



NAUKA I SZTUKA MŁODYCH WOBEĆ WYZWAŃ WSPÓŁCZESNEGO ŚWIATA

[illegible]

• Redaktorzy sekcji:

sekcja nauk medycznych i nauk o zdrowiu – dr n. med. Joanna Kozłowiec

sekcja nauk rolniczych – dr inż. Milena Truba

sekcja nauk społecznych – dr Sylwia Zakrzewska

sekcja nauk ścisłych i przyrodniczych – dr hab. Anna Kamecka, prof. ucz.

• Recenzenci tomu:

dr n. med. Anna Ślifirczyk; dr hab. Paweł Marciniuk, prof. ucz.; dr hab. inż. Elżbieta Malinowska, prof. ucz.; dr hab. inż. Anna Milczarek, prof. ucz.; dr hab. inż. Katarzyna Rymuza, prof. ucz.; dr hab. inż. Ewa Wójcik, prof. ucz.; dr hab. inż. Anna Wysockińska, prof. ucz.; dr inż. Anna Majchrowska-Safaryan; dr inż. Ewa Salamończyk; dr Ola Bareja-Wawryszuk; dr Monika Wakuła; dr Renata Stefaniuk; dr hab. Arkadiusz Indraszczyk, prof. ucz.; dr Adam Marcysiak; dr Agata Marcysiak; dr hab. Hanna Żuraw, prof. ucz.; dr Monika Ojdana-Kościuszko; dr Marek Szajczyk, prof. dr hab. Antoni Bombik; dr hab. inż. Elżbieta Bombik, prof. ucz.; dr hab. inż. Elżbieta Radzka, prof. ucz.; dr hab. inż. Beata Wiśniewska-Kadżajan, prof. ucz.; dr hab. inż. Krzysztof Górski, prof. ucz.; dr hab. inż. Roman Niedziółka, prof. ucz.; dr hab. inż. Robert Rosa, prof. ucz.; dr inż. Dorota Kołodziejczyk; dr inż. Beata Malec; dr hab. Robert Kawęcki, prof. ucz.; dr hab. Danuta Branowska, prof. ucz.; dr hab. Zbigniew Kasprzykowski, prof. ucz.; dr hab. inż. Zbigniew Karczmarzyk, prof. ucz.

© Copyright by Uniwersytet w Siedlcach, Siedlce 2025

Publikacja jest udostępniona na licencji Creative Commons
Uznanie autorstwa – Użycie niekomercyjne 4.0 (CC BY-NC)

e-ISBN 978-83-68355-55-0



Wydawnictwo
Naukowe
UwS

www.wydawnictwo-naukowe.uws.edu.pl

08-110 Siedlce | ul. Żytnia 17/19 | tel. 25 643 15 20

SPIS TREŚCI

• SEKCJA 1 • NAUKI MEDYCZNE I O ZDROWIU

Halina Tkaczenko, Natalia Kurhaluk, MORWA BIAŁA (<i>MORUS ALBA</i> L.) JAKO ROŚLINA NUTRACEUTYCZNA W TERAPII ZABURZEŃ METABOLICZNYCH.....	8
Natalia Kurhaluk, Halina Tkaczenko, ROLA MIKROBIOTY JELITOWEJ W PATOGENEZIE CHOROBY ALZHEIMERA.....	16
Małgorzata Gradziuk, Halina Tkaczenko, Natalia Kurhaluk, ODDAWANIE KRWI JAKO SKUTECZNA METODA NIEFARMAKOLOGICZNEJ PREWENCJI CHOROÓB SERCOWO-NACZYNIOWYCH.....	25
Wiktoria Kurlikowska, APITOKSYNA JAKO NARZĘDZIE PRZYSZŁOŚCI – ZASTOSOWANIE JADU PSZCZELEGO W MEDYCYNIE WSPÓŁCZESNEJ.....	31
Emilia Lemkowska, MLECZKO PSZCZELE JAKO ELIKSIR DŁUGOWIECZNOŚCI.....	33

• SEKCJA 2 • NAUKI ROLNICZE

Piotr Krasnodębski, Paweł Krasnodębski, ZASTOSOWANIE FLUORESCENCJI CHLOROFILU W OCENIE STRESU ROŚLIN.....	38
Dawid Osiński, POJĘCIE ANALIZY STRATEGICZNEJ W KONTEKŚCIE TWORZENIA STRATEGII ROZWOJU GMINY.....	42
Paweł Kifer, WARTOŚĆ POKARMOWA SIANA Z ŁĄK UŻYTKOWANYCH EKSTENSYWNIE.....	45
Julia Pieklik, Szymon Medwid, Marzena Mogielnicka-Brzozowska, WPŁYW BISFENOLI A i S NA RUCHLIWOŚĆ PLEMNIKÓW NAJĄDRZOWYCH PSA.....	48
Paweł Krasnodębski, Piotr Krasnodębski, INFORMACJA RYNKOWA W OPINII MŁODYCH ROLNIKÓW.....	52
Aleksandra Dębecka, OPINIA SPOŁECZNA NA TEMAT HOBBY HORSINGU.....	57
Szymon Medwid, Daria Orzoł, BADANIE ZAWARTOŚCI CHOLESTEROLU W PLEMNIKACH NAJĄDRZOWYCH PSA – OPRACOWANIE METODY ORAZ POTENCJALNY WPŁYW BISFENOLI.....	60
Dawid Osiński, Julia Skwirczyńska, ANALIZA PRZESTRZENI MIEJSKIEJ ORAZ JAKOŚCI ŻYCIA W MIEŚCIE JAKO PODSTAWA DO WYZNACZANIA KIERUNKÓW ROZWOJU W OPINII MIESZKAŃCÓW SIEDLEC.....	64
Julia Skwirczyńska, ANALIZA BARIER ADMINISTRACYJNYCH W INDYWIDUALNYM BUDOWNICTWIE MIESZKANIOWYM NA TERENACH WIEJSKICH W POLSCE.....	68
Przemysław Białoskórski, WSPÓŁCZYNNIK WYKORZYSTANIA PASZY PRZEZ MUCHY CZARNY ŻOŁNIERZ (<i>HERMETIA ILLUCENS</i>) NA RÓŻNYCH SUBSTRATACH.....	71
Kamil Gąsowski, ROLNICTWO PRECYZYJNE – PRZYSZŁOŚĆ GOSPODARSTW ROLNYCH.....	75
Stanisław Kosyl, ZAKRES WIEDZY STUDENTÓW WYDZIAŁU NAUK ROLNICZYCH UNIWERSYTETU W SIEDLCACH NA TEMAT UPRAW HYDROPONICZNYCH.....	79
Krystian Ćwikliński, David Tepper, Kamil Oleński, ANALIZA STANU RÓWNOWAGI GENETYCZNEJ W LOCUS KAPPA-KAZEINY (<i>CSN3</i>) BYDŁA DOMOWEGO (<i>BOS TAURUS</i>) UTRZYMYWANEGO W STACJI DYDAKTYCZNO-BADAWCZEJ UNIWERSYTETU WARMIŃSKO-MAZURSKIEGO W OLSZTYNIE W BAŁDACH.....	82
Katarzyna Balukiewicz, Olimpia Flatres, Katarzyna Ząbek, WPŁYW RÓŻNEJ ZAWARTOŚCI CYNAMONU W MIESZANCE NA JEJ POBRANIE PRZEZ KOZY I KONIE.....	85
Klaudia Gębicka, OWADY JAKO NARZĘDZIE WSPOMAGAJĄCE DOBROSTAN SENIORÓW.....	88
Amelia Czerwińska, Sandra Machacińska, Katarzyna Ząbek, RODZAJ KULTURY BAKTERYJNEJ A ZMIANY Kwasowości sera twarogowego w czasie przechowywania.....	91

Karol Jarząbek, Abramowicz Wojciech, Katarzyna Ząbek, MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA PROPOLISU JAKO DODATEK PASZOWY W ŻYWIENIU KÓZ	95
Marta Wróblewska, HIPOTERAPIA JAKO JEDNA Z METOD STOSOWANYCH W PRACY Z OSOBAMI Z ZABURZENIAMI INTEGRACJI SENSORYCZNEJ	99
Weronika Czapska, Elżbieta Horoszewicz, HIPOTERAPIA JAKO WSPARCIE W LECZENIU DEPRESJI I ZABURZEŃ PSYCHICZNYCH U DOROSŁYCH	105
Zuzanna Oleksiuk, NERWOWE ZACHOWANIA KONI W BOKSIE – ANALIZA PRZYCZYN I DZIAŁAŃ PROFILAKTYCZNYCH	108
Zofia Rudnicka, Nawojka Bala, CHARAKTERYSTYKA PSÓW SŁUŻBOWYCH PRACUJĄCYCH W POLICJI	113
Weronika Marta Krawczyk, NAJWAŻNIEJSZE ASPEKTY PSYCHOFIZYCZNE KONI HIPOTERAPEUTYCZNYCH	116
Adrianna Zecer, WPŁYW BÓLU NA SAMOPOCZUCIE PSA	122

• SEKCJA 3 • NAUKI SPOŁECZNE

Martyna Abramczyk, DEKLARACJE WYBORCZE A ZACHOWANIA RZECZYWISTE WYBORCÓW W LATACH 2020 i 2025. BADANIA UZUPEŁNIAJĄCE STUDENTÓW KIERUNKU SOCJOLOGIA UWM	127
Karolina Cedro, POBYT I ZATRUDNIANIE CUDZOZIEMCÓW JAKO WYZWANIE DLA BEZPIECZEŃSTWA WEWNĘTRZNEGO POLSKI. MIGRACJE MIĘDZY PRAWEM A BEZPIECZEŃSTWEM	130
Grzegorz Kraciuk, NEGOCJACJE JAKO NARZĘDZIE STYMULUJĄCE ZAANGAŻOWANIE PRACOWNIKÓW	134
Weronika Kowaluk, NIE WSZYSCY TYLKO STUDIUJĄ – PRACA W ŻYCIU STUDENTÓW LUBELSKICH UCZELNI	138
Karolina Rybczak, REZERWY NA ŚWIADCZENIA PRACOWNICZE W SPÓŁCE O WYŻSZEJ ŚREDNIEJ WIEKU PRACOWNIKÓW	143
Sofiya Maksimchuk, SZANSE I ZAGROŻENIA W FUNKCJONOWANIU FRANCZYZY	147
Marcin Truchła, KRYTERIUM OCENY KSIĄG PODATKOWYCH W PODATKOWYM POSTĘPOWANIU ODWOŁAWCZYM	151
Dominika Rożkowicz, RÓŻOWY PODATEK – DYSPROPORCJE CENOWE ZE WZGLĘDU NA PŁEĆ W OPINII RESPONDENTÓW	156
Weronika Chudek, PREFERENCJE KONSUMENTÓW PRZY ZAKUPIE SAMOCHODU OSOBOWEGO	159
Mikhail Kastsiuk, PREFERENCJE PŁATNICZE STUDENTÓW AKADEMII BIALSKIEJ IM. JANA PAWŁA II	162
Mikhail Kastsiuk, SYSTEM BANKOWY W POLSCE I JEGO TRANSFORMACJA POD WPŁYWEM CZASU	165
Karol Kimsa, ZRÓWNOWAŻONY ROZWÓJ A KONSUMPCJONIZM – JAK MŁODE POKOLENIE MOŻE ZMIENIĆ GOSPODARKĘ?	168
Jakub Iwański, Aleksandra Sulej, ROLA DZIAŁAŃ MARKETINGOWYCH W BRANŻY KURIERSKIEJ. JAK DOSTOSOWAĆ DZIAŁANIA FIRMY DO WYMAGAŃ KLIENTÓW?	170
Karyna Karpushyna, OPTYMALIZACJA ŁAŃCUCHA DOSTAW W BRANŻY SPOŻYWCZEJ W DOBIE GLOBALNYCH KRYZYSÓW	174
Samuel Šima, RYNEK MAGAZYNOWY W POLSCE – STAN I PERSPEKTYWY ROZWOJU	177
Krzysztof Chojecki, MAGAZYNY PRZYSZŁOŚCI – AUTOMATYZACJA, ROBOTYZACJA I SZTUCZNA INTELIGENCJA	181
Marlena Koszyk, KOWBOJ BEZ BARIER: INKLUZYWNOŚĆ I TERAPIA W JEŹDZIE KONNEJ W STYLU WESTERN	184

• SEKCJA 4 • NAUKI ŚCISŁE I PRZYRODNICZE

Jakub Korneć, ZASTOSOWANIE INNOWACYJNYCH ROZWIĄZAŃ W ZARZĄDZANIU ZASOBAMI NATURALNYMI.....	188
Oliwia Kudrycka, Gabriel Kacper Malej, Tomasz Pawłowicz, Monika Puchlik, POTENCJAŁ DYDAKTYCZNY HODOWLI ŚLUZOWCÓW (<i>EUMYCETOZOA</i>) METODĄ WILGOTNYCH KOMÓR W EDUKACJI PRZYRODNICZEJ.....	190
Tomasz Pawłowicz, Tomasz Oszako, ANALIZA WPŁYWU JEMIOŁY SOSNOWEJ (<i>VISCUM ALBUM SUBSP. AUSTRIACUM</i>) NA WZROST SOSNY ZWYCZAJNEJ (<i>PINUS SYLVESTRIS</i>).....	193
Igor Żebrowski, Gabriel Michał Micewicz, Tomasz Pawłowicz, Monika Puchlik, PRZYCZYNEK DO ANALIZY WPŁYWU SIEDLISKA NA BIORÓŻNORODNOŚĆ ŚLUZOWCÓW (<i>MYXOGASTRIA</i>).....	196
Marek Grzegorzczak, PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF $[\text{RE}(\text{CO})_3]^+$ COMPLEXES STUDIED BY NMR SPECTROSCOPY.....	200
Marek Grzegorzczak, ADVANCES IN RHENIUM(I) COMPLEXES IN MEDICINAL CHEMISTRY.....	205
Patryk Wójcik, WPŁYW KONFIGURACJI ELEKTRONOWEJ JONU CENTRALNEGO NA WŁAŚCIWOŚCI FOTOFIZYCZNE ZWIĄZKÓW KOMPLEKSOWYCH.....	208

WSTĘP

Po raz kolejny oddajemy do rąk czytelnika tom prac tworzonych przez studentów, członków kół naukowych. Z założenia publikacja ma stanowić przegląd najważniejszych dokonań studenckich kół naukowych w roku akademickim 2024/2025.

Istotnym elementem procesu kształcenia w uczelniach wyższych jest tworzenie warunków do podejmowania wysiłku badawczego przez najbardziej uzdolnionych i aktywnych intelektualnie studentów. Cieszy nas fakt, że dorobek naukowy studentów jest stale rozwijany, że pojawiają się tematy związane z nowymi tendencjami w badaniach naukowych, jak i potrzebami społeczno-gospodarczymi.

Uniwersytet w Siedlcach, jako inicjator i gospodarz corocznej konferencji studenckich i doktoranckich kół naukowych, przywiązuje bardzo dużą wagę do uczestnictwa najzdolniejszych, najbardziej dociekliwych studentów w badaniach naukowych prowadzonych przez różne zespoły badawcze uczelni. Nasza konferencja pozwala na zaprezentowanie wyników dociekań naukowych w bardzo wielu dziedzinach i dyscyplinach nauki.

Liczny udział w konferencji studentów i doktorantów reprezentujących liczne ośrodki akademickie z całej Polski pokazuje, że inicjatywa jest potrzebna i przynosi zamierzone rezultaty.

Gratuluje wszystkim autorom publikacji wysokiego poziomu naukowego prezentowanego dorobku oraz dziękuję za twórcze dyskusje i pobyt w murach Uniwersytetu w Siedlcach. Życzę dalszego rozwoju w tych jakże intrygujących dyscyplinach naukowych i zapraszam na następną konferencję w 2026 roku.

W imieniu organizatorów
prof. dr hab. Marek Gugała
Prorektor ds. studiów

• Sekcja 1 •

NAUKI MEDYCZNE I O ZDROWIU

Halina Tkaczenko, Natalia Kurhaluk

Uniwersytet Pomorski w Słupsku, Instytut Biologii
Studenckie Koło Naukowe Fizjologów Zwierząt „Oxygen”

MORWA BIAŁA (*MORUS ALBA* L.) JAKO ROŚLINA NUTRACEUTYCZNA W TERAPII ZABURZEŃ METABOLICZNYCH

White mulberry (*Morus alba* L.) as a nutraceutical plant in therapy of metabolic disorders

Abstract: White mulberry (*Morus alba* L.) is a plant with a long history of use in traditional medicine and agriculture, and is now attracting attention as a source of bioactive compounds with therapeutic potential. This review presents the phytochemical and nutritional properties of *M. alba* with a focus on its role in the treatment of type 2 diabetes and other metabolic disorders. Components such as flavonoids, alkaloids, stilbenoids and anthocyanins show antioxidant, anti-inflammatory, hypoglycaemic and hepatoprotective effects. Their mechanisms include inhibition of carbohydrate-digesting enzymes, activation of PI3K/AKT signalling pathways and increased GLUT-4 expression. *M. alba* is also promising in the food and textile industries, making it a plant with a wide range of applications. Further studies on the bioavailability and toxicity of its active compounds are essential for its implementation in phytotherapy.

Keywords: White mulberry, *Morus alba*, bioactive compounds, type 2 diabetes, phytotherapy, metabolic disorders, 1-deoxynojirimycin (DNJ), flavonoids

Wprowadzenie

Morus alba L., znana powszechnie jako morwa biała, to gatunek należący do rodziny Moraceae, który od stuleci wykorzystywany jest zarówno w rolnictwie, jak i w medycynie tradycyjnej. Pochodzi z Chin, ale obecnie jest szeroko uprawiana również w Japonii, Korei, Indiach i krajach śródziemnomorskich [Chan i in., 2016]. Drzewo to może osiągać nawet 20 metrów wysokości, jednak w uprawach utrzymywane jest zazwyczaj w formie krzewu, co ułatwia zbiór liści i owoców. Morwa znajduje zastosowanie jako roślina paszowa, surowiec przemysłowy i – coraz częściej – źródło substancji bioaktywnych o działaniu prozdrowotnym [Rodrigues i in., 2019].

Zainteresowanie morwą białą jako rośliną leczniczą ma długą historię, szczególnie w tradycyjnej medycynie azjatyckiej. Wykorzystuje się w niej różne części rośliny – liście, owoce, korę, a nawet korzenie – do leczenia takich schorzeń jak cukrzyca, nadciśnienie, choroby wątroby i nerek, a także do wspierania wzroku i funkcjonowania stawów [Yang i in., 2014]. Współczesne badania potwierdzają obecność licznych związków bioaktywnych w morwie, w tym flawonoidów, antocyjanów oraz alkaloidów o działaniu przeciwutleniającym i przeciwzapalnym [Yuan i Zhao, 2017].

Jednym z najcenniejszych składników liści morwy białej są alkaloidy, które wykazują silne działanie hipoglikemizujące. Działają one poprzez hamowanie aktywności enzymów odpowiedzialnych za rozkład węglowodanów w przewodzie pokarmowym, co prowadzi do zmniejszonego wchłaniania glukozy [Lei i in., 2022]. Dodatkowo, ekstrakty z liści wpływają na ekspresję genów oraz aktywność białek regulujących gospodarkę glukozową poprzez aktywację szlaków sygnałowych PI3K/AKT i GSK-3 β oraz zwiększenie ekspresji transportera GLUT-4 w komórkach wątroby i mięśni [Jeong i in., 2022].

Cukrzyca typu 2 (DM2) oraz otyłość to schorzenia metaboliczne, w których patogenezie istotną rolę odgrywa insulinooporność, przewlekły stan zapalny oraz dysfunkcja komórek β trzustki [Cloete, 2022]. Składniki aktywne zawarte w morwie białej mogą łagodzić te zaburzenia poprzez ograniczenie stresu oksydacyjnego i poprawę wrażliwości na insulinę [Morales Ramos i in., 2021]. W kontekście rosnących kontrowersji wokół efektów ubocznych konwencjonalnych leków, takich jak metformina, morwa staje się cenną alternatywą terapeutyczną. Co więcej, morwa biała ma również wysoki potencjał

użytkowy poza zastosowaniami leczniczymi. Liście, oprócz funkcji terapeutycznej, są podstawowym pokarmem jedwabników, wpływającym bezpośrednio na jakość produkowanego jedwabiu [Chan i in., 2016]. W przemyśle spożywczym owoce morwy wykorzystywane są do produkcji soków, konfitur, herbat i nalewek, szczególnie w krajach basenu Morza Śródziemnego. Roślina znajduje również zastosowanie w produkcji papieru, drewna, sprzętów sportowych oraz jako komponent w uprawie grzybów [Chan i in., 2016].

Dzięki synergii wielowiekowej tradycji i nowoczesnych badań naukowych *M. alba* zyskuje status rośliny nutraceutycznej – łączącej wartości odżywcze i prozdrowotne – z ogromnym potencjałem terapeutycznym w prewencji i wspomaganiu leczenia chorób metabolicznych [Chan i in., 2016; Rodrigues i in., 2019]. Dalsze badania nad standaryzacją ekstraktów, biodostępnością składników aktywnych oraz ich mechanizmami działania pozwolą w pełni wykorzystać potencjał tej rośliny w nowoczesnej fitoterapii. W obliczu rosnącego zainteresowania naturalnymi związkami jako alternatywami dla terapii zaburzeń metabolicznych istotne jest szczegółowe poznanie ich mechanizmów biochemicznych i molekularnych. Konieczne jest także określenie długoterminowych skutków ich stosowania. Rośliny zawierające bioaktywne składniki mogą stanowić podstawę do opracowania skutecznych, bezpiecznych i lepiej tolerowanych terapii.

Celem niniejszego przeglądu jest omówienie potencjału roślin z rodzaju *Morus* (morwa) jako produktów nutraceutycznych lub leczniczych w kontekście zaburzeń metabolicznych. Szczególny nacisk położono na ich znaczenie w terapii cukrzycy typu 2, uwzględniając skład chemiczny, właściwości odżywcze, toksyczność oraz mechanizmy działania.

Morwa biała – potencjał nutraceutyczny w zaburzeniach metabolicznych

Morwa biała jest gatunkiem szeroko rozpowszechnionym w klimacie umiarkowanym i podzwrotnikowym, wykorzystywanym zarówno w przemyśle spożywczym, jak i zielarskim. Ze względu na swoją wysoką zdolność adaptacyjną do różnych warunków klimatycznych i glebowych oraz bogaty skład chemiczny roślina ta zyskała szczególne zainteresowanie jako źródło substancji bioaktywnych o potencjale terapeutycznym w leczeniu zaburzeń metabolicznych [Morales Ramos i in., 2021; Fatima i in., 2024; Ntalouka i Tsirivakou, 2024].

Fitochemiczna charakterystyka morwy białej obejmuje obecność licznych związków biologicznie czynnych należących do różnych grup chemicznych, takich jak flawonoidy, stilbenoidy, alkaloidy, terpenoidy, kumaryny, kwasy fenolowe i antocyjany. Te cenne substancje zostały wyizolowane z różnych części rośliny, w tym liści, owoców, korzeni i kory korzeniowej [Chan i in., 2016; Rodrigues i in., 2019]. Owoce *M. alba* są bogate w antocyjany i polifenole, natomiast liście charakteryzują się wysoką zawartością flawonoidów (np. rutyny, izokwercytyny i chalkonów) oraz glikozydów flawonolowych o silnym działaniu przeciwutleniającym [Chan i in., 2016]. Co istotne, młodsze liście wykazują wyższe stężenie biologicznie aktywnej 1-deoksynojirimycyny (DNJ), znanej z działania przeciwcukrzycowego [Asano i in., 1994].

Zawartość składników odżywczych i fitochemicznych w morwie zależy od warunków środowiskowych, etapu dojrzewania oraz genotypu. Morwa biała zawiera istotne ilości białka (do 13,33% w owocach i do 19,4% w liściach), a także nienasyconych kwasów tłuszczowych (linolowego, oleinowego, palmitynowego) [Iqbal i in., 2012; Sánchez-Salcedo i in., 2015]. Liście i owoce są również źródłem witaminy C, minerałów takich jak żelazo, magnez, wapń i cynk, a także kwasów organicznych – cytrynowego i jabłkowego. Szczególne znaczenie dla równowagi metabolicznej ma obecność kwasu chłorogenowego, katechiny i rutyny, które wykazują silne właściwości antyoksydacyjne [Jiang i Nie, 2015; Rodrigues i in., 2019].

Dzięki obecności licznych substancji bioaktywnych *M. alba* wykazuje szereg działań prozdrowotnych – od przeciwutleniających i przeciwzapalnych, przez hepatoprotekcyjne, hipotensyjne, aż po przeciwcukrzycowe i kardioprotekcyjne [Chan i in., 2016; Rodrigues i in., 2019; Morales Ramos i in., 2021; Fatima et al., 2024]. Flawonoidy takie jak kwercetyna, kemferol i izoramnetyna nie tylko neutralizują wolne rodniki, ale też modulują szlaki metaboliczne i zapalne, co czyni je obiecującymi kandydatami do terapii chorób cywilizacyjnych, w tym zespołu metabolicznego, otyłości i cukrzycy typu 2 [Ntalouka i Tsirivakou, 2024; Du i in., 2024].

Właściwości farmakologiczne morwy białej sprawiają, że znajduje ona zastosowanie zarówno w tradycyjnej fitoterapii, jak i nowoczesnym podejściu do żywności funkcjonalnej. Ekstrakty z różnych części rośliny – szczególnie z liści i owoców – wykorzystywane są do produkcji suplementów diety, herbat, a także jako naturalne dodatki do żywności o właściwościach wzmacniających, obniżających glikemię i wspierających metabolizm lipidów [Phimarn i in., 2017; Zhang i in., 2022].

Zmienność chemiczna morwy białej w zależności od środowiska, stadium wzrostu i metody ekstrakcji stwarza możliwość dalszych badań nad standaryzacją surowca oraz wykorzystaniem poszczególnych frakcji bioaktywnych w prewencji i terapii zaburzeń metabolicznych. Bogaty profil fitochemiczny tej rośliny czyni ją cennym źródłem nutraceutyków o udokumentowanym działaniu wielokierunkowym.

Farmakologiczne aspekty wykorzystania Morus alba w profilaktyce i terapii chorób przewlekłych

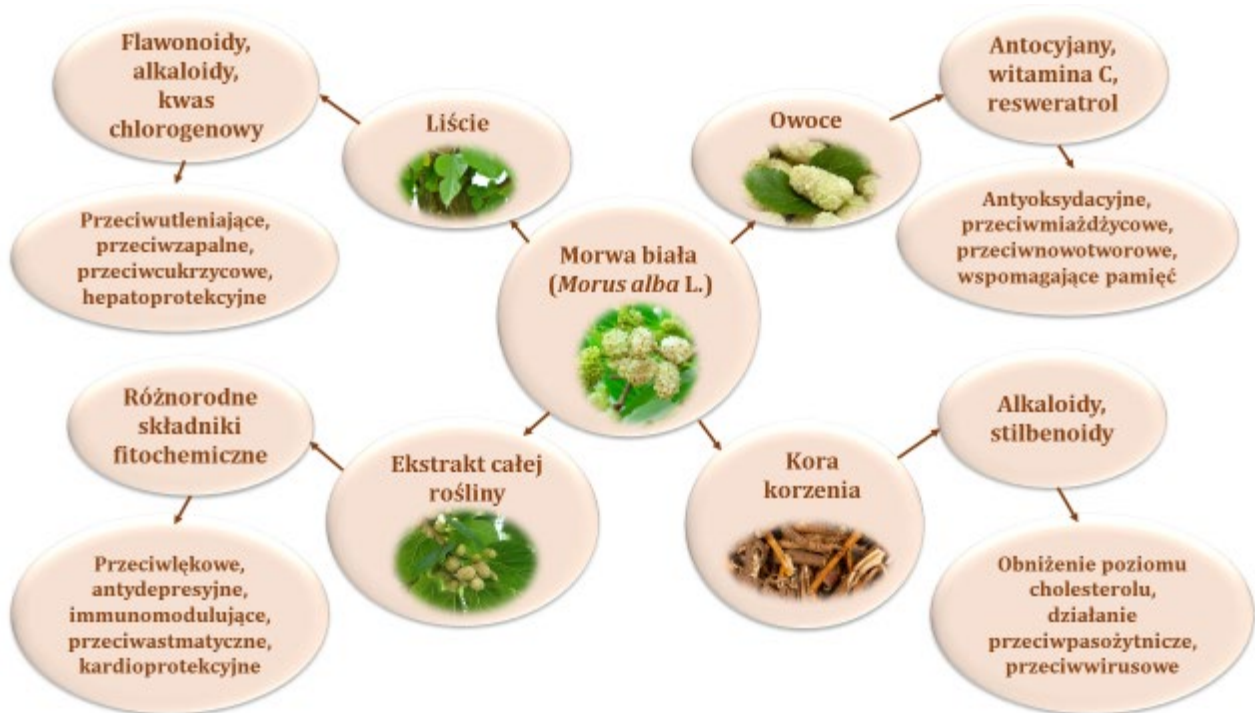
Morwa biała jest rośliną o długiej tradycji zastosowań leczniczych w medycynie ludowej wielu kultur. W ostatnich dekadach intensywne badania naukowe potwierdziły szerokie spektrum jej właściwości bioaktywnych, szczególnie w kontekście zaburzeń metabolicznych, takich jak cukrzyca, otyłość czy dyslipidemie [Chan i in., 2016; Rodrigues i in., 2019; Morales Ramos i in., 2021]. Wykorzystanie różnych części rośliny – liści, owoców, kory czy korzeni – pozwala na otrzymanie ekstraktów o różnicowanych właściwościach farmakologicznych, stanowiących potencjał do rozwoju nutraceutyków i leków wspomagających terapię chorób cywilizacyjnych [Morales Ramos i in., 2021; Fatima i in., 2024].

Ekstrakty z liści oraz owoców morwy białej wyróżniają się szczególnie silnym działaniem przeciwutleniającym. Intensywność tego działania zależy zarówno od części rośliny, jak i metody przygotowania surowca [Hao i in., 2022]. Najwyższą aktywność przeciwutleniającą odnotowano w młodych liściach, podczas gdy owoce, bogate w antocyjany, charakteryzują się wyjątkowym potencjałem wychwytywania wolnych rodników – przewyższającym nawet działanie witaminy C [Du i in., 2008]. Warto dodać, że suszenie mikrofalowe znacząco zwiększa antyoksydacyjny potencjał surowca, a napary z liści morwy wykazują przewagę w chelatowaniu jonów żelaza w porównaniu do popularnych herbat [Chan i in., 2016]. Ponadto, składniki wyizolowane z kory i korzeni morwy, takie jak kuwanon G, mulberrofuran G i albanol B, wykazują aktywność przeciwbakteryjną wobec patogenów jamy ustnej oraz innych bakterii chorobotwórczych [Park i in., 2003; Sohn i in., 2004]. Dodatkowo, ekstrakty z liści hamują wzrost grzybów, m.in. *Candida albicans* i *Aspergillus niger* [Rao i in., 2012]. Warto także wspomnieć o niektórych flawonoidach, np. leachianonie G, które posiadają właściwości przeciwwirusowe przeciw wirusowi opryszczki HSV-1, choć ich skuteczność jest zróżnicowana [Du i in., 2003].

Przechodząc do mechanizmów molekularnych, metanolowe ekstrakty z korzeni morwy obniżają produkcję tlenu azotu oraz hamują ekspresję enzymów i białek regulujących szlaki NF- κ B oraz ERK1/2, co przekłada się na silne działanie przeciwzapalne [Chen i in., 2017]. Taka aktywność wskazuje na potencjał terapeutyczny morwy w chorobach zapalnych oraz w redukcji stresu oksydacyjnego, który stanowi podstawę wielu schorzeń metabolicznych [Shi i in., 2022]. Dalsze badania wykazały, że flawonoidy obecne w morwie, takie jak kwercetyna, albanol A, morusyna i 8-geranylapigenina, posiadają cytotoksyczne działanie wobec różnych linii komórkowych nowotworów, w tym białaczki, raka szyjki

macicy i piersi [Chan i in., 2020]. Ekstrakty z liści oraz kory i korzeni morwy hamują proliferację komórek raka wątrobowokomórkowego i jelita grubego, indukując apoptozę i zatrzymując cykl komórkowy [Deepa i in., 2012; Hafeez i in., 2023]. Mechanizmy te wiążą się m.in. z hamowaniem czynników transkrypcyjnych NF- κ B oraz indukcją reaktywnych form tlenu (ROS). Co więcej, morwa biała jest źródłem silnych inhibitorów tyrozynazy, takich jak mulberrozyd F i oksyresweratrol, które przewyższają popularne inhibitory, np. kwas kojowy [Chaiyana i in., 2020]. Związki te wykazują także właściwości neuroprotektcyjne, kardioprotekcyjne i przeciwcukrzycowe, co podkreśla wielowymiarowy potencjał farmakologiczny tej rośliny [Jan i in., 2021; Gryn-Rynko i in., 2022].

W kontekście metabolicznym wiele badań potwierdziło działanie hipoglikemiczne ekstraktów z liści i korzeni morwy białej. Główny mechanizm polega na hamowaniu enzymu α -glukozydazy w jelicie cienkim oraz zahamowaniu transportu glukozy do krwi, co skutkuje obniżeniem poziomu glukozy po posiłku [Chen i in., 2023]. Długotrwałe podawanie proszku z liści powoduje istotny spadek glikemii na czczo oraz poprawę regeneracji komórek β trzustki [Suthamwong i in., 2020]. Również działanie przeciwhiperlipidemiczne morwy zostało potwierdzone w badaniach z wykorzystaniem związków takich jak mulberrozyd A i oksyresweratrol, które obniżają poziom cholesterolu, triglicerydów i LDL u zwierząt z dietozależną hiperlipidemią [Jo i in., 2014]. Ponadto, suplementacja liśćmi i owocami zmniejsza rozmiar zmian miażdżycowych, co wskazuje na jej ważną rolę w profilaktyce chorób układu sercowo-naczyniowego [Wang i in., 2021].



Ryc. 1. Związki aktywne oraz właściwości terapeutyczne morwy białej

Źródło: opracowania własne

Warto podkreślić, że preparaty zawierające ekstrakty z *M. alba*, często stosowane w połączeniu z innymi roślinami, u myszy na diecie wysokotłuszczowej wykazują redukcję masy ciała, poziomu insuliny i leptyny oraz regulację hormonów takich jak grelina [Yimam i in., 2016]. Ekstrakty te hamują akumulację lipidów w wątrobie i zmniejszają adipogenezę, co jest kluczowe w terapii otyłości. Co więcej, ekstrakty wodne i hydroalkoholowe z owoców oraz liści morwy białej wykazują działanie ochronne na wątrobę w modelach uszkodzenia toksycznego [Liang i in., 2021]. Redukują peroksydację lipidów, zapobiegają odkładaniu tłuszczu i włóknieniu, a także hamują ekspresję genów prozapalnych, co czyni

morwę wartościowym środkiem hepatoprotekcyjnym [Yu i in., 2022]. Na koniec należy zwrócić uwagę, że morwa biała wykazuje również działanie przeciwpłytkowe [Kim i in., 2014], anksjolityczne [Yadav i in., 2008], immunomodulujące [Lee i in., 2013], przeciwdepresyjne [Lim i in., 2015], przeciwpasożytnicze [Fu i in., 2014] oraz kardioprotekcyjne [Cao i in., 2018] (ryc. 1). Szerokie spektrum tych efektów, połączone z bezpieczeństwem stosowania, wskazuje na duży potencjał zastosowań w nutraceutyce oraz w medycynie wspomagającej terapię metabolicznych i przewlekłych chorób cywilizacyjnych [Chan i in., 2016; Rodrigues i in., 2019].

Potencjał terapeutyczny morwy białej w leczeniu cukrzycy typu 2

Cukrzyca typu 2 (DM2) to przewlekła choroba metaboliczna, charakteryzująca się hiperglikemią i zaburzeniami metabolizmu węglowodanów, lipidów i białek. Wiąże się ona ze stresem oksydacyjnym, insulinoopornością oraz postępującym uszkodzeniem komórek β trzustki [Oguntibeju, 2019]. Mimo dostępności farmakoterapii, w tym metforminy czy rozyglitazonu, leczenie często wiąże się z działaniami niepożądanymi. W związku z tym rośnie zainteresowanie środkami pochodzenia naturalnego, takimi jak morwa biała [Chen i in., 2023].

Kluczową rolę w regulacji poziomu glukozy we krwi odgrywają kinaza białkowa aktywowana przez AMP (AMPK) oraz ekspresja białka transportującego glukozę GLUT4. Warto podkreślić, że suplementy roślinne, takie jak ekstrakty z liści morwy białej, mogą aktywować te szlaki sygnałowe, wspomagając metabolizm glukozy i zwiększając wrażliwość tkanek na insulinę [Kang i in., 2022]. Potwierdzają to liczne badania, m.in. przeprowadzone w USA i Japonii, gdzie wykazano, że ekstrakt z liści morwy skutecznie obniża glikemię poposiłkową zarówno u osób zdrowych, jak i pacjentów z DM2. Podanie 1 g ekstraktu wraz z 75 g sacharozy istotnie zmniejszyło wzrost poziomu glukozy we krwi w ciągu 120 minut [Mudra i in., 2007]. Podobne efekty odnotowano w Japonii po spożyciu galaretki zawierającej 3,3 g ekstraktu – zaobserwowano redukcję zarówno glikemii, jak i insulinemii [Nakamura i in., 2011].

Za większość tych przeciwcukrzycowych efektów odpowiada 1-deoksynojirimycyna (DNJ), naturalny inhibitor glukozydazy obecny w liściach morwy. W badaniach klinicznych podanie DNJ w dawkach od 6 do 18 mg skutecznie hamowało wzrost glikemii i insulinemii po spożyciu sacharozy, wykazując działanie zależne od dawki [Kimura i in., 2007]. Ponadto, w badaniu Andallu i in. (2001) porównano skuteczność liści morwy (3 g/dzień przez 30 dni) z działaniem glibenklamidu. Wyniki wskazały, że morwa istotnie obniżała poziom cholesterolu całkowitego, LDL i triglicerydów oraz podwyższała HDL, podczas gdy efekty glibenklamidu nie były statystycznie istotne [Andallu i in., 2001]. Również 12-tygodniowa suplementacja DNJ u mężczyzn z hipertriglicerydemią przyniosła korzystne rezultaty – poziom triglicerydów zmniejszył się z 312 do 252 mg/dL [Aramwit i in., 2011]. W Tajlandii natomiast, podawanie tabletek z proszkiem z liści morwy (3 × 255 mg dziennie) skutkowało obniżeniem cholesterolu całkowitego, LDL i triglicerydów oraz wzrostem HDL o 20% [Wattanathorn i in., 2014].

Suplementacja morwą białą jest generalnie dobrze tolerowana przez organizm. U niektórych pacjentów zaobserwowano łagodne działania niepożądane – takie jak biegunka, zawroty głowy czy wzdęcia – jednak preparaty te uznaje się za bezpieczne w długotrwałym stosowaniu [Chan i in., 2016; Rodrigues i in., 2019]. Co więcej, badania kliniczne przeprowadzone w Tajlandii wykazały, że ekstrakt z liści morwy (1050 i 2100 mg dziennie) poprawiał funkcje poznawcze i pamięć roboczą u osób starszych, bez objawów toksyczności [Kaewkaen i in., 2012]. Wyniki te sugerują możliwy neuroprotektoryjny potencjał morwy w procesach starzenia się układu nerwowego [Tam i in., 2021].

Na poziomie eksperymentalnym, w modelach zwierzęcych z cukrzycą indukowaną streptozotocyną, suplementacja morwą poprawiała poziom insuliny i modulowała ekspresję białek zaangażowanych w sygnalizację insulinową, takich jak IGF2, Ly6a, Grb10 i UBD, co sugeruje działanie na poziomie

szlaku sygnałowego substratu receptora insuliny (IRS) [Ge i in., 2018]. Co istotne, podobne właściwości wykazują ekstrakty z innych gatunków morwy, takich jak *Morus nigra* i *Morus rubra* [Rodrigues i in., 2019]. Działają one antyoksydacyjnie, obniżając poziom glukozy, zmniejszając stres oksydacyjny oraz zwiększając poziom glutationu. Dodatkowo ograniczają ekspresję metaloproteinaz (np. MMP-2), co wspiera ochronę naczyń krwionośnych [Yiemwattana i in., 2019]. Wodne ekstrakty z *M. rubra* skutecznie obniżały poziom hemoglobiny glikowanej (HbA_{1c}) oraz poprawiały profil lipidowy u zwierząt z cukrzycą [Sharma i in., 2010]. Podobne efekty przypisuje się polisacharydom z owoców *M. alba*, które wzmacniają działanie przeciwcukrzycowe poprzez wpływ na enzymy antyoksydacyjne [Phimarn i in., 2017].

Podsumowując, roślina ta łączy w sobie działanie hipoglikemizujące, hipolipemizujące, antyoksydacyjne oraz neuroprotektoryjne, co czyni ją cennym składnikiem suplementów wspomagających leczenie cukrzycy typu 2, zespołu metabolicznego oraz zaburzeń poznawczych. Biorąc pod uwagę wyniki licznych badań klinicznych i przedklinicznych, ekstrakty z morwy białej – szczególnie w postaci proszku, tabletek i kapsułek zawierających DNJ – mogą stanowić skuteczne i bezpieczne wsparcie terapii metabolicznych zaburzeń. Niemniej jednak, dalsze badania powinny skupić się na standaryzacji dawek, długości terapii oraz potencjalnych interakcjach z lekami syntetycznymi.

Podsumowanie

Morus alba, tradycyjnie wykorzystywana jako podstawowy pokarm dla jedwabników, zyskała miano rośliny wielofunkcyjnej, znajdując zastosowanie nie tylko w przemyśle jedwabniczym, lecz także w paszach, żywności, kosmetykach i medycynie. Jej liście, owoce oraz kora są bogatym źródłem związków bioaktywnych, takich jak flawonoidy, antocyjany, alkaloidy, stilbenoidy i inne fenole. Wykazują one szerokie spektrum działania farmakologicznego, obejmujące właściwości przeciwutleniające, przeciwzapalne, przeciwcukrzycowe, przeciwlipidowe, przeciwmiażdżycowe, przeciwołyściowe, hepatoprotekcyjne, kardioprotekcyjne, immunomodulujące, a także przeciwbólowe i anksjolityczne.

Coraz liczniejsze badania, w tym kliniczne, potwierdzają skuteczność ekstraktów z *M. alba* w obniżaniu poziomu glukozy i cholesterolu we krwi, a także w poprawie funkcji poznawczych, co czyni ją cennym surowcem w profilaktyce i wspomaganiu leczenia zaburzeń metabolicznych, zwłaszcza otyłości i cukrzycy typu 2. Dzięki zawartości bioaktywnych składników morwa biała zyskuje na znaczeniu jako potencjalne źródło nutraceutyków i roślinnych leków. Niemniej jednak, trudności związane z brakiem standaryzacji ekstraktów i zmiennością zawartości substancji czynnych pozostają istotnym wyzwaniem w kontekście wdrażania jej do terapii klinicznej.

Bibliografia

- Andallu B., Suryakantham V., Lakshmi Srikanthi B., Reddy G.K., *Effect of mulberry (Morus indica L.) therapy on plasma and erythrocyte membrane lipids in patients with type 2 diabetes*, "Clinica Chimica Acta" 2001, vol. 314 nr 1-2, 47-53. [https://doi.org/10.1016/S0009-8981\(01\)00632-5](https://doi.org/10.1016/S0009-8981(01)00632-5).
- Aramwit P., Petcharat K., Supasyndh O., *Efficacy of mulberry leaf tablets in patients with mild dyslipidemia*, "Phytotherapy Research" 2011, vol. 25 nr 3, 365-369. <https://doi.org/10.1002/ptr.3270>.
- Asano N., Oseki K., Tomioka E., Kizu H., Matsui K., *N-containing sugars from Morus alba and their glycosidase inhibitory activities*, "Carbohydrate Research" 1994, vol. 259 nr 2, 243-255. [https://doi.org/10.1016/0008-6215\(94\)84060-1](https://doi.org/10.1016/0008-6215(94)84060-1).
- Cao Y.G., Zheng X.K., Yang F.F., Li F., Qi M., Zhang Y.L., Zhao X., Kuang H.X., Feng W.S., *Two new phenolic constituents from the root bark of Morus alba L. and their cardioprotective activity*, "Natural Product Research" 2018, vol. 32 nr 4, 391-398. <https://doi.org/10.1080/14786419.2017.1309535>.
- Chaiyana W., Sirithunyalug J., Somwongin S., Punyoyai C., Laothaweerungsawat N., Marsup P., Neimkhum W., Yawootti A., *Enhancement of the Antioxidant, Anti-Tyrosinase, and Anti-Hyaluronidase Activity of Morus alba L. Leaf Extract by Pulsed Electric Field Extraction*, "Molecules" 2020, vol. 25 nr 9, 2212. <https://doi.org/10.3390/molecules25092212>.

- Chan E.W.C., Wong S.K., Tangah J., Inoue T., Chan H.T., *Phenolic constituents and anticancer properties of Morus alba (white mulberry) leaves*, "Journal of Integrative Medicine" 2020, vol. 18 nr 3, 189–195. doi.org/10.1016/j.joim.2020.02.006.
- Chan E.W., Lye P.Y., Wong S.K., *Phytochemistry, pharmacology, and clinical trials of Morus alba*, "Chinese Journal of Natural Medicines" 2016, vol. 14 nr 1, 17–30. https://doi.org/10.3724/SP.J.1009.2016.00017.
- Chen H., Yu W., Chen G., Meng S., Xiang Z., He N., *Antinociceptive and antibacterial properties of anthocyanins and flavonols from fruits of black and non-black mulberries*, "Molecules" 2017, vol. 23 nr 1, 4. doi.org/10.3390/molecules23010004.
- Chen S., Xi M., Gao F., Li M., Dong T., Geng Z., Liu C., Huang F., Wang J., Li X., Wei P., Miao F., *Evaluation of mulberry leaves' hypoglycemic properties and hypoglycemic mechanisms*, "Frontiers in Pharmacology" 2023, vol. 14, 1045309. doi.org/10.3389/fphar.2023.1045309.
- Cloete L., *Diabetes mellitus: an overview of the types, symptoms, complications and management*, "Nursing Standard" 2022, vol. 37 nr 1, 61–66. doi.org/10.7748/ns.2021.e11709.
- Deepa M., Sureshkumar T., Satheeskumar P.K., Priya S., *Purified mulberry leaf lectin (MLL) induces apoptosis and cell cycle arrest in human breast cancer and colon cancer cells*, "Chemico-Biological Interactions" 2012, vol. 200 nr 1, 38–44. doi.org/10.1016/j.cbi.2012.08.025.
- Du Q., Zheng J., Xu Y., *Composition of anthocyanins in mulberry and their antioxidant activity*, "Journal of Food Composition and Analysis" 2008, vol. 21, 390–395.
- Du J., He Z.D., Jiang R.W., Ye W.C., Xu H.X., But P.P., *Antiviral flavonoids from the root bark of Morus alba L.*, "Phytochemistry" 2003, vol. 62 nr 8, 1235–1238. doi.org/10.1016/S0031-9422(02)00753-7.
- Du Y., Zhang R., Zheng X.X., Zhao Y.L., Chen Y.L., Ji S., Guo M.Z., Tang D.Q., *Morus alba L. leaf water extract attenuates type 2 diabetes mellitus by regulating gut microbiota dysbiosis, lipopolysaccharide elevation and endocannabinoid system disorder*, "Journal of Ethnopharmacology" 2024, vol. 323, 117681. doi.org/10.1016/j.jep.2023.117681.
- Fatima M., Dar M.A., Dhanavade M.J., Abbas S.Z., Bukhari M.N., Arsalan A., Liao Y., Wan J., Shah Syed Bukhari J., Ouyang Z., *Biosynthesis and Pharmacological Activities of the Bioactive Compounds of White Mulberry (Morus alba): Current Paradigms and Future Challenges*, "Biology" 2024, vol. 13 nr 7, 506. doi.org/10.3390/biology13070506.
- Fu Y., Zhang Q., Xu D.H., Xia H., Cai X., Wang B., Liang J., *Parasiticidal effects of Morus alba root bark extracts against Ichthyophthirius multifiliis infecting grass carp*, "Diseases of Aquatic Organisms" 2014, vol. 108 nr 2, 129–136. doi.org/10.3354/dao02708.
- Ge Q., Zhang S., Chen L., Tang M., Liu L., Kang M., Gao L., Ma S., Yang Y., Lv P., Kong M., Yao Q., Feng F., Chen K., *Mulberry Leaf Regulates Differentially Expressed Genes in Diabetic Mice Liver Based on RNA-Seq Analysis*, "Frontiers in Physiology" 2018, vol. 9, 1051. https://doi.org/10.3389/fphys.2018.01051.
- Gryn-Rynko A., Sperkowska B., Majewski M.S., *Screening and Structure-Activity Relationship for Selective and Potent Anti-Melanogenesis Agents Derived from Species of Mulberry (Genus Morus)*, "Molecules" 2022, vol. 27 nr 24, 9011. doi.org/10.3390/molecules27249011.
- Hafeez A., Khan Z., Armaghan M., Khan K., Sönmez Güler E., Abdull Razis A.F., Modu B., Almarhoon Z.M., Setzer W.N., Sharifi-Rad J., *Exploring the therapeutic and anti-tumor properties of morusin: a review of recent advances*, "Frontiers in Molecular Biosciences" 2023, vol. 10, 1168298. doi.org/10.3389/fmolb.2023.1168298.
- Hao J., Gao Y., Xue J., Yang Y., Yin J., Wu T., Zhang M., *Phytochemicals, Pharmacological Effects and Molecular Mechanisms of Mulberry*, "Foods" 2022, vol. 11 nr 8, 1170. doi.org/10.3390/foods11081170.
- Iqbal S., Younas U., Sirajuddin, Chan K.W., Sarfraz R.A., Uddin M.K., *Proximate composition and antioxidant potential of leaves from three varieties of Mulberry (Morus sp.): a comparative study*, "International Journal of Molecular Sciences" 2012, vol. 13 nr 6, 6651–6664. https://doi.org/10.3390/ijms13066651.
- Jan B., Parveen R., Zahiruddin S., Khan M.U., Mohapatra S., Ahmad S., *Nutritional constituents of mulberry and their potential applications in food and pharmaceuticals: A review*, "Saudi Journal of Biological Sciences" 2021, vol. 28 nr 7, 3909–3921. doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.03.056.
- Jeong H.I., Jang S., Kim K.H., *Morus alba L. for Blood Sugar Management: A Systematic Review and Meta-Analysis*, "Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine" 2022, vol. 2022, 9282154. https://doi.org/10.1155/2022/9282154.
- Jiang Y., Nie W.J., *Chemical properties in fruits of mulberry species from the Xinjiang province of China*, "Food Chemistry" 2015, vol. 174, 460–466. doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.11.083.
- Jo S.P., Kim J.K., Lim Y.H., *Antihyperlipidemic effects of stilbenoids isolated from Morus alba in rats fed a high-cholesterol diet*, "Food and Chemical Toxicology" 2014, vol. 65, 213–218. https://doi.org/10.1016/j.fct.2013.12.040.
- Kaewkaen P., Tong-Un T., Wattanathorn J., Muchimapura S., Kaewrueng W., Wongcharoenwanakit S., *Mulberry Fruit Extract Protects against Memory Impairment and Hippocampal Damage in Animal Model of Vascular Dementia*, "Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine" 2012, vol. 2012, 263520. https://doi.org/10.1155/2012/263520.
- Kang C.W., Park M., Lee H.J., *Mulberry (Morus alba L.) Leaf Extract and 1-Deoxynojirimycin Improve Skeletal Muscle Insulin Resistance via the Activation of IRS-1/PI3K/Akt Pathway in db/db Mice*, "Life" 2022, vol. 12 nr 10, 1630. doi.org/10.3390/life12101630.
- Kim D.S., Ji H.D., Rhee M.H., Sung Y.Y., Yang W.K., Kim S.H., Kim H.K., *Antiplatelet Activity of Morus alba Leaves Extract, Mediated via Inhibiting Granule Secretion and Blocking the Phosphorylation of Extracellular-Signal-Regulated Kinase and Akt*, "Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine" 2014, vol. 2014, 639548. doi.org/10.1155/2014/639548.

- Kimura T., Nakagawa K., Kubota H., Kojima Y., Goto Y., Yamagishi K., Oita S., Oikawa S., Miyazawa T., *Food-grade mulberry powder enriched with 1-deoxynojirimycin suppresses the elevation of postprandial blood glucose in humans*, "Journal of Agricultural and Food Chemistry" 2007, vol. 55 nr 14, 5869–5874. /doi.org/10.1021/jf06268og.
- Lee J.S., Synytsya A., Kim H.B., Choi D.J., Lee S., Lee J., Kim W.J., Jang S., Park Y.I., *Purification, characterization and immunomodulating activity of a pectic polysaccharide isolated from Korean mulberry fruit Oddi (Morus alba L.)*, "International Immunopharmacology" 2013, vol. 17 nr 3, 858–866. doi.org/10.1016/j.intimp.2013.09.019.
- Lei L., Huan Y., Liu Q., Li C., Cao H., Ji W., Gao X., Fu Y., Li P., Zhang R., Abliz Z., Liu Y., Liu S., Shen Z., *Morus alba L. (Sangzhi) alkaloids promote insulin secretion, restore diabetic β -cell function by preventing dedifferentiation and apoptosis*, "Frontiers in Pharmacology" 2022, vol. 13, 841981. doi.org/10.3389/fphar.2022.841981.
- Liang H.W., Yang T.Y., Teng C.S., Lee Y.J., Yu M.H., Lee H.J., Hsu L.S., Wang C.J., *Mulberry leaves extract ameliorates alcohol-induced liver damages through reduction of acetaldehyde toxicity and inhibition of apoptosis caused by oxidative stress signals*, "International Journal of Medical Sciences" 2021, vol. 18 nr 1, 53–64. doi.org/10.7150/ijms.50174.
- Lim D.W., Jung J.W., Park J.H., Baek N.I., Kim Y.T., Kim I.H., Han D., *Antidepressant-like effects of Sanggenon G, isolated from the root bark of Morus alba, in rats: involvement of the serotonergic system*, "Biological & Pharmaceutical Bulletin" 2015, vol. 38 nr 11, 1772–1778. doi.org/10.1248/bpb.b15-00471.
- Morales Ramos J.G., Esteves Pairazamán A.T., Mocarro Willis M.E.S., Collantes Santisteban S., Caldas Herrera E., *Medicinal properties of Morus alba for the control of type 2 diabetes mellitus: a systematic review*, "F1000Research" 2021, vol. 10, 1022. doi.org/10.12688/f1000research.55573.1.
- Mudra M., Ercan-Fang N., Zhong L., Furne J., Levitt M., *Influence of mulberry leaf extract on the blood glucose and breath hydrogen response to ingestion of 75 g sucrose by type 2 diabetic and control subjects*, "Diabetes Care" 2007, vol. 30 nr 5, 1272–1274. https://doi.org/10.2337/dc06-2120.
- Nakamura S., Hashiguchi M., Yamaguchi Y., Oku T., *Hypoglycemic effects of Morus alba leaf extract on postprandial glucose and insulin levels in patients with type 2 diabetes treated with sulfonylurea hypoglycemic agents*, "Journal of Diabetes & Metabolism" 2011, vol. 2, 158.
- Ntalouka F., Tsirovakou A., *Morus alba: natural and valuable effects in weight loss management*, "Frontiers in Clinical Diabetes and Healthcare" 2024, vol. 5, 1395688. doi.org/10.3389/fcdhc.2024.1395688.
- Oguntibeju O.O., *Type 2 diabetes mellitus, oxidative stress and inflammation: examining the links*, "International Journal of Physiology, Pathophysiology and Pharmacology" 2019, vol. 11 nr 3, 45–63.
- Park K.M., You J.S., Lee H.Y., Baek N.I., Hwang J.K., *Kuwanon G: an antibacterial agent from the root bark of Morus alba against oral pathogens*, "Journal of Ethnopharmacology" 2003, vol. 84 nr 2–3, 181–185. doi.org/10.1016/s0378-8741(02)00318-5.
- Phimarn W., Wichaiyo K., Silpsavikul K., Sungthong B., Saramunee K., *A meta-analysis of efficacy of Morus alba Linn. to improve blood glucose and lipid profile*, "European Journal of Nutrition" 2017, vol. 56 nr 4, 1509–1521. doi.org/10.1007/s00394-016-1197-x.
- Rao S.J.A., Ramesh C.K., Mahmood R., Bt P., *Anthelmintic and antimicrobial activities in some species of mulberry*, "International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences" 2012, vol. 4 nr 5, 335–338.
- Rodrigues E.L., Marcelino G., Silva G.T., Figueiredo P.S., Garcez W.S., Corsino J., Guimarães R.C.A., Freitas K.C., *Nutraceutical and medicinal potential of the Morus species in metabolic dysfunctions*, "International Journal of Molecular Sciences" 2019, vol. 20 nr 2, 301. doi.org/10.3390/ijms20020301.
- Sánchez-Salcedo E.M., Mena P., García-Viguera C., Martínez J.J., Hernández F., *Phytochemical evaluation of white (Morus alba L.) and black (Morus nigra L.) mulberry fruits, a starting point for the assessment of their beneficial properties*, "Journal of Functional Foods" 2015, nr 12, 399–408. doi.org/10.1016/j.jff.2014.12.010.
- Sharma S.B., Gupta S., Ac R., Singh U.R., Rajpoot R., Shukla S.K., *Antidiabetogenic action of Morus rubra L. leaf extract in streptozotocin-induced diabetic rats*, "The Journal of Pharmacy and Pharmacology" 2010, vol. 62 nr 2, 247–255. doi.org/10.1211/jpp/62.02.0013.
- Shi Y., Zhong L., Fan Y., Zhang J., Zhong H., Liu X., Shao C., Hu Y., *The protective effect of mulberry leaf flavonoids on high-carbohydrate-induced liver oxidative stress, inflammatory response and intestinal microbiota disturbance in Monopterus albus*, "Antioxidants (Basel)" 2022, vol. 11 nr 5, 976. https://doi.org/10.3390/antiox11050976.
- Sohn H.Y., Son K.H., Kwon C.S., Kwon G.S., Kang S.S., *Antimicrobial and cytotoxic activity of 18 prenylated flavonoids isolated from medicinal plants: Morus alba L., Morus mongolica Schneider, Broussonetia papyrifera (L.) Vent, Sophora flavescens Ait and Echinosophora koreensis Nakai*, "Phytomedicine" 2004, vol. 11 nr 7–8, 666–672. doi.org/10.1016/j.phymed.2003.09.005.
- Suthamwong P., Minami M., Okada T., Shiwaku N., Uesugi M., Yokode M., Kamei K., *Administration of mulberry leaves maintains pancreatic β -cell mass in obese/type 2 diabetes mellitus mouse model*, "BMC Complementary Medicine and Therapies" 2020, vol. 20 nr 1, 136. doi.org/10.1186/s12906-020-02933-4.
- Tam D.N.H., Nam N.H., Elhady M.T., Tran L., Hassan O.G., Sadik M., Tien P.T.M., Elshafei G.A., Huy N.T., *Effects of mulberry on the central nervous system: a literature review*, "Current Neuropharmacology" 2021, vol. 19 nr 2, 193–219. doi.org/10.2174/1570159X18666200507081531.

- Wang Y., Yu Z., Jiang J., Li Y., Yu S., *Mulberry leaf attenuates atherosclerotic lesions in patients with coronary heart disease possibly via 1-Deoxynojirimycin: A placebo-controlled, double-blind clinical trial*, "Journal of Food Biochemistry" 2021, vol. 45 nr 1, e13573. doi.org/10.1111/jfbc.13573.
- Wattanathorn J., Tong-un T., Muchimapura S., Wannanon P., Thukhammee W., Anulukanapakorn K., Bunjob M., *Evaluation of safety and cognitive enhancing effect of Morus alba leaves extract in healthy older adults*, "PharmaNutrition" 2014, vol. 2 nr 3, 102. doi.org/10.1016/j.phanu.2013.11.076.
- Yadav A.V., Kawale L.A., Nade V.S., *Effect of Morus alba L. (mulberry) leaves on anxiety in mice*, "Indian Journal of Pharmacology" 2008, vol. 40 nr 1, 32–36. doi.org/10.4103/0253-7613.40487.
- Yang S., Wang B.L., Li Y., *Advances in the pharmacological study of Morus alba L.*, "Yao Xue Xue Bao = Acta Pharmaceutica Sinica" 2014, vol. 49 nr 6, 824–831.
- Yiemwattana I., Kaomongkolgit R., Wirojchanasak S., Chaisomboon N., *Morus alba stem extract suppresses matrix metalloproteinases (MMP)-1, MMP-9, and tissue inhibitors of metalloproteinase (TIMP)-1 expression via inhibition of IκBα degradation induced by Porphyromonas gingivalis LPS signal in THP-1 cells*, "European Journal of Dentistry" 2019, vol. 13 nr 2, 229–234. doi.org/10.1055/s-0039-1694314.
- Yimam M., Jiao P., Hong M., Brownell L., Lee Y.C., Hyun E.J., Kim H.J., Kim T.W., Nam J.B., Kim M.R., Jia Q., *Appetite suppression and antiobesity effect of a botanical composition composed of Morus alba, yerba mate, and Magnolia officinalis*, "Journal of Obesity" 2016, 4670818. https://doi.org/10.1155/2016/4670818.
- Yu Y., Chen Y., Shi X., Ye C., Wang J., Huang J., Zhang B., Deng Z., *Hepatoprotective effects of different mulberry leaf extracts against acute liver injury in rats by alleviating oxidative stress and inflammatory response*, "Food & Function" 2022, vol. 13 nr 16, 8593–8604. doi.org/10.1039/d2fo00282e.
- Yuan Q., Zhao L., *The mulberry (Morus alba L.) fruit – a review of characteristic components and health benefits*, "Journal of Agricultural and Food Chemistry" 2017, vol. 65 nr 48, 10383–10394. doi.org/10.1021/acs.jafc.7b03614.
- Zhang R., Zhang Q., Zhu S., Liu B., Liu F., Xu Y., *Mulberry leaf (Morus alba L.): A review of its potential influences in mechanisms of action on metabolic diseases*, "Pharmacological Research" 2022, vol. 175, 106029. doi.org/10.1016/j.phrs.2021.106029.

Natalia Kurhaluk, Halina Tkaczenko

Uniwersytet Pomorski w Słupsku, Instytut Biologii
 Studenckie Koło Naukowe Fizjologów Zwierząt „Oxygen”

ROLA MIKROBIOTY JELITOWEJ W PATOGENEZIE CHOROBY ALZHEIMERA

The role of gutmic microbiota in the pathogenesis of Alzheimer's disease

Abstract: Alzheimer's disease (AD) is the most common form of dementia. It is characterised by progressive neurodegeneration and cognitive decline. The main pathological hallmarks are β-amyloid plaques, neurofibrillary tangles of tau protein and chronic neuroinflammation. There is increasing evidence to suggest that the microbiota-gut-brain axis (MGB) plays a role in the pathogenesis of AD. Imbalance in the gut microbiota (dysbiosis) can lead to systemic and central inflammation through immunological, hormonal, and neural mechanisms, thereby promoting neurodegeneration. Emerging research suggests that modulating the gut microbiota through the use of probiotics, prebiotics, and dietary interventions could be a new way to prevent or treat AD.

Keywords: Alzheimer's disease, neurodegeneration, gut microbiota, microbiota-gut-brain axis, neuroinflammation, β-amyloid, tau protein, probiotics

Wprowadzenie

Choroba Alzheimerera (AD) jest najczęstszą formą otępienia i stanowi postępującą, neurodegeneracyjne schorzenie ośrodkowego układu nerwowego, prowadzące do pogarszającej się utraty funkcji poznawczych, pamięci oraz zdolności do wykonywania codziennych czynności [Grøntvedt i in., 2018]. Po raz pierwszy opisana została przez Aloisa Alzheimerera w 1906 roku podczas badań nad przypadkiem Auguste Deter. Obecnie szacuje się, że na całym świecie na chorobę Alzheimerera cierpi

około 50 milionów osób, a liczba ta stale rośnie, co czyni ją globalnym problemem zdrowia publicznego [Di Resta i Ferrari, 2019].

Do najbardziej charakterystycznych zmian neuropatologicznych w przebiegu AD należą zewnątrzkomórkowe złogi β -amyloidu ($A\beta$) w postaci blaszek amyloidowych oraz wewnątrzkomórkowe sploty neurofibrylarne zbudowane z hiperfosforylowanego białka tau [Blennow i Zetterberg, 2018]. Amyloid beta (głównie $A\beta_{40}$ i $A\beta_{42}$) powstaje w wyniku nieprawidłowego metabolizmu białka prekursorowego amyloidu (APP). Te złogi uszkadzają synapsy, prowadzą do śmierci neuronów i są uznawane za kluczowy element tzw. hipotezy kaskady amyloidowej, zaproponowanej w 1992 roku przez Hardy'ego i Higginsa [Naveed i in., 2019]. Mimo intensywnych badań dotychczasowe terapie ukierunkowane na zmniejszenie ilości $A\beta$ i tau nie przyniosły oczekiwanych efektów klinicznych.

W patogenezie AD istotną rolę przypisuje się także neurozapaleniu – przewlekłemu, niezrównoważonemu pobudzeniu układu odpornościowego mózgu, które może być wywołane czynnikami zewnętrznymi, takimi jak infekcje czy urazy czaszkowo-mózgowe [Uddin i in., 2022]. W ostatnich latach na znaczeniu zyskała tzw. hipoteza zapalna choroby Alzheimera, wspierana przez odkrycia genów związanych z podatnością na stany zapalne (np. *CD33*, *TREM2*) w badaniach asocjacyjnych całego genomu [Griciuc i in., 2019]. Inne mechanizmy patogenetyczne, takie jak dysfunkcja mitochondrialna, insulinooporność czy niedokrwienie mózgu, również mogą odgrywać rolę w inicjowaniu patologii AD [Burillo i in., 2021; Pluta i in., 2022; Ashleigh i in., 2023].

Coraz więcej badań wskazuje również na związek między chorobą Alzheimera a osią mikrobiota-jelita-mózg (MGBA) [Angelucci i in., 2019; Megur i in., 2020; Liu i in., 2020]. Jelita i ich mikrobiota mają zdolność wpływu na czynność mózgu poprzez mechanizmy immunologiczne, hormonalne i nerwowe. Zaburzenia składu mikrobioty jelitowej (dysbioza) mogą prowadzić do wzmożonego stanu zapalnego i rozwoju neurozapalnych procesów w mózgu, wspierając tym samym rozwój i progresję AD [Angelucci i in., 2019]. Ta nowa perspektywa otwiera możliwości terapeutyczne, takie jak modyfikacja składu mikrobioty przy pomocy antybiotyków, probiotyków lub prebiotyków, jako potencjalne narzędzie w profilaktyce lub leczeniu choroby Alzheimera [Liu i in., 2020].

Choroba ta częściej występuje u kobiet i rozwija się stopniowo – od łagodnych zaburzeń pamięci po całkowitą utratę funkcji poznawczych i śmierć [Breijyeh i Karaman, 2020]. Objawy kliniczne obejmują depresję, problemy z rozpoznawaniem czasu i przestrzeni, zmiany nastroju, zaburzenia mowy, pogorszenie zdolności planowania i rozwiązywania problemów, jak również trudności w rozpoznawaniu obiektów i osób [Bondi i in., 2017].

Etiologia AD jest wieloczynnikowa. Wyróżnia się postać rodzinną (dziedziczną), związaną z mutacjami w genach *APP*, *PSEN1* i *PSEN2* oraz znacznie częstszą – postać sporadyczną, w której interakcje czynników genetycznych i środowiskowych (np. wiek, dieta, styl życia, infekcje) wpływają na rozwój choroby [Breijyeh i Karaman, 2020; Zheng i Wang, 2025].

Pomimo dużego postępu w rozumieniu patofizjologii AD nadal brakuje skutecznych terapii modyfikujących przebieg choroby. Coraz większe zainteresowanie badaczy budzi jednak wpływ czynników mikrośrodowiskowych, w tym mikrobioty jelitowej, na mózg i układ odpornościowy, co może w przyszłości stanowić podstawę do opracowania nowatorskich strategii terapeutycznych [Angelucci i in., 2019; Megur i in., 2020; Liu i in., 2020].

Mikrobiota jelitowa i jej znaczenie dla zdrowia oraz funkcjonowania mózgu – oś mikrobiota-jelita-mózg

Ludzki przewód pokarmowy zamieszkuje ogromna liczba mikroorganizmów, głównie bakterii, ale także wirusów i grzybów, które tworzą złożoną ekologiczną społeczność znaną jako mikrobiota jelitowa. Mikrobiota ta odgrywa kluczową rolę w regulacji procesów fizjologicznych i rozwojowych

organizmu, w tym w utrzymaniu homeostazy, funkcji odpornościowej, metabolizmu, a także prawidłowego funkcjonowania układu nerwowego [Daliri i in., 2018].

W warunkach zdrowia mikroorganizmy jelitowe utrzymują równowagę pH w przewodzie pokarmowym i stanowią barierę ochronną przed patogenami. Szczególnie istotną grupą są bakterie probiotyczne, takie jak *Lactobacillus* i *Bifidobacterium*, które wspierają odporność, zmniejszają ryzyko stanów zapalnych i pomagają w produkcji istotnych substancji biologicznie czynnych. Znajdują się one w fermentowanych produktach mlecznych i warzywnych, a także w suplementach diety [Mazziotta i in., 2023]. Zaburzenia równowagi mikrobioty, wywołane przez stres, antybiotykoterapię lub niewłaściwą dietę, mogą prowadzić do szeregu schorzeń, takich jak otyłość, zespół metaboliczny, cukrzyca typu 2, niewydolność serca, choroby zapalne jelit, alergię czy nowotwory jelita grubego [Madhogaria i in., 2022].

Jednym z najbardziej fascynujących obszarów badań ostatnich lat jest związek między mikrobiotą jelitową a funkcjonowaniem mózgu. Układ pokarmowy i mózg pozostają w stałej dwukierunkowej komunikacji poprzez złożoną sieć mechanizmów nerwowych, immunologicznych, hormonalnych i metabolicznych. Tę interakcję określa się mianem osi mikrobiota-jelita-mózg (ang. *microbiota-gut-brain axis*, MGB) [Marazziti i in., 2021].

Kluczową rolę w tej komunikacji odgrywa nerw błędny, który łączy neurony jelitowe z ośrodkowym układem nerwowym, a także bariery biologiczne, takie jak ściana jelita i bariera krew-mózg, przez które mogą przenikać cytokiny, hormony i inne substancje sygnałowe [Han i in., 2022]. Mikroorganizmy jelitowe są zdolne do produkcji neuroaktywnych związków chemicznych, takich jak krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe (SCFA), serotonina, dopamina, GABA, tryptofan czy histamina. Związki te oddziałują na funkcje neuronalne, wpływając na zachowanie, nastrój i zdolności poznawcze [Chen i in., 2021].

Badania przedkliniczne i kliniczne potwierdzają, że zaburzenia mikrobioty mogą mieć wpływ na rozwój chorób neurologicznych i psychiatrycznych [Angelucci i in., 2019; Megur i in., 2020; Liu i in., 2020]. U osób z chorobą Alzheimera obserwuje się zmniejszoną produkcję maślanu (butyratu), co może prowadzić do nasilenia stanu zapalnego i pogorszenia funkcji poznawczych [Tu i in., 2025]. Co więcej, dysbioza jelitowa została powiązana z rozwojem choroby Parkinsona, stwardnienia rozsianego, padaczki lekoopornej, a także z lękiem, depresją i zaburzeniami pamięci [Mitrea i in., 2022; Charitos i in., 2024].

Zaburzenia mikrobioty mogą również prowadzić do produkcji neurotoksycznych substancji, takich jak amoniak czy kwas D-mlekowy, a także cytokin prozapalnych [Galland, 2014]. W badaniach na zwierzętach wykazano, że zmiany mikrobioty prowadzą do zaburzeń pamięci oraz zmian w ekspresji genów związanych z funkcjami poznawczymi. Przeniesienie mikrobioty od osób z otyłością do myszy powodowało u nich pogorszenie funkcji pamięci, co potwierdza wpływ flory jelitowej na mózg [Gareau i in., 2011; Johnson i Foster, 2018].

Oś mikrobiota-jelita-mózg to dynamiczna sieć połączeń między układem nerwowym, odpornościowym i hormonalnym, która zapewnia integralność funkcjonowania organizmu. Zaburzenia tej osi mogą prowadzić do poważnych konsekwencji zdrowotnych, dlatego tak ważne jest utrzymywanie równowagi mikrobioty poprzez odpowiednią dietę, ograniczenie stresu i unikanie niepotrzebnego stosowania antybiotyków [Angelucci i in., 2019].

Dysbioza jako czynnik sprzyjający rozwojowi choroby Alzheimera

W ostatnich latach wiele badań podkreśla znaczącą rolę mikrobioty jelitowej w patofizjologii AD. Dysbioza jelitowa zwiększa przepuszczalność jelit, co umożliwia przenikanie toksyn i produktów bakteryjnych do krwiobiegu, prowadząc do aktywacji układu odpornościowego i przewlekłego stanu

zapalnego. Prozapalne cytokiny oraz toksyny mogą przekraczać barierę krew–mózg, nasilając neurozapalne procesy i stymulując agregację beta-amyloidu oraz białka tau, co przyczynia się do neurodegeneracji typowej dla choroby Alzheimera. Zaburzenia osi jelito–mózg mają z kolei negatywny wpływ na funkcje poznawcze i pamięć, nasilając objawy choroby (Ryc. 1).



Ryc. 1. Mechanizmy wpływu dysbiozy na rozwój choroby Alzheimera

Źródło: opracowanie własne

Zaproponowano kilka teorii dotyczących udziału mikroorganizmów jelitowych w powstawaniu AD – od bezpośredniego wpływu drobnoustrojów (infekcje) po pośrednie mechanizmy związane z ochroną przeciwdrobnoustrojową, hipotezą higieniczną oraz procesami starzenia się układu immunologicznego [Angelucci i in., 2019; Seo i Holtzman, 2024]. Dowody pochodzące z badań na zwierzętach wolnych od patogenów (tzw. *germ-free*) sugerują, że obecność mikrobioty jelitowej może nasilać patologię amyloidową. U takich myszy obserwuje się znaczne ograniczenie odkładania β -amyloidu ($A\beta$), a jego ponowne zwiększenie po przeszczepieniu mikrobioty od myszy kontrolnych [Harach i in., 2017].

U ludzi wykazano związek pomiędzy przewlekłymi infekcjami bakteryjnymi (np. *Helicobacter pylori*, *Borrelia burgdorferi*, *Chlamydia pneumoniae*) a nasileniem objawów AD [Bu i in., 2015]. Zakażenie *H. pylori* wiąże się z obniżeniem wyników testów poznawczych i zwiększeniem poziomu $A\beta_{40}$ i $A\beta_{42}$ w surowicy [Roubaud-Baudron i in., 2012]. Co więcej, produkty *H. pylori* mogą indukować hiperfosforylację białka tau – charakterystyczną dla AD [Wang i in., 2015]. W mózgach pacjentów z AD stwierdzono także podwyższone poziomy lipopolisacharydów bakteryjnych oraz zwiększoną obecność cytokin prozapalnych i bakterii prozapalnych (np. *Escherichia/Shigella*) przy jednoczesnym zmniejszeniu liczby bakterii o działaniu przeciwzapalnym (*E. rectale*) [Zhao i in., 2017; Cattaneo i in., 2017].

Infekcje wirusowe również są uznawane za możliwe czynniki wywołujące AD [Ashraf i in., 2019]. W szczególności wirus opryszczki typu 1 (HSV-1) może zwiększać ryzyko choroby, zwłaszcza u nosicieli allelu ApoE- ϵ_4 [Itzhaki, 2017]. Inne wirusy, jak cytomegalowirus czy wirus ospy wietrznej, są również brane pod uwagę, choć ich rola jest mniej jasna [Barnes i in., 2015; Bernstein i in., 2020].

Dysbioza może wpływać na mózg na wiele sposobów. Przede wszystkim zmienia poziomy neuroprzekazników oraz funkcjonowanie receptorów kluczowych dla plastyczności synaptycznej

(np. receptorów NMDA, BDNF czy receptorów serotoninowych) [Maqsood i Stone, 2016]. Zaburzenia w mikrobiocie mogą także nasilać stan zapalny w mózgu i zmniejszać produkcję neuroprotektoryjnych cząsteczek, takich jak krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe (SCFA) czy przeciwutleniacze [Silva i in., 2020].

Wraz z wiekiem następuje zmiana składu mikrobioty jelitowej – wzrasta liczba proteobakterii, a zmniejsza się udział bakterii probiotycznych, jak bifidobakterie, oraz produkcja neuroprotektoryjnych SCFA [Caracciolo i in., 2014]. Ta tzw. „dysbioza starcza” może prowadzić do przewlekłego, niskiego stanu zapalnego – zjawiska określanego jako „*inflamm-aging*” – sprzyjającego rozwojowi chorób neurodegeneracyjnych [Franceschi i in., 2000].

Zgodnie z hipotezą ochrony przeciwdrobnoustrojowej odkładanie się A β w mózgu jest formą odpowiedzi immunologicznej organizmu na obecność szkodliwych mikroorganizmów [Moir i in., 2018]. Choć A β ma właściwości przeciwdrobnoustrojowe, to przewlekły stan zapalny wywołany przez mikrobiotę prowadzi do jego nadmiernej produkcji i akumulacji w mózgu. Jednocześnie całkowite usunięcie mikrobioty (np. poprzez antybiotyki) może być szkodliwe – prowadzi do aktywacji mikrogleju oraz wzrostu stężenia cytokin i chemokin zapalnych [Minter i in., 2016].

Hipoteza higieniczna choroby Alzheimera zakłada, że nadmierna sterylność środowiska we wczesnym okresie życia może prowadzić do niewystarczającego wykształcenia odporności i w efekcie zwiększać podatność na AD [Hu i in., 2016]. Badania na zwierzętach pozbawionych mikrobioty wykazały zmniejszoną reaktywność mikrogleju na infekcje [Erny i in., 2015]. Co więcej, zmniejszona różnorodność mikrobiologiczna jelit może mieć negatywny wpływ na regulację układu odpornościowego, w tym na działanie komórek Treg (regulatorowych). Zaburzenia ich funkcji mogą przyspieszać przejście od łagodnych zaburzeń poznawczych (MCI) do pełnoobjawowego AD [Dansokho i in., 2016].

Coraz więcej danych wskazuje, że osoby z genetyczną predyspozycją do AD (np. nosiciele ApoE- ϵ 4) są bardziej podatne na negatywny wpływ infekcji lub niekorzystnej diety zakłócającej równowagę mikrobiologiczną jelit [Hu i in., 2016].

Zaburzenia równowagi mikrobioty jelitowej – spowodowane infekcjami, dietą czy stosowaniem antybiotyków – mogą być czynnikiem wyzwalającym zaburzenia neurologiczne, w tym chorobę Alzheimera. Szczególnie dotyczy to osób starszych, u których naturalna odporność jest już osłabiona. Utrzymanie zdrowej mikroflory jelitowej może więc stanowić jeden z potencjalnych kierunków profilaktyki i terapii AD [Angelucci i in., 2019; Megur i in., 2020; Liu i in., 2020].

Potencjalne strategie terapeutyczne w chorobie Alzheimera ukierunkowane na oś mikrobiota–jelita–mózg

Sposób odżywiania odgrywa kluczową rolę w kształtowaniu mikrobioty jelitowej i jej funkcji. Szczególne znaczenie przypisuje się diecie śródziemnomorskiej, bogatej w owoce, warzywa, rośliny strączkowe i produkty pełnoziarniste [Long-Smith i in., 2020]. Badania wykazują, że stosowanie tej diety może opóźnić rozwój AD nawet o 1,5-3,5 roku [Berti i in., 2018]. Dieta śródziemnomorska wspiera mikroflorę jelitową, zmniejsza stan zapalny i wpływa korzystnie na poziom SCFA oraz obniża poziom TMAO w moczu [De Filippis i in., 2016]. Uzupełnianie diety w tzw. węglowodany dostępne dla mikrobioty pomaga przywrócić równowagę bakteryjną zaburzoną przez dietę zachodnią oraz redukuje stan zapalny i uszkodzenia neuronów [Shi i in., 2020]. Wciąż jednak potrzebne są dalsze badania, aby dokładnie zrozumieć mechanizmy działania diety na oś mikrobiota–jelita–mózg.

Obecnie nie istnieje skuteczna terapia modyfikująca przebieg AD. Jednym z przełomów jest GV-971 – oligosacharyd pochodzenia algowego, który w badaniach klinicznych trzeciej fazy wykazał poprawę funkcji poznawczych. Mechanizm działania GV-971 opiera się na modulacji mikrobioty jelitowej i redukcji poziomów prozapalnych aminokwasów: fenyloalaniny i izoleucyny [Wang i in., 2019].

Innym podejściem jest farmakologiczna modulacja neuroprzekaźników wytwarzanych przez bakterie jelitowe, takich jak acetylocholina, GABA, serotonina czy histamina. Inhibitory acetylocholinoesterazy (takie jak donepezyl, rywastygmina) są obecnie zatwierdzone do leczenia AD, a badania nad ich nowymi wersjami i modulatorami GABA trwają [Anand i in., 2014]. Nadal jednak brakuje skutecznych terapii o działaniu metabolicznym ukierunkowanych na te związki.

Probiotyki to żywe mikroorganizmy, które mogą korzystnie wpływać na organizm poprzez modulację mikrobioty jelitowej [Suez i in., 2019]. W modelach zwierzęcych ich stosowanie wiązało się z poprawą pamięci, redukcją płytek amyloidowych i poprawą plastyczności synaptycznej [Abraham i in., 2019]. W jednym z badań klinicznych pacjenci z AD przyjmujący probiotyki doświadczyli poprawy funkcji poznawczych i zmniejszenia markerów stresu oksydacyjnego [Akbari i in., 2016]. Nadal jednak mechanizmy działania probiotyków w AD nie są do końca poznane. U ludzi ich wpływ na skład mikroflory bywa tymczasowy i subtelny. Istnieją również obawy dotyczące potencjalnych działań niepożądanych, takich jak infekcje czy zaburzenia immunologiczne. Skuteczna terapia probiotyczna wymaga dalszych badań i przezwyciężenia oporności kolonizacyjnej [Sotoudegan i in., 2019].

Prebiotyki to składniki pokarmowe, które selektywnie wspierają rozwój korzystnych bakterii w jelitach. Najczęściej badane są skrobia oporna, fruktooligosacharydy (FOS) i inulina [Slavin, 2013]. FOS wspomagają wzrost bakterii, takich jak *Bifidobacterium* czy *Lactobacillus*, co może wpływać na zmniejszenie apoptozy neuronów, poprawę różnorodności mikroflory i obniżenie poziomu białek związanych z AD ($A\beta_{1-42}$ i tau) [Míguez i in., 2018]. Prebiotyki mogą także aktywować oś GLP-1/GLP-1R, która wiąże się z neuroprotekcją [Sun i in., 2019]. Mimo pozytywnych wyników w modelach zwierzęcych, wciąż brakuje dużych badań klinicznych potwierdzających skuteczność prebiotyków u ludzi.

Przeszczep mikrobioty kałowej (FMT) polega na wprowadzeniu kału od zdrowego dawcy do przewodu pokarmowego pacjenta, by przywrócić różnorodność mikroflory [Porcari i in., 2023]. Choć obecnie FMT jest stosowane głównie w leczeniu infekcji *Clostridium difficile* [D'Haens i Jobin, 2019], wstępne badania na modelach AD wykazały poprawę funkcji poznawczych i zmniejszenie odkładania się β -amyloidu [Jiang i in., 2025]. FMT może również wpływać na aktywność układu odpornościowego i ekspresję genów związanych z odpowiedzią zapalną [Porcari i in., 2023]. Nadal jednak potrzebne są liczne badania kliniczne, by ocenić skuteczność i bezpieczeństwo FMT w terapii chorób neurodegeneracyjnych.

Podsumowanie

Choroba Alzheimera (AD) to złożone i postępujące schorzenie neurodegeneracyjne, którego etiologia obejmuje zarówno czynniki genetyczne, jak i środowiskowe. Kluczowymi mechanizmami patologicznymi są odkładanie się β -amyloidu i hiperfosforylowanego białka tau oraz przewlekłe neurozapalenie. W ostatnich latach rośnie zainteresowanie udziałem mikrobioty jelitowej w rozwoju AD – szczególnie w kontekście osi mikrobiota–jelita–mózg. Mikrobiota wpływa na funkcjonowanie mózgu poprzez produkcję neuroaktywnych związków oraz modulację odpowiedzi immunologicznej. Dysbioza może sprzyjać procesom neurozapalnym i neurodegeneracyjnym. Probiotyki, prebiotyki i interwencje dietetyczne wydają się być obiecującym kierunkiem badań nad nowoczesną terapią i profilaktyką AD.

Bibliografia

Abraham D., Feher J., Scuderi G. L., Szabo D., Dobolyi A., Cservenak M., Juhasz J., Ligeti B., Pongor S., Gomez-Cabrera M.C., Vina J., Higuchi M., Suzuki K., Boldogh I., Radak Z., *Exercise and probiotics attenuate the development of Alzheimer's disease in transgenic mice: Role of microbiome*, „Experimental Gerontology” 2019, vol. 115, 122–131. doi.org/10.1016/j.exger.2018.12.005.

- Akbari E., Asemi Z., Daneshvar Kakhaki R., Bahmani F., Kouchaki E., Tamtaji O. R., Hamidi G. A., Salami M., *Effect of probiotic supplementation on cognitive function and metabolic status in Alzheimer's disease: A randomized, double-blind and controlled trial*, „Frontiers in Aging Neuroscience” 2016, vol. 8, 256. doi.org/10.3389/fnagi.2016.00256.
- Anand R., Gill K. D., Mahdi A. A., *Therapeutics of Alzheimer's disease: Past, present and future*, „Neuropharmacology” 2014, vol. 76 Pt A, 27–50. https://doi.org/10.1016/j.neuropharm.2013.07.004.
- Angelucci F., Cechova K., Amlerova J., Hort J., *Antibiotics, gut microbiota, and Alzheimer's disease*, „Journal of Neuroinflammation” 2019, vol. 16 nr 1, 108. doi.org/10.1186/s12974-019-1494-4.
- Ashleigh T., Swerdlow R. H., Beal M. F., *The role of mitochondrial dysfunction in Alzheimer's disease pathogenesis*, „Alzheimer's & Dementia: The Journal of the Alzheimer's Association” 2023, vol. 19 nr 1, 333–342. doi.org/10.1002/alz.12683.
- Ashraf G. M., Tarasov V. V., Makhmutova A., Chubarev V. N., Avila-Rodriguez M., Bachurin S. O., Aliev G., *The possibility of an infectious etiology of Alzheimer disease*, „Molecular Neurobiology” 2019, vol. 56 nr 6, 4479–4491. doi.org/10.1007/s12035-018-1388-y.
- Barnes L. L., Capuano A. W., Aiello A. E., Turner A. D., Yolken R. H., Torrey E. F., Bennett D. A., *Cytomegalovirus infection and risk of Alzheimer disease in older black and white individuals*, „The Journal of Infectious Diseases” 2015, vol. 211 nr 2, 230–237. doi.org/10.1093/infdis/jiu437.
- Bernstein H. G., Keilhoff G., Dobrowolny H., Steiner J., *Binding varicella zoster virus: an underestimated facet of insulin-degrading enzyme's implication for Alzheimer's disease pathology?*, „European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience” 2020, vol. 270 nr 4, 495–496. doi.org/10.1007/s00406-019-00995-1.
- Berti V., Walters M., Sterling J., Quinn C. G., Logue M., Andrews R., Matthews D. C., Osorio R. S., Pupi A., Vallabhajosula S., Isaacson R. S., de Leon M. J., Mosconi L., *Mediterranean diet and 3-year Alzheimer brain biomarker changes in middle-aged adults*, „Neurology” 2018, vol. 90 nr 20, e1789–e1798. https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000005527.
- Blennow K., Zetterberg H., *Biomarkers for Alzheimer's disease: current status and prospects for the future*, „Journal of Internal Medicine” 2018, vol. 284 nr 6, 643–663. doi.org/10.1111/joim.12816.
- Bondi M. W., Edmonds E. C., Salmon D. P., *Alzheimer's Disease: Past, Present, and Future*, „Journal of the International Neuropsychological Society (JINS)” 2017, vol. 23 nr 9–10, 818–831. https://doi.org/10.1017/S135561771700100X.
- Breijyeh Z., Karaman R., *Comprehensive Review on Alzheimer's Disease: Causes and Treatment*, „Molecules” 2020, vol. 25 nr 24, 5789. doi.org/10.3390/molecules25245789.
- Bu X. L., Yao X. Q., Jiao S. S., Zeng F., Liu Y. H., Xiang Y., Liang C. R., Wang Q. H., Wang X., Cao H. Y., Yi X., Deng B., Liu C. H., Xu J., Zhang L. L., Gao C. Y., Xu Z. Q., Zhang M., Wang L., Tan X. L., ... Wang Y. J., *A study on the association between infectious burden and Alzheimer's disease*, „European Journal of Neurology” 2015, vol. 22 nr 12, 1519–1525. doi.org/10.1111/ene.12477.
- Burillo J., Marqués P., Jiménez B., González-Blanco C., Benito M., Guillén C., *Insulin Resistance and Diabetes Mellitus in Alzheimer's Disease*, „Cells” 2021, vol. 10 nr 5, 1236. doi.org/10.3390/cells10051236.
- Caracciolo B., Xu W., Collins S., Fratiglioni L., *Cognitive decline, dietary factors and gut-brain interactions*, „Mechanisms of Ageing and Development” 2014, vol. 136–137, 59–69. doi.org/10.1016/j.mad.2013.11.011.
- Cattaneo A., Cattane N., Galluzzi S., Provasi S., Lopizzo N., Festari C., Ferrari C., Guerra U.P., Paghera B., Muscio C., Bianchetti A., Volta G.D., Turla M., Cotelli M.S., Gennuso M., Prella A., Zanetti O., Lussignoli G., Mirabile D., Bellandi D., ... INDIA-FBP Group, *Association of brain amyloidosis with pro-inflammatory gut bacterial taxa and peripheral inflammation markers in cognitively impaired elderly*, „Neurobiology of Aging” 2017, vol. 49, 60–68. doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2016.08.019.
- Charitos I.A., Inchingolo A.M., Ferrante L., Inchingolo F., Inchingolo A.D., Castellaneta F., Cotoia A., Palermo A., Scacco S., Dipalma G., *The gut microbiota's role in neurological, psychiatric, and neurodevelopmental disorders*, „Nutrients” 2024, vol. 16 nr 24, 4404. https://doi.org/10.3390/nu16244404.
- Chen Y., Xu J., Chen Y., *Regulation of neurotransmitters by the gut microbiota and effects on cognition in neurological disorders*, „Nutrients” 2021, vol. 13 nr 6, 2099. https://doi.org/10.3390/nu13062099.
- Daliri E.B., Tango C.N., Lee B.H., Oh D.H., *Human microbiome restoration and safety*, „International Journal of Medical Microbiology: IJMM” 2018, vol. 308 nr 5, 487–497. https://doi.org/10.1016/j.ijmm.2018.05.002.
- Dansokho C., Ait Ahmed D., Aid S., Toly-Ndour C., Chaigneau T., Calle V., Cagnard N., Holzenberger M., Piaggio E., Aucouturier P., Dorothée G., *Regulatory T cells delay disease progression in Alzheimer-like pathology*, „Brain: A Journal of Neurology” 2016, vol. 139 nr 4, 1237–1251. doi.org/10.1093/brain/awv408.
- De Filippis F., Pellegrini N., Vannini L., Jeffery I.B., La Stora A., Laghi L., Serrazanetti D.I., Di Cagno R., Ferrocino I., Lazzi C., Turrone S., Cocolin L., Brigidi P., Neviani E., Gobetti M., O'Toole P.W., Ercolini D., *High-level adherence to a Mediterranean diet beneficially impacts the gut microbiota and associated metabolome*, „Gut” 2016, vol. 65 nr 11, 1812–1821. doi.org/10.1136/gutjnl-2015-309957.
- D'Haens G.R., Jobin C., *Fecal microbial transplantation for diseases beyond recurrent Clostridium difficile infection*, „Gastroenterology” 2019, vol. 157 nr 3, 624–636. https://doi.org/10.1053/j.gastro.2019.04.053.
- Di Resta C., Ferrari M., *New molecular approaches to Alzheimer's disease*, „Clinical Biochemistry” 2019, vol. 72, 81–86. doi.org/10.1016/j.clinbiochem.2019.04.010.

- Erny D., Hrabě de Angelis A.L., Jaitin D., Wieghofer P., Staszewski O., David E., Keren-Shaul H., Mhlahloiv T., Jakobshagen K., Buch T., Schwierzeck V., Utermöhlen O., Chun E., Garrett W.S., McCoy K.D., Diefenbach A., Staeheli P., Stecher B., Amit I., Prinz M., *Host microbiota constantly control maturation and function of microglia in the CNS*, "Nature Neuroscience" 2015, vol. 18 nr 7, 965–977. <https://doi.org/10.1038/nn.4030>.
- Franceschi C., Bonafè M., Valensin S., Olivieri F., De Luca M., Ottaviani E., De Benedictis G., *Inflamm-aging. An evolutionary perspective on immunosenescence*, "Annals of the New York Academy of Sciences" 2000, vol. 908, 244–254. doi.org/10.1111/j.1749-6632.2000.tb06651.x.
- Galland L., *The gut microbiome and the brain*, "Journal of Medicinal Food" 2014, vol. 17 nr 12, 1261–1272. doi.org/10.1089/jmf.2014.7000.
- Gareau M.G., Wine E., Rodrigues D.M., Cho J.H., Whary M.T., Philpott D.J., Macqueen G., Sherman P.M., *Bacterial infection causes stress-induced memory dysfunction in mice*, "Gut" 2011, vol. 60 nr 3, 307–317. doi.org/10.1136/gut.2009.202515.
- Griciuc A., Patel S., Federico A.N., Choi S.H., Innes B.J., Oram M.K., Cereghetti G., McGinty D., Anselmo A., Sadreyev R.I., Hickman S.E., El Khoury J., Colonna M., Tanzi R.E., *TREM2 Acts Downstream of CD33 in Modulating Microglial Pathology in Alzheimer's Disease*, "Neuron" 2019, vol. 103 nr 5, 820–835.e7. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2019.06.010>.
- Grøntvedt G.R., Schröder T.N., Sando S.B., White L., Bråthen G., Doeller C.F., *Alzheimer's disease*, "Current Biology: CB" 2018, vol. 28 nr 11, R645–R649. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2018.04.080>.
- Han Y., Wang B., Gao H., He C., Hua R., Liang C., Zhang S., Wang Y., Xin S., Xu J., *Vagus Nerve and Underlying Impact on the Gut Microbiota-Brain Axis in Behavior and Neurodegenerative Diseases*, "Journal of Inflammation Research" 2022, vol. 15, 6213–6230. doi.org/10.2147/JIR.S384949.
- Harach T., Marungu N., Duthilleul N., Cheatham V., McCoy K.D., Frisoni G., Neher J.J., Fåk F., Jucker M., Lasser T., Bolmont T., *Reduction of Aβ amyloid pathology in APPS1 transgenic mice in the absence of gut microbiota*, "Scientific Reports" 2017, vol. 7, 41802. doi.org/10.1038/srep41802.
- Hu X., Wang T., Jin F., *Alzheimer's disease and gut microbiota*, "Science China. Life Sciences" 2016, vol. 59 nr 10, 1006–1023. doi.org/10.1007/s11427-016-5083-9.
- Itzhaki R.F., *Herpes simplex virus type 1 and Alzheimer's disease: possible mechanisms and signposts*, "FASEB Journal" 2017, vol. 31 nr 8, 3216–3226. doi.org/10.1096/fj.201700360.
- Jiang X., Zheng Y., Sun H., Dang Y., Yin M., Xiao M., Wu T., *Fecal Microbiota Transplantation Improves Cognitive Function of a Mouse Model of Alzheimer's Disease*, "CNS Neuroscience & Therapeutics" 2025, vol. 31 nr 2, e70259. <https://doi.org/10.1111/cns.70259>.
- Johnson K.V., Foster K.R., *Why does the microbiome affect behaviour?*, "Nature Reviews Microbiology" 2018, vol. 16 nr 10, 647–655. <https://doi.org/10.1038/s41579-018-0014-3>.
- Liu S., Gao J., Zhu M., Liu K., Zhang H.L., *Gut Microbiota and Dysbiosis in Alzheimer's Disease: Implications for Pathogenesis and Treatment*, "Molecular Neurobiology" 2020, vol. 57 nr 12, 5026–5043. <https://doi.org/10.1007/s12035-020-02073-3>.
- Long-Smith C., O'Riordan K.J., Clarke G., Stanton C., Dinan T.G., Cryan J.F., *Microbiota-Gut-Brain Axis: New Therapeutic Opportunities*, "Annual Review of Pharmacology and Toxicology" 2020, vol. 60, 477–502. <https://doi.org/10.1146/annurev-pharmtox-010919-023628>.
- Madhogaria B., Bhowmik P., Kundu A., *Correlation between human gut microbiome and diseases*, "Infectious Medicine" 2022, vol. 1 nr 3, 180–191. <https://doi.org/10.1016/j.imj.2022.08.004>.
- Maqsood R., Stone T.W., *The Gut-Brain Axis, BDNF, NMDA and CNS Disorders*, "Neurochemical Research" 2016, vol. 41 nr 11, 2819–2835. <https://doi.org/10.1007/s11064-016-2039-1>.
- Marazziti D., Buccianelli B., Palermo S., Parra E., Arone A., Beatino M.F., Massa L., Carpita B., Barberi F.M., Mucci F., Dell'Osso L., *The Microbiota/Microbiome and the Gut-Brain Axis: How Much Do They Matter in Psychiatry?*, "Life" 2021, vol. 11 nr 8, 760. <https://doi.org/10.3390/life11080760>.
- Mazziotta C., Tognon M., Martini F., Torreggiani E., Rotondo J.C., *Probiotics Mechanism of Action on Immune Cells and Beneficial Effects on Human Health*, "Cells" 2023, vol. 12 nr 1, 184. <https://doi.org/10.3390/cells12010184>.
- Megur A., Baltriukienė D., Bukelskienė V., Burokas A., *The Microbiota-Gut-Brain Axis and Alzheimer's Disease: Neuroinflammation Is to Blame?*, "Nutrients" 2020, vol. 13 nr 1, 37. <https://doi.org/10.3390/nu13010037>.
- Míguez B., Gómez B., Parajó J.C., Alonso J.L., *Potential of Fructooligosaccharides and Xylooligosaccharides as Substrates To Counteract the Undesirable Effects of Several Antibiotics on Elder Fecal Microbiota: A First in Vitro Approach*, "Journal of Agricultural and Food Chemistry" 2018, vol. 66 nr 36, 9426–9437. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.8b02940>.
- Minter M.R., Zhang C., Leone V., Ringus D.L., Zhang X., Oyler-Castrillo P., Musch M.W., Liao F., Ward J.F., Holtzman D.M., Chang E.B., Tanzi R.E., Sisodia S.S., *Antibiotic-induced perturbations in gut microbial diversity influences neuro-inflammation and amyloidosis in a murine model of Alzheimer's disease*, "Scientific Reports" 2016, vol. 6, 30028. <https://doi.org/10.1038/srep30028>.
- Mitrea L., Nemeş S.A., Szabo K., Teleky B.E., Vodnar D.C., *Guts Imbalance Imbalances the Brain: A Review of Gut Microbiota Association With Neurological and Psychiatric Disorders*, "Frontiers in Medicine" 2022, vol. 9, 813204. doi.org/10.3389/fmed.2022.813204.

- Moir R.D., Lathe R., Tanzi R.E., *The antimicrobial protection hypothesis of Alzheimer's disease*, "Alzheimer's & Dementia" 2018, vol. 14 nr 12, 1602–1614. doi.org/10.1016/j.jalz.2018.06.3040.
- Naveed M., Mubeen S., Khan A., Ibrahim S., Meer B., Plasma biomarkers: potent screeners of Alzheimer's disease, "American Journal of Alzheimer's Disease and Other Dementias" 2019, vol. 34 nr 5, 290–301. doi.org/10.1177/1533317519848239.
- Pluta R., Januszewski S., Jabłoński M., *Acetylated tau protein: a new piece in the puzzle between brain ischemia and Alzheimer's disease*, "International Journal of Molecular Sciences" 2022, vol. 23 nr 16, 9174. https://doi.org/10.3390/ijms23169174.
- Porcari S., Benech N., Valles-Colomer M., Segata N., Gasbarrini A., Cammarota G., Sokol H., Ianaro G., *Key determinants of success in fecal microbiota transplantation: from microbiome to clinic*, "Cell Host & Microbe" 2023, vol. 31 nr 5, 712–733. doi.org/10.1016/j.chom.2023.03.020.
- Roubaud-Baudron C., Krolak-Salmon P., Quadrio I., Mégraud F., Salles N., *Impact of chronic Helicobacter pylori infection on Alzheimer's disease: preliminary results*, "Neurobiology of Aging" 2012, vol. 33 nr 5, 1009.e11–1009.e19. doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2011.10.021.
- Seo D.O., Holtzman D.M., *Current understanding of the Alzheimer's disease-associated microbiome and therapeutic strategies*, "Experimental & Molecular Medicine" 2024, vol. 56 nr 1, 86–94. https://doi.org/10.1038/s12276-023-01146-2.
- Shi H., Wang Q., Zheng M., Hao S., Lum J.S., Chen X., Huang X.F., Yu Y., Zheng K., *Supplement of microbiota-accessible carbohydrates prevents neuroinflammation and cognitive decline by improving the gut microbiota-brain axis in diet-induced obese mice*, "Journal of Neuroinflammation" 2020, vol. 17 nr 1, 77. https://doi.org/10.1186/s12974-020-01760-1.
- Silva Y.P., Bernardi A., Frozza R.L., *The role of short-chain fatty acids from gut microbiota in gut-brain communication*, "Frontiers in Endocrinology" 2020, vol. 11, 25. https://doi.org/10.3389/fendo.2020.00025.
- Slavin J., *Fiber and prebiotics: mechanisms and health benefits*, "Nutrients" 2013, vol. 5 nr 4, 1417–1435. doi.org/10.3390/nu5041417.
- Sotoudegan F., Daniali M., Hassani S., Nikfar S., Abdollahi M., *Reappraisal of probiotics' safety in human*, "Food and Chemical Toxicology" 2019, vol. 129, 22–29. doi.org/10.1016/j.fct.2019.04.032.
- Suez J., Zmora N., Segal E., Elinav E., *The pros, cons, and many unknowns of probiotics*, "Nature Medicine" 2019, vol. 25 nr 5, 716–729. https://doi.org/10.1038/s41591-019-0439-x.
- Sun J., Liu S., Ling Z., Wang F., Ling Y., Gong T., Fang N., Ye S., Si J., Liu J., *Fructooligosaccharides ameliorating cognitive deficits and neurodegeneration in APP/PS1 transgenic mice through modulating gut microbiota*, "Journal of Agricultural and Food Chemistry" 2019, vol. 67 nr 10, 3006–3017. /doi.org/10.1021/acs.jafc.8b07313.
- Tu J., Zhang J., Chen G., *Higher dietary butyrate intake is associated with better cognitive function in older adults: evidence from a cross-sectional study*, "Frontiers in Aging Neuroscience" 2025, vol. 17, 1522498. doi.org/10.3389/fnagi.2025.1522498.
- Uddin M.S., Kabir M.T., Jalouli M., Rahman M.A., Jeandet P., Behl T., Alexiou A., Albadrani G.M., Abdel-Daim M.M., Perveen A., Ashraf G.M., *Neuroinflammatory signaling in the pathogenesis of Alzheimer's disease*, "Current Neuropharmacology" 2022, vol. 20 nr 1, 126–146. https://doi.org/10.2174/1570159X19666210826130210.
- Wang X.L., Zeng J., Yang Y., Xiong Y., Zhang Z.H., Qiu M., Yan X., Sun X.Y., Tuo Q.Z., Liu R., Wang J.Z., *Helicobacter pylori filtrate induces Alzheimer-like tau hyperphosphorylation by activating glycogen synthase kinase-3 β* , "Journal of Alzheimer's Disease" 2015, vol. 43 nr 1, 153–165. doi.org/10.3233/JAD-140198.
- Wang X., Sun G., Feng T., Zhang J., Huang X., Wang T., Xie Z., Chu X., Yang J., Wang H., Chang S., Gong Y., Ruan L., Zhang G., Yan S., Lian W., Du C., Yang D., Zhang Q., Lin F., Geng M., *Sodium oligomannate therapeutically remodels gut microbiota and suppresses gut bacterial amino acids-shaped neuroinflammation to inhibit Alzheimer's disease progression*, "Cell Research" 2019, vol. 29 nr 10, 787–803. doi.org/10.1038/s41422-019-0216-x.
- Zhao Y., Jaber V., Lukiw W.J., *Secretory products of the human GI tract microbiome and their potential impact on Alzheimer's disease (AD): detection of lipopolysaccharide (LPS) in AD hippocampus*, "Frontiers in Cellular and Infection Microbiology" 2017, vol. 7, 318. doi.org/10.3389/fcimb.2017.00318.
- Zheng Q., Wang X., *Alzheimer's disease: insights into pathology, molecular mechanisms, and therapy*, "Protein & Cell" 2025, vol. 16 nr 2, 83–120. doi.org/10.1093/procel/pwae026.

Małgorzata Gradziuk, Halina Tkaczenko, Natalia Kurhaluk

Uniwersytet Pomorski w Słupsku, Instytut Biologii
Studenckie Koło Naukowe Fizjologów Zwierząt „Oxygen”

ODDAWANIE KRWI JAKO SKUTECZNA METODA NIEFARMAKOLOGICZNEJ PREWENCJI CHOROÓB SERCOWO-NACZYNIOWYCH

Blood donation as an effective method of non-pharmacological prevention of cardiovascular diseases

Abstract: Cardiovascular diseases remain the leading cause of death worldwide, and their pathogenesis is strongly associated with oxidative stress, in which iron acts as a pro-oxidant. Excessive iron accumulation can lead to lipid peroxidation and damage to the vascular endothelium, which contributes to the development of atherosclerosis, coronary artery disease and hypertension. However, regular blood donation reduces iron stores, thereby decreasing oxidative stress, improving blood rheological properties, and enhancing endothelial function. Numerous epidemiological studies confirm that blood donation is associated with a significant reduction in the risk of myocardial infarction, atherosclerosis and hypertension. Therefore, blood donation is a simple, safe and cost-effective non-pharmacological method of preventing cardiovascular disease that should be considered as part of a comprehensive health strategy.

Keywords: iron, blood donation, cardiovascular diseases, atherosclerosis, oxidative stress, hypertension, endothelial function, cardiovascular prevention

Wprowadzenie

Choroby układu krążenia pozostają najczęstszą przyczyną zgonów na świecie, stanowiąc poważne wyzwanie dla systemów opieki zdrowotnej oraz globalnej polityki zdrowotnej. Pomimo postępu w diagnostyce i leczeniu, ich rozpowszechnienie nadal rośnie, co jest związane z niekorzystnymi zmianami stylu życia, starzeniem się społeczeństw oraz działaniem wielu czynników środowiskowych [Vaduganathan i in., 2022]. W patogenezie tych chorób szczególną rolę odgrywa stres oksydacyjny, który prowadzi do uszkodzeń komórek śródbłónki i rozwoju procesów zapalnych w naczyniach krwionośnych [Izzo i in., 2021].

