

I SIEDLECKIE FORUM DOKTORANTÓW

Materiały z ogólnopolskiej interdyscyplinarnej konferencji naukowej

(Siedlce, 2-3 września 2021 r.)

Szkoła Doktorska

Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach

redakcja: Dorota Kaczorek, Anita Smyk

Siedlce 2021

Redakcja:

Dorota Kaczorek (Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach, Polska)

ORCID iD 0000-0002-7045-2737

Anita Smyk (Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach, Polska)

ORCID iD 0000-0002-6006-7309

Komitety recenzyjny:

dr hab. inż. Robert Białoskórski (nauki o bezpieczeństwie), dr hab. Anna Kamecka (nauki chemiczne), dr hab. Zbigniew Kasprzykowski (nauki biologiczne), dr hab. Katarzyna Maksymiuk (historia), dr hab. inż. Krzysztof Pakuła (rolnictwo i ogrodnictwo), dr hab. inż. Ewa Wójcik (zootechnika i rybactwo)

Projekt logo: Oliwia Lidia Karpińska

Projekt okładki: Adam Lech Kubik

Komitet Wydawniczy: Andrzej Barczak, Jolanta Brodowska-Szewczuk, Janina Florczykiewicz (przewodnicząca), Arkadiusz Indrasczyk, Beata Jakubik, Stanisław Jarmoszko, Wojciech Kolanowski, Katarzyna Mroczyńska, Paweł Piszcz, Agnieszka Prusińska, Sławomir Sobieraj, Jacek Sosnowski, Maria Starnawska, Ewa Wójcik

© Copyright by Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach, Siedlce 2021

Żaden fragment tej publikacji nie może być reprodukowany, umieszczany w systemach przechowywania informacji lub przekazywany w jakiegokolwiek formie – elektronicznej, mechanicznej, fotokopii czy innych reprodukcji – bez zgody posiadacza praw autorskich.

ISBN 978-83-66541-73-3



Wydawnictwo Naukowe
Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach
www.wydawnictwo-naukowe.uph.edu.pl

08-110 Siedlce, ul. Żytnia 17/19, tel. 25 643 15 20
Ark. wyd. 7,6. Ark. druk. 10,3.

Druk i oprawa: ELPIL Siedlce



SPIS TREŚCI

Wprowadzenie	7
--------------------	---

HISTORIA

Piotr KRUZE

Unikatowość dekolonizacji Gwinei Równikowej	11-16
---	-------

NAUKI BIOLOGICZNE

Katarzyna KAMIONKA-KANCLERSKA

Wykorzystanie przez kręgowce mikrosiedlisk dna lasu związanych z drzewami (TreMs)	19-23
--	-------

Oliwia KAPIŃSKA

Wykorzystanie niszy ekologicznych przez ptaki w różnych typach lasu liściastego w Białowieskim Parku Narodowym	25-30
---	-------

NAUKI CHEMICZNE

Angelika WINKLER

Wpływ modyfikacji plazmowej na zwilżalność nanowłókien elektroprzędzonych z polikaprolaktanu	33-44
---	-------

Dorota KACZOREK

Synteza optycznie czynnych pochodnych naftalenodiimidów	45-49
---	-------

Mateusz BORKOWSKI

Zastosowanie detekcji elektrochemicznej ze skanowaniem potencjałem w analizie przepływowej do oznaczania mocy antyoksydacyjnej herbat	51-57
--	-------

NAUKI O BEZPIECZEŃSTWIE

Ilona RYTEL-BANIAK

Stany nadzwyczajne jako instrument polityki bezpieczeństwa V Republiki Francuskiej	61-66
---	-------

Izabela BOJKO

Środowisko bezpieczeństwa Japonii w drugiej dekadzie XXI wieku – szanse i wyzwania	67-72
---	-------

Karolina SÓWKA

Chińsko-indyjskie relacje w sferze bezpieczeństwa	73-77
---	-------

Weronika STAWIŃSKA

Przestrzeganie przepisów prawnych jako środek do poprawy bezpieczeństwa publicznego	79-85
--	-------

Patrycja WYSOKIŃSKA, Artur WYSOKIŃSKI

Wpływ transportu drogowego, w tym transportu ładunków niebezpiecznych
na bezpieczeństwo człowieka na obszarze Polski w latach 2018-2020 87-98

ROLNICTWO I OGRODNICTWO

Adam MATYSZCZAK

Zadania doradztwa rolniczego w Polsce na przykładzie Mazowieckiego
Ośrodka Doradztwa Rolniczego Internetowa Platforma Doradztwa
i Wspomagania Decyzji w Integrowanej Ochronie Roślin-eDWIN 101-108

Karol REMISZEWSKI

Wpływ L-glicyny na wzrost sałaty głowiastej masłowej
(*Lactuca sativa* L. var. *capitata*) 109-115

Urszula OSTASZEWSKA

Ograniczenie skutków suszy z wykorzystaniem hydrożelu
i agrowłókniny w badaniu roślin energetycznych 117-119

Katarzyna JARECKA

Wpływ stosowania stymjodu na morfometrię *Festuca glauca* 121-131

ZOOTECHNIKA I RYBACTWO

Daniel RADZIKOWSKI, Anna MILCZAREK

Wpływ pory roku na wartość rzeźną tuczników (PBZ x WBP) x Duroc
pochodzących z gospodarstw zrzeszonych w grupie producenckiej 135-140

Katarzyna KĘPKA

Wykorzystanie technik cytogenetycznych jako narzędzi w ocenie
zdrowotności zwierząt gospodarskich w celu poprawy jakości hodowli 141-149

Magdalena CIOŁEK

Wpływ różnych czynników na dobrostan bydła mlecznego 151-157

Paulina GAJOWNIK

Smart farming, czyli wykorzystanie nowoczesnych technik
w gospodarstwie rolnym 159-163

Wprowadzenie

I Siedleckie Forum Doktorantów było wydarzeniem zainicjowanym przez Radę Samorządu Doktorantów Szkoły Doktorskiej Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach. Wydarzenie było dedykowane doktorantom zarówno szkół doktorskich, jak i doktorantom studiów trzeciego stopnia.

W celu upowszechniania idei interdyscyplinarności I Siedleckie Forum Doktorantów umożliwiło wymianę poglądów, wiedzy naukowej, doświadczeń oraz budowanie społeczności doktorantów. Uczestnicy mogli zaprezentować wyniki swoich dotychczasowych badań w ramach jednej z sześciu dyscyplin naukowych: Nauk o bezpieczeństwie, Nauk Biologicznych, Nauk Chemicznych, Historii, Rolnictwa i Ogrodnictwa oraz Zootechniki i Rybactwa. W niniejszej edycji wydarzenia swój udział zadeklarowało 21 prelegentów.

Gościem honorowym konferencji była prof. dr hab. Monika Kostera-Kociatkiewicz, która wygłosiła wykład inauguracyjny dotyczący idei demokratycznej kolegialności jako nowoczesnego sposobu zarządzania Uniwersytetem.

W przyszłości mamy nadzieję ustanowić Siedleckie Forum Doktorantów wydarzeniem cyklicznym, rozwijać je pod kątem atrakcyjności dla młodych naukowców oraz rozpowszechniać pośród kolejnych pokoleń doktorantów.

mgr inż. Katarzyna Kępka

Przewodnicząca Rady Samorządu Doktorantów Szkoły Doktorskiej
Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach

HISTORIA

Piotr KRUZE*
(Uniwersytet Warszawski, Polska)

Unikatowość dekolonizacji Gwinei Równikowej (The uniqueness of the decolonization of Equatorial Guinea)

Abstract: *The paper aims to explain the uniqueness of the decolonization process of Equatorial Guinea, the only Spanish colony in sub-Saharan Africa. Equatorial Guinea gained independence in 1968, much later than its neighbours (Nigeria, Cameroon and Gabon), but also earlier than the Portuguese colonies in Africa. The paper will attempt to answer the question of how it happened, that Franco's, undemocratic Spain made it possible to decolonize its colony in a completely peaceful. Guinea's demographic and economic structure will be analyzed, as well as their relationship to the political transformations of the 1950s and 1960s. In 1968, when Equatorial Guinea gained independence, nearly 25% of its inhabitants were Nigerians. On the island of Fernando Po, the administrative and economic center of the newly created state, foreigners made up more than 80% of the total population. The paper also analyzes the extent to which such a significant percentage of foreigners had an impact on the process of decolonization of Equatorial Guinea. The author's goal is to find answers to the following research questions by analyzing the social situation in the last thirty years of colonial Spanish Guinea (1939-1968) and Spanish-British colonial relations, and Spanish-Nigerian relations after 1960: Has a large group of foreign workers influenced the perception of nationalist ideas by the indigenous people of Guinea?; How did the decolonization of other African countries affect the policy of Spain?; What role did Spanish Guinea play in Nigerian political discourse?; Did the outbreak of the civil war in Nigeria in 1967 have a significant impact on the colonial activities of the Spaniards? The paper is the result of scientific inquiries carried out at the Spanish Central Archives of Administration (Archivo General de la Administración (AGA)) in Alcalá de Henares in March and April 2019 and the National Library of Spain, and during a stay in Equatorial Guinea in November 2019. The colonial administration also found a press published in Nigeria from the 1950s and 1960s, and a report by a Nigerian delegation visiting Fernando Po in 1957.*

Key words: Equatorial Guinea, decolonization, Spain, Franco, Fernando Po, plantation

Cel wystąpienia

Celem wystąpienia będzie ustalenie i opisanie głównych czynników zewnętrznych i wewnętrznych, jakie wpłynęły na dekolonizację Gwinei Równikowej. Proces ten, w przypadku Gwinei Równikowej, miał szczególny charakter z powodu niewielkiego obszaru zajmowanego przez tę kolonię, sytuacji politycznej w metropolii, opóźnienia rozwoju życia politycznego względem krajów sąsiednich, a także silnego zróżnicowania etnicznego jej mieszkańców. Ta hiszpańska posiadłość uzyskała niepodległość 12 października 1968 r. Mimo, iż Gwinea była jedną z niewielu kolonii należących do państw autorytarnych, dekolonizacja miała całkowicie pokojowy charakter. General Franco nie zdecydował się utrzymać swoich posiadłości afrykańskich za wszelką

* ORCID iD 0000-0002-5043-3766. Wydział Historii; piotr.kruze@gmail.com

ceną. Niewielkie rozmiary geograficzne Gwinei oraz jej niska populacja zawężają skalę prowadzenia badań naukowych, co ułatwia wszechstronną analizę czynników wewnętrznych oraz tych, związanych z polityką kolonialną metropolii.

Problem badawczy

Opisanie dekolonizacji Gwinei Równikowej jest o tyle istotne, że pozwala zbadać pokojowy proces uzyskania niepodległości przez posiadłość europejskiego państwa autorytarnego w okresie, kiedy typową drogą była walka zbrojna i istniał ogromny nacisk na dekolonizację. Właśnie unikatowość tego procesu jest szczególnie ciekawa dla badacza, zwłaszcza dla historyka. Praca doktorska odpowie na pytanie, czy i w jakim stopniu Gwinea Równikowa była, w porównaniu z innymi państwami afrykańskimi, przygotowana do niepodległości. Analiza procesu dekolonizacji może przyczynić się do lepszego zrozumienia sytuacji w tym państwie w pierwszych latach pełnej suwerenności. Praca pozwoli również lepiej poznać procesy społeczne i polityczne zachodzące w krajach afrykańskich w dobie dekolonizacji i będzie ważnym przyczynkiem do poznania natury frankizmu, a zwłaszcza jego polityki kolonialnej. Da ona odpowiedź na pytanie, czy kwestia niepodległości Gwinei może być powiązana z podjęciem starań na forum międzynarodowym o uzyskanie Gibraltaru od Wielkiej Brytanii. Innym badanym zagadnieniem będzie problem reprodukcji autorytaryzmu metropolii w Afryce.

Dokładne zbadanie procesu dekolonizacji pozwoli odpowiedzieć na następujące pytania badawcze:

- W jaki sposób zróżnicowanie etniczne Gwinei Równikowej wpływało na świadomość polityczną mieszkańców Gwinei Hiszpańskiej?
- Jaki był stosunek hiszpańskich władz kolonialnych do różnych grup etnicznych zamieszkujących kolonię? Czy hiszpańscy administratorzy kolonii faworyzowali wybrane grupy etniczne kosztem innych?
- Czy spora grupa cudzoziemskich robotników zamieszkujących Fernando Po miała wpływ na percepcję idei nacjonalistycznych przez rdzennych mieszkańców Gwinei?
- Co było bezpośrednim powodem dążenia elit gwinejskich do uzyskania autonomii, a potem całkowitej niepodległości? Kiedy dokładnie i przez jakie środowisko koncepcja samostanowienia została sformułowana? Jak przygotowane do objęcia władzy były gwinejskie elity intelektualne? Jak wyglądała walka o władzę w Gwinei wśród czołowych polityków w okresie poprzedzającym uzyskanie niepodległości w 1968 r.?
- Jak wyglądała i jak się zmieniała polityka kolonialna frankistowskiego rządu w Madrycie względem swojej afrykańskiej posiadłości w latach 1939-1956 (od czasu zakończenia wojny domowej do momentu przekształcenia kolonii w prowincję hiszpańską), w latach 1956-1963, kiedy istniała Prowincja Zatoki

Gwinejskiej oraz od stworzenia Autonomii Gwinei Równikowej do momentu uzyskania niepodległości w latach 1963-1968? Jakie były priorytety frankistowskiej polityki kolonialnej i jaką rolę miała w niej pełnić Gwinea? Kto kształtował politykę kolonialną w Gwinei? Czy rząd w Madrycie opracował własną politykę kolonialną, czy też czerpał wzorce z innych państw?

- Czy i w jaki sposób autorytaryzm frankistowskiej Hiszpanii reprodukowal się na poziomie kolonii? Czy szczególny ustrój polityczny metropolii miał wpływ na działania administracji kolonialnej w Gwinei Hiszpańskiej? Czy rząd w Madrycie łączył sprawę dekolonizacji Gwinei z rozpoczęciem starań o odzyskanie Gibraltaru?
- W jakim stopniu międzynarodowa sytuacja polityczna miała wpływ na dekolonizację Gwinei Równikowej? Jak dekolonizacja innych państw afrykańskich wpłynęła na politykę Hiszpanii?
- Czy kolonia hiszpańska była izolowana przez sąsiednie kolonie państw demokratycznych, analogicznie do izolacji Hiszpanii w Europie? Jeśli tak, to jak ta izolacja wyglądała w praktyce?
- W jaki sposób dekolonizacja Gwinei była wspierana przez sąsiednie kraje oraz społeczność afrykańską?

Historiografia Gwinei Równikowej jest najlepiej reprezentowana w literaturze hiszpańskojęzycznej. W ostatnich latach wydano: *De colonia a estado: Guinea Ecuatorial 1955-1968* (Campos, 2002); *Tras las huellas del colonialismo español en Marruecos y Guinea Ecuatorial* (Cabré, 2015); *Las relaciones de España con Guinea Ecuatorial y Sahara Occidental* (Lara 2015); *Aquel negrito del África tropical: el colonialismo español en Guinea 1778-1968*, (Ballano, 2014) oraz *Ifni, Sahara, Guinea: últimas colonias* (Ferrer, 2014). Wszystkie wyżej wymienione pozycje kładą nacisk na aspekt międzynarodowy dekolonizacji oraz na działania polityczne gwinejskich organizacji niepodległościowych. Aspekt ludzki oraz szczególne uwarunkowania społeczne są w nich marginalizowane. Z literatury polskiej na uwagę zasługuje *Gdzie jesteś, Gwineo? Próby kształtowania tożsamości narodowej w twórczości pisarzy z Gwinei Równikowej* (Díaz-Szmidt, 2017), która w rzetelny sposób opisuje gwinejską literaturę.

Plan i metody badań

Badania były prowadzone w oparciu o archiwalia hiszpańskie, prasę wychodzącą w Europie i Gwinei Równikowej; materiały publikowane, a także wywiady z przedstawicielami inteligencji gwinejskiej. Wynik badań pozwoli lepiej zrozumieć unikatową drogę dekolonizacji posiadłości państwa autorytarne. W trakcie pracy nad rozprawą doktorską wyjaśnione zostaną również przyczyny sytuacji politycznej i społecznej w pierwszych latach niepodległości, którą charakteryzowała brutalna dyktatura.

Badania przebiegały w sposób dwutorowy. Proces dekolonizacji został przeanalizowany z perspektywy Madrytu oraz Gwinei. Stanowisko metropolii zostało zbadane poprzez kwerendę w archiwach administracji rządowej, wojskowych oraz kościelnych, dzięki czemu możliwe będzie poznanie różnorodnych perspektyw na zachodzące wydarzenia. Z drugiej strony autor zbadał także stanowiska i postawy mieszkańców Gwinei Hiszpańskiej. Poprzez analizę działań gwinejskich organizacji politycznych poza granicami własnego kraju można stwierdzić, kiedy Gwinejczycy zaczęli domagać się prawa do samostanowienia. Ponadto wystąpienie ukaże różnice w gwinejskich koncepcjach autonomii bądź niepodległości ze względu na przynależność etniczną (Fangowie, Bubi, cudzoziemscy robotnicy), czy położenie geograficzne (wyspy Fernando Po, Annobon i kontynentalne Rio Muni).

Kwerenda prasy gwinejskiej, która jest dostępna w hiszpańskich archiwach oraz wspomnień i pamiętników polityków afrykańskich pozwoliła na ustalenie momentu, kiedy gwinejskie elity zaczęły myśleć o uzyskaniu autonomii, a potem niepodległości. Dzięki temu była możliwa ustalenie czy Afrykanie zastanawiali się nad przyszłym ustrojem swojego państwa: czy miała to być forma autorytaryzmu wzorowana na Hiszpanii, demokracja zachodnioeuropejska czy też ustrój wzorowany na innych państwach afrykańskich. Oryginalnym wkładem autora w historiografię dotyczącą Gwinei Równikowej było wzięcie pod uwagę nie tylko czynników politycznych, ale również społecznych i etnicznych w procesie dekolonizacji. W ślad za niemieckim badaczem Jürgenem Osterhammelem pojęcie *kolonizacji* jest rozumiane jako *system dominacji*, a *dekolonizacja* jako koniec tego systemu. W stosunkach zewnętrznych został uwzględniony wpływ polityki międzynarodowej innych państw afrykańskich. Autor podjął próbę dotarcia do zasobów archiwów gwinejskich, z których do tej pory korzystała niewielka liczba badaczy. Praca doktorska odpowie na nowe pytanie badawcze w oparciu o nowe źródła historyczne, dzięki czemu będzie można stwierdzić czy charakter dekolonizacji Gwinei Równikowej był szczególny. Niewątpliwie unikatowość sytuacji politycznej, geograficznej oraz społecznej Gwinei Równikowej zasługują na uwagę badaczy. Niniejszy referat pozwoli odpowiedzieć na pytanie, czy jej sposób dekolonizacji miał unikatowy charakter, czy też powielał wzory z innych państw afrykańskich. Ponadto przedstawi politykę kolonialną frankistowskiej Hiszpanii, która do tej pory została zbadana tylko w niewielkim stopniu.

Bibliografia (wybrana)

Archivo General de la Administración

Akinyemi, B. (1970) 'Nigeria and Fernando Poo, 1958–1966. The Politics of Irridentism', *African Affairs* 69: 236-249.

Campos Serrano, A. 'El régimen colonial franquista en el Golfo de Guinea', <https://revistas.uam.es/revistajuridica/article/download/6273/6746> [dostęp 30.05.2020].

Campos Serrano, A. (2003) 'The decolonization of Equatorial Guinea', *Journal of African History* 44: 95-116.

Castro, M. L., Ndongo Bidyogo, D. (1998) *España en Guinea. Construcción del desencuentro: 1778-1968*, Toledo.

Clarence-Smith, G. (1985) 'The Impact of the Spanish Civil War and the Second World War on Portuguese and Spanish Africa', *The Journal of African History*, 26.4: 309-326.

Diaz-Szmidt, R. (2017) *Gdzie jesteś, Gwineo? Próby kształtowania tożsamości narodowej w twórczości pisarzy z Gwinei Równikowej*, Warszawa.

Ekong Andeme, P. (2010) *El proceso de descolonización de Guinea Ecuatorial*, Madryt.

Federacja Nigerii (1957) *Report of the parliamentary delegation to Fernando Po and Rio Muni*, Lagos.

Gazeta „Ebano”

Gazeta „Guinea Ecuatorial”

Gazeta „Nigerian Daily Standard”

Gazeta „Sunday Express”

Gazeta „Sunday Times”

Gazeta „West African Pilot”

Kruze, P. (2018) 'Koncepcje ustroju politycznego w kolonialnej Gwinei Hiszpańskiej i w niepodległej Gwinei Równikowej', *Afryka*, 47: 51-70.

Liga Narodów, International Commission of Enquiry in Liberia, *Commission's Report*. Geneva, 1930

Liniger-Goumaz, M. (2000) *Historical Dictionary of Equatorial Guinea*, London.

Martino, E. (2012) 'Clandestine Recruitment Networks in the Bight of Biafra Fernando Po Answer to the Labour Question, 1926–1945', *International Review of Social History*, 57: 39-72.

Martino, E. (2017) *Touts and Despots: Recruiting Assemblages of Contract Labour in Fernando Pó and the Gulf of Guinea, 1858–1979*, niepublikowana rozprawa doktorska napisana pod kierunkiem Andreasa Eckerta i Alexandra Keese. Uniwersytet Humboldtów w Berlinie, Wydział Kultury, Nauk Społecznych i Edukacji, <https://edoc.hu-berlin.de/handle/18452/19213> (19.04.2020 – ostateczna wersja pracy doktorskiej – 311 stron)

Morrill, W.T. *Two Urban Cultures of Calabar, Nigeria*, niepublikowana rozprawa doktorska. Uniwersytet Chicagowski, Wydział Antropologii.

Ndongo Bidyogo, D. (1977) *Historia y tragedia de Guinea Ecuatorial*, Madryt.

Oham, A. C. (2006) *Labor migration from Southeastern Nigeria to Spanish Fernando Po, 1900-1968*, niepublikowana praca magisterska. Centralny Uniwersytet Michigan, Wydział

Historyczny, Mount Pleasant, <https://www.scribd.com/document/127235237/Anthony-Obam-2006-Labor-Migration-From-Southeastern-Nigeria-to-Spanish-Fernando-Po> (dostęp 19.04.2020).

Okenve Martinez, E. S. (2018) *Equatorial Guinea 1927-1979: A new African tradition*. Niepublikowana rozprawa doktorska napisana pod kierunkiem Johna Parkera. Uniwersytet Londyński, SOAS, Londyn, <https://eprints.soas.ac.uk/29238/1/10731333.pdf> (dostęp 19.04.2020).

Oziębło, P. (2009) *Plantacja Santa Maria Stefana S. Rogozińskiego na wyspie Fernando Po (Polski akcent w gospodarce nowoatlantycznej)*, niepublikowana rozprawa doktorska napisana pod kierunkiem Bronisława Nowaka. Akademia Humanistyczna im. Aleksandra Gieysztora, Wydział Historyczny, Pultusk.

Sundiata, I. (1974) 'Prelude to Scandal: Liberia and Fernando Po 1880-1930', *Journal of African History* 15.1: 97-112.

Sundiata, I. (1996) *From slaving to Neoslavery. The Bight of Biafra and Fernando Po in the Era of Abolition*. Madison.

Urbański F. (2019) 'Polska Rzeczpospolita Ludowa wobec konfliktu w Biafrze 1967-1970', *Vade Nobiscum*, XX: 271-290.

Jak cytować: Kruze, P. (2021). 'Unikatowość dekolonizacji Gwinei Równikowej', W: *I Siedleckie Forum Doktorantów*, red. D. Kaczorek, A. Smyk, Siedlce: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach, s. 11-16.



© 2021 The Author(s). This open access article is distributed under a Creative Commons Attribution (CC-BY) 4.0 license.

NAUKI BIOLOGICZNE

Katarzyna KAMIONKA-KANCLERSKA*

(Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach, Polska)

Wykorzystanie przez kręgowce mikrosiedlisk dna lasu związanych z drzewami (TreMs)

Abstract: *In last decade, more attention has been paid to microhabitats related with standing living and dead trees (TreMs). Such structures are remarkably diverse and include, among others, forms such as cavities, notches, root runs, bark losses and root holes of various kinds, epiphytes and others. They are already widely recognised as important substrates and structures of biodiversity. The research were carried within a large permanent ornithological plot "W", which is described in detail by Tomiałojć and Wesolowski. Field work was conducted in 2020 on eight randomly selected sample plots (0.25 ha each) located in the oak-lime-hornbeam forest of the Białowieża National Park (BNP). Microhabitats were found by thorough inspection of the trees from all sides. Higher parts of trees were searched using binoculars. Only trees with a stem diameter at breast height of at least 10 cm were considered. Each tree was described by species, diameter at a height of 1.3 m and its condition (alive, dying, dead). If a new type of microhabitat was discovered, not previously described in the literature, a new category was created. A total of 852 trees belonging to nine species were examined. As many as 58 types of microhabitats were found (44 matching the criteria described by other researchers and 13 new ones, specific to BNP). At least one microhabitat was present in almost every tree (94%). The highest number of microhabitats was found in oaks *Quercus robur* and hornbeams *Carpinus betulus* (9.6 and 6.7 microhabitats on average) and the lowest in lindens *Tilia cordata* (2.8 microhabitats on average).*

Key words: microhabitats, dead trees, tree cavities, vertebrates, forest biodiversity, old-growth stand

W ostatnich dziesięcioleciach ochrona różnorodności biologicznej staje się coraz ważniejszym zagadnieniem gospodarki leśnej (Thorn et al., 2018). Ma to szczególne znaczenie w obliczu zmian dynamiki lasów w odpowiedzi na zmiany klimatu (Seidl et al., 2017; Dyderski et al., 2018; Esquivel-Muelbert et al., 2018). Sposoby wykorzystania przestrzeni przez zwierzęta w środowisku leśnym były wielokrotnie badane, również w Puszczy Białowieskiej (Zalewski, 1997; Czeszczewik, 2009; Wojton i Pitucha, 2020). Obserwacje prowadzone w tym miejscu mają niezwykłą wartość, ponieważ dają wyjątkową okazję do badania organizmów w ich pierwotnych siedliskach, w których ewoluowały ich naturalne adaptacje i ekologiczne powiązania. Takie warunki pozwalają określić, jakie cechy mikrosiedlisk, zarówno w drzewach stojących jak i dna lasu, są preferowane przez różne gatunki kręgowców.

Przeprowadzono wiele badań dotyczących znaczenia dziupli w drzewach (Czeszczewik i in., 2008; Wesolowski, 2011; Wesolowski, 2012; Edworthy i Martin, 2014; Baral

* ORCID iD 0000-0003-3493-7400. Wydział Nauk Ścisłych i Przyrodniczych, Instytut Nauk Biologicznych; katarzyna.kanclerska@uph.edu.pl

et al., 2018; Cockle et al., 2019), czy sposobów żerowania dzięciolów z wykorzystaniem drzew w różnym stanie (Czeszczewik, 2009; Stański et al., 2020). Wciąż nie znamy jednak wielu szczegółów na temat potencjalnie użytecznych mikrosiedlisk. Odpowiedzią mogą być badania TreMs. Typologia i wytyczne dotyczące TreMs, przygotowane przez różnych autorów mogą być narzędziem do porównywania danych o mikrosiedliskach różnych regionów, typów lasów i gatunków drzew oraz do wyznaczania terenów przyrodniczo cennych, czy oceny zarządzania obszarami ochronnymi. Istnieje luka w wiedzy dotycząca parametrów tych struktur, takich jak m.in: wymiary, wilgotność, gatunek drzewa czy jego stan rozkładu, które decydują o wykorzystywaniu ich przez kręgowce. Brakuje również informacji jakie cechy posiadają mikrosiedliska wykorzystywane przez poszczególne gatunki do konkretnych celów, związanych między innymi z: rozrodem, schronieniem, przemieszczaniem się, żerowaniem czy gromadzeniem zapasów.

Jeszcze mniej wiemy o martwym drewnie leżącym. Istnieje wiele prac mówiących o tym, że jest ono kluczowym elementem środowiska, zwiększającym bioróżnorodność ekosystemów leśnych (Harmon et al., 2004; Bunnell i Houde, 2010). Wciąż jednak brakuje klucza, który pozwoliłby na szybką i obiektywną ocenę środowiska pod kątem zasobności w mikrosiedliska w leżącym drewnie. Jest to szczególnie ważne, ponieważ brak odpowiednich komponentów środowiska może być czynnikiem ograniczającym bioróżnorodność. Prowadzone badania posłużą do stworzenia takiej klasyfikacji.

Poszukiwanie potencjalnych mikrosiedlisk dna lasu, wykorzystywanych przez kręgowce odbywało się poprzez dokładną inspekcję najniższych warstw lasu (drzewa i ich otoczenie do 1,5 m). Poszukiwania były wykonywane bezpośrednio wizualnie przez dwóch doświadczonych obserwatorów. W razie potrzeby używano latarki i lusterka inspekcyjnego lub endoskopu. Wszelkie ślady obecności zwierząt zostały zarejestrowane i opisane wraz z charakterystyką wykorzystanego mikrosiedliska. Jeżeli na podstawie pozostawionych śladów nie było możliwe zidentyfikowanie gatunku zwierzęcia, została użyta szersza kategoria, np. dzięciol, gryzoń, mały ssak lub ssak kopytny.

Atutem badań prowadzonych w BPN jest unikatowość drzewostanów pod względem zróżnicowania gatunkowego, wiekowego i strukturalnego. W związku z tym, że nie podlegają one żadnej selekcji. Dane literaturowe wskazują, że im większe gabaryty i im starsze drzewo, tym więcej posiada mikrosiedlisk. Ich występowanie i rodzaj w ogromnym stopniu zależą również od gatunku (Paillet et al., 2019; Martin et al., 2021).

Niektóre z gatunków drzew, np. stare graby *Carpinus*, rzadko występują licznie w lasach gospodarczych, dlatego tak ważne jest prowadzenie badań w drzewostanach o wysokim stopniu naturalności. Co więcej, badania ptaków w BPN pokazują, że naturalnych dziupli jest tak dużo, że ptaki nie muszą o nie konkurować (Walankiewicz, 1991; Wesolowski, 2007).

Bibliografia

- Asbeck, T., Basile, M., Stitt, J., Bauhus, J., Storch, I., Vierling, K. T. (2020) 'Tree-related microhabitats are similar in mountain forests of Europe and North America and their occurrence may be explained by tree functional groups' *Trees* 34: 1453-1466. DOI: 10.1007/s00468-020- 02017-3
- Asbeck, T., Großmann, J., Paillet, Y., Winiger, N., Bauhus, J. (2021) 'The Use of Tree-Related Microhabitats as Forest Biodiversity Indicators and to Guide Integrated Forest Management', *Curr. For. Rep.* 7: 59–68. DOI: 10.1007/s40725-020-00132-5
- Baral, R., Czeszczewik, D., Walankiewicz, W., Churski, M., Bhusal, P., Thapa, T. B., Mikusiński, G. (2018) 'Characteristic of tree cavities in sal *Shorea robusta* forest', *Nepal. J. Forest Res.* 23: 214-220. DOI: 10.1080/13416979.2018.1479131
- Bunnell, F. L., Houde, I. (2010) 'Down wood and biodiversity — implications to forest practices', *Environ. Rev.* 18: 397-421. DOI: 10.1139/A10-019
- Cockle, K. L., Trzcinski, M. K., Wiebe, K. L., Edworthy, A. B., Martin, K. (2019) 'Life-time productivity of tree cavities used by cavity-nesting animals in temperate and subtropical forests', *Ecol Appl.* 2019 Jul;29(5):e01916. DOI: 10.1002/eap.1916. Epub 2019 May 29. PMID: 31055863
- Czeszczewik, D., Walankiewicz, W., Stańska, M. (2008) 'Small mammals in nests of cavity-nesting birds: Why should ornithologists study rodents?' *Can. J. Zool.* 86: 286-293. DOI: 10.1139/Z07-139
- Czeszczewik, D. (2009) 'Foraging behaviour of White-backed Woodpeckers *Dendrocopos leucotos* in a primeval forest (Białowieża National Park, NE Poland): dependence on habitat resources and season', *Acta Ornithol.* 44: 109–118. DOI: 10.3161/000164509X482687
- Dyderski, M. K., Paź, S., Frelich, L. E., Jagodziński, A. M. (2018) 'How much does climate change threaten European forest tree species distributions?' *Glob. Change Biol.* 24: 1150–1163. DOI: 10.1111/gcb.13925
- Edworthy, A. B., Martin, K. (2014) 'Long-term dynamics of the characteristics of tree cavities used for nesting by vertebrates', *Forest Ecology and Management* 334: 122–128. DOI: 10.1016/j.foreco.2014.09.001
- Harmon, M. E., Franklin, J. F., Swanson, F. J., Sollins, P., Gregory, S. V., Lattin, J. D., Anderson, N. H., Cline, S. P., Aumen, N. G., Sedell, J. R., Lienkaemper, G. W., Cromack, K., Cummins, K. W. (2004). Ecology of Coarse Woody Debris in Temperate Ecosystems. *Adv. Ecol. Res.* 34: 59-234. DOI: 10.1016/S0065-2504(03)34002-4
- Esquivel-Muelbert, A., Baker, T. R., Dexter, K. G., Lewis, S. L., Brien, R. J. W., Feldpausch, T. R., Lloyd, J., Monteagudo-Mendoza, A., Arroyo, L., Álvarez-Dávila, E., Higuachi, N., Marimon, B. S., Marimon-Junior, B. H., Silveira, M., Vilanova, E., Gloor, E., Malhi, Y., Chave, J., Barlow, J., Bonal, D., Davila Cardozo, N., Erwin, T., Fauset, S., Hérault, B., Laurance, S., Poorter, L., Qie, L., Stahl, C., Sullivan, M. J. P., ter Steege, H., Vos, V. A., Zuidema, P. A., Almeida, E., de Oliveira, E. A., Andrade, A., Vieira, S. A., Aragão, L.,

Araujo-Murakami, A., Arets, E., Aymard, G. A. C., Baraloto, C., Camargo, P. B., Barroso, J. G., Bongers, F., Boot, R., Camargo, J. L., Castro, W., Moscoso, V. C., Comiskey, J., Cornejo Valverde, F., da Costa, A. C. L., del Aguila Pasquel, J., Di Fiore, A., Duque, L. F., Elias, F., Engel, J., Flores Llampazo, G., Galbraith, D., Herrera Fernández, R., Honorio Coronado, E., Hubau, W., Jimenez-Rojas, E., Nogueira Lima, A. J., Umetsu, R. K., Laurance, W., Lopez-Gonzalez, G., Lovejoy, T., Melo Cruz, O. A., Morandi, P. S., Neill, D., Núñez Vargas, P., Pallqui Camacho, N. C., Parada Gutierrez, A., Pardo, G., Peacock, J., Peña-Claros, M., Peñuela-Mora, M. C., Petronelli, P., Pickavance, G. C., Pitman, N., Prieto, A., Quesada, C., Ramírez-Angulo, H., Réjou-Méchain, M., Restrepo Correa, Z., Roopsind, A., Rudas, A., Salomão, R., Silva, N., Silva Espejo, J., Singh, J., Stropp, J., Terborgh, J., Thomas, R., Toledo, M., Torres- Lezama, A., Valenzuela Gamarra, L., van de Meer, P. J., van der Heijden, G., van der Hout, P., Vasquez Martinez, R., Vela C., Guimarães Vieira, I. C., Phillips, O. L. (2018) ‘Compositional response of Amazon forests to climate change’, *Glob. Change Biol.* 25: 39– 56. DOI: 10.1111/gcb.14413

Laurrieu, L., Paillet, Y., Winter, S., Bütler, R., Kraus, D., Krumm, F., Lachat, T., Michel, A., Regnery, B., Vandekerckhove, K. (2018) ‘Tree related microhabitats in temperate and Mediterranean European forests: A hierarchical typology for inventory standarization’, *Ecol. Indic.*, 84: 194-207. DOI: 10.1016/j.ecolind.2017.08.051

Martin, M., Raymond, P., Boucher, Y. (2021) ‘Influence of individual tree characteristics, spatial structure and logging history on tree-related microhabitat occurrence in North American hardwood forests’, *For. Ecosyst.* 8: 27. DOI: 10.1186/s40663-021-00305-z

Maziarz, M., Wesolowski, T. (2014), ‘Does darkness limit the use of tree cavities for nesting by birds?’, *J. Ornithol.* 155: 793-799. DOI: 10.1007/s10336-014-1069-1

Maziarz, M., Wesolowski, T., Hebda, G., Cholewa, M. (2015) ‘Natural nest-sites of Great Tits (*Parus major*) in a primeval temperate forest (Białowieża National Park, Poland)’, *Journal of Ornithology* 156: 613-623. DOI: 10.1007/s10336-015-1169-6

Paillet, Y., Debaive, N., Archaux, F., Cateau, E., Gilg, O., Guilbert, E. (2019) ‘Nothing else matters? Tree diameter and living status have more effects than biogeoclimatic context on microhabitat number and occurrence: An analysis in French forest reserves’, *PLoS ONE* 14: e0216500. DOI: 10.1371/journal.pone.0216500

Seidl, R., Thom, D., Kautz, M., Martin-Benito, D., Peltoniemi, M., Vacchiano, G., Wild, J., Ascoli, D., Petr, M., Honkaniemi, J., Lexer, M. J., Trotsiuk, V., Mairota, P., Svoboda, M., Fabrika, M., Nagel, T. A., Reyser, C. P. O. (2017) ‘Forest disturbances under climate change’, *Nat. Clim. Chang.* 7: 395–402. DOI: 10.1038/nclimate3303

Stański, T., Czeszczewik, D., Stańska, M., Walankiewicz, W. (2020) ‘Foraging behaviour of the Great Spotted Woodpecker *Dendrocopos major* in relation to sex in primeval stands of the Białowieża National Park’, *Acta Ornithol.* 55: 120–128. DOI: 10.3161/00016454AO2020.55.1.012

Thorn, S., Bäessler, C., Brandl, R., Burton, P. J., Cahall, R., Campbell, J. L., Castro, J., Choi, C. Y., Cobb, T., Donato, D. C., Durska, E., Fontaine, J. B., Gauthier, S., Hebert, C., Hothorn, T., Hutto, R. L., Lee, E. J., Leverkus, A. B., Lindenmayer, D. B., Obrist, M. K.,

- Rost, J., Seibold, S., Seidl, R., Thom, D., Waldron, K., Wermelinger, B., Winter, M.B., Żmihorski, M., Müller, J. (2018) 'Impacts of salvage logging on biodiversity: a meta-analysis', *J. Appl. Ecol.* 55: 279-289. DOI: 10.1111/1365-2664.12945
- Tomiałojć, L., Wesolowski, T., Walankiewicz, W. (1984) 'Breeding bird community of a primaeval temperate forest (Białowieża National Park, Poland)', *Acta Ornithologica* 20: 241-310
- Walankiewicz, W. (1991) 'Do secondary cavity-nesting birds suffer more from competition for cavities or from predation in a primeval deciduous forest?' *Natural Areas Journal* 11(4), 203- 212.
- Walankiewicz, W., Czeszczewik, D., Mitrus, C. (2007) 'Natural nest sites of the Collared Flycatcher *Ficedula albicollis* in lime-hornbeam-oak stands of a primeval forest', *Ornis Fennica* 84: 155-162.
- Wesolowski, T. (1996) 'Natural nest sites of Marsh Tits *Parus palustris* in a primaeval forest (Białowieża National Park, Poland)', *Die Vogelwarte* 38: 235-249.
- Wesolowski, T. (2007) 'Primeval conditions – what can we learn from them?' *Ibis* 149 (2):64-77 DOI: 10.1111/j.1474-919X.2007.00721.x
- Wesolowski, T. (2011) '«Lifespan» of woodpecker-made holes in a primeval temperate forest: a thirty year study', *Forest Ecology and Management* 262: 1846-1852. DOI: 10.1016/j.foreco.2011.08.001
- Wesolowski, T. (2012) '«Lifespan» of non-excavated holes in a primeval temperate forest: A 30 year study', *Biological Conservation* 153: 118–126. DOI: 10.1016/j.biocon.2012.04.017
- Wesolowski, T., Czeszczewik, D., Hebda, G., Maziarz, M., Mitrus, C., Rowiński, P. (2015) '40 years of breeding bird community dynamics in a primeval temperate forest (Białowieża National Park, Poland)', *Acta Ornithologica* 50: 95–120 DOI: 10.3161/00016454AO2015.50.1.010
- Wojton, A., Pitucha, G. (2020) 'Root plates as nesting sites for Eurasian Wrens *Troglodytes troglodytes* in a forest undergoing renaturalisation', *Acta Ornithologica* 55: 53-58. DOI: 10.3161/00016454AO2020.55.1.005
- Zalewski, A. (1997) 'Patterns of resting site use by pine marten *Martes martes* in Białowieża National Park (Poland)', *Acta Theriologica* 42 (2): 153–168. DOI: 10.4098/AT.arch.97-18

Jak cytować: Kamionka-Kanclerska, K. (2021). 'Wykorzystanie przez kęgowce mikrosiedlisk dna lasu związanych z drzewami (TreMs), W: *I Siedleckie Forum Doktorantów*, red. D. Kaczorek, A. Smyk, Siedlce: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach, s. 19-23.



© 2021 The Author(s). This open access article is distributed under a Creative Commons Attribution (CC-BY) 4.0 license.

Oliwia KARPÍŃSKA *

(Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach, Polska)

Wykorzystanie nisz ekologicznych przez ptaki w różnych typach lasu liściastego w Białowieskim Parku Narodowym

Abstract: *The Białowieża Primeval Forest is one of the last lowland forests in Europe, where we can observe ecological processes in natural conditions. Challenging of a climate change, essential is gaining knowledge about functioning and adaptation of organisms where human influence is limited. One of more important ecological issues is the division of niches between species. This issue started in the 1950s, however, research was carried out in forests significantly transformed by man and they were limited to the study of the food niche. The aim of the research is to characterize the ecological niches of individual forest bird species in relation to the environment in different seasons of the year (MacArthur's theory), in conditions similar to the natural ones. The research was carried out in ash-alder and lime-oak-hornbeam Habitat in Białowieża National Park, on 96 randomly chosen points (48 in each habitat). On each point, 15 minutes observation of all bird species were conducted. Observations were made in the evening and in the morning, twice in breeding season (May and June), and twice in winter (January and February). The species, sex, age and behavior each individual were noted. Moreover each used forest structure were noted (tree species, dbh, vitality, height). In both habitats, individual species differed in the niche usage (e.g. titmice most often fed in the crowns, whereas warblers in the undergrowth and woodpeckers on trunks and branches). Sedentary species used more structures in winter (most often were observed during foraging) than in spring when their behaviors were also more varied. Preliminary results do not indicate any competitive influences both between individual species, which is due to the large habitat diversity in the BNP. The obtained results will broaden our knowledge about the separation of niches in the forest ecosystem and the importance of individual tree species and other forest structures.*

Key words: Vertical stratification of avian community, niche separation, natural forest, birds ecology, ecological niche, forest structures

Wstęp

Puszcza Białowieża jest jednym z nielicznych niżowych lasów europejskich, w którym możemy badać procesy ekologiczne w warunkach zbliżonych do pierwotnych. W obliczu szybko zachodzących zmian w składzie drzewostanów spowodowanych ociepleniem klimatu, niezwykle istotne jest zdobywanie wiedzy na temat funkcjonowania i przystosowań organizmów w ich pierwotnym środowisku, gdzie wpływ człowieka jest ograniczony. Jednym z ważniejszych zagadnień ekologicznych jest podział nisz między gatunkami. Zajmowano się tym zagadnieniem już w latach 50. XX w., głównie w Ameryce

* ORCID iD 0000-0003-0926-3811. Wydział Nauk Ścisłych i Przyrodniczych, Instytut Nauk Biologicznych; oliwia.karpinska@uph.edu.pl

Północnej. Badania te prowadzono w lasach wtórnych, znacznie przekształconych przez człowieka i ograniczały się one do badań niszy pokarmowej. Przedstawione tutaj badania dotyczyły podziału nisz pomiędzy ptakami w warunkach zbliżonych do pierwotnych (w lasach grądowych i lęgowych chronionych od kilkuset lat). Na ich podstawie zostaną stworzone modele predyktywne dotyczące przyszłości poszczególnych gatunków (np. ptaków związanych ze świerkiem, który aktualnie zmniejsza swoją liczebność). Ponadto, wyniki będą miały szansę stać się narzędziem ekologicznym służącym do oceny stanu zachowania ekosystemów leśnych, wzbogacając dotychczasowe metody inwentaryzacji przyrodniczych. Badania przyniosły też odpowiedzi na pytania dotyczące najistotniejszych struktur lasu wykorzystywanych przez ptaki, co może przyczynić się do lepszej ochrony lasów w innych częściach Polski oraz Europy.

Wyróżniono następujące problemy badawcze:

- Jak różni się wykorzystanie nisz ekologicznych przez ptaki pomiędzy lasami grądowymi, a lęgowymi?
- Jak różni się wykorzystanie nisz ekologicznych przez osiadłe gatunki ptaków w sezonie lęgowym oraz zimą?
- Czy poszczególne gatunki konkurują ze sobą o specyficzne struktury środowiska?
- Jakie struktury lasu są najczęściej wykorzystywane przez ptaki w grądzie i w lęgu?

Celem badań jest charakterystyka nisz ekologicznych poszczególnych gatunków ptaków w odniesieniu do środowiska oraz pory roku (teoria MacArthur'a). Teoria ta pozwalała wykazać, że liczebność populacji ptaków jest ograniczana przez dostępność pokarmu (pojemność środowiska) oraz że różne gatunki nie zajmują tej samej niszy ekologicznej wbrew zasadzie wypierania – mają różne preferencje żywieniowe. Był to wniosek istotny dla ekologii populacyjnej i ewolucyjnej, potwierdzający rolę konkurencji międzygatunkowej w kształtowaniu struktury ekosystemu.

Hipotezy badawcze w pracy to:

- struktura lasu wpływa na szerokość niszy: w lęgu nisze są szersze w dolnych piętrach lasu, zaś w grądzie w górnych piętrach lasu;
- ptaki osiadłe wykorzystują więcej struktur w lesie w sezonie zimowym niż w sezonie lęgowym
- nie występuje konkurencja o pokarm pomiędzy poszczególnymi gatunkami, ze względu na zróżnicowaną strukturę lasu o charakterze pierwotnym
- wiosną nisze gatunków osiadłych różnią się od nisz ptaków migrujących.

Materiał i metody

Prace badawcze prowadzono w Białowieskim Parku Narodowym w Obszarze Ochronnym – Rezerwat (dawniej Rezerwat Ścisły Białowieskiego Parku Narodowego)

na sześciu powierzchniach (trzech grądowych oraz trzech łęgowych) w gradiencie odległości od skraju lasu. Na każdej powierzchni wytyczono 16 punktów losowych (co łącznie daje 96 punktów obserwacyjnych), z których prowadzono obserwacje ornitologiczne. Obserwacje prowadzono dwukrotnie w ciągu dnia na każdym punkcie (rano i wieczorem), w maju oraz czerwcu, a także dwukrotnie w okresie zimowym, w styczniu oraz lutym, w latach 2020-2022. Prace terenowe prowadzono przy możliwie najbardziej optymalnych warunkach, tj. przy bezwietrznej pogodzie, bez opadów oraz zamgleń. Do poruszania się po terenie wykorzystano szkicowe mapy powierzchni w skali 1:10000 z naniesionymi punktami obserwacji oraz GPS Garmin 62s.

Obserwacje awifauny na punktach prowadzono każdorazowo przez 15 minut. Notowano zachowanie stwierdzonych wizualnie gatunków ptaków z podziałem czasowym (ptaki obserwowane w pierwszych 5 minutach oraz w kolejnych 10 minutach). Ponadto zbierano informacje na temat wieku danego osobnika, miejsca w którym został stwierdzony, parametrów miejsca takich jak: gatunek drzewa, żywotność drzewa, obwód, wysokość osobnika. Notowano również natężenie światła, kierunek względem obserwatora oraz odległość od obserwatora. W celu usystematyzowania, przestrzeń leśną podzielono na sektory, które uwzględniają: przedziały wysokości na której znajduje się dany osobnik, strukturę (drzewo, krzew, wykrot, podszyt, gleba, martwe kłody), żywotność oraz gatunek drzewa, grubość gałęzi lub pnia, obwód drzewa, pokrycie runa, wymiary wykrotu, wymiary pnia, rozkład drewna. Informacje, zapisywano na przygotowanym wcześniej formularzu. Kategorie zachowań ptaków zostały podzielone na kategorie: żerowanie, pielęgnacja, śpiew lub toki, zachowania lęgowe (inkubacja jaj, budowa gniazda, karmienie piskląt lub podlotów), eksploracja, niepokój, alarm, głos kontaktowy i odpoczynek. Notowane były również piętra lasu: gleba, ściółka, runo, podszyt, niskie korony drzew, wysokie korony drzew (wystające znacznie ponad zwarcie koron). Nasłonecznienie ujęto w trzech kategoriach: cień, półcień oraz słońce.

Obserwacje wykonano za pomocą wysokiej jakości lornetki (8 x 42), przystosowanej do pracy w słabych warunkach oświetleniowych. Dodatkowo, na każdym punkcie obserwator zapisywał, które ptaki zostały stwierdzone początkowo słuchowo, następnie wizualnie, a które osobniki zostały stwierdzone na punkcie wyłącznie na podstawie głosu.

Kolejnym etapem badań będzie charakterystyka siedliska, poprzez określenie takich parametrów jak: pokrycie koron, określenie gatunków drzew i krzewów, liczbę drzew stojących, liczbę drzew leżących, liczbę wykrotów, wysokości poszczególnych struktur, pokrycie terenu przez poszczególne struktury. Charakterystyka siedliska zostanie wykonana w tych samych 96 punktach, w których prowadzone były obserwacje ornitologiczne.

Analizy statystyczne zostaną przeprowadzone za pomocą pakietu R. Zakładam zastosowanie testów nieparametrycznych, a także modeli predyktywnych.

Wnioski

Prace terenowe będą kontynuowane jeszcze w sezonie zimowym 2021/2022. Dodatkowo należy przeprowadzić analizy środowiskowe oraz prace kameralne. W poniższym streszczeniu mogą zaprezentować jedynie wstępne wyniki nieopatrzone analizami statystycznymi.

