

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Wybrane zagadnienia z zakresu rolnictwa

Tom 4

Środowisko - Roślina - Zwierzę - Produkt

WUP

Wybrane zagadnienia
z zakresu rolnictwa

Tom 4

Środowisko – Roślina – Zwierzę – Produkt

Wybrane zagadnienia z zakresu rolnictwa

Tom 4

pod redakcją
Marka Babicza
Kingi Kropiwiiec-Domańskiej

Lublin 2024

Recenzenci

dr inż. Marek Domin
prof. dr hab. Anna Iwaniak
dr hab. inż. Beata Seremak, prof. ZUT
dr hab. inż. Anna Sikorska, prof. PUZ

Redaktor prowadzący
Magdalena Marcewicz

Opracowanie redakcyjne
Alicja Pitucha
Agnieszka Litwińczuk

Skład i łamanie
Małgorzata Lużyńska

Projekt okładki
Jacek Pałyszka



Ten utwór jest dostępny na licencji
[Creative Commons Uznanie autorstwa – Na tych samych warunkach 4.0 Międzynarodowa](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

ISBN 978-83-7259-446-4 on-line
<https://doi.org/10.24326/mon.2024.11>

WUP

Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie
ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin
<https://up.lublin.pl/nauka/wydawnictwo/>

5,3 ark. wyd.

Spis treści

Jarosław Cyboron, Magdalena Dulian, Wojciech Panna Perspektywy wykorzystania wybranych surowców ilastych jako środków wspomagających uprawę roślin	7
Prospects for the use of selected clay agents as means supporting plant cultivation	
Weronika Grzelak, Aleksandra Nucia Zmienność wysokocząsteczkowych podjednostek glutenin (HMW) i ich wpływ na jakość ziarna pszenicy oraz wartość wypiekową pozyskanej z niego mąki	19
Variability of high-molecular-weight glutenin (HMW) subunits and their influence on wheat grain quality and baking value of the resulting flour	
Dorota Jurkowska, Angelika Krzysztof Wpływ sposobu przeciwdziałania szkodom wyrządzanym przez zwierzynę łowną na plon roślin uprawnych	26
Impact of countermeasures damage caused by game to the yield of arable crops	
Marek Niewęglowski, Aneta Niewęglowska, Julia Skwierczyńska System motywacyjny w publicznym doradztwie rolniczym w Polsce	35
Incentive system in public farm advisory in Poland	
Marek Niewęglowski, Mateusz Olizaruk Procesy logistyczne w indywidualnych gospodarstwach rolnych	44
Logistic processes on individual farms	
Anna Ochalska, Jadwiga Topczewska Logistyka 4.0 elementem optymalizacji łańcucha dostaw w sektorze rolno-spożywczym ..	52
Logistics 4.0 as an element of supply chain optimization in the agri-food sector	
Dominika Pietrasik, Marlena Kokoszka, Rafał Papliński Analiza zawartości metabolitów wtórnych w ziele tymianku w uprawie szklarniowej	59
Analysis of the secondary plant compounds content in thyme herb grown in greenhouses	
Rozalia Sowisz, Adam Gawryluk, Malwina Michalik-Śniezek Przestrzenne oddziaływanie wydarzeń promocyjnych na podstawie Dni Otwartych Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie	66
Spatial impact of promotional events based on the Open Days of the University of Life Sciences in Lublin	
Paulina Wac, Michał Grzęda, Paula Milniczuk, Sylwia Sowa, Edyta Paczos-Grzęda Ocena odporności polskich odmian owsa zwyczajnego na mączniaka prawdziwego	73
Assessment of Polish common oat cultivars resistance to powdery mildew	

Perspektywy wykorzystania wybranych surowców ilastych jako środków wspomagających uprawę roślin

Prospects for the use of selected clay agents as means supporting plant cultivation

Wstęp

W świetle nieustannego postępu w agrotechnice, kluczowym wyzwaniem staje się dążenie do uzyskiwania wysokiej jakości plonów, dbając jednocześnie o poprawę żyzności gleb i minimalizując jej degradację. Tendencja ta jest potęgowana dużym obszarem użytków rolnych w naszym kraju, wśród których ponad 60% gleb uprawnych zalicza się do gleb lekkich oraz bardzo lekkich [Greinert i Greinert 1999]. Gleby te, z uwagi na swój piaszczysty charakter, cechują się bardzo niską retencją wody oraz niską zawartością próchnicy, a także są słabo zasobne w składniki odżywcze, niezbędne do wzrostu i rozwoju roślin. W związku z tym, są to gleby cechujące się niską przydatnością rolniczą oraz odpornością na susze [Niedźwiecki i Wawer 2021].

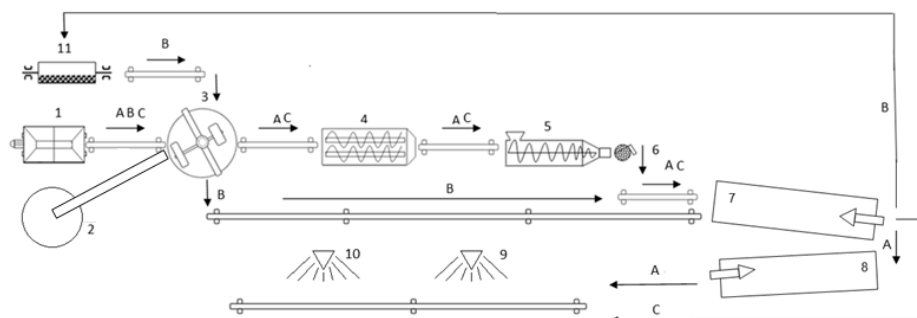
Polska jest krajem bogatym w surowce ilaste, głównie w ility poznańskie oraz ility krakowieckie, które stanowią ponad 50% jej powierzchni [Wyszomirski i Galos 2007]. Najczęściej są to utwory o zróżnicowanym składzie chemicznym i fizycznym, których głównymi składnikami są illit, smektyt i zmienne ilości kwarcu [Nieć i in. 2004]. Składniki ilaste, które tworzą cięższe utwory glebowe – w porównaniu do wcześniej wspomnianych gleb lekkich – cechują się dużymi zdolnościami retencyjnymi wody i składników odżywczych. W związku z tym, składniki odżywcze nie są wymywane do głębszych warstw gleby, co utrudnia pobieranie ich przez rośliny. Jednym ze sposobów zwiększania żyzności gleb piaszczystych jest mieszanie ich z surowcami ilastymi [Koch 2002].

Nową koncepcję wprowadzenia substancji ilastej do gleby przedstawił Kukułka i in. [2019], w której z mieszanek surowcowych tworzy się granulaty o ziarnieniu 0,5–8 mm. Granulaty te mogą występować zarówno w formie wysuszonej, jak i wypalanej. Pierwszy etap produkcji granulatów ilastych polega na przygotowaniu zestawu surowcowego. Dodatki technologiczne mogą obejmować zarówno odpady organiczne (osady ściekowe, odpady celulozowe, odpady papierowe czy sadze), jak również związki mające bezpośredni wpływ na rośliny (np. związki azotowe i fosforowe) oraz środki alkalizujące glebę, np. wapno.

W kolejnym etapie surowce są homogenizowane. Potem, przy użyciu prasy ślimakowej z odpowiednim ustnikiem i ucinaczem, wilgotny półprodukt przekształcamy w granulaty, który następnie suszymy. Proces ten prowadzony jest w suszarni obrotowej,

¹Akademia Tarnowska, ul. Mickiewicza 8, 33-100 Tarnów, jaroslawcyboron@gmail.com

w temperaturze nieprzekraczającej 200°C. Na rysunku 1 (ciąg technologiczny C) przedstawiono schemat linii produkcyjnej granulatów ilastych w formie suszonej oraz wypalanej. Ta linia produkcyjna umożliwi produkcję środków wspomagających poprawę właściwości gleby [Kukułka i in. 2019].



Pozycja	Nazwa urządzenia/Proces technologiczny	Ilość	Funkcja
1	Zasobnik	1	Dozowanie składników
2	Taśmociąg	8	Transport składników/ półproduktów
3	Kołnierz	1	Rozdrabnianie/ homogenizacja
4	Mieszarka dwuwalowa	1	Homogenizacja
5	Prasa ślimakowa	1	Homogenizacja/ peletyzacja
6	Ucinacz	1	Peletyzacja
7	Suszarnia obrotowa	1	Suszenie
8	Piec obrotowy	1	Wypalanie
9	Natrysk	1	Dotowanie bakteriami
10	Natrysk	1	Dotowanie pożywką
11	Młyn kulowy	1	Mielenie
A	Ciąg produkcji granulatu wypalanego	1	Produkcja granulatu
B	Ciąg produkcji mączki surowcowej	1	Produkcja/dozowanie mączki surowcowej
C	Ciąg produkcji ilonawozu	1	Produkcja ilonawozu

Ryc. 1. Schemat linii produkcyjnej granulatów ilastych [Kukułka i in. 2019]

Opisana wyżej instalacja pozwala na odpowiedni dobór kompozycji składników dla środków wspomagających poprawę właściwości gleby, bazujących na różnych typach surowców ilastych. Najważniejszym czynnikiem, jest zawartość smektytu w surowcu, który decyduje o obniżeniu wskaźnika filtracji i poprawia retencję wody w glebie po zastosowaniu granulatu [Panna i in. 2014, 2015]

Smektyt jest minerałem o wybitnie drobnym uziarnieniu (poniżej 2 μm) i dużym rozwinięciu powierzchni (nawet 400 m^2/g), co czyni go jednym z lepszych sorbentów mineralnych [Grim 1953, Kłapyta i in. 2008]. W związku z tym, jego zastosowanie w znaczącym stopniu poprawia strukturę gleby. Oprócz tego surowce ilaste są nośnikami

składników odżywczych, takich jak: potas, magnez, wapń, żelazo, glin. Minerale ilaste tworzą stabilne struktury, co sprawia, że czas uwalniania zawartych w nich składników jest długi i dlatego są powoli wymywane z gleby.

Celem niniejszej pracy jest ocena przydatności surowców ilastych południowo-wschodniej Polski będących składnikami środków wspomagających rozwój roślin. Główną przesłanką, która sugeruje takie rozwiązanie jest podwyższona zawartość smektytu, znajdująca się w w/w składnikach.

Materiał próbkowy

W badaniach wykorzystano reprezentatywne próbki surowców ilastych południowo-wschodniej Polski o podwyższonym udziale smektytu. Są to kolejno: ility krakowieckie z Harasiuk (próbka 1), Woli Rzędzińskiej (2) i Łukowej (3), surowiec ilasto-krzemionkowy z Dylągówki (z trzech poziomów zalegania: próbki 4A, 4B, 4C) oraz łupki krośnieńskie z Wysoczan (próbka 5). Próbki do badań zostały wysuszone do stanu powietrzno-suchego i skruszone do uziarnienia 0,5–8 mm.

ILITY krakowieckie: Łukowa, Wola Rzędzińska, Harasiuki

ILITY krakowieckie to głównie ility mułkowe z przeławiczeniami mułków oraz piasków. Zazwyczaj posiadają charakter wapienisty z jednoczesnym zachowaniem wyraźnej podzielności łupkowej, wykazując przy tym barwę zielonkawą oraz szarą. Zgodnie z literaturą, próbki analizowanych iłó, cechują się podwyższoną zawartością smektytu [Nieć i in. 2004]. Analizując, skład wybranych do badań próbek iłó krakowieckich, można zauważyć ich drobnoziarnisty charakter. Jest to związane ze znacznym udziałem frakcji mniejszej niż 2 μ m, która jest charakterystyczna dla minerałów takich jak smektyt czy illit [Stoch 1974].

ILITY ze złoza Dylągówka-Zapady

ILITY ten należy do grypy iłówców klinoptilolitowo-montmoillonitowych i krzemionkowo-montmorillonitowych. Złoże tego surowca cechuje się zawartością skamieniałości zasobnych w minerały grupy smektytu (montmorylonit) na poziomie 45%, przy czym zawartość składników klastycznych jest stosunkowo niska i wynosi 2% [Panna 2014a]. Ponadto, złoże to jest zasobne w fazy krzemianowe takie jak: smektyt, kwarc i opal. Ze względu na wysoką zawartość smektytu, który w zależności od przyjętej metody badawczej oraz głębokości odwiertu, może wynosić od 27% aż do 49%, pobrane próbki mają charakter drobnoziarnisty. Z racji zmiennego profilu geologicznego złoza Dylągówka-Zapady, do badań przeznaczono próbki z oznaczonych schematycznie zakresów głębokości (A, B, C) ukazanych na rysunku 2.

Profil geologiczny	Głębokość (m) ppt*	Miąższość (m)	Opis litologiczny
	0,2	0,2	Gleba brązowa, piaszczysta, gliniasta
A	1,7	1,5	Zwierzelina gliniasta łupków zielono-ceglastych, z fragmentami łupków czarno brązowych
	2,9	1,2	Zwierzelina/koluwium gliniaste łupków zielononiebieskich smugowatych na czarno brązowo, warstewki łupków ceglastych z przemazami zielonożółtymi
B	4,0	1,1	Zwierzale łupki pstre, ceglaste i zielone, grubo łupkowa podzielność, gniazda czystego, drobnego, białego piasku
	8,0	4,0	Łupki pstre, ceglaste ze smugami zielonych, grubo łupkowa podzielność, kruche. Na odcinku od 6,0 do 7,0 m nieco bardziej spoiste, łupki ceglaste i zielone w podobnych proporcjach. Dolny odcinek rdzenia (7–8 m) z dominacją łupków zielononiebieskich z brązowymi smugami
C	10,0	2,0	Łupki zielononiebieskie, kruche, suche, grubołupliwe

Ryc. 2. Profil geologiczny złoża Dylągówka-Zapady w otworze P1 (ppt – pod poziomem terenu)
Źródło: Opracowanie własne na podstawie [Myszka 2013].

Łupek krośnieński z Wysoczan

Próbkę łupku krośnieńskiego z Wysoczan pobrano ze złoża piaskowca w kopalni Wysoczany I. Surowiec ten zasobny jest, przede wszystkim, w minerały ilaste typu: chloryt, illit czy smektyt, a także surowce nieilaste - kwarc czy skaień. Łupek ten zawiera również fazy węglanowe jakimi są kalcyt czy dolomit. Szacunkowa zawartość smektytu w analizowanym surowcu, w zależności od przyjętej metody, mieści się w przedziale 5–12% [Panna 2015a].