Żelazo, będące niezbędnym pierwiastkiem śladowym, pełni kluczową rolę w wielu procesach biologicznych, takich jak transport tlenu czy reakcje enzymatyczne. Jednak jego nadmierne nagromadzenie w organizmie może mieć działanie prooksydacyjne – uczestniczy w reakcjach, które generują reaktywne formy tlenu (ROS) [Galaris i in., 2019]. Powoduje to nasilony stres oksydacyjny, który sprzyja peroksydacji lipidów oraz uszkodzeniom śródbłónki, a w konsekwencji sprzyja rozwojowi miażdżycy, choroby wieńcowej oraz nadciśnienia tętniczego [Yan i in., 2022].

Regularne oddawanie krwi jest metodą skutecznie redukującą zapasy żelaza w organizmie [Reddy i in., 2020]. Poprzez zmniejszenie poziomu żelaza możliwe jest obniżenie poziomu stresu oksydacyjnego, poprawa właściwości reologicznych krwi oraz funkcji śródbłónki naczyniowego [Mantadakis i in., 2022]. Wiele badań epidemiologicznych wskazuje na istotne powiązanie krwiodawstwa z obniżonym ryzykiem wystąpienia zawału serca, miażdżycy oraz nadciśnienia tętniczego, co podkreśla potencjał oddawania krwi jako prozdrowotnego działania profilaktycznego [Salonen i in., 1998].

Mimo rosnącej liczby dowodów naukowych, rola krwiodawstwa w prewencji chorób sercowo-naczyniowych jest wciąż niedostatecznie wykorzystywana w praktyce klinicznej oraz polityce zdrowotnej. Lepsze zrozumienie mechanizmów wpływu zmniejszenia zapasów żelaza na układ sercowo-naczyniowy mogłoby przyczynić się do promowania tej prostej, bezpiecznej i ekonomicznej metody

w ramach kompleksowych strategii profilaktycznych. Celem niniejszej pracy jest przegląd aktualnej wiedzy dotyczącej roli żelaza w patogenezie chorób układu krążenia oraz ocena wpływu regularnego oddawania krwi na czynniki ryzyka tych chorób, a także omówienie potencjału krwiodawstwa jako niefarmakologicznej metody prewencji sercowo-naczyniowej.

Znaczenie żelaza i oddawania krwi w patogenezie chorób układu krążenia

Choroby układu krążenia pozostają główną przyczyną zachorowalności i śmiertelności na świecie, odpowiadając za około 31% wszystkich zgonów [Di Cesare i in., 2024]. Wśród licznych czynników ryzyka kluczową rolę odgrywa stres oksydacyjny, który przyspiesza rozwój miażdżycy poprzez peroksydację lipidów, zwłaszcza w obecności żelaza jako katalizatora reakcji wolnorodnikowych [Batty i in., 2022]. Już w latach 80. XX wieku Sullivan zaproponował hipotezę, że nadmierne nagromadzenie żelaza w organizmie może tłumaczyć wyższe ryzyko chorób sercowo-naczyniowych u mężczyzn oraz u kobiet po menopauzie, co potwierdzają obserwacje dotyczące różnic pomiędzy populacjami oraz chorobami związanymi z nadmiarem żelaza, takimi jak hemochromatoza [Sullivan, 1981].

Regularne oddawanie krwi jest uznawane za fizjologiczny sposób na obniżenie poziomu żelaza w organizmie, co może zmniejszać stres oksydacyjny oraz jego negatywne konsekwencje dla układu sercowo-naczyniowego [van Jaarsveld i Pool, 2002]. Poza redukcją żelaza badania wskazują również na korzystny wpływ krwiodawstwa na lepkość krwi i hemodynamikę, które mają istotne znaczenie dla funkcji śródbłonna i rozwoju miażdżycy [Cabrales i in., 2007] (ryc. 1). Zwiększona lepkość krwi sprzyja agregacji erytrocytów i wzrostowi naprężeń ścinających naczyń, co może prowadzić do pęknięcia blaszki miażdżycowej oraz zdarzeń zakrzepowo-zatorowych [Sloop i in., 2020].



Ryc. 1. Najważniejsze mechanizmy wpływu oddawania krwi na układ sercowo-naczyniowy

Źródło: opracowania własne

Oddawanie krwi a zmniejszenie ryzyka zawału mięśnia sercowego

Regularne oddawanie krwi jest związane ze znaczącym zmniejszeniem ryzyka wystąpienia zawału mięśnia sercowego. Liczne badania wykazały, że podwyższony poziom żelaza w organizmie stanowi istotny czynnik ryzyka chorób sercowo-naczyniowych, w tym zawału serca, podczas gdy umiarkowany niedobór żelaza może działać protekcyjnie [Salonen i in., 1998; Reddy i in., 2020; Xu i in.,

2024]. Każda donacja krwi powoduje utratę około 200-300 mg żelaza, co prowadzi do ogólnoustrojowej redukcji zapasów tego pierwiastka, w tym spadku stężenia ferrytyny we krwi. W efekcie regularni dawcy krwi wykazują niższe ryzyko wystąpienia chorób układu krążenia, co potwierdzają badania epidemiologiczne [Meyers i in., 1997; Kamhieh-Milz i in., 2016; Bani-Ahmad i in., 2017].

Badania długoterminowe wykazały, że wraz ze wzrostem liczby donacji następuje systematyczne obniżenie poziomu ferrytyny, co koreluje z redukcją ryzyka zawału mięśnia sercowego [Holay i in., 2012; Hindawi i in., 2021]. Mechanizm ochronny jest prawdopodobnie związany z obniżeniem stężenia żelaza, które w nadmiarze działa jako silny prooksydant, przyczyniając się do stresu oksydacyjnego i uszkodzeń śródbłonna naczyniowego [Tuomainen i in., 1997; Giral i in., 2006]. Szacuje się, że oddanie krwi może obniżyć ryzyko zawału nawet o 86%, co czyni tę interwencję prostym i skutecznym sposobem na prewencję chorób niedokrwienych serca [Tuomainen i in., 1997]. Ponadto, w porównaniu z osobami niebędącymi dawcami, regularni dawcy krwi wykazują istotnie niższą częstość zdarzeń sercowo-naczyniowych, co podkreśla korzyści zdrowotne wynikające z utrzymania optymalnego poziomu żelaza [Salonen i in., 1992; Meyers i in., 1997; Amrein i in., 2012]. Dzięki mechanizmowi zmniejszania zapasów żelaza, oddawanie krwi stanowi naturalną strategię redukcji ryzyka zawału mięśnia sercowego i chorób układu krążenia.

Wpływ oddawania krwi w prewencji choroby wieńcowej

Choroba wieńcowa charakteryzuje się niewystarczającym dopływem utlenowanej krwi do mięśnia sercowego, spowodowanym niedrożnością tętnic wieńcowych wskutek odkładania się złogów lipidowych [Shahjehan i in., 2024]. Kluczową rolę w rozwoju i progresji miażdżycy odgrywa dysfunkcja śródbłonna naczyniowego, który jest odpowiedzialny za utrzymanie homeostazy naczyń poprzez regulację ich struktury i funkcji, a także poprzez uwalnianie związków bioaktywnych. Dysfunkcja ta wiąże się ze zwiększonym stresem oksydacyjnym, adhezją leukocytów, koagulopatią oraz zapaleniem naczyń – głównym czynnikiem przyczyniającym się do miażdżycy [Hua, 2005; Rajendran i in., 2013; Xu i in., 2021].

Stres oksydacyjny wpływa negatywnie na zdolność śródbłonna do rozszerzania naczyń, a jego poziom jest modulowany przez stężenie żelaza w organizmie. Badania wykazały, że regularne oddawanie krwi poprawia funkcję śródbłonna i może działać ochronnie przeciwko rozwojowi miażdżycy [van Jaarsveld and Pool, 2002; Yücel i in., 2016]. Korzystny efekt jest silniejszy u osób oddających krew częściej, co sugeruje, że regularne donacje mogą spowalniać postęp choroby wieńcowej [Zheng i in., 2005]. Mechanizm ochronny wiąże się między innymi z obniżeniem lepkości krwi oraz redukcją nadmiaru żelaza, co przeciwdziała uszkodzeniom śródbłonna i zapobiega chorobie niedokrwiennej serca [Quee i in., 2022]. Zatem poszukiwanie metod poprawiających funkcję śródbłonna jest istotne w prewencji i leczeniu choroby wieńcowej. Regularne oddawanie krwi stanowi prostą i skuteczną interwencję, która może naturalnie wspomagać utrzymanie prawidłowej funkcji śródbłonna oraz ograniczać procesy zapalne i miażdżycowe w naczyniach wieńcowych.

Wpływ oddawania krwi w prewencji miażdżycy

Miażdżycą jest chorobą układu krążenia, której rozwój jest silnie związany z nadmiarem żelaza w organizmie, które sprzyja peroksydacji lipidów i zwiększa stres oksydacyjny. Przeciążenie żelazem może przyspieszać progresję zmian miażdżycowych i podnosić ryzyko niedokrwienych zdarzeń sercowo-naczyniowych, zwłaszcza w początkowych stadiach choroby [Meyers i in., 2002; Zheng i in., 2005]. Zmiany miażdżycowe same w sobie zawierają dużą ilość żelaza, co sprzyja dalszemu utlenianiu lipidów, podczas gdy niski poziom żelaza w organizmie jest skorelowany z mniejszym ryzykiem chorób sercowo-naczyniowych [van Jaarsveld i Pool, 2002].

Regularne oddawanie krwi jest skuteczną interwencją zmniejszającą ryzyko miażdżycy poprzez redukcję zapasów żelaza w organizmie, co prowadzi do zmniejszenia peroksydacji lipidów i stresu oksydacyjnego [Sloop i in., 2015]. Ponadto, wielokrotne donacje krwi obniżają lepkość osocza i krwi poprzez redukcję stężenia całkowitego cholesterolu, lipoprotein o niskiej gęstości (LDL) oraz trójglicerydów [Uche et al., 2013; Bani-Ahmad i in., 2017; Kebalo i in., 2022]. Zmniejszona lepkość krwi przyspiesza przepływ, co ogranicza czas przebywania cząstek miażdżycogennych w naczyniach i wspiera ekspresję czynników ochronnych, takich jak tlenek azotu (NO), kluczowy dla utrzymania homeostazy naczyniowej [Tousoulis i in., 2012].

Dzięki tym mechanizmom oddawanie krwi stanowi prostą i naturalną metodę profilaktyki miażdżycy i chorób układu krążenia, pomagając zarówno poprzez kontrolę poziomu żelaza, jak i poprawę właściwości reologicznych krwi. Regularne donacje mogą znacząco zmniejszyć ryzyko chorób sercowo-naczyniowych, co czyni je wartościowym elementem strategii prewencyjnej [Meyers i in., 2002; Zheng i in., 2005].

Regularne oddawanie krwi jako niefarmakologiczna strategia obniżenia ciśnienia tętniczego

Nadciśnienie tętnicze jest jednym z najpowszechniejszych problemów zdrowotnych na świecie, dotyczącym około jednej trzeciej populacji i stanowiącym kluczowy czynnik ryzyka chorób układu krążenia. W kontekście poszukiwania skutecznych niefarmakologicznych metod kontroli ciśnienia krwi, regularne oddawanie krwi zyskało rosnące zainteresowanie. Badania wykazały, że donacje krwi mogą obniżać ciśnienie tętnicze poprzez zmniejszenie lepkości krwi [Holsworth i in., 2014; Sloop i in., 2015]. Analiza regresji wielokrotnej wykazała odwrotną zależność między częstością donacji a wzrostem skurczowego ciśnienia krwi, co potwierdza, że częstsze oddawanie krwi wiąże się z mniejszym wzrostem ciśnienia [Casiglia i in., 1996].

Korzyści przeciwnadciśnieniowe donacji krwi zostały szczególnie podkreślone u osób z nadciśnieniem tętniczym w stadium II, gdzie obserwowano znaczące obniżenie skurczowego ciśnienia krwi, niezależne od zmian hemodynamicznych czy metabolizmu żelaza. Wyniki te wskazują, że zmniejszona lepkość krwi może odgrywać kluczową rolę w tym efekcie [Kamhieh-Milz i in., 2016]. W badaniu Houshyara i in. (2012) odnotowano obniżenie skurczowego ciśnienia o ponad 15 mmHg, co ma duże znaczenie kliniczne. Ponadto, częstsze donacje krwi korelowały z lepszą kontrolą ciśnienia tętniczego, a redukcja nadciśnieniowych objawów, takich jak bóle głowy, została potwierdzona przez Abolghasemi i in. (2010) oraz Getta i in. (2018).

Biorąc pod uwagę rosnącą częstość nadciśnienia i koszty farmakoterapii, regularne oddawanie krwi stanowi obiecującą, bezpieczną i ekonomiczną strategię uzupełniającą leczenie farmakologiczne. Może także ograniczyć skutki uboczne leków oraz zmniejszyć ogólne wydatki na opiekę zdrowotną, oferując prostą metodę wspomagającą terapię przeciwnadciśnieniową [Holsworth i in., 2014].

Podsumowanie

Choroby układu krążenia stanowią poważny problem zdrowotny na świecie, a stres oksydacyjny odgrywa kluczową rolę w ich rozwoju. Żelazo, ze względu na swoje właściwości prooksydacyjne, może nasilać uszkodzenia komórek śródbłonna i przyczyniać się do powstawania miażdżycy oraz nadciśnienia tętniczego. Regularne oddawanie krwi skutecznie obniża zapasy żelaza, co przekłada się na zmniejszenie stresu oksydacyjnego oraz poprawę funkcji naczyniowych. Liczne badania epidemiologiczne potwierdzają związek krwiodawstwa z niższym ryzykiem zawału serca i innych chorób sercowo-naczyniowych. Oddawanie krwi może więc stanowić prostą, bezpieczną i ekonomiczną metodę

wspomagającą prewencję chorób układu krążenia. Wprowadzenie tej metody jako elementu strategii profilaktycznych wymaga dalszych badań oraz zwiększenia świadomości społecznej i medycznej.

Bibliografia

- Abolghasemi H., Hosseini-Divkalayi N.S., Seighali F., *Blood donor incentives: A step forward or backward*, "Asian Journal of Transfusion Science" 2010, vol. 4, nr 1, 9-13. <https://doi.org/10.4103/0973-6247-59385>.
- Amrein K., Valentin A., Lanzer G., Drexler C., *Adverse events and safety issues in blood donation – a comprehensive review*, "Blood Reviews" 2012, vol. 26, nr 1, 33-42. <https://doi.org/10.1016/j.blre.2011.09.003>.
- Bani-Ahmad M.A., Khabour O.F., Gharibeh M.Y., Alshloul K.N., *The impact of multiple blood donations on the risk of cardiovascular diseases: Insight of lipid profile*, "Transfusion Clinique et Biologique" 2017, vol. 24, nr 4, 410-416. <https://doi.org/10.1016/j.traccli.2017.07.001>.
- Batty M., Bennett M.R., Yu E., *The role of oxidative stress in atherosclerosis*, "Cells" 2022, vol. 11, nr 23, 3843. <https://doi.org/10.3390/cells11233843>.
- Cabralles P., Intaglietta M., Tsai A.G., *Transfusion restores blood viscosity and reinstates microvascular conditions from hemorrhagic shock independent of oxygen carrying capacity*, "Resuscitation" 2007, vol. 75, nr 1, 124-134. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2007.03.010>.
- Cai H., *Hydrogen peroxide regulation of endothelial function: Origins, mechanisms, and consequences*, "Cardiovascular Research" 2005, vol. 68, nr 1, 26-36. <https://doi.org/10.1016/j.cardiores.2005.06.021>.
- Casiglia E., Biasin R., Cavatton G., Capuani M., Marotti A., Onesto C., Tramontin P., Pessina A.C., *Lower blood pressure values in blood donors?*, "Japanese Heart Journal" 1996, vol. 37, nr 6, 897-903. <https://doi.org/10.1536/ihj.37.897>.
- Di Cesare M., Perel P., Taylor S., Kabudula C., Bixby H., Gaziano T.A., McGhie D.V., Mwangi J., Pervan B., Narula J., Pineiro D., Pinto F.J., *The Heart of the World*, "Global Heart" 2024, vol. 19, nr 1, 11. [/doi.org/10.5334/gh.1288](https://doi.org/10.5334/gh.1288).
- Galaris D., Barbouti A., Pantopoulos K., *Iron homeostasis and oxidative stress: An intimate relationship*, "Biochimica et Biophysica Acta. Molecular Cell Research" 2019, vol. 1866, nr 12, 118535. doi.org/10.1016/j.bbamcr.2019.118535.
- Getta H.A., Ahmad H.A., Rahman H.S., Ahmed G.A., Abdullah R., *Medical and laboratory assessment for regular blood donors in Sulaimani Blood Bank, Iraq*, "Patient Preference and Adherence" 2018, vol. 12, 939-944. doi.org/10.2147/PPA.S157221.
- Hindawi S., Badawi M., Hussein D., Al-Riyami A.Z., Dagham N.A., Rafie N.I., Belgasm N.M., Al Zaabi E., Oumeziane N., *The impact of blood donation on blood counts and ferritin levels: A multi-center study from the Eastern Mediterranean region*, "Transfusion and Apheresis Science" 2021, vol. 60, nr 3, 103072. <https://doi.org/10.1016/j.transci.2021.103072>.
- Holay M.P., Choudhary A.A., Suryawanshi S.D., *Serum ferritin – a novel risk factor in acute myocardial infarction*, "Indian Heart Journal" 2012, vol. 64, nr 2, 173-177. [https://doi.org/10.1016/S0019-4832\(12\)60056-X](https://doi.org/10.1016/S0019-4832(12)60056-X).
- Holsworth R.E. Jr, Cho Y.I., Weidman J.J., Sloop G.D., St Cyr J.A., *Cardiovascular benefits of phlebotomy: Relationship to changes in hemorheological variables*, "Perfusion" 2014, vol. 29, nr 2, 102-116. <https://doi.org/10.1177/0267659913505637>.
- Houschyar K.S., Lüdtkke R., Dobos G.J., Kalus U., Broecker-Preuss M., Rampp T., Brinkhaus B., Michalsen A., *Effects of phlebotomy-induced reduction of body iron stores on metabolic syndrome: Results from a randomized clinical trial*, "BMC Medicine" 2012, vol. 10, 54. <https://doi.org/10.1186/1741-7015-10-54>.
- Izzo C., Vitillo P., Di Pietro P., Visco V., Strianese A., Virtuoso N., Ciccarelli M., Galasso G., Carrizzo A., Vecchione C., *The role of oxidative stress in cardiovascular aging and cardiovascular diseases*, "Life" 2021, vol. 11 nr 1, 60. doi.org/10.3390/life11010060.
- Kamhieh-Milz S., Kamhieh-Milz J., Tauchmann Y., Ostermann T., Shah Y., Kalus U., Salama A., Michalsen A., *Regular blood donation may help in the management of hypertension: An observational study on 292 blood donors*, "Transfusion" 2016, vol. 56 nr 3, 637-644. <https://doi.org/10.1111/trf.13428>.
- Kebalo A.H., Gizaw S.T., Gnanasekaran N., Areda B.G., *Lipid and haematologic profiling of regular blood donors revealed health benefits*, "Journal of Blood Medicine" 2022, vol. 13, 385-394. <https://doi.org/10.2147/JBM.S367990>.
- Mantadakis E., Panagopoulou P., Kontekaki E., Bezirgiannidou Z., Martinis G., *Iron deficiency and blood donation: Links, risks and management*, "Journal of Blood Medicine" 2022, vol. 13, 775-786. doi.org/10.2147/JBM.S375945.
- Meyers D.G., Jensen K.C., Menitove J.E., *A historical cohort study of the effect of lowering body iron through blood donation on incident cardiac events*, "Transfusion" 2002, vol. 42 nr 9, 1135-1139. [/doi.org/10.1046/j.1537-2995.2002.00186.x](https://doi.org/10.1046/j.1537-2995.2002.00186.x).
- Meyers D.G., Strickland D., Maloley P.A., Seburg J.K., Wilson J.E., McManus B.F., *Possible association of a reduction in cardiovascular events with blood donation*, "Heart" 1997, vol. 78 nr 2, 188-193. <https://doi.org/10.1136/hrt.78.2.188>.
- Quee F.A., Peffer K., Ter Braake A.D., Van den Hurk K., *Cardiovascular benefits for blood donors? A systematic review*, "Transfusion Medicine Reviews" 2022, vol. 36 nr 3, 143-151. <https://doi.org/10.1016/j.tmr.2022.04.004>.

- Rajendran P., Rengarajan T., Thangavel J., Nishigaki Y., Sakthisekaran D., Sethi G., Nishigaki I., *The vascular endothelium and human diseases*, "International Journal of Biological Sciences" 2013, vol. 9 nr 10, 1057-1069. <https://doi.org/10.7150/ijbs.7502>.
- Reddy K.V., Shastry S., Raturi M., Baliga B.P., *Impact of regular whole-blood donation on body iron stores*, "Transfusion Medicine and Hemotherapy" 2020, vol. 47 nr 1, 75-79. doi.org/10.1159/000499768.
- Salonen J.T., Nyyssönen K., Korpela H., Tuomilehto J., Seppänen R., Salonen R., *High stored iron levels are associated with excess risk of myocardial infarction in eastern Finnish men*, "Circulation" 1992, vol. 86 nr 3, 803-811. doi.org/10.1161/01.cir.86.3.803.
- Salonen J.T., Tuomainen T.P., Salonen R., Lakka T.A., Nyyssönen K., *Donation of blood is associated with reduced risk of myocardial infarction. The Kuopio Ischaemic Heart Disease Risk Factor Study*, "American Journal of Epidemiology" 1998, vol. 148 nr 5, 445-451. doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a009669.
- Shahjehan R.D., Sharma S., Bhutta B.S., *Coronary Artery Disease*. [Updated 2024 Oct 9]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan. www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK564304/.
- Sloop G.D., De Mast Q., Pop G., Weidman J.J., St Cyr J.A., *The Role of Blood Viscosity in Infectious Diseases*, "Cureus" 2020, vol. 12 nr 2, e7090. doi.org/10.7759/cureus.7090.
- Sloop G., Holsworth R.E. Jr, Weidman J.J., St Cyr J.A., *The role of chronic hyperviscosity in vascular disease*, "Therapeutic Advances in Cardiovascular Disease" 2015, vol. 9 nr 1, 19-25. doi.org/10.1177/1753944714553226.
- Sullivan J.L., *Iron and the sex difference in heart disease risk*, "The Lancet" 1981, vol. 1 nr 8233, 1293-1294. doi.org/10.1016/S0140-6736(81)92463-6.
- Tousoulis D., Kampoli A.M., Tentolouris C., Papageorgiou N., Stefanadis C., *The role of nitric oxide on endothelial function*, "Current Vascular Pharmacology" 2012, vol. 10 nr 1, 4-18. doi.org/10.2174/157016112798829760.
- Tuomainen T.P., Salonen R., Nyyssönen K., Salonen J.T., *Cohort study of relation between donating blood and risk of myocardial infarction in 2682 men in eastern Finland*, "BMJ (Clinical Research Ed.)" 1997, vol. 314 nr 7083, 793-794. doi.org/10.1136/bmj.314.7083.793.
- Uche E., Adediran A., Damulak O., Adeyemo T., Akinbami A., Akanmu A., *Lipid profile of regular blood donors*, "Journal of Blood Medicine" 2013, vol. 4, 39-42. <https://doi.org/10.2147/JBM.S42211>.
- Vaduganathan M., Mensah G.A., Turco J.V., Fuster V., Roth G.A., *The Global Burden of Cardiovascular Diseases and Risk: A Compass for Future Health*, "Journal of the American College of Cardiology" 2022, vol. 80 nr 25, 2361-2371. doi.org/10.1016/j.jacc.2022.11.005.
- van Jaarsveld H., Pool G.F., *Beneficial effects of blood donation on high density lipoprotein concentration and the oxidative potential of low density lipoprotein*, "Atherosclerosis" 2002, vol. 161 nr 2, 395-402. doi.org/10.1016/S0021-9150(01)00638-4.
- Xu X., Liu J., Huang Y., Han X., *Effect of iron status on myocardial infarction: A two-sample Mendelian randomization study*, "Heliyon" 2024, vol. 10 nr 24, e40516. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e40516>.
- Yan F., Li K., Xing W., Dong M., Yi M., Zhang H., *Role of Iron-Related Oxidative Stress and Mitochondrial Dysfunction in Cardiovascular Diseases*, "Oxidative Medicine and Cellular Longevity" 2022, 5124553. doi.org/10.1155/2022/5124553.
- Yücel H., Zorlu A., Kaya H., Yılmaz M.B., *Regular blood donation improves endothelial function in adult males*, "Anatolian Journal of Cardiology" 2016, vol. 16 nr 3, 154-158. <https://doi.org/10.5152/akd.2015.6093>.
- Yu Y., Chen Y., Shi X., Ye C., Wang J., Huang J., Zhang B., Deng Z., *Hepatoprotective effects of different mulberry leaf extracts against acute liver injury in rats by alleviating oxidative stress and inflammatory response*, "Food & Function" 2022, vol. 13 nr 16, 8593-8604. <https://doi.org/10.1039/d2fo00282e>.
- Yuan Q., Zhao L., *The mulberry (Morus alba L.) fruit – a review of characteristic components and health benefits*, "Journal of Agricultural and Food Chemistry" 2017, vol. 65 nr 48, 10383-10394. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.7b03614>.
- Zhang R., Zhang Q., Zhu S., Liu B., Liu F., Xu Y., *Mulberry leaf (Morus alba L.): A review of its potential influences in mechanisms of action on metabolic diseases*, "Pharmacological Research" 2022, vol. 175, 106029. doi.org/10.1016/j.phrs.2021.106029.
- Zheng H., Cable R., Spencer B., Votto N., Katz S.D., *Iron stores and vascular function in voluntary blood donors*, "Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology" 2005, vol. 25 nr 8, 1577-1583. doi.org/10.1161/01.ATV.0000174126.28201.61.

Wiktorja Kurlikowska

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
Studenckie Koło Naukowe Entomologów „Pasikonik”

APITOKSYNA JAKO NARZĘDZIE PRZYSZŁOŚCI – ZASTOSOWANIE JADU PSZCZELEGO W MEDYCYNIE WSPÓŁCZESNEJ

Apitoxin – a tool of the future – the use of bee venom in modern medicine

Abstract: Apitoxin is a complex of bioactive compounds that exhibit an extensive range of effects. In the last decade, research has highlighted its potential as a promising treatment for inflammatory, autoimmune, and cancer diseases. Although the results of using bee venom are promising, there are significant challenges in its clinical application. These include the risk of causing unwanted systemic reactions, its short half-life in the body, and difficulties in accurately delivering the substance to the intended site of action.

Keywords: apitoxin, bee venom, autoimmune and cancer diseases

Jad pszczeli, inaczej apitoksyna, to złożona mieszanina aktywnych biologicznie związków, będących przedmiotem badań w kontekście jej właściwości biologicznych i medycznych. Do najważniejszych składników należą melityna (40-60% suchej masy jadu), apamina, adolapina oraz peptyd degradowujący komórki tłuszczowe (MCD). Wśród enzymów wyróżnia się fosfolipazę A₂ (PLA₂), stanowiącą 10-12% suchej masy jadu, oraz hialuronidazę (1-3%) [Khalil i in. 2021].

Melityna, czyli główny składnik jadu, to amfipatyczny peptyd złożony z 26 aminokwasów, który wykazuje silne działanie lityczne na błony komórkowe, prowadząc do ich destabilizacji i lizy. Apamina, która jest mniejszym peptydem, działa neurotoksycznie poprzez blokowanie kanałów potasowych aktywowanych przez wapń, co wpływa na funkcjonowanie ośrodkowego układu nerwowego [Leonova i in., 2024]. Adolapina wykazuje działanie przeciwzapalne i przeciwbólowe poprzez hamowanie cyklooksygenazy i syntezy prostaglandyn. Fosfolipaza A₂, najbardziej toksyczny enzym jadu, działa hydrolytycznie na fosfolipidy błon komórkowych, a jej aktywność jest potęgowana przez melitynę. Jad pszczeli zawiera również aminy biogenne, takie jak histamina, dopamina i noradrenalina, które wpływają na przepuszczalność naczyń krwionośnych i reakcje zapalne [Leonova i in., 2024].

Celem niniejszej pracy była analiza głównych składników bioaktywnych apitoksyny oraz ich mechanizmów działania, a także przegląd aktualnych możliwości i ograniczeń związanych z jej zastosowaniem w leczeniu chorób zapalnych, autoimmunologicznych i nowotworowych. Dane do analizy zostały zebrane na podstawie dostępnych baz bibliograficznych.

W badaniach przedklinicznych wykazano, że składniki aktywne jadu pszczelego, w szczególności melityna, apamina oraz fosfolipaza A₂ wykazują wyraźne działanie przeciwzapalne. Mechanizm ich działania polega na hamowaniu ekspresji mediatorów prozapalnych, takich jak czynnik martwicy nowotworów α (TNF-α), interleukina-1β (IL-1β), cyklooksygenaza-2 (COX-2) oraz indukowana syntaza tlenku azotu (iNOS) [Zhang i in., 2024]. Ponadto, jad pszczeli wpływa na szlak sygnałowy NF-κB, którego aktywacja odgrywa kluczową rolę w patogenezie przewlekłych stanów zapalnych. Blokowanie tego szlaku prowadzi do zmniejszenia ekspresji genów odpowiedzialnych za produkcję cytokin prozapalnych [Yoon i Choi, 2024].

Eksperymentalne modele zapalenia, w tym reumatoidalnego zapalenia stawów, wykazały, że zastosowanie jadu pszczelego może skutkować redukcją obrzęku, złagodzeniem bólu oraz ograniczeniem uszkodzeń tkanek [Lee i in., 2008]. Choć wyniki te są obiecujące, autorzy podkreślają

konieczność przeprowadzenia dalszych, dobrze zaprojektowanych badań klinicznych, które pozwolą na ocenę skuteczności i bezpieczeństwa tej terapii u ludzi [Lee i in., 2008].

Co istotne, wiele mechanizmów odpowiedzialnych za działanie przeciwzapalne jadu pszczelego, takich jak modulacja szlaku NF- κ B czy hamowanie ekspresji prozapalnych cytokin, odgrywa również istotną rolę w patogenezie chorób nowotworowych [Zhang i in., 2018]. Z tego względu rośnie zainteresowanie potencjalnym zastosowaniem apitoksyny w terapii przeciwnowotworowej.

Jednym z najlepiej przebadanych zastosowań jadu pszczelego w onkologii jest jego wpływ na raka piersi. Badania wykazują, że melityna – główny składnik jadu – wykazuje silne działanie cytotoksyczne wobec komórek nowotworowych raka piersi, prowadząc do zwiększonej apoptozy oraz obniżenia ich żywotności, przy czym efekt ten jest proporcjonalny do zastosowanej dawki i czasu ekspozycji [Kwon i in., 2022]. Mechanizm ten obejmuje aktywację kaspaz-3 i -9 oraz obniżenie poziomu białka Bcl-2, co skutkuje zwiększoną przepuszczalnością błony mitochondrialnej i uwolnieniem cytochromu c. Ponadto jad pszczeli reguluje ekspresję genów związanych z cyklem komórkowym i migracją komórek. Jednak potwierdzono występowanie skutku ubocznego jakim jest efekt hemolityczny, czyli do zniszczenia czerwonych krwinek, które prowadzi przedwczesnego rozpadu i uwolnienia hemoglobiny do osocza krwi [Kwon i in., 2022].

Rak trzustki należy do najbardziej agresywnych i śmiertelnych nowotworów złośliwych. Zastosowanie jadu pszczelego w terapii tego nowotworu wykazało obiecujące wyniki w badaniach *in vitro*. Testy na liniach komórkowych AsPC-1 oraz PANC-1 wykazały zmniejszoną proliferację pod wpływem działania melityny [Zhao i in., 2022]. Zaobserwowano zmniejszoną ekspresję białek cyklu komórkowego, takich jak CDK1 i CDK4, oraz zwiększoną ekspresję białek hamujących p21 i p53 [Zhao i in., 2022]. Dodatkowo, analiza cyklu komórkowego potwierdziła zatrzymanie komórek w fazie S, a cytometria przepływowa wykazała wzrost poziomu apoptozy. Aktywacja kaspaz-3 i kaspaz-9 sugeruje, że melityna może indukować apoptozę poprzez wewnętrzny szlak mitochondrialny. Wyniki te potwierdzają potencjał terapeutyczny jadu pszczelego w leczeniu tego trudnego w terapii nowotworu.

Nowotwory skóry, w tym czerniak, różnią się znacząco pod względem biologii i odpowiedzi na leczenie. Przypadki kliniczne i opisy pacjentów leczonych jadem pszczelim wskazują na możliwość tłumienia wzrostu guza oraz przyspieszenia gojenia ran i zmniejszenia bólu [1]. U niektórych pacjentów odnotowano poprawę odpowiedzi immunologicznej, co może być związane z immunomodulującym działaniem składników jadu. Choć dane są głównie jakościowe, obserwacje te sugerują, że apiterapia może wspierać konwencjonalne leczenie czerniaka [El-Arabey i Ghramh, 2025].

Pomimo obiecujących wyników badań przedklinicznych, zastosowanie jadu pszczelego, a zwłaszcza jego głównego składnika melityny, w terapii nowotworowej napotyka na istotne ograniczenia. Jednym z kluczowych problemów jest toksyczność nieselektywna, wynikająca z działania melityny nie tylko na komórki nowotworowe, ale również na zdrowe komórki organizmu [Leonova i in., 2024; Lee i in., 2008]. Dodatkowo, niska stabilność melityny oraz jej szybki rozkład enzymatyczny znacząco ograniczają skuteczność leczenia. Kolejnym wyzwaniem pozostaje trudność w precyzyjnym dostarczaniu substancji aktywnej bezpośrednio do komórek nowotworowych, co zwiększa ryzyko działań niepożądanych i ogranicza jej zastosowanie kliniczne [Wehbe i in., 2019].

W odpowiedzi na te ograniczenia rozwijane są nowoczesne strategie ukierunkowanego dostarczania jadu pszczelego, takie jak zastosowanie nanocząsteczek, liposomów oraz koniugatów melityny z cząsteczkami kierującymi. Technologie te umożliwiają ochronę melityny przed degradacją, poprawę jej biodostępności oraz zwiększenie selektywności wobec komórek nowotworowych, minimalizując tym samym działania niepożądane. Szczególnie obiecujące są rozwiązania wykorzystujące celowane nośniki, które aktywują melitynę dopiero po dotarciu do guza, dzięki czemu efekt terapeutyczny jest ograniczony do miejsca docelowego [Leonova i in., 2024; Wehbe i in. 2029; Zhao i in., 2022].

Przyszłość terapii jadem pszczelim wydaje się być ściśle związana z rozwojem medycyny precyzyjnej i nanotechnologii. Istotnym kierunkiem badań pozostaje także personalizacja terapii – dopasowanie dawek, formy i czasu podania do indywidualnych potrzeb pacjenta. Wymaga to jednak dalszych badań klinicznych, które pozwolą nie tylko na potwierdzenie skuteczności i bezpieczeństwa jadu pszczelego, ale także na wyznaczenie optymalnych protokołów leczenia.

Bibliografia

- El-Arabey, A.A., & Ghramh, H.A. (2025). *Bee venom: Yesterday's enemy becomes modern medicine for skin cancer*. "Experimental Cell Research", 445(2), 114435.
- Khalil, A., Elesawy, B.H., Ali, T M., & Ahmed, O.M. (2021). *Bee venom: From venom to drug*. "Molecules", 26(16), 4941.
- Lee, M.S., Pittler, M.H., Shin, B.-C., Kong, J.C., & Ernst, E. (2008). *Bee venom acupuncture for musculoskeletal pain: A review*. "Journal of Pain and Symptom Management", 36(5), 548-556
- Kwon, N.-Y., Sung, S.-H., Sung, H.-K., & Park, J.-K. (2022). *Anticancer activity of bee venom components against breast cancer*. "Toxins", 14(7), 460.
- Leonova, E., Gajski, G., & Sjakste, N. (2024). *Bee venom: Composition and anticancer properties*. "Toxins", 16(3), 215.
- Wehbe, R., Frangieh, J., Rima, M., El Obeid, D., Sabatier, J.-M., & Fajloun, Z. (2019). *Bee venom: Overview of main compounds and bioactivities for therapeutic interests*. "Molecules", 24(16), 2997.
- Yoon, S.-H., & Choi, D.-K. (2024). *Bee venom as a promising therapeutic strategy in central nervous system disorders*. "Neuropeptides", 98, 102451.
- Zhang, S., Liu, Y., Ye, Y., Wang, X.-R., Lin, L.-T., Xiao, L.-Y., Zhou, P., Shi, G.-X., & Liu, C.-Z. (2018). *Bee venom therapy: Potential mechanisms and therapeutic applications*. "Toxicon", 148, 64-73.
- Zhang, Y., Wang, X., & Li, J. (2024). *Melittin and phospholipase A2: Promising anti-cancer candidates from bee venom*. "Biomedicine & Pharmacotherapy", 168, 114123.
- Zhao, J., Hu, W., Zhang, Z., Zhou, Z., Duan, J., Dong, Z., Liu, H., & Yan, C. (2022). *Bee venom protects against pancreatic cancer via inducing cell cycle arrest and apoptosis with suppression of cell migration*. "Journal of Gastrointestinal Oncology", 13(2), 847-858.
- Zhou, Y., Liu, H., & Chen, X. (2024). *Bee sting venom as a viable therapy for breast cancer: A review article*. "Frontiers in Pharmacology", 15, 123456.
- Zuberbier, T., & Worm, M. (2019). *Bee venom immunotherapy: Current status and future directions*. "Allergy", 74(6), 1234-1242.

Emilia Lemkowska

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
 Studenckie Koło Naukowe Entomologów „Pasikonik”

MLECZKO PSZCZELE JAKO ELIKSIR DŁUGOWIECZNOŚCI

Royal jelly as an elixir of longevity

Abstract. The aim of this study was to collect and analyze information on the chemical composition and health benefits of royal jelly (RJ), particularly its effects on ageing. The material consisted of scientific publications available in PubMed, Elsevier and MDPI databases. The method was an analysis of the literature on the subject. The paper discusses, among other things, the anti-inflammatory, antioxidant, neuroprotective and hormonal effects of RJ. The results indicate that royal jelly can support healthy ageing and enhance the quality of life, particularly for menopausal women and those exposed to oxidative stress.

Keywords: royal jelly, aging, quality of life

Wprowadzenie

Mleczko pszczele (RJ) to wyjątkowo odżywczy, naturalny produkt o dużym potencjale zastosowania w medycynie oraz jako żywność prozdrowotna. Wykazuje szereg właściwości fizjologicznych i farmakologicznych, takich jak działanie rozszerzające naczynia krwionośne, obniżające ciśnienie, przeciwolesterolowe, przeciwcukrzycowe, immunomodulujące, przeciwzapalne, antyoksydacyjne, opóźniające procesy starzenia, neuroprotektoryjne, przeciwbakteryjne, przeciwalergiczne, przeciwosteoporotyczne oraz przeciwnowotworowe [Orsolić i Jazvinščak Jembrek, 2024].

Celem pracy było zebranie informacji na temat podstawowych składników mleczka pszczelego oraz omówienie jego właściwości prozdrowotnych. Analiza oparta została na dostępnych zasobach literaturowych baz PubMed, Elsevier oraz MDPI.

Skład

Mleczko pszczele (RJ) składa się w około 60-70% z wody, 9-18% białek (w tym albuminy, globuliny, glikoproteiny, lipoproteiny), 7-18% cukrów (głównie glukoza i fruktoza), 3-8% lipidów (m.in. steroły, kwasy tłuszczowe, fosfolipidy i lipidy fenolowe) oraz 0,7-1,5% składników mineralnych (takich jak potas, sód, wapń, magnez, cynk, żelazo i inne). RJ zawiera również witaminy, głównie z grupy B (B1-B12) oraz A, C, D, E i K, w ilości ok. 336-351 mg/100 g [Xue i in., 2017].

Skład chemiczny RJ, szczególnie zawartość cukrów, może znacznie się różnić w zależności od warunków geograficznych, sezonu, gatunku pszczół i metod zbioru. Produkt ten zawiera również związki fenolowe, flawonoidy, kwasy organiczne, enzymy (takie jak amylaza, inwertaza czy katalaza), neuroprzekaznik acetylocholinę i jej prekursor – cholinę, a także hormony płciowe (estradiol, testosteron, progesteron). Obecne są także liczne wolne aminokwasy, m.in. lizyna, prolina, walina, treonina, alanina, tyrozyna czy leucyna [Kocot i in., 2018; Collazo i in., 2021].

Właściwości przeciwzapalne i przeciwoksydacyjne

Najważniejszymi przeciwutleniaczami zawartymi w mleczku pszczelim są flawonoidy i związki fenolowe. Do właściwości antyoksydacyjnych RJ przyczyniają się również kwasy tłuszczowe i ich estry, takie jak: kwas oktanowy, benzoesowy, 2-heksenodiowy oraz jego estry, a także kwas dodekanowy i jego ester, znany jako kwas 1,2-benzenodikarboksylowy [Bagameri i in., 2023]. Właściwości te związane są z wpływem RJ na szlaki sygnałowe Nrf2 i NF-κB. Mleczko pszczele zmniejsza uszkodzenia tkanek oraz toksyczność wywołaną przez reaktywne formy tlenu (ROS), poprzez modulowanie aktywności wspomnianych szlaków. Nrf2 i NF-κB pełnią kluczową rolę w regulacji odpowiedzi organizmu na stres oksydacyjny i stany zapalne [Orsolić i Jazvinščak Jembrek, 2024].

Proces starzenia jest uwarunkowany osłabieniem mechanizmów homeostatycznych, czego przyczyną mogą być stres oksydacyjny oraz dysfunkcja mitochondriów. Badania wykazują, że codzienne spożycie mleczka pszczelego może wydłużać życie u różnych organizmów – od nicieni po myszy – głównie dzięki białkom MRJP i kwasom tłuszczowym. W modelach *Drosophila* i *Caenorhabditis elegans* RJ aktywuje szlaki EGF i IGF-1 oraz geny związane z odpornością na stres (np. DAF-16, SIR-2.1), poprawiając odporność na czynniki takie jak UV, stres oksydacyjny czy wysoka temperatura [Xin i in., 2016; Detienne i in., 2014]. Kluczowym pytaniem pozostaje, czy korzystne działanie mleczka pszczelego na długość życia i zdrowie obserwowane na modelach zwierzęcych można odnieść do ludzi. Wiadomo, że niektóre szlaki metaboliczne skracają życie ludzi, zwiększając ryzyko chorób przewlekłych, takich jak cukrzyca, zespół metaboliczny czy choroby serca. Właściwości przeciwutleniające i przeciwzapalne mleczka mogą wspierać zdrowe starzenie, poprawiając gospodarkę glukozy,

profil lipidowy i zmniejszając stres oksydacyjny, co pomaga zapobiegać tym chorobom [Kunugi i in., 2019].

Naturalna terapia na objawy menopauzy

Badania kliniczne i przedkliniczne sugerują, że mleczko pszczele wykazuje działanie estrogenopodobne, co czyni je obiecującym środkiem wspierającym zdrowie kobiet, szczególnie w okresie menopauzy i starzenia. Dzięki zawartości kwasu 10-hydroksy-2-decenowego wspomaga ono syntezę estrogenów, regulując poziom FSH i LH, co może opóźniać związane z wiekiem wyczerpywanie puli pęcherzykowej [Bălan i in., 2020]. W badaniach z udziałem kobiet wykazano, że suplementacja mleczkiem pszczelim łagodzi objawy zespołu klimakterycznego, poprawia jakość życia, zmniejsza nasilenie objawów takich jak uderzenia gorąca, bóle pleców czy lęk, a także poprawia stan nabłonka pochwy [Sharif i Darsareh, 2019]. Choć konieczne są dalsze badania, wyniki dotychczasowych prac wskazują, że mleczko pszczele może stanowić naturalne wsparcie w zachowaniu równowagi hormonalnej i jakości życia kobiet w okresie okołomenopauzalnym – a tym samym, może być jednym z elementów spowalniających procesy starzenia u ludzi.

Wspomaganie funkcji poznawczych i pamięci

Starzenie się wpływa negatywnie na funkcje poznawcze i sprzyja rozwojowi chorób neurodegeneracyjnych, takich jak choroba Alzheimera. Mleczko pszczele wykazuje działanie ochronne na pamięć przestrzenną, wspomaga neurogenezę w hipokampie, zmniejsza stres oksydacyjny i ogranicza uszkodzenia neuronów [Oršolić i Jazvinščak Jembrek, 2024]. W modelach zwierzęcych poprawia pamięć poprzez aktywację szlaków sygnałowych i hamowanie śmierci komórek nerwowych [Guardia de Souza e Silva, 2020]. U zwierząt z niedoborem estrogenów łagodzi zaburzenia pamięci, reguluje poziom neuroprzekazników oraz procesy oksydacyjne. Mleczko pszczele wpływa też korzystnie na gospodarkę dopaminową i GABA-ergiczną, co przekłada się na lepsze funkcjonowanie pamięci [Guo, 2018].

Podsumowanie

Mleczko pszczele to wyjątkowy produkt o szerokim spektrum działania, który wzbudza coraz większe zainteresowanie w kontekście profilaktyki zdrowotnej i wspomagania procesów przeciwnarzędziowych. Dzięki bogatemu składowi i udokumentowanym właściwościom biologicznym, może wspierać funkcjonowanie organizmu na wielu poziomach – od regulacji hormonalnej, przez ochronę układu nerwowego, aż po działanie przeciwzapalne i antyoksydacyjne. Coraz więcej badań potwierdza jego potencjał jako naturalnego składnika wspierającego długie i zdrowe życie, choć pełne zrozumienie jego działania wymaga dalszych obserwacji i analiz.

Bibliografia

- Bagameri L., Botezan S., Bobis O., Bonta V., Dezmirean D.S., *Molecular Insights into Royal Jelly Anti-Inflammatory Properties and Related Diseases*, „Life (Basel)” 2023, t. 13(7), s. 1573.
- Bălan A., Moga M.A., Dima L., Toma S., Neculau A.E., Anastasiu C.V., *Royal jelly - A traditional and natural remedy for postmenopausal symptoms and aging-related pathologies*, „Molecules” 2020, t. 25(14), s. 3291.
- Collazo N., Carpena M., Nuñez-Estevez B., Otero P., Simal-Gandara J., Prieto M.A., *Health Promoting Properties of Bee Royal Jelly: Food of the Queens*, „Nutrients” 2021, nr 13, art. 543.
- Detienne M., De Haes W., Ernst U.R., Schoofs L., Temmerman L., *Royalactin extends lifespan of *Caenorhabditis elegans* through epidermal growth factor signaling*, „Experimental Gerontology” 2014, t. 60, s. 129-135.
- Guardia de Souza e Silva T., *Oral treatment with royal jelly improves memory and presents neuroprotective effects on icv-STZ rat model of sporadic Alzheimer's disease*, „Heliyon” 2020, t. 6(2), e03281.

- Guo J., Wang Z., Chen Y., Cao J., Tian W., Ma B., Dong Y., *Active Components and Biological Functions of Royal Jelly*, „Journal of Functional Foods” 2018, t. 54, s. 290–300.
- Kocot J., Kiełczykowska M., Luchowska-Kocot D., Kurzepa J., Musik I., *Antioxidant Potential of Propolis, Bee Pollen, and Royal Jelly: Possible Medical Application*, „Oxidative Medicine and Cellular Longevity” 2018, nr specjalny *Therapeutic Potential of Natural Antioxidants*, s. 1–29.
- Kunugi H., Mohammed Ali A., *Royal Jelly and Its Components Promote Healthy Aging and Longevity: From Animal Models to Humans*, „International Journal of Molecular Sciences” 2019, t. 20, s. 4662.
- Oršolić N., Jazvinščak Jembrek M., *Royal Jelly: Biological Action and Health Benefits*, „International Journal of Molecular Sciences” 2024, t. 25(11), s. 6023.
- Sharif S.N., Darsareh F., *Effect of royal jelly on menopausal symptoms: A randomized placebo-controlled clinical trial*, „Complementary Therapies in Clinical Practice” 2019, t. 37, s. 47–50.
- Xue X., Wu L., Wang K., *Chemical Composition of Royal Jelly*, [w:] *Bee Products – Chemical and Biological Properties*, Springer, Cham 2017, s. 181–190.
- Xin X.X., Chen Y., Chen D., Xiao F., Parnell L.D., Zhao J. et al., *Supplementation with major royal-jelly proteins increases lifespan, feeding, and fecundity in Drosophila*, „Journal of Agricultural and Food Chemistry” 2016, t. 64(29), s. 5803–5812.

• Sekcja 2 •

NAUKI ROLNICZE

Piotr Krasnodębski, Paweł Krasnodębski

Uniwersytet w Siedlcach, Wydział Nauk Rolniczych
Studenckie Koło Naukowe Agrobioinżynierii

ZASTOSOWANIE FLUORESCENCJI CHLOROFILU W OCENIE STRESU ROŚLIN

Application of chlorophyll fluorescence in plant stress assessment

Abstract: Crop plants are exposed to a number of stress factors. These include low and high temperature, water deficit, too much sunlight in the photosynthetically active area, mechanical damage, gaseous pollutants and phytotoxins. These factors negatively affect the growth and development of plants, which leads to reduced yields. Monitoring changes in field crops at various stages of plant production is very important. Fluorescence measurement techniques are increasingly used in agriculture. This is a universal and quick way to assess the impact of various unfavorable environmental conditions on the effective functioning of the photosynthetic apparatus. This technique allows for early diagnosis of the impact of a stressor, before its visible symptoms appear. The technique enables early diagnosis of the effects of stress factors before symptoms appear in plants, thanks to this measurement it is possible to optimize growing conditions in agriculture and horticulture.

Keywords: chlorophyll fluorescence, stress factors, fluorescence measurement

Wstęp

Rośliny uprawne rosnące w warunkach naturalnych są narażone na szereg czynników stresowych, takich jak niska i wysoka temperatura, deficyt wody, zbyt duże nasłonecznienie w obszarze fotosyntetycznym, uszkodzenia mechaniczne, zanieczyszczenia gazowe i fitotoksyny. Te czynniki negatywnie wpływają na wzrost i rozwój roślin, co prowadzi do zmniejszenia plonów. Starck [1995] zauważa, że rośliny często doświadczają jednocześnie kilku czynników stresowych, tworząc tzw. zespół stresowy, często nazywany multistresem. Monitorowanie zmian zachodzących w uprawach polowych na różnych etapach produkcji roślinnej jest bardzo istotne. Coraz częściej w rolnictwie wykorzystuje się techniki pomiaru fluorescencji. Jest to uniwersalny i szybki sposób oceny wpływu różnych niekorzystnych warunków środowiskowych na efektywne funkcjonowanie aparatu fotosyntetycznego. Jak podaje Cetner i in. [2016], ta technika umożliwia wczesne diagnozowanie wpływu stresora, zanim pojawią się widoczne jego objawy.

Czynniki stresowe u roślin

Na rośliny uprawne rosnące w warunkach naturalnych oddziałuje szereg czynników stresowych, które zakłócając wzrost i rozwój roślin wpływają na zmniejszenie plonów. Fotosynteza jest wrażliwa na czynniki stresowe. Jednoczesne działanie wielu takich czynników powoduje powstawanie multistresu [Grzesiak 1998]. W multistresie często mamy do czynienia ze stresem świetlnym. Występuje on, gdy barwniki fotosyntetyczne roślin absorbują zbyt dużo energii PAR w stosunku do możliwości jej przetworzenia na energię chemiczną w procesie fotosyntezy. Może on wystąpić nawet przy umiarkowanym napromieniowaniu, gdy występują inne czynniki np. chłód, susza czy antropogeniczne zanieczyszczenia inhibujące fotosyntezę [Kopcewicz i Lewak 2002].

Rośliny należą do organizmów, które muszą dostosować się do warunków środowiska i przetrwać wszystkie stresory w miejscu wzrostu. Ujemne skutki oddziaływania niekorzystnych warunków środowiska na rośliny polegają na zakłóceniu ich wzrostu i rozwoju, poprzez zaburzenie procesów

metabolicznych przebiegających w komórce oraz na zmianie właściwości fizykochemicznych struktur komórkowych. Do najczęściej występujących zaburzeń funkcji metabolicznych zalicza się: zahamowanie procesu fotosyntezy, zaburzenia procesu oddychania i zahamowanie wzrostu. Natomiast typową zmianą właściwości fizykochemicznych struktur komórkowych jest zaburzenie struktury błony komórkowej prowadzące do utraty zdolności do selektywnej przepuszczalności.

Wstępną metodą oceny stresu jest obserwacja zmian barwy blaszki liściowej lub przy długotrwałym stresie stopnia zasychania tkanki. Ocena tego typu zmian często opiera się na umownej skali. Taka metoda jest narażona zazwyczaj na duży błąd, ponieważ nie wszystkie obserwacje można ocenić poprawnie. Dlatego wprowadzone zostały precyzyjne metody, wykorzystujące wyniki badań laboratoryjnych (np. metoda konduktometryczna) lub wykorzystujące specjalistyczny sprzęt (np. analizator gazu w podczerwieni IRGA). Metody laboratoryjne są czasochłonne i kosztowne. Z tego powodu coraz częściej wykorzystuje się aparaturę elektroniczną. Przykładem takiego urządzenia może być fluorymetr, który rejestruje fluorescencję chlorofilu a, czyli reemisję energii świetlnej pochłoniętej przez anteny energetyczne aparatu fotosyntetycznego.

Przy użyciu fluorymetru można ocenić zmiany fluorescencji chlorofilu w roślinie oraz we wszystkich organizmach prowadzących fotosyntezę. Dzięki fluorescencji można oszacować stan roślin. Metoda ta jest bardzo ważna podczas przechowywania warzyw, owoców i kwiatów, a także przy ocenie stopnia dojrzałości po zbiorze [Sánchez i Gutierrez 2008].

Na rynku są różne przyrządy do pomiaru fluorescencji, a najbardziej znany jest pomiar fluorescencji bezpośredniej. Najpierw próbkę umieszcza się w ciemności na około 20-30 minut, aby wyłączyć reakcje świetlne fotosyntezy i zredukować centra reakcji fotosystemów. Następnie próbkę oświetla się ciągłym światłem o długości fali krótszej niż 670 nm.

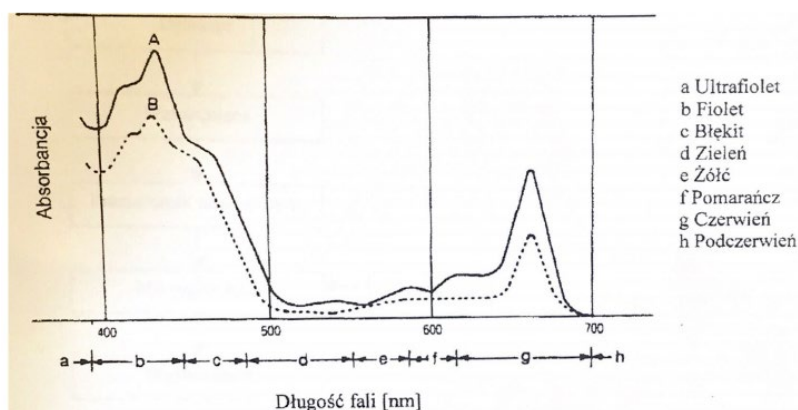
Inną techniką jest pomiar modulowanej fluorescencji chlorofilu w systemie PAM (ang. pulse amplitude modulation), w którym źródło promieniowania świetlnego użyte do wzbudzenia fluorescencji chlorofilu jest włączane i wyłączane z określoną częstotliwością. Fotodetektor ma możliwość rejestracji wyłącznie składowej zmiennej wzbudzonej fluorescencji w badanej próbce, co pozwala zmierzyć fluorescencję w warunkach aktualnego natężenia PAR.

Pomiary fluorescencji chlorofilu są wykorzystywane do monitorowania reakcji PSII na zmiany w natężeniu PAR oraz w składzie spektralnym [Cai i Xu 2002]. PAR jest źródłem energii niezbędnej dla roślin, jednak zbyt duże jego natężenie może być czynnikiem stresowym, powodującym fotoinhibicję. Gdy intensywność światła jest za wysoka, część energii nie może być zaabsorbowana przez barwniki fotosyntetyczne. Prowadzi to do dysfunkcji aparatu fotosyntetycznego. W warunkach wysokiej radiacji następuje nadmierny dopływ fotonów do anten, co powoduje nadmiar stanów wzbudzenia w centrach reakcji PSII [Demmig-Adams i in. 1995]. Nie tylko nadmierne natężenie, ale również spektrum światła może oddziaływać hamująco na transport elektronów w zależnej od światła fazie fotosyntezy.

Techniki pomiaru fluorescencji znajdują coraz szersze zastosowanie w rolnictwie, gdzie można dokładnie monitorować zmiany zachodzące w uprawach polowych na różnych etapach produkcji roślinnej.

Pomiary chlorofilu

Badania ilości chlorofilu w blaszkach liściowych roślin można przeprowadzić za pomocą ręcznego miernika SPAD-502 firmy Minolta. Wartości mierzone za pomocą tego aparatu odpowiadają ilości chlorofilu w roślinie. Dotyczą dwóch zakresów spektralnych, w których absorbancja chlorofilu jest różna (Rys. 1).



Rysunek 1. Widmo absorbcyjne chlorofilu (A, B blaszki liściowe)

Źródło: www.johnmorris.com.au/files/product/attachments/18012/160254_manual_instr.pdf

Pomiaru fluorescencji chlorofilu, przy adaptacji blaszek liściowych w ciemności od 20 do 30 min. wykonuje się stosując fluorymetr – miernik stresu OS30p+ (GEOMOR TECHNIK). Czas adaptacji jest bardzo ważny, ponieważ pozwala uzyskać wiarygodne wyniki pomiaru. Miernik stresu OS30p+ jest to ręczny przyrząd do szybkich analiz Fv/Fm, Fv/Fo oraz OJIP (Fot. 1).



Fotografia 1. Przyrząd do mierzenia fluorescencji chlorofilu OPTI-SCIENCES OS 30p+

Źródło: fotografia własna wykonana w laboratorium UwS

Za pomocą tego miernika można oznaczyć i automatycznie przeliczyć następujące parametry:

1. Parametry mierzone:

- Fo: Fluorescencja minimalna (wyjściowa);
- Fm: Fluorescencja maksymalna;
- Ft: Fluorescencja w czasie T;
- Fv: Fluorescencja zmienna.

2. Parametry przeliczane automatycznie:

- Fv/Fm: wskaźnik określający maksymalną wydajność kwantową PSII. Stosunek fluorescencji zmiennej do fluorescencji minimalnej, obliczany ze wzoru: $Fv/Fm = (Fm - Fo) / Fm$;
- Fv/Fo: PI (Performance Index) – wskaźnik funkcjonowania fotosystemu I i II dotyczący jego ogólnej żywotności;

- Współczynnik na wykrywanie stresu u roślin jest bardziej czułym testem niż Fv/Fm. Obliczany ze wzoru: $Fv/Fo = (Fm - Fo)/Fo$.

Przy użyciu miernika stresu OS3op+ (GEOMOR TECHNIK) można w krótkim czasie i w sposób zupełnie nieinwazyjny wykonać analizę procesu fotosyntezy, określając stan roślin oraz możliwość pojawiania się zjawisk stresowych we wczesnym stadium rozwojowym roślin. W tym celu z każdego obiektu doświadczalnego wybiera się odpowiednią ilość pędów z każdej rośliny i wykonuje kilkanaście odczytów ze środkowych części liścia. Do pomiarów powinno wybierać się najmłodsze w pełni dojrzałe liście [Reuter i Robinson 1997].

Pomiar absorpcji światła przez blaszkę liściową (indeks zieloności liści) wykorzystywany jest jako szybka i nieinwazyjna metoda pozwalająca na stwierdzenie stanu odżywienia rośliny. Wraz ze wzrostem zawartości chlorofilu w liściach wzrasta absorpcja przez nie światła.

Techniki pomiaru fluorescencji znajdują coraz szersze zastosowanie w rolnictwie, gdzie można dokładnie monitorować rośliny uprawne w różnym okresie wegetacji.

Podsumowanie

Rośliny należą do organizmów, które muszą dostosować się do warunków środowiska. Ujemne skutki oddziaływania niekorzystnych warunków środowiska na rośliny polegają na zakłóceniu ich wzrostu i rozwoju, poprzez zaburzenie procesów metabolicznych przebiegających w komórce oraz na zmianie właściwości fizykochemicznych struktur komórkowych [Starck 1995].

Rośliny posiadają wyspecjalizowane mechanizmy naprawcze, które w procesie restytucji mogą w pełni lub w części przywrócić utraconą efektywność reakcji fotosyntezy [Murkowski i Skórska 2004]. Zarówno skutki fotoinhibicji, jak i zjawiska towarzyszące dezintegracji aparatu fotosyntetycznego znajdują swoje odzwierciedlenie w zmianach wartości parametrów fluorescencji (FL) chlorofilu.

Metody fluorymetryczne pozwalają szybko i z dużą czułością oceniać zarówno reakcje roślin na zakłócenia procesu fotosyntezy przez czynniki stresowe, jak również skuteczność mechanizmów naprawczych oraz integralną zdolność roślin do utrzymywania homeostazy w niekorzystnych warunkach środowiska [Skórska 2002].

Nawet umiarkowane napromieniowanie zielonych tkanek roślin w zakresie PAR (400-700 nm), może spowodować nadprodukcję stanów wzbudzonych w centrach reakcji obu fotosystemów (PS I i PS II). Dezaktywacja wzbudzonych cząsteczek chlorofilu następuje częściowo na drodze rozproszenia ciepła i wzmożonej fluorescencji, a częściowo poprzez przekazanie nadmiaru energii na cząsteczki tlenu. Tworzą się wówczas aktywne formy tlenu, które inicjują szereg szkodliwych reakcji jak np. wolnorodnikowe utlenianie lipidów w tylakoidach [Szymczak-Żyła i Kowalewska 2008].

Fluorescencja chlorofilu znajduje szerokie zastosowanie w badaniach naukowych, monitoringu środowiska, rolnictwie precyzyjnym oraz ocenie wpływu czynników stresowych. Stanowi zatem nieinwazyjne, efektywne narzędzie do wspomagania decyzji w zarządzaniu ekosystemami oraz produkcją roślinną.

Bibliografia

- Cai S.Q., Xu D.Q., *Light intensity-dependent reversible down-regulation and irreversible damage of PSII in soybean leaves*, "Plant Science" 2002, 163, s. 850.
- Cetner M., Dąbrowski P., Samborska I., Łukasik I., Swoczyna T., Pietkiewicz S., Bąba W., Kalaji H.M., *Zastosowanie pomiarów fluorescencji chlorofilu w badaniach środowiskowych*, „Kosmos” 2016, 65(2), s. 197-205.
- Demmig-Adams B., Adams III W. W., Logan B. A., Verhoeven A. S., *Xanthophyllcycle – dependend energy dissipation and flexible photosystem II efficiency in plants acclimated to light stress*, "Journal of Plant Physiology" 1995, nr 22, s. 259.

- Grzesiak S. (red.), *Ekofizjologiczne aspekty reakcji roślin na działanie abiotycznych czynników stresowych*, Kraków 1998, s. 29.
- Kopcewicz J., Lewak S. (red.), *Fizjologia roślin*, Warszawa 2002, s. 613.
- Murkowski A., Skórska E., *Chlorophyll fluorescence in research of chill and light stress in cucumber plants from in vitro culture during acclimation*, "Horticulture and Vegetable Growing" 2004, 23, s. 194.
- Reuter D., Robinson J.B., (red.), *Plant analysis: an interpretation manual*, Australia 1997.
- Sánchez A., Gutierrez S.J. (red.), *Photochemistry Research Progress*, Nowy Jork 2008, s. 35.
- Skórska E., *Chlorophyll fluorescence of UV-B irradiated bean leaves subjected to chilling in light*, "Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych" 2002, 481, s. 393.
- Starck Z., *Współzależność pomiędzy fotosyntezą i dystrybucją asymilatów a tolerancją roślin na niekorzystne warunki środowiska*, "Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych" 1995, 3, s. 27.
- Szymczak-Żyła M., Kowalewska G., *The influence of microorganisms on chlorophyll a degradation in the marine environment*, "Limnol Oceanography" 2008, 53, s. 851.

Dawid Osiński

Uniwersytet w Siedlcach, Wydział Nauk Rolniczych
Studenckie Koło Naukowe Agrobiotechnologii

POJĘCIE ANALIZY STRATEGICZNEJ W KONTEKŚCIE TWORZENIA STRATEGII ROZWOJU GMINY

The concept of strategic analysis in the context of creating
a municipal development strategy

Abstract: Strategic analysis is a basic set of activities that assess the current economic, natural, social and cultural conditions of a commune in order to prepare a strategy for future activities. A properly selected analysis model will allow for effective implementation of spatial policy.

Keywords: strategic analysis, municipality, development

Wstęp

Zgodnie z ustawą o samorządzie gminnym z 1990 roku gmina stanowi jeden z rodzajów samorządu terytorialnego na terenie Polski. Obejmuje ona nadzór nad lokalnymi terenami w celu zapewnienia optymalnych warunków do dalszego rozwoju. Na władzach gminy spoczywa obowiązek aktywnego sterowania procesami rozwoju lokalnego poprzez działania regulacyjne, inicjujące, organizujące i stymulujące. Wymaga to aktywności, kreatywności, innowacyjności i determinacji w działaniach władz gminy, znajomości uwarunkowań i mechanizmów jej rozwoju, wiedzy i umiejętności umożliwiających stosowanie nowoczesnych metod zarządzania i podejmowanie racjonalnych decyzji rozwojowych oraz zastosowanie właściwych instrumentów oddziaływania na skalę i tempo tegoż rozwoju [Ziółkowski 2015].

Mając na uwadze, aby gmina mogła się rozwijać w każdym sektorze, władze muszą przygotować odpowiedni plan działania dla potrzeb mieszkańców w oparciu o wszelkie dane obrazujące obecną sytuację demograficzną, gospodarczą, społeczną, środowiskową oraz kulturową, czyli w skrócie analizę strategiczną.

Celem pracy jest przedstawienie roli i znaczenia analizy strategicznej jako fundamentalnego etapu opracowania strategii gminy.

Pojęcie analizy strategicznej

W rozumieniu ogólnym analiza strategiczna jest zbiorem metod i technik, które powstały w odpowiedzi na potrzebę przewidywania zmian [Penc-Pietrzak 2010]. Jej głównym celem jest określenie czynników, które będą wpływać na organizację w przyszłości oraz sformułowanie przyszłych strategii. W kontekście gminy stanowi ona podkład pod utworzenie strategii rozwoju na określony przedział czasowy [Woźniak 2020].

Etapy analizy strategicznej

Najważniejszym etapem analizy strategicznej jest diagnoza, która stanowi punkt wyjścia i bazę dla opracowania strategii rozwoju gminy. Polega na zgromadzeniu i przeanalizowaniu danych na temat gminy oraz otoczenia [Hoinkis 2021]. Cechą dobrej diagnozy jest jej rzetelność oraz aktualność zebranych wyników. Na podstawie sformułowanych wniosków z przeprowadzonej diagnozy można przeprowadzić kompleksową analizę SWOT, która jest narzędziem wspomagającym etapu wyznaczania celów.

Analiza SWOT stanowi część analizy strategicznej, odpowiadającą za ocenę potencjału gminy na możliwy rozwój [Krzysztofek 2020].

Analiza SWOT polega na podzieleniu zebranych informacji na cztery grupy (cztery kategorie czynników strategicznych) [Walkiewicz 2021]:

- **S** (*Strengths*) – mocne strony: wszystko to, co stanowi atut, przewagę, zaletę;
- **W** (*Weaknesses*) – słabe strony: wszystko to, co stanowi słabość, barierę, wadę;
- **O** (*Opportunities*) – szanse: wszystko to, co stwarza szansę korzystnej zmiany;
- **T** (*Threats*) – zagrożenia: wszystko to, co stwarza niebezpieczeństwo zmiany niekorzystnej.

Nieodzowną częścią tej metody jest również opinia lokalnej społeczności. Opracowując analizę SWOT, korzystamy z dostępnych dokumentów oraz danych statystycznych. Uwzględnienie opinii mieszkańców względem określonych celów publicznych i proponowanych zmian daje szerszy pogląd na zobaczenie pozytywnych i negatywnych zmian.

Wyznaczanie celów publicznych zależy w głównej mierze od obecnej sytuacji względem inwestycji w przestrzeni publicznej. Skala wymaganych przemian na tej płaszczyźnie jest ściśle powiązana z potrzebami społeczności lokalnej.

Następnym etapem jest określenie modelu struktury funkcjonalno-przestrzennej, w którym dużego znaczenia nabierają plany miejscowe. Na ich podstawie planów można ocenić możliwości rozwoju gminy pod kątem przeznaczenia terenów pod określoną zabudowę. Przestrzeń i sposób jej zagospodarowania stają się istotnym czynnikiem dynamizującym rozwój społeczno-gospodarczy, a także podstawą kształtowania i ochrony środowiska przyrodniczego i dziedzictwa kulturowego. Władze samorządowe powinny prowadzić skuteczne działania na rzecz racjonalnego użytkowania i zagospodarowania przestrzeni [Ziółkowski 2007]. Analizując treść planów miejscowych, można zobaczyć przeznaczenie określonych terenów pod konkretną zabudowę. Zobrazować może to, co w konkretnym momencie dana gmina ma do zaoferowania w kwestiach prowadzenia działalności gospodarczej czy możliwości dla potencjalnych mieszkańców w kwestii osiedlenia się na terenach podmiejskich.



Rysunek 1. Fragment obszaru zagospodarowanego według planów miejscowych

Źródło: <https://siedlce.e-mapa.net>

System finansów

Ostatnim etapem analizy strategicznej jest opis organizacji wdrażania strategii w tym m.in.: wskazanie podmiotów zaangażowanych w realizację strategii, podział zadań, wskazanie narzędzi wdrażania strategii, sposobu monitorowania i ewaluacji realizacji strategii oraz ocenę możliwości realizacji strategii. Jednym z elementów oceny możliwości realizacji strategii jest wyznaczenie ram finansowych przedsięwzięcia i wskazanie potencjalnych źródeł finansowania [Filipiak i in. 2005].

Stan finansów jest wyznacznikiem potencjału rozwojowego, którym władze dysponują. Majątek gminy stanowi podstawę do realizacji zadań publicznych, przy czym środki te są ograniczone. Finansowanie potrzeb rozwojowych wymaga pozyskiwania dodatkowych środków z różnych dostępnych źródeł finansowania [Sobczyk 2014]. W interesie gminy i dla jej szans rozwojowych ważne jest korzystanie z wszelkich możliwych źródeł finansowania. W gospodarce finansowej gmin szczególnie istotnym czynnikiem, charakteryzującym możliwości rozwojowe, są dochody własne, świadczące o zapobiegliwości rządzących oraz aktywności gospodarczej mieszkańców i ich stanie posiadania (poziom podatków i opłat lokalnych). W efekcie rozwój lokalny tworzy nowe wartości na poziomie gminy. Tymi wartościami są nie tylko nowe firmy i miejsca pracy, ale też atrakcyjne lokalizacje oferujące tzw. twarde czynniki lokalizacyjne, np. w formie urządzeń infrastrukturalnych [Bieńkowska 2009].

Podsumowanie

Analiza strategiczna w kontekście rozwoju gminy jest nie tylko wymogiem formalno-prawnym, ale stanowi podstawę opracowania strategii rozwoju gminy. Każdy szczegół musi zostać odpowiednio przeanalizowany, tak aby władze gminy miały szerszy pogląd na istniejącą sytuację gospodarczą, co pozwoli na zaplanowanie konkretnego planu działania.

Bibliografia

- Bieńkowska B., *Ocena warunków rozwoju przedsiębiorczości w Polsce*, [w:] *Przedsiębiorczość, a rozwój lokalny*, (red.) R. Barcik, G. Biesok, Bielsko-Biała 2009.
- Filipiak B., Kogut M., Szewczuk A., Ziolo M., *Rozwój lokalny i regionalny*, Szczecin 2005, s. 17.
- Hoinkis D. *Strategia rozwoju gminy. Poradnik praktyczny*, Ministerstwo Funduszy i Polityki Regionalnej, 2021.
- Krzysztofek A. (red.), *Znaczenie zarządzania we współczesnym świecie*, Warszawa 2020.
- Penc-Pietrzak I., *Planowanie strategiczne w nowoczesnej firmie*, Warszawa 2010.
- Sobczyk A., *Potencjał rozwojowy gmin województwa zachodniopomorskiego*, „Folia Pomer. Univ. Technol. Stetin., Oeconomica” 2014, s. 85-92.

- Walkiewicz D., *Analiza SWOT w zarządzaniu procesami*, Tarnopol, 2021. <http://dspace.wunu.edu.ua/bitstream/316497/42623/1/Daria%20WALKIEWICZ.pdf>.
- Woźniak K., *Analiza strategiczna*, Kraków 2020.
- Ziółkowski M., *Nowe zarządzanie publiczne w polskim samorządzie terytorialnym*, Warszawa 2007.
- Ziółkowski M., *Strategiczne zarządzanie rozwojem gminy*, Warszawa 2015.

Strony internetowe:

<https://siedlce.e-mapa.net>

https://mfiles.pl/pl/index.php/Analiza_strategiczna

Paweł Kifer

Uniwersytet w Siedlcach, Wydział Nauk Rolniczych
Studenckie Koło Naukowe Agrobioinżynierii

WARTOŚĆ POKARMOWA SIANA Z ŁĄK UŻYTKOWANYCH EKSTENSYWNIE

Forage quality of hay from extensively used meadows

Abstract: The aim of the study was to determine the nutritional value of hay obtained from meadows that were used extensively. Chemical analysis of the hay was used for the study. The digestibility of dry and organic matter was studied, as well as the content of total protein, crude fibre, ash, NDF, ADF, ADL and soluble sugars. The parameters: organic matter digestibility and the contents of ash, ADL and soluble sugars were within the standard. However, the parameters dry matter digestibility and the content of total protein, crude fibre, NDF and ADF were not within the standard. The results of the analysis concluded that the hay from the research facilities was of poor quality and should not be fed to the animals.

Keywords: nutritional value, biomass, meadow

Wstęp

Produkcja pasz objętościowych jest nieodłącznym elementem produkcji zwierzęcej w gospodarstwach rolnych. Prawidłowe gospodarowanie na użytkach zielonych gwarantuje uzyskanie dużej ilości paszy, dobrej wartości pokarmowej, dlatego niezbędne jest utrzymywanie optymalnego udziału gatunków traw pastewnych wartościowych pod względem paszowym [Goliński i Joks 2007].

Ekstensywnie użytkowane użytki zielone charakteryzuje się niską intensywnością zabiegów pratotechnicznych. Taki sposób odznacza się ograniczonym zużyciem nawozów mineralnych, małą obsadą zwierząt czy małą liczbą pokosów (zwykle raz w roku). Zaletami takiego sposobu gospodarowania jest m.in. poprawa retencji wody czy zwiększenie sekwestracji węgla organicznego w glebie. Największą wadą natomiast jest niska wydajność gospodarcza [Kryszak i Kryszak 2007].

Celem przeprowadzonych badań była ocena strawności organicznej i suchej masy oraz zawartości białka ogólnego, włókna surowego, popiołu, NDF (neutralne włókno detergentowe), ADF (włókno kwaśno-detergentowe), ADL (ligniny kwaśno-detergentowe) oraz cukrów rozpuszczalnych w biomasie z łąk użytkowanych ekstensywnie.

Materiał i metody badawcze

Badanie przeprowadzono na trzech łąkach łągowych użytkowanych ekstensywnie: 1. Łąka o powierzchni 0,19 ha; 2. Łąka o powierzchni 0,79 ha; 3. Łąka o powierzchni 0,10 ha. Łąki te są położone na glebach mineralnych III i IV klasy bonitacyjnej. Analiza próbek gleby, pobranych zgodnie z przyjętymi

zasadami [PN-R-04031:1997], wykazała, że badane łąki charakteryzują się średnim poziomem próchnicznym oraz lekko kwaśnym odczynem. Wszystkie trzy łąki od ponad 15 lat nie były nawożone. Zwykle wykonywano na nich 1 lub 2 pokosy w ciągu jednego okresu wegetacyjnego. Zdarzały się również lata, w których dane łąki nie były koszone w ogóle.

Próba do analizy chemicznej na każdym obiekcie badawczym została pobrana w następujący sposób: po wykonanym pokosie i wyschnięciu siana na polu zebrano niewielką ilość suchej masy z różnych miejsc danej łąki. Próba z każdego obiektu ważyła około 1 kg. Następnie pobraną suchą masę, dokładnie wymieszano, z każdego obiektu oddzielnie. Z wymieszanych prób pobrano niewielką ilość (około 20 g) suchej masy i zmielono w młynku. Zmieloną próbkę materiału roślinnego poddano analizie chemicznej pod kątem strawności suchej i organicznej masy oraz zawartości białka ogólnego, włókna surowego, popiołu, NDF, ADF, ADL oraz cukrów rozpuszczalnych. Powyższe analizy wykonano metodą spektroskopii w bliskiej podczerwieni (NIRS) przy użyciu spektrometru NIRFlex N-500 z kalibracją INGOT dla paszy suchej.

Wyniki i dyskusja

Pasza ze wszystkich obiektów badawczych charakteryzowała się strawnością suchej masy na poziomie od 57,4 do 61,1% (tab. 1), co badacze uznają za dolną granicę tego parametru [Raffrenato i in. 2011]. Jedynie obiekt nr 2 osiągnął wartość powyżej 60%. Optymalną wartość strawności masy organicznej uzyskała biomasa traw z obiektów nr 1 i 2, odpowiednio: 60,7% i 61,6%. Pasza z obiektu nr 3 charakteryzowała się strawnością masy organicznej na poziomie 58,3%, co jest nieco poniżej wartości optymalnej, czyli 60% [Daniel i in. 2020].

Tabela 1. Strawność suchej i organicznej masy paszy [%]

Obiekt	Strawność	
	Suchej masy	Organicznej masy
1	59,3	60,7
2	61,1	61,6
3	57,4	58,3
Średnia	59,3	60,2

Źródło: opracowanie własne

Największą zawartość białka ogólnego (tab. 2) zanotowano w biomacie zebranych traw z obiektu nr 2 (10,9%). Biomasa z obiektów nr 1 i 3 odznaczała się zawartością białka ogółem odpowiednio: 9,41 i 9,89%. Optymalna zawartość białka w sianie waha się w granicach 12-20% [Brzóska i Śliwiński 2011; Brzóska 2007; 2008]. Oznacza to, że siano z wszystkich trzech obiektów nie zawiera odpowiedniej ilości białka ogólnego.

Więcej włókna surowego (tab. 2) stwierdzono w paszy z obiektów 2 i 3 (24,4% i 24,5%) niż w paszy z obiektu nr 1 (22,1%). Nie jest to znacząca różnica. Wynikać ona może przede wszystkim z faktu, że obiekt nr 1 położony jest w odległości ponad 1 km od pozostałych obiektów nr 2 i nr 3, które położone są obok siebie. Z tego powodu gleby, na których położone są obiekty nr 1 oraz nr 2 i nr 3, mogą mieć odmienną zasobność w składniki pokarmowe. Optymalna zawartość włókna surowego mieści się w granicach 10-21%, w zależności od wieku zwierzęcia [Brzóska i Śliwiński 2011]. Oznacza to, że wszystkie obiekty osiągnęły wartości ponad wartość optymalną.

Zawartość popiołu (tab. 2) na obiektach badawczych wahała się od 7,81 do 8,40%. Optymalna zawartość wynosi w granicach 7-9% [Nazaruk i in. 2009]. Oznacza to, że pasze ze wszystkich trzech obiektów zmieściły się w optymalnych wartościach tego składnika.

Największą zawartością włókna neutralno-detergentowego (NDF) (tab. 2) odznaczała się próbka biomasy z obiektu nr 1 (56,1%). Minimalnie więcej (NDF) odnotowano w sianie z obiektu nr 2 (55,9%). Biomasa z obiektu nr 3 odznaczała się zawartością tego parametru na poziomie 55,2%. Biomasa ze wszystkich obiektów badawczych wykazała wyższą wartość NDF niż optymalne wartości tego składnika podawane przez Brzósę i Śliwińskiego [2011]. Podobnie, próby pozyskane ze wszystkich obiektów badawczych uzyskały nieco większą zawartość ADF (średnia 32,7%) w suchej masie niż wartość zalecana, która zawiera się w przedziale 19-21% suchej masy [Kozłowski i Swędrzyński 2001] (tab. 2). Największa procentowa zawartość wystąpiła w próbie z obiektu nr 1 (33,4%). Pozostałe dwie próby biomasy uzyskały minimalnie mniejsze (32,1 i 32,5%) wartości tego parametru. Oznacza to, że siano ze wszystkich trzech obiektów osiągnęło większą zawartość ADF niż zalecana.

Największa zawartość ADL (tab. 2) wystąpiła w paszy z obiektu nr 1 (5,12%), najmniejsza w biomacie z obiektu nr 2 (3,99%). Zawartość frakcji ADL w biomacie ze wszystkich obiektów mieściła się w optymalnym zakresie zawartości tej frakcji w paszy, podawanych przez Kozłowskiego i Swędrzyńskiego [2001]. Podobnie było w przypadku zawartości cukrów rozpuszczalnych. Ich największą zawartość zanotowano w paszy pochodzącej z obiektu nr 1 (10,4%), a najmniejszą w paszy z obiektu nr 3. Optymalna zawartość wynosi od 8 do 12% [Raffrenato i in. 2011], a więc siano ze wszystkich trzech obiektów mieści się w tym zakresie.

Tabela 2. Zawartość białka ogólnego, włókna surowego, popiołu, NDF, ADF, ADL oraz cukrów rozpuszczalnych w suchej masie paszy [%]

Obiekt	Białko ogólne	Włókno surowe	Popiół	NDF	ADF	ADL	Cukry rozpuszczalne
1	9,41	22,1	8,40	56,1	33,4	5,12	10,4
2	10,90	24,4	8,09	55,2	32,1	3,99	10,2
3	9,89	24,5	7,81	55,9	32,5	4,49	9,8
Średnia	10,1	23,7	8,1	55,7	32,7	4,5	10,1

Źródło: opracowanie własne

Podsumowanie

Większość badanych wskaźników zawartości i strawności suchej masy nie mieściła się w wartościach optymalnych albo osiągała wartości na granicy optymalności. Siano z badanych łąk posiadało wskaźniki zawartości i strawności suchej masy, niemieszczące się w wartościach optymalnych następujących komponentów: strawności suchej masy (oprócz obiektu nr 2), zawartości białka ogólnego, włókna surowego, NDF i ADF. Optymalne wartości siano z badanych łąk osiągało we wskaźnikach: strawności organicznej masy (oprócz obiektu nr 3), zawartości popiołu, ADL i cukrów rozpuszczalnych. Świadczy to o słabej jakości siana na badanych łąkach. Jest ono nieodpowiednie do karmienia nim zwierząt gospodarskich tj. bydła, ponieważ, jak twierdzi Mertens [1997], nieoptymalna strawność suchej masy może powodować spadek mleczności krów oraz pogorszenie się ich kondycji. Ponadto, zbyt mała zawartość białka ogólnego w paszy powoduje wolniejszy wzrost bydła [Brzóska, 2007; 2008]. Nieodpowiednie wartości zawartości pozostałych komponentów mogą prowadzić do małej wydajności paszy oraz pogorszenia zdrowotności zwierząt (np. powodować biegunkę) [Brzóska i Śliwiński 2011; Kozłowski i Swędrzyński 2001].

Bibliografia

- Brzóska F., Śliwiński B., *Jakość pasz objętościowych w żywieniu przeżuwaczy i metody jej wyceny. Cz. II. Metody analizy i oceny wartości pokarmowej pasz objętościowych*. „Wiadomości Zootechniczne” 2011, nr 49, s. 4.
- Brzóska F., *Jakość pasz objętościowych i ich wykorzystanie w żywieniu zwierząt*, [w:] *Produkcja pasz objętościowych dla przeżuwaczy*. Konf. Nauk. 8-9 maja 2007, Puławy IUNG, Puławy 2007, s. 63-70.
- Brzóska F., *Pasze objętościowe z użytków zielonych i ich wykorzystanie w żywieniu zwierząt*, „Wieś Jutra” 2008, nr 3(116), s. 28-33.
- Daniel J.B., Van Laar H., Dijkstra J., Sauvant D. *Evaluation of predicted ration nutritional values by NRC (2001) and INRA (2018) feed evaluation systems, and implications for the prediction of milk response*, “Journal of Dairy Science” 2020, nr 103(12), s. 11268-11284.
- Goliński P., Joks W., *Właściwości chemiczne i biologiczne traw a produkcja biogazu*, „Łąkarstwo w Polsce” 2007, nr 10, s. 37-47.
- Kozłowski S., Swędrzyński A., *Węglowodany strukturalne i ligniny a wartość użytkowa roślin łąkowych*, „Pam. Puł.” 2001, nr 125, s. 139-146.
- Kryszak A., Kryszak J., *Użytkowanie a walory przyrodnicze zbiorowisk łąkowych*, „Fragm. Agron” 2007, nr 3, s. 258-267.
- Mertens D.R., *Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cow*, “Journal of Dairy Science” 1997, nr 80(7), s. 1463-1481.
- Nazaruk M., Jankowska-Huflejt H., Wróbel B., *Ocena wartości pokarmowej pasz z trwałych użytków zielonych w badanych gospodarstwach ekologicznych*, „Woda-środowisko-obszary wiejskie” 2009, nr 9(25), s. 61-76.
- PN-R-04031:1997. Analiza chemiczno-rolnicza gleby. Pobieranie próbek.
- Raffrenato E., Van Amburgh M.E., *Improved methodology for analyses of acid detergent fiber and acid detergent lignin*, “Journal of Dairy Science” 2011, vol. 94(7), s. 3613-3617.

Julia Pieklik, Szymon Medwid, Marzena Mogielnicka-Brzozowska

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Wydział Bioinżynierii Zwierząt
Naukowe Koło Biochemii i Biotechnologii Zwierząt

WPŁYW BISFENOLI A I S NA RUCHLIWOŚĆ PLEMNIKÓW NAJĄDRZOWYCH PSA

Effect of bisphenols A and S on the dog epididymal sperm motility

Abstract: The aim of this study was to evaluate the effects of bisphenols A (BPA) and S (BPS) on the motility parameters of canine (*Canis lupus familiaris*) epididymal spermatozoa, with particular reference to the total motility (TMOT, %) and progressive motility (PMOT, %). Analyses were performed on the spermatozoa aspirated from the tail of the epididymides, from 5 cross-bred dogs. Control samples were incubated in DPBS (K1) or with TCF diluent (K2). Research samples were incubated with 0.05mg/mL bisphenol A (BPA) or bisphenol S (BPS). With increasing incubation time, a decrease in sperm motility parameters (TMOT% and PMOT%) was noted in samples with of BPA and BPS added.

Keywords: canine, sperm motility, epididymal spermatozoa, bisphenol

Wstęp

Bisfenole to syntetyczne związki chemiczne szeroko stosowane w produkcji tworzyw sztucznych, w tym opakowań żywności, takich jak plastikowe butelki i powłoki wewnętrzne puszek [Vilarrinho i in. 2019]. Wykazują one działanie endokrynnе, mogą naśladować lub blokować działanie hormonów, co prowadzi do zaburzeń funkcjonowania układu rozrodczego samców. Badania wskazują, że narażenie na bisfenole, zwłaszcza bisfenol A (BPA), może powodować spadek jakości nasienia, zmiany w poziomach hormonów płciowych oraz nieprawidłowości w rozwoju narządów rozrodczych [Shamhari i in. 2021]. Problemy w rozrodzie dotyczą również psów, których środowisko życia tak samo jak

ludzi pełne jest mikroplastiku. Celem pracy była ocena wpływu bisfenolu A (BPA) oraz bisfenolu S (BPS) na wybrane parametry ruchliwości plemników najądrzowych psa, ze szczególnym uwzględnieniem wartości ruchu całkowitego (TMOT, %) oraz postępowego (PMOT, %) tych komórek.

Metodyka badań

Materiał badawczy stanowiły plemniki pozyskane drogą aspiracji z ogona najądrzy 5 psów mieszane. Jądra z najądrzami pozyskano metodą kastracji. Plemniki rozrzedzano przy użyciu DPBS (Dulbecco's Phosphate-Buffered Saline, Gibco, Grand Island, NY, USA). Próby kontrolne stanowiły plemniki najądrzowe inkubowane w DPBS (K1) lub z dodatkiem rozrzedzalnika o składzie: Tris, kwas cytrynowy, fruktoza (TCF) (K2) [Rota i in. 1995]. Próby badawcze stanowiły plemniki inkubowane z dodatkiem BPA (Bisphenol A, Sigma-Aldrich Chemie GmbH, Schnellendorf, Germany) lub BPS (Bisphenol S, Sigma-Aldrich Chemie GmbH, Schnellendorf, Germany) w koncentracji 0,05 mg/mL. Próby inkubowano w 37°C w termobloku, a analizy przeprowadzano w czasie 5, 35 i 65 minut. Pomiar parametrów ruchliwości plemników wykonywano przy użyciu systemu komputerowego do analizy nasienia (ang. Computer Assisted Sperm Analysis, CASA, Hamilton-Thorne Sperm Analyzer IVOS version 12.3) wg metody Mogielnicka-Brzozowska i in. [2014]. Wyniki opracowano statystycznie przy użyciu programu STATISTICA 13.3. Przeprowadzono analizę wariancji (ANOVA), a istotność różnic pomiędzy grupami określono przy użyciu testu Duncana. Wartości przedstawiono jako średnie $\pm$ SD. Różne indeksy górne (a, b) w tym samym wierszu oznaczają istotne różnice przy $p \leq 0,05$.

Wyniki

1. Wpływ czasu inkubacji plemników najądrzowych psa z dodatkiem bisfenolu A (BPA) na parametry ruchliwości

Wydłużenie czasu inkubacji plemników z dodatkiem bisfenolu A (BPA) do 65 minut wpłynęło na obniżenie wartości większości ocenianych parametrów ruchliwości plemników, jednak wartości nie różniły się istotnie statystycznie (Tabela 1). Największe zmiany zaobserwowano w zakresie prędkości ruchu prostoliniowego (VSL, $\mu\text{m/s}$), po 5 minutach $82,6 \pm 21,0$, a po 65 minutach $45,4 \pm 26,1$. Parametr ten uległ obniżeniu istotnie statystycznie ($p = 0,045$).

Tabela 1. Wpływ czasu inkubacji plemników najądrzowych psa z dodatkiem bisfenolu A (BPA) na parametry ruchliwości

Parametr ruchliwości	Czas inkubacji			P-value
	5'	35'	65'	
Odsetek plemników ruchliwych (TMOT, %)	$58,4 \pm 23,1^a$	$48,4 \pm 28,9^a$	$39,4 \pm 27,7^a$	0,548
Odsetek plemników o ruchu postępowym (PMOT, %)	$17,2 \pm 11,3^a$	$10,2 \pm 8,3^a$	$6,6 \pm 6,5^a$	0,204
Średnia prędkość ruchu (VAP, $\mu\text{m/s}$)	$112,4 \pm 33,0^a$	$88,1 \pm 19,6^a$	$60,1 \pm 35,5^a$	0,540
Prędkość ruchu prostoliniowego (VSL, $\mu\text{m/s}$)	$82,6 \pm 21,0^a$	$65,2 \pm 12,4^{ab}$	$45,4 \pm 26,1^b$	0,045
Prędkość ruchu krzywoliniowego (VCL, $\mu\text{m/s}$)	$158,4 \pm 51,0^a$	$124,2 \pm 28,8^a$	$81,4 \pm 48,6^a$	0,051
Amplituda bocznych odchyień główki (ALH, μm)	$5,2 \pm 1,0^a$	$4,4 \pm 0,4^a$	$3,7 \pm 2,6^a$	0,389
Częstotliwość bocznych odchyień główki (BCF, Hz)	$6,5 \pm 0,1^a$	$6,4 \pm 1,5^a$	$5,8 \pm 3,4^a$	0,845
Prostoliniowość ruchu (STR, %)	$71,6 \pm 7,6^a$	$73,0 \pm 3,5^a$	$58,8 \pm 33,2^a$	0,478
Liniowość ruchu (LIN, %)	$53,8 \pm 9,5^a$	$53,8 \pm 3,3^a$	$45,2 \pm 25,5^a$	0,623

Wartości podano jako średnie $\pm$ SD. Różne indeksy górne (a, b) w tym samym wierszu oznaczają istotne różnice przy $p \leq 0,05$

Źródło: opracowanie własne

2. Wpływ czasu inkubacji plemników najądrzowych psa z dodatkiem bisfenolu S (BPS) na parametry ruchliwości

Wraz z wydłużeniem czasu inkubacji plemników z dodatkiem bisfenolu S (BPS) z 5 do 65 minut zaobserwowano istotny statystycznie spadek odsetka plemników wykazujących ruch postępowy (PMOT, %), którego wartość zmniejszyła się z $24,8 \pm 10,4$ do $5,6 \pm 6,3$ ($p = 0,012$) (Tabela 2). Znaczące obniżenie wartości odnotowano również dla średniej prędkości ruchu (VAP, $\mu\text{m/s}$), z $125,4 \pm 23,3$ do $70,0 \pm 19,1$ ($p = 0,003$), prędkości ruchu prostoliniowego (VSL, $\mu\text{m/s}$), z $95,1 \pm 21,5$ do $50,5 \pm 10,5$ ($p = 0,003$) oraz prędkości ruchu krzywoliniowego (VCL, $\mu\text{m/s}$), z $213,2 \pm 26,4$ do $106,5 \pm 31,8$ ($p = 0,001$). W przypadku pozostałych parametrów, mimo obserwowanej zmienności, różnice pomiędzy czasami inkubacji nie były statystycznie istotne ($p > 0,05$).

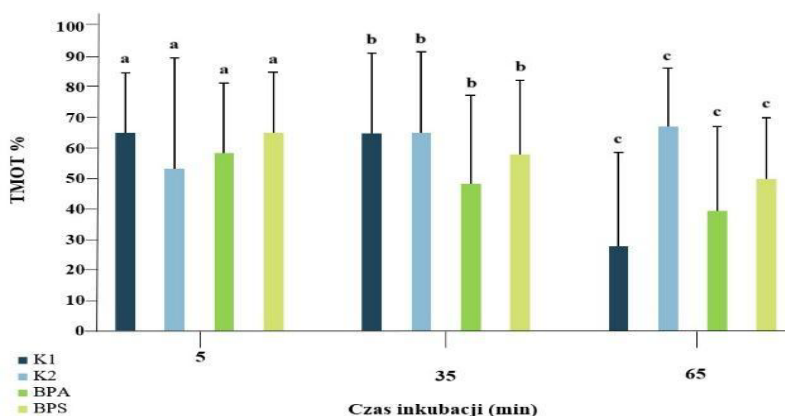
Tabela 2. Wpływ czasu inkubacji plemników najądrzowych psa z dodatkiem bisfenolu S (BPS) na parametry ruchliwości

Parametr ruchliwości	Czas inkubacji			P-value
	5'	35'	65'	
Odsetek plemników ruchliwych (TMOT, %)	$65,2 \pm 19,7^a$	$58,0 \pm 24,4^a$	$49,8 \pm 20,1^a$	0,544
Odsetek plemników o ruchu postępowym (PMOT, %)	$24,8 \pm 10,4^a$	$12,2 \pm 8,4^b$	$5,6 \pm 6,3^b$	0,012
Średnia prędkość ruchu (VAP, $\mu\text{m/s}$)	$125,4 \pm 23,3^a$	$92,7 \pm 16,9^b$	$70,0 \pm 19,1^b$	0,003
Prędkość ruchu prostoliniowego (VSL, $\mu\text{m/s}$)	$95,1 \pm 21,5^a$	$67,5 \pm 13,8^b$	$50,5 \pm 10,5^b$	0,003
Prędkość ruchu krzywoliniowego (VCL, $\mu\text{m/s}$)	$213,2 \pm 26,4^a$	$148,9 \pm 17,8^b$	$106,5 \pm 31,8^c$	0,000
Amplituda bocznych odchyień główki (ALH, μm)	$9,3 \pm 1,9^a$	$5,6 \pm 0,9^b$	$5,6 \pm 3,0^b$	0,024
Częstotliwość bocznych odchyień główki (BCF, Hz)	$10,9 \pm 8,0^a$	$11,0 \pm 3,4^a$	$10,8 \pm 1,9^a$	0,998
Prostoliniowość ruchu (STR, %)	$74,6 \pm 5,1^a$	$71,8 \pm 4,3^a$	$72,4 \pm 5,0^a$	0,638
Liniiowość ruchu (LIN, %)	$46,2 \pm 10,0^a$	$46,6 \pm 6,7^a$	$50,8 \pm 4,8^a$	0,574

Wartości podano jako średnie $\pm$ SD. Różne indeksy górne (a, b) w tym samym wierszu oznaczają istotne różnice przy $p \leq 0,05$

Źródło: opracowanie własne

3. Wpływ czasu inkubacji plemników najądrzowych psa z dodatkiem bisfenolu A (BPA) i bisfenolu S (BPS) na całkowity odsetek plemników ruchliwych (TMOT%).



Wykres 1. Wpływ czasu inkubacji plemników najądrzowych psa z dodatkiem bisfenolu A (BPA) i bisfenolu S (BPS) na całkowity odsetek plemników ruchliwych TMOT (%)

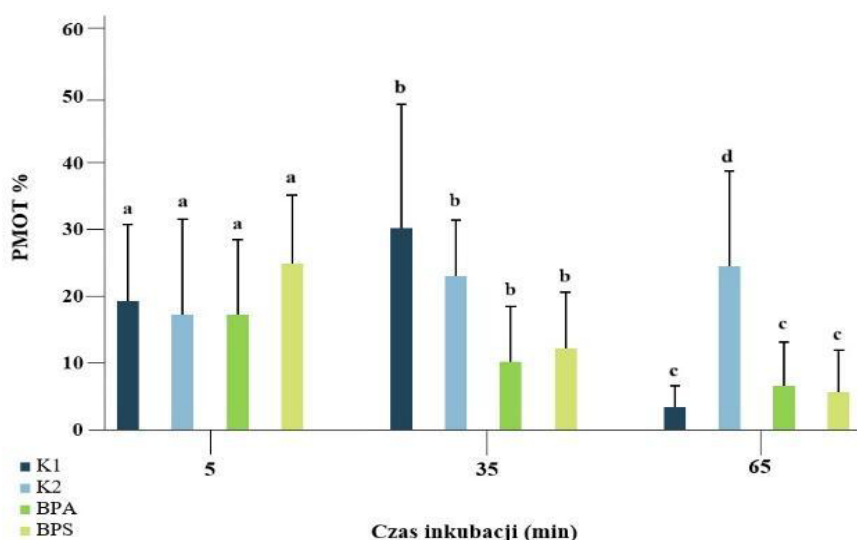
K1 – próba kontrolna z DPBS, K2 próba kontrolna z TCF. Wartości podano jako średnie $\pm$ SD. Litery nad słupkami (a, b, c) oznaczają różnice między średnimi wartościami w ramach tego samego czasu inkubacji – różne litery wskazują na istotne różnice ($p \leq 0,05$), natomiast te same litery oznaczają brak istotnych różnic ($p > 0,05$)

Źródło: opracowanie własne

Najwyższe wartości TMOT% plemników najądrzowych psa po 5 minutach inkubacji wykazywały próby K1 ($65,2 \pm 19,6$) i BPS ($65,2\% \pm 19,7$), a najniższą K2 ($53,2 \pm 36,5$). Wraz z wydłużeniem czasu inkubacji do 35 minut w próbach K1 i K2 TMOT% utrzymywał się na podobnym wyjściowym poziomie, natomiast w próbie z BPA nastąpił spadek do $48,4 \pm 28,9$. Po 65 minutach TMOT% w K1 uległ obniżeniu do $27,8 \pm 30,7$, a w BPA do $39,4 \pm 27,7$, podczas gdy w K2 pozostał na poziomie $67,2 \pm 19,2$ (Wykres 1).

4. Wpływ czasu inkubacji plemników najądrzowych psa z dodatkiem bisfenolu A (BPA) i bisfenolu S (BPS) na odsetek plemników o ruchu postępowym (PMOT%)

Najwyższe wartości PMOT% plemników najądrzowych psa w czasie 5 minut odnotowano w próbach z BPS ($24,8 \pm 10,4$), podobne wartości wykazywały próby K2 ($17,2 \pm 14,4$) i BPA ($17,2 \pm 11,3$). Po 35 minutach najwyższą wartość PMOT% odnotowano dla K1 ($30,2 \pm 18,6$), natomiast w próbach BPA obserwowano spadek do $10,2 \pm 8,3$, z kolei w próbach BPS do $12,2 \pm 8,4$. Po 65 minutach inkubacji najwyższa wartość PMOT% utrzymywała się w K2 ($24,4 \pm 14,4$), natomiast w K1 nastąpił spadek do $3,4 \pm 3,2$. W BPA wartość ta wynosiła $6,6 \pm 6,5\%$, a w BPS $5,6 \pm 6,3\%$ (Wykres 2.).



Wykres 2. Wpływ czasu inkubacji plemników najądrzowych psa z dodatkiem bisfenolu A (BPA) i bisfenolu S (BPS) na odsetek plemników wykazujących ruch postępowy PMOT (%) Opis jak na wykresie 1.

Źródło: opracowanie własne

Wraz z wydłużeniem czasu inkubacji następuje spadek parametrów ruchliwości plemników (TMOT% i PMOT%) w próbach z dodatkiem $0,05\text{mg/mL}$ BPA i BPS. Próba z zastosowaniem rozrzedzalnika (K2) charakteryzuje się najwyższą całkowitą ruchliwością po 65 minutach dzięki zawartości substancji chroniących metabolizm plemników. Natomiast w próbie bez substancji osłonowych (K1) odnotowano największy spadek ruchu postępowego. Wydłużenie czasu inkubacji plemników najądrzowych psa w obecności zarówno BPA, jak i BPS prowadziło do obniżenia wybranych parametrów ich ruchliwości, przy czym w przypadku BPA największe zmiany dotyczyły prędkości prostoliniowej (VSL, $\mu\text{m/s}$), natomiast przy BPS zaobserwowano istotny spadek również w zakresie PMOT (%), VAP ($\mu\text{m/s}$) oraz VCL ($\mu\text{m/s}$).

Wnioski

Wyniki pracy wskazują, że inkubacja plemników najądrzowych psa z BPS wiąże się z istotnie statystycznie szerszym zakresem negatywnych zmian parametrów ruchliwości plemników w porównaniu z BPA. W przeprowadzonych badaniach wykazano potencjalny szkodliwy wpływ bisfenoli (A i S)

stosowanych in vitro na parametry ruchliwości plemników najądrzowych psa. Dalsze badania pozwolą pogłębić wiedzę w tym obszarze i lepiej wyjaśnić obserwowane zależności.

Bibliografia

- Mogielnicka-Brzozowska M., Dziekońska A., Strzeżek R., Załęcki M., Majewska A., Tołścik K., Kordan W., *Effect of seminal plasma zinc-binding proteins on motility and membrane integrity of canine spermatozoa stored at 5°C*, "Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy" 2014, 58, s. 163-168.
- Rota A., Ström B., Linde-Forsberg C., *Effects of seminal plasma and three different extenders on canine semen stored at 4°C*, "Theriogenology" 1995, 44, s. 885-900.
- Shamhari A', Abd Hamid Z., Budin S.B., Shamsudin N.J., Taib I.S., *Bisphenol A and Its Analogues Deteriorate the Hormones Physiological Function of the Male Reproductive System: A Mini-Review*, "Biomedicines" 2021, 9 (11), s. 1744.
- Vilarinho F., Sendón R., van der Kellen A., Vaz M.F., Silva A.S., *Bisphenol A in food as a result of its migration from food packaging*, "Trends in Food Science & Technology" 2019, 91, s. 33-65.

Paweł Krasnodębski, Piotr Krasnodębski

Uniwersytet w Siedlcach, Wydział Nauk Rolniczych
Studenckie Koło Naukowe Agrobioinżynierii

INFORMACJA RYNKOWA W OPINII MŁODYCH ROLNIKÓW

Market information in the opinion of young farmers

Abstract: In the conditions of a market economy, farmers need new areas of knowledge and professional skills. In addition to the needs for general agricultural and economic-organizational consulting, there is a need for consulting in the field of management and sale of agricultural products. An analysis of the current and forecasted market situation is also expected. Information on the possibilities of obtaining additional, non-agricultural sources of income related to the multifunctional development of rural areas is also very popular. Farmers who have been running their farms for a short time and have little experience often struggle with many difficulties. They attach great importance to obtaining information and solving their problems through direct contact with an advisor, both from private companies and from agricultural advisory centers.

Keywords: market information, farmer, consulting

Wstęp

Przedmiot zainteresowania systemu informacji rynkowej jest dość szeroki i uwzględnia dane o kształtowaniu się popytu, podaży oraz cen w różnych ogniwach łańcucha marketingowego. Informacja rynkowa zapewnia rynkowi przejrzystość, jeden z podstawowych warunków jego prawidłowego funkcjonowania. Dostęp do aktualnej informacji i umiejętność jej interpretowania decyduje często o powodzeniu ekonomicznym jednostek funkcjonujących na rynku [Sobczyk 2016]. Jednocześnie wzrasta odpowiedzialność instytucji usługowych za poziom i jakość udzielonej pomocy. Wśród nich szczególna rola przypada doradztwu rolniczemu, które odpowiedzialne jest za ważny segment poczynań związanych z wdrażaniem postępu rolniczego [Sikorska-Wolak i in. 2014].

Proces powstawania potrzeb jest głównie reakcją na zmiany w gospodarce, ekonomice, technice i technologii rolniczej oraz w sferze nauk rolniczych wytwarzających coraz to nowe innowacyjne rozwiązania. Dążenie do zastosowania nowoczesnych metod gospodarowania musi powodować powstawanie potrzeby zdobycia informacji o możliwości i zakresie niezbędnych zmian. Potrzeby te mogą być

zaspokojone dzięki kontaktom poprzez relacje sąsiedzkie i wymianę własnych doświadczeń. Ewentualnie poprzez poszukiwanie informacji ze źródeł poza lokalnych np. w Internecie, specjalistycznej prasie, w radiu, telewizji czy też przez kontakt z doradcą [Adamczyk 2015; Wawrzyniak i Zawisza 1997].

Najważniejsze uwarunkowania rozwoju gospodarstw młodych rolników, szczególnie w regionach rozdrobnionego rolnictwa to niskie dochody uzyskiwane w rolnictwie, słabe otoczenie gospodarstwa w zakresie zaopatrzenia w środki produkcji i sektorze przetwórczo-dystrybucyjnym, trudny dostęp do edukacji, instytucji doradczych i finansowych oraz do Internetu, ograniczenia finansowe i konieczność odtworzenia potencjału produkcyjnego przejmowanych gospodarstw. Do tego dochodzą jeszcze kłopoty ze zbytem produktów i usług, stopień przygotowania do wyzwań związanych z procesem dostosowania gospodarstw do standardów UE oraz posiadanie kwalifikacji rolniczych przez młodych właścicieli gospodarstw ubiegających się o wsparcie unijne [Czudec i in. 2008].

