrzymane oryginalne kompozycje wykazują korzystne właściwości przeciwwzartarciowe, oraz zdolność do obniżenia oporów ruchu i zużycia względem zastosowanych punktów odniesienia.

Słowa kluczowe: roślinne bazy smarowe, tarcie, zużycie, oleje z roślin jagodowych

TRIBOLOGICAL ASPECTS OF USING OIL MIXTURES OF BERRY PLANTS OILS AS ALTERNATIVE LUBRICANT BASES

This article presents the results of tribological tests of lubricating bases containing oil extracts from waste seeds of berry plants obtained by extraction under supercritical carbon dioxide conditions. The effect of the type of composition on the resistance to motion, wear and anti-seizure properties of the obtained lubricating bases was analyzed. Two types of tests were carried out: seizure tests, with linear load build-up and at constant load (four-ball apparatus-T02). The obtained test results were related to rapeseed oil and paraffin oil. It was found that the obtained original compositions showed favorable anti-seizure properties, as well as the ability to reduce resistance to motion and wear relative to the reference points used.

Keywords: plant base lubricants, friction, wear, berry plant oils

Bibliografia

- 1 Batko B., Dobek T. K., Ocena właściwości smarnych wybranych paliw pochodzenia roślinnego i naftowego, *Inżynieria Rolnicza*, 2008, 4(102), 69-74.
- 2 Bator A., Dobrodziej J., Koziół S., Lech J., Michalczewski R., Piekoszewski W., Tuszyński W., Wiśniewski M., Wojtuński M., Wulczyński J., Metody i urządzenia testowe do badania tarcia i zużycia, *Tribologia i Tribotechnika*, Wydawnictwo IteE, Radom, 2000, 306-332.
- 3 Boschkova K., Kronberg B., Rutland M., Imae T., Study of thin surfactant films under shear using the tribological surface force apparatus, *Tribology International*, 2001, Nr 34, 815-822.
- 4 Fiszer S., Szalajko U., Oleje roślinne jako substytuty środków smarowych pochodzenia naftowego, 2000, Nr 3, 181 – 188.
- 5 Foltynowicz Z., Nowe trendy w towaroznawstwie przemysłowy, *Towaroznawstwo – opakowania – logistyka*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań, 2008, 58-72.
- 6 Gawrońska H., Górski W. Biodegradacja i ekotoksyczność wybranych rodzajów cieczy eksploatacyjnych, *Paliwa, Oleje i Smary w Eksploatacji*, 1999, Nr 68, 5 – 14.
- 7 Kajdas C., Kulczycki A., A new idea of the influence of solid materials on kinetics of chemical reactions, *Materials Science - Poland*, 2008, Nr 3/26, 787-796.
- 8 Kajdas C., Majzner M., Effectiveness of selected CHO compounds as anti-wear additives to white mineral oils, *Tribology Transactions*, 2005, Nr 1(48), 93-99.
- 9 Klimaszewska E., Małysa A., Zięba M., Rój E., Wasilewski T., Zastosowanie hydrofobowego ekstraktu z nasion malinyotrzymywanego przez ekstrakcję nadkrytycznym ditlenkiem węgla do wytwarzania masek kosmetycznych, *Przemysł Chemiczny*, 2016, Nr 95(6), 1000-1005.
- 10 Klimaszewska E., Małysa A., Zięba M., Wasilewski T., Korelacje między wartością regulatorów konsystencji a właściwościami fizykochemicznymi i użytkowymi maseczek pielęgnacyjnych zawierających ekstrakt z nasion maliny otrzymywany w warunkach nadkrytycznego ditlenku węgla, Zastosowanie ekstraktów roślinnych pozyskiwanych w warunkach nadkrytycznego CO₂ w kosmetykach i produktach chemii gospodarczej, praca zbiorowa pod red. Tomasza Wasilewskiego i Emilii Klimaszewskiej, Wyd. Wyd. ITE PIB, Radom, 2016, 85-97.

- 11 Klimaszewska E., Seweryn A., Małysa A., Zięba M., Lipińska J., The effect of chamomile extract obtained in supercritical carbon dioxide conditions on physicochemical and usable properties of pharmaceutical ointments, *Pharmaceutical Development & Technology*, 2017, 780-786.
- 12 Kodali D., High performance ester lubricants from natural oils, *Industrial Lubrication and Tribology*, 2002, Nr 54, 165-170.
- 13 Małysa A., Ocena smarności kompozycji estrów metylowych kwasów tłuszczowych otrzymanych z wybranych olejów roślinnych z olejem napędowym, *Kierunki badań i rozwoju produktów nieżywnościowych, Towaroznawstwo w badaniach i praktyce*, red. Renata Salerno Kochan, Artur Wolak, Kraków, 2017, 155-169.
- 14 Małysa A. Ogorzałek M., Assessment of tribological properties of native oil obtained from chokeberry seed with sorbitan trioleate composition as alternative lubricating substance, *Polish Journal of Commodity Science*, 2020, Nr 2(63), 99-107.
- 15 Małysa A., The safety and functionality of food grade lubricants, *Current Trends in Commodity Science Challenges in Food Development and Processing*, Editors Urszula Samotyja, Wojciech Żmudziński, Poznań, 2017, 177-192.
- 16 Małysa A., Zięba M., Klimaszewska E., Wasilewski T., Rola stężenia ekstraktu z mięty otrzymanego w warunkach nadkrytycznego ditlenku węgla w maszczkach pielęgnacyjnych, *Jakość wybranych kosmetyków i produktów chemii gospodarczej*, red. Tomasz Wasilewski, Ryszard Zieliński i Jerzy Żuchowski, Wyd. ITE PIB, Radom, 2016, 102-111.
- 17 Piekoszewski W., Szczerek W., Tuszyński M., The Action of Lubricants Under Extreme Conditions in a modified Four-Ball Tester, *Wear*, 2001, 249, 188-193.
- 18 Przybyłowski P., Augustyn A., Zintegrowana polityka produktowa jako narzędzie zrównoważonego rozwoju. "Ekologiczne problemy zrównoważonego rozwoju, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Ekonomicznej w Białymstoku, Białystok, 2009, 82-101.
- 19 Rogoś E., Urbański A., Charakterystyki tribologiczne olejów bazowych dla olejów hydraulicznych, *Tribologia*, 2010, Nr 5, 201-210.
- 20 Rój E., Dobrzyńska-Inger A., Kostrzewa D., Kołodziejczyk K., Sójka M., Król B., Miszczak A., Markowski J., Otrzymywanie ekstraktów olejowych z nasion owoców jagodowych z wykorzystaniem CO₂ w warunkach nadkrytycznych, *Przemysł Chemiczny*, 2009, Nr 88, 1325-1330.
- 21 Sułek M.W, Kulczycki A., Małysa A. Assessment of lubricity of compositions of fuel oil with biocomponents derived from rapeseed, *Wear*, Nr 268, 104-108, 2010.

- 22 Sułek, M. W. Wasilewski, T., The effect of concentration of aqueous solutions of ethoxylated sorbitan esters on antiseizure properties, *International Journal of Applied Mechanics and Engineering*, 2002, Nr 7, 189-195.
- 23 Sułek, M. W. Wasilewski, T. , Właściwości tribologiczne estrów sorbitanu stosowanych jako dodatki do substancji smarowych, *Tribologia*, Nr 3, 447-461, 2001.
- 24 Wasilewski, T., Sułek, M. W., Paraffin oil solutions of mixture of sorbitan monolaurate-ethoxylated sorbitan monolaurate as lubricants, *Wear*, 2006, Nr 261, 230-234.
- 25 Zięba M., Klimaszewska E., Małysa A., Wasilewski T., Wpływ rodzaju ekstraktów ziołowych otrzymanych w warunkach nadkrytycznego ditlenku węgla na właściwości fizykochemiczne i użytkowe maseczek pielęgnacyjnych , *Jakość wybranych kosmetyków i produktów chemii gospodarczej*, red. Tomasz Wasilewski, Ryszard Zieliński i Jerzy Żuchowski, Wyd. ITE PIB, Radom, 2016, 112-121.
- 26 Zięba M., Małysa A., Klimaszewska E., Silicone surfactants as potential lubricating substances and bases, *Tribology Transactions*, 2017, Nr 60 (1), 106-113.

Autorzy:

dr hab. inż. Anna Małysa, prof. URad. – Uniwersytet Radomski im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu, Wydział Inżynierii Chemicznej i Towaroznawstwa, email: a.malysa@uthrad.pl

WPLYW STOPNIA OKSYETYLENOWANIA KOEMULGATORA NA WŁAŚCIWOŚCI SAMOPRZYLEPNYCH PREPARATÓW PRZEZNACZONYCH DO UTRZYMYWANIA CZYSTOŚCI TOALET

Dominik Czerwonka

Wstęp

Preparaty do utrzymywania czystości toalet przeznaczone są najczęściej do mycia, czyszczenia i dezynfekcji ceramicznych elementów wyposażenia toalet takich jak: sedesy, pisuary czy też bidety. Ich główną funkcją jest usuwanie i ochrona przed osadzaniem się kamienia wodnego, kamienia moczowego oraz rdzy na powierzchni muszli klozetowej. Produkty te powinny również wykazywać działanie antymikrobiologiczne oraz maskować nieprzyjemne zapachy.

Produkty stosowane w toaletach ze względu na sposób aplikacji dzielą się na dwie podstawowe grupy: środki stosowane doraźnie oraz produkty umieszczane bezpośrednio w muszli klozetowej, które uwalniają substancje aktywne podczas spłukiwania wody. Do pierwszej grupy preparatów zaliczane są najczęściej środki w formie wysokolepkiej cieczy lub w formie proszków. Do drugiej grupy preparatów zalicza się przeważnie produkty w formie stałej (tak zwane kostki WC). Najnowszymi rozwiązaniami w tym zakresie są preparaty w formie samoprzylepnego żelu, które przykleja się bezpośrednio do ścianki muszli klozetowej. Do podstawowych wymagań stawianych tym produktom zalicza się: wysoką adhezję preparatu do powierzchni, dobre właściwości myjące w celu zapewnienia czystości powierzchni muszli; dobre właściwości pianotwórcze; ochrona mytej powierzchni przed kamieniem oraz rdzą, pozostawianie przez produkt przyjemnego zapachu izdolność do ukrywania zapachów nieprzyjemnych, wysoki stopień bezpieczeństwa dla konsumenta i względnie duża biodegradowalność. [1-4]

Celem pracy było opracowanie nowoczesnych, ekologicznych produktów przeznaczonych do utrzymywania czystości w toaletach. Do badań wytypowano recepturę wyjściową, którą następnie modyfikowano poprzez wprowadzanie koemulgatorów będących pochodnymi alkoholu laurylowego o różnym stopniu oksyetylowania. Jako bazę preparatu zastosowano anionowy związek powierzchniowo czynny: etoksylowanylaurylosiarczan sodu - SodiumLaurethSulfate (SLES), który charakteryzuje się dobrymi właściwościami pianotwórczymi i detergencyjnymi.

Jako koemulgator zastosowano pochodne alkoholu laurylowego o różnym stopniu oksyetylenowania (2, 3, 4, 7, 9, 23 molami tlenu etylenu):

- alkohol laurylowyoksyetylenowany 2 molami tlenu etylenu (Laureth-2) znajduje zastosowanie głównie jako półprodukt do syntezy surfaktantów anionowych z grupy lauryloeterosiarczanów (SLES), ale także w środkach do mycia i pielęgnacji

ciała i włosów; preparatach do mycia i pielęgnacji twarzy oraz detergenty do użytku domowego. Wykazuje zdolność zagęszczania formulacji kosmetycznych; zdolność solubilizowania perfum i składników aktywnych, jest odporny na działanie kwasów i alkaliów, oraz twardej wody. Jego równowaga hydrofilowo – lipofilowa (HLB) jest równa 6,2.

- alkohol laurylowyoksyetylenowany 3 molami tlenu etylenu (Laureth-3). Ze względu na chemiczną budowę cząsteczki, ten związek powierzchniowo-czynny stosunkowo słabo rozpuszcza się w wodzie. Zazwyczaj tworzy mętne roztwory. Istotny dla surfaktantów parametr, czyli równowaga hydrofilowo – lipofilowa (HLB) dla Laureth-3 jest równa 7,8 (tworzy emulsje typu W/O – woda w oleju). Laureth-3 jest głównie wykorzystywany w przemyśle chemicznym, w procesach otrzymywania eterosiarczanów. Często wykorzystywany jest też jako jeden z komponentów kosmetyków i produktów przeznaczonych do higieny osobistej. Poza tym można go znaleźć w wielu detergentach m. in. płyny do mycia i czyszczenia czy środkach do prania.

- alkohol laurylowyoksyetylenowany 4 molami tlenu etylenu (Laureth-4) to niejonowy związek powierzchniowo-czynny o właściwościach emulgujących, zwilżających i stabilizujących. Można go znaleźć w większości produktów przeznaczonych do higieny i pielęgnacji skóry, w tym w środkach myjących, kremach, kosmetykach do stylizacji włosów. Jest także chętnie stosowanym komponentem w procesach przemysłu włókienniczego. Cechuje go niewielka rozpuszczalność w wodzie, a jego równowaga hydrofilowo-lipofilowa (HLB) wynosi około 10,0.

- alkohol laurylowyoksyetylenowany 7 molami tlenu etylenu (Laureth-7). Cechują go bardzo dobre właściwości detergentyjne, zwilżające, emulgujące i dyspergujące oraz odtłuszczające. Znalazł szerokie zastosowanie w środkach do mycia, pielęgnacji i stylizacji włosów, w kosmetykach kolorowych, preparaty do mycia i pielęgnacji twarzy oraz detergentach do użytku domowego. Jego równowaga hydrofilowo-lipofilowa (HLB) wynosi około 12,0.

- alkohol laurylowyoksyetylenowany 9 molami tlenu etylenu (Laureth-9). Wykazuje duże powinowactwo do wody, a także do innych związków o polarnym charakterze. Wykazuje niewielką odporność na zmiany pH (w niskim, kwasowym jest stabilny, a w wysokim, bardziej zasadowym ulega rozpadowi pod wpływem zachodzącego procesu hydrolizy). Laureth-9 jest składnikiem o wyjątkowo skutecznych właściwościach myjących. Podobnie jak inne związki z grupy surfaktantów, jego cząsteczka jest zbudowana z hydrofilowej i hydrofobowej części. Dzięki takiej budowie chemicznej, posiada zdolność wnikania do zanieczyszczeń o różnym charakterze i skutecznego ich usuwania z oczyszczanej powierzchni. Laureth-9 jest wykorzystywany przede wszystkim w kosmetykach przeznaczonych do usuwania zanieczyszczeń z powierzchni skóry i włosów, a zatem w szamponach, żelach pod prysznic lub piankach myjących. W kosmetykach także pełni funkcję emulgatora typu O/W (olej w wodzie). Ponadto jest substancją stabilizującą, pianotwórczą oraz

poprawiającą jakość powstałej piany. Ze względu na silne właściwości detergencyjne, zwilżające i dyspergujące jest chętnie wykorzystywany w produktach chemii gospodarczej, takich jak płyny do mycia naczyń, ciekłych i proszkowych detergentach domowych oraz przemysłowych środkach czystości. Wartość parametru HLB dla tego surfaktantu wynosi około 13,4.

- alkohol laurylowyoksyetylenowany 23 molami tlenu etylenu (*Laureth-23*) to wielofunkcyjny surowiec wykorzystywanym w produktach kosmetycznych przeznaczonych do higieny i pielęgnacji. Może być stosowany, jako środek myjący lub konsystencjotwórczy. Odnaleźć go można we wszelkiego rodzaju produktach dedykowanych do pielęgnacji skóry, w tym tonikach, serum oraz filtrach przeciwsłonecznych. Stosowany jest również w produktach do pielęgnacji włosów. Jest bardzo dobrze rozpuszczalny w wodzie, jego równowaga hydrofilowo-hydrofobowa wynosi około 16,6. [5-8]

Fazę hydrofobową w opracowywanych preparatach stanowiły estry metylowe kwasów tłuszczowych z oleju rzepakowego (EMKOR).

Jako składnik o działaniu antymikrobiologicznym stosowano ekstrakt z szyszek chmielu pozyskiwany w warunkach nadkrytycznego CO₂ (*HumulusLupulus CO₂Extract*). Z danych literaturowych wynika, że do związków aktywnych antybakteryjnie, zawartych w ekstrakcie z szyszek chmielu należą: α-kwasy (humulony) i β-kwasy (lupulony). Sugeruje się, że antybakteryjne działanie związków występujących w chmielu oparte jest na zmianie właściwości i przepuszczalności błony komórkowej drobnoustrojów w wyniku działania humulonu i lupulonu. Ponadto, ekstrakty pozyskiwane w warunkach nadkrytycznego CO₂ cechują się brakiem pozostałości rozpuszczalników i wysoką hydrofobowością – stanowi to zaletę w przypadku opracowywania emulsyjnych preparatów. [9]

Materialy i metody

1. Materiały

W badaniach stosowano surowce wykorzystywane w przemyśle chemii gospodarczej i kosmetycznym: etoksyłowanylaurylosiarczan sodu (*SodiumLaurethSulfate, SLES*), zastosowano surowiec firmy Basf o nazwie Texapon NSO, alkohol laurylowyoksyetylenowany 2 molami tlenu etylenu (*Laureth – 2*), wykorzystano surowiec firmy Cognis o nazwie Dehydol LS2 DEO-N, alkohol laurylowyoksyetylenowany 3 molami tlenu etylenu (*Laureth – 3*), wprowadzono do formulacji surowiec firmy Cognis o nazwie Dehydol LS3 DEO-N, alkohol laurylowyoksyetylenowany 4 molami tlenu etylenu (*Laureth – 4*), zastosowano surowiec firmy PCC Rokita o nazwie Rokanol L4, alkohol laurylowyoksyetylenowany 7 molami tlenu etylenu (*Laureth – 7*), wykorzystano surowiec firmy PCC Rokita o nazwie Rokanol L7, alkohol laurylowyoksyetylenowany 9 molami tlenu etylenu (*Laureth – 9*),

wprowadzono do formulacji surowiec firmy Croda o nazwie Brij L-9, alkohol laurylowyoksyetylenowany 23 molami tlenu etylenu (*Laureth – 23*), zastosowano surowiec firmy Croda o nazwie Brij L-23, Ekstrakt z chmielu otrzymywany w warunkach nadkrytycznego CO₂, wprowadzono do formulacji surowiec wyprodukowany przez Instytut Nawozów Sztucznych w Puławach, *Woda, Methylchloroiso-thiazolinone (and) Methylisothiazolinone*, wykorzystano surowiec firmy SCHULKE pod nazwą Euxyl K120

2. Metody

Leppkość dynamiczna. Do pomiaru współczynnika lepkości dynamicznej (η) preparatów został zastosowany lepkościomierz firmy Brookfield typu HADV - III Ultra o zakresie pomiarowym 100 ÷ 20 000 000 mPa.s. Wiskozymetr ten jest wiskozymetrem rotacyjnym, wyposażonym w zestaw końcówek pomiarowych- wrzecion. Zasada pracy wiskozymetru polega na pomiarze siły, jaka potrzebna jest do pokonania oporów ruchu wrzeciona umieszczonego w badanej substancji. Pomiedzy wrzecionem a napędem znajduje się sprężyna, a kąt jej odchylenia względem wrzeciona (wyrażany w %) stanowi podstawę obliczeń wartości lepkości dynamicznej. Obliczenia wykonywane są przez przetwornik wiskozymetru i wyświetlane na wyświetlaczu LCD aparatu w postaci wartości lepkości dynamicznej wyrażonej w mPa.s. Pomiarów dokonano w temperaturze 20°C przy prędkości obrotowej wrzeciona 1, 10 i 50 rpm. Pomiarów wykonano pięciokrotnie, a końcowe wyniki stanowiły ich średnią arytmetyczną.

Granica płynięcia. Wartości granic płynięcia badanych preparatów określono za pomocą lepkościomierza Brookfield RV DV III+ wyposażonego w zestaw wrzecion łopatkowych (vanespindle). Pomiarów rejestrowano w każdej sekundzie trwania testu przebiegającego przy stałych prędkościach obrotowych wrzeciona: 5 rpm. Granicę płynięcia stanowi maksymalna wartość naprężenia ścinającego, po przekroczeniu której następuje upłynnienie preparatu. Do rejestracji pomiarów i ich analizy wykorzystywano program EZ-Yield Software. Jako wynik końcowy podano średnią arytmetyczną z pięciu niezależnych pomiarów.

Badania konsystencji. Badania konsystencji wykonano za pomocą analizatora tekstury Brookfield CT3. Dzięki pomiarom właściwości teksturometrycznych można szacować i porównywać w sposób obiektywny cechy, które zwykle określa się jedynie subiektywnie i za pomocą zmysłów. Badania wykonano za pomocą próbnika sferycznego TA-18 wykonanego ze stali (stopień zanurzenia próbника 10 mm przy prędkości przesuwu głowicy 0,5 mm/s). Uzyskane wyniki rejestrowane były przez program TexturePro CT. W profilowej analizie tekstury (TPA) określano twardość preparatu oraz siłę adhezji, będącą miarą przylegalności preparatu do

sondy. Jako wynik końcowy podano średnią arytmetyczną z pięciu niezależnych pomiarów.

Roztworzalność preparatów w wodzie. Badanie polegało na określeniu czasu niezbędnego do całkowitego rozтворzenia preparatu w wodzie, podczas mieszania z prędkością obrotową 100 obr./min. Do 100 ml wody destylowanej i dodano 1 ml badanego preparatu (uformowanego w walec o średnicy 5 mm), na wprowadzone w ruch mieszadło. Następnie zmierzono czas całkowitego rozтворzenia preparatu w wodzie. Pomiary wykonano w temperaturze 20°C. Wynik końcowy oznaczenia był średnią arytmetyczną z przeprowadzonych pomiarów.

Właściwości pianotwórcze. Badania właściwości pianotwórczych sporządzonych preparatów wykonano metodą Rossa – Miles'a w oparciu o PN-ISO 696:1994. Zgodnie z normą sporządzono 1% wodne roztwory badanych kompozycji, a następnie mierzono objętość piany wytworzonej podczas ich swobodnego wypływu z rozdzielacza do cylindra po czasie 10 s oraz 1 i 10 minutach. Oceniano: zdolność pianotwórczą, wyrażoną w cm³, której miarą była objętość piany bezpośrednio po zakończeniu pomiaru (10 s) oraz współczynnik trwałości piany WTP, wyliczony ze wzoru:

$$WTP = \frac{V_2}{V_1} \cdot 100\%$$

gdzie: V_1 – objętość piany zmierzona po upływie 1 minuty, cm³,

V_2 – objętość piany po upływie 10 minut, cm³.

Za wynik końcowy przyjęto średnią arytmetyczną pięciu pomiarów objętości piany odczytywanej po określonym upływie czasu. Pomiary prowadzono w temperaturze 20°C.

Właściwości antymikrobiologiczne. Metoda dyfuzyjno-krażkowa z użyciem krążków bibułowych (25μL preparatu). Przygotowano zawiesinę testowej, 24 - godzinnej hodowli komórkowej *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 (SA) oraz *Escherichia coli* ATCC 29222 (EC) w płynie fizjologicznym o gęstości odpowiadającej 0.5 wg skali McFarlanda. Następnie 25 μl testowej zawiesiny rozprowadzono na płytce Petriego z podłożem Mueller Hinton II Agar. Na tak przygotowane podłoże nanoszono sterylne krążki bibułowe o średnicy 6 mm nasączone 15 μl badanego preparatu. Próbkę inkubowano w temperaturze 37°C przez 18 h. Po tym czasie odczytywano wielkość średniej strefy hamowania wokół krążka.

Analiza błędów

W pracy dokonano podstawowego rachunku błędów przedstawiając wynik jako średnią arytmetyczną kilku niezależnych pomiarów wraz z błędem pomiarowym obliczonym za pomocą testu t Studenta dla prób niezależnych przy poziomie istotności $\alpha=0,05$. Na wykresach wartości te przedstawiono w postaci słupków błędów.

3. Rezultaty

3.1. Receptury i technologia wytwarzania modelowych preparatów

W oparciu o literaturę fachową oraz bazując na własnych doświadczeniach opracowano modelowe receptury preparatów do WC z koemulgatorami o różnym stopniu oksyetylenowania. Ich skład został przedstawiony w Tab.1.

Tab. 1. Receptury prototypów preparatów do WC

Składnik	Stężenie [%]					
	L2	L3	L4	L7	L9	L23
Woda destylowana	ad 100					
EtoksylogowanyLaurylosiarczan Sodu (SLES)	21,0					
EMKOR	8,0					
Laureth 2	6,0	-	-	-	-	-
Laureth 3	-	6,0	-	-	-	-
Laureth 4	-	-	6,0	-	-	-
Laureth 7	-	-	-	6,0	-	-
Laureth 9	-	-	-	-	6,0	-
Laureth 23	-	-	-	-	-	6,0
Ekstrakt z chmielu	0,25					
Kwas cytrynowy	0,3					
Konserwant	0,2					

3.2. Technologia wytwarzania preparatów

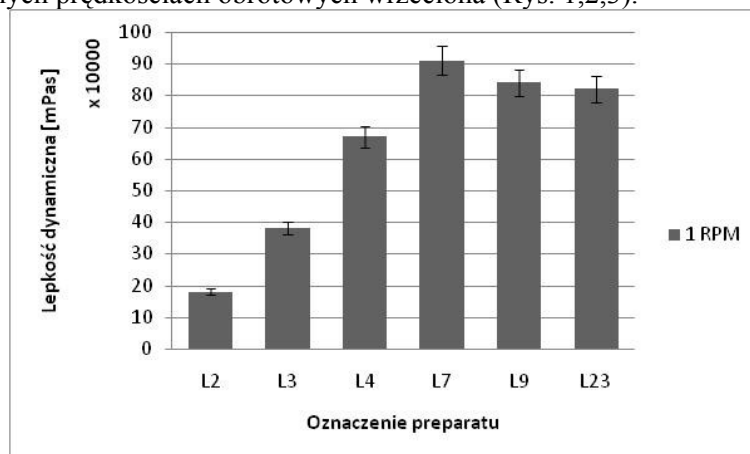
Wykonanie preparatów zgodnie z recepturami (Tab.1) wymagało opracowania odpowiedniej technologii. W celu wprowadzenia mieszaniny substancji hydrofobowej oraz hydrofobowego ekstraktu do roztworu związków powierzchniowo czynnych, zachodzi potrzeba zastosowania odpowiedniego koemulgatora. Do tego celu wykorzystywano pochodne alkoholu laurylowego o różnym stopniu oksyetylenowania. Zgodnie z recepturą przedstawioną w Tab.1 ilości koemulgatora, ekstraktu z szyszek chmielu oraz estrów metylowych kwasów tłuszczowych z oleju rzepakowego (EMKOR) mieszano i pozostawiano przez okres 1 godziny w cieplarni w

temperaturze 40°C. Następnie po uprzednim przygotowaniu roztworu wodnego składającego się z odpowiednich ilości Etoksylogowanego Laurylosiarczanu Sodu, kwasu cytrynowego oraz konserwantu połączono oba układy. Całość mieszano aż do momentu całkowitego ujednoludnienia mieszaniny i otrzymania emulsji charakteryzującej się względnie wysoką lepkością. Zastosowano następujące parametry procesu: temperatura: ok. 22°C, czas: 600 s, otrzymane próbki miały masę 300g. Bezpośrednio po wykonaniu oceniano wygląd uzyskanych produktów. Wszystkie preparaty miały postać klarownych, stabilnych oraz jednorodnych żeli.

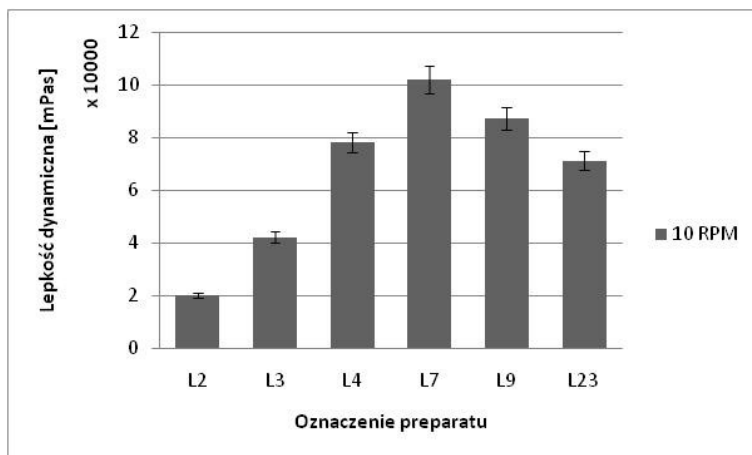
3.3. Wyniki badań

3.3.1. Lepkość dynamiczna

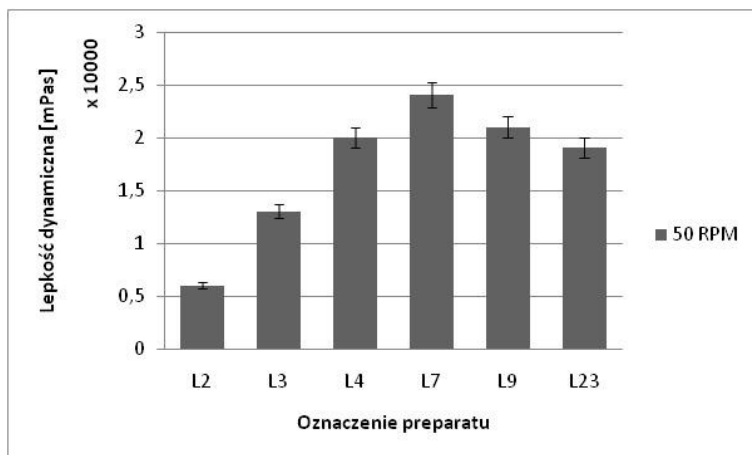
Analizowano lepkość preparatów w zależności od zastosowanego koemulgatora przy różnych prędkościach obrotowych wrzeciona (Rys. 1,2,3).