W obu badanych siedliskach poszczególne gatunki różniły się wykorzystaniem nisz (np. sikory najczęściej żerowały w koronach, pokrzewki w podszycie a dzięcioły na pniach i konarach). Gatunki osiadłe wykorzystywały znacznie więcej struktur zimą (najczęściej obserwowane były podczas żerowania) niż wiosną kiedy ich zachowania również były bardziej zróżnicowane. Wstępne wyniki nie wskazują na jakiegokolwiek oddziaływania konkurencyjne zarówno pomiędzy poszczególnymi gatunkami co wynika z dużego zróżnicowania siedlisk w BPN.

Uzyskane wyniki poszerzają wiedzę na temat rozdziału nisz w ekosystemie leśnym oraz znaczenia poszczególnych gatunków drzew oraz innych struktur lasu.

Bibliografia

- Acharya, B.K., Vijayan, L. (2017) 'Vertical stratification of birds in different vegetation types along an elevation gradient in the Eastern Himalaya, India', *Ornithological Science* 161:137-147.
- Bart, J., Andres, B.A., Elliott, K.H., Francis, C.M., Johnston, V., Morrison, R.I.G., Pierce, E.P., Rausch, J. (2012) 'Small-scale and Reconnaissance Surveys', *Arctic Shorebirds in North America: A Decade of Monitoring* 30: 175-178.
- Brotons, L., Herrando, S. (2011) Population Estimates: Towards Standardised Protocols as a Basis for Comparability, *Ardeola* 46:139-148.
- Browne, S., Vickery, J., Chamberlain, D. (2000) 'Densities and population estimates of breeding Skylarks *Alauda arvensis* in Britain in 1997', *Bird Study* 16:131-140.
- Chaparro-Herrera, S., Lopera-Salazar, A., Florez, J., Mesa, A. (2019) 'Habitat use, diet and foraging behavior of the Turquoise Dacnis (*Dacnis hartlaubi*) in Tibacuy, Colombia', *Ornitologia Neotropical* 10: 450-475.
- Cooper, N.W., Sherry, T.W., Marra, P.P. (2014) 'Modeling three-dimensional space use and overlap in birds' *AUK* 26: 265-282.
- de Zwaan, D.R., Roitberg, B.D. (2015) 'Variation in foraging strategy with forest age for the Black-crowned Antshrike (*Thamnophilus antrinucha*)', *Ornitologia Neotropical* 131: 681-693.
- Dias, P.S., Cipro, C.V.Z., Colabuono, F.I., Taniguchi, S., Montone, R.C. (2018) 'Persistent organic pollutants and stable isotopes in seabirds of the Rocas Atoll, Equatorial Atlantic, Brazil', *Marine Ornithology* 45: 374-386.

- Galen, S.C., Witt, C.C. (2014) 'Diverse avian malaria and other haemosporidian parasites in Andean house wrens: evidence for regional co-diversification by host-switching', *Journal of Avian Biology* 141-155.
- Jayson, E.D.A., Mathew, D.N., (2003) 'Vertical stratification and its relation to foliage in tropical forest birds in Western Ghats (India)', *Acta Ornithologica* 58: 365-370.
- Rehfishch, M.M., Austin, G.E., Holloway, S.J., Allan, J.R., O'Connell, M.(2002) 'An approach to the assessment of change in the numbers of Canada Geese *Branta canadensis* and Greylag Geese *Anser anser* in southern Britain', *Bird Study* 38: 111-116.
- Stralberg, D., Camfield, A.F., Carlson, M., Lauzon, C., Westwood, A., Barker, N.K.S., Song, S.J., Schmiegelow, F.K.A. (2018) 'Strategies for identifying priority areas for song-bird conservation in Canada's boreal forest', *Avian Conservation and Ecology* 49:50-59.
- van der Winden, J., van Horssen, P.W. (2008) 'A population model for the black tern *Chlidonias niger* in West-Europe', *Journal of Ornithology* 143: 64-81.
- Van Wilgenburg, S.L., Beck, E.M., Obermayer, B., Joyce, T., Weddle, B. (2015) 'Biased representation of disturbance rates in the roadside sampling frame in boreal forests: implications for monitoring design', *Avian Conservation and Ecology* 47: 52-65.
- Walther, B.A. (2004) 'Why canopy access is essential to understand canopy birds: Four examples from the Surumoni Crane Project', *Ornitologia Neotropical* 19: 199-206.
- Walther, B.A. (2002) 'Vertical stratification and use of vegetation and light habitats by Neotropical forest birds', *Journal of Ornithology* 137: 16-21.
- Yohannes, E., Woog, F. (2020) 'A multi-isotope and morphometric analysis to uncover ecological niche divergence in two endemic island birds from Madagascar: the Dark and Common Newtonia (*Vangidae*)', *Journal of Ornithology* 95: 957-967.
- Tomialojć, L., Wesolowski, T. (1990) 'Bird communities of the primeval temperate forest of Białowieża, Poland', w: *Biogeography and Ecology of Forest Bird Communities*, red. A. Keast, The Hague: SPB Academic Publishers, 141-165.
- Tomialojć, L., Wesolowski, T. (1996) 'Structure of a primeval forest bird community during 1970s and 1990s (Białowieża National Park, Poland)', *Acta Ornithologica* 31: 133-154.
- Tomialojć, L., Wesolowski, T. (2004) 'Diversity of the Białowieża Forest avifauna in space and time', *J. Ornitol.* 145: 81-92.
- Tomialojć, L., Wesolowski, T. (2005) 'The avifauna of the Białowieża Forest: a window into the past', *British Birds* 98: 174-193.
- Wesolowski, T. (2007) 'Primeval conditions – what can we learn from them?', *Ibis* 149 (Supl. 2): 64-77.
- Wesolowski, T. (2011) '«Lifespan» of woodpecker-made holes in a primeval temperate forest: a thirty year study', *Forest Ecol Manag* 262:1846-1852.
- Wesolowski, T. (2012) '«Lifespan» of non-excavated holes in a primeval temperate forest: A 30 year study', *Biol. Conserv.* 153: 118-126.

- Wesołowski, T., Martin, K. (2018) 'Tree holes and hole-nesting birds in European and North American forests', w: *Ecology and conservation of forest birds*, red. G. Mikusiński, J.-M. Roberge, R. J. Fuller, Cambridge University Press: Cambridge, 79-134.
- Wesołowski, T., Rowiński, P. (2004) 'The breeding behaviour of the Nuthatch *Sitta europaea* in relation to natural hole attributes in a primeval forest', *Bird Study* 51: 143-155.
- Wesołowski, T., Rowiński, P. 2012. 'The breeding performance of Blue Tits *Cyanistes caeruleus* in relation to the attributes of natural holes in a primeval forest', *Bird Study* 59: 437-448.
- Wesołowski, T., Rowiński, P., Mitrus, C., Czeszczewik, D. (2006) 'Breeding bird community of a primeval temperate forest (Białowieża National Park, Poland) at the beginning of the 21st century', *Acta Ornithol.* 41: 55-70.
- Walther, B.A. (2004) 'Why canopy access is essential to understand canopy birds: Four examples from the Surumoni Crane Project', *Ornitologia Neotropical* 19: 199-206.
- Walther, B.A. (2002) 'Vertical stratification and use of vegetation and light habitats by Neotropical forest birds', *Journal of Ornithology* 137:16-28.
- Yohannes, E., Woog, F. (2020) 'A multi-isotope and morphometric analysis to uncover ecological niche divergence in two endemic island birds from Madagascar: the Dark and Common Newtonia (*Vangidae*)', *Journal of Ornithology* 95:957-967.

Jak cytować: Karpińska, O. (2021). 'Wykorzystanie nisz ekologicznych przez ptaki w różnych typach lasu liściastego w Białowieżskim Parku Narodowym', W: *I Siedleckie Forum Doktorantów*, red. D. Kaczorek, A. Smyk, Siedlce: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach, s. 25-30.



© 2021 The Author(s). This open access article is distributed under a Creative Commons Attribution (CC-BY) 4.0 license.

NAUKI CHEMICZNE

Angelika WINKLER*
(Politechnika Wrocławska, Polska)

Wpływ modyfikacji plazmowej na zwilżalność nanowłókien elektroprzędzonych z polikaprolaktonu

Abstract: *The aim of this study was to determine the effect of low-temperature plasma on the wettability of electrospun polycaprolactone (PCL) fibres. PCL fibres were prepared using a mixture of the solvents of methanol and chloroform (1:1 v/v) and different concentrations of the polymer (i.e. 6-12% w/v). The study confirms that the electrospinning process is affected by a number of important variables. The influence of polymer concentration, voltage applied to the capillary and solution flow rate on the properties of the produced nanofibres was determined. Fibres with nanometric diameters were obtained for all concentrations tested. For concentrations of 8-12% w/v, the fibres had a smooth surface and regular shape. For the lowest concentration tested (i.e. 6% w/v), fibres with defects in the form of beads were obtained. In the next step, the prepared nanofibres were subjected to plasma treatment with known parameters (i.e. average power density was 17 mW/cm^2). As a result of a sufficiently long (i.e. 30 seconds) plasma modification, fibres with a surface characterised by strong hydrophilicity were obtained. The effect of plasma treatment on the surface free energy was also researched. The results obtained by low-temperature plasma modification were fully reversible, so the durability of this effect was also investigated. For this purpose, the wettability of the tested sample was determined from the moment of modification until it reached its initial parameters (i.e. immediately before modification). On the basis of the performed studies it can be concluded that in order to take advantage of the properties obtained as a result of plasma modification - strong hydrophilicity - further examination should be carried out immediately after plasma modification, because the effect is relatively short-lived (3-4 h).*

Key words: polycaprolactone nanofiber, electrostatic fiber spinning, electrospinning parameters, non-thermal plasma, fibers wettability, surface free energy

Wprowadzenie

Proces elektrostatycznego przędzenia włókien z powodzeniem przeprowadzany jest już od początku XX wieku (Zeleny, 1914: 69-91; Formhals, 1934). Elektroprzędzenie rozpoczyna się od dostarczenia roztworu polimeru na koniec kapilary, gdzie oddziałują na niego siły napięcia powierzchniowego. Następnie do kapilary przykładana jest wysoka napięcie stałe, w rezultacie roztwór poddawany jest jednoczesnemu działaniu silnego pola elektrycznego. Na powierzchni cieczy indukowane są ładunki elektryczne i powstaje siła odpychająca przeciwnie skierowana do sił napięcia powierzchniowego. Ze wzrostem natężenia pola elektrycznego półsferyczny dotychczas kształt kropli wydłuża się i formuje się tzw. stożek Taylor'a (Taylor i in., 1933: 278-297). Przy odpowiednio wysokim napięciu

* ORCID iD 0000-0003-0108-7702. Wydział Elektryczny, Katedra Podstaw Elektrotechniki i Elektrotechnologii; angelika.winkler@pwr.edu.pl

następuje wyrzut naładowanego strumienia roztworu. Na drodze kapilara-kolektor zastosowany rozpuszczalnik odparowuje i formowane jest włókno, które następnie zbierane jest na kolektorze. Proces elektroprzędzenia odbywa się w powietrzu atmosferycznym o ustalonej wilgotności względnej.

Opisana technologia może być z powodzeniem stosowana do wytwarzania mikro- i nanowłókien z różnych polimerów, zarówno naturalnych jak i syntetycznych (Mele, 2016: 4805-4808; Wang i in., 2019: 4-5). Zainteresowanie elektroprzędzonymi nanowłóknami nie słabnie od wielu lat, m.in. ze względu na prostotę procesu, jego powtarzalność i niskie koszty. Warto podkreślić, że odpowiednio dobrane parametry procesu dają możliwość wytwarzania włókien o wymaganych właściwościach (np. elektrycznych, mechanicznych i biologicznych). Ponadto nanowłókna mają pewne unikalne cechy, takie jak wysoki stosunek powierzchni do objętości, wysoka porowatość (jeżeli jest wymagana), mały rozmiar porów między włóknami i duży potencjał modyfikacji powierzchni.

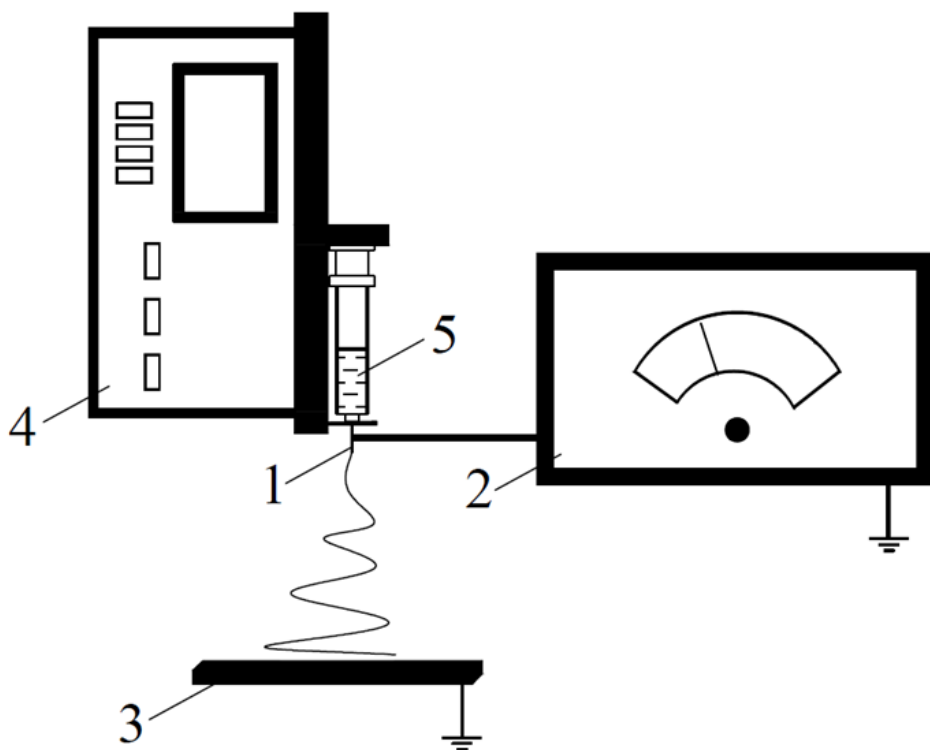
Elektroprzędzone włókna mogą być modyfikowane za pomocą plazmy nietermicznej, czyli częściowo zjonizowanego gazu (lub mieszaniny gazów) składającego się z porównywalnej liczby elektronów i jonów, ale również z atomów, cząsteczek obojętnych i promieniowania elektromagnetycznego (Żenkiewicz, 2000: 142). Podczas obróbki plazmowej zachodzą procesy, które mogą prowadzić do oczyszczania/trawienia warstwy wierzchniej traktowanej powierzchni, sieciowania cząsteczek w warstwie wierzchniej lub powstawania nowych struktur chemicznych (Żenkiewicz, 2000: 146-148).

W niniejszej pracy przedstawiono możliwość wytworzenia elektroprzędzonych nanowłókien z polikaprolaktonu i modyfikacji powierzchni przygotowanych włókien za pomocą plazmy nietermicznej. Zaprezentowane badania ukierunkowane były na wpływ obróbki plazmowej na zwilżalność nanowłókien.

Proces elektrostatycznego przędzenia

W celu przygotowania roztworu polimeru polikaprolakton (PCL, $M_n=80,000$, Sigma-Aldrich, Polska) rozpuszczono w mieszaninie chloroformu i metanolu (1:1, v/v) w temperaturze pokojowej i mieszano przez 12 godzin, aby zapewnić całkowite rozpuszczenie. Stężenie PCL mieściło się w zakresie 6-12% (w/v).

Proces elektroprzędzenia przeprowadzano w układzie przedstawionym na rys. 1. Strzykawkę z przygotowanym roztworem PCL umieszczono w pompie infuzyjnej (NE-300, New Era Pump Systems Inc., Farmingdale, NY, USA). Do kapilary przyłożono wysokie napięcia stałe z wysokiego źródła napięcia (SP/EW50P12.0Y17, Glassman High Voltage Inc., Califon, NJ, USA). Odległość między kapilarą i kolektorem była stała i wynosiła 150 mm. Wytwarzano nanowłókna zbierano na metalowej płycie pokrytej folią aluminiową (20 x 20 cm). Wewnętrzna średnica igły, przyłożone napięcie, szybkość podawania roztworu na kapilarę, temperatura otoczenia i wilgotność wynosiły odpowiednio 0,5 mm, 10-16 kV, 0,1-5,0 ml/h, 298 ± 2 K oraz $40 \pm 3\%$.

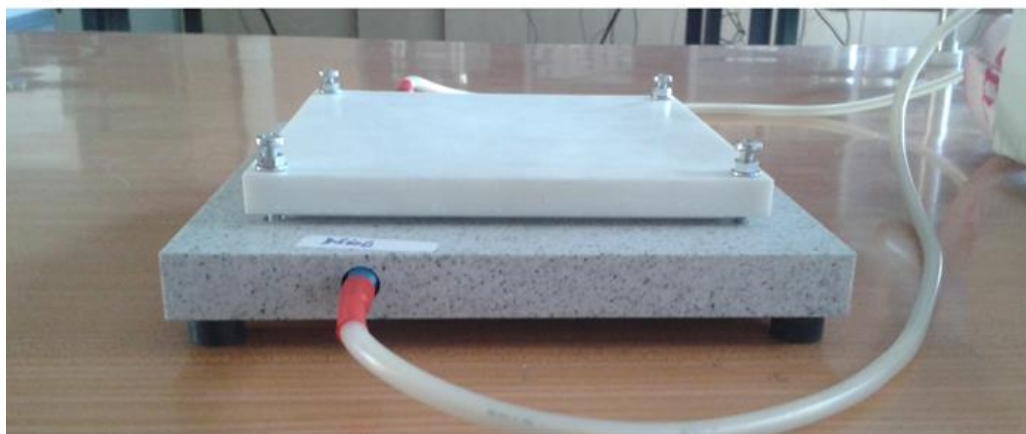


Rys. 1. Układ do elektrostatycznego przędzenia włókien: 1 – kapilara, 2 – źródło wysokiego napięcia stałego, 3 – kolektor, 4 – pompa infuzyjna, 5 – roztwór polimeru (opracowanie własne autora)

Modyfikacja plazmowa nanowłókien

Obróbkę plazmową wytworzonych nanowłókien przeprowadzono przy użyciu reaktora plazmowego z dielektrycznym wyładowaniem barierowym (DBD) w powietrzu pod ciśnieniem atmosferycznym. Płasko-równoległy reaktor plazmowy (zob. rys. 2) zasilano z generatora impulsów wysokiego napięcia o modulowanej częstotliwości (DORA PS, Wrocław, Polska). Amplituda, częstotliwość i moc wyładowania wynosiły odpowiednio 5,0 kV, 38 kHz oraz 2 W. Średnia wartość gęstości mocy rozpraszanej na modyfikowanych próbkach wynosiła 17 mW/cm².

a)



b)



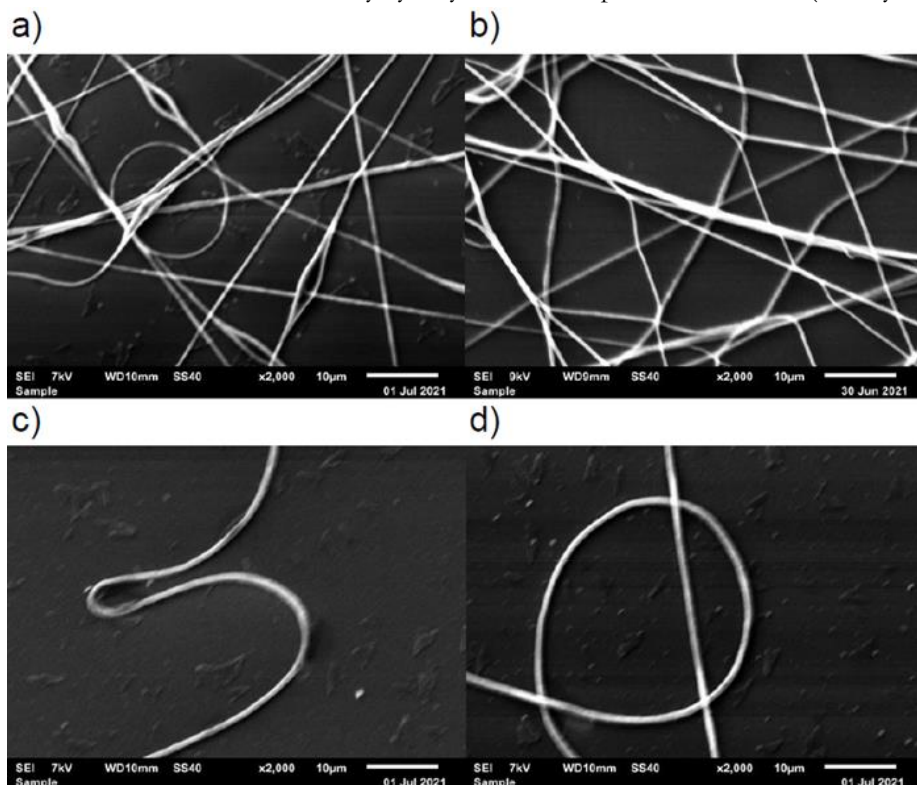
Rys. 2. Zastosowany reaktor DBD (a) oraz widok mikrowyładowań podczas procesu modyfikacji plazmowej (b) (opracowanie własne autora)

Pomiary kąta zwilżania i swobodnej energii powierzchniowej

Zwilżalność przygotowanych nanowłókien została określona przez pomiar kąta zwilżania i swobodnej energii powierzchniowej. Testy przeprowadzono przy użyciu przenośnego urządzenia See System E (Advex Instruments, s.r.o., Brno, Czechy). W celu przygotowania próbek włókna osadzano na podłożu szklanym tworząc matę włóknistą. Do badań użyto kropli wody destylowanej o objętości 6 μl . Badania były przeprowadzane w powietrzu o temperaturze $295 \pm 2 \text{ K}$, ciśnieniu $1000 \pm 5 \text{ hPa}$ i wilgotności względnej $40 \pm 3\%$.

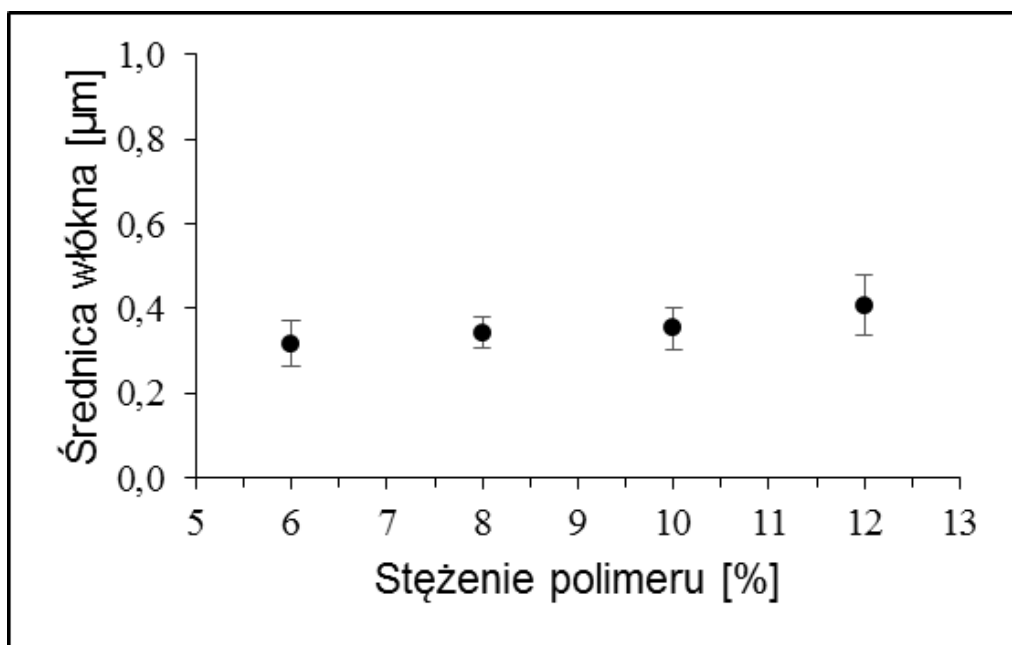
Właściwości wytworzonych nanowłókien

Pierwszy krok badań polegał na wytworzeniu elektroprzędzonych nanowłókien i sprawdzeniu ich morfologii dla różnych parametrów wejściowych procesu. Zaobserwowano, że dla wszystkich badanych stężeń polimeru wytworzono włókna cylindryczne o średnicach nanometrycznych. Z roztworów o stężeniach 8-12% produkowano włókna o regularnym kształcie, gładkiej powierzchni i bez defektów (zob. rys. 3b-d). W przypadku roztworu 6% odnotowano charakterystycznych defekt w postaci koralików (zob. rys. 3a).



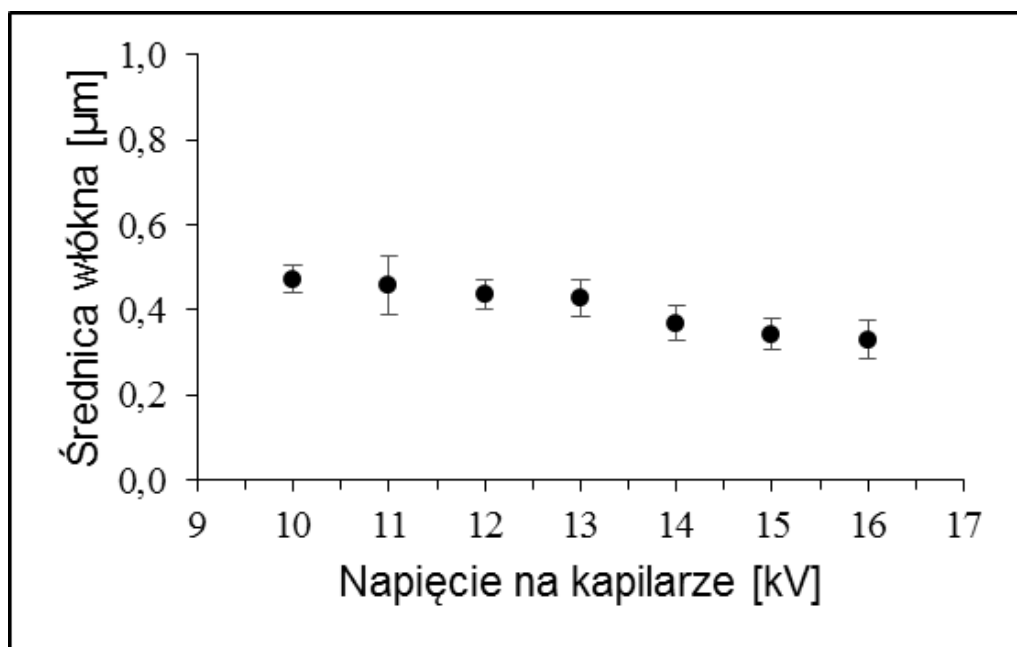
Rys. 3. Przykładowe fotografie SEM wytworzonych nanowłókien. Wyniki otrzymano dla przyłożonego napięcia, prędkości ci przepływu i odległości kapilara-kolektor równych odpowiednio 15 kV , 1,0 ml/h i 150 mm. Włókna wyciągano z roztworu 6% PCL (a), 8% PCL (b), 10% PCL (c) oraz 12% PCL (d) (opracowanie własne autora)

Istotny wpływ na właściwości wytwarzanych włókien ma stężenie polimeru (c_p) w przygotowanym roztworze. Włókna wytworzono przy stałych parametrach procesu, tj. napięciu na kapilarze (U), prędkości podawania roztworu na kapilarę (v) oraz odległości kapilara-kolektor (h). Otrzymane wyniki (zob. rys. 4) jednoznacznie wskazują, że wzrost stężenia polimeru w roztworze powoduje wzrost średnicy produkowanych włókien. W badanym zakresie średnica zmieniała się od 320 nm (dla $c_p=6\%$) do 410 nm (dla $c_p=12\%$).



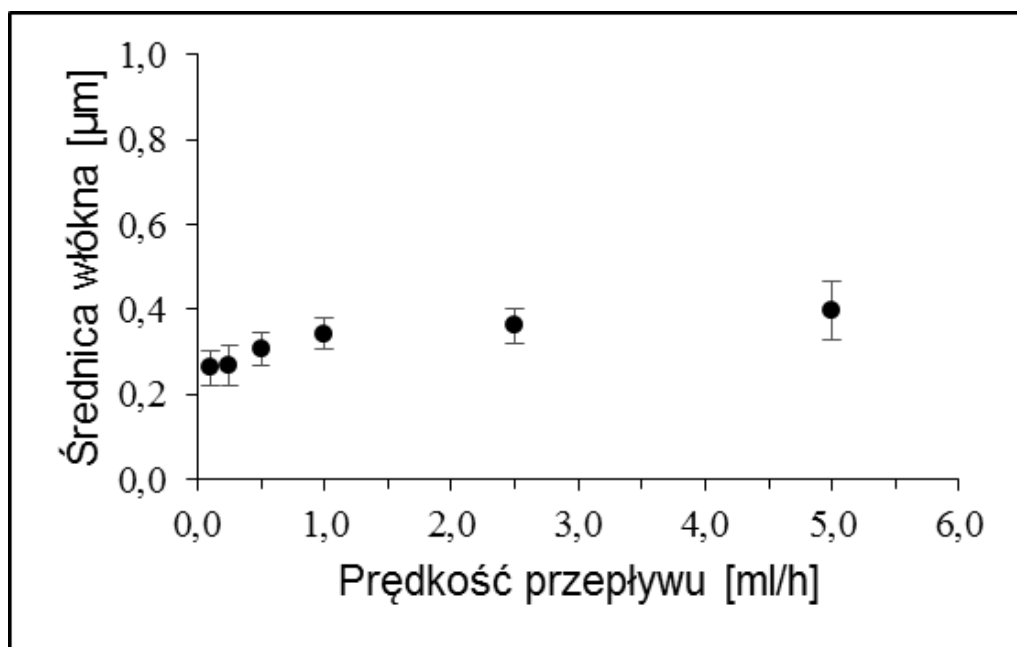
Rys. 4. Wpływ stężenia polimeru w roztworze na średnicę włókien. Wyniki otrzymano dla przyłożonego napięcia, prędkości przepływu i odległości kapilara-kolektor równych odpowiednio 15 kV, 1 ml/h i 150 mm (badania własne autora)

Wielu badaczy podkreśla, że aby otrzymać jednorodne nanowłókna o pożądanych właściwościach niezbędne jest zoptymalizowanie procesu elektroprzędzenia (Feltz i in., 2019: 48-49; Islam i in., 2019; Ibrahima i in., 2020). Wpływ zmiennych procesu na średnicę włókien sprawdzono dla roztworu PCL o stężeniu 8%. Na rys. 5 przedstawiono wpływ napięcia zasilania. Na podstawie otrzymanych wyników można wnioskować, że średnica nanowłókien maleje wraz ze wzrostem napięcia zasilania. Dla badanego stężenia otrzymano włókna o średnicy od 330 nm do 470 nm odpowiednio dla napięcia równego 16 kV i 10 kV.



Rys. 5. Wpływ napięcia na kapilarze na średnicę włókien. Wyniki otrzymano dla stężenia polimeru, prędkości przepływu i odległości kapilara-kolektor równych odpowiednio 8%, 1 ml/h i 150 mm (badania własne autora)

Podczas optymalizacji warunków procesu elektroprzędzenia warto również zwrócić uwagę na prędkość podawania roztworu na kapilarę. Otrzymane wyniki (zob. rys. 6) potwierdzają, że średnia wartość średnicy włókna wzrasta wraz ze wzrostem prędkości przepływu roztworu. Dla najmniejszego badanego przepływu, tj. 0,1 ml/h średnice produkowanych włókien wynosiły około 260 nm, natomiast dla przepływu największego, tj. 5 ml/h – 400 nm. Warto również zwrócić uwagę na fakt, że nie można dowolnie zmniejszać prędkości przepływu (w celu uzyskiwania cieńszych włókien), ponieważ prowadzi to do sklejania się dyszy i zatrzymania procesu.



Rys. 6. Wpływ prędkości przepływu na średnicę włókien. Wyniki otrzymano dla stężenia polimeru, przyłożonego napięcia i odległości kapilara-kolektor równych odpowiednio 8%, 15 kV i 150 mm (badania własne autora)

Wpływ modyfikacji plazmowej na zwilżalność nanowłókien

W kolejnym kroku zbadano wpływ modyfikacji plazmowej na zwilżalność nanowłókien wytwarzanych z PCL. Oddziaływanie to sprawdzano dla nanowłókien produkowanych z roztworu PCL o stężeniu 8%. Wartość kąta zwilżania (Θ) dla próbki kontrolnej (niemodyfikowanej plazmą) wynosiła $121,70 \pm 2,46^\circ$ (zob. tab. 1), natomiast swobodna energia powierzchniowa (SEP) była równa $4,13 \pm 0,63 \text{ mJ/m}^2$ (zob. tab. 2).

Modyfikację plazmą prowadzono dla czasów od 10 s do 30 s. Otrzymane wartości kąta zwilżania i swobodnej energii powierzchniowej przedstawiono w tab. 1 i tab. 2. Dla przygotowanych nanowłókien nie zaobserwowano znaczących zmian w wartościach Θ czy SEP dla czasów modyfikacji krótszych niż 30 s. Natomiast modyfikacja plazmą nietermiczną przez 30 s spowodowała, że na całej powierzchni próbki krople natychmiast się rozlewały – powierzchnia stała się silnie hydrofilowa.

Tab. 1. Wartości kątów zwilżania dla nanowłókien wytworzonych z 8% PCL (badania własne autora)

Θ [°]	Czas modyfikacji [s]			
	0	10	20	30
Θ_1	118,92	120,58	120,49	krople rozlewają się
Θ_2	121,64	122,68	120,73	
Θ_3	124,62	122,02	119,15	
Θ_4	119,08	121,00	120,59	
Θ_5	121,57	122,11	120,66	
Θ_6	124,35	122,00	120,13	
Θ_{sr}	121,70	121,73	120,29	-
s	2,46	0,78	0,60	-

Θ – kąt zwilżania; s – odchylenie standardowe;

Tab. 2. Wartości swobodnej energii powierzchniowej dla nanowłókien wytworzonych z 8% PCL (badania własne autora)

SEP [mJ]/m ²	Czas modyfikacji [s]			
	0	10	20	30
SEP_1	4,85	4,39	4,42	krople rozlewają się
SEP_2	4,11	3,85	4,35	
SEP_3	3,39	4,02	4,79	
SEP_4	4,81	4,28	4,39	
SEP_5	4,13	3,99	4,37	
SEP_6	3,46	4,02	4,51	
SEP_{sr}	4,13	4,09	4,47	-
s	0,63	0,20	0,17	-

SEP – swobodna energia powierzchniowa; s – odchylenie standardowe;

W celu określenia trwałości wpływu modyfikacji plazmowej wybrano próbkę reprezentacyjną – nanowłókna wytworzone z 8% PCL modyfikowane przez 30 s (ich powierzchnia jest silnie hydrofilowa). Otrzymane wyniki (zob. tab. 3) wskazują, że w ciągu

pierwszych 2h od modyfikacji powierzchnia zachowała swoją hydrofilowość. Po 3 h od zakończenia obróbki zmierzono Θ równy $77,67 \pm 5,53^\circ$ oraz SEP równą $26,90 \pm 4,23 \text{ mJ/m}^2$. Świadczy to o tym, że już po 3 h przygotowana nanowłóknina zaczęła odzyskiwać swoje pierwotne właściwości sprzed modyfikacji. Wyniki otrzymane po 4 h od obróbki wskazują na to, że po tym czasie próbka w pełni odzyskała swoje właściwości – Θ równy $119,74 \pm 1,28^\circ$ oraz SEP równa $4,63 \pm 0,35 \text{ mJ/m}^2$. Stąd wniosek, że aby móc wykorzystać właściwości uzyskiwane w wyniku modyfikacji plazmowej – silną hydrofilowość, należy dalsze badania przeprowadzić bezpośrednio po modyfikacji plazmowej dlatego, że efekt jest stosunkowo krótkotrwały. Badania na wybranej próbce przeprowadzano łącznie przez 48 h w celu obserwacji stabilności jej właściwości. Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że zarówno wartość Θ jak i SEP są praktycznie stałe w czasie.

Tab. 3. Zmiany zwilżalności nanowłóknien wytworzonych z 8% PCL po 30-sekundowej modyfikacji plazmowej (badania własne autora)

Θ [°]	Czas od modyfikacji [h]						
	0	1	2	3	4	24	48
Θ_1	krople rozlewają się	krople rozlewają się	krople rozlewają się	80,59	120,98	122,60	117,68
Θ_2				69,47	119,50	123,82	117,65
Θ_3				81,79	118,91	121,29	120,01
Θ_4				71,79	121,62	122,17	118,61
Θ_5				80,58	118,33	124,60	117,91
Θ_6				81,80	119,08	121,85	117,92
Θ_{sr}	-	-	-	77,67	119,74	122,72	118,30
s	-	-	-	5,53	1,28	1,25	0,91

Θ – kąt zwilżania; s – odchylenie standardowe;

Tab. 4. Zmiany swobodnej energii powierzchniowej nanowłókien wytworzonych z 8% PCL po 30-sekundowej modyfikacji plazmowej (badania własne autora)

SEP [mJ]/m ²	Czas od modyfikacji [h]						
	0	1	2	3	4	24	48
SEP_1	krople rozlewają się	krople rozlewają się	krople rozlewają się	24,64	4,29	3,87	5,22
SEP_2				33,21	4,69	3,58	5,23
SEP_3				23,77	4,86	4,20	4,55
SEP_4				31,35	4,12	3,98	4,94
SEP_5				24,66	5,03	3,40	5,15
SEP_6				23,75	4,81	4,06	5,15
SEP_{sr}	-	-	-	26,90	4,63	3,85	5,04
s	-	-	-	4,23	0,35	0,30	0,26

SEP – swobodna energia powierzchniowa; s – odchylenie standardowe;

Podsumowanie

W pracy omówiono włókna o średnicach nanometrycznych elektroprzędzone z polikaprolaktonu. Przedstawione wyniki badań potwierdziły, że na proces elektrostatycznego przędzenia wpływa wiele istotnych zmiennych, m.in. stężenie polimeru w roztworze, napięcie zasilania oraz prędkość podawania roztworu na kapilarę. Z tego powodu bardzo istotne jest znalezienie odpowiednich parametrów procesu, które zagwarantują stabilne i ciągle wytwarzanie włókien o pożądanym właściwościach.

Przeprowadzone badania wskazują również na możliwość modyfikowania powierzchni produkowanych włókien za pomocą plazmy niskotemperaturowej. W wyniku obróbki plazmowej o odpowiednio dobranych parametrach można otrzymywać włókna o silnie hydrofilowej powierzchni, co może być istotną cechą z punktu widzenia dalszych zastosowań nanowłókien. Przeprowadzone badania potwierdziły jednak, że efekt ten jest w pełni odwracalny i stosunkowo krótkotrwały.

Bibliografia

- Feltz, K.P., Growney Kalaf, E.A., Chen, C., Scott Martin, R., Sell, S.A. (2017) 'A review of electrospinning manipulation techniques to direct fiber deposition and maximize pore size', *Electrospinning* 1: 46–61.
- Formhals, A. (1934). US Pat., 1975504, Process and apparatus for preparing artificial threads.
- Ibrahima, H.M., Klingnerb, A. (2020) 'A review on electrospun polymeric nanofibers: Production parameters and potential applications', *Polymer Testing* 90: 106647.
- Islam, M.S., Ang, B.C., Andriyana, A., Afifi, A.M. (2019) 'A review on fabrication of nanofibers via electrospinning and their applications', *SN Applied Sciences* 1: 1248.
- Mele, E. (2016) 'Electrospinning of natural polymers for advanced wound care: towards responsive and adaptive dressings', *Journal of Materials Chemistry B* 4: 4801-4812.
- Taylor, G.I., Maccoll, J.W. (1933) 'The air pressure on a cone moving at high speeds.—I', *Proceedings of the Royal Society A* 139: 278–297.
- Wang, C., Wang, J., Zeng, L., Qiao, Z., Liu, X., Liu, H., Zhang, J., Ding, J. (2019) 'Fabrication of electrospun polymer nanofibers with diverse morphologies', *Molecules* 24: 834.
- Zeleny, J. (1914) 'The electrical discharge from liquid points, and a hydrostatic method of measuring the electric intensity at their surfaces', *Physical Review Journals* 3: 69–91.
- Żenkiewicz, M. (2000). *Adhezyja i modyfikowanie warstwy wierzchniej tworzyw wielocząsteczkowych*, Warszawa: Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, 142-171.

Jak cytować: Winkler, A. (2021). 'Wpływ modyfikacji plazmowej na zwilżalność nanowłókien elektroprzędzonych z polikaprolaktanu', W: *I Siedleckie Forum Doktorantów*, red. D. Kaczorek, A. Smyk, Siedlce: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach, s. 33-44.



© 2021 The Author(s). This open access article is distributed under a Creative Commons Attribution (CC-BY) 4.0 license.

Dorota KACZOREK*

(Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach, Polska)

Synteza optycznie czynnych pochodnych naftalenodiimidów

Abstract: *Naphthalenediimides are compounds that have a naphthalene skeleton in their core. They are obtained from naphthalene tetracarboxylic dianhydrides. The most common naphthalenediimides are compounds that are substituted on both sides with the same substituents. By introducing a chiral substituent on one side of the naphthalenediimide and an aliphatic substituent on the other side, the redox properties of these compounds can be selectively influenced as naphthalenediimides are a low molecular weight group of organics which exhibit semiconducting properties.*

Key words: asymmetric synthesis, chiral naphthalenediimide, binaphthalenylamine, sulfinamides

Wprowadzenie

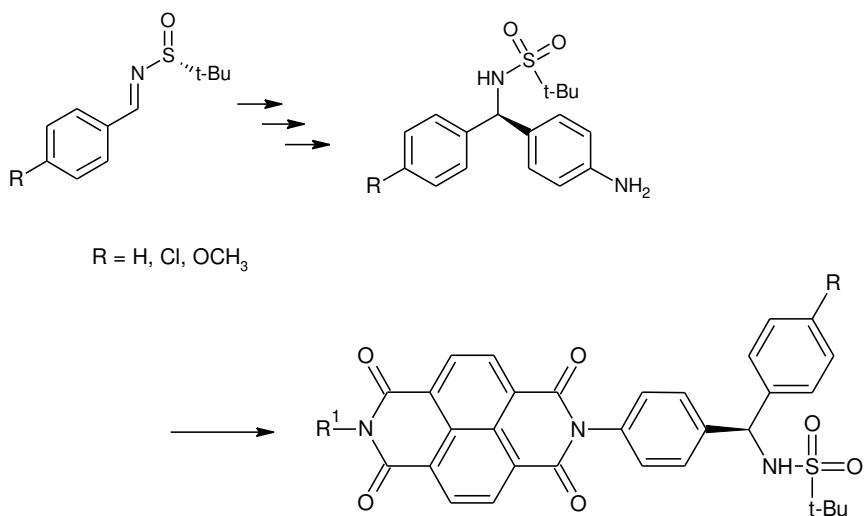
N,N'-dipodstawione dimidy kwasu 1,4,5,8-naftalenotetra-karboksylowego (NDI) znajdują coraz częstsze zastosowanie w chemii materiałów. Związki te służą przede wszystkim jako uniwersalne rdzenie dla półprzewodników organicznych o niskiej masie cząsteczkowej, które mogą być półprzewodnikami zarówno elektronowymi (n), dziurowymi (p), jak i ambipolarnymi (n i p). Naftalenodiimidy wykazują właściwości elektro- i fotoluminescencyjne oraz fotowoltaiczne (Kobaisi, 2016: 11685).

Jednym z najważniejszych etapów zaplanowanych syntez pochodnych NDI jest otrzymanie optycznie czynnych amin w obu formach enancjomerycznych.

W pierwszej grupie pochodnych NDI wykorzystano metodę Ellmana syntezy chiralnych amin, polegającą na addycji związków nukleofilowych do *N-tert*-butylosulfinyloimin (Cogan, 1999: 8883). W celu zapewnienia odpowiednich właściwości akceptorowo-donorowych oraz trwałości produktu, grupa sulfinylowa została utleniona do grupy sulfonamidowej.

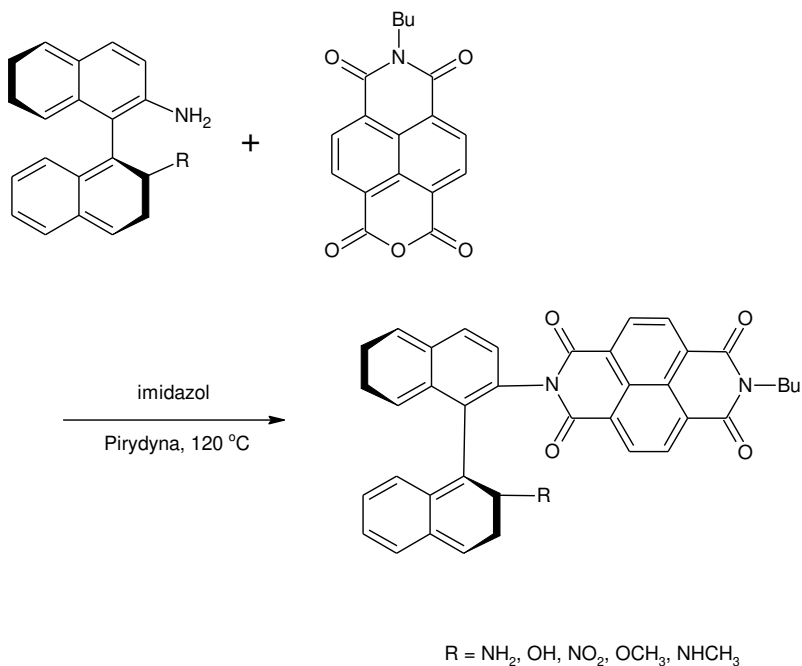
Kondensację z bezwodnikiem kwasu 1,4,5,8-naftalenotetrakarboksylowego prowadzi się ze wspomaganie mikrofalowym. Jest to doskonały sposób pozwalający na skrócenie czasu reakcji oraz daje możliwość ograniczenia racemizacji produktu. Przyłączona do drugiego atomu azotu amina z długim łańcuchem alifatycznym zapewnia odpowiednią rozpuszczalność.

* ORCID iD 0000-0002-7045-2737. Wydział Nauk Ścisłych i Przyrodniczych, Instytut Nauk Chemicznych; dorota.kaczorek@uph.edu.pl; Badania zostały sfinansowane z grantu NCN 2017/25/B/ST5/02267.



Schemat 1. Synteza NDI z pochodną sulfonamidową. Badania własne autora

Drugą grupą otrzymanych pochodnych naftalenodiimidów są związki podstawione na atomie azotu chiralnymi osiowo pochodnymi binaftalenowymi.



Schemat 2. Synteza NDI z pochodną binaftyłową na atomie azotu. Badania własne autora

Badania własne

Dotychczasowe badania chiralnych pochodnych naftalenodiimidów ograniczały się głównie do otrzymywania pochodnych naturalnych aminokwasów. Otrzymane przeze mnie związki obejmują naftalenodiimidy podstawione na atomie azotu oraz w niedalekiej przyszłości podstawione w rdzeniu. W celu otrzymanie naftalenodiimidów podstawionych na atomie azotu odpowiednią grupą, zostały specjalnie zaprojektowane i otrzymane pochodne pierwszorzędowe amin. W tych pochodnych zostały zaprojektowane miejsce donorowo-akceptorowe w pobliżu centrum stereogenicznego w celu uzyskania oczekiwanych właściwości fizykochemicznych.

Najlepszymi do tego celu były enancjomerycznie wzbogacone aromatyczne aminy. W syntezie została wykorzystana metodologia Ellmana tj. stereoselektywna addycja do *N*-sulfinyloimin. Reakcja ta pozwala przewidzieć stereochemiczny przebieg addycji związku Grignarda do *N*-sulfinyloiminy.

Ostatnim etapem syntezy tej grupy związków była kondensacja otrzymanej optycznie czynnej aminy z bezwodnikiem naftalenowym. W tym celu wykorzystano wspomaganie mikrofalami, co znacząco przyspieszyło przebieg reakcji i zwiększyło wydajność syntezy.

Drugą grupą związków jakie wykorzystałam w swoich badaniach były układy binafityli m.in. BINAM i NOBIN, które będą pełniły rolę optycznie czynnych podstawników. Każdy z tych związków posiada chiralność osiową, związaną ze zjawiskiem atropoizomerii, tj. zahamowanej rotacji wokół pojedynczego wiązania pomiędzy dwiema grupami naftalenowymi. Jest to spowodowane zatłoczeniem sterycznym w budowie przestrzennej cząsteczki.

Wnioski

Po przeprowadzonych badaniach fizykochemicznych i elektrochemicznych można stwierdzić, iż otrzymane związki wykazują powinowactwo do np. (*S*) -Talidomidu, co umożliwia zastosowanie otrzymanych naftalenodiimidów jako sensorów chemicznych.

Bibliografia

- Chand-Thakuri P., Landge V. G., Kapoor M., Young M. C. (2020) 'One - Pot C – H Arylation / Lactamization Cascade Reaction of Free Benzylamines', *J. Org. Chem.* 85: 6626–6644.
- Chen, Z. Z., Zhang, J., Tang, D. Y., Xu, Z. G. (2014) 'Synthesis of fused benzimidazole – quinoxalinones via UDC strategy and following the intermolecular nucleophilic substitution reaction', *Tetrahedron Lett.* 55: 2742-2744.