Zestawienie wybranych parametrów badanych próbek

Tabela 1. Wybrane parametry badanych próbek ilastych
[Grim 1953, Panna i in. 2014a, Panna i in. 2015a, Panna 2016]

Parametr	Złoże						
	Harasiuki	Wola Rzędzińska	Łukowa	Dylągówka			Wysoczany
	1	2	3	4A	4B	4C	5
Zawartość ziaren (%) ^a	29,1	31	61,3	52,6	42,8	65,7	18,5
>1µm							
<0,5µm							
<0,2µm	10,6	20,8	30,1	37,3	31,5	58,6	1,3
Mediana (µm)	0,7	10,9	25,9	24,2	24,1	40,5	1
Rozwinięcie powierzchni (m ² /g) ^b	2,45	2,94	0,65	0,89	1,6	0,22	6,9
Zawartość smektytu (%) ^c	17,82	18,2	24,9	48,4	51,4	65,5	12,5
Występowanie innych minerałów o zwiększonym udziale ^d	21	23	24	27	30	49	12
	illit, kwarc, chloryt			opal-CT, zeolit, kwarc, illit	opal-CT, illit, kwarc	opal-CT, kaolinit, kwarc, kalcyt	illit, chloryt, kwarc

^aWyznaczone metodą sedimentacyjną

^bWyznaczone metodą BET

^cWyznaczone spektrofotometryczną metodą sorpcji TETA Cu(II)

^dZidentyfikowane w metodzie rentgenograficznej (XRD)

Metody badawcze

Wilgotność po 24 godzinach swobodnego pęcznienia (wg AT-15-6590/2004)

Wilgotność 24-godzinna jest parametrem określającym możliwość sorbowania wody przez surowiec, przy długotrwałym jej działaniu na próbkę. Wielkość ta zatem określa, pojemność sorpcyjną materiałów w stosunku do wody, przy długotrwałym dostępie do wilgoci. Uzyskana wartość wilgotności jest przy tym skorelowana ze zdolnością do pęcznienia badanych próbek materiałów ilastych, zasobnych w minerały grupy smektytu.

Badanie to przeprowadzane jest w cylindrze miarowym, wypełnionym wodą destylowaną. Najpierw jednak do cylindra dodaje się 2 g przesianego surowca (sito o wielkości boku oczka na poziomie 0,063 mm lub 0,072 mm), po czym próbka jest zalewana wodą. Po upływie doby, wodę znad osadu zlewa się i waży się próbkę po hydratacji wraz z naczyniem. Wartość opisywanego parametru określa się wzorem:

$$w_h = \frac{m_h - m_s}{m_s - m_t} \cdot 100$$

gdzie:

w_h – wilgotność próbki po 24 godzinach hydratacji (%),

m_h – masa próbki po 24 godzinach hydratacji wraz z naczyniem (g),

m_s – masa próbki i naczynia przed hydratacją (g),

m_t – masa naczynia (g).

Wskaźnik pęcznienia

Wskaźnik pęcznienia (W_p) jest parametrem określającym ilość wody, możliwej do zaabsorbowania przez materiały ilaste w obszarach międzypakietowych. Wyznaczanie tegoż wskaźnika, zgodnie z normą PN-85/H-11003, polega na wcześniejszym wprowadzeniu 2 g surowca ilastego, uprzednio zmielnego, do cylindra ze 100cm³ wody destylowanej. Po upływie 2 godzin należy odczytać ilość surowca ilastego, który zebrał się na dnie cylindra. W celu obliczenia wskaźnika pęcznienia korzysta się z następującej zależności:

$$W_p = \frac{V}{100 - W} \cdot 100$$

gdzie:

W_p – wskaźnik pęcznienia (cm³),

W – zawartość wody w surowcu (cm³),

V – objętość wytrąconego osadu (cm³).

XRF – fluorescencyjna analiza rentgenowska

Fluorescencyjna analiza rentgenowska jest metodą analityczną, umożliwiającą identyfikację pierwiastków oraz ich stężenia w materiałach zarówno stałych jak i ciekłych. Metoda ta polega na analizie emitowanego promieniowania rentgenowskiego, pochodzącego od wzbudzonej próbki przez uprzednie jej naświetlenie promieniami tego samego typu. Wykorzystując znajomość charakterystycznej długości fali (WD XRF) lub energii (ED XRF) możliwa jest identyfikacja pierwiastków występujących w próbce, a za pomocą pomiaru intensywności linii charakteryzujących dane atomy, możliwe jest również określenie ich stężenia [Panna 2016].

Do analizy składu pierwiastkowego pobranych próbek surowców ilastych użyto spektrometru WDXRF AxiosmAX z lampą Rh o mocy 4 kW firmy PANalytical, znajdującego się na Wydziale Inżynierii Materiałowej i Ceramiki AGH w Krakowie.

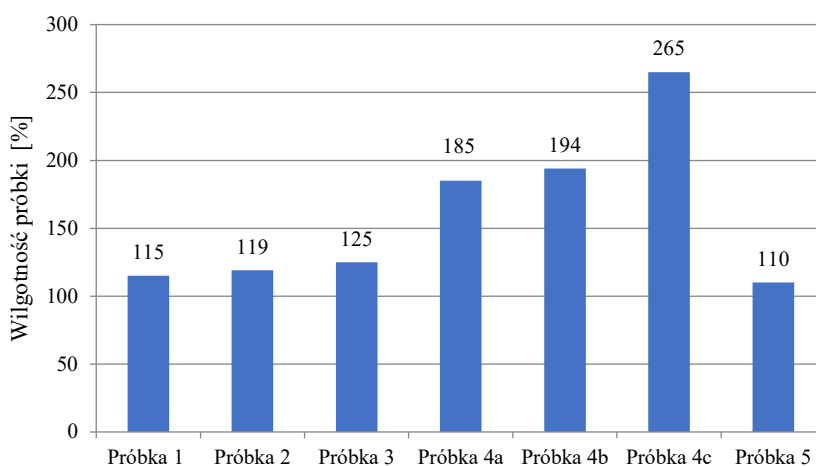
Ługowalność składników (badania w kwasie cytrynowym) wraz z zastosowaniem absorpcyjnej spektroskopii atomowej

W celu określenia aktywności chemicznej pobranych próbek materiałów ilastych, przygotowano 2-proc. roztwór kwasu cytrynowego, pełniącego rolę ekstraktora. W kolejnym kroku do zlewek, w których wcześniej odważono po 1 g każdego z surowców, dolano po 100 ml przygotowanego roztworu kwasu. Następnie przygotowane zawiesiny umieszczono, na 30 minut, na mieszadle magnetycznym, a po zakończonym procesie mieszania oddzielono ciecz od osadu. Uzyskany przesącz przekazano do absorpcyjnej spektrometrii atomowej, z zastosowaniem spektrofotometru emisyjnego, z plazmą wzbudzoną indukcyjnie (ICP-AES)–Plasm 40 firmy PerkinElmer.

Wyniki badań i dyskusja

Badanie wilgotności po 24 godzinach swobodnego pęcznienia (wg AT-15-6590/2004)

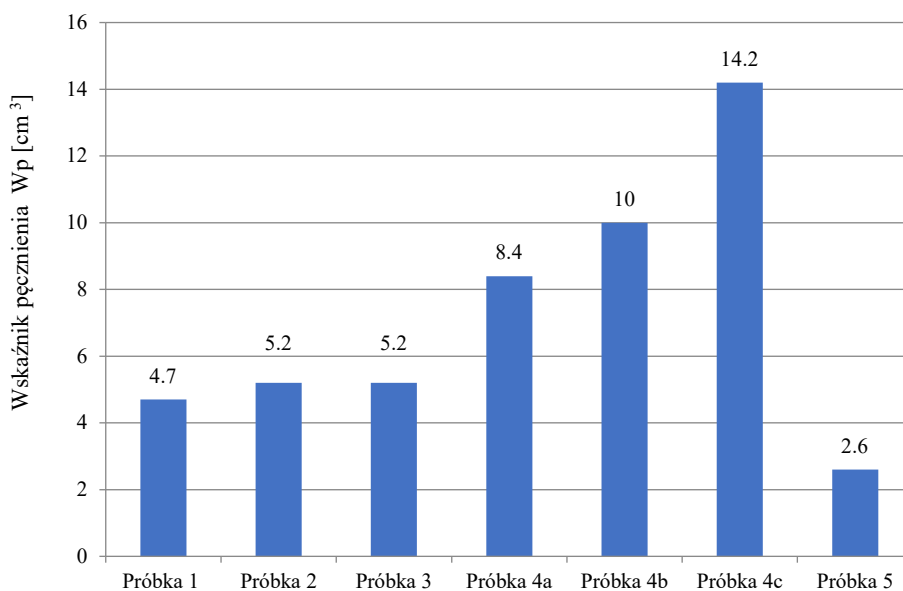
W celu zbadania wilgotności, po 24 godzinach swobodnego pęcznienia, do wcześniej przygotowanych zlewek dodano po 10 g drobnej frakcji surowca wraz z 5-proc. dodatkiem sody, aby osiągnąć efekt rozluźnienia struktury smektytu [Komandel 2003]. Pozwoliło to na określenie zdolności retencyjnych w stosunku do wody, co związane jest ze zwiększeniem jego objętości. Wyniki wskazują, że wartości wilgotności, po 24 godzinach swobodnego pęcznienia badanych surowców, są ściśle zależne od zawartości smektytu (tab.1). W związku z tym, największą pojemnością retencyjną charakteryzują się próbki z Dylągówki (4A, 4B, 4C). Z uwagi na brak polskich norm, dotyczących pęcznienia środków poprawiających właściwości gleby oraz danych literaturowych, trudno odnieść się do innych tego typu środków. Wyniki badania przedstawiono na rycinie 3.



Ryc. 3. Wilgotności próbek surowców ilastych po 24-godzinnej hydratacji

Pomiar wskaźnika pęcznienia

Kolejnym parametrem opisującym stopień przyjmowania wody w przestrzenie międzypakietowe smektytu (zawartego w badanych surowcach), jest wskaźnik pęcznienia. Odnosi się on do surowców sproszkowanych, w których dostęp do struktury wewnętrznej jest praktycznie nieograniczony. Podobnie jak w przypadku poprzedniego z omawianych parametrów, jest on ściśle związany z zawartością smektytu. Należy jednak zwrócić uwagę na fakt, że parametr ten nie definiuje sorpcji składników niepęczniejących, takich jak np. zeolit, opal czy illit [Madejová i in. 1998]. W związku z tym dysproporcje wyników są wyższe niż w przypadku wilgotności 24-godzinnej.



Ryc. 4. Wskaźnik pęcznienia pobranych próbek surowców ilastych po aktywacji sodowej

XRF – fluorescencyjna analiza rentgenowska

Wyniki analiz chemicznych, przeprowadzonych metodą fluorescencji rentgenowskiej (XRF) wykazały, że wszystkie z badanych próbek charakteryzują się wysokim udziałem krzemu i glinu (tab. 2). Pierwszy z tych pierwiastków jest niekorzystny dla gleb, gdyż charakteryzuje się odczynem kwaśnym. Niemniej jednak, oba z nich są składnikami powstałymi w warunkach alkalicznych glinokrzemianów (w tym minerałów ilastych) [Handke 2005]. W środowisku glebowym ulegają one jednak bardzo powolnemu wietrzeniu chemicznemu, co pozwala na uwalnianie potrzebnych dla roślin pierwiastków, wśród których najważniejszymi są: potas, magnez, wapń, żelazo, glin i fosfor. Wszystkie analizowane surowce są przydatne i służą poprawie właściwości gleb. Należy zwrócić uwagę na to, że surowce o najwyższych zdolnościach retencyjnych (próbki 4A, 4B, 4C), charakteryzują się mniejszą ilością magnezu i wapnia, co jest związane z brakiem w ich składzie fazowym kalcytu i dolomitu (węglanów wapnia i magnezu). Z kolei próbka 4A posiada największą zawartość glinu. Ma to prawdopodobnie związek z obecnością zeolitu.

Tabela 2. Wyniki analiz chemicznych próbek surowców ilastych

Nr	Złoże próbki	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	MnO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Strata prażenia	Suma
1	Harasiuki	58,43	12,77	5,22	0,691	5,22	2,41	0,09	1,01	2,51	0,17	11,9	100,4
2	Wola Rzędzińska	51,61	12,5	4,86	0,639	7,96	3,34	0,14	1	2,59	0,13	13,99	98,76
3	Łukowa	50,12	12,87	5	0,637	7,81	3,25	0,14	0,79	2,67	0,13	14,68	98,09
4a	Dylągówka	58,08	15,45	7,02	0,65	0,9	1,66	0,09	0,37	2,57	0,09	11,02	97,91
4b	Dylągówka	66,71	12,21	4,82	0,52	0,86	2,05	0,1	0,28	2,11	0,09	10,67	100,4
4c	Dylągówka	58,26	12,64	4,11	0,71	5,02	1,29	0,01	0,46	0,67	0,04	16,68	99,88
5	Wysoczany	44,27	12,95	4,51	0,56	10,57	5,47	0,06	0,73	2,98	0,1	18,03	100,2

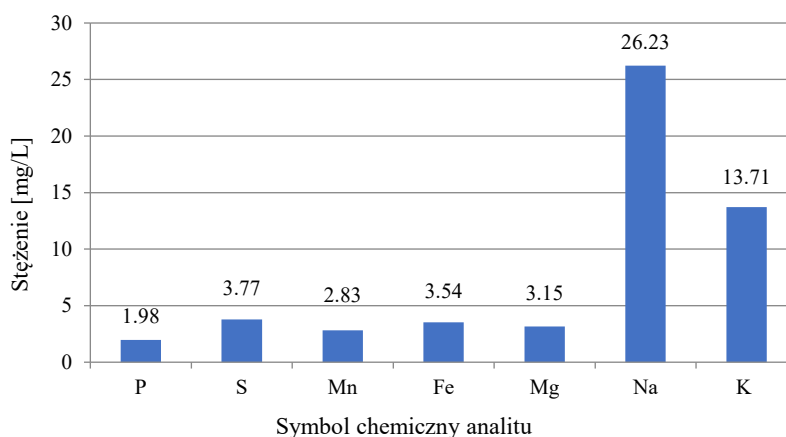
Chcąc uzyskać środek o wysokich zdolnościach retencyjnych oraz korzystnym składzie chemicznym, przeanalizowano powyższe wyniki i zaproponowano modyfikację próbki 4A, do której wprowadzono mączkę bazaltową (20% wag.), siarkę (jako substancję wspomagającą rozwój roślin, 5% wag.) oraz sodę kalcynowaną (poprawiającą pęcznienie smektytu, 2% wag). Wyniki analizy chemicznej tej próbki zestawiono w tabeli 3, zaś zmodyfikowaną próbkę wykorzystano do próby wymywalności składników.