Rys.1. Zależność lepkości dynamicznej od rodzaju koemulgatora przy prędkości obrotowej wrzeciona 1 RPM



Rys.2. Zależność lepkości dynamicznej od rodzaju koemulgatora przy prędkości obrotowej wrzeciona 10 RPM



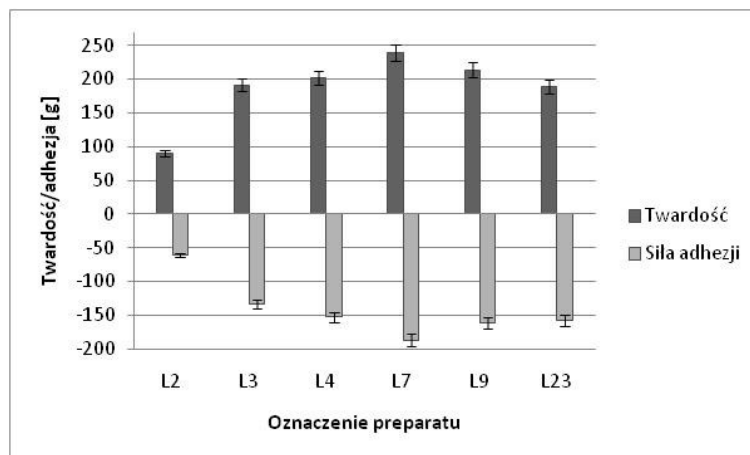
Rys.3. Zależność lepkości dynamicznej od rodzaju koemulgatora przy prędkości obrotowej wrzeciona 50 RPM

Przeprowadzone badania wykazały bardzo znaczący wpływ wielkości stopnia oksyetylenowania alkoholu laurylowego na lepkość dynamiczną preparatów. Najwyższe wartości lepkości dynamicznej odnotowano przy prędkości obrotowej 1 rpm dla preparatów oznaczonych jako L7 i L9, odpowiednio 910000 i 840000 mPa·s. Najniższą wartość lepkości odnotowano dla preparatu oznaczonego symbolem L2. Produkt ten cechował się ponad czterokrotnie niższą lepkością w porównaniu z preparatem L7. Wraz ze zwiększaniem prędkości obrotowej odnotowano znaczący spadek lepkości preparatów. Przykładowo, dla preparatu L7, zwiększenie

prędkości z 1 do 50 rpm spowodowało prawie 38-krotny spadek badanego parametru.

3.3.2. Analiza tekstury

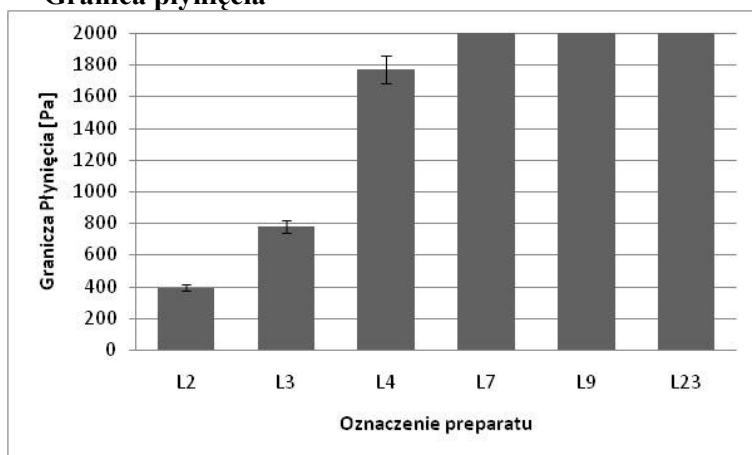
Twardość i adhezja to istotne parametry z punktu widzenia aplikacji produktu. Wielkości te przekładają się na łatwość dozowania i przylegania produktu do powierzchni na której ma być zaaplikowany preparat. Tego typu właściwości opracowanych preparatów oceniano na podstawie wyznaczonych zależności przyłożonego do próbnika obciążenia w funkcji czasu próbnik był wciskany w preparat ze stałą prędkością, równą 0.5 mm/s). Z uzyskanych zależności odczytywano wartości twardości i adhezji, które przedstawiono na Rys.4.



Rys.4. Wyznaczone wartości twardości oraz adhezji dla prototypów preparatów do WC

Stopień oksyetylenowaniakoemulgatora ma znaczący wpływ na twardość otrzymanych produktów dezynfekująco-myjących. Otrzymane rezultaty bardzo dobrze korelują z wynikami badań lepkości dynamicznej preparatów. Także w tym przypadku najwyższą twardością cechował się preparat oznaczony symbolem L7. Dla badanego produktu odnotowano wartości tego parametru na poziomie 240g. W porównaniu produkt oznaczony jako L2 cechował się ponad dwuipółkrotnie niższą twardością. Analogiczny przebieg zależności odnotowano także dla siły adhezji.

3.3.3. Granica płynięcia

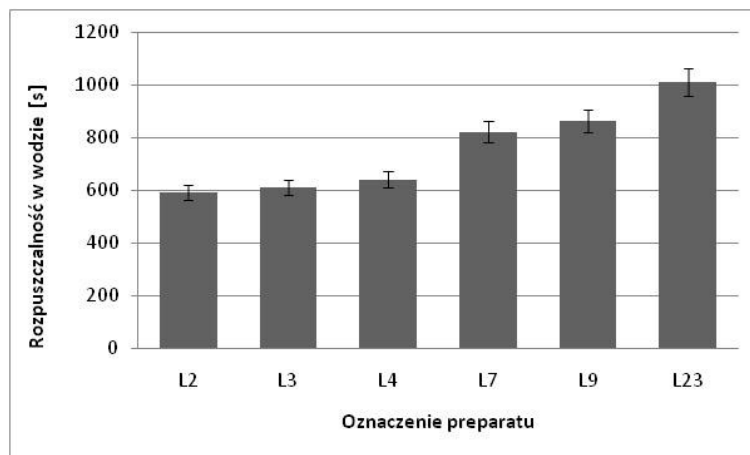


Rys 5. Wpływ rodzaju substancji hydrofobowej na granicę płynięcia badanych produktów dezynfekująco-myjących – prędkość obrotowa wrzeciona 5

Preparatu oznaczone jako L7, L9, L23 cechował się bardzo wysoką wartością granicy płynięcia, ponad górną granicą zakresu pomiarowego urządzenia wynoszącą 2000 Pa. Natomiast wartość tego parametru dla preparatów oznaczonych jako L2, L3 była znacząco niższa i wynosiła odpowiednio 390 i 790 Pa.

3.3.4. Rozpuszczalność preparatów w wodzie

Czas roztwarzania w wodzie jest istotnym parametrem określającym wydajność analizowanej grupy produktów. Istotne jest, aby preparat pozostawał na muszli klozetowej jak najdłużej, a uwalnianie pod wpływem wody było stopniowe. Uzyskane rezultaty przedstawiono na Rys.6.

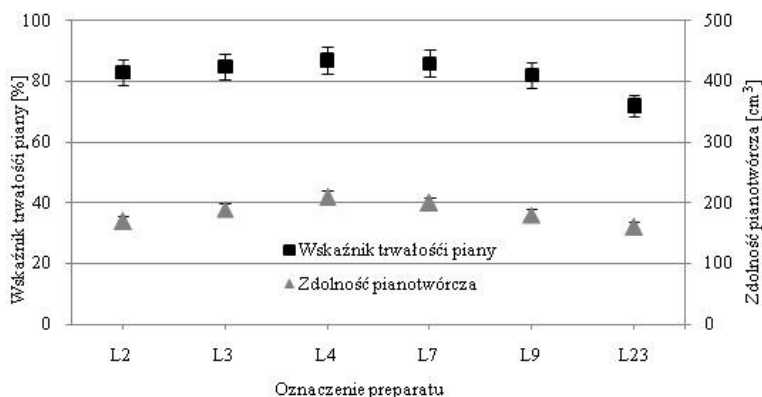


Rys.6. Średni czas roztwarzania w wodzie dla prototypów preparatów do WC

W wyniku przeprowadzonych badań zaobserwowano istotny wpływ stopnia oksyetylenowanioemulgatora na czas rozpuszczania preparatów w wodzie. Najdłużej rozpuszczały się w wodzie produkty oznaczone symbolami L7, L9, L23 odpowiednio 820, 860 i 1010 s. W przypadku ostatniego preparatu (L23) był to czas o 40% dłuższy od żelu oznaczonego symbolem L2. Należy podkreślić, że nie odnotowano prostej korelacji między lepkością i twardością badanych preparatów a ich czasem rozpuszczania w wodzie. Np. produkt oznaczony symbolem L7, który cechował się najwyższą lepkością i twardością, miał o prawie 20% krótszy czas rozpuszczania w porównaniu z preparatem L23.

3.3.5. Właściwości pianotwórcze

Wyniki właściwości pianotwórczych uzyskanych dla badanych preparatów przedstawiono na Rys.7.

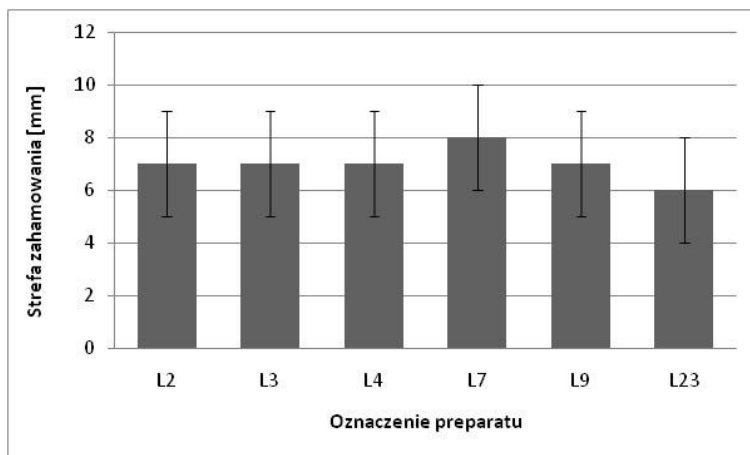


Rys. 7. Właściwości pianotwórcze prototypów preparatów do WC

Przeprowadzone badania potwierdziły istotny wpływ stopnia oksyetylenowania alkoholu laurylowego na właściwości pianotwórcze preparatów. Najlepszymi właściwościami pianotwórczymi zarówno pod względem trwałości piany jak i zdolności pianotwórczej cechowały się produkty zawierające w swoim składzie alkohol lauryloyksyetylowany 4 i 7 molami tlenu etylenu. Wskaźnik trwałości piany dla tych preparatów wynosił odpowiednio 87 i 86 %, natomiast zdolność pianotwórcza odpowiednio 210 i 200 cm³. Zdecydowanie najgorszymi właściwościami pianotwórczymi zarówno pod względem trwałości jak i zdolności pianotwórczej charakteryzowały się preparat oznakowane jako L23. Wskaźnik trwałości piany dla tego produktu wynosił 72%, a zdolność pianotwórcza kształtowała się na poziomie 160 cm³.

3.3.6. Ocena skuteczności działania przeciwdrobnoustrojowego

Ocenie skuteczności działania drobnoustrojowego poddano 10% roztwory testowanych preparatów. Do badań wytypowano szczep bakterii gramododatnich - *S. aureus*. Jako jeden z najbardziej chorobotwórczych gatunków wśród gronkowców, *S. aureus* charakteryzuje się dużą opornością na antybiotyki i klasyczne środki dezynfekcyjne i antyseptyczne. Jako przedstawiciela bakterii gramujemnych wytypowano należącą do rodziny *Enterobacteriaceae* bakterię *E. coli*, głównie wchodzącą w skład fizjologicznej flory bakteryjnej jelita grubego.



Rys. 8. Działanie przeciwdrobnoustrojowe 10% roztworów badanych preparatów wobec bakterii *Staphylococcus aureus* ATCC 25923

Efekt przeciwbakteryjny preparatów wobec bakterii *S. aureus* zaobserwowano w przypadku wszystkich preparatów niezależnie od zastosowanego koemulgatora (Rys.8). Efekt ten jest widoczny w postaci stref zahamowania wzrostu, różnica pomiędzy poszczególnymi preparatami nie przekraczała wartości 2 mm co mieści się w granicach błędu pomiarowego. Wyniki są potwierdzeniem dostępnych danych literaturowych. Nie wykazano aktywności antybakteryjnej preparatów wobec bakterii *Escherichia coli*. Podobne rezultaty dla czystego ekstraktu z chmielu pozyskiwanego w warunkach nadkrytycznego CO₂ wykazali Rój i wsp. [10]

Podsumowanie

Przeprowadzone badania wykazały istotny wpływ stopnia oksyetylenowaniakoemulgatora na właściwości fizykochemiczne i użytkowe preparatów dezynfekująco-myjących w formie samoprzylepnych żeli. Najwyższą lepkością, twardością oraz siłą adhezji cechował się preparat zawierający w swoim składzie alkohol laurylowyoksyetylenowany 7 molami tlenu etylenu (L7). Produkt ten miał też najlepsze właściwości pianotwórcze. Natomiast najdłuższym czasem rozpuszczania w wodzie cechował się preparat zawierający w swoim składzie alkohol laurylowyoksyetylenowany 23 molami tlenu etylenu (L23). Stopień oksyetylenowaniakoemulgatora nie miał natomiast wpływu na właściwości mikrobiologiczne gotowych produktów.

Praca finansowana z funduszy MNiSzW z dotacji na działalność statutową. Projekt nr 3086 /182/P, „Opracowanie receptur i technologii wytwarzania

innowacyjnych kosmetyków, produktów aptecznych, produktów chemii gospodarczej i przemysłowej”

Podjęto próbę opracowania nowoczesnych, ekologicznych produktów przeznaczonych do utrzymywania higieny w toaletach. Do badań wytypowano recepturę wyjściową, którą następnie modyfikowano poprzez wprowadzanie koemulgatorów będących pochodnymi alkoholu laurylowego o różnym stopniu oksyetylowania. Uzyskane emulsje poddawano badaniom pozwalającym na ocenę parametrów jakościowych i użytkowych opracowanych preparatów. Stwierdzono, że dobór odpowiedniego koemulgatora ma wpływ na lepkość, konsystencję, granicę płynięcia, właściwości pianotwórcze produktu oraz czas jego roztworzenia w wodzie. Rodzaj koemulgatora nie ma natomiast większego wpływu na właściwości antybakteryjne gotowych preparatów.

Słowa kluczowe: preparaty dezynfekująco-myjące, ekstrakt z chmielu, koemulgator

THE EFFECT OF THE DEGREE OF OXYETHYLENATION OF THE COEMULGATOR ON THE ANTIMICROBIAL, PHYSICOCHEMICAL AND UTILITY PROPERTIES OF SELF-ADHESIVE FORMULATIONS FOR HYGIENE IN TOILETS

An attempt was made to develop modern, ecological products intended for maintaining hygiene in toilets. A starting recipe was selected for testing, which was then modified by introducing coemulgators which are derivatives of lauryl alcohol with various degrees of oxyethylation. The obtained emulsions were tested to assess the quality and performance parameters of the developed preparations.

It was found that the selection of an appropriate coemulgator affects the viscosity, consistency, yield point, foaming properties of the product and the time of its dissolution in water. However, the type of coemulgator does not have a significant impact on the antibacterial properties of finished preparations.

Keywords: disinfectants and cleaning agents, hop extract, coemulgator

Bibliografia

1. Zoller U., Handbook of detergents. Part E Applications.: Taylor & Francis Group, Boca Raton 2009
2. Showell M., ed. Handbook of detergents, part D: formulation. Vol. 128. Taylor & Francis Group, Boca Raton, 2016.

3. Wasilewski T., Czerwonka, D., Piotrowska, U. Effect of the concentration of hop cone extract on the antibacterial, physicochemical and functional properties of adhesive toilet cleaners, „Tenside Surfactants Detergents” 2016, nr 53.
4. Wasilewski T., Czerwonka D., Seweryn A. Wykorzystanie estrów metylowych kwasów tłuszczowych pozyskiwanych z oleju rzepakowego do wytwarzania samoprzylepnych preparatów przeznaczonych do utrzymywania czystości toalet, „Przemysł Chemiczny” 2016, nr 95.
5. Zieliński R., Surfaktanty, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, Poznań 2009.
6. Yangxin Y., Jin Z., Bayly A.E., Development Of Surfactants And Builders In Detergent Formulations, „Chinese Journal Of Chemical Engineering” 2008, 16(4).
7. Porter M. R., Handbook of surfactants, Springer, Nowy Jork, 2013
8. Kołodziejczyk, M., A. Redliński, and M. M. Zgoda. Związki powierzchniowo czynne z grupy polioksyetylenomonooli i polioksyetylenopolioli. Cz. I. Strukturalny poziom równowagi hydrofilowo-lipofilowej a typ aktywności powierzchniowej produktów oksyetylenowania alkoholu laurylowego i alkoholu oleinowego, „Polimery” 1998, 43, nr 5.
9. Pilna, J., Vlkova, E., Krofta, K., Nesvadba, V., Rada, V., Kokoska, L. In vitro growth-inhibitory effect of ethanol GRAS plant and supercritical CO₂ hop extracts on planktonic cultures of oral pathogenic microorganisms, „Fitoterapia” 2015, nr 105.
10. Rój E., Tadić V.M., Miśić D., Žižović I., Arsić I., Dobrzyńska-Inger A., Kostrzewa D. Supercritical carbon dioxide hops extracts with antimicrobial properties, „Open Chem” 2015, nr 13.

Autorzy:

dr inż. Dominik Czerwonka, – Uniwersytet Radomski im. Kazimierza Pułaskiego, Wydział Inżynierii Chemicznej i Towaroznawstwa,
email: d.czerwonka@uthrad.pl

OCENA EFEKTYWNOŚCI EDUKACYJNEJ RADOMSKICH SZKÓŁ ŚREDNICH NA PODSTAWIE ANALIZY PORÓWNAWCZEJ WYNIKÓW EGZAMINU MATURALNEGO

Szymon Janiszewski

Wstęp

Ocena jakości i efektywności działalności edukacyjnej szkół jest zadaniem trudnym i delikatnym. W ocenie ilościowej stosuje się rozmaite wskaźniki, które, ze swojej natury, mierzą jedynie wybrany aspekt pracy placówki edukacyjnej. W prowadzonych badaniach często analizuje się wskaźniki o charakterze typowo zarządczym, brakuje natomiast zmiennych opisujących ilościowo efektywność edukacyjną szkół [1,2,8].

Istotnym źródłem informacji o jakości edukacji w szkole są egzaminy zewnętrzne: egzamin ósmoklasisty i matura [4]. Ich wyniki zależą jednak nie tylko od efektywności edukacyjnej samej placówki, lecz także od wielu, często niemierzalnych, czynników. Dlatego „proste” odczytywanie wyników egzaminów i formułowanie ostrych ocen na ich podstawie może być obciążone błędem. Na wynik egzaminu istotny wpływ, oprócz wymiernych zmiennych, jak poziom finansowania przez organ prowadzący, ma środowisko, w którym ona działa, sposób prowadzenia rekrutacji, czy ugruntowana renoma szkoły.

Za najbardziej kompleksowy wskaźnik efektywności edukacyjnej z pewnością można uznać edukacyjną wartość dodaną (EWD), która, bazując na wielowymiarowym modelu regresji liniowej, uwzględnia wyniki egzaminów zewnętrznych całej populacji uczniów [3,6,10]. Mówiąc w największym skrócie, każdemu uczniowi danej szkoły przypisuje się odchylenie wyniku egzaminu kończącego dany etap edukacyjny od wyniku oczekiwanego obliczonego na podstawie wyników całej populacji w modelu regresyjnym, w którym zmienną objaśniającą jest wynik egzaminu kończącego poprzedni etap edukacyjny. Następnie, na podstawie tak wyznaczonych residuów wszystkich uczniów danej szkoły ustala się wartość wskaźnika EWD tej szkoły. W Polsce wskaźnik EWD liczony był przez Instytut Badań Edukacyjnych od 2007 roku. Niestety, w 2015 roku finansowanie projektu zostało wstrzymane, co poskutkowało jego zakończeniem. Nie sposób przecenić zawartości informacyjnej tego wskaźnika, bazującego na wynikach egzaminów zewnętrznych wszystkich uczniów i jego znaczenia dla organów prowadzących placówki edukacyjne, dyrekcji szkół, nauczycieli, rodziców i uczniów, którym ułatwiał on dokonywanie wyborów szkół na kolejne etapy edukacyjne.

Rachunek EWD wymaga dostępu do ogromnej ilości danych o wynikach egzaminów zewnętrznych każdego ucznia osobno. Są to dane „wrażliwe”, więc dostęp do nich może być wyłącznie instytucjonalny. Dlatego nie jest możliwe indywidual-

ne wyznaczenie tego wskaźnika, ani nawet scharakteryzowanie wskaźnika zastępczego, który mógłby w jakiś sposób wartość EWD przybliżać. Można natomiast odwzorować matematyczny sposób konstrukcji EWD na wyniki kolejnych edycji ustalonego egzaminu zewnętrznego, otrzymując inny wskaźnik przybliżający miarę jakości i efektywności pracy edukacyjnej szkoły. Wskaźnik ten zdefiniowano w pracy [5] i zastosowano w analizie wyników egzaminu ósmoklasisty.

Niniejsze badanie poświęcone jest analizie historycznej jakości pracy szkół ponadpodstawowych z terenu miasta Radomia w oparciu o tenże wskaźnik oraz o wyniki egzaminu maturalnego. Podkreślić należy, że wnioski wysnuwa się nie w oparciu o jednostkowe wyniki egzaminu (dobry wynik – dobra szkoła, gorszy wynik – zła), ale analizując historyczne trendy, odniesienia wyników placówki do wyników w populacji oraz o wartości wskaźnika, który mierzy odchylenie rzeczywistego rezultatu egzaminu od rezultatu oczekiwanego obliczonego wyłącznie na podstawie wcześniejszego wyniku tej samej placówki.

1. Definicja wskaźnika

Rozważmy pewną populację szkół – mogą to być szkoły podstawowe lub średnie z ustalonego obszaru, ustalonego typu lub analizowane z punktu widzenia innego, interesującego kryterium. Przez wynik szkoły będziemy rozumieć średni wynik wszystkich uczniów szkoły na ustalonym egzaminie (ósmoklasisty lub matury). Jeśli przez x_i oznaczmy wynik egzaminu zewnętrznego i -tej szkoły w roku bazowym, a przez y_i – wynik tego samego egzaminu w roku kolejnym, to do równania regresji

$$y_i = ax_i + b + \varepsilon_i \quad (1)$$

można zastosować metodę najmniejszych kwadratów w celu wyznaczenia współczynników regresji a oraz b . Następnie można obliczyć reszty (reszty)

$$\varepsilon_i = y_i - (ax_i + b), \quad (2)$$

gdzie, jak nietrudno zauważyć, $ax_i + b$ jest oczekiwanym wynikiem danej szkoły. Tak otrzymane dla wszystkich badanych szkół reszty następnie są standaryzowane. Zestandaryzowana reszta w_i jest wartością wskaźnika szkoły o numerze i .

Jak widać z konstrukcji wskaźnika jego wartość zależy od wyniku szkoły na tym samym egzaminie w roku poprzednim, a także, poprzez wartości współczynników regresji, od wyników innych szkół z badanej populacji.

Rozważmy następujące przykłady skonstruowane w małej, czteroelementowej populacji w celu zobrazowania zachowania zdefiniowanego właśnie wskaźnika.

Najpierw przypuśćmy że badane szkoły A, B, C oraz D w roku bazowym uzyskały następujące wyniki egzaminu zewnętrznego (w proc.): 40, 45, 50 i 55. W roku kolejnym wyniki kształtowały się odpowiednio: 40, 50, 55 i 55. Szkoły o wynikach skrajnych (najniższym i najwyższym) powtórzyły te wyniki w roku następnym. Natomiast szkoły „środkowe” swoje wyniki poprawiły, każdorazowo

o 5 punktów procentowych. Przeciętny wynik szkół w roku zwiększył się z 47,5 do 50. Obliczone wartości wskaźnika wynoszą dla badanych szkół (odpowiednio): -0,87, 0,87, 0,87 i -0,87. Oznacza to, zgodnie z intuicją i oczekiwaniami, że szkoły B i C istotnie poprawiły swoje wyniki, natomiast szkoły A i D – pogorszyły. Przeciętny wynik egzaminu w roku 1 był lepszy niż w roku 0, więc utrzymanie przez szkołę rezultatu z roku poprzedniego oznacza faktyczne jego pogorszenie.

Załóżmy teraz, że przy takich samych jak poprzednio wynikach w roku bazowym, w roku kolejnym szkoły A, B, C, D uzyskały 40, 40, 50 i 60 procent. Tym razem szkoła, która w roku zerowym uzyskała najniższy wynik utrzymała go w roku kolejnym, druga szkoła wynik swój pogorszyła, trzecia – utrzymała, a najlepsza – poprawiła. Średnie wyniki szkół w obu latach były jednakowe, równe 47,5. Wartości obliczonych wskaźników wyniosły odpowiednio: 0,95, -1,26, -0,32 oraz 0,63. Wskaźniki dla szkoły A, która wynik utrzymała oraz dla szkoły D, która swój wynik poprawiła są dodatnie. Z drugiej strony, ujemne wartości wskaźnika ujawniły się w przypadku szkoły B, której wynik się pogorszył oraz C, która swój wynik utrzymała na ubiegłorocznym poziomie. Powstaje pytanie, dlaczego wskaźnik jednej ze szkół, która utrzymała wynik jest ujemny, a drugiej – dodatni. Odpowiedź kryje się w rozkładzie wyników i implikowanych przezeń współczynnikach regresji. Oczekiwany wynik szkoły A to 37 procent. Oznacza to, że utrzymanie przez tę szkołę wyniku na poziomie 40 oznacza progres. W przypadku szkoły C oczekiwany wynik to 51, czyli więcej niż szkoła rzeczywiście uzyskała. Dla przedstawionego w tym przykładzie rozkładu wyników oczekiwania w stosunku do szkoły o niższych wynikach były mniejsze niż dla tej, która w roku bazowym uzyskała więcej. Utrzymanie wyniku z roku poprzedniego przez szkołę A można zatem uznać za sukces, a przez szkołę B – za porażkę.

Na zakończenie zauważmy, że w przypadku, gdy pewna szkoła osiąga w roku bazowym bardzo wysoki, bliski 100% wynik, a dopasowana prosta regresji wznosi się, to wskaźnik z kolejnego roku będzie najprawdopodobniej ujemny, bo nawet gdyby szkoła powtórzyła swój sukces, to wynik ten znajdzie się poniżej oczekiwanego. Jest to wada modelu, wynikająca bezpośrednio z jego konstrukcji. Wydaje się, że może ona zostać usunięta, np. w drodze innego doboru linii regresji. Jest to cel dalszych badań.

2. Analiza wyników egzaminu maturalnego w radomskich szkołach

Do badania wybrano szkoły ponadpodstawowe z terenu miasta Radomia. Analizowano wyniki egzaminu maturalnego w zakresie podstawowym z języka polskiego, matematyki i języka angielskiego z lat 2018-2022 [7]. Populację stanowiły wszystkie szkoły dla młodzieży z terenu gminy, w których egzamin maturalny z każdego przedmiotu w każdej edycji zdawało przynajmniej 20 uczniów. Takich szkół łącznie było 19 (patrz Tab. 1): 10 liceów ogólnokształcących i 9 techników. Wśród badanych szkół znalazło się 17 placówek publicznych i 2 niepubliczne.

Każdej szkole przypisano wynik egzaminu z danego przedmiotu równy przeciętnemu wynikowi wszystkich jej uczniów. Dlatego, w celu zachowania reprezentatywności wartości przeciętnej, istotne było, by w każdym roku liczba zdających w placówce była dostatecznie duża – stąd założenie o minimum 20 uczniach zdających egzamin,

Obliczenia prowadzono w pakiecie R [9].

Podstawowe statystyki wyników szkół uwidoczniono w Tab. 1. Najwyższą średnią z języka polskiego (ponad 58 proc.) zaobserwowano w 2018 roku. W pozostałych latach przeciętny wynik wahał się wokół 51-54. Przeciętne wyniki z matematyki oscylowały pomiędzy 50 a 56 procent. W trzech edycjach badanego okresu wyniki przeciętne z matematyki były nawet nieco wyższe niż z języka polskiego, co przeczy popularnemu pogładowi o trudności egzaminu z matematyki. Znacząco lepsze rezultaty szkoły uzyskiwały z języka angielskiego. Najniższy wynik średni – 67 – zanotowano w 2020 roku. W pozostałych latach było on równy prawie lub ponad 70 procent. W przypadku egzaminów z matematyki i języka angielskiego mediany na ogół były niższe od średnich, co może wskazywać na prawoskośność rozkładów wyników – ponad połowa szkół uzyskała wyniki niższe od przeciętnych.