- Chiurato, M., Routier, S., Troin, Y., Guillaumet, G. Eur. (2009) 'New Efficient Route to Fused Aryltetrahydroindolizinones via N - Acyliminium Intermediates', *J. Org. Chem.* 18: 3011-3021.
- Cogan, D. A., Liu, G. C., Kim, K. J., Backes, B. J., Ellman, J. A. (1998) 'Catalytic Asymmetric Oxidation of tert - Butyl Disulfide. Synthesis of tert - Butanesulfinamides, tert - Butyl Sulfoxides, and tert - Butanesulfinimines', *J. Am. Chem. Soc.* 120: 8011-8019.
- Cogan, D. A., Liu, G., Ellman, J. (1995) 'Asymmetric synthesis of chiral amines by highly diastereoselective 1, 2 - additions of organometallic reagents to N - tert - butanesulfinyl imines', *Tetrahedron* 55: 8883-8904.
- Davis, F. A. (2006) 'Adventures in Sulfur - Nitrogen Chemistry', *J. Org. Chem.* 71: 8993-9003.
- Davis, F. A., McCoull, W. (1999) 'Concise Asymmetric Synthesis of α - Amino Acid Derivatives from N - Sulfinylimino Esters', *J. Org. Chem.* 64: 3396-3397.
- Du Z.-T., Wei B.-G., Lin G.-Q. (2015) 'Divergent Method to trans -5-Hydroxy -6- alkynyl / alkenyl -2- piperidinones: Syntheses of (-) -Epiquinamide and (+) - Swainsonine', *J. Org. Chem.* 80: 5824-5833.
- Ellman, J. A., Owens, T. D., Tang, T. P. (2002) 'N - tert - Butanesulfinyl Imines: Versatile Intermediates for the Asymmetric Synthesis of Amines', *Acc. Chem. Res.* 35: 984-995.
- Familiar, O., Munier-Lehmann, H., Negri, A., Gago, F., Douguet, D., Rigouts, L., Hernandez, A. I., Camarasa, M. J., Perez-Perez, M. J. (2008) 'Exploring Acyclic Nucleoside Analogues as Inhibitors of Mycobacterium tuberculosis Thymidylate Kinase', *ChemMedChem* 3: 1083-1093.
- Guyon C., Duclos M.-C., Méta y E., Lemaire M. (2016) 'Reductive N-methylation of amines with calcium hydride and Pd / C catalyst' *Tetrahedron Lett.* 57: 3002-3005.
- Herrera, L., Barrio, P., Ibanez, I., Roman, R., Mateu, N., Fustero, S. (2016) 'Direct Access to Axially Substituted Subphthalocyanines from Trimethylsilyl-Protected Nucleophiles' *Org. Lett.* 18: 4722-4725.
- Huang, Z., Zhang, M., Wang, Y., Qin, Y. (2005) 'One - Pot Multicomponent Synthesis of β - Acetamido Ketones Based on BiCl₃ Generated in situ from the Procatalyst BiOCl and Acetyl Chloride', *Synlett* 1334.
- Kawęcki, R., Stańczyk, W., Jaglińska, A. (2018) 'Stereoselective synthesis of isoindolinones and tert - butyl sulfoxides' *Tetrahedron* 74: 578-584.
- Kobaisi M. A., Bhosale S. V., Latham K., Raynov A. M., Bhosale S. V. (2016) 'Functional Naphthalene Diimides: Synthesis, Properties, and Applications', *Chem. Rev.* 116: 11685.
- Liu Y.-W., Mao Z.-Y., Ma R.-J., Yan J.-H., Si Ch.-M., Wei B.-G. (2017) 'Divergent syntheses of L-733, 060 and CP-122721 from functionalized piperidinones made by one-pot tandem cyclization', *Tetrahedron* 73: 2100-2108.
- Robak, M. T., Herbage, M. A., Ellman, J. A. (2010) 'Synthesis and Applications of tert - Butanesulfinamide', *Chem. Rev.* 110: 3600-3740.

- Si Ch-M., Huang W., Du Z.-T., Wei B.-G., Lin G.-Q. (2014) 'Diastereoconvergent Synthesis of trans -5- Hydroxy -6- Substituted -2- Piperidinones by Addition – Cyclization – Deprotection Process', *Org. Lett.* 16: 4328-4331.
- Walser, A., Flynn, T., Mason, C., Crowley, H., Maresca, C., Yaremko, B., Odonnell, M. J. (1991) 'Triazolobenzo - and triazolothienodiazepines as potent antagonists of platelet activating factor', *Med. Chem.* 34: 1209-1221.
- Xu, Z. G., Ayaz, M., Cappelli, A. A., Hulme, C. (2012) 'General One - pot, Two-Step Protocol Accessing a Range of Novel Polycyclic Heterocycles with High Skeletal Diversity', *Acs Comb.Sci.* 14: 460-464.
- Zhang, J. D., Jacobson, A., Rusche, J. R., Herlihy, W. (1999) 'Unique Structures Generated by Ugi 3CC Reactions Using Bifunctional Starting Materials Containing Aldehyde and Carboxylic Acid', *J. Org.Chem.* 64: 1074-1076.
- Zhang, Y. L., Kindelin, P. J., DeSchepper, D. J., Zheng, C., Klumpp, D. A. (2006) 'Superacid-Promoted Reactions of N-Acyliminium Ions: An Effective Route to Substituted 3-Oxo-1,2,3,4-tetrahydroisoquinolines and Related Products', *Synthesis* 1775-1780.
- Zhou, W., Zhang, Y. X., Nie, X. D., Si, C. M., Sun, X., Wei, B. G. J. (2018) 'Approach to Chiral 1-Substituted Isoquinolone and 3-Substituted Isoindolin-1-one by Addition – Cyclization Process', *Org. Chem.* 83: 9879-9889.

Jak cytować: Kaczorek, D. (2021). 'Synteza optycznie czynnych pochodnych naftalenodiimidów', W: *I Siedleckie Forum Doktorantów*, red. D. Kaczorek, A. Smyk, Siedlce: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach, s. 45-49.



© 2021 The Author(s). This open access article is distributed under a Creative Commons Attribution (CC-BY) 4.0 license.

Mateusz BORKOWSKI*

(Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach, Polska)

Zastosowanie detekcji elektrochemicznej ze skanowaniem potencjałem w analizie przepływowej do oznaczania mocy antyoksydacyjnej herbat

Abstract: *Electrochemical methods can be successfully applied to the determination of antioxidant properties of food samples. The basis of electrochemical determination of antioxidants is their oxidation in the positive potential range. Stronger antioxidants will react on the electrode at lower potentials, weaker ones need higher potentials. Determination of the Total Antioxidant Potential (TAP) by electrochemical methods is characterised by high sensitivity, fast analysis and often no complicated sample pretreatment. In this study, flow analysis methods: flow injection analysis (FLA) and high-performance liquid chromatography (HPLC) with electrochemical detection with scanning potential were used to determine CPA of tea samples. This allowed a reduction of the detection threshold by about 200 times compared to classical electrochemical methods and a reduction of the analysis time due to simultaneous measurements in a preset potential range.*

Key words: electrochemical detection, flow injection analysis, total antioxidant potential, teas

Wprowadzenie

Rodnikami nazywamy atomy, jony lub cząsteczki posiadające przynajmniej jeden niesparowany elektron. Mogą one powstawać w sposób naturalny w organizmach żywych w procesie oddychania komórkowego. Zwiększenie produkcji rodników tlenowych i azotowych może doprowadzić do tzw. stresu oksydacyjnego. Jest to stan zachwiania równowagi między reakcjami wytwarzającymi wolne rodniki a mechanizmami odpowiedzialnymi za ich usuwanie. Konsekwencją stresu oksydacyjnego mogą być różne stany chorobowe, od chorób związanych ze starzeniem się komórek (choroba Alzheimera) aż po nowotwory.

Za usuwanie wolnych rodników z organizmu współodpowiedzialne są antyoksydanty. Są to cząsteczki występujące w dużo niższym stężeniu w stosunku do oksydanta, spowalniające reakcje utleniania bądź całkowicie go hamujące.

Chcąc wyznaczyć właściwości antyoksydacyjne czystych związków, jako miarę tych właściwości stosujemy potencjał redoks danego związku lub stałą szybkości reakcji z wybranym rodnikiem. Próbkę żywności posiadają nieznana ilość różnych związków o różnym potencjale antyoksydacyjnym, dlatego nie możemy zastosować tych miar. Dlate-

* ORCID iD 0000-0001-5351-4767. Wydział Nauk Ścisłych i Przyrodniczych, Instytut Nauk Chemicznych; mateusz.borkowski@uph.edu.pl

go wygodniej jest oznaczyć sumaryczne właściwości antyoksydacyjne, czyli Całkowity Potencjał Antyoksydacyjny.

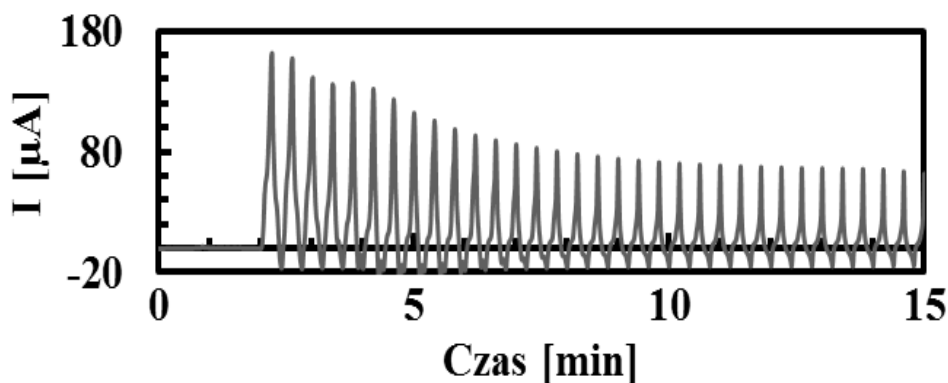
Herbaty są znane ze swoich właściwości antyoksydacyjnych, szczególnie w kulturach znanych ze spożywania dużych jej ilości. Głównymi związkami o charakterze antyoksydacyjnym zawartymi w herbacie są: katechiny (10-12%), teaflawiny (3-6%), flawonole (6-8%), tearubiginy (12-18%), kwasy fenolowe (10-12%). Stężenie związków z każdej grupy może się różnić w końcowym naparze ze względu na gatunek herbaty, miejsce uprawy i sposób parzenia. Białe i zielone herbaty zawierają największe ilości polifenoli i katechin. Ze względu na proces produkcyjny (np. fermentację) inne herbaty posiadają mniejsze ilości tych grup związków. Podczas procesu utleniania tlenem z powietrza gallokatichiny ulegają utlenieniu do tearubigin i teaflawin. Ze względu na ich duże stężenie w liściach mają duży wpływ na całkowity potencjał antyoksydacyjny herbat fermentowanych.

Celem pracy było zastosowanie skanowania potencjałem w układach przepływowych FIA-ED-scan (analiza wstrzykowa w przepływie z detekcją elektrochemiczną ze skanowaniem potencjałem) i HPLC-ED-scan (wysokosprawna chromatografia cieczowa z detekcją elektrochemiczną ze skanowaniem potencjałem) do oznaczenia Całkowitego Potencjału Antyoksydacyjnego (CPA) próbek herbat oraz porównaniem otrzymanych wyników z tymi otrzymanymi innymi elektrochemicznymi metodami oznaczania właściwości antyoksydacyjnych: voltametrią cykliczną (CV), różnicową voltametrią pulsową (DPV) i wysokosprawną chromatografią cieczową z detekcją elektrochemiczną (HPLC-ED).

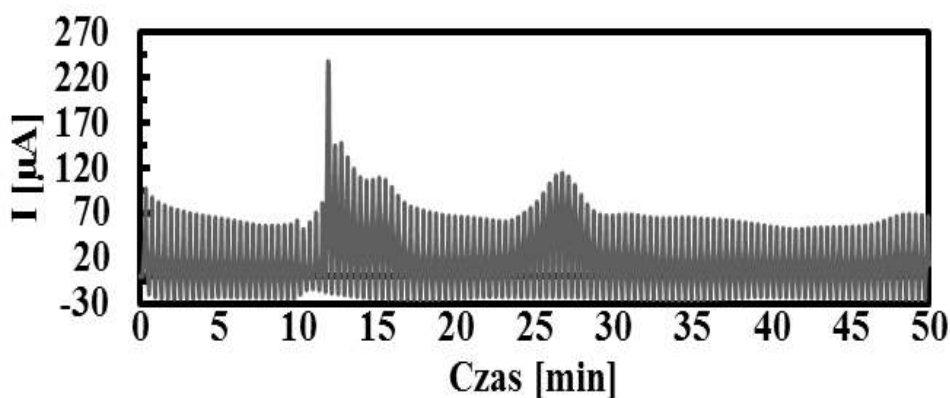
Wyniki

W celu ustalenia warunków pomiaru CPA, zostały wykonane pomiary przy różnej objętości próbki, szybkości przepływu fazy ruchomej i szybkości przemiatań potencjałem. Optymalne warunki pomiarowe otrzymano przy warunkach: szybkość przepływu 0,25 ml/min, szybkość przemiatań potencjałem 100 mV/s, objętość próbki 1000 µl.

Drugą grupą związków jakie wykorzystałam w swoich badaniach były układy binafityli m.in. BINAM i NOBIN, które będą pełniły rolę optycznie czynnych podstawników. Każdy z tych związków posiada chiralność osiową, związaną ze zjawiskiem atropoizomerii, tj. zahamowanej rotacji wokół pojedynczego wiązania pomiędzy dwiema grupami naftalenowymi. Jest to spowodowane zatłoczeniem sterycznym w budowie przestrzennej cząsteczki.

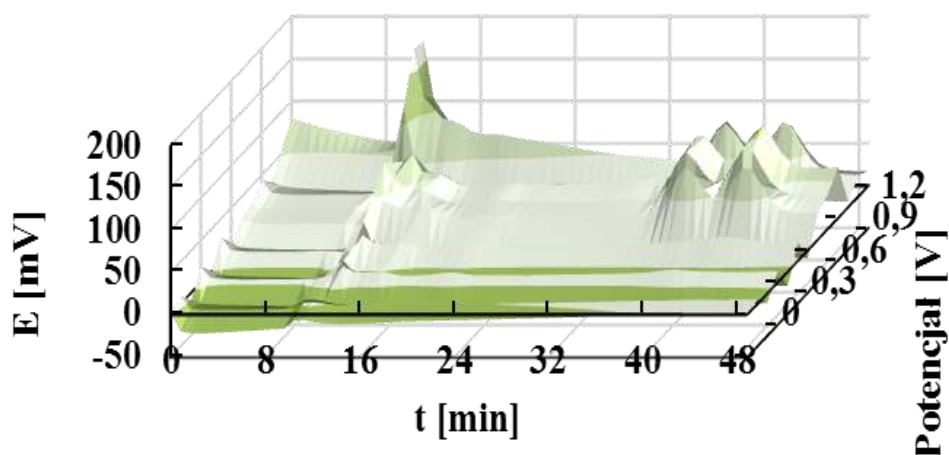


Rys. 1. Dynamicznie zarejestrowany woltamogram herbaty zielonej otrzymany metodą FIA-ED-scan. Warunki pomiarowe: faza ruchoma – bufor fosforanowy pH 5,8; szybkość przepływu 0,25 ml/min; detektor elektrochemiczny – przemiatanie w zakresie $0 \div 1,2$ V; szybkość przemiatania – 100 mV/s; objętość nastrzyku – 1000 μ l herbaty.



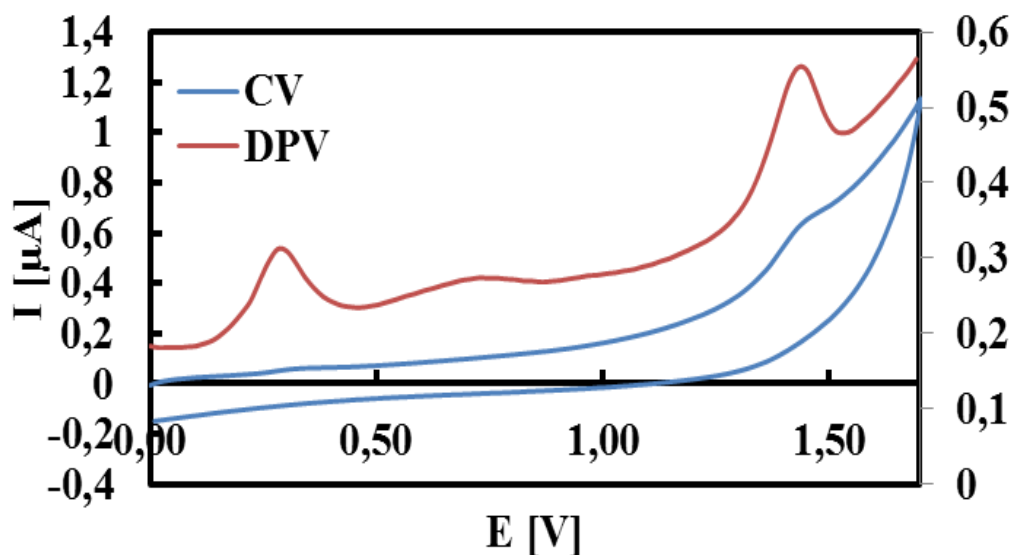
Rys. 2. Dynamicznie zarejestrowany woltamogram herbaty zielonej otrzymany metodą HPLC-ED-scan. Warunki pomiarowe: faza ruchoma – bufor fosforanowy pH 5,8; szybkość przepływu 0,25 ml/min; detektor elektrochemiczny – przemiatanie w zakresie $0 \div 1,2$ V; szybkość przemiatania – 100 mV/s; objętość nastrzyku – 1000 μ l herbaty.

Hydrodynamicznie otrzymane woltamogramy można przedstawić w postaci rysunków 3D, na podstawie których możemy otrzymać woltamogramy, chromatogramy i wykresy przedstawiające pola powierzchni pod pojedynczymi pikami z hydrodynamicznie otrzymanych woltamogramów.



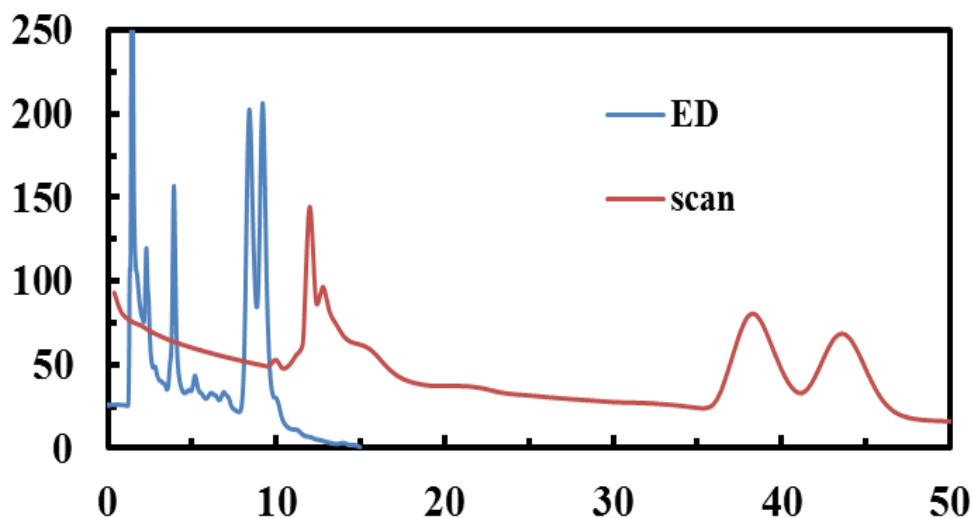
Rys. 3. Chromatogramy 3D dla herbaty czerwonej uzyskane metodą HPLC-ED-scan poprzez złożenie pojedynczych potencjałów. Warunki pomiarowe jak na Rys. 2

Herbaty zostały zbadane metodami elektrochemicznymi, czyli woltametrią cykliczną (CV) i pulsową woltametrią różnicową (DPV), a następnie otrzymane woltamogramy zostały porównane z tymi otrzymanymi nową metodą FIA ED-SCAN. Porównanie zostało wykonane na podstawie wyników herbaty czerwonej.



Rys. 7. Porównanie woltamogramów otrzymanych metodami CV i DPV na przykładzie herbaty czerwonej. Skala dla metody CV znajduje się po lewej stronie rysunku, dla metody DPV po prawej. Warunki pomiarowe: elektrolit podstawowy – bufor fosforanowy pH 5,8; zakres potencjałów 0 – 1,7 V; szybkość przemieszczania – 100 mV/s.

Po zamianie chromatogramu z postaci skanu na chromatogramy pojedynczych potencjałów można zauważyć, że bardzo przypominają te otrzymane metodą HPLC-ED. Należy pamiętać o różnych warunkach analizy chromatograficznej. Mniejsza szybkość przepływu fazy ruchomej w metodzie HPLC-ED-scan pozwalała na zarejestrowanie skanów rozdzielonych grup związków. Wadą zastosowania mniejszej szybkości przepływu był mniejszy prąd konwekcyjny, co spowodowało obniżenie wartości pików.



Rys. 8. Porównanie chromatogramów herbaty czerwonej, uzyskanych metodami HPLC-ED-scan i HPLC ED, przy potencjale 1 V.

CPA wybranych herbat zostało obliczone według wzoru:

$$CPA = \int_{E1}^{E2} (I - I_{min}) d \exp(E^{OH} - E^{ER} - E^i)$$

gdzie:

E1 – potencjał początkowy pomiaru (0 V),

E2 – potencjał końcowy pomiaru (1,2 V)

I – natężenie prądu zmierzone przy potencjale E,

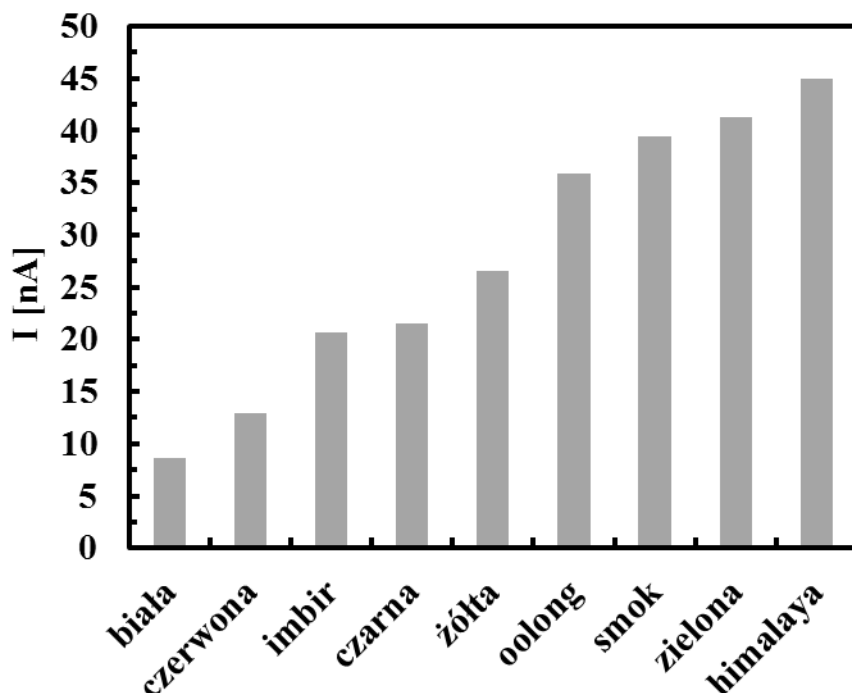
I_{min} – natężenie prądu tła (elektroliu podstawowego),

E^{OH} – potencjał redukcji rodnika hydroksylowego względem elektrody wodorowej,

E^{ER} – potencjał elektrody odniesienia (chlorosrebrowa 3M),

Eⁱ – potencjał elektrody pracującej.

Przedstawienie potencjału w funkcji eksponencjalnej odniesionej do rodnika hydroksylowego pozwala oznaczyć całkowity potencjał antyoksydacyjny próbek. Tak wyznaczona wartość CPA jest odwrotnie proporcjonalna do potencjału redoks i potencjału maksimum pików woltametrycznego zostając jednocześnie wprost proporcjonalna do stężenia badanych związków.



Rys. 10. Porównanie właściwości antyoksydacyjnych herbat oznaczonych metodą FIA-ED-scan.

Wnioski

Zastosowanie skanowania potencjałem w metodach analizy w przepływie pozwoliło na obniżenie progu wykrywalności około dwustukrotnie w porównaniu do metod CV i DPV. W porównaniu do metody HPLC-ED, czas analizy został zmniejszony dwunastokrotnie. Metoda FIA-ED-scan została z powodzeniem zastosowana do obliczenia CPA wybranych herbat. Metody analizy w przepływie z detekcją elektrochemiczną ze skanowaniem potencjałem zostaną rozwijane i doskonalone, metody te pozwolą na szybkie i dokładne oznaczanie właściwości antyoksydacyjnych próbek żywności.

Bibliografia

- McNaught, A. D., Wilkinson, A. (1997) *Compendium of Chemical Terminology (Gold Book)*, IUPAC, wyd. 2, Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Sies, H., C. Berndt, Jones, D. P. (2017) 'Oxidative Stress', *Ann. Rev. Biochem.* 86: 715-748,
- Liguori, I., Russo, G., Curcio, F., Bulli, G., Aran, L., Della-Morte, D., Gargiulo, G., Testa, G., Cacciatore, F., Bonaduce, D., Abete, P. (2018) 'Oxidative stress, aging, and diseases', *Clin. Inter. Aging* 13: 757-772,
- B. S. Tiwari, B. S., B. Belenghi, B., A. Levine, A. (2002) 'Oxidative Stress Increased Respiration and Generation of Reactive Oxygen Species, Resulting in ATP Depletion, Opening of Mitochondrial Permeability Transition, and Programmed Cell Death', *Plant Physiol.* 128: 1271-1281.
- Pham-Huy, L. A., He, H., Ham-Huy, Ch. (2018) 'Free Radicals, Antioxidants in Disease and Health', *Int. J. Biomed. Sci.* 4: 89-96.
- Prior, R. L., Cao, G. (2004) 'In vivo total antioxidant capacity: comparison of different analytical methods', *Clin. Chem. Lab. Med.* 43: 84-89.
- Mair, V. H., Hoh, E. (2009) *The true history of tea*, London: Thames & Hudson.
- Maldoveanu, S. C., Oden, (2021) 'Antioxidant Character and Levels of Polyphenols in Several Tea Samples', *ACS Omega* 6: 9982-9988.
- Bartoszek, M., Polak, J., Chorażewski, M. (2018) 'Comparison of antioxidant capacities of different types of tea using the spectroscopy methods and semi-empirical mathematical model', *Eur. Food Re. Technol.* 244: 595-601.
- Piszc, P., Woźniak, M., Asztemborska, M., Glód, B. K. (2014) 'Comparative Analysis of Antioxidative Activity of Flavonoids Using HPLC-ED and Photometric Assays', *Food Anal. Methods*, 7: 1474-1480.
- Glód, B. K., Kiersztyn, I., Piszc, P. (2014) 'Total antioxidant potential assay with cyclic voltammetry and/or differential pulse voltammetry measurements', *J. Electroanal. Chem.* 719: 24-29.

Jak cytować: Borkowski, M. (2021). 'Zastosowanie detekcji elektrochemicznej ze skanowaniem potencjałem w analizie przepływowej do oznaczania mocy antyoksydacyjnej herbat', W: *I Siedleckie Forum Doktorantów*, red. D. Kaczorek, A. Smyk, Siedlce: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach, s. 51-57.



© 2021 The Author(s). This open access article is distributed under a Creative Commons Attribution (CC-BY) 4.0 license.

NAUKI O BEZPIECZEŃSTWIE

Ilona RYTEL-BANIAK*

(Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach, Polska)

Stany nadzwyczajne jako instrument polityki bezpieczeństwa V Republiki Francuskiej

Abstract: *In states as basic political entities, states of emergency occupy an important place in the catalogue of legal instruments. France is an example of a state where a state of emergency has been introduced several times in the event of a security threat. Most recently, in 2020, a state of epidemic emergency was introduced in the country due to the outbreak of the COVID-19 pandemic. The presentation aims to characterise the category of states of emergency as an instrument of French security policy and to assess their effectiveness. The extraordinary instruments of French security policy include the state of siege (l'État de siege), the state of "constitutional dictatorship" of the president (la dictature présidentielle), the state of war (l'État de guerre) and the state of emergency (l'État d'urgence). From 2020, a state of epidemic emergency (l'État d'urgence sanitaire) has been added. Their introduction and lifting is regulated in the Constitution of the Fifth French Republic and in decrees issued by the Council of Ministers. In political practice, the state of presidential dictatorship was introduced only once in 1961 by the then President General Ch. de Gaulle. Between 1954 and 1962, a state of martial emergency was in force on French territory introduced due to dangerous events in Algeria. The most commonly used emergency instrument is the state of emergency, otherwise known as the state of emergency. During the Fifth French Republic it was introduced in 1955 due to the outbreak of civil war in Algeria, then in 2005 and 2015 due to terrorist attacks. A new type of state of emergency is the state of epidemic emergency (otherwise known as sanitary emergency), which was first introduced on the territory in March 2020. The subject of this research is therefore the states of emergency, which are one of the elements of the system of security of the Fifth Republic of France and their application in the political practice of the state. The aim of the presentation is to show the institution of states of emergency as an instrument of security and defence policy of the Fifth Republic of France.*

Key words: security policy, state of emergency, instrument, security measures, state of emergency, threats

Wprowadzenie

W każdym państwie, niezależnie od jego ustroju politycznego występują różnego rodzaju niebezpieczeństwa oraz kryzysy. W wielu przypadkach usunięcie tych zagrożeń jest związane z użyciem środków, które nie są akceptowane w państwie demokratycznym. Niekiedy są one sprzeczne z podstawowymi zasadami demokracji lub zmieniające dotychczas ustalony porządek. W prawodawstwie państw przewidziano instrumenty prawne, materialne, organizacyjne, po które ustawodawca sięga w sytuacjach nadzwyczajnych. Jednym z instrumentów, który stanowi szczególny obszar regulacji ustrojowych oraz zapewnienia zwalczanie najpoważniejszych zagrożeń dla bezpieczeństwa państwa i jego obywateli są stany nadzwyczajne (Akancie, 1987: 200).

* ORCID iD 0000-0002-6000-5220. Wydział Nauk Społecznych, Instytut Nauk o Bezpieczeństwie; ilonarytel@o2.pl

Stanem nadzwyczajnym w państwie demokratycznym określa się reżim prawny wprowadzany w razie wystąpienia sytuacji szczególnego zagrożenia, której rozwiązanie wymaga sięgnięcia do nadzwyczajnych środków (Stembrowicz, 1983: 7). Zatem głównym elementem wyróżniającym stan nadzwyczajny na tle innych instrumentów bezpieczeństwa jest czasowe zawieszenie stosowania normalnie obowiązujących norm prawnych ze względu na długotrwały kryzys zagrażający funkcjonowaniu instytucji państwowych.

We współczesnych państwach demokratycznych ukształtowały się trzy modele regulacji stanów nadzwyczajnych: model anglosaski (tzw. prawo wojenne), model monarchiczny oraz model republikański zrodzony na gruncie konstytucjonalizmu francuskiego.

Rodzaje stanów nadzwyczajnych we Francji

Francja jest przykładem państwa, w którym ustawodawcy¹ często sięgają po nadzwyczajne instrumenty w celu zapewnienia bezpieczeństwa. Wśród narzędzi, którymi dysponują wymienia się stan oblężenia (*l'État de siege*), stan „konstytucyjnej dyktatury” prezydenta (*la dictature présidentielle*), stan wojny (*l'État de guerre*) oraz stan zagrożenia (stan wyjątkowy – *l'État d'urgence*). Od 2020 roku dodano stan zagrożenia epidemicznego. Przyczyny oraz zasady wprowadzenia stanu oblężenia oraz regulacje dotyczące dyktatury prezydenckiej są uregulowane w ustawie zasadniczej z 1958 roku (CRF). Konstytucja francuska poświęca temu zagadnieniu dwa odrębne artykuły zamieszczone w różnych rozdziałach (CRF, article 16 i 36). Natomiast podstawę prawną dla wprowadzania wyjątkowego reżimu stanowi ustawa z 3 kwietnia 1955 r. (*Loi n° 55-385 du 3 avril 1955 relative à l'état d'urgence*). Nowym instrumentem jest stan zagrożenia epidemicznego, który uregulowany jest dekretemi wydawanymi sukcesywnie począwszy od 13 marca 2020 r.

Nadzwyczajny stan „dyktatury prezydenckiej” jest jednym z instrumentów polityki bezpieczeństwa V Republiki Francuskiej. Przyczyny oraz zasady jego wprowadzenia na terytorium państwa są uregulowane w obecnie obowiązującej ustawie zasadniczej z 1958 roku (CRF) w artykule 16. W myśl artykułu 16 ustawy zasadniczej, prezydentowi przysługuje szereg specjalnych uprawnień. Zgodnie z jego treścią, gdy „instytucje Republiki, niepodległość Narodu, integralność terytorium lub wykonywanie zobowiązań międzynarodowych zostały zagrożone w sposób poważny i bezpośredni i gdy zostało przerwane prawidłowe funkcjonowanie władz publicznych” (CRF, article 16), prezydent może podjąć decyzję o wprowadzeniu stanu wyjątkowego.

Do 1954 roku stan oblężenia regulowały ustawy o stanie oblężenia z 1849 i 1878 roku. Obecnie stan oblężenia podobnie jak „dyktatura prezydencka” jest uregulowany konstytucyjnie (artykuł 36). Od 2004 roku instytucja stanu oblężenia jest uregulowana także w kodeksie obrony (*Code de la défense*). Przesłanką, która musi zaistnieć, aby móc wprowadzić stan oblężenia jest bezpośrednie zagrożenie wojną lub powstaniem zbrojnym. W świetle artykułu 36 możliwość wprowadzenia stanu oblężenia posiada Rada

¹ Uprawnienia w zakresie wprowadzania stanu nadzwyczajnego posiada zarówno prezydent, jak i rząd w zależności od zastosowanego instrumentu bezpieczeństwa.

Ministrów bez względu na to, czy w danym momencie odbywa się sesja parlamentu na części bądź całym terytorium państwa.

Kolejną formą stanu nadzwyczajnego jest uregulowany ustawowo stan zagrożenia (*l' état d'urgence*), inaczej zwany stanem wyjątkowym (Ropert, 2015).

Stany nadzwyczajne a praktyka ustrojowa V Republiki Francuskiej

Dokonując analizy praktyki ustrojowej w V Republice Francuskiej należy stwierdzić, że ustawodawcy kilkakrotnie sięgali do nadzwyczajnych instrumentów w celu zapewnienia bezpieczeństwa na terytorium Francji. Po raz pierwszy wprowadzono stan wyjątkowy w 1955 roku w związku z wydarzeniami w Algierii. W 1961 roku prezydent Charles de Gaulle sięgnął po nadzwyczajny instrument przysługujący prezydentowi w myśl artykułu 16 Konstytucji Francuskiej, a mianowicie wprowadził stan konstytucyjnej dyktatury prezydenta z powodu wojny domowej w Algierii. W latach 1954-1962 wprowadzono również we Francji stan zagrożenia wojennego. W 2005 oraz 2015 roku wprowadzono na terytorium Francji stan wyjątkowy w związku z zagrożeniem terrorystycznym. Stan wyjątkowy, który wprowadzono w 2015 roku podlegał kilkakrotnemu przedłużaniu, co sprawiło, że lata 2015-2017 określane są przez Francuzów jako czas obowiązywania permanentnego stanu wyjątkowego. Dopiero po przyjęciu w listopadzie w 2017 roku tzw. prawa antyterrorystycznego zniesiono obowiązywanie tego stanu na terytorium Francji. W 2020 roku również doszło do zastosowania przez ustawodawców nadzwyczajnego instrumentu polityki bezpieczeństwa, a mianowicie wprowadzono nowy rodzaj stanu wyjątkowego – stan zagrożenia epidemicznego w związku z wybuchem pandemii Covid-19. Przed zastosowaniem tego instrumentu ustawodawcy mieli dylemat, a mianowicie zastanawiano się nad wprowadzeniem stanu wyjątkowego, jaki obowiązywał w latach 2015-2017, ale obawiano się sprzeciwu wśród obywateli, ponieważ społeczny odbiór tego środka spotkał się z krytyką w związku z nieustannie przedłużającym się stanem wyjątkowym. Również ten stan jest przedłużany z powodu trudnej walki z pandemią.

Biorąc pod uwagę powyższe sytuacje, w których ustawodawcy sięgnęli po nadzwyczajne instrumenty polityki bezpieczeństwa można je podzielić ze względu na przyczynę ich zastosowania. Otóż, dyktatura prezydencka oraz stan wojny (stan zagrożenia wojennego) były wykorzystane w sytuacji poważnego zagrożenia dla bezpieczeństwa państwa jakim był wybuch wojny domowej w Algierii. Stan wyjątkowy wprowadzony w 1955 roku również był związany z zamieszkami w Algierii. Począwszy od 2005 roku zauważa się zmianę charakteru zagrożeń dla bezpieczeństwa państwa. Nie są to bowiem konkretne państwa, ale terroryści pochodzący z różnych państw oraz organizacji. Natomiast w 2020 roku niebezpieczna dla obywateli okazała się epidemia wirusa Covid-19.

Skutki stosowania stanów nadzwyczajnych w ramach polityki bezpieczeństwa V Republiki Francuskiej

Stosowanie stanów nadzwyczajnych jako jednego z instrumentów polityki bezpieczeństwa niesie za sobą skutki polityczno-prawne, gospodarcze oraz społeczne. Każde z przywołanych zastosowań nadzwyczajnych instrumentów powodowało wprowadzenie większych bądź mniejszych zmian w prawodawstwie francuskim. Jako przykład można podać wprowadzenie nowego prawa antyterrorystycznego w 2017 roku, które miało miejsce wraz ze zniesieniem stanu wyjątkowego wprowadzonego w 2015 roku z powodu zagrożenia terrorystycznego. Do głównych skutków gospodarczych zastosowania nadzwyczajnych rozwiązań należą zmiany w budżecie, np. przesunięcia finansów między sektorami gospodarki w związku ze zmianą sytuacji w państwie po wprowadzeniu stanu wyjątkowego, np. wprowadzenie w 2020 roku stanu zagrożenia epidemicznego na terytorium państwa poskutkowało przesunięciem środków na rzecz opieki medycznej. Po atakach terrorystycznych zwiększono nakłady finansowe na cyberobronę. Do najbardziej zauważalnych skutków stosowania stanów nadzwyczajnych jako instrumentów polityki bezpieczeństwa należą skutki społeczne. Każdorazowe zastosowanie nadzwyczajnych rozwiązań wiąże się z wprowadzeniem zmian w dotychczasowym funkcjonowaniu obywateli, niekiedy jest to określony katalog ograniczeń. Wśród dotychczasowych zastosowań stanów wyjątkowych najwięcej negatywnych komentarzy pojawiło się w 2017 roku. Prawdopodobnie było to związane z ciągłym przesuwaniem terminu zniesienia stanu wyjątkowego. Przeciwnicy tego typu rozwiązań wielokrotnie podnosili, że mimo zażegnania niebezpieczeństwa, jakim było zagrożenie terrorystyczne ustawodawcy nie spieszyli się ze zniesieniem tego stanu, ponieważ dysponowali legalnymi środkami inwigilacji obywateli.

Podsumowanie

Stany nadzwyczajne należą do instrumentów polityki bezpieczeństwa, po które sięgają ustawodawcy w sytuacji zagrożenia lub kryzysu. Od momentu powstania V Republiki Francuskiej ustawodawcy kilkakrotnie sięgali do tego typu rozwiązań w celu zapewnienia bezpieczeństwa obywatelom Francji. Niemniej jednak zastosowanie nadzwyczajnych instrumentów spotyka się z niezadowoleniem wśród francuskich obywateli, którzy we wprowadzanych stanach dopatrują się chęci kontrolowania całego społeczeństwa przez władzę. Nie oznacza to jednak całkowitego sprzeciwu wobec tych instrumentów, ponieważ część środowiska francuskiego oraz międzynarodowego uważa wprowadzenie stanu nadzwyczajnego w określonych sytuacjach za najlepszy środek służący do zapewnienia bezpieczeństwa państwa.

Bibliografia

Akancie, J. (1987) 'States of Emergency', w: *The New Constitutional Law, International Association of Constitutional Law, Second World Congress*, Paris: International Association of Constitutional Law, 198-202.

CRF - Constitution de la République Française du 4 octobre 1958, article 16 et 36, JORF n° 0238 du 5 octobre 1958, page 9151, w wersji online: <https://www.legifrance.gouv.fr/Droit-francais/Constitution/Constitution-du-4-octobre-1958>

Loi n° 55-385 du 3 avril 1955 relative à l'état d'urgence - Loi n°55-385 du 3 avril 1955 instituant un état d'urgence et en déclarant l'application en Algérie; décret n°55-386 du 6 avril 1955, application de l'état d'urgence en Algérie dans les circonscriptions de Tizi-Ouzou, Batna, Tebessa; décret n°55-1147 du 28 août 1955 extension à tout le territoire algérien de l'état d'urgence; loi n°55-1080 du 7 août 1955 relative à la prolongation de l'état d'urgence en Algérie; Loi n°58-487 du 17 mai 1958 déclarant l'état d'urgence sur le territoire métropolitain pour 3 mois; décret n° 61-395 du 22 avril 1961 portant déclaration de l'état d'urgence, JORF n° 0085 du 7 avril 1955 page 3479, w wersji online: [https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000695350&cat](https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000695350&categorieLien=id)egorieLien=id [dostęp: 5.07.2021].

LOI n° 2020-290 du 23 mars 2020 d'urgence pour faire face à l'épidémie de covid-19 (1), <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000041746313/>

Les ordonnances Covid-19 fondées sur la loi du 14 novembre 2020, <https://www.vie-publique.fr/dossier/277424-les-ordonnances-covid-19-fondees-sur-la-loi-du-14-novembre-2020>

Rey-Lefebvre I., Gagnebet P., Rof G., Schittly R., Keltz B., Pouille J., Covid-19: la crise sanitaire a fait basculer un million de Françaises et de Français dans la pauvreté, https://www.lemonde.fr/societe/article/2020/10/06/un-million-de-nouveaux-pauvres-fin-2020-en-raison-de-la-crise-due-au-covid-19_6054872_3224.html

Ropert P., (2015) Comment l'état d'urgence est né en 1955, <https://www.franceculture.fr/droit-justice/comment-letat-durgence-est-ne-en-1955> (dostęp 04.08.2021)

Smyrnaio N., Le confinement n'a pas révolutionné l'espace public numérique, mais il a accéléré sa transformation, <https://larevuedesmedias.ina.fr/confinement-coronavirus-usages-numerique-medias-espace-public>

Stembrowicz J. (1963) *Parlament V Republiki Francuskiej*, Warszawa: Państwowe Wydawnictwo.

Jak cytować: Rytel-Baniak, I. (2021). ‘Stany nadzwyczajne jako instrument polityki bezpieczeństwa V Republiki Francuskiej’, W: *I Siedleckie Forum Doktorantów*, red. D. Kaczorek, A. Smyk, Siedlce: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach, s. 61-66.



© 2021 The Author(s). This open access article is distributed under a Creative Commons Attribution (CC-BY) 4.0 license.

Izabela BOJKO*

(Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach, Polska)

Środowisko bezpieczeństwa Japonii w drugiej dekadzie XXI wieku – szanse i wyzwania

Abstract: *Japan's security environment in the second decade of the 21st century has undergone significant transformations crucial to the dynamics and direction of the evolution of the country's security policy. Beijing's growing assertiveness in international relations, rising tensions in the South China Sea and Taiwan Strait, and modernization of the Chinese People's Liberation Army make China's policy currently the most severe challenge for Japan. An equally important challenge is the nuclear and missile program of the Democratic People's Republic of Korea, which regularly carries out ballistic missile tests covering the Japanese Islands. The end of the second decade of the 21st century brought a deepening of the long-standing concerns of politicians in Tokyo about the US involvement in the Asia-Pacific region and the future of the U.S.-Japan Alliance. However, there is no doubt that the occurring challenges also provide opportunities to develop a new direction for Japanese security policy and its new place on the international stage. Increased security concerns are concurring with the establishment and deepening of defense partnerships and potentially greater institutionalization of security structures in the region. Japan is actively developing cooperation with Australia, India, and ASEAN countries (mainly with the Philippines, Indonesia, and Vietnam), thanks to which it can more effectively implement the tasks outlined in strategic documents. The article aims to analyze the security environment of Japan in the second decade of the 21st century and the implications of its changes on the country's security policy.*

Key words: Japan, security environment, U.S.-Japan Alliance, People's Republic of China, security, security policy, Democratic People's Republic of Korea, ASEAN

Wstęp

W ciągu ostatniej dekady środowisko bezpieczeństwa w regionie Indo-Pacyfiku uległo znacznym przemianom. Japonia jako państwo posiadające znaczne ograniczenia w sferze obronności oraz polegająca na sojuszu z USA w kwestiach bezpieczeństwa jest wyjątkowo podatna na negatywne trendy pojawiające się w jej najbliższym otoczeniu.

Celem wystąpienia jest analiza środowiska bezpieczeństwa Japonii w drugiej dekadzie XXI wieku oraz implikacji zmian w nim zachodzących dla japońskiej polityki bezpieczeństwa. Autorka poszukuje odpowiedzi na pytania: jak ewoluowało środowisko bezpieczeństwa Japonii w latach 2010-2020, oraz jakie są implikacje tych zmian dla polityki bezpieczeństwa Japonii? Jako hipotezę badawczą przyjmuje, iż w drugiej dekadzie XXI wieku w środowisku bezpieczeństwa Japonii doszło do istotnych zmian. Wzrost potęgi Chińskiej Republiki Ludowej oraz rozbudowa potencjału nuklearnego Koreańskiej Republiki Ludo-

* ORCID iD 0000-0001-8894-2753. Wydział Nauk Społecznych, Instytut Nauk o Bezpieczeństwie; izabela.bojko@uph.edu.pl

wo-Demokratycznej doprowadziły do pogłębienia napięć i rywalizacji w regionie. Japonia podejmuje działania mające na celu dostosowanie polityki bezpieczeństwa do pojawiających się w jej otoczeniu wyzwań oraz wykorzystanie szans jakie stwarza budowa nowego układu sił w regionie. W celu odpowiedzi na postawione pytanie badawcze i weryfikacji hipotezy autorka użyje metod: analizy literatury, syntezy oraz wnioskowania.

Wzrost potęgi oraz asertywności Chińskiej Republiki Ludowej

W 2010 r. Chiny osiągnęły status drugiej największej gospodarki świata plasując się na miejscu dotychczas zajmowanym przez Japonię. Powodzenie gospodarcze przyczyniło się do wzmocnienia pozycji Pekinu w relacjach z innymi państwami oraz ilościowej i jakościowej modernizacji Chińskiej Armii Ludowo-Wyzwoleńczej, kluczowego elementu potencjału militarnego Chin. Systematyczny wzrost wydatków na obronność oraz brak transparentności budzą niepokój wielu państw w regionie i na świecie.

Spór terytorialny między Japonią, a Chinami dotyczy wysp Senkaku/Diaoyu znajdujących się na Morzu Wschodniocchińskim. Początki konfliktu sięgają lat 70. XX wieku, kiedy Stany Zjednoczone zwróciły Japonii – okupowany do 1972 r. – archipeląg Riukiu wraz z wyspami Senkaku. Ze względu na fakt, iż zarówno Japonia, jak i Chiny uznają wyspy za swoje nieodłączne (*inherent*) terytorium dochodziło na nim do wielu incydentów. Eskalacja napięcia nastąpiła na przełomie 2012 i 2013 r., kiedy Japonia zdecydowała się na nacjonalizację wysp na co Chiny odpowiedziały zwiększeniem aktywności morskiej i powietrznej w spornej strefie (w 2011 r. liczba dni, w których statki Chińskiej Straży Przybrzeżnej naruszyły wody terytorialne Japonii wynosiła 1, a dwa lata później już 232) (*Defence of Japan*, 2021: 18) oraz ustanowieniem w 2013 r. Strefy Identyfikacji Obrony Powietrznej (*Air Defence Identification Zone*, ADIZ) obejmującej wyspy Senkaku/Diaoyu. Rosnące zaniepokojenie działaniami Chin spowodowało, iż Japonia podjęła kroki mające na celu wzmocnienie własnych zdolności w sferze bezpieczeństwa (*The Legislation for Peace and Security* z 2015 r.) oraz interoperacyjności w ramach sojuszu z USA (aktualizacja *The Guidelines for Japan-U.S. Defense Cooperation* z 2015 r.).

Konflikt graniczny o wyspy Senkaku/Diaoyu nie jest jedynym problemem w relacjach między państwami. ChRL dąży do zmiany *status quo* na Morzu Południowocchińskim poprzez roszczenia terytorialne dotyczące Wysp Spratly i Wysp Paracelskich oraz budowę i militaryzację sztucznych wysp. Japonia posiadającą żywotne interesy ekonomiczne w regionie (Borah, 2020: 9-10) rozwija współpracę z państwami Stowarzyszenia Narodów Azji Południowo-Wschodniej (ASEAN) w celu utrzymania porządku międzynarodowego opartego na zasadach (*rules-based international order*) takich jak: swoboda nawigacji, wolny handel czy pokojowe rozwiązywanie sporów (Tamaki, 2020: 394).

Inną szczególnie ważną z punktu widzenia bezpieczeństwa Wysp Japońskich kwestią jest eskalacja napięć w Cieśninie Tajwańskiej. Władze w Pekinie dążą do zjednoczenia Tajwanu z Chinami kontynentalnymi co ma stanowić jeden z elementów odrodzenia narodu chińskiego (Sinkkonen, 2019: 761). Stany Zjednoczone wspierają władze w Tajpei

poprzez sprzedaż uzbrojenia oraz deklaracje obrony Tajwanu przed agresją z kontynentu. Potencjalny konflikt zbrojny w Cieśninie stanowi zagrożenie dla bezpieczeństwa Japonii i będzie wymagał zaangażowania Tokio ze względu na ochronę morskich szlaków handlowych (które w sytuacji zajęcia Tajwanu przez Chiny, znalazłyby się w obszarze wpływów Pekinu) oraz potencjalną konieczność wsparcia Amerykanów, co wynika ze wspólnych wytycznych dla obrony z 2015 r. (Sinkkonen, 2019: 762).

Program nuklearny i balistyczny Koreańskiej Republiki Ludowo-Demokratycznej

Reżim Północnokoreański stanowi obecnie jedno z najpoważniejszych zagrożeń dla bezpieczeństwa Japonii (Tosaki, 2017: 2). Już 5 lat po pierwszym kryzysie nuklearnym (1993 r.) Korea Północna przeprowadziła próbę pocisku balistycznego pośredniego zasięgu (IRBM) *Taepodong-1*, który przeleciał nad terytorium Japonii i wpadł do Pacyfiku. Pierwsza z sześciu prób broni atomowej miała miejsce w 2006 r. W 2017 r. Sztokholmski Instytut Badań nad Pokojem szacował potencjał nuklearny KRLD na ok. 10-20 głowic (rok wcześniej na mniej niż 10) (Kile i Kristensen, 2017: 8).

Rozwój programu nuklearnego i raketowego Korei Północnej obejmuje nie tylko zmiany ilościowe, ale również jakościowe. W lipcu 2017 r. KRLD przeprowadziła pierwszy udany test pocisku międzykontynentalnego (ICBM) *Hwasong-14*. Jesienią tego samego roku dokonała próby broni wodorowej oraz przeprowadziła kolejne testy pocisków, m.in. ICBM *Hwasong-15* oraz dwóch pocisków typu IRBM, które przeleciały nad Wyspami Japońskimi ('North Korea Tests ICBM', 2017).