Wiek odgrywa dużą rolę w pozytywnym postrzeganiu zmian. Młodzi rolnicy chcą inwestować w rozwój swoich gospodarstw, korzystać z funduszy UE oraz podnosić swoje kwalifikacje. W swojej działalności napotykają jednak wiele ograniczeń, na które często nie mają żadnego wpływu. Wśród najważniejszych ograniczeń niezależnych od rolnika dominują: zbyt wysokie ceny środków do produkcji rolnej, duża konkurencja, w tym napływ żywności z zagranicy, kłopoty ze zbytem produktów i usług, a także dużo biurokracji przy ubieganiu się o fundusze unijne. Racjonalność zachowania się rolników na rynku w głównej mierze zależy od rozwoju instytucji otoczenia agrobiznesu i budowy sprawnego systemu informacji rynkowej. By skutecznie rozwijać produkcję, młodzi rolnicy potrzebują wsparcia ze strony instytucji doradczych, finansowych, naukowych, agend władzy centralnej i lokalnej, organizacji samorządowych itp. Wszystkie te elementy tworzą specyficzną infrastrukturę w rolnictwie, której nadrzędnym celem funkcjonowania jest znoszenie i łagodzenie wszelkich barier, tworzenie systemu zachęt do rozwoju konkurencyjnego rolnictwa, przez wzrost jego innowacyjności [Miś 2009].

W warunkach gospodarki rynkowej występują u rolników potrzeby w zakresie nowych dziedzin wiedzy i umiejętności zawodowych. Oprócz potrzeb w zakresie doradztwa ogólnorolniczego i ekonomiczno-organizacyjnego pojawia się zapotrzebowanie na doradztwo w zakresie zagospodarowania i zbytu produktów rolniczych oraz prawno-administracyjne. Nie bez znaczenia dla młodych rolników są też informacje dotyczące cen, relacji pomiędzy popytem a podażą, wielkości nakładów. Oczekiwana jest także analiza bieżącej, jak i prognozowanej koniunktury rynkowej. Dużym zainteresowaniem cieszą się także informacje dotyczące możliwości zdobycia dodatkowych, pozarolniczych źródeł dochodu związanych z wielofunkcyjnym rozwojem obszarów wiejskich [Mickiewicz i Wawrzyniak 2013].

Celem opracowania była próba przedstawienia potrzeb i oczekiwań najczęściej wyrażanych przez młodych rolników w odniesieniu do informacji rynkowej. W pracy wykorzystano publikacje z zakresu problematyki przedmiotu oraz dane pochodzące z badań własnych. Posłużono się metodą tabelaryczno-opisową.

Źródła informacji rynkowej

W celu realizacji tematu przeprowadzono na przełomie 2023 i 2024 roku badania ankietowe, którymi objęto studentów Wydziału Nauk Rolniczych Uniwersytetu w Siedlcach. Ankietę wypełniło 45 studentów, którzy sami posiadają gospodarstwa rolne lub których rodzice są właścicielami takich gospodarstw. Gospodarstwa położone były na terenie regionu siedleckiego, obejmującego powiat siedlecki oraz sąsiadujące powiaty. Przy opracowywaniu wyników zastosowano metodę tabelaryczno-opisową.

W badanej grupie studentów dominowali mężczyźni (68,9%) z gospodarstw o powierzchni od 11-20 ha (57,8%). W większości były to osoby z wykształceniem średnim rolniczym (97,8%). Stan dzisiejszej wiedzy potrzebnej do racjonalnego gospodarowania nie pozwala na odnoszenie sukcesów

gospodarczych bez ciągłego uzupełniania i podnoszenia kwalifikacji zawodowych. Ponadto prowadzenie gospodarstwa zawsze wiąże się z ryzykiem. Aby je ograniczyć, potrzebne są informacje o partnerach gospodarczych, sytuacji na rynku zaopatrzenia i zbytu, koniunkturze w kraju i na świecie.

Przeprowadzone badania wykazały, że głównym źródłem informacji rynkowej (tab. 1.), obok internetu (77,8%), było radio i telewizja (8,9%). Na kolejnych miejscach znaleźli się doradcy (6,7%), prasa fachowa (4,4%) i sąsiedzi (2,2%). Przewaga internetu wynikała w dużej mierze z jego ogólnej dostępności oraz możliwości szybkiego uzyskania potrzebnych informacji.

Tabela 1. Główne źródła informacji rynkowej

Wyszczególnienie	Liczba rolników	%
Internet	35	77,8
Telewizja i radio	4	8,9
Doradcy	3	6,7
Prasa fachowa	2	4,4
Sąsiedzi	1	2,2
Razem	45	100,0

Źródło: badania własne

Mimo że tylko dla 6,7% ankietowanych głównym źródłem informacji rynkowej byli doradcy, na pytanie o korzystanie z porad doradców niemal wszyscy ankietowani odpowiedzieli twierdząco - 96,0%. Zdecydowana większość z nich (82%) korzysta z doradztwa specjalistycznego. To porady, przede wszystkim handlowców z firm maszynowych, paszowych, nawozowych czy środków ochrony roślin. Tylko dla 18% ankietowanych pracownicy ośrodków doradztwa rolniczego (ODR) byli ważniejszym źródłem informacji. Młodzi rolnicy, prowadzący swoje gospodarstwa od niedawna, posiadający małe doświadczenie, borykają się niejednokrotnie z wieloma trudnościami. Przywiązują oni dużą rolę w pozyskaniu informacji i rozwiązywaniu swoich problemów przez bezpośredni kontakt z doradcą, zarówno z firm prywatnych, jak również z ośrodków doradztwa rolniczego.

Potrzeby rolników wobec doradztwa rolniczego

Przedstawione potrzeby respondentów wobec doradztwa rolniczego (tab. 2.) zawierają się w jego definicji. Doradztwo rolnicze określane jest jako forma pomocy rolnikom w rozwiązywaniu ich problemów społecznych i ekonomicznych poprzez dostarczenie informacji ułatwiających podejmowanie decyzji i umożliwienie im podnoszenia kwalifikacji zawodowych oraz poziomu życia [Kujawiński 2009; Jeżyńska 2016].

Tabela 2. Potrzeby rolników wobec doradztwa rolniczego

Wyszczególnienie	Liczba rolników	%
Poszukiwanie dodatkowych źródeł dochodu	16	35,6
Ekonomiczno-organizacyjne	9	20,0
Produkcyjno-techniczne	7	15,5
Dotyczące rynku i działań marketingowych	6	13,3
Dotyczące wiejskiego gospodarstwa domowego	4	8,9
Dotyczące ochrony środowiska naturalnego	3	6,7
Razem	45	100,0

Źródło: badania własne

Opinie respondentów co do potrzeb stawianych wobec doradztwa rolniczego skupiają się wokół poszukiwania dodatkowych źródeł dochodu (35,6%). Dużym zainteresowaniem cieszą się też porady ekonomiczno-organizacyjne (20,0%). Najmniejsze zainteresowanie dotyczyło ochrony środowiska (6,7%) oraz wiejskiego gospodarstwa domowego (8,9%). Takie odpowiedzi wskazują na biznesowe podejście rolników do funkcjonowania ich gospodarstw. Doradztwo pro środowiskowe czy dotyczące prowadzenia domu nie cieszy się dużym zainteresowaniem respondentów.

Oczekiwania rolników wobec informacji rynkowej

W kwestii treści i zakresu oczekiwanych przez rolników informacji rynkowych widoczne są także pewne tendencje (tab. 3.). W obecnej sytuacji, zamiast pomocy w zdobywaniu środków czy też urządzeń rolniczych niezbędnych do prowadzenia produkcji w gospodarstwie, rolnicy oczekują przede wszystkim pomocy w sprzedaży produktów rolnych (44,5%) oraz uzyskania informacji o ich cenach (28,9%). Na kolejnych miejscach znalazły się możliwość zakupu maszyn i urządzeń rolniczych (13,3%), ceny obrotowych środków produkcji (11,1%) oraz informację o instytucjach obsługujących działalność rolniczą (2,2%). Analizując odpowiedzi rolników w zakresie oczekiwań wobec informacji rynkowej, należy mieć na uwadze aktualnie panującą sytuację na rynku, związaną z wojną na Ukrainie [Sadowski 2022].

Tabela 3. Zakres oczekiwań rolników wobec informacji rynkowej

Wyszczególnienie	Liczba rolników	%
Możliwości zbytu produktów rolnych	20	44,5
Ceny produktów rolnych	13	28,9
Możliwości zakupu maszyn i urządzeń rolniczych	6	13,3
Ceny obrotowych środków produkcji	5	11,1
Informacje o instytucjach obsługujących działalność rolniczą	1	2,2
Razem	45	100,0

Źródło: badania własne

Pracownicy służb doradczych posługują się różnymi formami przekazywania informacji rolnikom (tab. 4.). Największym zainteresowaniem wśród ankietowanych cieszy się doradztwo indywidualne (60,0%). Ponad 22% ankietowanych wybrało mieszane formy doradztwa (22,2%), a 17,8% doradztwo grupowe.

Tabela 4. Oczekiwane formy pracy służb doradczych

Wyszczególnienie	Liczba rolników	%
Doradztwo indywidualne	27	60,0
Mieszane formy doradztwa	10	22,2
Doradztwo grupowe	8	17,8
Razem	45	100,0

Źródło: badania własne

Porównując oczekiwania i potrzeby rolników z ofertą ośrodków doradztwa rolniczego, można dostrzec istniejące na wielu płaszczyznach zbieżności. Dotyczy to głównie standardowego zakresu usług, w skład których wchodziły obok szkoleń, pokazy, demonstracje, wyjazdy szkoleniowe i konkursy. Rolnicy oczekują jednak od doradców więcej konkretnych, specjalistycznych informacji

przekazywanych im podczas indywidualnych spotkań. Pracownicy ośrodków doradztwa rolniczego powinni ponadto w większym stopniu pomagać rolnikom wahającym się co do wyboru kierunku produkcji z podjęciem trafnej decyzji. W tej kwestii wiedza doradców dotycząca trendów i perspektyw w rozwoju rolnictwa jest nieodzowna. Mimo pewnych rozbieżności pomiędzy oczekiwaniami rolników a działalnością ODR-ów, większość ankietowanych skutecznie zaspokaja swoje potrzeby w zakresie informacji rynkowej u doradców.

Podsumowanie

Reasumując można stwierdzić, że w warunkach gospodarki rynkowej pojawiają się u rolników potrzeby w zakresie nowych dziedzin wiedzy i umiejętności zawodowych. Oprócz zapotrzebowania w zakresie doradztwa ogólnorolniczego i ekonomiczno-organizacyjnego pojawia się popyt na doradztwo w zakresie zagospodarowania i zbytu produktów rolniczych. Dużym zainteresowaniem cieszą się także informacje dotyczące możliwości zdobycia dodatkowych, pozarolniczych źródeł dochodu związanych z wielofunkcyjnym rozwojem obszarów wiejskich.

Oferta ośrodków doradztwa rolniczego, dotycząca głównie szablonowego zakresu usług, jest zbieżna z potrzebami rolników. Stawiają oni jednak na konkretne, specjalistyczne informacje przekazywane indywidualnie. Poza tym, doradcy powinni mieć odpowiednią wiedzę odnoszącą się do trendów i perspektyw rozwoju rolnictwa, by umieć wskazać rolnikom odpowiednie kierunki produkcji. Występujące rozbieżności nie zniechęcają ankietowanych do poszukiwania odpowiedzi u doradców na rodzące się pytania w zakresie informacji rynkowej.

Bibliografia

- Adamczyk G., *Wybrane aspekty zachowań młodych konsumentów w nowych realiach rynkowych*, „Handel wewnętrzny” 2025, 354(1), s. 5-16.
- Czudec A., Kata R., Miś T., Zając D., *Rola lokalnych instytucji w przekształcaniach rolnictwa o rozdrobnionej strukturze gospodarstw*, Rzeszów 2008, 15-17.
- Jeżyńska B., *Funkcje doradztwa rolniczego w europejskim partnerstwie innowacyjnym na rzecz wydajnego i zrównoważonego rolnictwa EPI-AGRI*, „Opinie i Ekspertyzy OE-246” 2016.
- Kujawiński W., *Metodyka doradztwa rolniczego*, Poznań 2009.
- Mickiewicz A., Wawrzyniak B. M., *Przebieg kształcenia i doskonalenia zawodowego kadry doradczej w okresie przedakcesyjnym i po wstąpieniu Polski do Unii Europejskiej*, „Zagadnienia Doradztwa Rolniczego” 2013, 72(2), s. 10-22.
- Miś T., *Specyficzne uwarunkowania prowadzenia gospodarstw przez młodych rolników*, „Zeszyty Naukowe SGGW w Warszawie” 2009, 75, s. 149-160.
- Sadowski A., *Ceny i relacje cenowe w rolnictwie w warunkach niepewności rynkowej na przykładzie Polski*, „Zagadnienia Doradztwa Rolniczego” 2022, 111(1), s. 19-30.
- Sikorska-Wolak I., Krzyżanowska K., Parzonko A. J., *Doradztwo w zmieniającej się sytuacji społeczno-ekonomicznej obszarów wiejskich*, Warszawa 2014.
- Sobczyk G., *Rola i źródła informacji rynkowych w działalności przedsiębiorstw–wyniki badania*, „Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Sectio H Oeconomia” 2016, 50(3), s. 173-183.
- Wawrzyniak B.M., Zawisza S., *Potrzeby doradcze producentów rolnych w warunkach reformy gospodarczej*, Włocławek 1997.

Aleksandra Dębecka

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Wydział Bioinżynierii Zwierząt
Naukowe Koło Hodowców Koni i Jeździectwa „Togo”

OPINIA SPOŁECZNA NA TEMAT HOBBY HORSINGU

Public opinion on hobby horsing

Abstract: Contemporary society is characterized by a wide variety of ways to spend free time. One such form is hobby horsing. The aim of this study is to examine how society perceives hobby horsing. The research was conducted using a survey consisting of seven closed-ended questions. A total of 100 properly completed questionnaires were collected. Statistical analysis was carried out using cross-tabulation tables. Based on the results obtained, it can be stated that hobby horsing is a well-known form of activity among the respondents (83%). According to 66% of respondents, hobby horsing influences the perception of traditional equestrianism, with 38% of them viewing this influence as negative.

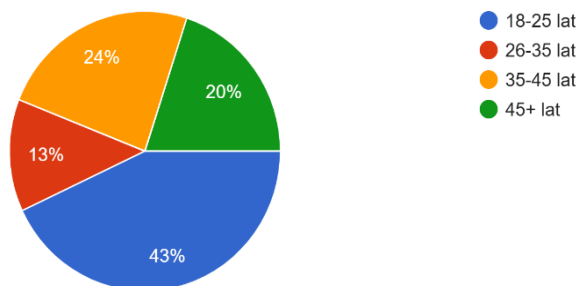
Keywords: hobby horsing, horse riding

Współczesne społeczeństwo cechuje się dużą różnorodnością form spędzania wolnego czasu, a rozwój mediów społecznościowych sprzyja popularyzacji nowych, nietypowych hobby. Jednym z nich jest hobby horsing, który jest aktywnością polegającą na jeździe „konnej” z wykorzystaniem zabawkowego konika na kiju. Jego popularność ciągle rośnie. Aktywność ta została podzielona na dyscypliny, podobnie jak w jeździectwie klasycznym. Regularnie organizowane są konkursy, które przypominają zawody jeździeckie. Aktywność ta stała się popularna wśród dzieci i młodzieży. Mimo że dla wielu uczestników hobby horsingu jest on dyscypliną sportową, spotyka się z niezrozumieniem, a czasem kpiną ze strony opinii publicznej.

Celem niniejszej pracy było zbadanie, jak społeczeństwo postrzega hobby horsing, jaki jest poziom znajomości hobby horsingu wśród respondentów oraz czy jest uważana za pełnoprawną dyscyplinę sportową. Badanie zostało przeprowadzone za pomocą ankiety składającej się z 7 pytań zamkniętych. Respondentami były osoby w wieku powyżej 18. roku życia, które nie były uczestnikami hobby horsingu. Łącznie uzyskano 100 poprawie uzupełnionych ankiet. Analizę statystyczną wykonano w programie Statistica przy pomocy tabel wielozmiennych.

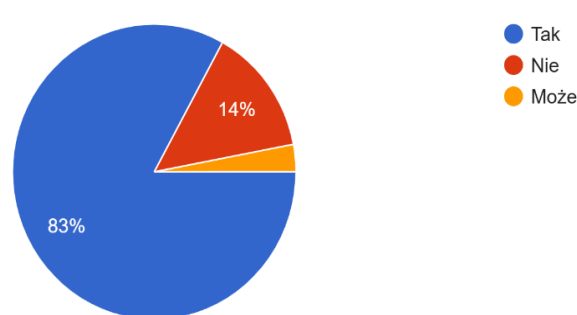
Jak wynika z danych przedstawionych na rys. 1, największy odsetek respondentów stanowili uczestnicy w wieku 18-25 lat (43%). Kolejne grupy wiekowe to osoby w przedziale 35-45 lat (24%) oraz powyżej 45. roku życia (20%). Najmniej liczącą grupę stanowili respondenci w wieku 26-35 lat (13%).

Na podstawie wyników badań można stwierdzić, że hobby horsing jest znany przez większość respondentów (83%). Tylko 14% nie znało tej formy aktywności sportowej, a 3% nie było w tej kwestii zdecydowane (rys. 2). Szczegółowa analiza statystyczna wykazała, że czym młodsze były osoby biorące udział w ankiecie, tym większa była ich świadomość co do istnienia tego rodzaju sportu ($p=0,00387$, przy $p<0,05$).



Rysunek 1. Przedziały wiekowe grupy respondentów

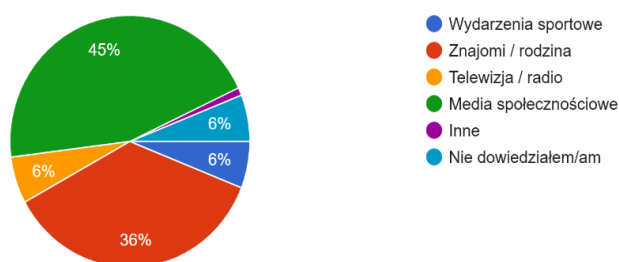
Źródło: opracowanie własne



Rysunek 2. Odsetek respondentów, którzy słyszeli o hobby horsingu

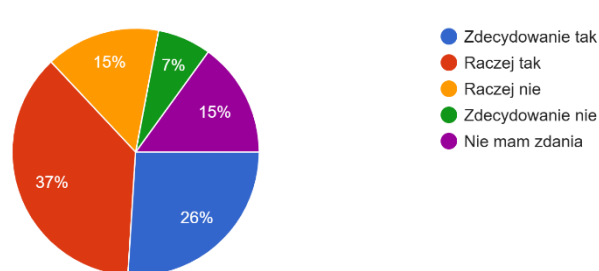
Źródło: opracowanie własne

Najwięcej respondentów (45%) zadeklarowało, że ich pierwsza styczność z hobby horsingiem miała miejsce za pośrednictwem mediów społecznościowych. Kolejne 36% wskazało, że dowiedziało się o tej aktywności od rodziny lub znajomych. Inne formy przekazu odegrały znacznie mniejszą rolę (rys. 3). Zgodnie z wynikami badania większość respondentów uważała, że hobby horsing powinien być wspierany jako forma aktywności fizycznej dzieci i młodzieży. Jednak zwraca uwagę fakt, iż 15% ankietowanych zadeklarowało brak jednoznacznej opinii na ten temat (rys 4). Pamiętać jednak trzeba, że, jak podkreśla Gieroda [2019], każda aktywność fizyczna wpływa pozytywnie na psychikę człowieka. Chociaż, jak zauważają Chmiel oraz Derewiecki [2016], kontakt z żywym koniem przynosi dużo większe korzyści.



Rysunek 3. Źródła pierwszego kontaktu z hobby horsingiem

Źródło: opracowanie własne

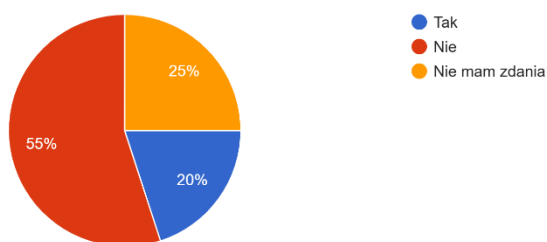


Rysunek 4. Postawy respondentów wobec wspierania hobby horsingu jako aktywności ruchowej wśród dzieci i młodzieży

Źródło: opracowanie własne

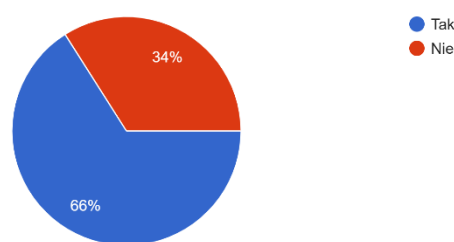
Wyniki badania wskazują, że 55% respondentów nie popiera uznania hobby horsingu za pełnoprawną dyscyplinę sportową. Pogląd przeciwny wyraziło 20% badanych, a 25% nie zajęło jednoznacznego stanowiska w tej sprawie (rys 5). Analiza statystyczna wykazała, że większość osób, które nie uznają tego jako dyscyplinę jeździecką mieści się w przedziale 18-25 lat ($p=0,04078$). Również badania Heljakka [2023] wykazały, że hobby horsing często postrzegany jest jedynie jako zabawa. Närvänen [2024] wskazuje jednak, że w niektórych krajach stało się to równoprawnym sportem rozgrywanym w różnych konkurencjach. Silverstein [2024] opisuje hobby horsing jako prawdziwy sport, który upodabnia się do jeździectwa.

Z przeprowadzonych badań wynika, że dla 66% respondentów hobby horsing wpływa na sposób postrzegania tradycyjnego jeździectwa, natomiast dla 34% nie ma on takiego wpływu (rys. 6).



Rysunek 5. Stanowiska uczestników badania wobec klasyfikowania hobby horsingu jako pełnoprawnej dyscypliny sportowej

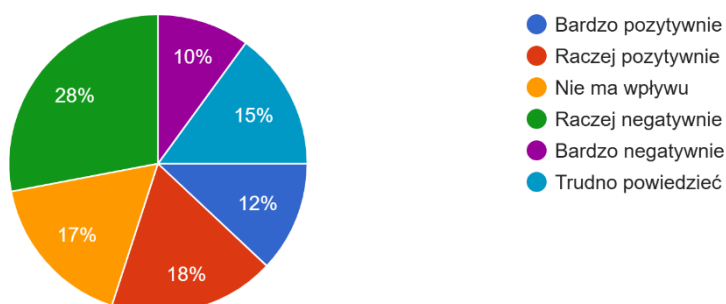
Źródło: opracowanie własne



Rysunek 6. Rozkład odpowiedzi dotyczących wpływu hobby horsingu na odbiór tradycyjnego jeździectwa w opinii respondentów

Źródło: opracowanie własne

Na podstawie wyników badań można stwierdzić, że hobby horsing wywiera negatywny wpływ na społeczną opinię o tradycyjnym jeździectwie. Uważało tak łącznie prawie 40% respondentów. Tylko 30% uznało, że wpływ ten jest pozytywny. Dla 17% badanych hobby horsing nie ma żadnego wpływu na sposób postrzegania tradycyjnego jeździectwa, 15% nie ma zdania w tej kwestii (rys. 7). Przy czym analiza statystyczna wykazała, że najwięcej negatywnych opinii wyrażały osoby najmłodsze ($p=0,00005$).



Rysunek 7. Wpływ hobby horsingu oczami respondentów na tradycyjne jeździectwo

Źródło: opracowanie własne

Analiza wykazała silną korelację między wiekiem respondentów a wspieraniem hobby horsingu jako formy aktywności fizycznej. Również sposób, w jaki respondenci mieli pierwszy kontakt z tym zjawiskiem zależał od ich wieku. Sposób, w jaki ankietowani dowiedzieli się o hobby horsingu wpłynął na ich odczucia co do opinii społecznej na ten temat. W przypadku pozostałych badanych aspektów nie stwierdzono istotnych zależności. Na podstawie uzyskanych wyników badań można stwierdzić, że hobby horsing wzbudza wiele kontrowersji. Większość respondentów uważa hobby horsing za aktywność fizyczną, a nie sport. Ponad 50% osób biorących udział w badaniu jest za wspieraniem hobby horsingu jako formy aktywności fizycznej. Mimo to większość respondentów uważa, że hobby horsing ma negatywny wpływ na postrzeganie tradycyjnego jeździectwa. Szczególnie restrykcyjne podejście w aspekcie postrzegania hobby horsingu ma najmłodsza grupa respondentów.

Tabela 1. Wyniki korelacji rang Spearmana

	1	2	3	4	5	6	7
1	1,00	0,02549	0,39041	0,67858	0,00115	0,16657	0,00581
2	0,02549	1,00	0,27449	0,84955	0,00760	0,45426	0,05237
3	0,39041	0,27449	1,00	0,10771	0,48106	0,80941	0,07094
4	0,67858	0,84955	0,10771	1,00	0,26060	0,28318	0,00039
5	0,00115	0,00760	0,48106	0,26060	1,00	0,30503	0,00065
6	0,16657	0,45426	0,80941	0,28318	0,30503	1,00	0,69617
7	0,00581	0,05237	0,07094	0,00039	0,00065	0,69617	1,00

Legenda: 1. Przedział wiekowy ankietowanych / 2. Odsetek respondentów, którzy słyszeli o hobby horsingu / 3. Sposób pierwszego kontaktu z hobby horsingiem / 4. Postawy respondentów wobec wspierania hobby horsingu jako aktywności ruchowej wśród dzieci i młodzieży / 5. Stanowiska uczestników badania wobec klasyfikowania hobby horsingu jako pełnoprawnej dyscypliny sportowej / 6. Wpływ hobby horsingu na odbiór tradycyjnego jeździectwa w opinii respondentów / 7. Wpływ hobby horsingu oczami respondentów na tradycyjne jeździectwo

Źródło: opracowanie własne

Bibliografia

- Chmiel K., Derewecki T., *Wpływ uprawiania jeździectwa na jakość życia w opinii członków polskiego związku hodowców koni arabskich*, „Rozprawy Społeczne” 2016, 4 (10), s. 55-59.
- Gieroba B., *Wpływ aktywności fizycznej na zdrowie psychiczne i funkcje poznawcze*, „Med Og Nauk Zdr.” 2019, 25(3) s. 153-161. doi: 10.26444/monz/112259.
- Heljakka K., *Hobby Horses: A Hobby, Sport or Pure Play? A Contemporary Plaything as Part of Girlhood Leisure Activities in Finland*, [in:] Mukherjee U. (eds), *Childhoods & Leisure. Leisure Studies in a Global Era*, Cham 2023, doi.org/10.1007/978-3-031-33789-5_5.
- Närvänen E., Cova B., *Half girl, half horse and with a stick– the augmented hybridity of hobbyhorse enthusiasts*, „Journal of Marketing Management” 2024, 40, s. 17-18, 1791-1812, doi: 10.1080/0267257X.2024.2436624.
- Silverstein F., *Not Just Horsing Around: Hobby Horsing is a Real Sport*, <https://fhspost.com/9550/sports/not-just-horsing-around-hobby-horsing-is-a-real-sport/>, dostęp: 20.05.2025.

Szymon Medwid, Daria Orzół

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Wydział Bioinżynierii Zwierząt
Naukowe Koło Biochemii i Biotechnologii Zwierząt

BADANIE ZAWARTOŚCI CHOLESTEROLU W PLEMNIKACH NAJĄDRZOWYCH PSA – OPRACOWANIE METODY ORAZ POTENCJALNY WPŁYW BISFENOLI

*Investigation of cholesterol content in canine epididymal spermatozoa –
method development and potential impact of bisphenols*

Abstarct: The aim of the study was to develop a chromatographic method for measuring the cholesterol content in canine epididymal sperm and to analyze the potential impact of bisphenols A and S on the cholesterol content in the aforementioned sperm. The study was conducted on semen aspirated from the tail of the epididymis of 4 mixed-breed dogs. A method of extracting the lipid phase from canine epididymal sperm was developed based on the Röse-Gottlieb method [IDF (1996)], and chromatographic (HPLC) analyses of cholesterol content in the samples were performed. In the K1 and K2 control tests, the cholesterol content was 0.58

$\mu\text{g/mL} \pm 0.28 \text{ SD}$ and $0.44 \mu\text{g/mL} \pm 0.09 \text{ SD}$, respectively. In the BPA tests, the cholesterol content was $0.36 \mu\text{g/mL} \pm 0.21 \text{ SD}$, while in the BPS tests, it was $0.73 \mu\text{g/mL} \pm 0.09 \text{ SD}$.

Keywords: dog, epididymal spermatozoa, cholesterol, bisphenol

Wstęp

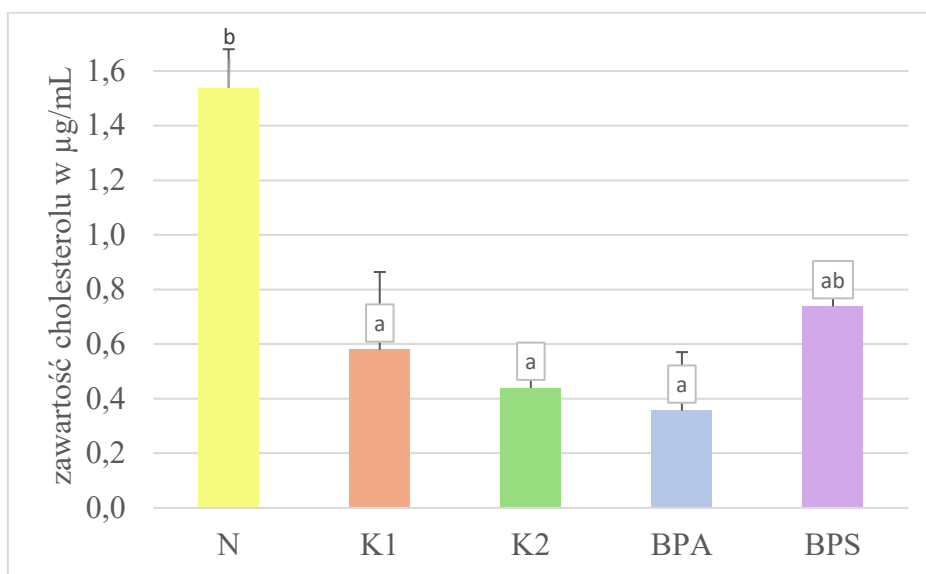
Cholesterol jest jednym z kluczowych składników obecnych w błonach komórkowych, w tym w błonie plemników. Odgrywa fundamentalną rolę w procesie stabilizacji błon komórkowych, poprzez utrzymanie płynności, integralności oraz regulację przepuszczalności błony co jest kluczowe w procesie kapacytacji [Cross 2001]. Wpływa pośrednio również na ruchliwość plemników, zapewniając stabilność cytoszkieletu odpowiedzialnego za poruszanie się [Buffone i in. 2009]. Jakość nasienia zwierząt gospodarskich czy towarzyszących ma bezpośredni wpływ na efektywność rozrodu, a tym samym na wartość hodowlaną zwierzęcia. Zaburzenia w składzie lipidowym mogą prowadzić do obniżenia żywotności i ruchliwości plemników oraz ich zdolności do zapłodnienia komórki jajowej. Bisfenole jako ksenobiotyki środowiskowe mają zdolność wpływania na metabolizm steroidów w ww. komórkach [Iskandarani i in. 2025]. W pracy podjęliśmy próbę opracowania metody pomiaru zawartości cholesterolu w plemnikach najądrzowych psa oraz zbadania wpływu bisfenoli A i S na zmiany zawartości ww. steroidu w plemnikach.

Metodyka badań

Jeśli nie podano inaczej, odczynniki pochodziły z firmy Polskie Odczynniki Chemiczne. Materiał badawczy stanowiły plemniki pozyskane drogą aspiracji z ogona najądrzy od 4 psów mieszańców. Jądra z najądrzami pozyskiwano metodą kastracji. Koncentrację plemników oznaczano w komorze Bürkera. Plemniki rozrzedzano przy użyciu DPBS (*Dulbecco's phosphate-buffered saline*) (VWR International). Próby kontrolne stanowiły plemniki najądrzowe inkubowane w DPBS (K1) lub z dodatkiem rozrzedzalnika o składzie: Tris, kwas cytrynowy, fruktoza (TCF) (Hurt-Chem Hurtownia Odczynników Chemicznych) (K2) [Rota i in. 1995]. Próby badawcze inkubowano z dodatkiem bisfenolu A (BPA) lub bisfenolu S (BPS) (Sigma-Aldrich) w koncentracji $0,05 \text{ mg/mL}$. Próby inkubowano w 37°C w termobloku, a po 65 minutach zamrażano w -80°C i przechowywano do dalszych analiz. Analizy zawartości cholesterolu przeprowadzano przy użyciu zmodyfikowanej metody ekstrakcji lipidów Röse-Gottlieb oraz chromatografii cieczowej HPLC (*ang. high performance liquide chromatography*). Do każdej próby dodawano mieszaninę etanolu z BHT (betahydroksytoluen) w stosunku 1:1. Następnie dodawano równą objętość roztworu KOH w etanolu, w stosunku 1:1. Próby zmydlano w 80°C , a następnie inkubowano w łaźni wodnej w temp. 40°C przez 5-7 minut. Po inkubacji do każdej próby dodawano 5 mL mieszaniny eteru naftowego i heksanu (1:1) Próby następnie odwirowywano $3500 \text{ obrotów/min.}$ przez 10 min w aparacie MPW-350R. Potem poprzez pipetowanie oddzielano warstwę nadsącza zawierającą estry metylowe kwasów tłuszczowych. Próby były inkubowane w łaźni wodnej (Julabo SW22) o temp. 95°C , a następnie odparowywane ciekłym azotem. Do każdej próby dodawano po 1 mL fazy nośnej dla cholesterolu składającej się z acetonitrylu (ACN), metanolu (MeOH) i dichlorometanu (DCM) w stosunku 750:150:100. Próby analizowano przy użyciu chromatografii cieczowej, na chromatografie Degasera Shimadzu DUG20A3, przy użyciu pomp Shimadzu LC-20AD (ciśnieniem 10 MPa). Rozdział następował w 40°C (Shimadzu Column Oven CTO-10AS VP) w kolumnie Phenomenex Synergia 4u HYDRO-RP 80A, a absorbancję mierzono w spektrofotometrze SPD-20A UV (długość fali 220 nm). Następnie wyniki przyrównano z wynikami wzorca cholesterolu (Polskie Odczynniki Chemiczne). Obliczeń zawartości cholesterolu dokonywano dla koncentracji 1×10^8 plemników. Do analizy danych zastosowano test t-Studenta, przyjmując poziom istotności $p < 0,05$. Wyniki opracowano statystycznie przy użyciu programu STATISTICA 13.3. Wartości przedstawiono jako średnie $\pm \text{SD}$.

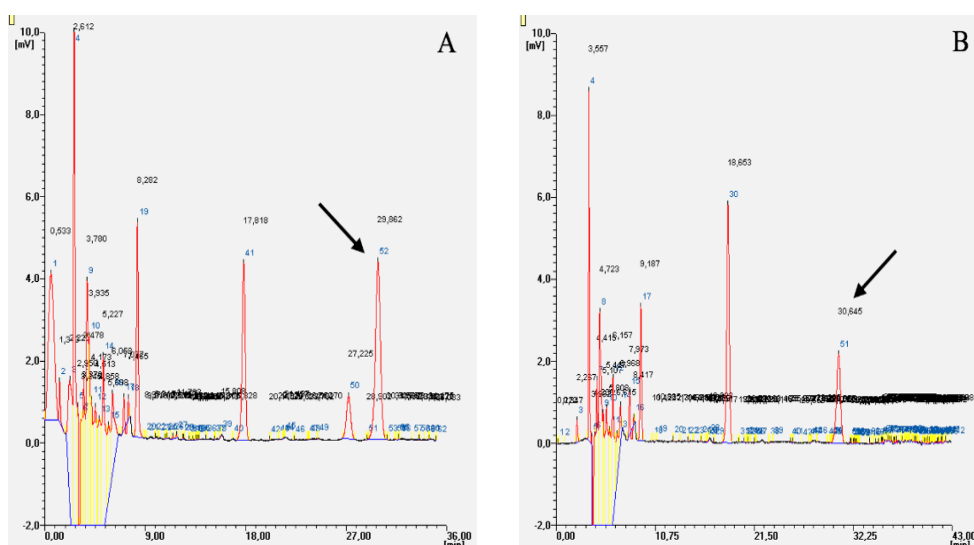
Wyniki

Cholesterol jest głównym steroidem w nasieniu ejakulowanym, który jest syntetyzowany przez komórki nabłonka najądrza i transportowany do światła nasieniowodu. Zaburzenia jego homeostazy spowodowane wpływem substancji ksenobiotycznych mogą znacząco obniżać jakość nasienia i tym samym płodność samców. Użyta przez nas metoda nie była wykorzystana wcześniej do określenia zawartości cholesterolu w plemnikach najądrzowych psa, a u innych gatunków wykorzystywano inne metody np. metody ekstrakcji lipidów metodą Folch [Ouvrier 2009]. Zawartość cholesterolu w próbach nasienia najądrzowego psa (plemniki i płyn najądrzowy) wynosiła $1,53 \mu\text{g/mL} \pm 0,14 \text{ SD}$. W próbach kontrolnych K1 i K2 zawartość cholesterolu wynosiła $0,58 \mu\text{g/mL} \pm 0,28 \text{ SD}$ i $0,44 \mu\text{g/mL} \pm 0,09 \text{ SD}$ odpowiednio. W próbach z BPA zawartość cholesterolu wyniosła $0,36 \mu\text{g/mL} \pm 0,21 \text{ SD}$, a w próbach BPS uplasowała się na poziomie $0,73 \mu\text{g/mL} \pm 0,09 \text{ SD}$ (Wykres 1.).



Wykres 1. Zawartość cholesterolu w nasieniu najądrzowym (N), próbach kontrolnych: K1 (DPBS) i K2 (TCF) oraz próbach właściwych inkubowanych przez 65' z dodatkiem BPA i PBS

Źródło: badania własne autorów



Wykres 2. Przykładowy wykres chromatografii cieczowej (HPLC) fazy lipidowej plemników najądrzowych psa

A) Standard cholesterolu. B) Próba zawierająca plemniki. Pik cholesterolu wskazuje strzałka

Źródło: badania własne autorów

Podsumowanie

Po raz pierwszy z powodzeniem zastosowaliśmy zmodyfikowaną metodę ekstrakcji fazy lipidowej oraz metodę chromatograficzną do pomiaru zawartości cholesterolu w plemnikach najądrzowych psa. Zawartość cholesterolu w próbach z plemnikami nie poddanymi ekspozycji na żaden ze związków wynosiła średnio 0,71 µg/mL. Trudno porównać wyniki naszej pracy z danymi w literaturze światowej ze względu na różnorodność metod używanych do pomiaru oraz bardzo zróżnicowane jednostki, w jakich oznaczenia są podawane.

Zawartość cholesterolu mierzona metodą kolorymetryczną w plemnikach tryka wynosiła 279 µg/1x10⁹ plemników, u buhaja 345 µg/1x10⁹ plemników. Natomiast w plemnikach człowieka stanowiła 555 µg/1x10⁹ plemników, a u królika 545 µg/1x10⁹ plemników [Darin-Bennett i in. 1977]. W powyższych badaniach dodatek bisfenoli, związków endokrynnie czynnych, które wykazują zdolność do zakłócania gospodarki hormonalnej, spowodował zmiany w zawartości cholesterolu w plemnikach najądrzowych psa. Mechanizm działania bisfenoli na przemiany cholesterolu w plemnikach nie został w pełni poznany. Jest to jedno z nielicznych tego typu badań u psa w dostępne literaturze światowej, dyskusja nastrocza więc trudności. Co ciekawe, BPS, uważany za bezpieczniejszy zamiennik BPA [Rochester i in. 2015], może wywierać odmienny wpływ niż BPA na metabolizm cholesterolu w plemnikach, na co wskazuje wykazana w naszej pracy wyższa zawartość cholesterolu w plemnikach najądrzowych. W celu potwierdzenia uzyskanych wyników należy wykonać badania na większej liczbie osobników.

Bibliografia

- Buffone M.G., Verstraeten S.V., Calamera, J.C. and Doncel, G.F., *High cholesterol content and decreased membrane fluidity in human spermatozoa are associated with protein tyrosine phosphorylation and functional deficiencies*, "Journal of Andrology" 2009, 30(5), pp. 552–558.
- Cross N.L., *Role of cholesterol in sperm capacitation*, "Biology of Reproduction" 2001, 59(1), pp. 7–11.
- Darin-Bennett A., White I.G., *Influence of the cholesterol content of mammalian spermatozoa on susceptibility to cold-shock*, "Cryobiology" 1977, 14, pp. 466–470.
- IDF (1996) *IDF-FIL. International Standard 1D. Determination of fat content—Gravimetric method (Röse-Gottlieb Reference Method)*, Brussels: International Dairy Federation.
- Iskandarani L., Romanelli S., Hales B.F., Robaire B., *The effects of bisphenol A and its analogs on steroidogenesis in MA-10 Leydig cells and KGN granulosa cells*, "Biology of Reproduction" 2025, 112, pp. 399–414.
- Ouvrier A., Cadet R., Vernet P., Laillet B., Chardigny J.M., Lobaccaro J.M., Drevet J.R., Saez F., *LXR ABCA1 control cholesterol homeostasis in the proximal mouse epididymis in a cell-specific manner*, "J Lipid Res." 2009, Sep, 50(9), pp. 1766–75.
- Rochester J.R.m Bolden, A.L., *Bisphenol S and F: A systematic review and comparison of the hormonal activity of bisphenol A substitutes*, "Environmental Health Perspectives" 2015, 123(7), pp. 643–650.
- Rota A., Ström B., Linde-Forsberg C., *Effects of seminal plasma and three different extenders on canine semen stored at 4°C*, "Theriogenology" 1995, 44(6), pp. 885–900.

Dawid Osiński, Julia Skwirczyńska

Uniwersytet w Siedlcach, Wydział Nauk Rolniczych
Koło Naukowe Gospodarki Przestrzennej

ANALIZA PRZESTRZENI MIEJSKIEJ ORAZ JAKOŚCI ŻYCIA W MIEŚCIE JAKO PODSTAWA DO WYZNACZANIA KIERUNKÓW ROZWOJU W OPINII MIESZKAŃCÓW SIEDLEC

Analysis of urban space and quality of life in the city as a basis for determining
development directions in the opinion of Siedlce residents

Abstract: The article analyzes the perception of the city of Siedlce through the eyes of its residents in terms of the comfort of living, the aesthetics of the city, its infrastructure, access to services and entertainment, and the number of jobs. The study was conducted on the basis of a survey addressed to the city's residents, the aim of which was to identify key factors influencing the quality of life in Siedlce. The results of the analysis indicate the city's high capabilities in terms of services and problems related to road infrastructure. Based on the results, it is possible to select guidelines for the city authorities in terms of planning future urban development and improving the living conditions of residents.

Keywords: city, Siedlce, quality of life, urban space, urban infrastructure, city development, residents, survey research, social needs, spatial planning, sustainable development, public services.

Wstęp

Miasto jako jednostka osadnicza o nacechowaniu społecznym ma za zadanie zapewnienie mieszkańcom odpowiednich warunków do rozwoju w każdym sektorze gospodarki [Jałowiecki i Szczepański 2006]. Cywilizacyjny postęp w postaci wykorzystania nowinek technologicznych w analizach obecnej sytuacji miasta może znacznie zmieniać podejście władz miasta do systemu tworzenia optymalnego zagospodarowania terenu. Tego typu nowymi rozwiązaniami są interaktywne ankiety prowadzone wśród mieszkańców, których wyniki i analizy mogą posłużyć jako wskazówki dla władz miasta w zakresie planowania przyszłego rozwoju urbanistycznego oraz poprawy warunków życia mieszkańców. Dużą rolę odgrywają sami obywatele miast, otwarcie wyrażając swoje opinie odnośnie ewentualnych zmian w oparciu o stale zmieniające się potrzeby. Według tychże czynników analizie poddane zostało miasto Siedlce.

Miasto Siedlce położone jest w województwie mazowieckim we wschodniej części Polski. Leży ono pomiędzy rzekami Muchawką i Helenką [Urząd Miasta Siedlce 2024]. Miasto stanowi lokalne i ponadlokalne centrum gospodarcze (rozwinięty handel, usługi i przemysł), edukacyjne (szkoły wyższe m.in.: uniwersytet, seminarium duchowne i 10 szkół średnich, szkoła muzyczna I i II stopnia) i kulturalne (2 domy kultury, teatr, 4 biblioteki i 3 muzea) [GUS 2023]. Liczy ono około 76 tys. mieszkańców (stan na 2024 r.) i zajmuje powierzchnię ok. 32 km². Siedlce charakteryzują się korzystnym położeniem komunikacyjnym, przecinają je ważne szlaki drogowe i kolejowe, m.in. linia Warszawa – Terespol. W strukturze przestrzennej dominują funkcje mieszkaniowe, usługowe i przemysłowe, z rosnącym znaczeniem nowoczesnych technologii i inwestycji komunalnych. Historycznie Siedlce były ważnym ośrodkiem administracyjnym i kulturalnym już od XVIII wieku, zachowując do dziś bogate dziedzictwo historyczne i kulturowe.

Podjęto badania ze względu na coraz częściej pojawiające się kontrowersje w opiniach mieszkańców dotyczące zagadnień: wygody zamieszkania, estetyki miasta, jego infrastruktury, dostępu do usług i rozrywek oraz ilości miejsc pracy. W niniejszych analizach badawczych podjęta została

dyskusja tych kwestii w formie ankiety, której celem było zidentyfikowanie kluczowych niedostatków oraz czynników wpływających na jakość życia w Siedlcach.

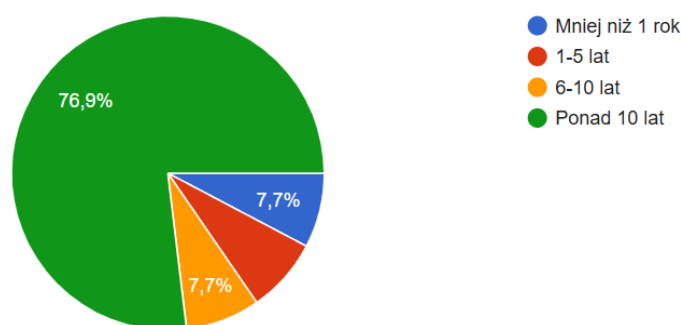
Metodyka i cele badania

W pracy użyto metody badania ankietowanego (badania kwestionariuszowego), które pozwoliło na zebranie danych od grupy respondentów poprzez zestaw pytań [Babbie 2007]. Celem było sprawdzenie stanu przestrzeni miejskiej miasta Siedlce, analiza danych posłużyła wyciągnięciu wniosków. Przeprowadzona została ankieta, na podstawie której przedstawiono główne kierunki, w których miasto przoduje, a w których wymagana jest potrzeba poprawy. Badanie sondażowe przeprowadzono w maju 2025 roku. Kwestionariusz był dostępny w Internecie. W ankiecie wzięło udział 26 respondentów, którzy udzielili odpowiedzi na 20 wymienionych poniżej pytań. Badanie objęło zarówno dane ilościowe, jak i pytanie otwarte, co pozwoliło na pogłębioną analizę społecznych oczekiwań i ocen. W analizie uwzględniono trzy etapy: charakterystykę respondentów, ocenę jakości życia oraz postulaty dotyczące potrzebnych zmian w mieście.

Charakterystyka społeczno-demograficzna respondentów

Respondenci reprezentowali wszystkie grupy wiekowe, choć przeważali ludzie młodzi. Najliczniejszą grupę (46,2%) stanowili mieszkańcy w wieku 18-25 lat, następnie osoby (23,1%) w wieku 26-40 lat. Osoby poniżej 18. roku życia stanowiły 15,4%, natomiast w przedziale wiekowym 41-60 lat było 11,5% badanych. Najmniej liczną grupą były osoby powyżej 60. roku życia, zaledwie 3,8%.

W ankiecie został również uwzględniony czas zamieszkania w Siedlcach. Ponad 76,9% ankietowanych mieszka w mieście od ponad 10 lat, co świadczy o ugruntowanej relacji z miejscem zamieszkania, a 23,1% to osoby mieszkające w mieście poniżej 10 lat.



Rysunek 1. Udział ankietowanych w odpowiedzi na pytanie: „Jak długo mieszka Pani/Pan w Siedlcach?”

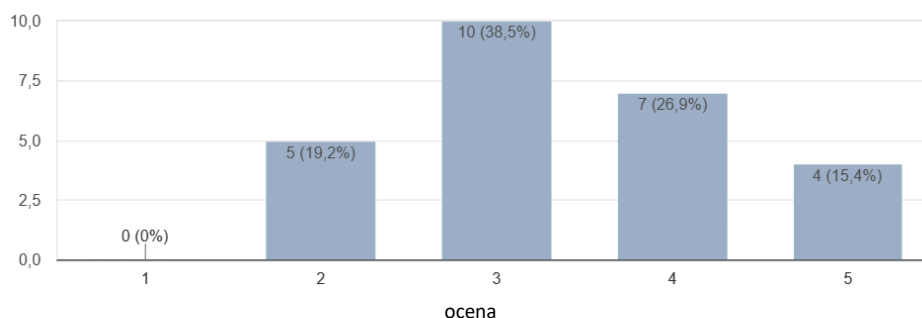
Źródło: badania własne

Respondenci mieszkają w różnych częściach miasta: 23,1% w północno-wschodniej części Siedlec, 19,2% w północno-zachodniej, 15,4% w centrum, na południowym zachodzie, 15,4% na obrzeżach miasta i 11,5% w południowo-wschodniej części.

Ocena jakości życia i funkcjonowania miasta

Mieszkańcy zostali zapytani, czy planują pozostać w Siedlcach. Ponad 46,2% zadeklarowało chęć pozostania, 34,6% planuje wyprowadzkę, a 19,2% nie ma zdania. Oznacza to, że ponad jedna trzecia mieszkańców nie wiąże przyszłości z miastem, co może wskazywać na niezadowolenie z jakości życia lub ograniczone możliwości rozwoju. Dostępność mieszkań oceniono przeciętnie: najwięcej odpo-

wiedzi (38,5%) wskazało ocenę 3 w skali 1-5, a łączna suma ocen pozytywnych (4 i 5) wyniosła 42,3%. Wskazuje to na umiarkowaną dostępność mieszkań w mieście (rys. 2).



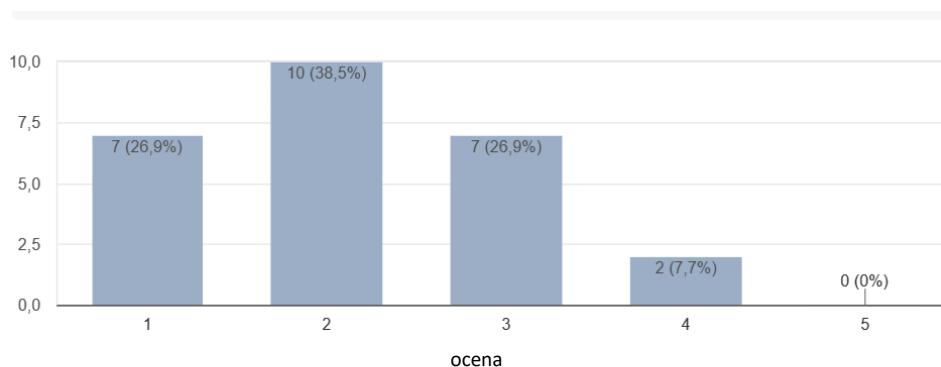
Rysunek 2. Odpowiedzi na pytanie: „Jak oceniasz dostępność mieszkań w Siedlcach?”

Źródło: badania własne

Bezpieczeństwo w miejscu zamieszkania zostało ocenione stosunkowo wysoko: 69,3% badanych wystawiło ocenę 4 lub 5, co świadczy o generalnym poczuciu bezpieczeństwa. Podobnie wysokie noty uzyskała dostępność sklepów i usług: 80,8% mieszkańców oceniło ten aspekt pozytywnie (oceny 4 i 5).

Estetyka architektoniczna Siedlec uzyskała niższe oceny: aż 61,5% respondentów przyznało ocenę 2 lub 3, a tylko 7,7% wystawiło najwyższą notę. Czystość miasta została oceniona pozytywnie przez 73,1% badanych, co świadczy o skutecznym działaniu służb komunalnych.

W kwestii terenów zielonych tylko 34,6% uznało ich ilość za wystarczającą, a 65,4% uważa, że miasto wymaga w tym zakresie poprawy. Stan dróg to jedna z najgorzej ocenianych kwestii: aż 65,4% badanych wystawiło najniższe oceny (1 lub 2), a nikt nie ocenił ich na ocenę 5.



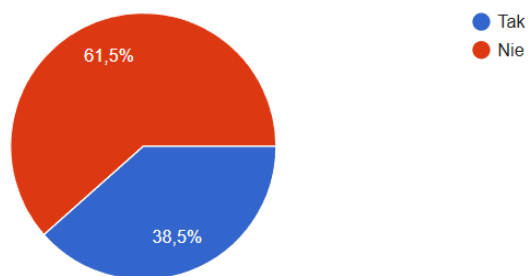
Rysunek 3. Odpowiedzi na pytanie: „Jak oceniasz stan dróg w mieście?”

Źródło: badania własne

Funkcjonowanie komunikacji miejskiej oceniono umiarkowanie: największa grupa 46,2% przyznała ocenę 3, a oceny 4 i 5 łącznie uzyskały 38,4%. Zaledwie 3,8% oceniło transport publiczny bardzo wysoko. Infrastruktura rowerowa została oceniona jako niewystarczająca przez 69,2% badanych. Również dostępność placówek edukacyjnych i opieki zdrowotnej oceniono umiarkowanie: 46,1% wystawiło oceny 4 i 5, natomiast 23,1% oceniło je negatywnie.

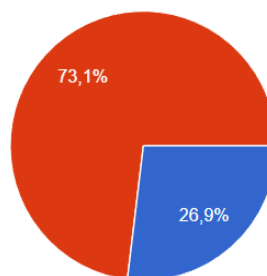
Oferta kulturalna i rozrywkowa została oceniona nisko: tylko 7,7% przyznało ocenę 5, a łącznie 65,4% wystawiło oceny w przedziale 1-3. Z kolei tylko 38,5% mieszkańców uważa, że w mieście znajduje się wystarczająca liczba miejsc do aktywnego spędzania czasu (np. siłownie, baseny, ścieżki spacerowe). Dostępność miejsc pracy również nie wypadła najlepiej: 34,6% badanych oceniło ją jako przeciętną (ocena 3), a łącznie 34,6% uznało ją za niską (oceny 1 i 2). Jeszcze bardziej niepokojące są opinie

dotyczące perspektyw zawodowych dla młodych, aż 73,1% respondentów uważa, że są one niewystarczające.



Rysunek 4. Odpowiedzi na pytanie: „Czy w mieście jest wystarczająca liczba miejsc do aktywnego spędzania czasu (np. siłownie, baseny, ścieżki spacerowe)?”

Źródło: badania własne



Rysunek 5. Odpowiedzi na pytanie: „Czy uważasz, że Siedlce zapewniają młodym ludziom dobre perspektywy zawodowe?”

Źródło: badania własne

Na pytanie: „Czy poleciłbyś Siedlce jako dobre miejsce do życia?” odpowiedzi rozłożyły się po równo: 50% tak, 50% nie, co wskazuje na znaczące rozbieżności w postrzeganiu miasta.

Oczekiwania mieszkańców: pytanie otwarte

Respondenci zostali poproszeni o wskazanie trzech rzeczy, które ich zdaniem wymagają najpilniejszej poprawy w mieście. Analiza treści pozwoliła wyodrębnić pięć głównych kategorii problemów.

Stan dróg i infrastruktury transportowej to najczęściej wskazywany problem (16 z 20 odpowiedzi). Mieszkańcy zwracają uwagę na zły stan nawierzchni, brak parkingów oraz niedostateczne oświetlenie uliczne. Cytaty takie jak: „drogi, chodniki, większa ilość ławek” czy: „drogi, parkingi, miejsca” pokazują skalę niezadowolenia.

Zieleń miejska i mała architektura zawarła 7 odpowiedzi dotyczących potrzebę zwiększenia liczby terenów zielonych, koszy na śmieci i miejsc do wypoczynku. Respondenci wskazują na brak przestrzeni rekreacyjnej oraz miejsc do spotkań dla młodych.

Infrastruktura rowerowa wskazała 5 wypowiedzi odnośnie potrzeby rozwoju ścieżek rowerowych, co jest spójne z ocenami ilościowymi dalszej części ankiety. Wskazano także na potrzebę bezpiecznych i spójnych tras dla rowerzystów.

Bezpieczeństwo i monitoring oceniono w ankiecie dobrze, chociaż część respondentów zwracała uwagę na potrzebę lepszego monitoringu, oświetlenia oraz walki z agresją i przestępczością.

Przy kulturze, rekreacji i młodzieży wyszczególniono potrzeby większej liczby wydarzeń kulturalnych, przestrzeni integracyjnych oraz wsparcia dla młodych. Pojawiły się głosy o braku perspektyw oraz małej liczbie miejsc do spędzania wolnego czasu dla ludzi młodych.

Podsumowanie

Analiza wyników ankiety przeprowadzonej wśród mieszkańców Siedlec wskazuje na szereg wyzwań i potrzeb rozwojowych miasta. Mieszkańcy pozytywnie oceniają dostępność usług oraz bezpieczeństwo, ale wskazują wyraźne braki w infrastrukturze drogowej, zieleni miejskiej, kulturze, a także w perspektywach zawodowych. Pytanie otwarte pokazało, że największe oczekiwania społeczne koncentrują się na poprawie podstawowej infrastruktury oraz jakości życia codziennego. Wnioski te mogą stanowić istotny wkład do lokalnych strategii rozwoju, planowania przestrzennego oraz polityk miejskich skoncentrowanych na potrzebach mieszkańców.

Wnioski płynące z badania wskazują, że dalszy rozwój miasta powinien koncentrować się na poprawie jakości infrastruktury technicznej (drogi, chodniki, oświetlenie), zwiększeniu dostępności zieleni i przestrzeni publicznej oraz tworzeniu atrakcyjnych warunków dla młodych ludzi zarówno w aspekcie zawodowym, jak i społecznym. Uwzględnienie głosu mieszkańców w procesie planowania przestrzennego i rozwoju miasta może przyczynić się do budowy bardziej zrównoważonego, przyjaznego i funkcjonalnego środowiska miejskiego w Siedlcach.

Bibliografia

- Babbie E., *Badania społeczne w praktyce*, Warszawa 2007.
 Jałowiecki B., Szczepański M., *Miasto i przestrzeń w perspektywie socjologicznej*, Warszawa 2006.
Miasta w liczbach. Rocznik statystyczny województwa mazowieckiego, GUS, Warszawa 2023.
Raport o stanie miasta Siedlce, Urząd Miasta Siedlce, 2024, <https://siedlce.pl>, dostęp: 26.05.2025.

Julia Skwierczyńska

Uniwersytet w Siedlcach, Wydział Nauk Rolniczych
 Koło Naukowe Agrobiotechnologii

ANALIZA BARIER ADMINISTRACYJNYCH W INDYWIDUALNYM BUDOWNICTWIE MIESZKANIOWYM NA TERENACH WIEJSKICH W POLSCE

Analysis of administrative barriers in individual residential construction in rural areas of Poland

Abstract: This article addresses the obstacles faced by individual investors during the construction of houses in rural areas. The aim of the study was to identify key administrative barriers, such as excessive bureaucracy, ambiguity in regulations, long decision-making timelines, and lack of consistent procedural standards. The student research, conducted through secondary data analysis, detailed the stages of the investment process – from land use designation and obtaining administrative decisions to project completion. It highlighted that fragmented procedures, interpretational discrepancies, and the volume of required documentation significantly prolong investment timelines and increase costs. The article also suggests modest proposals to simplify procedures, including: unifying legal interpretations, strengthening administrative staff, developing financial support mechanisms, stabilizing and simplifying legal regulations, and digitizing administrative processes. Eliminating at least some administrative barriers and adopting a comprehensive approach to supporting rural construction could substantially enhance housing accessibility, improve living conditions in rural areas, and promote their sustainable development.

Keywords: individual housing construction, rural areas, administrative barriers, investment process, building permit, spatial development plan, bureaucracy, construction costs

Wstęp i cele pracy

Budowa domu na polskiej wsi to proces wymagający staranności i znajomości przepisów prawnych. Budownictwo mieszkaniowe na terenach wiejskich w Polsce odgrywa kluczową rolę w zapewnieniu odpowiednich warunków życia mieszkańcom tych obszarów. Jednakże, mimo licznych inicjatyw wspierających rozwój tej gałęzi, napotyka ono szereg barier administracyjnych, które spowalniają proces inwestycyjny i zwiększają koszty realizacji inwestycji.

W pracy podjęto próbę zidentyfikowania głównych problemów administracyjnych oraz ich wpływu na rozwój budownictwa mieszkaniowego na obszarach wiejskich. Zagłębiając się w tę proble-

matykę, podjęto również wyzwanie, jakim jest wyjście naprzeciw problemom i zasugerowanie pewnych rozwiązań upraszczających wymienione procesy inwestycyjne.

Celem pracy była identyfikacja kluczowych barier administracyjnych występujących w procesie uzyskiwania zgody na budowę domu w Polsce. W celu przeprowadzenia analizy i zgłębienia tematu budownictwa indywidualnego na terenach wiejskich wykorzystano dostępne dane wtórnie, które zostały opublikowane i zebrane wcześniej. Dane pozyskiwane były głównie z m.in.: ustawy o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym, ustawy o prawie budowlanym oraz tematycznych artykułów dostępnych w Internecie. Opracowanie opiera się na metodzie jakościowej oraz metodzie badań wtórnych deskresearch [Mfiles.pl 2025].

Etapy procesu inwestycyjnego

Analizę systemu budownictwa na terenach wiejskich rozpoczęto od omówienia procedur niezbędnych do legalnej realizacji inwestycji mieszkaniowej. Proces budowy domu jednorodzinnego na wsi w Polsce obejmuje zarówno przygotowanie techniczne, jak i spełnienie wymogów formalnych [Obolewicz 2019]. Pierwszym krokiem jest sprawdzenie przeznaczenia działki. Jeśli istnieje miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego, należy uzyskać jego wypis i wyrys z urzędu gminy. W przeciwnym razie inwestor występuje o decyzję o warunkach zabudowy (WZ), która może być wydana, gdy działka spełnia określone kryteria, m.in.: dostęp do drogi publicznej i obecność podobnej zabudowy w sąsiedztwie [ustawa z dnia 27 marca 2003 r.].

Po uzyskaniu zgody na zabudowę przygotowuje się dokumentację projektową: mapę do celów projektowych oraz projekt budowlany, który składa się z projektu zagospodarowania działki, projektu architektoniczno-budowlanego i opcjonalnie projektu technicznego. Następnie inwestor wybiera jedną z dwóch dróg: zgłoszenie budowy lub wnioski o pozwolenie na budowę. Zgłoszenie możliwe jest, gdy dom nie oddziałuje poza granice działki, a brak sprzeciwu organu w ciągu 21 dni oznacza tzw. milczącą zgodę. Jeśli projekt przekracza standardowe warunki, konieczne jest uzyskanie pozwolenia na budowę, co może potrwać do 65 dni. Po uzyskaniu zgody należy zgłosić rozpoczęcie budowy do Powiatowego Inspektora Nadzoru Budowlanego. W przypadku pozwolenia obowiązuje ustanowienie kierownika budowy oraz prowadzenie dziennika budowy. Po zakończeniu prac budowlanych inwestor zgłasza ich zakończenie, przekazując oświadczenie kierownika budowy, dokumentację powykonawczą i inwentaryzację geodezyjną. Pozwolenie na użytkowanie wymagane jest jedynie w przypadku istotnych odstępstw od projektu [ustawa z dnia 7 lipca 1994 r.].

W przypadku działek rolnych może być wymagane ich odrolnienie, szczególnie dla gruntów klasy bonitacyjnej I–III, co wymaga decyzji ministra rolnictwa. Jeśli działka nie ma dostępu do drogi publicznej, konieczne jest uzyskanie decyzji o lokalizacji zjazdu. Wszystkie formularze i procedury są dostępne na stronie Głównego Urzędu Nadzoru Budowlanego [GUNB 2025].

Analiza głównych problemów budownictwa terenów wiejskich

Jednym z głównych problemów, które pojawiają się już na wczesnym etapie planowania budowy domu w Polsce, jest złożona biurokracja. Polski sektor budownictwa od lat boryka się z licznymi formalnościami, niejasnymi przepisami oraz długim czasem oczekiwania na decyzje administracyjne, co negatywnie wpływa na terminowość i efektywność realizowanych inwestycji.

Badanie przeprowadzone przez firmę analityczną wskazuje, że 41% firm budowlanych postrzega obowiązujące przepisy prawne oraz działania urzędów jako główną barierę w prowadzeniu działalności. Respondenci zwracali uwagę na zawiłość procedur, sprzeczne interpretacje przepisów oraz brak spójności w działaniu administracji publicznej [PMR 2024].

Raport portalu „Polityka” podkreśla, że opóźnienia w uchwalaniu miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego i wydawaniu decyzji administracyjnych wynikają z rosnącej liczby konfliktów interesów, wzrostu złożoności zagadnień planistycznych oraz presji wynikającej z intensywnej urbanizacji i przyrostu ludności. Te czynniki powodują wydłużenie procedur i wzrost liczby odwołań oraz skarg [Polityka 2024]. Z kolei dane magazynu „Inżynier Budownictwa” pokazują, że średni czas uzyskania pozwolenia na budowę budynku w Polsce wynosi 153 dni, co jest niemal dwukrotnie dłuższe niż europejska średnia [Inżynier Budownictwa 2024].

Podczas debaty zorganizowanej przez Polską Izbę Inżynierów Budownictwa przedstawiciele branży zwrócili uwagę na częste zmiany w prawie budowlanym, od 1995 roku przepisy te zmieniano około 300 razy, z czego aż 44 zmiany miały miejsce w ciągu ostatnich ośmiu lat [PIIB 2024]. Biurokracja w budownictwie to nie tylko nadmiar formalności, ale także brak jednolitych standardów i różnorodność interpretacji przepisów przez różne organy administracyjne, co prowadzi do niejednołitości stosowania prawa i komplikacji dla inwestorów oraz wykonawców [NIK 2023].

Raport Najwyższej Izby Kontroli wskazuje, że organy administracji architektoniczno-budowlanej i nadzoru budowlanego nie zawsze działają na rzecz interesu społecznego podczas wydawania pozwoleń [NIK 2024a]. Dodatkowo proces inwestycyjny wydłuża konieczność uzyskania wielu pozwoleń i decyzji administracyjnych [NIK 2024b]. Według kolejnego raportu NIK przeciążenie kadrowe i formalizm proceduralny w nadzorze budowlanym obniżają efektywność działań kontrolnych [NIK 2024c].

Koszty budowy domu zależą od lokalizacji, standardu wykonania i materiałów. Ceny działek budowlanych w Polsce wahają się od około 100 do 600 zł za m² [GUS 2024]. Gotowe projekty domów kosztują około 2 000 zł, a indywidualne od 5 000 do 25 000 zł [Archon 2024]. Formalności administracyjne mogą kosztować od kilku do kilkunastu tysięcy złotych [PAP 2024]. Ceny materiałów rosną [Murator 2024a], a koszty budowy w zależności od standardu wahają się od 3 500 zł za m² do 10 000 zł za m² [Murator 2024b]. Dodatkowe koszty zagospodarowania terenu i mediów mogą wynosić 50 000–100 000 zł, w zależności od lokalnych warunków i odległości od istniejącej infrastruktury [GUS 2024b]. W wielu przypadkach konieczne jest również wykonanie dodatkowych prac ziemnych, odwodnień czy przyłączy technicznych, co wiąże się z dodatkowymi wydatkami i często opóźnia harmonogram budowy.

Innym istotnym problemem jest dostępność wykwalifikowanej siły roboczej. W ostatnich latach branża budowlana na terenach wiejskich boryka się z niedoborem fachowców – murarzy, cieśli, elektryków czy hydraulików. Powodem jest zarówno starzejące się społeczeństwo, jak i odpływ młodych pracowników do dużych miast lub za granicę [ZUS 2024]. Braki kadrowe wpływają na wzrost kosztów robocizny oraz wydłużenie czasu realizacji inwestycji.

Dodatkowym wyzwaniem pozostaje infrastruktura techniczna na terenach wiejskich. W wielu gminach wciąż brakuje dostępu do kanalizacji, gazu czy szerokopasmowego internetu, co ogranicza atrakcyjność lokalizacji i podnosi koszty adaptacji działki. Inwestorzy często muszą finansować budowę przyłączy lub alternatywnych rozwiązań, np. przydomowych oczyszczalni ścieków, co znów generuje wyższe nakłady inwestycyjne [Ministerstwo Rozwoju i Technologii 2024].

Podsumowanie i wnioski

Budownictwo na terenach wiejskich w Polsce napotyka szereg barier, z których najpoważniejszą jest nadmierna biurokracja. Procesy inwestycyjne są spowalniane przez niejasne i często zmieniające się przepisy, złożone procedury administracyjne oraz brak spójności w działaniach urzędów. Średni czas uzyskania pozwolenia na budowę wynosi w Polsce 153 dni, niemal dwukrotnie więcej niż średnia europejska. Od 1995 roku prawo budowlane zmieniano blisko 300 razy, co utrudnia inwestorom planowanie działań. Raporty NIK oraz branżowych organizacji wskazują też na problem przeciążenia

kadrowego urzędów i formalizmu proceduralnego, co obniża efektywność nadzoru budowlanego. Dodatkowym wyzwaniem są rosnące koszty inwestycji: od drogich działek i projektów, przez rosnące ceny materiałów, po wysokie koszty formalności i uzbrojenia terenu.

Aby usprawnić procesy budowlane na wsi, konieczne jest: uproszczenie i stabilizacja przepisów, cyfryzacja procedur, ujednolicenie interpretacji prawa oraz wzmocnienie kadrowe urzędów. W dłuższej perspektywie warto rozważyć mechanizmy wsparcia finansowego, by przeciwdziałać odpływowi ludności z obszarów wiejskich i stymulować ich rozwój.

Bibliografia

- Analiza czasu wydawania pozwoleń budowlanych*, Polska Izba Inżynierów Budownictwa, Warszawa 2024.
- Analiza demograficzna zatrudnienia w budownictwie*, ZUS 2024, <https://www.zus.pl>.
- Cennik projektów domów jednorodzinnych*, Archon, 2024, www.archon.pl, dostęp: maj 2025.
- Ceny działek budowlanych w Polsce*, GUS, Warszawa 2024a.
- Ceny materiałów budowlanych w 2024*, „Murator” 2024a, www.murator.pl, dostęp: maj 2025.
- Deбата branżowa – Stabilność prawa budowlanego*, Polska Izba Inżynierów Budownictwa, Warszawa 2024.
- Deskresearch*, Mfiles.pl, 2025, mfiles.pl/pl/index.php/Desk_research, dostęp: maj 2025.
- GUNB, <https://www.gunb.gov.pl>, dostęp: maj 2025.
- Infrastruktura techniczna w gminach wiejskich*, GUS, Warszawa 2024b, <https://stat.gov.pl>.
- Koszty budowy domu w różnych standardach*, „Murator” 2024b, <https://www.murator.pl>, dostęp: maj 2025.
- Koszty formalności budowlanych*, Serwis Samorządowy PAP, 2024, <https://samorzad.pap.pl>, dostęp: maj 2025.
- Obolewicz J., *Analiza realizacji procesu inwestycyjnego na przykładzie obiektu budowlanego – Archiwum Państwowego w Białymstoku. Część 1. Uregulowania prawne, wymagania i zasady realizacji procesu inwestycyjnego w budownictwie*, [w:] A. Baryłka, J. Obolewicz (red.), *Problemy inżynierii bezpieczeństwa obiektów antropogenicznych*, Warszawa 2019.
- Problemy z planowaniem przestrzennym w Polsce*, „Polityka” 2024, www.polityka.pl, dostęp: maj 2025.
- Procedury administracyjne w procesie inwestycyjnym*, Najwyższa Izba Kontroli, Warszawa 2024b.
- Raport branżowy – Budownictwo w Polsce 2024*, PRM, Kraków 2024.
- Raport o niejednolitym stosowaniu prawa budowlanego*, Najwyższa Izba Kontroli, Warszawa 2023.
- Raport o stanie infrastruktury wiejskiej*, Ministerstwo Rozwoju i Technologii, 2024, www.gov.pl/web/rozwój-technologia.
- Raport o wydolności administracji budowlanej*, Najwyższa Izba Kontroli, Warszawa 2024a.
- Ustawa – Prawo budowlane z dnia 7 lipca 1994 r. (Dz.U. 2023 poz. 682 z późn. zm.).
- Ustawa o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym z dnia 27 marca 2003 r. (Dz.U. 2003 Nr 80 poz. 717 z późn. zm.).
- Wpływ przeciążenia kadrowego na nadzór budowlany*, Najwyższa Izba Kontroli, Warszawa 2024c.

Przemysław Białoskórski

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Wydział Rolnictwa i Leśnictwa
 Studenckie Koło Naukowe Entomologów „Pasikonik”

WSPÓŁCZYNNIK WYKORZYSTANIA PASZY PRZEZ MUCHY CZARNY ŻOŁNIERZ (*HERMETIA ILLUCENS*) NA RÓŻNYCH SUBSTRATACH

Feed conversion ratio of the black soldier fly (*Hermetia illucens*)
 on different substrates

Abstract: Among the insects used in feed production, *Hermetia illucens* – or black soldier fly (BSF) – is considered one of the most promising species. This is due to its short growth cycle and high weight gain, possible even with low-quality substrates such as fruit and vegetable waste, catering leftovers, manure or coffee grounds. The aim of this paper was to discuss and compare Feed Conversion Ratio (FCR) values obtained in selected BSF feeding studies. FCR is a key indicator of bioconversion efficiency, expressing the ratio of substrate weight to larval biomass gain. Analysis of the literature data showed that

the FCR value is strongly dependent on the type of substrate used, its chemical composition (especially protein and lipid content) and its values are also influenced by rearing density and environmental conditions such as temperature and humidity.

Keywords: farm insects, biomass bioconversion, black soldier fly feeding

Wstęp i cel pracy

Owady stanowią najliczniejszą i najbardziej zróżnicowaną taksonomicznie grupę organizmów zwierzęcych na Ziemi [Allegretti i in. 2018]. Jednak ich potencjał jako zasób biologiczny pozostaje w dużej mierze niewykorzystany [Roffeis i in. 2018]. Liczne gatunki owadów wykazują zdolność do efektywnego przekształcania biomasy organicznej o niskiej wartości – zarówno pochodzenia roślinnego, jak i zwierzęcego – w bogatą odżywczo biomasę własną, zawierającą wysokiej jakości białko, lipidy, mikroelementy oraz witaminy [Zhang i in. 2021].

Zgodnie z Rozporządzeniem Komisji (UE) 2017/893 do owadów dopuszczonych do produkcji paszowej należą m.in.: mucha czarna żołnierz (*Hermetia illucens*), mucha domowa (*Musca domestica*), mącznik młynarek (*Tenebrio molitor*), pleśniakowiec lśniący (*Alphitobius diaperinus*), a także różne gatunki świerszczy, jak *Acheta domesticus*, *Gryllodes sigillatus* i *Gryllus assimilis*. Owady te mogą pełnić funkcję pełnowartościowego źródła białka i tłuszczów, dostarczając również innych niezbędnych składników odżywczych. Biorąc pod uwagę ich profil aminokwasowy oraz wysoką strawność, mogą w znacznej mierze pokrywać potrzeby pokarmowe wielu gatunków zwierząt, będąc naturalnym komponentem ich diety [Makkar 2018].

W procesie chowu i hodowli owadów dochodzi do konwersji odpadów i pozostałości organicznych w produkty o wysokiej wartości biologicznej, takie jak: białko, tłuszcze czy chityna. Co więcej, pozostałości – tzw. fras – wykazują właściwości nawozowe i mogą być wykorzystywane w rolnictwie jako nawóz organiczny [Kumar i in. 2018]. W związku z powyższym chów owadów wpisuje się w koncepcję gospodarki cyrkularnej oraz strategię zero waste [IPiFF 2021].

Wśród owadów wykorzystywanych w produkcji paszowej *Hermetia illucens* – czyli mucha czarna żołnierz (ang. black soldier fly, BSF) – uznawana jest za jeden z najbardziej perspektywicznych gatunków. Zawdzięcza to krótkiemu cyklowi rozwojowemu oraz wysokiemu przyrostowi masy ciała, możliwemu nawet przy zastosowaniu substratów niskiej jakości, takich jak: odpady owocowo-warzywne [Julita i in. 2019], resztki gastronomiczne [Candian i in. 2023], obornik [Hao 2023] czy fusy z kawy [Khaekratoke i in. 2022]. W obliczu rozwoju technologii oraz zwiększonego nacisku na zrównoważoną produkcję białka owady, takie jak BSF, mogą w przyszłości stać się istotnym, alternatywnym źródłem paszy i żywności o konkurencyjnych kosztach [Kaczor i in. 2023].

W literaturze naukowej często porusza się zagadnienie wpływu różnorodnych substratów pokarmowych na efektywność chowu larw BSF. Jednym z podstawowych wskaźników służących do oceny efektywności biokonwersji jest współczynnik wykorzystania paszy (Feed Conversion Ratio, FCR), który określa stosunek masy spożytego substratu do przyrostu masy ciała owadów.

Celem niniejszego opracowania jest omówienie i porównanie współczynnika wykorzystania paszy (Feed Conversion Ratio (FCR)), uzyskanego w wybranych, dostępnych badaniach żywieniowych BSF.

Współczynnik wykorzystania paszy

Współczynnik konwersji paszy (FCR) w hodowli muchy czarnej żołnierza jest krytycznym wskaźnikiem odzwierciedlającym wydajność przekształcania paszy w biomasę. Badania wskazują, że wartości FCR mogą się znacznie różnić w zależności od rodzaju paszy i warunków hodowli, larwy na zoptymalizowanych dietach wykazały lepsze wskaźniki [Deguara i in. 2024]. W badaniach obejmujących różne formułacje substratów FCR pozostawał stosunkowo stabilny w przypadku różnych diet, co

wskazuje, że chociaż skład strukturalny diety wpływa na wzrost BSF, nie zmienia on drastycznie FCR [Danieli i in. 2019]. Na FCR może również wpływać zagęszczenie larw. Wykazano, że wyższe zagęszczenia poprawiają FCR, ponieważ larwy optymalizują wykorzystanie paszy, przy czym optymalną wydajność odnotowano na poziomie około 11,4 larw/cm² [Guillaume i in. 2023]. Diety bogate w węglowodany lub białka niewłókniste mogą zwiększać tempo wzrostu, ale FCR może nie różnić się znacząco między tymi dietami [Danieli i in. 2019]. Warunki środowiskowe, takie jak temperatura, pH i zagęszczenie hodowli, również wpływają na FCR. Wykazano, że optymalne warunki środowiskowe, takie jak kontrolowana temperatura i wilgotność, zwiększają FCR poprzez promowanie wzrostu larw i wydajności biokonwersji [Salam i in. 2024]. Chociaż FCR jest kluczowym wskaźnikiem efektywności w hodowli BSF, należy wziąć pod uwagę, że inne czynniki, takie jak strawność paszy i zagęszczenie larw, również odgrywają znaczącą rolę w ogólnej efektywności produkcji. Optymalizacja FCR wymaga holistycznego podejścia do formułowania diety i praktyk zarządzania.

Wybrane badania żywieniowe BSF

Na współczynnik wykorzystania paszy u muchy czarny żołnierz wpływa wiele zmiennych, spośród których jedną z najistotniejszych jest rodzaj substratu. W tej części opracowania zestawiono i omówiono dane z doświadczeń żywieniowych BSF (tabela 1).

Tabela 1. Porównanie FCR u muchy czarny żołnierz na różnych substratach

Substrat	FCR	Przypis z literatury
Pozostałości soi	1.58–2.30	(Somarny i in., 2023)
Odpadki kuchenne	1.60–2.40	(Ahmed i in., 2024)
Zmieszane odpady żywnościowe	1.70–2.60	(Taufek i in., 2023)
Karma dla kurcząt	1.40–2.10	(Albalawneh i in., 2024)
Odpady cateringowe	1.30–2.00	(Opoku i in., 2023)
Otręby pszenne	1.80–2.80	(Opoku i in., 2023)

Źródło: opracowanie własne

Produkty uboczne przemysłu rolno-spożywczego, takie jak odpady sojowe czy otręby pszenne z powodzeniem mogą być stosowane jako substrat w żywieniu BSF [Somarny i in. 2023]. W tym przypadku dokładnie widać, że substraty o niższej zawartości białka, takie jak otręby pszenne skutkowały wyższymi FCR, co podkreśla znaczenie składu składników odżywczych substratu. Larwy karmione odpadami kuchennymi wykazały FCR porównywalny z FCR larw karmionych paszą startową dla brojlerów [Ahmed i in. 2024]. Podobnie odpady żywnościowe w postaci odpadów warzywnych, owocowych i mięsnych, wykazały wydajne FCR [Taufek i in. 2023]. W niektórych badaniach wykazano, że stosowanie podłoży mieszanych, takich jak połączenie odpadów żywnościowych i odpadów rolniczych, zwiększa FCR. Sugeruje to, że mieszanie podłoży może optymalizować dostępność składników odżywczych i poprawiać wydajność larw.

Skład substratu odgrywa kluczową rolę w określaniu FCR larw BSF. Substraty o wyższej zawartości białka i lipidów skutkują niższymi FCR, ponieważ dostarczają składników odżywczych niezbędnych do wydajnej biokonwersji.

Równowaga makroskładników, w tym białek, lipidów i węglowodanów, jest niezbędna do optymalizacji współczynnika wykorzystania paszy FCR. Badania wykazały, że substraty o zrównoważonym składzie makroskładników, takie jak te zawierające mieszaninę składników bogatych w białko i lipidy, skutkują niższymi FCR, co bezpośrednio przekłada się na wyższą wydajność biokonwersji biomasy [Broeckx i in. 2025].

Podsumowanie

FCR jest miarą efektywności, z jaką larwy muchy czarny żołnierz przekształcają paszę w biomasę. Niższy FCR oznacza wyższą efektywność, ponieważ do wytworzenia jednostki biomasy potrzeba mniej paszy. Na FCR larw BSF wpływa wiele czynników, w tym rodzaj podłoża, skład składników odżywczych i warunki środowiskowe. Optymalizacja tych czynników umożliwia osiągnięcie wydajnej konwersji paszy i zrównoważonej hodowli BSF. Konieczne są dalsze badania w celu opracowania modeli predykcyjnych i optymalizacji warunków hodowli dla hodowli BSF na dużą skalę.

Bibliografia

- Ahmed S.T., Hassan Md.M., Islam M.W., Islam Resmi S., Hossain M.M., *Production Performance and Nutritional Quality of Black Soldier Fly Larvae Nurtured in Different Organic Waste*, „Journal of Science and Technology Research” 2024, vol. 6(1), pp. 139–148.
- Albalawneh A., Hasan H., Alarsan S.F., Diab M., Abu Znaimah S., Sweity A., Aladwan M.M., Sharman B., Alalwan A.M., AlBalawneh Y., Abu Dayyeh M., Alnaimat E., *Evaluating the Influence of Nutrient-Rich Substrates on the Growth and Waste Reduction Efficiency of Black Soldier Fly Larvae*, „Sustainability” 2024.
- Allegretti G., Talamini E., Schmidt V., Bogorni P.C., Ortega E., *Insect as Feed: An Emergy Assessment of Insect Meal as a Sustainable Protein Source for the Brazilian Poultry Industry*, „Journal of Cleaner Production” 2018, vol. 171, pp. 403–412.
- Broeckx L., Frooninckx L., Berrens S., Goossens S., ter Heide C., Wuyts A., Dallaire-Lamontagne M., Van Miert S., *Macronutrient-Based Predictive Modelling of Bioconversion Efficiency in Black Soldier Fly Larvae (Hermetia illucens) Through Artificial Substrates*, „Insects” 2025, vol. 16(1), article 77.
- Candian V., Meneguz M., Tedeschi R., *Immune Responses of the Black Soldier Fly Hermetia illucens (L.) (Diptera: Stratiomyidae) Reared on Catering Waste*, „Life” 2023, vol. 13(1).
- Danieli P.P., Lussiana C., Gasco L., Amici A., Ronchi B., *The Effects of Diet Formulation on the Yield, Proximate Composition, and Fatty Acid Profile of the Black Soldier Fly (Hermetia illucens L.) Prepupae Intended for Animal Feed*, „Animals” 2019, vol. 9(4), article 178.
- Deguarra A., Deguarra S., Buhagiar J.A., *A Multitrophic Culture System for the Production of Black Soldier Fly Larvae (Hermetia illucens)*, „Discover Food” 2024, vol. 4(1).
- Guillaume J., Mezdoor S., Marion-Poll F., Terrol C., Schmidely P., *Asymptotic Estimated Digestibility: A New Indicator of Black Soldier Fly (Hermetia illucens) Conversion Efficiency in Relation to Larval Density*, „Journal of Insects as Food and Feed” 2023, vol. 9(7), pp. 893–906.
- Hao J., *Assessing Nursery-Finishing Pig Manures on Growth of Black Soldier Fly Larvae*, „Animals” 2023, vol. 13(3).
- IPiFF, *Fact Sheet on Insect Frass*, Brussels 2021, <https://ipiff.org/wp-content/uploads/2021/11/Nov-29-2021-IPiFF-fact-sheet-on-insect-frass-final.pdf> [dostęp: 15.05.2025].
- Julita U., Fitri L.L., Putra R.E., Permana A.D., *Reproductive Value of Hermetia illucens (Diptera: Stratiomyidae) on Vegetable and Fruits Waste Rearing Substrate*, „Journal of Physics: Conference Series” 2019, vol. 1245(1).
- Kaczor M., Bulak P., Proc-Pietrycha K., Kirichenko-Babko M., Bieganski A., *The Variety of Applications of Hermetia illucens in Industrial and Agricultural Areas – Review*, „Biology” 2023, vol. 12(1).
- Khaekratok K., Laksanawimol P., Thancharoen A., *Use of Fermented Spent Coffee Grounds as a Substrate Supplement for Rearing Black Soldier Fly Larvae, Hermetia illucens (L.) (Diptera: Stratiomyidae)*, „PeerJ” 2022, vol. 10.
- Kumar S., Negi S., Mandpe A., Singh R.V., Hussain A., *Rapid Composting Techniques in Indian Context and Utilization of Black Soldier Fly for Enhanced Decomposition of Biodegradable Wastes – A Comprehensive Review*, „Journal of Environmental Management” 2018, vol. 227, pp. 189–199.
- Makkar H.P.S., *Feed Demand Landscape and Implications of Food-not-Feed Strategy for Food Security and Climate Change*, „Animal” 2018, vol. 12(8), pp. 1744–1754.
- Opoku O., Hamidu J.A., Adjei-Mensah B., Quaye B., Sasu P., Benante V., Amankrah M.A., Donkoh A., Atuahene C.C., *Alternative Organic Wastes as Substrates and Its Impact on Growth, Proximate Chemical and Mineral Composition of Black Soldier Fly (Hermetia illucens) Larvae for Subsistent Animal Feed*, „Journal of Applied Animal Research” 2023, vol. 51, pp. 564–572.
- Roffeis M., Wakefield M.E., Almeida J., Alves Valada T.R., Devic E., Koné N., Kenis M., Nacambo S., Fitches E.C., Koko G.K.D., Mathijs E., Achten W.M.J., Muys B., *Life Cycle Cost Assessment of Insect-Based Feed Production in West Africa*, „Journal of Cleaner Production” 2018, vol. 199, pp. 792–806.
- Rozporządzenie Komisji (UE) 2017/893 z dnia 24 maja 2017 r. zmieniające załączniki I i IV do rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 999/2001 oraz załączniki X, XIV i XV do rozporządzenia Komisji (UE) nr 142/2011 w odniesieniu do przepisów dotyczących przetworzonego białka zwierzęcego.
- Salam M., Alam F., Chia S.Y., Shi D., *Enhancing Sustainable Organic Waste Management: Optimal Substrates and Environmental Conditions for Black Soldier Fly Larval Performance*, 2024.

- Somarny W.W.M.Z., Kuppusamy G., Samat N., Azam-Ali S., *Performance of Black Soldier Fly Larvae (*Hermetia illucens*, L.) on Different Feed Substrates*, „Journal of Insects as Food and Feed” 2023.
- Taufek N.M., Zulkifli N.F.N.M., Nazri H.A., *Upcycling of Food Waste Generated from the Fresh Market by Utilising Black Soldier Fly Larvae: Influence on Growth, Bioconversion, and Nutritional Composition*, „Social Science Research Network” 2023.
- Zhang J.-bin, Zhang J., Li J.-hui, Tomerlin J.K., Xiao X.-peng, ur Rehman K., Cai M.-min, Zheng L.-yu, Yu Z.-niu, *Black Soldier Fly: A New Vista for Livestock and Poultry Manure Management*, „Journal of Integrative Agriculture” 2021, vol. 20(5), pp. 1167–1179.

Kamil Gąsowski

Uniwersytet w Siedlcach, Wydział Nauk Rolniczych
Studenckie Koło Naukowe Agrobiotechnologii

ROLNICTWO PRECYZYJNE – PRZYSZŁOŚĆ GOSPODARSTW ROLNYCH

Precision Farming – the Future of Farms

Abstract: This article is available as advanced methods of managing agricultural production, with advanced technologies such as GPS, drones, farm management systems. It presents the stages of running programs in the system and the benefits that are available in the study. The work emphasizes the importance of technology as a key element in the operating system.

Keywords: precision agriculture, farm, modern technology

Wstęp

Rolnictwo precyzyjne (ang. *precision agriculture*, *precision farming*) to nowoczesne podejście do zarządzania gospodarstwem rolnym, które opiera się na wykorzystaniu zaawansowanych technologii oraz analizie danych. Głównym zadaniem stawianym rolnictwu precyzyjnemu jest minimalizacja nakładów, ochrona środowiska, ochrona zasobów naturalnych i ludzkich oraz stabilizacja plonów [Gaj 2016].

Na czym polega rolnictwo precyzyjne?

Nowoczesne rolnictwo potrzebuje fachowej wiedzy, na której może się opierać oraz wdrażaniu nowych technologii pozwalających zwiększyć dochodowość przy jednoczesnym zmniejszeniu kosztów oraz czasu pracy, pamiętając o wysokiej jakości uzyskiwanych plonów oraz konieczności ochrony środowiska [Gabińska 2012]. W tradycyjnym systemie gospodarowania pojedyncze pole jest traktowane jako jednolity obszar. Jednak musimy zdawać sobie sprawę, iż na tym obszarze mogą występować różne klasy bonitacyjne gleby, zróżnicowany odczyn gleby czy też różna zasobność w makro i mikroelementy [Smreczak i in. 2024]. Mając na uwadze wszystkie te aspekty, możemy dzięki wykorzystaniu dostępnej technologii zastosować np. zmienną aplikację składników pokarmowych roślin w zależności od ich zawartości w poszczególnych częściach pola, czy też wykonać siew ze zmienną normą wysiewu. Takie działania przyczyniają się do efektywnego wykorzystania środków produkcji oraz zwiększeniu wydajności plonów [Chohura i Kołodziej 2016]. Kluczową rolę w tym zakresie odgrywa gromadzenie, przetwarzanie i analiza danych – z czujników, dronów, zdjęć satelitarnych, maszyn rolniczych oraz systemów pogodowych [Laskowska 2017].

Celem opracowania było przedstawienie korzyści dla gospodarstw rolnych wynikających z zastosowania technologii rolnictwa precyzyjnego. Do realizacji postawionego celu wykorzystano dane z zakresu omawianej problematyki pochodzące z badań innych autorów oraz dane pochodzące

z badań własnych. Do przedstawienia zgromadzonych danych posłużono się metodą graficzną i tabelaryczno-opisową.

Przebieg uprawy w rolnictwie precyzyjnym

Pierwszym, a zarazem najważniejszym krokiem w rolnictwie precyzyjnym jest stworzenie map aplikacyjnych dla zmiennego wysiewu, nawożenia lub aplikacji środków ochrony roślin. Do jej wykonania konieczne jest pobranie próbek gleby w różnych obszarach pola, zgodnie z przyjętą metodyką, które następnie poddane zostaną analizom chemicznym w celu oceny ich właściwości fizyko-chemicznych [Chodakowska i Jarocinski 1999]. Kolejnym etapem jest zmapowanie pola przy pomocy GPS [Kulczycki 2012].

Na podstawie map i wyników analizy gleby opracowuje się plan nawożenia, który uwzględnia różne dawki nawozów na poszczególnych fragmentach pola. Podczas siewu wykorzystuje się maszyny z systemami GPS i automatycznym sterowaniem, które pozwalają na precyzyjne rozmieszczenie nasion. Dzięki temu unika się kilkukrotnego siewu w tym samym miejscu. Zapewnia to równomierny wzrost roślin oraz brak konkurencji między nimi o światło czy składniki pokarmowe [Talarczyk i Łowiński 2018].

Przy pomocy zdjęć multispektralnych wykonanych dronem oraz aplikacji wspomagających decyzje istnieje możliwość wykrycia występowania chorób i szkodników roślin, określenia ich zdrowotności czy też oceny niedoborów w składniki odżywcze [Kasperska 2019].

Na podstawie danych z monitoringu można zastosować zróżnicowane dawkowanie nawozów i środków ochrony roślin (pestycydów, herbicydów) w zależności od zapotrzebowania w różnych fragmentach pola. Maszyny z automatycznym sterowaniem precyzyjnie podają odpowiednie dawki, co ogranicza zużycie środków ochrony roślin i minimalizuje ich negatywny wpływ na środowisko.

Podczas zbioru maszyny zbierające wyposażone są w systemy GPS i sensory monitorujące ilość oraz jakość plonu w czasie rzeczywistym. Dane te pozwalają tworzyć mapy plonów, które są niezwykle cenne do planowania kolejnych upraw i dalszego procesu optymalizacji gospodarowania [Doruchowski 2008].

Technologie umożliwiające wykonywanie poszczególnych zadań związanych z uprawą roślin wykorzystują następujące systemy i urządzenia [<https://www.agro-siec.pl/rolnictwo-precyzyjne/>]:

- sensory w polu – odpowiadają za mierzenie parametrów takich jak temperatura, wilgotność gleby oraz zawartość składników odżywczych. Za pomocą tych danych możliwe jest wykonanie zabiegów agrotechnicznych dostosowanych do aktualnych warunków;
- systemy GPS i GNSS – są wykorzystywane m.in. do automatycznego prowadzenia maszyn, mapowania plonów, zmiennego dawkowania nawozów i oprysków, wyznaczania granic pól i tras przejazdów;
- drony i satelity – wykorzystywane są do mapowania pól, wykonywania zabiegów ochrony roślin oraz monitorowania stanu upraw;
- mapy plonów – zestawienia tworzone na podstawie danych zbieranych przez maszyny rolnicze i czujniki podczas zbiorów. Pokazują one, jak plonowała każda część pola, co pozwala rolnikowi ocenić, które miejsca są bardziej lub mniej wydajne. Dzięki temu można lepiej dopasować nawożenie, siew czy ochronę roślin celem zwiększenia efektywności i opłacalności upraw;
- systemy zarządzania gospodarstwem – pomagają planować, monitorować i analizować wszystkie działania w gospodarstwie;
- automatyzacja i robotyka – urządzenia między innymi ciągniki bezzałogowe czy roboty, które są w stanie wykonywać prace samodzielnie.

Korzyści z rolnictwa precyzyjnego

Spośród wielu korzyści płynących z zastosowania rolnictwa precyzyjnego w gospodarstwach rolnych kluczowe znaczenie mają korzyści środowiskowe [Walaszczyk 2012]. Do najważniejszych z nich można zaliczyć m.in.:

- ograniczenie zużycia i środków ochrony roślin – przy zastosowaniu zmiennego dawkowania na podstawie map z zasobnością gleby nawóz mineralny trafia tylko tam, gdzie jest rzeczywiście potrzebny i w odpowiedniej ilości. Zmniejsza to ryzyko przedostawania się do wód azotanów i fosforanów, co zapobiega eutrofizacji zbiorników wodnych;
- redukcję emisji CO₂ oraz ograniczenie degradacji gleb – poprzez zastosowanie prowadzenia równoległego, co skutkuje ograniczeniem zużycia paliwa oraz minimalizuje ilości przejazdów potrzebnych do wykonania zabiegu;
- racjonalne gospodarowanie wodą – systemy monitorowania wilgotności gleby i prognozy pogody pozwalają lepiej planować nawadnianie. Zapewnia to mniejsze zużycie wody, a jednocześnie poprawia efektywność wykorzystania dostępnych jej zasobów.

Korzyści ekonomiczne, jakie możemy osiągnąć stosując technologie rolnictwa precyzyjnego przedstawiono na podstawie analizy przypadku. Obliczenia wykonano na podstawie danych działki rolnej położonej w miejscowości Błonie Małe oraz analizy danych z systemu naprowadzania precyzyjnego firmy John Deere. Obiektem badań było pole o powierzchni 2,74 ha oraz wymiarach 97 m szerokości i 283 m długości. Na obiekcie został wykonany zabieg agrotechniczny broną talerzową o szerokości roboczej wynoszącej 3 m. Zabieg wykonano na dwa sposoby. Pierwsze talerzowanie wykonano tradycyjnie, był to zabieg kontrolny. Drugi wykonano przy wykorzystaniu nawigacji rolniczej z korektą sygnału RTK. Sygnał RTK (Real Time Kinematic) polega na przesyłaniu danych korekcyjnych z pojedynczej stacji fizycznej do odbiornika. Rozwiązanie to sprawdza się, jeśli wykonujemy pomiary w niewielkiej odległości od stacji referencyjnej (optymalnie do 20 km, maksymalnie do 35-40 km [Siejka 2008]). Dane obu zabiegów przedstawiono w tabeli 1. Z analizy danych wynika, że zastosowanie nawigacji z naprowadzaniem satelitarnym RTK pozwoliło zredukować liczbę przejazdów o 8%, co przełożyło się bezpośrednio na oszczędność paliwa. Czas na wykonanie zadania również się zmniejszył, co z kolei pozwoliło zwiększyć efektywność pracy. Mniejsza ilość przejazdów wpływa również na wolniejsze zużycie maszyn, czyli na zmniejszenie kosztów eksploatacji maszyn i poprawę żywotność sprzętu.

Tabela 1. Efektywność zastosowania zabiegu broną talerzową w zależności od systemu prowadzenia

Dokładność prowadzenia	Efektywna szerokość robocza	Zaokrąglona liczba przejazdów
Bez GPS (ok. 25-30 cm błędu)	2,7 m / 2,75 m	36
GPS RTK (dokładność 3 cm)	2,97 m	33

Źródło: badanie własne

Kolejnym przykładem korzyści ekonomicznych wynikających z rolnictwa precyzyjnego może być precyzyjne nawożenie [Wolna 2024]. Kompleksowe narzędzia pozwalają zaplanować nawożenie nawozem NPK 8-24-24 + S, co obrazują rysunki nr 1 i 2.

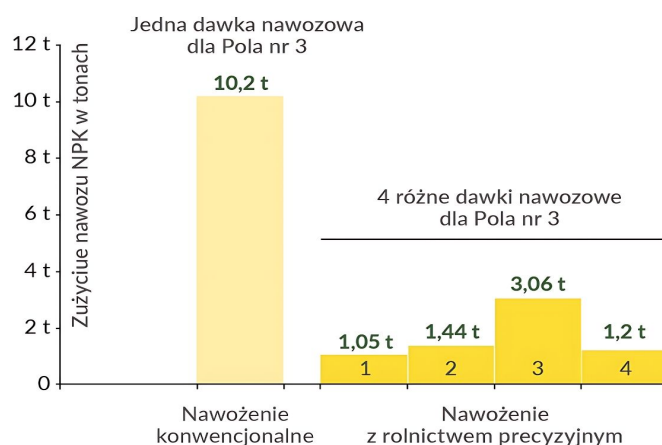
Rysunek 1 przedstawia zróżnicowanie zasobności gleby w fosfor. Analiza mapki pola pozwoliła podzielić działkę na 17 około 3-ha rastrów, do których przypisano 4 strefy nawożenia. Zaplanowano zastosowanie 120 kg, 170 kg i 200 kg NPK na 1 ha w strefach, gdzie zasobność w fosfor jest średnia, niska i bardzo niska, natomiast w strefach o wysokiej i bardzo wysokiej zasobności w fosfor zalecana dawka wyniosła 70 kg/ha NPK. Zabieg miał na celu nie tylko zaspokoić potrzeby pokarmowe rośliny w stosunku do fosforu, jak również wyrównać zawartość fosforu w glebie.



Rysunek 1. Zawartość fosforu na badanym polu

Źródło: <https://osadkowski.pl/blog-agrotechnika/rolnictwo-precyzyjne?srsltid=AfmBOo01DobljplODf8sqoXa463oghrje6sC67LKrHV0ZAr7SMvZlEW>

Rysunek nr 2 obrazuje różnice w zużyciu nawozu na ten sam obszar przy zastosowaniu dwóch metod nawożenia [https://osadkowski.pl/blog-agrotechnika/...]. Pierwsza z nich konwencjonalna, gdzie zużycie nawozu oscylowałoby w granicach 10,2 tony oraz druga wykorzystująca system rozwiązań precyzyjnych, gdzie zużycie wyniosło 6,75 tony. Zastosowanie zmiennego dawkowania pozwoliło zaoszczędzić rolnikowi 3,45 tony nawozu NPK. Przy założeniu, że rolnik zapłacił za jedną tonę 3000 zł, można wyliczyć oszczędność na poziomie około 10350 zł wyłącznie przy wykonaniu jednego zabiegu.



Rysunek 2. Porównanie dawek nawozowych przy zastosowaniu różnych metod nawożenia

Źródło: <https://osadkowski.pl/blog-agrotechnika/rolnictwo-precyzyjne?srsltid=AfmBOo01DobljplODf8sqoXa463oghrje6sC67LKrHV0ZAr7SMvZlEW>

Podsumowanie

W obecnych czasach produkcja dużych ilości dobrych jakościowo płodów rolnych w sposób bezpieczny dla środowiska przyrodniczego stanowi ogromne wyzwanie. Stale rosnące koszty produkcji, niedobory wody i ekstremalne warunki pogodowe to tylko część czynników, z którymi muszą mierzyć się rolnicy. Przedstawione przykłady pochodzące ze źródeł własnych i dostępne w innych opracowaniach potwierdzają, że zastosowanie rolnictwa precyzyjnego przynosi wymierne korzyści zarówno w aspekcie ekonomicznym, jak i środowiskowym. Wykazano m.in. oszczędność nawozów przy zastosowaniu zmiennego dawkowania oraz poprawę efektywności pracy maszyn, co potwierdza zasadność wdrażania i potrzebę dalszego rozwoju rolnictwa precyzyjnego.

Bibliografia

- Chodakowska E., Jarocinski B., *Pobieranie próbek glebowych do badań chemicznych [cd]*, „NIWA Rolnicza. Nowości, Informacje, Wiadomości, Agrobiznes” 1999, 10(12), s. 7-8.
- Chohura P., Kołodziej Ł., *Nowoczesne technologie w diagnostyce potrzeb pokarmowych i aplikacji nawozów w uprawach ogrodniczych*, „Rolnictwo XXI wieku-problemy i wyzwania” 2016, 27, s. 27-39.
- Doruchowski G., *Postęp i nowe koncepcje w rolnictwie precyzyjnym*, „Inżynieria rolnicza” 2008, 12(9 (107), 1, s. 9-31.
- Gabińska C.G., *Kształcenie na rzecz przedsiębiorczości na obszarach wiejskich*, „Przedsiębiorczość-Edukacja” 2012, 8, s. 259-277.
- Gaj R., *Precyzyjne nawożenie roślin uprawnych*, Poznań 2016, ss. 34.

<https://www.agro-siec.pl/rolnictwo-precyzyjne/>, dostęp: 20.05.2025.

- Kasperska R., *Możliwości monitorowania bezpieczeństwa środowiska pracy za pomocą dronów*, „Problemy Profesjologii” 2019, (1), s. 83-90.
- Kulczycki G., *Wpływ precyzyjnego nawożenia fosforem i potasem na zmiany zawartości rozpuszczalnych form tych pierwiastków w glebie*, „Fragmenta Agronomica” 2012, 29(1), s. 70-82.
- Laskowska P. J., *Informatyka w rolnictwie, czyli rolnictwo precyzyjne*, [w:] Materiały pokonferencyjne III Ogólnopolskiej Konferencji Interdyscyplinarnej „Współczesne zastosowania informatyki” (p. 43), 2017, s. 56-64.
- Siejka Z., *Ocena faktycznej dokładności pomiarów GPS-RTK wykonywanych z wykorzystaniem korekcji generowanych przez Małopolski System Pozycjonowania Satelitarne*, „Acta Scientiarum Polonorum. Geodesia et Descriptio Terrarum” 2008, 7(4), s. 15-25.
- Smreczak B., Jadczyżyn J., Ukalska-Jaruga A., Niedźwiecki J., Pindral S., Gregoliński D., Łysiak M., *Mady w podziałach rolniczych i ich wartość użytkowa w Polsce*, „Soil Science Annual” 2024, 75(2), s. 1-17.
- Talarczyk W., Łowiński Ł., *Uprawa pasowa, nawożenie zlokalizowane i siew według zasad rolnictwa precyzyjnego*, „Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna” 2018, (1), s. 8-10.
- Walaszczyk A., *Systemy informacyjne w rolnictwie precyzyjnym. Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*, Opole 2012, s. 875-883.
- Wolna D., *Rolnictwo 4.0 – technologia w służbie rolnictwa precyzyjnego*, osadkowski.pl/blog-agrotechnika/rolnictwo-precyzyjne?srltid=AfmBOoo1DoblIjplODf8sqoXa463oghre6sC67LKrHVZAr7SMvZlEW, dostęp: 20.05.2025.

Stanisław Kosyl

Uniwersytet w Siedlcach, Wydział Nauk Rolniczych
Studenckie Koło Naukowe Agrobiotechnologii

ZAKRES WIEDZY STUDENTÓW WYDZIAŁU NAUK ROLNICZYCH UNIwersYTETU W SIEDLCACH NA TEMAT UPRAW HYDROPONICZNYCH

The scope of knowledge of students of the Faculty of Agricultural Sciences
of the University of Siedlce on hydroponics

Abstract: Nowadays, agricultural production aims to maximize yield, improve its quality, while minimizing costs and labor input. Farmers are interested in modern forms of agriculture, e.g. precision agriculture. Meanwhile, hydroponics is a method of growing plants, including, vegetable or ornamental plants without using soil. Analysis of the obtained results indicates that the knowledge of students of the Faculty of Agricultural Sciences on hydroponics is insufficient. This may be due to the promotion and evolution of conventional agriculture, which is supported by large corporations producing machines and equipment for soil cultivation, factories producing plant protection products and increasingly popular biological preparations.

Keywords: hydroponics, cultivation, knowledge

Wstęp

Hydroponika (hydrokultura) to metoda uprawy roślin (m.in. warzywnych, ozdobnych) bez użycia gleby lub podłoża organicznego. Wysiane nasiona korzenią się w roztworze napowietrzanej wody z dodatkiem ściśle określonych proporcji odpowiednich nawozów. W stabilizacji roślin pomagają materiały mineralne, np. keramzyt, perlit, który zastępuje tradycyjną glebę [Jarosz i Jarosz 2008].