Ciekawe obserwacje można poczynić analizując miary rozrzutu. Największe rozproszenie (mierzone zarówno odchyleniem standardowym jak i różnicą pomiędzy wynikiem maksymalnym i minimalnym) wyników dotyczy egzaminu z matematyki. W 2021 roku najwyższy wynik szkoły z matematyki to ponad 90 procent, a najniższy – ok. 28 procent, co przekłada się na rozrzut równy bez mała 62 punkty procentowe (przy odchyleniu standardowym ponad 20 procent). W zestawieniu z relacją pomiędzy średnią a medianą oznacza to, że jest spora grupa szkół, których uczniowie nie radzą sobie z egzaminem z matematyki oraz druga grupa, w której matura z matematyki jest zdawana celująco. Takie rozwarstwienie jest zjawiskiem absolutnie niekorzystnym. Podobny podział, ale nieco mniej ostry można zauważyć w przypadku egzaminu z języka angielskiego – tu największy zanotowany rozrzut był równy 50 punktów procentowych. Wyniki matury z języka polskiego rozkładają się dużo bardziej równomiernie.

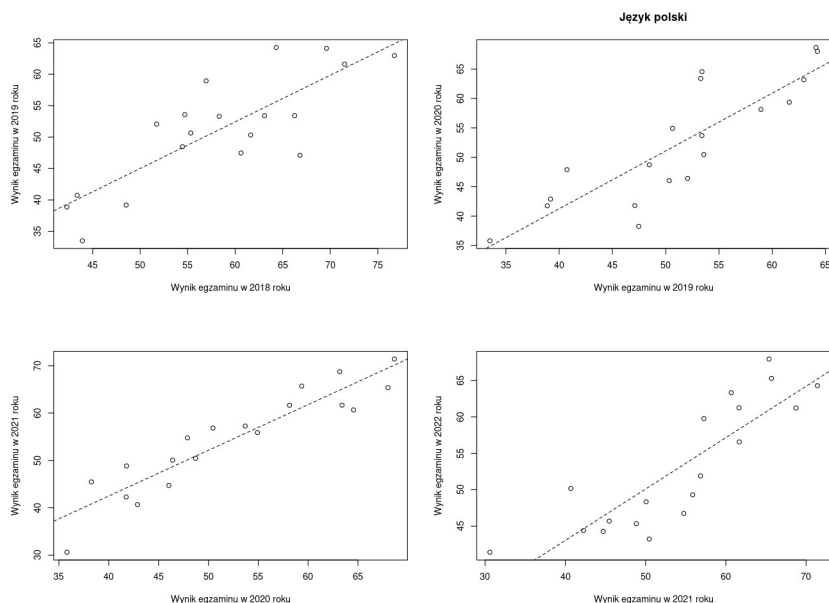
Wyniki egzaminów z poszczególnych przedmiotów w roku n (oś pozioma) i $n+1$ (oś pionowa) dla $n=2018, \dots, 2021$ wraz z dopasowanymi metodą najmniejszych kwadratów prostymi regresji (linia przerywana) przedstawiono na Rys. 1-3. Każdy z wykresów jest ilustracją rachunku wskaźnika – „surowa” (niestandardyzowana wartość) to różnica rzędnych danego punktu i punktu leżącego na prostej regresji o tej samej odciętej, czyli, z dokładnością do znaku, długość pionowego odcinka łączącego ustalony punkt z prostą regresji. Położenie punktu nad prostą regresji oznacza dodatnią wartość wskaźnika, czyli wynik egzaminu w danym roku powyżej wyniku oczekiwanego.

Tab. 1. Podstawowe statystyki wyników szkół z badanej populacji

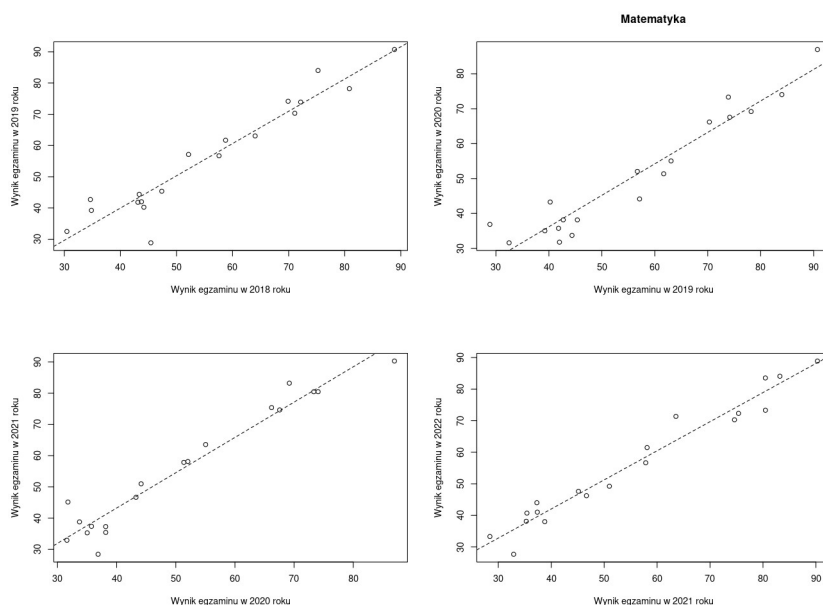
Rok	Średnia	Mediana	Odch. stand.	Minimum	Maksimum	Rozrzut
Język polski						
2018	58,43	58,32	9,77	42,29	76,76	34,47
2019	51,26	52,06	8,89	33,50	64,25	30,75
2020	52,31	50,46	10,24	35,80	68,66	32,86
2021	54,37	55,87	10,66	30,60	71,41	40,81
2022	53,18	50,16	8,75	41,41	67,95	26,54
Matematyka						
2018	55,67	52,14	16,99	30,45	88,87	58,41
2019	56,16	56,71	18,35	28,86	90,72	61,86
2020	50,75	44,14	17,24	31,59	86,98	55,39
2021	55,37	50,99	20,09	28,41	90,29	61,87
2022	56,19	49,22	18,91	27,66	88,89	61,23
Język angielski						
2018	70,22	69,80	13,66	48,45	93,67	45,22
2019	69,16	64,52	14,83	47,14	94,07	46,93
2020	66,55	58,88	15,81	45,25	95,45	50,19
2021	71,34	65,15	17,48	46,86	95,63	48,77
2022	72,50	73,16	14,51	52,27	94,75	42,48

Analizując obliczone wartości wskaźnika (Rys. 4, 6, 8) zauważyć można, że generyczną sytuacją jest trajektoria oscylująca wokół poziomu 0. Oznacza ona podtrzymanie efektywności edukacyjnej placówki i jest naturalna – poprawienie wyniku w stosunku do oczekiwanego w jednej edycji egzaminu skutkuje podniesieniem poziomu oczekiwanego, a jego podnoszenie w edycjach kolejnych może nie być możliwe. Trajektoria monotoniczna o stałym znaku powinna budzić zainteresowanie. W przypadku, gdy wartości współczynnika są stale dodatnie może być źródłem zadowolenia, a stale ujemne – wymaga dokładniejszego przeanalizowania, oznacza bowiem, że wyniki są niższe od i tak obniżonych oczekiwań.

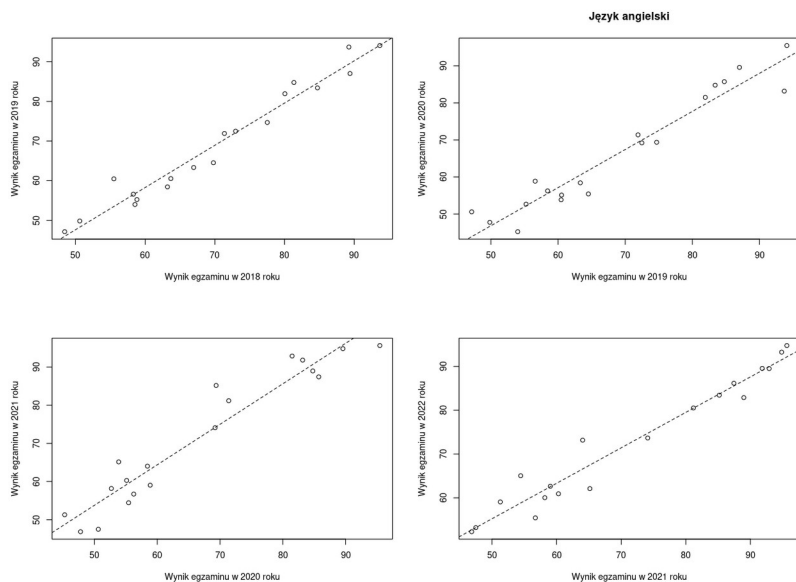
Obliczone wartości wskaźnika z języka polskiego dla każdej szkoły odrębnie w zależności od czau przedstawiono na Rys. 4, a na Rys. 5 - wynik egzaminu z języka polskiego. Dodatnią przeciętną wartość wskaźnika w badanym okresie uzyskało 9 szkół: licea o numerach 1 do 7 (LO1-LO7) oraz 2 technika: TEK i TEL, przy czym najwyższe przeciętne jego wartości obliczono dla LO4 (prawie 0,16) i LO2 (ponad 0,14). W tej grupie szkół wyniki egzaminów z języka polskiego układają się powyżej wyników przeciętnych w przypadku liceów o numerach od 1 do 6 oraz TEK. LO7 osiąga wyniki oscylujące wokół średniej, a TEK – poniżej, ale zauważalny jest trend wzrostowy. Można zatem ocenić efektywność edukacyjną tych szkół pozytywnie.



Rys. 1. Wykresy rozrzutu wyników egzaminu maturalnego z języka polskiego. Linia przerywana to prosta regresji. (opracowanie własne)



Rys. 2. Wykresy rozrzutu wyników egzaminu maturalnego z matematyki. Linia przerywana to prosta regresji. (opracowanie własne)

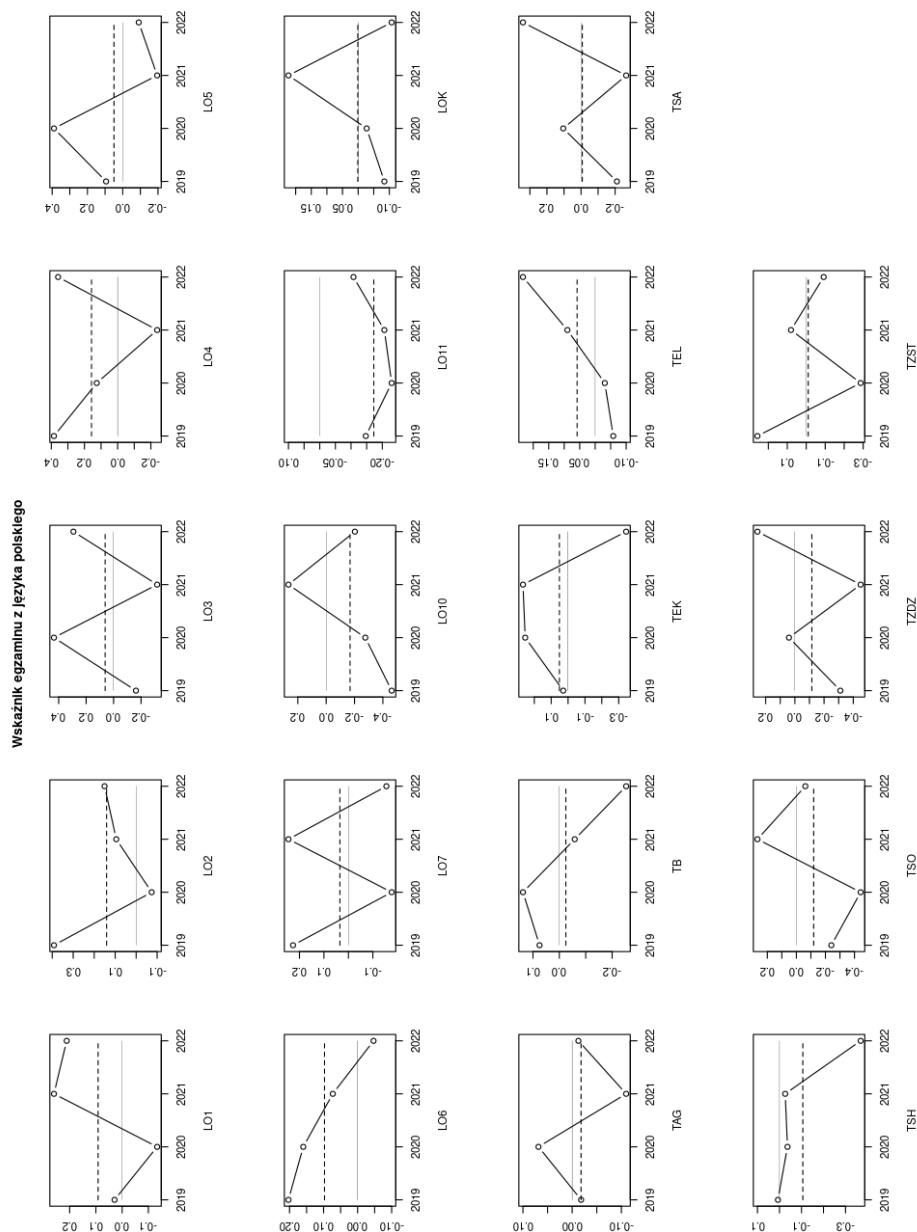


Rys. 3. Wykresy rozrzutu wyników egzaminu maturalnego z języka angielskiego.

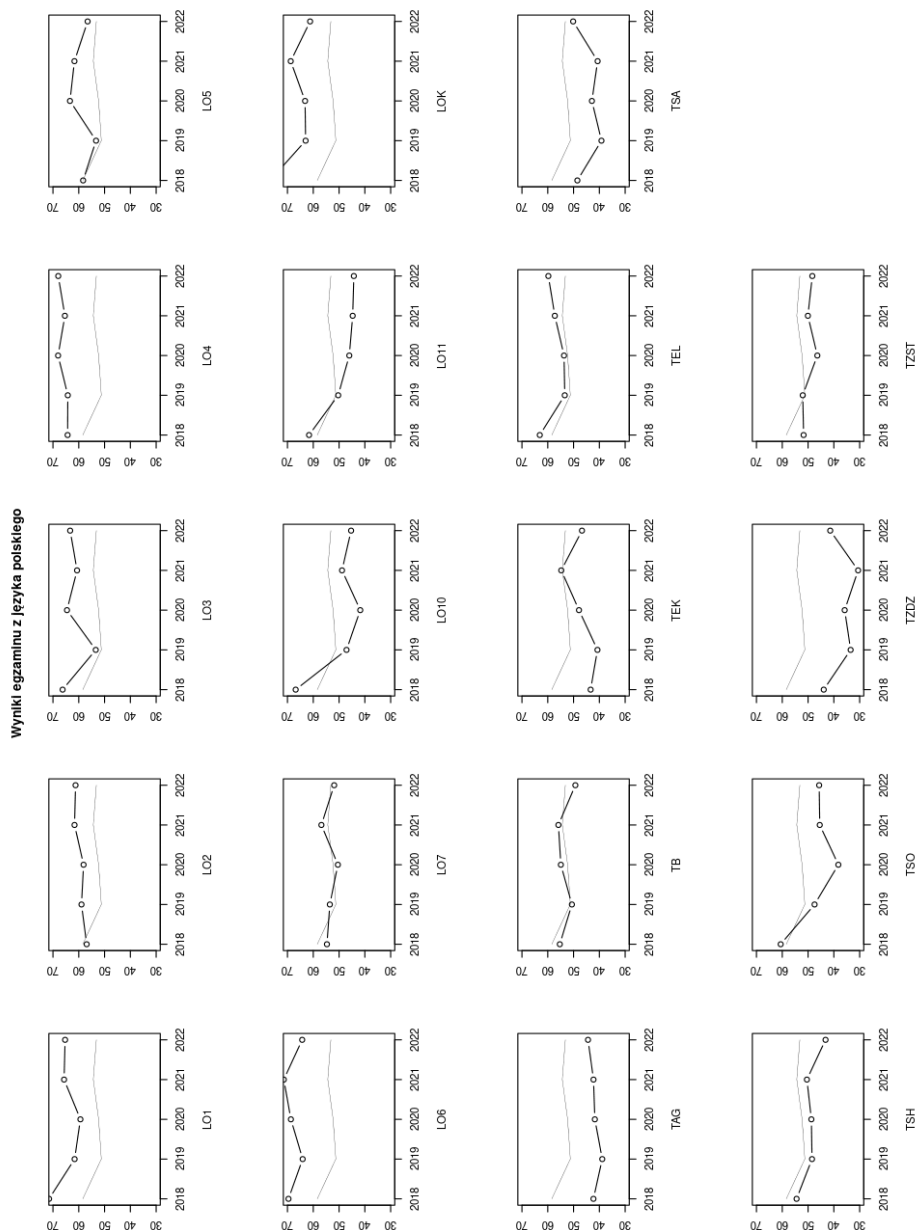
Linia przerywana to prosta regresji. (opracowanie własne)

W przypadku 3 szkół: LOK, TSA i TZST przeciętna wartość wskaźnika była bliska 0. Biorąc pod uwagę bardzo wysokie wyniki egzaminów z języka polskiego w LOK stwierdzić należy, że szkoła trzyma wysoki poziom. W przypadku TSA wyniki układają się poniżej średniej w całym badanym okresie. Utrzymywanie tego poziomu (wskaźnik bliski 0) nie jest zjawiskiem pożądanym. Zauważyć trzeba, że w roku 2022 wskaźnik osiągnął bardzo wysoką wartość (ponad 0,3), co przełożyło się także na lepszy niż w latach poprzednich wynik egzaminu. Utrzymanie takiej tendencji będzie wskazywało na znaczącą poprawę efektywności edukacyjnej. W przypadku TZST wyniki egzaminu pozostają zbliżone do średniego.

LO10, LO11, TAG, TB, TSH, TSO i TZDZ przeciętne wartości wskaźników mają ujemne, przy czym, w przypadku LO11 bardzo głęboko (wskaźnik jest mniejszy od 0 w całym badanym okresie). W zestawieniu ze spadającym wynikiem egzaminu powinno to stanowić przesłankę dla dyrekcji do dokładnego przeanalizowania sytuacji i wdrożenia stosownych działań. W przypadku LO10, TSH i TSO zauważalny jest spadkowy trend wyników egzaminu. Zarówno LO10 jak i TSO tylko raz uzyskały dodatnią wartość (czyli poprawiły wynik w stosunku do oczekiwanego) wskaźnika – w 2021 roku – warto więc byłoby zastanowić się, dlaczego. W przypadku TSH wskaźnik pozostaje ujemny, co można zaobserwować także w przebiegu wykresu wyniku egzaminu – pogłębia się rozstęp między wynikami przeciętnymi a wynikiem tej placówki. Wyniki TB są zbliżone do przeciętnego, średni wskaźnik jest ujemny, ale bliski 0. Wydaje się, że szkoła utrzymuje jakość kształcenia.



Rys. 4. Wskaźnik wyników egzaminu maturalnego z języka polskiego. Linia przerywana oznacza wartość średnią z 4 lat, a linia szara – poziom 0 (opracowanie własne)



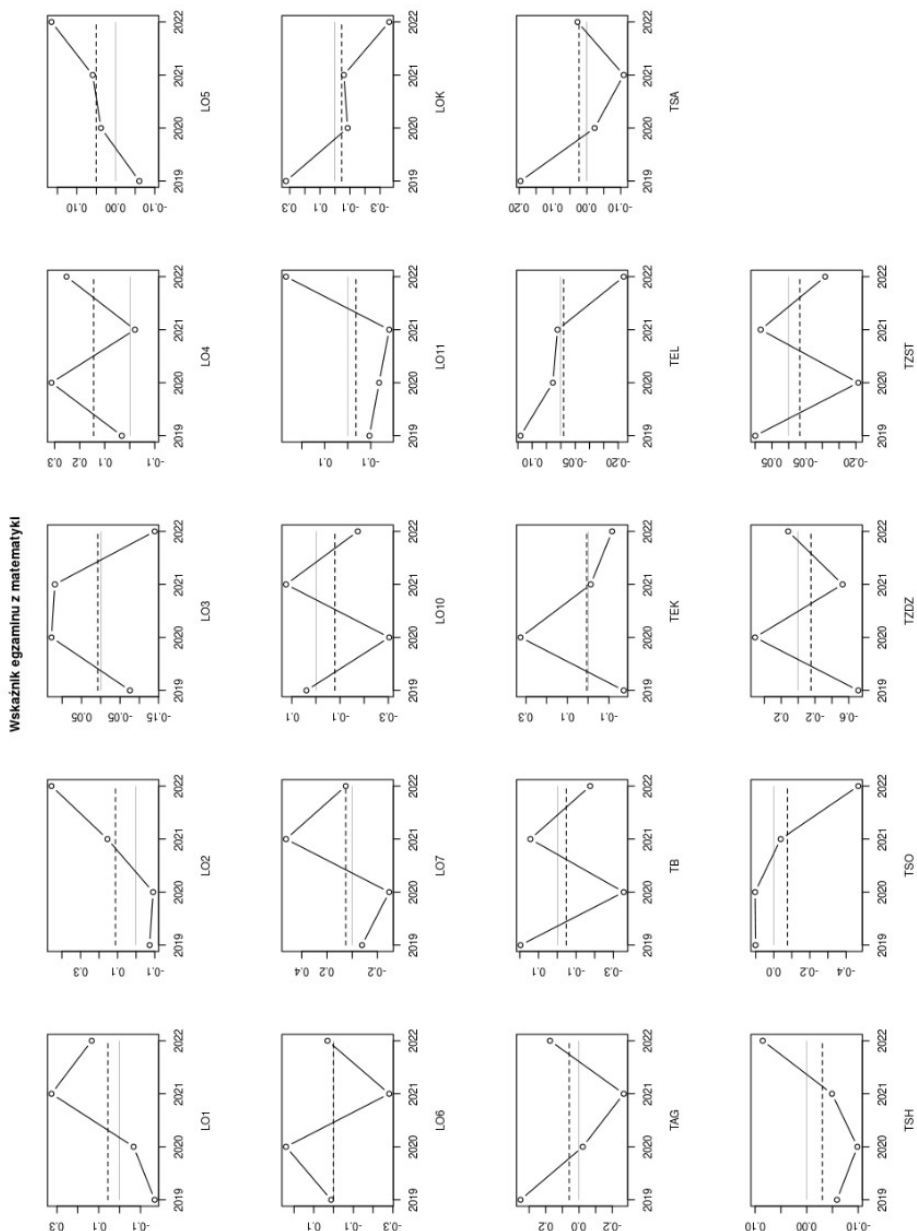
Rys. 5. Wyniki egzaminu maturalnego z języka polskiego. Linia szara oznacza wynik przeciętny szkół z badanej populacji (opracowanie własne)

Na Rys. 6-7 przedstawiono wskaźnik i wyniki egzaminu z matematyki. Przed przystąpieniem do analizy szczegółowej poczynić można pewną ogólną obserwację: inaczej niż w przypadku wyników matury z języka polskiego, przebiegi wyników z matematyki są znacznie mniej urozmaicone. We wszystkich analizowanych placówkach wykresy albo w całości położone są powyżej średniej, albo poniżej, albo (w przybliżeniu) pokrywają się z przebiegiem wyniku przeciętnego.

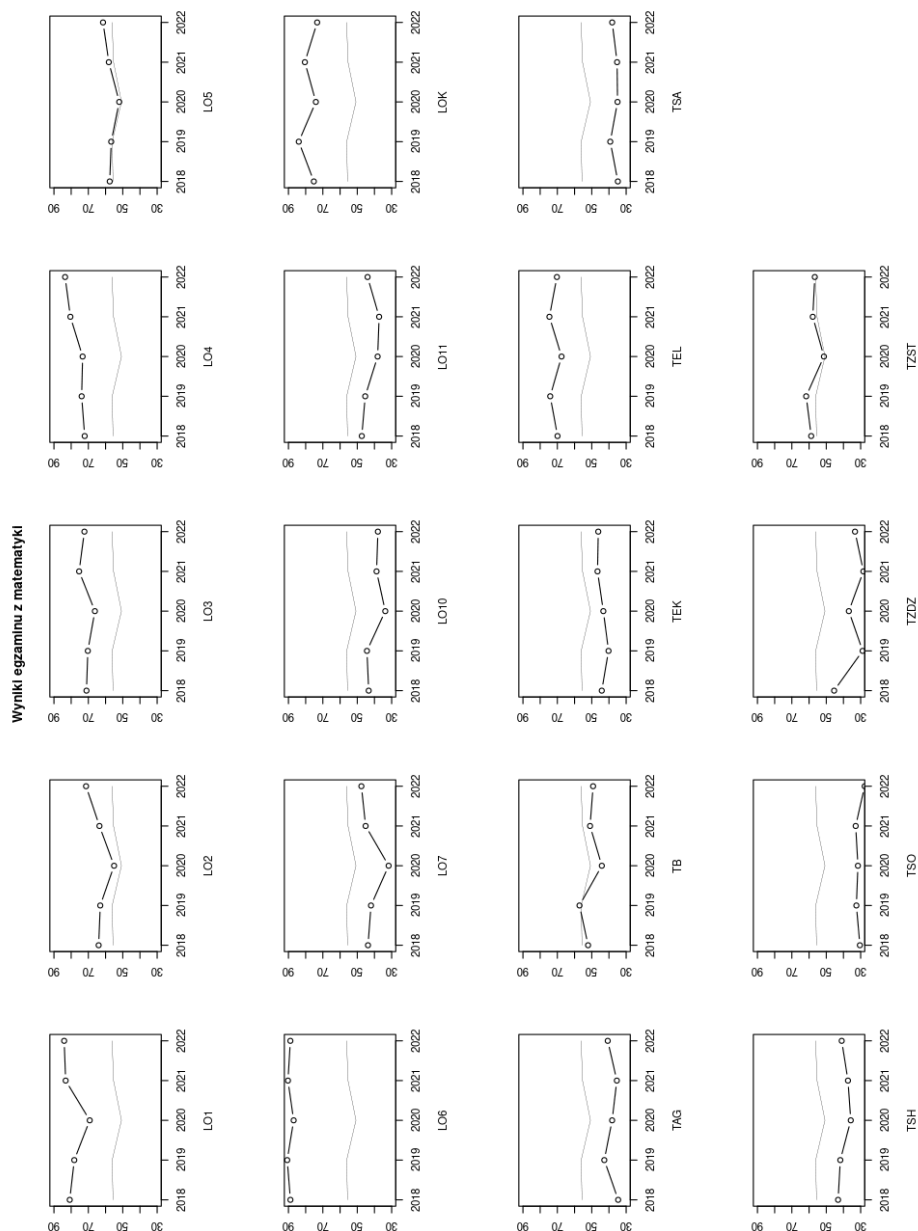
Średnią dodatnią wartość wskaźnika obliczono dla szkół: LO1, LO2, LO4, LO5, LO7, TAG i TSA. Dodatkowo, licea LO1, LO2 i LO4 osiągały wysokie wyniki z egzaminu, LO5 – przeciętne (ale wskaźnik placówki systematycznie rośnie, co przekłada się na coraz lepsze wyniki w odniesieniu do średniego), a LO7, TAG i TSA – poniżej średniej. Dodatnia przeciętna wartość wskaźnika wskazuje, że szkoły poprawiają swoje wyniki w stosunku do oczekiwanych.

Przeciętna wartość wskaźnika LO3, LO6, TEK i TEL była bliska 0. W przypadku LO3 i TEL wyniki egzaminu były na wysokim poziomie (znacznie powyżej średniego), a LO6 – na bardzo wysokim (w okolicach 90 procent), co oznacza osiągnięcie pewnego pułapu i utrzymywanie go. Wyniki matury w TEK utrzymywały się kilka-kilkanaście punktów procentowych poniżej średniej. Wydaje się, że w kwestii edukacji matematycznej szkoła potrzebuje pewnego pozytywnego impulsu jakościowego.

Dla pozostałych 8 szkół średnia wartość wskaźnika była ujemna, przy czym TZDZ uzyskało najniższą wartość równą -0,15. Wskaźnik tej placówki w badanym okresie oscyluje, ale uzyskane w latach 2020 i 2022 wartości dodatnie nie były w stanie skompensować głębokiego spadku w roku 2019, kiedy wartość parametru spadła do -0,71. Było to spowodowane obniżeniem wyniku matury z matematyki z 45 procent w 2018 do 29 procent w 2019 roku. Od 2019 roku wynik egzaminu waha się wokół 30 procent. LOK osiąga wysokie wyniki podczas egzaminu, ale rezultat z 2022 był poniżej oczekiwanego, co skutkowało przebicciem przez wartość przeciętną wskaźnika poziomu 0. Jest zbyt wcześnie, by uznać ten incydent za zły prognostyk – w poprzednich okresach wskaźnik był dodatni lub bliski 0. LO10, LO11, TSH i TSO osiągały wyniki znacznie poniżej średniej. W połączeniu z ujemną wartością przeciętną wskaźnika stanowi to przesłankę dla dyrekcji i organu prowadzącego do pogłębionej diagnozy przyczyn sytuacji. Wyniki egzaminu w TB i TZST są zwykle zbliżone do średniego. Ujemna wartość wskaźnika w tych przypadkach może być złym czynnikiem prognostycznym. W przypadku TB obserwowalne jest już (na razie nieznaczne) ujemne odchylenie wyników szkoły od przeciętnego.