Poważne obawy władz w Tokio w zakresie programu nuklearnego i balistycznego KRLD budzi możliwość miniaturyzacji głowic jądrowych i ich instalacja w pociskach balistycznych (Tosaki, 2017: 3). Poczynania reżimu Kimów są jednym z kluczowych determinantów reform japońskiej polityki bezpieczeństwa oraz podnoszenia zdolności Sił Samoobrony. Ponadto przyczyniają się do zacieśnienia współpracy między USA i Japonią oraz podnoszenia zdolności ISR (*intelligence, surveillance and reconnaissance*) w ramach sojuszu (Tosaki, 2017: 13), a także do utworzenia i rozwoju systemu obrony przeciwrakietowej (Ballistic Missile Defence, BMD) w Japonii (Smith, 2019: 114-115).

Rozwijanie współpracy w sferze bezpieczeństwa z państwami regionu Indo-Pacyfiku

Wzrost potęgi i asertywności Chińskiej Republiki Ludowej na arenie międzynarodowej sprzyja nawiązywaniu i pogłębianiu relacji w sferze bezpieczeństwa między państwami podzielającymi obawy dotyczące intencji Państwa Środka. Utrzymanie korzystnego *status quo* w regionie jest jednym z głównych motywatorów Japonii do aktywnego angażowania się we współpracę z państwami Indo-Pacyfiku, zarówno w formatach bilateralnych, jak i multilateralnych (Satake i Hemmings, 2018: 834). Druga dekada XXI wieku jest szczególnym okresem rozwoju relacji w sferze bezpieczeństwa między Japonią a wybra-

nymi państwami regionu, o czym świadczy fakt, iż już w 2010 r. Japonia podpisała pierwszą umowę typu ACSA (Umowa nabycia i wzajemnych usług) z państwem innym niż USA. Japonia rozwija współpracę w sferze bezpieczeństwa z najważniejszymi państwami regionu, m.in.: Australią, Indiami oraz państwami ASEAN.

Australia jest najbliższym partnerem dla Japonii w sprawach bezpieczeństwa (poza Stanami Zjednoczonymi). W 2007 r. państwa podpisały *Wspólną Deklarację Współpracy w Sferze Bezpieczeństwa* (Joint Declaration on Security Cooperation) tworząc szersze ramy współpracy między państwami. W 2014 r. partnerstwo japońsko-australijskie zostało podniesione do rangi *specjalnego partnerstwa strategicznego* (Prime Minister Abbott and Prime Minister Abe Joint Statement ‘Special Strategic Partnership for the 21st Century’, 2014). Innym ważnym partnerem, szczególnie w obszarze bezpieczeństwa morskiego są Indie. W ostatniej dekadzie państwa zawarły szereg umów bilateralnych. W 2015 r. Japonia dołączyła jako stały członek do indyjsko-amerykańskich ćwiczeń morskich Malabar dążąc do pogłębienia kooperacji oraz podniesienia poziomu interoperacyjności między siłami morskimi państw zaangażowanych (Rai, 2018: 140). Japonia, Indie, Australia i Stany Zjednoczone współpracują również w formatach trójstronnych oraz w ramach Czworostronnego Dialogu Bezpieczeństwa (Quadrilateral Security Dialogue) utworzonego z inicjatywy premiera Japonii Shinzō Abe.

ASEAN jest jedną z kluczowych organizacji w regionie Indo-Pacyfiku. Japonia aktywnie angażuje się zarówno we współpracę w ramach dialogu Japonia-ASEAN, jak i rozwijanie więzów z poszczególnymi członkami Stowarzyszenia (przede wszystkim z Wietnamem, Filipinami i Indonezją). W 2016 r. rząd japoński przedstawił dokument *Vientiane Vision: Japan's Defense Cooperation Initiative with ASEAN* nakreślający ramy bliższej współpracy w sferze bezpieczeństwa, ze szczególnym uwzględnieniem utrwalania regionalnego porządku opartego na zasadach prawa międzynarodowego. Aktualizacja dokumentu z 2019 r. podkreśliła znacznie współpracę ze Stowarzyszeniem dla Japonii oraz kluczowego – w opinii władz w Tokio – miejsca ASEANu w architekturze bezpieczeństwa regionu (Shoji, 2020: 11).

Podsumowanie

Środowisko bezpieczeństwa Japonii w latach 2010-2020 uległo transformacji. Chińska Republika Ludowa pod przywództwem Xi Jinpinga przeprowadza reformy mające na celu wzmocnienie międzynarodowej pozycji Chin oraz podkreślające mocarstwowy status Państwa Środka. Rozwój Chińskiej Armii Ludowo-Wyzwoleńczej budzi niepokój państw azjatyckich (w tym Japonii) i prowadzi do wzrostu napięć. W tym kontekście szczególnego znaczenia nabiera chińska aktywność na Morzu Wschodniochińskim i Północnochińskim, której celem jest zmiana *status quo* w regionie. Kolejne wyzwanie dla bezpieczeństwa stanowi rozbudowa północnokoreańskiego programu nuklearnego i raketowego. W ciągu ostatniej dekady Korea Północna wielokrotnie przeprowadziła udane próby broni atomowej (w tym bomby wodorowej) oraz pocisków balistycznych

pośredniego (IRBM) i dalekiego (ICBM) zasięgu zagrażając nie tylko Japonii, ale i Stanom Zjednoczonym.

Niekorzystne zmiany zachodzące na arenie międzynarodowej sprzyjają reformowaniu japońskiej polityki bezpieczeństwa, umożliwiając adekwatną odpowiedź na pojawiające się zagrożenia. Japonia, pomimo ograniczeń wynikających z zapisów konstytucji, rozwija własny potencjał oraz wzmacnia współpracę i interoperacyjność w ramach sojuszu z USA. W ciągu ostatniej dekady kluczowym przemianom uległ również trzeci filar japońskiej polityki bezpieczeństwa jakim jest współpraca z państwami regionu. Japonia aktywnie angażuje się w nawiązywanie oraz pogłębianie partnerstw m.in. z Australią, Indiami oraz państwami Stowarzyszenia Narodów Azji Południowo-Wschodniej (ASEAN).

Bibliografia

‘Defence of Japan 2021’ (2021).

https://www.mod.go.jp/en/publ/w_paper/wp2021/DOJ2021_Digest_EN.pdf [dostęp 05.08.2021].

‘North Korea Tests ICBM’ (2017) <https://missilethreat.csis.org/north-korea-tests-icbm/> [dostęp 05.08.2021].

Borah, U. (2020). ‘The South China Sea dispute: Will it impact Japan’s security policy?’, *Maritime Affairs: Journal of the National Maritime Foundation of India*, 16/1: 6-29.

Kile, S. N., Kristensen, H. M. (2017) ‘Trends in world nuclear forces, 2017’, https://www.sipri.org/sites/default/files/2017-06/fs_1707_wnf.pdf [dostęp 05.08.2021].

Prime Minister Abbott and Prime Minister Abe Joint Statement ‘Special Strategic Partnership for the 21st Century’. (2014). <https://www.mofa.go.jp/files/000044543.pdf> [dostęp 05.08.2021].

Rai, A. (2018) ‘Quadrilateral Security Dialogue 2 (Quad 2.0) – a credible strategic construct or mere „foam in the ocean”?’’, *Maritime Affairs: Journal of the International Maritime Foundation of India* 14/2: 138-148.

Satake, T., Hemmings, J. (2018). ‘Japan–Australia security cooperation in the bilateral and multilateral contexts’, *International Affairs* 94/4: 815–834.

Shoji, T. (2020) ‘Japan’s Approach toward ASEAN-led Security Multilateralism: Coordinating Strategic Agendas with the United States’, https://csis-website-prod.s3.amazonaws.com/s3fspublic/200408-Shoji_Final%20Working%20Paper_Strategic%20Japan.pdf [dostęp 05.08.2021].

Sinkkonen, E. (2019) ‘The more the merrier? Sino-Japanese security relations in the context of complex interstate rivalry in the Asia-Pacific region’, *The Pacific Review*, 32/5: 748-777.

Smith, S. A. (2019). *Japan Rearmed. The Politics of Military Power*, Cambridge-London, Harvard University Press.

Tamaki, N. (2020). 'Japan's quest for a rules-based international order: the Japan-US alliance and the decline of US liberal hegemony', *Contemporary Politics*, 26:4: 384-401.

Tosaki, H. (2017). 'The North Korean Nuclear Issue and Japan's Deterrence Posture', https://www2.jiaa.or.jp/en/pdf/digital_library/world/170314_tosaki.pdf [dostęp 05.08.2021].

Jak cytować: Bojko, I. (2021). 'Środowisko bezpieczeństwa Japonii w drugiej dekadzie XXI wieku – szanse i wyzwania', W: *I Siedleckie Forum Doktorantów*, red. D. Kaczorek, A. Smyk, Siedlce: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach, s. 67-72.



© 2021 The Author(s). This open access article is distributed under a Creative Commons Attribution (CC-BY) 4.0 license.

Karolina SÓWKA*

(Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach, Polska)

Chińsko-indyjskie relacje w sferze bezpieczeństwa

Abstract: *Sino-Indian relations have become one of the most important bilateral relationships in the world in recent years. Both countries possess nuclear weapons, each of them has a population of nearly 1.4 billion, and their economies are among the fastest-growing worldwide. The countries cooperate intensively in bilateral and multilateral formats. Both China and India play an important role in creating a new global economic and a political order. However, relationship between the countries is far from harmonic. The deterioration of relations between Beijing and New Delhi could become a significant destabilizing factor for the Indo-Pacific region and polarize the already tense relations. The border dispute, the People's Republic of China's close cooperation with Pakistan, and China's growing ambitions in the region (including the Indian Ocean) have begun to raise concerns among decision-makers in New Delhi, who initially did not rule out a closer relationship with China. India is actively engaging in the cooperation with the United States, Japan, and Australia, which poses a challenge to the authorities in Beijing and is not conducive to improve relations. This article aims to analyze Sino-Indian relations in the sphere of the security.*

Key words: People's Republic of China, India, security, border disputes, China-India relations

Wstęp

Relacje chińsko-indyjskie należą do jednych z najważniejszych na świecie. Oddziałują nie tylko na porządek w regionie, ale i globalnie. Oba państwa dysponują znaczącym potencjałem demograficznym i posiadają dynamicznie rozwijające się gospodarki. W analizie stosunków chińsko-indyjskich duże znaczenie mają czynniki historyczne i geopolityczne. Mimo wielu prób państwom nie udało się rozwiązać sporu granicznego, który obecnie powoduje wzrost napięć między Pekinem i Nowym Delhi. W ciągu ostatnich dekad oba kraje potrafiły jednak dojść do porozumienia i dążyły do pogłębiania współpracy, zarówno w wymiarze bilateralnym, jak i multilateralnym, m.in. w ramach BRICS, Szanghajskiej Organizacji Współpracy (SOW) i Azjatyckiego Banku Inwestycji Infrastrukturalnych (*Asian Infrastructure Investment Bank*, AIIB).

Celem wystąpienia jest analiza relacji chińsko-indyjskich w sferze bezpieczeństwa. Autorka poszukuje odpowiedzi na pytania: jak kształtują się relacje chińsko-indyjskie w sferze bezpieczeństwa oraz jakie czynniki odegrały kluczową rolę w stosunkach między państwami? Jako hipotezę badawczą przyjmuje twierdzenie, że wraz z rozszerzaniem chińskich wpływów w Azji Południowej relacje między państwami ulegały pogorszeniu. Wraz ze wzrostem potęgi Państwa Środka Indie zaczęły aktywniej angażować się we współpracę

* ORCID iD 0000-0003-0825-143X. Wydział Nauk Społecznych, Instytut Nauk o Bezpieczeństwie; karolina.sowka@uph.edu.pl

z USA oraz ich sojusznikami. Istotnym problemem w relacjach chińsko-indyjskich są również bliskie stosunki chińsko-pakistańskie. W celu odpowiedzi na postawione pytanie badawcze oraz weryfikacji hipotezy autorka użyje metod: analizy literatury, wnioskowania oraz syntezy.

Relacje chińsko-indyjskie do 2017 r.

Indie nawiązały stosunki dyplomatyczne z Chińską Republiką Ludową 30 grudnia 1949 r. Wskutek wielu wydarzeń już kilka lat później doszło do konfliktów na granicy między państwami. W marcu 1959 r. wybuchło antychińskie powstanie w Tybecie, w wyniku którego XIV Dalajlama uciekł do Indii. W 1961 r. rząd w Nowym Delhi rozpoczął Strategię Parcia Naprzód (*Forward Policy*), która wiązała się z podejmowaniem działań w spornym obszarze. Nieuregulowane kwestie terytorialne przerodziły się w otwarty konflikt graniczny obejmujący rejony Aksai Ćin na wschodzie Wyżyny Tybetańskiej i Arunaćal Pradeś. Rok później wojska chińskie przeszły do ofensywy zyskując znaczącą przewagę (Iwanek i Burakowski, 2013: 242). Wojna doprowadziła do zawieszenia relacji na płaszczyźnie ekonomicznej i politycznej na kilkanaście lat.

Stosunki dyplomatyczne przywrócone zostały w 1976 r. Doszło wówczas do zbliżenia między państwami. Wynikało ono między innymi z rosnącego znaczenia Indii w regionie i na arenie międzynarodowej oraz – rozpoczętej przez Deng Xiaopinga – polityki otwarcia Chin na świat. Wznowiono wymianę handlową, w 1984 r. kraje podpisały umowę skutkującą nadaniem klauzuli największego uprzywilejowania (*Most-Favoured-Nation*) ('CHRONOLOGY – Key events in China-India relations'). W kolejnych latach zawarto liczne postanowienia regulujące stosunki gospodarcze między państwami. W grudniu 1988 r. premier Rajiv Gandhi odbył wizytę w Chinach, podczas której wypracowano wspólne mechanizmy mające na celu regulację kwestii granicznych, spraw gospodarczych, handlowych oraz nauki i technologii ('Indian Prime Minister Rajiv Gandhi visited China'). Ociepleniu relacji sprzyjało również podpisanie w 1993 r. Porozumienia na rzecz utrzymania pokoju wzdłuż linii aktualnej kontroli (*Agreement of Maintenance of Peace and Tranquility along the Line of Actual Control*) (Iwanek i Burakowski, 2013: 383). Tym co negatywnie oddziaływało na stosunki chińsko-indyjskie w latach 90., był rozwój wojskowego programu atomowego w Indiach. W maju 1998 r. przeprowadziły one testy z bronią nuklearną, co wzbudziło niezadowolenie władz w Pekinie i doprowadziło do ograniczenia współpracy (Iwanek i Burakowski, 2013: 383).

W czerwcu 2003 r. z wizytą w Chinach przebywał premier Indii, Atal Bihari Vajpayee. Podczas spotkania z premierem Wen Jiabao doszło do podpisania Deklaracji w sprawie ustanowienia zasad dla wszechstronnej współpracy między Republiką Indii a Chińską Republiką Ludową (*Declaration on Principles for Relations and Comprehensive Cooperation Between the Republic of India and the People's Republic of China*). W dokumencie podkreślono, że *trwały rozwój gospodarczy i społeczny w obu krajach, reprezentujących jedną trzecią ludzkości, jest niezbędny dla zapewnienia pokoju, stabilności i dobrobytu nie tylko w Azji, ale także na całym*

świecie. Współpraca powinna obejmować między innymi promocję rozwoju społeczno-gospodarczego oraz wzmacnianie pozytywnych elementów globalizacji. Ważny element Deklaracji stanowiło również uznanie przez stronę indyjską, że Tybetański Region Autonomiczny jest częścią terytorium Chińskiej Republiki Ludowej ('Declaration on Principles for Relations and Comprehensive Cooperation Between the Republic of India and the People's Republic of China', 2003).

Przyjazne relacje bilateralne sprzyjały współdziałaniu w ramach organizacji międzynarodowych i regionalnych. W 2005 r. Indie uzyskały status obserwatora w Szanghajskiej Organizacji Współpracy (SOW), natomiast w 2014 r. złożyły wniosek o pełne członkostwo. Chiny początkowo negatywnie odniosły się do kwestii poszerzenia liczby członków, decyząc argumentując brakiem gotowości instytucjonalnej. Jednak w 2015 r. rozpoczęto proces przystąpienia Indii do pełnego członkostwa, który został zwieńczony sukcesem w dniu 9 czerwca 2017 r. na szczycie w Astanie (BRIEF ON SCO).

Wzrost napięć w stosunkach między państwami

Indie zostały członkiem, zainicjowanego przez Chiny, Azjatyckiego Banku Inwestycji Infrastrukturalnych (*Asian Infrastructure Investment Bank, AIIB*) w 2016 r. ('Members and Prospective Members of the Bank'). Jednak negatywnie odniosły się do innego flagowego projektu Xi Jinpinga, czyli Inicjatywy Pasa i Szlaku (*Belt and Road Initiative, BRI*). Ostrą krytykę zyskał, realizowany w ramach BRI, Chińsko-Pakistański Korytarz Gospodarczy (*China-Pakistan Economic Corridor, CPEC*), ponieważ część inicjatyw miała znajdować się terytorium, o które Indie i Pakistan toczą spór. Przedstawiciele rządu indyjskiego nie pojawili się na pierwszym Forum Inicjatywy Pasa i Szlaku, w którym uczestniczyli nawet chińscy adversarze, tacy jak Japonia i Stany Zjednoczone. Był to poważny cios dla stosunków między państwami (Lidarev, 2018).

W 2017 r. doszło do kolejnego kryzysu w relacjach. Chiny rozpoczęły budowę drogi na spornym terytorium z Bhutanem, w pobliżu granicy Chin i Indii. Nowe Delhi podjęło decyzję o zaangażowaniu wojskowym, co spotkało się z chińską reakcją w postaci gróźb militarnych oraz antyindyjskiej kampanii medialnej. Konflikt na Płaskowyżu Doklam zyskał na intensywności między innymi z powodu chińsko-indyjskiej rywalizacji o wpływ w Bhutanie, spowodowanej rosnącą potęgą Chin i dążeniem Indii do zabezpieczania tego, co postrzegają jako własną sferę interesów (Lidarev, 2018).

Wydarzeniem, które również przyczyniło się do pogorszenia stosunków chińsko-indyjskich, była – podjęta w listopadzie 2017 r. – decyzja o reaktywacji Czterostronnego Dialogu Bezpieczeństwa (*Quadrilateral Security Dialogue, Quad*) między Stanami Zjednoczonymi, Japonią, Indiami i Australią. Pekin postrzega Quad jako potencjalnie antychiński sojusz, mający na celu powstrzymanie Chińskiej Republiki Ludowej (Rai, 2018: 139).

Kolejne lata uwydatniły rosnącą rywalizację między państwami. W 2020 r. miało miejsce jedno z najbardziej intensywnych starć od lat 60. XX w. Do napięć na granicy doszło w maju, natomiast eskalacja konfliktu miała miejsce 15 czerwca. Wojska chińskie

i indyjskie prowadziły walki w kilku punktach w dolinie Galwan (Madan, 2020). Zginęło wówczas co najmniej 20 indyjskich żołnierzy, liczba ofiar po stronie chińskiej nie została potwierdzona (Ghoshal, Bukhari i Wu, 2020). W przeglądzie opublikowanym przez Ministerstwo Obrony Indii na początku 2021 r. podkreślono, że państwo będzie strzec swojej suwerenności i integralności terytorialnej, a wszelkie próby zmiany *status quo* na granicy są niedopuszczalne ('Year End Review – 2020 Ministry of Defence', 2021). Do tarć na spornych obszarach granicznych dochodzi regularnie, jednak tym, co odróżnia wskazane działania od poprzednich jest ich wyjątkowa skala i gwałtowność (Madan, 2020).

Zakończenie

W swojej historii Chiny i Indie wielokrotnie udowodniły, że potrafią współpracować, a w razie niezgody załagodzić napięcia i dojść do kompromisu. Jednak rosnąca potęga obu państw i rywalizacja o wpływy, wyraźnie widoczna w ostatnich latach, przyczyniają się do stopniowego pogarszania relacji. Oprócz nierozwiązanych sporów terytorialnych, trudności w stosunkach powoduje zbliżenie Nowego Delhi i Waszyngtonu, które postrzegane jest przez Pekin jako działanie antychińskie. Budowę zaufania utrudnia także bliska współpraca Chin i Pakistanu oraz chińska aktywność na Oceanie Indyjskim. Państwo Środka uważnie obserwuje zbliżenie Indii z proamerykańskimi państwami regionu, takimi jak Japonia czy Australia. Wydarzenia z czerwca 2020 r. i ich implikacje mogą utrudnić rozwój pozytywnych stosunków. Zarówno Xi Jinping, jak i Narendra Modi wielokrotnie podkreślali konieczność uporania się z historią oraz znaczenie rozwoju i współdziałania, jednak ostatnie miesiące wyraźnie wskazują na trudności w realizacji wyznaczonych wspólnie celów.

Bibliografia

- 'Brief on SCO', https://www.mea.gov.in/Portal/ForeignRelation/SCO_MULTI_Brief_feb_2020.pdf [dostęp 05.08.2021].
- 'Chronology – Key events in China-India relations', <https://www.reuters.com/article/uk-india-china-relations-idUKDEL11874020061121> [dostęp 05.08.2021].
- 'Declaration on Principles for Relations and Comprehensive Cooperation Between the Republic of India and the People's Republic of China' (2003). <https://www.mea.gov.in/in-focus-article.htm?7679/Declaration+on+Principles+for+Relations+and+Comprehensive+Cooperation+Between+the+Republic+of+India+and+the+Peoples+Republic+of+China> [dostęp 05.08.2021].
- 'Indian Prime Minister Rajiv Gandhi visited China', https://www.fmprc.gov.cn/mfa_eng/ziliao_665539/3602_665543/3604_665547/t18017.shtml [dostęp 05.08.2021].
- 'Members and Prospective Members of the Bank', <https://www.aiib.org/en/about-aiib/governance/members-of-bank/index.html> [dostęp 05.08.2021].

'Year End Review – 2020 Ministry of Defence' (2021), <https://pib.gov.in/Pressreleaseshare.aspx?PRID=1685437> [dostęp 05.08.2021].

Ghoshal, D., Bukhari, F., Wu, H. (2020). 'India, China troops clash at Himalayan border, 'casualties on both sides'' <https://www.reuters.com/article/uk-india-china-idUKKB N23N0ZD> [dostęp 05.08.2021].

Iwanek, K., Burakowski, A. (2013) *Indie. Od kolonii do mocarstwa 1857-2013*, Wydawnictwo naukowe PWN, Warszawa

Lidarev, I. (2018). '2017: A Tough Year for China-India Relations', <https://thediplomat.com/2018/01/2017-a-tough-year-for-china-india-relations/> [dostęp 05.08.2021].

Madan, T. (2020), 'China Is Losing India', <https://www.foreignaffairs.com/articles/asia/2020-06-22/china-losing-india> [dostęp 05.08.2021].

Rai, A. (2018). 'Quadrilateral Security Dialogue 2 (Quad 2.0) – a credible strategic construct or mere „foam in the ocean”?', *Maritime Affairs: Journal of the International Maritime Foundation of India*, 14/2: 138-148.

Jak cytować: Sówka, K. (2021). 'Chińsko-indyjskie relacje w sferze bezpieczeństwa', W: *I Siedleckie Forum Doktorantów*, red. D. Kaczorek, A. Smyk, Siedlce: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach, s. 73-77.



© 2021 The Author(s). This open access article is distributed under a Creative Commons Attribution (CC-BY) 4.0 license.

Weronika STAWIŃSKA*

(Uniwersytet Kardynała Stefana Wyszyńskiego w Warszawie, Polska)

Przestrzeganie przepisów prawnych jako środek do poprawy bezpieczeństwa publicznego

Abstract: *The concept of public security is difficult to define. However most often, this concept includes the security of citizens and public institutions. The level of public safety therefore depends on the number of committed crimes. The above circumstance is influenced by the shape of the applicable law. With an increasing number of regulations, the application of the law can be complicated for citizens, but also for professionals. It indicates that nowadays the principle of legal certainty is being contested. If the law is clear, understandable to citizens and implements the values of society, then it will be obeyed by society. In such circumstances it should be stated the way in which the legislature communicates with the society influences the effectiveness of the legal order, and indirectly affects the level of security. After all, at every stage, it should be remembered that the addressee of the legal norm, should be able to act in accordance with it. The above postulates play a significant role, for example due to the applicable Latin legal maxim *ignorantia iuris nocet*, which states that ignorance of the law excuses not. In a situation, where legal provisions have axiological justification and realize the values important to the society, the violation of the legal order will be less frequent.*

Key words: Public safety, security of citizens, law obeying, legal certainty, state of law, understandable law

Wstęp

Pojęcie bezpieczeństwa publicznego jest pojęciem trudnym do zdefiniowania. W literaturze przedmiotu wyróżnia się trzy odmienne ujęcia zagadnienie bezpieczeństwa publicznego. Zgodnie z pierwszym stanowiskiem bezpieczeństwo publiczne będzie utożsamiane z bezpieczeństwem instytucji publicznych. Zgodnie z kolejnym stanowiskiem, bezpieczeństwo publiczne będzie oznaczało bezpieczeństwo obywateli. Natomiast w myśl ostatniego ujęcia, stan bezpieczeństwa publicznego zostaje osiągnięty gdy dochodzi do zgodnego działania instytucji publicznych oraz zapewnienia spokoju obywatelom, w okolicznościach nieistnienia zagrożenia (Szelaż, 2013: 162-163).

Często stan bezpieczeństwa obywateli definiuje się również za pomocą odwołania do stanu przestępczości w danym kraju, wskazując, że przez „bezpieczeństwo publiczne rozumie się na ogół stan, w którym nie są popełniane przestępstwa, a przez porządek publiczny, stan, w którym nie są popełniane wykroczenia” (Widacki, 1998: 167).

Zestawiając powyższe ujęcia, należy stwierdzić, że stan bezpieczeństwa jest wypadkową dwóch czynników. Z jednej strony państwo ma zapewnić obywatelom bezpieczeństwo, a z drugiej strony obywatele przestrzegając przepisów prawnych również przy-

* ORCID iD 0000-0002-1495-6615. Wydział Prawa i Administracji, Katedra Prawa / aplikant radcowski w Okręgowej Izbie Radców Prawnych w Warszawie; stawinska.weronika@gmail.com

czynią się do zwiększenia poziomu bezpieczeństwa w danym państwie. Odnosnie pierwszego ze wskazanych czynników należy wskazać, że państwo posiada szereg instrumentów zdolnych zapewnić obywatelom bezpieczeństwo, począwszy od działań odpowiednich służb, a kończąc na stanowieniu prawa. Natomiast odnośnie przestrzegania przepisów prawa przez obywateli należy poczynić uwagę, że w pewnej mierze zależy to klarowności przepisów prawnych, stanowionych przez legitymowaną do tego władzę. To właśnie w tym miejscu widocznym jest jak pierwszy z wymienionych czynników wpływa na drugi.

Dodatkowo należy podkreślić, że ujęcie bezpieczeństwa publicznego i porządku publicznego pozostaje niezmiennie aktualne zwłaszcza w czasach pandemii Covid-19, kiedy to przestępczość zaczyna przybierać zupełnie inną postać i zaczyna się przenosić dodatkowo do sieci internetowej. Jak donosi raport Interpolu *Cybercrime: Covid-19 Impact*, podczas światowej pandemii niestety wzrosło zjawisko cyberprzestępczości. W związku z powyższym zmniejszył się poziom bezpieczeństwa nie tylko obywateli ale również instytucji państwowych (Raport Interpolu *Cybercrime: Covid-19 Impact*, Lyon 2020: 4-5).

W jaki sposób przestrzeganie przepisów prawa oddziałuje na bezpieczeństwo publiczne?

W takich okolicznościach pozostaje odpowiedzieć na pytanie jak zwiększyć poziom bezpieczeństwa publicznego? Odpowiedzią na tak sformułowane pytanie jest przestrzeganie porządku prawnego. Niemniej jednak należy zauważyć, normy prawne są przestrzegane jeżeli są zrozumiałe dla obywateli i odzwierciedlają ich preferencje aksjologiczne. W związku z powyższym, należy stwierdzić, że przestrzeganie porządku prawnego przez obywateli zależy od sposobu komunikacji tekstu prawnego. Komunikacja jest bowiem nieodzownym elementem każdego społeczeństwa. Niewątpliwie człowiek jest istotą społeczną, którego to aspektu społecznego nie należy deprecjonować. Bez względu bowiem na to, czy postrzegamy człowieka jako reprezentanta ogółu jak u Hegla, czy jako rzecz pierwotną w stosunku do zbiorowości jak u Rousseau, człowiek jest istotą społeczną (Ćwiertniak, 2015: 39-40).

Człowiek - funkcjonując w społeczeństwie, winien jest zatem przestrzegać obowiązującego porządku prawnego. Co więcej, w przypadku kiedy jednostka nie przestrzega obowiązującego go prawa, naraża się na odpowiedzialność karną, cywilną czy administracyjną. To właśnie sposób w jaki ustawodawca komunikuje się z jednostką, wpływa na efektywność porządku prawnego, obowiązującego w danym państwie, a przez to pośrednio na poziom bezpieczeństwa. Niemniej jednak, nie zawsze nieprzestrzeganie porządku prawnego i niweczenie wysiłku zapewnienia bezpieczeństwa obywatelom skutkować będzie karą w rozumieniu kodeksu karnego. Niekiedy bardziej adekwatne będą inne kodeksowe środki, zawierające w sobie pierwiastek karzący, jak na przykład środki zabezpieczające. W tym miejscu należy wskazać, że choć sam Makarewicz z jednej strony śmiało posługiwał się typologią przestępców zaproponowaną przez Liszta, która to można odnieść wrażenie, skłania ku wymierzaniu kar, to z drugiej strony był zwolennikiem właśnie

środków zabezpieczających. Wyrazem takiego stanowiska, były następujące słowa profesora „Kara pozbawienia wolności rzadko kogo poprawia, wielu już popsula do gruntu” (Makarewicz, 1935: 35).

Od zarania dziejów społeczeństwo wierzy bowiem, że zagrożenie karą, czy też inną instytucją karzącą jest okolicznością, która odstrasza potencjalnych sprawców od popełnienia przestępstwa. Powyższe stanowi szczególny wyraz prewencji generalnej. To właśnie tak rozumiana prewencja generalna stanowi uzasadnienie w ustawodawstwie danego państwa, dla zwiększania ustawowego zagrożenia typu czynu zabronionego (Szamota, 1984: 93).

Niemniej jednak, aby nie było koniecznym stosowanie szeroko rozumianych środków represyjnych, ani wymierzanie obywatelom szeroko pojętej odpowiedzialności penalnej, w tym na przykład za przestępstwa czy nawet wykroczenia administracyjno-karne, niezbędnym jest klarowne formułowanie norm prawnych. Z tego powodu już na etapie tworzenia prawa, należy dbać, aby tekst ustawy, za pomocą którego ustawodawca komunikuje się ze społeczeństwem, był zredagowany w sposób zrozumiały, tak by nie doświadczać sytuacji niepewności prawa.

Zasada pewności prawa polega na tym, że obowiązujące prawo powinno być:

- przewidywalne, czyli takie, które nie będzie powodowało sytuacji zaskoczenia dla adresatów norm prawnych. Cecha ta przejawia się tym, że zaktualizowanie się pewnego stanu rzeczy będzie powodowało określoną konsekwencję. Dodatkowo przepisy będą dla adresatów norm prawnych zrozumiałe;
- akceptowalne, co oznacza, że aby prawo miało szansę być przestrzegany, winno odzwierciedlać rzeczywiste wartości wyznawane przez społeczeństwo;
- trwale i wykonalne, czyli takie, którego zmiana nie występuje często, a przepisy procesowe pozwalają urzeczywistnić prawo materialne.

Tylko prawo spełniające powyższe założenia może skutecznie realizować potrzebę bezpieczeństwa społeczeństwa (Kluczevska-Rupka, 2014: 159).

W związku z powyższym w sytuacji, gdy zwiększa się liczba przepisów prawnych, trudności zapoznania się z nimi mają zapewne obywatele niezajmujący się prawem, ale również osoby zawodowo trudniące się prawem. W realiach, w których przepisy prawne pochodzące od legitymowanego ustawodawcy są obszerne, zawierają wiele odesłań, przez co stają się niezrozumiałe, kontestowana zostaje zasada pewności prawa, która jak zostało wyjaśnione powyżej, przekłada się na poziom bezpieczeństwa obywateli.

Ustawodawca komunikuje się bowiem ze społeczeństwem za pomocą tekstu aktu prawnego, bez względu na to, czy następuje to w formie aktu normatywnego w randze ustawy czy rozporządzenia. „Ze stanowiska socjologicznego jest rzeczą obojętną czy normodawca prawny jest ustawodawcą czy też wydającym rozporządzenia. Z tego względu używając terminu ustawodawca mamy na myśli każdego normodawcę prawnego” (Wróblewski, 1948: 52).

Z tego powodu ważnym jest, aby komunikat prawodawcy był zrozumiały, precyzyjny i odzwierciedlał rzeczywistą wolę narodu. Dlatego już na etapie tworzenia prawa,

należy dbać o to by komunikat ustawodawcy spełniał wszystkie wymagania zasad techniki prawodawczej.

Wszystkie postulaty, które powinno spełniać stanowiące prawo, zostały wyrażone w rozporządzeniu Prezesa Rady Ministrów w sprawie "Zasad techniki prawodawczej" (Rozporządzenia Prezesa Rady Ministrów z dnia 20 czerwca 2002 r. w sprawie "Zasad techniki prawodawczej", Dz.U. 2016 poz. 283). To właśnie z tekstu rozporządzenia wynika konieczność aby przepisy redagować tak, aby dokładnie i w sposób zrozumiały dla adresatów wyrażały intencje prawodawcy (§ 6). Natomiast zdania w ustawie powinny być redagowane zgodnie z powszechnie przyjętymi regułami składni języka polskiego, unikając zdań wielokrotnie złożonych (§ 7). Z kolei postulat z § 1, by zmiany normatywne były poprzedzone konsultacjami społecznymi, jest wyrazem tego, że prawo ma w istocie odzwierciedlać rzeczywistą wolę narodu.

Jeżeli nie będzie zachodziła rozbieżność pomiędzy aksjologią przyjętą przez ustawodawcę, a aksjologią społeczeństwa, wówczas prawo, które zyskało akceptację społeczną, będzie przestrzegane przez obywateli. W sytuacji, w której przepisy prawne legitymują się aksjologicznym uzasadnieniem i służą wartościom, które mają chronić i które społeczeństwo również uważa za wartościowe, rzadziej będzie dochodziło do nieprzestrzegania porządku prawnego i sprowadzania niebezpieczeństwa publicznego (Kordela, 2016: 91).

Przechodząc natomiast do językowych zagadnień, zgodnie z § 8, w ustawie należy posługiwać się poprawnymi wyrażeniami językowymi (określeniami) w ich podstawowym i powszechnie przyjętym znaczeniu. W tym miejscu poczynić należy pewne rozróżnienie, że mówiąc o komunikacie dla społeczeństwa przekazywanym w ustawie, wyróżnia się pojęcie języka prawnego i pojęcie języka prawniczego. Podczas gdy język prawny jest językiem w którym są sformułowane normy prawne w aktach prawnych, język prawniczy jest językiem, w którym formuluje się wypowiedzi o aktach prawnych (Kurek, 2015: 303-304). Dodatkowo, w tekście aktu prawnego ustawodawca przydaje słownictwu znaczenie języka ogólnego, zaś w przypadku gdy jest to regulacja wysoce wyspecjalizowana znaczenie słownictwa właściwe dla danej dziedziny (Lizisowa, 2019: 9). W związku z powyższym należy dbać o to, by zarówno na etapie stanowienia, a następnie wykładni prawa, wyrażenia języka prawnego nie odbiegały od ich potocznego rozumienia.

Niezrozumiałość komunikatu płynącego z ustawy do obywateli, może wynikać nie tyle z użytych wyrazów czy sformułowań, ale również z samej struktury komunikatu. Zdania wielokrotnie złożone, liczne odesłania czy przepisy blankietowe również nie sprzyjają klarowności komunikatu przekazywanego do odbioru społecznego.

Z postulatem wyrażonym w § 6 rozporządzenia – tym, aby przepisy redagować w sposób dokładny i zrozumiały dla adresatów, wiąże się jeszcze jedna zasada wyrażana w łacińskiej paremii prawniczej *clara non sunt interpretanda* lub inaczej *interpretatio cessat in claris*, która oznacza, że jasne przepisy prawa nie wymagają interpretacji. Dla pełności rozważań, choć nie jest to tematem opracowania, nadmienić należy, że zasadzie tej, przeciwstawiana jest przez niektórych prawników zasada *omnia sunt interpretanda*, zgodnie z którą wszystko podlega procesowi wykładni (Grzybowski, 2012: 44). Niemniej jednak

wymóg jasności prawa, jest wymogiem niezmiernie istotnym z punktu widzenia obywatela, gdyż w sytuacji gdy jest zostawione pole do interpretacji, jak powiedział profesor Bralczyk „prawnicy mogą sobie ustalić czasami takie zawężenie znaczenia, tak jak mogą sobie ustalić także rozszerzenie, ale generalnie prawnicy często uzurpują sobie nadmierną władzę nad językiem i próbują ustalać, co jest co” (Wywiad z prof. Jerzym Bralczykiem w *Edukacji Prawniczej*).

Nie trzeba wskazywać, do jakich skutków może, w niektórych przypadkach prowadzić nieuprawniona interpretacja, czy raczej nadinterpretacja prawa. Z tego powodu obywatel powinien być pewny przysługujących mu praw i powinien wiedzieć jak się zachować w obliczu poszczególnych sytuacji. Mając powyższe na uwadze, należy stwierdzić, że aby prawo nadawało się do zastosowania, powinno spełniać postulat pewności prawa (Zegarlicki, 2017: 148).

Zasada pewności prawa wywodzona jest z zasady państwa prawnego. Zasada pewności prawa urzeczywistnia się w ten sposób, że obywatel może mieć pewność, że w wyniku określonego zachowania bądź ziszczenia się pewnych przesłanek nastąpi konkretny i przewidywalny skutek. Powiązane jest to w oczywisty sposób z zasadą równości wobec prawa, przejawiającej się w tym że bez względu na podmiot, dopuszczający się pewnego zachowania, spotkają go tożsame konsekwencje. Truizmem jest, jak już zostało podkreślone powyżej, że prawo pochodzi od ustawodawcy. Niemniej jednak, również organy stosujące prawo, w tym organy wymiaru sprawiedliwości winny zapewniać obywatelom ową stabilność normatywną (Bydlinski, 1982: 326).

Zakończenie

Mając na uwadze powyżej wskazane zasady techniki prawodawczej, które prawidłowo realizowane wpływają na przestrzeganie prawa przez obywateli oraz obserwując ciągle wzrastającą w dzisiejszych czasach liczbę przepisów prawnych, nasuwa się pytanie, czy zasadzie pewności prawa, a co za tym idzie, poczuciu bezpieczeństwa obywateli, sprzyjają mnożące się ilości przepisów i regulacji? (Wojciechowski, 2014) Wówczas należy się zastanowić, czy w obliczu mnogości regulacji prawnych nie dochodzi do hipokryzji prawa, kiedy to pod „przykrywką” licznych gwarancji i regulacji prawnych, obywatel *de facto* czuje się bezradny.

Na każdym bowiem etapie, należy wszak pamiętać, aby adresat komunikatu – adresat normy prawnej, zapoznawszy się z nim, był w stanie zachować się zgodnie z dyspozycją normy prawnej. Powyższe postulaty pełnią niebagatelną rolę, chociażby z uwagi na obowiązującą łacińską premię prawniczą *ignorantia iuris nocet*, która stanowi, że nieznanomość prawa szkodzi. W takich okolicznościach niezrozumiały komunikat może spowodować niepożądane i dolegliwe dla jednostki skutki prawne. Dodatkowo należy stwierdzić, nawiązując do tytułu opracowania, że z całą pewnością, postępowanie niezgodne z przepisami prawnymi negatywnie wpływa na stan bezpieczeństwa. Natomiast stan bezpieczeń-

stwa publicznego obywateli należy traktować jako główny wyznacznik prawidłowo funkcjonującego państwa.

Bibliografia

- Bydlinski, F. (1982) *Juristische Methodenlehre und Rechtsbegriff*, Wien: Springer.
- Ćwiertniak, T. (2015) *Człowiek i społeczeństwo w świetle filozofii realistycznej*, w: *Człowiek i relacyjność ujęcie -socjologiczno filozoficzne*, red. K. Cilulek-Urbaneck, Krosno: Novum, 38-58.
- Grzybowski, T. (2012) 'Spory wokół reguły clara non sunt interpretanda', *Państwo i Prawo* 9: 44-56.
- Kluczevska-Rupka, A. (2014) 'Zasada pewności prawa w działaniu administracji Unii Europejskiej oraz jako zasada ogólna prawa Unii Europejskiej', *Studia Prawa Publicznego* 1: 159-181.
- Kordela, M. (2016) 'Systemowość aksjologiczna prawa', *Acta Universitatis Wratislaviensis 3718, Przegląd Prawa i Administracji* 104: 91-104.
- Kurek, H. (2015) 'Język prawny i prawniczy na przełomie wieków (perspektywy badawcze i zagrożenia)', *Zagadnienia Naukoznawstwa* 3: 303-310.
- Lizisowa, M. (2019) 'Język prawny w tekście ustawy (na przykładzie projektu ustawy prawo o szkolnictwie wyższym i nauce)', *Comparative Legilinguistics* 38: 7-47.
- Makarewicz, J., (1935). *Kodeks Karny z komentarzem*, Lwów: Wydawnictwo Zakładu Narodowego imienia Ossolińskich.
- 'Raport Interpolu Cybercrime: Covid-19 Impact Lyon 2020', <https://www.interpol.int/News-and-Events/News/2020/INTERPOL-report-shows-alarming-rate-of-cyberattacks-during-COVID-19> [dostęp 23.07.2021].
- Rozporządzenia Prezesa Rady Ministrów z dnia 20 czerwca 2002 r. w sprawie 'Zasad techniki prawodawczej', Dz.U. 2016 poz. 283.
- Szamota B. (1984) 'Badania nad prewencją generalną: Problemy metodologiczne', *Archivum Kryminologii* 11: 93.
- Szeląg, I., (2013) 'Ochrona porządku i bezpieczeństwa publicznego jako zadanie własne samorządu lokalnego', *Kwartalnik Naukowy OAP UW "e-Politikon"* 6: 162-163.
- Widacki, J. (1998) *Konieczny drugi etap reformy policji*, w: *Bezpieczny obywatel – bezpieczne państwo*, red. J. Widacki, J. Czapska J., Lublin: Wydawnictwo Katolickiego Uniwersytetu Lubelskiego.
- Wojciechowski, M. (2014) *Pewność prawa*, LEX.
- Wróblewski, B. (1948) *Język prawny i prawniczy*, Kraków: Polska Akademia Umiejętności.
- Wywiad z prof. Jerzym Bralczykiem (wywiad przepr. M. Stempowska i P. Grabarczyk), «Omnia sunt interpretanda», czyli o języku prawników rozmawiamy z prof. Jerzym Bralczykiem, *Edukacja prawnicza*, 10 (73) październik 05, <https://www.edukacjaprawnicza>.

pl/omnia-sunt-interpretanda-czyli-o-jezyku-prawnikow-rozmawiamy-z-profesorem-jerzym-bralczykiem/ [dostęp 19.09.2020].

Zegarlicki, J. (2017) 'Pewność prawa jako istotna wartość państwa prawnego', *Filozofia Publiczna i Edukacja Demokratyczna* 6.2: 143-166.

Jak cytować: Stawińska, W. (2021). 'Przestrzeganie przepisów prawnych jako środek do poprawy bezpieczeństwa publicznego', W: *I Siedleckie Forum Doktorantów*, red. D. Kaczorek, A. Smyk, Siedlce: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach, s. 79-85.



© 2021 The Author(s). This open access article is distributed under a Creative Commons Attribution (CC-BY) 4.0 license.

Patrycja WYSOKIŃSKA *

(Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach, Polska)

Artur WYSOKIŃSKI **

(Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach, Polska)

Wpływ transportu drogowego, w tym transportu ładunków niebezpiecznych na bezpieczeństwo człowieka na obszarze Polski w latach 2018-2020

Abstract: *The safety of the population is a broad concept, defined in the literature as a state experienced by a person which, makes the person feel confident, and guarantees the behavior. It is one of the basic needs of every person, state as well as specific social groups. Road transport and the transport of dangerous goods contained in it also have a wide influence on the safety of the population. In Poland the number of the registered motor vehicles grows year by year, which results in increased road and street congestion. The main threats to the road transport of dangerous goods affecting the safety of the population in Poland include: the large volume of transported materials, failure to comply with applicable ADR regulations, lack of marked and designated routes, collisions, incidents and road accidents, inadequate technical condition of the means of transport used, low awareness of the people involved in transport. Both in the case of road traffic accidents and accidents with dangerous loads the reasons for accidents caused by pedestrians are the same and they too could be avoided if the traffic regulations were respected more by the participants. To improve the safety of people on Polish roads it is necessary to educate people and make them more aware of the fact that not only other road users influence their safety but also they themselves can do a lot to feel safer, mainly by obeying the rules, being more careful and not overestimating their abilities.*

Key words: safety, safety of the population, accidents, road accidents, polish roads, ADR, dangerous goods

Bezpieczeństwo ludności jest pojęciem szerokim, definiowane w literaturze jako stan, którego doświadcza człowiek, sprawia, że osoba czuje pewność siebie, gwarancje zachowania. Jest to jedna z podstawowych potrzeb każdego człowieka, państwa jak również określonych grup społecznych. Niestety nie jest łatwe zdefiniowanie tego pojęcia w sposób jednoznaczny ze względu na jego złożoność. Zakres jego obowiązywania obej-

* ORCID iD 0000-0001-7688-7013. Wydział Nauk Społecznych, Instytut Nauk o Bezpieczeństwie; patrycja.wysokinska@uph.edu.pl

** ORCID iD 0000-0002-5522-5288. Wydział Nauk Społecznych, Instytut Nauk o Bezpieczeństwie; artur.wysokinski@uph.edu.pl

muje wiele dyscyplin naukowych oraz specjalizacji. Pojęcie bezpieczeństwa wywodzi się z języka łacińskiego złożone z „sine cura” co oznacza „wolny od troski” oraz a „securita” czyli polityczna stabilność (Dębska, 2016: 7). Bezpieczeństwo ludności dzieli się:

- ze względu na obszar jakiego dotyczy (np. bezpieczeństwo globalne, regionalne, narodowe),
- ze względu na odniesienie do arealu państwa (zewnętrzne i wewnętrzne),
- ze względu na dziedzinę (np. bezpieczeństwo kulturalne, polityczne, społeczne, społeczne, militarne, energetyczne itp.).

Na bezpieczeństwo ludności w szerokim zakresie wpływa także transport drogowy oraz zawarty w nim transport ładunków niebezpiecznych. W Polsce z roku na rok przybywa zarejestrowanych pojazdów silnikowych z tego względu zwiększa się zatłoczenie ulic oraz powstaje kongestia drogowa. Nie pozostaje to również bez wpływu na środowisko naturalne. Ilość przewożonych towarów w Polsce również ulega zwiększeniu, dotyczy to także zwiększenia przewozu ładunków niebezpiecznych, przekłada się to również na zwiększenie ilości kontroli takich przewozów.

W Europie co roku tysiące ludzi traci życie lub doznaje poważnych obrażeń w wypadkach na drogach. W latach 2010-2020 liczba osób które poniosły śmierć w wypadkach drogowych w Europie uległa zmniejszeniu o 36%. W porównaniu do 2019 r., gdy zginęło 22 800 osób, w 2020 r. na drogach UE straciło życie o 4000 osób mniej. Według danych z 2020 roku zebranych w 18 krajach europejskich zarejestrowano najniższą w historii ilość osób, które poniosły śmierć w wypadkach. Niewątpliwie wpływ na to posiadał trudny okres pandemii jaka nawiedziła w roku 2020 świat, jej wpływ był niewątpliwy, niestety jest trudny do zmierzenia. W Polsce na milion mieszkańców w 2020 roku przypadło 65 ofiar śmiertelnych w wypadkach drogowych. W porównaniu do poprzednich lat można zauważyć poprawę. Na przestrzeni 10 lat ilość ofiar spadła o 37%. Najbezpieczniejszymi drogami w Europie może pochwalić się Szwecja gdzie na milion mieszkańców liczba osób która poniosła śmierć w wyniku wypadku drogowego wyniosła 18 ofiar. Najwyższy wynik śmiertelności odnotowano w Rumuni gdzie na milion osób przypadło 85 ofiar śmiertelnych (Statystyki śmiertelności na drogach w UE).

W ruchu drogowym transport towarów niebezpiecznych jest szczególnym rodzajem transportu ze względu na specyfikę ich przewozu. Większość tych towarów przewożona jest w cysternach ze względu na ciekły stan skupienia materiału. Zgodnie z umową ADR materiały te dzielą się na dziewięć klas tj: klasa 1: materiały i przedmioty wybuchowe, klasa 2: gazy, klasa 3: materiały ciekłe zapalne, klasa 4.1: materiały stałe zapalne, materiały samo reaktywne i materiały stałe odczulone, klasa 4.2 materiały zapalne, klasa 4.3 materiały wytwarzające w zetknięciu z wodą gazy palne, klasa 5.1 materiały utleniające, klasa 5.2 nadtlutki organiczne, klasa 6.1 materiały trujące, klasa 6.2 materiały zakaźne, klasa 7 materiały promieniotwórcze, klasa 8 materiały żrące, klasa 9 różne materiały i przedmioty niebezpieczne.