Tabela 3. Wyniki analizy chemicznej dla zmodyfikowanej próbki 4A

Lp.	Pierwiastek	Zawartość procentowa (% obj.)
1	Na	0,6231
2	Mg	1,206
3	P	0,0841
4	S	6,1982
5	Mn	0,1985
6	Fe	7,7594
7	K	1,9297

Ługowalność składników (badania w kwasie cytrynowym) wraz z zastosowaniem absorpcyjnej spektroskopii atomowej

Badania ługowalności składników, wyżej wymienioną metodą, obrazują stopień uwalniania pierwiastków (przejścia do roztworu kwasu cytrynowego), w przeliczeniu na miesiąc oddziaływania środka polepszającego właściwości gleby. Rycina 5 przedstawia zmienne stężenie składników, przechodzących do roztworu. Stosunkowo wysokimi wartościami charakteryzuje się sód 26 mg/l i potas 13,7 mg/l, które mogły być wymyte z powierzchni międzypakietowych smektytów, co mogło być połączone z częściową degradacją struktury smektytu [Madejová i in. 1998]. To z kolei powoduje niewielkie wartości wymywalności składników, które na zasadzie podstawień izomorficznych znajdują się w strukturze minerałów (żelaza 3,5 mg/L, manganu 2,8 mg/L, fosforu 1,98 mg/L czy magnezu 3,15 mg/L) [Murray 2007]. Wprowadzona do próbki siarka elementarna jest również stopniowo uwalniana do roztworu, a jej stężenie w roztworze końcowym jest niewielkie i wynosi 3,77 mg/L.



Ryc. 5. Wyniki analizy wymytych pierwiastków chemicznych z iłu z Dylągówki

Wartości te znacząco odbiegają, np. od rozpuszczalności nawozów sztucznych. Nie jest to jednak wadą środków poprawiających właściwości gleby. Posiadają one bowiem zdolność długoterminowej modyfikacji parametrów podłoża i stopniowego uwalniania składników.

Wnioski

W niniejszej pracy przedstawiono koncepcję produkcji granulatów, poprawiających właściwości gleb lekkich i średnich, przy użyciu surowców zawierających znaczny udział smektytu. Przeprowadzone badania pozwoliły wyciągnąć następujące wnioski:

1. Surowce zastosowane w badaniach posiadają znaczną zdolność sorpcji wody i pozwalają na magazynowanie dużej jej ilości.

2. Ilość wody, magazynowanej w tych surowcach, zależna jest od składu fazowego i zawartości minerałów o zdolnościach sorpcyjnych, w szczególności smektytu.

3. Surowce mineralne, przedstawione w pracy, zawierają wiele pierwiastków korzystnych dla roślin, przy czym występują one w umiarkowanych ilościach.

4. Wymywalność pierwiastków korzystnych dla roślin jest na stosunkowo niskim poziomie, w związku ze składem fazowym surowców, które tworzą stabilne struktury krystaliczne.

5. Badania wymywalności świadczą o możliwości długoterminowego uwalniania roślinnych składników pokarmowych i możliwości stosowania stosunkowo dużych dawek granulatu, w celu poprawy właściwości gleb.

Ponadto, do zalet stosowania tego typu preparatów należy zaliczyć to, że są one uzyskiwane z naturalnych surowców rozpowszechnionych na terenie Polski, zaś ich produkcja jest prosta i stosunkowo tania. Aktualnie trwają prace, mające na celu dopuszczenie granulatu uzyskanego z surowca z Dylągówki (próbka 4A) jako środka poprawiającego właściwości gleby. W badaniach udowodniono, że charakteryzuje się on wysoką retencją wody i korzystnym składem chemicznym.

Bibliografia

- Greinert H., Greinert A., 1999. Ochrona i rekultywacja środowiska glebowego. Wyd. Pol. Ziel. Zielona Góra.
- Grim R.E., 1953. Clay mineralogy. McGraw-Hill Book Company, Inc. New York, London, Toronto.
- Handke M., 2005. Krystalochemia krzemianów. Wydawnictwo AGH, Kraków.
- Kłapyta Z., Żabiński W. (red.), 2008. Sorbenty mineralne Polski. Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, Kraków.
- Koch D., 2002. Bentonites as a basic material for technical base liners and site encapsulation cut-off walls. *Appl. Clay Sci.* 21(1–2), 1–11.
- Komadel P., 2003. Chemically modified smectites. *Clay Minerals* 38(1), 127–138.
- Kukułka A., Panna W., Kulik G. Sposób produkcji mączki surowcowej, ilastego granulatu suszonego oraz ilastego granulatu wypalanego oraz linia produkcji mączki surowcowej, ilastego granulatu suszonego oraz ilastego granulatu wypalanego. Wynalazek chroniony numer: P.429284. Numer patentu/prawa: Pat.236690. Data zgłoszenia: 14.03.2019. Data udzielenia prawa: 22.10.2020.

- Madejová J., Bujdák J., Janek M., Komadel P., 1998. Comparative FT-IR study of structural modifications during acid treatment of dioctahedralsmectites and hectorite. *Spectrochim. Acta Part A* 54(10), 1397–1406.
- Murray H.H., 2007. *Applied Clay Mineralogy. Occurrences, processing and application of kaolins, bentonites, palygorskite-sepiolite and common clays.* Elsevier, Amsterdam.
- Myszka R., 2013. Dokumentacja geologiczna złoża łupków bentonitowych „Dylągówka-Zapady” w kat.C1.GME Consulting Ryszard Myszka, Kraków.
- Nieć M., Ratajczak T., 2004. Złoża kopalin bentonitowych i zeolitowych. W: Ney R. (red.), *Surowce mineralne Polski. Surowce skalne. Surowce ilaste.* Kraków, s. 101–116.
- Niedźwiecki J., Wawer R., 2021. *Poradnik dla rolników w zakresie poprawy retencji wodnej gleb.* Państwowy Instytut Badawczy, Puławy.
- Panna W., 2016. Właściwości smektytów a przydatność technologiczna wybranych surowców ilastych południowo-wschodniej Polski. Rozprawa doktorska. Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Kraków.
- Panna W., Proszowicz G., Wyszomirski P., 2014. Ocena zawartości smektytu w niektórych surowcach ilastych na podstawie spektrofotometrycznych badań sorpcyjnych. *Chemik* 68(7), 612–619.
- Panna W., Wyszomirski P., Myszka R., 2014a. Charakterystyka surowcowa kopaliny ilasto-krzemionkowej ze złoża Dylągówka-Zapady (polskie Karpaty fliszowe). *Gospod. Surow. Miner./Miner. Res. Manag.* 30(2), 85–102.
- Panna W., Wyszomirski P., Myszka R., 2015a. Charakterystyka surowcowa odpadu eksploatacyjnego z kopalni piaskowca w Wysoczanach (woj. podkarpackie). *Zesz. Nauk. IGSMiE PAN* 88,183–194.
- Panna W., Wyszomirski P., Szumera M., 2015. Swelling pressure of natural and modified smectite-bearing clay raw materials. *Physicochem. Probl.MineralProc.*51(1), 127–135.
- Stoch L., 1974. *Minerały ilaste.* Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa.
- Wyszomirski P., Galos K., 2007. *Surowce mineralne i chemiczne przemysłu ceramicznego,* Kraków.

Zmienność wysokocząsteczkowych podjednostek glutenin (HMW) i ich wpływ na jakość ziarna pszenicy oraz wartość wypiekową pozyskanej z niego mąki

Variability of high-molecular-weight glutenin (HMW) subunits and their influence on wheat grain quality and baking value of the resulting flour

Wstęp

Pszenica zwyczajna (*Triticum aestivum* L.) jest powszechnie wykorzystywana w przemyśle spożywczym z uwagi na wysoką zawartość węglowodanów i białek. Ze względu na jej istotną rolę w żywieniu człowieka, stale dąży się do podniesienia jej właściwości technologicznych i pozyskiwania nowych odmian tego gatunku. Duże znaczenie mają białka glutenowe pszenicy, warunkujące jej właściwości technologiczne. Podzielono je na dwie frakcje: gluteniny i gliadyny. Wśród glutenin można wyróżnić szereg podjednostek, które zostały zebrane w dwie grupy – gluteniny wysokocząsteczkowe (ang. high molecular weight, HMW) i niskocząsteczkowe (ang. low molecular weight, LMW). Największe znaczenie na właściwości glutenu, a w konsekwencji na jakość wypiekową pszenicy, mają gluteniny wysokocząsteczkowe. HMW-GS są kodowane przez geny znajdujące się w trzech złożonych loci: *Glu-A1*, *Glu-B1* i *Glu-D1*, zlokalizowanych w pobliżu centromerów, na długich ramionach chromosomów 1A, 1B i 1D. Wszystkie loci mają dwa blisko powiązane geny, które kodują białko o wyższej masie cząsteczkowej typu x i białko o niższej masie cząsteczkowej typu y. Właściwości technologiczne pszenicy zwyczajnej mogą się różnić w zależności od układu alleli HMW glutenin. Zmienność w loci *Glu1* decyduje o jakości wypiekowej pszenicy oraz możliwość selekcji odpowiednich odmian, w celu wykorzystania w przemyśle spożywczym.

Celem niniejszej pracy była charakterystyka zmienności wysokocząsteczkowych podjednostek glutenin (HMW) i ich wpływ na jakość ziarna pszenicy oraz wartość wypiekową pozyskanej z tej pszenicy i mąki.

Informacje wprowadzające – pszenica

Pszenica zwyczajna (*Triticum aestivum* L.) to jednoroczna roślina z rodziny wiechlinowatych. Należy ona do najpowszechniej uprawianych zbóż na świecie. Światowa

¹ Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii, Studenckie Koło Naukowe Biotechnologów, grzelak.wer@gmail.com

² Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Agrobiotechnologii, Instytut Genetyki, Hodowli i Biotechnologii Roślin

produkcja tego ziarna wzrosła o 31% w latach 2000–2021, a największym jej producentem są Chiny. W Polsce pszenica również odgrywa kluczową rolę w gospodarce rolnej, a jej produkcja w 2021 r. wynosiła ponad 12 mld ton [GUS 2022].

Białka obecne w ziarnach pszenicy zostały podzielone na cztery główne grupy, oparte na kryterium rozpuszczalności: albuminy (rozpuszczalne w wodzie), globuliny (rozpuszczalne w soli), gluteniny (nierozpuszczalne w alkoholu) oraz gliadyny (rozpuszczalne w alkoholu). Jedną z metod wykorzystanych do charakterystyki białek jest SDS-PAGE (ang. SDS poliacrylamide gel electrophoresis). Umożliwia ona obserwację elektroforetycznej ruchliwości pojedynczych protein. W wyniku tych badań ustalono następujący podział białek zapasowych pszenicy:

- podjednostki A – odpowiadają gluteninom o wysokiej masie cząsteczkowej (HMW) w zakresie 90–120 kDa,
- podjednostki B – zawierają zredukowane prolaminowe białka i podstawowe podjednostki glutein o niskiej masie cząsteczkowej (LMW) w zakresie 42–52 kDa,
- podjednostki C – obejmujące α -, β -, i γ -gliadyny oraz niektóre LMW podjednostki glutenin, o masie cząsteczkowej między 30 000 a 40 000 Da,
- podjednostki D – mają mniejszą mobilność niż podjednostki B i C, stanowią najbardziej kwasową grupę w białku bielma i reprezentują formy ω -gliadyn z co najmniej jedną wolną resztą cysteinową [Payne i Corfield 1979, Payne i in. 1986, Shewry i Halford 2002, Juhász i in. 2014].

Gluten i jego frakcje

Gluten jest mieszaniną białek, tworzących spójną, ciągliwą i lepkosprężystą kompozycję, stabilizującą strukturę ciasta pszennego. Białka glutenowe są kluczowe w kształtowaniu jakości wypieku pszenicy i decydują o zdolności absorpcji wody, spoiwości, lepkości oraz elastyczności ciasta. Białka te występują jako monomery lub połączone międzylańcuchowymi wiązaniami dwusiarczkowymi oligo- i polimery. Charakteryzują się one unikalnym składem aminokwasowym, wysoką zawartością glutaminy i proliny oraz niską zawartością aminokwasów z dodatnio naładowanymi grupami łańcuchów bocznych [Wieser 2007, Biesiekierski 2017, Shewry 2019].

Masy cząsteczkowe (ang. molecular weight, MW) białek glutenu mogą wynosić od ok. 30 000 Da do ponad 10 milionów Da. Białka te dzielą się na dwie frakcje, zgodne z ich rozpuszczalnością w alkoholowo-wodnych roztworach, tj. na gliadyny (rozpuszczalne) i gluteniny (nierozpuszczalne). Obie frakcje mają istotny wpływ na właściwości reologiczne ciasta, ale ich funkcje są różne. Gliadyny przyczyniają się głównie do lepkości i rozciągliwości ciasta, natomiast gluteniny warunkują spoiwość i elastyczność, co zapewnia wytrzymałość ciasta. Odpowiednie proporcje pomiędzy obiema frakcjami są niezbędne do nadania ciastu właściwości lepkosprężystych oraz uzyskania odpowiedniej jakości produktu końcowego [Wieser 2007].

Gluteniny stanowią frakcję glutenu, która obejmuje złożone białka związane międzylańcuchowymi wiązaniami dwusiarczkowymi. Skład i ilość podjednostek glutenin ma istotne znaczenie w określaniu właściwości wypiekowych odmian pszenicy i pozyskanej z jej ziaren mąki [Wieser 2007, Nuczia i in. 2019].

Funkcje glutenu, wynikające z jego obecności w ziarnie pszenicy, są kluczowe dla określenia jakości ciasta oraz innych produktów mącznych, takich jak makarony, ciasta, ciastka i krakersy. Gluten jest termicznie stabilny i pełni rolę środka wiążącego. Stosuje się go powszechnie jako dodatek do przetworzonej żywności po to, aby poprawić jej teksturę, smak oraz wilgotność. Ponadto, gluten jest wykorzystywany w zagęszczaczach, emulgatorach, środkach żelujących, słodyczach, masłach, mieszankach przypraw, farszach, marynatkach, dresingach oraz do produkcji leków jako wypełniacz lub osłonka. Dodatkowo, gluten jest często oddzielany od mąki pszennej lub modyfikowany, aby ulepszyć właściwości strukturalne przemysłowych produktów piekarniczych lub wzbogacić mąkę o niskiej zawartości białka [Shewry i in. 2003, Biesiekierski 2017, Kucek i in. 2015].

Gluteniny wysokocząsteczkowe

Geny kodujące wysokocząsteczkowe podjednostki glutenin (HMW-GS) są zlokalizowane w loci *Glu-1*, na długich ramionach chromosomów grupy 1 pszenicy heksaploidalnej, obejmujących chromosomy 1A, 1B i 1D. Każde z tych loci składa się z dwóch genów, które kodują podjednostki HMW-GS. Te dwa geny są ściśle ze sobą sprzężone i kodują odpowiednio podjednostkę typu x (białko o większej cząsteczce i wolniejszej mobilności elektroforetycznej) i podjednostkę typu y (białko o mniejszej cząsteczce i szybszej ruchliwości elektroforetycznej) [Shewry i in. 2003, Nucia 2018]. W efekcie, geny te tworzą tzw. bloki białkowe, które są widoczne w obrazach elektroforetycznych. Podjednostki typu x zazwyczaj występują w większej ilości niż podjednostki typu y. W niektórych przypadkach, odmiany pszenicy mogą zawierać część genów HMW-GS w stanie uspienia, co może wpływać na ich cechy fenotypowe. Jednakże, typowa ilość podjednostek HMW-GS waha się od 3 do 5 w większości odmian pszenicy [Rogers i in. 1991].