Rys. 6. Wskaźnik wyników egzaminu maturalnego z matematyki. Linia przerywana oznacza wartość średnią z 4 lat, a linia szara – poziom 0 (opracowanie własne)



Rys. 7. Wyniki egzaminu maturalnego z matematyki. Linia szara oznacza wynik przeciętny szkół z badanej populacji (opracowanie własne)

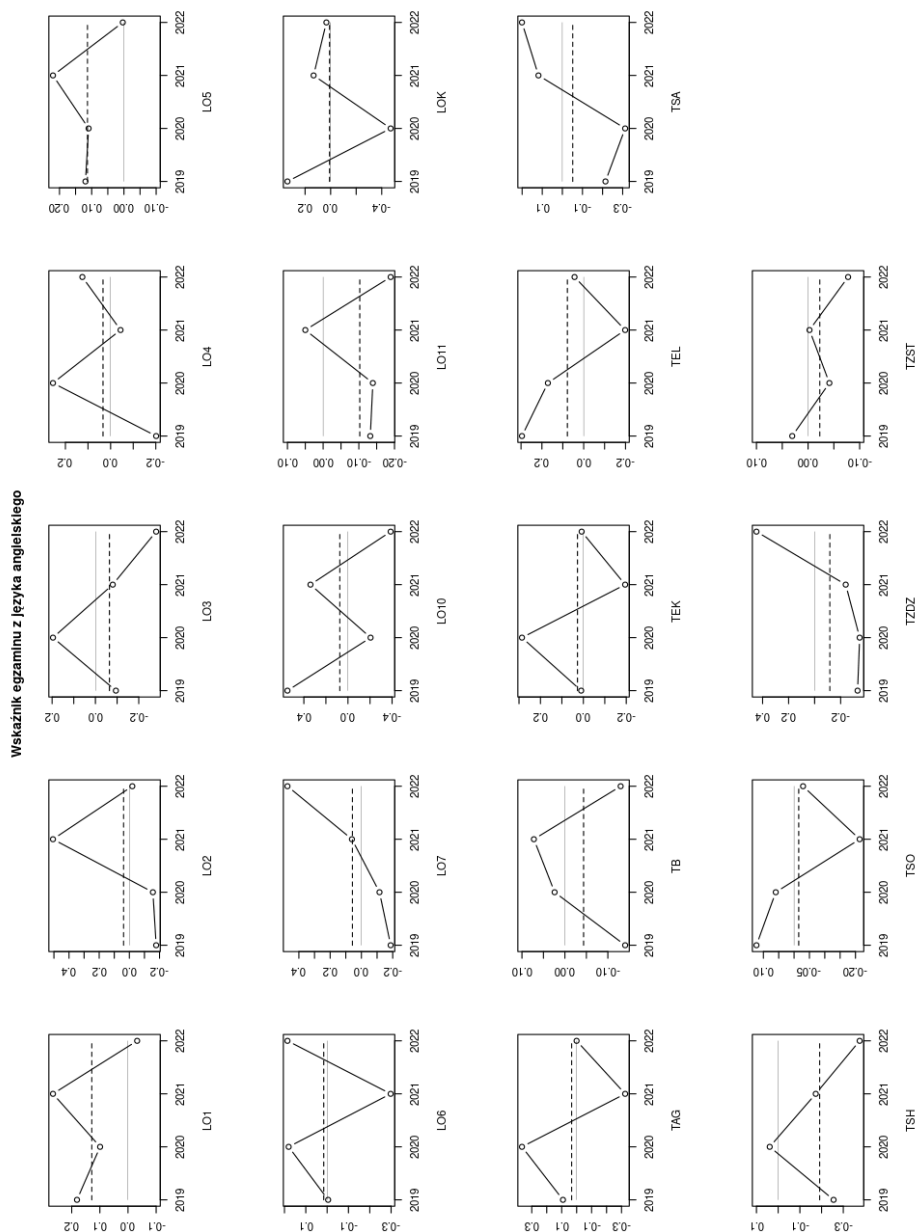
Wstępna analiza wskaźnika i wyników egzaminu z języka angielskiego (Rys. 8-9) prowadzi do wniosków podobnych, jak w przypadku matematyki: wyniki poszczególnych placówek w badanym okresie utrzymują się w całości albo powyżej przeciętnej, albo poniżej, albo są do niej zbliżone.

Najwyższą przeciętną wartość wskaźnika, równą ponad 0,12, zanotowano w przypadku LO1, oraz, niewiele mniejszą dla LO5. Trajektorie wskaźnika w obu tych placówkach mają podobny przebieg: w trzech pierwszych latach badanego okresu wartości wskaźnika były bardzo wysokie, w roku ostatnim – bliskie 0. Patrząc na wyniki egzaminu można zauważyć, że sukcesywnie oddalają się one od średniej w górę. Najniższą wartość średnią wskaźnika wynoszącą -0,19 wyznaczono dla TSH. Tu w wynikach można zaobserwować tendencję dokładnie odwrotną, niż w przypadku LO1 i LO5.

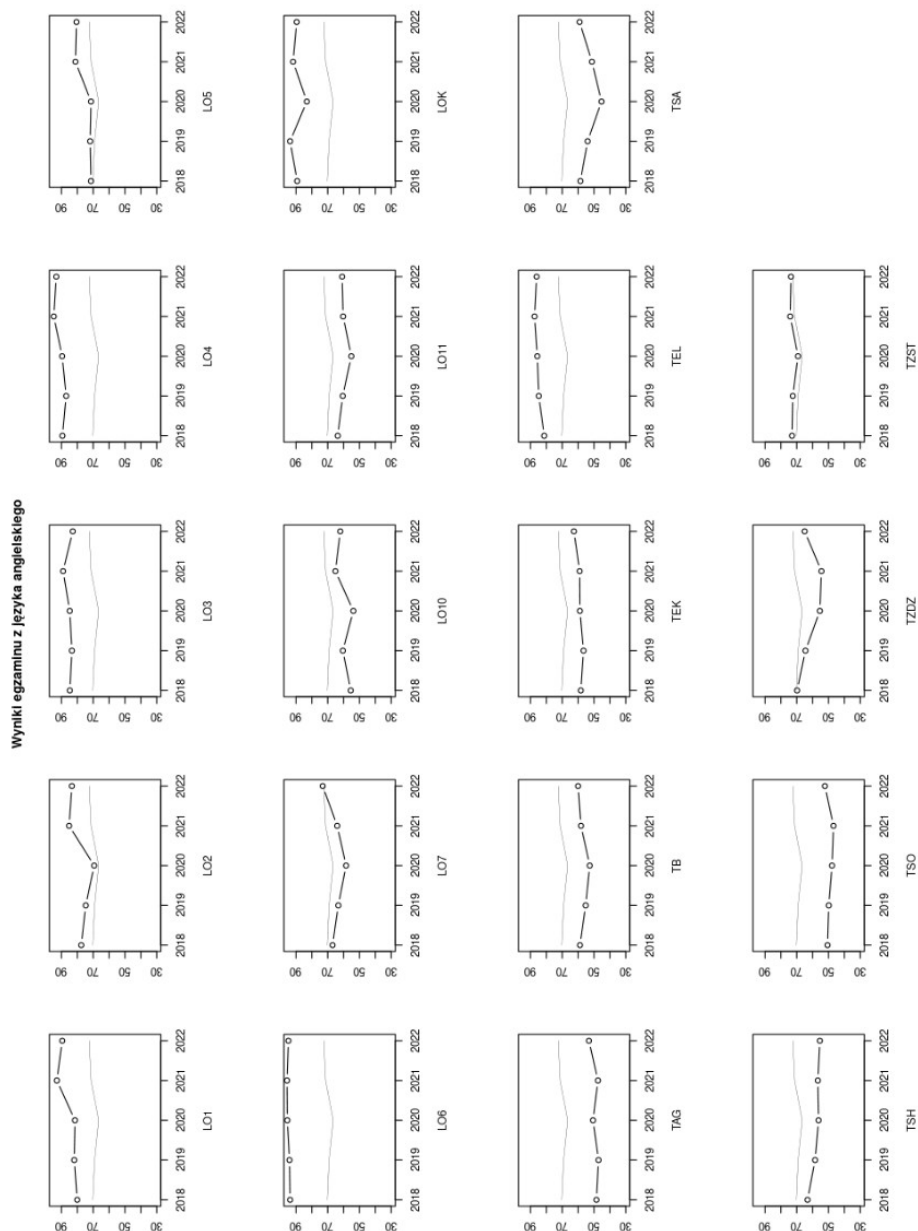
Średnia dodatnia wartość wskaźnika została wyznaczona w przypadku 10 placówek: LO1, LO2, LO4, LO5, LO6, LO7, LO10, TAG, TEK i TEL. LO1, LO4, LO6 i TEL osiągały ponadprzeciętne wyniki egzaminu z dodatkową tendencją do poprawy. LO2 w początkowych edycjach uzyskiwało wyniki zbliżone do przeciętnych, a w końcowych – ponadprzeciętne. W przypadku LO7, LO10, TAG i TEK wyniki egzaminu były poniżej przeciętnej, ale wartości wskaźnika wskazują, że wyniki są poprawiane w stosunku do oczekiwanych.

Przeciętną wartość wskaźnika bliską 0 zaobserwowano jedynie w przypadku LOK. Biorąc pod uwagę bardzo wysokie wyniki tej szkoły zjawisko można uznać za naturalne, a placówkę za utrzymującą bardzo wysoki poziom.

Ujemny średni wskaźnik charakteryzuje LO3, LO11, TB, TSA, TSH, TSO, TZDZ i TZST. Wyniki egzaminu z języka angielskiego w LO3 utrzymują się na wysokim poziomie, ale w roku 2022 zaobserwować można pewien spadek, który znacząco wpłynął na wartość wskaźnika w tym roku, szczególnie, że wynik przeciętny egzaminu w roku 2022 był wyższy niż w 2021. Wydaje się, że ujemna wartość średnia wskaźnika w przypadku tej placówki może być uznana za incydentalną, choć sytuacja wymaga bacznej obserwacji dyrekcji. Trajektorie wyników egzaminu w TZST jest bardzo zbliżona do średniej. Niewielka ujemna wartość przeciętna wskaźnika nie jest widoczna w przebiegu trajektorii wyników – wydaje się, że szkoła utrzymuje poziom. Można również wyciągnąć podobny wniosek dotyczący TB, choć tu wyniki są generalnie niższe od średniego. W przypadku TZDZ średni wskaźnik startował z wartości głęboko ujemnych, by w ostatnim roku osiągnąć wysoką wartość dodatnią. Analizując przebieg trajektorii wyników egzaminu zaobserwować można znaczące powiększenie odchylenia wyniku szkoły od średniej w latach 2020 i 2021, które w roku 2022 zauważalnie się zmniejszyło, co może wskazywać, że mimo przejściowego pogorszenia sytuacja ulega poprawie. Zbliżona sytuacja miała też miejsce w TSA. Przebiegi wyników egzaminu LO11, TSH i TSO są podobne, wskazują na negatywne powiększanie się dystansu między średnią a wynikami szkoły i powinny stanowić podstawę do refleksji decydentów.



Rys. 8. Wskaźnik wyników egzaminu maturalnego z języka angielskiego. Linia przerywana oznacza wartość średnią z 4 lat, a linia szara – poziom 0 (opracowanie własne)



Rys. 9. Wyniki egzaminu maturalnego z języka angielskiego. Linia szara oznacza wynik przeciętny szkół z badanej populacji (opracowanie własne)

Tab. 2. Szkoły stanowiące populację badawczą

Lp.	Nazwa szkoły	Indeks
1.	I Liceum Ogólnokształcące im. Mikołaja Kopernika	LO1
2.	II Liceum Ogólnokształcące im. Marii Konopnickiej	LO2
3.	III Liceum Ogólnokształcące im. Dionizego Czachowskiego	LO3
4.	IV Liceum Ogólnokształcące im. Tytusa Chałubińskiego	LO4
5.	V Liceum Ogólnokształcące im. Romualda Traugutta	LO5
6.	VI Liceum Ogólnokształcące im. Jana Kochanowskiego	LO6
7.	VII Liceum Ogólnokształcące im. Krzysztofa K. Baczyńskiego	LO7
8.	X Liceum Ogólnokształcące im. Stanisława Konarskiego	LO10
9.	XI Liceum Ogólnokształcące im. Stanisława Staszica	LO11
10.	Katolickie Liceum Ogólnokształcące im. św. Filipa Neri	LOK
11.	Technikum w Zespole Szkół Agrotechnicznych i Gospodarki Żywnościowej	TAG
12.	Technikum w Zespole Szkół Budowlanych im. Kazimierza Wielkiego	TB
13.	Technikum w Zespole Szkół Ekonomicznych	TEK
14.	Technikum w Zespole Szkół Elektronicznych im. Bohaterów Westerplatte	TEL
15.	Technikum im. Rotm. Witolda Pileckiego w Zespole Szkół Samochodowych	TSA
16.	Technikum w Zespole Szkół Spożywczych i Hotelarskich	TSH
17.	Technikum w Zespole Szkół Skórzano-Odzieżowych, Stylizacji i Usług	TSO
18.	Niepubliczne Technikum im. 72 Pułku Piechoty	TZDZ
19.	Technikum w Zespole Szkół Technicznych im. Tadeusza Kościuszki	TZST

Podsumowanie

Analizując wyniki egzaminu maturalnego na poziomie podstawowym z języka polskiego, matematyki i języka angielskiego w szkołach z terenu miasta Radomia wyznaczono wskaźnik mierzący zmianę wyniku w stosunku do roku poprzedzającego – standaryzowaną resztę w modelu regresji liniowej. Na podstawie uśrednionych wartości wskaźnika z lat 2019-2022 oraz jakościowej oceny przebiegu jego zmienności szkoły zaklasyfikowano jako czyniące postępy, utrzymujące poziom i takie, w których wynik egzaminu uległ pogorszeniu w badanym okresie. Następnie, na podstawie wyników egzaminów odniesionych do wyników średnich podzielono szkoły na osiągające wyniki ponadprzeciętne, przeciętne i poniżej przeciętnej. W wyniku nałożenia tych klasyfikacji możliwe było wskazanie szkół utrzymujących wysoki poziom, placówek przeciętnych, czy takich, które w jakimś aspekcie swojej pracy edukacyjnej mogą wymagać wsparcia.

Zaproponowany wskaźnik pozwala mierzyć tendencje zmienności wyników egzaminu zewnętrznego. Wydaje się, że dzięki temu może on być dobrym czynnikiem prognostycznym, choć, oczywiście, nie jest wolny od wad.

W pracy przeanalizowano wyniki egzaminu maturalnego z języka polskiego, matematyki i języka angielskiego w latach 2018-2022 w radomskich szkołach. Istotnym elementem badania było obliczenie wskaźnika, strukturalnie przypominającego edukacyjną wartość dodaną, mierzącego progresję wyniku danej placówki w stosunku do jej wyniku z roku poprzedniego. W wyniku można było wskazać placówki, w których w badanym okresie wskaźnik ten był dodatni, bliższy 0 i ujemny. Wartość wskaźnika może być przesłanką dla dyrekcji i organów prowadzących w analizie ich efektywności.

Słowa kluczowe: edukacyjna wartość dodana, efektywność edukacyjna, jakość kształcenia, regresja liniowa

EVALUATION OF EDUCATIONAL EFFICIENCY OF SECONDARY SCHOOLS IN RADOM BASED ON COMPARATIVE ANALYSIS OF MATURA EXAM RESULTS

The results of the matura examination in Polish, mathematics and English in the years 2018-2022 in schools in Radom were analyzed in this study. An important element of the research was the calculation of an indicator, structurally resembling educational value added, measuring the progression of a given institution's result in relation to its result from the previous year. The value of the parameter may be an indicator for managing bodies in analyzing the educational efficiency of schools.

Keywords: Educational value added, educational efficiency, quality of education, linear regression

Bibliografia

1. Biernacki M., Evaluation of the Effectiveness of the Education System in Poland, JESR. 2 (2012) 81–88.
2. Biernacki M., Ejsmont W., Ocena działalności i efektywności kształcenia wrocławskich liceów, Zeszyty Ekonomiczne. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach. (2017) 13–22.
3. Dolata R., Edukacyjna wartość dodana, czyli jak wykorzystywać wyniki egzaminów zewnętrznych do oceny efektywności nauczania, Centralny Ośrodek Doskonalenia Nauczycieli. (2007).
4. Dolata R., Sitek M. (red.), Egzamin zewnętrze w polityce i praktyce edukacyjnej, Instytut Badań Edukacyjnych, Warszawa, 2015.
5. Janiszewski S., Wartość rezydualna w modelu regresji liniowej jako miernik zmian wyników egzaminów zewnętrznych - analiza egzaminu ósmoklasisty w szkołach z terenu Radomia, in: Zastosowania Matematyki w Aktualnych Problemach Technicznych, Ekonomicznych i Społecznych, Wydawnictwo Uni-

-
- wersytetu Technologiczno-Humanistycznego im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu, Radom, 2021: pp. 172–186.
6. Meyer R. H., Value-added indicators of school performance: A primer, *Economics of Education Review*. 16 (1997) 283–301.
 7. Okręgowa Komisja Egzaminacyjna w Warszawie, Sprawozdania i wyniki w roku 2023r.
 8. Osiewalski J., Prędkie A., Szulik G., Efektywność edukacyjna małopolskich liceów – analiza porównawcza, *Zesz. Nauk. UEK*. (2020) 49–68.
 9. R Core Team, R: The R Project for Statistical Computing.
 10. Szmigiel M. K., Wykorzystanie edukacyjnej wartości dodanej w lokalnej polityce oświatowej, in: *Uczenie Się i Egzamin w Oczach Nauczyciela. Materiały XIV Konferencji Diagnostyki Edukacyjnej*, Polskie Towarzystwo Diagnostyki Edukacyjnej, Kraków, 2008: pp. 125–144.

Autor:

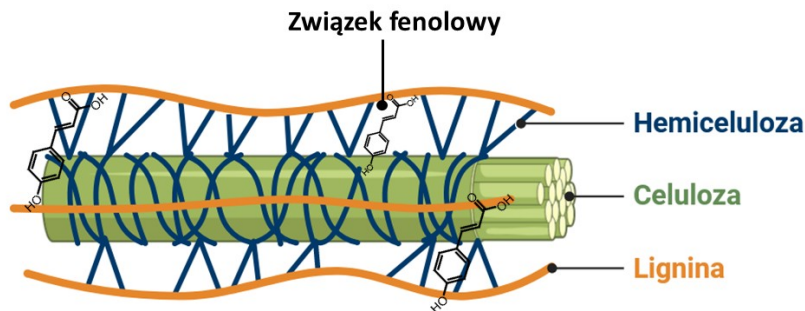
dr Szymon Janiszewski
Uniwersytet Radomski im. Kazimierza Pułaskiego,
Studium Matematyki
email: s.janiszewski@uthrad.pl

WYKORZYSTANIE EKSTRAKЦИИ ENZYMATYCZNEJ DO PODNIESIENIA EFEKTYWNOŚCI WYODREBNIANIA ZWIĄZKÓW FENOLOWYCH Z MATERIAŁU ROŚLINNEGO

Natalia Stanek-Wandzel, Alicja Krzyszowska, Zofia Hordyjewicz-Baran,
Tomasz Wasilewski

Wstęp

Ekstrakty roślinne ze względu na swoje prozdrowotne właściwości od wieków są chętnie wykorzystywane przez ludzkość w medycynie, farmacji, przemyśle kosmetycznym, czy też spożywczym [1,2]. W każdej z tych branż dużą wagę przywiązuje się do efektywnej ekstrakcji aktywnych metabolitów z roślinnego materiału. Jednak niezależnie od zastosowanej metody ekstrakcji, istnieją pewne naturalne bariery mechaniczne, utrudniające zachodzący proces. Wiele składników ściany komórkowej, takich jak ligniny, celulozy, pektyny lub niektóre białka, nadają komórkom wytrzymałość, ale także stanowią przeszkodę podczas ekstrakcji bioaktywnych składników z matrycy. Przykładem takich bioaktywnych składników są związki fenolowe, które mogą występować w materiale roślinnym w formie niezwiązanej, jako rozpuszczalne w wodzie glikozydy oraz w postaci związanej ze składnikami strukturalnymi ściany komórkowej poprzez wiązania kowalencyjne – związki fenolowe występujące w takiej postaci nie wykazują rozpuszczalności w wodzie (Rysunek 1) [3].



Rys. 1. Związki fenolowe w formie związanej ze składnikami strukturalnymi ściany komórkowej materiału roślinnego tj.: celuloza, hemiceluloza i lignina

Nadrzędnym celem wielu badaczy jest opracowanie efektywnych metod izolacji całej puli związków fenolowych zawartej w matrycy roślinnej [4-6]. Oprócz tradycyjnych metod, takich jak konwencjonalna ekstrakcja ciała stałe – ciecz, która

umożliwia ekstrakcję niezwiązanych związków fenolowych, w ostatnich latach skupiono się na zastosowaniu technologii, które umożliwią efektywne wydobycie polifenoli związanych ze ścianami komórkowymi [7]. Jedną z nich jest ekstrakcja wspomagana enzymami (EAE), która opiera się na wykorzystaniu enzymów, które katalizują rozszczepienie wiązań kowalencyjnych w obecności konwencjonalnych rozpuszczalników. Powoduje to dezintegrację struktur komórkowych i zwiększa przepuszczalność składników bioaktywnych z ekstrahowanego surowca. Reakcje enzymatyczne zachodzą skutecznie w stosunkowo niskiej temperaturze i umiarkowanym pH oraz w stosunkowo krótkim czasie (do kilku godzin), nie wymagają też drogiego sprzętu. Czas trwania i łagodne warunki ekstrakcji pozwalają zminimalizować degradację lub izomeryzację cząsteczek związków fenolowych [8,9].

Obiecujące zastosowanie EAE w poprawie odzysku bioaktywnych metabolitów z materiału roślinnego zostało opisane w wielu pracach naukowych [10,11]. Niniejszy rozdział podsumowuje informacje na temat zastosowania ekstrakcji enzymatycznej do efektywnego wyodrębniania związków fenolowych z materiału roślinnego.

1. Związki fenolowe

Związki fenolowe stanowią liczną grupę (około 8000) naturalnie występujących związków organicznych, które są ważnymi metabolitami wtórnymi roślin. Do głównych źródeł związków fenolowych zalicza się owoce, warzywa, zboża, rośliny strączkowe oraz zioła. Produkowane są przez rośliny w warunkach wzrostu, ale także w odpowiedzi na stres, uszkodzenia, infekcję grzybową lub promieniowanie ultrafioletowe (UV) [12]. W swojej strukturze zawierają pierścień aromatyczny połączony bezpośrednio z co najmniej jedną grupą hydroksylową. Biorąc pod uwagę budowę szkieletu węglowego dzieli się je na: lignany, taniny, stilbeny, kwasy fenolowe oraz flawonoidy. Ta ostatnia klasa obejmuje: flawony (np. apigenina), flawanony (np. naringenina), flawonole (np. kwercetyna), flawanole (np. katechiny), izoflawony (np. genisteina), antocyjanidyny (np. malwidyna), chalkony (np. buteina), aurony (np. aureuzydyna) i ksantony (np. α -mangostyna). Różnorodność związków fenolowych powoduje, że posiadają szereg właściwości biologicznych. W kontekście oddziaływania na człowieka, wykazują działanie przeciwnowotworowe, antyalergiczne, przeciwzapalne, antyproliferacyjne, antywirusowe oraz antyoksydacyjne [2,13].

W świecie roślin związki fenolowe występują zarówno w postaci wolnej jak i w postaci związanej. Formy związane mogą być w postaci rozpuszczalnej jako glikozydy (flawonoidy). Jednak znacznie częściej występują w postaci nierozpuszczalnej (kwasy fenolowe) związanej kowalencyjnie ze składnikami ścian komórkowych – z celulozą, hemicelulozą, ligniną i pektyną [3]. Większość badań dotyczących związków fenolowych w matrycach roślinnych dotyczy wyłącznie niezwiązanych związków fenolowych, które są ekstrahowane bezpośrednio rozpuszczalnika-

mi wodno-organicznymi. Jednak znaczna ilość polifenoli, które są związane ze składnikami ściany komórkowej może pozostać nierozpuszczalna. Związane fenole obejmują średnio 24% wszystkich związków fenolowych obecnych w różnych matricach roślinnych [3,14]. W owocach nierozpuszczalne, związane związki fenolowe stanowią od 6,5% nawet do 76%, jak w przypadku wytlóków z żurawiny [3,15]. Podobne wyniki zaobserwowano, badając profile fenolowe warzyw, np.: cebula zawiera ok. 10% związanych fenoli [16], podczas gdy ziemniaki i dynia mają odpowiednio 39,9% i 21,1% [16,17]. W zbożach, takich jak kukurydza, pszenica i ryż, nierozpuszczalne formy związanych związków fenolowych stanowią odpowiednio 85, 75 i 62% wszystkich obecnych związków fenolowych [14]. Z danych piśmiennictwa wynika, że związane formy związków fenolowych stanowią dużą część ich całkowitej zawartości w materiale roślinnym, dlatego też ciągle poszukuje się efektywnych metod ich uwalniania z materiału roślinnego.

2. Rodzaje metod ekstrakcji związanych związków fenolowych: konwencjonalne i innowacyjne

Ekstrakcja jest procesem, który umożliwia wyodrębnienie wybranych substancji z mieszaniny, poprzez ich rozpuszczanie w odpowiednio dobranym rozpuszczalniku, a następnie oddzielenie od pozostałych składników próbki. Skuteczny proces ekstrakcji związku z materiału roślinnego zależy w dużej mierze od rodzaju użytego rozpuszczalnika. Prawidłowo dobrany rozpuszczalnik do ekstrakcji związków fenolowych uwzględnia przede wszystkim naturę chemiczną tych związków tj.: polarność, kwasowość oraz zdolność do tworzenia wiązań wodorowych [12].

Do ekstrakcji związków fenolowych z materiału roślinnego głównie stosuje się rozpuszczalniki polarne tj.: metanol, etanol i ich mieszaniny z wodą, kwasem solnym lub słabymi kwasami organicznymi, jak kwas octowy czy mrówkowy. Ekstrakcja ciała stałego - ciecz za pomocą rozpuszczalników wodno-organicznych pozwala na wymycie wolnych form związków fenolowych. Uwolnienie związków fenolowych występujących w postaci związanej ze ścianą komórkową wymaga już zastosowania dodatkowych czynników fizycznych bądź chemicznych [18].

Kierując się kryterium innowacyjności, można wyróżnić klasyczne oraz nowoczesne techniki ekstrakcyjne mające potencjał uwalniania związków fenolowych związanych ze ścianą komórkową roślin. Klasyczne metody ekstrakcji jak np. hydroliza kwaśna bądź zasadowa są obecnie stopniowo wypierane przez nowoczesne metody otrzymywania wyciągów roślinnych, głównie z powodu długiego czasu przebiegu procesu, jak również dużego zużycia rozpuszczalników, niskiej selektywności i rozkładu związków termolabilnych [3]. Metoda hydrolizy kwaśnej obejmuje traktowanie wyciągów roślinnych kwasem nieorganicznym (HCl lub H_2SO_4) w temperaturze wrzenia lub powyżej temperatury wrzenia pod chłodnicą zwrotną w rozpuszczalniku wodnym lub alkoholowym. Czas reakcji mieści się w zakresie od 1 do nawet 24 godzin [19]. Hydroliza kwaśna rozrywa wiązania glikozydowe,

ale pozostawia nienaruszone wiązania estrowe. Ponadto proces ten prowadzony w wysokiej temperaturze powoduje utratę niektórych związków fenolowych np.: kwasów hydroksycynamonowych i kwasów benzoesowych [20,21]. Hydroliza zasadowa umożliwia rozerwanie wiązań estrowych łączących kwasy fenolowe ze ścianą komórki. Metoda polega na ekstrakcji próbki roztworem wodorotlenku sodu w zakresie stężeń od 1 do 4 mol/dm³. Reakcję przeprowadza się w temperaturze pokojowej w czasie od 15 minut do nawet 12 godzin [15]. Hydroliza alkaliczna również może prowadzić do znacznych strat niektórych związków fenolowych takich jak pochodnych kwasu hydroksycynamonowego [21].