Środek transportujący towary niebezpieczne musi być odpowiednio oznaczony specjalnymi pomarańczowymi tablicami z przodu i z tyłu szerokość tablicy powinna wy-

nosić 400 mm a wysokość 300 mm a ich krawędzie powinny wynosić 15 mm. Numery muszą być widoczne i nie jest dopuszczone jakiekolwiek ścieranie się numerów lub tablicy (Świderek, 2016: 68). Aby przewóz ładunków niebezpiecznych przebiegał odpowiednio konieczne jest przestrzeganie przepisów i zasad umieszczonych w instrukcjach, kodeksach, ustawach dotyczących przewozu towarów niebezpiecznych. Jedynie kierowcy, którzy posiadają ustaloną tożsamość mogą przewozić te towary. Dlatego też każda osoba zaangażowana w przewóz musi posiadać przy sobie dokument z aktualną fotografią, który potwierdza jego tożsamość – jest to zazwyczaj prawo jazdy, które wymagane jest nie tylko przy przewozie towarów niebezpiecznych ale przy każdym innym w ruchu drogowym z wykorzystaniem środków transportu. Do przewozu towarów niebezpiecznych według obowiązujących przepisów prawnych wymagane jest od kierowcy zawodowego także posiadanie odpowiedniej wiedzy i kwalifikacji pozyskanie ich jest konieczne dla możliwości zapewnienia należytego bezpieczeństwa na drodze nie tylko dla jego samego ale również innych uczestników ruchu drogowego, często niezdających sobie sprawy z niebezpieczeństwa. Niewątpliwie konieczne jest zaznajomienie z normami prawnymi oraz pozyskanie odpowiedniej wiedzy odnośnie przewozu właśnie tych towarów, dlatego też kierowca jest zobowiązany ukończyć szkolenie wraz ze zdaniem egzaminem państwowym w zakresie podstawowym ADR, i jeśli jest to wymagane również w zakresie specjalistycznym.

Jako jedną z podstawowych czynności zapewniających bezpieczeństwo przewozu transportu można wyróżnić przede wszystkim odpowiednie zapakowanie danego materiału, zgodny z przepisami załadunek, a później odpowiedni rozładunek i najważniejsze pokonanie całej trasy. Odpowiednia dokumentacja jest istotna podczas przewozu tych ładunków ponieważ to właśnie z tych dokumentów, w razie problemów w transporcie, odpowiednie służby jak np. Straż Pożarna są w stanie dowiedzieć się co dany kierowca przewozi oraz odpowiednio zareagować w sytuacji zagrożenia, znając ładunek z jakim mają do czynienia. Dokumenty jakie zobligowany jest do posiadania kierowca wykonujący transport towarów niebezpiecznych to przede wszystkim dokument przewozowy, instrukcja ADR, wspomniany dokument tożsamości zawierający aktualną fotografię kierowcy, świadectwo dopuszczenia ADR.

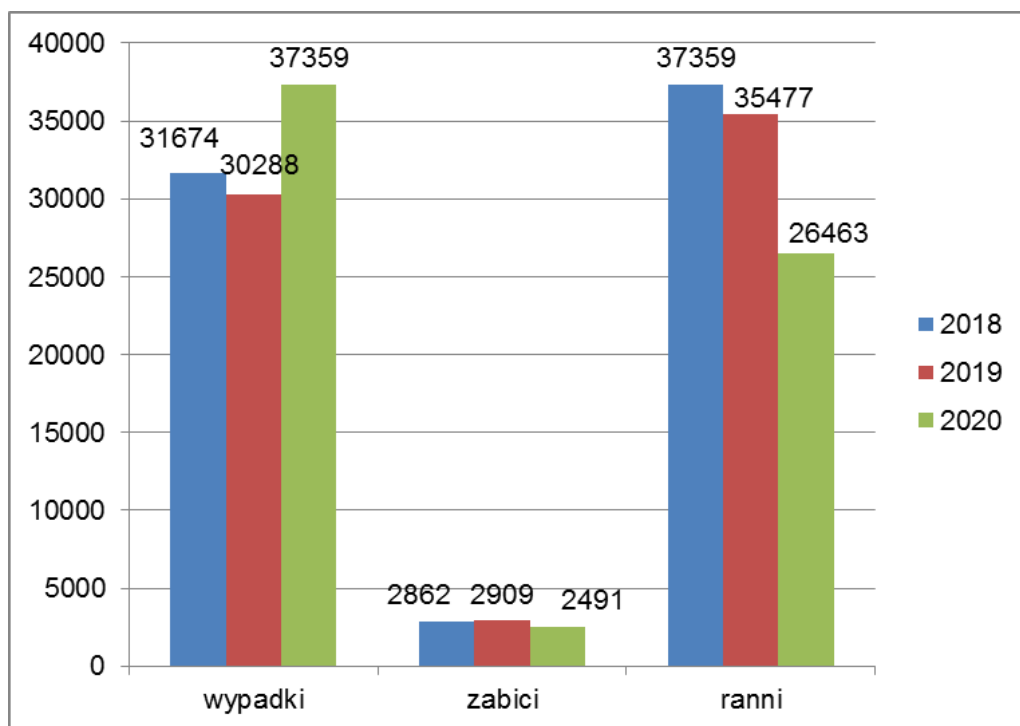
Zarówno ruch drogowy jak i transport drogowy ładunków niebezpiecznych tworzy wszelakie zagrożenia. Słownik języka polskiego definiuje zagrożenie jako „sytuację lub stan, które komuś zagrażają lub w którym ktoś czuje się zagrożony też ktoś, kto stwarza taką sytuację (Dąbczyński, 2001). Franza-Xavera Kaufmanna definiuje zagrożenie jako „możliwość wystąpienia jednego z negatywnie wartościowych zjawisk” (Korycki, 1994). Definicja zagrożeń w ruchu drogowym w kodeksie wykroczeń jest następująca: „Kto na drodze publicznej, w strefie zamieszkania lub strefie ruchu, nie zachowując należytej ostrożności, powoduje zagrożenie bezpieczeństwa w ruchu drogowym, podlega karze grzywny. Kto dopuszcza się wykroczenia określonego w § 1, znajdując się w stanie po użyciu alkoholu lub podobnie działającego środka, podlega karze aresztu, ograniczenia wolności albo grzywny. W razie popełnienia wykroczenia określonego w § 1 przez osobę

prowadzącą pojazd można orzec zakaz prowadzenia pojazdów.” (Kodeks wykroczeń, Dz. U. 1971 Nr 12 poz. 114, ustawa z dnia 20 maja 1971 r.).

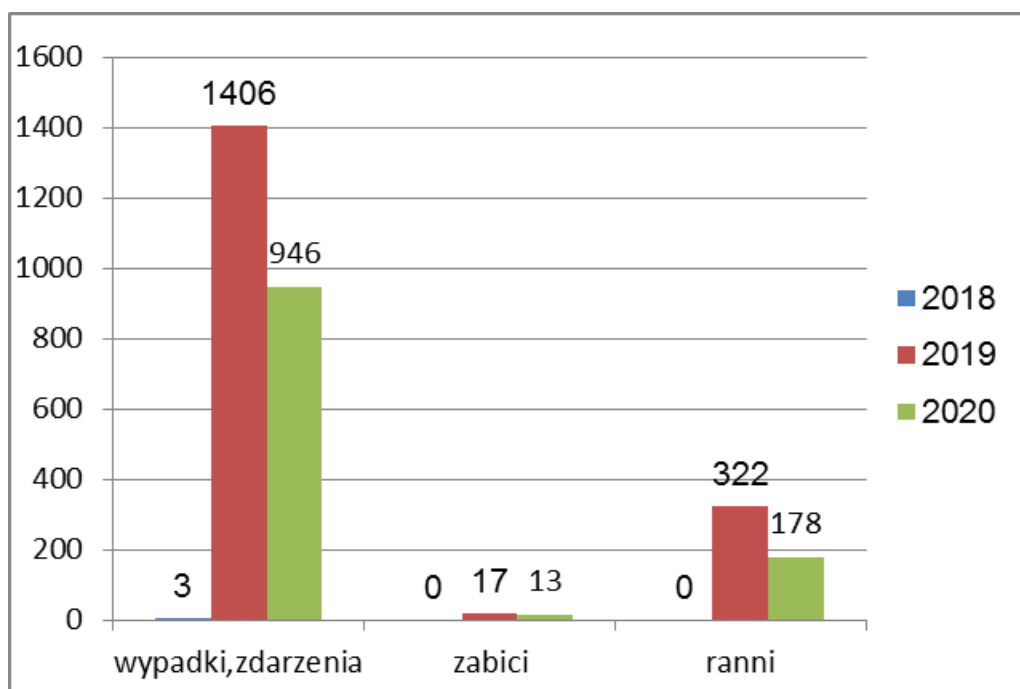
Do głównych zagrożeń w ruchu drogowym towarów niebezpiecznych mających wpływ na bezpieczeństwo ludności w Polsce można zaliczyć (Smolnik, 2018: 253-26): dużą ilość przewożonych materiałów, niedostosowanie do obowiązujących przepisów ADR, brak wyznaczonych i oznakowanych tras przejazdu, kolizje, zdarzenia oraz wypadki drogowe, nieodpowiedni stan techniczny środków używanych w transporcie, niską świadomością osób zajmujących się transportem (Danwoj). Należy zwrócić uwagę również na pojęcia wypadku, incydentu, konfliktu oraz zdarzenia ponieważ zazwyczaj to one są skutkami występującymi w ruchu drogowym. Wypadek jest nagłym zdarzeniem, które zostało wywołane przez przyczynę zewnętrzną i ma związek trwały z wykonaną czynnością.

W przypadku ruchu drogowego zdarzenie może oznaczać incydent – dzieje się gdy osoba biorąca udział w ruchu drogowym nie dostosuje się do przepisów drogowych lub panujących warunków na drodze, konflikt – występuje w sytuacji w której pojazd poruszający się po drodze musi wykonać gwałtowny manewr tak, by uniknąć kolizji lub wypadku, wypadek – najgorszy z wyżej wymienionych zdarzeń, o wypadku mówi się w sytuacji gdy minimum jedna osoba odniosła obrażenia lub zginęła. Tendencja w występowaniu wypadków w ruchu drogowym z roku na rok jest malejąca.

Tak też w 2020 roku wypadków było 23540 (zob.wykres 1) a w roku poprzednim 30288, w 2018 roku ta ilość wyniosła 31674. Ze względu na zmniejszającą się ilość wypadków ilość poszkodowanych również się zmniejszała. W 2020 w wypadkach drogowych zginęło 2491 osób natomiast w roku poprzednim 2909 osób. W 2018 roku ilość zabitych była mniejsza niż w 2019 roku i wyniosła 2862 nie jest to kolosalna różnica ale w porównaniu do ilości wypadków w 2018 roku ilość zabitych była niższa niż w 2019. Sytuacja w przypadku osób rannych w wypadkach drogowych ma tendencję zniżkową w roku 2018 osób rannych w wypadkach było 37359, w roku 2019 - 35477 natomiast w roku 2020 – 26463. Różnica między rokiem 2019 i 2020 jest widoczna jest to prawie o 1000 osób rannych mniej.



Wykres 1 Wypadki, zabici i ranni w Polsce w latach 2018-2020 (Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych statystycznych Komendy Głównej Policji)

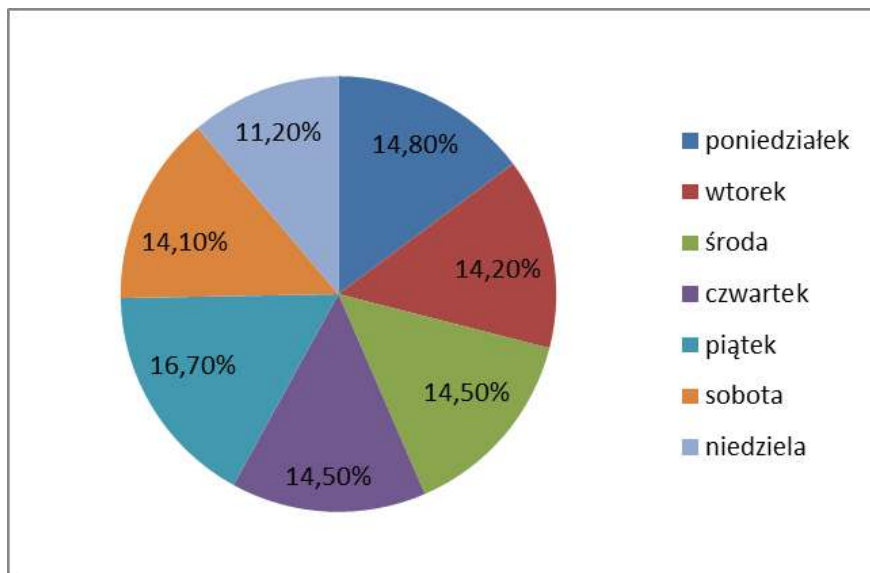


Wykres 2 Wypadki, zdarzenia, zabici oraz ranni w wypadkach w transporcie drogowym ładunków niebezpiecznych w latach 2019-2020 (Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych SEWIK)

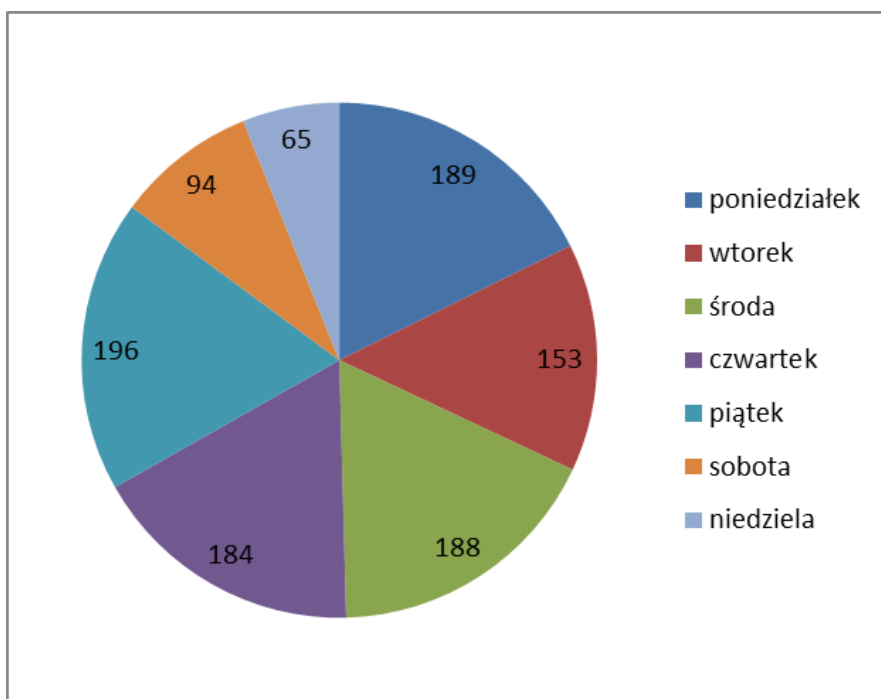
W przypadku transportu ładunków niebezpiecznych (zob. wykres 2) ilość wypadków wyniosła w roku 2019 – 1406 natomiast w roku 2020 już dużo mniej 946. Zabitych w roku 2019 było 17 natomiast w 2020 było to 13 osób. W 2019 roku rannych w wypadkach zostało 322 a w 2020 roku było ich 178. W 2020 roku najczęściej wypadków w ruchu drogowym miało miejsce w sierpniu było to 11%, kolejno we wrześniu 10,9% i lipcu 10,7 %. Są to miesiące wakacyjne podczas których ruch na polskich drogach jest większy niż w ciągu pozostałych miesięcy. Co ciekawe ilość zdarzeń z udziałem materiałów niebezpiecznych była najwyższa w miesiącach grudzień 20,9%, luty 11,6%, styczeń 11,4% są to miesiące zimowe i najprawdopodobniej największy wpływ na ilość tych zdarzeń w tym czasie miały warunki pogodowe.

W przypadku dni tygodnia (zob. wykres 3) najczęściej wypadków w 2020 roku miało miejsce w piątek w ilości 3922 – 16,70% a najmniej w niedzielę 2636 – 11,20%. W poniedziałek ilość wypadków wynosiła 3490 – 14,80%, we wtorek 3345 – 14,20%, w środę 3411 – 14,50% , w czwartek 3417 – 14,50% a w sobotę ilość wypadków wynosiła 3319 – 14,10%.

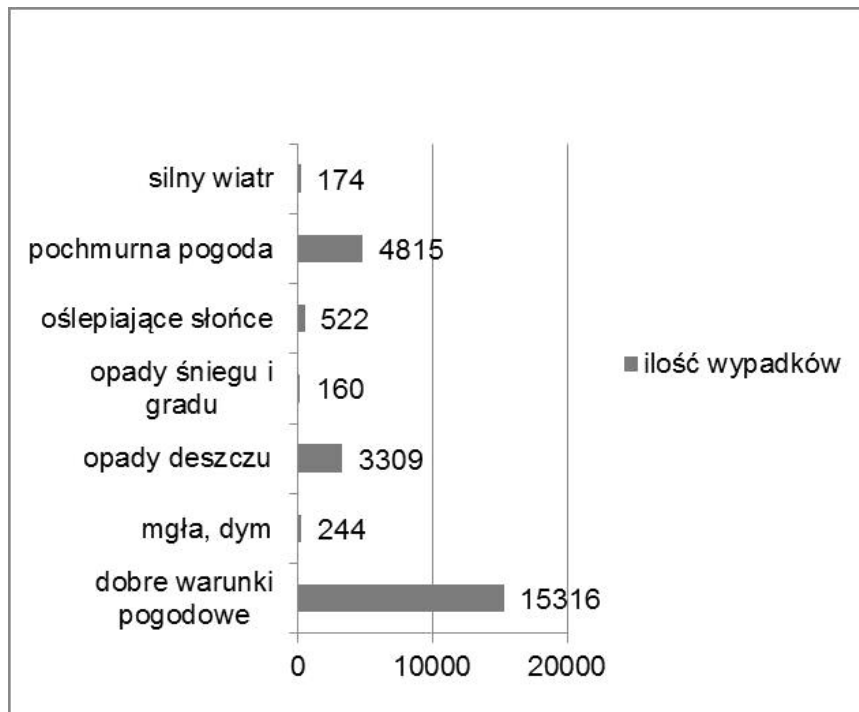
Biorąc pod uwagę dni tygodnia w wypadkach z udziałem ładunków niebezpiecznych (zob. wykres 4) również najczęściej wypadków odnotowano w piątek w ilości 196, a najmniej w niedzielę w ilości 65. W poniedziałek wypadków było 189, we wtorek 153 w środę 188, w czwartek 184 a w sobotę 94. Można zauważyć, że w przypadku zdarzeń z udziałem ładunków niebezpiecznych w dni weekendowe czyli w sobotę i w niedzielę wypadków zdarza się znacznie mniej niż w pozostałe dni tygodnia. Spowodowane jest to mniejszym ruchem na drogach w te dni. Jednymi z uwarunkowań mających wpływ na bezpieczeństwo ludności na drogach są warunki pogodowe.



Wykres 3 Ilość wypadków według dni tygodnia (Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych Komendy Głównej Policji)



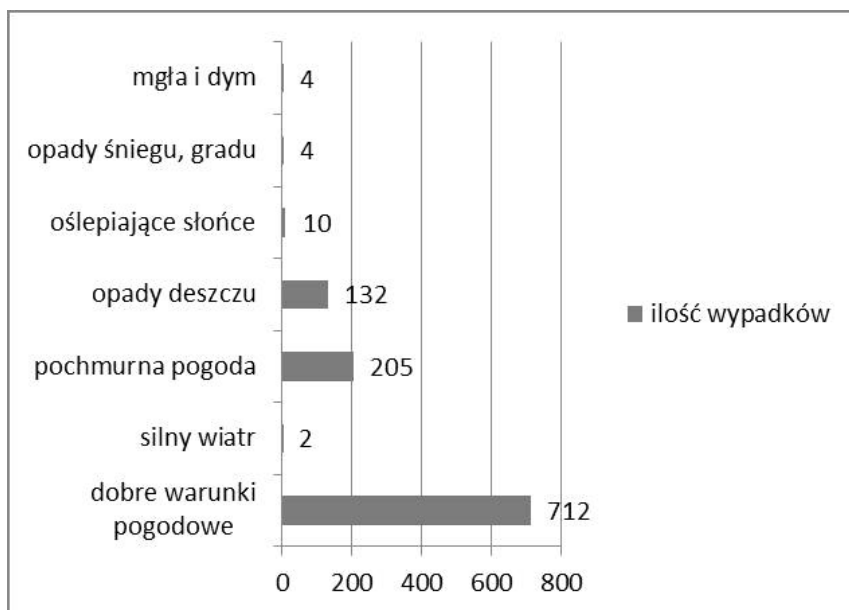
Wykres 4 Wypadki z udziałem ładunków niebezpiecznych według dni tygodnia w roku 2020 (Źródło: Opracowanie własne na podstawie SEWIK)



Wykres 5 Okoliczności powstawania wypadków w roku 2020 (Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych Komendy Głównej Policji)

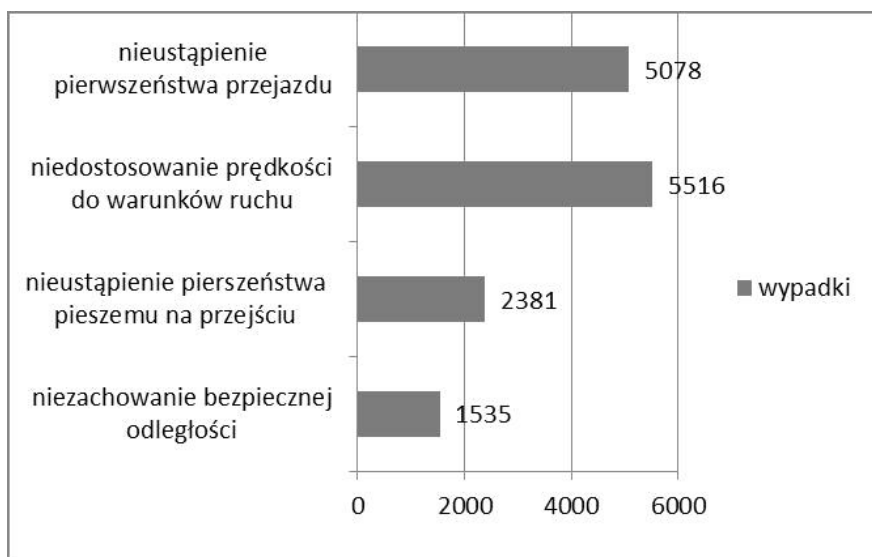
Badając okoliczności powstawania wypadków drogowych w 2020 roku (zob. wykres 5) podczas dobrych warunków pogodowych było 15316 wypadków, w mgłę i dym wypadków było 244, podczas opadów deszczu 3309, podczas opadów śniegu i gradu 160, oślepiające słońce miało wpływ na 522 wypadki, podczas pochmurnej pogody było 4815, a podczas silnego wiatru 174.

Można zauważyć, że najwięcej wypadków ma miejsce w przypadku dobrych warunków pogodowych, a najmniej podczas silnego wiatru. Przyczyną takiego stanu rzeczy jest fakt, że podczas dobrych warunków pogodowych ilość osób korzystających z ruchu drogowego jest większa i kierowcy są bardziej pewni siebie, dobierają wyższą prędkość jazdy i niestety przeceniają swoje możliwości co jest tragiczne w skutkach.



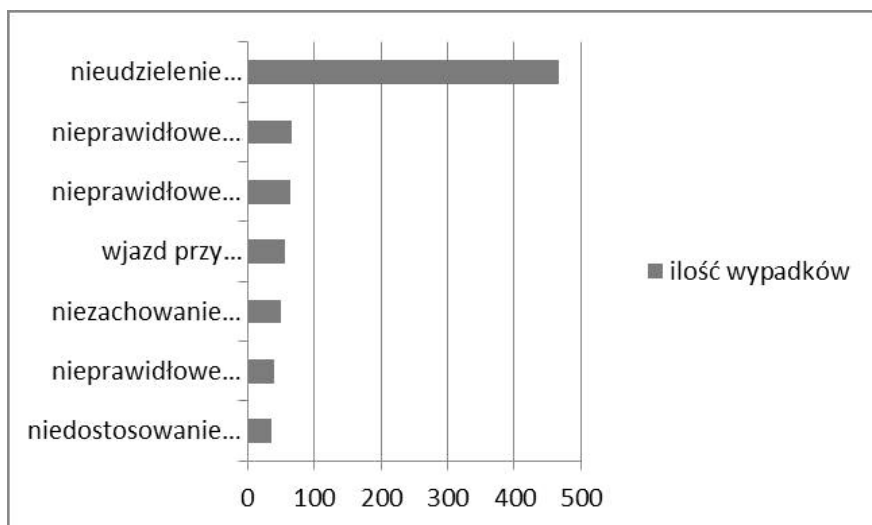
Wykres 6 Okoliczności wypadków z udziałem ładunków niebezpiecznych w roku 2020 (Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych SE-WIK)

W przypadku wypadków z udziałem środków transportu przewożących towary niebezpieczne (zob. wykres 6) również największa ilość wypadków miała miejsce podczas dobrych warunków pogodowych ta liczba wyniosła 712, najmniej wypadków odnotowano podczas silnego wiatru było to tylko 2 zdarzenia, podczas pochmurnej pogody zdarzeń było 205, podczas opadów deszczu 132, podczas oślepiającego słońca ich ilość wyniosła 10, podczas opadów śniegu, gradu 4, natomiast podczas mgły i dymu 4. Główną przyczyną wypadków jest wina człowieka.



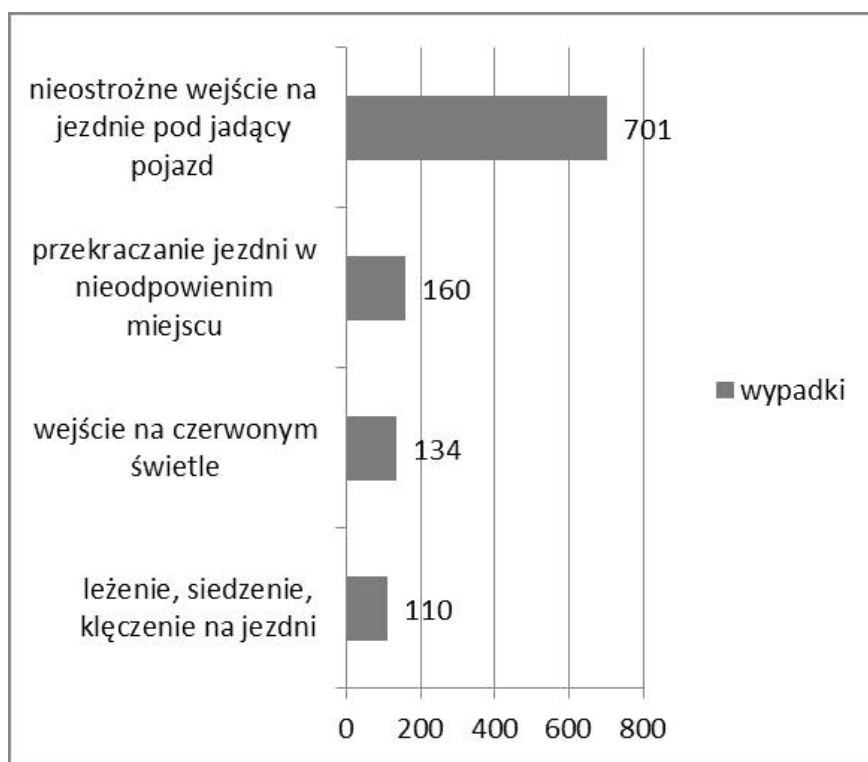
Wykres 7 Przyczyny wypadków w ruchu drogowym z winy kierowców (Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych Komendy Głównej Policji)

Do najważniejszych przyczyn z winy kierowców w wypadkach w ruchu drogowym (zob. wykres 7) zaliczyć można nieustąpienie pierwszeństwa przejazdu w 5078 przypadkach, niedostosowanie prędkości do warunków ruchu 5516, nieustąpienie pierwszeństwa pieszemu na przejściu dla pieszych – 2381, niezachowanie bezpiecznej odległości między pojazdami – 1535.



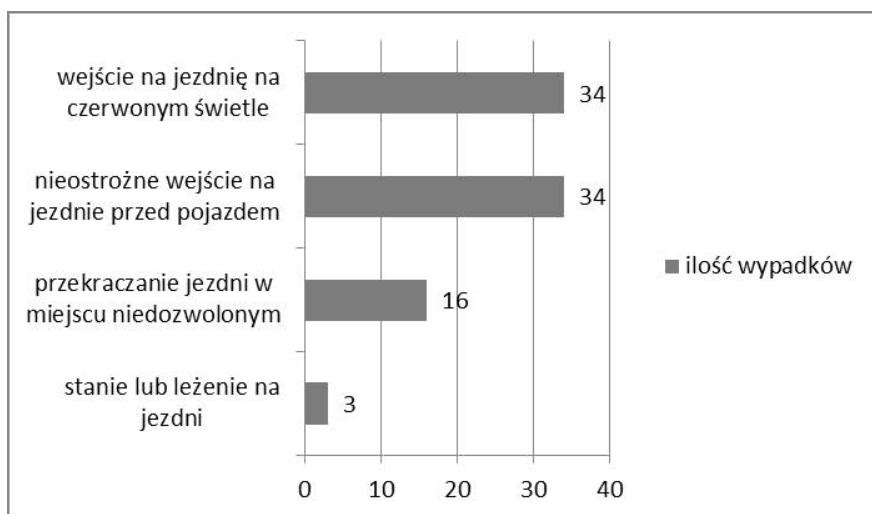
Wykres 8 Przyczyny wypadków z winy kierowców podczas wypadków z udziałem towarów niebezpiecznych (Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych SEWIK)

Przyczynami zdarzeń z winy kierujących podczas wypadków z udziałem towarów niebezpiecznych (zob. wykres 8) były nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu w 466 przypadkach, nieprawidłowe omijanie 67 przypadków, nieprawidłowe: skręcanie 65 przypadków, wjazd przy czerwonym świetle 56 sytuacji, niezachowanie bezpiecznej odległości między pojazdami 50 przypadków, nieprawidłowe zmienianie pasa ruchu 40 przypadki, niedostosowanie prędkości do warunków ruchu 36 przypadków. Można zauważyć, że zarówno w ruchu drogowym jak i przy przewożeniu stricte ładunków niebezpiecznych przyczyną zawierającą największą liczbę wypadków było nieustąpienie pierwszeństwa przejazdu. 5544 – tylu zdarzeń można by było uniknąć gdyby kierowcy stosowali się w większym stopniu do przepisów i udzielali pierwszeństwa pojazdu.



Wykres 9 Przyczyny wypadków w ruchu drogowym z winy pieszych (Źródło: Opracowanie własne na podstawie SEWIK)

Na bezpieczeństwie na drogach mają wpływ także piesi (zob. wykres 9), którzy równie często są sprawcami wypadków. Poprzez nieostrożne wejście na jezdnię pod jadący pojazd piesi przyczynili się do 701 wypadków w 2020, była to główna z przyczyn powstawania wypadków z ich udziałem, następną grupą zdarzeń jaką przyczyniła się do zagrożenia było przekraczanie jezdni w nieodpowiednim miejscu przez pieszego – wpłynęło to na 160 wypadków. Wejście na jezdnię na czerwonym świetle było przyczyną 134 wypadków, natomiast leżenie, siedzenie, klęczenie na jezdni odpowiadało za 110 zdarzeń.



Wykres 10 Przyczyny wypadków z udziałem towarów niebezpiecznych z winy pieszych (Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych SEWIK)

W przypadku wypadków z udziałem pieszych przy transporcie drogowym ładunków niebezpiecznych (zob. wykres 10) główną przyczyną było wejście na jezdnię na czerwonym świetle, zanotowano 34 takie zdarzenia. Taką samą ilość zdarzeń (34) zanotowano dla nieostrożnego wejścia na jezdnię przed jadącym pojazdem. Kolejnymi przyczynami były przekraczanie jezdni w miejscu niedozwolonym w ilości 16 zdarzeń, natomiast stanie na jezdni lub leżenie odpowiadało za 3 zdarzenia. Widoczna jest prawidłowość, że zarówno w przypadku wypadków w ruchu drogowym jak i wypadków z ładunkami niebezpiecznymi przyczyny wypadków z winy pieszych są takie same i ich również można byłoby uniknąć gdyby przestrzeganie przepisów ruchu drogowego było bardziej respektowane przez jego uczestników.

Do poprawy bezpieczeństwa ludności na polskich drogach konieczna jest edukacja, większa świadomość ludzi, że nie tylko inni uczestnicy ruchu drogowego wpływają na ich bezpieczeństwo ale również oni sami mogą dużo zrobić by czuć się bardziej bezpiecznie, głównie przez przestrzeganie przepisów, większą uważność oraz nieprzecenianie swoich możliwości.

Bibliografia

- Dębska, A. (2016), *Bezpieczeństwo społeczne w systemie bezpieczeństwa narodowego*, Piotrków Trybunalski, Naukowe Wydawnictwo Piotrkowskie, Filia Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Piotrkowie Trybunalskim.
- Świderek, N. (2016), *Podręcznik kurs ADR 2015-2017*, Wydawnictwo: e-kierowca.
- Dąbczyński, Z. (2001) *Bezpieczeństwo ruchu drogowego, wyd. Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji*, Kraków.
- Ustawa z dnia 20 maja 1971 r. Kodeks wykroczeń, Dz. U. 1971 Nr 12 poz. 114.
- Smolnik, P. (2018) *Skutki zagrożeń w transporcie drogowym materiałów niebezpiecznych* ITiSB, t. VI: 253–26.
- Korycki S. (1994) *System bezpieczeństwa Polski*, Warszawa, AON
- GUS, Transport – wyniki działalności 2010-2020 [dostęp 29.07.2021].
- Statystyki śmiertelności na drogach w UE - <https://www.europarl.europa.eu/news/pl/headlines/society/20190410STO36615/statystyki-smiertelnosci-na-drogach-w-ue-infografika> [dostęp 29.07.2021].
- Danwoj - <https://danwoj.pl/zagrozenia-zwiazane-z-przewozem-towarow-niebezpiecznych/> [dostęp 06.08.2021].
- SEWIK statystyki wypadków z udziałem ładunków niebezpiecznych, [dostęp 30.07.2021].
- Komenda Główna Policji – Biuro Ruchu drogowego, Wypadki Drogowe w Polsce w latach 2010-2020, Warszawa 2020.

Jak cytować: Wysokińska, P., Wysokiński, A. (2021). 'Wpływ transportu drogowego, w tym transportu ładunków niebezpiecznych na bezpieczeństwo człowieka na obszarze Polski w latach 2018-2020', W: *I Siedleckie Forum Doktorantów*, red. D. Kaczorek, A. Smyk, Siedlce: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach, s. 87-98.



© 2021 The Author(s). This open access article is distributed under a Creative Commons Attribution (CC-BY) 4.0 license.

ROLNICTWO I OGRODNICTWO

Adam MATYSZCZAK*

(Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach, Polska)

Zadania doradztwa rolniczego w Polsce na przykładzie Mazowieckiego Ośrodka Doradztwa Rolniczego Internetowa Platforma Doradztwa i Wspomagania Decyzji w Integrowanej Ochronie Roślin-eDWIN

Abstract: *The aim of the article is to present the organization of state agricultural advisory in Poland on the example of Mazovian Agricultural Advisory Centre in Warsaw. The organization of agricultural advisory units was presented and the issues and problems of their activity were brought closer. Introducing a brief history of agricultural advisory in Mazovia, it was shown that agricultural advisory has evolved over the years, with the progress of research and scientific experience in plant and animal production. Agricultural advisory units are also intermediaries in bringing new technological solutions to farms. One such example is the project discussed in the second part, Internet Platform for Advising and Decision Support in Integrated Plant Protection - acronym: eDWIN (e-Advising in Integrated Plant Protection). It is a project whose partner is the Mazovian Agricultural Advisory Center in Warsaw. The project is carried out by a consortium led by the Wielkopolska Agricultural Advisory Centre in Poznań in partnership with other regional Advisory Centres, the Institute of Plant Protection in Poznań, the Agricultural Advisory Centre in Brwinów and Poznań Supercomputing and Networking Center. The aim of the project is to create a national IT system for plant protection which will significantly affect the quality and quantity of food produced in Poland by reducing the risk associated with the use of plant protection products and by rationalizing the use of plant protection products by farmers. The decision support system for integrated plant protection will be supported by the monitoring of agrophages conducted by advisors and interested farmers as well as by mathematical models forecasting the dates of pest occurrence using data from a network of meteorological stations.*

Key words: agricultural advisory service, tasks of farm advisory services, integrated plant protection, meteorological data, project eDWIN, system supporting decision making in plant protection, rationalization of the use of plant protection

Państwowe doradztwo rolnicze w Polsce

W Polsce można wyróżnić trzy rodzaje doradztwa rolniczego: doradztwo państwowe, doradztwo prowadzone przez samorząd rolników, czyli Izby Rolnicze oraz doradztwo prywatne.

Doradztwo państwowe działa na podstawie Ustawy z 22 października 2004 r. o jednostkach doradztwa rolniczego (Dz.U. 2004 nr 251 poz. 2507). W Ustawie została określona organizacja państwowego doradztwa rolniczego, sprecyzowano zadania jakie ma

* ORCID iD 0000-0001-9886-7953. Wydział Agrobioinżynierii i Nauk o Zwierzętach, Instytut Rolnictwa i Ogrodnictwa; am35@stud.uph.edu.pl

ono realizować oraz określono zasady działania jednostek doradztwa rolniczego. Wyróżnia się 2 stopnie doradztwa: Centrum Doradztwa Rolniczego z siedzibą w Brwinowie, zwane „Centrum Doradztwa” z oddziałami w Warszawie, Poznaniu, Krakowie i Radomiu oraz 16 wojewódzkich ośrodków doradztwa rolniczego, zwanych „ośrodkami wojewódzkimi”. Od 20 sierpnia 2016 roku na podstawie zmian wprowadzonych przez Ustawę z dnia 22 czerwca 2016 r. o zmianie ustawy o jednostkach doradztwa (Dz.U. 2016 poz. 1176), Centrum Doradztwa i ośrodki wojewódzkie są państwowymi jednostkami organizacyjnymi posiadającymi osobowość prawną i podlegają Ministrowi Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

Wszystkie jednostki doradztwa rolniczego poprzez prowadzenie doradztwa rolniczego w zakresie rolnictwa, rozwoju wsi, rynków rolnych oraz wiejskiego gospodarstwa domowego mają wpływać na podniesienie poziomu dochodów rolniczych, podniesienie konkurencyjności rynkowej gospodarstw rolnych oraz wspierać zrównoważony rozwój obszarów wiejskich. Do zadań jednostek doradztwa rolniczego należy także podnoszenie poziomu kwalifikacji zawodowych rolników i innych mieszkańców obszarów wiejskich.

Centrum Doradztwa jest jednostką nadrzędną w stosunku do ośrodków wojewódzkich. Do jego zadań należy: przygotowywanie i wprowadzanie jednolitych sposobów działania ośrodków wojewódzkich w zakresie realizowanych przez nie zadań. Polega to na przygotowaniu jednolitych materiałów informacyjnych i szkoleniowych, w tym dotyczących pomocy w zakresie działalności gospodarstw rolnych i produkcji rolniczej finansowanej lub współfinansowanej ze środków pochodzących z funduszy Unii Europejskiej, instytucji krajowych i zagranicznych. Centrum Doradztwa przygotowuje i prowadzi szkolenia dla pracowników ośrodków wojewódzkich, nauczycieli szkół rolniczych, doradców Izb Rolniczych oraz doradców prywatnych w zakresie: metodyki i zadań doradztwa rolniczego, integracji z Unią Europejską, zagadnień związanych z finansowaniem rolnictwa przy pomocy środków unijnych, zrównoważonego rozwoju obszarów wiejskich oraz rolnictwa ekologicznego.

Centrum Doradztwa wykonuje również zadania dotyczące przeprowadzania, kontroli w zakresie spełniania przez podmioty warunków niezbędnych do udzielenia akredytacji oraz przestrzegania warunków dotyczących świadczenia usług doradczych objętych udzieloną akredytacją. Tworzy i prowadzi centralny system informacji i bazy danych na potrzeby doradztwa rolniczego, koordynuje zadania w zakresie rolnictwa ekologicznego wykonywane przez ośrodki wojewódzkie oraz bierze udział w upowszechnianiu wyników badań naukowych w praktyce rolniczej.

Do ośrodków wojewódzkich, w ramach zadań z zakresu doradztwa rolniczego, należy prowadzenie szkoleń dla rolników i innych mieszkańców obszarów wiejskich, między innymi w zakresie: stosowania nowoczesnych metod agrotechnicznych, hodowli oraz przetwórstwa rolno-spożywczego, rozwiązywania problemów technologicznych i organizacyjno-ekonomicznych gospodarstw, rachunkowości w gospodarstwach rolnych, rolnictwa ekologicznego, rozwoju przedsiębiorczości na obszarach wiejskich, unowocześniania wiejskiego gospodarstwa domowego, ubiegania się o przyznanie pomocy finansowanej lub współfinansowanej ze środków pochodzących z funduszy Unii Europejskiej lub in-

nych instytucji krajowych lub zagranicznych, modernizacji gospodarstw rolnych, poprawy jakości artykułów rolno-spożywczych i ich przetwórstwa oraz wzmocnienia pozycji rolników na rynku, zarządzania gospodarstwem rolnym, promocji produktów lokalnych i regionalnych.

Wojewódzkie ośrodki doradztwa rolniczego prowadzą działalność informacyjną wspierającą rozwój produkcji rolniczej, podnoszenia kwalifikacji zawodowych rolników i innych mieszkańców obszarów wiejskich. Udzielają pomocy rolnikom i innym mieszkańcom obszarów wiejskich w zakresie sporządzania dokumentacji niezbędnej do uzyskania pomocy. Wojewódzkie ośrodki prowadzą również analizy rynku artykułów rolno-spożywczych i środków produkcji oraz gromadzą i upowszechniają informacje rynkowe w tym zakresie. W ramach prowadzonych gospodarstw mogą prowadzić porejestrowe doświadczalnictwo odmianowe (PDO). Wojewódzkie ośrodki doradztwa upowszechniają metody produkcji rolniczej i styl życia przyjazny dla środowiska.

Ważnym zadaniem jednostek doradztwa rolniczego są także działania na rzecz zachowania dziedzictwa kulturowego i przyrodniczego wsi, ekologicznego i funkcjonalnego zarządzania gospodarstwem rolnego, upowszechnianie rozwoju agroturystyki i turystyki wiejskiej oraz prowadzenie promocji wsi jako atrakcyjnego miejsca wypoczynku.

Działalność prowadzona przez jednostki doradztwa rolniczego jest bezpłatna. Jednak w ramach prowadzonej działalności mogą wykonywać usługi odpłatnie, np.: prowadzić księgi rachunkowe i dokumentację niezbędną w rachunkowości w gospodarstwach rolnych, kursy przygotowujące do uzyskania tytułów kwalifikacyjnych w zawodach przydatnych do prowadzenia działalności rolniczej, organizować: targi wystawy, pokazy, konferencje, wykonywać analizy i opracowania ekonomiczne, finansowe i technologiczne, plany nawozowe, wypełniać wnioski i inne dokumenty niezbędne do ubiegania się o przyznanie pomocy finansowanej lub współfinansowanej ze środków pochodzących z funduszy Unii Europejskiej,

Jednostki doradztwa rolniczego przy wykonywaniu zadań współpracują z wieloma jednostkami i organizacjami, do których należą między innymi: Agencja Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa, Krajowy Ośrodek Wsparcia Rolnictwa, Kasa Rolniczego Ubezpieczenia Społecznego, izby rolnicze, Państwowe Gospodarstwo Leśne Lasy Państwowe, szkoły, szkoły wyższe, jednostki badawczo-rozwojowe i placówki naukowe Polskiej Akademii Nauk, organy administracji rządowej i jednostki samorządu terytorialnego, zagraniczne instytucje doradztwa rolniczego i zagraniczne instytucje wspomagające rozwój gospodarstw rolnych i obszarów wiejskich.

Przy każdej jednostce doradztwa rolniczego działa Rada Społeczna Doradztwa Rolniczego i jest ona organem opiniotwórczo-doradczym dyrektora jednostki. Do jej zadań należy opiniowanie rocznego programu działalności jednostki doradztwa rolniczego i projektu rocznego planu finansowego a także sprawozdania z realizacji rocznego programu działalności jednostki doradztwa rolniczego i rocznego planu finansowego. Ponadto Rada może zgłaszać wnioski dotyczące funkcjonowania jednostki doradztwa rolniczego.

Historia doradztwa rolniczego na Mazowszu

Historia doradztwa rolniczego na Mazowszu sięga już 100 lat, „w 1911 roku, ówczesny właściciel Bielic [koło Sochaczewa przyp. autora] książę Paweł Woroniecki organizował wystawy sprzętu rolniczego. Założył też pierwszą spółdzielnię mleczarską i nowoczesną na ówczesne czasy gorzelnię. W 1923 r. Sejmik Płoński powołał do życia Ognisko Kultury Rolnej i Zakład Doświadczalny w Poświętnem. Celem tej instytucji było wspieranie rozwoju rolnictwa na Mazowszu. Na polu doświadczalnym (o pow. 133 ha) i na polach produkcyjnych prowadzono doświadczenia, dotyczące m.in. uprawy zbóż, buraków cukrowych i ziemniaków, a także doświadczenia nawozowe. Jesienią 1924 r. zapoczątkowano prowadzenie doświadczeń u rolników. W latach 1923-1939 przeprowadzono w Poświętnem 483 doświadczenia na polu doświadczalnym i 571 doświadczeń w terenie. Równocześnie prowadzono reprodukcję zbóż (212 ha), odmian najlepszych dla tego rejonu kraju, a wyprodukowane nadwyżki sprzedawano okolicznym rolnikom i kółkom rolniczym. Zajmowano się również ogrodnictwem – założono powiatową szkółkę drzew owocowych – oraz zarodową hodowlą zwierząt. W Poświętnem działała także stacja meteorologiczna”.

Podczas II wojny światowej w gospodarstwie w Poświętnym uprawiano ziemniaki i pszenicę, które jako materiał siewny wysyłano do Prus. Po wojnie Zakład w Poświętnym zarządzany był przez Warszawską Izbę Rolniczą, a następnie przejmowany był, między innymi przez Związek Samopomocy Chłopskiej, Państwowy Instytut Gospodarstwa Wiejskiego w Puławach, Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa

W latach sześćdziesiątych nastąpił rozwój prac w zakresie upowszechniania wiedzy rolniczej: rozprowadzano materiał siewny i hodowlano-zarodowy, organizowano wystawy, kursy, wydawano własne publikacje i zamieszczano artykuły w prasie rolniczej, upowszechniano osiągnięcia rolnicze poprzez szkolenia oraz organizowanie i przyjmowanie wycieczek rolników i uczniów. Zapoczątkowano doradztwo indywidualne i grupowe dla rolników. Reforma administracyjna z 1 czerwca 1975 r., spowodowała kolejną zmianę w organizacji mazowieckiego doradztwa rolniczego. W nowo powstałych województwach: ciechanowskim, ostrołęckim, plockim, siedleckim i warszawskim zostały powołane przez wojewodów Wojewódzkie Ośrodki Postępu Rolniczego (WOPR), które przetrwały do końca 1990 roku, a od 1 stycznia 1991 zostały przekształcone w Ośrodki Doradztwa Rolniczego. Przez cały okres działalności doradztwo prowadziło doświadczenia własne i terenowe. Wyhodowano odmianę ziemniaka Poświęckie Selekcyjne, a wieloletnie doświadczenia pomogły m. in. wyselekcjonować najlepsze dla regionu odmiany żyta, pszenicy ozimej, ziemniaków, ustalić optymalne terminy siewu pszenicy i żyta oraz opracować dawki nawozów azotowych dla upraw rzepaku. Obecnie MODR dysponuje polem doświadczalnym o pow. 20 ha, gdzie prezentowane są kolekcje odmian 20 gatunków roślin uprawnych wysianych na 418 poletkach. Prowadzone są doświadczenia Porejestrowego Doświadczalnictwa Odmianowego (5 na 389 poletkach) oraz na 60 poletkach testowane są nowe technologie uprawy (Najechalska, 2019).

Mazowiecki Ośrodek Doradztwa Rolniczego z siedzibą w Warszawie (MODR), jest jednym z 16 wojewódzkich ośrodków doradztwa rolniczego. Terenem jego działania jest obszar województwa mazowieckiego w którego skład wchodzi 37 powiatów i 5 miast na prawach powiatu. Powiaty dzielą się na 314 gmin: 35 miejskich, 53 miejsko-wiejskie i 226 wiejskich. W Mazowieckim Ośrodku Doradztwa Rolniczego wyodrębnia się 3 poziomy organizacyjne. Na szczeblu wojewódzkim funkcjonują następujące merytoryczne komórki organizacyjne: Dział Technologii Produkcji Rolniczej i Doświadczalnictwa, Dział Rozwoju Obszarów Wiejskich, Dział Ekonomiki i Zarządzania Gospodarstwem Rolnym, Dział Rolnictwa Ekologicznego i Ochrony Środowiska, Dział Metodyki Doradztwa, Szkoleń i Wydawnictw. Drugi poziom w strukturze organizacyjnej MODR Warszawa stanowią Oddziały w: Bielicach, Ostrołęce, Płocku, Poświętnie w Płońsku, Radomiu i Siedlcach. Zadaniem pracowników Oddziałów jest merytoryczne wsparcie doradców terenowych oraz pozyskiwanie najnowszej wiedzy i informacji dla prowadzonej działalności doradczej, a także nadzór merytoryczny nad realizacją zadań z zakresu doradztwa rolniczego. Trzecim poziomem w strukturze MODR Warszawa są Powiatowe Zespoły Doradztwa Rolniczego (PZDR). Doradcy pracujący w biurach powiatowych pełnią dyżury w urzędach gmin, gdzie bezpośrednio pracują z rolnikami i mieszkańcami obszarów wiejskich.

Internetowa Platforma Doradztwa i Wspomagania Decyzji w Integrowanej Ochronie Roślin

Internetowa Platforma Doradztwa i Wspomagania Decyzji w Integrowanej Ochronie Roślin – akronim: eDWIN (e-Doradztwo w Integrowanej Ochronie Roślin) jest jednym z projektów prowadzonych przez Mazowiecki Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Warszawie. Jest to projekt ogólnopolski, jest on realizowany przez konsorcjum, którego liderem jest Wielkopolski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Poznaniu (www.wodr.poznan.pl). Partnerami w projekcie są: pozostałe wojewódzkie ODR-y, Instytut Ochrony Roślin-Państwowy Instytut Badawczy w Poznaniu, Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie i Poznańskie Centrum Superkomputerowo Sieciowe - wykonawca IT. Projekt jest finansowany z Programu Operacyjnego Polska Cyfrowa, całkowita wartość projektu wynosi 20 920 583,10 zł, w tym ze środków Unii Europejskiej 17 705 089,47, pozostała kwota pochodzi z budżetu państwa. Udział przypadający na Mazowiecki Ośrodek Doradztwa Rolniczego wynosi 1 689 185,14 zł, w tym środki inwestycyjne 929 057,19 zł. Jest to pierwszy projekt prowadzony przez ośrodki doradztwa rolniczego finansowany ze środków Programu Operacyjnego Polska Cyfrowa. Projekt jest realizowany w terminie od 19 czerwca 2019 r. do 31 maja 2022 r.