Zmienność alleliczna białek glutenowych, szczególnie wysokocząsteczkowych podjednostek gluteninowych (HMW-GS), jest kluczowym czynnikiem, wpływającym na jakość ziarna oraz na właściwości technologiczne pszenicy [Obreht i in. 2007, Nucia i in. 2019]. Wszystkie odmiany pszenicy zawierają podstawowe podjednostki 1Bx, 1Dx i 1Dy niezbędne dla kształtowania struktury glutenu. Ponadto, niektóre odmiany mogą posiadać dodatkowe podjednostki, takie jak 1By i/lub 1Ax, które wprowadzają dodatkową zmienność alleliczną. Ten polimorfizm umożliwia powiązanie specyficznych alleli z różnicami w efektywności produkcji chleba, ponieważ różne kombinacje podjednostek HMW-GS mogą wpływać na strukturę glutenu i właściwości reologiczne ciasta [Nucia i in. 2019, Li i in. 2020]. Poznanie składu i różnorodności HMW-GS umożliwia antycypowanie jakości wypiekowej różnych odmian pszenicy oraz wykorzystanie tych informacji, w celu selekcji i hodowli odmian o pożądanym właściwościach piekarniczych [Li i in. 2020].

Znajomość składu podjednostkowego znacznie ułatwia określenie jakości i przydatności uzyskanego z glutenu produktu końcowego. Obecność lub brak specyficznych alleli w loci *Glu-1* powiązana jest z właściwościami reologicznymi glutenu, które zmieniają się w zależności od wariantów allelicznych oraz ich kombinacji [MacRitchie i Lafiandra 1997, Wieser i Zimmermann 2000, Song i Zheng 2007]. Gupta i in. [1995] uszeregowali poszczególne loci *Glu-1* pod względem ich wpływu na kształtowanie pożądanym właściwości sprężystych w następujący sposób: *Glu-D1*, *Glu-B1*, *Glu-A1*

(zaczynając od tych, które przynoszą największe korzyści). Wiele prac wskazuje na istotny udział podjednostek kodowanych przez geny Glu-D1 w uzyskaniu pożądanych właściwości reologicznych. Obecność bloków białkowych Dx5+Dy10 podnosi właściwości lepkościowe glutenu, a także rozszerzalność i spójność uzyskanego z niego ciasta [Barak i in. 2013, Dhaka i Khatkar 2015, MacRitchie 2016]. Pszenice posiadające podjednostki Dx2+Dy12 wykazują znacznie niższe parametry tych cech [Abdel-Mawgood 2008, Kaur i in. 2013]. Wśród jednostek składowych znajdujących się w genomie B wzrost elastyczności i siły ciasta szczególnie warunkuje podjednostka Bx7 [Li i in. 2013, Cho i in. 2017]. Analizy przeprowadzone przez wielu autorów, wykazują korzystny wpływ układów komponentów Bx7+By8, Bx7+By9 oraz Bx17+By18 [Juhász i in. 2003, Ohm i in. 2008, MacRitchie 2016]. Natomiast ujemny wpływ na właściwości reologiczne determinuje obecność podjednostki Bx6 [Schwarz i in. 2004]. Obecność elementu Ax2* podnosi rozciągliwość glutenu, co warunkuje lepszą jakość wypiekową i większą objętość produktu końcowego [Gupta i in. 1995, Brönneke i in. 2000]. Dobre parametry jakościowe wykazują również pszenice, u których wydzielono podjednostkę Ax1 [Anjum i in. 2007, Meng i in. 2008, Liang i in. 2010]. Obecność podjednostki Axnull znacznie obniża elastyczność glutenu, co niekorzystnie wpływa na pozostałe parametry jakościowe [Witkowski i in. 2008].

Reszty cysteinowe i ich znaczenie

Większość podjednostek typu x zawiera cztery reszty cysteiny – trzy w domenie N-końcowej i jedną w domenie C-końcowej. Z kolei typowa podjednostka typu y zawiera siedem reszt cysteiny: pięć w domenach N-końcowych, jedną w centralnej domenie powtarzalnej i jedną w domenie C-końcowej. Cysteiny w HMW-GS mogą tworzyć wewnątrzłańcuchowe lub międzyłańcuchowe wiązania dwusiarczkowe z innymi HMW-GS lub LMW-GS. HMW-GS działającymi jako „przedłużacz łańcucha” sieci glutenu, ponieważ każda HMW-GS może dostarczyć co najmniej dwie cysteiny, uczestniczące w tworzeniu międzyłańcuchowych wiązań disiarczkowych. Badania wykazały, że zawartość międzyłańcuchowych wiązań disiarczkowych jest pozytywnie związana z właściwościami ciasta [Lindsay i in. 2000, Ferrer i in. 2011, Li i in. 2016, Li i in. 2020b]. W przypadku HMW-GS typu x, mostki dwusiarczkowe mogą tworzyć się między resztami cysteinowymi w różnych domenach strukturalnych, co przyczynia się do stabilizacji polimerów [Li i in. 2020]. HMW-GS z dodatkowymi lub zmniejszonymi ilościami cystein mogą powodować różne efekty. Nadprogramowa cysteina w 1Dx5, pozwalająca na tworzenie dodatkowych wiązań międzyłańcuchowych, jest uznawana jako czynnik odpowiadający za poprawę właściwości chleba [Li i in. 2016]. Porównanie podjednostek 1Bx20, które zawierają dwie reszty cysteinowe z podjednostką 1Bx7 zawierającą cztery reszty cysteinowe, wykazało, że linie pszenicy z podjednostką 1Bx20 charakteryzowały się mniejszą liczbą dużych polimerów i gorszymi parametrami ciasta [Margiottai in. 2000]. Również podjednostka 1Bx14*, która zawiera tylko dwie cysteiny, była częściowo odpowiedzialna za obniżoną jakość ciasta. Te badania w pełni podkreślają, znaczącą rolę ilości cystein w kształtowaniu polimerów glutenu i późniejszych parametrów reologicznych ciasta.

Podsumowanie

Pszenica stanowi źródło pożywienia ludzkości. Jej znaczenie w przemyśle spożywczym wynika m.in. z różnorodnego składu wysokocząsteczkowych glutenin, które decydują o jej wykorzystaniu. Kluczowym czynnikiem wpływającym na jakości mąki pszennej jest skład glutenin. W locus Glu-A1 podjednostki Ax1 i Ax2 mają istotny wpływ na właściwości ciasta i jakość wypieków pszennych. Ich obecność sprzyja wytrzymałości ciasta i absorpcji wody, co przekłada się na lepszą jakość wypieków w porównaniu z mąką pszeniczną o allelu zerowym [Anjum i in. 2007]. Locus Glu-B1 charakteryzuje się dużą zmiennością genetyczną. Niezbędną podjednostką jest segment Bx7, który występuje w trzech wariantach: Bx7, Bx7* oraz Bx7OE. Mimo niewielkich różnic między tymi elementami podjednostka Bx7 znacząco wpływa na jakość ciasta. Istnieje również wariant Bx6, który jest związany ze słabą jakością wypiekową. Dodatkowo, w locus Glu-B1 można zidentyfikować komponenty By8 i By9 [Li i in. 2020]. W przypadku locus Glu-D1, kombinacje alleliczne odgrywają kluczową rolę. Najbardziej pożądane jest połączenie występowania Dx5+Dy10. Mąka pozyskana z takiej pszenicy ma bardzo dobre właściwości wypiekowe [Li i in. 2020]. Natomiast obecność pary Dx2+Dy10 świadczy o niższej jakości wypieków [Nucia i in. 2019]. Reasumując, preferowane kombinacje alleliczne w locus Glu-1 to: Glu-1A2*, Glu-1-Bx7*+9 oraz Glu-1D5+Dy10, a także Glu-1Ax1, Glu-1-Bx7*, Glu-1Dx5+Dy10. Te kombinacje warunkują wzrost elastyczności, lepkości i konsystencji ciasta, co przekłada się na doskonałą jakość wypieków, dlatego też mogą być one skutecznie wykorzystywane w przemyśle piekarniczym [Nucia i in. 2019].

Bibliografia

- Abdel-Mawgood A.L., 2008. Molecular markers for predicting end-products quality of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Afr. J. Biotechnol.* 7(14), 2324–2327.
- Anjum F.M., Khan M.R., Din A., Saeed M., Pasha I., Arshad M.U., 2007. Wheat gluten: high molecular weight glutenin subunits-structure, genetics, and relation to dough elasticity. *J. Food Sci.*, 72(3), R56–63.
- Barak S., Mudgil D., Khatkar B.S., 2013. Relationship of gliadin and glutenin proteins with dough rheology, flour pasting and bread making performance of wheat varieties. *LWT – Food Science and Technology*, 51(1), 211–217.
- Biesiekierski J.R., 2017. What is gluten? *J. Gastroenterol. Hepatol.*, 32(S1), 78–81.
- Brönneke V., Zimmermann G., Killermann B., 2000. Effect of high molecular weight glutenins and D-zone gliadins on breadmaking quality in German wheat varieties. *Cereal Res. Commun.* 28, 187–194.
- Cho S.W., Roy S.K., Chun J.B., Cho K., Park, C.S., 2017. Overexpression of the Bx7 high molecular weight glutenin subunit on the Glu-B1 locus in a Korean wheat landrace. *Plant Biotechnol. Rep.* 11(2), 97–105.
- Dhaka V., Khatkar B.S., 2015. Effects of gliadin / glutenin and HMW-GS / LMW-GS ratio on dough rheological properties and bread-making potential of wheat varieties. *Food Qual.* 38, 71–82.
- Ferrer E.G., Gómez A.V., Añón MC., Puppo M.C., 2011. Structural changes in gluten protein structure after addition of emulsifier. A Raman spectroscopy study. *Spectrochim. Acta Part A Mol. Biomol. Spectrosc.* 79(1), 278–281.
- Główny Urząd Statystyczny (GUS), 2022. Rocznik statystyczny rolnictwa. Warszawa.

- Gupta R.B., Popineau Y., Lefebvre J., Cornec M., Lawrence G.J., MacRitchie F., 1995. Biochemical basis of flour properties in bread wheats. II Changes in polymeric protein formation and dough/gluten properties associated with the loss of low Mr or high Mr glutenin subunits. *J. Cereal Sci.* 21, 103–116.
- Juhász A., Békés F., Wrigley C.W., 2014. Wheat proteins. W: Ustunol Z. (red.), Applied food protein chemistry. John Wiley & Sons, 219–303.
- Juhász A., Larroque O.R., Tamás L., Hsam S.L.K., Zeller F.J., Békés F., Bedo Z., 2003. Bánkúti 1201 – an old Hungarian wheat variety with special storage protein composition. *Theor. Appl. Gen.* 107(4), 697–704.
- Kaur A., Singh N., Ahlawat A.K., Kaur S., Singh A.M., Chauhan H., Singh G.P., 2013. Diversity in grain, flour, dough and gluten properties amongst Indian wheat cultivars varying in high molecular weight subunits (HMW-GS). *Food Res. Int.* 53(1), 63–72.
- Kucek L.K., Veenstra L.D., Amnuaycheewa P., Sorrells M.E., 2015. A grounded guide to gluten: how modern genotypes and processing impact wheat sensitivity. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 14(3), 285–302.
- Li J., Han C., Zhen S., Li X., Yan, Y., 2013. Characterization of HMW glutenin subunit Bx7OE and its distribution in common wheat and related species. *Plant Gen. Res.* 12(2), 191–198.
- Li X., Liu T., Song L., Zhang H., Li L., Gao X., 2016. Influence of high-molecular-weight glutenin subunit composition at Glu-A1 and Glu-D1 loci on secondary and micro structures of gluten in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Food Chem.* 213, 728–734.
- Li Y., Fu J., Shen Q., Yang D., 2020. High-molecular-weight glutenin subunits: genetics, structures, and relation to end use qualities. *Int. J. Mol. Sci.* 22(1), 184.
- Lindsay M.P., Tamas L., Appels R., Skerritt J.H., 2000. Direct evidence that the number and location of cysteine residues affect glutenin polymer structure. *J. Cereal Sci.* 31(3), 321–333.
- Liang D., Tang J., Peña R. J., Singh R., He X., Shen X., Yao D., Xia X., He Z., 2010. Characterization of CIMMYT bread wheats for high- and low-molecular weight glutenin subunits and other quality-related genes with SDS-PAGE, RP-HPLC and molecular markers. *Euphytica* 172(2), 235–250.
- MacRitchie F., 2016. Seventy years of research into breadmaking quality. *J. Cereal Sci.* 70, 123–131.
- MacRitchie F., Lafiandra D., 1997. Food proteins and their applications: structure- function relationships of wheat proteins. *Theor. Appl. Gen.* 94, 235–240.
- Margiotta B., Pfluger L., Roth M.R., MacRitchie F., Lafiandra D., 2000. Isogenic bread wheat lines differing in number and type of high molecular glutenin subunits. W: Shewry P.R., Tatham A.S. (red.), Wheat gluten. Royal Society of Chemistry, 29–33.
- Meng X.G., Cai S.X., 2008. Association between glutenin alleles and Lanzhou alkaline stretched noodle quality of northwest China spring wheats. II. Relationship with the variations at the Glu-1 loci. *Cereal Res. Commun.* 36, 107–115.
- Nucia A., 2018. Białka gluteninowe – charakterystyka i ich wpływ na właściwości reologiczne pszenicy. *Praca przeglądowa. Agron. Sci.* 73(2), 5–16.
- Nucia A., Okoń S., Tomczyńska-Mleko M., 2019. Characterization of HMW glutenin subunits in European spring common wheat (*Triticum aestivum* L.). *Gen. Res. Crop Evol.* 66(3), 579–588.
- Obreht D., Kobiljski B., Djan M., Vapa L., 2007. Identification of Glu-B1 alleles in bread wheat cultivars using PCR. *Genetika* 39(1), 23–28.
- Ohm J. B., Ross A. S., Peterson C.J., Ong Y.L., 2008. Relationships of high molecular weight glutenin subunit composition and molecular weight distribution of wheat flour protein with water absorption and color characteristics of noodle dough. *Cereal Chem.* 85(2), 123–131.
- Payne P.I., Corfield K.G., 1979. Subunit composition of wheat glutenin proteins, isolated by gel filtration in a dissociating medium. *Planta* 145(1), 83–88.
- Payne P.I., Holt L.M., Burgess S.R., Shewry P.R., 1986. Characterisation by two-dimensional gel electrophoresis of the protein components of protein bodies, isolated from the developing endosperm of wheat (*Triticum aestivum*). *J. Cereal Sci.* 4(3), 217–223.
- Rogers W.J., Payne P.I., Seekings J.A., Sayers E.J., 1991. Effect on breadmaking quality of x-type and y-type high molecular weight subunits of glutenin. *J. Cereal Sci.* 14(3), 209–221.