Współczesne techniki ekstrakcji wykorzystują działanie dodatkowych czynników, takich jak ultradźwięki, mikrofałe, pulsacyjne pole elektryczne, enzymy itp., które powodują przyspieszenie procesu ekstrakcji oraz znaczne zwiększenie wydajności uwalniania związanych związków fenolowych [18]. Ekstrakcja za pomocą rozpuszczalnika wspomagana promieniowaniem mikrofalowym (MAE) wykorzystuje zjawisko bezpośredniej absorpcji promieniowania mikrofalowego przez cząsteczki substancji. Energia wpływa na poruszanie się jonów i dipoli w polu elektromagnetycznym, co powoduje wytworzenie ciepła, na skutek czego rośnie efektywność procesu. Stosowany rozpuszczalnik ma przede wszystkim rozpuszczać substancję ekstrahowaną, ale także powinien posiadać moment dipolowy różny od zera, czyli być rozpuszczalnikiem polarnym np.: metanol, etanol, woda, aceton, octan etylu, dichlorometan, acetonitryl i inne [22]. Wytworzone ciepło ułatwia dyfuzję rozpuszczalnika w próbce, rozrywa wiązania wodorowe, a co za tym idzie umożliwia rozpuszczenie docelowych związków w ekstrakcie. MAE jest przede wszystkim efektywna w ekstrakcji krótkołańcuchowych polifenoli, takich jak: kwasy fenolowe i flawonoidy. Natomiast nie jest stosowana w przypadku polimericznych polifenoli, które są wrażliwe na ciepło, takich jak: antocyjany i garbniki. W ekstrakcji wspomaganej ultradźwiękami (UAE) próbkę miesza się z rozpuszczalnikiem ekstrahującym i poddaje działaniu ultradźwięków. Rozchodzenie się fal dźwiękowych w cieczy związane jest ze zmianami ciśnienia akustycznego wywołującego zjawisko kawitacji, które zwiększa penetrację rozpuszczalnika w głąb struktury ekstrahowanej próbki. Zaletą tej metody jest krótki czas trwania procesu, wynoszący od 10 minut do 1 godziny, możliwość prowadzenia procesu w temperaturze pokojowej, wysoka rozpuszczalność i dyfuzja rozpuszczalnika. Wiele prac naukowych podkreśla skuteczność wymywania polifenoli za pomocą ekstrakcji UAE. Jednak proces ten może nieść za sobą pewne niedogodności, np. konieczność odseparowania powstałego ekstraktu od pozostałości poekstrakcyjnej. Technika ta może również powodować częściową degradację analitu, a także, podczas kawitacji, mogą tworzyć się wolne rodniki, prowadzące do przemian oznaczanych substancji [23]. W ekstrakcji wspomaganej pulsacyjnym polem elektrycznym (PEF) następuje ekspozycja komórek na impulsy pola elektrycznego o wysokim natężeniu, co może zmienić strukturę błony komórkowej. Przy odpowiednio wysokim na-

pięciu transbłonowym zmienia się układ cząsteczek fosfolipidów. W efekcie błona traci swoją funkcję barierową i staje się przepuszczalna, co często określa się mianem „elektroporacji” lub „elektroprzepuszczalności”. Aplikacja PEF jest stosunkowo łagodnym procesem dezintegracji komórek, ponieważ zwykle odbywa się w temperaturze otoczenia i nie wprowadza do materiału dodatkowych zanieczyszczeń [24].

Alternatywnym procesem o wysokiej efektywności wyodrębniania związków fenolowych związanych z matrycą roślinną jest także ekstrakcja enzymatyczna. Ze względu na obszerność tematyki została przedstawiona ona osobno w dalszej części rozdziału.

3. Ekstrakcja enzymatyczna

W ekstrakcji enzymatycznej znaczącą rolę odgrywają enzymy, które prowadzą do dezintegracji ściany komórkowej poprzez hydrolizę obecnych w niej polisacharydów. W konsekwencji znajdujące się wewnątrz komórek związki bioaktywne mogą zostać uwolnione do rozpuszczalnika. Niektóre z najbardziej powszechnych i często stosowanych w tym celu enzymów to: poligalakturenaza, ksylanaza, esteraza pektynowa, celuloza, hemiceluloza, amylaza, b-galaktozydaza, proteaza, 1,4-glikozydaza, tannaza, papainaza i trozynaza. Wybór enzymów do ekstrakcji zależy od rodzaju docelowej ściany komórkowej [25].

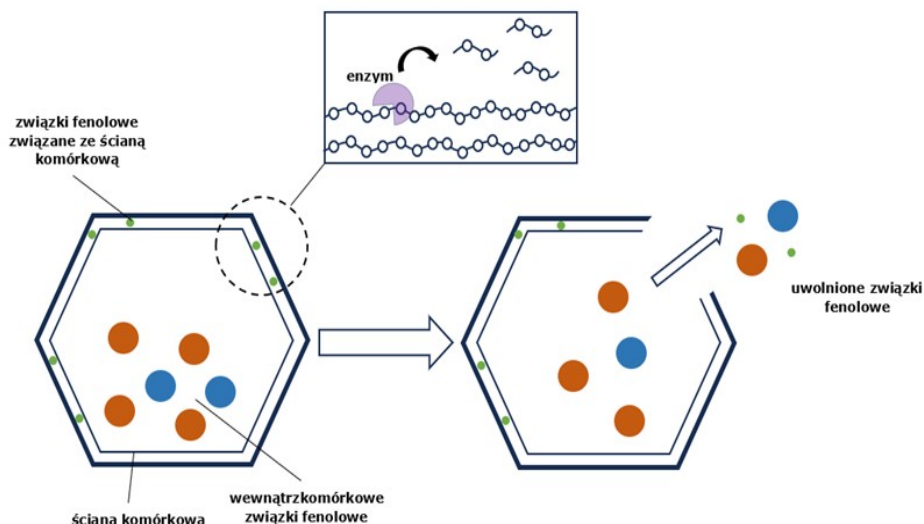
Główną zaletą ekstrakcji wspomaganą enzymami jest oferowane przez nią ekologiczne, nowatorskie i bezpieczne podejście do wyodrębniania związków bioaktywnych. W porównaniu do konwencjonalnych metod ekstrakcji, technika ta charakteryzuje się większą wydajnością, selektywnością oraz generuje mniej zanieczyszczeń ze względu na eliminację toksycznych rozpuszczalników organicznych. Łagodne warunki reakcji pozwalają także na mniejsze zużycie energii [7,26]. Pomimo wielu korzyści, decydując się na zastosowanie ekstrakcji enzymatycznej należy wziąć pod uwagę jej wady, do których należą wysoki koszt enzymów oraz trudności w dobraniu odpowiednich warunków ekstrakcji, takich jak temperatura, pH, rodzaj i stężenie enzymów, a także czas trwania reakcji [25,27].

3.1. Składniki ścian komórkowych roślin i ich degradacja przez enzymy

Ściana komórkowa roślin stanowi zewnętrzny element otaczający komórki, który nadaje im odpowiedni kształt, stabilność, a także chroni je przed wypłynięciem składników wewnątrzkomórkowych [28]. Złożona jest głównie z celulozy, hemicelulozy, pektyny, ligniny i składa się z trzech warstw: blaszki środkowej, ściany pierwotnej i ściany wtórnej. Blaszka środkowa stanowi warstwę substancji międzykomórkowej zbudowanej z pektyn. Ściany pierwotne są miękkie i elastyczne, charakterystyczne dla młodych roślin. Po zakończeniu fazy wzrostu ściana komórkowa rozbudowuje się, tworząc ścianę wtórną złożoną z mikrofibryli celulozy, hemicelulozy i ligniny [29]. Dokładny skład i ilości każdego z tych polimerów różnią się nawet w obrębie tej samej rośliny w zależności od wieku, tkanki i fazy wzrostu.

Ściany komórkowe zbudowane są w taki sposób, aby mogły spełniać różnorodne funkcje. Zapewniają między innymi odporność na naprężenia mechaniczne i ochronę przed patogenami. Są jednocześnie na tyle elastyczne, aby wytrzymać działanie naprężeń oraz wystarczająco przepuszczalne, aby umożliwić przejście cząsteczek sygnałowych do komórki [29,30].

Skuteczną metodą uwalniania związków bioaktywnych (np. polifenoli) znajdujących się wewnątrz komórki, a nawet tych występujących w formie związanej w ścianie komórkowej, jest hydroliza enzymatyczna [31]. Enzymy, poprzez hydrolizę polisacharydów budujących ściany komórkowe, prowadzą do ich dezintegracji i uwalniania związków polifenolowych, co graficznie przedstawiono na Rysunku 2.



Rys. 2. Enzymatyczna degradacja ściany komórkowej roślin, prowadząca do uwolnienia związków fenolowych

3.1.1. Pektyna i pektynazy

Pektyna jest naturalnie występującym polisacharydem o dużej masie cząsteczkowej, który zapewnia spójność i sztywność ścian komórkowych roślin. Składa się głównie z łańcucha tworzonego przez monomery kwasu D-galakturonowego połączonych ze sobą wiązaniami α -1,4-glikozydowymi. Zawiera także reszty ramnozy arabinozy, galaktozy i ksylozy [32]. Pektyny rozpuszczają się w wodzie i wykazują zdolność do żelowania, która zależy od stopnia estryfikacji. Wyróżnia się pektyny [33]:

- wysokometylowane, gdzie estryfikacja grup karboksylowych reszt kwasu galakturonowego jest wyższa niż 50%,

- niskometylowane, gdzie estryfikacja grup karboksylowych reszt kwasu galakturonowego jest niższa niż 50%.

Pektynazy stanowią grupę enzymów rozkładających pektyny na mniejsze fragmenty poprzez reakcje hydrolizy, deestryfikacji, bądź transeliminację.

W zależności od sposobu działania dzieli się je na [32]:

- poligalakturonazy (PG) katalizujące hydrolizę wiązań α -1,4-glikozydowych w łańcuchu poligalakturonowym,
- pektynoesterazy (PE) katalizujące deestryfikację pektyny, prowadzącą do powstania kwasu pektynowego i metanolu,
- liazy pektynowe (PL) katalizujące degradację pektyn na mniejsze fragmenty przez transeliminację.

Pektynazy wykorzystuje się obecnie w branży soków owocowych do zwiększenia wydajności oraz do klarowania soków i produktów winnych. Enzymy pektynolityczne okazały się także skuteczne w ekstrakcji polifenoli. Inne zastosowania obejmują przemysł biotechnologiczny, a nawet tekstylny [34].

3.1.2. Celuloza i celulazy

Celuloza jest liniowym polisacharydem składającym się z monomerów glukozy połączonych wiązaniami α -1,4-glikozydowymi [35]. Łańcuchy celulozy łączą się w większe jednostki zwane **fibrylami**, zawierające regiony krystaliczne i amorficzne. Obszary krystaliczne charakteryzują się równoległym ułożeniem łańcuchów połączonych licznymi wiązaniami wodorowymi, które stabilizują strukturę i zapewniają im sztywność oraz odporność na działanie enzymów celulolitycznych. Regiony amorficzne z kolei składają się z nieuporządkowanych łańcuchów zespolonych mniejszą ilością wiązań wodorowych. Fibryle agregują się, tworząc **mikro-fibryle**, które z kolei łączą się w krystaliczne **włókna celulozowe** [36].

Rozkład celulozy przeprowadzany jest przez enzymy zwane **celulazami** odpowiedzialnymi za hydrolizę wiązań β -1,4-glikozydowych. Struktura celulozy nie pozwala na hydrolizę katalizowaną przez pojedynczy enzym. W rzeczywistości degradacja celulozy wymaga synergistycznego działania trzech rodzajów enzymów, takich jak [35,36]:

- endoglukanazy – losowo hydrolizują wiązania α -1,4-glikozydowe, szczególnie w regionach amorficznych, prowadząc do powstania oligosacharydów o różnej długości,
- egzoglukanazy – hydrolizują wiązania α -1,4-glikozydowe na końcach łańcucha celulozy, wytwarzając glukozę lub celobiozę,
- α -glukozydazy – rozkładają cząsteczki celobiozy uwolnione przez egzoglukanazy do glukozy.

Celulazy stosowane są głównie w procesie klarowania soków z owoców i warzyw, ekstrakcji oleju oraz w pozyskiwaniu funkcjonalnych składników żywności [37].

3.1.3. Hemiceluloza i hemicelulazy

Hemicelulozy to ogólne określenie polisacharydów składających się z reszt ksylozy, glukozy, mannozy, galaktozy, arabinozy oraz kwasów: glukuronowego, galakturonowego i metyloglukuronowego. Ich skład chemiczny jest zróżnicowany w zależności od rośliny, w której występują. Ksyloza jest głównym monosacharydem hemicelulozowym występującym w trawach i drewnie liściastym, podczas gdy arabinoza, galaktoza i mannoza to główne monosacharydy hemicelulozowe występujące w drewnie iglastym, nasionach i owocach [29]. Do najważniejszych hemiceluloz zaliczane są ksylany, mannany, galaktany i galaktomannany. Hemiceluloza we włóknach roślinnych jest połączona z mikrofibrilami celulozy i ligniną [38].

Zróżnicowanie form hemiceluloz wymaga wielokierunkowych działań enzymatycznych prowadzących do degradacji ich struktury. **Hemicelulazy**, czyli enzymy hydrolizujące hemicelulozy, są produkowane w naturze przez niektóre gatunki grzybów, takie jak *Trichoderma* lub *Aspergillus*, występują także w przewodzie pokarmowym zwierząt. Hemicelulazy składają się z hydrolaz glikozydowych, esteraz węglowodanowych, ksylanaz, itp. Zazwyczaj hemicelulazy występują w postaci mieszanek handlowych wraz z celulazami, umożliwiając w ten sposób kompletną lizę ścian komórkowych [38].

3.1.4. Lignina i ligninazy

Lignina jest wysoce rozgałęzionym i usieciowanym polimerem składającym się z jednostek fenylopropanowych (monolignoli), takich jak alkohol p-kumarylowy, alkohol koniferylowy i alkohol synapinowy [36]. Nadaje sztywność i stabilność ścianom komórkowym, zwiększając jędrność roślin i owoców [31].

Ligninazy różnią się od opisanych wyżej klas enzymów ze względu na mechanizm działania, który nie opiera się na procesach hydrolizy, lecz utleniania. W przemyśle spożywczym są rzadziej stosowane niż inne rodzaje enzymów. Powodem może być wytwarzanie niskocząsteczkowych, reaktywnych związków przy katalizowanych przez nie procesach [31]. Enzymy biorące udział w degradacji ligniny są produkowane głównie przez grzyby białej zgnilizny i dzielą się na [36]:

- oksydazy uczestniczące w produkcji nadtlenu wodoru,
- peroksydazy ligninowe katalizujące depolimeryzację fenolowych i niefenolowych lignin, wymagające działania nadtlenu wodoru jako utleniacza,
- lakazy fenolowe utleniające związki z pierścieniami fenolowymi do rodników fenoksylowych.

4. Wpływ parametrów procesu na wydajność ekstrakcji enzymatycznej

Ze względu na wysokie koszty enzymów, ważne jest podniesienie efektywności hydrolizy enzymatycznej poprzez optymalizację warunków reakcji [39]. Na wydajność procesu wpływają różne czynniki, takie jak rodzaj i stężenie enzymu, wielkość cząstek materiału roślinnego, temperatura, pH oraz czas reakcji [40]. Niewła-

ściwa temperatura czy pH może doprowadzić do dezaktywacji enzymów, dlatego precyzyjna kontrola warunków hydrolizy enzymatycznej ma kluczowe znaczenie dla degradacji ściany komórkowej, a w konsekwencji dla obniżenia kosztów procesu [39,40].

4.1. Rodzaj enzymu i mieszanina enzymów

Wybór odpowiednich enzymów do ekstrakcji jest ściśle zależny od składu i złożoności struktury ściany komórkowej. Każdy rodzaj enzymu wykazuje inne powinowactwo do danego materiału roślinnego, w różnym stopniu wpływając na wydajność ekstrakcji. W pracy nad oceną wpływu pektynazy, celulazy i tannazy na izolację związków fenolowych ze skórek i pestek winogron wykazano, że pektynaza miała największy wpływ na wydajność ekstrakcji związków fenolowych, zwiększając ich stężenie w ekstrakcie 2,5-krotnie w porównaniu do próbki kontrolnej [41].

Również mieszaniny enzymów wpływają na właściwości hydrolityczne w zależności od ich kompozycji, typu aktywności poszczególnych enzymów oraz proporcji między nimi. W celu zapewnienia jak najwyższego stopnia fragmentacji ścian komórkowych, a tym samym poprawy efektywności ekstrakcji, ważny jest dobór odpowiednich enzymów wykazujących działanie synergistyczne. Synergizm pomiędzy dwoma enzymami zachodzi, gdy jednoczesne działanie kilku enzymów jest wydajniejsze niż sumaryczny efekt działania poszczególnych enzymów [31,42]. W badaniu nad skutecznością ekstrakcji enzymatycznej polifenoli z płatków róży damasceńskiej (*Rosa Damascena Mill.*) wykazano 43% wzrost efektywności przy zastosowaniu trójskładnikowej kombinacji enzymów o działaniu pektynolitycznym, celulolitycznym i hemicelulolitycznym w porównaniu do próbki kontrolnej [43].

Nie jest możliwe zastosowanie jednej, uniwersalnej kompozycji enzymów. Skład mieszaniny enzymatycznej musi być dobrany indywidualnie do każdego rodzaju materiału roślinnego ze względu na różnice w składzie ścian komórkowych poszczególnych gatunków, odmian, a nawet części roślin [42]. O tym fakcie świadczą wyniki badań nad ekstrakcją olejku eterycznego z tymianku (*Thymus capitatus L.*) i rozmarynu (*Rosmarinus officinalis L.*). Zastosowanie mieszaniny celulozy i hemicelulozy powodowało znaczny wzrost wydajności ekstrakcji olejku z tymianku, podczas gdy ta sama mieszanina tylko w niewielkim stopniu wpłynęła na efektywność ekstrakcji olejku z rozmarynu, co jest spowodowane różnicą w budowie obu roślin [44].

4.2. Czas ekstrakcji

Czas ekstrakcji jest ściśle powiązany ze stężeniem enzymu. Poprzez podwojenie stężenia enzymu można skrócić czas hydrolizy nawet o połowę. Z drugiej strony, zmniejszając ilość enzymu i proporcjonalnie zwiększając czas hydrolizy można uzyskać porównywalne wyniki. W praktyce jednak efektywność ekstrakcji często

zmniejsza się wraz ze wzrostem czasu hydrolizy [42]. Związane jest to z rozpadem związków bioaktywnych w wyniku długotrwałego narażenia na działanie podwyższonej temperatury, czy zachodzącymi procesami utleniania [31].

Wyniki opublikowane w pracy opisującej badania nad ekstrakcją związków fenolowych z otrębów ryżowych (*Oryza sativa* L.) wykazały wzrost wydajności izolacji kwasu ferulowego wraz z wydłużaniem czasu jej trwania, wskazując na 4 godziny jako optymalny czas prowadzenia procesu [45]. W badaniach nad ekstrakcją enzymatyczną związków fenolowych ze skórek cytrusów również zaobserwowano wzrastającą wydajność ekstrakcji wraz z przyrostem czasu. Maksymalne efektywności osiągnięto w przedziale 3-6 godzin, które nie ulegały zmianom przy dalszym prowadzeniu procesu [10]. Z drugiej strony, odnotowano spadek zawartości związków polifenolowych izolowanych z winogron muskadynowych (*Vitis rotundifolia* Michx.) przy wydłużaniu czasu ekstrakcji, spowodowany prawdopodobnie termiczną degradacją tych związków [46].

4.3. Temperatura

Temperatura procesu to kolejny parametr wpływający na efektywność ekstrakcji enzymatycznej. Surowiec, który poddawany jest hydrolizie składa się przeważnie z mieszaniny polisacharydów, a ich właściwości reologiczne zależą od temperatury. Przykładowo, lepkość mieszaniny celulozy i wody może nieznacznie spaść wraz ze wzrostem temperatury, a pektyna ma zdolność do tworzenia żelu poprzez ochłodzenie następujące po etapie ogrzewania [42].

Enzymy są również bardzo wrażliwe na temperaturę. Podobnie jak w przypadku większości reakcji chemicznych, aktywność katalityczna enzymu zwiększa się wraz ze wzrostem temperatury. Jednakże, enzymy to również białka, dlatego podczas ogrzewania mogą ulegać denaturacji termicznej. Enzymy zwierzęce posiadają temperaturę denaturacji w zakresie 40–45°C, podczas gdy temperatura ta wynosi 60–65°C dla enzymów wytwarzanych przez mikroorganizmy. Niemniej jednak niektóre enzymy są termoodporne, wytrzymując temperaturę nawet wyższą niż 100°C [44].

Badania nad pozyskiwaniem polisacharydów z lucerny (*Medicago sativa* L.) wykazały podniesienie efektywności ekstrakcji wraz ze wzrostem temperatury w zakresie 30-50°C. Maksymalną wydajność uzyskano w temperaturze 50°C, powyżej której następował stopniowy spadek efektywności procesu [47]. Podobne wyniki opublikowano w innej pracy dotyczącej ekstrakcji enzymatycznej polisacharydów, gdzie odnotowano wzrost wydajności w zakresie temperaturowym 30-55°C i jej spadek w wyższych temperaturach [48].

4.4. pH

Ważny parametr ekstrakcji enzymatycznej stanowi również pH z dwóch głównych powodów: jego działania na ściany komórkowe roślin i wpływ na aktywność enzymatyczną. Kwaśne pH prowadzi do destabilizacji wiązań wodorowych, co

skutkuje wzrostem plastyczności ścian komórkowych. Taki odczyn pH wpływa również na aktywność katalityczną enzymów, ponieważ jako białka posiadają wiele aminokwasów ulegających jonizacji, a aminokwasy centrum aktywnego często mogą pełnić swoją rolę tylko w określonym stanie jonizacji. pH wpływa więc na strukturę białka enzymatycznego, a tym samym na jego zdolność do wiązania z substratem. W zbyt kwaśnym lub zbyt zasadowym środowisku enzym ulegnie denaturacji. Co istotne, w przypadku mieszaniny enzymów optymalne pH dla każdego z nich może się różnić, dlatego konieczne jest dobranie takiego pH, które będzie odpowiednie dla zachowania aktywności każdego enzymu w mieszaninie [42].

Mushtaq i in. (2015) zaobserwowali, że pH w decydujący sposób wpływa na ilość ekstrahowanych związków fenolowych ze skórki granatu (*Punica granatum L.*) w optymalnym zakresie od 5,5 do 6,5. Niewielkie przesunięcie pH poza optymalne spowodowało znaczne zmniejszenie efektywności ekstrakcji [49]. Podobne wyniki zaobserwowano przy wyodrębnianiu luteoliny i apigeniny z grochu gołębiego (*Cajanus cajan L.*), ponieważ pektynaza mogła skutecznie działać tylko przy wartościach pH z zakresu 3,5–4 [50].

5. Wspomaganie ekstrakcji enzymatycznej innymi metodami

Jak omówiono w poprzednich rozdziałach, nowoczesne techniki ekstrakcyjne są obecnie szeroko wykorzystywane jako narzędzia do uwalniania związków fenolowych z materiału roślinnego, a połączenie tych technologii może zapewnić osiągnięcie jeszcze większych wydajności [18].

Ostatnie badania pokazują, że naukowcy coraz częściej modyfikują ekstrakcję enzymatyczną poprzez jej połączenie m.in. z ekstrakcją wspomaganą ultradźwiękami (UAE) bądź ekstrakcją wspomaganą mikrofalami (MAE) w celu efektywnej ekstrakcji związków docelowych z matrycy [51]. W ekstrakcji enzymatycznej znaczącą rolę odgrywają enzymy, które prowadzą do dezintegracji ściany komórkowej i do uwolnienia związków bioaktywnych do rozpuszczalnika. Jednak enzymy często nie są w stanie całkowicie zhydrolizować ściany komórkowej roślin przez co uwalnianie związanych form związków fenolowych zachodzi tylko częściowo. Proces kawitacji wywołany przez ultradźwięki, który fizycznie rozbija matrycę roślinną może ułatwić reakcję enzymatyczną i uwalnianie związanych form związków fenolowych. Ponadto, zastosowanie ultradźwięków zwiększa powierzchnię kontaktu między fazą stałą, a ciekłą, co przekłada się na szybszy kontakt między enzymem, a substratem i szybsze zachodzenie reakcji enzymatycznej [18]. Tchabo i in. (2015) badali wpływ połączenia tych sposobów ekstrakcji na otrzymywanie związków fenolowych z moszczu morwy. Zaobserwowali wyższą wydajność ekstrakcji UAE, w porównaniu do samej UAE czy EAE [52]. W ekstrakcji enzymatycznej wspomaganiej mikrofalami zastosowanie promieniowania mikrofalowego wspomaga niszczenie ściany i błony komórkowej, zwiększa powierzchnię kontaktu między fazą stałą i ciekłą, a także umożliwia łatwiejszy dostęp rozpuszczalnika do

składników docelowych. Obróbka enzymatyczna może być przeprowadzona przed i/lub po napromieniowaniu mikrofalami. W przypadku dodawania enzymów po napromieniowaniu mikrofalami, próbki mogą wymagać ochłodzenia, aby uniknąć inaktywacji dodanego enzymu [18]. Zhang i in. (2013) zastosowali metodę MAEE do ekstrakcji polifenoli z łupin orzeszków ziemnych. Wydajność ekstrakcji wyrażona poprzez całkowitą zawartość polifenoli osiągnęła $1,75 \pm 0,06\%$ i była wyższa w porównaniu z samą ekstrakcją UAE (1,56%), a także EAE (1,62%) [53].

Obecnie coraz więcej badań naukowych koncentruje się na wykorzystaniu połączenia innowacyjnych metod ekstrakcji. Niesie to za sobą wiele korzyści, takich jak: oszczędność czasu i wyższe wydajności ekstrakcji. Wyniki ekstrakcji związków bioaktywnych z materiałów roślinnych pokazują, że podejście komplementarne, oferuje więcej korzyści niż zastosowanie danego typu ekstrakcji niezależnie. Jednak te unikalne procedury ekstrakcji muszą być dopiero odpowiednio opracowane, aby uzyskać optymalne warunki ich stosowania i przyniosły oczekiwane rezultaty [51].

Podsumowanie

Ekstrakcja wspomagana enzymami jest rozwijającą się techniką, która wydaje się być obiecującym narzędziem do wydajnej ekstrakcji związków fenolowych z materiału roślinnego. Wiele badań wykazało jej pozytywny wpływ na poprawę wydajności ekstrakcji różnych klas bioaktywnych metabolitów, w tym związków fenolowych. Do skutecznego stosowania EAE niezbędna jest optymalizacja procesu dostosowana do użytego materiału (wielkość cząstek, uwodnienie), metabolitów i stosowanego enzymu (temperatura, stężenie, pH i czas trwania). Obiecujące wydaje się także jej połączenie z ekstrakcją wspomaganą ultradźwiękami bądź ekstrakcją wspomaganą mikrofalami w celu osiągnięcia jeszcze bardziej wydajnej ekstrakcji związków docelowych z matrycy roślinnej. Dlatego też, przed naukowcami stoi ogromne wyzwanie, jakim jest opracowanie zoptymalizowanych metod z wykorzystaniem ekstrakcji enzymatycznej do efektywnego uwalniania związków fenolowych z różnych matryc roślinnych.

Podziękowania:

Praca została zrealizowana w ramach projektu nr 2023/07/X/ST4/00840 finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki oraz projektu nr 3086/182/P, DBUPB/2015/010 pt. „Opracowanie receptur i technologii wytwarzania innowacyjnych kosmetyków, produktów aptecznych, produktów chemii gospodarczej i przemysłowej”.

W związku z tym, że rośliny są bogatym źródłem związków fenolowych powstało wiele opracowań dotyczących ekstrakcji tych związków z materiału roślinnego. Związki te w roślinach mogą występować w formie wolnej lub związanej ze składnikami ściany komórkowej. W celu wyekstrahowania z próbki niezwiązanych składników najczęściej stosuje się ekstrakcję z użyciem wodnych roztworów etanolu lub metanolu. Natomiast ekstrakcja form związanych wymaga użycia dodatkowych czynników fizycznych bądź chemicznych. Ostatnio pojawiły się nowe techniki ekstrakcji, mające za zadanie zwiększenie efektywności uwalniania związków bioaktywnych z różnych matryc roślinnych. Jedną z nich jest ekstrakcja enzymatyczna. Celem niniejszego rozdziału jest dostarczenie informacji na temat potencjału ekstrakcji enzymatycznej w kontekście efektywnego wyodrębniania związków fenolowych z materiału roślinnego.

Słowa kluczowe: związki fenolowe, ekstrakcja enzymatyczna, enzymy, materiał roślinny

ENZYMATIC EXTRACTION TO INCREASE THE EFFICIENCY OF EXTRACTING PHENOLIC COMPOUNDS FROM PLANT MATERIAL

As plants are a rich source of phenolic compounds, there have been many studies on the extraction of these compounds from plant material. These compounds in plants can occur in free or bound form. For the extraction of unbound components, extraction with aqueous ethanol or methanol solutions is most commonly used. In contrast, extraction of bound forms requires the use of additional physical or chemical agents. Recently, new extraction techniques have emerged to increase the efficiency of release of bioactive compounds from various plant matrices. One of these is enzymatic extraction. The aim of this chapter is to provide information on the potential of enzymatic extraction in the context of efficient extraction of phenol compounds from plant material.

Keywords: phenolic compounds, enzymatic extraction, enzymes, plant material

Bibliografia

1. Koszowska A., Dittfeld A., Puzoń-Brończyk A., Nowak J., Zubelewicz-Szkodzińska B., Polifenole w profilaktyce chorób cywilizacyjnych, „Postępy Fitoterapii” 2013, nr 4. 263-266.
2. Golonko A., Kalinowska M., Świsłocka R., Świdorski G., Lewandowski W., Zastosowanie związków fenolowych i ich pochodnych w przemyśle i medycynie, „Budownictwo i Inżynieria Środowiska” 2015, nr 6. 161-179.
3. Acosta-Estrada B.A., Gutiérrez-Uribe J.A., Serna-Saldívar S.O., Bound phenolics in foods, a review, “Food Chemistry” 2014, nr 152. 46-55.