W dobie dynamicznie zmieniającego się klimatu, a także częstych i występujących losowo na różnych obszarach anomalii pogodowych, można dostrzec niepodważalne zalety uprawy hydroponicznej [Komosa 2002]. Najważniejsze korzyści płynące z bezglebowego sposobu uprawy to: oszczędność wody i nawozów, rozwiązanie problemu skażenia wód powierzchniowych, szybszy wzrost roślin, wyższe plony, efektywne wykorzystanie przestrzeni, możliwość prowadzenia produkcji przez cały rok, bez względu na panujący klimat. Dodatkowe zalety, to również, ze względu na prowadzenie upraw

w szklarniach lub innych pomieszczeniach, możliwość precyzyjnej kontroli środowiska (temperatura, wilgotność, oświetlenie) wzrostu roślin, ograniczone ryzyko wystąpienia chorób i szkodników, możliwość uprawy w niekończącej się monokulturze, a także, co istotne – niższe skażenie produktów pestycydami [Oświecimski 1996].

Celem opracowania była próba przedstawienia wiedzy posiadanej przez studentów kierunków rolniczych Uniwersytetu w Siedlcach na temat upraw hydroponicznych.

Materiał i metody

Badanie przeprowadzono metodą ankietową, w oparciu o wystandaryzowany kwestionariusz ankiety [Babbie 2004]. W październiku 2024 r. wśród studentów Wydziału Nauk Rolniczych Uniwersytetu w Siedlcach przeprowadzono anonimową ankietę, liczącą 8 pytań zamkniętych, dotyczących upraw hydroponicznych. Badania były przeprowadzane bezpośrednio.

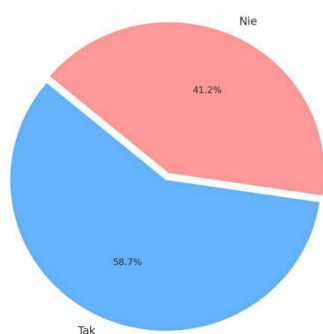
W pracy wykorzystano publikacje z zakresu problematyki przedmiotu oraz dane pochodzące z badań Studenckiego Koła Naukowego Agrobioinżynierii. Opisując analizowane zagadnienie posłużono się metodą tabelaryczno-opisową oraz graficzną.

Wyniki badań

W przeprowadzonej ankiecie wzięło udział 80 studentów z dwóch instytutów Wydziału Nauk Rolniczych: Instytutu Rolnictwa i Ogrodnictwa oraz Instytutu Zootechniki i Rybactwa. Wśród ankietowanych były 33 kobiety, 45 mężczyzn. 2 osoby nie zaznaczyły płci.

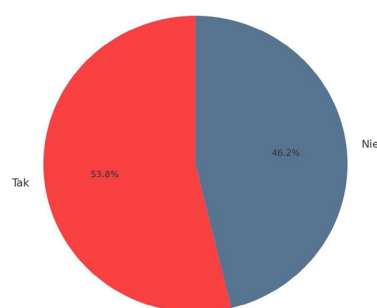
Pierwsze pytanie miało ustalić, czy osoby ankietowane znają znaczenie terminu hydroponika. Niestety, aż 33 osoby z osiemdziesięciu (41,2%) nigdy nie spotkały się z takim pojęciem, pozostałe 47 osób (58,7%) bez problemu potrafiło rozwinąć ten termin (rysunek 1). Spośród ankietowanych, którzy wiedzą, czym jest hydroponika 46,8% stwierdziło, że widzi różnicę w wyglądzie roślin uprawianych hydroponicznie w stosunku do roślin uprawianych tradycyjnie. Natomiast 53,2% nie widzi różnicy w wyglądzie roślin. Niespełna 66,0% tego samego grona nie dostrzega różnicy w zapachu roślin ozdobnych uprawianych hydroponicznie w stosunku do roślin uprawianych tradycyjnie.

Na pytanie „Czy byłabyś/byłbyś w stanie wymienić trzy warzywa uprawiane hydroponicznie?” ponad 44,1% osób wiedzących, czym jest hydroponika odpowiedziało przecząco. Natomiast 53,8% ankietowanych z 26 osób, które stwierdziły, że byłyby w stanie wymienić trzy warzywa uprawiane hydroponicznie, zadeklarowała również, że na co dzień je takie warzywa (rysunek 2). Równo połowa z tych osób nie czuje różnicy w smaku w porównaniu do warzyw uprawianych w gruncie.



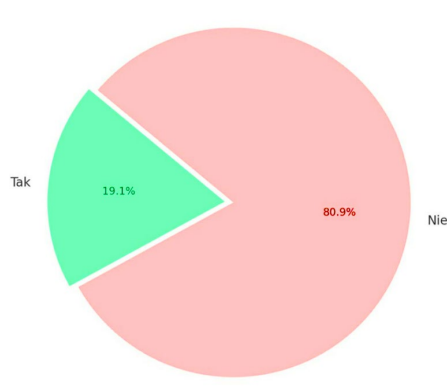
Rysunek 1. Znajomość pojęcia „hydroponika” przez ankietowanych

Źródło: opracowano na podstawie badań ankietowych SKN Agrobioinżynierii



Rysunek 2. Deklaracja obecności w codziennej diecie warzyw uprawianych hydroponicznie przez ankietowanych

Źródło: opracowano na podstawie badań ankietowych SKN Agrobioinżynierii



Rysunek 3. Uprawa roślin hydroponicznych przez ankietowanych

Źródło: opracowano na podstawie badań ankietowych SKN Agrobioinżynierii

Następnie zapytano ankietowanych, tych którzy wiedzieli, czym jest hydroponika, czy kiedykolwiek uprawiali roślinę hydroponicznie lub mają o tym pojęcie. Rysunek 3 przedstawia odpowiedź na to pytanie.

Zaledwie dziewięć osób z czterdziestu siedmiu (19,1%) kiedykolwiek uprawiało roślinę hydroponicznie. Trzydzieści osiem osób (80,9%) nie miało do czynienia z takim sposobem uprawy. Spośród dziewięciu osób, które kiedykolwiek uprawiały roślinę hydroponicznie, aż osiem było zadowolonych z otrzymanego efektu.

Podsumowanie

Posumowując przedstawione wyniki, należy stwierdzić, że wiedza studentów Wydziału Nauk Rolniczych na temat upraw hydroponicznych jest niewystarczająca. Może być to spowodowane nadmierną promocją ewolucji rolnictwa konwencjonalnego, która sprzyja ogromnym koncernom produkującym maszyny i urządzenia do uprawy gleby, fabrykom wytwarzającym środki ochrony roślin oraz stające się coraz bardziej popularne preparaty biologiczne [Wysocka 2014].

Warto byłoby więc pochylić się nad pytaniem: *Czy uprawa hydroponiczna jest zagrożeniem dla upraw konwencjonalnych?* Otóż w przypadku upraw warzywnych jak najbardziej, gdyż mogłaby w znacznym stopniu zastąpić uprawy polowe. Natomiast ta kwestia nie jest już tak oczywista, jeśli chodzi o uprawy wieloletnie owoców miękkich czy produkcję rolniczą w celu wytwarzania pasz treściwych dla zwierząt [Leśkiewicz 2010].

Bibliografia

- Babbie E., *Badania społeczne w praktyce*, Warszawa 2004, s. 272-273.
 Jarosz M., Jarosz Z., *Hydroponika dla każdego*, „Działkowiec” 2008, 01.
 Komosa A., *Podłoża inertne – postęp czy inercja?*, „Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych” 2002, 485, s. 147-167.
 Leśkiewicz K., *Prawna regulacja rolnictwa ekologicznego – próba oceny*, „Przegląd Prawa Rolnego” 2010, 7(2).
 Oświęcimski W., *Aktualne tendencje w wykorzystaniu podłoży nieorganicznych w uprawach pod osłonami*, „Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych” 1996, 429, s. 9-13.
 Wysocka E., *Ewolucja statusu gospodarstwa rolnego i gospodarstwa ekologicznego w prawie polskim i prawie UE*, „Studia Iuridica” 2014, 59, s. 327-355.

Krystian Ćwikliński, David Tepper, Kamil Oleński

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Wydział Bioinżynierii Zwierząt
Studenckie Koło Naukowe Miłośników Genetyki „Helisa”

ANALIZA STANU RÓWNOWAGI GENETYCZNEJ W LOCUS KAPPA-KAZEINY (CSN₃) BYDŁA DOMOWEGO (*BOS TAURUS*) UTRZYMYWANEGO W STACJI DYDAKTYCZNO-BADAWCZEJ UNIwersYTETU WARMIŃSKO-MAZURSKIEGO W OLSZTYNIE W BAŁDACH

Analysis of the genetic equilibrium state in the kappa-casein (CSN₃) gene
in dairy cattle (*Bos taurus*) herd held in the Teaching and Research Station in Baldy
(University of Warmia and Mazury in Olsztyn)

Abstract: Kappa-casein (CSN₃) is known for many years marker of technological suitability of milk in cheese production. Aim of this work was determination of CSN₃ genotype and allele frequencies in dairy cattle herd held in the Teaching and Research Station in Baldy. CSN₃ genotypes of 77 polish holstein-friesian cows were determined by PCR-RFLP method with the use of HinfI restriction enzyme. Genotype and allele frequencies and χ -square test were obtained in MS Office. Frequencies of genotypes and alleles were: 0,16; 0,56; 0,28; 0,44 and 0,56 (for: AA, AB, BB genotypes, A and B alleles, respectively). χ -square test (1,43 for N-1=1) showed that the analysed population is in the Hardy-Weinberg equilibrium state.

Keywords: cattle, milk, kappa-casein

Wstęp

Kazeiny stanowią prawie 80% wszystkich białek w mleku bydła domowego (*Bos taurus*) i pełnią funkcję odżywczą dla potomstwa jako źródło aminokwasów, fosforu i wapnia. Kappa kazeina (CSN₃), a dokładniej jej wariant B, znany jest jako marker lepszej przydatności technologicznej mleka i jest pożądany zwłaszcza w produkcji żółtych serów [Jakob i Puhan 1992; Heck i in. 2009; Kamiński i in. 2023]. Frakcja kappa znacząco wpływa na proces koagulacji, formowanie skrzepu i wydatek sera [Amalfitano i in. 2018]. Informacja o genotypie kappa-kazeiny jest oznaczana w komercyjnych katalogach buhajów od lat 90. XX w., a buhaje z pożądanym genotypem BB promowane są jako „buhaje serowarskie” [Kamiński i Figiel 1993]. Programy hodowlane skupione przede wszystkim na poprawie cech użytkowości mlecznej oraz doskonaleniu cech funkcjonalnych oraz polityka niektórych mleczarni promujących pożądane warianty białek mleka pozytywnie wpłynęły na frekwencję wariantu B w polskiej populacji bydła holsztyńsko-fryzyjskiego [Kamiński i in. 2023].

Celem pracy była analiza frekwencji genotypów i alleli genu kappa-kazeiny u bydła utrzymywanego w Stacji Dydaktyczno-Badawczej Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Bałdach.

Materiały i metody

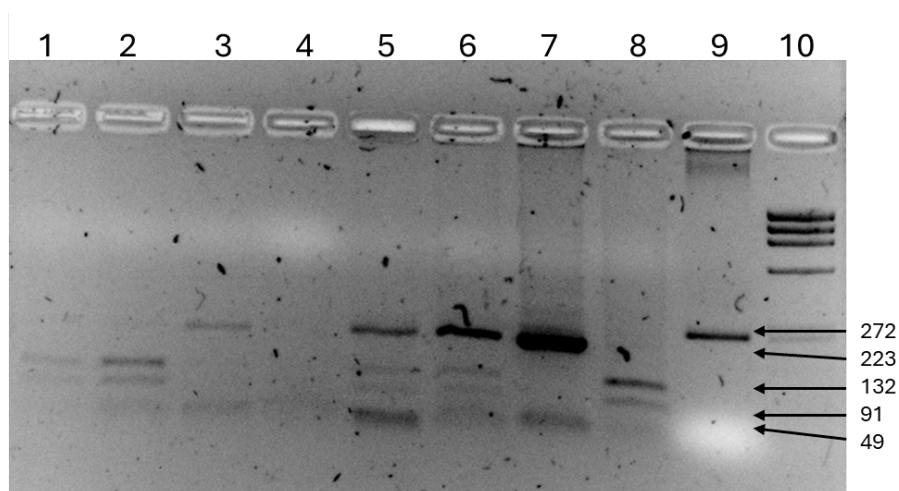
Materiał do badań stanowiło DNA 77 krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej utrzymywanych w Stacji Dydaktyczno-Badawczej Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie w Bałdach. DNA wyizolowano z próbki krwi z użyciem zestawu Epicentre MasterPure DNA Purification Kit (Epicentre, Madison, WI, USA) wg protokołu producenta. Ilość i jakość uzyskanych próbek DNA oceniano spektrofotometrycznie przy użyciu Aparatu NanoDrop1000. Polimorfizm D148A w genie kappa-kazeiny oznaczano metodą PCR-RFLP z wykorzystaniem enzymu restrykcyjnego HinfI (Thermo Fisher Scientific, USA). Obliczenia frekwencji genotypów i alleli oraz test χ -kwadrat wykonano z wykorzystaniem arkusza Excel (MS Office).

Wyniki

Zgenotypowano 77 krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej. Przykładowy elektroforegram przedstawiający uzyskane genotypy zaprezentowano na rycinie 1. W wyniku działania enzymu *HinfI* na amplikon genu *CSN3* o długości 272 pz. uzyskano następujące fragmenty restrykcyjne: 132, 91 i 49 pz. (genotyp AA); 223 i 49 pz. (genotyp BB) oraz 223, 132, 91 i 49 pz. (genotyp AB). Liczba zwierząt charakteryzująca się genotypem AA wynosiła 12, AB – 43 i BB – 22.

Frekwencje genotypów wyniosły odpowiednio: 0,16; 0,56; 0,28 (AA, AB i BB), natomiast frekwencje alleli były równe odpowiednio: 0,44 i 0,56 (A i B). Sumaryczne wyniki przedstawiono w tabeli 1.

W teście zgodności χ -kwadrat uzyskano wartość 1,43, co wskazuje, że badana populacja znajduje się w stanie równowagi genetycznej dla tego *locus* (tabela 2).



Rycina 1. Genotypowanie genu kappa-kazeiny metodą PCR-RFLP

Ścieżki 1, 2, 8 - genotyp AA; 3, 5, 6 - AB; 7 - BB; 4 - genotyp nieczytelny; 9 - kontrola; 10 - marker molekularny Φ X174/*HaeIII*

Źródło: opracowanie własne

Tabela 1. Frekwencje genotypów i alleli kappa-kazeiny

	<i>Genotyp</i>			<i>Suma</i>
	AA	AB	BB	
Liczba osobników	12	43	22	77
Frekwencja genotypów	0,16	0,56	0,28	1,00
	<i>Allel</i>		<i>Suma</i>	
	A	B		
Całkowita liczba alleli	67	87	154	
Frekwencja alleli	0,44	0,56	1,00	

Źródło: opracowanie własne

Tabela 2. Wartość testu zgodności χ -kwadrat dla analizowanej populacji

<i>Test χ-kwadrat</i>	<i>Genotypy</i>			<i>Suma</i>
	AA	AB	BB	
O (obserwowane)	12	43	22	77
E (oczekiwane)	14,91	37,95	24,14	77
O-E	-2,91	5,05	-2,14	
(O-E) ²	8,47	25,50	4,58	
(O-E) ² /E	0,57	0,67	0,19	1,43

Źródło: opracowanie własne

Dyskusja i wnioski

Kappa-kazeina jest białkiem mleka o szczególnym znaczeniu z punktu widzenia przetwórstwa mleka, szczególnie twarogów i serów twardych [Gaca i in. 2021]. Mleko pozyskiwane od zwierząt z genotypem BB istotnie poprawia wydajność produkcji sera. Różnica sięga nawet 18% ilości mleka potrzebnej do uzyskania 1 kg sera [Zambrano-Burbano i in. 2010]. Frekwencja allelu B zależy przede wszystkim od rasy i programu hodowlanego, który może spowodować znaczne zmiany we frekwencji alleli genów, które nie są bezpośrednio związane z cechami objętymi selekcją i może prowadzić do zaniku niektórych wariantów, które mogą po latach okazać się wartościowe. Monitorowanie zmian frekwencji alleli wybranych genów wydaje się być konieczne, aby uniknąć zmniejszenia różnorodności genetycznej i zachować właściwą jakość surowca dla przemysłu mleczarskiego.

Uzyskane wyniki genotypowania kappa-kazeiny w stadzie utrzymywanym w Stacji Dydaktyczno-Badawczej Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie w Bałdach wskazują na wysoką frekwencję allelu B – 0,56, jednak nie jest to odosobniony przypadek – frekwencja allelu B systematycznie wzrasta od 0,19 na początku lat 90. XX wieku do 0,63 w roku 2021 [Kamiński i in. 2023]. Dla porównania średnia frekwencja allelu B we Francji wynosi 0,57 [Sanchez i in. 2020], w Chile – 0,4 [Levicoy i in. 2023], a w regionie Gümüşhane w Turcji 0,57 [Findik i Özdemir 2022], jednak brakuje prac wskazujących na średnie frekwencje allelu B w różnych krajach – zwykle dostępne są dane o frekwencjach w wybranych stadach lub regionach.

Badana populacja znajduje się w stanie równowagi genetycznej według prawa Hardy’ego-Weinberga w tym *locus* (χ -kwadrat = 1,43), co znaczy, że prowadzony program hodowlany nie wpływa niekorzystnie na frekwencję tego wariantu. Należałoby jednak systematycznie kontrolować frekwencję allelu B, aby w dalszej perspektywie zwiększać frekwencję homozygot BB w populacji.

Bibliografia

- Amalfitano N., Cipolat-Gotet C., Cecchinato A., Malacarne M., Summer A., Bittante G., *Milk protein fractions strongly affect the patterns of coagulation, curd firming, and syneresis*, „Journal of Dairy Science” 2018, nr 102, s. 2903–2917. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15524>.
- Findik I., Özdemir M., *Genetic polymorphism of Pit-1 and CSN3 genes in Holstein calves and its associations with calf birth weight*, „Archives Animal Breeding” 2022, nr 65, s. 285–292. <https://doi.org/10.5194/aab-65-285-2022>.
- Gaca K., Gozdek M., Kamola D., *Kappa-kazeina niedoceniane białko mleka*, „Hodowla i chów bydła” 2021, nr 03.
- Heck J.M.L., Schennink A., van Valenberg H.J.F., Bovenhuis H., Visker M.H.P., J. A. van Arendonk M., van Hooijdonk A.C.M., *Effects of milk protein variants on the protein composition of bovine milk*, „Journal of Dairy Science” 2009, nr 92, s. 1192–1202. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1208>.
- Jakob E., Puhani Z., *Technological properties of milk as influenced by genetic polymorphism of milk proteins - a review*, „International Dairy Journal” 1992, nr 2, s. 157–178. [https://doi.org/10.1016/0958-6946\(92\)90014-D](https://doi.org/10.1016/0958-6946(92)90014-D).
- Kamiński S., Figiel I., *Kappa-casein genotyping of Polish Black-and-White x Holstein-Friesian bulls by polymerase chain reaction*, „Genetica Polonica” 1993, nr 34(1), s. 65–72.
- Kamiński S., Zabołewicz T., Oleński K., Babuchowski A., *Long-term changes in the frequency of beta-casein, kappa-casein and beta-lactoglobulin alleles in Polish Holstein-Friesian dairy cattle*, „Journal of Animal and Feed Sciences” 2023, nr 32(2), s. 205–210. <https://doi.org/10.22358/jafs/157531/2023>.
- Levicoy D., de la Barra R., Carvajal A.M., *Frequency distribution of polymorphisms on κ -casein and DGAT1 genes in dairy cattle used in Chilean milk production*, „Australian Journal of Veterinary Sciences” 2023, nr 55(2), s. 124–130, <http://dx.doi.org/10.4067/So719-81322023000200124>.
- Sanchez M.P., Fritz S., Patry C., Delacroix-Buchet A., Boichard D., *Frequencies of milk protein variants and haplotypes estimated from genotypes of more than 1 million bulls and cows of 12 French cattle breeds*, „Journal of Dairy Science” 2020, nr 103, s. 9124–9141, <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18492>.
- Zambrano-Burbano G.L., Cabrera Y.M.E., Portilla C.E.S., Galindo C.Y.R., *Kappa casein genotypes and curd yield in Holstein cows*, „Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias” 2010, s. 422–428.

Katarzyna Balukiewicz, Olimpia Flatres, Katarzyna Ząbek

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Wydział Bioinżynierii Zwierząt
Studenckie Koło Naukowe Hodowców Owiec i Kóz „Chimera”

WPŁYW RÓŻNEJ ZAWARTOŚCI CYNAMONU W MIESZANCE NA JEJ POBRANIE PRZEZ KOZY I KONIE

The influence of different cinnamon content in the mixture
on its uptake by goats and horses

Abstract: Cinnamon is extracted from the bark of the cinnamon tree (*Cinnamomum*) and is currently used mainly for digestive ailments, and the oil is used to treat flu, colds, respiratory infections and to fight parasites. In addition, cinnamon is considered to be the strongest natural antiseptic. The aim of the study was to investigate the taste preferences of goats and horses regarding different amounts of cinnamon added to concentrated feed. The experimental material consisted of feed mixtures (ground oats) with added cinnamon: A – 0g, B – 1.1/14g, C – 2.2/28g, which were given to 6 Polish Cold-Blooded Horses of the Sztum type (average body weight 700kg) and 6 goats (53.5kg). The results of the conducted research showed that both species of animals prefer feed without added cinnamon, and also that goats are more willing to eat varied feed than horses.

Keywords: cinnamon, goats, horses, herbs, feed additives, taste preferences

Wstęp

Cynamon jest przyprawą pozyskiwaną z kory cynamonowca (*Cinnamomum*), drzewa lub krzewu, który słynie z tego, że nigdy nie traci swojego zielonego koloru i należy do rodziny wawrzynowatych [Kaławaj i Lemieszek 2015]. Dostępne dowody z badań *in vitro* i *in vivo* sugerują, że cynamon ma właściwości przeciwbakteryjne, przeciwpasożytnicze, przeciwutleniające i wyłapujące wolne rodniki. Ponadto związki zawarte w cynamonie obniżają poziom glukozy we krwi, poziom cholesterolu w surowicy i ciśnienie krwi, sugerując korzystne działanie na układ sercowo-naczyniowy [Ranasinghe i in. 2013].

Celem pracy było zbadanie preferencji smakowych występujących u kóz i koni dotyczących różnej procentowej ilości cynamonu dodanego do paszy treściwej.

Materiał i metody

Materiał badawczy stanowiło 6 kóz płci żeńskiej, których średnia masa ciała wynosiła 53,5 kg oraz 6 Polskich Koni Zimnokrwistych w typie Sztumskim o średniej masie ciała 700 kg. Badania trwały łącznie 14 dni (7 dni u kóz i 7 dni u koni) i były prowadzone raz dziennie w okresie zimowym.

Materiał do badań stanowił zmielony owies (forma sypka), który był podawany w jednakowych wiadrach opisanych A (grupa 0), B (grupa A%) i C (grupa B%). W przypadku koni zastosowano 3 dawki składające się z mielonego owsa (700g) oraz: A – bez udziału cynamonu; B – z udziałem 14g cynamonu oraz C z udziałem 28g cynamonu. Kozy otrzymały odpowiednio mniejszą ilość owsa – 215g: A – bez udziału cynamonu; B – z udziałem 1,1g cynamonu oraz C – z udziałem 2,2g cynamonu.

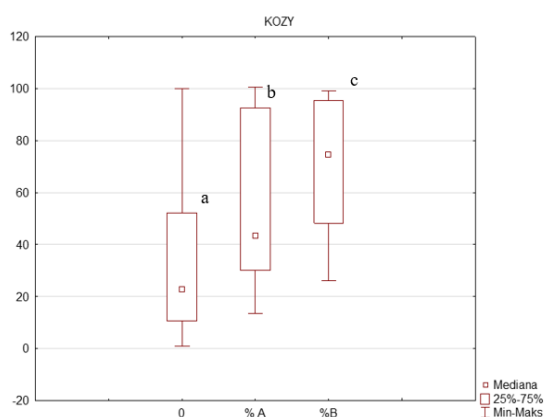
Zwierzęta doświadczalne zostały odłączone od stada na czas badania i miały swobodny dostęp do wiader przez 3 minuty, następnie wyjmowano i ważono niewyjady. Codziennie zmieniano kolejność ustawienia prób, aby uniknąć przyzwyczajenia się zwierząt do określonej procentowej zawartości dodatku. Smakowitość mieszanki badano za pomocą testu preferencji oraz metodą wolnego wyboru. Wyniki zestawiono w programie Microsoft Excel oraz Statistica 13.0. Przeprowadzono test normalności rozkładu, w tym celu użyto testów normalności K-S i Lillieforsa oraz test W Shapiro-Wilka. Analizowane parametry nie posiadały rozkładu zgodnego z normalnym, dlatego dalszą analizę przepro-

wadzono poprzez porównanie dwóch/wielu prób niezależnych, a jej wyniki zweryfikowano na poziomie istotności $p \leq 0,05$.

Wyniki i dyskusja

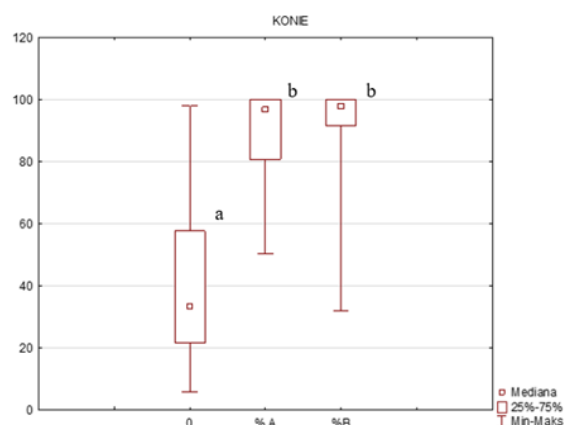
Wykres 1 przedstawia ilość pozostawionych niewyjadów przez kozy w zależności od rodzaju podawanej paszy. Najmniej niewyjadów zostało z paszy bez dodatku cynamonu, następnie z mieszanki A oraz najwięcej z mieszanki B. Różnice pomiędzy grupami okazały się statystycznie istotne.

Wykres 2 przedstawia ilość pozostawionych niewyjadów przez konie w zależności od rodzaju podawanej paszy. Najmniej niewyjadów zostało z paszy bez dodatku cynamonu. Mieszanki A i B zostały spożyte w podobnych ilościach, a ilość niewyjadów różniła się jedynie o 2,82% i różnice te nie były statystycznie istotne.



Wykres 1. Ilości niewyjadów pozostawionych w zależności od rodzaju paszy przez kozy. a, b, c - $p \leq 0,05$

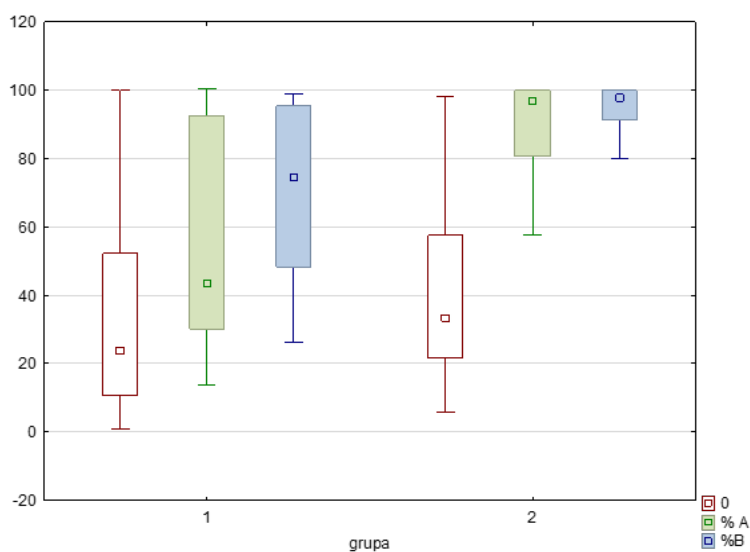
Źródło: opracowanie własne



Wykres 2. Ilości pozostawionych niewyjadów w zależności od rodzaju paszy przez konie a, b - $p \leq 0,05$

Źródło: opracowanie własne

Na wykresie 3 porównano ilości niewyjadów w zależności od paszy. Zarówno kozy, jak i konie pozostawiły najmniejszą ilość niewyjadów owsa bez dodatku cynamonu. Pasza A była chętniej spożywana przez kozy niż przez konie. Analizując trzecią grupę była ona najmniej chętnie spożywana przez oba gatunki, jednak kozy, tak jak w przypadku paszy A, zostawiły mniej niewyjadów niż konie.



Wykres 3. Porównanie ilości pozostawionych niewyjadów w zależności od paszy przez obie grupy zwierząt

Źródło: opracowanie własne

W dostępnej literaturze nie ma licznych opracowań wyników badań dotyczących preferencji smakowych zwierząt wobec cynamonu z wyjątkiem drobiu. Jednak kilka badań wykazuje pozytywny wpływ dodatku mieszanek ziół zawierających cynamon do pasz stosowanych w żywieniu zwierząt. Klebaniuk i in. [2014] zbadali efekt dodatku mieszanek ziołowych zawierających w składzie ziele tymianku, jeżówki, oregano i cynamon, dla krów zasuszonych i uzyskali pozytywny efekt na skład siary. W pierwszych godzinach po wycieleniu poziom immunoglobulin w sianie u krów otrzymujących mieszanki ziołowe był najwyższy. Dodatkowo dodatek mieszanek ziołowych dla cieląt wpłynął korzystnie na ich przyrosty masy ciała, wykorzystanie paszy oraz ograniczenie występowania objawów chorobowych np. biegunek. Dodatkowo badania Osman i Soliman [2016] wykazały, że dodatek czosnku, cynamonu i mięty pieprzowej w diecie przeżuwaczy zmniejszały produkcję gazów i poprawiały strawność zwierząt. Okoruwa i Bamigboye [2022] wykazali, że zastosowanie 2% cynamonu w proszku jako dodatek do diety zawierającej 22% kolb kukurydzy i 19% pulpy/skórki trzciny cukrowej poprawiło wydajność kóz. Salisu i in. [2024] udowodnili, że suplementacja cynamonu w diecie kozłów Yankasa istotnie poprawia ich profil hematologiczny. Badania Kholif i in. [2012] wykazały, że dodatek olejku eterycznego z cynamonu do dawek pokarmowych kóz w okresie laktacji miał korzystny wpływ na wydajność mleczną i białko mleka, a tym samym zwiększał zawartość zdrowych kwasów tłuszczowych (CLA i Omega 3) w mleku.

Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że oba gatunki preferują pasze bez dodatku cynamonu. Podczas stosowania tego zioła należy zwrócić uwagę na odpowiednią ilość dodanej do mieszanki, ponieważ jego zbyt wysoki udział może przyczynić się do niechętnego pobierania mieszanki przez zwierzęta. Istotny jest również fakt, że biorąc pod uwagę całokształt pobierania paszy z dodatkiem cynamonu przez obie grupy zwierząt, kozy wykazały się większą skłonnością do zjadania urozmaiconej paszy niż konie, które okazały się być mniej obojętne na obecność dodatku w paszy.

Wnioski:

1. Brak dodatku cynamonu w paszy wpływa na jej lepsze pobranie przez oba gatunki.
2. Oba gatunki chętniej pobierają paszę zawierającą jak najmniejszy udział dodatku cynamonu w paszy.
3. Kozy chętniej zjadają urozmaiconą paszę niż konie.

Bibliografia

- Kaławaj K., Lemieszek M.K., *Prozdrowotne właściwości cynamonu*, „Medycyna Ogólna i Nauki o Zdrowiu” 2015, 21, s. 328-331.
- Kholif S.M., Morsy T.A., Abdo M.M., Matloup O.H., El-Ella A.A., *Effect of supplementing lactating goats rations with garlic, cinnamon or ginger oils on milk yield, milk composition and milk fatty acids profile*, „Journal of Life Science” 2012, 4, s. 27-34.
- Klebaniuk R., Grela E.R., Kowalczyk-Vasilev E., Olcha M., Gózdź J., *Efektywność stosowania mieszanek ziołowych w ekologicznym chowie bydła*, „Wiadomości Zootechniczne” 2014, 3, s. 56-63.
- Osman A., Soliman S., *Nutritional studies on the use of garlic, cinnamon and peppermint in sheep nutrition and their impact on gas production and digestibility*, „Journal of Animal, Poultry and Fish Production” 2016, 5, s. 1-7.
- Okoruwa M.I., Bamigboye F.O., *Effect of cinnamon powder supplementation with diets containing maize cobs and sugarcane pulps/peels on in-vitro methane emission and performance of goats*, „The Journal of Solid Waste Technology and Management” 2022, 48, s. 262-269.
- Ranasinghe P., Pigera S., Premakumara G.A.S., Galappaththy P., Constantine G.R., Katulanda P., *Medicinal properties of 'true' cinnamon (Cinnamomum zeylanicum): a systematic review*, „BMC Complementary and Alternative Medicine” 2013, 13, s. 275.
- Salisu U.S., Garba M.G., Murtala U., Gaddafi S., *Effect of cinnamon powder supplements on growth performance of Yankasa Rams*, „Nigerian Journal of Animal Production” 2024, 7, s. 1773-1776.

Klaudia Gębicka

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Wydział Nauk Społecznych
 Studenckie Koło Naukowe Entomologów „PASIKONIK”

OWADY JAKO NARZĘDZIE WSPOMAGAJĄCE DOBROSTAN SENIORÓW

Insects as a tool to support the well-being of seniors

Abstract: Ecotherapies are used, among other things, for relaxation and energizing purposes. Contact with nature has a positive effect on well-being and activation. We distinguish horticultural therapy, or garden therapy, which can increase the level of dopamine in the brain. There is also zootherapy, in which animals can help, for example, through companionship, being together, which is especially important in the case of lonely elderly people. In addition, caring for an animal can help maintain the ability to maintain relationships with others and a sense of meaning and effectiveness. And what if an insect appeared in this place, additionally enclosed in a cage resembling a garden? The aim of this work is to propose a new solution in caring for the well-being of seniors.

Keywords: well-being, seniors, ecotherapy

Wstęp i cel pracy

Ekoterapię rozumiemy jako terapeutyczne oddziaływanie środowiska naturalnego na człowieka. Wyróżniamy cztery aspekty ekoterapii. Pierwszy z nich to aspekt organiczny, który jest dostarczaniem naszemu organizmowi żywności i środków leczniczych przez przyrodę. Dotyczy on żywienia ekologicznego, fitoterapii, czyli oddziaływania leczniczego roślin, szczególnie ziół i owoców runa leśnego i mykoterapii, czyli prozdrowotnego oddziaływania grzybów. Drugim jest aspekt relaksacyjno-energetyzujący. Jego głównym założeniem jest to, że kontakt z przyrodą ma działanie od stresowujące relaksacyjne, dostarcza energii i aktywizuje. Szczególne znaczenie ma tutaj wpływ postrzegania naturalnej zieleni oraz korzystna dla ludzkiego mózgu jonizacja powietrza (przewaga jonów ujemnych) na terenach zielonych i w lasach. Tak zwana „aktywność na świeżym powietrzu” pozwala na relaks i dotlenienie mózgu. Aspekt trzeci wiąże się z doznaniem estetycznymi. Poprzez kontakt z przyrodą człowiek doświadcza eustresu, czyli stresu działającego mobilizująco i rozwijająco duchowo, czyli tak zwanego „pozytywnego stresu”. Czwartym aspektem jest przeżycie intelektualne, które związane jest z poznawaniem przyrody. Zainteresowanie harmonią tkwiącą w przyrodzie i jej logiką zaspokaja w człowieku potrzebę ładu i pozwala na zrozumienie świata. Daje mu to poczucie sensu wynikające z bycia integralną częścią tego świata [Kopczyński 2019].

W niniejszej pracy najważniejszy i wart podkreślenia jest aspekt relaksacyjno-energetyzujący. Zagłębiając się w różnego rodzaju terapie, mające relaksacyjny wpływ na człowieka, możemy znaleźć informacje na temat hortiterapii, czyli terapii, która nie jest terapią *sensu stricte*. Żaden lekarz nie przepisze recepty na tę formę terapii. Jest to terapia poprzez ogrodnictwo. Wspomaga ona leczenie i powrót do dobrego samopoczucia [Stachowicz 2022]. Hortiterapia dzieli się na dwie formy: bierną, skupiającą się na spacerowaniu, przebywaniu wśród roślin, oglądaniu ich, wężaniu, a nawet dotykaniu; oraz czynną, będącą aktywnym udziałem człowieka w różnego rodzaju pracach ogrodniczych [Stachowicz 2022]. Przebywanie na łonie natury, opiekowanie się ogrodem, zbieranie warzyw i owoców powoduje uwalnianie przez mózg dopaminy, czyli tzw. hormonu szczęścia. Jest to substancja odpowiedzialna m.in. za dobre samopoczucie i koncentrację. W badaniach prowadzonych na grupie ochotników w wieku około 55 lat, przeprowadzonych w latach 2006-2009, badani uprawiający ogród przez 7 dni, w porównaniu z osobami, które w tym czasie nie uprawiały ogrodu, odczuwali mniejsze

zmęczenie i mniejsze przygnębienie, a ponadto wyższą samoocenę oraz zmniejszone napięcie emocjonalne [Stachowicz 2022].

Wymieniając terapie, które skoncentrowane są na otaczającej nas naturze, nie można zapomnieć o zooterapii. Jej najpopularniejszą formą jest dogoterapia wspomagająca leczenie poprzez kontakt chorego z psem terapeutą [Jagielski i in. 2014]. Według ekologicznie zorientowanych pracowników socjalnych część problemów, z którymi zgłaszają się klienci, wynika z „wykorzenienia ze świata przyrody”, braku kontaktu ze środowiskiem, które było nieoderwalną częścią życia gatunku ludzkiego przez większość jego trwania na świecie. Jest to szczególnie istotne, kiedy relacje międzyludzkie są niepełne, ułomne, nietrwałe lub po prostu ich nie ma. Zwierzęta mogą pomagać czy leczyć poprzez towarzyszenie, wspólne bycie oraz zapewnianie bezpieczeństwa, szczególnie w przypadku osób starszych i niepełnosprawnych [Turner 1996]. Jako pierwsze, w sposób usystematyzowany, włączyły świat przyrody w pracę socjalną Germain i Gitterman [1980]. W swojej głośnej książce *The Life Model of Social Work Practice* pisały: „(...) pracownik socjalny często wykorzystuje zwierzęta i rośliny do wzbogacenia życia klientów, którzy są wyizolowani lub samotni. Opieka nad zwierzęciem domowym lub rośliną może zachować zdolność do utrzymywania relacji z innymi oraz poczucie sensu oraz skuteczności. Na przykład ptak lub roślina, które wymagają opieki i reagują na poświęcaną im uwagę i zainteresowanie, mogą dać radość i poczucie przynależności osobie starszej lub niepełnosprawnemu dziecku. Psy domowe, które otrzymali chorzy psychicznie jako zwierzęta do towarzystwa, okazały się w wielu przypadkach skuteczne w poprawie funkcjonowania chorych, podczas gdy konwencjonalna terapia zawiodła”. Zwolennicy podejścia ekologicznego rozwijali metody dopasowywania klientów do ich otoczenia społecznego i przyrodniczego, wykorzystując różne zwierzęta (psy, konie, króliki, koty itp.), a także rośliny (w formie hortiterapii) [Ornacka i in. 2013].

W wyniku przeglądu literatury dotyczącej terapii wykorzystujących przyrodę, w tym rośliny i żywe stworzenia, zrodził się pomysł wykorzystania owadów w dbaniu o samopoczucie. Grupą docelową byli seniorzy, którzy w przytoczonych badaniach opiekowali się ogrodami. Ci z nich, którzy z jakichś powodów nie mogli lub nie chcą mieć zwierzęcia, mogliby zająć się stawonogami mieszkającymi w terrariach. Przykładem mogłyby tu być liście, które hodowane w klatce dostarczyłyby opiekunowi poczucia, że jest potrzebny, poczucia sprawczości, że dzięki niemu mają się dobrze, a przy okazji udekorowana roślinnością klatka mogłaby imitować swego rodzaju mini ogródek, który, jak już zaznaczono, może zwiększać poziom dopaminy, wpływającej na dobre samopoczucie.

Celem pracy było zaproponowanie nowego rodzaju aktywności, która mogłaby być przydatna w dbaniu o dobrostan seniorów. Postawiono następujące pytania badawcze:

- 1) Czy opieka nad stawonogami może mieć pozytywny wpływ na samopoczucie seniorów?
- 2) Jakie komponenty składają się na podniesienie subiektywnie odczuwanego samopoczucia poprzez opiekę nad żywym stworzeniem?

Na podstawie pytań badawczych i przeglądu literatury postawiono dwie hipotezy. Pierwsza z nich mówi, że „opieka nad stawonogami ma pozytywny wpływ na subiektywnie odczuwane samopoczucie seniorów”, natomiast druga głosi, że „poczucie bycia potrzebnym oraz poczucie sprawczości w opiece nad żywym stworzeniem są komponentami składającymi się na podniesienie subiektywnie odczuwanego samopoczucia”.

Metoda

W celu zweryfikowania hipotez badawczych przeprowadzono wywiady z osobami opiekującymi się stawonogami. W tej grupie nie udało się znaleźć osób starszych, przez co zdecydowano się na wywiady z młodszymi osobami hodującymi stawonogi. Celem było zrozumienie, co daje im ta pasja i jakie są jej wyzwania. W odniesieniu do seniorów badania dotyczyły opieki nad najpopularniejszymi

pupilami, czyli psem i kotem, przy czym celem było zrozumienie wpływu opieki nad zwierzęciem na ich codzienne życie i samopoczucie. Obie grupy porównano pod względem korzyści i przeciwności wynikających z opieki nad żywym stworzeniem.

Wyniki

Poniżej znajdują się najczęstsze odpowiedzi uczestników na zadane w wywiadach pytania:

1. *Co czujesz, kiedy zajmujesz się swoimi podopiecznymi?*

Spokój i skupienie – to dla mnie jak medytacja. Satysfakcję, że potrafię stworzyć im dobre warunki. Ciekawość – ciągle uczę się czegoś nowego.

2. *Czy ta pasja daje Ci poczucie odpowiedzialności lub sensu?*

Tak, bo wiem, że ode mnie zależy ich życie. Czuję się potrzebny/a – to daje mi cel. Mam poczucie, że robię coś nietypowego i wartościowego.

3. *Jakie trudności napotykasz podczas hodowli?*

Brak zrozumienia ze strony rodziny. Trudność w zdobywaniu odpowiedniego pokarmu. Stres, gdy coś jest nie tak ze zdrowiem zwierzęcia.

4. *Czy uważasz, że taka opieka mogłaby przynieść korzyści seniorom? Dlaczego?*

Tak – to spokojne zwierzęta, nie wymagają dużo ruchu. Obserwacja może być relaksująca, wręcz terapeutyczna. Budują rutynę i poczucie odpowiedzialności.

Starsze osoby biorące udział w wywiadzie twierdziły, że opiekują się psem lub/i kotem.

1. *Co daje Ci codzienna opieka nad nim – emocjonalnie i fizycznie?*

Czuję, że nie jestem sama. Zmusza mnie do ruchu, nawet jak nie mam siły. Daje mi miłość i radość, codziennie się uśmiecham.

2. *Czy czujesz, że dzięki opiece nad zwierzęciem jesteś bardziej aktywna/y lub potrzebna/y?*

Tak – muszę wstać, wyjść na spacer, ugotować coś dla psa. Zwierzę potrzebuje mnie, a to dodaje sensu. Czasem trudniej, ale wiem, że nie mogę się poddać.

3. *Jak wygląda Twój dzień w związku z opieką nad pupilem?*

Poranny spacer, karmienie, czesanie, zabawa. Czasem siedzimy razem godzinami – kot lubi towarzystwo. Sprawdzam, czy wszystko z nim w porządku – to część mojej rutyny.

4. *Z jakimi trudnościami się mierzysz, mając pod opieką zwierzę?*

Trudności zdrowotne – czasem ciężko wyjść na spacer. Koszty weterynarza. Gdy choruję, trudno znaleźć zastępstwo.

5. *Czy uważasz, że opieka nad mniejszym, mniej wymagającym stworzeniem – jak owad – mogłaby dawać podobne poczucie sensu?*

Może tak – gdybym nie mogła już mieć psa, może bym spróbowała. Nie wiem – owady mnie trochę przerażają, ale może się przekonam. Może – jeśli nie wymaga to biegania i dźwigania, a daje radość.

Wnioski

Zarówno młode osoby hodujące owady, jak i seniorzy opiekujący się psami i kotami, zgodnie wskazują, że kontakt ze zwierzęciem daje im poczucie odpowiedzialności, celu oraz bycia potrzebnym. To właśnie te elementy – sprawczość i sens – stanowią kluczowe komponenty pozytywnego

samopoczucia psychicznego, zwłaszcza w kontekście samotności czy ograniczonej aktywności osób starszych. Choć owady i stawonogi nie są typowymi „zwierzętami domowymi”, mają szereg cech czyniących je odpowiednimi dla osób starszych: są stosunkowo ciche, nie wymagają intensywnej aktywności fizycznej, opieka nad nimi może być rytmiczna i spokojna, zapewniają okazję do obserwacji i kontemplacji, co sprzyja relaksowi. Dodatkowo, odpowiednio urządzone terrarium może pełnić funkcję miniaturowego ogrodu, wzbogacając otoczenie i działając stymulująco sensorycznie.

Artykuł pokazuje, że ekoterapia, hortiterapia i zooterapia są skutecznymi formami wspierania dobrostanu psychicznego. Jeśli przebywanie w ogrodzie poprawia nastrój i zmniejsza napięcie, a kontakt z psem wzmacnia więzi emocjonalne, to opieka nad stawonogiem – łącząca element „żywego stworzenia” i „ogrodu” – może stanowić hybrydę tych form terapeutycznych. Hodowla stawonogów może być z powodzeniem realizowana zarówno w prywatnych mieszkaniach, jak i w domach opieki, dziennych centrach seniora czy ośrodkach wsparcia. Może stać się częścią codziennej rutyny lub aktywnością warsztatową – niskokosztową, ale angażującą.

W wywiadach pojawił się głos, że seniorzy mogą mieć uprzedzenia wobec owadów. Jednak młodzi hodowcy wskazują na potencjał edukacyjny i terapeutyczny tej formy opieki. Przy odpowiednim wprowadzeniu, pokazaniu wartości i estetyki tych stworzeń, można pomóc seniorom odkryć nową pasję lub formę codziennego towarzystwa. Warto więc zainteresować się wykorzystaniem opieki nad stawonogami jako nowatorską, prostą i skuteczną formą wspierania dobrostanu seniorów. To połączenie zalet ekoterapii, zooterapii i hortiterapii w skali mikro – dostępnej, ciekawej i dostosowanej do możliwości osób starszych.

Bibliografia

- Germain C.B., Gitterman A. *The Life Model of Social Work Practice*, New York 1980.
- Jagielski D., Jagielska A., Pyszora A., *Dogoterapia - historia, założenia, cele. Propozycja zastosowania w opiece paliatywnej*, „Med Paliat Prakt” 2014, 8(4), 163-167.
- Kopczyński K., *Ekoterapia jako forma wspomagania i aktywizacji seniorów*, [w:] *Starość w nurcie życia*, Łódź 2019.
- Ornacka K., Żuraw K., Miś Ł., *Zooterapia jako innowacyjna metoda pracy socjalnej wspierająca jakość życia seniorów*, „Zeszyty Pracy Socjalnej” 2013, 18, 3.
- Stachowicz K., *Pozytywny wpływ ogrodnictwa na psychikę – czyli kilka słów o tym, co to jest hortiterapia*, „Wszechświat” 2022, 123(7-9), s. 251-255.
- Turner F.J., *Social Work Treatment. Interlocking Theoretical Approaches*, New York 1996.

Amelia Czerwińska, Sandra Machacińska, Katarzyna Ząbek

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Wydział Bioinżynierii Zwierząt
Studenckie Koło Naukowe Hodowców Owiec i Kóz „Chimera”

RODZAJ KULTURY BAKTERYJNEJ A ZMIANY KWASOWOŚCI SERA TWAROGOWEGO W CZASIE PRZECHOWYWANIA

The type of starter culture and the pH of the curd cheese during storage time

Abstract: The aim of this study was to evaluate the effect of different starter cultures on the changes in active and titratable acidity of goat curd cheese during 14 days of refrigerated storage. Two types of bacterial cultures were used: MCF and MSY. The analysis was conducted on days 0, 3, 7, 10, and 14. The results demonstrated a significant influence of both the type of starter culture and storage time on pH and titratable acidity. In the early phase of storage (up to day 7), a decrease in pH was observed in both groups. From day 10 onwards, pH in the MCF group began to rise. Titratable acidity increased sharply up to day 3, followed by stabilization, with greater fluctuations observed in the MCF group. Cheese made with the MSY culture exhibited greater stability

in titratable acidity throughout the storage period. The findings suggest that the selection of an appropriate starter culture—particularly MSY—can improve the quality and storage stability of goat milk curd cheese, which is relevant from both technological and economic perspectives.

Keywords: curd cheese, goat milk, starter culture, active acidity, titratable acidity, storage

Wstęp

W krajach europejskich mleko kozie oraz jego produkty są dość popularne, jednak w Polsce grono odbiorców jest wciąż małe. Dzięki modzie na ekologię, zdrowe odżywianie oraz agroturystykę produkty z mleka koziego zdobywają coraz większą popularność. Największym zainteresowaniem i rozpoznawalnością wśród produktów na bazie mleka koziego cieszą się sery. Pomiędzy mlekiem krowim a kozim w serowarstwie jest dość duża różnica, wynikająca z różnic w składzie chemicznym.

Głównym problemem w produkcji serów z mleka koziego jest słaba zwięźłość skrzepu, specyficzny dla tego rodzaju produktów aromat, dlatego też w znacznym stopniu odrzuca to konsumentów. Jednak dzięki wzrastaniu popytu na półkach polskich sklepów możemy znaleźć coraz więcej produktów z mleka koziego [Dmytrów i in. 2010].

Kultury starterowe są odpowiednio wyselekcjonowanymi hodowlami bakterii, drożdży oraz pleśni, a głównym ich zastosowaniem jest wyrób fermentowanych artykułów mleczarskich, takich jak właśnie sery. Kultury starterowe w dużym stopniu wpływają na jakość i atrakcyjność sensoryczną twarogu. Na rynku dostępnych jest wiele kultur starterowych używanych w produkcji twarogów kwasowych. W produkcji twarogów kwasowych zazwyczaj stosuje się kultury wieloszczepowe, które składają się z kilkunastu do kilkudziesięciu szczepów o określonym lub nieokreślonym składzie [Frau i in. 2024; Surono i in. 2011].

W pracy został poruszony temat wpływu rodzaju kultury starterowej na pH sera twarogowego podczas przechowywania w warunkach chłodniczych.

Materiał i metody

Materiałem badawczym były twarogi kozie własnej produkcji powstałe w laboratorium zwierzęcym, wytworzone z mleka pochodzącego z udoju zbiorczego. Wytworzono 2 rodzaje sera o następujących parametrach:

- 100% mleko kozie z użyciem kultury MSY

W skład kultury MSY wchodzi szczepy: *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar *diacetilactis* oraz *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*.

- 100% mleko kozie z użyciem kultury MCF

W skład kultury MFC wchodzi szczepy: *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophiles*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*.

Gotowe twarogi przechowywano w warunkach chłodniczych przez okres 14 dni. Podczas tego procesu dokonywano pomiarów kwasowości miareczkowej oraz pH w dniu zerowym (termin 0), trzecim (termin 1), siódmym (termin 2), dziesiątym (termin 3) oraz czternastym (termin 4). Próby twarogów były przechowywane w chłodziarko-zamrażarce Liebherr CM3503 w temperaturze od 5 do 6°C.

Do wykonania pomiarów pH użyto pehametru Hanna PH210 Bench Laboratory oraz moździerz. Odważone na wadze laboratoryjnej analitycznej (Radwag AS 220.R2) 10g sera z dokładnością do 0,01 g przeniesiono do moździerza. Ser dokładnie roztarto tłuczkiem, dodając małymi porcjami 10 cm³ wody destylowanej o temperaturze 40°C aż do uzyskania jednolitej emulsji. Otrzymaną w ten sposób emulsję doprowadzono do temperatury 20°C i przeniesiono do naczynka pehametru oraz wykonano

pomiar z dokładnością do 0,05 wg PN-70/N-02120. Za wynik przyjęto średnią arytmetyczną co najmniej trzech równoległych oznaczeń nie różniących się między sobą więcej niż 0,01.

Oznaczenie kwasowości biernej przeprowadzono zgodnie z normą PN-91/A- 86300. W próbkach dokonano miareczkowania 0,1 M roztworem wodorotlenku sodu. Oznaczanie polegało na miareczkowaniu zawiesiny sera w wodzie roztworem wodorotlenku sodowego wobec fenoloftaleiny. Po odważeniu 5g sera z dokładnością do 0,01 g ser został przeniesiony do moździerza i dokładnie roztarty tłuczkiem, dodano stopniowymi porcjami 50cm³ wody destylowanej o temperaturze 40°C. Po otrzymaniu emulsji dodano 2cm³ fenoloftaleiny i miareczkowano roztworem wodorotlenku sodowego do otrzymania lekko różowego zabarwienia utrzymującego się przez 30s.

Kwasowość sera w stopniach Soxhleta-Henkla (X) obliczono według wzoru: $X = a * 5$

gdzie: a – objętość 0,1 N roztworu wodorotlenku sodowego zużytego do miareczkowania (cm³).

Za wynik przyjęto średnią arytmetyczną wyników dwóch równoległych oznaczeń, nie różniących się między sobą więcej niż 0,2 wg PN-70/N-02120. Wyniki zaokrąglono do pierwszego miejsca po przecinku.

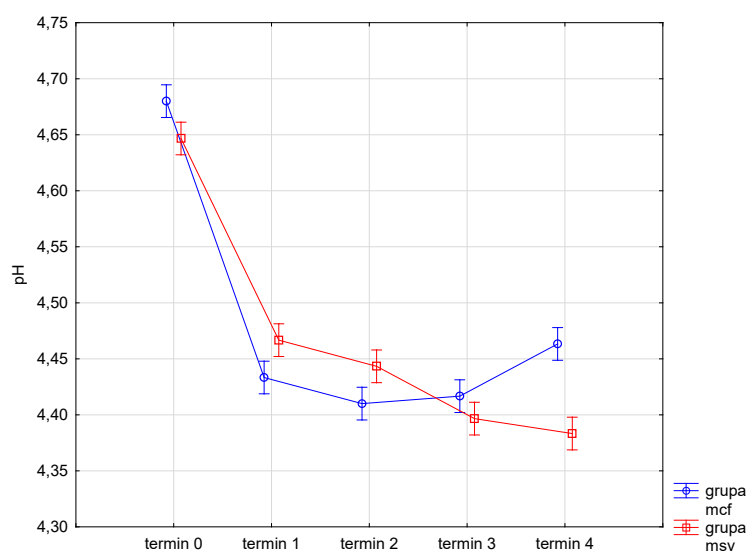
Analizę statystyczną przeprowadzono stosując program Statistica wersja 13.0. Normalność rozkładu opracowano za pomocą testu Shapiro-Wilka i testu normalności K-S i Lillieforsa. Analiza wybranych cech twarogów została przeprowadzona w oparciu o jednoczynnikowy test ANOVA, test nieparametryczny – porównanie wielu prób niezależnych, a jej wyniki zweryfikowane na dwóch poziomach istotności: $p \leq 0,05$ i $p \leq 0,01$.

Wyniki i dyskusja

Badane sery utrzymały zbliżoną kwasowość czynną w terminach pierwszym i drugim. Natomiast w terminie trzecim nastąpił spadek pH grupy z MSY i wzrost grupy MCF, co trwało do terminu czwartego. Sery twarogowe utrzymywały podobną tendencję od terminu zerowego aż do terminu drugiego.

Dymitrów i in. [2010] w swojej pracy także stwierdzili początkowy spadek pH w okresie siedmiu dni, następnie jego wzrost, który nie przekraczał wartości początkowej. W badaniach własnych odnotowano stopniowy wzrost pH grupy MCF od terminu trzeciego do terminu czwartego, spadek nastąpił od terminu zerowego do terminu drugiego. Natomiast spadek pH w grupie MSY stopniowo następował od terminu zerowego do terminu czwartego. Wartość badana przez Dymitrów i in. [2010] serów twarogowych znajdowała się w zakresie $4,42 \div 4,67$, czyli bardzo zbliżonym do uzyskanych w doświadczeniu własnym wyników. Najniższe odnotowane pH w twarogach kwasowych zostało opisane w badaniach Goduła [2018], podczas przechowywania 21 dniowego zakres pH wynosił $4,17 \div 4,33$, co nie odbiega w dużym stopniu od najniższego wyniku uzyskanego w badaniach własnych, wynosił on 4,38 w grupie MSY. Pluta i in. [2003] twierdzą, że proces przechowywania chłodniczego oraz różnice w procesie technologicznym wpływają na obniżenie kwasowości czynnej.

Stwierdzono, że różnice kwasowości czynnej są zależne od technologii wytwarzania sera oraz długości przechowywania w warunkach chłodniczych.



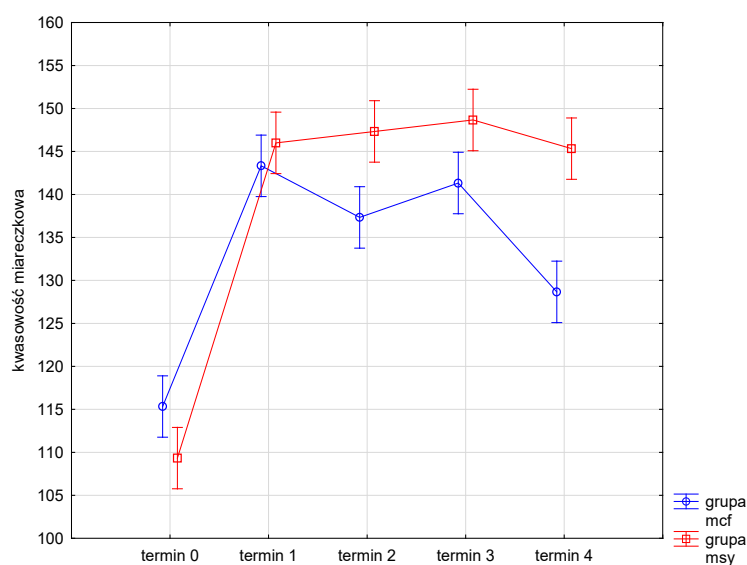
Wykres 1. Kwasowość czynna sera twarogowego podczas przechowywania chłodniczego

Źródło: opracowanie własne

Analizując wyniki przedstawione na wykresie 2 stwierdzono, że największy wzrost kwasowości miareczkowej nastąpił od terminu zerowego do terminu pierwszego w dwóch grupach. Natomiast największy spadek w grupie MCF od terminu trzeciego do czwartego. Grupa MCF wykazała się gorszą stabilnością odczytów, zaraz po wzroście od terminu drugiego do trzeciego nastąpił gwałtowny spadek w ostatnim terminie.

Podczas okresu przechowywania serów twarogowych nastąpiły znaczne zmiany w odczycie kwasowości biernej. Podobne wyniki podaje Pluta i in. [2003] podczas 21-dniowego przechowywania odnotowali wzrost kwasowości miareczkowej wraz z upływem dni. Pokrywa się to z uzyskanymi w pracy własnej wynikami odczytu kwasowości biernej zwłaszcza w grupie MSY.

Analizując wyniki własne oraz dane zawarte w innych pracach naukowych, stwierdzono, iż czas przechowywania wpływa znacznie na zmiany kwasowości miareczkowej. W przypadku badań własnych kwasowość bierna uległa znacznemu wzrostowi w porównaniu do odczytu w terminie zerowym. Długość procesu przechowywania w warunkach chłodniczych ma ewidentny wpływ na kwasowość bierną, a, co za tym idzie, również na jakość produktu.



Wykres 2. Kwasowość miareczkowa sera twarogowego podczas przechowywania

Źródło: opracowanie własne

Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań sformułowano następujące wnioski:

- Stwierdzono wpływ przechowywania w warunkach chłodniczych na kwasowość czynną i bierną.
- Większą stabilnością podczas odczytu kwasowości miareczkowej wykazał się ser kwasowy z dodatkiem kultury starterowej MSY.
- Wraz ze wzrostem czasu przechowywania nastąpiło znaczne podwyższenie kwasowości biernej.
- Podczas analizy wyników kwasowości czynnej serów twarogowych stwierdzono początkowy spadek pH do terminu drugiego serów dwóch badanych grup, następnie wzrost odczytu tylko sera kwasowego z dodatkiem kultury starterowej MCF.
- Dobór odpowiedniej kultury starterowej (np. MSY) może poprawić stabilność jakościową produktu w trakcie przechowywania, co ma znaczenie technologiczne i ekonomiczne.
- Z punktu widzenia konsumenta, kultura MSY może przyczynić się do lepszego zachowania cech sensorycznych (smak, zapach) oraz bezpieczeństwa mikrobiologicznego sera podczas dłuższego przechowywania.

Bibliografia

- Dmytrów I., Dmytrów K., Mituniewicz-Malek A., *Fizykochemiczne i sensoryczne cechy sera twarogowego kwasowego wyprodukowanego z mleka koziego oraz mieszaniny mleka koziego i krowiego*, „Żywność. Nauka. Technologia. Jakość” 2010, 2(69), s. 46-61.
- Frau F., Font de Valdez G., Pece N., *Effect of Pasteurization Temperature, Starter Culture*, “Spreadable Goat Cheese” 2024.
- Godula K., Dmytrów I., Mituniewicz-Malek A., Mulawka E., *Stabilność przechowalnicza twarogów tradycyjnych i bezlaktozowych*, „Żywność Nauka Technologia Jakość” 2018, 25(4), s. 140-149.
- Pluta A., Wnuk B., Ziarno B., Berthold A., *Wpływ systemu pakowania twarogu na jego jakość*, „Żywność. Nauka. Technologia. Jakość” 2003, 4 (37), s. 330-340.
- Surono I.S., Hosono A., *Fermented Milks | Starter Cultures*, [w:] Encyclopedia of Dairy Sciences 2011.

Karol Jarząbek, Wojciech Abramowicz, Katarzyna Ząbek

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Wydział Bioinżynierii Zwierząt
Studenckie Koło Naukowe Hodowców Owiec i Kóz „Chimera”

MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA PROPOLISU JAKO DODATEK PASZOWY W ŻYWIENIU KÓZ

Possibilities of using propolis as feed additive for goats

Abstract: The changing trends of human nutrition are aiming to minimize the amount of “chemistry” used in food products, but also in animal production, necessitating the discovery of natural alternatives. In such a face of the modern world, bee products seem to be the perfect substitute. The aim of the study was to investigate the effects of the additive of ethanolic extract of propolis (EEP) in the goat feed on selected haematological parameters. The study was carried out on 14 goats divided into two groups: control and experimental. The experimental group received 10% ethanolic extract of propolis (EEP) once a day with water in the quantity of 4 ml/goat/day for 2 weeks. The additive of ethanolic extract of propolis (EEP) in animal feed has increased white and red blood cells and a decrease in hematocrit and PLT in the blood of animals.

Keywords: propolis, goats, healthy, apiterapion, ecology

Wstęp

Znaczenie gospodarcze pszczoły miodnej na przestrzeni dziejów nieustannie wzrasta, jednak dopiero od niedawna wykorzystuje się inne produkty pszczele takie jak: propolis czy pyłek pszczeli (w postaci obnóży) oraz pierzgę, ze względu na ich właściwości lecznicze i dietetyczne, o których wiedza była znikoma prawie do drugiej połowy XX wieku [Isidorow 2013].

W ostatnich latach odnotowuje się większe ukierunkowanie w stronę medycyny niekonwencjonalnej, opartej na wykorzystaniu naturalnych substancji biologicznych. Wzrost ten powoduje, że zastosowanie apiterapii staje się powszechniejsze, w związku z tym zachodzi potrzeba naukowego potwierdzenia pozytywnego wpływu produktów pszczelich [Sosin-Bzducha i Strzetelski 2011]. Badania składu chemicznego produktu pszczelego, w którym zostałyby określone substancje chemiczne nadające smakowe oraz pozytywne właściwości oddziałujące na poprawę parametrów zdrowotnych zwierząt dzięki zastosowaniu tych produktów [Isidorow 2013], ale również możliwość wykorzystaniu ich w terapii zarówno człowieka, jak i zwierząt.

Produkty pszczele z uwagi na ich szerokie właściwości odżywcze i terapeutyczne, zaliczane są do substancji zwiększających odporność organizmu na stres fizyczny, a także na szkodliwe czynniki chemiczne i biologiczne. Do produktów pszczelich pochodzenia roślinnego stosowanych w apiterapii zalicza się: miód pszczeli, pyłek pszczeli (obnóża pszczele) i uzyskane z niego ekstrakty, pierzgę i propolis, czyli kit pszczeli [Sosin-Bzducha i Strzetelski 2011].

Propolis ciężko rozpuszcza się w wodzie tworząc zawiesinę od mlecznobiałej do żółtej, która w swoim składzie zawiera niewielką ilość związków bioaktywnych [Isidorow 2013]. Dobrze rozpuszcza się w alkoholu etylowym, z którego uzyskuje się etanolowy ekstrakt propolisu (ethanolic extract of propolis – EEP).

Celem pracy było zbadanie wpływu dodatku etanolowego ekstraktu propolisu (EEP) do paszy dla kóz na wybrane parametry hematologiczne krwi.

Materiał i metody

Materiał badawczy stanowiły kozy, płci żeńskiej w wieku od 6 do 8 miesięcy utrzymywane w gospodarstwie ekologicznym, w którym stosowane są naturalne dodatki paszowe poprawiające status zdrowotny w stadzie. Badanie zostało przeprowadzone na 14 osobnikach podzielonych na 2 grupy: kontrolną (K) i doświadczalną (D). Grupa doświadczalna otrzymywała 10% etanolowy ekstrakt propolisu. Preparat podawany był raz dziennie wraz z wodą w ilości 4 ml/dobę/sztukę przez 2 tygodnie. Zwierzęta żywione były zgodnie z normami tabelarycznymi wartości odżywczej dla kóz [Krupiński i in. 2009]. Dawka była porcjowana zwierzętom 2 razy dziennie. Podstawę żywienia stanowiło siano łąkowe i kiszonka z traw. Dostęp do wody zwierzęta posiadały bez ograniczeń. Na starcie (1) oraz na końcu (2) dwutygodniowego doświadczenia pobrana została krew. Próby krwi do analiz uzyskano od lekarza weterynarii sprawującego opiekę weterynaryjną nad stadem w trakcie rutynowych badań w gospodarstwie.

Krew do oznaczeń wskaźników hematologicznych była pobrana z żyły jarzmowej. Oznaczenia hematologiczne wykonano we krwi pobranej do probówek zawierających EDTA. W badaniach hematologicznych uwzględniono: liczbę krwinek białych (WBC), liczbę krwinek czerwonych (RBC), liczbę płytek krwi (PLT), wartość hematokrytu (HCT), poziom hemoglobiny (HGB). Oznaczenia wykonano standardowymi metodami przy użyciu analizatora hematologicznego Vet Animal Blood Counter 18.

Analiza uzyskanych wyników została przeprowadzona w programie Statistica 13.0, wykorzystując analizę jednoczynnikową ANOVA. Istotność różnic weryfikowano testem Duncana.

Wyniki i dyskusja

W tabeli 1 zaprezentowano wyniki badań wybranych parametrów hematologicznych krwi kóz.

Zastosowanie preparatu spowodowało wzrost zawartość białych krwinek (WBC – white blood cells) w grupie doświadczalnej z 11,09 [$10^9/l$], w pierwszym pobraniu (D1) do 13,03 [$10^9/l$], w drugim pobraniu (D2). Zwiększenie parametru odnotowano również w grupie kontrolnej (K), jednak jego różnica była znacznie mniejsza i kształtowała się na poziomie 0,75 [$10^9/l$]. Tendencję wzrostową po podaniu propolisu zawartości białych krwinek we krwi zwierząt zaobserwowali w swoich pracach zarówno Morsy i in. [2013, 2016], u których zostało to potwierdzone statystycznie na poziomie $p \leq 0,05$, jak i Silva i in. [2015]. Wahania w zakresie tego wskaźnika odnotowali również Shaddel-Tili i in. [2017] u brojlerów, jednak zmiany były uzależnione od zastosowanego stężenia preparatu. Przy zastosowaniu 0,05% stężenia nastąpił wzrost (19,88 [$10^9/l$]) w porównaniu do kontroli i grupy, gdzie zastosowano 2% (19,35 [$10^9/l$]) stężenie. Odmienne wyniki zostały uzyskane w badaniu Sarker i Yang [2010], przeprowadzonym na cielętach rasy Hanwoo, którym podawano w postaci sproszkowanej 0,05% propolis, przez okres 90 dni. W tym doświadczeniu nastąpił spadek WBC z 15,06 [$10^9/l$] w grupie kontrolnej do 11,28 [$10^9/l$] w grupie doświadczalnej.

Wzrost został również wykazany w przypadku czerwonych krwinek (RBC – red blood cells) zarówno w grupie kontrolnej, jak i doświadczalnej odpowiednio o 0,36 [$10^{12}/l$] i 0,7 [$10^{12}/l$]. Erytrocyty należą do komórek krwi odpowiedzialnych za transport tlenu, wzrost ich liczby może wskazywać na intensywniejsze procesy krwiotwórcze zachodzące w organizmie. Odmienne wyniki zostały uzyskane przez Morsy i in. [2016], wykazali oni spadek liczby krwinek czerwonych z 12,1 [$10^{12}/l$] do 11,5 [$10^{12}/l$]. Spadek RBC nastąpił również w doświadczeniu Shaddel-Tili i in. [2017], w którym w wyniku zastosowania różnych stężeń preparatu (0,05%, 0,15% i 0,2%) wartość wskaźnika uległa spadkowi oraz w badaniach Sarker i Yang [2010] u cieląt, gdzie spadek wskaźnika nastąpił z 14,92 [$10^{12}/l$] w grupie kontrolnej do 13,52 [$10^{12}/l$] w grupie doświadczalnej. Według tych autorów spadek zawartości krwinek czerwonych we krwi może doprowadzić do anemii.

Wzrost hemoglobiny (HGB) został zaobserwowany zarówno w grupie kontrolnej, z 8,28 do 8,65 [mmol/l], jak i w grupie badawczej, z 8,37 do 9,30 [mmol/l]. Zmiany w grupie doświadczalnej okazały się istotnie statystycznie ($p \leq 0,05$). Analogiczny wzrost HGB w doświadczeniu otrzymali Moustafa i Rahman [2016] przy doświadczeniu na myszach. Tendencję wzrostową u drobiu wykazali Shaddel-Tili i in. [2017], w przypadku którego doszło do wzrostu z 77,30 [g/l] w grupie kontrolnej do 81,5 [g/l], 77,5 [g/l], przy zastosowaniu odpowiednio 0,05%, i 0,2% stężenia propolisu. W badaniach Abdel-Rahman i Mosaad [2013] kaczki karmione paszą z dodatkiem propolisu miały znacznie wyższe stężenie hemoglobiny ($p \leq 0,05$) niż stężenie w grupie kontrolnej (odpowiednio 11,21 i 9,76 [g/dl]). Natomiast w badaniu Silva i in. [2015] nie została odnotowana żadna zmiana w ilości hemoglobiny we krwi owiec, której wartość utrzymała się na poziomie 6,21 [mmol/l]. Przeciwnie wyniki do przeprowadzonego doświadczenia, które nie zostały potwierdzone statystycznie, otrzymali Morsy i in. [2013; 2016] w doświadczeniu przeprowadzonym na owcach oraz Sarker i Yang [2010], przeprowadzający doświadczenie na bydle.

Kolejnym parametrem z tendencją wzrostową zawartości jest hematokryt (HCT). W grupie kontrolnej nastąpił wzrost z 27,40% do 28,35%. Równoczesny wzrost parametru nastąpił w przypadku grupy doświadczalnej z 27,30% do 28,30%. Podobne zmiany hematokrytu zostały zaobserwowane przez Silva i in. [2015], u których nastąpił jego wzrost z 27,20% do 27,80%, jednak zarówno w doświadczeniu własnym, jak i w doświadczeniu Silva i in. [2015] nie wykazano istotności statystycznej. Moustafa i Rahman [2016] również opisali wzrost HCT o 0,72% po zastosowaniu propolisu. Autorzy ci uzyskali ponadto wzrost RBC i HGB, co może świadczyć o ochronnym działaniu propolisu podczas urazów, poprzez pobudzanie wydzielania erytrocytów ze szpiku kostnego do układu krwionośnego.

Według tych badaczy podwyższenie wyżej wymienionych wskaźników świadczy o działaniu antyoksydacyjnym propolisu na błonę krwinek czerwonych. Morsy i in. [2013] odnotowali tendencję spadkową HCT we krwi zwierząt. Procentowa zawartość hematokrytu na początku ich doświadczenia znajdowała się na poziomie 32,7%, natomiast na jego końcu wynosiła 32,1%. Tendencję spadkową odnotowali również Sarker i Yang [2010], otrzymując spadek wartości parametru z 28,40%, w grupie kontrolnej do 27,77% w grupie doświadczalnej, jednak nie wykazują oni istotności statystycznej w obrębie parametru.

W przypadku płytek krwi (PLT - plateles, trombocyty) nastąpił wzrost w grupie kontrolnej z 676,83 [$10^9/\mu\text{l}$] do 679,17 [$10^9/\mu\text{l}$]. Natomiast w grupie doświadczalnej zaobserwowano spadek parametru z 687,00 [$10^9/\mu\text{l}$] do 673,67 [$10^9/\mu\text{l}$]. Różnica między pierwszym a drugim pobraniem wyniosła 13,33 [$10^9/\mu\text{l}$]. W badaniu przeprowadzonym na cielętach rasy Hanwoo, Sarker i Yang [2010] zaobserwowano również wzrost PLT.

Tabela 1. Wyniki badań wybranych parametrów hematologicznych krwi ^{a, b} - $p \leq 0,05$

Wyszczególnienie	Termin pobrania	Grupa kontrolna (K)		Grupa doświadczalna (D)	
		Średnia $\bar{x}$	Odch. std. (s)	Średnia $\bar{x}$	Odch. std. (s)
WBC ($10^9/\text{l}$)	1	11,24	0,53	11,09	1,26
	2	11,99	1,05	13,03	4,04
RCB ($10^{12}/\text{l}$)	1	16,51	1,80	16,52	0,99
	2	16,87	1,88	17,23	2,13
HGB (mmol/l)	1	8,28	0,77	8,37 ^b	0,45
	2	8,65	0,56	9,30 ^a	0,44
HTC (%)	1	27,40	1,73	27,30	1,12
	2	28,35	3,49	28,30	3,18
PLT ($10^9/\mu\text{l}$)	1	676,83	219,21	687,00	133,70
	2	679,17	103,79	673,67	194,21

Źródło: własne badania

Wnioski

Dodatek 10% etanolowego ekstraktu propolisu (EEP) kozom raz dziennie wraz z wodą, w ilości 4 ml/dobę/sztukę przez 2 tygodnie wpływa korzystnie na większość parametrów hematologicznych krwi. Zastosowany preparat wpłynął hepato- i kardioprotekcyjnie na organizm zwierząt.

Bibliografia

- Abdel-Rahman M.A., Mosaad G.M., *Effect of propolis as additive on some behavioural patterns, performance and blood parameters in Muscovy broiler ducks*, "Journal of Advanced Veterinary Research" 2013, 3(2), s. 64-68.
- Isidorow A.W., *Alchemia Pszczół*, Gospodarstwo Pasieczne „Sądecki Bartnik” Sp. z o.o. Stroże 2013.
- Morsy A.S., Soltan Y.A., Sallam S.M.A., Alencar S.M., Abdalla A.L., *Impact of Brazilian red propolis extract on blood metabolites, milk production, and lamb performance of Santa Inês ewes*, "Tropical Animal Health and Production" 2016, 48, s. 1043-1050.
- Morsy A.S., Abdalla A.L., Soltan Y.A., Sallam S.M.A., El-Azrak K.M., Louvandini H., Alencar S.M., *Effect of Brazilian red propolis administration on hematological, biochemical variables and parasitic response of Santa Inês ewes during and after flushing period*, "Tropical Animal Health and Production" 2013, 45(7), s. 1609-1618.
- Sarker M.S.K., Yang C.J., *Propolis and Illite as Feed Additives on Performance and Blood Profiles of Pre-Weaning Hanwoo Calves*, "Journal of Animal and Veterinary Advances" 2010, 9(19), s. 2526-2531.
- Moustafa B.G., Rahman A.M.A., *Evaluation of the Role of Propolis and Myrrah in Curing Hepatorenal Toxicity Induced by Diabetes in Mice*, "Egyptian Journal of Experimental Biology (Zoology)" 2016, 12(1), s. 93-103.
- Shaddel-Tili A., Eshratkhan B., Kouzehgari H., Ghasemi-Sadabadi M., *The effect of different levels of propolis in diets on performance, gastrointestinal morphology and some blood parameters in broiler chickens*, "Bulgarian Journal of Veterinary Medicine" 2017, 20(3), s. 215-224.

- Silva F.G.B.D., Yamamoto S.M., Silva E.M.S.D., Queiroz M.A.Á., Gordiano L.A., Formiga M.A., *Propolis extract and sodium monensin on ruminal fermentation and hematological parameters in sheep*, "Acta Scientiarum. Animal Sciences" 2015, 37(3), s. 273-280.
- Sosin-Bzducha E., Strzetelski J., *Możliwości wykorzystania produktów pszczelarskich jako dodatków paszowych w żywieniu bydła*, „Postępy Nauk Rolniczych” 2011, 2, s. 111-120.

Marta Wróblewska

Uniwersytet w Siedlcach, Wydział Nauk Rolniczych
 Studenckie Koło Naukowe Sympatyków Zwierząt

HIPOTERAPIA JAKO JEDNA Z METOD STOSOWANYCH W PRACY Z OSOBAMI Z ZABURZENIAMI INTEGRACJI SENSORYCZNEJ

Hippotherapy as a method used in working with individuals
 with sensory integration disorders

Abstract: Hippotherapy, or therapy involving the use of horses, is increasingly being employed as a form of support for children with sensory integration disorders. The aim of this paper is to review current literature and analyze how hippotherapy can support the development of children struggling with sensory processing difficulties. The paper discusses the fundamentals of hippotherapy, its effects on the nervous system, and the importance of multisensory stimulation provided through interaction with horses. Particular attention is given to the therapeutic benefits of this method in the context of motor, emotional, and social development. The paper highlights the potential of hippotherapy as a valuable complement to sensory integration therapy, especially for children in early developmental stages.

Keywords: horse, hippotherapy, sensory processing disorder, sensory integration (SI) disorders, rehabilitation

Wstęp i cel pracy

Hipoterapia jest coraz częściej wykorzystywana jako metoda podstawowa lub wspomagająca proces terapii lub rehabilitacji z osobami potrzebującymi, która łączy w sobie korzyści płynące z naturalnego ruchu zwierzęcia z metodami, mającymi na celu poprawę sfer funkcjonowania człowieka. Wyróżnia się tu sfery: fizyczną, emocjonalną, poznawczą i społeczną. Hipoterapia zyskuje uznanie, zwłaszcza w kontekście pracy z osobami borykającymi się z zaburzeniami integracji sensorycznej, które mogą być spowodowane spektrum autyzmu, ADHD czy zaburzeniami przetwarzania sensorycznego. Celem hipoterapii jest nie tylko poprawa motoryki, ale także wspomaganie rozwoju zmysłów i usprawnienie integracji sensorycznej [Mazur-Rylska i Ambroży 2013; Lukasek i Chwierut 2024].

Integracją sensoryczną nazywany jest proces neurologiczny, w którym układ nerwowy odbiera, organizuje i interpretuje informacje płynące z receptorów zmysłowych ciała i otoczenia w celu odpowiedniego i skutecznego reagowania na bodźce z świata zewnętrznego. W przypadku zaburzeń integracji sensorycznej (SI) osoby mogą doświadczać trudności w przetwarzaniu bodźców dotykowych, dźwiękowych, wzrokowych, a także problemów z równowagą i koordynacją. Wśród metod terapeutycznych stosowanych w pracy z osobami z zaburzeniami integracji sensorycznej można wykorzystać hipoterapię jako formę terapii z wykorzystaniem koni, która ma na celu poprawę funkcjonowania osób z zaburzeniami integracji sensorycznej [Lukasek i Kościk 2024].

Celem pracy jest przegląd literatury dotyczący zastosowania hipoterapii w kontekście terapii zaburzeń integracji sensorycznej. W tekście pracy zostanie omówione, jak hipoterapia może wspomagać osoby z zaburzeniami integracji sensorycznej, wskazując na korzyści, wyzwania, a także badania naukowe potwierdzające skuteczność tej metody.

Pojęcie hipoterapii

Hipoterapia jest jedną z popularnych form animaloterapii. Choć korzystają z niej zarówno dzieci, jak i dorośli, najczęściej stanowi element kompleksowego programu terapeutycznego skierowanego do dzieci z różnorodnymi trudnościami rozwojowymi, neurologicznymi czy fizycznymi.

W Polsce mianem hipoterapii określa się ukierunkowaną formę terapii z udziałem konia, będącego integralną częścią procesu terapeutycznego, łączącą w sobie kontakt z celowo przygotowanym do tego zwierzęciem, ze specjalistycznymi sesjami ćwiczeniowymi dobranymi do potrzeb terapeutycznych i możliwości pacjenta. Wszystkie działania podejmowane na terapii mają prowadzić do poprawy funkcjonowania pacjenta w 4 sferach: fizycznej, emocjonalnej, poznawczej i/lub społecznej. Zajęcia prowadzone są przez wykwalifikowanego hipoterapeutę, sesje mogą być również prowadzone we współpracy z fizjoterapeutami, psychologami, oraz innymi specjalistami prowadzącymi pacjenta [Kanon Polskiej Hipoterapii 2007].

Hipoterapia to forma rehabilitacji ruchowej oparta na zasadach neurofizjologii. Głównym celem jest usprawnienie funkcji motorycznych pacjenta poprzez wielozmysłową stymulację układu nerwowego, uzyskiwaną w trakcie jazdy w stępie. Koń przekazuje jeźdźcowi rytmiczne impulsy ruchowe, które oddziałują na jego ciało. Organizm osoby rehabilitowanej musi odpowiednio reagować na bodźce, angażując zarówno mechanizmy adaptacyjne czynne, jak i bierne, bez ingerencji w naturalny chód zwierzęcia. Dzięki precyzyjnemu oddziaływaniu na ośrodkowy układ nerwowy hipoterapia wpływa na poprawę kontroli posturalnej, regulację napięcia mięśniowego, rozwijanie koordynacji, równowagi oraz stymulację układu proprioceptywnego. Tym samym stanowi efektywne uzupełnienie kompleksowej terapii sensomotorycznej, wspierającej rozwój funkcjonalny pacjentów z zaburzeniami neurologicznymi i ortopedycznymi [Mazur-Rylska i Ambroży 2013; Lukasek i Chwierut 2024; Bednarczyk 2021].

Z uwagi na specyfikę metody udział w sesjach hipoterapeutycznych nie wymaga od pacjenta żadnych umiejętności jeździeckich pod warunkiem, że terapia odbywa się wyłącznie w stępie. Większość ośrodków terapeutycznych ustala dolną granicę wieku uczestników na około 3. rok życia, jednak decyzja o kwalifikacji do terapii podejmowana jest indywidualnie, z uwzględnieniem stanu funkcjonalnego pacjenta oraz wskazań lekarskich. Aby uzyskać trwałe i klinicznie istotne efekty terapeutyczne, hipoterapia powinna być prowadzona systematycznie i w długim okresie czasu. Standardowa jednostka trwania zajęć wynosi zazwyczaj około 30 minut, jednak zarówno czas trwania zajęć, jak i ich częstotliwość ustalane są indywidualnie przez wykwalifikowanego hipoterapeutę, w zależności od potrzeb oraz możliwości psychofizycznych pacjenta [Szczucka i Sokołowski 2023].

Zaburzenia integracji sensorycznej

Integracja sensoryczna to proces, w którym układ nerwowy odbiera, przetwarza i organizuje bodźce płynące z różnych zmysłów – takich jak wzrok, słuch, dotyk, smak, węch, propriocepcja (czucie głębokie) oraz zmysł równowagi. Na podstawie odebranych informacji mózg generuje odpowiednią reakcję – ruchową, emocjonalną lub poznawczą – co umożliwia prawidłowe funkcjonowanie w codziennym życiu. Proces ten wpływa na wszystkie sfery rozwoju dziecka – od motoryki i koordynacji, po zachowania społeczne i emocjonalne. Gdy mózg nieprawidłowo przetwarza bodźce, pojawiają się trudności w nauce, komunikacji, relacjach społecznych, a także w samoorganizacji i samoregulacji. Zaburzenia SI mogą obejmować także nadwrażliwość na dźwięki, dotyk, zapachy, światło, a także niedowrażliwość, co może przejawiać się brakiem reakcji na bodźce. Ich przyczyną mogą być uwarunkowania genetyczne, jak i czynniki związane z życiem płodowym dziecka, porodem, urazami czy środowiskiem, w którym dorasta [Lukasek i Kościk 2024; Bołtuć i Dworżańska 2022].

Zaburzenia przetwarzania sensorycznego najczęściej ujawniają się już w wieku przedszkolnym. Głównym objawem jest nieprawidłowa reakcja na bodźce zmysłowe – może być ona zbyt silna lub zbyt słaba, szczególnie w odniesieniu do bodźców dotykowych. Dziecko może wtedy nadmiernie unikać kontaktu fizycznego lub przeciwnie – wykazywać niewielką wrażliwość na ból czy dyskomfort. Zaburzenia te często objawiają się także trudnościami z koncentracją, nieadekwatnym poziomem aktywności, a także problemami z koordynacją ruchową i planowaniem ruchów. Dzieci z deficytami integracji sensorycznej mogą doświadczać opóźnień rozwoju mowy, trudności w nauce, zaburzeń zachowania, a także niskiej samooceny i wycofania społecznego. Wszystkie te objawy mogą znacząco wpływać na codzienne funkcjonowanie dziecka, dlatego tak ważne jest wczesne rozpoznanie problemu i podjęcie odpowiedniej terapii [Lukasek i Kościk 2024].

Twórczynią teorii integracji sensorycznej była Jean Ayres – psycholog i terapeutka zajęciowa, która już w latach 60. XX wieku zauważyła znaczenie prawidłowego rozwoju trzech podstawowych systemów zmysłowych: dotykowego, proprioceptywnego i przedsionkowego. To one dojrzewają najwcześniej i stanowią fundament dla dalszego rozwoju poznawczego i ruchowego [Lukasek i Kościk 2024].

Szczególnie istotną rolę odgrywa układ przedsionkowy, odpowiedzialny za poczucie równowagi i bezpieczeństwa grawitacyjnego. Współpracuje on z innymi zmysłami, umożliwiając orientację w przestrzeni i kontrolę nad ruchem ciała. Z kolei propriocepcja pozwala na rozpoznawanie ułożenia ciała i jego części względem siebie, co ma kluczowe znaczenie dla planowania ruchów.

Terapia integracji sensorycznej (SI) polega na dostarczaniu dziecku kontrolowanej ilości bodźców w formie aktywności dopasowanych do jego potrzeb. Ćwiczenia mają zazwyczaj formę zabawy i są prowadzone w sposób przyjemny i motywujący. W trakcie takich zajęć mózg tworzy i wzmacnia połączenia neuronalne, co przekłada się na poprawę koordynacji, koncentracji, samoświadomości oraz zdolności do uczenia się. W początkowym etapie rozwoju terapia opiera się na zabawach stymulujących zmysły. Z czasem dziecko rozwija tzw. „mapę ciała”, czyli umiejętność odczuwania swojego ciała i planowania precyzyjnych ruchów, co jest fundamentem dla rozwoju małej i dużej motoryki [Bołtuć i Dworżańska 2022].

Hipoterapia w pracy z osobami z zaburzeniami integracji sensorycznej

W terapii osób z zaburzeniami sensorycznymi hipoterapia ma na celu wspomaganie procesu integracji sensorycznej. Ruch konia, który jest płynny, rytmiczny i regularny, wpływa na układ nerwowy pacjenta, co sprzyja lepszemu przetwarzaniu bodźców zmysłowych. Dla osób, które zmagają się z nadwrażliwością lub niedowrażliwością na bodźce sensoryczne hipoterapia stwarza unikalne warunki do stopniowego osvajania się z różnymi rodzajami bodźców w bezpiecznym i kontrolowanym środowisku [Ciechanowicz i Lubkowska 2018; Bołtuć i Dworżańska 2022].

Hipoterapia oddziałuje nie tylko na układ ruchu, ale również w istotny sposób stymuluje zmysły. Intensywna aktywizacja sfery sensorycznej następuje zarówno podczas samej jazdy konnej, jak i w trakcie czynności przygotowawczych – takich jak czyszczenie, siodłanie czy kontakt fizyczny ze zwierzęciem. Działania te angażują wszystkie układy zmysłowe, zarówno tzw. bliskie (dotyk, propriocepcja, równowaga), jak i dalekie (wzrok, słuch, węch), wspierając tym samym proces integracji sensorycznej [Gąsiorowska i in. 2019; Mazur-Ryńska i Ambroży 2013].

Coraz częściej wśród pacjentów rozpoczynających hipoterapię diagnozuje się zaburzenia przetwarzania sensorycznego. Z uwagi na neuroplastyczność mózgu największe korzyści terapeutyczne osiąga się wtedy, gdy interwencję wprowadza się możliwie wcześnie – najlepiej przed ukończeniem przez dziecko 10. roku życia, kiedy to proces tworzenia nowych połączeń nerwowych jest najbardziej intensywny [Szczucka i Sokołowski 2023].

Już sama jazda konna poprawia zdolność przetwarzania bodźców zmysłowych, a odpowiednie zaplanowanie sesji pozwala dodatkowo wzmocnić ten efekt terapeutyczny. Właśnie dlatego hipoterapia odgrywa tak istotną rolę w terapii zaburzeń integracji sensorycznej – łącząc w sobie oddziaływanie fizyczne, emocjonalne i społeczne. Dzięki swojej wieloaspektowości jest skutecznym i wartościowym narzędziem wspierającym rozwój dziecka w sposób holistyczny [Szczucka i Sokołowski 2023].

Podczas jazdy konnej całe ciało uczestnika jest aktywowane sensorycznie. Teoretyczne podstawy terapii SI wskazują, że właśnie połączenie stymulacji przedsionkowej, proprioceptywnej i dotykowej sprzyja skuteczniejszemu przetwarzaniu bodźców oraz kształtowaniu odpowiedzi adaptacyjnych, takich jak koordynacja ruchowa czy planowanie motoryczne. Terapeutyczna wartość hipoterapii jest ściśle związana z pozycją jeździecką, która wymaga utrzymania zrównoważonej, symetrycznej postawy. Praca nad kontrolą posturalną ma wymiar kompensacyjny i korekcyjny – wspomaga rozwój osi ciała, stabilizację centralną oraz prawidłowe napięcie mięśniowe. Z punktu widzenia neurofizjologicznego, jazda konna aktywuje specyficzny wzorzec ruchowy, angażujący wszystkie stawy i grupy mięśniowe ciała. Rytmiczny chód konia powoduje przemieszczanie środka ciężkości jeźdźcy, co wymusza ciągłe dostosowywanie pozycji ciała, co przekłada się na poprawę równowagi, koordynacji i świadomości ciała. Dla dzieci z SI, które często zmagają się z zaburzeniami integracji motorycznej, takie działanie ma kluczowe znaczenie [Bilke 2017; Gąsiorowska i in. 2019; Mazur-Rylska i Ambroży 2013].

Hipoterapia wymaga angażowania wielu grup mięśniowych, przez co wspiera rozwój umiejętności małej i dużej motoryki. Różnorodne ćwiczenia realizowane podczas zajęć – od jazdy w różnych pozycjach (przodem, bokiem, tyłem, w leżeniu), po zadania angażujące ręce, nogi czy całe ciało – umożliwiają dziecku praktykowanie planowania ruchowego, sekwencjonowania i reagowania na polecenia. Czynności takie jak puszczenie wodzy, przekładanie nóg nad grzywą konia czy zmiany pozycji ciała w trakcie ruchu uczą koordynacji, koncentracji i samoregulacji. Dodatkowo, ćwiczenia takie jak jazda „bez trzymanki”, zabawy z piłką czy zmiany tempa jazdy stymulują funkcje wykonawcze oraz integrację między półkulami mózgu. Przyjmowanie oraz utrzymywanie różnych pozycji ciała, zarówno w stanie spoczynku konia, jak i w ruchu, poprawia świadomość ciała uczestnika, a poprawa równowagi, kontrola motoryczna wymusza konieczność dostosowywania postawy, co stanowi istotny element terapeutyczny [Szczucka i Sokołowski 2023; Mazur-Rylska i Ambroży 2013].

Stymulacja proprioceptywna i dotykowa zachodzi również wtedy, gdy dziecko obejmuje konia, przytula się do niego, opiera ręce na grzywie lub zadzie, czy podczas wsiadania i zsiadania. Dla dzieci z nadwrażliwością dotykową kontakt z sierścią, siodłem lub ruchem konia może być wyzwaniem, ale jednocześnie staje się bodźcem motywującym do przełamywania trudności sensorycznych [Szczucka i Sokołowski 2023; Lukasek i Chwierut 2024; Bilke 2017].

Nie można pominąć również wpływu aspektów emocjonalnych i społecznych. Kontakt z koniem oraz otoczeniem stajni sprzyja nawiązywaniu relacji, budowaniu zaufania, a także poprawie nastroju i samopoczucia. Obcowanie z końmi aktywizuje dodatkowo zmysły słuchu i węchu – dźwięki stajni, zapach siana i sierści u dzieci z nadwrażliwościami w tych obszarach mogą stanowić poważny problem [Mazur-Rylska i Ambroży 2013; Lukasek i Kościak 2024].

Jak wygląda sesja hipoterapii?

Sesja hipoterapii prowadzona z dziećmi z zaburzeniami przetwarzania sensorycznego podzielona jest na trzy zasadnicze etapy, odpowiadające strukturze zajęć ruchowych zgodnie z zasadą stopniowego wzrostu, a następnie redukcji intensywności wysiłku fizycznego [Szczucka i Sokołowski 2023].

Część wstępna rozpoczyna się od powitania, nawiązania kontaktu z pacjentem oraz przygotowania emocjonalnego i fizycznego do pracy. Jest to moment aktywizacji uwagi dziecka oraz motywowania go do uczestnictwa w ćwiczeniach [Bilke 2017; Szczucka i Sokołowski 2023].

Część główną poprzedza podstawowa rozgrzewka – zarówno statyczna, jak i dynamiczna – wykonywana najczęściej w trakcie jazdy w stępie, co pozwala bezpiecznie wprowadzić dziecko w rytm ruchów konia. Część główna stanowi właściwy blok terapeutyczny i zawiera zestaw ćwiczeń o wzrastającej intensywności. Ćwiczenia te skupiają się na rozwijaniu konkretnych funkcji motorycznych i poznawczych – od poprawy równowagi i koordynacji po planowanie ruchowe i świadomość ciała. W ramach tej fazy mogą być wprowadzane elementy zabawowe, szczególnie skuteczne w pracy z dziećmi. Stosowanie pomocy terapeutycznych w atrakcyjnej, zabawowej formie pozwala na zwiększenie zaangażowania dziecka i osiągnięcie celów terapeutycznych w sposób naturalny i mniej obciążający psychicznie [Szczucka i Sokołowski 2023].

Część końcowa obejmuje działania relaksacyjne, mające na celu fizjologiczne i emocjonalne wycofanie organizmu. W tej fazie dominują ćwiczenia uspokajające, które pomagają zintegrować doznania sensoryczne oraz przygotowują dziecko do zakończenia sesji. Istotne jest tu przywrócenie stanu równowagi układu nerwowego oraz stabilizacja emocjonalna dziecka przed powrotem do codziennego funkcjonowania [Szczucka i Sokołowski 2023].

Każde ćwiczenie powinno być wykonywane z zachowaniem prawidłowej pozycji wyjściowej, dostosowanej do możliwości dziecka. Należy dbać o odpowiednie ustawienie miednicy, symetrię ciała w płaszczyźnie czołowej, rozluźnione barki i wyprostowaną sylwetkę. Głowa powinna stanowić przedłużenie osi kręgosłupa, a wzrok kierować się przed siebie. W przypadku korzystania ze strzemion należy zadbać o ich długość, tak aby nie wpływała negatywnie na postawę jeźdźcy [Bilke 2017; Mazur-Rylska i Ambroży 2013; Gąsiorowska i in. 2019].

Ćwiczenia są zazwyczaj realizowane w trakcie jazdy w stępie, choć w przypadku dzieci początkujących lub mających trudności adaptacyjne możliwe jest rozpoczęcie ich na nieruchomym koniu. Przerwy pomiędzy ćwiczeniami są konieczne, by zapobiec przeciążeniu – ich długość ustalana jest indywidualnie, w zależności od aktualnej kondycji fizycznej, zdolności koncentracji i samopoczucia dziecka. Podczas przerw często stosuje się swobodną jazdę, która jednocześnie pozwala na odpoczynek i kontynuację stymulacji sensorycznej w mniej strukturalnej formie. Warto zaznaczyć, że liczba powtórzeń oraz czas trwania poszczególnych ćwiczeń są ustalane orientacyjnie i powinny być dostosowywane na bieżąco. Zbyt duża intensywność może prowadzić do pogorszenia jakości wykonywanych ruchów oraz negatywnie wpływać na postawę dziecka [Szczucka i Sokołowski 2023; Gąsiorowska i in. 2019].

Zaprojektowanie skutecznej sesji hipoterapeutycznej wymaga indywidualnego podejścia, uwzględnienia zaleceń lekarza prowadzącego oraz ścisłej współpracy między hipoterapeutą a specjalistami. Odpowiednie dobranie form i tempa pracy jest kluczowe dla osiągnięcia oczekiwanych efektów terapeutycznych.

Wyzwania i ograniczenia hipoterapii

Dzieci z zaburzeniami integracji sensorycznej mogą wykazywać różnorodne reakcje na bodźce obecne w środowisku podczas zajęć hipoterapii, co niekiedy stanowi istotną trudność w realizacji zajęć. Do możliwych występujących barier mogą należeć: nadwrażliwość na bodźce zapachowe, słuchowe i dotykowe (np. zapach stajni, dźwięki wydawane przez konie, kontakt z sierścią), niski próg tolerancji na zmiany położenia ciała lub ruch, co może skutkować dezorientacją, nudnościami lub lękiem, trudności w adaptacji do nowego środowiska i nieznanymi schematów działania, wyraźny lęk przed zwierzętami, ograniczona zdolność do utrzymania równowagi oraz trudności z regulacją napięcia mięśniowego [Mazur-Rylska i Ambroży 2013; Szczucka i Sokołowski 2023].

W przypadku powyższych trudności zaleca się stopniowe wprowadzanie bodźców sensorycznych, co pozwala na ich kontrolowaną adaptację. Kluczową rolę odgrywa tu terapeuta, który powinien

na bieżąco obserwować reakcje pacjenta i elastycznie dostosowywać intensywność oraz charakter poszczególnych ćwiczeń do aktualnych możliwości i potrzeb dziecka. W praktyce konieczna jest szczegółowa, indywidualna ocena przed rozpoczęciem terapii i istotne znaczenie ma wprowadzenie etapu adaptacyjnego, który może polegać na pracy „z ziemi” (bez dosiadania konia), oswojaniu z bodźcami oraz budowaniu poczucia bezpieczeństwa [Szczucka i Sokołowski 2023].

Podsumowanie

Hipoterapia, dzięki swojej unikalnej formie, zdobywa coraz większe uznanie w pracy z osobami z zaburzeniami integracji sensorycznej. Łączy w sobie elementy rehabilitacji ruchowej, stymulacji sensorycznej oraz wsparcia emocjonalnego, tworząc kompleksowe podejście do terapii. Dzięki naturalnym ruchom konia oraz bezpośredniemu kontaktowi ze zwierzęciem, dzieci doświadczają intensywnej i zróżnicowanej stymulacji wielozmysłowej. Tego typu bodźce wpływają pozytywnie na regulację napięcia mięśniowego, rozwój koordynacji oraz umiejętność panowania nad emocjami.

W pracy wskazano, że hipoterapia może znacząco wspierać procesy regulacji sensorycznej, zwiększając skuteczność stosowanych metod terapeutycznych. Jej oddziaływanie nie ogranicza się jedynie do sfery fizycznej – obejmuje również rozwój emocjonalny i społeczny, sprzyjając poprawie funkcjonowania dziecka w codziennym życiu. Hipoterapia stanowi cenne uzupełnienie klasycznych metod terapeutycznych dla osób z zaburzeniami integracji sensorycznej. Oprócz widocznych postępów w sferze rozwojowej, pozwala dzieciom nawiązywać relację z koniem, co wzmacnia ich poczucie bezpieczeństwa, sprawczości oraz daje satysfakcję i radość. To właśnie ten wyjątkowy wymiar sprawia, że hipoterapia wyróżnia się na tle innych form wsparcia terapeutycznego.

Bibliografia

- Bednarczyk M., *Hipoterapia jako forma rehabilitacji i wsparcia włączania społecznego osób niepełnosprawnych*, „Student Niepełnosprawny” 2021, 15(15(8)), s. 207-217, <https://czasopisma.uph.edu.pl/studentniepełnosprawny/article/view/2421>.
- Bilke R., *Hipoterapia i jej wpływ na dzieci i młodzież*, „Zeszyt Studenckiego Ruchu Naukowego Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach” 2017, 26(1), s. 19-27.
- Bołtuć I., Dworżańska M., *Spektrum autyzmu : spojrzenia*, Częstochowa 2022.
- Ciechanowicz I., Lubkowska A., *Efekty hipoterapii. Przegląd aktualnych doniesień (2013-2017)*, „Pomeranian Journal of Life Sciences, Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie” 2018, 64(3), s. 143-146, DOI:10.21164/pomjlifesci.458.
- Gąsiorowska B.J., Jeziorska I., Ustjan D., *Hipoterapia: Poradnik Dla Rodziców*, Polskie Towarzystwo Hipoterapeutyczne, 2019.
- Gąsiorowska B.J., Paszkiewicz A., Sikorska A., Wońska M., Strumińska A., *Hipoterapia : Informator Dla Lekarzy*, Wydanie trzecie uaktualnione i uzupełnione, Polskie Towarzystwo Hipoterapeutyczne, 2019.
- Kanony Polskiej Hipoterapii*, Zarząd Główny Polskiego Towarzystwa Hipoterapeutycznego, 2007, <https://pthip.org.pl/hipoterapia/kanony/>, dostęp: 23.05.2025.
- Lukasek A., Chwierut A., *Hipoterapia jako forma pracy z dzieckiem z zaburzeniami integracji sensorycznej*, [w:] Abubakar M., Szewczak M., Laki I., (eds.), *Nauki społeczne wobec kryzysów z XXI wieku*, Józefów 2024, s. 185-203, doi:10.13166/awsg/194549.
- Lukasek A., Kościak B., *Zaburzenia integracji sensorycznej u dzieci w wieku przedszkolnym, symptomy, uwarunkowania, następstwa*, [w:] Sitek M., Banaszaka A., (eds.), *Troska o wychowanka jako istota procesu pedagogicznego Zaspokajanie wszechstronnych potrzeb wychowanka*, Józefów 2024, s. 190-224, doi:10.13166/awsg/187759.
- Mazur-Rylska A., Ambroży T., *Rekreacyjna jazda konna jako forma wspomagająca rozwój psychomotoryczny młodzieży*, „European Association for Security” 2013, s. 95-102.
- Szczucka E., Sokołowski M., *Hipoterapia w leczeniu zaburzeń przetwarzania sensorycznego u dzieci*, Poznań 2023.

Weronika Czapska, Elżbieta Horoszewicz

Uniwersytet w Siedlcach, Wydział Nauk Rolniczych
Studenckie Koło Naukowe Sympatyków Zwierząt

HIPOTERAPIA JAKO WSPARCIE W LECZENIU DEPRESJI I ZABURZEŃ PSYCHICZNYCH U DOROSŁYCH

Hippotherapy as a support in the treatment of depression and mental disorders in adults

Abstract: Hippotherapy, or therapy supported by contact with a horse, is gaining popularity as a method for supporting the treatment of not only physical but also mental disorders in adults. The aim of this article was to present hippotherapy as a complementary form of therapy in the treatment of depression and other mental disorders, as well as to assess its therapeutic potential from the users' perspective. The study was conducted in the form of an online survey involving 21 participants aged 18–25. The results indicate a high level of awareness of hippotherapy, positive participant experiences, and a strong belief in its beneficial effects on mental health, particularly in terms of stress reduction and mood improvement. The obtained data suggest that hippotherapy can be a valuable complement to traditional treatment methods and deserves further research, especially in the context of clinical populations.

Keywords: hippotherapy, depression, mental health, horse-assisted therapy

Wstęp

Hipoterapia, czyli terapia wspomagana kontaktem z koniem, znajduje coraz szersze zastosowanie nie tylko w rehabilitacji fizycznej, ale również w obszarze zdrowia psychicznego osób dorosłych. Współczesne podejście do leczenia zaburzeń psychicznych, w tym depresji, coraz częściej obejmuje metody komplementarne, które wychodzą poza ramy tradycyjnej farmakoterapii i psychoterapii. W tym kontekście hipoterapia zyskuje na znaczeniu jako forma terapii wspierającej, oparta na holistycznym rozumieniu zdrowia psychicznego [Bachi i in. 2012; Burgon 2011; Rzepa i Dębek 2022].

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie potencjału hipoterapii w leczeniu zaburzeń psychicznych u dorosłych oraz ocena jej skuteczności z perspektywy samych użytkowników. Praca opiera się na wynikach własnych badań ankietowych, które miały na celu określenie poziomu wiedzy o hipoterapii, wcześniejszych doświadczeń respondentów z tą formą terapii oraz ich subiektywnej oceny jej wartości terapeutycznej.

Badanie zostało przeprowadzone za pomocą ankiety internetowej, w której udział wzięło 21 osób – głównie młodych dorosłych w wieku od 18 do 25 lat. Analiza zebranych danych wykazała, że świadomość istnienia hipoterapii jest wysoka wśród badanych, a wielu z nich deklaruje chęć skorzystania z tej metody jako uzupełnienia leczenia. Respondenci, którzy mieli doświadczenie z zajęciami z końmi wskazywali na ich pozytywny wpływ na samopoczucie, redukcję stresu oraz poprawę nastroju. W ich ocenie kontakt z koniem sprzyja emocjonalnemu wyciszeniu, wzmacnia poczucie bezpieczeństwa i wpływał korzystnie na ogólną równowagę psychiczną.

Wyniki badania potwierdzają, że hipoterapia jest postrzegana jako wartościowa forma wsparcia psychicznego, a jej oddziaływanie wykracza poza klasyczne ramy terapii fizycznej. Na podstawie przeprowadzonych badań można wnioskować, że hipoterapia posiada realny potencjał jako forma terapii wspomagającej leczenie depresji i innych zaburzeń psychicznych u dorosłych. Choć badanie miało charakter wstępny i przeprowadzono je na niewielkiej próbie, uzyskane wyniki stanowią argument za potrzebą dalszych badań – szczególnie w grupach klinicznych – oraz za większym uwzględnianiem tej metody w praktyce terapeutycznej. Hipoterapia może nie tylko uzupełniać tradycyjne formy leczenia, ale również otwierać nowe ścieżki terapeutyczne, zgodne z ideą całościowego wspierania zdrowia psychicznego człowieka.