- Schwarz G., Felsenstein F.G., Wenzel G., 2004. Development and validation of a PCR- based marker assay for negative selection of the HMW glutenin allele Glu-B1-1d (Bx-6) in wheat. *Theor. Appl. Gen.* 109(5), 1064–1069.
- Shewry P., 2019. What is gluten – why is it special? *Front. Nutr.* 6, 101.
- Shewry P.R., Halford N.G., 2002. Cereal seed storage proteins: structures, properties and role in grain utilization. *J. Exp. Bot.* 53(370), 947–958.
- Shewry P.R., Halford N.G., Lafiandra D., 2003. *Genetics of Wheat Gluten Proteins*. W: Hall J.C., Dunlap J.C., Friedmann T., *Advances in genetics*. Academic Press, 111–184.
- Song Y., Zheng Q., 2007. Dynamic rheological properties of wheat flour dough and proteins. *Trends in Food Sci. Technol.* 18(3), 132–138.
- Wieser H., 2007. Chemistry of gluten proteins. *Food Microbiol.* 24(2), 115–119.
- Wieser H., Zimmermann G., 2000. Importance of amounts and proportions of high molecular weight subunits of glutenin for wheat quality. *Eur. Food Res. Technol.* 210, 324–330
- Witkowski E., Waga J., Witkowska K., Rapacz M., Gut M., Bielawska A., Lukaszewski A.J., 2008. Association between frost tolerance and the alleles of high molecular weight glutenin subunits present in Polish winter wheats. *Euphytica* 159(3), 377–384.

Wpływ sposobu przeciwdziałania szkodom wyrządzanym przez zwierzynę łowną na plon roślin uprawnych

Impact of countermeasures damage caused by game to the yield of arable crops

Wstęp

Zwierzęta łowne wyrządzają wiele szkód, szczególnie na użytkach rolnych, co znacznie obniża dochody rolników [Gil 2015]. Rosnąca liczba zwierząt łownych, takich jak dziki, jelenie i sarny, stanowi coraz większe wyzwanie, szczególnie dla rolników. Zwierzęta te regularnie niszczą uprawy, co prowadzi do znacznych strat finansowych i utrudnień w prowadzeniu działalności rolniczej. Najwięcej szkód szacowanych jest w południowej części naszego kraju a największe z nich notowane były w województwie małopolskim [Flis 2010]. Problem powstawania szkód, które są powodowane przez zwierzęta łowne w Polsce ma wymiar nie tylko gospodarczy. To także problem społeczny, powodujący częste konflikty i spory pomiędzy rolnikami a leśnikami, myśliwymi i przedstawicielami administracji państwowej. Konflikty powstają również pomiędzy rolnikami a grupami miłośników przyrody, zrzeszeniami ekologów, które często i usilnie angażują się w obronę praw zwierząt. Metodę szacowania łowieckich szkód można rozpatrywać w dwóch aspektach. Pierwszy dotyczy wyceny szkód na użytkach rolnych, drugi związany jest z zerowymi preferencjami zwierząt [Dubas 1966].

Człowiek podporządkował sobie produkcję roślinną i zwierzęcą już kilka tysięcy lat temu. Był to proces, w którym zyskiwał on władzę nad przyrodą i jej żywiołami Homo sapiens wprowadzał wiele zmian, np. tworzył dzieła, przekładał słowa na czyny, dążył do realizacji swoich celów, które niejednokrotnie były niemożliwe do zrealizowania. Działo się to na przestrzeni wielu tysięcy lat. Takie zmiany skutkowały powstaniem wielu kategorii, np. organizmów pożytecznych, szkodliwych a także obojętnych. Zwierzyna łowna w tym kontekście zaliczana jest do zwierząt szkodliwych. Szacowanie szkód spowodowanych przez zwierzynę łowną było przedmiotem wielu publikacji [Węgorok 2005, Szmulewicz 2015].

Z badań Depki-Prądyńskiego [2013] wynika, że zwierzyna ta uodparnia się na repelenty. Repelenty w formie środków chemicznych stosowane były również przez Giebelę i Węgorok [2005]. Cytowani autorzy nie stwierdzili jednak znaczącej skuteczności tego sposobu odstraszenia zwierzyny.

Istnieje wiele regulacji prawnych, które wymuszają stosowanie bezpiecznych metod ochrony roślin w odniesieniu do zwierząt, powodujących szkody w uprawach rolnych, zapewniając jednocześnie bezpieczeństwo tym zwierzętom jak i środowisku [Ustawa o ochronie przyrody... 2003]. Zmianom podlegają akty prawne, które regulują

¹ Uczelnia Państwowa im. Jana Grodka w Sanoku, Instytut Gospodarki Rolnej i Leśnej, Koło Naukowe „Agroekolog”, ul. Mickiewicza 21, 38-500 Sanok, dorota.j050@gmail.com

temat odpowiedzialności za szkody wyrządzone przez zwierzynę. W ustawie o prawach łowieckich z dnia 13 października 1995 r. (Rozdział 9. Szkody łowieckie), podobnie jak w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 8 marca 2010 r., znajduje się wiele uregulowań prawnych. W wyżej wymienionym rozporządzeniu znajdziemy informacje, w jaki sposób należy postępować podczas szacowania szkód oraz jak wyglądają wypłaty odszkodowań za poniesione straty w uprawach rolnych.

Myśliwi, którzy są zrzeszeni w kołach łowieckich, sądzą, iż przypisywanie im przez państwo całkowitej odpowiedzialności za szkody, które wyrządziła zwierzyna jest niesprawiedliwe, ponieważ zwierzęta żyją w stanie wolnym i są one własnością państwa. Wiele stron zainteresowanych tym problemem nadal oczekuje na regulacje prawne przepisów, które doprowadzą do kompromisu w zakresie uiszczania szkód spowodowanych przez zwierzynę łowną. Południowa część województwa małopolskiego, najczęściej nękana przez dzikie zwierzęta, to tereny górskie i górzyste, które są naturalną ostoją zwierzyny płowej. Tereny te wykorzystywane są również w produkcji rolniczej. Sprzyja temu długość okresu wegetacyjnego, który wynosi od 190 do 215 dni. Niekorzystnym zjawiskiem przyrodniczym na terenach górskich i górzystych są przymrozki, występujące nawet późną wiosną. Natomiast zjawiskiem korzystnym są zwiększone sumy opadów atmosferycznych, które w czasie suszy na terenach nizinnych, sprzyjają produkcji roślinnej na terenach górskich i podgórskich.

Znaczna liczba zgłaszanych szkód łowieckich, występujących na terenach górskich i górzystych spowodowana jest m.in. dużą lesistością tych terenów. Rozległe obszary leśne są naturalnym miejscem bytowania zwierzyny łownej, która w rejonie przebiegu granicy rolno-leśnej wyrządza szkody w uprawach rolnych. Najwięcej szkód wyrządzają dziki, jelenie i sarny, które niszczą głównie zasiewy zbóż i kukurydzy [Dziedzic i Błaszczak 2016].

Dubas [1966] wskazuje na istnienie łańcucha żerowania na polach uprawnych. Wczesną wiosną szkody występują najpierw na łąkach i pastwiskach. Potem żerowanie zwierząt przenosi się na uprawy rzepaku i zbóż ozimych. Pod koniec wiosny straty notowane są w zasiewach zbóż jarych. Od czerwca do końca sezonu wegetacyjnego zniszczenia występują w uprawach ziemniaka i kukurydzy.

Tenże autor wyróżnia dwa typy żerowania. Pierwszy dotyczy osłabienia atrakcyjności dotychczasowej karmy. Spowodowane jest to m.in. pojawieniem się nowego i bardziej atrakcyjnego pokarmu. Drugi typ żerowania związany jest z poszukiwaniem brakującego pożywienia. Jest to wynikiem zakończenia zbiorów [Dubas 1966].

Rośliny uprawne na użytkach rolnych niszczone są w różnym stopniu intensywności. Wynika to m.in. z wymagań w zaspokajaniu potrzeb żywieniowych zwierząt [Abramski 1984].

Wyrządzanie szkód łowieckich jest zjawiskiem naturalnym, powodowanym warunkowaniami biologicznymi i etologią zwierząt. Intensywność żerowania na użytkach rolnych zależy od gatunku i liczebności zwierząt. Duże znaczenie posiada także ich zagęszczenie

Od 1990 r. liczebność zwierzyny płowej zmieniała się. W roku 1990 szacowana liczba dzików wynosiła 80 000 osobników, zaś w 2013 r. wzrosła do 260 000 [GUS 2014]. Obecnie liczba ta zmniejszyła się do ok. 17 757. Jest to konsekwencją odstrzału zwierzyny zarażonej wirusem ASF [GUS 2022]. W latach 1990–2021 zwiększyła się też populacja jeleni o 125% oraz saren o 48% [GUS 2022]. Dla rolnika istotne jest to, aby szacowanie szkód odbyło się w terminie jak najkrótszym od daty, w którym zgłoszenie zostało przyjęte. Termin szacowania szkód nie powinien być dłuższy niż 7 dni. Podczas analizowania strat

należy ustalić: a) gatunek rośliny uprawnej; b) gatunek zwierzyny łownej, która spowodowała zniszczenia; c) procent (%) oraz areal uprawy, który uległ szkodzie. Pomocne przy precyzowaniu gatunku zwierząt są ślady oraz odchody [Flis 2015]. Dla ustalenia obszaru strat niezbędne są pomiary taśmą mierniczą. Bardzo ważną czynnością jest określenie wartości pieniężnej utraconego plonu. Pomocne są tu ceny skupu danego gatunku rośliny uprawnej. Wielkość odszkodowania zależy m.in. od gatunku zwierzęcia, które wyrządziło szkodę. Największe szkody w uprawach polowych wyrządzają dziki, nieco mniejsze sarny i jelenie. Na użytkach rolnych dziki powodują znaczne straty w uprawach ziemniaka, zbóż i kukurydzy na kiszonkę. Sarny żerujące na polach produkcyjnych, chętnie zjadają młode odrosty lucerny, koniczyny. Ulubioną karmą saren jest zielonka kukurydzy [Bouchner 1993]. Jelenie są przeżuwaczami. W okresie letnim około 70% ich pożywienia stanowią zioła i trawy. Chętnie żywią się pędami młodych drzew liściastych i iglastych. Na terenach rolniczych zazwyczaj wyrządzają szkody w zasiewach zbóż i kukurydzy [Okarma i Tomek 2008].

Celem niniejszej pracy było zbadanie skuteczności czterech metod ochrony upraw runi łąkowej, mieszanek zbożowych, ziemniaków i zielonki kukurydzy przed szkodami wyrządzanymi przez zwierzynę łowną.

Material i metody

Przedmiotem opisywanych badań było dwuczynnikowe doświadczenie polowe wykonane w 2023 r. w Górskiej Stacji Doświadczalnej w Czyrnej k. Krynicy. Badano skuteczność pięciu sposobów przeciwdziałania zniszczeniom, powodowanym przez zwierzynę łowną. Pierwszym sposobem zatrzymywania zwierząt jest siatka ogrodzeniowa, drugi stanowi pastuch elektryczny podwójny, trzeci to pastuch elektryczny podwójny w połączeniu z opryskiem repelentem, kolejnym jest oprysk repelentem a ostatni to obiekt kontrolny, czyli poletka bez ochrony. Plony oznaczano w czterech rodzajach upraw: 1) łąka (oznaczano łączny plon zielonki pierwszego i drugiego pokosu); 2) mieszanka zbożowa owies + pszenżyto jare; 3) ziemniaki; 4) kukurydza na zielonkę przeznaczoną na zakiszanie. Zastosowano repelent Hukinol w dawce 10 l/ha. Każda uprawa o powierzchni 100 m² powtórzona była czterokrotnie. Szacowanie szkód oraz oznaczanie wielkości plonów określano w okresie zbiorów. Wyniki badań poddano analizie wariancji. Istotność różnic między obiektami oceniano za pomocą procedury porównań wielokrotnych z wykorzystaniem testu Tukeya, przy ustalonym poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Oceny szkód wywołanych przez zwierzynę łowną dokonano za pomocą metody Flisa [2017]. Według tej metody wyliczona wartość pieniężna zniszczonego plonu ustalana jest wg wzoru: $Ez = Mz \cdot Jzb \cdot Czb$ gdzie: Ez – wartość zniszczonych plonów, Mz – masa zniszczonej zniszczonych, Jzb – wartość przelicznika jednostki zbożowej (w tym przypadku dla zielonki kukurydzy i traw 0,13, dla ziemniaków 0,25; dla ziarna zbóż 1,00), Czb – średnia cena rynkowa 4 podstawowych zbóż z dnia szacowania szkody. Ceny zbóż przyjęto wg Pobereźnika [2023].

Doświadczenie przeprowadzono na glebie brunatnej wytworzonej ze zwietrzliny skał fliszowych. Glebę tą zakwalifikowano do V klasy bonitacyjnej oraz do 12 kompleksu owsiano-ziemniaczanego górskiego.

Tabela 1. Sumy opadów atmosferycznych (mm) zanotowane w Stacji Czyrna w 2023 r.

Lata	Miesiące					IV–VIII	I–XII
	IV	V	VI	VII	VIII		
2023	76,9	95,4	119,4	118,1	85,0	494,8	875,3
1981–2010	65,0	94,6	115,8	113,6	97,1	486,1	831,9

Oceniając rozkład opadów w sezonie wegetacyjnym 2023 r. (tab. 1) można stwierdzić, że był on korzystny dla testowanych roślin (łąka, mieszanka jęczmienia jarego z pszenżytem jarym, ziemniaki, kukurydza na zielonkę). Suma opadów w sezonie wegetacyjnym (494,8 mm) kwalifikuje ten sezon jako przeciętny [Kaczorowska 1962]. Biorąc pod uwagę wyniki badań Rudnickiego [1995] można zauważyć, że sumy opadów w poszczególnych miesiącach sezonu wegetacyjnego 2023 r. tylko nieznacznie odbiegały od optymalnych, określonych przez cytowanego badacza.

Wyniki i dyskusja

W tabeli 2 przedstawiono dane dotyczące wpływu sposobów przeciwdziałania szkodom przez zwierzynę łowną na plon runi łąkowej, mieszanki owsa z pszenżytem jarym, ziemniaków i kukurydzy.