4. Nicolescu A., Babota M., Zhang L., Bunea C.I., Gavrilaș L., Optimized ultrasound-assisted enzymatic extraction of phenolic compounds from *Rosa canina* L. Pseudo-Fruits (Rosehip) and their biological activity, "Antioxidants" 2022, nr 11. 1123-1141.
5. Thanh H.V., Phi N.T.L., Khoi N.T., Hoana N.X., Hung P.V., Green extraction and biological activity of phenolic extracts from cashew nut testa using a combination of enzyme and ultrasound-assisted treatments, "Journal of the Science of Food and Agriculture" 2023, nr 103. 5626-5633.
6. Lia W., Yang R., Ying D., Yub J., Sanguansric L., Augustinc M.A., Analysis of polyphenols in apple pomace: A comparative study of different extraction and hydrolysis procedures, "Industrial Crops & Products" 2020, nr 147. 112250-112257.
7. Ding Y., Ksenia Morozova K., Scampicchio M., Ferrentino G., Non-Extractable polyphenols from Food By-Products: current knowledge on recovery, characterisation, and potential applications, "Processes" 2020, nr 8, 925-958.
8. Machado T.O.X., Portugal I.B.M., Padilha C.V.S., Padilha F.F., Lima M.S., New trends in the use of enzymes for the recovery of polyphenols in grape byproducts, "Journal of Food Biochemistry" 2021, nr 45. 13712-13725.
9. Streimikyte P., Viskelis P., Viskelis J., Enzymes-assisted extraction of plants for sustainable and functional applications, "International Journal of Molecular Sciences" 2022, nr 23. 2359-2374.
10. Li B.B., Smith B., Hossain Md.M., Extraction of phenolics from citrus peels II. Enzyme-assisted extraction method, "Separation and Purification Technology" 2006, nr 48. 189-196.
11. Gligora O., Mocana A., Moldovana C., Locatelli M., Crișana G., Ferreirac I.C.F.R., Enzyme-assisted extractions of polyphenols – A comprehensive review, "Trends in Food Science & Technology" 2019, nr 88. 302-315.
12. Dai J., Mumper R.J., Plant Phenolics: Extraction, Analysis and Their Antioxidant and Anticancer Properties, "Molecules" 2010, nr 15. 7313-7352.
13. Gawlik-Dziki U., Fenolokwasy jako bioaktywne składniki żywności, „ŻYWNOŚĆ. Nauka. Technologia. Jakość” 2004, nr 4. 29-40.
14. Adom K. K., Liu, R. H., Antioxidant activity of grains, "Journal of Agricultural and Food Chemistry" 2002, nr 50. 6182-6187.
15. White B. L., Howard L. R., Prior, R. L., Release of bound procyanidins from cranberry pomace by alkaline hydrolysis, "Journal of Agricultural and Food Chemistry" 2010, nr 58. 7572-7579.
16. Chu Y.F., Sun J., Wu X., Liu, R.H., Antioxidant and antiproliferative activities of common vegetables, "Journal of Agricultural and Food Chemistry" 2002, nr 50. 6910-6916.

17. Pericin D., Krimer V., Trivic S., Radulovic L., The distribution of phenolic acids in pumpkin's hull-less seed, skin, oil cake meal, dehulled kernel and hull, "Food Chemistry" 2009, nr 113. 450–456.
18. Le Wen L., Zhanga Z., Sunb D-W., Sivagnanama S.P., Tiwaria B.K., Combination of emerging technologies for the extraction of bioactive compounds, "Critical Reviews in Food Science and Nutrition" 2020, nr 60. 1826-1841.
19. Cheng A., Yan H., Han C., Chen X., Wang W., Xie Ch., Qu J., Gong Z., Shi X., Acid and alkaline hydrolysis extraction of non-extractable polyphenols in blueberries: optimisation by response surface methodology, "Czech Journal of Food Sciences" 2014, nr 32. 218–225.
20. Verma B., Hucl P., Chibbar R. N., Phenolic acid composition and antioxidant capacity of acid and alkali hydrolysed wheat bran fractions, "Food Chemistry" 2009, nr 116. 947–954.
21. Krygier K., Sosulski F., Hogge L., Free, esterified, and insoluble-bound phenolic acids. 1. Extraction and purification procedure, "Journal of Agricultural and Food Chemistry" 1982, nr 30. 330–334.
22. Kaderides K., Papaoikonomou L., Serafim M., Goula A.M., Microwave-assisted extraction of phenolics from pomegranate peels: Optimization, kinetics, and comparison with ultrasounds extraction, "Chemical Engineering and Processing - Process Intensification" 2019, nr 137. 1–11.
23. Herrera M. C., Luque de Castro M. D., Ultrasound-assisted extraction for the analysis of phenolic compounds in strawberries, "Analytical and Bioanalytical Chemistry" 2004, nr 379. 1106–1112.
24. Nowosad K., Zastosowanie pulsacyjnego pola elektrycznego (PEF) jako zabiegu wspomagającego ekstrakcję, „Wiadomości Chemiczne” 2022, nr 76. 3-4.
25. Patra A., Abdullah S., Pradhan R.C., Review on the extraction of bioactive compounds and characterization of fruit industry by-products, "Bioresources and Bioprocessing" 2022, nr 9. 14.
26. Ilyas T., Chowdhary P., Chaurasia D., Gnansounou E., Pandey A., Chaturvedi P., Sustainable green processing of grape pomace for the production of value-added products: An overview, "Environmental Technology & Innovation" 2021, nr 23. 101592.
27. Azmir J., Zaidul I.S.M., Rahman M.M., Sharif K.M., Mohamed A., Sahena F., Jahurul M.H.A., Ghafoor K., Norulaini N.A.N., Omar A.K.M., Techniques for extraction of bioactive compounds from plant materials: A review, "Journal of Food Engineering" 2013, nr 117. 426–436.
28. Zdzeszyńska J., Stawska M., Oracz K., Rola białek modyfikujących strukturę ściany komórkowej w regulacji kiełkowania nasion, „Postępy Biologii Komórki” 2016, nr 4. 503-524.
29. Zhang W., Qin W., Li H., Wu A-m., Biosynthesis and Transport of Nucleotide Sugars for Plant Hemicellulose, "Front. Plant Sci." 2021, nr 12. 723128.

30. Quiroz-Castañeda R.E., Folch-Mallol J.L., Plant cell wall degrading and re-modeling proteins: current perspectives, "Biotecnología Aplicada" 2011, nr 28. 4
31. Gligor O., Mocan A., Moldovan C., Locatelli M., Crișan G., Ferreira I.C.F.R., Enzyme-assisted extractions of polyphenols – A comprehensive review, "Trends in Food Science & Technology" 2019, nr 88. 302–315.
32. Verma H., Narnoliya L.K., Jadaun J.S., Pectinase: A Useful Tool in Fruit Processing Industries, "Nutri Food Sci Int J" 2018, nr 5. 5.
33. Chandel V., Biswas D., Roy S., Vaidya D., Verma A., Gupta A., Current Advancements in Pectin: Extraction, Properties and Multifunctional Applications, "Foods" 2022, nr 11. 2683.
34. Kashyap D.R., Vohra P.K., Chopra S., Tewari R., Applications of pectinases in the commercial sector: a review, "Bioresource Technology" 2001, nr 77. 215–227.
35. Lakhundi S., Siddiqui R., Khan N.A., Cellulose degradation: a therapeutic strategy in the improved treatment of Acan-thamoeba infections, "Parasites & Vectors" 2015, nr 8. 23.
36. Żygo M., Prochoń M., Enzymatyczne metody otrzymywania nanowłókien celulozowych, „Eliksir” 2017, nr 1. 5.
37. Bhat M.K., Cellulases and related enzymes in biotechnology, "Biotechnology Advances" 2000, nr 18. 5.
38. Wesołowska-Trojanowska M., Targoński Z., Hemicelulazy – właściwości, otrzymywanie i zastosowanie, „Nauki Inżynierskie i Technologie” 2015, nr 2. 17.
39. Zhang Y., Kong X., Wang Z., Sun Y., Zhu S., Li L., Lv P., Optimization of enzymatic hydrolysis for effective lipid extraction from microalgae *Scenedesmus* sp., "Renewable Energy" 2018, nr 125. 1049–1057.
40. López-Gutiérrez I., Razo-Flores E., Méndez-Acosta H.O., Amaya-Delgado L., Alatríste-Mondragón F., Optimization by response surface methodology of the enzymatic hydrolysis of non-pretreated agave bagasse with binary mixtures of commercial enzymatic preparations, 2021, nr 11. 2923–2935.
41. Fernández K., Vega M., Aspé E., An enzymatic extraction of proanthocyanidins from País grape seeds and skins, "Food Chemistry" 2015, nr. 168. 7–13.
42. Muniglia L., Claisse N., Baudalet P., Ricochon G., Enzymatic aqueous extraction, In F. Chemat, & M. Abbert Vian (Eds.). Alternative solvents for natural products extraction 2014, 167–186.
43. [Kalcheva-Karadzhova K., Shikov V., Mihalev K., Dobrev G., Ludneva D., Penov N., Enzyme-Assisted Extraction of Polyphenols From Rose (*Rosa Damascena* Mill.) Petals, "Food Technology" 2014, nr 18. 65–72.
44. Hosni K., Hassen I., Chaâbane H., Jemli M., Dallali S., Sebei H., Casabianca H., Enzyme-assisted extraction of essential oils from thyme (*Thymus capitatus*

- L.) and rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.): Impact on yield, chemical composition and antimicrobial activity, "Industrial Crops and Products" 2013, nr 47. 291-299.
45. Concepción Ayuso-Yuste M., Bernalte M.J., Gil M.V., Delgado-Adámez J., Cellulase-assisted extraction of phenolic compounds from rice bran (*Oryza sativa* L.): process optimization and characterization, "Food Measure" 2021, nr 15, 1719–1726.
 46. Xu C., Yagiz Y., Borejsza-Wysocki W., Lu J., Gu L., Ramírez-Rodrigues M.M., Marshall M.R., Enzyme release of phenolics from muscadine grape (*Vitis rotundifolia* Michx.) skins and seeds, "Food Chemistry" 2014, nr 157. 20–29.
 47. Wang S., Dong X., Tong J., Optimization of enzyme-assisted extraction of polysaccharides from alfalfa and its antioxidant activity, "International Journal of Biological Macromolecules" 2013, nr 62. 387–396.
 48. Chena H., Zhoua X., Zhangc J., Optimization of enzyme assisted extraction of polysaccharides from *Astragalus membranaceus*, "Carbohydrate Polymers" 2014, nr 111. 567–575.
 49. Mushtaq M., Sultanaa B., Anwar F., Adnanc A., Rizvi S.S.H., Enzyme-assisted supercritical fluid extraction of phenolic antioxidants from pomegranate peel, "J. of Supercritical Fluids" 2015, nr 104. 122–131.
 50. Fu Y., Liu W., Zu Y., Tong M., Li S., Yan M., Efferth T., Luo H., Enzyme assisted extraction of luteolin and apigenin from pigeonpea [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.] leaves, "Food Chemistry" 2008, nr 111. 508–512.
 51. Jha A.K., Sit N., Extraction of bioactive compounds from plant materials using combination of various novel methods: A review, "Trends in Food Science & Technology" 2022, nr 119. 579–591.
 52. Tchabo W., Ma Y., Engmann F. N., Zhang H. Ultrasoundassisted enzymatic extraction (UAEE) of phytochemical compounds from mulberry (*Morus nigra*) must and optimization study using response surface methodology, "Industrial Crops and Products" 2015, nr 63. 214–25.
 53. Zhang G., Hu M., He L., Fu P., Wang L., Zhou J., Optimization of microwave-assisted enzymatic extraction of polyphenols from waste peanut shells and evaluation of its antioxidant and antibacterial activities in vitro. "Food and Bio-products Processing" 2013, nr 91. 158–68.

Autorzy:

dr Natalia Stanek-Wandzel, – Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Ciężkiej Syntezy Organicznej "Błachownia", Kędzierzyn-Koźle,
email: natalia.stanek@icso.lukasiewicz.gov.pl

mgr inż. Alicja Krzyszowska, – Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Ciężkiej Syntezy Organicznej "Błachownia", Kędzierzyn-Koźle,
email: alicja.krzyszowska@icso.lukasiewicz.gov.pl

dr Zofia Hordyjewicz-Baran, – Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Ciężkiej Syntezy Organicznej "Błachownia", Kędzierzyn-Koźle,
email: zofia.hordyjewicz@icso.lukasiewicz.gov.pl

prof. dr hab. inż. Tomasz Wasilewski, – Uniwersytet Radomski im. Kazimierza Pułaskiego, Wydział Inżynierii Chemicznej i Towaroznawstwa,
email: tomasz.wasilewski@uthrad.pl

SPÓŁECZNA ODPOWIEDZIALNOŚĆ

UCZELNI A JAKOŚĆ KSZTAŁCENIA

Beata Detyna

Wstęp

Spółeczna odpowiedzialność biznesu (*Corporate Social Responsibility* - CSR) to współcześnie jedna z kluczowych koncepcji zarządzania, której geneza sięga lat pięćdziesiątych XX w. Zgodnie z jej ideą organizacja zobowiązana jest nie tylko do dbania o własne, ekonomiczne cele, ale także do osiągania długookresowych celów na rzecz społeczeństwa [25, s. 41-51; 3, s. 21-32; 10; 27; 62]. Peter F. Drucker w 2002 roku podkreślał, że „wolne przedsiębiorstwo działające w warunkach wolności ekonomicznej nie może istnieć tylko dlatego, że jest dobre dla biznesu, sens jego istnienia polega na tym, że jest potrzebne społeczeństwu” [18 s. 34]. Najczęściej koncepcja CSR opisywana jest w odniesieniu do organizacji biznesowych, jednak coraz częściej rozważana i prezentowana jest także w kontekście warunków funkcjonowania organizacji non-profit tj. szkoły wyższe [1; 4; 7; 12; 35; 36; 38; 39; 40; 45; 73]. Niezwykle istotne w popularyzowaniu koncepcji odpowiedzialnego społecznie biznesu miało ukazanie się w 1953 r. książki H. R. Bowena, w której autor zdefiniował CSR jako zobowiązanie przedsiębiorcy do prowadzenia polityki, podejmowania decyzji i podążania za takimi liniami działania, które będą pożądane jako cele i wartości społeczeństwa [6, s. 6]. Pierwotnie koncepcja ta skierowana była na decyzje samego przedsiębiorcy, natomiast obecnie wiąże się ją z działalnością całej organizacji [49, s. 93; 5; 8; 19]. Przy tym wskazuje się potrzebę totalnej (kompleksowej, wielowymiarowej) implementacji założeń CSR do wszystkich obszarów funkcjonowania organizacji – szczególnie podkreślając znaczenie środowiska, klientów, pracowników oraz inwestorów [21, s. 64-65; 44; 47; 48]. Zatem ogólnie rzecz ujmując CSR to sposób myślenia o biznesie w każdym jego aspekcie [26, s. 16].

Według K. Davis, R. L. Bloomstrom CSR to koncepcja prowadzenia działalności gospodarczej, której podstawą jest obowiązek wyboru przez kierownictwo takich decyzji i działań, które przyczyniają się zarówno do dbałości o interes własny (np. pomnażanie zysku), jak i do ochrony oraz pomnażania dobrobytu społecznego [16, s. 6]. Zdaniem M. E. Portera i M. R. Kramera organizacja społecznie odpowiedzialna powinna jednocześnie spełniać podstawowe normy ekonomiczne i prawne, działać na rzecz zaspokajania potrzeb szerokiego grona interesariuszy, na rzecz środowiska, a także realizować działania moralnie i etycznie uzasadnione. Jak podkreślają warunkiem realizacji CSR przez firmę jest jej obywatelska postawa [64, s. 85-87]. W 2011 roku opublikowana została systemowa koncepcja CSR (tzw. mo-

del CSR 2.0), którą oparto jest na 5 zasadach tj.: reagowanie (na problemy), kreatywność, skalowalność (rozwiązań oczekiwanych społecznie), globalność (model działania polegający na reagowaniu nie tylko na problemy lokalne, ale także globalne) oraz kółistość (projektowanie działań, które będą zrównoważone od początku cyklu życia produktu/usługi do końca) [2]. Według Komisji Europejskiej społeczna odpowiedzialność biznesu to koncepcja według której organizacje integrują w swoich działaniach troskę o sprawy społeczne i środowiskowe, czyniąc to wspólnie ze swoimi interesariuszami, na zasadzie dobrowolności. Trwałego sukcesu przedsiębiorstwa upatruje się w prowadzeniu ciągłego dialogu z otoczeniem, przy uwzględnianiu ochrony środowiska i budowaniu kapitału społecznego [72; 11; 23; 32; 34; 71; 76]. Zgodnie z Normą PN-ISO 26 000 CSR to odpowiedzialność organizacji za wpływ jej decyzji i działań na społeczeństwo i środowisko zapewniana przez przejrzyste i etyczne postępowanie, które:

- przyczynia się do zrównoważonego rozwoju, w tym dobrobytu i zdrowia społeczeństwa [13; 50],
- uwzględnia oczekiwania interesariuszy [9; 77],
- jest zgodne z obowiązującym prawem i spójne z międzynarodowymi normami postępowania [75],
- jest zintegrowane z działaniami organizacji i praktykowane w jej relacjach [37; 41; 43].

Jednocześnie w Normie PN-ISO 26000 przyjęto siedem kluczowych obszarów społecznej odpowiedzialności biznesu, do których zaliczono: ład organizacyjny, prawa człowieka, praktyki z zakresu pracy, środowisko, uczciwe praktyki operacyjne, zagadnienia konsumenckie, zaangażowanie społeczne i rozwój społeczności lokalnej [46, s. 280; 63, s. 22-26; 54]. Interesujący sposób definiowania CSR przyjęło także Forum Odpowiedzialnego Biznesu, według którego jest to:

- strategia zarządzania, która pozwala minimalizować ryzyko i maksymalizować szansę na powodzenie firmy w długim okresie,
- umiejętność prowadzenia przedsiębiorstwa w taki sposób, aby zwiększyć jego pozytywny wkład w społeczeństwo, a jednocześnie minimalizować negatywne skutki działalności,
- sposób, w jaki organizacja na co dzień traktuje swoich interesariuszy: klientów i partnerów biznesowych, pracowników oraz społeczność lokalną [24; 43].

Światowa Rada Biznesu na Rzecz Zrównoważonego Rozwoju przyjmuje, że społeczna odpowiedzialność organizacji to ciągle zobowiązanie do zachowania etycznego oraz przyczyniania się do zrównoważonego rozwoju ekonomicznego poprzez poprawę jakości życia pracowników i ich rodzin, jak również lokalnej społeczności i społeczeństwa jako całości [13; 73; 79].

Podsumowując różne sposoby definiowania CSR, organizacja pragnąca wdrożyć tę koncepcję powinna być w swoich działaniach prospołeczna i proekologiczna

na. Przy tym odpowiedzialne społecznie praktyki to współcześnie nie tylko przestrzeganie norm etycznych w relacjach z pracownikami, konkurentami i klientami (w przypadku uczelni np. ze studentami, pracodawcami, instytucjami badawczymi itp.), ale także zwiększone inwestycje w zasoby ludzkie, działania na rzecz rozwoju społeczności lokalnej, a także ochronę środowiska [52, s. 98-99; 33, s. 210-21]). Według J. Gustafsona dobrze rozumiana społeczna odpowiedzialność organizacji powinna w praktyce oznaczać, że kadra zarządzająca:

- jest wrażliwa na sprawy, które oddziałują na życie osób, z którymi żyją i pracują,
- rozumie warunki panujące w społeczeństwie i wywiera na nie pozytywny wpływ,
- rozważa społeczne skutki wynikające z podejmowanych decyzji, które mają wpływ na szerokie grupy społeczne (interesariuszy, środowisko itd.),
- ma świadomość nie tylko tego co produkuje lub jakie świadczy usługi, ale także w jaki sposób realizuje swoje cele [31, s. 191].

W Normie PN-ISO 26000 przyjęto siedem kluczowych obszarów społecznej odpowiedzialności biznesu, do których zaliczono: ład organizacyjny, prawa człowieka, praktyki z zakresu pracy, środowisko, uczciwe praktyki operacyjne, zagadnienia konsumenckie, zaangażowanie społeczne i rozwój społeczności lokalnej [46, s. 280; 63, s. 22-2; 14]. Wszystkie obszary CSR mają zdaniem autorki potencjał do tego, aby w sposób korzystny oddziaływać na jakość kształcenia w szkołach wyższych. Opisywana w rozdziale problematyka jest na rynku edukacyjnym bardzo aktualna.

Celem rozdziału jest przedstawienie wyników badań literaturowych i empirycznych dotyczących rozwoju koncepcji społecznej odpowiedzialności uczelni, w tym możliwości jej wpływu na jakość kształcenia. Prezentując wyniki badań autorka wykorzystała swoje doświadczenie praktyczne jako pełnomocniczka rektora ds. społecznej odpowiedzialności uczelni, a także członkini grupy roboczej ds. społecznej odpowiedzialności uczelni przy Ministerstwie Funduszy i Polityki Regionalnej. W publikacji zaprezentowano różne podejścia w sposobach definiowania społecznej odpowiedzialności uczelni - SOU (*University Social Responsibility - USR*), a także konteksty jej praktycznego wykorzystania. W literaturze przedmiotu znajdujemy liczne odniesienia tej koncepcji do wartości konkurencyjnej organizacji, sposobów zarządzania, etyki, konieczności odpowiedzi szkół wyższych na wyzwania gospodarki (w tym potrzeb rynku pracy), budowania relacji społecznych, innowacyjności uczelni, czy działań na rzecz zrównoważonego rozwoju. W publikacji podkreślona została rola interesariuszy szkół wyższych (wewnętrznych i zewnętrznych) oraz kadry zarządzającej uczelniami w praktycznej realizacji polityk (strategii) społecznej odpowiedzialności. Autorka w rozdziale zaprezentowała także rekomendacje i potencjalne korzyści związane z implementacją SOU. Przy tym głównym założeniem autorki podczas przygotowywania publikacji była teza, że

społecznie odpowiedzialna uczelnia to taka, która w sposób ciągły dba o jakość kształcenia, dostosowując programy studiów oraz metody i narzędzia dydaktyczne do zmieniających się potrzeb (różnych grup interesariuszy) i warunków otoczenia. Od jakości kształcenia bowiem uzależniona jest w dużej mierze sytuacja absolwentów na rynku pracy, a to w sposób bezpośredni przekłada się na rozwój społeczno-gospodarczy.

1. Deklaracja społecznej odpowiedzialności uczelni – czy jest nam potrzebna?

Od 2017 roku uczelnie polskie coraz chętniej powiększają grono sygnatariuszy „Deklaracji Społecznej Odpowiedzialności Uczelni”. Ostatnio (w 2022 roku) grono to powiększyło się o kolejnych 77 uczelni i obecnie wynosi 160 szkół wyższych (publicznych i niepublicznych). Praktyczna realizacja Deklaracji ma na celu „ciągłe wzmacnianie zdolności organizacyjnych i zarządczych szkół wyższych poprzez doskonalenie efektywności gospodarowania zasobami, rozwój kadry akademickiej oraz budowanie prestiżu uczelni, jako generatora wiedzy i kreatora nowych idei” [80]. Stanowi ona przy tym dobrowolne zobowiązanie i zaangażowanie uczelni w promowanie idei zrównoważonego rozwoju oraz społecznej odpowiedzialności w programach studiów, badaniach naukowych oraz rozwiązaniach zarządczych i organizacyjnych [80]. Dla wsparcia szkół wyższych w procesie implementacji i rozwoju koncepcji społecznej odpowiedzialności powołano (w 2018 roku) przy Ministerstwie Funduszy i Polityki Regionalnej (MFiPR) Grupę roboczą ds. społecznej odpowiedzialności uczelni (GR ds. SOU). Członkowie GR pracują w niej społecznie, realizując m.in. projekty badawcze. Aktualnie trwają prace dotyczące opracowania Katalogu Dobrych Praktyk SOU za 2022 r. oraz katalogu dobrych praktyk, dotyczących wykorzystywanych w szkołach wyższych narzędzi informacyjno-komunikacyjnych. Koordynatorem GR ds. SOU jest dr hab. Piotr Wachowiak, prof. SGH, Rektor Szkoły Głównej Handlowej w Warszawie, a główne jej zadanie to „podejmowanie działań w partnerstwie ze środowiskiem akademickim na rzecz rozwoju społecznej odpowiedzialności polskich uczelni, a także kształtowanie idei edukacji wyższej w Polsce w oparciu o zasady zrównoważonego rozwoju” [80].

Społeczna odpowiedzialność uczelni według definicji opracowanej przez GR ds. SOU to „strategiczne i systemowe podejście do zarządzania uczelnią, budowania współpracy i dialogu z interesariuszami, które przyczynia się do: zrównoważonego rozwoju, kształtowania wartości i postaw społeczeństwa obywatelskiego, wspierania wartości akademickich i tworzenia nowych idei, podtrzymania oraz rozwoju kompetencji naukowych i dydaktycznych mających wpływ na efektywność działalności i innowacyjności” [80]. W Tym kontekście warto zastanowić się nad potencjalnymi korzyściami z bycia sygnatariuszem „Deklaracji SOU”. Według autorki, która w Akademii Nauk Stosowanych Angelusa Silesiusa pełni funkcję peł-

nomocniczki rektora ds. społecznej odpowiedzialności uczelni i jest członkinią GR ds. SOU należą do nich m.in. takie możliwości jak:

- współpraca z administracją rządową w procesie tworzenia polityki publicznej na rzecz zrównoważonego rozwoju i praktyk społecznej odpowiedzialności, m.in. z MFRiPR oraz GR ds. SOU,
- rozwój sieci partnerstwa i współpracy środowiska akademickiego w Polsce, m.in. w ramach platformy dialogu przy Ministerstwie Inwestycji i Rozwoju,
- kształtowanie nowych idei i wartości etycznych wśród studentów, kadry zarządzającej, pracowników dydaktyczno-naukowych, administracyjnych itd.,
- budowanie pozycji lidera zmian w środowisku akademickim w kierunku rozwoju społecznej odpowiedzialności uczelni,
- upowszechnianie i praktyczne wykorzystywanie publikowanych przez GR ds. SOU (corocznie od 2019 r. dobrych praktyk uczelni w zakresie społecznej odpowiedzialności uczelni, komunikacji itp.,
- uczestniczenie w organizowanych przez GR ds. SOU wydarzeniach konferencyjnych oraz szkoleniowych, poświęconych tematyce zrównoważonego rozwoju i społecznej odpowiedzialności.

Warto podkreślić, że zasady Deklaracji SOU odnoszą się do wszystkich obszarów funkcjonowania uczelni: działalności dydaktycznej, naukowej, organizacji wewnętrznej oraz dialogu z interesariuszami. Dlatego praktyczne wdrażanie tych zasad powinno się wyrażać zaangażowanie uczelni w promowanie zrównoważonego rozwoju i społecznej odpowiedzialności zarówno w programach edukacyjnych, badaniach oraz w kwestiach zarządczych i organizacyjnych. Podczas jednego z webinarów organizowanych przez GR ds. SOU (25.05.2023) podsumowane zostały wyniki prowadzonych badań w zakresie dobrych praktyk uczelni zagranicznych w zakresie społecznej odpowiedzialności. Publicznie zaprezentowano wyniki oparte na danych pozyskanych ze stron internetowych 130 szkół wyższych z 47 krajów. W konkluzjach spotkania podkreślono bardzo istotne kwestie w kontekście rozwoju idei społecznej odpowiedzialności uczelni oraz ich zrównoważonego rozwoju. Podkreślono m.in., że:

- komunikacja jest kluczowym elementem dla realizacji idei SOU,
- nadal relatywnie mała liczba uczelni raportuje działania w ramach SOU, prezentując je na swoich stronach internetowych i Social Mediach,
- jedynie 14% badanych uczelni uwzględnia aspekty SOU w wizji i misji uczelni,
- odrębne strategie SOU stwierdzono u 30% respondentów,
- uczelnie na swoich stronach internetowych relatywnie rzadko informują o jednostkach, czy stanowiskach koordynujących działania SOU w uczelniach,

- przeprowadzone przez GR ds. SOU badania wskazują na relatywnie słaby poziom wdrażania koncepcji SOU na uczelniach,
- w ramach koncepcji SOU rekomenduje się m.in. programy wolontariatu studenckiego dotyczące np. zdrowego stylu życia.