Materiał i metody

Przegląd oraz analiza literatury naukowej, a także popularnonaukowej. Badanie własne zostało przeprowadzone w maju 2025 roku w formie anonimowej ankiety internetowej, w której udział wzięło 21 osób. Ankieta zawierała 10 pytań zamkniętych dotyczących wieku, płci, historii leczenia psychiatrycznego, znajomości hipoterapii, udziału w niej oraz oceny jej skuteczności i potencjału terapeutycznego. Celem było poznanie opinii i doświadczeń respondentów związanych z hipoterapią w kontekście wsparcia zdrowia psychicznego. Zdecydowaną większość stanowiły kobiety (90,5%), a dominującą grupą wiekową byli respondenci w przedziale 18-25 lat (85,7%). Mniejszość uczestników znajdowała się w przedziale 26-35 lat (14,3%). Pozostałe grupy wiekowe nie były reprezentowane. Takie rozłożenie demograficzne sugeruje, że wyniki badania mają największe znaczenie w kontekście młodych dorosłych.

Ankieta została udostępniona za pośrednictwem mediów społecznościowych oraz wysłana do uczestników zainteresowanych tematyką zdrowia psychicznego i/lub alternatywnych metod terapeutycznych. Udział w badaniu był całkowicie dobrowolny i anonimowy. Zebrane dane zostały poddane analizie ilościowej. Obliczono procentowe rozkłady odpowiedzi w poszczególnych pytaniach, a wyniki zestawiono w celu uzyskania ogólnego obrazu postaw, doświadczeń i opinii respondentów na temat hipoterapii.

Hipoterapia – definicja i mechanizmy działania

Hipoterapia to forma terapii wykorzystująca kontakt z koniem do poprawy funkcjonowania fizycznego, psychicznego i emocjonalnego pacjenta [Medonet, Wylecz.to, PsychoterapiaNow.pl]. Interakcja z koniem sprzyja obniżeniu poziomu kortyzolu, poprawia nastrój, rozwija samoświadomość i buduje zaufanie [Bachi, 2012]. Dzięki rytmicznemu, trójwymiarowemu ruchowi konia pacjent doświadcza stymulacji proprioceptywnej i sensorycznej, co pozytywnie wpływa na jego układ nerwowy [PsychoterapiaNow.pl].

Hipoterapia jako wsparcie w leczeniu zaburzeń psychicznych

Obcowanie z koniem, a także sama jazda konna wywierają pozytywny wpływ na zdrowie psychiczne, emocjonalne i społeczne pacjenta. Poniżej przybliżono, jak hipoterapia może być pomocna w pracy z osobami cierpiącymi na różne zaburzenia psychiczne. Badania pokazują, że kontakt z koniem może zmniejszać objawy depresji, lęku i PTSD. Poprzez obecność zwierzęcia pacjent czuje się bezpieczniej, co ułatwia otwarcie się na emocje. Rytmiczne ruchy konia działają uspokajająco i stymulują układ nerwowy [Beachi i in. 2012; Burgon 2011].

Według Światowej Organizacji Zdrowia depresja stanowi obecnie jedną z głównych przyczyn niepełnosprawności na świecie. W tym kontekście hipoterapia okazuje się wartościowym uzupełnieniem klasycznej psychoterapii i farmakoterapii. Rzepa i Dąbek [2022] wskazują, że kontakt z koniem może redukować objawy depresji, poprawiać nastrój oraz sprzyjać wykształceniu pozytywnej samooceny [Kendall i in. 2015; Medonet].

Hipoterapia znajduje szerokie zastosowanie jako uzupełnienie terapii osób chorych na depresję, zarówno w jej łagodnych, jak i bardziej zaawansowanych formach. Osoby dotknięte depresją często mają trudności z motywacją, doświadczają spadku energii, niskiej samooceny oraz izolacji społecznej. Terapia z udziałem koni może przeciwdziałać tym objawom na kilku poziomach. Po pierwsze, konie motywują do działania – wymagają regularnej opieki, co pomaga w tworzeniu zdrowej rutyny. Po drugie, jazda konna jako forma aktywności fizycznej wpływa korzystnie na gospodarkę hormonalną organizmu, stymulując produkcję endorfin i serotoniny. Po trzecie, kontakt ze zwierzęciem – oparty na zaufaniu i akceptacji – może stanowić dla pacjenta pierwszy krok w stronę odbudowy relacji

międzyludzkich. Wreszcie, poczucie odpowiedzialności za konia i satysfakcja z postępów w terapii wzmacniają wiarę we własne możliwości [Rzepa i Dąbek 2022; PsychoterapiaNow.pl].

Podobne wnioski płyną z przeglądów literatury, które pokazują, że hipoterapia przyczynia się do redukcji objawów depresyjnych u pacjentów, niezależnie od wieku [World Health Organization 2023; Rzepa i Dąbek 2022; Medonet]. Również źródła popularnonaukowe podkreślają jej znaczenie w kontekście wspomagania leczenia depresji [Burgon 2011; Kendall i in. 2015].

Wyniki badania własnego

W celu zbadania społecznego postrzegania hipoterapii jako uzupełniającej metody leczenia depresji i innych zaburzeń psychicznych przeprowadzono ankietę wśród dorosłych respondentów. Wyniki ukazują nie tylko zainteresowanie tą formą terapii, ale również osobiste doświadczenia uczestników związane z pomocą psychologiczną oraz zaburzeniami psychicznymi.

Charakterystyka respondentów

W ankiecie dominującą grupę stanowili młodzi dorośli w wieku 18-25 lat (85,7%), co może świadczyć o rosnącym zainteresowaniu alternatywnymi formami terapii wśród młodego pokolenia. Osoby w wieku 26-35 lat stanowiły 14,3% badanych, natomiast starsze grupy wiekowe nie były reprezentowane. Znaczną większość respondentów stanowiły kobiety (90,5%), co może wskazywać na większą otwartość kobiet na tematykę zdrowia psychicznego oraz terapii alternatywnych.

Doświadczenie ze zdrowiem psychicznym

71,4% ankietowanych zadeklarowało, że korzystało wcześniej z pomocy psychologa, psychiatry lub psychoterapeuty, a u 33,3% została postawiona diagnoza depresji lub innego zaburzenia psychicznego. Należy zwrócić uwagę, że aż 19% osób nie chciało lub nie umiało odpowiedzieć na pytanie dotyczące diagnozy – może to świadczyć o wciąż obecnym tabu wokół zdrowia psychicznego lub braku dostępu do specjalistycznej diagnozy.

Znajomość i doświadczenie z hipoterapią

Zdecydowana większość respondentów słyszała o hipoterapii: 66,7% zadeklarowało dobrą znajomość tej metody, a 33,3% zna ją powierzchownie. Nikt z ankietowanych nie zadeklarował całkowitej nieznajomości tego terminu, co sugeruje, że świadomość społeczna na temat terapii z udziałem koni wzrasta. Udział w zajęciach hipoterapeutycznych miało łącznie 33,6% ankietowanych, z czego tylko 4,8% brało udział regularnie. Największa grupa (57,1%) nie uczestniczyła w takich zajęciach, ale wyraziła chęć spróbowania. Tylko 14,3% nie było zainteresowanych.

Efekty hipoterapii

Wśród osób, które miały doświadczenie z hipoterapią najczęściej wskazywano na poprawę nastroju (47,6%) oraz redukcję stresu (47,6%). Znaczący odsetek zauważył także zmniejszenie objawów depresji i lęku (28,6%) oraz poprawę kontaktu z własnym ciałem (23,8%). Jedynie 14,3% nie odczuło żadnych zmian.

Postrzeganie hipoterapii jako metody terapeutycznej

Na pytanie o potencjał hipoterapii jako uzupełniającej formy terapii psychicznej, 76,2% respondentów uznało go za bardzo wysoki lub wysoki. Nikt nie ocenił tego potencjału jako niski, co może świadczyć o dużym zaufaniu do tej metody. Jeszcze bardziej wymowny jest wynik dotyczący przekonania o pozytywnym wpływie kontaktu z koniem na zdrowie psychiczne: 76,2% zdecydowanie zgadza się z takim stwierdzeniem, a kolejne 14,3% zgadza się raczej. Brak odpowiedzi negatywnych wskazuje na silnie pozytywny obraz hipoterapii w oczach badanych.

Podsumowanie

Artykuł omawia hipoterapię jako uzupełniającą metodę leczenia zaburzeń psychicznych, w tym depresji, z perspektywy młodych dorosłych. Hipoterapia, czyli terapia wspomagana kontaktem z koniem, ukazana została jako forma wsparcia emocjonalnego i psychicznego oparta na holistycznym podejściu do zdrowia. Autor, bazując na analizie literatury oraz wynikach ankiety internetowej przeprowadzonej wśród 21 osób w wieku 18-25 lat, podkreśla jej pozytywny wpływ na samopoczucie, redukcję stresu i poprawę nastroju.

Respondenci wykazali wysoką świadomość istnienia hipoterapii oraz otwartość na alternatywne formy terapii. Osoby mające doświadczenie z hipoterapią wskazywały na jej korzystny wpływ emocjonalny, poczucie bezpieczeństwa oraz poprawę równowagi psychicznej. Praca dowodzi, że hipoterapia może wspierać leczenie różnych zaburzeń psychicznych: depresji, zaburzeń lękowych, PTSD, autyzmu i zaburzeń odżywiania. Dodatkowo artykuł wskazuje, że warto promować hipoterapię jako część zintegrowanego podejścia do zdrowia psychicznego i rozwijać ją jako profesjonalną, ustrukturyzowaną metodę terapeutyczną.

Bibliografia

- Bachi K., *Equine-facilitated psychotherapy: The gap between practice and knowledge*, „Society and Animals” 2012, t. 20, nr 4, s. 364–380.
- Bachi K., Terkel J., Teichman M., *Equine-facilitated psychotherapy for at-risk adolescents: The influence on self-image, self-control and trust*, „Clinical Child Psychology and Psychiatry” 2012, t. 17, nr 2, s. 298–312.
- Burgon H., „Queen of the world”: Experiences of “at-risk” young people participating in equine-assisted learning/therapy, „Journal of Social Work Practice” 2011, t. 25, nr 2, s. 165–183.
- Kendall E., Maujean A., Pepping C. A., i in., *A systematic review of the efficacy of equine-assisted interventions on psychological outcomes*, „European Journal of Psychotherapy & Counselling” 2015, t. 17, nr 1, s. 57–79.
- Medonet, Hipoterapia – ćwiczenia, wskazania, <https://www.medonet.pl>.
- PsychoterapiaNow.pl, Hipoterapia – wykorzystanie terapii z końmi w psychoterapii, <https://www.psychoterapianow.pl>.
- Rzepa T., Dąbek A., *Hipoterapia jako metoda wspomagająca leczenie depresji*, „Psychiatria (Via Medica)” 2022, t. 19, nr 2, s. 79–83.
- World Health Organization, Depression, 2023, <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/depression>.
- Wylecz.to, *Hipoterapia – jak działa terapia z koniem, kiedy się ją stosuje?*, <https://wylecz.to/rehabilitacja/hipoterapia>.

Zuzanna Oleksiuk

Uniwersytet w Siedlcach, Wydział Nauk Rolniczych
Studenckie Koło Naukowe Sympatyków Zwierząt

NERWOWE ZACHOWANIA KONI W BOKSIE – ANALIZA PRZYCZYN I DZIAŁAŃ PROFILAKTYCZNYCH

Nervous Behaviors of Horses in Stables – Analysis of Causes and Preventive Measures

Abstract: The etiology of behavioral disorders in horses involves factors leading to abnormal reactions and psychogenic health issues. Nervous behaviors result from the interaction of environmental factors, management errors, improper nutrition, health conditions, and emotional well-being. The main causes include social isolation, stress, fear, lack of stimulation, and the inability to fulfill natural needs. Horses are often kept in conditions that limit their natural behaviors, which leads to frustration and the development of behavioral pathologies.

Keywords: horse, disorders, stereotypes, welfare, behavior

Wstęp

Konie przeszły długą drogę ewolucyjną – od *Hyracotherium*, żyjącego ok. 60-50 mln lat temu, do współczesnego *Equus caballus*, który pojawił się ok. 5 mln lat temu. Proces ten wpisuje się w regułę Cope'a, zakładającą ewolucyjny wzrost rozmiarów organizmów, zarówno drogami, takimi jak anageneza oraz kladogeneza. Choć wiele gatunków koni wykazywało tendencję do zwiększania rozmiarów, niektóre linie ewolucyjne zachowały mniejsze wymiary [Trammer 2007].

Udomowienie koni nastąpiło stosunkowo późno, ok. 5000-3000 lat temu. Początkowo wykorzystywane były do pracy fizycznej, transportu oraz wojen. Współcześnie, mimo postępu mechanizacji, konie wciąż pełnią istotną rolę, zwłaszcza w rekreacji, sporcie i terapii, m.in. hipoterapii. Rośnie również społeczna świadomość emocjonalności i psychiki tych zwierząt, co przekłada się na coraz lepsze standardy ich traktowania [Stefanowska, Bołdak 2022].

Behawior koni to zespół reakcji na bodźce środowiskowe, obejmujący zarówno działania instynktowne, jak i wyuczone. Koń, jako gatunek stepowy, stadny i uciekający, ma silnie rozwiniętą potrzebę ruchu i kontaktów społecznych [Olczak i in. 2023]. Izolacja, niewłaściwa dieta czy ograniczenie naturalnych zachowań prowadzą do zaburzeń behawioralnych, które mogą być przejawem frustracji, bólu, lęku lub niezaspokojonych potrzeb [Janicka, Krupa 2020]. Zachowania zwierząt wynikają z interakcji między ich psychiką, wcześniejszymi doświadczeniami a warunkami środowiskowymi. Wiele reakcji ma charakter adaptacyjny lub komunikacyjny i odzwierciedla emocjonalny stan zwierzęcia [Zeitler-Feicht 2014].

Celem pracy jest przedstawienie zjawiska nerwowych zachowań koni w kontekście osobowości, dobrostanu, warunków środowiskowych. W oparciu o literaturę naukową omówione zostaną przyczyny powstawania stereotypii oraz sposoby ich zapobiegania w celu poprawy dobrostanu tych zwierząt.

Nerwowe zachowania koni

Nerwowe zachowania koni są to powtarzalne нефunkcjonalne czynności o charakterze kompulsywnym, będące przejawem zaburzeń behawioralnych:

Kopanie przejawia się na przeróżne sposoby, takie jak kopanie ścian boksu, kopanie w kierunku innych koni lub ludzi, kopanie w podłogę [Nowicka-Posłuszna i in. 2013].

Grzebanie polega na rytmicznym kopaniu przednimi nogami w podłożu lub ściółce [Wolińska i in. 2012; Zeitler-Feicht 2014].

Obgryzanie ścian boksu polega na nadmiernym żuciu lub gryzieniu ścian oraz innych elementów stajni przez konia [Niemczycka 2021, Tkaczyk i in. 2020b].

Tkanie charakteryzuje się rytmicznym poruszaniem głową i szyją, przechylaniem jej na boki lub w przód i tył bez żadnego celu. Często występuje przez długi czas i może mieć różną intensywność. Intensywność zachowania wzrasta, gdy zwierzę nie ma zapewnionych różnych form aktywności [Tkaczyk i in. 2020a].

Łykanie to zachowanie polegające na zasysaniu powietrza przez otwarty pysk, często z uniesieniem głowy i charakterystycznym dźwiękiem połykania, niezwiązanym z pobieraniem pokarmu. Towarzyszą temu charakterystyczne ruchy cofania głowy, otwierania pyska oraz przesuwania warg [Tkaczyk i in. 2020a; Zeitler-Feicht 2014].

Samookaleczanie to poważna forma zaburzenia behawioralnego, polegająca na tym, że zwierzę zadaje sobie samo ból poprzez na przykład gryzienie własnego ciała, uderzanie nim o twarde powierzchnie, a nawet nadmierne lizanie prowadzące do tworzenia się ran. Zachowanie takie może powstawać w sytuacjach, kiedy koń nie jest w stanie poradzić sobie ze złymi warunkami życia, stresem, a nawet nudą [Niemczycka 2021; Tkaczyk i in. 2020a; Zeitler-Feicht 2014].

Krażenie po boksie polega na nieustannym, stereotypowym chodzeniu wzdłuż ścian boksu, zazwyczaj po tej samej trasie i w regularnym rytmie, niezależnie od potrzeb fizjologicznych i pory dnia [Tkaczyk i in. 2020b].

Lizanie ścian boksu jest powtarzalną czynnością, w której koń liże ściany, kraty, kantary oraz inne dostępne przedmioty – szczególnie te zawierające wilgoć oraz sól [Tkaczyk i in. 2020a].

Przestępowanie z nogi na nogę polega na powtarzalnym i rytmicznym przenoszeniu ciężaru z jednej kończyny na drugą [Tkaczyk i in. 2020a].

Zabawa językiem polega na rytmicznym poruszaniu językiem, jego wysuwaniu, wkładaniu w wędzidło lub lizaniu elementów otoczenia [Tkaczyk i in. 2020a; Zeitler-Feicht 2014].

Nadmierne obgryzanie drewna jest rytualnym zachowaniem, przejawiającym się gryzieniem i żuciem drewnianych elementów, takich jak kraty w boksie, bele drewna oraz inne drewniane elementy wyposażenia stajni lub padoku [Zeitler-Feicht 2014].

Zachowania stereotypowe u koni wynikają najczęściej z przewlekłego stresu, braku stymulacji środowiskowej oraz ograniczonych możliwości wyrażania naturalnych zachowań. Główne czynniki etiologiczne obejmują niedostateczną przestrzeń w boksie, izolację społeczną oraz monotonię codziennego środowiska. Konie jako zwierzęta stadne i wysoce inteligentne wymagają nie tylko fizycznej aktywności, ale również wyzwań umysłowych oraz kontaktów socjalnych. Ograniczenie dostępu do pastwisk, zbyt krótki czas przebywania na wybiegu czy brak kontaktu z innymi końmi znacząco wpływają na ich dobrostan psychiczny. Dodatkowo, nieprawidłowo zbilansowana dieta, niedobory składników odżywczych (zwłaszcza błonnika, soli mineralnych i witamin) oraz zaburzenia trawienne, takie jak wrzody żołądka czy refluks, mogą potęgować dyskomfort i frustrację, które manifestują się w formie stereotypu [Wolińska i in. 2012].

Skuteczne zapobieganie oraz ograniczanie zachowań stereotypowych u koni wymaga kompleksowego podejścia, opartego na poprawie warunków bytowych, wzbogaceniu środowiska oraz regularnej aktywności fizycznej i psychicznej. Przede wszystkim należy zadbać o zwiększenie przestrzeni życiowej – większe boksy oraz swobodny dostęp do wybiegów umożliwiają realizację naturalnej potrzeby ruchu. Kluczowym elementem profilaktyki jest zapewnienie regularnych kontaktów socjalnych, najlepiej z przedstawicielami tego samego gatunku. Środowisko stajenne powinno być wzbogacone o elementy stymulujące – zabawki, kule z jedzeniem, materiały do żucia oraz siatki ograniczające kontakt z powierzchniami podatnymi na heblowanie. Niezbędne jest także wprowadzenie urozmaiconego planu dnia, który obejmuje treningi, spacer, lonżowanie oraz inne formy aktywności fizycznej. Dieta konia powinna być zbilansowana, bogata w błonnik, minerały i witaminy, z uwzględnieniem indywidualnych potrzeb fizjologicznych i zdrowotnych. Warto również stosować techniki redukujące stres, np. podawanie wybranych ziół. W przypadku podejrzenia, że zachowania wynikają z bólu lub schorzeń somatycznych konieczna jest niezwłoczna konsultacja z lekarzem weterynarii w celu wdrożenia odpowiedniego leczenia [Kostyra i in. 2018].

Osobowość, temperament, charakter oraz psychika koni

Psychika koni obejmuje złożone procesy emocjonalne, społeczne i poznawcze, które warunkują reakcje zwierzęcia na bodźce środowiskowe oraz kształtują jego zachowanie. Konie to zwierzęta inteligentne, zdolne do uczenia się, zapamiętywania i rozwiązywania problemów, co sprawia, że wymagają zarówno stymulacji umysłowej, jak i fizycznej aktywności. Ich silny instynkt stadny powoduje, że izolacja czy zmiany w strukturze grupy mogą negatywnie wpływać na dobrostan psychiczny. Czynnikiem o istotnym wpływie na psychikę jest także człowiek – jego wiedza, podejście oraz umiejętność dostosowania pracy do indywidualnych potrzeb konia [Rokicka 2014].

W psychologicznej charakterystyce koni wyróżnia się trzy komponenty: temperament, charakter i osobowość. Temperament, będący cechą wrodzoną i uwarunkowaną genetycznie, odzwierciedla

reakcję zwierzęcia na bodźce. Charakter rozwija się w wyniku interakcji jednostki ze środowiskiem, na bazie temperamentu, i stanowi część nabywaną. Osobowość natomiast to stabilny zestaw cech behawioralnych, wyróżniających danego osobnika w obrębie gatunku, niezależny od sytuacji i relatywnie niezmienny w czasie [Kaleta 2014; Frindt i in. 2006]. W praktyce oceny osobowości koni stosuje się testy tzw. „koniowości”, które umożliwiają klasyfikację koni jako ekstrawertyków lub introwertyków, z dodatkowymi cechami określanymi jako prawopółkulowe (wysoka wrażliwość, lękliwość) lub lewopółkulowe (niższy poziom lęku, większa pewność siebie). Znajomość osobowości konia pozwala na indywidualne dopasowanie metod pracy, środowiska oraz systemu opieki, co nie tylko sprzyja efektywności treningu, ale również zmniejsza ryzyko zaburzeń behawioralnych i wspiera dobrostan psychiczny zwierzęcia [Niemczycka, Walczak 2019].

Wpływ czynników zewnętrznych

Żywienie odgrywa kluczową rolę w zapobieganiu nerwowym zachowaniom koni. Niezbilansowana dieta, zwłaszcza z nadmiarem pasz treściwych i niedoborem włókna surowego, skraca czas pobierania pokarmu i może powodować nadpobudliwość. Optymalna dieta obejmuje trzy posiłki dziennie, łącząc pasze treściwe i objętościowe, by zapewnić odpowiednią energię i dobrostan.

Stereotypie mogą wynikać z niedoborów mikroelementów i makroelementów, nadmiaru kalorii oraz niewłaściwego żywienia, które uszkadza błonę śluzową przewodu pokarmowego. Łykanie czy żucie drewna mogą służyć łagodzeniu bólu poprzez zwiększoną produkcję śliny. Zapobieganie wymaga indywidualnego dostosowania diety do temperamentu i pracy konia, stopniowej zmiany żywienia, stosowania suplementów oraz zapewnienia dostępu do pastwisk [Grela 2016].

Lansade i in [2008] porównali konie utrzymywane w warunkach kontrolowanych, przebywające w boksach z dostępem do pastwiska trzy razy w tygodniu, z końmi żyjącymi w urozmaiconym środowisku – spędzającymi maksymalnie siedem godzin w boksie, a resztę czasu na wybiegu w grupie oraz utrzymującymi zróżnicowaną dietę i bodźce stymulujące. Konie z urozmaiconym środowiskiem wykazywały niższy poziom strachu i reaktywności oraz zwiększoną ciekawość. Ponadto wzbogacenie środowiska aktywowało geny odpowiedzialne za proliferację komórek, podczas gdy u koni w środowisku ubogim geny związane z apoptozą były bardziej pobudzone. Wyniki wskazują, że odpowiednie warunki środowiskowe poprawiają samopoczucie, zmniejszają stres oraz wpływają korzystnie na zdrowie i rozwój koni.

Pomoc przy nerwowych zachowaniach

Terapie, odpowiednie formy pracy oraz fitoterapia odgrywają istotną rolę w łagodzeniu nerwowych zachowań u koni. Do skutecznych metod należy masaż, techniki dotykowe, akupunktura oraz terapia behawioralna, w tym pozytywne wzmocnienie i desensytyzacja. Ziołolecznictwo stanowi wsparcie w terapii, stosuje się m.in. melisę, kozłek lekarski, rumianek, lawendę, miętę, niepokalanek oraz dodatki olejowe bogate w kwasy omega-3. Ważna jest też suplementacja magnezu i cynku [Kostyra i in. 2018]. W cięższych przypadkach można rozważyć leczenie farmakologiczne lub chirurgiczne, np. w terapii łykawości, choć preferuje się metody nieinwazyjne [Nowicka-Posłuszna i in. 2013].

Rola lekarza weterynarii w diagnozowaniu i leczeniu stereotypii u koni jest kluczowa. Nietypowe zachowania mogą być objawem problemów zdrowotnych, takich jak choroby przewodu pokarmowego, zapalenia stawów czy schorzenia zębów, które powodują stres, lęk i frustrację, prowadząc do stereotypii, np. tkania czy chodzenia w kółko. Poprzez badanie i obserwację można zidentyfikować przyczynę zaburzeń, zaproponować zmiany w środowisku, wprowadzenie terapii, modyfikację rutyny czy odpowiednią suplementację. W przypadkach przewlekłych może być konieczna farmakoterapia [Olczak i in. 2023].

Wśród rekomendowanych zabawek znajdują się gryzaki, które pozwalają na naturalne żucie, ograniczają stres i wspierają zdrowie jamy ustnej, a także piłki i obiekty do toczenia, które umożliwiają fizyczne rozładowanie napięcia. Zabawki z ukrytą paszą wspomagają stymulację umysłową poprzez konieczność rozwiązywania prostych zadań. Dodatkowo, korzystne efekty przynosi zmienność podłoża (np. słoma, piasek, trociny), zwiększenie kontaktów społecznych z innymi końmi oraz zapewnienie większej przestrzeni do swobodnego ruchu. Zróżnicowanie diety i umieszczanie siana w różnych miejscach stymuluje eksploracyjne zachowania i przeciwdziała monotonii [Olczak, Tomczyk-Wrona 2022].

Podsumowanie

Nerwowe zachowania koni przebywających w boksach są złożonym problemem behawioralnym, wynikającym z interakcji wielu czynników: genetycznych, środowiskowych, zdrowotnych oraz zarządczych. Przeprowadzona analiza wskazuje, że główne przyczyny stereotypii to brak możliwości realizowania naturalnych potrzeb, izolacja społeczna, przewlekły stres oraz błędy w utrzymaniu i żywieniu. Długotrwałe zaniedbania w tych obszarach prowadzą do frustracji oraz poważnych zaburzeń psychicznych i fizycznych. Skuteczna profilaktyka wymaga holistycznego podejścia uwzględniającego zarówno poprawę warunków środowiskowych, jak i wspieranie psychiki konia poprzez odpowiednio dobraną pracę, stymulację poznawczą oraz terapie wspomagające (behawioralne, ruchowe, ziołowe).

Zastosowanie przedstawionych metod prewencyjnych i terapeutycznych może skutecznie przeciwdziałać powstawaniu stereotypii, poprawiając komfort życia koni oraz jakość ich interakcji z otoczeniem. Świadoma, empatyczna opieka nad zwierzętami staje się nie tylko obowiązkiem etycznym, ale i fundamentem nowoczesnej hodowli i użytkowania koni.

Bibliografia

- Frindt A., Zoń A., Bielański P. *Stres jako forma zachowania się zwierzęcia*, „Wiadomości Zootechniczne” 2006, t. 44, nr 1, s. 20–24.
- Grela E.R., *Behawioralne następstwa nieprawidłowego żywienia zwierząt*, „Życie Weterynaryjne” 2016, 91(2), s. 93–96.
- Janicka W., Krupa W., *Optymalizacja warunków utrzymania koni w kontekście możliwości prezentowania naturalnych zachowań. Wybrane zagadnienia produkcji zwierzęcej: Tom 1*, W. Chabuza, B. Nowakowicz-Dębek (red.), Lublin 2020, s. 29–36.
- Kaleta T., *Osobowość zwierząt*, „Życie Weterynaryjne” 2014, 89(9), s. 684–687.
- Kostyra M., Albera-Łojek A., Łojek J., *Zioła w terapii i profilaktyce schorzeń u koni*, „Wiadomości Zootechniczne” 2018, R. LVI, 1, s. 90–107.
- Lansade L., Bouissou M. F., Erhard H. W., *Fearfulness in horses: A temperament trait stable across time and situations*, „Appl. Anim. Behav. Sci.” 2008, 115, s. 182–200.
- Niemczycka E.A., Walczak M., *Rozwój psychiatrii koni wyzwaniem dla współczesnej medycyny weterynaryjnej*, „Życie Weterynaryjne” 2019, 94(11), s. 749–752.
- Niemczycka E.A., *Skutki stresu u koni*, „Świat Koni” 2021, www.swiatkoni.pl/skutki-stresu-u-koni, dostęp: 25.05.2025. 2021.
- Nowicka-Posluszna A., Ziomko K., Tritt-Patalas A., *Zaburzenia i niepożądane zachowania koni cz. 2.*, „Hodowca i Jeździec” 2013, t. 11, nr 4, s. 100–103.
- Olczak K., Łazarczyk N., Nowicki J., *Współczesne aspekty dobrostanu*, „Roczniki Naukowe Zootechniki” 2023, t. 50, z. 2, s. 287–298.
- Olczak K., Tomczyk-Wrona I., *Współczesne aspekty dobrostanu*, „Roczniki Naukowe Zootechniki” 2022, t. 49, z. 1, s. 3–18.
- Rokicka M., *Teoria umysłu u koni*, Warszawa 2014.
- Stefanowska A., Bołdak A., *Relacja człowiek–koń, czyli o znaczeniu koni w życiu człowieka pod względem cywilizacyjnym i indywidualnym*, „Seminare : poszukiwania naukowo-pastoralne” 2022, t. 43, nr 2, s. 107–120.
- Tkaczyk E., Kaczmarek B., Mierzicka M., Frątczak M., Dybczyńska M., *Analiza stereotypii koni podczas izolacji socjalnej*, „Roczniki Naukowe Zootechniki” 2020a, t. 47, z. 2, s. 257–265.
- Tkaczyk E., Kusy R., Kaczmarek B., Kuśmierz S., Frątczak M., *Geriatrya koni jako wyzwanie dla współczesnych użytkowników tych zwierząt*, „Przegląd Hodowlany” 2020b, nr 5, s. 19–26.
- Trammer J., *Ewolucja reguły Cope’a. XX Konferencja Naukowa Paleobiologów i Biostratygrafów PTG*, Św. Katarzyna pod Łysicą, 10–13 września, 2007, s. 24–27.
- Wolińska K., Łuczyńska M., Jaworski Z., *Analiza zaburzeń behawioralnych u koni rekreacyjnych w wybranych ośrodkach jeździeckich województwa pomorskiego i warmińsko-mazurskiego*, „Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego” 2012, t. 8, nr 1, s. 73–81.
- Zeitler-Feicht, M.H., *Zachowanie Koni. Przyczyny, Terapia i Profilaktyka*, Warszawa 2014.

Zofia Rudnicka, Nawojka Bala

Uniwersytet w Siedlcach, Wydział Nauk Rolniczych
Studenckie Koło Naukowe Sympatyków Zwierząt

CHARAKTERYSTYKA PSÓW SŁUŻBOWYCH PRACUJĄCYCH W POLICJI

Characterization of service dogs in the police force

Abstract: The paper presents the characteristics of service dogs utilized in law enforcement. It includes both a literature review and results of our own research conducted among 20 service dog handlers. Topics discussed include the selection process for service dog candidates, as well as the health and behavioural criteria included in it. The main specialization paths of police dogs have been characterized. The author's own research revealed the most employed dog breed to be the Belgian Malinois and the key traits of a service dog to be the willingness to work, composure, stress resistance and olfactory abilities. The paper emphasized the importance of a mutual match and cooperation between handler and dog as the basis for effective service performance.

Keywords: dog, Police, uniformed services, cynology

Wstęp

Psy od wieków towarzyszyły człowiekowi w różnorodnych zadaniach użytkowych. Pojawiają się w zapiskach historycznych jako nieodzowni pomocnicy w pasterstwie, myślistwie, działaniach wojskowych czy właśnie służbach porządkowych. W obecnych czasach psy pełnią wiele wyspecjalizowanych funkcji w służbach porządkowych – tylko w Polsce pracuje ich około 900 [Dobrowolska 2022]. Mimo rosnącego zainteresowania kynologią służbową mało uwagi poświęca się doświadczeniom samych przewodników psów. Niniejsza praca, oprócz przeglądu literatury, zawiera badania własne oparte na wywiadach z 20 przewodnikami psów służbowych. Celem badania było ukazanie praktycznych aspektów pracy z psami służbowymi z perspektywy ich przewodników w Policji.

Selekcja psów służbowych w Policji

Ze względu na wyjątkowo wymagający charakter pracy w służbach mundurowych proces selekcji psów przeznaczonych do tego typu zadań jest wieloetapowy, rygorystyczny i starannie zaplanowany. Można go podzielić na dwa główne obszary: ocenę temperamentu i predyspozycji behawioralnych oraz ocenę zdrowia i kondycji fizycznej [Allsopp 2018].

Zgodnie z obowiązującymi przepisami do służby kwalifikują się psy w wieku od roku do trzech lat, o stabilnym temperamencie i bez widocznych zaburzeń behawioralnych [Zarządzenie nr 91 z dnia 4 października 2022 r.; Nowak 2022].

Pierwsze różnice w charakterze można zaobserwować już na etapie szczenięcia, dlatego wstępna selekcja behawioralna rozpoczyna się bardzo wcześnie. Szczególnie pożądane są cechy takie jak: odwaga, czujność, wierność, żywotność, uważność oraz tzw. nieprzekupność – rozumiana jako niezależność od pokus rozpraszających podczas pracy. Kandydat na psa służbowego powinien wykazywać również zdolność rozróżniania bodźców i samodzielnego rozwiązywania prostych problemów [Allsopp 2018]. Znaczącą rolę w ocenie potencjału młodego psa odgrywa obserwacja jego rodziców, szczególnie matki, która – jak wynika z obserwacji behawioralnych – ma większy wpływ na kształtowanie się cech charakteru potomstwa [Arundel 1928].

W późniejszych etapach selekcji kandydat na psa służbowego poddawany jest szczegółowej ocenie weterynaryjnej, której celem jest wykluczenie osobników niespełniających określonych norm zdrowotnych i fizycznych. Jednym z kluczowych kryteriów jest wygląd zewnętrzny. Pies musi odpowiadać wzorcowi swojej rasy, nie może mieć żadnych widocznych uszkodzeń ciała, takich jak blizny po

amputacjach ani rozległych zmian skórnych [Zarządzenie nr 91 z dnia 4 października 2022 r.]. Równie istotna jest budowa ciała – pożądana jest sylwetka proporcjonalna, umięśniona, o harmonijnej strukturze. Jak podkreśla Allsopp [2018], pies nie powinien swoją sylwetką przypominać charta, którego budowa kojarzona jest z delikatnością i brakiem masy mięśniowej. Wykluczające są także zaburzenia psychiczne i neurologiczne, takie jak nadpobudliwość czy objawy tzw. choroby kojcowej, które mogą znacząco wpływać na zdolność psa do koncentracji, samokontroli i efektywnego działania w stresujących sytuacjach. Ocenie podlega również stan ogólny zwierzęcia – jakiegokolwiek wady postawy, ubytki w uzębieniu, zaburzenia w funkcjonowaniu zmysłów czy wady narządów ruchu są przesłankami do dyskwalifikacji kandydata [Zarządzenie nr 91 z dnia 4 października 2022 r.]. Ocena weterynaryjna stanowi jeden z najważniejszych elementów procesu selekcji, ponieważ tylko w pełni zdrowe i sprawne psy są w stanie sprostać wymaganiom intensywnej służby. W przypadku psów przeznaczonych do specjalistycznych zadań (np. wykrywania materiałów wybuchowych), wykonywane są dodatkowe testy i badania potwierdzające predyspozycje do konkretnego rodzaju pracy [Nowak 2022].

Pomimo złożoności i staranności procesu selekcji statystyki pokazują, że jedynie niewielki odsetek kandydatów ostatecznie zostaje dopuszczony do właściwego szkolenia. Według Allsoppa [2018] jedynie 6 na 100 wstępnie testowanych psów rozpoczyna szkolenie, a jeszcze mniejszy odsetek przechodzi je w całości – wiele wad ujawnia się bowiem dopiero w trakcie zaawansowanych etapów treningu.

Rasy psów pełniących służbę w Policji

Choć w literaturze specjalistycznej często pojawia się pojęcie „psa z predyspozycjami” do określonego rodzaju pracy, w praktyce nie funkcjonuje jednolita, oficjalna lista ras wykluczonych z możliwości służby wyłącznie ze względu na pochodzenie rasowe. Selekcja opiera się przede wszystkim na cechach osobniczych, a nie przynależności do konkretnej rasy. W efekcie skład rasowy psów służbowych różni się w zależności od kraju i rodzaju wykonywanych zadań. W Polsce najczęściej spotykanymi rasami psów pracujących w służbach są: owczarek niemiecki, owczarek belgijski malinois oraz labrador retriever. W skali europejskiej lista ta poszerza się o mniej popularne, ale wciąż użytkowane rasy, takie jak: szpic, airedale terrier, bloodhound, border collie, bokser, doberman, rottweiler oraz spaniel [Allsopp 2018].

Owczarek niemiecki to rasa sprawdzająca się w działaniach patrolowych, interwencyjnych oraz tropiących. Psy tej rasy charakteryzują się wysoką lojalnością wobec przewodnika, dużą inteligencją oraz silnym instynktem obronnym [Dobrowolska 2022].

Owczarek belgijski malinois to pies dynamiczny, czujny i niezwykle szybki w działaniu. Najczęściej wykorzystywany jest do zadań specjalnych, m.in. w jednostkach antyterrorystycznych [Dobrowolska 2022]. Uznawany jest za jedną z ras najlepiej predysponowanych do pracy w warunkach wysokiego stresu.

Labrador retriever z kolei najczęściej znajduje zastosowanie w zadaniach związanych z wykrywaniem zapachów. Z uwagi na swoją przyjazną naturę, labratory rzadko są angażowane w działania bojowe lub interwencyjne [Dobrowolska 2022; Nowak 2022].

Specjalizacje psów służbowych w Policji

Jak wspomniano wcześniej, w zależności od przebytych szkoleń, psy policyjne mogą pełnić różnicowane funkcje operacyjne. Ich specjalizacje wynikają bezpośrednio z rodzaju przeszkolenia oraz predyspozycji osobniczych, zarówno fizycznych, jak i psychicznych. Psy służbowe można podzielić na kilka głównych kategorii: tropiące, bojowe, ratownicze oraz wykrywające. Szczegółowa klasyfikacja obejmuje między innymi:

- Psy bojowe – użytkowane w działaniach kontrterrorystycznych oraz interwencyjnych o wysokim stopniu ryzyka.
- Psy patrolowo-tropiące – łączące funkcje psa patrolowego i tropiącego. Są użytkowane do przeszukiwania terenu i pomieszczeń, a także tropienia śladów ludzkich oraz pościgu za sprawcami.
- Psy wyszkolone do wykrywania materiałów wybuchowych – ich zadaniem jest lokalizowanie zapachów związanych z materiałami wybuchowymi, bronią palną oraz amunicją.
- Psy do wykrywania narkotyków – przeznaczone do lokalizowania różnego rodzaju substancji odurzających [Dobrowolska 2022].
- Psy ratownicze – wspierające działania służb ratowniczych, np. podczas akcji poszukiwawczo-ratowniczych w gruzowiskach lub wodzie. W zależności od rodzaju szkolenia mogą pracować samodzielnie lub w bezpośrednim kontakcie z przewodnikiem [Scandurra i in. 2016].

Wyniki badań własnych – analiza odpowiedzi przewodników psów służbowych

Badanie przeprowadzono wśród 20 przewodników psów pracujących w służbach mundurowych. Miało ono charakter mieszany i opierało się na indywidualnym kwestionariuszu wywiadu w formie online przy pomocy komunikatora internetowego Google Meet oraz rozmów telefonicznych. Składał się z 5 pytań otwartych. Łączny czas przeprowadzania poszczególnych wywiadów trwał od 3 do 5 minut. Wywiady miały charakter anonimowy i żadne dane umożliwiające identyfikację uczestników nie zostały opublikowane w pracy. Celem było zebranie danych na temat rasy i płci posiadanego psa służbowego pracującego w Policji, wieku rozpoczęcia szkolenia, cech predysponujących do pracy oraz wyspecjalizowanie psa. Wywiad pozwolił na zebranie szczegółowych danych, które wzbogaciły analizę o subiektywne opinie i obserwacje przewodników psów służbowych.

Wśród badanych najczęściej posiadaną rasą był owczarek belgijski malinois (12 osób), co pokazuje jej coraz większą popularność. Na kolejnych miejscach uplasowały się: owczarek niemiecki (3 osoby), labrador retriever (3 osoby) oraz pojedyncze przypadki owczarka staroniemieckiego i border collie (po 1 wskazaniu). Dobór rasy wydaje się silnie powiązany z funkcją, jaką pies ma pełnić w służbie.

Wśród psów służbowych w badanej grupie dominowały samce (14 przypadków), natomiast suki były wskazywane rzadziej (6 przypadków). Może to wynikać z większej masy, siły fizycznej lub temperamentu psów płci męskiej, które częściej są wybierane do zadań interwencyjnych.

Szkolenie psów służbowych najczęściej rozpoczynano, gdy zwierzę miało około roku życia – aż 14 respondentów wskazało wiek 12 miesięcy jako moment startu. Kolejnym najczęściej podawanym wiekiem było 9 miesięcy (3 odpowiedzi). Pojedyncze przypadki dotyczyły rozpoczęcia szkolenia w wieku 1 roku i 3 miesięcy, 1 roku i 4 miesięcy (po 1 odpowiedzi) oraz najpóźniej – w wieku 1 roku i 6 miesięcy (1 odpowiedź). Zebrane dane pokazują, że chociaż najczęściej szkolenie rozpoczyna się około 12. miesiąca życia, przedział wiekowy jest dość szeroki. Wskazuje to na elastyczne podejście, uwzględniające zarówno indywidualne tempo rozwoju psychicznego, jak i fizycznego psa.

Najczęściej wskazywanymi cechami predysponującymi psa do pracy służbowej były: chęć do pracy (14 wskazań), bardzo dobry aport (10), brak strachu przed wystrzałami (8), opanowanie emocji (7), odwaga (5), wytrzymałość (5), dobry popęd łowiecki (3), szybkie uczenie się (2). Pojedyncze osoby wskazały cechy takie jak: regeneracja, kontrolowana agresja, kreatywność, wysokie umiejętności adaptacyjne, opanowanie, posłuszeństwo, łatwość pokonywania wysokich przeszkód (po 1 wskazaniu). Zgromadzone dane pokazują, że „idealny” pies służbowy powinien być nie tylko sprawny fizycznie i odważny, ale także odporny na stres, stabilny emocjonalnie i podatny na motywację zadaniową.

Psy policyjne biorące udział w badaniu były szkolone do różnych zadań, w tym: patrolowo-tropiących (7 wskazań), wyszukiwania materiałów wybuchowych (5), zadań bojowych w operacjach specjalnych (5), wyszukiwania narkotyków (2), zadań poszukiwawczo-ratowniczych (1). Wyniki

potwierdzają, że psy służbowe pełnią dziś bardzo zróżnicowane i wyspecjalizowane funkcje, często będąc szkolonymi jako psy wielozadaniowe.

Podsumowanie

Psy służbowe w Policji są starannie dobierane pod względem zdrowia i temperamentu, a ich szkolenie dostosowuje się do konkretnych zadań, takich jak patrolowanie, tropienie czy wykrywanie niebezpiecznych substancji. Praca zespołu pies-człowiek opiera się na wzajemnym zaufaniu i dopasowaniu, a przewodnicy z nimi pracujący wskazują, że kluczowe dla sukcesu są: wysoka motywacja do pracy, opanowanie i zdolność pracy w warunkach stresowych.

Bibliografia

- Allsopp N., *K9 Cops: Police Dogs of the World*, Simon and Schuster 2018.
- Arundel R., *The police dog: His selection and training*, "The Police Journal" 1928, 1(3), 423–431, doi.org/10.1177/0032258X2800100307.
- Dobrowolska I., *Psy służbowe w polskiej Policji*, 2022, <https://policja.pl/pol/aktualnosci/219520%2CPsy-sluzbowe-w-polskiej-Policji.html>.
- Nowak A., *Rola psów służbowych w zapewnianiu bezpieczeństwa publicznego: Analiza funkcjonowania jednostek K9 w Polsce*, „Security, Economy & Law” 2022, 29, s. 46–83.
- Scandurra A., Alterisio A., D’Aniello B., *Behavioural effects of training on water rescue dogs in the Strange Situation Test*, “Applied Animal Behaviour Science” 2016, 174, s. 121–127, doi.org/10.1016/j.applanim.2015.10.007.
- Zarządzenie nr 91 z dnia 4 października 2022 r. w sprawie metod i form wykonywania zadań z użyciem psów służbowych w Policji, Dz. Urz. KGP z 2022 r., poz. 225.

Weronika Marta Krawczyk

Uniwersytet w Siedlcach, Wydział Nauk Rolniczych
Studenckie Koło Naukowe Sympatyków Zwierząt

NAJWAŻNIEJSZE ASPEKTY PSYCHOFIZYCZNE KONI HIPOTERAPEUTYCZNYCH

The most important psychophysical aspects for hippotherapy horses

Abstract: The article addresses the topic of the most important psychophysical aspects of horses used in hippotherapy. The aim of the paper is to identify the key needs of these animals, arising from their nature as well as the type of work they perform, by compiling and analyzing available data and scientific articles. The article highlights opportunities to improve the quality of life and welfare of hippotherapy horses, taking into account both physical and psychological aspects. The text discusses various issues resulting from the use of horses in hippotherapy, including their living conditions, care, riding use, and the potential psychological burdens associated with these factors, as well as methods to avoid such problems.

Keywords: hippotherapy horse, psychophysical traits, needs

Wprowadzenie

Konie towarzyszą człowiekowi od wielu lat, współpracując z nim i przynosząc mu korzyści na wielu płaszczyznach. Udomowienie tego gatunku datuje się na około 4000 lat p.n.e. Od tego czasu, na przestrzeni wieków, rodzaj użytkowania tych zwierząt uległ znacznym przemianom. Z początku były zwierzętami łownymi, następnie pełniły rolę środka transportu, dzięki czemu eksploracja nowych terenów i polowania stały się znacznie szybsze. Znalazły zastosowanie także w rolnictwie i gospodarce

oraz w wojsku, mając istotne znaczenie dla polityki. Obecnie rola konia zmieniła się istotnie – główne kierunki jego wykorzystania to sport konny, rekreacja i turystyka oraz hipoterapia (Łojek i Łojek, 2015; Łojek i Łojek, 2011).

Hipoterapia jest jedną z form animaloterapii, czyli terapii z udziałem zwierząt – w tym przypadku jest to terapia z udziałem koni. Zgodnie z Kanonami Polskiej Hipoterapii ustalonymi przez Polskie Towarzystwo Hipoterapeutyczne (ZG PTH, 2007) definicja hipoterapii brzmi: „jest to ukierunkowane działanie terapeutyczne mające służyć poprawie funkcjonowania człowieka w sferach fizycznej, emocjonalnej, poznawczej i/lub społecznej, podczas którego, specjalnie przygotowany koń, stanowi integralną część procesu terapeutycznego. Realizowana jest przez wykwalifikowanego hipoterapeutę zgodnie z zaleceniami lekarza kierującego na hipoterapię i we współpracy z innymi specjalistami prowadzącymi danego pacjenta”. Jest to więc forma psychoruchowej rehabilitacji, w której ruch konia, ale też sama jego obecność, oddziałuje na pacjenta wielopłaszczyznowo, dzięki odpowiedniemu doborowi i wyszkoleniu zwierzęcia oraz wykwalifikowanemu terapeutcie i współpracującym z nim innymi specjalistami.

Koń hipoterapeutyczny, z uwagi na kierunek jego użytkowania, powinien cechować się określonymi cechami fizycznymi i psychicznymi. Aby tak było, jego opiekun powinien zapewnić mu odpowiednie warunki, zaspokajające w pełni jego potrzeby, które mimo upływu lat i wielu zmian nie znikły. Wśród potrzeb wynikających z natury tego gatunku, a więc z bycia zwierzętami uciekającymi, stale poszukującymi źródeł pożywienia i wody, należy wymienić nieograniczony dostęp do wody i paszy objętościowej, niewymuszony, swobodny ruch oraz bezpośredni kontakt z innymi przedstawicielami swojego gatunku. Odpowiednie zadbanie o te potrzeby ma pozytywny wpływ na zdrowie psychiczne konia i uniknięcie wystąpienia zaburzeń behawioralnych, dzięki czemu będzie on mógł wciąż pełnić rolę zwierzęcego terapeuty.

Materiał i metody

Artykuł przedstawia analizę i zestawienie prac naukowych dotyczących tematu najważniejszych potrzeb psychofizycznych koni jako gatunku, skupiając się na potrzebach koni terapeutycznych, wynikających z kierunku ich użytkowania. Przeanalizowano teksty naukowe dotyczące powyższych zagadnień w celu zestawienia ze sobą obecnego stanu wiedzy na temat potrzeb psychofizycznych koni terapeutycznych, aby podkreślić ich istotę dla dobrostanu tych zwierząt.

Celem pracy było podkreślenie znaczenia zaspokojenia potrzeb fizycznych i psychicznych koni pracujących z człowiekiem w tak ważnej roli, jaką jest bycie zwierzęciem terapeutą podczas hipoterapii. Wskazano potrzeby uznane za znaczące dla utrzymania odpowiedniej kondycji fizycznej i psychicznej gatunku *Equus caballus* biorąc pod uwagę kierunek jego użytkowania, aby współpraca z człowiekiem, w szczególności z pacjentem, była jak najbardziej bezpieczna i skuteczna, ale także komfortowa nie tylko dla osoby korzystającej z tej wyjątkowej formy terapii, lecz także dla samego konia, dzięki któremu może się ona odbyć.

Aktualny stan wiedzy na temat najważniejszych aspektów psychofizycznych dla koni rekreacyjnych

Myśląc o potrzebach koni hipoterapeutycznych, należy rozdzielić je na te wynikające z etologii i natury tych zwierząt oraz na mające swoje źródło w kierunku ich użytkowania. Konie coraz częściej przydziela się do grupy zwierząt towarzyszących, a nie do zwierząt gospodarskich, co wskazuje na ich istotną rolę w życiu człowieka. Ze zwierząt, które z początku stanowiły źródło pożywienia, następnie były głównym środkiem transportu, narzędziem rolnictwa oraz wojskowości, obecnie stały się towarzyszami ludzi, partnerami w zdobywaniu osiągnięć sportowych, nauczycielami adeptów jeździectwa

podczas pracy rekreacyjnej, aż w końcu pełnią niezwykle ważną rolę zwierzęcych terapeutów w hipoterapii, by wspomóc pacjentów – zarówno dzieci, jak i dorosłych – w powrocie do zdrowia fizycznego i psychicznego. W związku z chęcią do współpracy tych zwierząt z człowiekiem, można powiedzieć, że ich właściciele są im winni szczególną opiekę, która uwzględni odpowiednie warunki dobrostanu fizycznego, ale też psychicznego. Część z tych aspektów ma swoje źródło w końskiej naturze zwierząt kiedyś przemierzających stepy w poszukiwaniu źródeł pożywienia, wody i ewentualnego schronienia przed niekorzystnymi warunkami pogodowymi w towarzystwie stada stworzonego z osobników tego samego gatunku. Biorąc pod uwagę właśnie te aspekty związane z etologią koni, człowiek powinien zapewnić im odpowiednie warunki w formie jak najbardziej zbliżonej do warunków naturalnych z uwzględnieniem postępującego procesu udomowienia zwierząt tego gatunku. Związana z tym jest także codzienna opieka stajenna, obejmująca nie tylko zapewnienie potrzeb bytowych, ale także potrzebne zabiegi pielęgnacyjne [Fiedorowicz 2007].

Istnieją natomiast także aspekty wynikające z hipoterapeutycznego rodzaju użytkowania, a więc szczególnego typu pracy z człowiekiem. Powinno się wziąć pod uwagę, poza aspektami wynikającymi z natury tych zwierząt, potrzeby takie jak zdrowie fizyczne, pozwalające na ruch i pracę bez bólu i dyskomfortu, a jednocześnie zapewniające bezpieczną i jakościową terapię dla pacjenta, możliwość odpoczynku, z naciskiem na warunki pozwalające na wejście w fazę głębokiego snu oraz na spokojne przerwy między zajęciami z pacjentami, zdrowie psychiczne, a więc takie utrzymanie i postępowanie ze zwierzęciem, które pozwoli uniknąć pojawienia się zachowań niepożądanych, w szczególności narowów, mogących stanowić niebezpieczeństwo dla osób w otoczeniu konia, co w przypadku hipoterapii zdaje się być szczególnie ważne ze względu na specyfikę i wyjątkowość terapii z udziałem konia oraz związaną z tym koniecznością zapewnienia pacjentowi najwyższego możliwego bezpieczeństwa.

Zapewnienie koniom hipoterapeutycznych tych potrzeb to z jednej strony odpowiedzialność ich opiekunów i właścicieli, szczególnie w aspekcie dobrostanu, ale z drugiej, w połączeniu z odpowiednim treningiem, to wręcz gwarancja odpowiedniej relacji i współpracy, która obok doboru odpowiedniego konia jest kluczowa dla odpowiedniej terapii niosącej poprawę stanu zdrowia pacjenta na wielu płaszczyznach, zarówno pod względem fizycznym, jak i psychicznym oraz jego ogólnego poziomu funkcjonowania.

Potrzeby wynikające z etologii koni

Mimo procesu domestykacji gatunku *Equus caballus* podstawowe potrzeby osobników tego gatunku wynikające z ich natury nie uległy znaczącym przemianom. Człowiek, udomawiając konie, niejako zgodził się wziąć odpowiedzialność i podjąć się opieki nad tymi zwierzętami. Do podstawowych potrzeb wynikających z etologii koni należy zaliczyć nieograniczony ruch, bezpośredni kontakt z innymi osobnikami tego samego gatunku, stały dostęp do paszy objętościowej i wody oraz możliwość odpoczynku.

Jako nieograniczony ruch nie należy rozumieć oddania koniom całkowitej wolności i pozwolenia im swobodnie, bez żadnych ograniczeń w postaci ogrodzeń czy pastucha, eksplorować teren z uwagi nie tylko na ich własne bezpieczeństwo, ale też bezpieczeństwo szeroko rozumianego otoczenia. Ściśle związany jest z tym proces udomowienia tych zwierząt oraz rozwój cywilizacji. Współcześnie konie rodzą się już w warunkach udomowionych, często wręcz z decyzji człowieka i będąc pod jego opieką już od pierwszych chwil życia. W związku z tym jest niezwykle duże ryzyko, że nie poradziłyby sobie bez pomocy i wsparcia ludzi. Rozwój transportu sprawia wręcz bezpośrednie zagrożenie dla ich życia i zdrowia – choćby przekroczenie jezdni wprost nasuwa myśl, iż zwierzę może zginąć potrącone przez auto i jednocześnie wpłynąć negatywnie na zdrowie i życie ludzi. Potrzebę nieograniczonego, niewymuszonego ruchu należy rozumieć jako ruch poza treningiem czy pracą pod jeźdźcem, a w przypadku koni hipoterapeutycznych – pacjentem. Zapewnić ją można poprzez zapewnienie koniom dostępu do

ogrodzonego padoku czy pastwiska dostosowanego do ilości koni korzystających z niego. Dobrą decyzją jest możliwość urozmaicenia terenu – występujące naturalne niewielkie wzniesienia, rosnące drzewa bezpieczne dla koni czy też płytkie, a nawet specjalnie stworzone zbiorniki wodne. Takie warunki pozwalają koniom na realizację potrzeby swobodnego ruchu, niewymuszonego przez jeźdźcę czy trenera oraz nie na uwięzi, a w obrębie bezpiecznej przestrzeni.

Potrzeba stałego dostępu do paszy objętościowej oraz wody wiąże się z dostępem do wybiegu. Jeśli padok jest zielony, bogaty w trawę, a często też urozmaicony bezpiecznymi dla koni roślinami, w tym ziołami, zaspokaja koniom potrzebę spożywania paszy objętościowej. Warunki takie są zbliżone do zachowań koni występujących w naturze, kiedy to zjadają pożywienie z jednego miejsca, następnie przemieszczają się o parę kroków, by zjeść z kolejnego obszaru czy też jedzą wręcz co krok. W taki sposób zwierzęta te w naturze pokonują nawet 17 kilometrów, przy czym średnia odległość wynosi 6 kilometrów, a aktywność koni w ciągu doby sięga 16 do 20 godzin [Janicka i Krupa 2020; Sarrafchi i Blokhuis 2013]. Dzięki takiej możliwości, konie zaspokajają potrzebę nie tylko swobodnego pobierania paszy objętościowej, ale także wspomnianej wcześniej potrzeby nieograniczonego ruchu. W przypadku padoków piaszczystych po stronie człowieka jest dostarczenie koniom odpowiedniej ilości jakościowego siana, które zastąpi im wygryzanie trawy. To także odpowiednie rozwiązanie na okres zimy, gdy na wybiegach nie ma odpowiedniej ilości trawy. Bardzo dobrze sprawdzają się także tak zwane „spowalniacze jedzenia”, takie jak siatki na siano z różną wielością oczek. Dostęp do siana to także odpowiednie rozwiązanie na czas, gdy konie znajdują się w boksach. Zapewnienie tym zwierzętom dostępu do świeżej i czystej wody leży w pełni po stronie człowieka, którego zadaniem jest regularne uzupełnianie i wymienianie wody w poidłach wielkością dostosowanych do ilości zwierząt przebywających na padoku, natomiast w boksie swoją rolę spełniają poidła automatyczne lub regularne dostarczanie przez człowieka świeżej wody.

Z zapewnieniem osobnikom gatunku *Equus caballus* dostępu do padoku ukierunkowanego na warunki jak najbardziej zbliżone do naturalnych związany jest bezpośredni kontakt z innymi końmi. Pozwala to na wyrażanie zachowań społecznych i tworzenie relacji między członkami stada, które powinno być także odpowiednio dobrane, by żaden z osobników nie został odrzucony. Należy także zwrócić uwagę, by teren oraz ilość dostępnego pożywienia wystarczały dla wszystkich koni, a wręcz były z nadwyżką, co pozwoli na uniknięcie konfliktów między zwierzętami. Towarzystwo innych koni oraz zapewnienie odpowiedniej wielkości padoku i ilości paszy objętościowej daje koniom poczucie bezpieczeństwa, a przy tym minimalizuje ilość stresu.

Niezwykle ważnym aspektem jest także zapewnienie koniom takich warunków, by mogły odpocząć, w tym zapaść w fazę głębokiego snu. Wiąże się z tym poczucie bezpieczeństwa, spełniane przez towarzystwo innych koni, które w czasie snu niejako pilnują, czy nie zbliża się zagrożenie – tak, jak robiły to w naturze. Na myśl nasuwa się także konieczność zapewnienia koniom schronienia w razie niekorzystnych warunków pogodowych – niskich i wysokich temperatur, deszczu czy burzy. Rolę tę mogą pełnić zarówno boksy w stajni, jak i odpowiednio zadaszona i odpowiedniej wielkości wiata na padoku, tak by mogła swobodnie pomieścić wszystkie konie. Odpoczynek należy rozumieć również jako czas pomiędzy zajęciami terapeutycznymi, w którym koń może się zdrzemnąć, wypełnić żołądek paszą objętościową, napić się wody czy też spędzić czas z innymi końmi. Ważne jest przy tym zapewnienie koniom takich warunków, by przez ten czas nie był wymuszany z nimi kontakt ze strony ludzi.

W celu zapewnienia koniom warunków jak najbardziej zbliżonych do tych naturalnych powstał system znany jako Paddock Paradise, czyli system ścieżek, mających za zadanie zająć koniowi czas i zmotywować do ruchu, poprzez prowadzenie go nimi do strategicznych miejsc w sposób inny niż w linii prostej. Dzięki temu zwierzę, tak jak kiedyś, musi przemieszczać się w celu znalezienia źródeł pożywienia, wody czy schronienia oraz miejsca do odpoczynku [Danielewicz 2024].

Stworzenie koniom takich warunków pozwoli na zaspokojenie ich podstawowych potrzeb wynikających z ich etologii, dzięki czemu ich zdrowie fizyczne i psychiczne w dużej mierze zostanie zachowane w odpowiedniej kondycji, co wpłynie pozytywnie na ich relacje z człowiekiem. Zupełnym przeciwieństwem będzie natomiast utrzymanie konia w systemie boksowym, który ogranicza możliwość swobodnego ruchu oraz bezpośredniego kontaktu z innymi końmi, a często także, w zależności od opieki, nieograniczonego dostępu do paszy objętościowej. W takiej sytuacji konie mogą podupadać na zdrowiu oraz szukać zachowań zastępczych, takich jak łkanie, tkanie czy grzebanie, które niejednokrotnie mają wpływ również na jakość ich współpracy z człowiekiem [Albright i in. 2009; Cooper i Mason 1998; Cooper i Albentosa 2005].

Potrzeby wynikające z kierunku użytkowania koni hipoterapeutycznych

Kierunek użytkowania koni hipoterapeutycznych niesie za sobą kolejne potrzeby, które wynikają z pełnionej przez nie roli zwierzęcych terapeutów. Poza opisanymi wyżej potrzebami wynikającymi z etologii koni nie należy zapomnieć o szczególnych aspektach psychofizycznych, które mają swoje źródło w pracy, jaką wykonują.

Konie hipoterapeutyczne biorą udział w kilku zajęciach w ciągu dnia, z których część wymaga noszenia pacjentów na plecach. W związku z tym należy wziąć pod uwagę kwestie zdrowia końskich pleców – mięśni i kręgosłupa, a także cały układ ruchu konia oraz jego zdrowie fizyczne. Poza wykluczającymi z pracy pod obciążeniem kulawiznami, opiekun zwierzęcia powinien zwrócić także uwagę na bolesności jego grzbietu oraz wszelkie oznaki dyskomfortu. Ma to wpływ nie tylko na konia, ale także dla pacjenta, ze względu na możliwe wystąpienie nierówności, nieregularności w ruchu zwierzęcia, co ma wpływ na jakość i skuteczność terapii. W przypadku koni rekreacyjnych, które nie uczestniczą w terapii, ale są swoistymi nauczycielami adeptów jeździectwa, kierunek ich pracy z człowiekiem wiąże się z występowaniem obciążeń spowodowanych masą ciała jeźdźcy, co ma wpływ na funkcjonowanie ich aparatu ruchu oraz zwiększa ryzyko pojawienia się chorób o cechach przeciążeniowych skutkujących bolesnością grzbietu [Blecha i Albera-Łojek 2021]. Konie rekreacyjne i konie hipoterapeutyczne, jako konie wierzchowe, mają wspólną cechę pod względem kierunku użytkowania – noszenie ciężaru na swoich plecach, stąd też można stwierdzić, że podobne choroby mogą wystąpić także u zwierzęcych terapeutów. W takich sytuacjach opiekunowie koni często stosują różne sposoby, takie jak maści rozgrzewające czy chłodzące, które niejednokrotnie nie rozwiązują problemu, co powoduje zmniejszenie jakości ruchu konia – utratę swobody, rytmu i równowagi. Ma to szczególne znaczenie w hipoterapii [Diamond-Jones 2013], gdyż sposób poruszania się konia ma wpływ na efekt terapii [Bromiley 2000; Kaproń i Nowak 2000]. Skuteczną metodą radzenia sobie z takimi problemami są masaże fizjoterapeutyczne, które coraz częściej są zalecane przez lekarzy weterynarii [Danielewicz i in. 2023]. Konie terapeutyczne, zaliczane do koni wierzchowych, często mają problemy z odcinkiem lędźwiowym grzbietu oraz z przywodzicielami i odwodzicielami kończyn miedniczych i piersiowych [ZG PTHiP 2007; Wójcik i in. 2021]. Zgodnie z badaniem przeprowadzonym i opisanym w pracy *Zastosowanie masażu w leczeniu koni hipoterapeutycznych* [Danielewicz i in. 2023] najczęściej występującym problemem koni terapeutycznych była sztywność mięśni, następnie przeciążenie potreningowe oraz mały zakres wykroku, kulawizna i napięcie mięśni. U części badanych koni wykonano pomiary wykroku konia przed i po wykonaniu masażu, dzięki czemu stwierdzono, że efektem masażu jest jego wydłużenie, co ma znaczenie dla jakości hipoterapii. Te badania pozwoliły na stwierdzenie, że masaż jest przydatny i skuteczny nie tylko jako metoda leczenia i rehabilitacji, ale także w formie zabiegu profilaktycznego, pozwalającego zminimalizować efekty przeciążeń i ryzyko kontuzji i urazów. Dzięki temu można wysnuć wniosek, że masaż fizjoterapeutyczny dla koni hipoterapeutycznych ma znaczenie dla poprawy ich komfortu i zdrowia aparatu ruchu, ale ma swój efekt także w samej terapii.

Hipoterapia występuje w różnych formach. Może być to na przykład fizjoterapia na koniu, psychoterapia z koniem czy też terapeutyczna jazda konna. Część rodzajów hipoterapii, tak jak ostatnia z wymienionych, może wymagać pracy zwierzęcia pod siodłem, a nie na oklep, czyli bez siodła. Rodzi to kolejną potrzebę wynikającą z rodzaju użytkowania konia hipoterapeutycznego, czyli odpowiednie dopasowanie sprzętu. Jeśli nie jest on dopasowany, zaraz obok nieodpowiednich warunków utrzymania koni i zarządzania ich treningiem oraz aktywnością, stanowi czynnik wtórny powodujący schorzenia i bolesności grzbietu [Visser i in. 2014], które z kolei mają wpływ na występowanie zaburzeń behawioralnych czy wszelkich zachowań niepożądanych w stosunku do człowieka, szczególnie jeśli towarzyszą im także różnego rodzaju choroby i kontuzje [Jastrzębska i Kowalczyk 2014; Budzyńska i Kozak 2017]. Można więc wysnuć wniosek, że źle dopasowany sprzęt nie tylko obniża komfort i zdrowie konia, ale ma także negatywny wpływ na bezpieczeństwo osób przebywających w jego otoczeniu, w tym w szczególności pacjenta, poprzez pojawianie się u zwierzęcia zaburzeń takich jak narowy, stanowiące zagrożenie dla człowieka.

Zapewnienie powyższych potrzeb wynikających z kierunku użytkowania koni hipoterapeutycznych nie tylko znacznie poprawi ich komfort życia, ale także wpłynie pozytywnie na bezpieczeństwo pacjenta oraz jakość poddawanej go terapii, dzięki czemu będzie ona efektywniejsza i może przyspieszyć powrót do zdrowia lub polepszenie jakości życia.

Podsumowanie

Przeanalizowane dostępne dane pozwalają określić, jakie są najważniejsze potrzeby zarówno fizyczne, jak i psychiczne dla koni hipoterapeutycznych. Spełnienie tych potrzeb ma ogromne znaczenie dla zapewnienia dobrostanu i komfortu tym zwierzętom. Jest to niezwykle ważne dla utrzymania wysokiej jakości przeprowadzanych zajęć hipoterapeutycznych, co ma przełożenie na usprawnianie pacjenta i poprawę jakości jego życia na różnych płaszczyznach. Opiekunowie koni oraz terapeuci powinni mieć na uwadze komfort konia wynikający z jego zdrowia psychicznego i fizycznego oraz warunków jego utrzymania ze względu na dobro pacjenta oraz chęć oferowania jak najlepszej pomocy pacjentom w zgodzie z naturą konia, jednocześnie odwdzięczając mu się w ten sposób za jego chęć wyjątkowej współpracy z człowiekiem, jaką jest hipoterapia i wspieranie człowieka w radzeniu sobie z wszelkimi jego problemami i chorobami.

Wnioski

- Najważniejsze potrzeby koni można podzielić na te wynikające z ich etologii oraz te, mające swoje źródło w kierunku jego użytkowania, jakim jest użytkowanie hipoterapeutyczne, zaliczane do użytkowania wierzchowego.
- Zapewnienie koniom możliwości wyrażania naturalnych zachowań oraz dbanie o ich szeroko rozumiany komfort psychiczny i fizyczny ma pozytywny wpływ na ich współpracę z człowiekiem, co przekłada się na jakość zajęć hipoterapeutycznych.
- Zaspokojenie wszelkich potrzeb psychofizycznych ma pozytywny wpływ na jakość hipoterapii, ale przede wszystkim na bezpieczeństwo osób przebywających w otoczeniu zwierzęcia, w tym w szczególności pacjenta.

Bibliografia

- Albright J.D., Mohammed H.O., Heleski C.R., Wickens C.L., Hout K.A., *Crib-biting in US horses: Breed predispositions and owner perceptions of aetiology*, "Equine Vet. J." 2009, 41 (5), s. 455–458.
- Blecha A., Albera-Łojek A., *Bolesność grzbietu koni użytkowanych wierzchowo – przyczyny i profilaktyka*, „Wiadomości Zootechniczne” 2021, R. LIX, 3, s. 74–95.
- Bromiley M., *Naturalne metody w leczeniu koni*, Bydgoszcz 2000.

- Budzyńska M., Kozak A., *Interakcje człowiek-zwierzę w aspekcie dobrostanu i użytkowania koni*, „Wiadomości Zootechniczne” 2017, R. LV, 1, s. 94-100.
- Cooper J.J., Albentosa M.J., *Behavioural adaptation in the domestic horse: potential role of apparently abnormal responses including stereotypic behaviour*, „Livestock Production Science” 2005, Vol. 92, s. 177-82.
- Cooper J.J., Mason G.J., *The identification of abnormal behaviour and behavioural problems in stabled horses and their relationship to horse welfare: a comparative review*, „Equine Vet. J., Suppl.” 1998, 27, s. 5-9.
- Danielewicz A., Horoszewicz E., Stolarczyk K., *Zastosowanie masażu w leczeniu koni hipoterapeutycznych*, „Dyscypliny komplementarne fizjoterapii” 2023, s. 267-288
- Danielewicz A., *Ścieżkowy system utrzymania koni*, „Horse&Business Magazine” 2024, Vol. 4, s. 45-47.
- Diamond-Jones K., *Horse therapy*, „Am J Nurs” 2013, 113(10), 12.
- Fiedorowicz G., *Wymagania dotyczące warunków środowiskowych w chowie koni*, „Problemy Inżynierii Rolniczej” 2007, nr 4, s. 133-138.
- Janicka W., Krupa W., *Optymalizacja warunków utrzymania koni w kontekście możliwości prezentowania naturalnych zachowań*, „Wybrane zagadnienia produkcji zwierzęcej” 2020, s. 29-35.
- Jastrzębska E., Kowalczyk K., *Przyczyny wypadków podczas rekreacyjnego użytkowania koni*, „Hodowca i Jeździec” 2014, 3 (42), s. 112-115.
- Kanony Polskiej Hipoterapii* Zarząd Główny Polskiego Towarzystwa Hipoterapeutycznego, 2007.
- Kapron, M., Nowak, P., *Wskaźniki pokrojowe koni wykorzystywanych w hipoterapii*, „Zeszyty Naukowe. Przegląd Hodowlany” 2000, 50, s. 119-128.
- Łojek J., Łojek A., *Człowiek i koń – próba równoważenia interesów*, „Przegląd filozoficzny – Nowa Seria” 2015, R. 24, Nr 2 (94), s. 35-49.
- Łojek J., Łojek A., *Konie w rekreacji, turystyce jeździeckiej i agroturystyce*, [w:] I. Ozimek (red.), *Turystyka i rekreacja na obszarach nieurbanizowanych*, Warszawa 2011, s. 94-127.
- Sarrafchi A., Blokhuis H.J., *Equine stereotypic behaviors: Causation, occurrence, and prevention*, „Journal of Veterinary Behavior” 2013, Vol. 8 (5), s. 386-394
- Visser E.K., Neijenhuis F., Graaf-Roelfsema E. de, Wesselink H.G.M., Boer J. de, Wijhe-Kiezebrink M.C. van, Engel B., Reenen C.G. van, *Risk factors associated with health disorders in sport and leisure horses in the Netherlands*, „J. Anim. Sci.” 2014, 92 (2), s. 844-855.
- Wójcik E., Kępka K., Danielewicz A., *Hipoterapia. Istota i zastosowanie*, Siedlce 2021.

Adrianna Zecer

Uniwersytet w Siedlcach, Wydział Nauk Rolniczych
Studenckie Koło Naukowe Sympatyków Zwierząt

WPŁYW BÓLU NA SAMOPOCZUCIE PSA

The impact of pain on a dog's well-being

Abstract: Animals are great at masking their illnesses and the pain that accompanies them. Often, the symptoms indicating a deteriorating health condition are minimal. Visible symptoms indicating discomfort include apathy, depression, and even increased anxiety or aggression. This means that pain affects the dog's well-being. Zoophysiotherapy is one of the ways to improve the quality of life in the case of pain associated with degenerative diseases. Physical therapy reduces the pain felt, reduces inflammation, and accelerates the healing and regeneration of tissues. On the other hand, kinesiotherapy affects the muscular system and has a positive effect on the animal's self-confidence. The combination of these two methods brings the best results in pain relief.

Keywords: dog, rehabilitation, pain, degenerative diseases, musculoskeletal disorders

Wstęp

Według ustawy z 21 sierpnia 1997 roku o ochronie zwierząt, która uległa nowelizacji w 2023 roku, każdy człowiek jest zobowiązany do zapewnienia poszanowania, ochrony i opieki własnemu zwierzęciu. Ustawa zakłada, że zwierzę jest istotą żyjącą zdolną do odczuwania bólu i cierpienia. Utrzymywanie zwierząt wiąże się z przestrzeganiem pięciu wolności dobrostanu, zawartych w Europejskiej

Konwencji o ochronie zwierząt hodowlanych i gospodarskich. Oznacza to, że zwierzę musi być zdolne do przejawiania normalnego behawioru oraz wolne od głodu i pragnienia, strachu i cierpienia, dyskomfortu, bólu, obrażeń i chorób.

Z definicji Polskiego Towarzystwa Badania Bólu wynika, że ból to nieprzyjemne uczucie, powodujące dyskomfort, związane z potencjalnym lub faktycznym urazem tkanek. Jest sygnałem ostrzegawczym organizmu. Ma różne podłoże, między innymi psychiczne, chorobowe, urazowe czy zapalne. Rozróżnia się ból fizjologiczny i patologiczny. Ból fizjologiczny to taki, który jest prawidłową reakcją obronną na szkodliwy czynnik, powodujący rozpoczęcie mechanizmu obronnego, którego celem jest ograniczenie dalszego niszczenia tkanek. Natomiast ból patologiczny to taki, który jest spowodowany urazem tkanek. Odczuwanie bólu jest kwestią indywidualną, ponieważ każdy osobnik może mieć inny próg bólowy. Wśród rodzajów bólu można wyróżnić ból ostry, psychogeny, neuropatyczny, somatyczny oraz przewlekły. Wpływa on negatywnie na cały organizm [Firlej-Oliwa 2021; Muir i in. 2008].

Zwierzęta tak jak ludzie są zdolne do odczuwania bólu. Niestety opiekunowie często o tym zapominają. Zdaniem wielu właścicieli, jeśli zwierzę je, pije, wydalą, nie piszczy i chodzi znaczy, że jest zdrowe i nic mu nie dolega. Zwierzęta najczęściej cierpią w ciszy i nie pokazują, że coś niepokojącego zaczyna się dziać z ich zdrowiem [Łebek 2021; Mroczkowski i in. 2015; Singer 2013].

Nawet minimalna zmiana w zachowaniu może być oznaką choroby lub występującego bólu. Psy odczuwające ból często stają się apatyczne, dłużej śpią, mniej jedzą, tracą chęć do zabawy czy spacerów. Niestety nie u wszystkich czworonogów pojawiają się takie same symptomy. U zwierząt mocno ukrywających swoje dolegliwości może pojawić się niepokój, spoglądanie na bolące miejsce czy częstsze zmienianie pozycji podczas spania. Wzmógł lęk, wycofanie czy pojawiająca się nagle agresja wcale nie muszą od razu oznaczać poważnych zaburzeń behawioralnych. Taka zmiana w zachowaniu może być spowodowana pojawiającym się bólem [Scholl i in. 2020; Firlej-Oliwa 2021].

Sposoby uśmierzania bólu

Walka z bólem często nie jest łatwa i wymaga czasu. Wszystko zależy od stanu zwierzęcia, jego wieku oraz rodzaju bólu. Ból przewlekły, który nierzadko występuje przy zmianach zwyrodnieniowych, najczęściej dotyczy psów starszych i w wieku geriatrycznym [Firlej-Oliwa 2021].

Są różne metody leczenia bólu. Jednym z najpopularniejszych sposobów jest leczenie farmakologiczne, polegające na podawaniu leków przeciwbólowych i przeciwzapalnych. Najczęściej stosuje się niesteroidowe leki przeciwbólowe, jednak, jeśli one nie przynoszą poprawy, włącza się silniejsze leki steroidowe [Łebek 2021]. Kolejną metodą jest fizjoterapia. Polega na szeregu działań okołorehabilitacyjnych, mających na celu uśmierzanie bólu i usprawnianie czworonogów. Jest często stosowana w leczeniu chorób ortopedycznych i neurologicznych. Wyróżnia się w niej fizykoterapię i kinezyterapię. Fizykoterapia obejmuje metody takie jak: laseroterapia, pole magnetyczne, ultradźwięki czy elektrostymulacja. Jednak podstawą fizjoterapii jest kinezyterapia, czyli ćwiczenia aktywne, bierne, czynno-bierne, wspomagane, trening siłowy i wytrzymałościowy [Juszczak i in. 2014].

Jeżeli leczenie bólu wyżej wymienionymi metodami nie pomaga, wprowadza się leczenie paliatywne, które polega głównie na zmniejszeniu odczuwania bólu u psa, a opiekunowi daje czas na podjęcie trudnej decyzji, jaką jest eutanazja. Możliwość redukcji bólu jest jednym z kryteriów, branych pod uwagę przy tej decyzji [Monkiewicz i in. 2020; Firlej-Oliwa 2021].

Choroby zwyrodnieniowe i zaburzenia układu ruchu

Choroba zwyrodnieniowa polega na degeneracji chrząstki stawowej i jednoczesnym powstawaniu narośli kostnych. Jej przyczyną są najczęściej przebyte urazy, niestabilności stawu, choroby wrodzone i nabyte zmiany struktury stawu. Może obejmować każdy staw w organizmie. Powoduje ból

podczas poruszania się. W przypadku choroby zwyrodnieniowej stosuje się leczenie farmakologiczne w celu zmniejszenia stanu zapalnego i działania przeciwbólowego. Jego uzupełnieniem jest fizjoterapia w postaci fizykoterapii, która ma za zadanie zwiększenie masy mięśniowej i zmniejszenie bolesności stawów [Wojciechowski 2005].

Uszkodzenie/zerwanie więzadła krzyżowego to jedno ze schorzeń najczęściej dotyczących psy. Objawy uszkodzonego więzadła są nierzadko słabo widoczne. Mogą pojawiać się okresowe kulawizny po zwiększonym wysiłku. Natomiast w przypadku całkowitego uszkodzenia występuje duża kulawizna jednej lub obu kończyn miednicznych. Stawy mogą być również opuchnięte. Jako formę leczenia stosuje się postępowanie chirurgiczne, takie jak stabilizowanie zewnątrztorebkowe, stabilizowanie wewnątrztorebkowe oraz metody osteotomii okołostawowych. Aby przyspieszyć gojenie oraz powrót do sprawności, po takim zabiegu powinno się wdrożyć rehabilitację, podczas której, pies stopniowo nauczy się funkcjonować w nowej sytuacji, a także będzie działał przeciwbólowo i przeciwzapalnie [Aleksiewicz 2020; Wardlaw 2016].

Dysplazja stawów może dotyczyć zarówno stawów biodrowych, jak i łokciowych. Powoduje zapalenie stawów i zwyrodnienie kości, prowadzące do nasilającego się bólu. Rozróżnia się dwie postacie tej choroby. Młodzieńczą i przewlekłą. Ta pierwsza pojawia się u psów pomiędzy 5 a 12 miesiącem życia. Zwierzęta dotknięte tą chorobą wykazują ból podczas prób rozprostowania łap, niechęć do zabawy i spacerów oraz kulawiznę. Postać przewlekła dotyczy głównie psów w średnim wieku. Objawy są podobne do postaci młodzieńczej, jednak czworonogi dotknięte tym schorzeniem mają tendencję do odciążania bolącej kończyny, przez co można zauważyć zanik mięśni na bolącej łapie. Przy zdiagnozowanej dysplazji warto stosować suplementy wspomagające pracę stawów. Nie wolno zapominać również o zbilansowanej diecie i zachowaniu odpowiedniej ilości ruchu. Należy unikać nierównych i niestabilnych powierzchni oraz skakania. W celu niwelowania bólu można stosować leczenie farmakologiczne, jednak świetnym rozwiązaniem będzie dołączenie fizjoterapii. Zarówno kinezyterapia jak i fizykoterapia może przynosić pożądane rezultaty [Wardlaw 2016; Burke 2023].

Zespół końskiego ogona są to zmiany patologiczne odcinka lędźwiowo-krzyżowego kręgosłupa. Najczęściej występującym zaburzeniem w tej okolicy jest zwyrodnieniowe zwężenie kanału lędźwiowo-krzyżowego. Powoduje ból oraz problemy z chodzeniem. Może dawać objawy neurologiczne takie jak niedowład kończyn miednicznych i ogona czy porażenie wiotkie. Pojawia się również dysfunkcja pęcherza i brak napięcia mięśni ogona. Stosuje się leczenie przeciwbólowe i przeciwzapalne. Podczas rehabilitacji wzmacnia i rozbudowuje się mięśnie, poprawia czucie głębokie i propriocepcję [Platt 2011; Juszcak i in. 2014].

Spondyloza są to niezapalne zmiany zwyrodnieniowe kręgosłupa. Polegają na tworzeniu się nadbudowy kostnej na sąsiadujących kręgach po ich brzusznej stronie. Zaawansowane zmiany całkowicie utrudniają motorykę kręgosłupa. Najczęściej występującymi objawami jest ból w okolicy kręgosłupa, trudności z poruszaniem się oraz kulawizny. Może prowadzić nawet do paraliżu. Długo się rozwija, przez co doprowadza zwierzę do odczuwania ciągłego dyskomfortu i przewlekłego bólu. Leczenie polega na podawaniu psu leków przeciwzapalnych i przeciwbólowych. Nie prowadzi się leczenia operacyjnego ze względu na wysokie ryzyko komplikacji w trakcie i po zabiegu. Jednym ze sposobów leczenia, poprawiających jakość życia psa, dzięki stymulacji mięśni i stawów jest zoofizjoterapia [Garbiec i in. 2020; Hanna 2001].

Psy posiadające którąś z powyższych chorób mogą być apatyczne, wycofane, unikać kontaktu, mimo że wcześniej tego nie robiły, reagują lękiem lub agresją na nowe i niespodziewane bodźce, a czasami dochodzi nawet do samookaleczenia poprzez wygryzanie albo wylizywanie bolącego miejsca. Zastosowanie rehabilitacji i farmakoterapii ma na celu zniwelowanie odczuwanego bólu. W momencie jego zmniejszenia zachowanie psów często ulega poprawie. Dzięki poczuciu ulgi zwierzęta mogą odzyskać radość i komfort życia.

Podsumowanie

Ból jest nieodłączną częścią życia, może wystąpić na każdym jego etapie, dlatego tak ważna jest dokładna obserwacja zachowania psa i reagowanie na nawet najmniejszą zmianę. Są różne metody uśmierzania bólu, między innymi działania farmakologiczne, leczenie paliatywne oraz zoofizjoterapia. Przy chorobach i schorzeniach układu ruchu fizjoterapia jest nieodłącznym czynnikiem wspierającym minimalizowanie bólu. Sposób rehabilitacji jest dobierany indywidualnie do każdego czworonoga. Pod uwagę bierze się jego stan, możliwości, wiek i samopoczucie.

Ból ma ogromny wpływ na samopoczucie i zachowanie psa. Zwierzęta odczuwające przewlekły ból są bardziej skłonne do agresji, lęku czy stanów depresyjnych. Często pojawia się apatia, osłabienie, niechęć do kontaktu, spacerów czy zabawy. Dzięki dobrze prowadzonej rehabilitacji czworonogi mogą odzyskać dawne chęci do zabawy i spacerów, reagować mniej nerwowo na nagłe bodźce, a występujące kulawizny minimalizować do chodu jak najbardziej zbliżonego do prawidłowego poruszaniu się.

Bibliografia

- Aleksiewicz R., Lutnicki K., Kirstein J., Kielbowicz M., Pszczoła M., *Innowacyjna prowadnica triangularna w zabiegach osteotomii u psów z zerwanym więzadłem krzyżowym doczaszkowym*, „Medycyna Weterynaryjna” 2020, nr 76(7), s. 406-410.
- Burke J., *Dysplazja stawów biodrowych u psów - praktyczne informacje*, „Weterynaria po Dyplomie” 2023, nr 3, s.14-23.
- Europejska konwencja o ochronie zwierząt hodowlanych i gospodarskich sporządzona w Strasburgu dnia 10 marca 1976 roku, Dz. U. Nr 104 poz. 665
- Firlej-Oliwa M., *Jak mądrze badać o swojego psa i kota?*, Wydawnictwo Otwarte, Kraków 2021.
- Grabiec A., Karpiński M., „Zaburzenia zachowania u psów ras dużych i olbrzymich ze zdiagnozowaną chorobą zwyrodnieniową odcinka lędźwiowego kręgosłupa – na podstawie zdjęć radiologicznych, objawów klinicznych i behawioralnych”, [w:] J. Nyckowiak, J. Leśny (red.), *Badania i Rozwój Młodych Naukowców w Polsce, Nauki Przyrodnicze fauna i hodowla zwierząt*, Poznań 2020, s. 24-29.
- Hanna F., *Lumbosacral osteochondrosis: radiological features and surgical management in 34 dogs*, pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11440396/, dostęp: 10.01.2025.
- Juszczak M., Juśkiewicz-Swaczyna B., *Fizjoterapia w leczeniu psów z chorobami ortopedycznymi i neurologicznymi*, „Magazyn Weterynaryjny” 2014, nr 11, s. 43-51.
- Łebek Ł., *Co gryzie weterynarza?*, Poznań 2021, s. 235.
- Monkiewicz J., Wajdzik J., Rogowska-Sobota K., *Kynologia. Wiedza o psie*, Wrocław 2020, s. 305.
- Mroczkowski S., Frieske A., Witkowska B., Grochowska E., Piwczyński D., *Prawne aspekty humanitarnej ochrony zwierząt, „Przegląd hodowlany”* 2015, nr 2, s. 34-36.
- Muir W., Hubbell J.A.E., Bednarski R.M., Skrada R.T., *Anestezjologia weterynaryjna*, Wrocław 2008, s. 251.
- Platt S.R., *Choroby odcinka lędźwiowo-krzyżowego u psów*, „Magazyn Weterynaryjny” 2011, nr 11, s. 38-46.
- Polskie Towarzystwo Badania Bólu, *Ból – definicja IASP 2020*, ptbb.pl/bol/17-aktualnosci/556-bol-definicja-iasp-2020, dostęp: 05.06.2025.
- Scholl S., Dehasse J., *Zaburzenia zachowania psów*, Edra Urban & Partner, 2020, s. 112-138.
- Singer P., *Czy zwierzęta odczuwają ból?*, „Polski Przegląd Nauk o Zdrowiu” 2013, nr 3 (36), s. 199-202.
- Ustawa z dnia 21 sierpnia 1997 roku o ochronie zwierząt (nowelizacja 7 lipca 2023), Dz. U. 2023 Nr 111 poz. 1580.
- Wardlaw J., *Problem ze stawami biodrowymi i kolanowymi - dysplazja stawów czy zerwane więzadło krzyżowe?*, „Weterynaria po Dyplomie” 2016, nr 3, s. 22-32.
- Wojciechowski M., *Choroba zwyrodnieniowa stawów u psów. Część III. Rozpoznawanie i leczenie*, „Życie Weterynaryjne” 2005, nr 80 (11), s. 707-711

• Sekcja 3 •

NAUKI SPOŁECZNE

Martyna Abramczyk

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Wydział Nauk Społecznych
Naukowe Koło Socjologów „Quaero”

DEKLARACJE WYBORCZE A ZACHOWANIA RZECZYWISTE WYBORCÓW W LATACH 2020 I 2025. BADANIA UZUPEŁNIAJĄCE STUDENTÓW KIERUNKU SOCJOLOGIA UWM

Voter declarations and actual voters' behavior in 2020 and 2025.
Supplementary research of sociology students at the UWM

Abstract: The author's interests revolve around the electoral behavior of citizens of the Republic of Poland. The work contains an analysis and comparison of voter attitudes related to the presidential elections in 2020 and 2025. The author conducted research using the method of examining existing sources at the disposal of the National Electoral Commission. In addition, the supplementary study was a diagnostic survey on a group of students of sociology at the University of Warmia and Mazury in Olsztyn. In this case, the research tool was a survey questionnaire. The questions revolved around the reasons for students' electoral activity or its lack. The research questions and hypotheses concerned electoral mobilization and the decrease or increase in voter turnout.

Keywords: elections, turnout, election declarations

Wprowadzenie

Zachowania wyborcze są jednym z kluczowych elementów funkcjonowania systemu demokratycznego. Analiza motywacji oraz rzeczywistych postaw obywateli uczestniczących w wyborach prezydenckich dostarcza wiedzy nie tylko o preferencjach politycznych, ale również o kondycji społecznej i zaufaniu do instytucji publicznych.

Wybory prezydenckie w Polsce w 2020 roku odbyły się w szczególnie trudnych warunkach społecznych i politycznych, między innymi w czasie globalnej pandemii COVID-19. Sytuacja polityczna podczas tegorocznej kampanii prezydenckiej była porównywalnie trudna do tej z roku 2020 z uwagi na wojnę między Rosją a Ukrainą i napiętą relację z Unią Europejską. Konflikt ukraińsko-rosyjski trwający od 2022 roku znacząco wpłynął na debatę w Polsce, stawiając kwestię bezpieczeństwa narodowego, polityki migracyjnej oraz współpracy z NATO i UE w centrum uwagi wyborców. Jednocześnie niepewna relacja z Unią Europejską, która wynika z wcześniejszych nieporozumień o reformy, praworządność sprawiły, że znaczna część Polaków podzieliła się i powstały dwa wyraźne obozy: proeuropejski, który opowiada się za dalszą integracją z UE i solidarnością z Ukrainą, oraz eurosceptyczny, postulujący ograniczenie niezależności Polski od instytucji unijnych. Podział ten odzwierciedla także różnice międzypokoleniowe i klasowe.

Frekwencja i deklaracje wyborcze

W ciągu dwóch tygodni przed wyborami Centrum Badań Opinii Społecznej przeprowadziło badania, które dotyczyły frekwencji w wyborach. Udział w nich zadeklarowało aż 76%¹. Wysoki wskaźnik deklarowanego udziału należy traktować z ostrożnością ze względu na efekt społecznych oczekiwań. W społeczeństwach demokratycznych istnieje przeświadczenie o tym, że uczestnictwo w wyborach to obywatelski obowiązek. Dodatkowo deklaracje nie zawsze przekładają się na zachowania. Według

¹ A. Cybulska, *Preferencje przed I turą wyborów prezydenckich 2020*, Centrum Badań Opinii Społecznej, Warszawa 2020.

danych Państwowej Komisji Wyborczej rzeczywista frekwencja w wyborach prezydenckich w 2020 roku w I turze wyniosła 64,51%.

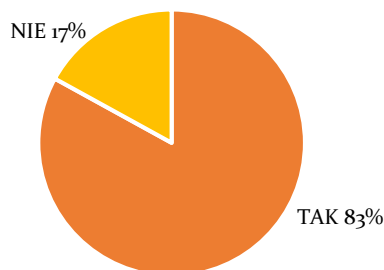
W 2025 roku prognozowana frekwencja w wyborach wynosiła 66,9%. Wynik ten uzyskano poprzez połączenie deklaracji udziału w głosowaniu z analizą postaw społecznych i historycznych wskaźników uczestnictwa wyborczego. W tegorocznych wyborach prezydenckich frekwencja w I turze wyniosła 66,22%, co oznacza, że jest to najwyższy wynik w historii III Rzeczypospolitej².

Szczególnie zaskakującym wynikiem jest frekwencja młodych wyborców (18-29 lat), która wyniosła aż 72,8%, to ponad 7% więcej niż w 2020 roku³. Eksperci podkreślają, że od lat państwo zmagają się z problem aktywności wyborczej wśród najmłodszej grupy wiekowej. Polaryzacja polityczna to główny czynnik wysokiego wskaźnika frekwencji, ale równie istotną rolę odegrały tu media społecznościowe. Kandydaci na urząd prezydenta zauważyli silny wpływ komunikatorów społecznościowych na młodych wyborców, stąd tegoroczna kampania wyróżniała się aktywnością kandydatów w podcastach i programach na YouTube.

Analiza deklaracji wyborczych przed wyborami grupy studentów socjologii UWM w Olsztynie

Z przeprowadzonej ankiety wśród studentów kierunku socjologia Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie wynika, że aż 83% respondentów deklarowało udział w wyborach prezydenckich (Rys. 1). Dominującą motywacją było **poczucie obywatelskiego obowiązku**, a w drugiej kolejności **chęć zmiany politycznej**. Respondenci rezygnują z głosowania (17%) najczęściej z powodu **braku kandydata zgodnego z ich poglądami i braku merytorycznej debaty**.

Czy ma Pan(i) zamiar oddać swój głos w wyborach prezydenckich 2025?



Rys. 1 Deklaracje wyborcze studentów socjologii UW

Źródło: badania własne

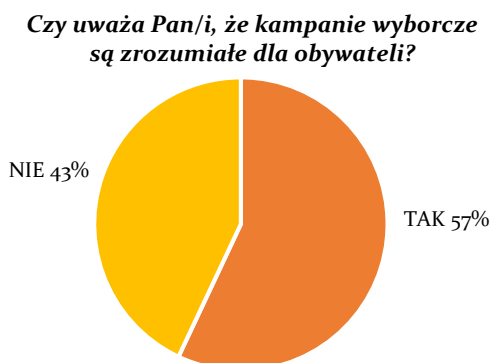
Z analizy wynika, że każdy z respondentów uzyskał wiedzę o kampanii z mediów społecznościowych. Platformy społecznościowe umożliwiają szybkie organizowanie spotkań – zarówno tych online, jak i w rzeczywistości. Ponadto prezentowanie poglądów i programów wyborczych przez media daje większą kontrolę nad przekazem. Przestrzeń internetowa wykorzystywana jest przede wszystkim do kształtowania trendów – memy czy krótkie filmiki mogą znacząco wpłynąć na sposób postrzegania kandydatów. Niestety służy ona również do szerzenia dezinformacji i fake newsów. Kampanie prezydenckie bardzo często wykorzystują media do analizy nastrojów społecznych. Metoda ta pomaga dopasować odpowiednią strategię do konkretnej grupy odbiorców.

Kampanie wyborcze nie są zrozumiałe dla prawie połowy respondentów (43%) (Rys. 2). Uwagę należy zwrócić na sposób przekazywania informacji przez kandydatów. Politycy podczas debat

² Deklaracje wyborcze Polaków przed wyborami prezydenckimi 2025, Centrum Badania Opinii Społecznej, Warszawa 2025.

³ Wyniki wyborów prezydenckich – I tura, Państwowa Komisja Wyborcza, Warszawa 2025, www.pkw.gov.pl, data dostępu: 26.05.2025.

używają specjalistycznego języka, np. skrótów instytucjonalnych, sformułowań prawnych, pojęć technicznych. Ludzie reagują na proste przekazy, które dotyczą ich życia. Jeśli kampania wyborcza używa pojęć zrozumiałych tylko dla wybranych grup, to niektórzy obywatele nie czują się adresatem komunikatów. Skutkiem tego są podziały.



Rys. 2 Stopień zrozumienia kampanii wyborczych przez obywateli

Źródło: badania własne

Analiza zachowań wyborczych w wyborach prezydenckich w 2025 roku wskazuje na zmianę charakteru w motywacjach wyborców. Tradycyjny podział partyjny, choć dalej ważny, zmienia swój kierunek w stronę indywidualnej oceny i autentyczności poszczególnego kandydata. Wyraźnie widoczne jest to wśród najmłodszych wyborców. Badania przeprowadzone wśród studentów wskazują, że znaczna część osób nie identyfikuje się z daną partią, a motywacją wyborczą jest wypełnienie swojego obowiązku obywatelskiego oraz wprowadzenie zmian. Jednocześnie osoby, które rezygnowały z udziału w wyborach wskazywały na brak zgodności z postulatami partyjnymi, a także brak kandydata reprezentującego ich wartości.

Wnioski

Jednym z głównych założeń dotyczących wzrostu frekwencji w wyborach prezydenckich jest mobilizacja najmłodszej grupy wiekowej wyborców (18-29 lat). Czynnikiem wpływającym na zwiększoną aktywność młodych obywateli jest wpływ mediów społecznościowych. Wybory prezydenckie w 2025 roku pokazały, że polskie społeczeństwo staje się coraz bardziej świadome i aktywne obywatelsko, ale jednocześnie silnie spolaryzowane. Wysoka frekwencja, zwłaszcza wśród młodych wyborców, świadczy o chęci realnego wpływu na kierunek, w jakim zmierzają działania polityczne. Przyszłe kampanie będą musiały uwzględnić różnorodność postaw, język przekazu i potrzebę merytorycznej debaty, która będzie skierowana do wszystkich odbiorców.

Sytuacja geopolityczna w Polsce ma obecnie większe znaczenie dla zachowań wyborczych niż kiedykolwiek wcześniej po 1989 roku. Istnieje wyraźny zwrot społeczeństwa ku tematom bezpieczeństwa, międzynarodowej współpracy oraz suwerenności państwa. Kluczowym czynnikiem wpływającym na to zjawisko jest konflikt zbrojny za wschodnią granicą Polski. Wśród obywateli wzrosło poczucie zagrożenia oraz większe zainteresowanie polityką obronną. Pomoc Ukrainie (militarna i humanitarna) stała się jednym z najbardziej kontrowersyjnych tematów kampanii wyborczej. Polaryzacja ta przenosi się na sposób postrzegania Unii Europejskiej, która wspierała Ukrainę – co było powodem podziałów społecznych.

Główna hipoteza badawcza, zakładająca, że frekwencja w wyborach prezydenckich w latach 2020 i 2025 będzie niższa niż deklarowana przez obywateli, została potwierdzona na podstawie analizy danych empirycznych. Wielu obywateli zgłasza chęć głosowania, ponieważ uczestnictwo w wyborach

jest zachowaniem oczekiwanym społecznie. W rzeczywistości duża część osób rezygnuje z udziału w wyborach z powodu, np. braku poczucia sprawczości czy rozczarowania kandydatami. Zjawisko to ukazuje pewne ograniczenia sondaży przedwyborczych i konieczność zastosowania psychologicznej wiedzy, która wyjaśni mechanizmy społeczne.

Bibliografia

- Bodnar A., *Stanowisko Rzecznika Praw Obywatelskich ws. terminów wyborów prezydenckich w czasie pandemii COVID-19*, Biuro RPO, Warszawa 2020.
- Cybulska A., *Preferencje przed I turą wyborów prezydenckich 2020*, Centrum Badań Opinii Społecznej, Warszawa 2020.
- Deklaracje wyborcze Polaków przed wyborami prezydenckimi 2025*, Centrum Badania Opinii Społecznej, Warszawa 2025.
- Wyniki wyborów prezydenckich – I tura* Państwowa Komisja Wyborcza Warszawa 2025, www.pkw.gov.pl, data dostępu: 26.05.2025.
- Ceglińska A., Kopeć-Ziemczyk K., *Wpływ kampanii politycznej w mediach społecznościowych na zachowania wyborcze młodych Polaków*, „Studia Medioznawcze” 2016, 1(64), s. 57-70.
- Lakomy M., *Demokracja 2.0 Interakcja polityczna w nowych mediach*, Wydawnictwo WAM, Kraków 2013.

Karolina Cedro

Akademia im. Jakuba z Paradyża w Gorzowie Wielkopolskim, Wydział Prawa i Bezpieczeństwa

Koło Naukowe Historii Prawa, Administracji i Myśli Politycznej
Koło Naukowe Nauk Prawnych i Bezpieczeństwa

POBYT I ZATRUDNIANIE CUDZOZIEMCÓW JAKO WYZWANIE DLA BEZPIECZEŃSTWA WEWNĘTRZNEGO POLSKI. MIGRACJE MIĘDZY PRAWEM A BEZPIECZEŃSTWEM

*Residence and employment of foreigners as a challenge
to Poland's internal security: migration between law and security*

Abstract: The presentation analyses the issue of residence and employment of foreigners in the context of contemporary challenges to the internal security of the Republic of Poland. This issue presents the issue of economic migration to the Republic of Poland from the perspective of the currently existing inconsistencies and dysfunctions concerning the residence and employment of foreigners. Particular attention was paid to the assessment of the process of liberalisation of residence and employment of foreigners in the Republic of Poland, which was in force until recently in the legislation, with the current change of regulations and tightening of this process in this area. In view of the above, the key issue concerns the impact of economic migration to the Republic of Poland on security and public order, by assessing the change in the process of liberalisation of legislation on the residence and employment of foreigners in the Republic of Poland, lasting from 2022 to the tightening of this process in 2025.

Keywords: internal security of the Republic of Poland, protection of public safety and order, residence and employment of foreigners

Na wstępie, rozpatrując problematykę pobytu i zatrudniania cudzoziemców w kontekście współczesnych wyzwań dla bezpieczeństwa wewnętrznego Rzeczypospolitej Polskiej, należy zaznaczyć, że zagadnienia te są związane z kształtowaniem i regulowaniem spraw związanych z migracjami, głównie ekonomicznymi. Wynika to nie tylko z samej treści prezentowanych zagadnień, ale także faktu istnienia ustawodawstwa w tej materii, przewidzianego dla i do cudzoziemców, którzy planują nie tylko pobyt, ale ich celem jest między innymi praca w Rzeczypospolitej Polskiej. Wobec powyższego

problem badawczy w niniejszej pracy brzmi: Jakie niespójności i dysfunkcje wystąpiły poprzez proces liberalizacji ustawodawstwa w zakresie pobytu i zatrudnienia cudzoziemców w Rzeczypospolitej Polskiej trwającego od 2022 r. do zaostrzenia tego procesu w 2025 r. w kontekście wyzwań generowanych przez migracje ekonomiczne dla bezpieczeństwa wewnętrznego Rzeczypospolitej Polskiej? Celem niniejszego opracowania jest ocena jeszcze do niedawna obowiązującego w ustawodawstwie procesu liberalizacji pobytu i zatrudnienia cudzoziemców w Rzeczypospolitej Polskiej z obecnie mającą miejsce zmianą przepisów i zaostrzaniem tego procesu w tej tematyce. Istotne tu będzie wskazanie kluczowych wyzwań z perspektywy migracji ekonomicznych do Rzeczypospolitej Polskiej, które spowodowały taki stan rzeczy i zaostrzenie ustawodawstwa w tej materii przez władze, kierujące się ważnym interesem Rzeczypospolitej Polskiej i zwiększenia ochrony bezpieczeństwa i porządku publicznego. Metody badawcze w niniejszej pracy opierają się na analizie materiału badawczego. Przyjęta hipoteza badawcza w pracy przyjęła brzmienie: Proces liberalizacji ustawodawstwa w zakresie pobytu i zatrudnienia cudzoziemców w Rzeczypospolitej Polskiej trwający od 2022 r. spowodował szereg niespójności i dysfunkcji w tej materii, co w efekcie doprowadziło do zaostrzenia tego procesu w 2025 r. Wynik badań z przeprowadzonej analizy dostępnego i zgromadzonego materiału badawczego stanowi przedstawienie problematyki dotyczącej wpływu migracji ekonomicznych do Rzeczypospolitej Polskiej na bezpieczeństwo i porządek publiczny jako wyzwanie dla współczesnego bezpieczeństwa wewnętrznego poprzez ocenę obecnie istniejących niespójności i dysfunkcji dotyczących pobytu i zatrudnienia cudzoziemców, powstałych przez proces liberalizacji ustawodawstwa w zakresie pobytu i zatrudnienia cudzoziemców w Rzeczypospolitej Polskiej trwających od 2022 r.

Problematyka pobytu i zatrudniania cudzoziemców staje się coraz istotniejszym zagadnieniem prawnym, co spowodowane jest między innymi zwiększającymi się migracjami ekonomicznymi nie tylko do Rzeczypospolitej Polskiej, ale także do pozostałych państw członkowskich Unii Europejskiej. Istota samej problematyki pobytu i zatrudniania cudzoziemców jest już skomplikowana między innymi z powodu częstego wymogu uwzględniania reguły *lex specialis derogat legi generali* w prowadzonych postępowaniach administracyjnych dotyczących cudzoziemców. Wynika to także między innymi z dużej ilości aktów prawnych w Rzeczypospolitej Polskiej w tej materii, które dodatkowo komplikują te kwestie. Analizując tę problematykę od 2022 r. do 2025 r. i mając przez to na uwadze: proces wzmożonych migracji, spowodowanych nie tylko sytuacją na granicy polsko-białoruskiej w 2021 r. oraz wybuchem wojny w Ukrainie w 2022 r., ale również zapotrzebowanie na pracowników i przyjęte uregulowania prawne, składowe te wymusiły na państwie zmiany w ustawodawstwie liberalizujące pobyt i zatrudnienie cudzoziemców w Rzeczypospolitej Polskiej⁴. W tym kontekście samo zjawisko migracji jako wyzwanie w kontekście współczesnego bezpieczeństwa wewnętrznego Rzeczypospolitej Polskiej jest jednym z kluczowych problemów często poruszanych przez badaczy przedmiotowej problematyki. W niniejszym tekście to migracje ekonomiczne z perspektywy obecnie istniejących niespójności i dysfunkcji dotyczących pobytu i zatrudnienia cudzoziemców, generują wyzwania dla bezpieczeństwa wewnętrznego Rzeczypospolitej Polskiej. Samo bezpieczeństwo wewnętrzne państwa może być rozumiane jako stan braku zagrożeń, a konkretnie ich minimalizacji do akceptowalnego przez podmiot poziomu, jak i sam proces zapewniania bezpieczeństwa w granicach kraju⁵. W wyniku wyżej przytoczonego procesu liberalizacji ustawodawstwa w zakresie pobytu i zatrudnienia cudzoziemców w Rzeczypospolitej Polskiej trwającego od 2022 r. doszło do powstania szeregu niespójności i dysfunkcji w tej materii, co w efekcie doprowadziło do zaostrzenia tego procesu w 2025 r.

⁴ P. Majka, M. Rydzewska, I. Wieleba, *Zatrudnianie cudzoziemców. Aspekty prawne, pracownicze i podatkowe*, Warszawa 2022, s. 17, 26.

⁵ S. Koziej, *Bezpieczeństwo: istota, podstawowe kategorie i historyczna ewolucja*, „Bezpieczeństwo narodowe” 2011, nr 18, s. 19; R. Zięba, *O tożsamości nauk o bezpieczeństwie*, „Zeszyty Naukowe AON” 2012, nr 1(86), s. 7.