Tabela 2. Wpływ zapobiegania szkodom na plon ($t \cdot ha^{-1}$) upraw

Sposób przeciwdziałania szkodom	Łąka (zielonka)	Owies + pszenżyto jare	Ziemniaki	Kukurydza (zielonka)
Siatka ogrodzeniowa	59,12	4,26	25,80	68,79
Pastuch elektryczny podwójny	50,51	3,62	20,97	51,70
Pastuch elektryczny podwójny + repelent	50,81	3,65	21,20	52,22
Repelent	28,72	2,05	11,53	32,08
Bez ochrony	26,06	2,16	7,36	17,91
Średnio	41,24	3,14	17,37	44,54
NRI $\alpha = 0,05$	4,792	0,242	2,61	4,03

W tabeli 2 w przypadku plonów zielonki (łąka) różnice statystycznie istotne występują pomiędzy wszystkimi sposobami przeciwdziałania szkodom. W przypadku mieszanki owsa z pszenżytem jarym, różnice statystycznie istotne występują pomiędzy plonem na obiekcie z siatką ogrodzeniową, a pozostałymi sposobami przeciwdziałania szkodom. Brak różnic istotnych występuje pomiędzy obiektami: pastuch elektryczny podwójny i pastuch elektryczny podwójny z repelentem. Brak różnicy istotnej występuje również pomiędzy obiektami: repelent i poletkami bez ochrony. W przypadku plonów owsa, różnica statystycznie istotna występuje pomiędzy obiektem zabezpieczonym siatką ogrodzeniową a pozostałymi obiektami. Nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic między obiektami zabezpieczonymi pastuchem elektrycznym podwójnym a obiektami zabezpieczonymi pastuchem elektrycznym podwójnym w połączeniu z repelentem. Podobnie, nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic między obiektami zabezpieczonymi repelentem a obiektami bez ochrony. W przypadku plonów ziemniaka sytuacja jest

inna, ponieważ występuje statystycznie istotna różnica między obiektami zabezpieczonymi repelentem a obiektami bez ochrony. Istotność różnic dla plonów kukurydzy układała się analogicznie jak w przypadku plonów ziemniaka. Istotność różnic oraz brak istotności różnic pokazuje tabela 3.

Tabela 3. Wpływ sposobu zapobiegania szkodom na plon upraw w porównaniu z obiektem z siatką ogrodzeniową (%)

Sposób przeciwdziałania szkodom	Łąka (zielonka)	Owies + pszenżyto jare	Ziemniaki	Kukurydza (zielonka)	Średnio
Siatka ogrodzeniowa	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Pastuch elektryczny podwójny	85,43	84,97	81,27	75,15	81,70
Pastuch elektryczny podwójny + repelent	85,94	85,68	82,17	75,91	82,42
Repelent	48,57	48,12	44,68	46,63	47,00
Bez ochrony	44,07	50,70	28,52	26,03	36,70
Średnio	72,80	73,89	67,32	64,74	69,56
NRI $\alpha = 0,05$	9,548	2,741	2,870	2,640	4,447

Z danych zawartych w tabelach 2 i 3 wynika, że zwierzyna łowna najmniejsze szkody wyrządziła w obiekcie bez ochrony, w uprawie mieszanki zbożowej (50,70%) i na łące (44,07%). Największe szkody zanotowano na obiekcie bez ochrony, w uprawie kukurydzy (26,03%) i ziemniaków (28,52%). Również średnie dla upraw potwierdzają zaobserwowaną kolejność. Uzyskane wyniki znajdują potwierdzenie w badaniach, które przeprowadził Fruziński [2015]. Z badań cytowanego autora wynika, iż atrakcyjność żerowa zwierzyny dotyczy głównie uprawy kukurydzy. Wynika to m.in. z długości wegetacji tej rośliny, która jest o 3 miesiące dłuższa od innych zbóż. Dodatkowo wysokość kukurydzy stanowi dogodnie miejsce ostoju dla zwierzyny łownej. Biorąc pod uwagę pierwszy czynnik doświadczenia, czyli sposoby przeciwdziałania szkodom, należy zauważyć, że najskuteczniejszą formą ochrony była siatka ogrodzeniowa (tab. 2). O 18,5% mniej skuteczny był sposób z pastuchem elektrycznym i opryskiem repelentem. Skuteczność tego sposobu była podobna do skuteczności ochrony obiektu z pastuchem elektrycznym bez oprysku repelentem. Statystyczna analiza wariancji nie udowodniła istotnej różnicy pomiędzy średnimi dla tych obiektów. Świadczy to o małej skuteczności repelentów w ochronie upraw przed szkodami wyrządzanymi przez zwierzynę łowną. Opinia ta znajduje potwierdzenie w wynikach badań Szmulewicz [2016]. Według cytowanego autora, jedną z przyczyn niskiej skuteczności repelentów są opady atmosferyczne, które spłukują grupę czynną repelentów z chronionych roślin. Opinia ta znajduje także potwierdzenie w wynikach badań własnych, przedstawionych w przedmiotowej pracy. Jak wynika z tabeli nr 3, zastosowanie samego repelentu było niemal o połowę mniej skuteczne niż zastosowanie siatki ogrodzeniowej. Jednakże zastosowanie tego repelentu chroniło uprawy o prawie 20% skuteczniej w porównaniu z poletkami bez ochrony. Zatem repelenty mogą być skuteczne w ochronie upraw przed szkodami ze strony zwierzyny łownej pod warunkiem częstego stosowania, np. po każdym deszczu. Opinia ta znajduje potwierdzenie w wynikach badań Szmulewicz [2016].

Dane liczbowe zawarte w tabelach 2–3 wskazują na fakt, że największe straty w plonach na obiektach bez ochrony (kontrola) wystąpiły na poletkach z uprawą mieszanki zbożowej owsa z pszenżytem jarym. Następne w kolejności malejącej były uprawy ziemniaka, kukurydzy oraz łąki. Uzyskane wyniki świadczą o atrakcyjności pokarmowej wyżej wymienionych upraw dla zwierzyny łownej. Taką atrakcyjność zbóż jako paszy dla zwierzyny łownej, potwierdziła w swoich badaniach Sporek [2014]. Natomiast Węgorok i Giebiel [2005] wskazują na znaczną atrakcyjność kukurydzy jako miejsca żerowania zwierzyny. Tabela 4 zawiera dane dotyczące wpływu zapobiegania szkodom w uprawach wyrażonych w jednostkach zbożowych. Przedstawienie plonów w takiej jednostce pozwala na bezpośrednie porównanie plonów uprawianych roślin. W tabeli 4 różnice statystycznie istotne, wystąpiły pomiędzy wszystkimi średnimi obiektowymi, z wyjątkiem takich obiektów jak pastuch elektryczny podwójny a pastuch elektryczny podwójny połączony z repelentem.

Tabela 4. Wpływ sposobu zapobiegania szkodom na plon upraw wyrażony w jednostkach zbożowych ($t \cdot ha^{-1}$)

Sposób przeciwdziałania szkodom	Łąka (zielonka)	Owies + pszenżyto jare	Ziemniaki	Kukurydza (zielonka)	Średnio
Siatka ogrodzeniowa	7,68	4,06	6,45	8,94	6,78
Pastuch elektryczny podwójny	6,56	3,45	5,24	6,72	5,49
Pastuch elektryczny podwójny + repelent	6,60	3,48	5,30	6,78	5,54
Repelent	3,73	1,95	2,88	4,17	3,18
Bez ochrony	3,38	1,20	1,84	2,32	2,18
Średnio	5,59	2,82	4,34	5,78	4,63
NRI $\alpha = 0,05$	0,266				0,238

Dane zamieszczone w tabeli 4 wskazują na fakt, iż największa produktywność wystąpiła w przypadku uprawy kukurydzy. Następne uprawy uszeregowane w kolejności malejącej, przedstawiały się następująco: łąka, ziemniaki, mieszanka zbożowa owsa z pszenżytem jarym. Z przedstawionych danych wynika, że na użytkach rolnych terenów górskich uzasadniona jest uprawa kukurydzy. Uprawa ta charakteryzuje się dużą wydajnością. Kiszonka z kukurydzy jest podstawową paszą dla bydła mlecznego, którego chów jest jedną z nielicznych gałęzi produkcji rolniczej, przynoszącej zadowalający dochód na terenach górskich i górzystych. Opinię o dochodowości chowu bydła mlecznego potwierdza też Musiał [2008].

O wysokiej przydatności kukurydzy jako rośliny uprawnej przekonują dane zamieszczone w tabelach 5 i 6. Dane te ilustrują, jak zastosowane metody zapobiegania szkodom wpływają na wartość finansową testowanych upraw. Z przedstawionych statystyk wynika, że największą wartość pieniężną plonu stwierdzono w przypadku kukury-

dzy. Następne pod tym względem w kolejności malejącej były: łąka, ziemniaki, mieszanka zbożowa owsa z pszenżytem jarym. Uzyskane wyniki znajdują potwierdzenie w publikacjach Michalskiego [2005] oraz Pawlaka [2008].

W tabeli 5, różnice statystycznie istotne, wystąpiły pomiędzy wszystkimi średnimi obiektowymi dla plonów upraw. W przypadku średnich dla sposobów przeciwdziałania szkodom, różnice statystycznie istotne wystąpiły pomiędzy obiektem siatka ogrodzeniowa a pozostałymi obiektami. Brak różnic statystycznie istotnych pomiędzy obiektami pastuch elektryczny podwójny a pastuch elektryczny podwójny z repelentem. Pomiedzy obiektami repelent a brak ochrony występuje różnica statystycznie istotna.

Tabela 5. Wpływ sposobu zapobiegania szkodom na wartość plonu upraw (PLN · ha⁻¹) wg metody Flisa [2017]

Sposób przeciwdziałania szkodom	Łąka (zielonka)	Owies + pszenżyto jare	Ziemniaki	Kukurydza (zielonka)	Średnio
Siatka ogrodzeniowa	6182	3268	5192	7196	5459,5
Pastuch elektryczny podwójny	5280	2777	4218	5409	4421,0
Pastuch elektryczny podwójny + repelent	5313	2801	4266	5457	4459,2
Repelent	2994	1569	2318	3356	2559,2
Bez ochrony	2700	966	1481	1867	1753,5
Średnio	4493,8	2276,2	3495,0	4657,0	3730,4
NRI $\alpha = 0,05$	297,30				205,34

W tabeli 6, różnice statystycznie istotne, wystąpiły pomiędzy plonem zielonki łąki a pozostałymi obiektami. Różnica statystycznie istotna występuje także pomiędzy plonem zielonki kukurydzy a pozostałymi obiektami. Pomiedzy plonem owsa i ziemniaków brak różnic statystycznie istotnych.

Tabela 6. Wpływ sposobu zapobiegania szkodom na wartość plonu (%) wg metody Flisa [2017]

Sposób przeciwdziałania szkodom	Łąka (zielonka)	Owies + pszenżyto jare	Ziemniaki	Kukurydza (zielonka)	Średnio
Siatka ogrodzeniowa	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Pastuch elektryczny podwójny	85,4	84,9	81,2	75,1	81,6
Pastuch elektryczny podwójny + repelent	82,7	85,7	82,1	75,8	82,5
Repelent	48,4	48,0	44,6	46,6	46,9
Bez ochrony	43,6	29,5	28,5	26,9	32,1
Średnio	72,0	69,6	68,2	64,8	68,6
NRI $\alpha = 0,05$	3,63				3,35

Dane zamieszczone w tabelach 5 i 6 wskazują na fakt, że najlepszą formą ochrony upraw rolnych przed szkodami wyrządzanymi przez zwierzynę łowną była siatka ogrodzeniowa. Innymi formami ochrony w kolejności malejącej były: pastuch elektryczny i pastuch elektryczny z zastosowaniem repelentu. Najmniej skuteczną metodą było zastosowanie repelentu. Szkody na obiekcie niechronionym wyrażone w wartościach pieniężnych były blisko trzykrotnie większe aniżeli na obiekcie z siatką ogrodzeniową. Świadczy to o dużej skuteczności ochrony zastosowanej na obiektach z siatką ogrodzeniową.

Wnioski

1. Najbardziej skutecznym sposobem zapobiegania szkodom, spowodowanym przez zwierzynę łowną była siatka ogrodzeniowa. Pastuch elektryczny był o 18–19% mniej skuteczny.
2. Skuteczność zastosowania repelentu na obiekcie z pastuchem elektrycznym była niewielka i statystycznie nieistotna w porównaniu z obiektem z pastuchem elektrycznym podwójnym.
3. Zastosowanie repelentu zmniejszyło szkody o 53% w porównaniu z obiektem z siatką ogrodzeniową.
4. Brak ochrony spowodował średnie zmniejszenie plonów o 63,3%.
5. Wartość pieniężna plonów uzyskana na obiektach chronionych przez siatkę ogrodzeniową była trzykrotnie większa niż na obiekcie niechronionym.
6. Atrakcyjność żerowa zwierzyny łownej najbardziej dotyczyła przede wszystkim kukurydzy. Następnie, w kolejności malejącej, występowały: uprawy ziemniaków, łąki i mieszanki owsa z pszenżytem jarym.

Bibliografia

- Abramski S., 1984. Szkody wyrządzone przez zwierzynę leśną w uprawach polowych oraz metody bilansowania strat. Zesz. Nauk. AR Warszawa 17, 107–134.
- Bouchner Z., 1993. Zwierzęta łowne. Delta, Warszawa.
- Depka-Prądziński A., 2013. Redukcja jeleni jest konieczna. Las Pol. 22, 16–18.
- Dubas J., 1966. Szkody łowieckie w przyleśnych uprawach rolnych w północno-wschodniej Polsce. Sylwan 8, 45–53.
- Dziedzic R., Błaszczak J., 2016. Dynamika, inwentaryzacja i struktura gatunkowa populacji zwierzyny w Polsce. W: Gil W. (red.), Łowiectwo w zrównoważonej gospodarce leśnej. Instytut Badawczy Leśnictwa, Sękocin Stary.
- Flis M., 2010. Szkody łowieckie w świetle uwarunkowań ekonomicznych i prawnych. Wieś Rol. 4(149), 12–19.
- Flis M., 2015. Profilaktyka w zakresie szkód wyrządzanych przez zwierzęta dzikie w uprawach rolniczych. Biul. Inst. Hod. Aklimat. Rośl. 262, 34–42. <http://doi.org/10.37317/biul-2011-0018>
- Flis M., 2017. Szacowanie szkód łowieckich. Łow. Pol. 9, 2–6.
- Fruziński B., 2015. Dzik. Wydawnictwo Cedrus, Warszawa.
- Giebel J., Węgorok P., 2005. Szkody łowieckie – uwarunkowania i możliwości zapobiegania. Instytut Ochrony Roślin, Poznań
- Gil W., 2015. Łowiectwo w zrównoważonej gospodarce leśnej. Instytut Badawczy Leśnictwa, Sękocin Stary.