W 2023 roku GR ds. SOU opracowała ankietę, której celem jest wypracowanie dobrych praktyk komunikacyjnych dla uczelni w oparciu o rozwiązania już funkcjonujące w uczelniach oraz identyfikacja wyzwań i barier, na które napotykają interesariusze uczelni w tym zakresie. W badaniach szczególnie aktywnie uczestniczyły te uczelnie, które są sygnatariuszami „Deklaracji społecznej odpowiedzialności”. Formularz ankiety dotyczył procedur regulujących zasady komunikacji, efektywności tych procedur oraz wykorzystywanych w szkołach wyższych kanałów komunikacyjnych. Wyniki badań będą stanowiły podstawę dla diagnozy w zakresie praktyk komunikacji wykorzystywanych w szkołach wyższych. Na jej podstawie GR wypracuje rekomendacje dotyczące dobrych praktyk komunikacyjnych, które zostaną udostępnione wszystkim zainteresowanym. W tym miejscu warto przytoczyć dwanaście zasad, które przyświecają opisywanej Deklaracji SOU. W jej preambule podkreślono szczególną rolę uczelni, jako miejsca tworzenia i przekazywania wiedzy o otaczającej nas rzeczywistości – z uwzględnieniem i stosowaniem zasad społecznej odpowiedzialności we wszystkich obszarach jej działalności, a także upowszechniania tych zasad wśród interesariuszy. Sygnatariusze Deklaracji SOU na rzecz praktycznego realizowania zasad zrównoważonego rozwoju, zapewniania wysokiej jakości badań i edukacji oraz dbania o wszechstronny rozwój społeczności akademickiej zobowiązują się:

- Pielęgnować wartości akademickie zapisane m.in. w „Kodeksie Etyki Pracownika Naukowego”, w szczególności: sumienność, obiektywizm, niezależność, otwartość i przejrzystość;
- Kształtować społeczne i obywatelskie postawy przyszłych elit sprzyjające budowaniu wspólnoty, kreatywności, otwartości oraz komunikacji, a także wrażliwości społecznej i kultury pracy;
- Upowszechniać ideę równości, różnorodności, tolerancji oraz respektować i chronić prawa człowieka w odniesieniu do całej społeczności akademickiej i jej otoczenia;
- Poszerzać programy nauczania o zagadnienia z zakresu etyki i społecznej odpowiedzialności biznesu, zrównoważonego rozwoju i innowacji społecznych;
- Realizować projekty wdrażające zasady społecznej odpowiedzialności, w szczególności dotyczące zarządzania różnorodnością w miejscu pracy, wolontariatu pracowniczego, promocji zasad etyki, współpracy międzysektorowej, marketingu społecznie zaangażowanego;
- Podejmować badania naukowe i prace wdrożeniowe, które w ramach partnerstwa z innymi ośrodkami akademickimi z całego świata, sektorem

przedsiębiorstw, administracją publiczną i organizacjami pozarządowymi przyczyniać się mogą do rozwiązywania istotnych problemów społecznych;

- Rozwijać współpracę międzyuczelnianą, krajową i międzynarodową, umożliwiającą adaptację i wzmacnianie najlepszych praktyk w zakresie społecznej odpowiedzialności uczelni;
- Dbać o ład organizacyjny uczelni, opierając zarządzanie uczelnią na fundamentach społecznej odpowiedzialności, zarówno w dokumentach strategicznych, jak i wynikających z nich działaniach służących wszechstronnemu rozwojowi społeczności akademickiej i skutecznej realizacji misji uczelni;
- Zapewniać przejrzystość prowadzonej przez uczelnię działalności poprzez m.in. mierzenie rezultatów, promowanie i upowszechnianie dorobku oraz wskazanie osoby lub zespołu koordynującego te działania;
- Prowadzić działalność w taki sposób, by minimalizować negatywny wpływ aktywności realizowanych przez społeczność akademicką oraz jej interesariuszy na środowisko przyrodnicze we wszelkich jego wymiarach;
- Prowadzić dialog z interesariuszami na temat priorytetów polityki społecznej odpowiedzialności uczelni oraz informować o jej rezultatach;
- Kierować się zasadami etyki i odpowiedzialności w procesie nauczania i prowadzenia badań naukowych dla zapewniania interesariuszom optymalnych warunków do korzystania z wiedzy, kapitału intelektualnego i dorobku uczelni [80].

O ważności i użyteczności tak zapisanych prospołecznych zasad świadczy 160 podpisanych Deklaracji SOU. Liczba jej sygnatariuszy od 2017 roku ciągle rośnie i stanowi obecnie 44,6% wszystkich szkół wyższych, jakie działały w Polsce w roku akademickim 2022/2023 (było ich 359). Dla tych ośrodków odpowiedź na pytanie – czy jest nam potrzebna Deklaracja SOU niewątpliwie jest twierdząca.

2. Wielowymiarowość społecznej odpowiedzialności uczelni - możliwości i korzyści jej praktycznego wykorzystania

Przyjmując założenie, że społeczna odpowiedzialność uczelni powinna wychodzić naprzeciw potrzebom wszystkich grup jej interesariuszy [15; 20; 22; 51; 53] należy podkreślić, że oczekiwania partnerów dotyczą zwykle trzech generalnych kategorii funkcjonowania i oddziaływania szkół wyższych. Są to zwykle aspekty społeczne (w tym etyczne), kwestie związane z dbałością o środowisko przyrodnicze, a także tzw. ład korporacyjny (m.in. systemowe rozwiązania dotyczące organizacji i zarządzania w uczelni) [28; 29; 55; 56]. W Tab. 1 przedstawiono przykłady potencjalnych możliwości i korzyści implementacji oraz praktycznej realizacji koncepcji SOU w różnych wymiarach i kontekstach działalności uczelni. Wymiary te i konteksty wzajemnie się przenikają i mogą jednocześnie wpływać zarówno na

aspekty społeczne, środowiskowe, jak również dotyczące dydaktyki, organizacji, czy zarządzania szkołą wyższą.

Tab. 1. Potencjalne możliwości i korzyści implementacji oraz praktycznej realizacji koncepcji SOU w różnych wymiarach i kontekstach działalności uczelni

Wymiary i konteksty koncepcji SOU – obszary oddziaływania	Potencjalne możliwości i korzyści implementacji oraz praktycznej realizacji koncepcji SOU w danym obszarze
Etyka	Etyka jako wartość i podstawa podejmowanych w uczelni decyzji – w tym jej wpływ na transparentność procedur, sposobów działania, podejmowania decyzji itp. Przykłady etycznego postępowania wpływają korzystnie nie tylko na wizerunek danej uczelni (co jest pośrednim skutkiem), ale przede wszystkim korzystnie oddziałują na wszystkie grupy interesariuszy – studentów, wykładowców, pracowników administracyjnych, partnerów zewnętrznych – wpływają na wzrost motywacji do pracy i współpracy na rzecz rozwoju danej szkoły wyższej, a także korzystnie oddziałują na budowanie wspólnoty akademickiej, w tym poczucia przynależności, zaufania, akceptacji, satysfakcji, dumy itp.
Odpowiedź na wyzwania gospodarki, w tym rynku pracy	Uczelnia rozwijając partnerskie relacje z podmiotami społeczno-gospodarczymi ma większe szanse na elastyczne dostosowywanie oferty dydaktycznej do potrzeb rynku pracy. Odzwierciedleniem tego dopasowania jest m.in. sytuacja absolwentów poszczególnych kierunków studiów na rynku pracy – o czym informują na bieżąco m.in. raporty pn. Ekonomiczne Losy Absolwentów (ELA), oparte na danych statystycznych pochodzących z Urzędów Pracy. Korzystna sytuacja absolwentów na rynku pracy może ułatwiać wybór kierunku studiów potencjalnym studentom. Odpowiadając na wyzwania rynku pracy uczelnia pokazuje, że jest odpowiedzialna społecznie – dba o przyszłość swoich absolwentów, a także rozwój społeczno-gospodarczy (lokalny, regionalny, krajowy, międzynarodowy, globalny).
Zrównoważony rozwój	Wskazując w dokumentach strategicznych oraz praktycznych działaniach na znaczenie rozwoju we wszystkich aspektach (obszarach) prowadzonej działalności uczelnia buduje zaufanie swoich interesariuszy (wewnętrznych i zewnętrznych). Podejmowane działania na rzecz zrównoważonego rozwoju zmniejszają ryzyko, że niektóre aspekty będą w uczelni za-

	niedbane. Równowaga pomiędzy inwestowaniem w rozwój studentów, pracowników, oczekiwaną przez interesariuszy infrastrukturę (w tym zgodnie z potrzebami osób z niepełnosprawnością), nowe technologie, środowisko, sprawny system organizacyjno-zarządczy, w tym komunikacyjno-informatyczny itp. to sygnał dla wszystkich partnerów, że uczelnia poważnie i w sposób holistyczny podchodzi do prowadzonej przez siebie działalności.
Relacje społeczne	Uczelnia chcąc budować wspólnotę akademicką powinna opierać ją na coraz lepszych relacjach społecznych. Relacje te dotyczą stosunków międzyludzkich pomiędzy samymi studentami i pracownikami, jak również pomiędzy interesariuszami wewnętrznymi i zewnętrznymi uczelni (np. pracownikami naukowo-dydaktycznymi, czy administracyjnymi, a przedstawicielami środowiska społeczno-gospodarczego, akademickiego itd.). Rozwijanie relacji społecznych w praktyce może przełożyć się na zacieśnianie więzi pomiędzy ludźmi i różnego typu organizacjami – co korzystnie może się przełożyć np. na jakość kształcenia, efektywność podejmowanych działań, ilość i jakość realizowanych projektów badawczych itp. Rozwój relacji społecznych może także skutecznie zapobiegać wypaleniu zawodowemu pracowników uczelni.
Zarządzanie	Przenikanie koncepcji SOU do sfery zarządzania może skutkować zmianą jego priorytetów – np. z priorytetów ilościowych na jakościowe. Poszczególne funkcje zarządzania tj. planowanie, organizowanie, motywowanie, czy kontrola nastawione są na osiąganie celów społecznie ważnych (ważnych dla poszczególnych grup interesariuszy). Podejście to związane jest bezpośrednio z chęcią zrównoważonego rozwoju szkoły wyższej, z poszanowaniem zasad etyki, potrzeb społecznych i środowiskowych. Sposób zarządzania bezpośrednio przekłada się na prowadzone w uczelni działania, np. realizację projektów, procesów, czy konkretnych zadań. Styl kierowania może być bardziej lub mniej zcentralizowany, bardziej lub mniej nastawiony na współpracę (pracę zespołową) – a to determinuje pracę w poszczególnych komórkach i jednostkach organizacyjnych uczelni, wpływając na jej skuteczność i efektywność.
Badania naukowe	Realizacja badań naukowych odpowiadających na

	potrzeby społeczne może skutecznie przyciągnąć do współpracy różne grupy interesariuszy, w tym instytucje samorządowe i biznesowe. Transfer wyników badań do otoczenia może przyczynić się m.in. do ich praktycznej implementacji i podniesienia rozwoju społeczno-gospodarczego danej społeczności lokalnej, regionalnej, krajowej, czy międzynarodowej. Interesariusze wewnętrzni i zewnętrzni obserwując, czy uczestnicząc w badaniach mogą być ich promotorami. Badania naukowe wpisujące się w ideę SOU mogą również wpływać na budowanie wspólnoty akademickiej, w tym korzystnie oddziaływać na stopień identyfikowania się z daną uczelnią (jej praktycznymi działaniami), w tym przyciągać interesariuszy zewnętrznych (np. do tworzenia konsorcjów badawczych itp.).
Wartość konkurencyjna	Poprzez zrównoważony stały rozwój uczelnia może podnosić swoją wartość konkurencyjną. Konkurencyjność ta może być rozpatrywana w kontekście wartości uczelni jaką przynosi społeczeństwu (studentom, pracownikom naukowo-dydaktycznym, pracownikom administracyjnym, interesariuszom zewnętrznym, środowisku przyrodniczemu). Uczelnia jest bowiem miejscem potencjalnego rozwoju dla wszystkich zainteresowanych współpracą – powinna dawać możliwości rozwoju i realizacji potrzeb wszystkim grupom interesariuszy. Zatem im większe możliwości prorozwojowe w danej uczelni tym większa jej wartość konkurencyjna (w opinii interesariuszy).
Jakość usług edukacyjnych	Uczelnia społecznie odpowiedzialna to uczelnia kształcąca na wysokim poziomie, przy uwzględnieniu najnowszej wiedzy w danym obszarze (na danym kierunku studiów), istniejących trendów i potrzeb rynku pracy. To uczelnia zatrudniająca specjalistów w danej dziedzinie, którzy w toku pracy zawodowej stale uzupełniają zarówno swoją wiedzę teoretyczną, jak również umiejętności (w tym zdobywane poza uczelnią). Rozwój kompetencji zawodowych wykładowców, w tym umiejętności jest szczególnie ważny na studiach o profilach praktycznych. Uczelnia społecznie odpowiedzialna poszukuje źródeł finansowania m.in. szkoleń i kursów, dedykowanych pracownikom (w tym dotyczących umiejętnego wykorzystywania różnych metod i technik nauczania). Jakość usług edukacyjnych może wynikać również z poziomu

	współpracy pomiędzy uczelnią, a przedstawicielami otoczenia społeczno-gospodarczego (ryнку pracy) – np. ich wkładem w tworzenie programów studiów (w tym planów studiów, zakładanych kierunkowych efektów uczenia się, założeń dotyczących poszczególnych kart przedmiotów itp.). Społecznie odpowiedzialna postawa uczelni dotyczy także przyjętego w niej systemu zapewnienia jakości kształcenia – w tym jej ewaluacji i ciągłego doskonalenia.
Innowacyjność	Praktyczna realizacja koncepcji SOU w wymiarze innowacji to takie ponoszenie nakładów inwestycyjnych, a także wdrażanie takich rozwiązań organizacyjnych, które na pierwszym miejscu stawiają kwestię jak najlepszego zaspokojenia zróżnicowanych potrzeb społecznych (studentów, pracowników, partnerów z otoczenia społeczno-gospodarczego itp.). W działaniach innowacyjnych powinno się zatem uwzględniać potrzebę rozpoznania tych zróżnicowanych (niekiedy sprzecznych) potrzeb. Z drugiej strony uczelnia działająca na rzecz ciągłego rozwoju idei SOU w sposób ciągły poszukuje sposobów na doskonalenie podejmowanych działań we wszystkich obszarach (w dydaktyce, nauce, organizacji, komunikacji itd.) – a te dążenia generują postawy kreatywne i wyzwalają bycie innowacyjnym. Chodzi przy tym o wyzwianie kreatywności u wszystkich zainteresowanych osób/grup (interesariuszy uczelni) i pobudzanie do działań innowacyjnych. W uczelni to przykładowo wdrożenie niestandardowych rozwiązań organizacyjnych, podyktowanych istniejącymi potrzebami np. studentów, czy pracowników.
Przedsiębiorczość	Postawa przedsiębiorcza w uczelni to m.in. postawa nastawiona na podejmowanie działań w sposób racjonalny, podyktowany dobrym rozpoznaniem sytuacji (potrzeb i możliwości), to przeciwdziałanie marnotrawstwu zasobów (ludzkich, czasowych, finansowych itd.), wykorzystywanie istniejących szans, budowanie na „silnych” stronach, to uwzględnianie ryzyka przy podejmowaniu nowych wyzwań, to także umiejętność budowania sieci partnerskich powiązań (relacji) na rzecz stałego rozwoju uczelni, w tym podnoszenia jej wartości (wartości ocenianej przez społeczeństwo, np. studentów, społeczeństwo lokalne itd.). Uczenia społecznie odpowiedzialna to taka, która dla dobra swoich interesariuszy (w tym studen-

	tów i pracowników) podejmuje działania przedsiębiorcze – zmienia się dla nich i poprzez nich, przy ich współudziale. Z pojęciem przedsiębiorczości w sposób bezpośredni wiąże się innowacyjność.
Marketing	Celem rozwoju koncepcji SOU nie powinna być chęć poprawy wizerunku uczelni, lecz rzeczywista potrzeba stałego budowania i wzmacniania integralności społeczności akademickiej (budowania jej tożsamości, kultury organizacyjnej itp.). Odpowiedzialność szkoły wyższej to m.in. prospołeczna i prośrodowiskowa działalność edukacyjna, w tym poprzez marketing. W tym kontekście istotna jest promocja idei SOU – z prezentacją np. w Internecie dobrych praktyk (przykładów konkretnych działań) na rzecz środowiska, społeczności lokalnej, rozwoju nauki itp.

(opracowanie własne)

Potencjalne możliwości i korzyści implementacji oraz praktycznej realizacji koncepcji SOU w różnych wymiarach i kontekstach działalności uczelni pokazują nam jej złożoność i wieloaspektowość. Cechę tę należy uwzględnić zarówno w procesie projektowania, jak i realizacji strategii społecznej odpowiedzialności – ważne, aby uwzględnić wszystkie obszary prowadzonej w uczelni działalności oraz wszystkie zainteresowane grupy.

3. Odpowiedzialność społeczna a jakość kształcenia

Przeprowadzone badania literaturowe oraz empiryczne pozwoliły na zaprezentowanie w rozdziale przykładów potencjalnego wpływu realizacji zasad SOU na jakość kształcenia. Autorka do analiz wykorzystała swoją praktykę jako pełnomocniczka rektora ds. społecznej odpowiedzialności uczelni, a także wiedzę oraz doświadczenie wynikające ze współpracy jako członkini grupy roboczej ds. społecznej odpowiedzialności uczelni przy Ministerstwie Funduszy i Polityki Regionalnej. W Tab. 2 w syntetyczny sposób zaprezentowane zostały wyniki prowadzonych od 2022 roku badań w zakresie realizacji w polskich uczelniach koncepcji SOU.

Tab. 2. Potencjalny wpływ realizacji dwunastu zasad społecznej odpowiedzialności uczelni na jakość kształcenia

Lp.	Zasady społecznej odpowiedzialności uczelni	Potencjalny wpływ realizacji zasad SOU na jakość kształcenia
1.	Pielegnować wartości akademickie zapisane m.in. w „Kodeksie Etyki Pracownika Na-	Na ocenianą przez studentów jakość kształcenia składa się wiele aspektów, w tym postawa wykładowcy, jego etyka pracy, sposób komunikowania się, profesjonalne podejście do prowadzonych zajęć, w tym obiektywizm

	ukowego”, w szczególności: sumienność, obiektywizm, niezależność, otwartość i przejrzystość.	i niezależność np. od poglądów religijnych, czy politycznych. Ważna jest w tym kontekście przejrzystość zasad, które dotyczą realizacji np. danego przedmiotu – w tym szczególnie zasad weryfikacji zakładanych efektów uczenia się.
2.	Kształtować społeczne i obywatelskie postawy przyszłych elit sprzyjające budowaniu wspólnoty, kreatywności, otwartości oraz komunikacji, a także wrażliwości społecznej i kultury pracy.	Praktyczna realizacja tej zasady potencjalnie powinna wpłynąć na rozwój m.in. metod i narzędzi dydaktycznych wykorzystywanych przez wykładowców podczas realizacji zajęć ze studentami (szczególnie zajęć o charakterze praktycznym – ćwiczeń, laboratoriów itp.). Dla kształtowania społecznych i obywatelskich postaw przyszłych elit studenci powinni być zachęcani m.in. do współpracy, pracy zespołowej, aktywności w Samorządzie Studenckim i kołach naukowych, realizacji projektów badawczo-rozwojowych na rzecz społeczności lokalnych. Wykładowcy w ramach realizowanych zajęć dydaktycznych powinni zachęcać studentów do kreatywności i wyzwalać w nich poczucie wspólnoty. Zgodnie z ideą SOU, podczas realizacji zadań (działań) o charakterze dydaktycznym, naukowym, czy organizacyjnym budowana powinna być kultura organizacyjna oparta na wrażliwości społecznej. Takie postawy potencjalnie będą sprzyjały podnoszeniu jakości pracy (w tym współpracy) studentów – co bezpośrednio przełoży się na jakość kształcenia, w tym osiągnięte efekty uczenia się.
3.	Upowszechniać ideę równości, różnorodności, tolerancji oraz respektować i chronić prawa człowieka w odniesieniu do całej społeczności akademickiej i jej otoczenia.	Realizacja tej zasady potencjalnie wpłynie na poprawę komunikacji pomiędzy wszystkimi grupami interesariuszy uczelni, w tym studentami, wykładowcami, pracownikami administracyjnymi, przedstawicielami otoczenia społeczno-gospodarczego itd. Równe i sprawiedliwe podejście wykładowcy do wszystkich studentów np. podczas realizacji zajęć (w tym weryfikacji efektów uczenia się) korzystnie wpłynie na panującą atmosferę i będzie przyczyniało się do budowania zaufania oraz poczucia własnej wartości u studentów (ich podmiotowości). Takie poczucie może wpływać motywująco na chęć rozwoju osobistego i zawodowego studentów, w tym na chęć współpracy z danym wykładowcą (uczenia się od niego). Realizacja tej zasady wiąże się z poczuciem bezpieczeństwa wszystkich grup interesariuszy uczelni. Bezpieczeństwo jest jednym z podstawowych warunków, niezbędnych do prowadzenia działalności, w tym wpływa na jakość kształcenia.
4.	Poszerzać programy nauczania o zagadnie-	Na ocenianą przez studentów, a także pracodawców jakość kształcenia wpływa adekwatność programu studiów

	nia z zakresu etyki i społecznej odpowiedzialności biznesu, zrównoważonego rozwoju i innowacji społecznych.	do współczesnych potrzeb i wyzwań. Istotne jest odpowiednie zaplanowanie przedmiotów, ich sekwencja, formy realizacji, liczby godzin itp. Kluczowym są w tym kontekście zakładane kierunkowe i przedmiotowe efekty uczenia się. Współczesne organizacje coraz częściej włączają do swoich strategii i działań operacyjnych cele i zadania zgodne z ideą CSR. Oczekuje się zatem od pracowników znajomości tej koncepcji. Absolwenci uczelni powinni zatem posiadać niezbędną wiedzę na temat zagadnień z zakresu etyki, społecznej odpowiedzialności, czy zrównoważonego rozwoju. To zapewni lepszą komunikację i zrozumienie podejmowanych przez różnego typu organizacje działań na rzecz środowiska i rozwoju społeczności lokalnej. Wiedza studentów z zakresu CSR może pobudzić ich do kreatywnego działania podczas realizacji np. prospołecznych, czy proekologicznych projektów. Może ona wyzwać inicjatywy, których praktyczne wdrożenie będzie korzystnie wpływać na rzecz społeczności lokalnych itd.
5.	Realizować projekty wdrażające zasady społecznej odpowiedzialności, w szczególności dotyczące zarządzania różnorodnością w miejscu pracy, wolontariatu pracowniczego, promocji zasad etyki, współpracy międzysektorowej, marketingu społecznie zaangażowanego.	Realizacja tej zasady może przykładowo wywołać oddolne inicjatywy dotyczące współpracy pracowników dydaktycznych podczas realizacji zajęć (lepszego komunikacji, wymiany doświadczeń, lepszego planowania zajęć w oparciu o informacje od innych wykładowców itp.). Na poprawę jakości kształcenia może wpłynąć np. rozwój współpracy pomiędzy danym wykładowcą, a przedstawicielami otoczenia społeczno-gospodarczego (praktykami), których wiedza i doświadczenie mogłyby zostać wykorzystane podczas zajęć praktycznych (ćwiczeń, laboratoriów itp.). Przykład aktywnej postawy wykładowcy, który w sposób nieszablonowy realizuje cele danego przedmiotu może być wykorzystany przez innych – stać się dla nich zachętą do podobnych działań. Wskazywanie przez uczelnię znaczenia społecznej odpowiedzialności (w różnych aspektach i poprzez równe działania) powinno korzystnie wpływać na programy studiów i sposoby ich realizacji.
6.	Podejmować badania naukowe i prace wdrożeniowe, które w ramach partnerstwa z innymi ośrodkami akademickimi z całego świata, sektorem przedsiębiorstw, admi-	Realizacja tej zasady może korzystnie wpłynąć na działania w ramach prowadzonych zajęć dydaktycznych (przedmiotów), praktyk zawodowych, staży, pracy studentów w kołach naukowych, w Samorządzie Studentkim itp. Stałe rozwijanie współpracy pomiędzy różnymi grupami interesariuszy korzystnie wpływa na ofertę dydaktyczną uczelni, w tym oferowane studia, studia podyplomowe, szkolenia i kursy. Poprzez wymianę wiedzy

	nistracją publiczną i organizacjami pozarządowymi przyczyniać się mogą do rozwiązywania istotnych problemów społecznych.	i doświadczeń uczelnia lepiej rozumie przemiany, które występują w otoczeniu społeczno-gospodarczym (lepiej rozpoznaje potrzeby rynku pracy, potrzeby społeczności lokalnej itp.). Praktyczna realizacja koncepcji SOU może wpłynąć na wybór tematyki (obszarów badawczych) dotyczących np. prac dyplomowych (licencjackich, inżynierskich, magisterskich) oraz prac naukowych (doktorskich, habilitacyjnych) – tak, aby prace coraz częściej dotyczyły rozwiązywania społecznie istotnych problemów.
7.	Rozwijać współpracę międzyuczelnianą, krajową i międzynarodową, umożliwiającą adaptację i wzmacnianie najlepszych praktyk w zakresie społecznej odpowiedzialności uczelni.	Na drodze rozwoju idei SOU korzystne jest czerpanie z doświadczeń innych uczelni (polskich i zagranicznych). Rozwój współpracy z partnerską uczelnią, która ma już tradycję i wieloletnie doświadczenie w zakresie promowania idei społecznej odpowiedzialności może skutecznie przyspieszyć i usprawnić realizację zadań w ramach SOU. Wskazywanie pozytywnych efektów działań uczelni społecznie odpowiedzialnych (partnerskich) może skutecznie motywować środowisko akademickie do pełniejszego wdrażania i rozwoju koncepcji SOU.
8.	Dbać o ład organizacyjny uczelni, opierając zarządzanie uczelnią na fundamentach społecznej odpowiedzialności, zarówno w dokumentach strategicznych, jak i wynikających z nich działaniach służących wszechstronnemu rozwojowi społeczności akademickiej i skutecznej realizacji misji uczelni.	Formalnym początkiem działalności operacyjnej uczelni jest jej wizja, misja i strategia. Teksty dokumentów strategicznych są powszechnie znane (udostępnione na stronie uczelni dla wszystkich zainteresowanych). Już poprzez lekturę samych dokumentów strategicznych widzimy na jakie cele strategiczne skierowane są wysiłki osób zarządzających i pracowników uczelni. Poprzez strategię wskazywany jest kierunek rozwoju uczelni. Odniesienie się w tych dokumentach do idei społecznej odpowiedzialności oraz zrównoważonego rozwoju powoduje, że planowane na każdy rok akademicki projekty i działania (zadania) powinny opierać się na wartościach uznanych za kluczowe. To zatem pewien kompas z właściwym kierunkiem rozwoju. Organizacja i zarządzanie oparte na społecznej odpowiedzialności powinny uwzględniać potrzeby m.in. studentów i pracowników w zakresie przejrzystości procedur, poprawności zapisów w dokumentach (ich kompatybilności z przepisami prawa), a także spójności i precyzji zapisów w regulaminach. Elementy te, które stanowią składową funkcjonującego w uczelni systemu wpływają m.in. na jakość realizowanych zadań dydaktycznych, naukowych, organizacyjnych itd.
9.	Zapewniać przejrzystość prowadzonej przez uczelnię działalności	Przejrzystość prowadzonej przez uczelnię działalności, w tym dotyczącej rozwoju idei SOU sprzyja dobrej komunikacji pomiędzy różnymi grupami jej interesariuszy.

	ności poprzez m.in. mierzenie rezultatów, promowanie i upowszechnianie dorobku oraz wskazanie osoby lub zespołu koordynującego te działania.	Motywatorem dla różnych osób/grup mogą stać się systematycznie przekazywane informacje na temat stopnia realizacji pewnych zadań (celów), zakładanych efektów itp. Budowaniu społeczności akademickiej służy m.in. upowszechnianie informacji na temat dorobku pracowników. Dzięki tej wiedzy możliwa jest szybsza i efektywniejsza wymiana np. kontaktów, które mogą być początkiem np. nowych projektów badawczo-rozwojowych. Zasada ta wpisuje się w budowanie coraz lepszej w uczelni i z uczelnią komunikacji.
10.	Prowadzić działalność w taki sposób, by minimalizować negatywny wpływ aktywności realizowanych przez społeczność akademicką oraz jej interesariuszy na środowisko przyrodnicze we wszelkich jego wymiarach.	Troska o środowisko przyrodnicze wpisuje się w działania SOU oraz zrównoważonego rozwoju i powinna przejawiać się zarówno w działalności dydaktycznej, naukowej, jak i organizacyjnej. W programach studiów na wszystkich kierunkach warto w tym kontekście wprowadzać przedmioty i/lub zajęcia, podczas których studenci będą mogli zdobywać wiedzę i rozwijać swoje praktyczne umiejętności w zakresie dbania o środowisko. Rozwój kompetencji w tym obszarze powinien korzystnie wpływać m.in. na wybór przez studentów tematyki prac dyplomowych np. aplikacyjnych, mających na celu ochronę środowiska, rozwój przestrzeni publicznej, podnoszenie jakości życia mieszkańców danego obszaru itp. Świadomość znaczenia tej problematyki może wpłynąć na decyzje dotyczące prac badawczych, sposobów realizacji projektów, sposobów działania przy organizacji imprez masowych itd. Wszystko co robimy łączy się bowiem z wpływem na środowisko.
11.	Prowadzić dialog z interesariuszami na temat priorytetów polityki społecznej odpowiedzialności uczelni oraz informować o jej rezultatach.	Dialog z przedstawicielami otoczenia społeczno-gospodarczego w zakresie realizacji koncepcji SOU ma kluczowe znaczenie, ponieważ społeczna odpowiedzialność wymaga współpracy. Współpraca ta może być początkiem np. oczekiwanych przez społeczność lokalną projektów, inwestycji itp. W ich realizację mogą być włączeni np. studenci, którzy będą realizowali poszczególne zadania w ramach np. danego przedmiotu – przykładowo w ramach zaliczenia przedmiotu studenci wykonują (współpracując z partnerem z otoczenia) społecznie oczekiwany projekt. W ten sposób uczymy studentów wykorzystywać wiedzę w praktyce – co ma szczególne znaczenie na studiach o profilach praktycznych.
12.	Kierować się zasadami etyki i odpowiedzialności w procesie nauczania i prowadze-	Kierowanie się przez wykładowców zasadami etyki i odpowiedzialności korzystnie wpływa na tworzenie warunków do nauki, w tym do kreatywnego, samodzielnego i krytycznego myślenia studentów. Takie warunki za-

	nia badań naukowych dla zapewniania interesariuszom optymalnych warunków do korzystania z wiedzy, kapitału intelektualnego i dorobku uczelni.	pewniają im poczucie bezpieczeństwa i wolności twórczej, przez co możemy oczekiwać lepszych efektów kształcenia. Zasady te dotyczą również prowadzenia działalności naukowej, w tym współpracy z przedstawicielami innych ośrodków akademickich i badawczo-naukowych, a także przedstawicielami otoczenia społeczno-gospodarczego (np. biznesu, samorządu). Poprzez rozwój pracowników i podnoszenie jakości badań naukowych uczelnia korzystnie wpływa na jakość prowadzonych zajęć dydaktycznych. Informacja o prowadzonych w uczelni badaniach powinna docierać do studentów oraz być transferowana do otoczenia – co powinno wzmacniać pozycję uczelni na rynku, podnosić jej prestiż i w konsekwencji poprawiać wizerunek.
--	---	---

(opracowanie własne)

Z przedstawionych w Tab. 2 wyników analizy wynika, że potencjalne korzyści jakie mogą wynikać dla uczelni z wdrożenia i realizowania koncepcji społecznej odpowiedzialności w znaczącym stopniu związane są z poprawą jakości kształcenia. Na pozytywne efekty składają się przede wszystkim takie działania jak:

- powszechne stosowanie zapisów „Kodeksu Etyki Pracownika Naukowego”, w tym sumienności, obiektywizmu, niezależności, otwartości i przejrzystości,
- ciągle inwestowanie w poprawę warunków panujących w środowisku uczelni, w tym w jej infrastrukturę,
- ciągle udoskonalanie procesów, które wpływają na społeczność akademicką, lokalną oraz środowisko przyrodnicze,
- ciągle poszukiwanie i wprowadzenie skuteczniejszych i efektywniejszych sposobów organizacyjnych i zarządczych [17; 30].
- Na listę potencjalnych korzyści z implementacji idei SOU można wpisać.:
- większa integracja społeczności akademickiej (w tym interesariuszy zewnętrznych) wokół działań na rzecz uczelni,
- budowanie reputacji uczelni jako instytucji społecznie odpowiedzialnej,
- poprawa komunikacji i zaangażowania wszystkich studentów, pracowników oraz współpracujących z uczelnią podmiotów - co sprzyja zacieśnianiu relacji, powstawaniu efektu synergii oraz budowaniu społeczności akademickiej,
- wzrost efektywności pracy poprzez poprawę i racjonalizację procesów (we wszystkich obszarach działalności),
- przyciąganie funduszy inwestycyjnych (środków zewnętrznych), jako wyraz zaufania do uczelni dobrze realizującej zadania społeczne,
- integracja z lokalną społecznością,
- lepsze (głębsze) relacje z interesariuszami zewnętrznymi, współpracującymi z uczelnią – co może wyrażać się m.in. w realizacji wspólnych projek-

- tów, organizowaniu wydarzeń, imprez popularno-naukowych, kulturalnych, sportowych, charytatywnych i społecznie ważnych inwestycji,
- większe zainteresowanie podjęciem pracy przez nowych pracowników w uczelni,
 - większa zdolność do utrzymania swoich pracowników,
 - zwiększona motywacja i pobudzona kreatywność pracowników uczelni,
 - zmniejszone ryzyko procesów sądowych,
 - pozytywny oddźwięk ze strony mediów, które wpływają na budowę dobrego wizerunku uczelni,
 - poprawa wizerunku uczelni wynikająca z jej większej zdolności do współpracy (np. z lokalną społecznością).