Przechodząc do oceny jeszcze do niedawna obowiązującego w ustawodawstwie procesu liberalizacji pobytu i zatrudnienia cudzoziemców w Rzeczypospolitej Polskiej z obecnie mającą miejsce zmianą przepisów i zaostrzaniem tego procesu w tej tematyce, należy wskazać powstałe kluczowe wyzwania z perspektywy migracji ekonomicznych do Rzeczypospolitej Polskiej. W wyniku procesu liberalizacji ustawodawstwa w tych kwestiach wprowadzono liczne nowelizacje, których przejawami były między innymi (głównie dla obywateli takich państw jak Białoruś czy Ukraina): objęcie programem „Poland Business Harbour”; możliwość zatrudnienia na podstawie wpisu oświadczenia o powierzeniu pracy do ewidencji czy kwestie zmian dotyczące wydawania wiz humanitarnych. Ponadto w wyniku wybuchu konfliktu zbrojnego na terytorium Ukrainy wprowadzono ustawę o pomocy obywatelom Ukrainy w związku z konfliktem zbrojnym tego państwa⁶, które wprowadziła liczne ułatwienia dla obywateli tego państwa jak: możliwość nadania numerów PESEL wraz z statusem UKR; możliwość rejestracji i zakładania firm w CEIDG⁷. Wprowadzone zmiany w związku z sytuacją na granicy polsko-białoruskiej czy wojną w Ukrainie, liberalizujące kwestie pobytu i zatrudnienia cudzoziemców stworzyły wyzwania dla zachowania bezpieczeństwa i porządku publicznego w Rzeczypospolitej Polskiej w postaci: nadużyć wynikających z łatwiejszego uzyskania zezwolenia na pobyt w Rzeczypospolitej Polskiej poprzez założenie działalności i jej rejestrację w systemie CEIDG, a następnie prowadzenie działalności mającej na celu próbę legalizacji pobytu „przyszłych pracowników”, a w rzeczywistości nieregularnych migrantów; brak nadzoru i możliwości weryfikacji faktycznych zamiarów cudzoziemca, który otrzymał zgodę na wjazd i pobyt humanitarny na terytorium RP czy posiada wizę humanitarną; nadużycia związane z Kartami Polaka między innymi w problematycznej kwestii weryfikacji przynależności cudzoziemca do narodu Polskiego; problematyka outsourcingów procesowych, usługowych czy pracowniczych, gdzie znaczne liczby niewiarygodnych firm powodują niekontrolowane przepływy cudzoziemców państw trzecich do państw członkowskich; zagadnienia związane z wizami krótkoterminowymi innych państw członkowskich, jak na przykład wiz chorwackich, słowackich, węgierskich i problematycznej w tym kontekście wykładni prawa⁸.

Wyzwania, które spowodowały taki stan rzeczy, doprowadziły do zaostrzenia ustawodawstwa w tej materii przez władze, kierujące się ważnym interesem Rzeczypospolitej Polskiej i zwiększenia ochrony bezpieczeństwa i porządku publicznego. Między innymi program „Poland Business Harbour”, powstały celem przyciągnięcia do Rzeczypospolitej Polskiej informatyków i firm z branży IT, a w ramach tak zwanej ścieżki biznesowej objęto nim firmy z branż strategicznych z całego świata, został oficjalnie zawieszony dnia 26 stycznia 2024 r. do czasu przyjęcia rozwiązań gwarantujących właściwą weryfikację firm i cudzoziemców będących jego beneficjentami⁹. Niejako kontynuacją wynikłej liberalizacji ustawodawstwa była także tak zwana afera wizowa, w sprawie której śledztwo wszczęto 7 marca 2023 r. na podstawie materiałów nadesłanych z Centralnego Biura Antykorupcyjnego i dotyczy między innymi pośredniczenia w uzyskaniu wiz uprawniających do przyjazdu na terytorium Polski¹⁰. W wyniku podjętych działań mających na celu ochronę bezpieczeństwa i porządku publicznego i niwelację powstałych niespójności i dysfunkcji w wyniku liberalizacji ustawodawstwa w kwestiach pobytu i zatrudnienia cudzoziemców w Rzeczypospolitej Polskiej dnia 15 października 2024 r. Rada Ministrów

⁶ Ustawa z dnia 12 marca 2022 r. o pomocy obywatelom Ukrainy w związku z konfliktem zbrojnym na terytorium tego państwa, Dz.U. 2022, poz. 583.

⁷ P. Majka, M. Rydzewska, I. Wieleba, *Zatrudnianie cudzoziemców...*, dz. cyt., s. 17.

⁸ W. Kaak, K. Cedro, *Zmiany w procedurach uzyskania pobytu w Polsce po agresji Rosji na Ukrainę – szansa czy wyzwanie?*, [w:] *Studia Wschodnioeuropejskie: Bezpieczeństwo, przemiany polityczno-gospodarcze oraz geopolityka obszaru postradzieckiego, Bałkanów i Bliskiego Wschodu*, P. Stawarz (red.), nr 20, Warszawa 2024, s. 225-226.

⁹ Komunikat ws. zawieszenia udziału Ministerstwa Spraw Zagranicznych w Programie Poland Business Harbour, www.gov.pl/web/dyplomacja/komunikat-ws-zawieszenie-udzialu-ministerstwa-spraw-zagranicznych-w-programie-poland-business-harbour, data dostępu: 04.06.2025.

¹⁰ Informacja o śledztwie dotyczącym tzw. afery wizowej, www.gov.pl/web/prokuratura-krajowa/informacja-o-sledztwie-dotyczacym-tzw-afery-wizowej, data dostępu: 04.06.2025 r.

przyjęła strategię migracyjną na lata 2025-2030 pt. „Odzyskać kontrolę. Zapewnić bezpieczeństwo”, która w przyszłości ma pomóc w stworzeniu kompletnej polskiej polityki migracyjnej. W nawiązaniu do przedstawionych wyzwań w wyżej wymienionej strategii w części dotyczącej „Warunków dostępu do rynku pracy” zwrócono uwagę na kwestie outsourcingu, a także akcji przedsiębiorstw dla „porozu”. Ponadto w strategii zwrócono uwagę na główny kierunek polityki migracyjnej, jakim jest przede wszystkim zapewnienie bezpieczeństwa, które jest traktowane jako egzystencjalne wyzwanie w warunkach aktualnych wyzwań geopolitycznych¹¹. W efekcie, mając na względzie ważny interes Rzeczypospolitej Polskiej, w 2025 r. nastąpił widoczny proces zaostrzenia ustawodawstwa w kwestiach pobytu i zatrudnienia cudzoziemców w Rzeczypospolitej Polskiej wskutek niedawnej nowelizacji kilku aktów prawnych jak: ustawa o zmianie ustawy o cudzoziemcach oraz niektórych innych ustaw¹²; ustawa o rynku pracy i służbach zatrudnienia¹³; ustawa o warunkach dopuszczalności powierzania pracy cudzoziemcom na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej¹⁴ czy ustawa o zmianie niektórych ustaw w celu wyeliminowania nieprawidłowości w systemie wizowym Rzeczypospolitej Polskiej¹⁵. W wyniku wprowadzonych zmian, a także nasilających się migracji nie tylko ekonomicznych na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej, a także innych państw członkowskich Unii Europejskiej, można spodziewać się dalszego zaostrzania ustawodawstwa w tej kwestii, celem zapobiegania, przeciwdziałania oraz eliminowania niespójności i dysfunkcji.

Podsumowując niniejsze rozważania w kwestii problematyki dotyczącej wpływu migracji ekonomicznych do Rzeczypospolitej Polskiej na bezpieczeństwo i porządek publiczny jako wyzwania dla współczesnego bezpieczeństwa wewnętrznego, należy stwierdzić, że obecne niespójności i dysfunkcje dotyczące pobytu i zatrudnienia cudzoziemców, powstały przez proces liberalizacji ustawodawstwa w zakresie pobytu i zatrudnienia cudzoziemców w Rzeczypospolitej Polskiej trwający od 2022 r. Poprzez wskazanie przykładów niespójności i dysfunkcji, które wystąpiły poprzez proces liberalizacji ustawodawstwa w zakresie pobytu i zatrudnienia cudzoziemców w Rzeczypospolitej Polskiej trwającego od 2022 r. do zaostrzenia tego procesu w 2025 r. w kontekście wyzwań generowanych przez migracje ekonomiczne dla bezpieczeństwa wewnętrznego Rzeczypospolitej Polskiej, przyjęta hipoteza badawcza w pracy została potwierdzona. Poprzez ocenę procesu liberalizacji ustawodawstwa w zakresie pobytu i zatrudnienia cudzoziemców w Rzeczypospolitej Polskiej trwającego od 2022 r. i spowodowanego między innymi nowelizacją kilku ustaw oraz sytuacją na granicy polsko-białoruskiej w 2021 r. oraz wybuchem wojny w Ukrainie w 2022 r. udało się wyróżnić szereg powstałych niespójności i dysfunkcji w kwestiach pobytu i zatrudniania cudzoziemców. W efekcie doprowadziło to do zaostrzenia procesu ustawodawstwa w tej materii już od 2024 r. poprzez między innymi przyjęcie strategii migracyjnej, a następnie w 2025 r. nowelizacji kilku ustaw, dotyczących między innymi zatrudnienia cudzoziemców czy uzyskiwania przez nich wiz. Prezentowany wpływ migracji ekonomicznych na bezpieczeństwo i porządek publiczny Rzeczypospolitej Polskiej stanowiących wyzwanie dla współczesnego bezpieczeństwa wewnętrznego jest widoczny, o czym świadczą podejmowane działania i deklaracje rządu w kontekście dążenia do zapewnienia bezpieczeństwa, co wyartykułowano w przyjętej strategii migracyjnej.

¹¹ *Odzyskać kontrolę. Zapewnić bezpieczeństwo. Kompleksowa i odpowiedzialna strategia migracyjna Polski na lata 2025-2030 z 15 października 2024 r.*, <https://www.gov.pl/attachment/b1bfd6eb-dc4c-446f-af8b-5b15a59884fe>, data dostępu 23.05.2025.

¹² Ustawa z dnia 24 kwietnia 2025 r. o zmianie ustawy o cudzoziemcach oraz niektórych innych ustaw, Dz.U. 2025, poz. 619.

¹³ Ustawa z dnia 20 marca 2025 r. o rynku pracy i służbach zatrudnienia, Dz.U. 2025, poz. 620

¹⁴ Ustawa z dnia 20 marca 2025 r. o warunkach dopuszczalności powierzania pracy cudzoziemcom na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej, Dz.U. 2025, poz. 621.

¹⁵ Ustawa z dnia 4 kwietnia 2025 r. o zmianie niektórych ustaw w celu wyeliminowania nieprawidłowości w systemie wizowym Rzeczypospolitej Polskiej, Dz.U. 2025, poz. 622.

Bibliografia

- Bojarski K., *Organizacje pozarządowe elementem bezpieczeństwa wewnętrznego państwa w kontekście zagrożeń migracyjnych*, [w:] *Bezpieczeństwo i edukacja: edukacja elit XXI wieku: edukacja XXI wieku*, A. Skrabacz (red.), Poznań 2019, s. 33-42.
- Informacja o śledztwie dotyczącym tzw. afery wizowej, www.gov.pl/web/prokuratura-krajowa/informacja-o-sledztwie-dotyczacym-tzw-afery-wizowej, data dostępu: 04.06.2025.
- Kaak W., Cedro K., *Zmiany w procedurach uzyskania pobytu w Polsce po agresji Rosji na Ukrainę – szansa czy wyzwanie?*, [w:] *Studia Wschodnioeuropejskie: Bezpieczeństwo, przemiany polityczno-gospodarcze oraz geopolityka obszaru postradzieckiego, Bałkanów i Bliskiego Wschodu*, P. Stawarz (red.), nr 20, Warszawa 2024, s. 215-228.
- Komunikat ws. zawieszenia udziału Ministerstwa Spraw Zagranicznych w Programie Poland. Business Harbour, www.gov.pl/web/dyplomacja/komunikat-ws-zawieszenie-udzialu-ministerstwa-spraw-zagranicznych-w-programie-poland-business-harbour, data dostępu: 04.06.2025.
- Koziej S., *Bezpieczeństwo: istota, podstawowe kategorie i historyczna ewolucja*, „Bezpieczeństwo narodowe” 2011, nr 18, s. 19-40.
- Majka P., Rydzewska M., Wieleba I., *Zatrudnianie cudzoziemców. Aspekty prawne, pracownicze i podatkowe*, Warszawa 2022.
- Mazur A., *Migracja a integracja, czyli fakty na temat integracji imigrantów w Unii Europejskiej*, bezpiecznik.org/2021/01/19/migracja-a-integracja-czyli-fakty-na-temat-integracji-imigrantow-w-unii-europejskiej/, data dostępu: 23.05.2025.
- Luft S., *Kryzys uchodźczy – przyczyny, skutki, konflikty*, Poznań 2019.
- Państwo nie radzi sobie z napływem obcokrajowców, www.nik.gov.pl/najnowsze-informacje-o-wynikach-kontroli/obsługa-cudzoziemcow.html, data dostępu: 23.05.2025.
- Odzyskać kontrolę. Zapewnić bezpieczeństwo. Kompleksowa i odpowiedzialna strategia migracyjna Polski na lata 2025-2030 z 15 października 2024 r., www.gov.pl/attachment/b1f6d6eb-dc4c-446f-af8b-5b15a59884fe, data dostępu 23.05.2025 r.
- Ustawa z dnia 4 kwietnia 2025 r. o zmianie niektórych ustaw w celu wyeliminowania nieprawidłowości w systemie wizowym Rzeczypospolitej Polskiej, Dz.U. 2025, poz. 622.
- Ustawa z dnia 12 grudnia 2013 r. o cudzoziemcach, Dz.U. 2024, poz. 769.
- Ustawa z dnia 12 marca 2022 r. o pomocy obywatelom Ukrainy w związku z konfliktem zbrojnym na terytorium tego państwa, Dz.U. 2022, poz. 583.
- Ustawa z dnia 20 kwietnia 2004 r. o promocji zatrudnienia i instytucjach rynku pracy, Dz.U. 2025, poz. 214.
- Ustawa z dnia 20 marca 2025 r. o rynku pracy i służbach zatrudnienia, Dz.U. 2025, poz. 620.
- Ustawa z dnia 20 marca 2025 r. o warunkach dopuszczalności powierzania pracy cudzoziemcom na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej, Dz.U. 2025, poz. 621.
- Ustawa z dnia 24 kwietnia 2025 r. o zmianie ustawy o cudzoziemcach oraz niektórych innych ustaw, Dz.U. 2025, poz. 619.
- Zięba R., *O tożsamości nauk o bezpieczeństwie*, „Zeszyty Naukowe AON” 2012, nr 1(86), s. 7-22.
- Wyrębek H., Błażejewska B., Zakrzewski R., *Migracje zagrożeniem bezpieczeństwa państwa*, [w:] *Współczesne zagrożenia bezpieczeństwa państwa*, Z. Ciekanowski (red.), cz. 2, Biała Podlaska 2021, s.109-125.

Grzegorz Kraciuk

Akademia Bialska im. Jana Pawła II, Wydział Nauk Ekonomicznych
 Studenckie Koło Naukowe Progress

NEGOCJACJE JAKO NARZĘDZIE STYMULUJĄCE ZAANGAŻOWANIE PRACOWNIKÓW

Negotiations as a tool for stimulating employee engagement

Abstract: This article presents negotiations as an effective tool for counteracting the decline in employee engagement. The text emphasizes that engagement is influenced by various factors, including the lack of recognition from supervisors, limited opportunities for professional development, and the lack of real influence on organizational decisions. The author describes workplace negotiations as a process that supports dialogue, trust, and shared decision-making, which can improve relationships within the organization. The role of negotiations in building recognition, strengthening trust, and jointly planning career development paths is highlighted. The overall conclusion is that incorporating negotiations into organizational culture fosters employee satisfaction and contributes to the long-term development of the organization.

Keywords: workplace negotiations, employee engagement, recognition and trust, organizational communication, integrative negotiations, culture of dialogue, employee-supervisor relations

Wstęp

Coraz większym wyzwaniem współczesnych organizacji jest utrzymanie wysokiego poziomu zaangażowania w obliczu dynamicznych zmian, globalnej konkurencji, rosnących oczekiwań pracowników i wyzwań związanych z kulturą pracy. Zaangażowanie pracowników pełni ważną rolę w osiąganiu celów organizacji i budowaniu jej przewagi konkurencyjnej. Zmotywowani pracownicy, którzy także identyfikują się ze swoim miejscem pracy, wykazują większą inicjatywę, osiągają lepsze efekty i chętniej uczestniczą w procesach rozwojowych.

Negocjacje w miejscu pracy mogą być tym istotnym narzędziem wspierającym budowanie dialogu i partnerstwa między pracownikami a pracodawcą. Prawidłowa komunikacja i partycypacja w decyzjach oparta na negocjacjach, wzajemnym szacunku i gotowości do współpracy, mogą przeciwdziałać czynnikom obniżającym zaangażowanie w organizacjach, a nawet podnosić ją. Celem artykułu jest przedstawienie negocjacji jako skutecznej formy wzmacniania zaangażowania pracowników i budowania kultury organizacyjnej opartej na dialogu, zaufaniu i współodpowiedzialności.

Komunikacja i porozumienie: negocjacje jako mechanizm wzmacniania zaangażowania

W literaturze istnieją różne terminy zaangażowania, jednak brak konkretnej definicji wynika prawdopodobnie z faktu, że dziedzina ta jest stosunkowo młoda i dopiero od lat 90. XX wieku jest obiektem zainteresowań. Pojęcie zaangażowania w pracy może być szeroko rozumiane i przyjmować różne formy. Zdefiniowania tego zjawiska podjął się jako pierwszy W.A. Kahan, który opisał je jako proces „angażowania członków organizacji w pełni ich zasobów w pracę”, w tym fizycznych, poznawczych, emocjonalnych i mentalnych. Odczytać to można jako wielopoziomowe zaangażowanie w swoją pracę przez osoby zatrudnione, a to z kolei przekłada się na ich skuteczność wykonywania i identyfikowania się z zadaniami zawodowymi. W.A. Kahan zasugerował, że zaangażowanie wpływa na pozytywne rezultaty zarówno na poziomie indywidualnym (wzrost i rozwój osobisty), jak i organizacyjnym (jakość wyników pracy)¹⁶.

Zaangażowanie pracowników jest także jednym z istotnych filarów sprawnie funkcjonującej organizacji. Jego wysoki poziom wpływa na większą efektywność indywidualną i zespołową, a także na jakość świadczonych usług, lojalność wobec pracodawcy oraz ogólną atmosferę panującą w miejscu pracy. Pracownicy zaangażowani wykazują większą inicjatywę, chętniej podejmują się zadań wykraczających poza podstawowe obowiązki i są bardziej otwarci na zmiany oraz rozwój. Z kolei spadek zaangażowania może skutkować wzrostem absencji, rotacją kadry, obniżeniem produktywności, a nawet pogorszeniem relacji interpersonalnych w zespole.

W obliczu tych wyzwań coraz większego znaczenia nabierają mechanizmy umożliwiające otwarty dialog pomiędzy pracownikami a pracodawcą czy kadrą zarządzającą. Jednym z nich są negocjacje – rozumiane szeroko jako proces komunikacji, w którym obie strony dążą do osiągnięcia porozumienia, uwzględniającego potrzeby, oczekiwania i ograniczenia każdej z nich. Negocjacje w miejscu pracy mogą odegrać istotną rolę w rozwiązywaniu konfliktów, ustalaniu warunków zatrudnienia, budowaniu kultury współpracy i wzajemnego szacunku. Poprzez umożliwienie pracownikom aktywnego uczestnictwa w kształtowaniu środowiska pracy – choćby przez indywidualne rozmowy, jak i mechanizmy zbiorowe (np. rady pracowników, spotkania feedbackowe) – organizacja wzmacnia ich poczucie wartości i wpływu, co przekłada się na poziom zaangażowania.

Zauważyła to E. Roszkowska, która stwierdza że negocjacje, szczególnie w modelu integracyjnym, polegają na współpracy opartej na zaufaniu, otwartej komunikacji oraz poszukiwaniu rozwiązań

¹⁶ W.A. Kahan, *Psychological conditions of personal engagement and disengagement at work*, „Academy of Management Journal” 1990, nr 33, s. 692-694.

korzystnych dla obu stron. Zamiast kompromisu opartego na ustępstwach strony dążą do wspólnego tworzenia wartości dodanej. Takie podejście znajduje swoje praktyczne zastosowanie w relacjach pracownik-pracodawca, gdzie negocjacje stają się narzędziem realnego wpływu zatrudnionych na organizację¹⁷.

Rola negocjacji w przeciwdziałaniu spadkowi zaangażowania

W potocznym rozumieniu negocjacje w miejscu pracy kojarzone są najczęściej z rozmowami dotyczącymi wynagrodzenia lub świadczeń socjalnych. Choć aspekty finansowe są niewątpliwie istotne, ograniczanie znaczenia negocjacji wyłącznie do tego wymiaru prowadzi do zubożenia ich potencjału jako skutecznego narzędzia zarządzania relacjami pracowniczymi. W praktyce organizacyjnej negocjacje obejmują znacznie szerszy zakres zagadnień – od ustalania warunków pracy i elastycznych form zatrudnienia, przez definiowanie obowiązków, rozwiązywanie sporów, wspólne ustalanie priorytetów zespołowych czy też w kontekście zarządzania zmianą.

W tych kwestiach negocjacje odgrywają niezwykle istotną rolę jako mechanizm wzmacniający poczucie wpływu pracowników na ich środowisko zawodowe. Jak podkreśla E. Roszkowska, skuteczne negocjacje wymagają nie tylko gotowości do rozmowy, ale również umiejętności słuchania, formułowania przekazu oraz wyrażania potrzeb w sposób asertywny i zrozumiały dla drugiej strony¹⁸. Takie podejście wzmacnia nie tylko komunikację, ale i relacje wewnętrzne.

Wprowadzenie spotkań zespołowych, sesji feedbackowych oraz instytucjonalnych form konsultacji, takich jak rady pracowników czy spotkania z przedstawicielami związków zawodowych, może znacząco podnieść poziom partycypacji pracowników w życiu firmy. Z kolei w swojej literaturze J. Kamiński stwierdza, że umiejętnie prowadzone negocjacje nie tylko umożliwiają rozpoznanie problemów i potrzeb, ale to też proces mający na celu zbudowanie porozumienia¹⁹, które następnie może przyczynić się do wzmacniania wzajemnego szacunku i zaufania, którego wcześniej brakowało w środowisku pracy. Wspólne wypracowywanie rozwiązań zwiększa prawdopodobieństwo ich akceptacji przez wszystkie strony, a co za tym idzie – ich skutecznej realizacji.

Negocjacje jako mechanizm wspierania uznania i zaufania

Wśród czynników istotnie obniżających zaangażowanie pracowników szczególne miejsce zajmuje brak uznania ze strony przełożonych. Pracownik, który nie czuje się dostrzegany może zacząć traktować swoje obowiązki w sposób mechaniczny i pozbawiony zaangażowania emocjonalnego.

A. Kruk w swoim artykule nawiązuje do badania przeprowadzonego przez Deloitte w maju 2022 roku na grupie 974 respondentów z Polski, gdzie 92% uczestników zgodziło się ze stwierdzeniem, że brak uznania i dostrzegania sukcesów przez przełożonych skłoniłby ich do poszukiwania nowej pracy²⁰. Dodatkowo 50% respondentów nie czuje się docenianych przez swoich bezpośrednich przełożonych.

W tym kontekście negocjacje – rozumiane szerzej niż tylko jako formalne rozmowy o warunkach zatrudnienia – mogą stanowić skuteczny mechanizm przeciwdziałania tym negatywnym tendencjom. Proces negocjacyjny oparty na wzajemnym szacunku i otwartości umożliwia zarówno pracownikom, jak i pracodawcom artikulację swoich potrzeb, oczekiwań oraz zastrzeżeń w sposób konstruktywny. Zgodnie z teorią komunikacji w negocjacjach, przedstawioną przez E. Roszkowską, skuteczna komu-

¹⁷ E. Roszkowska, *Wybrane modele negocjacji*, Wydawnictwo Uniwersytetu w Białymstoku, Białystok 2011, s. 165.

¹⁸ Tamże, s. 70.

¹⁹ J. Kamiński, *Negocjowanie. Techniki rozwiązywania konfliktów*, Wydawnictwo POLTEXT, Warszawa 2003, s. 74.

²⁰ A. Kruk, *Uznanie szefa a poczucie spełnienia w pracy*, leanpassion.pl/blog/uznanie-szefa-a-poczucie-speelnienia-w-pracy/?utm_source=chatgpt.com, data dostępu: 04.05.2025.

nikacja wymaga stosowania stylu partnerskiego, który sprzyja budowaniu relacji oraz poczucia uznania i wzajemnego szacunku²¹. Dzięki czemu kwestia sporna może rozbrzmieć jeszcze raz i może zostać przedstawiona w bardziej obiektywnym świetle, przy mniej emocjonującej atmosferze.

Regularne, nieformalne rozmowy, konsultacje i feedback, przeprowadzone w konwencji negocjacji, mogą pomóc wyeliminować nieporozumienia zanim przerodzą się one w otwarte konflikty. Kiedy pracownicy mają przestrzeń do dzielenia się swoimi sukcesami, trudnościami oraz pomysłami na usprawnienie pracy, zyskują poczucie wpływu i wartości – a to z kolei wzmacnia ich zaangażowanie. Zamiast eskalacji napięć i biernego oporu, pojawia się możliwość wspólnego poszukiwania rozwiązań, które będą satysfakcjonujące dla każdej ze stron. Pracownik, który czuje się wysłuchany i potraktowany z szacunkiem, znacznie rzadziej odczuwa potrzebę dystansowania się od zespołu czy organizacji.

Samo doświadczenie skutecznej komunikacji i negocjacji z przełożonym wzmacnia zaufanie do kadry kierowniczej, a także zwiększa lojalność wobec organizacji. Negocjacje w tym ujęciu stają się nie tylko narzędziem rozwiązywania sporów, lecz przede wszystkim elementem długofalowej strategii budowania relacji opartych na wzajemnym zaufaniu i uznaniu. Choćby dlatego, że pracownik w ten sposób ma możliwość partycypowania w decyzjach mających wpływ na organizację.

Wspólne ustalanie ścieżek rozwoju zawodowego

Pracownicy, którzy nie dostrzegają perspektyw na awans, poszerzenie kompetencji czy zdobywanie nowych doświadczeń, częściej tracą motywację do działania, ograniczają się do wykonywania jedynie podstawowych obowiązków i przestają wykazywać inicjatywę.

Negocjacje w obszarze rozwoju zawodowego stanowią odpowiedź na te wyzwania. Dzięki nim możliwe jest wspólne – czyli zarówno z udziałem pracownika, jak i przełożonego – ustalanie realistycznych i dostosowanych do indywidualnych potrzeb planów rozwoju. Taki plan może obejmować uczestnictwo w kursach i szkoleniach, stopniowe przejmowanie nowych obowiązków, mentoring, a także wyznaczanie kamieni milowych prowadzących do awansu lub zmiany stanowiska. E. Roszkowska zauważa, że w modelu negocjacji integracyjnych elastyczność oraz gotowość do uwzględniania interesów drugiej strony są kluczowe dla osiągnięcia satysfakcjonującego porozumienia²². Właśnie dzięki rozmowom negocjacyjnym jest możliwość rozpatrywania różnych możliwości i poszukiwaniu najkorzystniejszego rozwiązania dla każdej ze stron, by wykorzystać maksymalnie potencjał integracyjny i doprowadzić do rezultatu „wygrany-wygrany”.

Negocjacje służą nie tylko dopasowaniu ścieżki rozwoju do kompetencji i aspiracji pracownika, ale również zwiększają jego zaangażowanie poprzez danie mu wpływu na własną przyszłość w organizacji. Pracownik, który wie, że jego głos się liczy i że organizacja uwzględnia jego potrzeby, będzie bardziej zmotywowany do nauki, podejmowania wyzwań i aktywnego uczestnictwa w życiu firmy.

Taki proces wzmacnia wzajemne zaufanie – pracodawca pokazuje, że traktuje rozwój pracowników jako inwestycję, a nie wyłącznie koszt, zaś pracownik widzi sens i cel w codziennej pracy. Negocjacje dotyczące rozwoju zawodowego pozwalają też elastycznie reagować na zmieniające się realia rynku pracy oraz potrzeby organizacyjne. Przestrzeń do negocjowania takich kwestii sprzyja również zatrzymaniu talentów – zamiast szukać rozwoju w innych firmach, pracownicy mogą realizować swoje ambicje w ramach istniejących struktur. Negocjacje dotyczące rozwoju zawodowego nie tylko przeciwdziałają spadkowi zaangażowania, ale stanowią fundament budowania nowoczesnego, zorientowanego na człowieka środowiska pracy. Dialog, transparentność i wspólne planowanie rozwoju przyczyniają się do większej satysfakcji zawodowej, lojalności i chęci identyfikowania się z organizacją.

²¹ E. Roszkowska, dz. cyt., s. 150.

²² Tamże, s. 117-119.

Zakończenie

Negocjacje w miejscu pracy, szczególnie w ujęciu integracyjnym, stają się dziś jednym z kluczowych narzędzi przeciwdziałania czynnikom obniżającym zaangażowanie pracowników. Jak pokazują teorie negocjacyjne przedstawione w literaturze, skuteczny dialog między pracodawcą a pracownikiem przekłada się na budowę zaufania, większe poczucie uznania, a także realny wpływ zatrudnionych na ich rozwój zawodowy i warunki pracy.

W dobie dynamicznych zmian gospodarczych i rosnących oczekiwań względem środowiska pracy, organizacje powinny aktywnie kształtować kulturę negocjacyjną opartą na wzajemnym szacunku, słuchaniu i elastyczności. Dzięki temu możliwe jest utrzymanie wysokiego poziomu zaangażowania, które bezpośrednio przekłada się na stabilność i efektywność organizacji. Negocjacje zatem nie są jedynie techniką komunikacyjną – mogą być filarem nowoczesnego zarządzania relacjami z pracownikami.

Bibliografia

- Kahan W.A., *Psychological conditions of personal engagement and disengagement at work*, „Academy of Management Journal” 1990, nr 33, s. 692-694.
- Kamiński J., *Negocjacje. Techniki rozwiązywania konfliktów*, Wydawnictwo POLTEXT, Warszawa 2003.
- Kruk A., *Uznanie szefa a poczucie spełnienia w pracy*, leanpassion.pl/blog/uznanie-szeffa-a-poczucie-splenienia-w-pracy/?utm_source=chatgpt.com, data dostępu: 04.05.2025.
- Roszkowska E., *Wybrane modele negocjacji*, Wydawnictwo Uniwersytetu w Białymstoku, Białystok 2011.

Weronika Kowaluk

Akademia Bialska im. Jana Pawła II, Wydział Nauk Ekonomicznych
 Studenckie Koło Naukowe Progress

NIE WSZYSCY TYLKO STUDIUJĄ – PRACA W ŻYCIU STUDENTÓW LUBELSKICH UCZELNI

Not everyone is just studying - work in the lives of students of Lublin universities

Abstract: Nowadays, many students decide to combine their studies with work. The main reasons are the desire to become financially independent, cover the costs of living and gain professional experience. Such a lifestyle requires good time management and many sacrifices. Students often work in flexible forms of employment, such as a contract for services. They most often choose industries that allow them to combine work with classes, such as catering and trade. Despite the difficulties, young people see work as a chance for development and a better start after studies. Their everyday lives show resourcefulness, determination and the ability to cope in a demanding environment.

Keywords: students, work, studies, Lublin Voivodeship, challenges, benefits, motivations, time, experience

Wprowadzenie

Zjawisko łączenia pracy zarobkowej ze studiami staje się coraz powszechniejsze wśród młodych ludzi, zwłaszcza w większych ośrodkach akademickich. Taka sytuacja dotyczy również studentów w województwie lubelskim. Młodzi ludzie decydują się pracować z różnych powodów – chcą mieć własne pieniądze, wspierać rodzinę, opłacić mieszkanie lub czesne, a także zdobyć doświadczenie, które może im się przydać w przyszłości. Łączenie pracy i nauki nie jest jednak łatwe – wymaga dobrej organizacji, odpowiedzialności i poświęcenia. Studenci często muszą rezygnować z wolnego czasu,

spotkań towarzyskich, a czasem nawet ze snu, żeby poradzić sobie z obowiązkami na uczelni i w pracy. Z drugiej strony, dzięki pracy uczą się samodzielności, lepiej poznają rynek pracy i nabywają cenne umiejętności.

W artykule podjęto próbę przyjrzenia się codziennemu życiu studentów w województwie lubelskim, łączących studia z pracą. Zbadano motywy podejmowania zatrudnienia, korzyści płynące z łączenia nauki i pracy, a także trudności, z jakimi się mierzą oraz sposoby radzenia sobie z nimi²³.

Praca i studia – podstawowe zagadnienia

Zgodnie z **ustawą z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce** studentem jest osoba kształcąca się na studiach pierwszego stopnia, drugiego stopnia lub jednolitych studiach magisterskich, prowadzonych przez uczelnie wyższe. Status studenta przysługuje od momentu złożenia ślubowania do dnia ukończenia studiów lub skreślenia z listy studentów²⁴. Z kolei pojęcie pracy jest różnie definiowane w zależności od dziedziny, której dotyczy. W podstawowym rozumieniu praca to „proces złożonej aktywności fizyczno-umysłowej, której celem jest przekształcenie szeroko rozumianego środowiska w ten sposób, by zwiększyć szanse przeżycia gatunku ludzkiego”²⁵.

Łączenie pracy z nauką niesie ze sobą zarówno korzyści, jak i wyzwania. Pozytywnymi aspektami są m.in. rozwój kompetencji zawodowych, zdobycie praktycznego doświadczenia, a także poprawa sytuacji materialnej. Z drugiej strony, konieczność godzenia obowiązków zawodowych i akademickich może prowadzić do przeciążenia, zmęczenia czy problemów z organizacją czasu²⁶.

Warto zaznaczyć, że studenci są szczególną grupą na rynku pracy – często pracują na umowach cywilnoprawnych, które są dla pracodawców bardziej elastyczne i mniej kosztowne, m.in. ze względu na zwolnienie z obowiązku opłacania składek ZUS w przypadku umowy zlecenia.

Województwo lubelskie

Województwo lubelskie położone jest we wschodniej części Polski i zajmuje powierzchnię około **25,1 tys. km²**, co czyni je jednym z większych regionów kraju. Zamieszkuje je około **2 miliony osób**, przy czym znaczna część ludności mieszka na terenach wiejskich. Region wyróżnia się malowniczym krajobrazem, bogatym dziedzictwem kulturowym oraz ważną rolą Lublina jako centrum naukowego i akademickiego²⁷.

Badania własne

W celu poznania codzienności studentów województwa lubelskiego, którzy łączą naukę z pracą przeprowadzono krótką ankietę w formie elektronicznej. Jej celem było zebranie informacji na temat powodów podejmowania pracy, napotykaných trudności oraz wpływu pracy na studiowanie. Ankietę wypełnili studenci różnych kierunków z uczelni zlokalizowanych w województwie lubelskim. Tabela 1 prezentuje strukturę próby: większość ankietowanych to kobiety (54,90%), niewielki odsetek badanych nie zadeklarował płci, a dominującą grupą wiekową są osoby między 20 a 24 rokiem życia (45,10%).

²³ G. Czapski, S. Nazaruk, B. Sokołowska, *Sytuacja absolwentów i studentów na polskim rynku pracy*, „Economic and Regional Studies” 2023, 16(4), s. 656.

²⁴ Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018 poz. 1668 ze zm.).

²⁵ Hasło „Praca” w: Encyklopedia PWN, Wydawnictwo Naukowe PWN, encyklopedia.pwn.pl/encyklopedia/praca.html, dostęp: 26.05.2025.

²⁶ Akademia Humanistyczno-Ekonomiczna w Łodzi, *Studia i praca – jak połączyć te dwa zadania?*, www.ahe.lodz.pl/strefa-wiedzy/studia-i-praca dostęp: 26.05.2025.

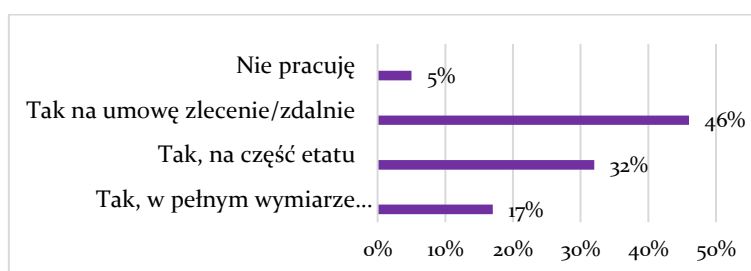
²⁷ Regionalna Dyrekcja Ochrony Środowiska w Lublinie, *Lubelskie w liczbach*, [www.gov.pl/web/rdos-lublin/lubelskie-w-liczbach](http://www.gov.pl/web/rdos-lublin/lubelskie-w-liczbach#:~:text=Wojew%C3%B3dztwo%20lubelskie%20o%20%C5%82%C4%85cznej%20powierzchni,%2C%20%C5%9Bwi%C4%99tokrzyskim%2C%20mazowieckim%20i%20podlaskim)#:~:text=Wojew%C3%B3dztwo%20lubelskie%20o%20%C5%82%C4%85cznej%20powierzchni,%2C%20%C5%9Bwi%C4%99tokrzyskim%2C%20mazowieckim%20i%20podlaskim, dostęp: 26.05.2025.

Tabela 1. Struktura próby badawczej (N = 162)

Płeć			
kobiety 54,9% (89 osób)		mężczyźni 37,7% (61 osób)	nie chce podać 7,4% (12 osób)
Wiek			
poniżej 20 lat 32,1% (52 osoby)	20-24 lat 45,1% (73 osoby)	24-28 lat 14,2% (23 osoby)	powyżej 28 lat 8.6% (14 osób)

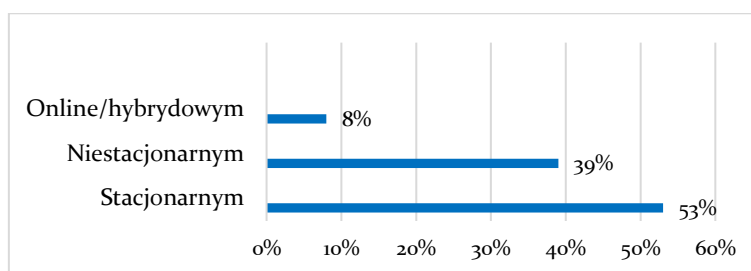
Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników z przeprowadzonych badań.

Wykres 1 przedstawia różne formy zatrudnienia, z jakich korzystają pracujący studenci, które typy umów są najczęściej wybierane i jakie dają możliwości łączenia pracy z nauką. Najpopularniejszą formą zatrudnienia wśród studentów jest umowa zlecenie i praca w formie zdalnej – 46% badanych. Pracę w formie niepełnego wymiaru podejmuje 32% badanych. Stosunkowo niewiele osób pracuje na umowę o pracę w pełnym wymiarze czasu (17%).

**Wykres 1. Formy zatrudnienia wybierane przez studentów pracujących**

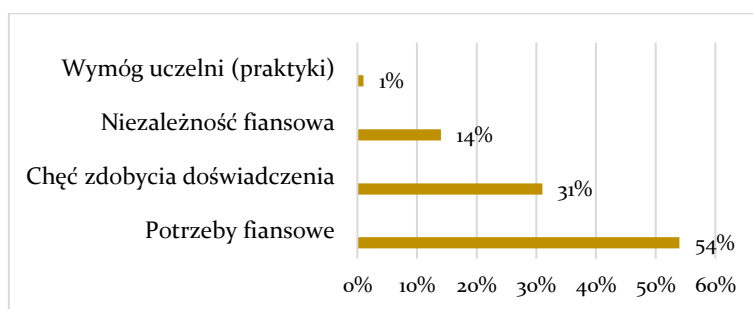
Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników z przeprowadzonych badań.

Wykres 2 obrazuje, w jakim trybie studiują respondenci badania. Dane te są istotne dla zrozumienia, jak codzienne obowiązki akademickie wpływają na możliwości podjęcia pracy. Badanie pokazuje, że większość respondentów studiuje w trybie stacjonarnym (53%). Świadczy to o konieczności codziennego uczestnictwa w zajęciach i jednoczesnego godzenia obowiązków zawodowych. Mniejszy udział studentów niestacjonarnych (39%) może wpływać na ogólną charakterystykę wyników.

**Wykres 2. Tryb studiów podejmowanych przez ankietowanych**

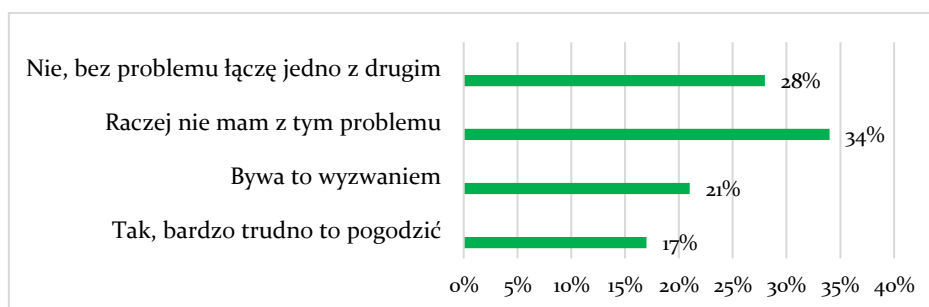
Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników z przeprowadzonych badań

Kolejny wykres ukazuje główne motywacje studentów do podejmowania pracy w trakcie studiów. Pomaga zrozumieć, czy dominują względy finansowe, doświadczenie zawodowe czy inne czynniki. Najczęściej wskazywane powody podjęcia pracy to potrzeby finansowe (54%) oraz chęć zdobycia doświadczenia zawodowego (31%). Studenci często kierują się również niezależnością finansową. Motywacje te wskazują na pragmatyczne podejście młodych ludzi do przyszłości zawodowej.

**Wykres 3. Powód podjęcia pracy przez studentów**

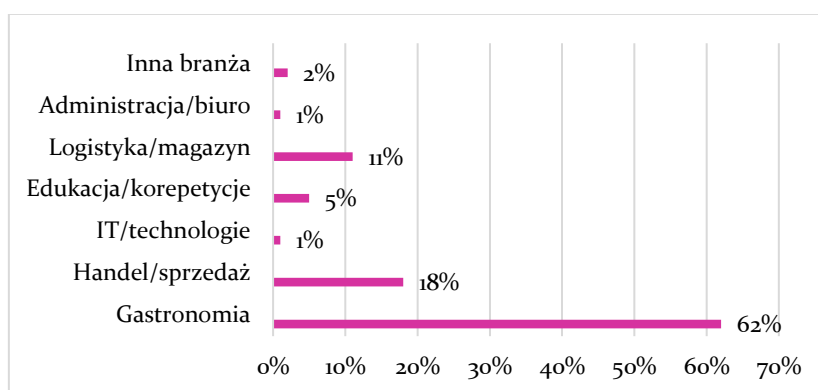
Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników z przeprowadzonych badań.

Wykres 4 przedstawia, jak studenci oceniają trudność godzenia pracy z nauką. Ilustruje, z jakimi wyzwaniami najczęściej się mierzą i jakie konsekwencje odczuwają. Respondenci udzielili zróżnicowanych odpowiedzi, najwięcej z nich wskazało, że łączenie pracy z nauką raczej nie stanowi dla nich problemu (34%). Nieco mniej podkreśliło, że bez problemu łączy te dwie aktywności (28%). Z kolei 21% przyznało, że bywa to wyzwaniem, szczególnie pod względem organizacyjnym. Część studentów odczuwa przeciążenie podkreślając, że trudno im pogodzić pracę ze studiami (17%). Mimo trudności wiele osób decyduje się kontynuować pracę podczas studiów.

**Wykres 4. Łączenie pracy ze studiami**

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników z przeprowadzonych badań.

Dane zawarte na wykresie 5 pokazują, w jakich branżach najczęściej pracują studenci. Pozwala to określić, które sektory są najbardziej dostępne i elastyczne. Studenci najczęściej podejmują pracę w sektorach takich jak: gastronomia (62%), handel/sprzedaż (18%) oraz logistyka/magazyn (11%). Branże te oferują dużą elastyczność i łatwość zatrudnienia. Niewielka liczba badanych wskazała, że wybiera pracę w IT/technologii, edukacji/korepetycjach czy administracji.

**Wykres 5. Branże wybierane przez studentów**

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników z przeprowadzonych badań

Szósty wykres prezentuje subiektywnie postrzegane korzyści płynących z pracy podczas studiów. Ukazuje, w jakim stopniu zatrudnienie wspiera rozwój osobisty i zawodowy studentów. Studenci podejmujący pracę w czasie studiów dostrzegają w tym przede wszystkim korzyści finansowe – możliwość pokrycia codziennych wydatków i większą niezależność (46%). Dla wielu z nich to główny powód zatrudnienia. Dużo mniej badanych wskazało, że dzięki pracy zdobywa doświadczenie zawodowe (18%) lub czuje się bardziej odpowiedzialny i samodzielny (15%). Część studentów zaznacza, że praca pomaga im lepiej zrozumieć kierunek studiów (11%), poprawia organizację pracy czy pozwala poznać nowych ludzi i nawiązać kontakty. Wyniki sugerują, że praca jest dla studentów przede wszystkim koniecznością, a dopiero w drugiej kolejności szansą na rozwój²⁸.



Wykres 6. Korzyści jakie przynosi studentom praca

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników z przeprowadzonych badań

Wnioski końcowe z badań

Z analizy wynika, że zdecydowana większość studentów podejmuje zatrudnienie w trakcie trwania studiów najczęściej na podstawie **umowy zlecenie**, co świadczy o potrzebie elastyczności w organizacji czasu pracy. Najczęściej pracują oni w takich branżach jak **gastronomia, handel oraz logistyka czy praca na magazynie**, które pozwalają na łatwe dopasowanie grafiku do zajęć na uczelni.

Większość respondentów to osoby studiujące w **trybie stacjonarnym**, co oznacza konieczność pogodzenia codziennej obecności na uczelni z obowiązkami zawodowymi. Głównymi powodami podejmowania pracy są **chęć uniezależnienia się finansowo, pokrycie kosztów utrzymania i nauki**, a także **zdobycie doświadczenia zawodowego**, co może zwiększyć ich szanse na rynku pracy po ukończeniu studiów.

Wielu studentów przyznaje, że **łączenie pracy ze studiami wiąże się z trudnościami**, takimi jak zmęczenie, brak czasu wolnego oraz trudność w pogodzeniu obowiązków akademickich z zawodowymi. Pomimo tego, respondenci dostrzegają wyraźne **korzyści wynikające z pracy**, takie jak rozwój umiejętności praktycznych, lepsza organizacja czasu, większa samodzielność oraz nabycie doświadczenia, które może być atutem w przyszłej karierze zawodowej.

Podsumowanie

Analiza odpowiedzi studentów z województwa lubelskiego pozwala lepiej zrozumieć realia życia młodych ludzi, którzy podejmują zatrudnienie w czasie studiów. Ich aktywność zawodowa nie jest

²⁸ M. Bącik, P. Gawarkiewicz K. Siewicz, *Aktywność zawodowa studentów jako przykład pozaakademickiej działalności młodych ludzi*, „Przegląd Pedagogiczny” 2010, 1, s. 83.

wyłącznie wynikiem konieczności finansowej, ale coraz częściej stanowi świadomy wybór ukierunkowany na rozwój i samodzielność. Zgromadzone dane pokazują, że studenci starają się efektywnie wykorzystywać dostępny czas, szukając rozwiązań pozwalających im pogodzić obowiązki akademickie z pracą zarobkową. Choć takie podejście wiąże się z licznymi wyzwaniem, młodzi ludzie wykazują dużą elastyczność i umiejętność adaptacji do zmieniających się warunków. Wyniki badań ukazują więc obraz studentów jako grupy dynamicznej, odpowiedzialnej i zorientowanej na przyszłość.

Bibliografia

- Akademia Humanistyczno-Ekonomiczna w Łodzi, *Studia i praca – jak połączyć te dwa zadania?*, www.ahelodz.pl/strefa-wiedzy/studia-i-praca, dostęp: 26.05.2025.
- Bącik M., Gawarkiewicz P., Siewicz K., *Aktywność zawodowa studentów jako przykład pozaakademickiej działalności młodych ludzi*, „Przegląd Pedagogiczny” 2010, 1.
- Czapski G., Nazaruk S., Sokołowska B., *Sytuacja absolwentów i studentów na polskim rynku prac*, „Economic and Regional Studies” 2023, 16(4).
- <https://encyklopedia.pwn.pl/encyklopedia/praca.html>, dostęp: 26.05.2025.
- Regionalna Dyrekcja Ochrony Środowiska w Lublinie, *Lubelskie w liczbach*, www.gov.pl/web/rdos-lublin/lubelskie-w-liczbach#:~:text=Wojew%C3%B3dztwo%20lubelskie%20o%C5%82%C4%85cznej%20opowierzchni,%2C%20%C5%9Bwi%C4%99tokrzyskim%2C%20mazowieckim%20i%20podlaskim, dostęp: 26.05.2025.
- Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018 poz. 1668 ze zm.).

Karolina Rybczak

Państwowa Akademia Nauk Stosowanych w Nysie

Koło Naukowe Finansów i Rachunkowości „Symfonia”

REZERWY NA ŚWIADCZENIA PRACOWNICZE W SPÓŁCE O WYŻSZEJ ŚREDNIEJ WIEKU PRACOWNIKÓW

Provisions for employee benefits in a company
with a higher average age of employees

Abstract: The article addresses the issue of provisions for employee benefits in a company where the average age of employees is high. It describes various types of employee benefits and presents the essence of creating provisions and the methods for their valuation, taking into account factors such as mortality, disability, employee turnover, retirement age, discount rate, and salary growth. The article also presents detailed data on the company's age and employment structure, as well as calculations regarding provisions for employee benefits, divided into short-term and long-term. It is noted that long-term provisions are significantly larger, which results from the characteristics of employment and the company's remuneration policy. A sensitivity analysis is also discussed.

Keywords: Employee benefits, Employee provisions, Provision valuation methods, International Financial Reporting Standards 19

Rodzaje świadczeń pracowniczych oraz ich cel

Świadczenia pracownicze to wszelkie wynagrodzenia pieniężne oraz świadczenia rzeczowe na rzecz pracownika w trakcie jego zatrudnienia oraz w momencie zakończenia stosunku pracy, wynikającego z różnych przyczyn. Świadczenia pracownicze są wypłacane pracownikowi, najbliższej rodzinie oraz osobom trzecim. W polskim prawie nie istnieje takie pojęcie jak „świadczenia pracownicze”,

w związku z tym przedsiębiorcy posilkują się Międzynarodowymi Standardami Rachunkowości nr 19 oraz przepisami wewnętrznymi w przedsiębiorstwie:

Krótkoterminowe świadczenia pracownicze – są to wynagrodzenia oraz składki na ubezpieczenia społeczne, premie i dodatki, prowizje, płatne urlopy wypoczynkowe i zwolnienia chorobowe, świadczenia niepieniężne.

Świadczenia po okresie zatrudnienia – są to odprawy emerytalne i rentowe, inne świadczenia emerytalne, odprawy pośmiertne.

Pozostałe długoterminowe świadczenia pracownicze – są to: urlop naukowy, urlop szkoleniowy, jubileusz bądź inne długoterminowe świadczenia pracownicze, udziały w zyskach, jeśli nie są one płatne w całości w okresie dwunastu miesięcy od zakończenia okresu.

Świadczenia z tytułu rozwiązania stosunku pracy – to przede wszystkim odprawy po ustaniu stosunku pracy na wniosek pracodawcy. Dotyczą one zwolnień grupowych jak i indywidualnych²⁹.

Rezerwy na świadczenia pracownicze

Rezerwy są narzędziem zabezpieczenia się przedsiębiorstwa przed ryzykiem, czyli oczekiwanymi obciążeniami w przyszłości³⁰. Świadczenia pracownicze stanowią prawa już nabyte przez pracowników albo też prawa nabywane w miarę upływu czasu. Jako świadczenia pracownicze traktuje się wszystkie formy świadczeń przedsiębiorstwa na rzecz pracowników w zamian za wykonywaną pracę, które wynikają z obowiązujących przepisów prawa lub ustaleń branżowych oraz sformalizowanych regulaminów wynagradzania, układów zbiorowych pracy, porozumień płacowych, programów emerytalnych i innych ustaleń pomiędzy przedsiębiorstwem a jego pracownikami, grupami pracowników i ich przedstawicielami, niesformalizowanych praktyk, które powodują powstanie zwyczajowo oczekiwanego zobowiązania. W praktyce świadczenia pracownicze dzieli się na krótko- i długoterminowe³¹. Lista potencjalnych świadczeń pracowniczych jest zawsze przygotowana pod dane przedsiębiorstwo.

Do wyceny rezerw pracowniczych należy wziąć pod uwagę czynniki takie jak: Śmiertelność pracowników, Niezdolność do pracy, Rotację pracowników, Wiek emerytalny, Stopę dyskontową, Stopę wzrostu wynagrodzeń.

Charakterystyka przedsiębiorstwa

W tabeli 1 można zauważać, że w analizowanej spółce znaczną część stanowią mężczyźni – 79% ogółem osób zatrudnionych, co w głównej mierze wiąże się z charakterem pracy. Emeryci i renciści stanowią 8% załogi. W stażu pracy ogółem i w Spółce także dominują mężczyźni. Średnie wynagrodzenie miesięczne wynosi 6 252,00 zł, a mężczyźni zarabiają o 1 042,00 zł więcej od kobiet.

Największa grupa wiekowa jest w przedziale od 56 do 65 lat – 35 osób. Natomiast w wieku emerytalnym jest 5 osób (tab. 2).

²⁹ Państwowa Inspekcja Pracy – Obowiązki pracodawcy po ustaniu stosunku pracy, Warszawa 2024.

³⁰ M. Gmytrasiewicz, *Rezerwy w księgach rachunkowych: tworzenie, wykorzystywanie, rozwiązywanie*, Difin, Warszawa 2002.

³¹ A. Sierpińska-Sawicz, *Rezerwy na świadczenia pracownicze w spółkach górniczych*, „Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia” 2016.

Tabela 1. Stan zatrudnienia w Spółce

Stan na koniec okresu	Ogółem	Mężczyźni	Kobiety
Liczba pracowników	97	77	20
Liczba emerytów i rencistów zatrudnionych w Spółce	8	7	1
Średni wiek (lata)	52	54	45
Średni staż w Spółce	10	11	7
Średni staż pracy ogółem	26	29	17
Średnie wynagrodzenie miesięczne	6 252,00 zł	6 467,00 zł	5 426,00 zł

Źródło: dokumenty wewnętrzne analizowanego przedsiębiorstwa

Tabela 2. Struktura wieku pracowników

Przedział wiekowy (w latach)	liczba pracowników
do 25	2
od 26 do 35	5
od 36 do 45	21
od 46 do 55	29
od 56 do 65	35
powyżej 66	5

Źródło: dokumenty wewnętrzne analizowanego przedsiębiorstwa

Założenia do wyliczeń rezerw na świadczenia pracownicze

Śmiertelność pracowników. Do wyliczeń założono, że śmiertelność pracowników Spółki jest zgodna ze śmiertelnością całej populacji Polski. Użyto następujących tablic śmiertelności:

- dla mężczyzn: 100% PTTZ 2023 mężczyźni,
- dla kobiet: 100% PTTZ 2023 kobiety.

Skrót PTTZ oznacza „Przeciętny Trwały Termin Życia” i jest używany przez Główny Urząd Statystyczny i określa przeciętny czas życia danej populacji.

Niezdolność do pracy. Prawdopodobieństwo niezdolności do pracy (uprawniające do otrzymania odprawy z tytułu przejścia na rentę) wyznaczono bazując na prawdopodobieństwach śmiertelności. Założono, że jest ono zależne od wieku pracownika i zależy od śmiertelności w następujący sposób:

- 5% dla $X \leq 20$
 - $5\% + 1,4\% \cdot (X - 20)$ dla $20 < X \leq 60$
 - 61% dla $60 < X$,
- gdzie X oznacza wiek pracownika³².

Rotacja. Na podstawie danych statystycznych dotyczących stanu zatrudnienia dla potrzeb projekcji założono rotację w wysokości 6% rocznie. Założono ponadto, że rotacja zaczyna maleć z wiekiem w sposób liniowy na 10 lat przed wiekiem uprawniającym do emerytury osiągając poziom 0% na 3 lata przed emeryturą³³.

³² Dokumenty wewnętrzne analizowanego przedsiębiorstwa.

³³ Tamże.

Stopa dyskontowa. Rekomendowana na podstawie danych stopa dyskontowa wynosi 5,8% rocznie. Do jej wyznaczenia zbadano rentowność roczną obligacji skarbowych o stałym oprocentowaniu notowanych na GPW w dniu 30/12/2024 roku.

$$P_n^D = \frac{c}{(1 + YTM)^{t_1}} + \frac{c}{(1 + YTM)^{t_2}} + \frac{c}{(1 + YTM)^{t_3}} + \dots + \frac{c}{(1 + YTM)^{t_n}} + \frac{N}{(1 + YTM)^{t_n}}$$

Wzrost wynagrodzeń w Spółce. Dla potrzeb projekcji, wzrost wynagrodzeń w Spółce założono (nominalny z uwzględnieniem inflacji) na poziomie: 5,6% w roku 2025, 2,7% w roku 2026, 2,5% w roku 2027 i kolejnych latach³⁴.

Wzrost wynagrodzenia minimalnego. Dla potrzeb projekcji wynagrodzenia minimalnego założono jego wzrost (nominalny z uwzględnieniem inflacji) na poziomie: 8,51% w roku 2025, 10,1% w roku 2026, 9,2% w roku 2027, 8,4% w roku 2028, 7,7% w roku 2029, 6,8% w roku 2030 i kolejnych latach³⁵.

Wyniki kalkulacji

Dzięki danym uzyskanym od Spółki, regulaminom wewnętrznym oraz danym statystycznym można przedstawić kalkulacje rezerw w poniższy sposób.

Tabela 3. Wyliczenia rezerw z podziałem na poszczególne rodzaje

Rodzaj rezerw na świadczenia pracownicze	Stan na koniec okresu bilansowego dla stopy dyskontowej 5,8%	
	Krótkoterminowa	Długoterminowa
Rezerwa na odprawy emerytalne	96 507,80 zł	319 004,09 zł
	415 511,89 zł	
Rezerwa na odprawy rentowe	6 424,24 zł	28 083,26 zł
	34 507,50 zł	
Rezerwy na odprawy pośmiertne	14 957,28 zł	69 701,67 zł
	84 658,95 zł	
Rezerwy na nagrody jubileuszowe	97 353,93 zł	595 831,78 zł
	693 185,71 zł	
Rezerwa na urlopy wypoczynkowe w tym narzut ZUS	345 119,38 zł	
	56 716,85 zł	
Łącznie rezerwy	560 362,63 zł	1 012 620,80 zł
	1 572 983,43 zł	

Źródło: dokumenty wewnętrzne analizowanego przedsiębiorstwa.

W tabeli nr 3 widać, że rezerwy na świadczenia pracownicze długoterminowe przewyższają te krótkoterminowe niemal dwukrotnie. Największą część rezerw stanowią rezerwy na nagrody jubileuszowe. Na drugim miejscu kształtują się rezerwy na odprawy emerytalne, co jest spowodowane wiekiem pracowników.

Stopa dyskontowa, stopa wzrostu wynagrodzeń oraz wskaźnik rotacji są kluczowymi założeniami aktuarialnymi mającymi wpływ na stan rezerw na świadczenia pracownicze. Zgodnie z MSR 19 Spółka ujawnia analizę wrażliwości dla każdego istotnego założenia aktuarialnego na koniec okresu sprawozdawczego, pokazującą, jaki wpływ na zobowiązanie miałyby zmiany odpowiednich założeń

³⁴ Tamże.

³⁵ Tamże.

aktuarialnych. W związku z powyższym dokonano analizy wrażliwości dla zmiany założeń o $\pm 0,5$ p.p. Analiza wrażliwości została przeprowadzona, przy założeniu, że wszystkie inne założenia aktuarialne pozostają niezmiennic³⁶. Wyniki przeprowadzonych kalkulacji kształtują się następująco:

Tabela 4. Analiza wrażliwości na zmianę (zł)

Wyszczególnienie	Wartość bilansowa	Stopa dyskontowa		Stopa wzrostu wynagrodzeń		Wskaźnik rotacji	
		-0,50%	0,50%	-0,50%	0,50%	-0,50%	0,50%
Odprawy emerytalne	415 511,89	427 241,25 zł	404 371,63	404 028,51 zł	427 504,63	419 029,98	412 122,52
Odprawy rentowe	34 507,50	35 359,79	33 692,83	33 668,13 zł	35 378,42	34 989,65	34 041,85
Odprawy pośmiertne	84 658,95	86 914,02	82 509,54	82 443,98 zł	86 963,69	85 965,85	83 401,08
Nagrody jubileuszowe	693 185,71	711 411,72	675 789,69	675 259,60	711 812,07	706 575,27	680 282,57 zł
Razem	1 227 864,05	1 260 926,78	1 196 363,69	1 195 400,22	1 261 658,81	1 246 560,75	1 209 848,02

Źródło: dokumenty wewnętrzne analizowanego przedsiębiorstwa

Bibliografia

Dokumenty wewnętrzne analizowanego przedsiębiorstwa.

Gmytrasiewicz M., *Rezerwy w księgach rachunkowych: tworzenie, wykorzystywanie, rozwiązywanie*, Difin, Warszawa 2002.

Państwowa Inspekcja Pracy – Obowiązki pracodawcy po ustaniu stosunku pracy, Warszawa 2024.

Sierpińska-Sawicz A., *Rezerwy na świadczenia pracownicze w spółkach górniczych*. Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia, 2016.

Sofiya Maksimchuk

Uniwersytet w Siedlcach, Wydział Nauk Społecznych

Koło Naukowe Logistyków

SZANSE I ZAGROŻENIA W FUNKCJONOWANIU FRANCZYZY

Opportunities and threats in franchise operations

Abstract: Franchising, as a popular business model, has been growing dynamically due to globalization, technological advancement, and the increasing demand for secure investments. The paper presents both the development opportunities of the franchise market and the main risks related to limited franchisee autonomy and economic uncertainty.

Keywords: franchising, entrepreneurship, risk, market development, cooperation

Wprowadzenie

Franczyza to forma prowadzenia działalności gospodarczej, która polega na współpracy dwóch niezależnych podmiotów – franczyzodawcy (właściciela marki, know-how i systemu) oraz franczyzobiorcy (przedsiębiorcy prowadzącego działalność na podstawie udzielonej licencji) – w oparciu o ustalony model biznesowy, markę oraz jednolite standardy działania. Taki układ pozwala przedsiębiorcom rozpoczynającym działalność uniknąć wielu ryzyk typowych dla start-upów, ponieważ otrzymują oni

³⁶ Tamże.

dostęp do sprawdzonych procedur, gotowego know-how oraz wsparcia operacyjnego. W zmiennym otoczeniu gospodarczym – zdominowanym przez globalizację, rozwój technologii i zmienne preferencje konsumentów – stanowi atrakcyjną alternatywę dla osób poszukujących stabilnego biznesu. Kluczowym elementem franczyzy jest standaryzacja i zapewnienie jednolitej jakości usług lub produktów³⁷. Franczyza daje wspaniałą możliwość prowadzenia biznesu z ludźmi, którzy mają zarówno kapitał, jak i pasję do prowadzenia własnej działalności³⁸. Celem niniejszego opracowania jest omówienie aktualnej sytuacji rynku franczyzy, wskazanie głównych szans i zagrożeń dla francyzodawców i francyzobiorców oraz ocena, czy franczyza to wciąż skuteczny model prowadzenia działalności w zmiennym otoczeniu gospodarczym.

Szanse rozwoju franczyzy przy obecnych uwarunkowaniach

Franczyza ma dziś duże możliwości rozwoju, ponieważ uchodzi za bezpieczny i sprawdzony model prowadzenia biznesu. Regulacje prawne dotyczące franczyzy muszą uwzględniać zarówno ochronę interesów francyzodawcy, jak i swobodę działania francyzobiorcy³⁹. Umowa franczyzy obejmuje prawo do korzystania z marki i know-how, obowiązek prowadzenia działalności zgodnie z wytycznymi francyzodawcy oraz zapłatę wynagrodzenia (opłat licencyjnych, procentu od obrotu itp.)⁴⁰. Korzystanie ze znanej marki i sprawdzonych działań promocyjnych pozwala na przewidywalność zysków, ponieważ znana marka oznacza większe szanse na szybszą sprzedaż produktów⁴¹. Rosnące zainteresowanie zdrowym stylem życia, fitnesssem i gastronomią napędza rozwój francyz w tych sektorach. Klienci coraz częściej oczekują wygody, szybkiej obsługi i wysokiej jakości, co sprzyja popularności modeli opartych na sprzedaży na wynos, dostawie i usługach mobilnych.

Technologia wspiera rozwój franczyzy – automatyzacja, AI i narzędzia cyfrowe ułatwiają zarządzanie i dopasowanie oferty do klientów. Prowadzenie działalności francyzowej umożliwia rozwój przedsiębiorstwa w warunkach wzrastającej konkurencji globalnej i lokalnej, a współdziałanie wszystkich uczestników systemu francyzowego przyczynia się do utrzymania wysokiej jakości i osiągnięcia sukcesu rynkowego⁴².

Zagrożenia i wyzwania dla franczyzy

Model francyzowy, choć atrakcyjny i pełen możliwości rozwoju, wiąże się również z istotnymi zagrożeniami i wyzwaniami dla obu stron umowy. Kluczowym problemem jest ograniczona elastyczność francyzobiorców, zobowiązanych do przestrzegania sztywnych standardów narzucanych przez francyzodawcę, co utrudnia wprowadzanie innowacji i dostosowanie oferty do lokalnych potrzeb. Istotna jest także zależność od centrali – jej problemy organizacyjne czy finansowe mogą negatywnie wpływać na całą sieć.

Tabela 1 przedstawia dane dotyczące rozwoju franczyzy w Polsce w latach 2014-2023. W analizowanym okresie zarówno liczba marek, jak i placówek francyzowych wykazuje systematyczny wzrost. W 2014 roku funkcjonowało 1070 marek i prawie 66 tysięcy placówek. W 2017 roku liczba marek wzrosła o 142, a placówek przybyło niespełna 10 tysięcy. W 2020 roku rynek powiększył się o kolejne 98 marek i prawie 8 tysięcy placówek. Natomiast w ostatnim analizowanym okresie, do 2023 roku, przybyło jeszcze 40 marek i 3500 placówek. W kolejnych latach tempo wzrostu było coraz mniejsze, co może wskazywać na stabilizację rynku i ograniczone możliwości dalszej szybkiej ekspansji nowych

³⁷ B. Pokorska, *Leksykon franczyzy*, Difin, Warszawa 2002, s. 34.

³⁸ M. Stawicka, *Franczyza – droga do sukcesu*, Helion, Gliwice 2009, s. 57.

³⁹ M. Skrzek, E. Wojtaszek, *Reguły konkurencji a franchising*, CEDOR, Warszawa 1995, s. 45.

⁴⁰ R. Adamus, *Faktyczna nierówność stron umowy franczyzy*, Instytut Wymiaru Sprawiedliwości, Warszawa 2020, s. 8.

⁴¹ M. Stawicka, *Franczyza – droga do sukcesu*, Helion, Gliwice 2009, s. 68.

⁴² M. J. Ziółkowska, *Franczyza. Nowoczesny model rozwoju biznesu*, CeDeWu, Warszawa 2021, s. 71.

marek. Liczba placówek franczyzowych również rosła w każdym z analizowanych okresów, jednak z każdym kolejnym rokiem skala wzrostu była mniejsza. Sugeruje to, że chociaż rynek nadal się rozwija, jego tempo wyraźnie spowalnia. Może to wynikać z większego nasycenia rynku lub zmieniających się warunków prowadzenia działalności gospodarczej.

Tabela 1. Rozwój franczyzy w Polsce w latach 2014-2023

Rok	Liczba marek franczyzowych	Liczba placówek franczyzowych
2014	1 070	65 998
2017	1 212	75 865
2020	1 310	83 500
2023	1 350	87 000

Źródło: PROFIT system, <https://franchising.pl/abc-franczyzy/24/franczyza-polsce-rozwoj-roku-roku/>, dostęp: 16.05.2025

W praktyce zdarzają się też nadużycia, jak wymuszanie zatrudniania na B2B czy przerzucanie kosztów podatkowych i marketingowych bez adekwatnego wsparcia. Brak lokalnego wsparcia oraz centralne działania niedostosowane do rynku mogą prowadzić do problemów finansowych i wypalenia. Franczyza bywa również krytykowana za łamanie praw pracowniczych, w tym obniżanie wynagrodzeń i utrudnianie działalności związków zawodowych. Dodatkowym wyzwaniem jest silna konkurencja i ryzyko nasycenia rynku.

Rynek franczyzy w wymiarze globalnym

W 2024 roku wartość globalnego rynku franczyzy przekroczyła 890 miliardów dolarów i przewidyje się, że będzie rosła w tempie około 10% rocznie do 2027 roku. W segmencie usług osobistych franczyzy osiągnęły w 2023 roku wartość 42 miliardów dolarów. Większość francyzodawców (86%) odczuwa wpływ rosnących kosztów prowadzenia działalności, choć wskaźnik ten jest nieco niższy niż rok wcześniej. Ponad połowę rynku stanowią branże takie jak handel detaliczny, nieruchomości, usługi mieszkaniowe, zdrowotne, motoryzacyjne oraz biznesowe. Nowo powstałe franczyzy mają o 6,3% większą szansę na sukces w pierwszym roku działalności niż firmy niezależne.

Tabela 2 przedstawia trendy wspierające wzrost francyz w 2025 roku. Powrót do biur generuje większe zapotrzebowanie na usługi lokalne, napędzając rozwój punktów franczyzowych w pobliżu miejsc pracy. Wzrost przedsiębiorczości, obserwowany od kilku lat, przyspiesza, ponieważ franczyza jest postrzegana jako bezpieczna forma wejścia w biznes. Stabilizacja stóp procentowych poprawia dostęp do finansowania, ułatwiając otwieranie nowych placówek. Rosnące zaufanie konsumentów przekłada się na większe wydatki w gastronomii i usługach. Postęp technologiczny, zwłaszcza w zakresie automatyzacji, zwiększa efektywność operacyjną oraz przyciąga nowoczesnych klientów. Wszystkie te zjawiska rozwijają się od kilku lat, a ich wpływ na rozwój franczyzy stale rośnie.

Tabela 2. Trendy wspierające wzrost francyz w 2025 roku

Trend	Wpływ na franczyzy
Powrót do biur	Większe zapotrzebowanie na usługi lokalne przy miejscach pracy
Wzrost przedsiębiorczości	Franczyza jako bezpieczna droga do własnego biznesu
Stabilizacja stóp procentowych	Lepszy dostęp do finansowania dla nowych francyzobiorców
Wzrost zaufania konsumentów	Większe wydatki, wzrost sprzedaży w gastronomii i usługach
Postęp technologiczny	Automatyzacja zwiększa wydajność i przyciąga nowoczesnych klientów

Źródło: 2025 Economic Outlook for Franchises, <https://www.pbmares.com/2025-economic-outlook-for-franchises>, dostęp: 25.02.2025

Na świecie funkcjonuje obecnie ponad 3 000 marek franczyzowych. Kanada posiada drugą co do wielkości branżę franczyzową na świecie, wnoszącą do gospodarki. W Australii aż 60% franczyzodawców działa na rynku od ponad dekady, a rynek jest mocno rozdrobniony – cztery największe firmy odpowiadają za jedną trzecią przychodów. W Chinach istnieje ponad 6 000 marek i ponad 500 000 punktów franczyzowych – największą popularnością cieszy się tam KFC, posiadający ponad 10 000 lokali. Liderem pod względem liczby sklepów 7-Eleven pozostaje Japonia, z ponad 21 000 punktami sprzedaży⁴³.

Podsumowanie

Franczyza jako model współpracy jest jednym z najważniejszych sposobów budowania wartości przedsiębiorstw w warunkach globalnej gospodarki⁴⁴. Przyszłość franczyzy zależy od adaptacji do nowych realiów ekonomicznych i technologicznych. Wzrost cyfryzacji i automatyzacji pozwoli zwiększyć efektywność zarządzania sieciami franczyzowymi oraz poszerzyć ofertę usług. Kluczowe będzie tworzenie modeli uwzględniających lokalne uwarunkowania i preferencje klientów. Franczyza pozostanie szybkim i stosunkowo bezpiecznym sposobem rozpoczęcia działalności, zwłaszcza dla inwestorów szukających stabilności i skalowalności. Dalszy sukces zależy jednak od poprawy warunków umownych i równowagi interesów między franczyzodawcą a franczyzobiorcą. Dzięki temu franczyza może stać się jednym z głównych motorów wzrostu gospodarczego, o ile branża będzie na bieżąco wdrażać nowe technologie i budować partnerskie relacje oparte na zaufaniu i korzyściach.

Bibliografia

- Antonowicz A., *Franchising: uwarunkowania i perspektywy rozwoju*, Novae Res, Gdynia 2010.
- Banachowicz E., Nowak J., Starkowski M., *Franchising, czyli klucz do przyszłości*, Businessman Book Rzeczpospolita, Warszawa 1994.
- Mendelsohn M., Acheson A., *Franchising*, Poltext, Warszawa 1992.
- Pawelczyk M., Ciszak P., *Rynek franczyzy w Polsce*, Polskie Towarzystwo Gospodarcze, Warszawa 2023.
- Pokorska B., *Leksykon franczyzy*, Difin, Warszawa 2002.
- Pokorska B., *Przedsiębiorca w systemie franczyzowym*, Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości, Warszawa, 2004.
- Pokorska B., *Sieci franchisingowe – diagnoza stanu, kierunki i uwarunkowania rozwoju*, IRWiK, Warszawa 1997.
- Skrzek M., Wojtaszek E., *Reguły konkurencji a franchising*, CEDOR, Warszawa 1995.
- Smereczniak A., *70+ Franchising Industry Statistics for 2025*, franz.com/blog/franchising-industry-statistics/.
- Stawiska M., *Franczyza – droga do sukcesu*, Helion, Gliwice 2009.
- Stecki L., *Franchising*, Towarzystwo Naukowe Organizacji i Kierownictw „Dom Organizatora”, Toruń 1997.
- Tokaj-Krzewska A., *Franchising*, Difin, Warszawa 1999.
- Ziółkowska M.J., *Franczyza. Nowoczesny model rozwoju biznesu*, CeDeWu, Warszawa 2021.
- Ziółkowska M., Rundo A., *Nowoczesne modele współpracy przedsiębiorstw*, CeDeWu, Warszawa 2013.

⁴³ A. Smereczniak, *70+ Franchising Industry Statistics for 2025*, <https://franz.com/blog/franchising-industry-statistics/>, dostęp: 17.04.2025.

⁴⁴ M. Ziółkowska, A. Rundo, *Nowoczesne modele współpracy przedsiębiorstw*, CeDeWu, Warszawa 2013, s. 75.

Marcin Truchła

Państwowa Akademia Nauk Stosowanych w Nysie
Koło Naukowe Finansów i Rachunkowości „Symfonia”

KRYTERIUM OCENY KSIĄG PODATKOWYCH W PODATKOWYM POSTĘPOWANIU ODWOŁAWCZYM

Criterion for evaluating tax records in tax appeal proceedings

Abstract: In the Polish legal system, appeal procedures are generally focused on the control of the correctness of the decisions issued. The essence of the appeal procedure in tax proceedings is the reconsideration and resolution of the tax case, which was raised by the appeal measure. The aim of this article is to present the criteria for assessing tax books as evidence in appeal proceedings.

Keywords: tax appeal proceedings, tax books

Wstęp

Księgi podatkowe stanowią podstawowe źródło informacji o działalności gospodarczej podatnika. Ustawa z dnia 29 sierpnia 1997 r. Ordynacja podatkowa (Dz.U z 2025 r., poz. 111; dalej o.p.), w art. 3 pkt 4 określa definicję legalną księgi podatkowej, wskazując że przez księgi podatkowe rozumie się księgi rachunkowe, podatkową księgę przychodów i rozchodów, ewidencje oraz rejestry, do których prowadzenia do celów podatkowych, na podstawie odrębnych przepisów, obowiązani są podatnicy, płatnicy lub inkasenci. W kontekście postępowań podatkowych przepisy przyznają księgom podatkowym szczególną moc dowodową.

Charakterystyka ksiąg podatkowych

Zgodnie z przepisami o.p. podatnicy prowadzą ewidencje podatkowe w zależności od formy opodatkowania i rodzaju działalności. Księgi podatkowe w ogólnym obrocie dzielą się na podatkową księgę przychodów i rozchodów (KPiR), stosowaną przez małych i średnich przedsiębiorców rozliczających się na zasadach ogólnych; księgi rachunkowe, obowiązkowe dla podmiotów, które przekroczyły określony próg przychodów lub dobrowolnie wybrały pełną rachunkowość, a także ewidencje ryczałtowe i ewidencje VAT, prowadzone odpowiednio przez podatników opodatkowanych ryczałtem oraz podatników VAT.

Prowadzenie ksiąg podatkowych w sposób zgodny z obowiązującymi przepisami ma charakter obligatoryjny. Przepisy wymagają, aby księgi były rzetelne i prowadzone na bieżąco, zgodnie z rzeczywistym stanem faktycznym. Odstępstwa mogą skutkować ich zakwestionowaniem przez organy podatkowe. Księgi podatkowe służą m.in. do ustalania podstawy podatkowej, tym samym nadają prawidłowości metodą ujawnienia wysokości zobowiązania podatkowego. Zgodnie z przepisem art. 193 o.p. księgi podatkowe korzystają z domniemania prawdziwości, dopóki nie zostanie stwierdzona ich nierzetelność lub wadliwość⁴⁵.

Zarys podatkowego postępowania odwoławczego

Rozpoczynając rozważania na temat postępowania odwoławczego, należy wskazać, że zgodnie z przepisem art. 78 Konstytucji RP (Dz.U. z 1997, poz. 78) zdanie pierwsze „Każda ze stron ma prawo

⁴⁵ M. Popałwski, [w:] *Ordynacja podatkowa. Komentarz zaktualizowany*, L.Etel (red.), LEX, rozdz. 1.

do zaskarżenia orzeczeń i decyzji wydanych w pierwszej instancji”, wyrażenie niezadowolenia, a także dopuszczalność jego demonstrowania określają przepisy odrębnych ustaw.

Postępowanie podatkowe podlega określonym zasadom ogólnym, przez które jest determinowane, tworzą granice i stanowią dyspozycje dla organu podatkowego w zakresie jego działań. Znaczenie każdego interpretowanego przepisu nie może naruszać czy też być sprzeczne z zasadami ogólnymi. Naruszenie zasad ogólnych wywołuje takie same skutki jak naruszenie innych norm prawa podatkowego. Korelacja między zasadami postępowania podatkowego wskazuje na złożoność ich relacji. Dochodzi do konkurencji w stosowaniu zasad ogólnych, a rozstrzygnięcie samej kolizji w ich stosowaniu, wymaga zindywidualizowanego podejścia⁴⁶.

Do zasad ogólnych postępowania podatkowego zaliczamy *zasadę praworządności, zasadę prowadzenia postępowania w sposób budzący zaufanie do organów podatkowych, zasadę informacji i wyjaśnień, zasadę prawdy obiektywnej, zasadę czynnego udziału strony w postępowaniu, zasadę przekonywania strony, zasadę szybkości postępowania, zasadę pisemności, zasadę trwałości decyzji ostatecznych, zasadę jawności oraz zasadę dwuinstancyjności postępowania podatkowego*. W literaturze przedmiotu wskazuje się na pierwszeństwo zasady prawdy obiektywnej, bowiem zasada ta wyznacza cel, który organ podatkowy ma osiągnąć, a pozostałe zasady ogólne wyznaczają sposób osiągnięcia tego celu⁴⁷.

Zasada dwuinstancyjności postępowania podatkowego została wyrażona w przepisie art. 127 o.p. i jest powtórzeniem zasady konstytucyjnej. Wniesienie zwyczajnego środka zaskarżenia, tj. odwołania inicjuje postępowanie odwoławcze. Co do zasady postępowanie odwoławcze jest dewolutne, tzn., że właściwym organem do rozpatrzenia odwołania będzie organ wyższego stopnia. Naruszenie zasady dwuinstancyjności jest rażącym naruszeniem prawa, a wydanie decyzji w takich warunkach skutkuje jej nieważnością⁴⁸. Postępowanie odwoławcze ma pierwszeństwo przed innymi trybami postępowania. Nadto nadmienić należy, że postępowanie odwoławcze ma charakter skargowy, organ nie może, działając z urzędu, wszczynać procedury odwoławczej. O wniesieniu odwołania decyduje interes strony. Przepisy o.p. nie ograniczają stronie prawa do wniesienia odwołania ze względu na to, czy decyzja jest pozytywna czy negatywna. Jak stanowi przepis art. 133 § 1 o.p., stroną w postępowaniu podatkowym, obok podatnika, jest także płatnik, inkasent i ich następcy prawni oraz osoby trzecie, ściśle określone w przepisach art. 110-117 o.p.⁴⁹

Przepisy prawa nie zawierają definicji legalnej organów podatkowych, art. 13 o.p. zawiera katalog zamknięty organów podatkowych, które reprezentują wierzyciela podatkowego w ramach stosunku prawnopodatkowego. Usytuowania organów podatkowych w systemie prawa nie jest przedmiotem niniejszych rozważań. Model postępowania odwoławczego omawiany jest na przykładzie organów skarbowych.

Tryb postępowania odwoławczego podzielić należy na dwa etapy, tj. postępowanie odwoławcze na poziomie organu pierwszej instancji oraz postępowanie odwoławcze przed organem drugiego stopnia, zgodnie z dewolutywnym kierunkiem.

Po wydaniu rozstrzygnięcia kończącego sprawę przez organem I instancji, zgodnie z dyspozycją przepisu art. 223 o.p., zainteresowany podmiot wnosi odwołanie do właściwego organu odwoławczego za pośrednictwem organu pierwszej instancji w terminie 14 dni od dnia doręczenia jej decyzji. Termin do wniesienia odwołania jest obliczany na podstawie art. 12 o.p. i jest terminem zawitym, co oznacza, że organy podatkowe nie mogą go skracać czy wydłużać. Strona wnosi odwołanie osobiście lub przez pełnomocnika w przewidzianych na gruncie o.p. formach, do których w ujęciu podstawowym należą

⁴⁶ H. Dzwonkowski, [w:] *Ordynacja podatkowa. Komentarz*, H. Dzwonkowski (red.), Warszawa 2017, s. 699.

⁴⁷ Tamże.

⁴⁸ S. Presnarowicz, [w:] *Ordynacja podatkowa. Komentarz praktyczny*, L. Etel i in., Gdańsk 2015, s. 637.

⁴⁹ A. Kabat, [w:] *Ordynacja podatkowa. Komentarz*, S. Babiarsz i in., LEX, art. 127.

formy: pisemna, ustna do protokołu, za pomocą środków komunikacji elektronicznej (np. ePUAP, e-doręczenie) lub za pomocą portalu podatkowego⁵⁰.

Odwołanie w formie podstawowej powinno spełniać warunki określone w przepisie art. 168 o.p., czyli wymogów przewidzianych dla treści podania. Obok treści żądania podanie winno zawierać wskazanie osoby wnoszącej, jej adres lub adres do doręczeń w kraju, identyfikator podatkowy, a w przypadku nierezydentów numer i serię paszportu lub innego dokumentu stwierdzającego tożsamość. Nadto przepis art. 222 o.p. obliguje odwołującego do wskazania zarzutów przeciw decyzji, określenie istoty i zakresu żądania będącego przedmiotem odwołania, wskazanie dowodów na okoliczność tego żądania, a także doprecyzować, czy celem odwołania jest uchylenie decyzji, czy jej zmiana i w jakim zakresie. Zgodnie z art. 227 § 1 o.p. organu przekazuje odwołania wraz z aktami sprawy organowi odwoławczemu bez zbędnej zwłoki w terminie nie później niż 14 dni od otrzymania odwołania. Obowiązek ten wiąże się z kompetencjami merytorycznymi organu, bowiem wymaga ustosunkowania się do przedstawionych zarzutów (art. 227 § 2 o.p.) lub też wydania nowej decyzji w warunkach tzw. samokontroli (art. 226 § 1 o.p.)⁵¹.

Po przekazaniu odwołania organ drugiej instancji ma obowiązek ponownego rozstrzygnięcia sprawy. Przepisy kreują instytucje, umożliwiające organowi odwoławczemu osiągnięcie tego celu, m.in. postępowanie w celu uzupełnienia dowodów. Zakres orzekania, na co wskazuje art. 223 o.p., nadaje organowi kompetencje reformatoryjno-merytoryczne, a także kasacyjne. Rozstrzygnięcia te kończą administracyjny tok postępowania, stronie przysługuje prawo skargi do sądu administracyjnego. Powyższy model ma zastosowanie w przypadku postępowań wywołanych zażaleniem na postanowienia⁵².

Ocena ksiąg podatkowych w postępowaniu dowodowym

Ocena ksiąg podatkowych przez organy skarbowe dokonywana jest z zastosowaniem dwóch kryteriów, tj. ich rzetelności oraz niewadliwości. Przez rzetelność ksiąg podatkowych rozumie się odzwierciedlenie zapisów ze stanem rzeczywistym, co jest stwierdzane przez ujawnienie niezaewidencjonowanych operacji gospodarczych lub ujęcie operacji, które faktycznie nie miały miejsca⁵³. Z kolei niewadliwość oznacza formalne prowadzenie ksiąg zgodnie z przepisami. Nieuznanie przez organ księgi za dowód wymaga wykazania jej nieprawidłowości materialnej lub też formalnej. Potwierdzenie uchybień powoduje stosowanie przez organ dalszych procedur, w tym szacunkowego określenia podstawy opodatkowania (art. 23 o.p.). Przepisy nakładają na organ sporządzenie protokołu z badania księgi, który określi, za jaki okres i w jakiej części organ nie uznaje księgi za dowód. Rozwiązanie to ma charakter gwarancyjny względem praw podatnika, bowiem organy skarbowe nie mogą dokonywać ustaleń sprzecznych z treścią ksiąg podatkowych bez stwierdzenia ich wadliwości bądź nierzetelności. Stronie przysługuje prawo do wniesienia zastrzeżeń od oceny organu w terminie 14 dni od dnia doręczenia protokołu i winny dotyczyć zawartych w nim ustaleń wraz z przedstawieniem dowodów, umożliwiających organowi określenie podstawy opodatkowania. Organ zgodnie z art. 193 § 5 o.p. może uznać wadliwą bądź nierzetelną księgę za dowód, jeżeli wady nie mają istotnego znaczenia dla sprawy, a za takie uznać można wady, nie wywierające wpływu na ustalenia prawidłowej wysokości zobowiązania podatkowego⁵⁴.

Organ odwoławczy może uwzględniać dowody zgromadzone w okresie między wydaniem rozstrzygnięcia organu I instancji, a zakończeniem postępowania odwoławczego. Tym bardziej, gdy teza

⁵⁰ S. Presnarowicz [w:] *Ordynacja podatkowa. Komentarz zaktualizowany*, L.Etel (red.), LEX, art. 223.

⁵¹ Tamże.

⁵² B. Adamiak, [w:] *Ordynacja podatkowa. Komentarz*, B. Adamiak i in., Warszawa 2017, s. 783.

⁵³ A. Nita, *Wymuszona współpraca podatnika w procesie wymiaru podatku*, „PiP” 2013, 12, s. 31-45.

⁵⁴ M. Łoboda, D. Strzelec, *Kontrola przestrzegania przepisów prawa podatkowego*, rozdz. 3.

dowodowa służy ustaleniu stanu faktycznego niezbędnego do oceny zgodności ksiąg podatkowych. Przy rozpoznaniu środka zaskarżenia organ odwoławczy nie jest związany ustaleniami organu I instancji. Tym samym, jeśli organ zakwestionował księgi i oszacował podstawę opodatkowania, organ odwoławczy może uznać rozstrzygnięcie za przedwczesne lub błędne w świetle nowych dowodów.

Tabela 1. Analiza zarzutów i orzeczeń sądów administracyjnych

Orzeczenie	Zarzut	Uzasadnienie
I FSK 1061/20 (NSA)	Uznanie ksiąg podatkowych za nierzetelne, wobec ujęcia kwoty sprzedaży towarów odzwierciedlającej rzeczywisty przebieg dokonanych transakcji.	Nierzetelność może wynikać z nieuwjęcia zdarzeń lub braku dowodów transakcji. Analiza marży stanowi rozbieżność danych i stanowi o podstawie opodatkowania po odrzuceniu ksiąg.
I SA/Gl 611/24 (WSA Gliwice)	Brak stwierdzenia w protokole badania ksiąg, prowadzenia ksiąg w sposób nierzetelny bądź wadliwy oraz nieokreślenie za jaki okres i w jakiej części organ nie uznaje ksiąg.	Organ wydał decyzję określającą pomimo braku stwierdzenia nierzetelności i wadliwości ksiąg. Brak określenia okresu i części ksiąg, których organ nie uznał za dowód zawartych w nich zapisów.
I SA/Ol 637/21 (WSA Olsztyn)	Protokół z badania ksiąg nie zawiera ustaleń na okoliczność stwierdzonej nierzetelności rejestrów VAT w zakresie podatku należnego. Naruszenie przepisów prawa procesowego nie jest podstawą do uchylecia decyzji organu I instancji w tym trybie.	Brak formalnego stwierdzenia przez organ nierzetelności prowadzenia ksiąg, nie może mieć wpływu na wynik prowadzonego postępowania, w przypadku gdy z protokołu kontroli wynikały okoliczności kwestionowane przez organ, a strona nie została pozbawiona możliwości ustosunkowania się do tych ustaleń poprzez wniesienie zastrzeżeń.
I SA/Bk 18/19 (WSA Białystok)	Zaniechanie przeprowadzenia dowodu z opinii biegłego na okoliczność stwierdzenia, że księgi rachunkowe podatnika można uznać za nierzetelne w rozumieniu ustawy o rachunkowości.	Brak jest podstaw do przeprowadzenia dowodu z opinii biegłego z zakresu rachunkowości celem zbadania rzetelności prowadzonych przez podatnika ksiąg. W tym zakresie organ ma pełne kompetencje do dokonania własnych ustaleń.

Źródło: opracowanie własne, na podstawie Centralnej Bazy Orzeczeń Sądów Administracyjnych.

Przepis art. 81 o.p., dopuszcza możliwość korygowania uprzednio złożonych deklaracji podatkowych przez podatników, co następuje przez złożenie deklaracji korygującej. Zgodnie jednak z przepisem art. 81b § 1 o.p. uprawnienie to ulega zawieszeniu na czas trwania postępowania podatkowego lub kontroli w zakresie objętym postępowaniem i ponownie zaczyna przysługiwać po zakończeniu postępowania podatkowego w zakresie nieobjętym decyzją określającą wysokość zobowiązania podatkowego⁵⁵. Złożenie korekty deklaracji w okresie międzyinstancyjnym, tj. po doręczeniu decyzji ustalającej wysokość zobowiązania może być oceniane przez organ jako odwołanie lub względnie jako wniosek w trybie nadzwyczajnym. W przypadku toczącego się postępowania odwoławczego strona winna wykazać wadliwość kwoty podatku lub okresu ujętego w księdze i uzasadnić przyczyny takiego stanu rzeczy. Powyższe nie oznacza automatycznie, że organ odwoławczy uzna księgi za dowód w postępowaniu odwoławczym. Korekta ksiąg podatkowych wymagać będzie udowodnienia, że pierwotne błędy nie miały wpływu na całość rozliczenia lub były incydentalne. Wszelkie korekty winny być poparte odpowiednimi dokumentami źródłowymi i wykazywać poprawne ustalenie wysokości przychodów, kosztów, dochodów lub strat⁵⁶. Konsekwencją stwierdzenia nierzetelności bądź wadliwości ksiąg będzie przymusowe ustalenie przez organ podatkowy podstawy opodatkowania. Tym samym rolą

⁵⁵ L. Etel, *Ordynacja podatkowa. Komentarz zaktualizowany*, L. Etel (red.), LEX, art. 81.

⁵⁶ T. Olczak, K. Gierszewska, [w:] *Podatek VAT w branży TSL. Korekta deklaracji*, LEX, rozdz. 9.

odwołującego w postępowaniu odwoławczym będzie zakwestionowanie wysokości tej podstawy, tak aby kwota wymierzonego podatku była dla niego najkorzystniejsza. Zarzut błędnie wyliczonej kwoty podatku, bez wskazania przyczyny, organ odwoławczy może ocenić jako niewystarczający, chyba że znajduje potwierdzenie w zebranych przez organ materiale dowodowym⁵⁷. Poniżej przedstawiono przykłady takich zarzutów wraz z ich oceną przez sąd.

Zakończenie

Konkludując, odmienna ocena ksiąg przez organ odwoławczy wynika z ponownego rozpatrzenia sprawy, a nie jedynie kontroli decyzji organu I instancji. Organ odwoławczy współkształtuje sytuację prawną podatnika. Zarzut odwoławczy powinien dotyczyć jednak *meritum* sprawy, bowiem zarzuty proceduralne co do zasady nie przesądzają o naruszeniach organu I instancji, chyba że mają istotny wpływ na rozstrzygnięcie. Podatnik w ramach swobodnego kształtowania strategii procesowej winien czynnie uczestniczyć w postępowaniu podatkowym, w tym rzecz jasna na etapie odwoławczym. Nie chodzi jedynie o fakt, że postępowanie odwoławcze inicjuje środek zaskarżenia, ale o oczekiwania podmiotu, do ustalenia obiektywnie istniejącego stanu rzeczy. Ze względu na specyfikę stosunku prawnopodatkowego, każde rozstrzygnięcie względem podatnika będzie negatywne, ponieważ wiąże się z nałożeniem obowiązku podatkowego. Podatnik może odstąpić od udziału w postępowaniu dowodowym, jednak będzie musiał liczyć się z konsekwencjami w postaci samodzielnego prowadzenia postępowania przez organ.

Aby unaocznić wagę znaczenia uznania nierzetelności lub wadliwości ksiąg podatkowych przez organ odwoławczy, w tabeli 1. przedstawiono zestawienie podniesionych przez skarżących zarzutów i uzasadnieniem ich zasadności przez sąd. Analizie poddano różne stany prawne, ale tylko jedno orzeczenie pokazuje wagę zarzutu merytorycznego. Orzecznictwo w ciągu ostatnich kilkunastu lat przewartościowało pojęcie rzetelności ksiąg podatkowych. Stwierdzenie okoliczności, uzasadniających uznanie nierzetelności ksiąg, winno zostać zweryfikowane z dokumentami źródłowymi. Potwierdzenie niezgodności dokumentów źródłowych z zapisami księgi dopiero wtedy będzie stanowiło o uznaniu ksiąg za nierzetelne.

Podkreślić zatem należy, że czynności organu odwoławczego mają być kompletne i zmierzać do wszechstronnego wyjaśnienia okoliczności istotnych dla sprawy. Jednakże na organach nie ciąży wyłączny obowiązek zgromadzenia materiału dowodowego. Czynny udział podatnika w postępowaniu odwoławczym ma ogromne znaczenie w kształtowaniu jego sytuacji procesowej. Ustalenia dokonane przez organ mogą być skutecznie zakwestionowane jedynie poprzez kontrdowód, a taki może nastąpić z inicjatywy strony. Wskazać bowiem należy, że to podatnik poniosł ciężar ekonomiczny i tym samym dysponuje wiedzą źródłową, tj. posiada dokumenty oraz informację o operacji gospodarczej.

Bibliografia

- Adamiak B., [w:] *Ordynacja podatkowa. Komentarz*, B. Adamiak i in., Warszawa 2017.
 Dzwonkowski H., [w:] *Ordynacja podatkowa. Komentarz*, H. Dzwonkowski (red.), Warszawa 2017.
 Etel L., *Ordynacja podatkowa. Komentarz zaktualizowany*, L. Etel (red.), LEX, komentarz do art. 81.
 Kabat A., [w:] *Ordynacja podatkowa. Komentarz*, S. Babiarczyk i in., LEX, komentarz do art. 127.
 Łoboda M., Strzelec D., *Kontrola przestrzegania przepisów prawa podatkowego*, LEX, rozdział 3.
 Nita A., *Wymuszona współpraca podatnika w procesie wymiaru podatku*, „PiP” 2013, 12, s. 31-45.
 Olczak T., Gierszewska K., [w:] *Podatek VAT w branży TSL. Korekta deklaracji*, LEX, rozdział 9.
 Popławski M., [w:] *Ordynacja podatkowa. Komentarz zaktualizowany*, L. Etel (red.), LEX, rozdział 1.
 Presnarowicz S., [w:] *Ordynacja podatkowa. Komentarz zaktualizowany*, L. Etel (red.), LEX, komentarz do art. 223.
 Rudowski J., [w:] *Ordynacja podatkowa. Komentarz*, S. Babiarczyk i in., LEX, komentarz do art. 23.

⁵⁷ J. Rudowski, [w:] *Ordynacja podatkowa. Komentarz*, S. Babiarczyk i in., LEX, art. 23.

Dominika Rożkowicz

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Wydział Ekonomiczny
Koło Naukowe Młodych MenedżerówRÓŻOWY PODATEK – DYSPROPORCJE CENOWE ZE WZGLĘDU NA PŁEĆ
W OPINII RESPONDENTÓW

Pink tax – gender-based price disparities in respondents; opinions

Abstract: A subtle form of economic inequality is exemplified by the pink tax, which involves higher prices for products and services that are specifically targeted at women, despite their functional identity with their male counterparts. The study aimed to examine respondents' views on gender-related price disparities and their awareness of the so-called "pink tax". To achieve this, a qualitative study was conducted using a survey questionnaire, which included 282 participants. The results indicated that respondents recognized significant price disparities, with many stating that products aimed at women tend to be more expensive than those for men. However, specific examples of selected products did not strongly support this belief.

Keywords: pink tax, prices, gender, consumption, price discrimination

Wprowadzenie

Różowy podatek (ang. *pink tax*) odnosi się do zjawiska, w którym produkty skierowane do kobiet są sprzedawane po wyższych cenach niż te same lub bardzo podobne produkty dedykowane mężczyznom. Zjawisko to nie ma podstaw w różnicach technologicznych czy jakościowych, a często sprowadza się do zmiany koloru, opakowania lub niewielkiej modyfikacji składu⁵⁸. W praktyce może się to na przykład wiązać z tym, że dwa te same produkty, różniące się tylko kolorem, są droższe tylko dlatego, że są skierowane dla kobiet. Podłoże takiego stanu rzeczy jest jednak bardziej złożone i wynika z różnych mechanizmów rynkowych. Zróżnicowanie cen jest powszechnie stosowaną strategią, mimo że jest niesprawiedliwe i nierówne w stosunku do różnych grup.

Jak wskazuje Rączka-Chodykin⁵⁹, nazwa ta została użyta po raz pierwszy przez francuskie aktywistki, które zwróciły uwagę na fakt, że produkty w kolorze różowym były droższe od tych samych produktów w innym kolorze. Warto w tym miejscu zaznaczyć, że mimo iż zagadnienie to nazywa się „różowy podatek”, w rzeczywistości podatkiem nie jest i ma na celu zwrócenie uwagi na konkretny problem.

Materiały i metodyka

W związku z realizacją celu pracy przeprowadzono badania jakościowe w postaci ankiety badawczej. Badanie zostało przeprowadzone metodą CAWI w formie ankiety internetowej z wykorzystaniem narzędzia Google Forms. Ankieta składała się z 13 pytań, w tym czterech dotyczących metryczki. Ankietowani zostali zapytani m.in. o występowanie różnic cenowych, kategorie produktów, w których występują różnice cenowe lub przyczyny różnic cenowych produktów dla kobiet i mężczyzn. Ankieta była dostępna w okresie od czerwca do września 2024 roku. W badaniu wzięło udział 282 respondentów.

⁵⁸ P. Goel, *Pink Tax: Consumers' Tax Ride in The Pink Ferris Wheel*, "Journal of Law Management & Humanities" 2023, Vol. 6, Iss. 3, s. 2963-2967, DOI: doi.org/10.10000/IJLMH.115168.

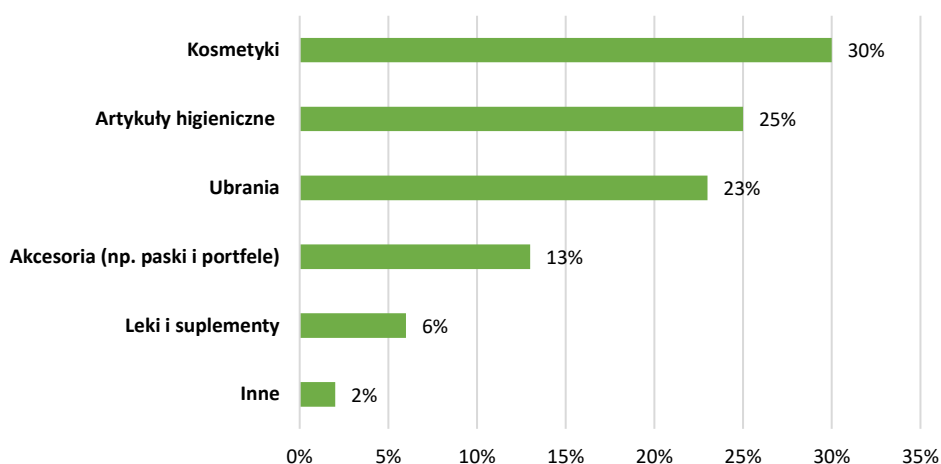
⁵⁹ A. Rączka-Chodykin, „Podatek od bycia kobietą?”, czyli tak zwane podatki: różowy i od tamponów. Analiza porównawcza stanu faktycznego w Polsce i Stanach Zjednoczonych, „Zoon Politikon” 2024, No. 15, doi.org/10.4467/2543408XZOP.24.001.19673.

Wyniki

Respondenci byli świadomi występowania różnic cenowych między produktami przeznaczonymi dla mężczyzn a produktami dla kobiet. Blisko 90% osób, które wzięły udział w badaniu wskazało, że różnice te występują. Znacząca liczba uczestników badania (83% respondentów) wyraziła opinię, że produkty dla kobiet są droższe niż produkty dla mężczyzn, nawet jeśli różnice te nie mają uzasadnienia w składzie lub jakości. Z kolei 7% respondentów uważała, że to produkty dla mężczyzn są droższe niż produkty dla kobiet. Pozostała część ankietowanych była zdania, że produkty dedykowane kobietom i produkty skierowane dla mężczyzn nie różnią się cenowo.

Mimo że dominująca część ankietowanych zadeklarowała świadomość występowania różnic cenowych ze względu na płeć, tylko co 3 badany wskazał, że słyszał o różowym podatku. Ta grupa respondentów potrafiła poprawnie zdefiniować to zagadnienie.

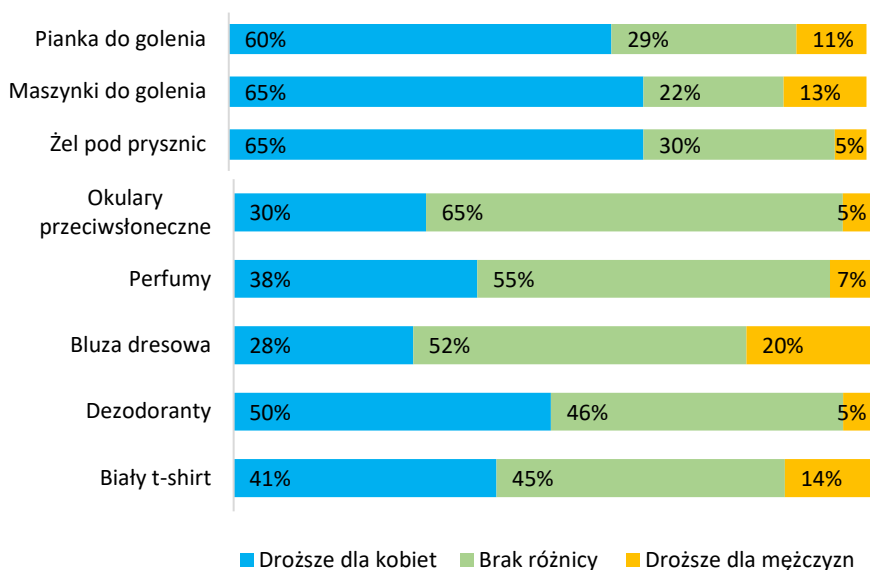
Respondenci zostali zapytani o kategorie produktów, w których zauważalne są dysproporcje cenowe ze względu na płeć (rys. 1). W opinii 30% badanych różnice cenowe występują wśród produktów z kategorii kosmetyki, 25% jest zdania, że w przypadku artykułów higienicznych, a 23% uważa, że różnica w cenach ze względu na płeć widoczna jest w ubraniach.



Rys. 1. Kategorie produktów, w których zauważalne są różnice cenowe ze względu na płeć

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań (N=282)

By poznać lepszą opinię badanych na temat różnic cenowych ze względu na płeć, podano przykłady konkretnych produktów (pianka do golenia, maszynki do golenia, żel pod prysznic, okulary przeciwsłoneczne, perfumy, bluza dresowa, dezodorant, biały T-shirt). Respondenci mieli wskazać, czy dany produkt jest droższy dla kobiet, dla mężczyzn lub czy różnicy cenowej nie dostrzegają (rys. 2). Odpowiedzi badanych były zróżnicowane i niejednoznaczne. W przypadku produktów takich jak: pianka do golenia, maszynki do golenia, żel pod prysznic zdaniem badanych ceny są wyższe dla kobiet niż dla mężczyzn. Takie odpowiedzi udzieliło ponad 60% ankietowanych. Zdaniem połowy respondentów perfumy i bluzy dresowe to przykłady produktów, gdzie różnice cenowe ze względu na płeć nie występują.

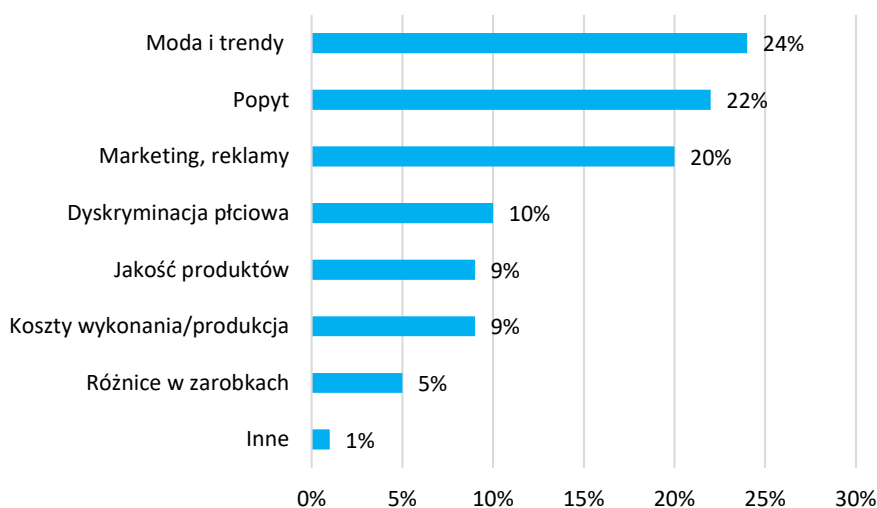


Rys. 2. Ceny wybranych produktów w opinii respondentów

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań (N=282)

Wśród wybranych produktów do rozpatrzenia respondenci nie zadeklarowali znacząco, że cena któregoś z nich jest wyższa dla mężczyzn niż dla kobiet.

Wśród przyczyn występowania różnic cenowych produktów ze względu na płeć ponad 60% badanych wskazuje przede wszystkim modę i trendy, popyt oraz marketing, reklamę (rys. 3). Zdaniem ankietowanych mniej istotne są różnice w zarobkach – takiej odpowiedzi udzieliło 5% respondentów.



Rys. 3. Ceny wybranych produktów w opinii respondentów

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań (N=282)

Badani wskazali również, że dyskryminacja płciowa, jakość produktów oraz koszty wykonania mają zbliżone znaczenie w kontekście występowania różnic cenowych ze względu na płeć (rys. 3).