- GUS, 2014. Rocznik statystyczny GUS, Warszawa.
- GUS, 2022. Rocznik statystyczny GUS, Warszawa Kaczorowska Z., 1962. Opady w Polsce w przekroju wieloletnim. Pr. Geogr. IG PAN 33, 1–107.
- Michalski T., 2005. Możliwości zwiększenia w Polsce produkcji kukurydzy i jej wykorzystania w rolnictwie i przemyśle. *Wiś Jutra* 3, 8–14.
- Musiał W., 2008. Ekonomiczne i społeczne problemy rozwoju obszarów wiejskich Karpat Polskich. Wyd. Instytut Rozwoju Wsi i Rolnictwa PAN. Warszawa.
- Okarma H., Tomek A., 2008. *Łowiectwo*. Wydawnictwo Edukacyjno-Naukowe H2O, Kraków.
- Pawlak J., 2008. Rolnictwo precyzyjne, jego rola i ekonomiczna efektywność. *Post. Nauk Rol.* 1, 87–94.
- Pobereźnik B., 2023. *Kalkulacje produkcji rolniczej*. Wyd. MODR Karniowice, 36.
- Rudnicki F., 1995. Porównanie reakcji jęczmienia jarego i owsa na warunki opadowo termiczne. *Frag. Agron.* 3(47), 21–31.
- Sporek M., 2014. Szkody łowieckie w uprawach rolnych. *J. Agribus. Rural Dev.* 2(32), 181–188. <http://doi.org/10.17306>
- Szmulewicz W., 2015. Zwierzyna a gospodarka rolna (szkody, wycena, odszkodowania). W: Gil W. (red.), *Łowiectwo w zrównoważonej gospodarce leśnej*. Materiały z VII sesji Zimowej Szkoły Leśnej przy Instytucie Badawczym Leśnictwa. Wyd. Instytut Badawczy Leśnictwa, Sękocin Stary.
- Szmulewicz W., 2016. Zabezpieczanie upraw i płodów rolnych przed szkodami wyrządzanymi przez zwierzynę. Wyd. Departament Leśnictwa i Ochrony Przyrody, Ministerstwo Ochrony Środowiska, Warszawa.
- Ustawa o ochronie przyrody z dnia 16 kwietnia 2003 roku o ochronie przyrody (Dz.U. z 2018 r. poz. 1614, 2244, 2340).
- Ustawa o prawach łowieckich z dnia 13 października 1995 r. Prawo łowieckie (Dz.U. z 2018 r. poz. 2033).
- Węgorek P., 2005. Szkody powodowane w uprawach rolnych przez zwierzęta łowne i ptaki oraz możliwości ich ograniczania. *Owoce, Warz. Kwiaty* 7(115), 3–5.
- Węgorek P., Giebel J.J., 2005. Szkody łowieckie – uwarunkowania i możliwości zapobiegania. IOR-PIB, Poznań, 87.

System motywacyjny w publicznym doradztwie rolniczym w Polsce

Incentive system in public farm advisory in Poland

Wstęp

Motywowanie pracowników to jedna z wielu form zwiększania efektywności pracy. To istotne zjawisko, które dotyczy każdego miejsca pracy, pomimo znacznej różnorodności w stosowaniu motywatorów w różnych podmiotach prawnych i organizacyjnych. W praktyce najistotniejsze jest skuteczne wykorzystywanie dostępnych narzędzi, zachęcających do działania, dzięki którym możliwe jest osiągnięcie jak najlepszej efektywności pracowników [Leśniewski i Berny 2011].

Czynniki motywacyjne to wszystkie elementy, które zachęcają ludzi do wydajnej pracy. Czynniki te można podzielić na wewnętrzne i zewnętrzne. Wewnętrzne to takie, które powodują, że ludzie zachowują się i postępują w określony sposób. Natomiast zewnętrzne motywatory to działania skierowane na pracowników, które mają ich zmotywować do jeszcze lepszej pracy. Czynniki te mogą mieć wpływ natychmiastowy, chociaż niekoniecznie długotrwały. Wszystkie razem tworzą system motywacyjny, który stanowi zbiór celowo dobranych i logicznie wzajemnie powiązanych motywatorów [Armstrong 2001].

Według Snopko [2014] „[...] skuteczność funkcjonujących w organizacjach systemów motywowania można rozpatrywać z punktu widzenia jednostki i wtedy miarą skuteczności będzie stopień realizacji celów – zadań motywującego, natomiast z punktu widzenia pracownika tą miarą będzie poziom satysfakcji i zadowolenia lub ich braku”.

Tworzenie systemów motywowania uwarunkowane jest wg Mazurą [2013] „[...] szeregiem czynników, wynikających z otoczenia zewnętrznego w stosunku do organizacji, a także z relacji z otoczeniem wewnętrznym. Do podstawowych determinant kształtowania systemów motywowania należą: strategia, kultura i struktura organizacyjna, specyfika działalności, sytuacja finansowa, otoczenie konkurencyjne, faza rozwoju firmy, wielkość jednostki oraz potencjał kadrowy”.

Kopertyńska [2008b] uważa, że „Rolą każdego systemu motywacyjnego jest wspieranie organizacji w dążeniu do realizacji jej celów strategicznych. Dlatego też system motywowania w organizacji trzeba tak kształtować, aby pracownicy byli motywowani do podejmowania działań przybliżających jednostkę do jej strategicznych celów i honorować osiągnięcia istotne z perspektywy strategii”.

¹ Uniwersytet w Siedlcach, Wydział Nauk Rolniczych, marek.nieweglowski@uws.edu.pl

² Uniwersytet w Siedlcach, Wydział Nauk Społecznych

³ Uniwersytet w Siedlcach, Wydział Nauk Rolniczych, Studenckie Koło Naukowe Agrobiotechnologii

Celem tejże pracy było przedstawienie systemu motywacyjnego publicznych jednostek organizacyjnych na przykładzie ośrodków doradztwa rolniczego (ODR). Zostanie on zaprezentowany w trzech grupach motywatorów. W pracy wykorzystano materiały organizacyjne ośrodków oraz ustawy i rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi (MRiRW). W opracowaniu i analizie zebranego materiału posłużono się metodą tabelaryczno-opisową.

Motywowanie w praktyce ODR

Zgodnie z ustawą z dnia 22 października 2004 r. o jednostkach doradztwa rolniczego (Dz.U. nr 251 poz. 2507 z późn. zm.) oraz rozporządzeniem MRiRW z dnia 23 grudnia 2004 r. w sprawie nazw i siedzib oraz ramowego statutu wojewódzkich ośrodków doradztwa rolniczego (Dz.U. nr 285 poz. 2866 z późn. zm.) utworzono ośrodki doradztwa rolniczego. Funkcjonują one od 1 stycznia 2005 r. Ustawa określa organizację, zadania i zasady działania jednostek doradztwa rolniczego. W oparciu o przepisy ustawy z dnia 22 czerwca 2016 r. o zmianie ustawy o jednostkach doradztwa rolniczego, ODR-y zostały przekształcone w państwowe jednostki organizacyjne, posiadające osobowość prawną, podlegające ministrowi właściwemu do spraw rozwoju wsi.

W skład struktury publicznego doradztwa rolniczego w Polsce wchodzi Centrum Doradztwa Rolniczego (CDR) z siedzibą w Brwinowie, a także 16 wojewódzkich ODR-ów. W utworzonych oddziałach doradztwa rolniczego wyodrębnia się 2 lub 3 poziomy organizacyjne (tab. 1). W 9 województwach mamy do czynienia z 3 poziomami: wojewódzkim, oddziałowym i terenowym. W pozostałych 7 preferowana jest organizacja 2-poziomowa, czyli bez oddziałów.

Komórki organizacyjne poszczególnych ODR-ów są ustalane w statutach i zatwierdzane zarządzeniami MRiRW. Na szczeblu centralnym powoływane są działy i stanowiska (zwykle jednoosobowe). Drugi poziom w strukturze organizacyjnej ODR stanowią oddziały, których zadaniem jest merytoryczne wsparcie doradców terenowych oraz pozyskiwanie najnowszej wiedzy i informacji dla prowadzonej działalności doradczej. W oddziałach funkcjonują samodzielne stanowiska, które odzwierciedlają strukturę w centrali. Ostatni, trzeci poziom w strukturze, stanowią powiatowe zespoły doradztwa rolniczego (PZDR), którymi zarządzają kierownicy bezpośrednio podlegli dyrektorowi oddziału lub dyrektorowi w centrali [Rozporządzenie 2004].

System motywacyjny ośrodków doradztwa rolniczego można scharakteryzować w trzech grupach motywatorów: płacowych, pozapłacowych materialnych i niematerialnych [Kopertyńska 2008a, Jabłoński 2014].

Dziwulski i Harasim [2017] uważają, że „[...] znaczenie pieniądza jako środka motywującego jest silnie zdeterminowane poprzez indywidualne potrzeby i oczekiwania. Jest też różnicowane w poszczególnych grupach zawodowych w zależności od wieku, płci i wykształcenia. Rola płacy w systemie motywacyjnym każdej organizacji jest więc bardzo istotna. Za pomocą płac można stymulować określone postawy i zachowania ludzi jak też zachęcać do skuteczniejszej, bardziej efektywnej pracy i rozwoju kompetencji”.

Środki finansowe przeznaczone na funkcjonowanie systemu doradztwa rolniczego pochodzą głównie z dotacji celowych, przekazywanych przez Ministerstwo Rolnictwa

i Rozwoju Wsi (ok. 70%) oraz z działalności gospodarczej prowadzonej przez same jednostki doradztwa rolniczego (ok. 30%). W latach 2016–2018 dysponowano w sumie ponad 618 mln zł [NIK 2019], pochodzącymi z wyżej wymienionych źródeł.

W wojewódzkich ODR-ach pracuje ok. 3 tys. doradców i specjalistów, z których większość figuruje na listach doradców CDR-ów, co potwierdza odpowiedni poziom wiedzy, wykształcenia i umiejętności doradców rolniczych zatrudnionych w publicznym doradztwie [MRiRW 2023].

Tabela 1. Poziomy organizacyjne ośrodków doradztwa rolniczego w Polsce

Nazwa ośrodka/poziom wojewódzki	Oddziały	Powiatowe zespoły doradztwa rolniczego (PZDR)
Dolnośląski Ośrodek Doradztwa Rolniczego we Wrocławiu	–	26
Kujawsko-Pomorski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Minikowie	2	19
Lubelski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Końskowoli	–	20
Lubuski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Kalsku	1	11
Łódzki Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Bratoszewicach	2	18
Małopolski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Karniowicach	–	17
Mazowiecki Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Warszawie	6	37
Opolski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Łosiu	–	11
Podkarpacki Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Boguchwale	–	21
Podlaski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Szepietowie	–	14
Pomorski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Lubaniu	1	15
Śląski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Częstochowie	2	17
Świętokrzyski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Modliszewicach	1	13
Warmińsko-Mazurski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Olsztynie	1	6 PZDR obsługujących 19 powiatów
Wielkopolski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Poznaniu	–	8 PZDR obsługujących 31 powiatów
Zachodniopomorski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Barzkowicach	1	18

Źródło: opracowanie własne.

Kopertyńska [2008a] stwierdza, że „[...] rodzaj realizowanej pracy, kompetencje pracownika oraz kryteria rynkowe stanowią podstawę kształtowania płacy zasadniczej. Płaca zasadnicza jest podstawowym składnikiem wynagrodzenia. Zróżnicowanie płac zasadniczych dokonane powinno być w oparciu o wartościowanie pracy na stanowisku, bądź też wycenę kompetencji pracownika”.

Podstawą ustalenia kategorii zaszeregowania są wyniki wartościowania, najczęściej w praktyce ujęte w taryfikator stanowisk oraz siatki i tabele płac. W oparciu o taryfikator oraz tabelę płac ustala się płacę zasadniczą pracownika. Tabela 2 ujmuje wybrane stanowiska, kategorie zaszeregowania oraz widełki wynagrodzenia zasadniczego pracowników ODR.

Tabela 2. Miesięczne stawki wynagrodzenia zasadniczego w jednostkach doradztwa rolniczego

Stanowisko	Kategoria zaszeregowania	Wynagrodzenie zasadnicze (zł)
Dyrektor, zastępca dyrektora, główny księgowy	–	wg odrębnych przepisów
Dyrektor oddziału jednostki	XIII	3000–10 000
Zastępca głównego księgowego, zastępca dyrektora oddziału jednostki, główny księgowy oddziału jednostki, kierownik działu księgowości, kierownik zespołu księgowości, informatyk, programista, administrator sieci	XII	2900–8000
Główny specjalista, kierownik działu, zastępca kierownika działu, główny doradca, zastępca i kierownik zespołu, zastępca i kierownik zespołu doradczego, zastępca i kierownik terenowego zespołu doradczego, kierownik gospodarstwa, radca prawny	XI	2800–7000
Koordynator, broker, starszy specjalista, starszy doradca	X	2800–6000
Specjalista, doradca	IX	2700–5500
Specjalista ds. BHP, specjalista ds. zarządzania jakością, specjalista ds. zarządzania kryzysowego i spraw obronnych	VIII	2700–5300
Sekretarka, starszy referent	VI	2600–5000
Stażysta specjalista, stażysta doradca, technik doradca	V	2600–4900

Źródło: opracowanie własne na podstawie Rozporządzenia MRiRW z dnia 24 września 2020 r.

Stawki miesięcznego wynagrodzenia zasadniczego pracowników ODR-ów ustalone są na podstawie rozporządzenia MRiRW z dnia 24 września 2020 r. Wynagrodzenie dyrektora głównego, jego zastępców i głównego księgowego określają odrębne przepisy. Pozostali pracownicy zaszerzegowani są do jednej z trzynastu kategorii. Widelki wynagrodzenia mają bardzo dużą rozpiętość. Wynika to m.in. ze zróżnicowania płac w poszczególnych województwach. Z raportu NIK [2019] wynika, że „[...] w 2018 r. pracownicy merytoryczni ośrodków doradztwa rolniczego zarabiali średnio od 3128 zł brutto w podkarpackim ODR (ok. 800 zł mniej niż wynosiła przeciętna płaca w tym województwie) do 3867 zł brutto w śląskim ODR (ok. 650 zł mniej niż średnio w województwie)”.

Poza płacą zasadniczą, motywatorem płacowym jest też premia. Borkowska [2006] uważa, że „[...] zasady kształtowania premii mogą być w praktyce gospodarczej bardzo zróżnicowane i zależą od tego co stanowi podstawę premiowania. Skuteczność premiowania jest tym większa im silniejsze jest powiązanie pomiędzy korzyściami płacowymi osiąganymi przez pracownika a spełnieniem warunków do ich uzyskania”. Z uwagi na pojawiające się korzyści, coraz częściej w praktyce występuje rozwiązywanie, w którym premie wiąże się z realizacją wyznaczonych celów [Beck-Krała 2013].