Celem realizowanego projektu jest stworzenie krajowego systemu informatycznego na rzecz ochrony roślin, który w znaczący sposób wpłynie na jakość i ilość produkowanej w Polsce żywności. Na cel główny projektu składają się cele szczegółowe: wsparcie realizacji unijnej dyrektywy dotyczącej obowiązku stosowania zasad integrowanej ochrony roślin (zasady integrowanej ochrony roślin obowiązują rolników od 1 stycznia 2014 r.)

i krajowego planu działania na rzecz ograniczenia ryzyka związanego ze stosowaniem środków ochrony roślin, racjonalizacja stosowania przez producentów rolnych środków ochrony roślin, wspomaganie podejmowania decyzji w ochronie roślin, zwiększenie bezpieczeństwa produkowanej żywności, poprawa operacjonalizacji danych dotyczących monitoringu zagrożeń przez podmioty realizujące zadania publiczne, zwiększenie skuteczności działań i decyzji podejmowanych przez instytucje publiczne, wyposażenie kadry doradczej ośrodków doradztwa rolniczego w kompetencje umożliwiające wykorzystanie w praktyce systemów wspomagania decyzji w zakresie stosowania środków ochrony roślin. Cele projektu zostały sformułowane w oparciu o zidentyfikowane potrzeby potencjalnych odbiorców, które zostały określone na podstawie badania przeprowadzonego w formie ankiety internetowej i wywiadu (ponad 5500 ankiet i wywiadów).

Realizacja projektu pozwoli udostępnić cztery e-usługi. Pierwsza z nich to Wirtualne Gospodarstwo, które będzie wykorzystywane przez producentów rolnych do zarządzania gospodarstwem oraz do współpracy z doradztwem. Wirtualne Gospodarstwo będzie obejmowało cztery funkcjonalności: wspomaganie decyzji w zakresie stosowania środków ochrony roślin, udostępnianie komentarza agrometeorologicznego, monitoring agrofagów i prowadzenie karty pola. W przypadku wystąpienia zagrożenia dla upraw przez agrofagi, system będzie wysyłać powiadomienie o zagrożeniu poprzez wybrany przez producenta rolnego kanał komunikacji elektronicznej. Druga funkcjonalność będzie udostępniać raporty agrometeorologiczne. Raporty będą opracowywane w ramach współpracy z Interdyscyplinarnym Centrum Modelowania Matematycznego i Komputerowego Uniwersytetu Warszawskiego, będą miały charakter ogólny oraz spersonalizowany. Raporty ogólne będą przygotowywane dla powiatów i będą uwzględniać prowadzone na terenie powiatu uprawy i panujące tam warunki agrometeorologiczne. Raporty spersonalizowane będą przygotowywane na indywidualne zamówienie usługobiorcy i będą przedstawiać analizę agrometeorologiczną wskazanego przez niego pola. Trzecia funkcjonalność zapewni pozyskiwanie, gromadzenie i udostępnianie informacji o wystąpieniu na danych obszarze agrofagów. Dane te z kolei posłużą do sygnalizowania zagrożenia na polu producenta rolnego. Dane do tej funkcjonalności będą pochodzić z monitoringu upraw prowadzonego przez doradców rolniczych i zainteresowanych rolników. W to zadanie zaangażowany jest Instytut Ochrony Roślin-PIB w Poznaniu, który udostępnia informacje na stronie www.agrofagi.com.pl. Czwartą funkcjonalnością będzie wirtualna karta pola. Znajdujące się w systemie dane będą pobierane do karty automatycznie, co znacznie ułatwi rolnikowi prowadzenie karty pola. Funkcjonalność ta będzie również udostępniać analizę przestrzenną pól, a także umożliwi układanie e-planów ochrony roślin.

Drugą e-usługą będzie śledzenie pochodzenia produktów oznaczonych jako pochodzące z rolnictwa oraz pozwoli na kontrolę stosowanych środków ochrony roślin na konkretnym polu i na konkretną uprawę. Producenci będą wprowadzać do rejestru informacje o zastosowanych w uprawach środkach ochrony roślin, a konsumenci będą mogli sprawdzić, jakie środki i w jakim terminie były stosowane. Udostępnienie tej e-usługi

wpłyne na budowanie świadomości bezpieczeństwa żywności, wizerunek producentów, cenę i promowanie produktów lokalnych.

Trzecia e-usługa to raportowanie zagrożeń. Jest ona dedykowana przede wszystkim jednostkom samorządu terytorialnego i instytucjom publicznym odpowiedzialnym za nadzór i realizację integrowanej ochrony roślin oraz jednostkom naukowym i badawczym na potrzeby opracowywania nowych modeli chorobowych i walidacji już istniejących. Usługa umożliwi generowanie raportów z systemu monitoringu zagrożeń agrofagami w olnictwie, ogrodnictwie i sadownictwie na różnych poziomach podziału administracyjnego kraju.

Czwartą e-usługą będzie udostępnianie danych meteorologicznych, a odbiorcy tej e-usługi uzyskają dostęp do bieżących i archiwalnych danych meteorologicznych pochodzących z sieci stacji agrometeorologicznych systemu. Z udostępnionych w systemie informatycznym e-usług będą mogli korzystać: użytkownicy środków ochrony roślin, w szczególności rolnicy, sadownicy, działkowcy, doradcy będący pracownikami wojewódzkich ośrodków doradztwa rolniczego, konsumenci żywności i przedsiębiorstwa rolno-przetwórcze, jednostki samorządu terytorialnego, instytucje publiczne prowadzące działalność w zakresie ochrony roślin na szczeblu centralnym, uczelnie wyższe, jednostki naukowe, instytuty badawcze i pracownicy naukowcy, inne instytucje publiczne, np. policja czy straż pożarna.

W projektowaniu aplikacji wykorzystano modułową budowę systemu, co pozwoli na dodawanie kolejnych funkcjonalności w miarę rozwoju aplikacji i uzyskanych środków. Przestrzeń dyskowa serwerowni projektu to 220 TB. Wybudowano sieć prawie 600 stacji meteorologicznych.

Mazowiecki Ośrodek Doradztwa Rolniczego jako jeden z pierwszych zaangażował się w prace nad projektem poprzez: analizę potrzeb odbiorców e-usług, opracowywanie możliwych scenariuszy użycia aplikacji, prowadzenie monitoringu agrofagów na polach rolników, testowanie systemów wspomagania decyzji w ochronie roślin (zostały zakupione niemieckie modele chorobowe), przygotowanie testów aplikacji i testowanie aplikacji. W projekt jest zaangażowanych bezpośrednio i pośrednio około 100 osób. Na przełomie 2020 i 2021 roku na terenie województwa mazowieckiego zamontowano 54 stacje meteorologiczne (1-2 na powiat). Zadaniem stacji jest wspomaganie systemu Internetowej Platformy Doradztwa i Wspomagania Decyzji w Integrowanej Ochronie Roślin.

Bibliografia

<https://www.modr.mazowsze.pl/informacje-ogolne/historia-modr-warszawa> [dostęp 29.07.2021].

Najechalska, M. (2019) 'Przewodnik po polu doświadczalnym' https://modr.mazowsze.pl/images/stories/relacje/2019/XX_MDR/prev-DRUK-przewodnik-po-polu-2019.pdf [dostęp 29.07.2021].

Ustawa z dnia 22 października 2004 r. o jednostkach doradztwa rolniczego, Dz.U. 2004 nr 251 poz. 2507.

Ustawa z dnia 22 czerwca 2016 r. o zmianie ustawy o jednostkach doradztwa rolniczego, Dz.U. 2016 poz. 1176.

Jak cytować: Matyszczak, A. (2021). 'Zadania doradztwa rolniczego w Polsce na przykładzie Mazowieckiego Ośrodka Doradztwa Rolniczego Internetowa Platforma Doradztwa i Wspomagania Decyzji w Integrowanej Ochronie Roślin-eDWIN', W: *I Siedleckie Forum Doktorantów*, red. D. Kaczorek, A. Smyk, Siedlce: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach, s. 101-108.



© 2021 The Author(s). This open access article is distributed under a Creative Commons Attribution (CC-BY) 4.0 license.

Karol REMISZEWSKI*

(Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach, Polska)

Wpływ L-glicyny na wzrost sałaty głowiastej masłowej (*Lactuca sativa* L. var. *capitata*)

Abstract: In agriculture, there is a need to change the forms of nutrients used in fertilizing plants to be more friendly to the environment and human health. For this purpose, research is being conducted on the partial replacement of nitrogen fertilizers in the form of nitrate and ammonium with amino acid nitrogen. The research assessed the effect of L-glycine on growth parameters and the content of selected nutrients in butterhead lettuce grown in the spring cycle in an unheated greenhouse. The tests consisted of foliar application of L-glycine in doses of 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22 and 24 mg · m⁻² (amount of solution 50 ml · m⁻², concentration corresponding to the dose from 20 to 240 mg · dm³). The weight of the head and the weight of the lettuce root system, the number of leaves in the head and their length, the diameter of the root neck and SPAD were assessed. The most beneficial effect on the weight of the aboveground part (the weight of the head) and the weight of the root system of lettuce was foliar supplementation with the L-glycine dose of 12 mg · m⁻². At this dose, the plants were also characterized by a high value of the leaf greenness index SPAD.

Key words: amino acid, L-glycine, lettuce, growth parameters, foliar fertilization, SPAD

Opis badań

Sałata (*Lactuca sativa* L.) to jedno z najważniejszych warzyw liściowych uprawianych i spożywanych na całym świecie, dlatego bardzo ważna jest jej bezpieczna produkcja zapewniająca plon dobrej jakości i wysokiej wartości odżywczej. Jest to uniwersalne warzywo, które można uprawiać w różnych sezonach i warunkach klimatycznych. Wykazano, że aminokwasy, między innymi glicyna, mają korzystny wpływ na plon i jakość roślin liściastych (Galili i Amir, 2013; Sour, 2016; Noroozlo i in., 2019).

Celem badań było określenie dawki L-glicyny optymalnej dla wzrostu, rozwoju i wartości odżywczej sałaty. W efekcie badań możliwe będzie opracowanie zaleceń dotyczących stosowania L-glicyny w dolistnym dokarmianiu sałaty masłowej.

Rośliną testową wykorzystaną do badań była sałata siewna (*Lactuca sativa* L. var. *capitata*) odmiany 'Justyna'. Jest to odmiana wprowadzona do banku genów w 1997 roku. Wiąże duże, kuliste główki, długo utrzymuje wartość konsumpcyjną. Jest plenna, przystosowana do uprawy w różnych terminach, odporna na wybijanie w pędy kwiatostanowe (Kapusta i Chojnowski, 2018).

* ORCID iD 0000-0003-4294-3659. Wydział Agrobiotechnologii i Nauk o Zwierzętach, Instytut Rolnictwa i Ogrodnictwa; karol.remiszewski@uph.edu.pl

Badania przeprowadzono w szklarni nieogrzewanej na terenie obiektu szklarniowego Uniwersytetu Przyrodniczo Humanistycznego w Siedlcach (52°17' N, 22°28' E) w roku 2019. Doświadczenie przeprowadzono na glebie, która jako część gospodarstwa ogrodniczego jest od dawna wykorzystywana w plodozmianie warzywniczym. Była to gleba o pH 7,0, charakteryzująca się około 40 cm warstwą próchniczną i średnią zawartością węgla organicznego od 2,3 do 2,5%. Trzy tygodnie przed wysiewem nasion salaty zastosowano podstawowe nawożenie mineralne nawozem Azofoska NPK (MgO+SO₃): 13,3-6,1-17,1 (4,5+21,0) w ilości 5 kg na 100 m² powierzchni uprawnej. Na tydzień przed wysiewem nasion pobrano próby gleby w celu określenia zawartości azotu, fosforu, potasu, magnezu i wapnia. Zawartości te kształtowały się na poziomie (mg·dm⁻³): dostępnych form składników pokarmowych w glebie wynosiła: 30,6 N-NO₃, 52,3 N-NH₄, 48,3 P, 170,8 K, 65,0 Mg, 2200,0 Ca. Zawartość przyswajalnego fosforu była poniżej optymalnej granicy, natomiast azotu, potasu, magnezu i wapnia mieściła się w optymalnej zawartości dla salaty.

Doświadczenie założono w układzie całkowicie losowym, w trzech powtórzeniach. Liczba badanych w doświadczeniu kombinacji wynosiła 13. Łączna liczba poletek doświadczalnych 39, powierzchnia jednego poletka 1,5 m².

Stanowisko pod doświadczenie przygotowano 14-15 marca 2019 r. wykonując nawodnienie i spulchnienie gleby pod doświadczenie oraz nawożenie mineralne doglebowe. 25 marca wysiano nasiona salaty w rzędy odległe o 30 cm. Norma wysiewu nasion wynosiła 0,3 g·m⁻². Wschody były wyrównane i nastąpiły po 8 dniach od wysiewu nasion (BBCH 09). W fazie pierwszego liścia właściwego (BBCH 11) wykonano przerywkę pozostawiając rośliny w rzędzie co 20 cm. Zabiegi pielęgnacyjne polegały na spulchnianiu powierzchni gleby i odchwaszczaniu roślin. Zbiór salaty przeprowadzono 9 maja 2019 r. w fazie BBCH 48-49.

L-glicynę stosowano w dawkach 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22 oraz 24 mg·m⁻² (zużycie roztworu 50 ml·m⁻², stężenie odpowiednio do dawki od 20 do 240 mg·l⁻¹). Wodny roztwór L-glicyny przygotowano bezpośrednio przed zastosowaniem. Rośliny opryskano 17 kwietnia (BBCH 13-14) w porannych godzinach za pomocą ręcznego opryskiwacza ciśnieniowego. Aby uniknąć opryskiwania roślin z sąsiednich kombinacji stosowano ekrany z folii polietylenowej.

W fazie BBCH 46-47 oznaczono wskaźnik zieloności liści (SPAD) (za pomocą aparatu SPAD-502 Plus Konica Minolta®). Indeks SPAD pozostaje w ścisłej korelacji ze stanem odżywiania roślin azotem (Uchino i in., 2013).

W trakcie zbioru określono wielkość plonu z powierzchni 1m² i wykonano pomiary biometryczne roślin:

- masa części nadziemnej (masa główki) (g),
- masa systemu korzeniowego (g),
- średnica szyjki korzeniowej (mm)
- liczba liści tworzących główkę o długości nerwu głównego powyżej 10 cm (szt.),
- długość zewnętrznego liścia główki mierzona po nerwie głównym (cm).

Analizy chemiczne wykonano w Wydziałowym Laboratorium Badań Strukturalnych i Analiz Przyrodniczych UPH w Siedlcach.

Wyniki trzyletniego doświadczenia zostały przeanalizowane statystycznie przy użyciu analizy wariancji (ANOVA). Istotność różnic pomiędzy porównywanymi średnimi zweryfikowano testem Tukeya na poziomie istotności $p \leq 0,05$. Obliczenia statystyczne wykonano w programie Excel z wykorzystaniem autorskiego algorytmu opartego na modelu matematycznym:

$$Y_{i,j} = \mu + T_i + e_{ij}$$

gdzie: $Y_{i,j}$ – wartość badanej cechy, μ – średnia populacyjna, T_i – wpływ i-tego poziomu czynnika A (aminokwas), e_{ij} – błąd losowy (Trętowski i Wójcik, 1999).

Wyniki

Masa główki salaty wyniosła średnio 324 g, a systemu korzeniowego 66,4 g. Najmniejszą masą części nadziemnej (284 g) charakteryzowała się salata w obiektach z największą dawką L-glicyny 24 mg·m⁻², a systemu korzeniowego z kontroli bez dokarmiania dolistnego L-glicyną (51,3 g) i z maksymalną dawką L-glicyny 24 mg·m⁻² (54,7 g). Największą masę główki (368,5 g) stwierdzono po zastosowaniu dawki L-glicyny 12 mg·m⁻². Masę główki zbliżoną do maksymalnej stwierdzono w obiektach z dokarmianiem L-glicyną od 6 do 10 mg·m⁻² oraz 14 mg·m⁻². Po zastosowaniu dawek L-glicyny od 2 do 20 mg·m⁻² masa główki salaty była większa od stwierdzonej w kontroli bez dolistnego dokarmiania tym aminokwasem, przy czym statystycznie istotny wzrost stwierdzono dla dawek od 8 do 14 mg·m⁻². W zakresie dawek od 8 do 14 mg·m⁻² rośliny charakteryzowały się również największą masą systemu korzeniowego. Przy zwiększaniu dawki L-glicyny od 14 do 24 mg·m⁻² stwierdzono stopniowy spadek masy główki i systemu korzeniowego salaty z wyjątkiem niewielkiego wzrostu dla 18 mg·m⁻².

Główka salaty składała się średnio z 22,4 liścia. Dolistne dokarmianie L-glicyną w dawkach od 6 do 20 mg·m⁻² przyczyniło się do statystycznie istotnego wzrostu liczby liści w główce w porównaniu do stwierdzonej w kontroli bez dokarmiania dolistnego L-glicyną. Największą liczbą liści charakteryzowały się główki z obiektów z dokarmianiem dolistnym L-glicyną w dawce 8 i 10 mg·m⁻², a istotnie mniejszą w kontroli bez dolistnego dokarmiania L-glicyną oraz po dokarmianiu dawkami 2 i 4 mg·m⁻² oraz 22 i 24 mg·m⁻².

Długość zewnętrznego liścia główki wyniosła średnio 19,2 cm. Po opryskaniu salaty dawkami L-glicyny od 4 do 12 mg·m⁻² długość liścia była istotnie większa od stwierdzonej w kontroli bez dokarmiania dolistnego L-glicyną, a dla dawek 2 oraz od 14 do 24 mg·m⁻² nie różniła się istotnie od stwierdzonej w kontroli.

Rośliny salaty o największej średnicy szyjki korzeniowej zebrano z obiektów dokarmianych dolistnie dawkami L-glicyny od 8 do 14 mg·m⁻². Zbliżoną średnicą szyjki korzeniowej charakteryzowały się również rośliny salaty z kombinacji z dawkami L-glicyny 4 i 6 oraz od 16 do 20 mg·m⁻², natomiast nieróżniła się istotnie od stwierdzonej dla roślin w kontroli dla największych dawek L-glicyny 22 i 24 mg·m⁻².

Indeks zazielenienia liści SPAD wyniósł średnio 20,4 i kształtował się w zakresie od 16,9 dla kontroli bez dokarmiania dolistnego L-glicyną do 25,0 dla dawki glicyny 14 mg·m⁻². Wartościami SPAD zbliżonymi do stwierdzonej dla dawki 14 mg·m⁻² charakteryzowały się również liście salaty opryskanej dawkami L-glicyny 12 oraz 16 i 18 mg·m⁻². Wartości SPAD nie różniące się istotnie od stwierdzonej dla salaty z obiektu kontrolnego bez oprysków L- glicyną zanotowano także dla dawek 4-8 oraz 20-24 mg·m⁻².

Dyskusja

W przedstawionych badaniach parametry wzrostu roślin uległy poprawie po dolistnej aplikacji L-glicyny. Najwyższe wskaźniki badanych parametrów wzrostu uzyskano po zastosowaniu L-glicyny w dawkach od 8 do 12 mg·m⁻². Mohammadipour i Souri (2019) stosując dokarmianie roślin kolendry pożywką Hoaglanda z dodatkiem L-glicyny (5, 10, 20 lub 40 mg·l⁻¹) stwierdzili, że wszystkie zastosowane poziomy glicyny, z wyjątkiem najwyższego (40 mg·l⁻¹), wpływały na zwiększenie wysokości roślin, średnicy łodygi, indeksu zieloności liści (SPAD), świeżej i suchej masy korzeni. Pięcioletniowa ciągła aplikacja największej dawki glicyny wraz z pożywką w ilości 200-400 ml dziennie, miała negatywny wpływ na wzrost kolendry powodując spadek wysokości roślin o ponad 25%, średnicy łodygi o prawie 29 % oraz wskaźnika zieloności liści SPAD o prawie 28% w porównaniu do kontroli bez glicyny. W prezentowanym eksperymencie zastosowanie roztworu L-glicyny w stężeniu > 20 mg·m⁻² miało również negatywny wpływ na wzrost salaty, powodując spadek masy główki i średnicy szyjki korzeniowej. Khan i in. [2019] po aplikacji dokorzeniowej L-glicyny w stężeniu 210 mg·l⁻¹ stwierdzili spadek długości, szerokości i powierzchni liści odpowiednio o 13,8%, 18,3% i 29,7% w porównaniu do kontroli bez aminokwasu. Jedynie w przypadku liczby liści stwierdzili wzrost po zastosowaniu L-glicyny.

Aminokwasy jako ważne stymulatory produkcji chlorofilu i regulatory fotosyntezy decydują o produkcji biomasy roślin i ich plonowaniu (Näsholm i in., 2009; Khan i in., 2012; Souri i Hatamian, 2019). W naszych badaniach największy indeks SPAD, pozwalający na ocenę zawartości chlorofilu w liściach, stwierdzono przy dawkach L-glicyny od 12 do 18 mg·m⁻². Mniejsze, jak i większe dawki, istotnie obniżały wartość indeksu SPAD. Mohammadipour i Souri (2019) stwierdzili, że wartość SPAD w liściach salaty była istotnie większa po zastosowaniu 10 mg·l⁻¹ glicyny w pożywce w porównaniu z roślinami kontrolnymi, natomiast zastosowanie największej koncentracji glicyny (40 mg·l⁻¹) spowodowało istotne zmniejszenie wartości SPAD. W badaniach Khan i in. (2019) wartość SPAD w liściach salaty po zastosowaniu dokorzeniowo L-glicyny w dawce 210 mg·l⁻¹ była nieco większa niż w kontroli bez aminokwasu, ale różnica nie została udowodniona statystycznie. Jej wartość była porównywalna do zanotowanej w naszym eksperymencie po dolistnym zastosowaniu L-glicyny w dawkach <12 mg·m⁻² oraz >18 mg·m⁻². Wzrost pigmentacji liści, spowodowany zastosowaniem aminokwasów, odnotowano również w badaniach Amin i in. (2011) oraz Fahimi i in. (2016). Zdaniem Souri i in. (2017) oraz Fahimi i in. (2016)

wyższa zawartość chlorofilu w liściach może być spowodowana stymulującym wpływem aminokwasów na biosyntezę chlorofilu i jednoczesnym zmniejszeniem jego degradacji. Natomiast w badaniach Noroozlo i in. (2019) zabiegi L-glicyną w dawkach 250, 500 i 1000 mg·l⁻¹ nie miały istotnego wpływu na wartość SPAD w liściach sałaty rzymskiej.

Wnioski

L-glicyna zastosowana do dolistnego nawożenia roślin warzywnych może w znaczący sposób wpłynąć na wzrost i plonowanie warzyw liściowych. Najkorzystniejsze parametry wzrostu to jest: masę główki, masę systemu korzeniowego, liczbę i długość liści, stwierdzono dla roślin dokarmianych dolistnie dawkami 8-12 mg·m⁻². Rośliny dokarmiane dolistnie dawkami z tego zakresu charakteryzowały się także dużą średnicą szyjki korzeniowej. Silna dodatnia korelacja między średnicą szyjki korzeniowej i masą systemu korzeniowego i masą główki wskazuje, że u sałaty bardzo ważnym czynnikiem decydującym o wzroście części nadziemnej jest przede wszystkim równomierny rozwój całej rośliny i możliwość skutecznego przekazywania wody i składników odżywczych z systemu korzeniowego do części nadziemnej oraz produktów fotosyntezy z liści do korzeni. Najkorzystniej na masę części nadziemnej (masę główki) i masę systemu korzeniowego sałaty wpłynęło dolistne dokarmianie dawką 12 mg·m⁻². Przy tej dawce L-glicyny rośliny charakteryzowały się również wysoką wartością wskaźnika zieloności liści SPAD, pozostającego w ścisłej korelacji ze stanem odżywienia liści azotem.

Dokarmianie dolistne L-glicyną nie miało statystycznie istotnego wpływu na badane w doświadczeniu parametry wartości odżywczej sałaty. Wartość odżywcza nie uległa pogorszeniu w odniesieniu do stwierdzonej bez dolistnego dokarmiania tym aminokwasem.

Bibliografia

- Amin, A. A., Gharib, F. A. E., El-Awadia, M., Rashad, E. S. M. (2011) 'Physiological response of onion plants to foliar application of putrescine and glutamine'. *Scientia Horticulturae* 129: 353-360.
- Cao, Y. P., Gao, Z. K., Li, J. T., Xu, G. H. and Wang, M. (2010) 'Effects of extraneous glutamic acid on nitrate contents and quality of chinese chive'. *Acta Horti* 856: 91-98. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2010.856.11>
- Cerdán, M., Sánchez-Sánchez, A., Jordá, J. D., Juárez M., Sánchez-Andreu, J. (2013) 'Effect of commercial amino acids on iron nutrition of tomato plants grown under lime-induced iron deficiency'. *J Plant Nutr Soil Sci.* 176: 859-866. <https://doi.org/10.1002/jpln.201200525>

- Ertani, A., Cavani, L., Pizzeghello, D., Brandellero, E., Altissimo, A., Ciavatta, C., i in. (2009) 'Biostimulant activity of two protein hydrolyzates in the growth and nitrogen metabolism of maize seedlings'. *J Plant Nutr Soil Sci.* 172: 237-244. <https://doi.org/10.1002/jpln.200800174>
- Fahimi, F., Souri, M. K., Yaghobi, F., (2016) 'Growth and development of greenhouse cucumber under foliar application of Biomin and Humifolin fertilizers in comparison to their soil application and NPK'. *Iranian J. Sci. Techn. Greenhouse Culture* 7 (25): 143-152.
- Galili, G., Amir, R. (2013) 'Fortifying plants with the essential amino acids lysine and methionine to improve nutritional quality'. *Plant Biotechnol.* J11: 211-222. <https://doi.org/10.1111/pbi.12025>
- Garcia, A. L., Madrid, R., Gimeno, V., Rodriguez-Ortega, W.M., Nicolas, N., Garcia-Sanchez, F. (2011) 'The effects of amino acids fertilization incorporated to the nutrient solution on mineral composition and growth in tomato seedlings'. *Spanish Journal of Agricultural Research.* 9: 852–861. <https://doi.org/10.5424/sjar/20110903-399-10>
- Ge, T., Song, S., Roberts, P., Jones, D. L., Huang, D., Iwasaki, K. (2009) 'Amino acids as a nitrogen source for tomato seedlings: the use of dual-labeled (¹³C, ¹⁵N) glycine to test for direct uptake by tomato seedlings'. *Environ Exp Bot.* 66: 357–361. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2009.05.004>
- Junxi, C., Zhiping, P., Jichuan, H., Junhong, Y., Wenying, L., Linxiang, Y., Zhijun, L. (2010) 'Effect of foliar application of amino acid on yield and quality of flowering Chinese cabbage'. *Chinese Agricultural Science Bulletin* 4: 036
- Kapusta, E., Chojnowski, M. (2018) *Dawne odmiany do ogrodów przydomowych. Rośliny warzywne. Salata*. Skierniewice: Instytut Ogrodnictwa.
- Khan, S., Yu, H., Li, Q., Gao, Y., Sallam, B. N., Wang, H., Liu, P., Jiang, W. (2019) 'Exogenous Application of Amino Acids Improves the Growth and Yield of Lettuce by Enhancing Photosynthetic Assimilation and Nutrient Availability'. *Agronomy* 9: 266. <https://doi.org/10.3390/agronomy9050266>
- Liu XQ, Chen, HY, Ni, QX, Kyu SL. (2008) 'Evaluation of the role of mixed amino acids in nitrate uptake and assimilation in leafy radish by using ¹⁵N-labeled nitrate'. *Agric Sci China* 7: 1196–1202. [https://doi.org/10.1016/S1671-2927\(08\)60164-9](https://doi.org/10.1016/S1671-2927(08)60164-9)
- Ma, Q., Cao, X., Xie, Y., Xiao, H., Tan, X., Wu, L. (2017) 'Effects of glucose on the uptake and metabolism of glycine in pakchoi (*Brassica chinensis* L.) exposed to various nitrogen sources'. *BMC Plant Biol.* 17: 58. <https://doi.org/10.1186/s12870-017-1006-6>
- Marschner, H., (1995) *Mineral nutrition of higher plants*. 2nd edition. Academic Press, London
- Marschner P. (2011). *Marschner's mineral nutrition of higher plants*. 3 ed. London: Elsevier
- Mohammadipour, N., Souri, M. K. (2019) 'Beneficial effects of glycine on growth and leaf nutrient concentrations of coriander (*Coriandrum sativum* L.) plants'. *Journal of Plant Nutrition* 42: 14. 1637-1644, DOI: 10.1080/01904167.2019.1628985
- Näsholm, T., Kielland, K., Ganeteg, U. (2009) 'Uptake of organic nitrogen by plants'. *New Phytol.* 182: 31–48. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2008.02751.x>

- Noroozlo, Y.A., Souri, M.K., Delshad, M. (2019) 'Stimulation effects of foliar applied glycine and glutamine amino acids on lettuce growth', *Open Agriculture* 4: 164–172
- Sánchez, A. S., Juárez, M., Sánchez-Andreu, J., Jordá, J., Bermúdez, D. (2005) 'Use of humic substances and amino acids to enhance iron availability for tomato plants from applications of the chelate FeEDDHA'. *J Plant Nutr.* 28: 1877–1886. <https://doi.org/10.1080/01904160500306359>
- Shams, M., Yildirim, E., Ekinici, M., Turan, M., Dursun, A., Parlakova, F. et al. (2016) 'Exogenously applied glycine betaine regulates some chemical characteristics and antioxidative defense systems in lettuce under salt stress'. *Horticulture, Environment, and Biotechnology* 57: 225–231. <https://doi.org/10.1007/s13580-016-0021-0>
- Souri, M.K., Hatamian, M., (2019) 'Aminochelates in plant nutrition: a review'. *Journal of Plant Nutrition* 42(1): 67–78
- Souri, M.K., Yaghoubi, F., Moghadamyar, M. (2017) 'Growth and quality of cucumber, tomato, and green bean plants under foliar and soil applications of an aminochelate fertilizer'. *Horticulture, Environment, and Biotechnology* 58: 530–536. <https://doi.org/10.1007/s13580-017-0349-0>
- Souri, M.K. (2016). 'Aminochelate fertilizers: the new approach to the old problem, a review'. *Open Agric.* 1: 118–123. <https://doi.org/10.1515/opag-2016-0016>
- Tantawy, A.S., Abdel-Mawgoud, A.M.R., El-Nemr, M.A., Chamoun, Y.G. (2009) 'Alleviation of salinity effects on tomato plants by application of amino acids and growth regulators'. *Eur J Sci Res.* 30: 484–494.
- Trętowski, J., Wójcik, R. (1999) *Metodyka doświadczeń rolniczych*, Siedlce: Wyższa Szkoła Rolniczo Pedagogiczna.
- Uchino, H., Watanabe, T., Ramu, K., Sahrawat, K.L., Marimuthu, S., Wani, S.P., Ito, O. (2013) 'Calibrating chlorophyll meter (SPAD-502) reading by specific leaf area for estimating leaf nitrogen concentration in sweet sorghum'. *Journal of Plant Nutrition* 36(10): 1640–1646. DOI: 10.1080/01904167.2013.799190
- Zhou, Z., Zhou, J., Li, R., Wang, H., Wang, J. (2007) 'Effect of exogenous amino acids on Cu uptake and translocation in maize seedlings'. *Plant Soil.* 292: 105–117. <https://doi.org/10.1007/s11104-007-9206-8>

Jak cytować: Remiszewski, K. (2021). 'Wpływ L-glicyny na wzrost salaty głowiastej masłowej (*Lactuca sativa* L. var. *capitata*)', W: *I Siedleckie Forum Doktorantów*, red. D. Kaczorek, A. Smyk, Siedlce: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach, s. 109–115.



© 2021 The Author(s). This open access article is distributed under a Creative Commons Attribution (CC-BY) 4.0 license.

Urszula OSTASZEWSKA *

(Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach, Polska)

Ograniczenie skutków suszy z wykorzystaniem hydrożelu i agrowłókniny w badaniu roślin energetycznych

Abstract: *Droughts are becoming more frequent and last longer. The changing climate challenges science to solve this problem. According to numerous patent descriptions, hydrogels are recommended to improve the water properties of light soils, to rehabilitate uncultivated soils and as a layer, to intensify plant growth. Another solution to combat drought can be the use of various types of agrotexile. The results obtained for fibre, ash, NDF, ADF, ADL, lignin, hemicellulose, and cellulose content varied depending on the combination used, the effect of using or not using hydrogel and agrotexile.*

Key words: drought, hydrogel, agrotexile, energy plants, miscanthus, rotisserie millet

W ostatnich latach susza jest istotnym problemem polskiego rolnictwa. Polska jako kraj posiada niewielkie zasoby wodne, wynoszące przeciętnie ok. 60 mld m³ w porach suchych najwyżej 40 ml m³. Z tego względu tak istotne staje się ograniczenie zjawiska suszy w Polsce. W chwili obecnej deficyt wody obejmuje 75 % powierzchni Polski, a w szczególności tereny Mazowsza, Wielkopolski i Kujaw.

Stosowanie nowoczesnych systemów nawodnienia nie jest rozwiązaniem idealnym gdyż i tak potrzebna jest woda, której odczuwalny jest deficyt. Chłonność superabsorbentów szacuje się od kilku do kilkuset gramów wody pochłoniętej przez 1 gram polimeru.

Następstwa suszy można ograniczyć poprzez dobór odpowiednich środków przeznaczonych do uprawy ograniczających parowanie (agrowłóknina) bądź akumulujących wodę (hydrożel) - (Jankowski i in., 2013).

Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie w 2020 r. opracowało Założenia do programu kształtowania zasobów wodnych uwzględniające zadania służące zwiększeniu retencji na obszarach wiejskich, które mają zostać wdrożone do 2022 r.

Według licznych opisów patentowych zaleca się stosowanie hydrożeli do ulepszania właściwości wodnych gleb lekkich, rekultywacji gleb nieuprząwnych oraz jako podłoże intensyfikujące wzrost roślin. W niektórych badaniach zastosowanie hydrożelu na glebach lekkich i piaszczystych poprawia dostępność wody dla roślin. Skutkuje to przesunięciem

* ORCID iD 0000-0001-9816-8087. Wydział Agrobiotechnologii i Nauk o Zwierzętach, Instytut Rolnictwa i Ogrodnictwa; urszula.ostaszevska@uph.edu.pl

punktu więdnienia roślin na ich korzyść co pozwala na zmniejszenie liczby nawodnień. W literaturze naukowej odnotowano korzystny wpływ hydrożelu na wzrost takich roślin jak pomidor, kalarepa i burak cukrowy oraz murawy trawnikowe.

Agrowłókniny mają wiele zalet m.in. ograniczają parowanie gleby, poprawiają warunki fitosanitarne oraz pozwalają na lepsze wykorzystanie wody w glebie. Przykrycie gleby agrowłókniną pozwala na zwiększenie liczby kolb na roślinach oraz wzrost plonu handlowego kolb. W przypadku kukurydzy cukrowej jej osłanianie spowodowało skrócenie okresu wegetacji nawet o 8 dni. W badaniach przeprowadzonych w Kanadzie na kukurydzy cukrowej posianej pod osłoną z tworzywa sztucznego okres wegetacji został skrócony o 13 dni w zestawieniu z uprawami nieosłoniętymi. Dodatkowo dzięki zastosowaniu agrowłókniny zaobserwowano wzrost plonu o 14 % w stosunku do uprawy bez osłonięcia. Zastosowanie hydrożelu i agrowłókniny w uprawie roślin energetycznych nie jest zbadane. Jest to zagadnienie nowe i z naukowego punktu widzenia istotne i dlatego też warto przeprowadzenia badań ze względu na możliwość ograniczenia suszy w Polsce.

Ponadto rośliny energetyczne stają się szansą na dywersyfikację źródeł energii. Jedną z możliwości pozyskania biomasy są plantacje wieloletnich gatunków roślin krajowych lub roślin sprowadzonych z innych stref klimatycznych m.in. miskant olbrzymi (*Miscanthus x giganteus*) i proso różgowe (*Panicum virgatum*). Jest to roślina z dużym wieloletnim potencjałem plonowania, małymi potrzebami nawozowymi. Z kolei proso różgowe charakteryzuje się intensywnym wzrostem, wysokim plonem 16-22 ton/ha oraz wysoką wartością energetyczną 17-18,4 MJ/kg.

Przeprowadzone w warunkach polowych badania dotyczyły oceny wpływu hydrożelu i agrowłókniny w badaniach roślin energetycznych. Zostały wyróżnione 3 kombinacje: „0”-kontrola- 24 poletka, „Os”-osad ściekowy - 24 poletka, „Kp”- kompost po pieczarkowy - 24 poletka. Zostały również wprowadzony element dodatkowy zmienności mianowicie zastosowany został hydrożel na 1/2 doświadczenia w ramach sprawdzenia wpływu na wzrost roślin w ramach właściwości hydrożelu – zwiększanie absorpcji wody dla rośliny. Na polowie powierzchni obu doświadczeń agrowłókninę w celu ograniczenia parowania. Otrzymane wyniki zawartości włókna, popiołu, NDF, ADF, ADL, ligniny, hemicelulozy, i celuloza były zróżnicowane w zależności od zastosowanej kombinacji, wpływu użycia lub też nie hydrożelu i agrowłókniny.

Bibliografia

- El-Hady O.A., Wanas S.A. (2006) 'Water and fertilizer use efficiency by cucumber grown under stress on sandy soil treated with acrylamide hydrogels'. *Journal of Applied Science Research* 2(12): 1293-1297.
- Jankowski, K., Sosnowski, J., Jankowska, J. (2013) 'Wpływ głębokości umieszczenia hydrożelu w podłożu oraz rodzaju okrywy glebowej na doskonałość liścia muraw trawnikowych', *Zeszyty naukowe uniwersytetu* 47.
- Kibler, M. (2010) *Uprawa warzyw metodami ekologicznymi na różnych typach ściółek*. Radom: Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie Oddział w Radomiu.
- Kulikowski, Ł., Kulikowski, E., Matuszewski, A., Kiepuski, J. (2018) 'Hydrożele w środowisku naturalnym—historia i technologie', *Inżynieria Ekologiczna* 19(6).
- Kwabiah, A. B. (2004), 'Growth and yield of sweet corn (*Zea mays* L.) cultivars in response to planting date and plastic mulch in a short-season environment', *Scientia Horticulturae* 102.2: 147-166.

Jak cytować: Ostaszewska, U. (2021). 'Ograniczenie skutków suszy z wykorzystaniem hydrożelu i agrowłókniny w badaniu roślin energetycznych', W: *I Siedleckie Forum Doktorantów*, red. D. Kaczorek, A. Smyk, Siedlce: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach, s. 117-119.



© 2021 The Author(s). This open access article is distributed under a Creative Commons Attribution (CC-BY) 4.0 license.

Katarzyna JARECKA*

(Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach, Polska)

Wpływ stosowania stymjodu na morfometrię *Festuca glauca* (Effect of stimjod application on *Festuca glauca* morphometrics)

Abstract: The aim of the present study was to determine the effect of a plant growth and development regulator with the trade name Stymjod on the formation of morphological traits of blue fescue *Festuca glauca*. The study is an attempt to verify the effect of different concentrations of Stymjod on the following morphological traits of the plant: leaf blade greenness index SPAD, number of leaf blades, leaf blade length, culm length, root dry weight and leaf dry weight. The species included in the experiment was *Festuca glauca* fescue grown in vases under controlled conditions in the breeding room of the Siedlce University of Natural Sciences and Humanities. The experiment was conducted with the plant growth and development regulator, the organo-mineral nano-fertilizer Stymjod, using three levels of the experimental agent: spraying with distilled water only, spraying with Stymjod at a concentration of 2% in the working liquid, and spraying with Stymjod at a concentration of 4% in the working liquid. The spraying was performed four times, with weekly intervals between each application. The 2% concentration of Stymjod in the solution significantly improved most of the analysed morphological and physiological traits of bluegrass, i.e. leaf blade greenness index SPAD, number of leaf blades, leaf blade length and dry weight of the root. The 4% concentration of Stymjod had the most beneficial effect on the rhizosphere growth of the cultivated plants. The study showed that none of the applied concentrations significantly increased the dry mass of leaves formed by the tested grass species. No negative effects of 2% and 4% Stymjod concentrations on the plants were observed during the experiment.

Key words: *Festuca glauca*, mass of plants, plant morphology, plant growth and development regulator, Stymjod, ornamental grass

Wprowadzenie

Regulatory wzrostu i rozwoju roślin to substancje organiczne. Substancje te, podane w niewielkiej dawce, są zdolne do reorganizacji funkcji i procesów fizjologicznych warunkujących prawidłowy rozwój danej rośliny (Szweykowa, 1997: 205).

W badaniach dotyczących regulatorów wzrostu roślin, przewodnim zagadnieniem jest wpływ stresu biotycznego i abiotycznego na rośliny. Stres biotyczny i abiotyczny jest nieodłączną częścią istnienia każdej rośliny. W roślinie, pod wpływem stresu, zachodzi szereg procesów, które mogą mieć negatywne w skutkach konsekwencje (Burghardt i Riederer, 2006: 292-307).

* ORCID iD 0000-0003-4403-7596. Wydział Agrobiotechnologii i Nauk o Zwierzętach; Instytut Rolnictwa i Ogrodnictwa, kj33@stud.uph.edu.pl

Jednakże oprócz działania antystresowego, głównym celem stosowania regulatorów wzrostu i rozwoju roślin jest zwiększenie biomasy rośliny oraz poprawa parametrów jakościowych plonów (Adamczewski i Matysiak, 2009: 1810-1814).

Jod jest pierwiastkiem naturalnie występującym w roślinach. Jego odpowiednia zawartość aktywizuje reakcje obronne rośliny w czasie występowania stresów, chorób grzybowych oraz zmniejsza dyfuzję substancji odżywczych od rośliny do pasożyta (Wierzbńska i in. 2011: 359-364).

Najlepiej przyswajalną formą jodu dla systemu korzeniowego są formy rozpuszczalne w wodzie, co w tym przypadku potwierdza intensywniejszy o 2500 razy jego pobór z gleby. Najefektywniejszym sposobem podania jodu jest zastosowanie preparatów dolistnych, ponieważ przenika on razem z wodą poprzez mikrootwory do kutikuli (Jeznach, 2012).

Stymjod jest to płynny organiczno-mineralny preparat zawierający nanocząsteczki jodu w formie koncentratu. Celem jego stosowania jest uzyskanie pozytywnych efektów w zakresie zmniejszenia nawożenia w uprawie, zwiększenie odporności na stres abiotyczny oraz przyspieszenie regeneracji upraw po jego wystąpieniu, zwiększenie biomasy łodyg, korzeni, owoców i liści, a także uzyskanie plonów o lepszej jakości i strukturze. Preparat ten wytwarzany jest dzięki zjawisku chłodnej plazmy. W składzie Stymjodu można odnaleźć makro- i mikroskładniki, z uwzględnieniem aminokwasów i innych związków organicznych, wspierających prawidłowy rozwój roślin (Internet 1).

Trawy są jedną z największych grup roślin. Są one rozpowszechnione na całym świecie, zajmując ogromne obszary. Najważniejsze na świecie rośliny uprawne stanowią właśnie trawy np. ryż, proso lub pszenica. Są one niekiedy uważane za fundament rozwoju ludzkości, ponieważ stanowią pożywienie oraz filar rolnictwa. Różnorodność barw i form pozwoliła na wyróżnienie wśród traw grupy, pełniące funkcje ozdobne (Ardle, 2009: 32-33).

„Atutem uprawy traw ozdobnych jest nie tylko ich dekoracyjność, ale również niewielkie wymagania siedliskowe i pielęgnacyjne oraz odporność na choroby i szkodniki.” (Latkowska i Maciejewski, 2012: 90-101).

Kostrzewa sina (łac. *Festuca glauca*), zwana kostrzewą popielatą jest zimozieloną trawą rabatową. Roślina ta nie jest gatunkiem długowiecznym. Tworzy zwarte kępy, przypominające poduszki złożone z licznych, bardzo wąskich, długich, srebrzystoniebieskich liści. Liście ze względu na swoją szerokość i długość, przewieszają się. Roślina dorasta do 15-20 cm, a w czasie kwitnienia tworzy grube, wydłużone wiechy o wysokości sięgającej do 50 cm. Kwitnienie w formie wiech następuje w okresie od maja do czerwca. Gdy kwiatostany nie zostaną ścięte o odpowiedniej porze, roślina rozsiewa się. Roślina rozmnaża się również przez podział. Kostrzewa sina jest rośliną o niewielkich wymaganiach. Preferuje gleby lekkie i suche. Prawidłowy rozwój tej rośliny zapewnia dostęp do światła, dlatego też zdecydowanie wymaga ona stanowiska słonecznego. Prawidłowy rozrost umożliwia jej optymalną szerokość rozstawy, która wynosi 12-16 roślin na 1m² (Barciak i in., 2007: 199-200).

Zastosowanie kostrzewy sianej jest dość szerokie, ponieważ charakteryzują ją niewielkie wymagania siedliskowe, dzięki czemu może ona być stosowana w miejscach nieosiągalnych dla wielu innych gatunków roślin. Znajduje zastosowanie głównie w ogrodach skalnych, na słonecznych rabatach bylinowych oraz jako zadarnienie (Filipczak, 2018: 180-216).

Celem doświadczenia było zbadanie wpływu regulatora wzrostu i rozwoju roślin o nazwie handlowej Stymjod na kształtowanie się cech morfologicznych kostrzewy sianej *Festuca glauca*. Badanie ma na celu określenie wpływu różnych zastosowanych stężeń Stymjodu na indeks zieloności blaszki liściowej, liczbę oraz długość blaszek liściowych, długość korzeni, suchą masę korzenia i liści.

Materiały i metody

Warunki doświadczenia

Doświadczenie przeprowadzono w formie eksperymentu wazonowego w 2019 roku w pokoju hodowlanym Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach. Dzięki zastosowaniu wysoko ciśnieniowych lamp sodowych fotopodiod 16/8 wygenerowano następujące warunki w pomieszczeniu: natężenie światła $200 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, temperaturę $24 \pm 2 / 16 \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Wilgotność gleby to 60% polowej pojemności wodnej. Gatunek objęty eksperymentem to *Festuca glauca*, uprawiana w wazonach o rozmiarach 300 mm wysokości i 200 mm średnicy podstawy.

Eksperyment został przedstawiony w układzie kompletnie randomizowanym z obiektem kontrolnym w trzech powtórzeniach. Wykazano, że w glebie przed założeniem doświadczenia, zawartość węgla w związkach organicznych (Corg) wynosiła $13,5 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s. m., natomiast azotu ogółem $1,30 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s. m. Stosunek C:N wyniósł 10,4:1. Odczyn gleby był zbliżony do obojętnego, pH wynosiło 6,8. Ponadto gleba charakteryzowała się wysoką zasobnością w przyswajalne formy fosforu i magnezu. Ze względu na zasobność gleby, zaniechano pogłównego nawożenia roślin.

Materiał roślinny

Roślinom podano czynnik doświadczalny w postaci regulatora wzrostu i rozwoju roślin, czyli preparat o nazwie handlowej Stymjod, o składzie bogatym w substancje organiczne (tab. 1).

Tabela 1. Skład chemiczny (%) nano-nawozu Stymjod

N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	SO ₄	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
6,3	4,58	6,42	1,69	1,6	0,086	0,17	0,14	0,16	0,028	0,42
Jod (I) – 0,0025					Kwasy humusowe – ok. 3,3 C/kg					
Całkowita substancja organiczna – 56,8% (w tym aminokwasy i inne związki organiczne)										

Źródło: http://www.phu-jeznach.com.pl/pl,STYM_JOD,38.html (dostęp: 04.07.2021)

Eksperyment przeprowadzono na trzech poziomach czynnika doświadczalnego: F1– kontrola, oprysk z zastosowaniem wyłącznie wody destylowanej; F2- oprysk z zastosowaniem Stymjodu o stężeniu w cieczy roboczej 2%; F3- oprysk z zastosowaniem Stymjodu o stężeniu w cieczy roboczej 4%. Oprysku dokonywano tak, aby uzyskać całkowite zroszenie roślin w wazonach. Oprysk wykonano czterokrotnie, w tygodniowych odstępach czasu. Całość eksperymentu trwała 4 tygodnie.

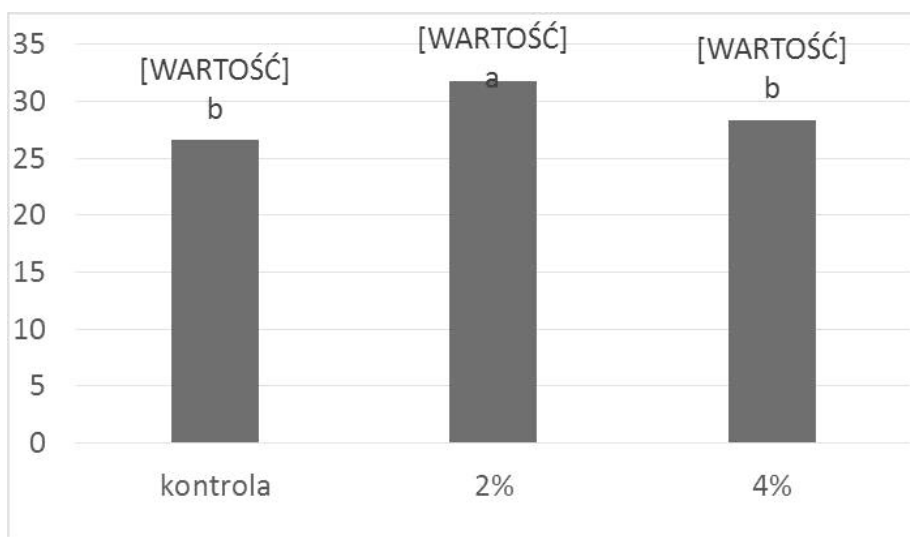
Podczas likwidacji materiału badawczego analizowano następujące cechy: SPAD (indeks zieloności blaszki liściowej), liczba blaszek liściowych, długość blaszek liściowych (cm), długość korzenia (cm), sucha masa korzenia (g), sucha masa liści (g). SPAD określono dla 10 losowo wybranych blaszek liściowych roślin z jednego obiektu.