Ankietowani deklarowali, że mimo dostrzegania dysproporcji cenowych w przypadku co drugiego badanego wiedza ta nie ma wpływu na decyzje zakupowe. Mimo to zdecydowana większość (93% ankietowanych) uważa, że powinna występować równość cenowa.

Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że respondenci byli świadomi występowania różnic cenowych ze względu na płeć, mimo, że zagadnienie „różowego podatku” nie było im do końca znane. W opinii badanych w ujęciu generalnym to produkty skierowane dla kobiet były droższe od produktów dla mężczyzn. Na przykładzie wybranych produktów opinie respondentów były bardziej zróżnicowane. Zdaniem ponad 60% badanych produkty takie jak maszynki do golenia oraz żel pod prysznic są droższe dla kobiet. Z kolei w przypadku perfum lub bluz dresowych zdaniem badanych różnice cenowe ze względu na płeć nie występują.

Zdaniem badanych głównymi przyczynami różnic cenowych ze względu na płeć są: moda, popyt na produkty oraz marketing. Badani uznali niemal jednomyślnie, że dyskryminacja cenowa nie powinna występować.

Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że konieczne są działania edukacyjne celem zwiększania świadomości konsumentów na temat różnic cenowych. Zasadne są dalsze badania w tym obszarze, skoncentrowane na analizie cen wybranych produktów. Jak podaje Rączka-Chodykin⁶⁰, w Polsce problem ten został słabo przeanalizowany. Jest to jednak uzasadnione, ponieważ ceny produkty różnią się od siebie w sklepach, a problem ten wymaga dokładnych przemyśleń już na poziomie metodyki.

Bibliografia

- Goel P., *Pink Tax: Consumers' Tax Ride in The Pink Ferris Wheel*, "Journal of Law Management & Humanities" 2023, Vol. 6, Iss. 3, s. 2963-2967. doi.org/10.10000/IJLMH.115168.
- Rączka-Chodykin A., „Podatek od bycia kobietą?”, czyli tak zwane podatki: różowy i od tamponów. Analiza porównawcza stanu faktycznego w Polsce i Stanach Zjednoczonych, „Zoon Politikon” 2024, No. 15, doi.org/10.4467/2543408XZOP.24.001.19673.

Weronika Chudek

Uniwersytet w Siedlcach, Wydział Nauk Społecznych
Koło Ekonomiczne

PREFERENCJE KONSUMENTÓW PRZY ZAKUPIE SAMOCHODU OSOBOWEGO

Consumer preferences when purchasing a passenger car

Abstract: The process of consumers making a purchasing decision about a motor vehicle is a complex issue. Many economic, technical, aesthetic and social factors have a significant impact on the decision made. Based on research on car purchasing preferences, the article presents the main conclusions regarding the criteria influencing consumer choice. Research shows that price is a key deciding factor, both in terms of vehicle purchase and maintenance costs. As a result of the research, it is emphasized that choosing a car is a multidimensional process in which economic, practical and social aspects coexist, creating a comprehensive picture of consumer preferences.

Keywords: preferences, car, decision, purchase, choice

⁶⁰ Tamże.

Wstęp

Zakup samochodu osobowego to dla wielu konsumentów jedna z najważniejszych decyzji finansowych. Preferencje nabywców zmieniają się wraz z rozwojem technologii, zmieniającymi się potrzebami oraz coraz większą świadomością ekologiczną. W niniejszym artykule przedstawione zostaną wyniki własnych badań na temat czynników wpływających na decyzję o zakupie samochodu osobowego.

Konsument i jego zachowania na rynku motoryzacyjnym

Konsument w ujęciu ekonomicznym to osoba podejmująca decyzje zakupowe w celu zaspokojenia swoich potrzeb. W kontekście rynku motoryzacyjnego konsument staje się podmiotem o wysokim stopniu zaangażowania, ponieważ zakup samochodu osobowego wiąże się z dużym wydatkiem, ryzykiem finansowym oraz długoterminowym użytkowaniem produktu.

Zachowania konsumentów przy zakupie auta są determinowane przez szereg czynników, zarówno racjonalnych (np. cena, parametry techniczne), jak i emocjonalnych (np. marka czy prestiż). W ujęciu klasycznym proces zakupu przebiega przez następujące etapy: rozpoznanie potrzeby, poszukiwanie informacji, ocena alternatyw, decyzja zakupowa oraz ocena po zakupie⁶¹.

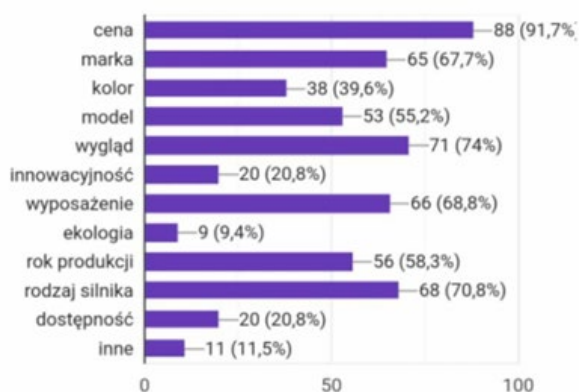
Na rynku motoryzacyjnym obserwuje się także rosnące znaczenie lojalności wobec marki oraz tzw. doświadczeń zakupowych. Coraz większą rolę odgrywają również czynniki społeczne – rekomendacje znajomych, opinie w Internecie oraz obecność marki w mediach społecznościowych.

Analiza wyników badań własnych

Celem przeprowadzonego badania było zidentyfikowanie preferencji konsumentów przy zakupie samochodu osobowego, skupiając się na kilku kluczowych czynnikach. Badanie zostało przeprowadzone na próbie losowo dobranych respondentów w miesiącu grudniu 2024 r. za pomocą sondażu diagnostycznego z wykorzystaniem anonimowej ankiety udostępnionej w Internecie. W badaniu wzięło udział 96 osób z różnych grup wiekowych. Wśród ankietowanych osób udział mężczyzn wyniósł 59,3% (57), a kobiet 40,6% (39). W strukturze wiekowej respondentów najliczniejszą grupę stanowiły osoby w wieku od 18 do 24 lat. Ich udział w badanej grupie wyniósł 78,1%.

Rozważania ekonomiczne obejmują nie tylko cenę zakupu, ale także koszty utrzymania i dostępność korzystnych ofert finansowych. Wartość utrzymania pojazdu oraz jego prognozowana wartość rynkowa po pewnym czasie są istotnymi czynnikami branymi pod uwagę przez potencjalnych nabywców. Aspekty emocjonalne, takie jak estetyka, marka czy postrzegany prestiż modelu, wpływają na ostateczną decyzję. Opinie innych użytkowników, rekomendacje społeczności on-line czy osobiste doświadczenia znajomych mają istotny wpływ na kształtowanie wyobrażenia klienta o danym modelu. Większość ankietowanych jako główny czynnik wpływający na wybór samochodu wskazała cenę (91,7%). Później ankietowani kierują się wyglądem samochodu (74%), rodzajem silnika (70,8%), wyposażeniem (68,8%) i marką samochodu (67,7%). W mniejszym stopniu zwracają uwagę na rok produkcji (58,3%) i model (55,2%). Zdecydowana mniejszość respondentów kieruje się kolorem, innowacyjnością i dostępnością oraz ekologią. Wyniki odpowiedzi przedstawia poniższy rysunek.

⁶¹ P. Kotler, K.L. Keller, *Marketing*, Warszawa 2012, s. 56.



Jakie czynniki wpływają na decyzję o wyborze samochodu osobowego?

Źródło: opracowanie własne

Marka samochodu często jest utożsamiana z określonym wizerunkiem lub prestiżem. Niektórzy konsumenci poszukują pojazdów określonych marek, aby wyrazić swój status społeczny czy styl życia. Luksusowe marki często przyciągają klientów, dla których prestiż i ekskluzywność są ważne. Reputacja marki i doświadczenia innych użytkowników również mają istotne znaczenie przy wyborze samochodu osobowego. Klienci często skłaniają się ku markom o ugruntowanej pozycji na rynku i pozytywnych recenzjach. Ponadto, pewne marki samochodowe zdobywają zaufanie konsumentów poprzez długoletnią obecność na rynku, jakość wykonania, niezawodność i innowacyjność. Zaufanie do marki może być kluczowym czynnikiem, szczególnie w branży motoryzacyjnej, gdzie bezpieczeństwo i niezawodność są priorytetem. Z przeprowadzonego badania można wywnioskować, że najbardziej preferowanymi markami są: Audi (40%), Mercedes-Benz i BMW (po 38,5%) oraz Toyota (37,5%).

Rozważania ekonomiczne obejmują nie tylko cenę zakupu, ale także koszty utrzymania i dostępność korzystnych ofert finansowych. Wartość utrzymania pojazdu oraz jego prognozowana wartość rynkowa po pewnym czasie są istotnymi czynnikami brany pod uwagę przez potencjalnych nabywców⁶². Aspekty emocjonalne, takie jak estetyka, marka czy postrzegany prestiż modelu wpływają na ostateczną decyzję. Opinie innych użytkowników, rekomendacje społeczności on-line czy osobiste doświadczenia znajomych mają istotny wpływ na kształtowanie wyobrażenia klienta o danym modelu.

Wnioski

Proces podejmowania przez konsumentów decyzji zakupowej pojazdu samochodowego jest złożonym zagadnieniem. Znaczący wpływ na podejmowaną decyzję ma wiele czynników o charakterze ekonomicznym, technicznym, estetycznym oraz społecznym.

Cena samochodu jest czynnikiem decydującym dla wielu konsumentów. Klienci dążą do znalezienia korzystnej oferty, która zapewni im wartość za pieniądze. Często porównują różne modele i marki pod względem ceny, funkcji i jakości, aby dokonać ostatecznego wyboru⁶³. Wnioskiem z wyboru samochodu jest zazwyczaj konieczność rozważnego podejścia do budżetu. Dobrze przemyślana inwestycja w samochód może zminimalizować obciążenie finansowe i przyczynić się do zadowolenia z zakupu w dłuższej perspektywie.

Wyposażenie samochodu, takie jak systemy bezpieczeństwa, funkcje multimedialne, systemy wspomagające prowadzenie i komfortowe wnętrze, również ma wpływ na preferencje konsumentów. Klienci poszukują nowoczesnych technologii, które poprawią ich doświadczenie z jazdy i zapewnią wygodę podczas podróży. Dostosowanie pojazdu do codziennych wymagań, takich jak przewożenie rodziny, liczba pasażerów czy specyfika trasy, przekłada się na satysfakcję z użytkowania.

⁶² W. Urban, D. Siemieniako, *Zachowania konsumentów – ujęcie praktyczne*, Warszawa 2016, s. 98.

⁶³ A. Poczta-Wajda, *Ekonomiczne aspekty zakupu samochodu elektrycznego*, Warszawa 2021, s. 14-15.

Kluczowym czynnikiem preferencji konsumenckich jest również ekonomiczność samochodu. Klienci są coraz bardziej świadomi kosztów utrzymania pojazdu, takich jak paliwo, ubezpieczenie i serwis. Decyzja o wyborze samochodu jest również związana z perspektywą długoterminową. W związku z tym producenci samochodów powinni skupić się na tworzeniu pojazdów o wysokiej efektywności paliwowej lub alternatywnych źródłach napędu, które pozwolą klientom zaoszczędzić na kosztach eksploatacji.

Bibliografia

Kotler P., Keller K.L., *Marketing*, Warszawa 2012.

Pocza-Wajda A. *Ekonomiczne aspekty zakupu samochodu elektrycznego*, Warszawa 2021.

Urban W., Siemieniako D., *Zachowania konsumentów – ujęcie praktyczne*, Warszawa 2016.

Mikhail Kastsiuk

Akademia Bialska im. Jana Pawła II, Wydział Nauk Ekonomicznych

Studenckie Koło Naukowe Progress

PREFERENCJE PŁATNICZE STUDENTÓW AKADEMII BIALSKIEJ IM. JANA PAWŁA II

*The most popular payment methods among students
of the John Paul II University of Bialska*

Abstract: The aim of the article is to present data on the history of the creation of money in the world and to conduct research aimed at determining the most popular way of payment for goods and services by students of the John Paul II University in Biała Podlaska. The article analyzes Polish literature and secondary data. Based on them, the evolution of money from the moment of its creation in the world to the present was presented. The conclusions from the conducted research are based on the payment preferences of students of a given university. The analysis shows that students most often use cashless methods of payment in their daily lives. The most common method of payment is BLIK. The study shows that students believe that cashless methods are safer than traditional money. The results of the research show the determining methods of payment for goods and services and the opinion on given methods of payment among a given research group.

Keywords: money, evolution, students, popularity

Wstęp

Każdy z nas, niezależnie od tego, czy jest mieszkańcem ogromnej metropolii, czy dzikiej dżungli zalewowej Amazonii, wie na pewno, że dobra i usługi najczęściej nie są darmowe i trzeba za nie płacić. Istnieje wiele metod płatności, które pozwalają na wygodne dokonanie zakupu. Jednak dla części z nas pochodzenie i wynalazek pieniędzy wciąż pozostają tajemnicą.

Pieniądze są jednym z głównych wynalazków ludzkości, porównywalnym z wynalezieniem piśma, elektryczności, elektronicznych środków komunikacji (World Wide Web). Cała współczesna globalna gospodarka światowa ma podstawową cechę – monetarną. Ewolucja poszczególnych gospodarek prywatnych, regionalnych, narodowych do współczesnego globalnego rynku światowego jest długim procesem, trwającym prawie pięć tysięcy lat. Pieniądze pojawiły się w wyniku podobnych procesów ekonomicznych niemal jednocześnie we wszystkich cywilizowanych społeczeństwach ludzkich. W konsekwencji mają one obiektywną istotę ekonomiczną, są uniwersalne i absolutnie niezbędne w procesie wymiany, która jest niemożliwa bez stosunków własnościowych.

Ewolucja pieniądza

Pojęcia pieniądza jako oddzielnego środka płatniczego ludzie żyjący w kulturach pierwotnych na pewno nie znali. Towary i usługi zdobywano głównie poprzez wymianę – barter. Z definicji jest to system polegający na wymianie towaru na towar. Miał on jednak dużą wadę, nie można było dokładnie określić wartości towarów, każdy człowiek inaczej oceniał wartość swoich dóbr⁶⁴. Tym samym dokonanie wymiany owocu na zwierzę było trudne do zrealizowania. Pojawiła się więc potrzeba stworzenia środka płatniczego, który miał na celu nadanie poszczególnej produkcji określonej wartości. Był to pieniądz kruszcowy – monety.

Pierwsze znane nam monety powstały w VII wieku przed naszą erą w greckich koloniach na terenie Lidii – starożytnego kraju położonego na terenie dzisiejszej Turcji⁶⁵. Miały różnorodne formy – początkowo były to kawałki stopu złota i srebra, znanego jako elektron.

Każda moneta były ostemplowana znakiem potwierdzającym jej wartość. Odcisk, który znajdował się na takim stopie należał do konkretnej osoby, dzięki czemu gwarantował jej ważność jako środka płatniczego. Na królewskim pieniądzu zazwyczaj stemplowano głowę lwa. Ułatwiło to handel i sprzedaż towarów. Jednak, jak i w systemie barterowym, pieniądz kruszcowy posiadał dużą wagę, było to wielkie utrudnienie dla kupców. Pojawia się potrzeba stworzenia pieniądza lekkiego do przenoszenia i mającego cechy monet – trwałość i wartość.

Historia pojawienia pieniądza papierowego jest mało znana, uważa się, iż pierwszy taki środek płatniczy pojawił się w Chinach. Podczas panowania dynastii Tang. Źródła nie podają dokładnej daty, ale szacuje się, że jest to VII-VIII wiek naszej ery. Nosił nazwę „Feiqian” – latający pieniądz⁶⁶. Było to skutecznym rozwiązaniem problemów istniejących wcześniej środków płatniczych. W tym okresie ewolucja pieniądza zwalnia tempa i jej dalszy rozwój zaczyna się pod koniec XX wieku⁶⁷.

Idea pojawienia pieniądza elektronicznego była przedstawiona przez Davida Chauma. Obecnie najpopularniejszym środkiem płatniczym staje się pieniądz elektroniczny. Przechowywany na elektronicznych nośnikach informacji, kartach płatniczych czy w aplikacjach bankowych w telefonie. Majątek finansowy przechowywany w dany sposób jest bardziej zabezpieczony od kradzieży i zgubienia przez człowieka. Zmniejsza się zapotrzebowanie na noszenie monet czy banknotów w portfelu, wystarczy mieć kartę płatniczą lub aplikację mobilną banku. Jednak rozwój pieniądza nie zatrzymał się w tym momencie, w 2009 roku pojawiają się nowe środki płatnicze, takie jak BLIK i kryptowaluty.

Jednym z najmłodszych środków płatniczych jest kryptowaluta, została stworzona w 2009 roku przez osobę lub grupę osób znaną jako Satoshi Nakamoto i otrzymała nazwę bitcoin⁶⁸. Obecnie, w przeciwieństwie do tradycyjnych walut, funkcjonuje jako zdecentralizowany system, niepodlegający kontroli banków centralnych i rządów.

W przeciwieństwie do kryptowalut BLIK podlega kontroli banków, jego celem jest umożliwienie płatności mobilnych, internetowych, przelewów na numer telefonu oraz generowanie czeków z cyfrowym kodem. Początki tego systemu sięgają 2013 roku, jednak zaczął działać dopiero od 9 lutego 2015 roku⁶⁹. Szybko uzyskał dużą popularność na świecie, szczególnie wśród młodzieży i studentów.

⁶⁴ K. Makulski, *Ewolucja pieniądza na przestrzeni lat*, „Biznesmaniak” 2020, Nr 5, s. 15-16.

⁶⁵ D. Kawałko, *Historia Pieniądza*, „Regional Barometer. Analyses & Prognoses” 2002, maj, s. 64.

⁶⁶ *Pieniądze świata – Artykuły. Historia banknotów*, https://www.notafilia.pl/artykuly_historia.html, dostęp: 20.05.2025.

⁶⁷ A. Jurkowska, K. Owsiak, *Istota i perspektywy rozwoju pieniądza elektronicznego*, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu” 2011, nr 171, s. 495.

⁶⁸ P. Budner, *Zjawisko kryptowalut w prawie polskim*, „Młody Jurysta” 2021, Nr 1, s. 28.

⁶⁹ E. Jagodzińska-Komar, *Płatności natychmiastowe w Polsce na przykładzie systemu Blik*, „Zeszyty Naukowe Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej w Płocku. Nauki Ekonomiczne” 2018, t. 27, s. 107.

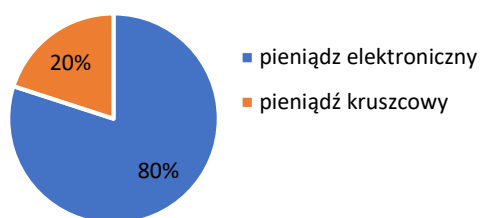
Metodyka badań własnych

Badania miały na celu określenie, jakie metody płatności przy dokonywaniu zakupów są bardziej popularne wśród studentów Akademii Białskiej im. Jana Pawła II. Dane zostały zebrane na podstawie elektronicznego kwestionariusza, czyli metodą CAWI (Computer Assisted Web Interview). Odpowiedzi udzieliło 50 respondentów. Dzięki temu możliwe było zebranie danych na temat ich preferencji oraz czynników wpływających na decyzję o sposobie płatności za dobra i usługi. Ankieta pozwoliła nie tylko określić, które metody płatności cieszą się największą popularnością wśród studentów, ale także zrozumieć, jakie aspekty wpływają na wybór danego sposobu zapłaty. W badaniu wzięła udział zróżnicowana grupa respondentów, co pozwoliło uzyskać szerszy obraz metod płatności cieszących się popularnością wśród studentów Akademii Białskiej im. Jana Pawła II.

Wyniki

Wyniki wskazują, że większość studentów częściej posługuje się pieniądzem elektronicznym, takim jak karty, aplikacje mobilne (80%). Z kolei gotówka jest głównym środkiem płatniczym tylko dla 20% badanych respondentów (rys. 1).

Kolejne pytanie dotyczyło najczęściej wykorzystywanej formy pieniądza elektronicznego przez studentów (rys. 2). Z analizy badań wynika, iż największą popularnością cieszy się BLIK – taką odpowiedź wybrało 50% badanych osób. Z kolei kart bankomatowych jako główną metodę zapłaty za dobra i usługi preferuje 35% badanych, a jedynie 15% wykorzystuje w tym celu aplikacje mobilne.



Wykres 1. Najczęściej wybierane rodzaje pieniądza

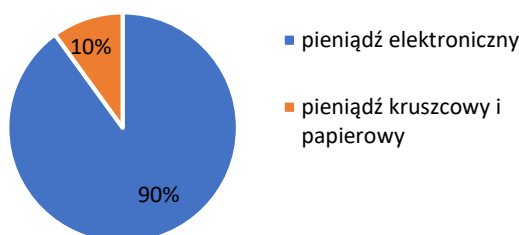
Źródło: opracowanie na podstawie wyników badań własnych.



Wykres 2. Najczęściej wybierane rodzaje płatności elektronicznych

Źródło: opracowanie na podstawie wyników badań własnych.

Następne pytanie dotyczyło aspektów bezpieczeństwa pieniądza tradycyjnego a elektronicznego. Badani zapytani zostali, który rodzaj pieniądza ich zdaniem jest bezpieczniejszy (rys. 3). Z analizy danych wynika, że 90% badanych osób odpowiedziało, iż uważają pieniądź elektroniczny za bezpieczniejszy od pieniądza kruszcowego i papierowego. Z kolei za bezpieczniejszy środek płatniczy pieniądź papierowy i kruszcowy uważa jedynie 10% badanych.



Wykres 3. Preferencje dotyczące bezpieczeństwa pieniądza

Źródło: opracowanie na podstawie wyników badań własnych.

Podsumowanie

Większość studentów Akademii Bialskiej im. Jana Pawła II odpowiedziała, że pieniądź elektroniczny jest bezpieczniejszym środkiem płatniczym w codziennym życiu. Na tej podstawie można wskazać, że może to być jedną z przyczyn powodujących większą popularność bezgotówkowych systemów zapłaty. Dlatego też wśród studentów Akademii Bialskiej im. Jana Pawła II BLIK jest najpopularniejszym sposobem zapłaty. Oznacza to, że transformacja formy płatności ciągle trwa, dlatego też pojawiają się coraz bardziej innowacyjne systemy i sposoby zapłaty za dobra i usługi. Wszystko to w większości spowodowane jest postępowaniem w cyfryzacji i zmianami na świecie.

Bibliografia

- Budner P., *Zjawisko kryptowalut w prawie polskim*, „Młody Jurysta” 2021, Nr 1.
 Jagodzińska-Komar E., *Płatności natychmiastowe w Polsce na przykładzie systemu Blik*, „Zeszyty Naukowe Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej w Płocku. Nauki Ekonomiczne” 2018, t. 27.
 Jurkowska A., Owsiak K., *Istota i perspektywy rozwoju pieniądza elektronicznego*, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu” 2011, nr 171.
 Kawałko D., *Historia Pieniądza*, „Regional Barometer. Analyses & Prognoses” 2002, maj.
 Makulski K., *Ewolucja pieniądza na przestrzeni lat*, „Biznesman” 2020, Nr 5.
Pieniądże świata – Artykuły. Historia banknotów, www.notaflia.pl/artykuly_historia.html, dostęp: 20.05.2025.

Mikhail Kastsiuk

Akademia Bialska im. Jana Pawła II, Wydział Nauk Ekonomicznych
 Studenckie Koło Naukowe Progress

SYSTEM BANKOWY W POLSCE I JEGO TRANSFORMACJA POD WPŁYWEM CZASU

The banking system in Poland and its transformation under the influence of time

Abstract: The article analyzes the Polish literature and secondary data, on the basis of which commercial banks were determined to be the most popular in Poland according to the number of customers with bank accounts and the number of assets of the banks in question. The analysis of the data made it possible to observe the relationship between the number of assets and the number of customers in commercial banks. The history of the creation of the banking system in Poland and its transformations over time is also presented. To draw conclusions from data analysis and the evolution of the banking system to determine the future of banking.

Keywords: banks, quantity, popularity, system

Wstęp

Bankowość to dynamicznie rozwijająca się i skomplikowana branża, która dotyczy prawie każdego człowieka w codziennym życiu. Postęp technologiczny w zakresie cyfryzacji, spowodował, że usługi bankowe stały się powszechnie dostępne dla osób prywatnych. Banki oferują coraz większy zakres usług, podyktowany potrzebami oraz konkurencyjnością na tym rynku⁷⁰. We współczesnym świecie, w cywilizowanym kraju prawie każdy dorosły człowiek i duża grupa nastolatków są klientami banków, jest to ważny krok w życiu każdego człowieka. Podejmując decyzję o założeniu konta, warto

⁷⁰ W.L. Jaworski, Z. Zawadzka, *Bankowość. Podręcznik akademicki*, Warszawa 2001, s. 21.

znać najważniejsze determinanty banku, w którym chcemy założyć konto. Do takich kryteriów możemy zaliczyć ilość klientów, którą posiada dany bank oraz sumę jego aktywów.

Poznanie systemu bankowego oraz zdobycie odpowiedzi na pytania, jaki bank posiada tytuł najpopularniejszego w Polsce według ilości klientów i posiadanych aktywów oraz zrozumienie struktury bankowej, jak również zaznajomienie ich z historią jego powstania ułatwia wybór banku w miejscu zamieszkania. Znajomość systemu bankowego kraju jest istotnym tematem dla społeczeństwa pod względem edukacyjnym i rozwojowym.

Celem artykułu jest analiza danych wtórnych dotyczących powstania systemu bankowego w Polsce oraz popularności banków komercyjnych.

Powstanie i transformacja systemu bankowego w Polsce

Rozważania nad transformacją systemu bankowego warto rozpocząć od nawiązania do bardzo wczesnej historii pieniądza. Pojęcia systemu bankowego jako kompleksu instytucji bankowych i finansowych w kulturach pierwotnych ludzie jeszcze nie znali. Towary i usługi zdobywano głównie poprzez wymianę – barter.

Pierwotnie własnością ludzi były ziemia i zwierzęta, które były dobrą „walutą”. Rozwój systemu płatniczego nastąpił wraz z pojawieniem się metali szlachetnych, które stanowiły główny środek pieniężny, im więcej takich zasobów posiadał człowiek, tym był bogatszy i odgrywał ważniejszą rolę w życiu państwa. Z biegiem czasu złota i srebra zaczęło brakować i zamieniono go na pieniądz kruszcowy z powszechnie występujących metali, takich jak miedź i mosiądz w przypadku monet o mniejszych wartościach. Skutkowało to rozwojem gospodarczym społeczeństwa, który spowodował początek relacji towar-pieniądz.

Historia polskich banków przed XIX wiekiem jest bardzo mało znana. Jednak o pojawieniu się systemu bankowego możemy mówić dopiero w 1828 roku, kiedy został założony pierwszy polski bank emisyjny „Bank Polski”. Jego fundatorem był książę Ksawery Drucki-Lubecki, minister skarbu Królestwa w latach 1821-1830. Działalność banku trwała prawie 60 lat⁷¹. W czasie likwidacji polskich instytucji po upadku powstania w 1870 r. został pozbawiony praw organu emitującego pieniądz i zakazano mu udzielania długoterminowych pożyczek. Instytucja funkcjonowała do 1885 roku, kiedy to została całkowicie wchłonięta przez Bank Państwowy Imperium Rosyjskiego. Państwo polskie odrodziło się pod koniec 1918 roku. Przejęło ono od niemieckich władz okupacyjnych instytucję emitującą – Państwowy Fundusz Pożyczkowy. Wydawane przez nią marki polskie stały się tymczasowym, wiążącym środkiem płatniczym.

Jednak już w grudniu 1918 r. ogłoszono, że w przyszłości powstanie Bank Polski. Nazwa nowego banku emisyjnego miała nawiązywać do instytucji, która zajmowała się sprawami monetarnymi i gospodarczymi od 1828 r., w okresie krótkotrwałej autonomii Królestwa Polskiego. W połowie grudnia 1923 roku premierem został Władysław Grabski, który jednocześnie miał tytuł ministra skarbu. Zamierzał zrównoważyć budżet i zwiększyć dochody z podatku majątkowego oraz uniknąć pożyczek zagranicznych. Jednak na przełomie 1923 i 1924 roku katastrofa monetarna była już oczywista. Mieściłszy wzrost cen przekroczył 150 procent⁷².

Natomiast 11 stycznia 1924 roku Sejm uchwalił ustawę o naprawie skarbu państwa i reformie walutowej, a 20 stycznia tego samego roku uchwalono statut Banku Polskiego, który otrzymał wyłączne prawo emisji banknotów. Jego organizacją zajmował się pięcioosobowy komitet pod przewodnictwem przyszłego prezesa Stanisława Karpińskiego. 28 kwietnia 1924 roku rozpoczął działalność Bank Polski.

⁷¹ I. Kras, *Ewolucja polskiego systemu bankowego*, „Saeculum Christianum: pismo historyczno-społeczne” 2006, 13/22, s. 187-188.

⁷² C. Leszczyńska, *Zarys historii polskiej bankowości centralnej*, Warszawa 2010, s. 18.

System bankowy rozwijał się szybko aż do końca II wojny światowej. Władze komunistyczne po dojściu w Polsce do władzy, w okresie podporządkowania się Związkowi Radzieckiemu, dążyły do wprowadzenia gospodarki centralnie planowanej. W związku z tym banki prywatne nie miały łatwych warunków do kontynuowania działalności. Początek decentralizacji systemu bankowego datuje się na 1986 rok. Pięć lat później rozpoczęła się prywatyzacja.

W wyniku działania ustawy Prawo bankowe oraz ustawy o Narodowym Banku Polskim z 1989 r. bankiem emisyjnym stał się NBP. Usługi dla podmiotów gospodarczych i osób fizycznych miały być świadczone przez banki komercyjne. Dzięki tym zmianom mogły powstawać kolejne banki prywatne z kapitałem zagranicznym. I tak w 1990 r. swoje operacje rozpoczęły 22 banki. Obecnie ich liczba wynosi około 30.

Analiza danych

Dzisiaj polski system bankowy składa się z około 30 banków komercyjnych i około 500 banków spółdzielczych, które obracają prawie z bilionami aktywów. W Polsce struktura systemu bankowego jest dwupoziomowa. Kształtują go zarówno bank centralny, czyli Narodowy Bank Polski (NBP), jak i banki komercyjne. Na podstawie analizy danych wtórnych określono najpopularniejsze banki komercyjne w Polsce pod względem ilości klientów w drugim kwartale 2023 i 2024 r. (tabela 1).

Tabela 1. Liczba klientów w bankach w drugim kwartale 2023 i 2024 r.

Bank	Drugi kwartał 2023 r.	Drugi kwartał 2024 r.
PKO BP oraz Inteligo	11 790 000	12 026 000
Bank Pekao	6 536 000	6 900 000
Santander Bank Polska	5 784 000	5 900 000
ING Bank Śląski	4 985 000	5 067 000

Źródło: www.bankier.pl, dostęp: 26.05.2025

Większość klientów posiadało konto w PKO BP oraz Inteligo 12 026 000 klientów w drugim kwartale 2024 roku. Kolejno klienci wybierali Bank Pekao 6 900 000 i Santander Bank Polska 5 900 000 oraz ING Bank Śląski 5 067 000. Interesujące jest to, że ilość klientów w najpopularniejszych bankach zwiększyła się w porównaniu do drugiego kwartału w 2023 roku, w którym odnotowano następującą ilość klientów: PKO BP oraz Inteligo miały 11 790 000 klientów, Bank Pekao 6 536 000, Santander Bank Polska 5 784 000, ING Bank Śląski 4 985 000.

Kolejna analiza dotyczyła posiadanych przez banki aktywów na koniec 2024 roku w miliardach złotych – tabela 2. Do głównych banków komercyjnych pod względem posiadanych aktywów należą: PKO Bank Polski – 525 miliardów złotych, Pekao SA – 325 miliardów złotych, Santander Bank Polska – 304 miliardy złotych, ING Bank Śląski – 260 miliardów złotych.

Tabela 2. Aktywa banków na koniec 2024 roku (miliardów złotych)

Bank	Aktywa
PKO Bank Polski	525
Pekao SA	325
Santander Bank Polska	304
ING Bank Śląski	260

Źródła: www.pkobp.pl, www.ing.pl, <https://www.pekao.com.pl>, www.santander.pl, dostęp: 26.05.2025

Wnioski

System bankowy odgrywa ważną rolę w życiu człowieka, ciągle zmienia się i staje bardziej nowoczesny. Liczba klientów posiadających konta bankowe w bankach komercyjnych z roku na rok wzrasta. Zauważalne jest to szczególnie podczas analiz, iż ilość klientów w najpopularniejszych bankach w Polsce zwiększyła się od kilkunastu do kilkuset tysięcy w ciągu roku. To świadczy o ciągłym rozwoju i wzroście liczby klientów banków.

Porównując wyniki w zakresie ilości posiadanych przez banki klientów i ich aktywa, daje się zauważyć następującą zależność: im więcej klientów w danym banku, tym większą ilość aktywów on posiada.

Bibliografia

<https://www.bankier.pl/>

<https://www.ing.pl/>

<https://www.pekao.com.pl/>

<https://www.pkobp.pl/>

<https://www.santander.pl/>

Jaworski W. L., Zawadzka Z., *Bankowość. Podręcznik akademicki*, Warszawa 2001.

Kras I., *Ewolucja polskiego systemu bankowego*, „Saeculum Christianum: pismo historyczno-społeczne” 2006, 13/22.

Leszczyńska C., *Zarys historii polskiej bankowości centralnej*, Warszawa 2010.

Karol Kimsa

Akademia Bialska im. Jana Pawła II, Wydział Nauk Ekonomicznych

Studenckie Koło Naukowe Progress

ZRÓWNOWAŻONY ROZWÓJ A KONSUMPCJONIZM – JAK MŁODE POKOLENIE MOŻE ZMIENIĆ GOSPODARKĘ?

Sustainable development and consumerism –
how can the young generation change the economy?

Abstract: The article explores how the younger generation is reshaping the economy through the lens of sustainability and consumerism. Growing up amid climate crises and economic shifts, young people are challenging traditional consumer behaviors. They are increasingly embracing movements like zero waste, minimalism, and responsible fashion, while using social media platforms to promote ethical consumption and environmental awareness. The article highlights the evolving career priorities among youth, with growing interest in social entrepreneurship and eco-focused innovations. Education is identified as a key factor in equipping young people with the knowledge and skills to implement sustainable practices and influence a more responsible economic model.

Keywords: sustainability, consumerism, generation Z, circular economy, social responsibility

Wstęp

Zrównoważony rozwój to kluczowe wyzwanie dla współczesnego świata. Wraz z upływem lat staje się on zależny coraz bardziej od aktywności i podejmowania działań przez młode pokolenie. XXI wiek zwiastuje ciągle narastające problemy, które związane są z ekologią, społeczeństwem, gospodarką. Młodzi ludzie, rozwijający się w dobie kryzysu klimatycznego i dynamicznych zmian

ekonomicznych, odgrywają znaczącą rolę w przekształcaniu dotychczasowych modeli konsumpcyjnych i gospodarczych.

Zrównoważony rozwój zakłada prostolinijsy rozwój gospodarczy, społeczny i środowiskowy, który nie zagraża przyszłym pokoleniom – „zrównoważony rozwój to strategia, której celem jest zapewnienie wysokiej jakości życia ludziom przy jednoczesnym poszanowaniu ograniczeń środowiskowych”⁷³. Cele Zrównoważonego Rozwoju (SDGs) 2030 dla Polski to zestaw 17 celów ustalonych przez ONZ. Prezentują się one następująco: 1. Koniec z ubóstwem, 2. Zero głodu, 3. Dobre zdrowie i jakość życia, 4. Dobra jakość edukacji, 5. Równość płci, 6. Czysta woda i warunki sanitarne, 7. Czysta i dostępna energia, 8. Wzrost gospodarczy i godna praca, 9. Innowacyjność, przemysł, infrastruktura, 10. Mniej nierówności, 11. Zrównoważone miasta i społeczności, 12. Odpowiedzialna konsumpcja i produkcja, 13. Działania w dziedzinie klimatu, 14. Życie pod wodą, 15. Życie na lądzie, 16. Pokój, sprawiedliwość i silne instytucje, 17. Partnerstwa na rzecz celów⁷⁴.

W Polsce od dłuższego czasu podejmowane są przedsięwzięcia przeciw konsumpcjonizmowi, które będą wspierać zrównoważony rozwój. Są to takie działania jak np. ograniczenie zużycia energii, gospodarowanie odpadami i recykling, ochrona bioróżnorodności czy oszczędzanie wody⁷⁵.

Konsumpcjonizm to model społeczno-ekonomiczny, w którym głównym celem i wyznacznikiem dobrobytu jednostki jest ciągle nabywanie dóbr i usług. „Konsumpcja nie jest już zaspokajaniem potrzeb, lecz sposobem na tożsamość i społeczny status”⁷⁶. Społeczeństwa w krajach rozwiniętych funkcjonują na poczet wzrostu gospodarczego opartego na zwiększaniu konsumpcji. W obecnych czasach coraz częściej taki model życia jest krytykowany ze względu na konsekwencje ekologiczne, jak i społeczne.

Metodologia badań

Opracowanie ma charakter teoretycznych rozważań nad tematyką zachowań rynkowych osób młodych i powstało przy wykorzystaniu wtórnych źródeł informacji. Dokonano przeglądu najważniejszych pozycji naukowych poświęconych omawianej tematyce i przedstawiono poglądy różnych autorów. Głównym celem było zbadanie wpływu młodego pokolenia na zmiany w gospodarce w kontekście zrównoważonego rozwoju i konsumpcjonizmu.

Świadomość młodego pokolenia

Młode pokolenie z upływem czasu wykazuje coraz większą świadomość znaczenia konsumpcji dla środowiska. Wzrasta popularność ruchów takich jak zero waste, minimalizm czy odpowiedzialna moda. Badania przeprowadzone przez Deloitte w 2022 roku wskazują, że ponad 50% przedstawicieli pokolenia Z deklaruje gotowość do rezygnacji z produktów marek, które nie przestrzegają zasad zrównoważonego rozwoju. Młodzi konsumenci korzystają z mediów takich jak Instagram, YouTube, TikTok do promowania świadomych wyborów zakupowych oraz do edukowania innych. Polecają marki, dla których liczy się ekologia, oszczędność dóbr i usług wyczerpywalnych. Zmieniają się też priorytety zawodowe, rośnie zainteresowanie przedsiębiorczością społeczną, pracą w organizacjach ekologicznych czy tworzeniem innowacyjnych rozwiązań wspierających gospodarkę obiegu zamkniętego. Zmiana paradygmatu konsumpcyjnego możliwa jest dzięki aktywnej postawie młodych ludzi. Ich działania zarówno jako konsumentów, pracowników, jak i obywateli mogą realnie wpływać na kształtowanie nowej, bardziej odpowiedzialnej gospodarki. W tym kontekście nauka i edukacja pełnią

⁷³ S. Kozłowski, Z. Szymła, *Ekonomia zrównoważonego rozwoju*, PWN, Warszawa 2009, s. 37.

⁷⁴ *Cele zrównoważonego rozwoju*, www.gov.pl/web/polskapomoc/cele-zrownowazonego-rozwoju, dostęp: 26.05.2025.

⁷⁵ *Zrównoważony rozwój*, dcg.pl/zrownowazony-rozwoj, dostęp: 27.05.2025.

⁷⁶ Z. Bauman, *Życie na przemił*, Wydawnictwo Literackie, Kraków 2004, s. 51.

fundamentalną rolę w budowaniu kompetencji niezbędnych do zrozumienia i wdrażania zasad zrównoważonego rozwoju⁷⁷.

Wnioski

Współcześnie zmieniają się postawy młodych konsumentów. Wzrasta zainteresowanie markami zrównoważonymi, lokalnymi, wspierającymi etykę pracy i przejrzystość łańcucha dostaw. Popularność zdobywają nurty, takie jak slow fashion, zakupy z drugiej ręki, ograniczanie zakupów impulsywnych i bojkotowanie marek stosujących greenwashing. Media społecznościowe stały się dla młodych nie tylko narzędziem komunikacji, lecz także edukacji i aktywizmu konsumenckiego. Kampanie, działania informacyjne, a także tworzenie oddolnych inicjatyw ekologicznych i społecznych są przejawem rosnącego zaangażowania.

Bibliografia

Bauman Z., *Życie na przemił*, Wydawnictwo Literackie, Kraków 2004.

Cele zrównoważonego rozwoju, www.gov.pl/web/polskapomoc/cele-zrownowazonego-rozwoju.

Kozłowski S., Szymła Z., *Ekonomia zrównoważonego rozwoju*, PWN, Warszawa 2009.

The Deloitte Global 2022 Gen Z and Millennial Survey, www.deloitte.com/global/en/issues/work/genzmillennialsurvey-2022.html.

Zrównoważony rozwój, dcg.pl/zrownowazony-rozwoj.

Jakub Iwański, Aleksandra Sulej

Uniwersytet w Siedlcach, Wydział Nauk Społecznych
Koło Naukowe Logistyków

ROLA DZIAŁAŃ MARKETINGOWYCH W BRANŻY KURIERSKIEJ. JAK DOSTOSOWAĆ DZIAŁANIA FIRMY DO WYMAGAŃ KLIENTÓW?

The role of marketing activities in the courier industry:
how to adapt company strategies to meet customer expectations?

Abstract: This paper examines the role of marketing in the courier industry and how companies can adapt to customer needs. The rise of e-commerce and digitalization intensifies competition, pushing firms to adopt modern communication and promotional tools. The study shows that key factors for customers include price promotions, positive reviews, and shipment tracking. Users also expect intuitive apps, clear communication, and loyalty programs. Effective marketing should integrate traditional and digital channels while responding to real user expectations. The analysis of the research findings presented in the article was based on an anonymous survey.

Keywords: marketing in logistics, courier industry, customer needs

Wstęp

Na przestrzeni ostatnich kilkunastu lat nastąpił dynamiczny rozwój na rynku firm świadczących usługi kurierskie, przewozowe i logistyczne. Rozwój ten nastąpił równolegle z ewolucją świata marketingu i zmian w środkach masowego przekazu. Aby dotrzymać tempa konkurencji, konieczne jest

⁷⁷ The Deloitte Global 2022 Gen Z and Millennial Survey, www.deloitte.com/global/en/issues/work/genzmillennialsurvey-2022.html, dostęp 27.05.2025.

nadążanie za nowymi trendami i dostosowanie swoich działań do ciągle zmieniającego się otoczenia. Kluczowa w tym jest elastyczność i umiejętność odnalezienia się firm w środowisku silnie turbulentnym. W celu zbadania opinii publicznej o działaniach marketingowych przedsiębiorstw działających w branży logistycznej stworzono anonimową ankietę, w której wzięło udział 61 osób.

E-commerce i usługi kurierskie.

Ogromny rynek, którego rozwój ciężko będzie zatrzymać

Paczkomaty, dostawy D2D (door to door), punkty odbioru paczek i rewolucja zakupowa, która nastąpiła w dobie Internetu, to sytuacje, o których jeszcze kilkadziesiąt lat temu nawet się nie myślało, a dziś ciężko bez tego sobie wyobrazić aktualnie funkcjonujący świat. Pierwsza firma kurierska powstała w Polsce w 1978 r., natomiast dopiero pod koniec XX w., wraz z wkroczeniem do kraju firm zagranicznych, usługi te stały się bardziej przystępne⁷⁸. Od tamtej pory rynek usług kurierskich przeszedł ogromną transformację. W 2023 roku zrealizowano 1,052 mld przesyłek kurierskich, co oznacza wzrost o 16,8% w ujęciu rok do roku. Wynik ten przekłada się na 71,3% wartości rynku pocztowego oraz na 51,7%, wolumenu usług pocztowych, gdyż ten osiągnął wartość 2,04 mld sztuk. Jest to wzrost o 3,6% w ujęciu rok do roku⁷⁹. Od kilku lat obserwujemy natomiast rosnącą popularność modelu dostaw OOH (out-of-home). Ma to odzwierciedlenie w danych, gdyż preferencja konsumentów do wyboru dostaw do domu spadła w Europie z 73% do 64%⁸⁰. Analizując dane z 2024 r., możemy dostrzec, że liczba automatów paczkowych w Polsce wynosi 39 500, a punktów PUDO 40 090⁸¹. Oznacza to, że rozwój branży kurierskiej zmierza w dobrą stronę.

Marketing we współczesnym świecie

W dobie Internetu, cyfryzacji i globalizacji środki i kanały przekazu, za pomocą których firmy docierają do konsumenta ulegają ciągłym zmianom i ewolucjom. Poczynając od prasy, przez radio czy telewizję, kończąc na Internecie, który w dzisiejszym świecie stanowi główny kanał służący akcjom marketingowym, żaden z tych środków nie odszedł do lamusa i nadal jest aktywnie wykorzystywany przez reklamodawców. Obecnie nadal 92% Polaków ogląda telewizję przynajmniej raz w tygodniu, a 77% codziennie. Natomiast 81% mieszkańców Polski słucha radia przynajmniej raz w tygodniu⁸². Środek przekazu w postaci radia jest często niedoceniany, mimo tego, że towarzyszy ludziom w codziennych sytuacjach, np. podczas jazdy samochodem czy w różnego rodzaju punktach o charakterze usługowym.

Oczekiwania konsumentów ulegają ciągłym zmianom. Dzięki cyfryzacji, urządzeniom mobilnym typu smartfon, a także powszechnemu dostępowi do Internetu przed firmami tworzą się ogromne możliwości, które robią wszystko, aby dostosować swoje działania do wymagań klienta. Odbiorcy nie oczekują już tylko dobrej reklamy, lecz także dodatkowych usług w postaci aplikacji czy programów lojalnościowych. Na rynku firm kurierskich trwa prześciganie się, kto szybciej dostarczy paczkę już dawno wyszło z mody, gdyż obecnie zajmuje to średnio 1-2 dni robocze, od momentu dokonania zakupu. Promocje i rabaty oferowane przez firmy, jak i opinie wystawiane w sieci przez innych konsumentów mają dziś największy wpływ na wybór firm logistycznych (rys. 1).

⁷⁸ Historia przesyłek kurierskich w Polsce i na świecie, <https://www.globkurier.pl/ciekawostki/historia-przesylek-kurierskich-w-polsce-i-na-swiecie>, dostęp: 21.05.2025.

⁷⁹ Raport o stanie rynku pocztowego w 2023 r., <https://uke.gov.pl/akt/raport-o-stanie-rynku-pocztowego-w-2023-r-,541.html>, dostęp: 21.05.2025.

⁸⁰ M. Różycki, *Ostatnia mila. Dostawy do punktów PUDO, co warto wiedzieć?*, "TSL Biznes" 2024, nr 6, s. 12.

⁸¹ Tamże, s. 13.

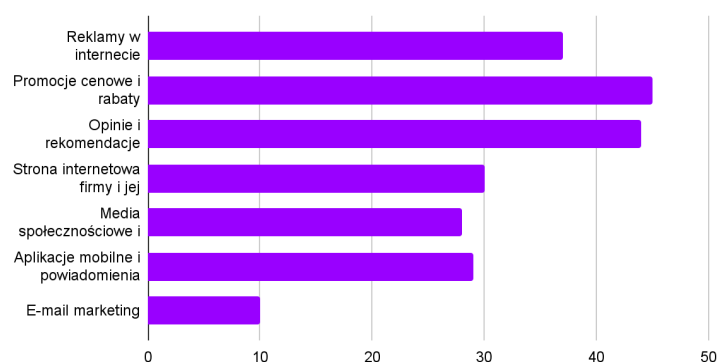
⁸² M. Wiercimok, *Środki przekazu w reklamie: przegląd i skuteczność*, <https://www.topposition.eu/blog/srodki-przekazu-w-reklamie-przeglad-i-skutecnosc>, dostęp: 21.05.2025.

Wyniki badań ankietowych

Celem badań ankietowych było określenie roli działań marketingowych na rynku firm kurierskich i ocena ich jakości. Kwestionariusz ankiety opracowany był za pomocą Google Forms, a do jego rozpowszechnienia użyte zostały media społecznościowe takie jak Messenger, Facebook czy Instagram. Ankieta była w pełni anonimowa, a w badaniach udział wzięło 61 osób.

Grupa ankietowanych była zróżnicowana pod względem płci, wieku i miejsca zamieszkania. Pod względem płci nie dało się dostrzec wyraźnej dominacji, gdyż mężczyźni stanowili 52,5% badanych, a kobiety 47,5%. Pod względem struktury wieku to osoby z przedziału 18-24 lat stanowiły najliczniejszą grupę respondentów (52,5%). Analizując wykształcenie ankietowanych, można dostrzec wyraźną dominację osób z wykształceniem maksymalnie średnim. Stanowiły one 73,8% respondentów. Biorąc pod uwagę miejsce zamieszkania, wyróżnia się grupa osób z małych miast (do 50 tys. mieszkańców). Osoby te stanowiły 62,3% wszystkich ankietowanych.

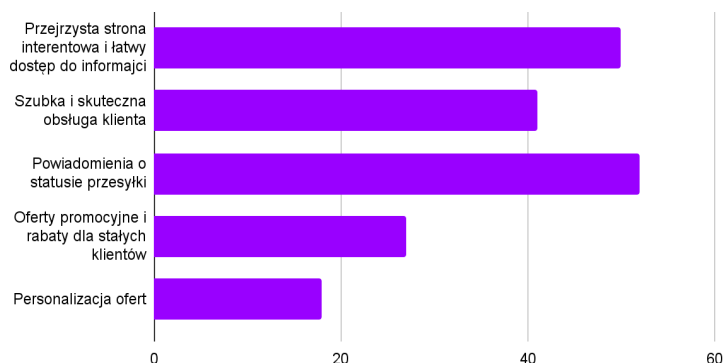
Pytania w ankiecie były zróżnicowane i dotyczyły preferencji i aspektów, na podstawie których dokonują oni wyboru firmy kurierskiej. Pierwsze pytanie miało na celu ustalenie, jakie działania marketingowe przedsiębiorstw świadczących usługi kurierskie wpływają na decyzję konsumentów o skorzystaniu z ich usług. Analizując odpowiedzi możemy dojść do wniosku, że główny wpływ na tę decyzję mają promocje cenowe i rabaty, opinie i rekomendacje oraz reklamy w internecie.



Rysunek 1. Które działania marketingowe firm kurierskich wpływają na wybór ich usług?

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań ankietowych

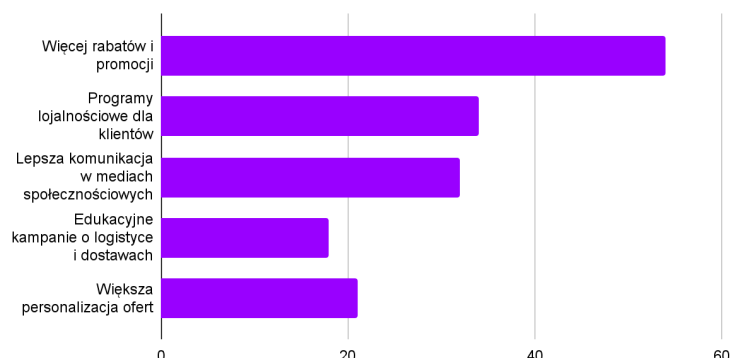
Kolejne pytanie dotyczyło tego, co jest najważniejsze w komunikacji firm kurierskiej z klientem. Odpowiedzi na rysunku 2 wskazują, że według klientów powiadomienia o statusie przesyłki oraz przejrzysta strona internetowa i łatwy dostęp do informacji są najważniejsze w komunikacji firmy logistycznej z klientem.



Rysunek 2. Co zdaniem respondentów jest najważniejsze w komunikacji firmy logistycznej z klientem?

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań ankietowych

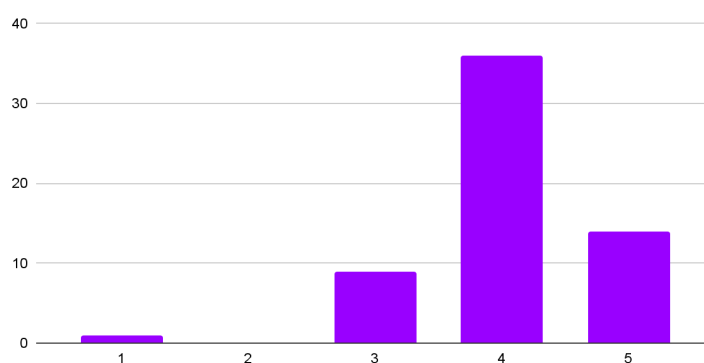
Analizując odpowiedzi na pytanie, jakich działań marketingowych klienci oczekują od firm kurierskich, widzimy, że badani oczekują głównie więcej rabatów i promocji.



Rysunek 3. Jakie działania marketingowe respondenci chcieliby częściej widzieć u firm logistycznych?

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań ankietowych

Następnie oceniono działania marketingowe firm logistycznych. Odpowiedzi wskazują, że klienci oceniają przede wszystkim dobrze i bardzo dobrze marketing w logistyce.



Rysunek 4. Jak respondenci oceniają marketing w logistyce?

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań ankietowych

Podsumowanie

Na podstawie uzyskanych odpowiedzi można stwierdzić, że klientów do skorzystania z usług danej firmy kurierskiej skłaniają przede wszystkim promocje cenowe i rabaty oraz opinie i rekomendacje innych klientów. Konsumentom zależy również na łatwym dostępie do informacji o statusie przesyłki, aby można go było na bieżąco śledzić. Trend inwestowania firm kurierskich w aplikację z możliwością śledzenia przesyłki, różnego rodzaju promocjami czy programami lojalnościowymi da się zaobserwować już od kilku lat. Jest to ukłon i niesamowite udogodnienie dla klienta, który w każdej chwili może sprawdzić, co się dzieje z jego paczką. Bazując na wynikach przeprowadzonej ankiety można również stwierdzić, że klientom firm kurierskich zależy na sprawnej i skutecznej obsłudze i pomocy. Cieszyć może fakt, że znaczna część respondentów (83%) ocenia marketing w logistyce dobrze lub bardzo dobrze. Ukazuje to, że akcje promocyjne, działania marketingowe ukierunkowane na klienta, jak i stwarzanie im udogodnień w postaci aplikacji czy przejrzystych stron internetowych firm logistycznych przynoszą oczekiwane efekty.

Bibliografia

- Historia przesyłek kurierskich w Polsce i na świecie, www.globkurier.pl/ciekawostki/historia-przesylek-kurierskich-w-polsce-i-na-swiecie.
- Raport o stanie rynku pocztowego w 2023 r., uke.gov.pl/akt/raport-o-stanie-ryнку-pocztowego-w-2023-r-541.html
- Różycki M., Ostatnia mila. Dostawy do punktów PUDO, co warto wiedzieć?, "TSL Biznes" 2024, nr. 6,
- Wiercimok M., Środki przekazu w reklamie: przegląd i skuteczność, www.topposition.eu/blog/srodki-przekazu-w-reklamie-przeglad-i-skutecnosc.

Karyna Karpushyna

Uniwersytet w Siedlcach, Wydział Nauk Społecznych

Koło Naukowe Logistyków

OPTIMALIZACJA ŁAŃCUCHA DOSTAW W BRANŻY SPOŻYWCZEJ W DOBIE GLOBALNYCH KRYZYSÓW

Optimization of food supply chains in the era of global crises

Abstract: The paper examines how digitalisation and predictive analytics enhance the performance of food supply chains under global disruptions. Using a Polish retail chain as a case study, it quantifies benefits such as higher demand-forecast accuracy, lower fresh-food waste, improved product availability and faster response times. The role of advanced technologies in strengthening supply-chain resilience is also discussed.

Keywords: supply chain, food industry, predictive systems, digitalisation, optimisation

Wstęp

Współczesna gospodarka światowa zmagą się z wielowymiarowymi kryzysami, które w szczególności oddziałują na sektor spożywczy. Łańcuchy dostaw w tej branży, ze względu na specyfikę produktów i złożoność procesów logistycznych, wymagają szczególnej uwagi w kontekście ich optymalizacji⁸³. W ostatnich latach można zaobserwować szereg wyzwań, takich jak pandemia COVID-19, konflikty zbrojne, zmiany klimatyczne oraz niestabilność geopolityczna, które znacząco wpłynęły na funkcjonowanie globalnych systemów dostaw⁸⁴.

Analiza tych zjawisk wskazuje na konieczność wdrażania kompleksowych rozwiązań zwiększających odporność łańcuchów dostaw. W artykule podjęto próbę systematyzacji najważniejszych problemów oraz przedstawienia efektywnych strategii zarządzania. Szczególny nacisk położono na rozwiązania technologiczne i organizacyjne, które mogą przyczynić się do poprawy efektywności procesów logistycznych w branży spożywczej.

Charakterystyka łańcucha dostaw w branży spożywczej

Branża spożywcza charakteryzuje się wyjątkowo złożonym i rozbudowanym łańcuchem dostaw. Proces ten rozpoczyna się od pozyskania surowców rolnych, poprzez etap przetwórstwa, magazynowania, aż do dystrybucji do punktów sprzedaży detalicznej. Każde z tych ogniw wymaga szczególnej uwagi ze względu na specyficzne wymagania dotyczące przechowywania i transportu produktów spożywczych.

⁸³ J. Heizer, B. Render, C. Munson, *Zarządzanie operacjami*, PWE, Warszawa 2022, s. 45.

⁸⁴ M. Nowicka-Skowron, *Logistyka a zrównoważony rozwój*, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2020.

Kluczowym wyzwaniem w tym sektorze jest konieczność zachowania ciągłości dostaw produktów o krótkim terminie przydatności do spożycia⁸⁵. Wymaga to precyzyjnej koordynacji wszystkich elementów łańcucha dostaw, ze szczególnym uwzględnieniem logistyki chłodniczej. Dodatkowo sektor ten charakteryzuje się wysoką sezonowością produkcji oraz znaczną zmiennością popytu, co dodatkowo komplikuje procesy planowania⁸⁶.

Wpływ globalnych kryzysów na sektor spożywczy

Pandemia COVID-19 stanowiła bezprecedensowe wyzwanie dla globalnych łańcuchów dostaw. W sektorze spożywczym skutkowała ona znacznymi zakłóceniami w transporcie międzynarodowym, ograniczeniami w przekraczaniu granic oraz czasowym wstrzymaniem działalności wielu zakładów przetwórczych. W konsekwencji wiele przedsiębiorstw zmuszonych było do radykalnej zmiany strategii logistycznych⁸⁷.

Kolejnym istotnym czynnikiem destabilizującym są konflikty zbrojne, w szczególności wojna w Ukrainie. Doprowadziła ona do gwałtownego wzrostu cen surowców energetycznych i rolnych, co znacząco wpłynęło na koszty produkcji i dystrybucji żywności.

Znaczenie elastyczności i cyfryzacji łańcucha dostaw

Współczesne zarządzanie łańcuchem dostaw wymaga wdrażania rozwiązań zwiększających elastyczność operacyjną. W tym kontekście szczególnego znaczenia nabierają nowoczesne technologie cyfrowe. Platformy SCM (Supply Chain Management) umożliwiają kompleksowe zarządzanie przepływami towarowymi.

Internet Rzeczy (IoT) znajduje coraz szersze zastosowanie w monitorowaniu warunków przechowywania i transportu produktów spożywczych. Sensory temperatury i wilgotności pozwalają na bieżące śledzenie parametrów produktów wrażliwych, minimalizując ryzyko ich zepsucia. Systemy oparte na sztucznej inteligencji są natomiast wykorzystywane do precyzyjnego prognozowania popytu i optymalizacji poziomu zapasów.

Optymalizacja łańcucha dostaw w branży spożywczej-studium przypadku

Współczesne systemy analityczne stanowią kluczowy element optymalizacji łańcuchów dostaw w branży spożywczej. Szczegółowa analiza danych pozwala na identyfikację kluczowych obszarów wymagających poprawy oraz umożliwia wdrażanie skutecznych rozwiązań optymalizacyjnych. W przypadku omawianego wdrożenia systemu predykcyjnego w polskiej sieci handlowej, proces analizy danych obejmował kilka istotnych etapów.

Pierwszym krokiem było zgromadzenie kompleksowych danych historycznych dotyczących sprzedaży, uwzględniających czynniki sezonowe, trendy rynkowe oraz lokalne uwarunkowania. Dane te obejmowały okres ostatnich pięciu lat, co pozwoliło na wyeliminowanie przypadkowych fluktuacji i identyfikację rzeczywistych wzorców popytu. Następnie przeprowadzono analizę korelacji pomiędzy różnymi parametrami, takimi jak pogoda, święta czy lokalne wydarzenia a poziomem sprzedaży poszczególnych produktów.

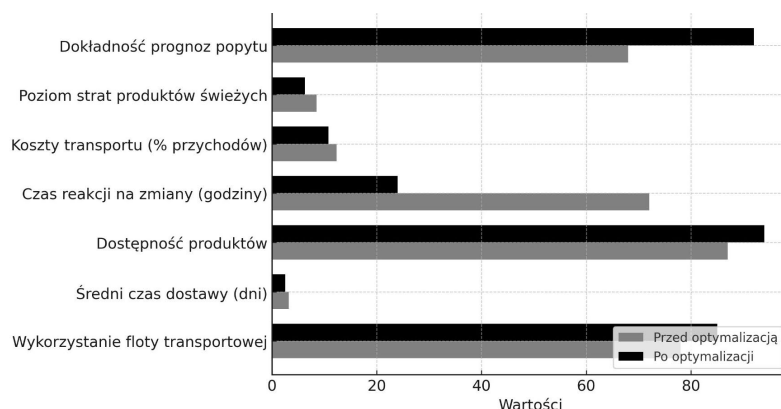
Kluczowym elementem procesu było wdrożenie algorytmów uczenia maszynowego, które na podstawie zgromadzonych danych były w stanie przewidywać popyt z dokładnością sięgającą 92%. System uwzględniał ponad 50 różnych zmiennych, w tym dane meteorologiczne, kalendarz świąt,

⁸⁵ A. Rosiński, *Zarządzanie ryzykiem w łańcuchu dostaw*, Difin, Warszawa 2021.

⁸⁶ J. Smith, *Digital Transformation in Food Supply Chains*, Springer, London 2023.

⁸⁷ M. Wilson, *Sustainable Logistics in the Food Industry*, Routledge, London 2022.

a nawet informacje o lokalnych wydarzeniach kulturalnych. Jak pokazano na rysunku 1, wdrożenie tego rozwiązania przyniosło wymierne korzyści już w pierwszym roku funkcjonowania.



Rysunek 1. Efekty wdrożenia systemu predykcyjnego w zarządzaniu zapasami w branży spożywczej

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z raportu GS1 Polska, *Transformacja łańcuchów dostaw w sektorze spożywczym*, Warszawa 2023

Szczegółowa analiza wykazała, że największe korzyści odnotowano w zakresie zarządzania produktami o krótkim terminie przydatności. W przypadku świeżych owoców i warzyw poziom strat zmniejszył się o 23%, podczas gdy w przypadku produktów mlecznych redukcja wyniosła 19%. Jednocześnie zaobserwowano znaczną poprawę wskaźników dostępności produktów – poziom braków magazynowych zmniejszył się średnio o 15%.

W tabeli 1 przedstawiono szczegółowe porównanie efektywności tradycyjnego i cyfrowego zarządzania łańcuchem dostaw. Dane wyraźnie wskazują na przewagę rozwiązań cyfrowych we wszystkich analizowanych kategoriach, przy czym szczególnie istotna jest poprawa w zakresie dokładności prognoz popytu i redukcji strat produktów świeżych.

Tabela 1. Szczegółowe porównanie efektywności tradycyjnego i cyfrowego zarządzania łańcuchem dostaw

Wskaźnik	Przed optymalizacją	Po optymalizacji	Zmiana	Efekt
Dokładność prognoz popytu	68%	92%	+24%	Znaczna poprawa
Poziom strat produktów świeżych	8.5%	6.3%	-2.2%	Wymierna redukcja
Koszty transportu (% przychodów)	12.3%	10.8%	-1.5%	Oszczędności
Czas reakcji na zmiany (godziny)	72	24	-48h	Znaczne przyspieszenie
Dostępność produktów	87%	94%	+7%	Lepsza obsługa klienta
Średni czas dostawy (dni)	3.2	2.5	-0.7	Szybsza realizacja
Wykorzystanie floty transportowej	78%	85%	+7%	Lepsze wykorzystanie zasobów

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GS1 Polska, *Transformacja łańcuchów dostaw w sektorze spożywczym*, Warszawa 2023

Korzyści z wdrożenia systemu cyfrowego wykraczały poza bezpośrednie wskaźniki efektywności. Analiza danych wykazała również istotną poprawę satysfakcji klientów (wzrost o 18 punktów procentowych w badaniach satysfakcji) oraz redukcję czasu pracy personelu związanego z zarządzaniem zapasami (o około 30%). Ponadto system umożliwił lepsze dostosowanie asortymentu do lokalnych preferencji klientów, co przełożyło się na wzrost sprzedaży w skali roku o 4,7%.

W kontekście analizy kosztów okres zwrotu z inwestycji w system predykcyjny wyniósł zaledwie 14 miesięcy, co w przypadku tego typu rozwiązań należy uznać za bardzo dobry wynik.

Wdrożenie zaawansowanych systemów analitycznych w zarządzaniu łańcuchem dostaw w branży spożywczej przynosi wymierne korzyści zarówno w zakresie efektywności operacyjnej, jak i wyników finansowych. Co istotne, korzyści te mają charakter długoterminowy i wykazują tendencję wzrostową wraz z doskonaleniem algorytmów i gromadzeniem większej ilości danych historycznych.

Podsumowanie

Dynamiczny rozwój technologii cyfrowych otwiera nowe możliwości optymalizacji łańcuchów dostaw w branży spożywczej. Szczególnie obiecujące są rozwiązania oparte na uczeniu maszynowym, które pozwalają na coraz dokładniejsze modelowanie procesów logistycznych. W najbliższych latach można spodziewać się dalszego rozwoju systemów autonomicznego zarządzania zapasami oraz inteligentnych rozwiązań transportowych.

Równocześnie coraz większą wagę przywiązuje się do koncepcji gospodarki o obiegu zamkniętym w kontekście łańcuchów dostaw. Wdrażanie rozwiązań minimalizujących ilość odpadów i maksymalizujących wykorzystanie surowców staje się istotnym elementem strategii wielu przedsiębiorstw spożywczych.

Analiza przedstawiona w artykule wskazuje na kluczowe znaczenie optymalizacji łańcuchów dostaw w branży spożywczej w kontekście współczesnych wyzwań globalnych. Wdrażanie rozwiązań cyfrowych, zwiększanie elastyczności operacyjnej oraz uwzględnianie zasad zrównoważonego rozwoju stanowią podstawę budowania odpornych i efektywnych systemów logistycznych.

Przyszłość zarządzania łańcuchami dostaw w sektorze spożywczym będzie prawdopodobnie związana z dalszą integracją zaawansowanych technologii, rozwojem lokalnych sieci dostaw oraz wdrażaniem innowacyjnych rozwiązań proekologicznych. Konieczne jest jednak ciągle monitorowanie zmieniających się uwarunkowań rynkowych i dostosowywanie strategii do nowych wyzwań.

Bibliografia

- GSi Polska, *Transformacja łańcuchów dostaw w sektorze spożywczym*, Warszawa 2023.
 Heizer J., Render B., Munson C., *Zarządzanie operacjami*, PWE, Warszawa 2022.
 Nowicka-Skowron M., *Logistyka a zrównoważony rozwój*, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2020.
 Rosiński A., *Zarządzanie ryzykiem w łańcuchu dostaw*, Difin, Warszawa 2021.
 Smith J., *Digital Transformation in Food Supply Chains*, Springer, Londyn 2023.
 Wilson M., *Sustainable Logistics in the Food Industry*, Routledge, Londyn 2022.

Samuel Šima

Uniwersytet w Siedlcach, Wydział Nauk Społecznych
 Koło Naukowe Logistyków

RYNEK MAGAZYNOWY W POLSCE – STAN I PERSPEKTYWY ROZWOJU

Warehouse market in Poland – status and development prospects

Abstract: The Polish warehouse market continued its dynamic development, driven primarily by the growth of e-commerce and the intensification of trade in the region. The aim of this study is to present the changes in the warehouse market in Poland. It assesses key indicators such as demand, supply and vacancy rates, and presents investment activity and the main factors shaping it.

Keywords: warehouse market, investment activity, rental rates, growth forecast

Wprowadzenie

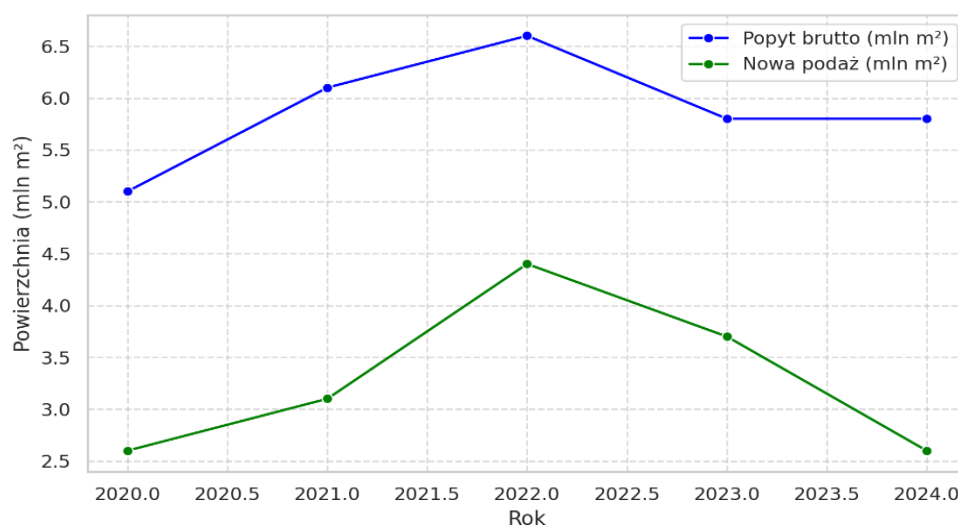
W kontekście globalnych łańcuchów dostaw magazyny odgrywają kluczową rolę w optymalizacji dystrybucji produktów oraz minimalizacji kosztów logistycznych. Polska, dzięki swojemu geograficznemu położeniu, staje się centralnym punktem dla firm z Unii Europejskiej (UE) i spoza niej, co przekłada się na rosnącą potrzebę nowoczesnych powierzchni magazynowych⁸⁸.

Celem niniejszego opracowania jest ukazanie zmian na rynku powierzchni magazynowej w Polsce. Dokonano tutaj oceny kluczowych wskaźników, takich jak popyt, podaż oraz poziom pustostanów, a także przedstawiono aktywność inwestycyjną i główne czynniki ją kształtujące. Zakres analizy obejmował zarówno charakterystykę ilościową, jak i jakościową, wykorzystując najnowsze dane rynkowe publikowane przez wiodące firmy doradcze i agencje badawcze⁸⁹. Analiza została uzupełniona o scenariusze prognostyczne na rok 2026, ze szczególnym uwzględnieniem wpływu czynników makroekonomicznych oraz trendów technologicznych.

Kształtowanie się popytu i podaży na rynku powierzchni magazynowej

W 2024 roku polski rynek magazynowy dynamicznie się rozwijał, napędzany przede wszystkim przez wzrost e-commerce oraz intensyfikację wymiany handlowej w regionie. Całkowite zasoby nowoczesnych powierzchni przekroczyły 34,5 mln m², co stanowiło wzrost o 8,9% w porównaniu z rokiem 2023. Głównymi czynnikami stymulującymi popyt były rosnące wynagrodzenia realne, stabilny poziom konsumpcji oraz rosnące inwestycje logistyczne związane z nearshoringiem. Dodatkowo, rozwój infrastruktury drogowej i kolejowej przyczynił się do zwiększenia atrakcyjności Polski jako centralnego hubu logistycznego⁹⁰.

Podaż powierzchni magazynowej w 2024 roku osiągnęła 2,6 mln m², co oznacza spadek o 30% w stosunku do roku 2023. Był on efektem mniejszej liczby dużych projektów deweloperskich oddanych do użytku. Jednocześnie w budowie pozostawało 1,8 mln m², z czego 47% powierzchni powstawało na zasadzie spekulacyjnej (rysunek 1).



Wykres 1. Popyt i podaż powierzchni magazynowej w Polsce (2020–2024)

Źródło: Rynek magazynowy w Polsce w 2024 roku – Raport roczny, Warszawa 2024.

⁸⁸ Raport Cushman & Wakefield, *Globalny przegląd logistyki i łańcucha dostaw – Polska w centrum uwagi*, Warszawa 2024.

⁸⁹ Raport Colliers, *Przegląd rynku magazynowego w Polsce – podsumowanie 2024 roku*, Warszawa 2024.

⁹⁰ Raport CBRE, *Rynek przemysłowo-logistyczny w Polsce Q2 2024*, Warszawa 2024.

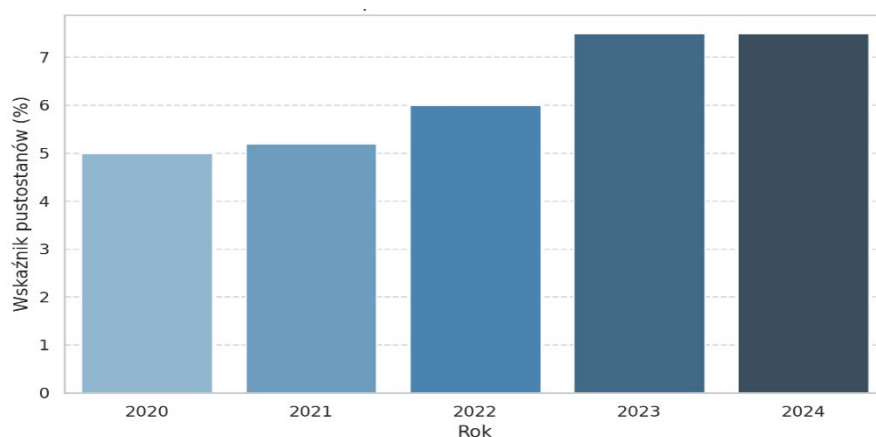
Region dolnośląski wyróżnił się największą aktywnością deweloperów (675 tys. m²), a kolejne miejsca zajęły województwa mazowieckie (468 tys. m²) i łódzkie (343 tys. m²). Popyt brutto osiągnął rekordowy poziom 5,8 mln m² (+4% r/r), a największy udział miały transakcje w mazowieckim (1,37 mln m²), łódzkim (1,00 mln m²) i dolnośląskim (0,89 mln m²).

Stawki czynszów i wskaźnik powierzchni niewynajętej

W 2023 r. średnie bazowe stawki czynszów w obiektach typu big-box na głównych rynkach ważyły się między 3,6-4,3 EUR/m²/m-c w starszych magazynach oraz 4,0-4,7 EUR/m²/m-c w nowo realizowanych obiektach. Mimo stabilności stawek ofertowych obserwowano spadkowy trend w stawkach efektywnych, szczególnie na rynkach o dużej konkurencji.

Najdroższym obszarem pozostała Warszawa (Miasto), gdzie ceny ofertowe w nowych projektach sięgały nawet 7,0 EUR/m²/m-c, a w starszych – około 6,0 EUR/m²/m-c. W regionach takich jak Kraków stawki w nowych inwestycjach dochodziły do 6,5 EUR/m²/m-c. Dłuższy proces decyzyjny najemców i rosnące koszty operacyjne sprawiają, że umowy najmu stają się coraz krótsze, a rola elastycznych rozwiązań – wyraźnie silniejsza⁹¹.

Na koniec 2023 r. wskaźnik pustostanów w Polsce wyniósł 7,4 % (+3,2 p.proc. r/r), co ustawiło go powyżej poziomu obserwowanego rok wcześniej, głównie za sprawą opóźnień w absorpcji powierzchni oraz wyższego udziału projektów spekulacyjnych w budowie (rysunek 2). Najwyższy współczynnik zanotowano w województwach świętokrzyskim (18,4 %), lubuskim (14,2 %) i łódzkim (10,2 %), a najniższy w pomorskim i podkarpackim (po 1,7 %), małopolskim (2,2 %) oraz warmińsko-mazurskim (2,6 %). W 2024 r. spodziewane jest utrzymanie się lekkiego wzrostu pustostanów, choć stabilizujący wpływ odnowionego popytu – szczególnie na przedłużenia umów – może ograniczyć dalsze skoki tego wskaźnika.



Wykres 2. Wskaźnik pustostanów w Polsce (2020-2024)

Źródło: Rynek magazynowy w Polsce w 2024 roku – Raport roczny, Warszawa 2024.

Zakres realizowanych inwestycji

W 2023 roku w Polsce oddano do użytku łącznie około 4,2 mln m² nowej powierzchni magazynowej, z czego blisko 75 % stanowiły projekty spekulacyjne (speculative) realizowane bez zaangażowanego najemcy, a pozostałe 25% – inwestycje szyte na miarę (built-to-suit). Największe wolumeny nowych realizacji skoncentrowały się wzdłuż kluczowych korytarzy komunikacyjnych: autostrada A2 między Warszawą a Łodzią (ok. 1,1 mln m²), autostrada A4 w rejonie Katowic (0,9 mln m²) oraz

⁹¹ Raport Savills, Polska – rynek przemysłowo-logistyczny, I kwartał 2024, Warszawa 2024.

północno-zachodni korytarz Trójmiasta (0,7 mln m²). W regionach wschodnich i południowo-wschodnich udział nowych projektów był co prawda mniejszy, ale coraz częściej inwestorzy doceniają niższe koszty gruntów i rosnący lokalny popyt⁹². Średnia wielkość pojedynczego modułu wyniosła w 2023 r. około 30 000 m², z tendencją do rosnących powierzchni pod klasyczne centra dystrybucyjne⁹³.

Wartość transakcji inwestycyjnych w sektorze magazynowym w 2024 roku wyniosła 1,26 mld EUR, stanowiąc 25% całkowitego wolumenu inwestycji na rynku nieruchomości komercyjnych. Największy udział miały transakcje portfelowe (58%), w tym sprzedaż pięciu parków 7R oraz portfela Diamond Business Parks. Kapitał napływał zarówno od funduszy regionalnych, jak i globalnych graczy, a rentowność najlepszych obiektów typu big-box oscylowała wokół 6,5%-6,75%. Utrzymujący się trend nearshoringu oraz rosnące znaczenie logistyki kontraktowej sprzyjają dalszej aktywności inwestorów.

Perspektywy rozwoju rynku powierzchni magazynowych

Prognozy na 2026 rok w zakresie rozwoju rynku powierzchni magazynowej są optymistyczne. Oczekuje się dalszego wzrostu popytu na powierzchnie magazynowe, napędzanego ekspansją e-commerce oraz strategicznymi inwestycjami w infrastrukturę.

Rosnące znaczenie polityki ESG oraz rozwój zielonych magazynów stanowią dodatkowy impuls dla deweloperów i najemców. Ponadto, ukończenie projektów w ramach Krajowego Planu Odbudowy oraz zwiększenie nakładów na energię odnawialną mogą przyczynić się do zwiększenia atrakcyjności nowych inwestycji. Wpływ na rynek może mieć również postęp technologiczny w automatyzacji i robotyzacji procesów magazynowych.

Podsumowanie

Rynek magazynowy w Polsce w 2024 roku wykazał dużą elastyczność i odporność na zmienne warunki gospodarcze. Stabilny popyt oraz ograniczona nowa podaż stworzyły sprzyjające warunki dla najemców i inwestorów. Konkurencyjne stawki czynszów i związane z wyjściem Wielkiej Brytanii z UE przepływy towarów wzmacniają pozycję Polski jako preferowanego miejsca realizacji projektów logistycznych. W perspektywie średnioterminowej sektor ma solidne podstawy do dalszego wzrostu.

Bibliografia

- Raport AXI IMMO Group, *Rynek magazynowy w Polsce w 2024 roku – Raport roczny*, Warszawa 2024.
 Raport CBRE, *Rynek przemysłowo-logistyczny w Polsce Q2 2024*, Warszawa 2024.
 Raport Colliers, *Przegląd rynku magazynowego w Polsce – podsumowanie 2024 roku*, Warszawa 2024.
 Raport Cushman & Wakefield, *Globalny przegląd logistyki i łańcucha dostaw – Polska w centrum uwagi*, Warszawa 2024.
 Raport JLL, *Magazyny w Polsce – aktualne trendy i perspektywy rozwoju*, Warszawa 2024.
 Raport Knight Frank, *Rynek magazynowy i logistyczny w Polsce – podsumowanie II połowy 2023*, Warszawa 2023.
 Raport Savills, *Polska – rynek przemysłowo-logistyczny, I kwartał 2024*, Warszawa 2024.

⁹² Knight Frank. 2023. Rynek magazynowy i logistyczny w Polsce – podsumowanie II połowy 2023. Warszawa: Knight Frank.

⁹³ JLL. 2024. Magazyny w Polsce – aktualne trendy i perspektywy rozwoju. Warszawa: JLL Poland.

Krzysztof Chojecki

Uniwersytet w Siedlcach, Wydział Nauk Społecznych

Koło Naukowe Logistyków

MAGAZYNY PRZYSZŁOŚCI – AUTOMATYZACJA, ROBOTYZACJA I SZTUCZNA INTELIGENCJA

Future warehouses – automation, robotization and artificial intelligence

Abstract: The article presents the transformation of contemporary warehouses influenced by modern technologies. Growing market demands, the development of e-commerce, and the need to increase efficiency and flexibility are causing companies to invest in automation, robotics, and artificial intelligence. Automation includes, among other things, transportation systems, automatic shelves, and packaging devices that accelerate operations and reduce errors. Robotics, utilizing mobile robots (AMR) and cobots, provides greater flexibility and scalability of operations. Meanwhile, artificial intelligence supports data analysis, optimization of warehouse processes, management of robot fleets, and demand forecasting. The article also presents examples of companies implementing modern solutions (Amazon, Ocado, Alibaba) and discusses the benefits and challenges related to warehouse digitization. The main conclusion is that the warehouses of the future will be more autonomous and intelligent, and technology will become a key partner for humans in logistics.

Keywords: warehouses of the future, logistics robotics, warehouse automation

Wstęp

Współczesna logistyka przechodzi dynamiczną transformację, napędzaną przez rozwój technologii oraz zmieniające się oczekiwania rynku. W centrum tej rewolucji znajdują się magazyny – jedno z głównych ogniw każdego łańcucha dostaw. Tradycyjne hale magazynowe przekształcane zostają w inteligentne centra dystrybucyjne, w których coraz większą rolę odgrywają automatyzacja, robotyzacja i sztuczna inteligencja. Celem pracy jest analiza kierunków rozwoju magazynów przyszłości oraz przedstawienie praktycznych zastosowań nowoczesnych technologii w logistyce magazynowej. W artykule ukazano, jak automatyzacja operacji, wdrażanie robotów mobilnych (AMR) i współpracujących (cobotów), a także wykorzystanie AI przyczyniają się do poprawy efektywności i niezawodności operacyjnej. Metodologia opiera się na przeglądzie literatury branżowej i naukowej, analizie raportów globalnych firm doradczych oraz studiach przypadków przedsiębiorstw, które wdrożyły zaawansowane rozwiązania technologiczne w swoich centrach dystrybucyjnych. Rozważania w tym zakresie można rozpocząć od wyjaśnienia, czym są magazyny przyszłości i jak zmieniają branżę logistyczną.

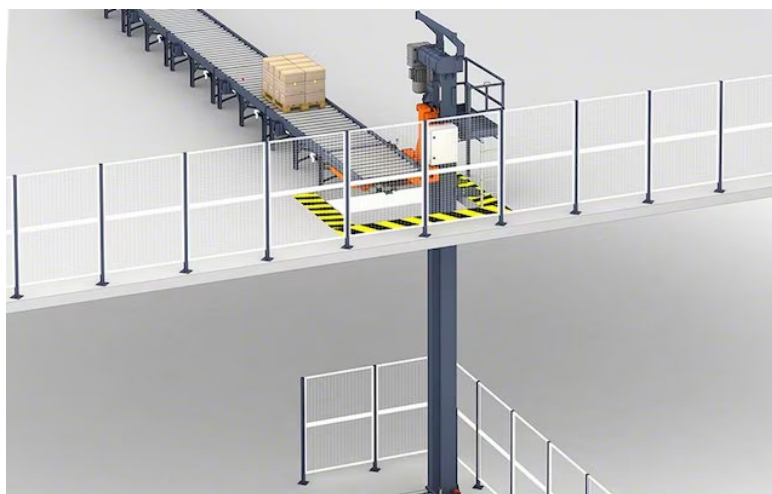
Powody zmian działalności magazynowej

Presja rynkowa, rosnące koszty pracy, potrzeba szybszej obsługi zamówień, a także trudności z rekrutacją wykwalifikowanych pracowników – to tylko kilka czynników zmuszających przedsiębiorstwa do inwestowania w nowoczesne technologie. Dodatkowo rozwój e-commerce powoduje konieczność obsługi większej liczby mniejszych zamówień w krótszym czasie, co dla magazynów oznacza konieczność maksymalizacji efektywności i elastyczności operacyjnej⁹⁴. Automatyzacja procesów magazynowych to zastosowanie maszyn i systemów sterowania do realizacji powtarzalnych zadań bez udziału człowieka. Do najczęściej automatyzowanych obszarów należą:

- Systemy transportu wewnętrznego – taśmy przenośnikowe, windy paletowe, wózki samojezdne (AGV), sortery.

⁹⁴ C. Skowronek, Z. Sarjusz-Wolski, *Logistyka w przedsiębiorstwie*, Warszawa 2020, s. 137.

- Zautomatyzowane systemy składowania (AS/RS) – regały wysokiego składowania z automatycznymi układnicami. (rys.1)
- Systemy pakowania i etykietowania – maszyny pakujące, drukarki etykiet współpracujące z systemami WMS.



Rysunek 1. Schemat regału wysokiego składowania z automatycznymi układnicami

Źródło: www.mecalux.pl

Zalety automatyzacji to m.in. skrócenie czasu realizacji zleceń, redukcja błędów, zwiększenie bezpieczeństwa pracy i lepsze wykorzystanie przestrzeni.

Robotyzacja – elastyczne wsparcie operacji magazynowych

Robotyzacja polega na wprowadzaniu do magazynów robotów mobilnych i współpracujących (coboty), które mogą wykonywać zróżnicowane zadania w dynamicznie zmieniającym się środowisku. Przykładem tych robotów są:

- AMR (Autonomous Mobile Robots) – inteligentne roboty zdolne do samodzielnego poruszania się po magazynie i transportowania towarów między strefami.
- Coboty – roboty współpracujące z człowiekiem, np. w kompletacji zamówień, sortowaniu, pakowaniu.
- Roboty typu picking arm – ramię robotyczne zdolne do wybierania i przenoszenia pojedynczych produktów z półek.

Przewaga robotów nad tradycyjną automatyzacją polega na ich elastyczności, możliwości szybkiego wdrożenia i skalowalności⁹⁵. Można je łatwo przystosować do zmiennych potrzeb operacyjnych bez konieczności przebudowy całej infrastruktury.

Sztuczna inteligencja – mózg magazynu przyszłości

W magazynach przyszłości kluczową rolę będzie odgrywała sztuczna inteligencja, która umożliwia analizowanie ogromnych ilości danych w czasie rzeczywistym i podejmowanie trafnych decyzji operacyjnych. Przykładowe zastosowania AI w logistyce magazynowej⁹⁶:

- Optymalizacja ścieżek kompletacyjnych – AI analizuje dane o lokalizacji produktów, zamówieniach i przepływie pracy, aby zaproponować najefektywniejsze trasy.

⁹⁵ M. Nowicka-Skowron, *Zarządzanie logistyczne z wykorzystaniem nowoczesnych technologii*, Częstochowa 2021, s. 32.

⁹⁶ M. Światała, *Transformacja cyfrowa w logistyce i łańcuchach dostaw*, Katowice 2022, s. 89.

- Predykcja zapasów i popytu – algorytmy przewidują zapotrzebowanie na podstawie danych historycznych, sezonowości czy trendów rynkowych.
- Zarządzanie flotą robotów – AI koordynuje prace setek robotów na magazynie, zapobiegając kolizjom i optymalizując wydajność.
- Wizja komputerowa – systemy rozpoznające obrazy wspierają kontrolę jakości, identyfikację produktów czy zliczanie stanów magazynowych.

Dzięki AI magazyn staje się autonomiczny, zdolny do samodzielnego reagowania na zmiany, uczenia się i optymalizacji procesów bez stałego nadzoru człowieka, natomiast dzieje się tak na podstawie danych historycznych, danych sensorowych, obrazów, tekstów i wielu innych, które uprzednio były w odpowiedni sposób zaprogramowane czy też zaprojektowane przez człowieka. Przemiana tradycyjnego magazynu w *smart warehouse* niesie za sobą wiele innych korzyści jak np. zwiększenie wydajności i dokładności operacji; skrócenie czasu realizacji zamówień; lepsze zarządzanie zapasami i przestrzenią; redukcja kosztów operacyjnych w dłuższej perspektywie oraz wzrost bezpieczeństwa pracy i odciążenie pracowników fizycznych⁹⁷.

Liderzy innowacji w magazynach – przykłady praktyczne

- Amazon – korzysta z tysięcy robotów Kiva w swoich centrach dystrybucyjnych, które samodzielnie transportują półki do stanowisk kompletacyjnych⁹⁸.
- Ocado – brytyjski gigant spożywczy operuje w pełni zautomatyzowanymi centrami logistycznymi z robotami poruszającymi się po specjalnych kratownicach.
- Alibaba – w Chinach firma wdrożyła inteligentny system AI do zarządzania magazynem, który analizuje dane w czasie rzeczywistym i steruje flotą robotów.

Podsumowanie

Mimo że korzyści są znaczące, wdrażanie nowoczesnych technologii wiąże się też z wyzwaniami, takimi jak wysokie koszty inwestycji początkowej; konieczność integracji z istniejącymi systemami IT (ERP, WMS); brak kompetencji technologicznych wśród kadry czy zarządzanie zmianą i opór pracowników. Jednak ten trend jest nieunikniony. Magazyny przyszłości będą prawdopodobnie coraz bardziej autonomiczne, elastyczne i inteligentne. Sztuczna inteligencja, robotyka i automatyzacja nie zastąpią ludzi całkowicie, ale będą ich wspomagać w codziennej pracy. Magazyny przyszłości to nie odległa wizja – to rzeczywistość, która już teraz kształtuje logistykę XXI wieku. Przedsiębiorstwa, które zdecydują się na inwestycje w automatyzację, robotyzację i AI, zyskają przewagę konkurencyjną, której nie sposób przecenić. Kluczem do sukcesu będzie nie tylko technologia, ale także strategiczne podejście do jej wdrożenia i ciągłego rozwoju.

Bibliografia

- McKinsey & Company. *Automation in Logistics: Big Potential, Bigger People Impact* 2021.
 Nowicka-Skowron M., *Zarządzanie logistyczne z wykorzystaniem nowoczesnych technologii*, Częstochowa 2021.
 Skowronek C., Sarjusz-Wolski Z., *Logistyka w przedsiębiorstwie*, Warszawa 2020.
 Światała M., *Transformacja cyfrowa w logistyce i łańcuchach dostaw*, Katowice 2022.
 Witkowski J., *Logistyka. Koncepcje, rozwiązania, przykłady*, Warszawa 2021.

⁹⁷ J. Witkowski, *Logistyka. Koncepcje, rozwiązania, przykłady*, Warszawa 2021, s. 235.

⁹⁸ McKinsey & Company. *Automation in Logistics: Big Potential, Bigger People Impact*, 2021.

Marlena Koszyk

Uniwersytet w Siedlcach, Wydział Nauk Rolniczych

Koło Naukowe Inclusion

KOWBOJ BEZ BARIER: INKLUZYWNOŚĆ I TERAPIA W JEŹDZIE KONNEJ W STYLU WESTERN

Barrier-free cowboy: inclusivity and therapy in western-style horseback riding

Abstract: This article aims to address the topic of inclusion of people with disabilities in equestrian activities. It discusses solutions that can be applied in the case of various disabilities, as well as methods of horse training that can make the sport more accessible for individuals with mobility challenges. It also highlights the benefits of being around horses and how horses can support therapy and become a lifelong passion.

Keyword: hippotherapy, disabled person, western

Wprowadzenie

Jazda konna jest wymagającym sportem dla każdego, ale istnieje kilka sposobów, aby zachęcić do zmierzania w tym kierunku osoby z niepełnosprawnościami ruchowymi. Istotne znaczenia ma samo zwierzę. Trening takiego zwierzęcia musi być przeprowadzony z należytą starannością. Przede wszystkim koń powinien być spokojny. W hipoterapii charakter konia musi spełniać określone kryteria, gdyż zwierzę będzie miało styczność z osobami ze wszystkimi rodzajami niepełnosprawności ruchowej.

Koń w terapii fizycznej i psychicznej

Najbardziej znaną terapią z udziałem zwierząt jest hipoterapia, w której mogą brać udział zarówno dorośli, jak i dzieci. W terapii kontakt ze zwierzęciem działa najmocniej, gdyż stymuluje psychicznie i fizycznie⁹⁹. Najistotniejszym czynnikiem w hipoterapii jest to, że zwierzę jest od człowieka o wiele większe, panowanie nad nim pozwala na poczucie kontroli, podbudowanie samooceny i przełamywanie barier lękowych. Częstą emocją odczuwaną przez osoby z niepełnosprawnością ruchową jest lęk przed nieporadzeniem sobie z sytuacją. Jeśli chodzi o hipoterapię i jej stymulację fizyczną, siedzenie na grzbiecie konia pomaga rozluźnić mięśnie nadmiernie napięte, zniwelować przykurcze, a także pomaga w napięciu partii ciała, które są w mniej używane na co dzień. Psychiczne oddziaływanie hipoterapii polega na zwiększeniu poczucia własnej wartości, pozbywaniu się lęku, przezwyciężaniu niepełnosprawności oraz zwiększeniu relaksu. Hipoterapia pomaga stymulować zmysły, pomaga redukować stres, uczy nawiązywać więzi. Patrząc na to z tej perspektywy, hipoterapia posiada bardzo wartościowy aspekt terapeutyczny. Jednak sytuacja jest inna, gdy osoby z niepełnosprawnościami chcą jeździć konno. Wtedy styl western jest idealny pod względem różnych niepełnosprawności ruchowych.

Praktyczne zastosowanie jeździectwa western u osób z niepełnosprawnościami

Podstawowym elementem jest usprawnienie przestrzeni stajni do poruszania się osobom z niepełnosprawnościami. Architektura musi być odpowiednio dostosowana do potrzeb wielu osób¹⁰⁰. Pierwszą rzeczą jest łatwe poruszanie się po stajni i w pobliżu niej dla osób poruszających się na wózkach inwalidzkich. Ważne jest, aby osoba, która przyjeżdża mogła jak najwięcej rzeczy po jakimś czasie

⁹⁹ I. Strauss, *Hipoterapia. Fizjoterapia na koniu i przy koniu*, Wydawnictwo MedPharm Polska, Wrocław 2017.

¹⁰⁰ *Projektowanie przestrzeni przyjaznej osobom z niepełnosprawnościami*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2010.

zrobić samodzielnie. Każda historia, człowiek czy niepełnosprawność jest inna, więc trudności z perspektywy trenera, z którymi się spotka mogą być różnorodne. W takich sytuacjach trzeba mieć pewność, że koń jest odpowiednio przygotowany na różne sytuacje, które mogą wystąpić. Trenerzy muszą się wykazywać cierpliwością, wyobraźnią, pomysłowością i chęcią znajdowania rozwiązań w zaistniałych sytuacjach. Western może się okazać do tego typu jeździectwa najlepszym rozwiązaniem z powodu wykorzystywanego sprzętu i sposobu trenowania koni. Siodło jest tutaj atutem, gdyż jest głębokie, więc trudno z niego wypaść. Dla jeźdźcy z mniejszą stabilnością ciała można wybrać siodła bardziej dopasowane do ciała lub zastosować pasy, które po zamontowaniu można zapiąć na siodle i przypiąć osobę jeżdżącą¹⁰¹, dając jej tym samym poczucie stabilności oraz równowagi. Siodła mają także rożek, który może stać się oparciem w szybszych chodach, więc osoba na grzbiecie jest w stanie się przytrzymać dla równowagi.

W westernie konie są uczone neck-reiningu¹⁰², czyli przekładania wodzy przez szyje w celu zmiany kierunku. W takim układzie dobrze wyszkolony koń zareaguje w odpowiedni sposób, gdy wodze są trzymane luźno, bez żadnego napięcia. Dzięki temu osoby ze schorzeniami kończyn górnych mogą spokojnie nauczyć się jeździć. W jeździe konnej tradycyjnej, uczonej w szkołach, najczęściej steruje się obiema rękoma, trzymając kontakt na wędzidle. Kontakt to nic innego jak delikatny nacisk na wodze. W takim stylu jazdy osoba, która ma np. uszkodzone funkcjonowanie kończyn górnych nie da rady komunikować się z koniem. W westernie wodze najczęściej są położone luźno, a w przypadku zmiany kierunku lub bardziej zaawansowanych manewrów stosujemy wcześniej wspomnianą technikę neck reiningu. Dzięki tej technice w połączeniu z wędzidłem stosowanym w westernie, czyli z dźwignią, jesteśmy w stanie poprzez minimalne ruchy, unoszenie, przekładanie czy kładzenie wodzy porozumieć się z koniem. To wszystko robimy tylko jedną ręką, najczęściej dominującą, co jest dodatkowym atutem dla osób z niedowładem kończyn górnej.

Hipoterapia często jest mocno związana z jazdą konną rekreacyjną i sportową, co często następuje po sobie. Kontynuacja wcześniej prowadzonej terapii może mieć dużo pozytywnego wpływu na utrzymanie już osiągniętych rezultatów. W późniejszym czasie może to być szansa na udział w paraolimpiadach przeznaczonych dla osób z niepełnosprawnościami oraz na radość i satysfakcję z bycia częścią tego sportu¹⁰³.

Relacja pomiędzy koniem, jeźdźcem i trenerem

Na początku muszą być spełnione warunki, które umożliwią dostosowanie planu treningu, sprzętu, konia i wszystkich faktorów do indywidualnej jednostki i sytuacji, z którą mamy do czynienia. Te warunki pomagają nam umożliwić uczestnictwo osoby z niepełnosprawnościami bez zbędnego ryzyka potencjalnie niebezpiecznych sytuacji podczas treningów. Koń przede wszystkim musi być odpowiednio przeszkolony. Musi być obyty z akcesorium wspomagającym osoby przychodzące, takim jak chociażby wózki inwalidzkie, kule, ortezy. Musi mieć spokojne usposobienie, ale także dobrze reagować na zmiany w otoczeniu. Powinien mieć przystępny wzrost, aby umożliwić ewentualną pomoc przy wsiadaniu. Musi być odczulony na wszelkiego rodzaju dotyk, zmiany w rutynie pielęgnacyjnej. Należy zapewnić pomoce dla konia oraz jeźdźcy, które umożliwią prawidłową i płynną relację pomiędzy koniem a jeźdźcem.

Instruktor jazdy konnej musi mieć odpowiednie przeszkolenie w dziedzinie fizjoterapii, aby umiał pomóc w różnych sytuacjach, z którymi się spotka. Może także współpracować z fizjoterapeutą. Ważnym aspektem są również zalecenia lekarza, ponieważ kładziemy nacisk na usamodzielnienie osoby jeżdżącej. Trzeba mieć pewność, że nie ma do tego żadnych przeciwwskazań.

¹⁰¹ *Chodzenie, jazda, rodeo*, reż. Conor Allyn, Netflix, USA 2019.

¹⁰² A. Adamczyk, *Western. Historia, kultura, styl życia*, Bellona, Warszawa 2011.

¹⁰³ *Hipoterapia – informator dla lekarzy, specjalistów i rodziców*, Polskie Towarzystwo Hipoterapeutyczne, Wrocław 2006.

Więź z koniem jako klucz do sukcesu

Więź z koniem jest niepodważalnym czynnikiem poprawy jakości życia. Z perspektywy osoby, która doświadczyła pomocy w każdym aspekcie życia, usamodzielnienie się i przezwyciężenie niepełnosprawności to kluczowe zagadnienie w budowaniu odwagi i podniesieniu własnej wartości. Można się pokusić o stwierdzenie, że ta idea jest wielowarstwowym konstruktem schematów i procesów zachodzących w podświadomości, które zbliżają nas do bycia lepszymi ludźmi. Takie procesy mają większy wpływ na osoby, które zmagają się z dużą ilością problemów na co dzień. W treningu takich osób ważne jest wsparcie psychoterapeutyczne oraz indywidualne podejście.

Podsumowanie

Hipoterapia daje szansę osobom z niepełnosprawnością do uczestnictwa w świecie nie jako gościom, ale pełnoprawnym uczestnikom. Prowadzi to do jednego wniosku: konie nie znają pojęcia „niepełnosprawność”, znają za to język emocji. Inkluzywność to nie tylko dostępność, to także otwartość – ludzi, przestrzeni, metod i podejścia.

Bibliografia

- Adamczyk A., *Western. Historia, kultura, styl życia*, Bellona, Warszawa 2011.
 Gawlikowska-Hueckel K., Szczepański J., *Architektura bez barier. Projektowanie przestrzeni przyjaznej osobom z niepełnosprawnościami*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2010.
 Hipoterapia – informator dla lekarzy, specjalistów i rodziców, Polskie Towarzystwo Hipoterapeutyczne, Wrocław 2006.
 Strauss I., *Hipoterapia. Fizjoterapia na koniu i przy koniu*, Wydawnictwo MedPharm Polska, Wrocław 2017.

Wideografia

- Chodzenie, jazda, rodeo*, reż. Conor Allyn, Netflix, USA 2019.

• Sekcja 4 •

NAUKI ŚCISŁE I PRZYRODNICZE

Jakub Korneć

Uniwersytet Kardynała Stefana Wyszyńskiego, Wydział Filozofii Chrześcijańskiej
Koło Naukowe Przyrodników UKSW

ZASTOSOWANIE INNOWACYJNYCH ROZWIĄZAŃ W ZARZĄDZANIU ZASOBAMI NATURALNYMI

The use of innovative solutions in natural resource management

Abstract: The article presents selected innovative technologies used in natural resource management. It discusses the application of GIS and remote sensing systems, ICT and IoT technologies in water management, as well as precision agriculture and renewable energy sources. It also outlines the main barriers to implementing these solutions, such as high costs, limited access to technology in developing countries, and diverse cultural conditions. The analysis highlights the importance of process optimization as a key factor in improving resource management efficiency. The entire discussion is framed within the context of sustainable development and global environmental challenges.

Keywords: innovation, resources, management, economy, technology

Pojęcie i znaczenie zasobów naturalnych

Kluczowym dla całego problemu będzie poznanie nomenklatury i zrozumienie znaczenia pojęcia zasobów naturalnych. Dzielą się one na odnawialne i nieodnawialne. Te pierwsze, pomimo korzystania z nich, mają możliwość odtwarzania w stosunkowo krótkich odstępach czasu. Należą do nich: energia wodna, energia słoneczna czy żywe zasoby przyrody. Zasoby naturalne nieodnawialne charakteryzuje fizyczne ograniczenie, a ich wykorzystanie jest jednorazowe. Zalicza się do nich: zasoby mineralne, surowce energetyczne, surowce wykorzystywane w przemyśle chemicznym i rolniczym oraz rudy metali (Łabno, 2006). Są one niezbędne do prawidłowego funkcjonowania gospodarki. Kluczowym jest zoptymalizowanie ich wykorzystania tak, aby mogły ją zasilać nieprzerwanie, jednocześnie nie wyczerpując ich w pełni. Biorąc Polskę jako przykład, możemy zauważyć duży spadek wydobywania węgla kamiennego (od 1980 roku o 60%). Jednocześnie w Azji i w Afryce widzimy tendencję wzrostową, co świadczy o nierównomiernym rozwoju gospodarki na poszczególnych kontynentach oraz jest związane z odmienną polityką panującą w danych regionach globu (Górka, 2014). Według raportów United Nations Environment Programme (UNEP) średnie zużycie zasobów naturalnych *per capita* zwiększyło się z 7,4 tony w 1970 roku do 12,2 tony w 2017 roku, co miało zauważalny wpływ na środowisko (Bansard, Schröder, 2021).

Innowacyjne rozwiązania technologiczne

Obecnie zarządzanie zasobami jest znacznie ułatwione dzięki zastosowaniu zaawansowanych narzędzi. Jednym z nich jest GIS (System Informacji Geograficznej). Umożliwia on wizualizację, analizę i interpretację danych dotyczących zarządzania zasobami naturalnymi i planowania urbanistycznego, a następnie przekształca je w istotne informacje pomagające w planowaniu i zarządzaniu (Chybicki i in., 2009). Niezbędnym do funkcjonowania GISu jest teledetekcja. Jest to metoda, która za pomocą fal elektromagnetycznych i przy użyciu statku powietrznego lub satelity umożliwia identyfikowanie obiektów położonych zarówno na powierzchni Ziemi, jak i nad nią lub poniżej niej (Świątkiewicz, 1978). Oba te systemy, wykorzystywane jednocześnie, umożliwiają podejmowanie decyzji w zakresie ochrony i zrównoważonego wykorzystania tych zasobów. Innymi ciekawymi i obecnie silnie rozwijającymi się technologiami są ICT i IoT. ICT (Technologia informacyjno-komunikacyjna) oraz

IoT (Internet rzeczy) mogą pomóc efektywnie gospodarować wodę. Powstał bowiem projekt, w którym to firmy zajmujące się innowacjami wodnymi wraz z Birmingham City University planują wykorzystać nowoczesne technologie oraz sztuczną inteligencję, aby te zarządzały siecią wodociągową w dużych miastach, Skutkowałoby to lepszą koordynacją codziennych działań oraz szybszym określaniem potencjalnych problemów i strat wody. Pomimo że w poprzednim akapicie opisałem wodę jako surowiec odnawialny, jest to dużo bardziej złożony temat. Woda słodka, nadająca się do spożycia, może okazać się już niedługo luksusem, więc takie inicjatywy dają nam pewne nadzieje na poprawę tego stanu rzeczy (CORDIS, 2022). Można zaobserwować pewną powtarzającą się prawidłowość w kontekście rozwiązań proekologicznych. Aby dana technologia mogła zostać uznana za przyjazną środowisku, wystarczające okazuje się jej ukierunkowanie na optymalizację już istniejących procesów – tak, by zużywały one jedynie niezbędną ilość surowców oraz minimalizowały ich potencjalne straty. Podobnie działa rolnictwo precyzyjne. Podstawą i kluczowym aspektem jego działania jest zbieranie informacji o zmiennościach przyrodniczych danego obszaru. Obecnie, dzięki rozwiniętej technice, system jest niezwykle dokładny (do 1 cm²), co pozwala na precyzyjne zabiegi agrotechniczne (nawożenia lub ochrony roślin), które są dostosowane do wykrytej zmienności. Wszystkie te działania przekładają się na prowadzenie produkcji rolniczej w taki sposób, aby wykonywane zabiegi były w odpowiednim czasie, z odpowiednią i możliwie minimalną ilością środków produkcji (szczególnie chemicznych). Umożliwia to zwiększenie efektywności produkcyjnej i ekonomicznej, jednocześnie zmniejszając obciążenie środowiska naturalnego (Baum i in., 2012). Ostatnim aspektem wymagającym analizy są odnawialne źródła energii (OZE), stanowiące istotny element współczesnych dyskusji nad zrównoważonym rozwojem i transformacją energetyczną. Technologie te wydają się najbardziej intuicyjnie kojarzone z obszarem szeroko rozumianej ochrony środowiska. Natomiast należy pamiętać, że ta technologia, pomimo coraz większego wykorzystania w gospodarstwach domowych i firmach, wciąż jest raczej wykorzystywana jak dodatek do konwencjonalnych metod pozyskiwania energii. Według danych podawanych przez GUS (Główny Urząd Statystyczny) w Polsce udział OZE stanowi zaledwie 16,5% w końcowym zużyciu energii brutto. Odnawialne źródła energii wiążą się również z dużym wkładem kapitału oraz są zależne od panujących warunków pogodowych, szczególnie, jeśli mówimy o energii pochodzącej ze słońca i wiatru. OZE oczywiście ma również dużo zalet, między innymi: produkowana energia ma znacznie mniejszy wpływ na środowisko w stosunku do konwencjonalnych metod pozyskiwania energii, nie wykorzystują ograniczonych zasobów jak węgiel czy ropa (Burzyńska, 2023). Wszystkie te technologie, to tylko wybrane przykłady rozwiązań wspierających zrównoważone zarządzanie zasobami naturalnymi, należy jednak pamiętać, że każde niesie ze sobą zarówno korzyści, jak i ograniczenia.