Wymienione korzyści mają długofalowy charakter i wymagają konsekwentnej realizacji zasad zgodnych z Deklaracją SOU. Ich lista może zatem się zmienić, w tym skrócić lub wydłużyć, w zależności od rzeczywiście prowadzonych przez uczelnię działań.

Podsumowanie

Przegląd literatury przedmiotu oraz badania własne autorki wskazują na to, że istnieje wyraźne powiązanie pomiędzy realizacją idei społecznej odpowiedzialności uczelni a jej jakością kształcenia. Na jakość tą wpływa szereg czynników, nie tylko związanych z bezpośrednim prowadzeniem zajęć dydaktycznych. Niezwykle istotne są w tym kontekście podejmowane działania organizacyjne i zarządcze, w tym dotyczące rzeczywistej współpracy pomiędzy uczelnią, a jej wszystkimi grupami interesariuszy [57; 58; 59; 65; 66; 69]. Społeczna odpowiedzialność uczelni wyraża się bowiem w takim działaniu, aby przysparzało ono korzyści wszystkim zainteresowanym – studentom, pracownikom, pracodawcom itd. [60; 61; 70; 74]. Pewnym kluczem do sukcesu mogą być stale podejmowane działania na rzecz poprawy komunikacji pomiędzy zainteresowanymi stronami, a także budowanie zintegrowanej wokół uczelni społeczności akademickiej [67; 68; 78]. Przy tym powodzenie implementacji koncepcji SOU wymaga zdaniem autorki rozważenia i podjęcia działań w wielu obszarach, w tym:

- zakomunikowania wszystkim studentom, pracownikom oraz interesariuszom zewnętrznym uczelni gotowości zarządzających do przyjęcia i rozwoju idei SOU;
- przemyślenia sposobu ujęcia (uwzględnienia) przyjmowanej koncepcji w dokumentach o znaczeniu strategicznym, w tym w: wizji, misji, strategii rozwoju, strategii SOU, polityce jakości itp.;
- przyjęcia rozwiązań systemowych, w tym struktury organizacyjnej, które będą korzystnie wpływały na podejmowanie działań (realizację zadań) na rzecz budowania uczelni społecznie odpowiedzialnej;

- opracowania dopasowanego do indywidualnych potrzeb pracowników uczeni systemu motywacyjnego, którego zadaniem będzie pobudzanie zaangażowania, kreatywności i innowacyjności w zakresie wdrażania idei SOU;
- powołania pełnomocnika lub menedżera (koordynatora) ds. SOU, który będzie odpowiedzialny za podejmowanie inicjatyw i nadzór nad wdrażaną i realizowaną koncepcją;
- podjęcia działań w celu przekonania kadry zarządzającej poszczególnymi komórkami i jednostkami organizacyjnymi uczelni, a także wszystkich pracowników (administracyjnych, naukowo-dydaktycznych itd.) do zasadności filozofii SOU;
- Informować wszystkich interesariuszy CSR o podejmowanych bieżących działaniach, a także osiągniętych sukcesach;
- rozważenia pozyskania partnerów (np. jednostek samorządu terytorialnego, organizacji pozarządowych, przedsiębiorstw prywatnych itd.) dla zwiększenia siły oddziaływania programu SOU;
- zaplanowania polityki rozwoju kompetencji pracowników – przy czym powinny być to działania skonsultowane z interesariuszami wewnętrznymi i zewnętrznymi (kierownictwem, pracownikami, organizatorami szkoleń, pracodawcami itp.);
- zaplanowania stałego monitoringu osiągniętych wyników w ramach programu SOU – przykładowo zbudowania karty wyników SOU lub innego sposobu raportowania osiągniętych efektów.

Pełna implementacja koncepcji społecznej odpowiedzialności uczelni wymaga przyjęcia nie tylko działań na poziomie strategicznym, ale także perspektywy systemowej, co w praktyce może oznaczać konieczność modyfikacji dotychczas realizowanego modelu zarządzania. W kontekście jakości kształcenia warto podkreślić, że projektując wdrożenie oraz realizację SOU należy pamiętać nie tylko o wymiarze zewnętrznym (lokalnej społeczności, współpracujących instytucjach, ochronie środowiska), ale także o wymiarze wewnętrznym - pracownikach, kulturze organizacyjnej, właściwej strukturze organizacyjnej oraz etycznych zasadach obowiązujących w środowisku akademickim. To od motywacji i zaangażowania wszystkich pracowników uczelni zależeć będzie powodzenie wdrażanych reguł SOU. Wymagana jest zatem dokładna analiza nie tylko potrzeb pracowników, ale także wpływu proponowanych działań na motywację i poczucie lojalności. Autorka publikacji przykładowo proponuje wykorzystanie tzw. „mapy” odpowiedzialności uczelni wobec pracowników [17, s. 42-43]. „Mapa” ta mogłaby obejmować aspekty, w ramach których zaproponowane zostaną konkretne działania. Przykładowo mogą to być następujące aspekty: warunki zatrudnienia, bezpieczeństwo i ochrona zdrowia pracowników, rozwój pracowników, satysfakcja i komunikacja, zaangażowanie pracowników w organizację i zarządzanie, równe szanse, równowaga, wolontariat

pracowniczy itp. Działania realizowane w ramach tych aspektów, wpisując się w koncepcję SOU mogą korzystnie wpłynąć na podniesienie jakości kształcenia oraz realizacji prac badawczych, w tym prac realizowanych wspólnie z przedstawicielami otoczenia społeczno-gospodarczego.

Reasumując warunkiem skutecznej implementacji i funkcjonowania koncepcji SOU, która będzie pozytywnie (stymulująco) oddziaływać na jakość kształcenia będzie opracowanie i realizacja strategii na miarę potrzeb i możliwości danej uczelni. Chodzi o potrzeby jej interesariuszy oraz możliwości wynikające np. z posiadanych zasobów ludzkich, wiedzy, środków finansowych, infrastruktury itp.

Celem rozdziału jest przedstawienie wyników badań literaturowych dotyczących rozwoju koncepcji społecznej odpowiedzialności uczelni, w tym możliwości jej wpływu na jakość kształcenia. W publikacji zaprezentowano różne podejścia w sposobach definiowania społecznej odpowiedzialności uczelni, a także konteksty praktycznego wykorzystania SOU. W literaturze przedmiotu znajdujemy liczne odniesienia tej koncepcji do wartości konkurencyjnej organizacji, sposobów zarządzania, etyki, konieczności odpowiedzi szkół wyższych na wyzwania gospodarki (w tym potrzeb rynku pracy), budowania relacji społecznych, innowacyjności uczelni, czy działań na rzecz zrównoważonego rozwoju. W sposób szczególny podkreślony został wpływ interesariuszy szkół wyższych (wewnętrznych i zewnętrznych), w tym kadry zarządzającej na praktyczną realizację strategii społecznej odpowiedzialności. Autorka w rozdziale zaprezentowała także rekomendacje i potencjalne korzyści związane z implementacją SOU.

Słowa kluczowe: uczelnia, społeczna odpowiedzialność uczelni, jakość kształcenia, zarządzanie uczelnią

UNIVERSITY SOCIAL RESPONSIBILITY AND THE QUALITY OF EDUCATION

The aim of the chapter is to present the results of literature and empirical research on the development of the concept of university social responsibility, including the possibility of its impact on the quality of education. The publication presents various approaches to defining university social responsibility, as well as the contexts of its practical use. In the literature on the subject, we find numerous references to this concept to the competitive value of organizations, management methods, ethics, the need for universities to respond to the challenges of the economy (including the needs of the labor market), building social relations, university innovation, and activities for sustainable development. The influence of university stakeholders (internal and external), including management staff, on the practical implementation of the social responsibility strategy was particularly emphasized. In the chapter, the author also presented recommendations and potential benefits related to the implementation of university social responsibility.

Keywords: university, university social responsibility, education quality, university management

Bibliografia

1. Ali M., Mustapha I., Osman S., Hassan U., University social responsibility: A review of conceptual evolution and its thematic analysis, "Journal of Cleaner Production", vol. 286, 2021, doi: 10.1016/j.jclepro.2020.124931.
2. Bachnik K., Rewolucja w CSR - wywiad z W. Visserem „Harvard Business Review Polska”, dodatek „Odpowiedzialny biznes”, lipiec 2011, <https://odpowiedzialnybiznes.pl/artykuly/rewolucja-w-csr-wywiad-z-w-visserem/> (dostęp 23.09.2023).
3. Barcik R., Dziwiński P., Społecznie odpowiedzialna restrukturyzacja zatrudnienia, Imperatyw przedsiębiorczości a odpowiedzialność przedsiębiorcy, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu”, nr 419, 2016, doi: 10.15611/pn.2016.419.02.
4. Barrera-Rodríguez A. M., Echeverri-Gutiérrez P. A., Redondo-Ramírez I., Hernández-Ramírez L., University social responsibility: bibliometric analysis and research trends, "The International Journal of Educational Management", vol. 37, no. 4, 2023, doi: 10.1108/IJEM-12-2021-0467.
5. Bolibok P., Kasprzak-Czelej A., Zinzuk B., Społeczna odpowiedzialność biznesu w perspektywie zmian i wyzwań współczesnej gospodarki, Wyd. UMCS, Lublin 2022.
6. Bowen, H.R., The Social Responsibilities of the Businessman, Harper, New York 1953.
7. Buchta K., Jakubiak M., Skiert M., Wilczewski A., University social responsibility – theory vs. practice, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu”, nr 520, 2018, doi: 10.15611/pn.2018.520.02.
8. Buczkowski B., Dorożyński T., Kuna-Marszałek A., Serwach T., Wieloch J., Społeczna odpowiedzialność biznesu. Studia przypadków firm międzynarodowych, Wydawnictwo uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2016.
9. Buglewicz K., Społeczna odpowiedzialność biznesu. Nowa wartość konkurencyjna, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2018.
10. Carayannis E. G., Morawska-Jancelewicz J., The Futures of Europe: Society 5.0 and Industry 5.0 as Driving Forces of Future Universities, "Journal of the Knowledge Economy", vol. 13, no. 4, 2022, doi: 10.1007/s13132-021-00854-2.
11. Castro A. J., Zanello L., Lizcano J., Daza A., USR as a Tool for Meeting the SDGs: A Systematic Review, "Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje", vol. 17, no. 1, 2022, doi: 10.1109/RITA.2022.3149982.
12. Chumaceiro Hernandez A., Hernandez Garcia de Valenzio J., Velazco Hernández J., Lagusev Y., Rogozhina A., "The Impact of Sustainable Devel-

-
- opment and Social Responsibility on Quality Education, "Journal of Environmental Management and Tourism", vol. 13, no. 1, 2022, doi: 10.14505/jemt.v13.1(57).05.
13. Cichowicz E., Nowak A. K., Społeczna odpowiedzialność wyższych uczelni w Polsce jako przejaw realizacji idei ekonomicznej teorii zrównoważonego rozwoju, „Gospodarka w Praktyce. i Teorii”, 50(1), 2018, doi: 10.18778/1429-3730.50.01.
 14. Cicirko M., Znaczenie czynników środowiskowego, społecznego i ładu korporacyjnego (ESG) we współczesnej gospodarce. Percepcja inwestycji ESG wśród studentów uczelni ekonomicznej, „Ubezpieczenia Społeczne. Teoria i Praktyka”, 151(4), 2022, doi: 10.5604/01.3001.0015.8055.
 15. Comoli M., Gelmini L., Minutiello V., Tettamanzi P., University social responsibility: The case of Italy, "Administrative Sciences", vol. 11, no. 4, 2021, doi: 10.3390/admsci11040124.
 16. Davis, K., Bloomstrom, R.L., Business and Society: Environment and Responsibility, McGraw-Hill, New York 1975.
 17. Detyna B., Biznes a administracja publiczna w kontekście koncepcji CSR, [w:] Problemy przeobrażeń współczesnego społeczeństwa i gospodarki: perspektywy rozwoju i ograniczenia. Ujęcie interdyscyplinarne, red. K. Zawieja-Żurowska, A. Waligórska-Kotfas, Wyd. PWSZ Konin, Konin 2017.
 18. Drucker, P.F., Myśli przewodnie Druckera, Wydawnictwo MT Biznes, Warszawa 2002.
 19. Drzazga M., Społeczna odpowiedzialność przedsiębiorstwa (CSR) – perspektywa marketingu (eBook), Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, Katowice 2019.
 20. Duque P., Cervantes-Cervantes L. S., University social responsibility: A systematic review and a bibliometric analysis, "Estudios Gerenciales", vol. 35, no. 153, 2019, doi: 10.18046/j.estger.2019.153.3389.
 21. Ebert, R.J., Griffin, R.W., Business Essentials, Pearson Education, Edinburgh 2013.
 22. El-Kassar A. N., Makki D., Gonzalez-Perez M. A., Cathro V., Doing well by doing good: why is investing in university social responsibility a good business for higher education institutions cross culturally?, "Cross Cultural and Strategic Management", vol. 30, no. 1, 2023, doi: 10.1108/CCSM-12-2021-0233.
 23. Fatima T. Elbanna S., Corporate Social Responsibility (CSR) Implementation: A Review and a Research Agenda Towards an Integrative Framework, "Journal of Business Ethics", vol. 183, no. 1. 2023, doi: 10.1007/s10551-022-05047-8.

24. Forum Odpowiedzialnego Biznesu, CSR – Społeczna Odpowiedzialność Biznesu, <https://odpowiedzialnybiznes.pl/hasla-encyklopedii/spoleczna-odpowiedzialnosc-biznesu-csr/> (dostęp 24.09.2023).
25. Gadowska-Lila, K., Społeczna odpowiedzialność biznesu wobec pracowników, „Management and Business Administration. Central Europe”, no. 2 (115), 2012, s. 41-51.
26. Gajdzik B., Jakość w karcie wyników CSR, „Problemy Jakości” nr 5, 2015, doi: 10.15199/46.2015.5.3.
27. Gasparski W., Biznes, etyka, odpowiedzialność, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2022
28. Geryk M., Społeczna odpowiedzialność uczelni niezbędnym czynnikiem jej rozwoju, [w:] Organizacja w obliczu współczesnych wyzwań, red. M. Geryk, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Zarządzania w Gdańsku, Gdańsk 2010.
29. Godonoga A., Sporn B., The conceptualisation of socially responsible universities in higher education research: a systematic literature review,”Studies in Higher Education”, vol. 48, no. 3, 2023, doi: 10.1080/03075079.2022.2145462.
30. Grudowski P, Lewandowski K, Pojęcie jakości kształcenia i uwarunkowania jej kwantyfikacji w uczelniach wyższych, „Zarządzanie i Finanse”, R. 10, nr 3, cz. 1, 2012.
31. Gustafson, J., Czym jest społeczna odpowiedzialność biznesu, [w:] Biznes. Tom 1, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007.
32. Hahn T., Sharma G., Glavas A., Employee-CSR Tensions: Drivers of Employee (Dis)Engagement with Contested CSR Initiatives, “Journal of Management Studies”, 2023, doi: 10.1111/joms.12923.
33. Hawken, P., Realizacja zrównoważonego rozwoju w zgodzie z naturą, [w:] Biznes. Tom 1, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007.
34. Huang C.C., Yen S. W., Liu C. Y., Huang P. C., The Relationship Among Corporate Social Responsibility, Service Quality, Corporate Image and Purchase Intention, “International Journal of Organizational Innovation”, vol. 6, no. 3, 2014.
35. Hudson T. D., Brandenberger J., College Students’ Moral and Prosocial Responsibility: Associations with Community Engagement Experiences,” Journal of Experiential Education”, vol. 46, no. 1, 2023, doi: 10.1177/10538259221090599.
36. Huerta V. P. R., Armas E. V., Sotelo L. Á. F., University Social Responsibility and Quality sustainability at The Universidad Nacional Mayor de San Marcos, “Universidad y Sociedad”, vol. 14, no. 5, 2022.
37. ISO 26 000, <https://odpowiedzialnybiznes.pl/hasla-encyklopedii/iso-26-000/> (dostęp 25.09.2023).

38. Jakubiak M., Społeczna odpowiedzialność uczelni - wybrane aspekty, „Marketing i Rynek”, nr 11, 2017.
39. Jastrzębska E., Brdulak H., Dąbrowski T. J., Legutko-Kobus P., Społeczna odpowiedzialność uczelni. Perspektywa strategiczna, „Zarządzanie Publiczne”, 4 (36), 2019, doi: 10.4467/20843968zp.19.020.11940.
40. Khan P. A., Johl S. K., Akhtar S., Asif M., Salameh A. A., Kanesan T., Open Innovation of Institutional Investors and Higher Education System in Creating Open Approach for SDG-4 Quality Education: A Conceptual Review, “Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity”, vol. 8, no. 1, 2022, doi: 10.3390/joitmc8010049.
41. Khoo E. S., Chen L., Monroe G. S., “Shareholder election of CSR committee members and its effects on CSR performance,” *Journal of Business Finance and Accounting*, vol. 50, no. 3–4, 2023, doi: 10.1111/jbfa.12643.
42. Kolasińska E., Społeczna odpowiedzialność w praktyce, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu”, nr 156, 2011.
43. Kotowska-Wójcik O., Luty-Michalak M. (red.), Społeczna odpowiedzialność jako podstawa osiągania zrównoważonego rozwoju, Wydawnictwo Uniwersytetu Kardynała Stefana Wyszyńskiego, Warszawa 2016.
44. Kowalska K., Społeczna odpowiedzialność uczelni, „Zeszyty Naukowe Małopolskiej Wyższej Szkoły Ekonomicznej w Tarnowie, 13(2), 2009.
45. Krodkiewska-Skoczylas E., Żarlicka G., Społeczna odpowiedzialność nie tylko biznesu, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu”, nr 378, 2015, doi:10.15611/pn.2015.378.22.
46. Krodkiewska-Skoczylas, E., Żarlicka, G., Społeczna odpowiedzialność nie tylko biznesu, [w:] *Zrównoważony rozwój organizacji – aspekty społeczne*, red. T. Borys, T. Brzozowski, S. Zaremba-Warnke, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław 2015.
47. Latif K. F., Bunce L., Ahmad M. S., How can universities improve student loyalty? The roles of university social responsibility, service quality, and ‘customer’ satisfaction and trust, “International Journal of Educational Management”, vol. 35, no. 4, 2021, doi: 10.1108/IJEM-11-2020-0524.
48. Ławicka M., Społeczna odpowiedzialność uczelni wyższej w Polsce, „Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Humanitas Zarządzanie”, 17(3), 2016, doi: 10.5604/18998658.1228272.
49. Leoński, W., Koncepcja CSR w polskim sektorze małych i średnich przedsiębiorstw, „Studia Ekonomiczne”, no. 229, 2015.
50. Luty-Michalak M., Kotowska-Wójcik O., Społeczna odpowiedzialność jako podstawa osiągania zrównoważonego rozwoju (eBook), Wydawnictwo Naukowe UKSW, Warszawa 2016
51. Lytovchenko O., Social responsibility of universities as a tool for community development (analysis of domestic scientific publications), “International Sci-

- entific Journal of Universities and Leadership”, no. 12, 2021, doi: 10.31874/2520-6702-2021-12-2-263-272.
52. Marek, S., Białasiewicz, M. (red.), Podstawy nauki o organizacji. Przedsiębiorstwo jako organizacja gospodarcza, PWE, Warszawa 2011.
 53. Martínez-Valdivia E., del C. Pegalajar-Palomino M., Burgos-García A., Social responsibility and university teacher training: Keys to commitment and social justice into schools, ”Sustainability”, vol. 12, no. 15, 2020, doi: 10.3390/su12156179.
 54. Meftah Gerged A., Kuzey C., Uyar A., Karaman A. S., Does investment stimulate or inhibit CSR transparency? The moderating role of CSR committee, board monitoring and CEO duality,”Journal of Business Research, vol. 159, 2023, doi: 10.1016/j.jbusres.2023.113762.
 55. Merta-Staszczak A., Serafin K., Staszczak B., Społeczna odpowiedzialność uczelni na przykładzie Politechniki Wrocławskiej, „Annales. Etyka w Życiu Gospodarczym”, vol. 23, no. 4, 2020, doi: 10.18778/1899-2226.23.4.06.
 56. Nguyen Thi Khanh C., Nguyen T. H., Creating customer loyalty through global engagement: the role of university social responsibility, “International Journal of Educational Management”, vol. 36, no. 5, 2022, doi: 10.1108/IJEM-07-2021-0273.
 57. Paliwoda-Matiolańska A., Odpowiedzialność społeczna w procesie zarządzania przedsiębiorstwem. Wyd. C.H. Beck, Warszawa 2014.
 58. Park Y. K., A Study on College Life Experiences and Support Strategies of Students Participating in Higher Education Programs for Students with Developmental Disabilities, “Journal of Curriculum and Teaching”, vol. 12, no. 3, 2023, doi: 10.5430/jct.v12n3p147.
 59. Pędziwiatr E., Czaplicka-Kotas A., Kulczycka J., Działania realizowane przez szkoły wyższe w ramach społecznej odpowiedzialności – dobre praktyki, „Ekonomia Społeczna”, nr 1, 2018, doi: 10.15678/es.2018.1.04.
 60. Piasecka A., Społeczna odpowiedzialność uczelni w kontekście wewnętrznego zapewnienia jakości, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu”, nr 378, 2015, doi: 10.15611/pn.2015.378.24.
 61. Pisz Z., Odpowiedzialność społeczna w działalności edukacyjnej, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu”, nr 42, 2009.
 62. Płoszajski P., Czy społeczna odpowiedzialność firmy wspomaga jej innowacyjność? (eBook), Wyd. Szkoła Główna Handlowa, Warszawa 2017.
 63. Polski Komitet Normalizacyjny, ISO 26000. Społeczna odpowiedzialność, <https://www.pkn.pl/informacje/2013/09/iso-26000> (dostęp 23.09.2023).
 64. Porter, M.E., Kramer, M.R., Strategia a społeczeństwo: społeczna odpowiedzialność biznesu – użyteczna metoda czy nowy element strategii konkurencyjnej. Harvard Business Review Polska, 2007, <https://www.hbrp.pl/b/strategia-a-społeczenstwo-społeczna-odpowiedzialnosc-biznesu---uzyteczna->

- moda-czy-nowy-element-strategii-konkurencyjnej/Ir1Ciyc8 (dostęp 23.09.2023).
65. Reichel J., Rudnicka A., Socha B., Perspectives of the academic employees on university social responsibility: a survey study, "Social Responsibility Journal", vol. 19, no. 3, 2023, doi: 10.1108/SRJ-08-2021-0336.
 66. Riad Shams S. M., Belyaeva Z., Quality Assurance Driving Factors as Antecedents of Knowledge Management: a Stakeholder-Focussed Perspective in Higher Education,"Journal of the Knowledge Economy", vol. 10, no. 2, 2019, doi: 10.1007/s13132-017-0472-2.
 67. Rubik J., Zarządzanie kosztami pracy a wymogi CSR, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu”, nr 398, 2015, doi:10.15611/pn.2015.398.39.
 68. Rudnicka A., CSR - doskonalenie relacji społecznych w firmie, Wolters Kluwer Polska, Warszawa 2012.
 69. Rybak M., Etyka menedżera - społeczna odpowiedzialność przedsiębiorstwa, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2021.
 70. Santos G., Marques C. S., Justino E., Mendes L., Understanding social responsibility's influence on service quality and student satisfaction in higher education,"Journal of Cleaner Production", vol. 256, 2020, doi: 10.1016/j.jclepro.2020.120597.
 71. Schaefer S. D., Terlutter R., Diehl S., Talking about CSR matters: employees' perception of and reaction to their company's CSR communication in four different CSR domains,"International Journal of Advertising", vol. 39, no. 2, 2020, doi: 10.1080/02650487.2019.1593736.
 72. Społeczna odpowiedzialność biznesu <https://gozwpraktyce.pl/slownik/spoleczna-odpowiedzialnosc-biznesu-corporate-social-responsibility-csr/> (dostęp 23.09.2023).
 73. Vallaes F., Álvarez-Rodríguez J., The Problem of The University's Social Responsibility, "Teoria de la Educacion", vol. 34, no. 2, 2022, doi: 10.14201/teri.28599.
 74. Vásquez-Torres M. C., Tavizón-Salazar A., A management model of university social responsibility from the stakeholders perspective/Społeczna odpowiedzialność uczelni, model zarządzania z perspektywy interesariuszy,"Polish Journal of Management", vol. 24, no. 1, 2021.
 75. Waliszewski K., Społeczna odpowiedzialność instytucji finansowych - od teorii do praktyki, CeDeWu, Warszawa 2018.
 76. Wirba A. V., Corporate Social Responsibility (CSR): The Role of Government in promoting CSR, "Journal of the Knowledge Economy", 2023, doi: 10.1007/s13132-023-01185-0.
 77. Wolak-Tuzimek A., Społeczna odpowiedzialność przedsiębiorstwa a konkurencyjność przedsiębiorstw, CeDeWu Sp. z o.o., Warszawa 2019.

78. Żemigala M., Społeczna odpowiedzialność nauki. Zarządzanie – badania – wpływ społeczny, Sekcja Wydawnicza Wydziału Zarządzania Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 2022.
79. Zinczuk B., Kasprzak-Czelej A., Bolibok P., Społeczna odpowiedzialność biznesu w perspektywie zmian i wyzwań współczesnej gospodarki, Wyd. UMCS, Lublin 2020.
80. <https://www.gov.pl/web/fundusze-regiony/grupa-robocza-ds-spoecznej-odpowiedzialnosci-uczelni> (dostęp 10.10.2023).

Autorzy:

dr hab. Beata Detyna, prof. uczelni – Akademia Nauk Stosowanych Angelusa Silesiusa, Instytut Przyrodniczo-Techniczny
email: bdetyna@ans.edu.pl