Analiza statystyczna

Otrzymane wyniki badań opracowano statystycznie za pomocą analizy wariancji. Do określenia istotności wpływu czynników doświadczalnych na wartości cech badanych wnioskowano z wykorzystaniem testu F Fishera-Snedecora, a wartość NIR0,05 weryfikowano testem Tukeya. Wyniki badania przedstawiono graficznie w postaci wykresów z wykorzystaniem oznaczeń literowych grup jednorodnych. Średnie oznaczone tymi samymi małymi literami nie różnią się istotnie. Do obliczeń wykorzystano program statystyczny Statistica 13-2019.

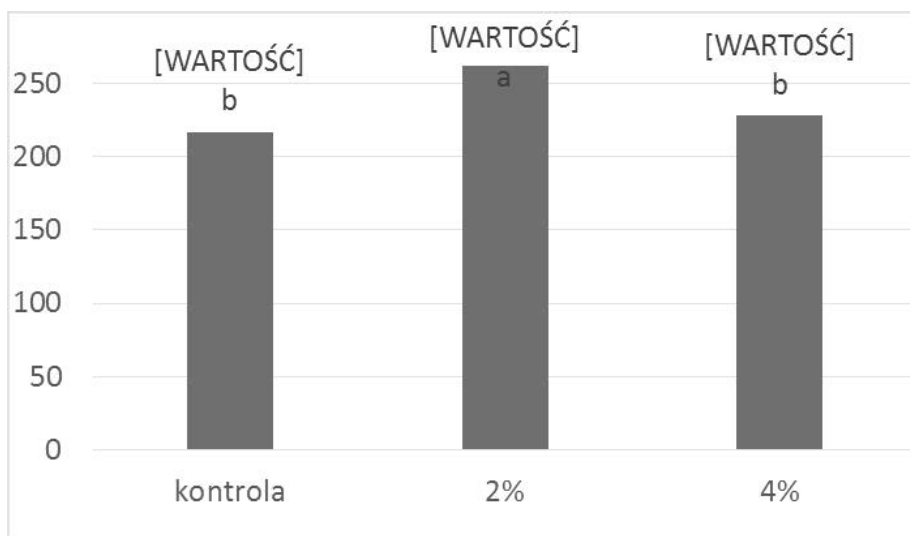
Wyniki badań

Podczas finalnej analizy materiału badawczego za pomocą miernika chlorofilu określono indeks zieloności blaszki liściowej SPAD (rys 1). Z badań wynika, że najwyższą wartość osiągnęły rośliny traktowane 2% stężenia Stymjodu. Wartość ta wynosi 31,8 i jest ona wyższa o 19,55% od wartości kontrolnej wynoszącej 26,6. Natomiast rośliny poddane działaniu 4% stężenia Stymjodu osiągnęły wartość 28,4. W przypadku zastosowania 2% stężenia Stymjodu, stwierdzono iż wynik badania jest istotnie wyższy od wyniku kontrolnego i wyniku, pochodzącego z 4% stężenia Stymjodu. Pomiędzy wartością kontrolną i wartością uzyskaną na obiektach z 4% stężeniem regulatora wzrostu nie zaobserwowano istotnych różnic.



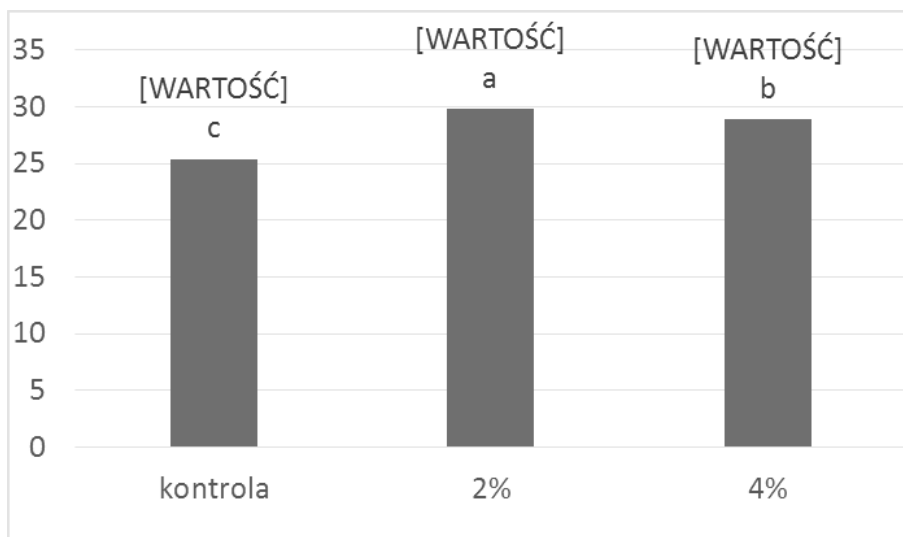
Rysunek 1. Indeks zieloności blaszki liściowej SPAD w zależności od stężenia Stymjodu w roztworze (źródło: Opracowanie własne autora)

Analizie poddano również liczbę blaszek liściowych (rys. 2) wykształconych przez rośliny w zależności od zastosowanego stężenia regulatora wzrostu w roztworze. Rośliny poddane działaniu 2% stężeniu Stymjodu wykształciły najwyższą liczbę sztuk blaszek liściowych na wazon, wynoszącą 262 sztuki. Wartość ta jest wyższa o 20,74% czyli 45 sztuk od wartości kontrolnej i pozostaje od niej istotnie wyższa. Jest ona także istotnie wyższa od wartości 4% stężenia Stymjodu o dokładnie 34 sztuki, czyli 14,91%. Wartość tej cechy otrzymane na serii kontrolnej oraz z 4% stężeniem Stymjodu w roztworze nie różnią się istotnie.



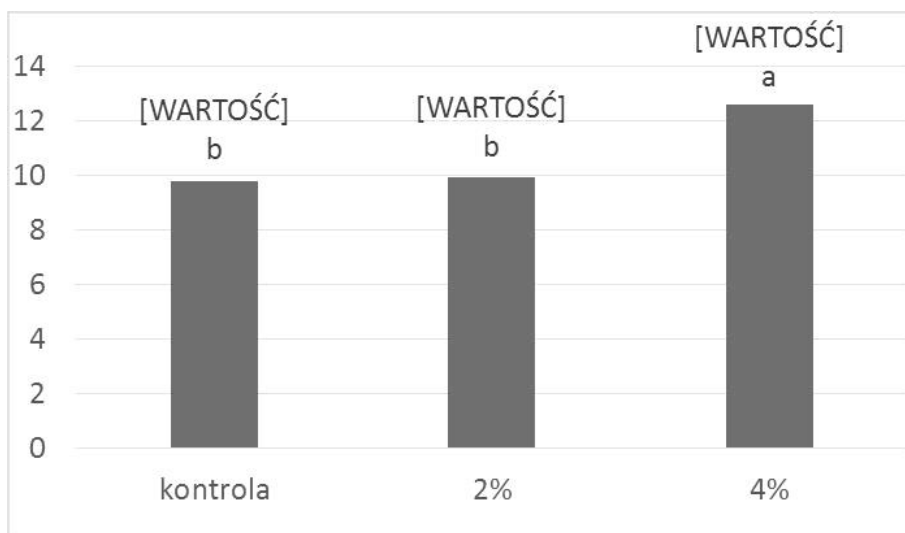
Rysunek 2. Liczba blaszek liściowych (sztuki-wazon-1) wykształconych przez rośliny w zależności od stężenia Stymjodu w roztworze (źródło: Opracowanie własne autora)

Najdłuższe blaszki liściowe osiągnęły rośliny poddane działaniu 2% roztworu Stymjodu (rys. 3). Wartość ta jest istotnie wyższa od długości blaszek liściowych roślin traktowanych 4% roztworem Stymjodu, czyli o 0,9 cm (3,11%) oraz od wartości kontrolnej, czyli o 4,4 cm (17,32%). Pomimo niższej wysokości, blaszki liściowe roślin poddanych działaniu 4% roztworu Stymjodu również są istotnie wyższe od długości blaszek liściowych roślin kontrolnych o 3,5 cm (13,77%).



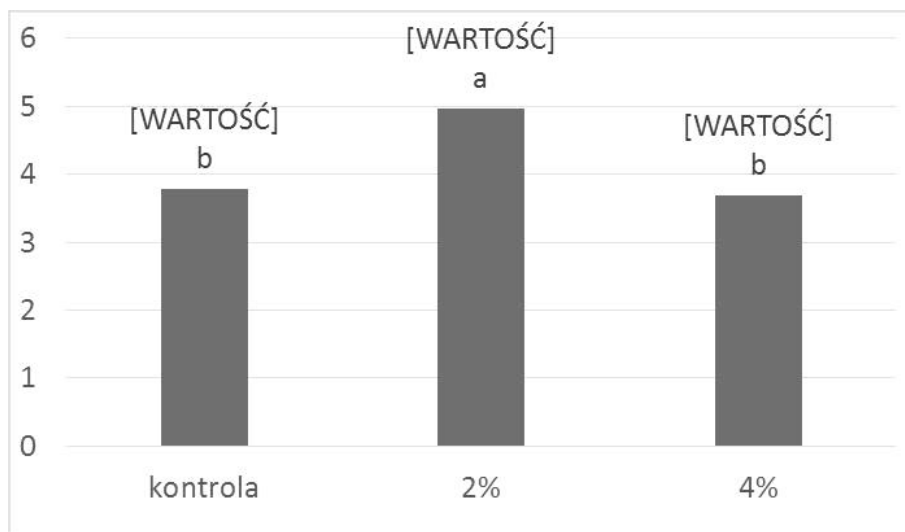
Rysunek 3. Długość (cm) blaszek liściowych roślin w zależności od stężenia Stymjodu w roztworze (źródło: Opracowanie własne autora)

Z analizy materiału badawczego w odniesieniu do długości korzeni roślin (rys. 4) wynika, że najdłuższe korzenie wykształciły rośliny pozostające pod wpływem 4% stężenia Stymjodu. Wartość ta wyniosła 12,6 cm i okazała się istotnie wyższa niż wartość kontrolna o 28,31% oraz wartość 2% stężenia Stymjodu w roztworze o 26,76%. Długość korzeni roślin kontrolnych i roślin z preparatu 2% nie wykazały istotnych różnic.



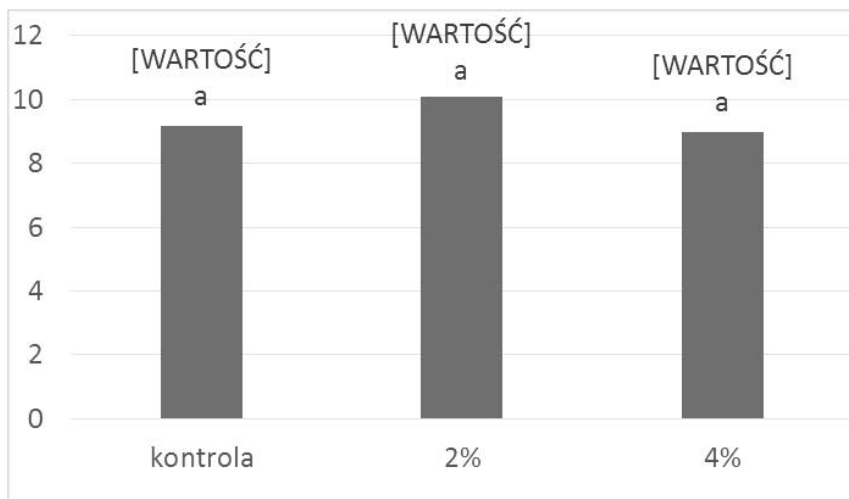
Rysunek 4. Długość (cm) korzeni roślin w zależności od stężenia Stymjodu w roztworze (źródło: Opracowanie własne autora)

Największą suchą masę korzeni roślin uzyskano z wazonów, na których stosowano 2% stężenie Stymjodu w roztworze, wynoszącą 4,97 g-wazon⁻¹. (rys. 5) Wynik ten jest istotnie wyższy od wartości osiągniętych przy próbie kontrolnej oraz próbie 4%, o odpowiednio 31,48% i 34,69%. Sucha masa korzeni roślin poddanych działaniu 4% stężenia Stymjodu pozostaje na podobnym poziomie co sucha masa korzeni roślin pochodzących z próby kontrolnej, nie wykazując istotnych różnic.



Rysunek 5. Sucha masa (g-wazon⁻¹) korzeni roślin w zależności od stężenia Stymjodu w roztworze (źródło: Opracowanie własne autora)

Najwyższą wartość suchej masy osiągnęły rośliny z próby 2% (rys. 6). Wartość ta wyniosła 10,1 g-wazon⁻¹. Pomimo największego wyniku nie różni się ona istotnie w zestawieniu z wartością kontrolną i wartością z obiektu 4%. Wszystkie przedstawione dane na wykresie pozostają na podobnym poziomie i nie wykazują istotnych statystycznie różnic.



Rysunek 6. Sucha masa (g-wazon⁻¹) liści roślin w zależności od stężenia Stymjodu w roztworze (źródło: Opracowanie własne autora)

Dyskusja

Pozytywny wpływ zastosowania jodu na rośliny ozdobne jak i na rośliny uprawne jest znany od dłuższego czasu. Pomimo tego, badań przeprowadzonych z użyciem preparatu Stymjod w stosunku do istniejących na rynku potrzeb, jest niewiele. Dlatego też warto poddać rozważaniom temat tego regulatora wzrostu i omówić jego oddziaływanie również na innych roślinach.

W 2017 roku przeprowadzono eksperyment, mający na celu zbadanie wpływu do-listnej aplikacji jodu w różnych stężeniach na roślinę *Medicago × varia* T. Martyn. Do tego celu wykorzystano preparat Stymjod jako ciecz roboczą. W badaniu oceniono przyrost świeżej i suchej masy takich elementów morfologicznych rośliny jak lodygi, liście i korzenie. Ocenie poddano również liczbę blaszek liściowych oraz pędów. Z przeprowadzonych analiz wynika, że jedynie 1,5% stężenie Stymjodu w roztworze spowodowało przyrost świeżej i suchej masy korzeni. Roztwory o wyższym stężeniu nie wpłynęły na te cechy znacząco. Z kolei wszystkie zastosowane w badaniu stężenia spowodowały wzrost suchej masy lodyg. Świeża masa lodyg wzrosła jedynie w przypadku 3% stężenia regulatora wzrostu. Ogólnie, odnotowano przyrost świeżej i suchej masy całej rośliny dla wszystkich zastosowanych stężeń. Jak się okazało, 4,5% stężenie Stymjodu wpłynęło istotnie na wzrost blaszek liściowych i lodyg lucerny hybrydowej. Autorzy postawili końcowy

wniosek, iż efekty dolistnego stosowania Stymjodu są uzależnione od jego stężenia w roztworze (Sosnowski i in., 2019: 184-191).

W badaniu własnym w odróżnieniu do wyżej przytoczonej literatury, najlepsze wyniki końcowych analiz materiału badawczego osiągnęły próby z użyciem 2% oprysku Stymjodem, czyli najniższym z zastosowanych. Użycie najwyższego z użytych w badaniu 4% stężenia Stymjodu okazało się być najefektywniejsze w przypadku tylko jednej z analizowanych cech, czyli długości korzenia kostrzewy sianej.

W 2019 roku przeprowadzono badania dotyczące efektów zastosowania różnych stężeń Stymjodu w roztworze na morfometrię, zawartość chlorofilu i aktywność fotosyntetyczną trawy pastewnej *D. glomerata*. Zauważono istotny wpływ Stymjodu w dawce 4,5% na liczbę pędów rośliny i blaszek liściowych. Konsekwencją wzrostu tych parametrów było otrzymanie zwiększonej ilości świeżej i suchej masy rośliny. Natomiast nie zauważono zwiększenia świeżej i suchej masy korzeni. Badanie wykazało również pozytywny wpływ Stymjodu na wydajność fotosyntetyczną w przypadku każdego ze stężeń Stymjodu zastosowanego w eksperymencie (Sosnowski i in., 2020: 1036-1045).

W badaniu własnym odnotowano istotne zwiększenie wartości cech takich jak indeks zieloności blaszki liściowej, liczba blaszek liściowych, długość blaszek liściowych w przypadku zastosowania 2% stężenia Stymjodu. Zwiększeniu uległa też długość korzenia i jego sucha masa w przypadku 4% stężenia Stymjodu. stwierdzono zwiększenia suchej masy liści.

W literaturze można znaleźć również badania, będące próbą rozpatrzenia wpływu Stymjodu na topinambur, który jest bardzo obiecującą rośliną w walce z głodem. Autorzy rozpatrują możliwość zwiększenia wydajności biomasy topinamburu za pomocą Stymjodu, uważanego za alternatywny dla chemicznych środków i przyjazny środowisku stymulator wzrostu i rozwoju roślin. W badaniu tym ocenie poddano takie cechy jak plon biomasy, dynamikę wzrostu w warunkach polowych, parametry fotosyntezy oraz aktywność enzymów, powodujących wzrost omawianej rośliny. Najlepsze efekty w przyspieszeniu wzrostu oraz zwiększeniu plonów topinamburu otrzymano poprzez podwójne podanie dawki 15-30 ml preparatu na dm³ wody z zastosowaniem trzytygodniowego odstępu czasowego pomiędzy opryskami (Grzesik i in., 2020: 332-337).

Badanie własne przeprowadzono z zastosowaniem czterokrotnego oprysku dolistnego różnymi stężeniami Stymjodu w roztworze, zachowując tygodniowy odstęp czasowy pomiędzy każdą aplikacją cieczy roboczej. Najlepsze efekty uzyskano w przypadku oprysku 2% stężeniem Stymjodu, ponieważ zaobserwowano istotne zwiększenie analizowanych cech rośliny takich jak indeks zieloności blaszki liściowej, liczba blaszek liściowych, długość blaszek liściowych czy też sucha masa korzenia.

Smoleń (2011) podjął rozważania nad jakością i wielkością plonu sałaty oraz efektywnością biofortyfikacji przy różnych sposobach podania jodu roślinie. Eksperyment wykazał, że jod może mieć niekorzystny wpływ na roślinę. Zaobserwowano zahamowanie wzrostu sałaty oraz obniżenie plonowania. Jak się okazało, w próbie o najwyższym stężeniu jodu w pożywce przygotowanej pod uprawę sałaty, odnotowano najniższą średnią

wielkość plonu z 1 m². Dodatkowo, główki salaty z tej próby, charakteryzowały się najniższą średnią masą. Najwyższy plon zaobserwowano w próbie kontrolnej, wolnej od zastosowania jodu (Smoleń, 2011: 359-364).

W badaniu własnym przeprowadzonym na kostrzewie sonej, nie zaobserwowano żadnych objawów chorobowych ani innych niepokojących zmian w morfologii rośliny. Również sucha masa liści oraz sucha masa korzenia była najwyższa w próbie z wykorzystaniem 2% stężenia Stymjodu w roztworze.

Wnioski

1. Najefektywniejsze okazało się zastosowanie 2% stężenia Stymjodu w roztworze. Wpłynęło ono istotnie na poprawę większości analizowanych cech morfologicznych i fizjologicznych kostrzewy sonej, czyli indeksu zieloności blaszek liściowych, liczby i długości blaszek liściowych oraz suchej masy korzenia.

2. 4% stężenie Stymjodu najkorzystniej wpłynęło na przyrost ryzosfery uprawianych roślin. Długość korzeni kostrzewy traktowanej tym stężeniem było o 28,31% większa od serii kontrolnej.

3. Badania wykazały, że żadne z zastosowanych stężeń nie wpłynęły istotnie na zwiększenie suchej masy liści wykształconej przez badany gatunek trawy.

4. Podczas przeprowadzania eksperymentu nie zaobserwowano negatywnych skutków stosowania 2% i 4% stężeń Stymjodu na badane rośliny.

Bibliografia

- Ardle, J. (2009) *Bambusy i trawy. Prosta droga do sukcesu*. Warszawa: Solis.
- Adamczewski, K., Matysiak, K. (2009) 'Regulatory wzrostu i rozwoju roślin – kierunki badań w Polsce i na świecie', *Postępy w Ochronie Roślin* 49 (4): 1810-1814.
- Barciak, A., Omiecka, J., Smagorzewska, W. (2007) *Rośliny ozdobne w architekturze krajobrazu cz. II*, Warszawa: Hortpress.
- Burghardt, M., Riederer, M. (2006). 'Cuticular transpiration' w: *Biology of the Plant Cuticle* red. M. Riederer, C. Müller, Oxford: Blackwell Publishing, 292-307.
- Filipczak, J. (2018). *Katalog bylin. Kwiaty, trawy i paprocie polecane przez Związek Szkółkarzy Polskich*, Warszawa: Agencja Promocji Zieleni.
- Grzesik, M., Janas, R., Romanowska-Duda, R. (20120) 'The Usefulness of Nano-Organic-Mineral Fertilizer Stymjod in Intensification of Growth, Physiological Activity and Yield of the Jerusalem Artichoke Biomass', w: *Renewable Energy Sources: Engineering, Technology, Innovation ICORES 2018*, Cham Springer International Publishing, 331-339.

Jeznach, A. (2012) 'Znaczenie jodu dla heterotrofów i autotrofów' http://www.phu-jeznach.com.pl/doc/Stymjod/Znaczenie_jodu_dla_hetero_i_autotrofow.pdf [dostęp 15.08.2021].

Latkowska, M.J., Maciejewski, M. (2012). 'Trawy ozdobne – rośliny uniwersalne', w: *Trawy ozdobne – rośliny uniwersalne. Wzornictwo ogrodowe. Konferencja „Wzornictwo ogrodowe”, 23.06.2012*, red. J. Rylke, Warszawa: Wyd. Sztuka ogrodu/Sztuka krajobrazu, 90-101.

Smoleń, S. (2011) *Wpływ sposobu aplikacji jodu na efektywność biofortyfikacji oraz wielkość i jakość biologiczną plonu sałaty uprawianej w systemie hydroponicznym*, Kraków, Episteme.

Sosnowski, J., Toczyska, E., Truba, M. (2019) 'Morphological Effects of Stymjod Foliar Application on *Medicago × varia* T. Martyn', *Journal of Ecological Engineering* 20 (8): 184-191.

Sosnowski, J., Jankowski, K., Truba, M., Novak, J., Zdun, E., Skrzyczyńska, J. (2020) 'Morpho-physiological effects of Stymjod foliar application on *Dactylis glomerata* L.', *Agronomy Research* 18, 1036-1045.

Szweykowska, A. (1997) *Fizjologia Roślin*, Poznań: Wyd. Naukowe UAM.

Wierzbńska, J., Smoleń, S., Sady, W. (2011) 'Effect of iodine from on the efficiency of its uptake, yield and nitro gen metabolism of tomato plants cultivated In net system'. *Episteme* 12: 359-364.

Netografia

Internet 1. http://www.phu-jeznach.com.pl/pl,STYM_JOD,38.html [dostęp 04.07.2021]

Jak cytować: Jarecka, K. (2021). 'Wpływ stosowania stymjodu na morfometrię *Festuca glauca*', W: *I Siedleckie Forum Doktorantów*, red. D. Kaczorek, A. Smyk, Siedlce: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach, s. 121-131.



© 2021 The Author(s). This open access article is distributed under a Creative Commons Attribution (CC-BY) 4.0 license.

ZOOTECHNIKA I RYBACTWO

Daniel RADZIKOWSKI*

(Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach, Polska)

Anna MILCZAREK**

(Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach, Polska)

Wpływ pory roku na wartość rzeźną tuczników (PBZ x WBP) x Duroc pochodzących z gospodarstw zrzeszonych w grupie producenckiej

Abstract: *The aim of this study was to analyse the slaughter value of pigs (PBZ x WBP) x Duroc slaughtered in different seasons of the year. The research material consisted of 1624 fattening pigs coming from three farms associated in a producer group. All animals were provided with similar housing and feeding conditions during the growing and fattening period. The fattened animals received complete feed mixtures prepared on the basis of cereals originating from own farms and high-protein concentrate. After fattening, the animals were slaughtered in the same meat processing plant located in south-eastern Poland. The slaughter value was assessed for 410 fattened pigs slaughtered in winter, 412 in spring, 398 in summer and 398 in autumn. After each slaughter of animals, the following parameters were estimated with the Ultra-Fom 300 apparatus: total percentage of meat content, thickness of the longissimus dorsi muscle (in points M1 and M2) and thickness of backfat (in points S1 and S2). The performed investigations showed that the season of the year differentiated the slaughter value of the fattened pigs (meatiness, thickness of the longissimus dorsi muscle and backfat thickness), because the pigs slaughtered in winter were by about 7 kg heavier than those from summer slaughter and by about 3 kg heavier than those from spring and autumn slaughter. The highest meatiness (58.56%) and the thinnest backfat (14.9 mm) were found in carcasses of animals slaughtered in winter, while the lowest meatiness was found in carcasses of pigs slaughtered in summer (57.82%); moreover, they had the thickest backfat (16.6 mm). The above results were reflected in the thickest longissimus dorsi muscle measured at M1 (by an average of about 2.6 mm) and M2 (by an average of about 2.8 mm). Moreover, carcasses of pigs slaughtered in winter were characterised by the highest proportion (78%) classified as the most valuable S and E classes. In conclusion, the carcasses of (PBZ x WBP) x Duroc pigs slaughtered in winter were characterised by the highest slaughter value due to the most favourable musculature and fat cover.*

Key words: fattening pigs, slaughter value, season, musculature, fatness

* ORCID iD 0000-0001-9143-8339. Wydział Agrobioinżynierii i Nauk o Zwierzętach, Instytut Zootechniki i Rybactwa; daniel18-1994@wp.pl

** ORCID iD 0000-0002-2714-3533. Wydział Agrobioinżynierii i Nauk o Zwierzętach, Instytut Zootechniki i Rybactwa; anna.mielczarek@uph.edu.pl

Wprowadzenie

Chów i hodowla trzody chlewnej jest jednym z głównych kierunków produkcji rolnej w Polsce. Od wielu lat w naszym kraju doskonalą się wartość hodowlaną świń, dążąc do uzyskania wysokiej wartości rzeźnej tuczników i jakości pozyskiwanego mięsa (Mroczek i Tereszczuk, 2014).

Pogłowie trzody chlewnej w naszym kraju ulega zmianom na przestrzeni lat. Najwyższe pogłowie świń zanotowano w roku 1980 roku i wynosiło ponad 21 mln sztuk (Małkowski i Zawadzka, 1995; GUS 2021). Od tamtej pory notowano systematyczny spadek liczebności trzody chlewnej w naszym kraju. Ponadto charakteryzuje się ona dużą niestabilnością, bowiem podaż oraz popyt żywca wieprzowego cechują się okresowymi wahaniami. Ceny tuczników także ulegają znacznym zmianom, które wpływają na wyniki ekonomiczne gospodarstw. Wzrost cen trzody chlewnej powoduje stopniowe zwiększanie pogłowia, co prowadzi do przesycenia rynku wieprzowiną i stopniowego spadku cen i ograniczania produkcji przez hodowców (Knecht i Środoń, 2011). Pomimo wahań na rynku trzody chlewnej nie ustaje zainteresowanie hodowców podnoszeniem wartości rzeźnej sprzedawanych tuczników. Jest to spowodowane poubojową klasyfikacją tusz SEUROP, prowadzoną przez większość zakładów mięsnych, która opiera się na zawartości mięsa w tuszach. Zakłady płacą za masę świń po uboju (WBC - waga bita ciepła), która składa się z masy tusz lub półtuszy. Cena za dostarczony żywca wieprzowy ustalana jest na podstawie jakości tuszy. Każda tusza jest ważona, określana jest jej mięsność oraz przypisuje się ją do określonej klasy SEUROP. Celem wprowadzenia systemu SEUROP było zobiektywizowanie oceny jakości tuszy, opierającej się na mięsności świń, czyli zawartości mięsa w ich tuszach (Florek i in. 2006). Zakłady mięsne, które tygodniowo ubijają więcej niż 200 sztuk trzody chlewnej w roku, mają obowiązek prowadzenia klasyfikacji tusz systemem SEUROP. Do klas handlowych należą tusze, których masa mieści się w przedziale 60-120 kg, a ich ważenie oraz ocena musi odbyć się w ciągu 45 minut po uboju (Knecht i Środoń, 2011). Aktualnie wszystkie dane na temat wartości rzeźnej zwierząt są zbierane w Zintegrowanym Systemie Rolniczej Informacji Rynkowej. Na przestrzeni ostatnich lat wzrosła mięsność tuczników (Lisiak, 2015). Natomiast masa tuszy zwiększała się lub też nieznacznie zmniejszała, co mogło być spowodowane ceną żywca wieprzowego. Wzrost ceny trzody chlewnej powoduje wcześniejszą sprzedaż tuczników przez producentów (Antosik i Koćwin-Podsiadła, 2010). Obniżanie masy ubojowej tuczników wpływa niekorzystnie dla zakładów mięsnych, co spowodowane jest mniejszym udziałem elementów zasadniczych rozbioru i części wykrawania tusz (Łyczyński i in., 2000).

W Polskiej hodowli zarodowej utrzymywane są zarówno rasy mateczne: Polska Biała Zwisłoucha i Wielka Biała Polska oraz rasy ojcowskie: Duroc, Pietrain i Hampshire. Rasy mateczne charakteryzują się stosunkowo dobrymi cechami rzeźnymi (przyrost dobrowy masy ciała, wykorzystanie paszy na kg przyrostu, zawartość mięsa w tuszach) oraz bardzo dobrymi wynikami w użytkowaniu rozplodowym (płodność, plenność, mleczność)

(Szyndler-Nędzia i in., 2011). Największy udział (47,3%) w pogłowie ocenianych loch stanowi rasa PBZ, kolejną pod względem liczebności jest WBP (32,7%).

Metodyka

Material badawczy stanowiły 1624 tuczniki (PBZ x WBP x Duroc) ubite w 2020 roku w tym samym zakładzie mięsnym zlokalizowanym w południowo-wschodniej Polsce. Zimą do zakładu mięsnego zostało sprzedanych 410 szt. tuczników, wiosną 412 szt., latem 398 szt. i jesienią 404 szt. Zwierzętom w okresie odchowu i tuczu zapewniono bardzo zbliżone warunki utrzymania i żywienia. Tuczniki otrzymywały mieszanki sporządzone ze zbóż pochodzących z własnych gospodarstw oraz koncentratu wysokobiałkowego. Uboju zwierząt z wykorzystaniem oszłamiania gazowego dokonano w tym samym zakładzie mięsnym zlokalizowanym w odległości 20 km od gospodarstw. Po wykonaniu procedur typowych dla zakładu mięsnego dokonano oceny tusz za pomocą aparatu Ultra-Fom 300, firmy SFK Technology w zakresie:

- procentowej zawartości mięsa w tuszy,
- grubości mięśnia najdłuższego grzbietu, mierzonej za ostatnim żebrzem w odległości 7 cm od linii przecięcia tuszy na półtusze (M1),
- grubości mięśnia najdłuższego grzbietu między 3 i 4 żebrzem liczonym od końca (M2),
- grubości słoniny, mierzonej za ostatnim żebrzem w odległości 7 cm od linii przecięcia tusz na półtusze (S1),
- grubości słoniny mierzonej między 3 i 4 żebrzem licząc od końca (S2).

Na wadze kolejkowej w 35 min po uboju ustalono również masę tuszy ciepłej (mtc). Wyniki zostały bezpośrednio zarejestrowane przez komputer połączony z urządzeniem Ultra-Fom 300 z dokładnością do 0,1 kg. Równocześnie z pomiarem masy tuszy ciepłej i mięsności tuczników dokonano klasyfikacji tusz zgodnie z systemem SEUROP:

- S - zawartość mięsa w tuszach powyżej 60%,
- E - 55- 59,9%,
- U - 50-54,9%,
- R - 45-49,9%,
- O - 40-44,9%,
- P - poniżej 40%.

Wyniki i dyskusja

Przeprowadzone badania wykazały, że pora roku różnicowała wartość rzeźną tuczników (mięśność, grubość mięśnia najdłuższego grzbietu i grubość słoniny), bowiem tusze świń ubitych zimą były o ok. 7 kg cięższe od tusz pochodzących z uboju w lecie i o ok. 3 kg w porównaniu do tusz z wiosny i jesieni. Najwyższą mięsność (58,56%) oraz

najcieńszą słoninę (14,9 mm) stwierdzono w tuszach zwierząt ubitych zimą, natomiast najniższą mięsnością charakteryzowały się tusze świń ubitych latem (57,82%), ponadto miały najgrubsza słoninę (16,6 mm). Powyższe znalazło swoje odzwierciedlenie w najgrubszym mięśni *longissimus dorsi* mierzonym w punkcie M1 (średnio o ok. 2,6 mm) i M2 (średnio o ok. 2,8 mm). Ponadto tusze świń ubitych zimą odznaczały się najwyższym odsetkiem (78%) tusz zakwalifikowanych do najcenniejszych klas S i E. Wiele badań naukowych wskazuje, że zależność między masą tusz, a zawartością mięsa w tuszy jest odwrotnie proporcjonalna, natomiast wzrost masy świń jest wprost proporcjonalne do otluszczenia tusz i masy wyrębów zasadniczych (Piechocki i in., 1997). Lisiak i in. (2011) w swoich badaniach stwierdzili, że wraz ze wzrostem mięsności świń wzrasta ilość cennych wyrębów zasadniczych tuszy, natomiast ilość tkanki tłuszczowej w procesie wykrawania rośnie proporcjonalnie z masą tuczników. Zybert (2005) wykazał, że zwiększenie masy tuszy o każde 5 kg, przy nie uwzględnianej mięsności świń powoduje istotny wzrost zarówno cennych zasadniczych elementów rozbioru, jak i mniej wartościowych części o dużej zawartości tkanki tłuszczowej. Autor odnotował również statystycznie istotny wpływ stopnia mięsności świń na wzrost ilościowy masy mięsa w półtuszach przy równocześnie zmniejszającym się istotnie otluszczeniu tusz. Udział mięsa w półtuszy wzrosła proporcjonalnie do mięsności tusz od 50% w klasie P do 61% w klasie E. Natomiast zawartość tłuszczu dwukrotnie zmniejszyła się z 24% w klasie P do 12% w klasie E. W kolejnych badaniach Zybert i in. (2005) stwierdzili, że produkcja preferowanych przez przemysł mięsny tusz o masie 80,1 kg- 85 kg jest jak najbardziej słuszną, ze względu na zanotowany wyraźny wzrost tkanki mięśniowej w ogólnym przyroście mięsa i tłuszczu w tuszy świń, bez zależności z klasyfikacją SEUROP. Dzięki temu możliwy jest tucz przedłużony do wyższej masy tuczników, bez ujemnego spadku mięsności świń i wzrostu otluszczenia tusz, dzięki czemu przemysł mięsny może pozyskać większą ilość pełnowartościowego mięsa o niskim otluszczeniu. Według autorów efektywny tucz powinien trwać do masy tuczników ok. 110 kg przy masie tuszy 85 kg. Łyczyński i in. (2015) wykazali istotny statystycznie spadek mięsności tuczników, których masa tusz przekraczała 90 kg oraz wzrost grubości słoniny. Podobne wyniki uzyskały Koćwin-Podsiadła i in. (2002) oraz Krzęcio i in. (2004).

Zybert i in. (2015) stwierdzili, że pora roku, w której wykonano ubój w istotny sposób różnicowała mięsność tusz i grubość mięsa LD i słoniny. Najwyższą zawartość mięsa w tuszach (bez względu na masę ubojową tuczników) uzyskano w zimie i była o 1,0-1,3 punktu procentowego wyższa od zawartości mięsa w tuszach w pozostałych porach roku. Natomiast Antosik i in. (2010) odnotowali największą mięsność oraz grubość mięśnia LD w punkcie M1 u tuczników ubijanych jesienią, natomiast najniższą procentową zawartość mięsa udokumentowano wiosną. Podobne wyniki badań otrzymali Tereszkievicz i in. [2006] analizując wartość rzeźną tuczników rasy Duroc w stacjach SKURTCH.

Wnioski

Reasumując, stwierdzić należy, że najwyższą wartością rzezną charakteryzują się tusze świń (PBZ x WBP) x Duroc ubijanych zimą, ze względu na najkorzystniejsze umięśnienie i otluszczenie.

Bibliografia

- Antosik, K., Koćwin-Podsiadła, M. (2010) 'Analiza zależności między masą tuszy ciepłej a mięsnością tusz tuczników w pogłowie masowym', *Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego* 6 (4): 259- 268.
- Antosik, K., Koćwin-Podsiadła, M., Kudelska, A. (2010) 'Związek mięsności z cechami jakości tuszy tuczników pogłowia masowego, szacowanymi aparatem ULTRA FOM 300, z uwzględnieniem sezonu uboju', *Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego* 6(4): 269-276.
- Florek, M., Litwińczuk, A., Skalecki, P., Kędzierska-Matysek, M., Grodzicki, T. (2006) *Roczniki Naukowe PTZ*, 2 (4): 87-95.
- Knecht, D., Środoń, S. (2011) 'Rynek trzody chlewnej w latach 2001–2010'. *Przegląd Hodowlany* 7: 8-11.
- Koćwin-Podsiadła, M. (2002) 'Zalecenia praktyczne w doskonaleniu genetycznym jakości wieprzowiny', w: *Mat. Konf. Application of Scientific Achievements in Genetics, Reproduction and Feeding in Modern Pig Production*, Bydgoszcz: Wydawnictwo ATR, 35-41.
- Krzecio, E., Zybert, A., Antosik, K., Sieczkowska, H., Koćwin-Podsiadła, M., Kuryl, J., Pospiech, E., Łyczyński, A., Miszczuk, B. (2004). 'Culinary and technological usefulness of meat fatteners, originated from the crossbreeding of Danish Landrace gilts and Duroc boars, slaughtered at different weights', *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences* 13/54(3), 297-301.
- Lisiak, D. (2015) 'Upowszechnienie klasyfikacji EUROP tusz wieprzowych w UE', *Gospodarska mięsa* 9: 18-22.
- Lisiak, D., Grześkowiak, E., Borys, A., Borzuta, K., Strzelecki, J., Magda, F., Powalowski, K. (2011). 'Wpływ mięsności tusz wieprzowych na wydajność mięsa i tłuszczu', *Nauka Przyroda Technologie* 5(6): 113.
- Łyczyński, A., Pośpiech, E., Urbaniak, M., Frankiewicz, S. (2000). 'Cechy rzeźne świń ubijanych przy równej masie ciała', *Roczniki Naukowe Zootechniki* 6: 181-185.
- Malkowski, J., Zawadzka, D. (1995) 'Wahania produkcji trzody chlewnej w Polsce i innych krajach', *Maszynopis*, 1-36.
- Mroczek, R., Tereszczuk, M. (2014) 'Zmiany w polskim przemyśle mięsnym po przystąpieniu do Unii Europejskiej', *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu* 361: 152-161.
- Piechocki, T., Lisiak, D., Borzuta, K., Strzelecki, J. (1998) 'Results of monitoring of percentage evaluation of meat content in porcine carcasses in Poland in years 1997/98', *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences* 7/48, 4: 211-216

- Szyndler-Nedza, M., Bereta, A., Blicharski, T. (2011) 'Charakterystyka ras świń utrzymywanych w kraju-rasy mateczne', *Gospodarka Mięsna*
- Tereszkiewicz, K., Molenda, P., Ruda, M., (2006) 'Wpływ sezonu tuczu na wartość rzeźną tuczników rasy duroc ocenianych w SKURTCh'. *Materiały LXXI Zjazdu PTZ w Bydgoszczy, 18-20 września 2006 r.*, 5, 16.
- Zybert, A. (2005) *Uzysk i jakość mięsa oraz wartość handlowa tusz zróżnicowanych masą i klasą mięsności według systemu klasyfikacji EUROP*. Rozprawa doktorska. Akademia Podlaska, Siedlce.
- Zybert, A., Tarczynski, K., Sieczkowska, H., Koćwin-Podsiadła, M., Iwan, R. (2015) 'Wpływ pory roku wykonania uboju i masy tuszy cieplej na mięsność tuczników pogłowa masowego'. *Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego*, 11(2).
- Zybert, A., Koćwin-Podsiadła, M., Krzęcio, E., Sieczkowska, H., Antosik, K. (2005) 'Uzysk i procentowy udział masy mięsa i tłuszczu ogółem w półtuszy pozyskanych z rozbioru i wykrawania tusz wieprzowych zróżnicowanych masą oraz klasą mięsności według systemu klasyfikacji EUROP'. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 3(44): 254-263.

Jak cytować: Radzikowski, D., Milczarek, A. (2021). 'Wpływ pory roku na wartość rzeźną tuczników (PBZ x WBP) x Duroc pochodzących z gospodarstw zrzeszonych w grupie producenckiej', W: *I Siedleckie Forum Doktorantów*, red. D. Kaczorek, A. Smyk, Siedlce: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach, s. 135-140.



© 2021 The Author(s). This open access article is distributed under a Creative Commons Attribution (CC-BY) 4.0 license.

Katarzyna KEPKA*

(Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach, Polska)

Wykorzystanie technik cytogenetycznych jako narzędzi w ocenie zdrowotności zwierząt gospodarskich w celu poprawy jakości hodowli

Abstract: *Breeding progress is the most important aspect of breeding work. Currently, high productivity and intensive exploitation of livestock negatively affects their health, genetic resistance which makes effective animal selection more difficult. Cytogenetic analyses might become one of the tools that can facilitate breeding work and contribute to the improvement of the gene pool in breeding animal populations. The subject of cytogenetic analyses are chromosomes and their behaviour during mitotic divisions. The research carried out in this thesis will aim to present the scale of the problem, discuss types of chromosome changes (mutations and instability) in livestock breeding and analyse their possible influence on further breeding. Selected staining methods such as tests: SCE (sister chromatid exchanges), MN (micronucleus), FS (identification of breakage sites), CA (chromosome aberrations) or the SCGE technique (agarose gel electrophoresis of single cell nuclei) also known as the comet assay. These are considered to be the basic tools for cytogenetic studies and allow chromosomal abnormalities to be analysed and evaluated in breeding animals. Carrying defects of the karyotype is associated with reduced fertility and vitality and, therefore, with financial losses for breeders. Detection of these anomalies is possible using cytogenetic diagnosis. However, it is essential to improve the techniques used and to promote cytogenetic testing as part of preventive measures in the context of herd building and control, with the aim of eliminating from breeding animals with a high propensity for mutations and genetic instability.*

Key words: cytogenetics, genetics, livestock, breeding progress, chromosomal instability, genetic mutations, genetic resistance, karyotype

Wstęp

Postęp hodowlany w produkcji zwierzęcej jest możliwy dzięki odpowiednio zaplanowanej pracy hodowlanej polegającej między innymi na selekcji osobników pod kątem doskonalenia cech przyszłych pokoleń. Od tysięcy lat fundamentalną metodą doboru zwierząt była selekcja fenotypowa. Jednak, poznanie licznych i przydatnych zagadnień genetycznych umożliwiło ocenę w aspekcie genetycznym wspieraną, m.in. przez analizy cytogenetyczne (Kowalczyk i in., 2018: 37) i metody molekularne, które zaczęły być coraz częściej włączane do badań zootechnicznych, które mają na celu poprawienie jakości ho-

* ORCID iD 0000-0002-5801-4929. Wydział Agrobioinżynierii i Nauk o Zwierzętach, Instytut Zootechniki i Rybactwa; katarzyna.keпка@uph.edu.pl

dowli oraz cech użytkowych zwierząt gospodarskich. Pozwalają one między innymi na ocenę kariotypu, czyli pełnego zestawu chromosomów w komórkach somatycznych organizmu (Małuszyńska, 2007: 107) oraz identyfikację uszkodzeń w postaci mutacji chromosomowych, genowych oraz niestabilności.

Przedmiotem badań cytogenetyki są chromosomy i ich zachowanie podczas podziałów mitotycznych, identyfikowanych najczęściej w fazie metafazy. Efektem selekcji genowej i genomowej jest sprawniejsza i bardziej trafna ocena osobników co przyczynia się do polepszania hodowli i współczesnej zootechniki (Kowalczyk i in., 2018: 38).

Testy cytogenetyczne są nowoczesną i efektywną alternatywą dla drogich badań biochemicznych z krwi, które jedynie alarmują i mogą być elementem działań mających na celu ustalenie przyczyny problemów zdrowotnych, produkcyjnych lub reprodukcyjnych w stadzie.

Struktura chromosomów jest wystawiana na działanie wielu, różnorodnych czynników egzo- i endogennych, które wpływają dodatnio na powstawanie niestabilności chromosomowych. Niestabilności chromosomowe są rozumiane jako zjawisko związane z pojawianiem się zwiększonej ilości aberracji strukturalnych (delecji, inwersji, duplikacji i translokacji), złamań chromosomów, błędów pojawiających się podczas replikacji DNA, transkrypcji oraz/lub aberracji liczbowych (poliploidii lub aneuploidii), które występują w komórkach somatycznych i wpływają negatywnie na funkcjonowanie DNA (Czubaszek i in., 2014: 696).

Aberracje strukturalne chromosomów są efektem zmian w strukturze wynikających często z niepoprawnie przebiegającego procesu replikacji, bądź innych mechanizmów. Pęknięcia poprzeczne oraz utrata dalszej części tworzącej fragment acentryczny prowadzą do powstawania delecji (mutacji zazwyczaj letalnej). W momencie gdy oderwany fragment połączy się z chromosomem homologicznym dochodzi do duplikacji. Jednak, gdy połączenie zajdzie z chromosomem niehomologicznym powstaje mutacja określana jako translokacja. Zaś przy pęknięciu chromosomu w dwóch miejscach i odwróceniu powstałego odcinka tworzy się inwersja. Odchylenia liczbowe dotyczące chromosomów uważane są za mutacje. W momencie gdy w komórkach somatycznych danego zwierzęcia stwierdza się $2n-1$ (jeden chromosom istnieje pojedynczo, a inne stanowią pary - monosomik) lub $2n+1$ (jeden chromosom jest potrójny, a inne są parami - trisomik) chromosomów wówczas wymienione mutacje określa się zbiorczo aneuploidiami. Tymczasem, gdy dochodzi do zwielokrotnienia całego genomu, np. $3n$, $4n$, itd., określa się taką mutację poliploidią (Kosowska, Nowicki, 1999: 125).

Meritum badań cytogenetycznych

Istotą badań cytogenetycznych jest analiza struktury oraz funkcjonowania materiału genetycznego w komórkach. Uwzględnia się między innymi zmiany dotyczące struktury chromosomów oraz liczby, a także skutki występowania nieprawidłowości z poziomu niestabilności chromosomowych. Fundamentalnym elementem diagnostyki cytogenetycz-

nej jest ocena mikroskopowa chromosomów metafazowych lub prometafazowych (pozyskanych w wyniku hodowli limfocytów *in vitro* z limfocytów krwi) oraz barwionych odczynnikami Giemsy (Danielak-Czech i in., 2013: 58) bądź barwnikami fluorescencyjnymi.

W Polsce wzrost zainteresowania badaniami cytogenetycznymi odnotowuje się od początku lat 70. XX wieku, wraz z opracowaniem metod bawienia prążkowego chromosomów, które to pozwoliły na łatwiejszą w wykonaniu i bardziej precyzyjną ocenę tychże struktur (Kosowska, Nowicki, 1999: 134).

Obecnie zagadnienia genetyczne są coraz częściej zgłębianym tematem w kontekście hodowli zwierząt, w tym gospodarskich. W wielu europejskich krajach stworzone są systemy pozwalające na monitorowanie kariotypu rozplodników kierowanych do Stacji Hodowli i Unasienniania Zwierząt. W Polsce w Instytucie Zootechniki PIB w Balicach od 1989 roku stosowany jest monitoring, pod kątem cytogenetycznym, buhajów i knurów zarodowych. Jednak zarówno program, stosowane techniki, jak i propagowanie badań cytogenetycznych zwierząt hodowlanych wymagają dalszych działań udoskonalających (Danielak-Czech i in., 2013: 63).

Jednocześnie dąży się do uzyskania jak najlepszych efektów hodowlanych w postaci wysokiej produkcyjności i reprodukcji zwierząt. Niemniej, wysoka produkcyjność i duża eksploatacja osobników wiąże się z obniżeniem odporności genetycznej i zwiększeniem podatności na mutacje i niestabilności. Wspomniane badania cytogenetyczne pozwalają na przebadanie pod kątem cytogenetycznym i uniknięcie wykorzystywania do rozrodu zwierząt obciążonych genetycznie i mogących przekazywać wady następnym pokoleniom. Defekty genetyczne mogą wpływać na kwestie produkcyjne, rozrodcze oraz ogólną odporność zwierząt na choroby.

Badania przeprowadzone w ramach niniejszej pracy miałyby na celu przedstawienie skali problemu, omówienie rodzajów zmian chromosomowych (mutacji i niestabilności) w hodowlach różnych zwierząt gospodarskich oraz analizę możliwego wpływu na dalsze funkcjonowanie hodowli.

Niestabilności chromosomowe są jednym z rodzajów niestabilności genomowej. Powiązane są ze zmianami w informacji genetycznej w chromosomach, które mogą powodować zakłócenia na poziomie funkcjonowania komórki. Podstawowymi testami cytogenetycznymi stosowanymi do diagnostyki niestabilności chromosomowych są test wymiany chromatyd siostrzanych (SCE), test identyfikacji miejsc łamliwych (FS) (Wójcik, Szostek, 2019: 1-2), test aberracji chromosomowych (CA), test mikrojądrowy (MN) i test kometowy (SCGE).

W celu ujawnienia wszelkich zmian w DNA i chromosomach w prowadzonych badaniach cytogenetycznych analizowanych zwierząt niezbędne jest zakładanie hodowli chromosomów *in vitro* w środowisku specyficznych odczynników laboratoryjnych. Następnie analiza laboratoryjna zostanie oparta na barwieniu preparatów z pozyskanych w hodowli chromosomów różnymi technikami i testami cytogenetycznymi, a także izolacji limfocytów do testu kometowego i elektroforezie pojedynczych jąder komórkowych

w żelu agarozowym oraz mikroskopowej i statystycznej analizie i opracowaniu uzyskanych wyników badań.

Wybrane metody barwienia, np. testy SCE, MN, FS, CA czy też test kometowy uważane są za podstawowe narzędzia badań cytogenetycznych. W najlepszy sposób pozwalają na przeanalizowanie i ocenę nieprawidłowości chromosomowych u zwierząt hodowlanych.