Wyzwania i ograniczenia

Każde zmiany wiążą się z różnymi utrudnieniami i problemami w zależności od charakteru zmian. Wprowadzanie innowacyjnych rozwiązań w przedsiębiorstwach często wiąże się z dużymi nakładami ekonomicznymi czy poświęceniem cennego czasu na niezbędne szkolenia zwiększające wiedzę pracowników firmy. Jednak według badań zakłady wprowadzające regularne zmiany napotykają mniej barier oraz z większą łatwością wprowadzają kolejne innowacje, zwiększające wartość firmy oraz poprawiają jakość produktu (Wziątek-Kubiak, Pęczkowski, 2013). Gdyby jednak spojrzeć globalnie, należy nadmienić fakt, że dostęp do technologii jest ograniczony. W krajach rozwijających się często niemożliwe jest, aby lokalne przedsiębiorstwa były w stanie zainwestować odpowiednią ilość środków na nowoczesne rozwiązania techniczne lub w odpowiednie szkolenia. Możemy zatem powiedzieć, że w szczególności chodzi tutaj o aspekt ekonomiczny. Niemniej jednak, świadomość oraz kultura w tych krajach jest całkowicie odmienna od tej, którą znamy z krajów zachodnich. Co za tym idzie, przedsiębiorstwa te funkcjonują w oparciu o odmienne priorytety i perspektywy, co wymaga zrozumienia

dogłębnego lokalnych kontekstów kulturowych. W konsekwencji może się to wiązać z całkowicie innym ukierunkowaniem zasobów niż w krajach rozwiniętych (Ali i in., 2009).

Bibliografia

- Ali M., Ullah S., Khan P., *Managing Innovation and Technology in Developing Countries*, "Computers and Society" 2009, doi.org/10.48550/arXiv.0911.1514.
- Bansard J., Schröder M., *The Sustainable Use of Natural Resources: The Governance Challenge*, IISD: International Institute for Sustainable Development, Canada 2021, coilink.org/20.500.12592/kdn81n.
- Baum R., Wajszczuk K., Wawrzynowicz J., *Miejsce i rola rolnictwa precyzyjnego w koncepcji zrównoważonego rozwoju gospodarstw rolnych*, „Ekonomia i Środowisko” 2012, 1(41), s. 72-74.
- Burzyńska D., *Dylematy atrakcyjności inwestycji podmiotów prywatnych w odnawialne źródła energii*, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu” 2023, 67(3), 1-10. doi.org/10.15611/pn.2023.3.01
- CORDIS - Wyniki badań wspieranych przez UE, *Zarządzanie zasobami wodnymi i poprawa ich jakości przy pomocy Internetu rzeczy*, 2020, cordis.europa.eu/article/id/442259-handling-water-scarcity-and-water-quality-with-the-aid-of-the-internet-of-things/pl, dostęp: 16.05.2025.
- Chybicki A., Kulawiak M., Kamiński Ł., Łubniewski Z., Dąbrowski J., *Algorytmy analizy, przetwarzania i wizualizacji danych sonaru wielowieżkowego w rozproszonych systemach GIS*, „Polish Hyperbaric Research” 2009, 1(26), 19-26.
- Górka K., *Zasoby Naturalne jako czynnik rozwoju społeczno-gospodarczego*, „Gospodarka w praktyce i teorii” 2014, 3(36), 35-51. doi.org/10.18778/1429-3730.36.03
- Łabno G., *Słownik Encyklopedyczny*, Europa, Wrocław 2006.
- Świątkiewicz A., *O Pojęciu i Definicji teledetekcji*, „Fotointerpretacja w geografii” 1978, 13, 11-17.
- Wziątek-Kubiak A., Pęczkowski M., *Źródła i bariery ciągłości wdrażania innowacji przez polskie przedsiębiorstwa*, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu” 2013, 305, 872-883.

Oliwia Kudrycka, Gabriel Kacper Malej, Tomasz Pawłowicz, Monika Puchlik

Politechnika Białostocka, Wydział Budownictwa i Nauk o Środowisku

Koło Naukowe Gospodarowania Środowiskiem

POTENCJAŁ DYDAKTYCZNY HODOWLI ŚLIZOWCÓW (*EUMYCETOZOA*) METODĄ WILGOTNYCH KOMÓR W EDUKACJI PRZYRODNICZEJ

Didactic potential of moist chambers cultivation of slime molds (*Eumycetozoa*)
in natural-science education

Abstract: Slime molds (*Eumycetozoa*) remain a relatively little-explored group of eukaryotic microorganisms, studied chiefly by specialists yet widely employed as model organisms. This review highlights their didactic potential in the life and environmental sciences, arising from their simple culture requirements and the ease with which metabolic and developmental processes can be observed. It outlines the taxonomy and ecology of slime molds and provides practical guidance for integrating them into instructional activities, with particular emphasis on fostering research skills and stimulating scientific curiosity.

Keywords: true slime molds, *Eumycetozoa*, forestry education, science education, moist chambers method

Wstęp

Śluzowce (*Eumycetozoa*) należą do mało zbadanej grupy eukariotycznych mikroorganizmów, której znaczenie w badaniach środowiskowych i inwentaryzacjach przyrodniczych bywa często pomijane (Winsett i in., 2022). W kręgu nauk biologicznych znane są głównie specjalistom, zwłaszcza mykologom i mikrobiologom. W ujęciu praktycznym śluzowce na ogół nie są dostrzegane w codziennych

zastosowaniach, co w konsekwencji ogranicza ich obecność w programach edukacyjnych z zakresu biologii, nauk leśnych i środowiskowych (Winsett i in., 2022; Bohland i in., 2011).

Celem niniejszego przeglądu jest zwrócenie uwagi na potencjalne możliwości dydaktycznego wykorzystania śluzowców. Dzięki nieskomplikowanym i tanim metodom hodowli (np. metodzie wilgotnych komór) można obserwować różne stadia ich cyklu życiowego – od wędrujących plazmodiów po owocniki (Bohland i in., 2011). Takie obserwacje ułatwiają zrozumienie zagadnień związanych z funkcjonowaniem organizmów jednokomórkowych oraz procesami wielokomórkowymi, a także dostarczają ciekawych przykładów adaptacji w świecie mikroorganizmów (Winsett i in., 2022; Keller, Everhart, 2010).

W opracowaniu przedstawiono aktualny stan wiedzy dotyczący sposobów włączania śluzowców do dydaktycznych zajęć praktycznych. Zaprezentowano również przykładowe ćwiczenia umożliwiające uczniom i studentom samodzielne prowadzenie obserwacji oraz analizę procesów życiowych śluzowców, co może wspierać rozwój umiejętności badawczych i pogłębiać zrozumienie złożoności przyrodniczej.

Materiały i metody

W celu opracowania rzetelnych podstaw do niniejszego przeglądu przeprowadzono ukierunkowaną analizę artykułów z recenzowanych czasopism naukowych, monografii oraz wybranych materiałów dydaktycznych, koncentrując się na wykorzystaniu śluzowców (*Eumycetozoa*), w szczególności śluzowców plazmodialnych (*Myxogastria*), w procesie nauczania. Uwzględniono głównie literaturę opublikowaną w latach 2000-2025. Kryteria włączenia obejmowały wyraźne wskazanie protokołów dydaktycznych lub demonstracji w warunkach szkolnych/akademickich z zastosowaniem śluzowców, przedstawienie metod terenowych lub laboratoryjnych dotyczących hodowli i obserwacji śluzowców plazmodialnych oraz opisy rezultatów edukacyjnych istotnych dla szkół średnich lub uczelni, zwłaszcza o profilach leśnych i przyrodniczych.

Wykorzystanie metody wilgotnych komór

Główną techniką umożliwiającą obserwację i hodowlę śluzowców jest metoda wilgotnych komór. Rozwiązanie to wyróżnia się niskimi kosztami oraz prostotą, co sprawia, że znajduje zastosowanie zarówno w badaniach naukowych, jak i w szkolnych eksperymentach (Stephenson, 1985). Procedura polega na umieszczeniu próbek środowiskowych (np. ściółka liściowa, kora, fragmenty rozkładającego się drewna) w plastikowych płytkach Petriego wyścielonych zwilżonym papierem filtracyjnym. Tak przygotowane warunki pobudzają zarodniki lub formy przetrwalnikowe śluzowców do wznowienia aktywności, co często prowadzi do przejścia do fazy plazmodium oraz dalszego wytworzenia owocników po kilku-kilkunastu dniach (Stephenson, 1985; Tero i in., 2010).

Ze względu na to, że do przeprowadzenia tej metody wystarczają podstawowe materiały (płytki Petriego, bibuła chłonna, źródło wody) i nie są wymagane specjalistyczne odczynniki ani sterylne środowisko, stanowi ona optymalną opcję dla szkół średnich oraz zajęć terenowych na kierunkach przyrodniczych (Krug, 2004; de Basanta, Estrada-Torres, 2017). Metoda komór wilgotnych zachęca do aktywnego poznawania procesów rozkładu materii organicznej oraz różnorodności mikroorganizmów, przyczyniając się do lepszego zrozumienia zjawisk ekologicznych i wykorzystania ich w edukacji leśnej. Metoda ta pozwala przedstawić większość faz rozwojowych śluzowców: ruchomą słuźnię (plazmodium) oraz jej stopniowe przekształcanie się w dojrzałą zarodnię (Krug, 2004).

Edukacja w szkołach podstawowych i ponadpodstawowych

W szkołach podstawowych i średnich metoda wilgotnych komór może być sposobem uatrakcyjnienia zajęć z przyrody czy biologii, unaoczniając różnorodne procesy rozwojowe śluzowców, ale także procesy rozkładu i przepływu składników odżywczych (Bohland i in., 2011; Keller, Braun, 1999).

Prosty eksperyment polega na umieszczeniu ściółki w komorze wilgotnej i obserwacji pojawiających się plazmodiów lub owocników. Ruchome i barwne formy śluzowców zachęcają uczniów do refleksji nad rolą mikroorganizmów w ekosystemach leśnych (Winsett i in., 2022).

Stanowi to także prosty sposób na pierwsze doświadczenia naukowe wykonywane na przestrzeni krótkiego czasu, np. poprzez prowadzenie dzienników obserwacji lub porównanie różnych substratów (Keller, Everhart, 2010).

Dodatkowe spotkania lub koła zainteresowań sprzyjają rozpowszechnianiu wiedzy o śluzowcach i świadomości potrzeby ochrony przyrody (Keller, Everhart, 2010; Keller, Braun, 1999).

Zastosowania edukacyjne w szkolnictwie wyższym

Na poziomie uniwersyteckim, w programach z zakresu mikrobiologii, ekologii i leśnictwa, śluzowce mogą pełnić funkcję organizmów modelowych zarówno w dydaktyce, jak i badaniach naukowych (Keller, Everhart, 2010; Ricketts i in., 2018; Baba, 2012; Pawłowicz i in., 2025).

Podczas zajęć laboratoryjnych studenci często rozpoczynają od hodowli plazmodiów na podłożu agarowym z wodą, co umożliwia obserwację sposobu, w jaki te organizmy poruszają się w poszukiwaniu substancji odżywczych. Takie ćwiczenia praktyczne sprzyjają kształtowaniu umiejętności formułowania hipotez, projektowania eksperymentów i analizowania danych ilościowych, a jednocześnie pozwalają zrozumieć zjawiska chemotaksji, fototaksji oraz dynamicznej reorganizacji wielojądrowego plazmodium (Stephenson, 1985; Tero i in., 2010).

Alternatywą jest metoda komór wilgotnych, w której fragmenty rozkładającego się drewna lub kory inkubuje się w szalkach Petriego wyłożonych bibułą filtracyjną. Po kilku tygodniach mogą pojawić się plazmodia bądź owocniki, co łatwo prezentuje rozpowszechnienie nie tylko śluzowców, lecz także grzybów czy glonów.

Dodatkowe doświadczenia zdobyć można w terenie (np. leśnym), gdzie studenci są w stanie w wilgotnych siedliskach odnaleźć większe okazy śluzowców gołym okiem, co odwzorowuje praktykę inwentaryzacyjną wykorzystywaną w ochronie środowiska. Ze względu na niewielkie koszty i łatwość przeprowadzania doświadczeń możliwa jest regularna obserwacja różnorodności gatunkowej i uchwycenie adaptacji śluzowców do warunków panujących w danym ekosystemie leśnym. Takie połączenie pracy terenowej z badaniami laboratoryjnymi zapewnia holistyczne ujęcie zagadnień z zakresu ekologii mikroorganizmów i może wspierać przyszłe inicjatywy związane z monitorowaniem środowiska leśnego.

Podsumowanie

Śluzowce (*Eumycetozoa*) są przystępnymi obiektami badawczymi w nauczaniu biologii, mikrobiologii i mykologii na poziomie średnim i akademickim. Ich cykl życiowy ilustruje ruch komórek, pobieranie pokarmu i rozmnażanie, co w dydaktyce ekologicznej pomaga zrozumieć proces rozkładu materii organicznej. Metoda komór wilgotnych umożliwia szybką i niedrogą hodowlę, wzmacniając nauczanie poprzez praktyczne eksperymenty. Włączenie śluzowców do rozmaitych działań kształcenia sprzyja rozwijaniu kompetencji naukowych oraz podnosi świadomość ich roli w ekosystemach leśnych.

Bibliografia

- Baba H., *Myxomycetes of Mustafa Kemal university campus and environs (Turkey)*, „Turkish Journal of Botany”, 2012, 36(6), 769–777. doi.org/10.3906/bot-1103-10.
- Bohland C.E., Schmale III D.G., Ross S.D., *Caging the blob: Using a slime mold to teach concepts about barriers that constrain the movement of organisms*, „The American Biology Teacher”, 2011, 73(9), 537–541. doi.org/10.1525/abt.2011.73.9.6.
- de Basanta D.W., Estrada-Torres A., *Techniques for Recording and Isolating Myxomycetes*, [in:] *Myxomycetes*, Academic Press 2017, pp. 333–363. doi.org/10.1016/B978-0-12-805089-7.00010-X
- Keller H.W., Braun K.L., *Myxomycetes of Ohio: Their systematics, biology, and use in teaching*, Ohio Biological Survey, 1999.
- Keller H.W., Everhart S.E., *Importance of Myxomycetes in Biological Research and Teaching*, „FUNGI”, 2010, 3:1. digitalcommons.unl.edu/plantpathpapers/366.
- Krug J.C., *Moist chambers for the development of fungi*, [in:] *Biodiversity of fungi: Inventory and monitoring methods*, Elsevier Academic Press 2004, pp. 589–593.
- Ricketts H.K., Salsbury A.M., Bevan D.R., Brown A.M., *Using immersive visualization environments to engage students in hands-on learning*, [in:] Sanielevici S. (ed.) *PEARC '18: Proceedings of the Practice and Experience on Advanced Research Computing: Seamless Creativity (Pittsburgh, July 22–26, 2018)*, (pp. 1–5), Association for Computing Machinery, New York, 2018. doi.org/10.1145/3219104.3229274.
- Stephenson S.L., *Slime molds in the laboratory II: Moist chamber cultures*, „The American Biology Teacher”, 1985, 47(8), 487–489. doi.org/10.2307/4448154
- Tero A., Takagi S., Saigusa T., Ito K., Bebbler D.P., Fricker M.D., Yumiki K., Kobayashi R., Nakagaki T., *Rules for biologically inspired adaptive network design*, „Science”, 2010, 327(5964), 439–442. doi.org/10.1126/science.1177894.
- Pawłowicz T., Wilamowski K., Puchlik M., Żebrowski I., Micewicz G.M., Gabrysiak K. A., Borowik P., Malewski T., Zapora E., Wołkowycki M., Oszako, T., *Biologically Active Compounds in True Slime Molds and Their Prospects for Sustainable Pest and Pathogen Control*, „International Journal of Molecular Sciences”, 2025, 26(5), 1951. doi.org/10.3390/ijms26051951.
- Winsett K.E., dela Cruz T.E.E., de Basanta D.W., *Myxomycetes in education: The use of slime molds in promoting active and engaged learning*, [in:] *Myxomycetes*, Academic Press 2022, pp. 533–563. doi.org/10.1016/B978-0-12-824281-0.00011-7.

Tomasz Pawłowicz¹, Tomasz Oszako²

¹ Politechnika Białostocka, Wydział Budownictwa i Nauk o Środowisku, Instytut Nauk Leśnych

² Instytut Badawczy Leśnictwa w Sękocinie Starym, Zakład Ochrony Lasu

ANALIZA WPŁYWU JEMIOŁY SOSNOWEJ (*VISCUM ALBUM SUBSP. AUSTRIACUM*) NA WZROST SOSNY ZWYCZAJNEJ (*PINUS SYLVESTRIS*)

Review of Pine Mistletoe (*Viscum album subsp. austriacum*) Influence on Growth Dynamics of Scots Pine (*Pinus sylvestris*)

Abstract: Pine mistletoe (*Viscum album* L. subsp. *austriacum*) is a hemiparasitic plant capable of extracting water and minerals from Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), thereby intensifying the host's physiological stress under water-deficit conditions. The primary objective of this analysis is to highlight the parasitic mechanisms of pine mistletoe and their impact on tree growth and susceptibility to stress factors. Emphasis is placed on morphological features such as the mistletoe's branching haustorial system, which facilitates the efficient uptake of nutrients. The resulting physiological alterations in pines include reduced metabolic performance, slower trunk increment, and heightened vulnerability to biotic agents. The role of birds in seed dispersal is addressed, underscoring how repeated infections accumulate locally.

Keywords: pine mistletoe, *Viscum album* subsp. *austriacum*, Scots pine, haustoria, water stress

Wstęp

Jemioła pospolita (*Viscum album* L.) jest półpasożytniczą rośliną z rodziny sandałowcowatych (*Santalaceae*) i rzędu sandałowców (*Santalales*), która dzięki obecności chlorofilu przeprowadza fotosyntezę, a jednocześnie pobiera wodę i sole mineralne z pnia oraz gałęzi żywiciela (Nickrent i in., 2010; Lech i in., 2020). Taki sposób odżywiania wynika z wykształcenia rozgałęzionego systemu haustoriów wnikaających w kambium i elementy przewodzące drzewa, co prowadzi do mechanicznych uszkodzeń tkanki oraz utraty składników pokarmowych przez żywiciela (Barbu, 2012).

Proces rozsiewania *Viscum album* obejmuje zarówno rozprzestrzenianie nasion przez ptaki po spożyciu owoców (poprzez defekację i regurgitację), jak i spontaniczne opadanie lepkich owoców zawierających substancję zwaną wiscyną, pozwalającą na trwałe przyleganie nasion do gałęzi (Kadereit, Bittrich, 2019). Powtarzające się infekcje mogą utrzymywać się latami i prowadzą do dodatkowego osłabienia drzewa.

W warunkach ograniczonego dostępu do wody jemioła kontynuuje intensywną transpirację, co wzmaga stres wodny żywiciela i przyspiesza proces zamierania zainfekowanych pędów (Pilichowski i in., 2018; Zweifel i in., 2012). W efekcie drzewo traci zdolność do prawidłowego wzrostu, co zwiększa jego podatność na dalsze czynniki stresowe i patogeny.

Podgatunki jemioły pospolitej w Polsce

W obrębie *Viscum album* L. wyróżnia się trzy podgatunki, które wykazują zbliżone cechy morfologiczne, a różnią się głównie liczbą zarodków w owocach i pewnymi szczegółami w budowie pędów (Barney i in., 1998; Krasylenko i in., 2020). *V. album* subsp. *album* pasożytuje przede wszystkim na gatunkach liściastych, takich jak wierzba, topola czy jabłoń, co potwierdzono w wielu stanowiskach terenowych (Lech i in., 2020; Barney i in., 1998). *V. album* subsp. *austriacum* atakuje głównie sosnę i w mniejszym stopniu świerka oraz modrzew, a jej zwiększona obecność w drzewostanach sosnowych jest obserwowana w rejonach o niedoborach wody (Iszkuło i in., 2020). *V. album* subsp. *abietis* występuje wyłącznie na jodle, gdzie powoduje liczne uszkodzenia tkanek (Barbu, 2012; Bukowiec, Bednarz, 2017).

W przypadku jemioły jodłowej (*abietis*) obserwuje się najsilniejsze oddziaływanie na rośliny żywicielskie, co uwidacznia się w istotnych stratach gospodarczych w drzewostanach jodłowych (Barbu, 2012; Bukowiec, Bednarz, 2017). Jemioła typowa (*album*) jest najczęstsza na drzewach liściastych, natomiast jemioła sosnowa (*austriacum*) stanowi rosnące zagrożenie dla sosny, ponieważ przyspiesza tempo zamierania jej koron, zwłaszcza na obszarach narażonych na stres wodny (Iszkuło i in., 2020). Morfologiczna identyfikacja poszczególnych form pozostaje trudna bez analizy cech dojrzałych owoców oraz ich zarodków, co podkreślono w badaniach terenowych (Krasylenko i in., 2020).

Znaczenie sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) w polskiej gospodarce leśnej

Sosna zwyczajna zajmuje ponad 60 % powierzchni leśnej Polski, co świadczy o jej istotnej roli w krajowym sektorze leśnictwa (Wójcik i in., 2021). Tak szerokie rozpowszechnienie wynika między innymi z jej zdolności do adaptacji do zróżnicowanych warunków siedliskowych oraz z wysokiej wartości gospodarczej drewna, które znajduje zastosowanie w budownictwie oraz przemyśle celulozowo-papierniczym. Dodatkowo drzewostany sosnowe pełnią funkcje ochronne, minimalizując ryzyko erozji gleb na obszarach narażonych na procesy niszczące.

Rozległe obszary sosnowe odgrywają zarazem znaczącą rolę w stabilizacji ekosystemów, stanowiąc siedlisko dla wielu gatunków zwierząt i roślin. Obecność jemioły sosnowej może jednak przyspieszać zamieranie drzew, co sprzyja gradacjom korników (Iszkuło i in., 2020; Sangüesa-Barreda i in., 2012). W konsekwencji zakłócone zostają procesy gospodarki leśnej, a potencjalne straty finansowe i przyrodnicze stają się wyjątkowo dotkliwe w rejonach o deficycie wodnym.

Jemioła sosnowa (Viscum album subsp. austriacum) i jej wpływ na drzewostany sosnowe

Jemioła sosnowa morfologicznie wyróżnia się lancetowatymi, wydłużonymi oliwkowozielonymi liśćmi umożliwiającymi roślinie wydajną transpirację nawet w warunkach ograniczonego dostępu do wody (Nickrent i in., 2010). W warunkach suszy jemioła sosnowa dodatkowo nasila proces poboru wody, prowadząc do zahamowania wzrostu sosny oraz ograniczenia działania aparatów asymilacyjnych w igłach (Pilichowski i in., 2018; Zweifel i in., 2012). Taka sytuacja sprzyja osłabieniu drzewostanu i wzrostowi podatności na owady oraz patogeny wtórne, co nierzadko skutkuje obumieraniem osłabionych drzew.

Rozwój jemioły sosnowej jest związany ze stałym dostarczaniem nasion przez ptaki, zwłaszcza z rodziny drozdowatych i jemiołuszkowatych, które po spożyciu owoców rozprzestrzeniają je na znaczne odległości (Bukowiec, Bednarz, 2017; Iszkuło i in., 2020). W regionach o niekorzystnej strukturze opadów oraz podwyższonych wskutek zmian klimatycznych temperatur notuje się wyraźny wzrost częstości infekcji, co obserwowano w różnych częściach Polski, obecnie zwłaszcza w jej centralnej i południowej części.

Trwała obecność *V. album* subsp. *austriacum* znacząco obniża jakość surowca drzewnego, między innymi wskutek redukcji przyrostu, deformacji pni i gałęzi oraz zaburzeń w formowaniu słoików przyrostu rocznego (Nickrent i in., 2010; Barbu, 2012).

Drzewa pozbawione części zasobów wodnych ograniczają wydzielanie żywic, co czyni je bardziej wrażliwymi na lokalne gradacje szkodników, a w efekcie zwiększa ryzyko znacznych strat gospodarczych (Barbu, 2012; Sangüesa-Barreda i in., 2012).

Pojawienie się *Viscum album* subsp. *austriacum* w drzewostanie sosnowym może wywołać wielowymiarowe skutki gospodarcze. Należą do nich zmniejszenie jakości drewna, ograniczenie przyrostu miąższości oraz stopniowe osłabienie koron drzew, co wpływa na obniżenie wartości użytkowej surowca i wzrost kosztów zabiegów pielęgnacyjnych (Lech i in., 2020; Pawłowicz, 2021). W literaturze przytacza się przypadki, w których obniżenie tempa wzrostu pni sosnowych może sięgać nawet 70% (Wójcik i in., 2021; Sangüesa-Barreda i in., 2012). Choć długotrwałe, skumulowane skutki tych procesów mogą wpływać na odporność drzewostanów na czynniki abiotyczne i biotyczne, skala ich oddziaływania na poziomie całego ekosystemu leśnego pozostaje słabo rozpoznana i wymaga dalszych badań.

Podsumowanie

Wpływ *Viscum album* subsp. *austriacum* na wzrost sosny zwyczajnej polega głównie na stopniowym upośledzaniu jej funkcji fizjologicznych, zwłaszcza w okresach suszy. Silna transpiracja jemioły pogłębia deficyt wodny zainfekowanych drzew, co zwiększa ich podatność na kolejne infekcje w obrębie danego żywiciela. Gdy pasożyt występuje masowo, ułatwia to jego dalsze rozszerzanie się w drzewostanie i zasiedlanie kolejnych sosen.

O powodzeniu zasiedlenia nowych żywicieli decydują przede wszystkim dyspersja nasion (głównie przez ptaki) oraz warunki środowiskowe. Przewidywane częstsze i dłuższe susze w Polsce, związane ze zmianami klimatycznymi sprzyjają ekspansji jemioły, zwiększając liczbę osłabionych drzew. Poważne straty gospodarcze obserwowane już obecnie oraz prognozowany dalszy wzrost zasięgu pasożyta potwierdzają potrzebę opracowania nowych metod jego ograniczania.

Bibliografia

- Barbu C.O., *Impact of white mistletoe (Viscum album ssp. abietis) infection on needles and crown morphology of silver fir (Abies alba Mill.)*, „Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca”, 2012, 40(2), 152–158. doi.org/10.15835/nbha4027906.
- Barney C.W., Hawksworth F.G., Geils B.W., *Hosts of Viscum album*, „European Journal of Forest Pathology”, 1998, 28(3), 187–208. doi.org/10.1111/j.1439-0329.1998.tb01249.x.

- Bukowiec G., Bednarz B., *Wpływ jemioli pospolitej jodłowej (*Viscum album* ssp. *abietis*) na przyrosty roczne jodły pospolitej (*Abies alba*)*, „Acta Scientiarum Polonorum Silvarum Colendarum Ratio et Industria Lignaria”, 2017 16(2), 77–83. doi.org/10.17306/J.AFW.2017.2.8.
- Iszkuło G., Armatus L., Dering M., Ksepko M., Tomaszewski D., Ważna A., Giertych M. J., *Jemioła jako zagrożenie dla zdrowotności drzewostanów iglastych*, „Sylwan”, 2020, 164(3), 226–236. doi.org/10.26202/sylwan.2019121.
- Kadereit J.W., Bittrich V., *Flowering plants. Eudicots: Apiales, Gentianales (except Rubiaceae)*, Springer, 2019.
- Krasylenko Y., Sosnovsky Y., Atamas N., Popov G., Leonenko V., Janošiková K., Sytschak N., Rydlo K., Sytnyk D., *The European mistletoe (*Viscum album* L.): Distribution, host range, biotic interactions and management worldwide with special emphasis on Ukraine*, „Botany”, 2020, 98(9), 499–516. doi.org/10.1139/cjb-2020-0037.
- Lech P., Żółciak A., Hildebrand R., *Occurrence of European mistletoe (*Viscum album* L.) on forest trees in Poland and its dynamics of spread in the period 2008–2018*, „Forests”, 2020, 11(1), 83. doi.org/10.3390/f11010083.
- Nickrent D.L., Malécot V., Vidal-Russell R., Der J.P., *A revised classification of Santalales*, „Taxon”, 2010, 59(2), 538–558. doi.org/10.1002/tax.592019.
- Pawłowicz T., *Charakterystyka oraz skutki występowania jemioli pospolitej (*Viscum album*) w lasach gospodarczych*, [in:] Dąbrowski D., Stępień E., (red.): *Koła Naukowe — Szkół Twórczego Działania. Edycja siódma*. (pp. 153–164). Państwowa Szkoła Wyższa im. Papieża Jana Pawła II w Białej Podlaskiej, Wydawnictwo Państwowej Szkoły Wyższej im. Papieża Jana Pawła II w Białej Podlaskiej, 2021.
- Pilichowski S., Filip R., Kościelska A., Żaroffe G., Żyżniewska A., Iszkuło G., *Wpływ *Viscum album* ssp. *austriacum* (Wiesb.) Vollm. na przyrost radialny *Pinus sylvestris* L.*, „Sylwan”, 2018 162(6), 452–459. doi.org/10.26202/sylwan.2018009.
- Sangüesa-Barreda G., Linares J.C., Camarero J.J., *Mistletoe effects on Scots pine decline following drought events: Insights from within-tree spatial patterns, growth and carbohydrates*, „Tree Physiology”, 2012, 32(5), 585–598. doi.org/10.1093/treephys/tpo31.
- Wójcik R., Wikaliński M., Kędziora, W., *Ocena występowania jemioli pospolitej (*Viscum album* L.) na sośnie zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) w Nadleśnictwie Kozienice*, „Sylwan”, 2021, 165(1), 3–8. /doi.org/10.26202/sylwan.2020121.
- Zweifel R., Bangerter S., Rigling A., Sterck F.J., *Pine and mistletoes: How to live with a leak in the water flow and storage system?*, „Journal of Experimental Botany”, 2012, 63(7), 2565–2578. doi.org/10.1093/jxb/err432.

Igor Żebrowski, Gabriel Michał Micewicz, Tomasz Pawłowicz, Monika Puchlik

Politechnika Białostocka, Wydział Budownictwa i Nauk o Środowisku, Instytut Nauk Leśnych
Koło Naukowe Gospodarowania Środowiskiem

PRZYCZYNEK DO ANALIZY WPŁYWU SIEDLISKA NA BIORÓŻNORODNOŚĆ ŚLIZOWCÓW (*MYXOGASTRIA*)

Preliminary analysis of habitat effects on plasmodial slime mold (*Myxogastria*) biodiversity

Abstract: Plasmodial slime molds (*Myxogastria*) are eukaryotic organisms classified as fungus-like protists within the *Amoebozoa* supergroup. Although they accelerate nutrient cycling and serve as sensitive microclimatic indicators, their habitat affinities in temperate Europe remain poorly resolved. Here we compile 622 vetted records (199 species, 36 families) and assign them to eight habitat categories. Habitat–community relationships were evaluated using NMDS ordination, PERMANOVA and χ^2 tests. Preliminary evidence shows that deciduous forests act as primary diversity hotspots, whereas open and anthropogenic sites support a depauperate myxobiota. Site moisture, habitat biodiversity, and the availability of coarse woody debris exert a significant influence on slime-mold diversity across individual habitats.

Keywords: slime molds, *Myxogastria*, forest habitats, biodiversity

Wstęp

Śluzowce (*Eumycetozoa*) należą do supergrupy *Amoebozoa* i obejmują trzy wyraźnie odmienne klasy: *Dictyostelia*, *Ceratiomyxomycetes* oraz *Myxogastria*. Badania genetyczne i analizy genomowe potwierdziły ich wspólne pochodzenie w obrębie *Amoebozoa*, korygując wcześniejsze, morfologiczne

ujęcie „śluzowców”, które były niegdyś zaliczane do królestwa grzybów (Adl i in., 2012; Shadwick i in., 2009; Kang i in., 2017).

Śluzowce przyspieszają obieg pierwiastków w przyrodzie i wpływają na występowanie poszczególnych organizmów od nich zależnych (m.in. owadów z rodziny *Sphindidae*). Kluczowe dla rozmieszczenia owocników śluzowców są wilgotność substratu, jego porowatość oraz zacienienie (Pawłowicz i in., 2025). Martwe drewno dzięki zdolności do utrzymywania wilgoci i bogactwu mikroflory stanowi optymalne siedlisko, plazmodium rozwija się na wilgotnych fragmentach kłód, a po zmianie fototaksji ujemnej na dodatnią wytwarza owocniki na oświetlonej powierzchni (Leontyev i in., 2019; Liu i in., 2013). Dotychczas opisano około 1100 gatunków śluzowców (Stephenson, 2023; Stephenson, Rojas, 2017), z czego w Polsce potwierdzono blisko 264 (Drozdowicz i in., 2003; Drozdowicz, 2014). Nie była dotąd jednak prowadzona kompleksowa analiza ich preferencji siedliskowych.

Materiały i metody

Przeanalizowano 622 udokumentowane stanowiska śluzowców na podstawie 30 recenzowanych opracowań opublikowanych do 1 V 2025 r. Każde notowanie przyporządkowano do jednej z ośmiu kategorii siedliskowych (Tabela 1). Eliminacja zapisów niepełnych lub niejednoznacznych pozwoliła uzyskać listę 199 gatunków należących do 36 rodzajów, pozyskaną z 16 publikacjach naukowych. Wszystkie obliczenia wykonano w R 4.3.3 (vegan 2.6-4, pairwiseAdonis 0.4, FSA 0.9.5) przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$ (R Core Team, 2025).

W celu oceny powiązań pomiędzy składem gatunkowym a strukturą siedlisk przeprowadzono szereg testów nieparametrycznych. Zależność liczebności 199 gatunków od klas siedlisk badano testem chi-kwadrat χ^2 ; najpierw dla czterech głównych klas, a następnie – dla pełnej, ośmioklasowej stratyfikacji i 36 rodzajów. Istotność różnic częstości występowania wybranych gatunków między lasami a terenami otwartymi weryfikowano testem Fishera. Różnice w łącznej liczebności rodzajów pomiędzy siedliskami analizowano testem Kruskala–Wallisa, a ewentualne kontrasty planowane oceniano testami Dunna.

Strukturę beta-różnorodności wizualizowano metodą nie-metrycznego skalowania wielowymiarowego (NMDS) opartą na odległości Bray-Curtisa (dwa wymiary, 20 losowych startów). Niezależność wyników ordynacji oceniano na podstawie wartości stress (0,0427), a wiarygodność rozdzielenia grup siedliskowych potwierdzano permutacyjną analizą wariancji.

Wyniki i dyskusja

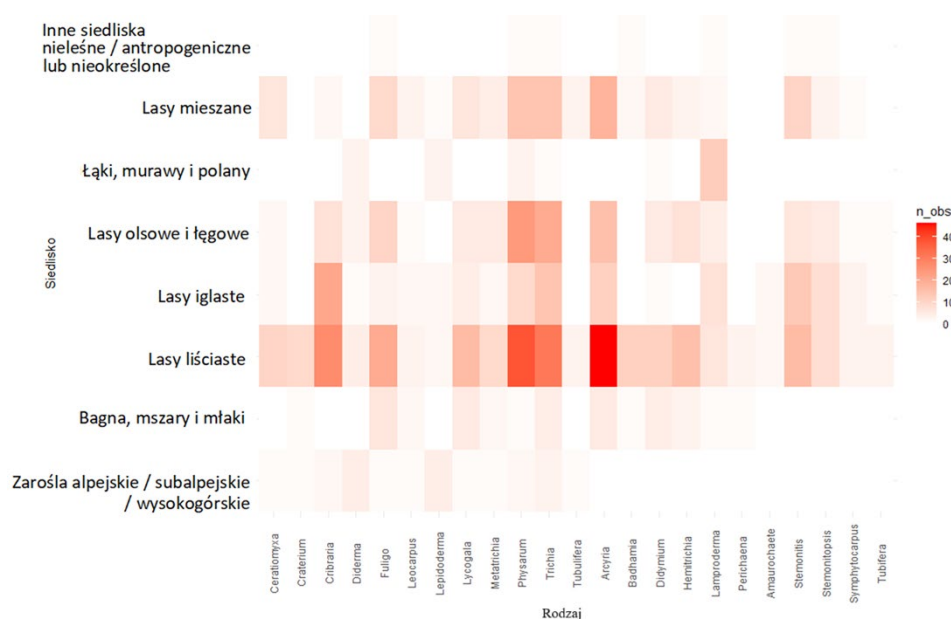
W całym analizowanym zbiorze danych odnotowano 622 obserwacje śluzowców, obejmujące 199 gatunków należących do 36 rodzajów (Tabela 1). Największe bogactwo gatunkowe stwierdzono w lasach liściastych (157 gatunków), a najmniejsze w siedliskach nieleśnych, antropogenicznych lub nieokreślonych (7 gatunków). Wynik ten sugeruje, że bogactwo śluzowców zwiększa się wraz z rosnącą złożonością strukturalną zbiorowisk roślinnych, co przekłada się na większą różnorodność nisz mikrośrodowiskowych dostępnych dla tych organizmów. Należy jednak pamiętać, że sama liczba obserwacji nie odzwierciedla w pełni obiektywnego zróżnicowania gatunkowego, ponieważ jest silnie uzależniona od intensywności badań inwentaryzacyjnych prowadzonych w poszczególnych typach siedlisk.

Zestawienie sześciu dominujących rodzajów ujawniło wyraźne zróżnicowanie ekologiczne: wszechobecne, lecz najobfitsze w siedliskach otwartych rodzaje *Physarum* i *Didymium* kontrastowały ze *Stemonitis* i *Trichia*, ograniczającymi się do litych lasów z dużą ilością martwego drewna, podczas gdy *Lamproderma* preferowały chłodne obszary wysokogórskie (alpejskie).

Niewielkie różnice zanotowano podczas analizy łącznej liczebności rodzajów między siedliskami (Kruskal–Wallis: $\chi^2 = 7,0$; $df = 7$; $p = 0,429$). Ordynacja NMDS (stress = 0,0427) oddzieliła jednak wilgotne lasy o złożonej strukturze od terenów otwartych, co potwierdza znaczenie mikroklimatu i substratu na występowanie poszczególnych gatunków śluzowców (rysunek 1).

Tabela 1. Rozkład gatunków i rodzajów śluzowców w ośmiu wyróżnionych typach siedlisk wraz z odniesieniami do odpowiedniej literatury

Kategoria siedliskowa	Liczba notowań	Liczba rodzajów	Źródła literaturowe
Lasy liściaste	236	36	Paul i in., 2024; Drozdowicz i in., 2012; Bochynek, Drozdowicz, 2012; Krzysztofiak, 2010; Gierczyk i in., 2020; Salamaga, 2021; Narkiewicz i in., 2019; Wilga, Ciechanowski, 2007; Bochynek, Drozdowicz, 2011; Bochynek, 2015; Ronikier i in., 2008; Ślusarczyk, 2010; Salamaga, 2013
Lasy iglaste	108	25	Paul i in., 2024; Krzysztofiak, 2010; Gierczyk i in., 2020; Narkiewicz i in., 2019; Bochynek, Drozdowicz, 2011; Bochynek, 2015; Ronikier i in., 2008
Lasy olsowe i łęgowe	105	23	Krzysztofiak, 2010; Gierczyk i in., 2020; Ślusarczyk, 2010; Salamaga, 2013
Lasy mieszane	98	22	Gierczyk i in., 2020; Ronikier i in., 2008; Ślusarczyk, 2010
Bagna, mszary i młaki	25	13	Krzysztofiak, 2010; Bochynek, 2015; Gierczyk i in., 2020
Zarośla alpejskie / subalpejskie / wysokogórskie	22	12	Paul i in., 2024; Narkiewicz i in., 2019; Ronikier i in., 2008
Łąki, murawy i polany	21	7	Bochynek, 2015; Ronikier i in., 2008
Inne siedliska nieleśne / antropogeniczne lub nieokreślone	7	6	Gierczyk i in., 2020; Bochynek, 2015



Rysunek 1. Mapa cieplna rodzajów *Myxogastria* w ośmiu kategoriach siedliskowych. Liczebności przedstawiają liczbę obserwacji (n_{obs}) odnotowanych dla każdego rodzaju w każdym typie siedliska

Analiza macierzy gatunków w czterech klasach siedlisk wykazała istotne odchylenie od niezależności ($\chi^2 = 366,24$; $df = 213$; $p = 8,0 \times 10^{-7}$), a dodatkowe rozbieżności na osiem siedlisk i 36 rodzajów wzmocniło ten efekt ($\chi^2 = 477,81$; $df = 245$; $p < 2,2 \times 10^{-16}$). Wynik ten potwierdza, że struktura siedliska silnie filtruje gatunki; przykładowo *Fuligo septica* i *Stemonitis axifera* występowały niemal wyłącznie w lasach, nie będąc notowanymi na terenach otwartych lub antropogenicznych (Fisher $p < 0,01$).

Wnioski

Analizy statystyczne potwierdzają, że skład gatunkowy śluzowców jest silnie determinowany przez typ siedliska: bardziej bioróżnorodne, zasobne w martwą materię organiczną zbiorowiska leśne wyraźnie oddzielają się od terenów o niższej złożoności biologicznej. Pomimo podobnej równomierności gatunkowej – rozumianej tutaj jako stopień wyrównania udziałów liczebnych poszczególnych gatunków w obrębie wspólnoty – lasy liściaste gromadzą najwyższe bogactwo gatunkowe. Wyraźne zróżnicowanie taksonomiczne odzwierciedla preferencje ekologiczne poszczególnych rodzajów: *Stemonitis* i *Trichia* dominują w zwartych drzewostanach, natomiast *Lamproderma* i *Cribraria* występują głównie w chłodnych, wilgotnych lasach górskich. Mozaikowe rozmieszczenie powierzchni leśnych i nieleśnych w krajobrazie podtrzymuje wysoką β -różnorodność.

Wstępne badania mogą również określić potencjalne gatunki wskaźnikowe, m.in. *Fuligo septica* i *Stemonitis axifera*, które w analizowanym zbiorze danych występowały wyłącznie na terenach lasów iglastych, liściastych i mieszanych, o dużej różnorodności gatunkowej drzewostanu. Wskaźniki ujawniają znaczne niedoszacowanie różnorodności w siedliskach ekstremalnych, takich jak tereny alpejskie i torfowiska, co podkreśla potrzebę intensywnych, powtarzanych badań inwentaryzacyjnych.

Bibliografia

- Adl S.M., Simpson A.G.B., Lane C.E., Lukeš J., Bass D., Bowser S.S., Brown M.W., Burki F., Dunthorn M., Hampl V., Heiss A., Hoppenrath M., Lara E., le Gall L., Lynn D. H., McManus H., Mitchell E.A.D., Mozley-Stanridge S.E., Parfrey L.W., Pawłowski J., Rueckert S., Shadwick L., Schoch C.L., Smirnov A., Spiegel F.W., *The revised classification of eukaryotes*, „Journal of Eukaryotic Microbiology”, 2012, 59(5), 429–493. doi.org/10.1111/j.1550-7408.2012.00644.x.
- Bochynek A., *First Polish records of myxomycetes rare in Europe*, „Acta Societatis Botanicorum Poloniae”, 2015, 84(4), 443–448. doi.org/10.5586/asbp.2015.044.
- Bochynek A., Drozdowicz A., *Martwe drewno jako mikrosiedlisko śluzowców w wybranych zbiorowiskach leśnych polskich Karpat*, „Roczniki Bieszczadzkie”, 2011, 19, 165–179.
- Bochynek A., Drozdowicz A., *Biota śluzowców (Myxomycetes) lasu użytkowanego gospodarczo w okolicy przysiółka Wyrchczadeczka (Beskid Śląski)*, „Sylvan”, 2012, 156(1), 57–63.
- Drozdowicz A., *Myxomycetes of the Białowieża Forest*, Białowieża Park Narodowy 2014.
- Drozdowicz A., Ronikier A., Stojanowska W., Panek E., *Myxomycetes of Poland — A checklist*, W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków 2003.
- Drozdowicz A., Szolc P., Bochynek A., Salamaga A., *Myxomycetes of the Lipówka Reserve in the Niepołomice old-growth forest (S Poland)*, „Acta Mycologica”, 2012, 47(1), 97–107. https://doi.org/10.5586/am.2012.011.
- Gierczyk B., Kujawa A., *Contribution to the knowledge of mycobiota of the Wielkopolski National Park (W Poland)*, „Acta Mycologica”, 2020, 55(1), 5515. doi.org/10.5586/am.5515.
- Kang S., Tice A.K., Spiegel F.W., Silberman J.D., Pánek T., Čepička I., Kostka M., Kosakyan A., Alcântara D.M.C., Roger A.J., Shadwick L.L., Smirnov A., Kudryavtsev A., Lahr D.J.G., Brown M.W., *Between a pod and a hard test: The deep evolution of amoebae*, „Molecular Biology and Evolution”, 2017, 34(9), 2258–2270. https://doi.org/10.1093/molbev/msx162.
- Krzysztof L., (ed.). *Śluzowce (Myxomycetes), grzyby (Fungi) i mszaki (Bryophyta) Wigierskiego Parku Narodowego*, Stowarzyszenie „Człowiek i Przyroda”, Suwałki 2010.
- Leontyev D.V., Schnittler M., Stephenson S.L., Novozhilov Y.K., Shchepin, O.N., *Towards a phylogenetic classification of the myxomycetes*, „Phytotaxa”, 2019, 399(3), 209–238. doi.org/10.11646/phytotaxa.399.3.5.
- Liu Q.S., Yan S.Z., Dai J.Y., Chen S.L., *Species diversity of corticolous myxomycetes in Tianmu Mountain National Nature Reserve, China*, „Canadian Journal of Microbiology”, 2013, 59(12), 803–813. doi.org/10.1139/cjm-2013-0360.
- Narkiewicz C., Pusz W., Kita W., Panek E., *Grzyby i śluzowce*, [in:] *Przyroda Karkonoskiego Parku Narodowego (2nd ed.)*, Karkonoski Park Narodowy 2019, pp. 339–358.

- Paul W., Janik P., Ronikier A., *Checklist of myxomycetes (Amoebozoa) of the Polish Tatra Mts*, „Acta Mycologica”, 2023, 58(1), 178396. doi.org/10.5586/am/178396.
- Pawłowicz T., Wilamowski K., Puchlik M., Żebrowski I., Micewicz G.M., Gabrysiak K. A., Borowik P., Malewski T., Zapora E., Wołkowicki M., Oszako, T., *Biologically Active Compounds in True Slime Molds and Their Prospects for Sustainable Pest and Pathogen Control*, „International Journal of Molecular Sciences”, 2025, 26(5), 1951. doi.org/10.3390/ijms26051951.
- Ronikier A., Ronikier M., Drozdowicz A., *Diversity of nivicolous myxomycetes in the Gorce Mountains – a low-elevation massif of the Western Carpathians*, „Mycotaxon”, 2008, 103, 337–352.
- Salamaga A., *Oligonema flavidum (Myxomycetes): A species new to Poland*, „Polish Botanical Journal”, 2013, 58(2), 747–749. doi.org/10.2478/pbj-2013-0074.
- Salamaga A.M., *The myxobiota of the Łagiewnicki Forest in Łódź (Central Poland)*, „Acta Mycologica”, 2021, 56(1), 561. doi.org/10.5586/am.561.
- Shadwick L.L., Spiegel F.W., Shadwick J.D.L., Brown M.W., Silberman J.D., *Eumycetozoa = Amoebozoa? SSU rDNA phylogeny of protosteloid slime molds and its significance for the Amoebozoan supergroup*, „PLOS ONE”, 2009, 4(8), e6754. doi.org/10.1371/journal.pone.0006754.
- Ślusarczyk D., *Some observations of slime moulds on wood and litter in beech forests*, „Acta Mycologica”, 2010, 45(2), 239–246.
- Ślusarczyk D.M., *First record of slime molds in Biebrza National Park (NE Poland)*, „Acta Mycologica”, 2021, 56, 564. doi.org/10.5586/am.564.
- Stephenson S.L., *Past and ongoing field-based studies of myxomycetes*. *Microorganisms*, 2023, 11(9), 2283. doi.org/10.3390/microorganisms11092283.
- Stephenson S.L., Rojas C.E., *Myxomycetes: Biology, systematics, biogeography and ecology*, Academic Press 2017.
- Wilga M.S., Ciechanowski M., *Ostoja grzybów wielkoowocnikowych i śluzowców w Lasach Oliwskich (Trójmiejski Park Krajo-
brazowy)*, „Chrońmy Przyrodę Ojczystą”, 2007, 63(6), 82–101.

Marek Grzegorzczuk

Uniwersytet w Siedlcach, Wydział Nauk Ścisłych i Przyrodniczych, Instytut Nauk Chemicznych

PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF $[\text{Re}(\text{CO})_3]^+$ COMPLEXES STUDIED BY NMR SPECTROSCOPY

Właściwości fizykochemiczne związków kompleksowych $[\text{Re}(\text{CO})_3]^+$
badane za pomocą spektroskopii NMR

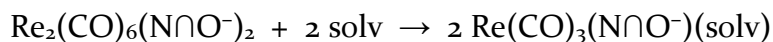
Streszczenie: W artykule przedstawiono wyniki badań dla związków kompleksowych jonu $[\text{Re}(\text{CO})_3]^+$ w zależności od struktury (dimeryczna oraz monomeryczna). Przedstawiono wyniki i wnioski dla pomiarów metod spektroskopii molekularnej FT-IR oraz NMR. Dodatkowo otrzymane wyniki badań eksperymentalnych zostały porównane z wynikami obliczeń DFT.

Słowa kluczowe: karbonyl renu, trikarbonylren(I), spektroskopia NMR, spektroskopia IR, solwoliza

Introduction

Understanding the structural and electronic features of organic and inorganic compounds is essential for rational design in both therapeutic and diagnostic applications. Tricarbonylrhenium(I) complexes of the general formula $[\text{Re}(\text{CO})_3(\text{L})]^+$ (where L is an organic ligand) have attracted significant attention in recent years due to their promising applications in medicinal chemistry, catalysis, and molecular imaging (Podolski-Renic et al., 2024). The characteristic $[\text{Re}(\text{CO})_3]^+$ core imparts notable stability, favourable photophysical properties, and well-defined coordination geometry (facial - *fac*- $[\text{Re}(\text{CO})_3]^+$ or meridional - *mer*- $[\text{Re}(\text{CO})_3]^+$ configuration), making them ideal candidates for systematic physicochemical studies.

The $[\text{Re}(\text{CO})_3]^+$ ion forms complex compounds with anionic $\text{N}\equiv\text{O}^-$ type chelating ligands, which can exist in both monomeric forms, such as $\text{Re}(\text{CO})_3(\text{N}\equiv\text{O}^-)\text{L}$ (where L is a neutral molecule, e.g., pyridine, acetonitrile, or dimethylsulfoxide), and dimeric forms, such as $\text{Re}_2(\text{CO})_6(\text{N}\equiv\text{O}^-)_2$ (Grzegorzczuk et al., 2011; Grzegorzczuk et al., 2014). A characteristic feature of dimeric tricarbonylrhenium(I) complexes is their propensity to undergo solvolysis, as illustrated in the general reaction scheme below.



While the precise mechanism and the factors governing the rate of solvolysis remain incompletely elucidated, the reaction typically yields species of the general formula $\text{Re}(\text{CO})_3(\text{N}\equiv\text{O}^-)(\text{solv})$, where “solv” denotes a coordinating solvent molecule. Coordination occurs via either an oxygen donor atom, as in dimethylsulfoxide (DMSO) or propylene carbonate, or a nitrogen donor atom, as in pyridine, acetonitrile (ACN), or benzonitrile.

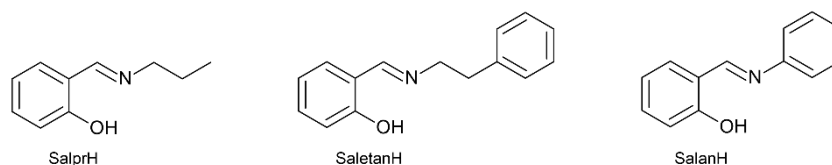


Figure 1. Formulas of imine ligands of the $\text{N}\equiv\text{OH}$ type.

Discussion

Three ligands, presented in Figure 1, were used for the synthesis of tricarbonylrhenium(I) complexes. The resulting dimeric forms were characterized by mass spectrometry, elemental analysis, NMR, IR, and UV-Vis spectroscopy. The dimeric structures were confirmed based on X-ray data for rhenium(I) complexes with SalprH and SalanH ligands (Grzegorzczuk et al., 2011). In the case of rhenium(I) complex with SaletanH, although direct structural confirmation was not obtained, its dimeric formulation is strongly supported by the structural similarity of the ligand, along with consistent findings from NMR, IR, UV-Vis, mass spectrometry, and elemental analysis, all suggesting a comparable geometry around the *fac*- $[\text{Re}(\text{CO})_3]^+$ core. The next research stage was to transform the dimeric forms into monomeric ones using an appropriately selected solvent - DMSO, dimethylformamide (DMF), ACN. The speed and efficiency of the solvolysis reaction were examined. The progress and monitoring of the solvolysis reaction were examined using UV-Vis and NMR spectroscopy. The solvolysis reaction is characterized by the quantitative nature of the reaction. The confirmation of the quantitative reaction is the practical disappearance of signals observed in the first minutes of NMR measurements for dimeric tricarbonylrhenium(I) complexes after a few hours. In the ^1H NMR spectrum, new peaks appear from the newly formed monomeric complex, which become increasingly intense with time. The observation is most evident for the imine hydrogen atom - $\text{CH}=\text{N}$ (in the characteristic range: 8.3 – 9.1 ppm). On the UV-Vis spectrum of reaction products, a new relatively intense absorption band appears, usually located above 400 nm (for all used solvents, i.e., DMSO, DMF, pyridine, ACN, or benzonitrile).

In the ^1H NMR spectra recorded for the tested dimeric tricarbonylrhenium(I) complexes, no signal originating from the hydroxyl hydrogen atom was observed (the signal in the spectrum for uncomplexed/free imine ligands is observed in the range above 12.5 ppm), which indicates the presence of fully deprotonated ($\text{N}\equiv\text{O}^-$) NOH type ligands. The signal originating from the proton of the imine group of the Schiff base ($\text{HC}=\text{N}$) occurs in the ^1H NMR spectra (in CDCl_3 solution) in the characteristic range: 7.8 – 9.0 ppm (8.2 – 9.0 ppm for the studied ligands; 8.3 – 9.1 ppm for the studied dimeric complexes).

In the case of the dimeric complex $\text{Re}_2(\text{CO})_6(\text{Salpr})_2$, the signal from the CH_2 groups, forming a bond with the imine nitrogen atom, is observed at two values – 4.14 ppm and 4.31 ppm (Figure 2) in

CDCl_3 solution. The intensities of both of these signals are comparable. The fact that two hydrogen atoms at the same carbon atom are observed at two different shift values in the ^1H NMR spectrum indicates that these hydrogen atoms are chemically inequivalent. This means that in the obtained tricarbonylrhenium(I) complex compound, as a result of symmetry and conformational averaging, there are two inequivalent pairs of equivalent nuclei (with different J_{HH} coupling constants), and the contour and distribution of the signals in the ^1H NMR spectrum indicate a typical ABX_2 system (Garbisch Jr., 1968). One hydrogen atom of the CH_2 group from the first monomeric subunit is not equivalent to the second hydrogen atom from the same group in the same monomeric subunit of the complex. This is due to the fact that the hydrogen atoms are located at different distances from the carbonyl groups in the structure of this molecule. In the second monomeric subunit of the complex, the situation is analogous, which results in the observed multiplets, at the indicated chemical shifts, in the ^1H NMR spectrum recorded in CDCl_3 solution. For the next studied dimeric complex compound, $\text{Re}_2(\text{CO})_6(\text{Saletan})_2$, which also has a CH_2 group in its structure, forming a bond with the imine nitrogen atom, the signal from this group is in the form of a multiplet occurring in the range of 4.40 – 4.60 ppm. Most likely, here too, there is an inequality of both hydrogen atoms of the CH_2 group, and the resulting signal is also a typical ABX_2 system, but too small differences in the coupling constants prevent a much more accurate analysis of the observed multiplet.

On the basis of the ^1H NMR spectra performed for dimeric complexes of the $[\text{Re}(\text{CO})_3]^+$ ion in deuterated solvents such as $\text{DMSO}-d_6$, $\text{DMF}-d_7$, and ACN , it can be observed that a solvolysis reaction occurs during sample holding. Detailed analysis results are presented in Table 1. For most of the studied rhenium(I) complexes, it was not possible to obtain readable ^{13}C NMR spectra, mainly due to the too low solubility of the obtained compounds in popular deuterated solvents (such as CDCl_3 , CD_2Cl_2 , $\text{DMSO}-d_6$, $\text{DMF}-d_7$, methanol- d_4 or acetonitrile- d_3). Additionally, the fact that dimeric complexes of the $\text{Re}_2(\text{CO})_6(\text{N}\cap\text{O}^-)_2$ type undergo spontaneous solvolysis already at room temperature (293 K) reduces the possibility of using some solvents for ^{13}C NMR studies. For the ^1H and ^{13}C NMR, the experimental results obtained for complexes are in accordance with the density functional theory (DFT) calculation values. For the DFT calculations, the hybrid B3LYP method and the LanL2DZ basis set in the Gaussian software (versions ogw and 16w) were used. The calculated NMR spectra obtained through quantum mechanical modelling are quite close to the experimental values, with differences in the chemical shifts not exceeding 0.2 ppm (^1H NMR) or 3 ppm (^{13}C NMR).

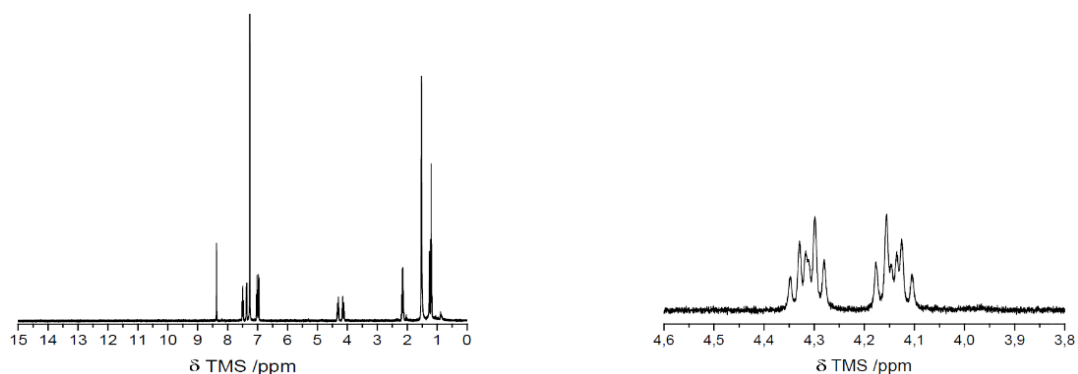


Figure 2. ^1H NMR spectrum of the complex compound $\text{Re}_2(\text{CO})_6(\text{Salpr})_2$ recorded in solution in CDCl_3

Table 1. Chemical shifts [ppm] for ^1H NMR of rhenium(I) complexes, depending on the solvent used

Compound and used solvent	Chemical shifts [ppm]
$\text{Re}_2(\text{CO})_6(\text{Salpr})_2$ CDCl_3	1,20 (t, $J = 7,4$ Hz, 3H, CH_3); 2,16 (sextet, $J = 7,7$ Hz, 2H, CH_2); 4,14 (m, 1H, $\text{CH}_2\text{-N}$); 4,31 (m, 1H, $\text{CH}_2\text{-N}$); 6,96 (d, $J = 8,2$ Hz, 1H, Ar); 7,02 (t, $J = 7,5$ Hz, 1H, Ar); 7,37 (d, $J = 6,5$ Hz, 1H, Ar); 7,50 (t, $J = 8,6$ Hz, 1H, Ar); 8,37 (s, 1H, CH=N)
$\text{Re}_2(\text{CO})_6(\text{Salpr})_2$ $\text{DMSO-}d_6$	1,17 (t, $J = 7,3$ Hz, 3H, CH_3); 2,12 (sextet, $J = 7,5$ Hz, 2H, CH_2); 3,80-4,20 (m, 2H, $\text{CH}_2\text{-N}$); 6,79 (d, $J = 8,1$ Hz, 1H, Ar); 6,99 (t, $J = 7,8$ Hz, 1H, Ar); 7,29 (d, $J = 7,4$ Hz, 1H, Ar); 7,55 (t, $J = 8,0$ Hz, 1H, Ar); 8,89 (s, 1H, CH=N)
$\text{Re}_2(\text{CO})_6(\text{Salpr})_2$ $\text{DMF-}d_7$	1,17 (t, $J = 7,3$ Hz, 3H, CH_3); 2,13 (sextet, $J = 7,4$ Hz, 2H, CH_2); 3,85-4,15 (m, 2H, $\text{CH}_2\text{-N}$); 6,85 (d, $J = 8,0$ Hz, 1H, Ar); 7,00 (t, $J = 7,7$ Hz, 1H, Ar); 7,28 (d, $J = 7,3$ Hz, 1H, Ar); 7,53 (t, $J = 8,0$ Hz, 1H, Ar); 8,75 (s, 1H, CH=N)
$\text{Re}_2(\text{CO})_6(\text{Saletan})_2$ CDCl_3	3,61 (t, $J = 7,5$ Hz, 2H, $\text{CH}_2\text{-Ph}$); 4,40-4,60 (m, 2H, $\text{CH}_2\text{-N}$); 6,95-7,11 (m, 2H, Ar/Ph); 7,2-7,45 (m, 7H, Ar/Ph); 8,34 (s, 1H, CH=N)
$\text{Re}_2(\text{CO})_6(\text{Saletan})_2$ $\text{DMSO-}d_6$	3,48 (t, $J = 7,4$ Hz, 2H, $\text{CH}_2\text{-Ph}$); 4,10-4,50 (m, 2H, $\text{CH}_2\text{-N}$); 6,90-7,09 (m, 2H, Ar/Ph); 7,2-7,40 (m, 7H, Ar/Ph); 8,79 (s, 1H, CH=N)
$\text{Re}_2(\text{CO})_6(\text{Saletan})_2$ $\text{DMF-}d_7$	3,52 (t, $J = 7,4$ Hz, 2H, $\text{CH}_2\text{-Ph}$); 4,15-4,55 (m, 2H, $\text{CH}_2\text{-N}$); 6,95-7,10 (m, 2H, Ar/Ph); 7,25-7,50 (m, 7H, Ar/Ph); 8,77 (s, 1H, CH=N)
$\text{Re}_2(\text{CO})_6(\text{Salan})_2$ CDCl_3	6,64 (d, $J = 8,6$ Hz, 1H, Ar); 7,01 (t, $J = 7,4$ Hz, 1H, Ar); 7,42 (t, $J = 7,2$ Hz, 2H, Ph); 7,48 (t, $J = 7,3$ Hz, 1H, Ph); 7,58 (d, $J = 7,3$ Hz, 2H, Ph); 7,64 (t, $J = 7,7$ Hz, 2H, Ar); 8,47 (s, 1H, CH=N)
$\text{Re}_2(\text{CO})_6(\text{Salan})_2$ $\text{DMSO-}d_6$	6,69 (d, $J = 8,1$ Hz, 1H, Ar); 6,98 (t, $J = 8,9$ Hz, 1H, Ar); 7,11 (t, $J = 7,6$ Hz, 1H, Ar); 7,50-7,58 (m, 1H, Ar); 7,61 (d, $J = 7,4$ Hz, 1H, Ph); 7,75 (t, $J = 7,8$ Hz, 2H, Ph); 7,84 (d, $J = 7,6$ Hz, 1H, Ar); 9,04 (s, 1H, CH=N)
$\text{Re}_2(\text{CO})_6(\text{Salan})_2$ $\text{DMF-}d_7$	6,70 (d, $J = 8,0$ Hz, 1H, Ar); 7,07 (t, $J = 8,6$ Hz, 1H, Ar); 7,10 (t, $J = 7,5$ Hz, 1H, Ar); 7,50-7,60 (m, 1H, Ar); 7,64 (d, $J = 7,4$ Hz, 1H, Ph); 7,79 (t, $J = 7,5$ Hz, 2H, Ph); 7,85 (d, $J = 7,6$ Hz, 1H, Ar); 9,00 (s, 1H, CH=N)
$\text{Re}(\text{CO})_3(\text{Salpr})(\text{DMSO-}d_6)$ $\text{DMSO-}d_6$	1,15 (t, $J = 7,3$ Hz, 3H, CH_3); 2,12 (sextet, $J = 7,5$ Hz, 2H, CH_2); 3,22-3,78 (m, 2H, $\text{CH}_2\text{-N}$); 6,72 (t, $J = 8,0$ Hz, 1H, Ar); 6,85 (d, $J = 7,8$ Hz, 1H, Ar); 7,19 (d, $J = 7,2$ Hz, 1H, Ar); 7,31 (t, $J = 8,1$ Hz, 1H, Ar); 8,39 (s, 1H, CH=N)
$\text{Re}(\text{CO})_3(\text{Saletan})(\text{DMSO-}d_6)$ $\text{DMSO-}d_6$	3,52 (t, $J = 7,4$ Hz, 2H, $\text{CH}_2\text{-Ph}$); 4,15-4,50 (m, 2H, $\text{CH}_2\text{-N}$); 7,00-7,11 (m, 2H, Ar/Ph); 7,20-7,40 (m, 7H, Ar/Ph); 8,92 (s, 1H, CH=N)
$\text{Re}(\text{CO})_3(\text{Salan})(\text{DMSO-}d_6)$ $\text{DMSO-}d_6$	6,63 (t, $J = 7,3$ Hz, 1H, Ar); 6,85 (d, $J = 8,8$ Hz, 1H, Ar); 7,22 (d, $J = 7,2$ Hz, 2H, Ph); 7,31 (t, $J = 8,1$ Hz, 1H, Ar); 7,38 (d, $J = 6,9$ Hz, 1H, Ar); 7,46 (t, $J = 7,6$ Hz, 2H, Ph); 7,47 (t, $J = 7,9$ Hz, 1H, Ar); 8,42 (s, 1H, CH=N)
$\text{Re}(\text{CO})_3(\text{Salpr})(\text{DMF-}d_7)$ $\text{DMF-}d_7$	1,16 (t, $J = 7,2$ Hz, 3H, CH_3); 2,12 (sextet, $J = 7,2$ Hz, 2H, CH_2); 3,37-3,95 (m, 2H, $\text{CH}_2\text{-N}$); 6,78 (t, $J = 8,0$ Hz, 1H, Ar); 6,99 (d, $J = 7,8$ Hz, 1H, Ar); 7,19 (d, $J = 7,2$ Hz, 1H, Ar); 7,36 (t, $J = 8,0$ Hz, 1H, Ar); 8,37 (s, 1H, CH=N)
$\text{Re}(\text{CO})_3(\text{Saletan})(\text{DMF-}d_7)$ $\text{DMF-}d_7$	3,50 (t, $J = 7,3$ Hz, 2H, $\text{CH}_2\text{-Ph}$); 4,14-4,35 (m, 2H, $\text{CH}_2\text{-N}$); 7,00-7,12 (m, 2H, Ar/Ph); 7,20-7,40 (m, 7H, Ar/Ph); 8,88 (s, 1H, CH=N)
$\text{Re}(\text{CO})_3(\text{Salan})(\text{DMF-}d_7)$ $\text{DMF-}d_7$	6,65 (t, $J = 7,2$ Hz, 1H, Ar); 6,85 (d, $J = 8,6$ Hz, 1H, Ar); 7,20 (d, $J = 7,2$ Hz, 2H, Ph); 7,30 (t, $J = 8,0$ Hz, 1H, Ar); 7,42 (d, $J = 6,9$ Hz, 1H, Ar); 7,51 (t, $J = 7,5$ Hz, 2H, Ph); 7,61 (t, $J = 7,8$ Hz, 1H, Ar); 8,33 (s, 1H, CH=N)

Based on the ^1H NMR spectra performed for dimeric complex compounds of the $\text{fac-}[\text{Re}(\text{CO})_3]^+$ ion in the deuterated solvent e.g., $\text{DMSO-}d_6$, it can be observed that a solvolysis reaction occurs during the sample holding time. On the ^1H NMR spectra recorded for the complex compound

$\text{Re}_2(\text{CO})_6(\text{Salan})_2$ in $\text{DMSO-}d_6$, at different time intervals (immediately after dissolving the sample, after approx. 24/48/96 hours from dissolving), the solvolysis reaction is observed. These changes can be best observed on the example of two characteristic signals, at 9.04 ppm and at 8.42 ppm (Figure 3). Both observed signals are in the form of singlets and originate from the imine hydrogen atom. In the ^1H NMR spectrum, performed immediately after dissolving the complex in $\text{DMSO-}d_6$, only the signal at 9.04 ppm is observed (the signal at 8.42 ppm is about 1% of the intensity compared to the signal at 9.04 ppm), while the signals occurring in the range of 6.5 – 8.0 ppm are in the form of easy-to-interpret doublets and triplets. The signal located at 8.42 ppm is clearly visible after 24 hours from dissolution and its intensity is greater than the signal observed at 9.04 ppm. The signals recorded in the range of 6.5 – 8.0 ppm are “dubbled” and challenging to decipher, often taking the form of multiplets. In the ^1H NMR spectrum taken 96 hours after dissolution, only a signal at 8.42 ppm is observed for the imine hydrogen atom. In the range of 6.5 – 8.0 ppm, signals are again observed in the form of only doublets and triplets, which have been slightly shifted in relation to the spectrum recorded immediately after dissolving $\text{Re}_2(\text{CO})_6(\text{Salan})_2$ in $\text{DMSO-}d_6$. This means that the solvolysis reaction taking place here is quantitative, and the recorded ^1H NMR spectrum after 96 hours presents only peaks for the $\text{Re}(\text{CO})_3(\text{Salan})(\text{DMSO-}d_6)$ compound. The recorded spectrum for all dimeric complexes is similar for the $\text{DMF-}d_7$ solvent.

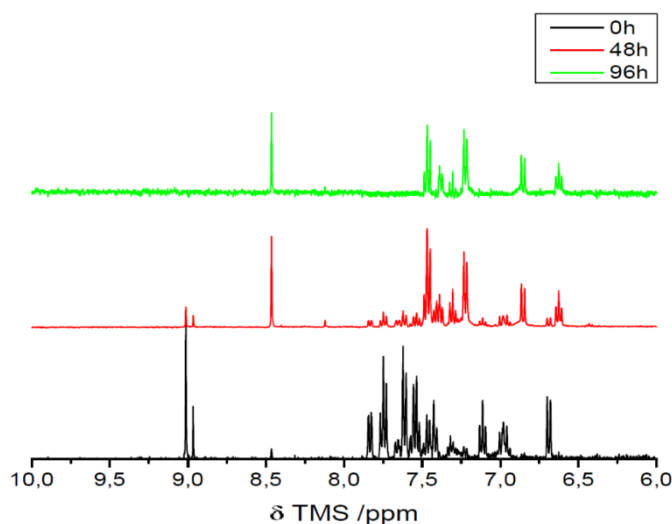


Figure 3. ^1H NMR spectra of the dimeric complex $\text{Re}_2(\text{CO})_6(\text{Salan})_2$ recorded in solution in $\text{DMSO-}d_6$ at different time intervals – 0h, 48h, 96h from dissolution.

For all dimeric and monomeric complexes, only facial geometry was obtained (*fac*- $\text{Re}_2(\text{CO})_6(\text{N}\text{NO}^-)_2$ or *fac*- $\text{Re}(\text{CO})_3(\text{N}\text{NO}^-)(\text{solv})$). Nevertheless, according to the recorded UV-Vis spectra, after the solvolysis reaction of dimeric compounds, a transformation from the facial isomer of the $\text{Re}(\text{CO})_3(\text{N}\text{NO}^-)(\text{solv})$ complex into the meridional isomer via a photoisomerization process can be observed. This process was not studied. However, on one spectrum, after a long standstill (more than 7 days) of the NMR tube, new signals appear on the newly recorded spectrum (for the $\text{Re}(\text{CO})_3(\text{Salan})(\text{DMSO-}d_6)$). Their identification was not studied, nor was it analyzed whether they definitely come from isomerization or decomposition. However, for this class of complexes, this aspect should also be taken into account in further research (Grzegorzczak, 2024).

Conclusion

This study presents a comprehensive spectroscopic analysis of selected *fac*- $[\text{Re}(\text{CO})_3]^+$ complexes bearing NNO^- ligands, with a focus on how structural variations in the ligand framework

influence the physicochemical properties of the tricarbonylrhenium(I) core. The complexes were characterized primarily by NMR spectroscopy, enabling detailed chemical shift assignments and insights into coordination environments. Depending on the ligand structure, the complexes exist either as monomeric species of the type $(\text{Re}(\text{CO})_3(\text{N}\equiv\text{O}^-)(\text{L}))$ or as a dimeric forms $(\text{Re}_2(\text{CO})_6(\text{N}\equiv\text{O}^-)_2)$, with solvolysis occurring in various coordinating solvents. The interpretation of experimental data was further supported by DFT calculations, which showed excellent agreement with the recorded NMR spectra, thereby validating the applied computational approach. Overall, the results underscore the interplay between coordination geometry, ligand effects, and spectroscopic response in tricarbonylrhenium(I) complexes.

Bibliography

- Garbisch Jr. E.W., *Analysis of complex NMR spectra for the organic chemist: III. Four spin systems of the ABC_2 , ABX_2 , ABK_2 , AA'BB' , and AA'XX' types*, „Journal of Chemical Education”, 1968, 45(7), 480-493. <https://doi.org/10.1021/ed045p480>.
- Grzegorzczak M., Kapturkiewicz A., Nowacki J., Trojanowska A., *Center-symmetric dimeric $\text{Re}(\text{CO})_3^+$ complexes with Schiff base derivatives of salicylic aldehyde*, „Inorganic Chemistry Communications”, 2011, 14(11), 1773-1776. doi.org/10.1016/j.inoche.2011.08.006.
- Grzegorzczak M., Kapturkiewicz A., Sanjuan-Szklarz F.W., Nowacki J., *Monomeric complexes of $\text{Re}(\text{CO})_3^+$ ion with tridentate $\text{N}\equiv\text{N}\equiv\text{O}^-$ ligands - Schiff base derivatives of salicylic aldehyde*, „Inorganic Chemistry Communications”, 2014, 46, 103-106. doi.org/10.1016/j.inoche.2014.05.007.
- Grzegorzczak M., *Physicochemical properties of complexes of the $[\text{Re}(\text{CO})_3]^+$ ion depending on the fac/mer geometry*, [in:] A.O. Drózd, M.M. Długolecka-Pietrzak, A.B. Frankowska-Maciejewska, J.D. Kozłowiec & M.M. Truba (eds.), *XXI Konferencja Studenckich i Doktoranckich Kół Naukowych „Nauka i sztuka młodych wobec wyzwań współczesnego świata”* (Siedlce, 9 września 2024 r.), (pp.77-80), Wydawnictwo Uniwersytetu w Siedlcach.
- Podolski-Renic A., Cipak-Gasparovic A., Valente A., Lopez O., Bormio-Nunes J.H., Kowol C.R., Heffeter P., Filipovic N.R., *Schiff bases and their metal complexes to target and overcome (multidrug) resistance in cancer*, „European Journal of Medicinal Chemistry”, 2024, 270, 116363. doi.org/10.1016/j.ejmech.2024.116363.

Marek Grzegorzczak

Uniwersytet w Siedlcach, Wydział Nauk Ścisłych i Przyrodniczych, Instytut Nauk Chemicznych

ADVANCES IN RHENIUM(I) COMPLEXES IN MEDICINAL CHEMISTRY

Znaczenie związków kompleksowych renu(I) w chemii medycznej

Streszczenie: Związki kompleksowe renu(I) przyciągają coraz większe zainteresowanie w chemii medycznej ze względu na ich obiecującą aktywność biologiczną, szczególnie właściwości przeciwbakteryjne i przeciwnowotworowe. Niniejszy artykuł przeglądowy przedstawia najnowsze osiągnięcia w tej dziedzinie, koncentrując się na aktywności biologicznej tych związków kompleksowych, ze szczególnym uwzględnieniem ich właściwości biomedycznych i potencjalnych zastosowań terapeutycznych i diagnostycznych.

Słowa kluczowe: karbonyl renu, trikarbonyloren(I), aktywność przeciwnowotworowa, obrazowanie diagnostyczne, aktywność biologiczna

Introduction

Rhenium (Re), a transition metal with unique physicochemical properties, has garnered increasing attention in medicinal chemistry, particularly for its applications in cancer therapy and antibacterial treatments (Brink et al., 2022; Huang et al., 2021). Moreover, rhenium can also be employed in diagnostic imaging (Berry et al., 2012; Huang et al., 2021; Uccelli et al., 2022). Rhenium(I) complexes, especially tricarbonyl species ($[\text{Re}(\text{CO})_3]^+$), exhibit considerable therapeutic potential due to their structural stability and ability to coordinate a wide variety of ligands. This review highlights recent

advances in the biological activity of these complexes, with a particular focus on their anticancer and antibacterial effects, as well as their photoactivation properties (Ajay et al., 2022; Bauer et al., 2019).

Re(I) tricarbonyl complexes exhibit a stable coordination framework, consisting of a central rhenium atom bound to three carbonyl ligands and additional donor ligands. Depending on the nature and denticity of these ligands (mono-, bi-, or tridentate), one to three coordination sites may be occupied, leading to the formation of complexes with diverse geometries, including facial (*fac*) and meridional (*mer*) isomers. These complexes may also exist in monomeric or dimeric forms (Grzegorzczuk et al., 2011; Grzegorzczuk et al., 2014; Grzegorzczuk, 2024).

Review

The resulting structural diversity plays a crucial role in determining their biological interactions and overall stability. It is very important to investigate the stability of the ligand and the complex itself in biological solvents or biological media. Improving the stability of ligands includes optimising the structure design to prevent decomposition and enhance cellular uptake. Improving the stability of complexes includes blocking labile positions, using strong donating atoms, or optimising the geometry of the obtained complexes. The next development phase of effective anticancer agents typically begins with the selection of compounds based on their *in vitro* activity, which is commonly assessed by evaluating their impact on the proliferation of relevant cell lines and determining the half-maximal inhibitory concentration (IC_{50}) following treatment with the test compound.

The ligand types, such as N-donor ligands (N $\cap$ N-type chelating ligand, where N is a nitrogen atom, which forms a coordinate bond with the rhenium atom) from phenanthrolines or from 2,2'-bipyridyl, significantly impact the properties and efficacy of these tricarbonylrhenium(I) complexes. These compounds are known to have high anti-proliferative activity in human cancer cell lines ($[Re(N\cap N)(CO)_3(H_2O)][CF_3SO_3]$, where N $\cap$ N is a 1,10-phenanthroline or 2,2'-bipyridyl) (Knopf et al., 2017). Replacement of one of the ligands to the thiolato derivative resulted in newly formed complexes exhibiting reduced anticancer activity. N $\cap$ N-type chelating ligands, often derived from phenanthrolines or 2,2'-bipyridyl, enhance the complexes' lipophilicity and facilitate cellular uptake. Their photo-physical properties are critical for developing effective photoactivated therapeutic agents. Especially, luminescent and phosphorescent properties enable rhenium complexes to be used in imaging and tracking morphological changes within targeted organelles of cancer cells *in vivo*. Although less common, thiolato ligands can significantly improve cellular uptake and stability in biological media. They can block labile axial positions, preventing decomposition and enhancing therapeutic efficacy. Nevertheless, substituting H_2O ligands with thiolato ligands in Re(I) complexes may decrease antiproliferative activity and reduce cellular uptake in human cancer cell lines. This may be due to the loss of an active transport mechanism typically associated with cationic metal complexes. The similarity of thiolato derivatives to natural amino acids and peptides (cysteine and glutathione) may affect the rate of metabolism of rhenium complexes (Levina et al., 2024).

Tridentate ligands (N $\cap$ N $\cap$ N, N $\cap$ N $\cap$ O, or N $\cap$ O $\cap$ O) are usually constructed in such a way that, on the one hand, they provide a very stable coordination to the rhenium atom and, on the other hand, they contain an attached biological carrier (e.g., cholic acid) (Betts et al., 2020). The biological carrier used can have various functions in molecule – can act as a facilitator of penetrating biological barriers, as a detector of specific receptors, proteins in the body, as an amplifier of photoactivating action, especially in diagnostics. In some cases, the structure of the ligand, which consists of a biological carrier and a coordinating part, already significantly increases the biological effect, e.g., antibacterial. The presence of a metal atom does not affect the main ligand properties in some cases (Łyczko et al., 2024). The metal atom may have another use unrelated to a biological activity. Photoactivation of the tricarbonylrhenium(I) compounds can be applied in diagnostics, especially when the quantum efficiency of

luminescence is high and the ligand is protein-specific or receptor-specific. Additionally, photoactivation can modulate the activity of the tricarbonylrhenium(I) compounds (Kushwaha et al., 2024).

The epidermal growth factor receptor (EGFR) is a critical regulator of cellular proliferation and survival, with its overexpression implicated in numerous malignancies, particularly non-small cell lung cancer. Although EGFR-targeting tyrosine kinase inhibitors are a mainstay of targeted therapy, the development of acquired resistance and tumour relapse remains a major clinical obstacle. In this context, emerging studies suggest that certain rhenium(I) complexes may offer a promising complementary or alternative strategy, potentially overcoming resistance mechanisms through distinct modes of action, including redox modulation or interference with intracellular signaling pathways. Rhenium(I) complex compounds with such properties have very diverse ligands, from bidentate NNN type (pyridine and imine nitrogen atoms) to tridentate NNNNO, NNSNO, and NNOOO type. Some rhenium(I) (as well as technetium(I)) complexes have significant radiosensitivity in cancer cells, suggesting their potential in combined modality treatments (Triantopoulou et al., 2024).

Not only ligands containing N, O, or S atoms may coordinate to the rhenium atom, but it can also be a ligand containing P donor atoms. The ^{188}Re complex with PNP type ligand (1-hydroxyethylidene-1,1-diphosphonate) is a well-known palliative agent in the oncological treatment of painful bone metastases, especially in patients with prostate cancer. Clinical studies on ^{186}Re and ^{188}Re compounds have confirmed their significant value in nuclear medicine, and this complex is increasingly administered earlier, in the case of early stages of the disease, not only to relieve pain, but also to delay the onset of the next pain attack, and even to prolong life. This rhenium compound has been used in hospitals for two decades (Liepe, 2018; Liepe et al., 2000).

Summary

The article presents a review of the diverse biological and medicinal properties of the rhenium(I) complexes. These properties, ranging from their physicochemical nature to their potential use in medical diagnostics and therapy, are intriguing and warrant further exploration. Due to the specific structure of the ligand, these complexes can be used in therapy (anticancer and antibacterial activities), and rhenium radioisotopes (^{186}Re , ^{188}Re) can also be used for therapy in nuclear medicine. In the development of radiopharmaceuticals, wherein the model complexes incorporate a radioactive isotope, additional considerations must be taken into account, including isotopic purity, radioactive half-life, isotope availability and cost, as well as the associated radiation dose. It is essential to select the appropriate ligand, which will provide the entire structure's physicochemical stability and easy permeability through biological barriers. An additional advantage in constructing a ligand is the ease of binding to proteins, enzymes or receptors in the body. Similarly, evaluating the toxicity profile is essential for balancing the therapeutic efficacy and safety of the rhenium(I) complexes. The future of rhenium(I) compounds is evidenced by the fact that they are already mainly used in nuclear medicine and medicinal diagnostic, and new clinical trials are constantly being conducted on the next "probably better" molecules to improve the comfort of our lives (Uccelli et al., 2022; Podolski-Renic et al., 2024).

Bibliography

- Ajay S.S., Vaibhavi N., Binoy K., Utpal D., Priyankar P., *Target-specific mononuclear and binuclear rhenium(I) tricarbonyl complexes as upcoming anticancer drugs*, „RSC Advances”, 2022, 12(31), 20264-20295. doi.org/10.1039/D2RA03434D.
- Bauer E.B., Haase A.A., Reich R.M., Crans D.C., Kuhn F.E., *Organometallic and coordination rhenium compounds and their potential in cancer therapy*, „Coordination Chemistry Reviews”, 2019, 393, 79-117. doi.org/10.1016/j.ccr.2019.04.014.
- Berry D.J., de Rosales R.T.M., Charoenphun P., Blower P.J., *Dithiocarbamate complexes as radiopharmaceuticals for medical imaging*, „Mini-Reviews in Medicinal Chemistry”, 2012, 12(12), 1174-1183. https://doi.org/10.2174/138955712802762112
- Betts J.W., Roth P., Patrick C.A., Southam H.M., La Ragione R.M., Poole R.K., Schatzschneider U., *Antibacterial activity of Mn(I) and Re(I) tricarbonyl complexes conjugated to a bile acid carrier molecule*, „Metallomics”, 2020, 12(10), 1563-1575. doi.org/10.1039/d0mt00142b.

- Brink A., Jacobs F.J.F., Helliwell J.R., *Trends in coordination of rhenium organometallic complexes in the Protein Data Bank*, „IUCr”, 2022, 9, 180-193. doi.org/10.1107/S205225222000665.
- Grzegorzczak M., Kapturkiewicz A., Nowacki J., Trojanowska A., *Center-symmetric dimeric $\text{Re}(\text{CO})_3^+$ complexes with Schiff base derivatives of salicylic aldehyde*, „Inorganic Chemistry Communications”, 2011, 14(11), 1773-1776. doi.org/10.1016/j.inoche.2011.08.006.
- Grzegorzczak M., Kapturkiewicz A., Sanjuan-Szklarz F.W., Nowacki J., *Monomeric complexes of $\text{Re}(\text{CO})_3^+$ ion with tridentate $\text{N}\cap\text{N}\cap\text{O}^-$ ligands - Schiff base derivatives of salicylic aldehyde*, „Inorganic Chemistry Communications”, 2014, 46, 103-106. doi.org/10.1016/j.inoche.2014.05.007.
- Grzegorzczak M., *Physicochemical properties of complexes of the $[\text{Re}(\text{CO})_3]^+$ ion depending on the fac/mer geometry*, [in:] A.O. Drózd, M. M. Długolecka-Pietrzak, A. B. Frankowska-Maciejewska, J. D. Kozłowiec, & M. M. Truba (eds.), *XXI Konferencja Studenckich i Doktoranckich Kół Naukowych „Nauka i sztuka młodych wobec wyzwań współczesnego świata”* (Siedlce, 9 września 2024 r.), (pp.77-80), Wydawnictwo Uniwersytetu w Siedlcach.
- Huang Z., Wilson J.J., *Therapeutic and Diagnostic Applications of Multimetallic Rhenium(I) Tricarbonyl Complexes*, „European Journal of Inorganic Chemistry”, 2021, 2021(14), 1312-1324. doi.org/10.1002/ejic.202100031
- Knopf K.M., Murphy B.L., MacMillan S.N., Baskin J.M., Barr M.P., Boros E., Wilson J.J., *In Vitro Anticancer Activity and in Vivo Biodistribution of Rhenium(I) Tricarbonyl Aqua Complexes*, „Journal of the American Chemical Society”, 2017, 139(40), 14302-14314. doi.org/10.1021/jacs.7b08640
- Kushwaha R., Upadhyay A., Saha S., Yadav A.K., Bera A., Dutta A., Banerjee S., *Cancer phototherapy by CO releasing terpyridine-based $\text{Re}(\text{I})$ tricarbonyl complexes via ROS generation and NADH oxidation*, „Dalton Transactions”, 2024, 53(32), 13591-13601. https://doi.org/10.1039/D4DT01309C.
- Levina A., Wardhani K., Stephens L.J., Werrett M.V., Caporale C., Dallerba E., Blair V.L., Massi M., Lay P.A., Andrews P.C., *Neutral rhenium(I) tricarbonyl complexes with sulfur-donor ligands: anti-proliferative activity and cellular localization*, „Dalton Transactions”, 2024, 53(18), 7866-7879. doi.org/10.1039/D4DT00149D.
- Liepe K., Hliscs R., Kropp J., Gruning T., Runge R., Koch R., Knapp Jr. F.F., Franke W.G., *Rhenium-188-HEDP in the palliative treatment of bone metastases*, „Cancer Biotherapy & Radiopharmaceuticals”, 2000, 15(3), 261-265. doi.org/10.1089/108497800414356.
- Liepe K., *^{188}Re -HEDP therapy in the therapy of painful bone metastases*, „World Journal of Nuclear Medicine”, 2018, 17(3), 133-138. https://doi.org/10.4103/wjnm.WJNM_85_17.
- Łyczko K., Pogorzelska A., Cześcik U., Koronkiewicz M., Rode J.E., Bednarek E., Kawęcki R., Węgrzyńska K., Baraniak A., Milczarek M., Dobrowolski J.Cz., *Tricarbonyl rhenium(I) complexes with 8-hydroxyquinolines: structural, chemical, antibacterial, and anticancer characteristics*, „RSC Advances”, 2024, 14(25), 18080-18092. doi.org/10.1039/D4RA03141E.
- Podolski-Renic A., Cipak-Gasparovic A., Valente A., Lopez O., Bormio-Nunes J.H., Kowol C.R., Heffeter P., Filipovic N.R., *Schiff bases and their metal complexes to target and overcome (multidrug) resistance in cancer*, „European Journal of Medicinal Chemistry”, 2024, 270, 116363. doi.org/10.1016/j.ejmech.2024.116363.
- Triantopoulou S., Roupá J., Shegani A., Pirmettis N.N., Terzoudi G.I., Chiotellis A., Tolia M., Damilakis J., Pirmettis J., Paravatu-Petsota M., *Synthesis and Biological Evaluation of Novel Cationic Rhenium and Technetium-99m Complexes Bearing Quinazoline Derivative for Epidermal Growth Factor Receptor Targeting*, „Pharmaceutics”, 2024, 16(9), 1213. doi.org/10.3390/pharmaceutics16091213.
- Uccelli L., Martini P., Urso L., Ghirardi T., Marvelli L., Cittanti C., Carnevale A., Giganti M., Bartolomei M., Boschi A., *Rhenium Radioisotopes for Medicine, a Focus on Production and Applications*, „Molecules”, 2022, 27(16), 5283. doi.org/10.3390/molecules27165283.

Patryk Wójcik

Uniwersytet w Siedlcach, Wydział Nauk Ścisłych i Przyrodniczych, Instytut Nauk Chemicznych

WPŁYW KONFIGURACJI ELEKTRONOWEJ JONU CENTRALNEGO NA WŁAŚCIWOŚCI FOTOFIZYCZNE ZWIĄZKÓW KOMPLEKSOWYCH

Influence of the electron configuration of the central ion
on the photophysical properties of coordination compounds

Abstract: In this communication the influence of the electron configuration of the central ion on the photophysical properties of the coordination compounds is discussed. Two series of analogous Rh(III) (4d series) and Ir(III) (5d series) coordination compounds have been selected for analysis. Their photophysical properties were considered both at room temperature and 77 K. The electron configuration of the central ion was related of the nature of the emission state.

Keywords: iridium(III), rhodium(III), luminescence, electron configuration

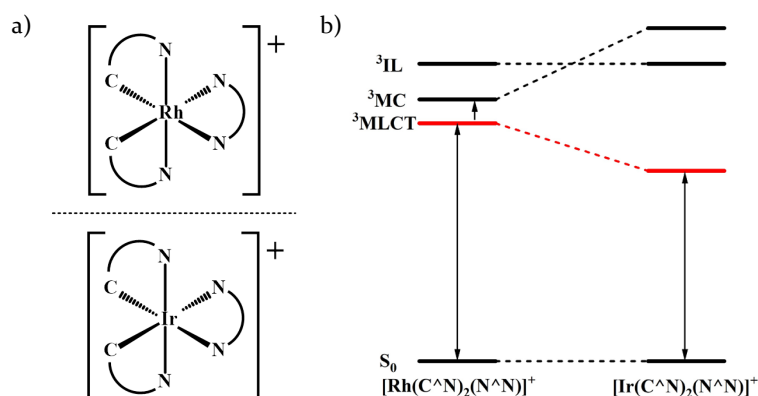
Wprowadzenie

Jony metali *d*-elektronowych charakteryzują się wysoką zdolnością do tworzenia licznych związków kompleksowych o zróżnicowanych właściwościach fizykochemicznych i fotofizycznych. Wśród związków tego typu można wyróżnić obszerną grupę kompleksów, w których jon centralny posiada konfigurację elektronową d^6 i należy do triady platynowców lekkich lub ciężkich (tj. Ru(II), Os(II), Rh(III), Ir(III) i Pt(IV)). Związki koordynacyjne tych jonów stanowią obszar badań naukowych cieszący się ogromnym zainteresowaniem ze względu na możliwości licznych potencjalnych zastosowań, m.in. w optoelektronice (Cerón-Camacho i in., 2021; Henwood, Zysman-Colman, 2017; Longhi, De Cola, 2017; Yang i in., 2023), medycynie (Kopacz-Bednarska, Król, 2022; Lin i in., 2018) czy naukach biomedycznych (Lee, Lo, 2024; Sohrabi i in., 2021).

Zastosowania wymienionych związków kompleksowych zazwyczaj wynikają z ich określonych i zróżnicowanych właściwości luminescencyjnych. Luminescencja związków koordynacyjnych metali przejściowych jest rezultatem tworzących się różnorodnych stanów wzbudzonych. Mogą to być stany wzbudzone związane z przejściami elektronowymi w obrębie ligandów (IL, ang. *Intra Ligand*), stany wzbudzone zlokalizowane na metalu (MC, ang. *Metal Centered*), bądź stany wzbudzone związane z przeniesieniem ładunku od liganda do metalu (LMCT, ang. *Ligand to Metal Charge Transfer*), od metalu do liganda (MLCT, ang. *Metal to Ligand Charge Transfer*), pomiędzy ligandami (LLCT, ang. *Ligand to Ligand Charge Transfer*), wewnątrz liganda (ILCT, ang. *Intra Ligand Charge Transfer*) oraz pomiędzy atomami centralnymi (MMCT, ang. *Metal to Metal Charge Transfer*) (Puntoriero i in., 2013). Charakter stanów wzbudzonych związków koordynacyjnych może być modyfikowany poprzez zmianę centrum metalicznego, wprowadzenie do sfery koordynacyjnej różnorodnych ligandów, jak również w wyniku zmiany geometrii cząsteczki. Celem niniejszej pracy jest rozważenie wpływu konfiguracji elektronowej jonu centralnego na naturę stanu wzbudzonego i właściwości luminescencyjne związku kompleksowego.

Przedmiot rozważań

Do rozważań wybrano analogiczne kompleksy Ir(III) oraz Rh(III), zawierające w sferze koordynacyjnej dwa cyklometalujące ligandy ($C^{\wedge}N$) koordynujące za pomocą atomów węgla i azotu oraz jeden ligand pomocniczy ($N^{\wedge}N$), koordynujący przy udziale dwóch atomów azotu (rys.1a). Ir(III) (konfiguracja elektronowa $5d^6$) i Rh(III) (konfiguracja elektronowa $4d^6$) znajdują się odpowiednio w trzecim i drugim szeregu pierwiastków przejściowych. Taki dobór związków kompleksowych, zawierających identyczne ligandy w sferze koordynacyjnej, pozwala na wykazanie wpływu konfiguracji elektronowej na właściwości emisyjne kompleksów.



Rysunek 1. a) Wzory strukturalne cyklometalowanych związków koordynacyjnych typu $[Rh(C^{\wedge}N)_2(N^{\wedge}N)]^+$ i $[Ir(C^{\wedge}N)_2(N^{\wedge}N)]^+$, b) Trypletowe stany wzbudzone w związkach o wzorze ogólnym $[M^{III}(C^{\wedge}N)_2(N^{\wedge}N)]^+$ (gdzie $M = Rh, Ir$)

Źródło: opracowanie własne

Konfiguracja elektronowa a właściwości fotofizyczne

W przypadku związków koordynacyjnych o konfiguracjach jonu centralnego $4d^6$ oraz $5d^6$ duże wartości rozszczepienia orbitali d metalu w polu ligandów sprawiają, że związki te występują jako niskospinowe, a ich stan podstawowy jest singletowy. Ponadto w przypadku tych jonów występuje silne sprzężenie spinowo-orbitalne (silniejsze w przypadku Ir(III)), w wyniku czego dochodzi do efektywnego przejścia międzysystemowego $S \rightarrow T$, co sprawia, że właściwości fotofizyczne kompleksów są determinowane przez populację stanów trypletowych (Adamantopoulos i in., 2024; Lakowicz, 2006; Vogler, Kunkely, 2001). W przypadku związków kompleksowych Ir(III) oraz Rh(III) na skutek sprzężenia spinowo-orbitalnego możliwa jest luminescencja ze stanów MLCT (rys. 1b). Jednakże, w przypadku związków Rh(III), w przeciwieństwie do związków Ir(III), możliwa jest interferencja stanów MC z MLCT co prowadzi do procesów dezaktywacji termicznej, a tym samym większej niż dla związków Ir(III) zależności luminescencji od temperatury (La Cognata i in., 2023).

Cyklometalowane kompleksy Ir(III) stanowią obszernie opisaną w literaturze grupę związków koordynacyjnych. W zależności od rodzaju ligandów znajdujących w sferze koordynacyjnej wykazują emisję promieniowania w szerokim zakresie długości fal widma UV-Vis (480 – 700 nm). Wydajności kwantowe emisji tych związków są na ogół bardzo wysokie, osiągając niekiedy kilkadziesiąt procent, a czasy życia molekuł w stanie wzbudzonym zazwyczaj mieszczą się w zakresie mikrosekund (Diluzio i in., 2021; Kamecka i in., 2021; Kapturkiewicz, Kamecka, 2021). W grupie rozważanych związków kompleksowych można rozróżnić trzy typy luminoforów. Kompleksy należące do typu I charakteryzują się występowaniem szerokiego, pozbawionego struktury pasma emisji, któremu odpowiada emitujący stan wzbudzony 3MLCT . Widma emisji związków zaklasyfikowanych do typu III mają wyraźnie zaznaczoną strukturę wibronową, a emitującym stanem wzbudzonym jest stan 3LC . Pasma emisji związków kompleksowych należących do typu II są zazwyczaj szerokie i asymetryczne, którym można przypisać mieszany charakter przejść elektronowych – $^3MLCT/^3LC$.

Analogiczne związki kompleksowe Rh(III) są znacznie skromniej opisane w literaturze przedmiotu. Przedstawione w nielicznych pracach związki koordynacyjne tego jonu (Ivanova i in., 2009; Kamecka i in., 2025) praktycznie nie wykazują emisji promieniowania w temperaturze pokojowej lub wykazują emisję o bardzo niskiej wydajności kwantowej. Natomiast po obniżeniu temperatury do 77 K kompleksy te wykazują fosforescencję o czasach zaniku emisji mieszczących się w zakresie milisekund (Kamecka i in., 2025; Liang i in., 2017; Sohrabi i in., 2021), a emitującym stanem wzbudzonym jest najczęściej stan 3LC .

Podsumowanie

Analiza właściwości fotofizycznych analogicznych kompleksów Ir(III) oraz Rh(III) o wzorze ogólnym $[M^{III}(C^N)_2(N^N)]^+$, pozwala na stwierdzenie, że właściwości luminescencyjne tych kompleksów są uzależnione od konfiguracji elektronowej jonu centralnego – $4d^6$ czy $5d^6$. Zasadniczą różnicą wynikającą bezpośrednio z konfiguracji elektronowej jest wielkość rozszczepienia orbitali d w oktaedrycznym polu ligandów, wpływająca na energię trypletowego stanu 3MC oraz sekwencję stanów wzbudzonych. Wygaszenie emisji związków kompleksowych Rh(III) w temperaturze pokojowej można wyjaśnić obecnością dodatkowej, termicznie aktywowanej dezaktywacji bezpromienistej, która związana jest ze stosunkowo niską energią stanu wzbudzonego 3MC i wyższą energią stanu 3MLCT . Sprawia to, że w temperaturze pokojowej funkcjonuje dezaktywacja $S_0 \leftarrow ^3MC \leftarrow ^3MLCT$. Obecność tego stanu wydaje się być najważniejszym czynnikiem różnicującym właściwości luminescencyjne badanych kompleksów Rh(III) od ich analogów Ir(III). Obecność dużego rozszczepienia energetycznego orbitali d jonu Ir(III) skutkuje wyższą energią stanu 3MC i sprawia, że dezaktywacja bezpromienista $S_0 \leftarrow ^3MC \leftarrow ^3MLCT$ nie funkcjonuje. Efektem tego są wyraźnie lepsze właściwości emisyjne

luminoforów cyklometalowanych Ir(III). W procesie wygaszenia emisji istotny jest także wpływ temperatury. Po obniżeniu temperatury pomiaru do 77 K dochodzi do zmiany w sekwencji energetycznej stanów wzbudzonych. Tym samym proces dezaktywacji bezpromienistej dla kompleksów Rh(III) jest znacznie ograniczony, a emisja promieniowania najczęściej występuje ze stanu ^3LC .

Bibliografia

- Adamantopoulos T., Go D., Oppeneer P.M., Mokrousov Y., *Light-induced Orbital and Spin Magnetism in 3d, 4d, and 5d Transition Metals*, 2024, dostęp online: rxiv.org/abs/2411.18815.
- Cerón-Camacho R., Roque-Ramires M.A., Ryabov A.D., Le Lagadec, R., *Cyclometalated Osmium Compounds and beyond: Synthesis, Properties, Applications*, „Molecules”, 2021, 26(6), 1563. doi.org/10.3390/molecules26061563.
- Diluzio S., Mdluli V., Connell T.U., Lewis J., Vanbenschoten V., Bernhard S., *High-Throughput Screening and Automated Data-Driven Analysis of the Triplet Photophysical Properties of Structurally Diverse, Heteroleptic Iridium(III) Complexes*, „Journal of the American Chemical Society”, 2021, 143(2), 1179–1194. doi.org/10.1021/jacs.oc12290.
- Henwood A.F., Zysman-Colman E., *A Comprehensive Review of Luminescent Iridium Complexes Used in Light-Emitting Electrochemical Cells (LEECs)*, [in:] *Iridium(III) in Optoelectronic and Photonics Applications*, Wiley 2017, pp. 275–357. doi.org/10.1002/9781119007166.
- Ivanova E.V., Puzyk M.V., Balashev K.P., *Spectral, luminescent, and electrochemical properties of cyclometalated complexes of Rh(III) based on 1-phenylpyrazole with ethylenediamine and heterocyclic diimines*, „Optics and Spectroscopy (English translation of Optika i Spektroskopiya)”, 2009, 107(1), 101–105. doi.org/10.1134/S0030400X09070145.
- Kamecka A., Kapturkiewicz A., Pipczyński Ł., *Heteroleptic luminescent $[\text{Ir}(\text{C}^{\wedge}\text{N})_2(\text{N}^{\wedge}\text{N})]^+$ complexes containing 1-phenyl-1H-pyrazole or 1-(2,4-difluorophenyl)-1H-pyrazole as cyclometalating and α -diimines as ancillary ligands*, „Inorganic Chemistry Communications”, 2021, 131, 108764. doi.org/10.1016/j.inoche.2021.108764.
- Kamecka A., Kapturkiewicz A., Wójcik P., Suwińska K., Masternak J., Barbarczyk N., *Synthesis, spectroscopic and structural characterization of cyclometallated rhodium(III) complexes with 1-phenyl-1H-pyrazole and α -diimines ligands, comparison with their iridium(III) analogues*, „Structural Chemistry”, 2025, 36, 709–722. doi.org/10.1007/s11224-024-02439-6.
- Kapturkiewicz A., Kamecka A., *Luminescence properties of $[\text{Ir}(\text{C}^{\wedge}\text{N})_2(\text{N}^{\wedge}\text{N})]^+$ complexes: relations between DFT computation results and emission band-shape analysis data*, „RSC Advances”, 2021, 11(47), 29308–29322. doi.org/10.1039/d1ra05430a.
- Kopacz-Bednarska A., Król T., *Selected platinum complexes in standard and modern anti-cancer therapies*, „Nowotwory”, 2022 72(2), 96–105. doi.org/10.5603/NJO.a2022.0011.
- La Cognata S., Vadivel D., Poggi A., Dondi D., Amendola V., *Photophysics of transition metal complexes (2021–2022)*, [in:] *Photochemistry*. Royal Society of Chemistry 2023, pp. 194–226. doi.org/10.1039/BK9781837672301-00194.
- Lakowicz J.R., *Principles of Fluorescence Spectroscopy*, Springer, Baltimore 2006.
- Lee L.C.-C., Lo K.K.-W., *Shining New Light on Biological Systems: Luminescent Transition Metal Complexes for Bioimaging and Biosensing Applications*, „Chemical Reviews”, 2024, 124(15), 8825–9014. doi.org/10.1021/acs.chemrev.3c00629.
- Liang H., Hao T., Yin C., Yang X., Fu H., Zheng X., Li R., Xiao D., Chen H., *Cyclometalated Rhodium(III) Complexes Based on Substituted 2-Phenylpyridine Ligands: Synthesis, Structures, Photophysics, Electrochemistry, and DNA-Binding Properties*, „European Journal of Inorganic Chemistry”, 2017, 2017(36), 4149–4157. doi.org/10.1002/ejic.201700700.
- Lin K., Zhao Z.-Z., Bo H.-B., Hao X.-J., Wang J.-Q., *Applications of Ruthenium Complex in Tumor Diagnosis and Therapy*, „Frontiers in Pharmacology”, 2018, 9, 1323. doi.org/10.3389/fphar.2018.01323.
- Longhi E., De Cola L., *Iridium(III) Complexes for OLED Application*, [in:] *Iridium(III) in Optoelectronic and Photonics Applications*, Wiley 2017, pp. 205–274. doi.org/10.1002/9781119007166.
- Puntoriero F., Nastasi F., Galletta M., Campagna S., *Photophysics and Photochemistry of Non-Carbonyl-Containing Coordination and Organometallic Compounds* [in:] *Comprehensive Inorganic Chemistry II*, Elsevier 2013, pp. 255–337. doi.org/10.1016/B978-0-08-097774-4.00802-0.
- Sohrabi M., Saeedi M., Larijani B., Mahdavi M., *Recent advances in biological activities of rhodium complexes: Their applications in drug discovery research*, „European Journal of Medicinal Chemistry”, 2021, 216, 113308. doi.org/10.1016/j.ejmech.2021.113308.
- Vogler A., Kunkely H., *Luminescent Metal Complexes: Diversity of Excited States*, [in:] *Topics in Current Chemistry*, Springer 2001, pp. 143–182. doi.org/10.1007/3-540-44447-5_3.
- Yang X., Xu S., Zhang Y., Zhu C., Cui L., Zhou G., Chen Z., Sun Y., *Narrowband Pure Near-Infrared (NIR) Ir(III) Complexes for Solution-Processed Organic Light-Emitting Diode (OLED) with External Quantum Efficiency Over 16 %*, „Angewandte Chemie International Edition”, 2023, 62(41), e202309739. doi.org/10.1002/anie.202309739.