Wymiany chromatyd siostrzanych, mikrojądra, miejsca łamliwe, aberracje czy też uszkodzenia DNA identyfikowane testem kometowym zalicza się do biomarkerów wczesnych skutków biologicznych. Są one wskaźnikami informującymi o negatywnym wpływie czynników środowiskowych, ksenobiotyków, polutantów, czynników endogennych o właściwościach mutagennych, genotoksycznych i kancerogennych dla organizmu zwierzęcego. Efekty w postaci różnorodnych form uszkodzeń materiału wywołują obniżenie czynności witalnych, fizjologicznych, anatomicznych, a nawet behawioralnych u zwierząt. Zatem ocena poszczególnych osobników pod względem cytogenetycznym pozwala na ocenę ich genetycznej odporności.

Materiały i metody

Krew obwodowa od zwierząt hodowlanych będzie pozyskiwana z gospodarstw indywidulanych z okolic Siedlec. Procedura pobierania materiału biologicznego (krwi) od zwierząt rozpoczynać się będzie od uzyskania zgody lokalnej Komisji Etycznej – zgodnie z zaleceniami Dyrektywy 63/2010/UE oraz Dz.U. RP z 2015 r. o ochronie zwierząt wykorzystywanych do celów naukowych lub edukacyjnych.

Z pozyskanej krwi zakładane będą hodowle *in vitro*, które będą inkubowane przez 3 pełne cykle komórkowe w temperaturze 38,5°C. W kolejno zachodzących po sobie cyklach komórkowych w adekwatnej godzinie dodana zostanie kolchicina do hodowli z wykorzystaniem ich do testów: wymiany chromatyd siostrzanych, miejsc łamliwych i aberracji chromosomowych. W trakcie procesu *in vitro* dodawane będą specyficzne odczynniki, tj. analogi zasad azotowych np. bromodeoksyurydina do kultur z wykorzystaniem późniejszym do testów wymian chromatyd siostrzanych, miejsc łamliwych w drugim cyklu komórkowym bądź w trzecim cyklu komórkowym. Do hodowli chromosomów z przeznaczeniem jej do testu MN w drugim cyklu komórkowym dodana zostanie cytochalazyna B mająca za zadanie blokowanie cytokinezy. Po upływie 72 godzin hodowle chromosomów przeznaczonych do testów SCE, FS, CA poddane zostaną hipotonii roztworem hipotonicznym chlorkiem potasu. Wszystkie hodowle komórkowe zostaną utrwalone utrwalaczem Carnoy (Wójcik, Sokół, 2020: 2), a w dalszej kolejności nakropione preparaty mikroskopowe.

Następnie, według ściśle określonych procedur, wykonane zostaną wybrane techniki cytogenetyczne, które jak już wcześniej wspomniano mają na celu ukazanie skali problemu związanego z różnymi rodzajami uszkodzeń DNA. Poniżej przedstawiono i omó-

wiono metody, które będą miały zastosowanie w badaniach przeprowadzanych w ramach pracy nad doniesieniami związanymi z niniejszą pracą doktorską.

Test SCE (test wymian chromatyd siostrzanych) umożliwia wykrywanie uszkodzeń jedno- i dwuniciowego DNA, które nie zostały wykryte bądź naprawione przez odpowiednie mechanizmy naprawcze np. BIR, HR, NHEJ. Do hodowli chromosomów *in vitro* dodany zostanie analog tymidyny bromodeoksyurydyna. Preparaty zostaną poddane detekcji według zmodyfikowanej metody Fluorescencja plus Giemsa według Wolff i Perry (1974: 156-158). Wyniki tego testu dostarczają informacji o poziomie wrażliwości chromosomów na szkodliwe czynniki, a także pozwalają sprawdzić skuteczność mechanizmów kontrolnych i naprawczych. Może być stosowany do oceny wpływu endogennych i egzogennych czynników genotoksycznych i mutagennych na strukturę chromatyny (Kuchta-Gładysz i in., 2015: 544). Preparaty z chromosomami mitotycznymi uzyskane zostaną z hodowli *in vitro* limfocytów krwi obwodowej dodatkiem 5-bromodeoxyuridine dozowanym w drugim cyklu komórkowym. Preparaty zostaną poddane detekcji według zmodyfikowanej metody Fluorescencja plus Giemsa według Wolff i Perry (1974: 156-158). Barwienie preparatów mikroskopowych obejmować będzie: trawienie RNazą, inkubację w roztworze 0.5×SSC z roztworem Hoechst'a, naświetlanie promieniami UV, inkubację w temperaturze 4°C, a następnie inkubację w temperaturze 58°C. Po wykonanej obróbce przygotowanych preparatów, następowało barwienie Giemsa. Od każdego badanego osobnika przeanalizowane zostanie po 20 metafaz, zliczając wybarwione wymiany chromatyd siostrzanych (Wójcik i in., 2018: 819-820).

Analizie poddane zostaną także miejsca łamliwe (FS), które powstają spontanicznie lub po indukcji w wyniku zakłóceń w procesie replikacji, błędów replikacji oraz opóźnień w tym procesie. Mogą one być skutkiem zwiększenia liczby złamań spowodowanych wzrostem powtórzeń nukleotydowych wynikających z ekspansji powtórzeń sekwencji CGG i AT, mogących tworzyć drugorzędowe struktury, takie jak spinki, które blokują postęp na widelkach replikacyjnych (rzadkie miejsca łamliwe) bądź reprezentują składnik normalnej struktury chromosomu i nie są wynikiem powtórzeń nukleotydowych (pospolite miejsca łamliwe). Łamliwe miejsca pojawiające się po indukcji są przyczyną delecji, translokacji, duplikacji, inwersji, rearanżacji i amplifikacji genów. Ilość miejsc łamliwych powiązana jest z zaburzeniami zachowania, zmianami neurodegeneracyjnymi, zaburzeniami procesów rozrodczych i karcynogenezą. Preparaty zostaną poddane detekcji według zmodyfikowanej metody Fluorescencja plus Giemsa według Perry i Wolff (1974: 341-353).

Przebieg czynności obejmować będzie: inkubację w roztworze Hoechst, naświetlanie promieniami UV, inkubację w 2xSSC i barwienie Giemsa. Od każdego osobnika zostanie przeanalizowane po 20 metafaz. Identyfikowane będą pęknięcia chromatydowe, przerwy chromatydowe i złamania chromosomów (Wójcik i in., 2018: 820).

Chemiczne modyfikacje chromatyny wynikające z działania egzogennych lub endogennych czynników genotoksycznych destabilizujących strukturę chromatyny wykrywane są kolejną, wartą uwagi metodą - testem SCGE (test kometowy). Pozwala ona na iden-

tyfikację jednoniciowych i dwuniciowych pęknięć DNA oraz wszelkich modyfikacji enzymatycznych (uszkodzenia oksydacyjne) oraz chemicznych (miejsca apurynowe, niestabilne addukty), które mogą przekształcić się w pęknięcia. Test kometowy umożliwia wykrycie uszkodzeń DNA na poziomie pojedynczej komórki, określenie wrażliwości na dany czynnik genotoksyczny oraz ocenić sprawność naprawy uszkodzeń (Czubaszek i in., 2014: 696). Test ten wykonany będzie na limfocytach krwi według zmodyfikowanej techniki SCGE (single cell gel electrophoresis) (Singh i in., 1988: 184-191).

Komórki limfocytów zawieszane będą na szkiełkach podstawowych pokrytych warstwą 0,5% żelu agarozowego o normalnej temperaturze topnienia zatopionych w dwuwarstwowym 0,5% żelu agarozowym o niskiej temperaturze topnienia. Następnie preparaty poddane będą lizie alkalicznej w celu uwolnienia DNA z komórki i usunięcia białek. Kolejnymi etapami będą: denaturacja alkaliczna w roztworze elektroforetycznym, elektroforeza, neutralizacja oraz barwienie barwinkiem fluorescencyjnym. Integralność DNA komórek oceniona zostanie na podstawie procentowej zawartości DNA jądrowego w głowie (Head DNA [%]) i ogonie (Tail DNA [%]) komety oraz wartości współczynnika Tail Moment (TM) (Wójcik, Sokół, 2020: 3).

Mikrojądra pojawiają się, gdy cały chromosom lub fragment chromosomu nie migruje z jednym z dwóch jąder potomnych utworzonych podczas mitozy (Filippi i in., 2018: 234). Test mikrojądrowy (MN) jest szeroko stosowany przy ocenie uszkodzeń cytogenetycznych wywołanych czynnikami chemicznymi lub fizycznymi (Arslan, Parlak, 2017: 1). W doświadczeniu zastosowany będzie wariant techniki mikrojądrowej z blokowaniem cytokinezy przez cytochalazynę B. Cytochalazyny są to związki organiczne wykazujące działanie plejotropowe na komórki, oddziałują one z cytoszkieletem aktynowym. Dzięki czemu uzyskane w hodowli komórki będą posiadały dwa jądra komórkowe. Technika ta umożliwia porównanie stopnia uszkodzenia materiału genetycznego pomiędzy populacjami komórek, które różnią się kinetyką podziałów. Test ten zostanie wykonany według procedury Słoniny i Gasińskiej oraz Fenech (Słonina, Gasińska, 1997: 693-701; Fenech, 2000: 81-95).

Od każdego osobnika przanalizowane będzie po 500 komórek BNC, w tym udział komórek dwujądrzastych z mikrojądrami (%BM+MN). Identyfikowana będzie liczba mikrojąder zawierających: uszkodzone fragmenty chromosomów, chromosomy acentryczne, dicentryczne, chromosomy, które nie będą w stanie przemieścić się do biegunów wrzeczona podziałowego podczas mitozy (Kuchta i in., 2020, e13440).

Kolejną kwestią poddaną analizie są aberracje, które są następstwem nieprawidłowo naprawionych złamań podwójnej nici DNA. Konsekwencją tego mogą być błędnie połączone złamane końce dwóch różnych chromosomów. Taki rodzaj rekombinacji jest istotnym mechanizmem genetycznym, który może doprowadzić do patologicznych procesów w komórce, na przykład transformacji nowotworowej (Błaszczuk, 2017: 162). Mogą następować w wyniku działania czynników genotoksycznych i prowadzić do obniżenia wskaźników rozrodczych lub wad rozwojowych u bydła (Kozubska-Sobocińska, Danielak-Czech, 2017: 451). Identyfikacja aberracji zostanie wykonana techniką GTG (Seabrigt

1972: 971-972), czyli techniką barwienia prążków przy pomocy barwnika Giemsy i trypsyny.

Prążki G, które powstają w wyniku trawienia enzymem – trypsyną i zabarwiania barwnikiem Giemsy umożliwiają na pozyskanie obrazu ułożonych naprzemiennie jasnych i ciemnych prążków (Macheta, Chocholska, Podhorecka, 2015: 478). Wzór prążkowy, który jest wyznaczany położeniem określonych prążków w ramieniu chromosomu jest swoisty i stały dla poszczególnych par chromosomów homologicznych. Wzór ten może być pomocny w klasyfikacji oraz analizowaniu chromosomów pod kątem zmian w ich budowie (Kosowska, Nowicki, 1999: 19).

Do analizy mikroskopowej zastosowany zostanie mikroskop fluorescencyjny Olympus BX50. Wygenerowanie obrazów z mikroskopu będzie możliwe dzięki zsynchronizowanej kamerze cyfrowej ProgRes® CF^{cool} firmy Jenoptic. Analiza chromosomów i obróbka komputerowa dokonane będą przy pomocy specjalistycznego programu Multi-Scan firmy Computer Scanning System, który współpracuje ze środowiskiem Windows i z programami pakietu Office. Podczas realizowania projektu obrazy komety będą analizowane za pomocą programu CASP w wersji 1.2.2.

Ostatnim etapem będzie analiza statystyczna, która będzie wykonywana za pomocą programu STATISTICA (Wójcik, Sokół, 2020: 3). Analiza, jak i interpretacja wyników będzie odbywać się z uwzględnieniem najnowszych doniesień naukowych – zarówno polskich, jak i zagranicznych. Pod uwagę zostaną wzięte skutki występujących zmian chromosomowych oraz uszkodzeń DNA oraz ich wpływ na produktywność i reprodukcję stad hodowlanych.

Zakończenie

Wprowadzenie badań cytogenetycznych, do oceny zwierząt w hodowli przynosi uwiarygodnienie oceny genetycznej oraz może korzystnie wpływać na polepszenie jakości puli genetycznej oraz wsparcie dla postępu hodowlanego, na przykład w postaci programów zakładających polepszenie odporności genetycznej.

Nosicielstwo wad kariotypu wiąże się z obniżeniem płodności i innymi niepożądanymi cechami, a tym samym ze stratami finansowymi dla hodowców. Wykrycie tychże anomalii możliwe jest za pomocą diagnostyki cytogenetycznej. Monitoring cytogenetyczny pozwala na szybkie wykrycie oraz eliminowanie rozpowszechniania się w stadach wad genetycznych oraz budowaniu populacji o wysokiej odporności genetycznej (Danielak-Czech i in., 2013: 63).

Jednakże niezbędne jest udoskonalanie stosowanych technik oraz rozpropagowywanie badań cytogenetycznych jako elementu działań profilaktycznych w kontekście budowania oraz kontrolowania stada w celu eliminacji z rozrodu zwierząt o wysokiej skłonności do występowania mutacji i niestabilności genetycznych. Prowadzenie licznych badań i eksperymentów z niniejszej tematyki pozwoli na przedstawienie skali problemu wystę-

powodzenia anomalii genetycznych oraz poszukiwaniu działań zapobiegających i eliminujących wspomniane problemy hodowlane.

Bibliografia

- Arslan, O.C., Parlak, H. (2017) 'Micronucleus Test Good Biomarker for Determination of Genetic Changes in Aquatic Organism', *Journal of Aquatic Pollution and Toxicology* 3(18): 1.
- Błaszczuk, A. (2017) 'Lokalizacja chromosomów w jądrze komórkowym i jej zmiany związane z transkrypcją i uszkodzeniami DNA', *Postępy Biologii Komórki* 44(2): 162.
- Czubaszek, M., Szostek, M., Wójcik, E., Andraszek, K. (2014) 'Test kometowy jako metoda identyfikacji niestabilności chromosomów', *Postępy Higieny i Medycyny Doświadczalnej* 68: 696.
- Danielak-Czech, B., Kozubska-Sobocińska, A., Rejdach, A. (2013) 'Diagnostyka cytomolekularna w nowoczesnej hodowli zwierząt gospodarskich', *Wiadomości Zootechniczne* 51(4): 58, 63.
- Fenech, M. (2000) 'The in vitro micronucleus technique', *Mutation Research* 455: 81-95.
- Filippi, S., Meschini, R., Spognardi, S., Papetti P., Angeletti D. (2018) 'Genetic effects in *Helix aspersa* near a coal plant revealed by the micronucleus test', *Ecotoxicology* 27: 234.
- Kosowska, B., Nowicki, B. (1999) *Genetyka weterynaryjna*, Warszawa, Wydawnictwo Lekarskie PZWL.
- Kowalczyk, M., Szabelak, A., Dylewska, M., Jakubczak, A. (2018) 'Markery molekularne wykorzystywane w selekcji zwierząt hodowlanych', *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 592: 37, 38.
- Kozubska-Sobocińska, A., Danielak-Czech, B. (2017) 'Zasadność systematycznej oceny kariotypu bydła kwalifikowanego do rozrodu', *Medycyna Weterynaryjna* 73(8): 451.
- Kuchta-Gładysz, M., Wójcik, E., Slonina, D., Grzesiakowska, A., Otwinowska-Mindur, A., Szeleszczuk, O., Niedbała, P. (2020) 'Determination of cytogenetic markers for biological monitoring in coypu (*Myocastor coypu*)', *Animal Science Journal* 91: e13440.
- Kuchta-Gładysz, M., Wójcik, E., Szeleszczuk, O., Niedbała, P., Tyblewska, K. (2015) 'Spontaneous sister chromatid exchange in mitotic chromosomes of the chinchilla (*Chinchilla lanigera*)', *Canadian Journal of Animal Science* 95: 544.
- Macheta, A., Chocholska, S., Podhorecka, M. (2015) 'Metody genetyczne w diagnostyce hematologicznej', *Postępy Higieny i Medycyny Doświadczalnej* 69: 478.
- Małuszyńska, J. (2007) 'Zobaczyć gen, chromosom i genom – czyli badania cytogenetyki molekularnej', *Nauka* 4: 107.
- Perry, P., Wolff, S. (1974) 'New Giemsa method for the differential staining of sister chromatids', *Nature* 251: 156-158.
- Seabright, M. (1972) 'A rapid banding technique for human chromosomes', *Lancet* 2: 971-972.
- Singh, N.P., McKoy, M.T., Tice, R.R., Schneider, E.L. (1988) 'A simple technique for quantitation of low levels of DNA damage in individual cells', *Experimental Cell Research* 175: 184-191.

- Ślonina, D., Gasińska, A. (1997) 'Intrinsic radiosensitivity of healthy donors and cancer patients as determined by the lymphocyte micronucleus assay'. *International Journal of Radiation of Biology* 726: 693-701.
- Wolff, S., Perry, P. (1974) 'Differential Giemsa staining of sister chromatids and the study of sister chromatid exchanges without autoradiography', *Chromosoma* 48: 341-353.
- Wójcik, E., Sokół, A. (2020) 'Assessment of chromosome stability in boars', *PLoS ONE* 15(4): 2-3.
- Wójcik, E., Szostek, M. (2019) 'Assessment of genome stability in various breeds of cattle', *PLoS ONE* 14(6): 1-2.
- Wójcik, E., Szostek, M., Horoszewicz, E., Kot, E., Sebastian, S., Smalec, E. (2018) 'Analysis of chromatin instability of somatic cells in sheep', *Canadian Journal of Animal Science* 98: 819-820.

Jak cytować: Kępka, K. (2021). 'Wykorzystanie technik cytogenetycznych jako narzędzi w ocenie zdrowotności zwierząt gospodarskich w celu poprawy jakości hodowli', W: *I Siedleckie Forum Doktorantów*, red. D. Kaczorek, A. Smyk, Siedlce: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach, s. 141-149.



© 2021 The Author(s). This open access article is distributed under a Creative Commons Attribution (CC-BY) 4.0 license.

Magdalena CIOŁĘK*

(Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach, Polska)

Wpływ różnych czynników na dobrostan bydła mlecznego

Abstract: *Animal welfare directly or indirectly adjusts the productivity and healthiness of livestock and affects the quality of animal products. In order to raise livestock, it is necessary to provide the rearing conditions that satisfy their biological and behavioural needs, and the animals will adapt without any problems to changes in the environment. The allusive nature of the concept of welfare raises the problem of objective criteria for its assessment, for which purpose the widest possible range of indicators should be used. The most commonly used indicators are physiological (body temperature, blood indices, heart rate and blood pressure), behavioural (the behaviour of animals under certain environmental conditions), production and health (condition, appearance of the animal, reproduction, injuries, mortality, morbidity, productivity).*

Key words: Factors, animals welfare, dairy cows, housing system, physiological indicators, cow productivity

Dobrostan zwierząt w sposób bezpośredni lub pośredni dostosowuje produktywność i zdrowotność zwierząt gospodarskich i wpływa na jakość produktów pochodzenia zwierzęcego (Broom, 1986; Kołacz, 1999; Kołacz i in., 2003). Móc hodować zwierzęta gospodarskie należy zapewnić im takie warunki chowu, które będą zaspokajać ich potrzeby biologiczne i behawioralne, a zwierzęta będą się adaptowały bez żadnych problemów do zmian zachodzących w środowisku. Aluzyjność pojęcia dobrostanu stwarza problem obiektywnych kryteriów jego oceny, w tym celu należy wykorzystywać możliwie szeroki wachlarz wskaźników. Do najczęściej wykorzystywanych zalicza się wskaźniki fizjologiczne (temperatura ciała, wskaźniki krwi, tętno oraz ciśnienie krwi), behawioralne (zachowanie zwierząt w określonych warunkach środowiska), produkcyjne oraz zdrowotne (kondycja, wygląd zwierzęcia, rozrodczość, uszkodzenia ciała, śmiertelność zachorowalność, produktywność). Założenia dobrostanu jest zapewnienie odpowiednich warunków utrzymania zwierząt w budynkach inwentarskich, oraz optymalnych warunków środowiskowych. Dlatego ważną grupą wskaźników oceny poziomu dobrostanu zwierząt są wskaźniki uzupełniające dotyczące rozwiązań techniczno-technologicznych budynków inwentarskich, takich jak: rodzaj podłogi, dostępna powierzchnia oraz produkt ściółkowy, sposób ograniczania swobody zwierząt oraz mikroklimat pomieszczeń inwentarskich (Kołacz, 1999; Kołacz i in., 2003).

* ORCID iD 0002-1940-5775. Wydział Agrobioinżynierii i Nauk o Zwierzętach, Instytut Zootechniki i Rybactwa; madzia00444@interia.pl

Człowiek udomawiając zwierzęta przyjął na siebie obowiązki związane z obowiązkiem zapewnienia im opieki i odpowiedzialności za ich bezpieczeństwo. Do tej pory użytkowania gospodarczego zwierząt zasady i relacje między hodowcami, a zwierzętami ulegały dużym zmianom. Osiągnięto bardzo spory postęp genetyczny, zmieniły się wyniki produkcyjne, uzyskując często poziom uznawany za granicę fizjologiczną możliwości zwierząt. Pojawiły się zarzuty, że wysokie efekty produkcyjne w produkcji zwierzęcej zostały uzyskane bez właściwej dbałości o prawa zwierząt (Walczak, 2005). Kwestionowanie, co do stosowania cywilizowanych metod użytkowania zwierząt nasiliły się w okresie popularyzacji tzw. przemysłowych systemów produkcji zwierząt, stały jedynie na maksymalizację wskaźników produkcyjnych, opanowaniu funkcji zysku. Powszechne stosowanie bardzo intensywnych technologii produkcji spotkało się z ostrą krytyką ze strony opinii publicznej w formie zarzutów, że zwierzęta utrzymywane w fermach przemysłowych narażone są na ból, choroby, cierpienie, brak zaspokojenia potrzeb behawioralnych oraz niehumanitarne traktowanie (Grandin, 2003; Grandin, 2010). Brak akceptacji przez konsumentów dla stosowanych metod produkcji oraz produktów uzyskiwanych tymi metodami przyczyniło się do upowszechnienia modeli produkcji, których podstawową normą jest przestrzeganie zasad dobrostanu. W polskiej literaturze naukowej pojęcie dobrostanu pojawiło się na początku lat dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku jako odpowiednik angielskiego terminu welfare (Molak- Rawlikowski i in. 2010; Eempel, 1996; Jezierski 2010).

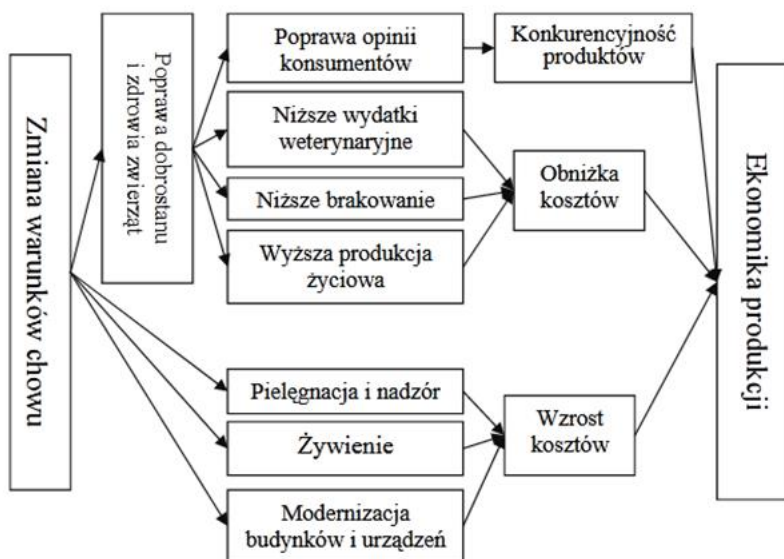
Hughes (1976) określa dobrostan jako stan zdrowia fizycznego i psychicznego osiągnięty w warunkach pełnej harmonii ustroju w jego środowisku. Sainsbury (1983) uważa, że dobrostan stanowi zespół warunków pokrywających potrzeby biologiczne i behawioralne organizmu, co umożliwia pełne uzewnętrznienie możliwości genetycznych. Zgodnie z najnowszymi tendencjami pojęcie dobrostanu nie ogranicza się jedynie do zapewnienia zwierzętom komfortu fizycznego i biologicznego, ale uwzględnia również ich stan i odczucia psychiczne. Dlatego należy zgodzić się z Herbutem i Walczakiem (2006), którzy utożsamiają dobrostan z zapewnieniem zwierzętom gospodarskim stanu kompletnego fizycznego i psychicznego zdrowia, gdzie zwierzę pozostaje w harmonii z otaczającym go środowiskiem. Trudności występujące we właściwej interpretacji oraz znalezienia obiektywnego i mierzalnego (Jezierski, 2010) wskaźnika dobrostanu, według Jezierskiego (2010) są związane z subiektywnymi odczuciami ludzi, którzy mają skłonność do oceniania tego, co dobre, a co złe przez pryzmat własnych odczuć. Priorytetowe oraz najważniejsze założenia dobrostanu zostały przedstawione w opracowanym przez brytyjskich specjalistów w Kodeksie Dobrostanu Zwierząt Gospodarskich.

Aspekty ekonomiczne i produkcyjne - dobrostan zwierząt

Konsumenci mają znaczny wpływ na kształt procesu wytwarzania produktów zwierzęcych przez robienie codziennych zakupów. Wybierając produkty wyprodukowane z zachowaniem norm dobrostanu zwierząt, przyczyniają się do popularyzacji takiego systemu produkcji (Sandoe i in., 2008). Istnieje aspekt marketingowy – opinia publiczna ma

spory wpływ na rozwój rynku tych produktów (Walczak, 2005). Można jednak stwierdzić, iż wiedza konsumenta na temat dobrostanu zwierząt gospodarskich jest nieznana (Jaśkowski, 1983).

Systemy chowu zwierząt uwzględniające ich dobrostan mogą sprzyjać zyskom ekonomicznym nie tylko z uwagi na ilościowy wzrost produkcji, lecz także z tytułu wzrostu uzyskiwanych cen. Ilościowy wzrost produkcji uzyskuje się dzięki pełnemu wykorzystaniu potencjału biologicznego zwierząt (Kołaczkowski, 2006). Z punktu widzenia wydajności mlecznej w pierwszej fazie laktacji wskazane jest uwięziowe utrzymywanie krów, w kolejnych fazach laktacji lepsze wyniki uzyskuje się w przypadku systemu wolnostanowiskowego (Lasek i in., 2004). W Europie Zachodniej produkty pochodzące z hodowli o podwyższonym poziomie dobrostanu zwierząt uzyskują wyższą cenę, co wynika m.in. z ich lepszych parametrów technologicznych i wyższej trwałości (Kołaczkowski, 2000). „Obserwowane obecnie dążenie do zapewnienia dobrostanu zwierzętom gospodarskim wywodzi się przede wszystkim z przesłanek moralnych”, tymczasem dążenie to ma swoje konsekwencje ekonomiczne – pozytywne i negatywne.



Rysunek 1. Wpływ dobrostanu zwierząt na ekonomikę produkcji (Walczak, 2005)

Bydło mleczne jest gatunkiem stadnym i najlepiej czuje się w stałych grupach. Zmiana składu stada powoduje konieczność ustalenia nowej hierarchii, czego efektem jest często spadek produktywności krów wprowadzonych do nowej grupy, który trwa od kilku dni do dwóch tygodni (Walczak, 2005).

Mikroklimat oraz system utrzymania zwierząt

Pod wpływem niekorzystnych czynników środowiska następują zmiany w procesach psychicznych uzewnętrzniające się w różnego rodzaju zachowaniach zwierząt. Zmiany mogą przybierać formy patologiczne, a jednymi z nich są stereotypie. Są one prostymi, rytmicznie powtarzаныmi czynnościami pozbawionymi widocznego celu. Nie prowadzą one do zaspokojenia fizjologicznych potrzeb organizmu. Duże wyniki produkcyjne zwierząt, takie jak: dzienne przyrosty masy ciała, mleczność, nieśność, wykorzystanie paszy oraz wskaźniki rozrodcze, osiągnęły poziom często uznawany za granicę fizjologiczną (Śloniewski, 2005). W strefie produkcji zwierzęcej granica ta powinna być wyznaczana przez kryterium, jakim jest dobrostan zwierząt. Zmiany, wprowadzono na poziomie produkcyjnym, miały również dotyczyć bydła, w tym krów mlecznych (Kończak, 2006; Solan, 2007a). Obserwuje się intensywny wzrost mleczności krów, zwłaszcza w krajach zachodnich, gdyż wraz ze zmianą genotypu zmienił się także system utrzymania oraz żywienia.

Temperatura jest jednym z najważniejszych czynników kształtujących mikroklimat pomieszczeń inwentarskich i jest szczególnie ważna w przypadku utrzymania bydła mlecznego. Optymalne wartości temperatury dla krów mlecznych powinny kształtować się minimalnie na poziomie 6°C dla krów w oborze, zaś 16°C w przypadku krów w porodówce, natomiast jej optymalne wartości wynoszą odpowiednio 8–16°C oraz 16–20°C (Armstrong i Carmel, 1989; Close, 1989; Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi, 2003). Prawidłowa wartość wilgotności względnej powietrza w budynkach oraz pomieszczeniach inwentarskich powinna wynosić 60–80%. Temperatura i wilgotność powietrza tworzą ze sobą układy termiczno-wilgotnościowe, które w sposób bezpośredni wpływają na wysokość produkcji mlecznej u krów.

Zadaniem wentylacji powinno być usunięcie zarówno nadmiaru gazów z powietrza, jak i nieprzyjemnego zapachu, pary wodnej wydychanej przez zwierzęta oraz parującej z powierzchni np. ścian, a także doprowadzenie świeżego powietrza z zewnątrz budynku. Wymiana powietrza jest szczególnie ważna przy utrzymywaniu krów mlecznych. Dla tej grupy zwierząt jej wielkość powinna kształtować się na poziomie 90 m³/1 szt./h w okresie zimowym, natomiast w okresie letnim 350–400 m³/1 szt./h. W pomieszczeniach inwentarskich dla bydła mlecznego dopuszczalne stężenia zanieczyszczeń gazowych wynoszą: dla dwutlenku węgla – 3000 ppm, siarkowodoru – 5 ppm, amoniaku – 20 ppm. (Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi, 2003).

W systemie utrzymania krów mlecznych ważną rolę pełnią dwa sposoby: system wolno-stanowiskowy oraz uwięziowy (Kaczor, 2005; Solan, 2007b). Od sposobu utrzymywania krów zależą uzyskiwane później efekty produkcyjne. W systemie wolnostanowiskowym krowy mają możliwość swobodnego poruszania się wewnątrz budynku inwentarskiego. W tym systemie wyróżnia się następujące rodzaje utrzymania: w boksach, komboksach (najczęściej zalecane), na głębokiej ściółce oraz w kojach samoczyszczących ze spadkiem. Mają one wydzielone obszary wypoczynkowe, paszowe oraz udojowe. Miejsce w bezpośrednim sąsiedztwie przebywania krów mlecznych jest kwestią niezwykle

istotną, gdyż są to zwierzęta charakteryzujące się bardzo silną potrzebą przyjmowania pozycji leżącej.

W boksach ze zbyt małym spadkiem ku tyłowi (2%) krowy mogą nadmiernie przesuwac się do przodu, dlatego spadek ten powinien wynosić 4%. Uważa się, że twarda podłoga w boksie stanowi dla krów mlecznych nadmierne obciążenie i zwiększa ryzyko wystąpienia urazów uciskowych. Właściwą termoregulację zapewniają podłoga miękkie.

Stres cieplny u krów – a płodności

U krów narażonych na działanie wysokiej temperatury otoczenia obserwowano znaczące obniżenie wskaźnika zacięć, zmniejszenie liczby inseminacji w przeliczeniu na krowę, podwyższoną częstość wczesnej śmiertelności zarodkowej oraz przedłużenie przestoju poporodowego i okresu międzywycieleniowego (Hansen i in., 2001; Wolfenson i in. 1997; Wolfenson i in., 1975). Słabiej wyrażone objawy rui utrudniają jej rozpoznanie (Hansen i in., 2001). Thather i Collier (1986) donoszą, że odsetek niedostrzeżonych rui u krów mlecznych na Florydzie wynosił 75, podczas gdy zimą nie przekraczał 50. Bardziej szczegółowe badania ultrasonograficzne jajników wykazały równocześnie zaburzenia wzrostu pęcherzyków podczas cyklu rujowego, zmniejszenie średnicy pęcherzyka dominującego pierwszej fali oraz opóźnioną owulację pęcherzyka dominującego drugiej fali (Wolfenson i in., 1995; Wilson i in., 1998). Wymienione zaburzenia płodności nazywane są przez niektórych tzw. letnią niepłodnością krów (Thomson i in., 1996).

Bibliografia

- Amstrong, B., Carmel, J.P. (1989) 'Review of some developments in animal housing systems – pig and poultry'. *Brit. Vet. J.* 145: 21–24.
- Broom, D. M., (1986) 'Indicators of poor welfare'. *British veterinary journal* 142: 524–526.
- Close, W.H., (1989) 'The influence of the thermal environment on the voluntary food intake of pigs'. *Occ. Pub. Brit. Soc. Anim. Prod.* 13: 87–96.
- Eempel, W., (1996) 'Dobrostan zwierząt' *Życie Weterynaryjne* 3, 65–67.
- Hansen, P.J., Drost, M., Rivera, R.M., Paula-Lopes, F.F., Al-Katanani, Y.M., Krininger, III.C.E., Chase, C.C., (2001) 'Adverse impact of heat stress on embryo production causes and strategies for mitigation'. *Theriogenology* 55: 91–10.
- Kolacz, R., Bodak, E., (1999) 'Dobrostan zwierząt i kryteria jego oceny'. *Medycyna weterynaryjna* 3: 147–154.
- Kolacz, R., Dobrzański, Z., (2006) *Higiena i dobrostan zwierząt gospodarskich*. Wydawnictwo AR Wrocław.
- Grandin, T., (2003) 'The welfare of pigs during transport and slaughter' *Pig News and Information* 24(3): 83–90.
- Grandin, T., (2010) 'Auditing animal welfare at slaughter plants'. *Meat Science* 86 (1): 56–65.

- Herbut, E., Walczak, J., (2006) 'Rola dobrostanu w produkcji zwierzęcej' *Przegląd Hodowla-
ny* 9: 2-8.
- Jaśkowski, J.M. (1983) 'Płodność krów w roku mokrym i suchym' *Medycyna Wet.*, 39:
617-621.
- Jaśkowski, J.M., Znaniecki, R., Zbylut S. (1996) 'Seasonal results of transfer of fresh and
frozen embryos and the effectiveness of superovulation in cows' *Bull. Vet. Inst. Pulawy* 40:
45-48.
- Jezierski, T. (2010) 'Współczesne technologie produkcji zwierząt a dobrostan i zdrowie
zwierząt' *Wies Jutra* 1: 27-28.
- Kolacz, R. (2000) *Standardy higieniczne, dobrostan zwierząt oraz ochrona środowiska w produkcji
zwierzęcej w świetle przepisów UE*. Fundacja na rzecz Edukacji i Doradztwa Rolniczego oraz
Gospodarki Przestrzennej „FUNDAR”, Wrocław.
- Kolacz, R. (2006) 'Dobrostan zwierząt a postęp genetyczny' *Prz. Hod.* 9: 8-11.
- Lasek, A. i in. (2004) 'Wpływ systemów utrzymania krów na wydajność w szczytowym
okresie laktacji i całej laktacji'. *Wiadomości Zootechniczne XLII* (4): 9-15.
- Malak-Rawlikowska, A., Gębska, M. (2010) 'Postrzeganie dobrostanu zwierząt
przez uczestników łańcucha żywnościowego w wybranych krajach Unii Europejskiej
i w Polsce' *Roczniki Nauk Rolniczych, Seria G*, T. 97 (4): 135-148.
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 2 września 2003 r. w sprawie
minimalnych warunków utrzymywania poszczególnych gatunków zwierząt gospodarskich
(1629). Dz. U. 03. 107. 1629.
- Sandoe, P., Christiansen, S.B. (2008) *Ethics of animal use*, Copenhagen: Blackwell Publishing.
- Słoniewski, K. (2005) 'Wpływ poziomu dobrostanu na uzyskane wyniki oraz efektywność
ekonomiczną produkcji mleka i wołowiny', w: *Bydło – dobrostan w warunkach utrzymania*, red.
J. Walczak, Kraków: Wydawnictwo. Instytutu Zootechniki, 92-94.
- Solan M. (2007a) 'Nowoczesność na usługach hodowcy' *Raport Rolny* 9 (74): 30-31.
- Solan M. (2007b) 'Wolne stanowiska w oborze' *Raport Rolny* 6 (71): 52-53.
- Thather, W.W., Collier, R.J. (1986) 'Effects of climate on bovine reproduction', w: *Current
Therapy in Theriogenology: diagnosis, treatment and prevention of reproductive disorders in small and large
animals*, red. D.A. Morrow, Philadelphia: Saunders, 301-309.
- Thompson, J.A., Magee, D.D., Tomaszewski, M.A., Wilks, D.L., Fourdiane, R.H. (1996)
'Management of summer infertility in Texas holstein dairy cattle'. *Theriogenology* 1996(46):
547-558.
- Walczak, J. (2005). *Dobrostan bydła a warunki ich utrzymania*, Wydawnictwo Instytutu Zoo-
techniki, Kraków.
- West, J.W. (2003) 'Effects of Heat-Stress on Production in Dairy Cattle'. *Journal of Dairy
Science*, 86: 2131-2144
- Wilson, S.J., Kirby, C.J., Koenigsfeld, A.T., Kisler, D.H., Lucy, M.C. (1998) 'Effects of
controlled heat stress on ovarian function of dairy cattle'. 2. *Heifers. J. Dairy Sci.* 81: 2132-
2138

Wolfenson, D., Lew, B.J., Thatcher, W.W., Graber, Y., Meidan, R. (1997) 'Seasonal and acute heat stress effects on steroid production by dominant follicles in cows'. *Anim. Reprod. Sci.* 47: 9–19.

Wolfenson, D., Thatcher, W.W., Badinga, L., Savio, J.D., Meidan, R., Lew, E., Braw-Tal, R., Berman, A. (1995) 'Effects of heat stress on follicular development during the estrus cycle in lactating dairy cattle'. *Biol. Reprod.* 51: 1106–1113

Jak cytować: Ciolek, M. (2021). 'Wpływ różnych czynników na dobrostan bydła mlecznego', W: *I Siedleckie Forum Doktorantów*, red. D. Kaczorek, A. Smyk, Siedlce: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach, s. 151-157.



© 2021 The Author(s). This open access article is distributed under a Creative Commons Attribution (CC-BY) 4.0 license.

Paulina GAJOWNIK*

(Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach, Polska)

Smart farming, czyli wykorzystanie nowoczesnych technik w gospodarstwie rolnym

Abstract: *The modern technologies that have appeared on the agricultural market in recent years are competing among themselves with the offered solutions. Innovation can be understood in many ways. It can be related to new and improved products, processes, techniques and technologies, services or their adaptation to new requirements, e.g. environmental. An essential driver of successful innovation in today's world is the interaction between farmers, academic researchers and advisors. The importance of cattle breeding and interest in milk production is increasingly influencing farm development. In Poland, over the years, specialised dairy farms have been striving to improve milk quality, reduce costs and increase productivity based on healthy and affordable feed of high quality.*

Key words: smart farming, thermal imaging camera, dairy cattle, farm, cow feeding

Rolnictwo precyzyjne to nic innego jak praca wspomagana komputerami oraz GPS, która polega na zbieraniu danych z pola i z zabiegów, jakie na nim wykonujemy – wyniki planowania na każdym m², zawartość makro i mikro składników w glebie oraz jej skanowanie. Na podstawie tych informacji, określamy precyzyjnie części pola, które mogą wydać lepszy plon i odpowiednio dostosowujemy do niego wyższe nawożenie i intensywniejszą ochronę roślin, natomiast te, które mają mniejszy potencjał plonotwórczy – otrzymują odpowiednio mniej.

Przeprowadzone badanie wstępne zostało wykonane w roku 2019 i rozpoczęło się od inwentaryzacji stanu obecnego gospodarstwa.

Nowoczesne rolnictwo dzisiaj, tak jak inne dziedziny gospodarki, musi opierać się na fachowej wiedzy i wdrażać nowe technologie pozwalające na opłacalność produkcji w gospodarstwie. Wykorzystanie aplikacji terenowych, daje możliwość kontrolowania środków chemicznych oraz nawozów w miejscu gdzie to jest niezbędne w ilości, jaka jest konieczna. Takie postępowanie jest naczelną zasadą rolnictwa precyzyjnego.

W dzisiejszych czasach można zaobserwować ewolucję w zakresie udostępniania gotowych narzędzi do szybkiego tworzenia aplikacji. Takie rozwiązanie pozwala na stworzenie programu za pomocą przygotowanych szablonów i kreatorów. Opracowanie koncepcji aplikacji dla rolników będzie przedstawiona podczas prezentacji. Pierwszym etapem

* ORCID iD 0000-0002-6861-352X. Wydział Agrobioinżynierii i Nauk o Zwierzętach, Instytut Zootechniki i Rybactwa; paulina.gajownik@uph.edu.pl

opracowania aplikacji dla rolników było przyjęcie założeń dotyczących zakresu prezentowanych w nim danych. Z racji celu jaki został ustalony, mapy w swoim zakresie będą prezentować teren w obrębie powiatu łukowskiego. Jednym z celów aplikacji jest udostępnienie rolnikom i pokazanie możliwości jakie daje nam GIS, zbiór map w jednym miejscu, a w konsekwencji zaprzestanie nawożenia upraw rolniczych na tzw. „oko”. Poprzez rozbudowę za pomocą narzędzia specjalistycznego oraz nowych widżetów będzie można nie tylko przeglądać, ale również tworzyć informacje, np. oznaczenie problemu jakim jest susza bądź powódź, a następnie przesłanie danej informacji do odpowiednich służb. Zapewniony będzie powszechny dostęp i stosowanie odpowiednich technik do przeciwdziałania zagrożeń.

Wprowadzenie bardziej efektywnego dostępu do informacji przestrzennych dla użytkowników, wiązać się będzie przede wszystkim z wyeliminowaniem kosztów dojazdu oraz skróceniem poświęconego czasu dla doradców rolniczych.

W związku z realizacją prac nad aplikacją przeprowadzono badania ankietowe, których celem jest zgromadzenie informacji o sytuacji, potrzeb i oczekiwań związanych z rolnictwem. Objęto nim reprezentatywną grupę rolników powiatu łukowskiego oraz pracowników Ośrodka Doradztwa Rolniczego w Łukowie. Sformułowane pytania użyte do badania ankietowego i zawarta problematyka wychodzi naprzeciw ważnym problemom z punktu rozwoju powiatu łukowskiego na rzecz rolnictwa.

Badanie było ukierunkowane na zgromadzenie informacji o subiektywnych odczuciach rolników oraz pracowników współpracujących z tą grupą odbiorców. Respondenci między innymi odpowiadali na pytania dotyczące przyszłej aplikacji, w jaki sposób mógłby wspomóc w codziennym życiu, jak również jakie funkcje powinien zawierać, by usprawnić ich pracę. Ponadto, odpowiadający mogli opisać problemy, z którymi spotykają się prowadząc gospodarstwa rolne.

Ankieta była dedykowana osobom, które mają do czynienia bezpośrednio bądź pośrednio z rolnictwem jak również osobom, które mogą wpłynąć na rozwój rolnictwa. Ankieta była narzędziem, dzięki któremu można było zaczerpnąć z różnych źródeł wiele informacji. Największą zaletą tej aplikacji jest to, że na bieżąco dane można sprawdzić oraz przeprowadzić analizę w trzech prostych etapach, które pokazano na rysunku numer 1.



Rysunek 1 Etapy badania ankietowego [źródło: opracowanie własne]

Zbieranie danych odbywa się w dowolnym miejscu oraz dowolnej chwili. Aplikacja działa na smartfonach, laptopach i komputerach stacjonarnych jako aplikacja natywna, a także jako aplikacja uruchamiana w przeglądarce.

Wypełniona ankieta jest wysyłana automatycznie do systemu, gdzie są analizowane dane. Zakładki umieszczone w programie to:

- „Przegląd”- raport ankiety, gdzie można zobaczyć aktywność Ankietowiczów na osi czasu oraz liczbę przesłanych ankiet,
- „Projektuj”- gdzie wykonawca ankiety może dodawać nowe zapytania oraz edytować całą ankietę,
- „Analizuj”- wyświetlająca zebrane dane w formach tabeli, wykresów oraz mapy.

Ważnym dla autora aplikacji jest aspekt akceptacji ze strony osób ankietowanych tworzenia prototypu aplikacji. Są to ważne informacje w szczególności przy diagnozowaniu problemów, celów oraz kierunków tworzenia aplikacji.

W wyniku przeprowadzonych badań ankietowych przyjęto, że Agroportal zawierać będzie:

- Dane o charakterze katastralnym udostępnione przez geoportal.gov.pl w postaci usługi przeglądania WMS,
- Ortofotomapę udostępnioną przez geoportal.gov.pl w postaci usługi przeglądania WMS,
- Dane pozyskane w wyniku badań terenowych:
- Numeryczny Model Terenu,
- Mapa poziomicowa,
- Mapa zawartości magnezu,
- Mapa zawartości potasu,
- Mapa zawartości fosforu.

Niechęć do badania zasobności i odczynu gleby na użytkowanym obszarze wynika z niewiedzy rolników. Często wysiewają oni nawozy według uznania lub ogólnie przyjętych standardów, które nie wiadomo kto i kiedy ustalił. Większość z nich, chcąc uzyskać wysokie plony, zwiększa nakłady na środki produkcji pomijając badanie gleby. Tymczasem nie ma innego sposobu racjonalnego i oszczędnego nawożenia jak ustalenie dawek nawozów pod wysokość spodziewanych plonów, na bazie zawartości składników pokarmowych.

W celu zamieszczenia w portalu informacji o zasobności i odczynie gleby pobrano próby glebowe, stosując się do zasad obowiązujących w instrukcji pobierania próbek glebowych opracowanych na podstawie Państwowej Normy. W pierwszej kolejności sporządzono szkic sytuacyjny miejsc poboru próbek gleby.

Próbki glebowe pobrano z profilu glebowego z warstwy ornej z kilkunastu miejsc pola tak, aby była reprezentatywna. Głębokość pobierania wynosiła - zgodnie z zaleceniami - od 0-20 cm na glebach ornych i 5-20 cm na łąkach i pastwiskach.

Do pudełka wsypano 0,5-1 kg gleby, nadając numer próbie. Próbki glebowe pobrano za pomocą łaski glebowej Egnera, którą wbija się pionowo w glebę i po przekręceniu wyjmuje, a następnie z podłużnego zagłębienia (rowka) zeskrobuje całą zawartość do pudełka.

Do Okręgowej Stacji Chemiczno-Rolniczej w Warszawie dostarczono próbę świeżą, uprzednio wysuszoną w temperaturze pokojowej. Ponieważ właściwości gleby są zmienne nawet w obrębie niewielkiego pola, sposób pobierania próbek ma bardzo duże znaczenie. Wiele analiz obarczonych jest błędem z powodu niedbale pobranej próbki.

W Okręgowej Stacji Chemiczno-Rolniczej w Warszawie wykonano podstawowy zakres badań obejmujący odczyn pH i zawartość przyswajalnych dla roślin pierwiastków: fosforu, potasu i magnezu.

Aby w sposób przejrzysty zaprezentować dane przestrzenne, próbki gleb pobrano dla punktów, których lokalizację pomierzono metodą GNSS. Uzyskane dla tych punktów wyniki badania gleby interpolowano na cały obszar z wykorzystaniem metody IDW (Inverse Distance Weighted). IDW jest najpopularniejszą metodą interpolacji. Algorytm ten jest powszechnie wykorzystywany w obszarze GIS do interpolowania ciągłych obrazów przebiegu zmienności zjawisk.

Następnym nowoczesnym sprzętem wykorzystywanym w gospodarstwach rolnych są kamery termowizyjne zwykle wykorzystywane w wojsku czy policji okazały się pomocne i w innych dziedzinach nauki. Skutkiem ubocznym pomiaru kamerą termowizyjną jest odwzorowanie obrazu termalnego badanego obiektu. Widzenie ciepła polega na zarejestrowaniu, a następnie wizualizacji rozkładu temperatury na powierzchniach obiektów. Działanie jest oparte na przetworzeniu promieniowania podczerwonego, emitowanego lub odbitego przez te obiekty na sygnał elektryczny.

Bibliografia

- Bacco, M., et al.. (2018) Smart farming: Opportunities, challenges and technology enablers', w: *Conference: 2018 IoT Vertical and Topical Summit on Agriculture - Tuscany (IOT Tuscany)*. DOI:10.1109/IOT-TUSCANY.2018.8373043
- Tripicchio, P., Satler, M., Dabisias, G., Ruffaldi E., and Avizzano, C.A. (2015) 'Towards Smart Farming and Sustainable Agriculture with Drones', *Conference: Intelligent Environments conference 2015 (IE 15)*. DOI:10.1109/IE.2015.29
- Polski Komitet Normalizacyjny. Analiza chemiczno-rolnicza gleby. Pobieranie próbek. Polska Norma PN-R-04031:1997.
- Polski Komitet Normalizacyjny. Analiza chemiczno-rolnicza gleby. Oznaczanie zawartości fosforu w glebie. Polska norma PN-R-04023:1996.
- Polski Komitet Normalizacyjny. Analiza chemiczno-rolnicza gleby. Oznaczanie zawartości potasu w glebie. Polska norma PN-R-04022:1996.
- Polski Komitet Normalizacyjny. Analiza chemiczno-rolnicza gleby. Oznaczanie zawartości magnezu w glebie. Polska norma PN-R-04020:1994.
- Polski Komitet Normalizacyjny. Jakość gleby. Oznaczanie pH. Polska norma PN-ISO 10390.
- <https://www.wodr.poznan.pl/powiaty/powiaty-c-k/zespól-doradczy-w-jarocinskim/item/9629-wykorzystanie-termowizji>

Jak cytować: Gajownik, P. (2021). 'Smart farming, czyli wykorzystanie nowoczesnych technik w gospodarstwie rolnym', W: *I Siedleckie Forum Doktorantów*, red. D. Kaczorek, A. Smyk, Siedlce: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach, s. 159-163.



© 2021 The Author(s). This open access article is distributed under a Creative Commons Attribution (CC-BY) 4.0 license.

PATRONAT HONOROWY



Prezydent Miasta Siedlce

Patron honorowy:



Marszałek
Województwa Mazowieckiego



JM Rektor prof. dr hab. Mirosław Minkina

Krajowa
Reprezentacja
Doktorantów