Borkowska [2006] twierdzi, iż „[...] z punktu widzenia zarówno pracownika, jak i pracodawcy ważne jest ustalenie udziału stałej i ruchomej części wynagrodzenia. W praktyce spotyka się rozwiązania, gdzie udział części stałej jest wyższy niż ruchomej, jak też takie gdzie stałą część stanowi płaca na poziomie minimalnej oraz wysoka premia, którą pracownik może otrzymać w sytuacji realizacji wyznaczonych zadań. Często też stosuje się formę prowizyjną i wówczas wynagrodzenie jest zmienne w czasie i stanowi udział w osiągniętym wyniku. Pracownik z reguły zainteresowany jest wyższym udziałem stałej części wynagrodzenia, pracodawca natomiast ruchomej uzależnionej od efektów pracy”.

Według raportu NIK [2019] „To właśnie niskie pensje i niezadowolający system podziału nagród, przyznawania premii i podwyżek sprawiły [...], że w latach 2016–2018 specjaliści rezygnowali z pracy w jednostkach doradztwa rolniczego. [...] Większość pracowników merytorycznych, którzy wzięli udział w ankiecie przeprowadzonej na zlecenie NIK przyznała, że wynagrodzenie nie motywowało ich do pracy. W badanym okresie najwięcej osób (99) odeszło z lubelskiego ODR, a na ich miejsce przyjęto tylko 60. Jak wynika z zebranych danych, to właśnie w tym województwie na jednego doradcę przypadało najwięcej gospodarstw, w 2018 r. – 727, najmniej było w śląskiem – 127”.

W ODR system premiowania regulują odpowiednie przepisy, które wskazują na motywacyjny charakter premii. Umożliwiają one, np. w ramach funduszu premiowego wyodrębnienie funduszu na premię regulaminową i na premię uznaniową (ze środków uzyskanych z tytułu dochodu z odpłatnego świadczenia usług). Poza premią regulaminową i uznaniową, pracownicy ośrodków mają możliwość otrzymania także innych premii, np. na koniec roku dla pracowników, którzy osiągnęli najwyższe dochody z działalności komercyjnej, za wykonywanie zadań poza zakresem obowiązków, zrealizację projektów, organizację wystaw itp. [Niewęglowski i Karaś 2016].

Kolejna grupa motywatorów to pozapłacowe czynniki motywacyjne. Dzielimy je na materialne i pozamaterialne. Szczególna rola w grupie motywatorów materialnych

przypada szkoleniu i rozwojowi pracowników [Żukowska 2017]. Według Niewęglowskiego i Soczewki [2014] „Szkolenie pracowników wychodzi naprzeciw potrzebom i oczekiwaniom pracowników i ma istotne znaczenie motywacyjne z uwagi na:

- możliwość rozwoju zawodowego,
- stwarzanie pracownikom warunków do samorealizacji,
- podniesienie kwalifikacji co zwiększa szanse pracownika na rynku pracy,
- kształtowanie ścieżki kariery pracowników”.

ODR dają swoim pracownikom możliwość udziału w różnych szkoleniach, kursach czy studiach. Niewęglowski i Soczewka [2014] wymieniają tu szkolenia:

- specjalistyczne, płatne organizowane przez CDR czy uczelnie wyższe, np. kurs na doradcę rolnośrodowiskowego, studia podyplomowe,
- obowiązkowe dla doradców organizowane przez CDR (płatne i bezpłatne), np. z zakresu wymogów wzajemnej zgodności oraz bezpieczeństwa i higieny pracy w gospodarstwie rolnym,
- pozostałe w zależności od zapotrzebowania pracowników (płatne i bezpłatne) w tym konferencje i seminaria.

Poza wyżej wymienionymi motywatorami, możemy jeszcze wskazać motywatory pozapłacowe o charakterze pozamaterialnym, np. posiadanie pracy, będącej źródłem dochodów. Jest to często ważniejsze niż poziom uzyskiwanych dochodów, ponieważ daje pracownikowi możliwość osiągnięcia innych korzyści, mających charakter materialny czy pozamaterialny [Krzysztofek i Kumańska 2011].

Wśród pozapłacowych motywatorów pozamaterialnych istotne znaczenie mają awanse zawodowe. Pracownicy wysoko cenią jasne ścieżki kariery z możliwościami awansu na wyższe stanowiska oraz wspieranie przez przełożonych rozwoju zawodowego swoich pracowników [Niewęglowski i Soczewka 2014]. Rozporządzenie MRiRW z dnia 24 września 2020 r. reguluje wymagania kwalifikacyjne pracowników jednostek doradztwa rolniczego na poszczególne stanowiska (tab. 3). Wyjaśnia ono, jakie wykształcenie i staż pracy ma posiadać osoba, która stara się o zatrudnienie lub awans na wyższe stanowisko.

Jak informuje NIK [2019], w latach 2016–2018, zasoby kadrowe zapewniały we wszystkich 6 kontrolowanych ODR-ach, sprawne wykonywanie ich ustawowych zadań, a zatrudnieni w nich doradcy spełniali wymagania dotyczące stażu pracy i kwalifikacji. Wykształcenie wyższe rolnicze posiadało od 71% pracowników lubuskiego ODR-u do 95% pracujących w podkarpackim ODR.

System wyróżnień i kar za naruszenie porządku i dyscypliny pracy, jest kolejnym pozapłacowym pozamaterialnym motywatorem, który dopuszcza regulamin pracy ODR [Zarządzenie nr 47/2020]. Pracownikom, których praca zawodowa, postawa i postępowanie przyczynia się do wzorowego wykonywania zadań, mogą być przyznane wyróżnienia w postaci pochwały pisemnej, pochwały publicznej lub dyplomu uznania. Pracodawca może utworzyć fundusz nagród, pozostający do jego dyspozycji, z przeznaczeniem na nagrody dla pracowników merytorycznych, za szczególne osiągnięcia w pracy zawodowej. Natomiast, za nieprzestrzeganie przez pracownika ustalonej organizacji i porządku w procesie pracy, pracodawca może stosować karę upomnienia lub karę nagany. Wśród systemu wyróżnień i kar większą rolę motywującą pracownicy przypisują karom. Przedstawiają one pracownika w niekorzystnym świetle oraz mogą przekładać się na premie, której pozbawienie odbija się negatywnie na domowym budżecie [Niewęglowski i Soczewka 2014].

Tabela 3. Wymagania kwalifikacyjne pracowników jednostek doradztwa rolniczego

Stanowisko	Stawka dodatku funkcyjnego	Wymagane wykształcenie	Wymagany staż pracy (w latach)
Dyrektor	–	wg odrębnych przepisów	
Zastępca dyrektora	–	wyższe	5, w tym 3 na stanowiskach kierowniczych
Główny księgowy	–	wg odrębnych przepisów	
Dyrektor oddziału	9	wyższe	5, w tym 2 na stanowiskach kierowniczych
Zastępca dyrektora oddziału jednostki	8	wyższe	4
Kierownik zespołu, kierownik zespołu doradczego, kierownik terenowego zespołu doradczego, kierownik gospodarstwa	7	wyższe	4
Główny specjalista, główny doradca, główny doradca rolniczy, główny doradca rolnośrodowiskowy	7	wyższe, posiadanie specjalistycznych kwalifikacji	4, w tym 2 na stanowisku starszego specjalisty, starszego doradcy
Starszy specjalista; Starszy doradca rolniczy, starszy doradca rolnośrodowiskowy	6	wyższe, posiadanie specjalistycznych kwalifikacji	3 na stanowisku specjalisty, doradcy
Specjalista, doradca, doradca rolniczy, doradca rolnośrodowiskowy	–	wyższe, posiadanie specjalistycznych kwalifikacji	0,5
Stażysta specjalista, stażysta doradca	–	wyższe	–
Technik doradca	–	średnie, średnie branżowe	–

Źródło: opracowanie własne na podstawie Rozporządzenia MRiRW z dnia 24 września 2020 r.

Podsumowanie

Funkcjonujące organizacje mają własne systemy motywowania pracowników. Nie istnieje uniwersalny system, który da się zastosować wszędzie i który zaspokoi potrzeby wszystkich pracowników. Systemy motywacyjne są rozwijane i dostosowywane przez cały okres funkcjonowania organizacji.

Systemy motywacyjne ośrodków doradztwa rolniczego wynikają z rozporządzeń MRiRW i regulaminów. Są to przejrzyste systemy, mające swoje umocowanie w dokumentach, z którymi każdy pracownik może się zapoznać. Czy systemy te są odpowiednie dla wszystkich pracowników? Na pewno nie. Wynika to z dużego zróżnicowania pomiędzy ośrodkami, jak też z różnego charakteru pracy doradców terenowych, oddziałowych czy z centrali. Systemy te stanowią podstawę motywowania, z której powinna korzystać kadra kierownicza, stosując indywidualne podejście do każdego pracownika, aby zwiększyć jego zaangażowanie i zapewnić lepszą wydajność pracy.

Bibliografia

- Armstrong M., 2001. Zarządzanie zasobami ludzkimi. Dom Wydawniczy ABC, Kraków, 109.
- Beck-Krala E., 2013. Wynagrodzenia pracowników w organizacji. Teoria i praktyka. Wydawnictwo JAK, Kraków.
- Borkowska S., 2006. Motywacja i motywowanie. W: Król H., Ludwicyński A. (red.), Zarządzanie zasobami ludzkimi. Tworzenie kapitału ludzkiego organizacji. PWN, Warszawa, 395–404.
- Dziwulski J., Harasim W., 2017. Systemy motywacji pracowników a zarządzanie kapitałem ludzkim organizacji. Zesz. Nauk. Uniw. Przyr.-Humanist. Siedlcach, ser. Adm. Zarz. 113(40), 47–59.
- Jabłoński M., 2014. Wybrane aspekty niesprawności w motywowaniu pracowników w świetle badań empirycznych. Pr. Nauk. Uniw. Ekon. Wroc. (366), 174–183.
- Kopertyńska M.W., 2008a. Motywowanie pracowników. Teoria i praktyka. Placet, Warszawa.
- Kopertyńska M.W., 2008b. Znaczenie premiowania dla skutecznej realizacji kosztowej i motywacyjnej funkcji płacy. Pr. Nauk. Uniw. Ekon. Wroc. (24), 85–87.
- Krzysztofek A., Kumańska W., 2011. Wpływ motywowania pracowników na efektywność pracy w przedsiębiorstwie. Stud. Mater., Misc. Oecon. 15(2), 43–56.
- Leśniewski M.A., Berny J.S., 2011. Motywowanie płacowe i pozapłacowe w przedsiębiorstwie – ujęcie teoretyczne. Zesz. Nauk. Uniw. Przyr.-Humanist. Siedlcach, ser. Adm. Zarz. (17).
- Mazur M., 2013. Motywowanie pracowników jako istotny element zarządzania organizacją. Soc. Sci. 2(8), 156–182.
- MRiRW, 2023. Publiczne doradztwo rolnicze partnerem w rozwoju rolnictwa i obszarów wiejskich. Dostępne na: https://www.gov.pl/web/rolnictwo/doradztwo-rolnicze2/Publiczne_doradztwo_rolnicze_partnerem_w_rozwoju_rolnictwa_i_obszarow_wiejskich%20.pdf [dostęp: 12.02.2024].
- Niewęglowski M., Karaś P., 2016. Motywatory płacowe w praktyce na przykładzie państwowej jednostki organizacyjnej. Dylematy 6, 99–108.
- Niewęglowski M., Soczewka I., 2014. Motywatory pozapłacowe w praktyce na przykładzie państwowej jednostki organizacyjnej. W: Zarzecka K., Kondracki S. (red.), Współczesne dylematy polskiego rolnictwa. Państwowa Szkoła Wyższa im. Papieża Jana Pawła II, Biała Podlaska, 58–65.

- NIK, 2019. Informacja o wynikach kontroli. Działalność ośrodków doradztwa rolniczego. Delegatura w Rzeszowie, LRZ.430.005.2019. Dostępne na: <https://www.nik.gov.pl/aktualnosci/system-doradztwa-rolniczego.html> [dostęp: 28.02.2024].
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 23 grudnia 2004 r. w sprawie nazw i siedzib oraz ramowego statutu wojewódzkich ośrodków doradztwa rolniczego (Dz.U. nr 285, poz. 2866 z późn. zm.).
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 24 września 2020 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków wynagradzania za pracę i przyznawania innych świadczeń związanych z pracą pracownikom jednostek doradztwa rolniczego (Dz.U. 2020, poz. 1712).
- Snopko J., 2014. Nowoczesne systemy motywacyjne pracodawców i pracobiorców. Pr. Nauk. Akad. im. Jana Długosza w Częstochowie, *Pragmata Oikonomias* 8, 307–322.
- Ustawa o jednostkach doradztwa rolniczego z dn. 22. października 2004 r. (Dz.U. 251, poz. 2507 ze zm.).
- Ustawa z dnia 22 czerwca 2016 r. o zmianie ustawy o jednostkach doradztwa rolniczego (Dz.U. 2016, poz. 1176).
- Zarządzenie nr 47/2020 Dyrektora Zachodniopomorskiego Ośrodka Doradztwa Rolniczego w Barzkowicach z dnia 5.11.2020 r. Regulamin pracy.
- Żukowska J., 2017. Istota motywacji pracowników tworzących zespoły w procesach innowacyjnych. Stud. Pr. WNEiZ US (48)2, 419–428.

Procesy logistyczne w indywidualnych gospodarstwach rolnych

Logistic processes on individual farms

Wstęp

Rolnictwo to sektor gospodarki, w którym transport i magazynowanie odgrywają istotną rolę. Procesy te są nieodłącznym elementem funkcjonowania gospodarstw rolnych, ponieważ z racji dużych powierzchni upraw konieczne jest zarówno transportowanie płodów rolnych z pól, jak i zaopatrywanie ich w potrzebne środki produkcji [Vezirov i Atanasov 2021]. Duże znaczenie mają również procesy magazynowania wynikające przede wszystkim z sezonowości produkcji. W okresie zbiorów pozyskiwane i gromadzone są duże ilości produktów. Zgromadzone płody rolne są wykorzystywane przez cały rok lub sprzedawane w dogodnym dla rolnika czasie [Lamsal i in. 2016]. Znaczenie odpowiedniego przygotowania tych procesów, zaliczanych do zakresu logistyki, rośnie wraz ze wzrostem wielkości gospodarstwa. Procesy transportowe odgrywają zatem istotną rolę w funkcjonowaniu gospodarstwa rolnego i stanowią jednocześnie źródło generowania kosztów [Rokicki i Wicki 2010b].

Gospodarstwo rolne w ujęciu logistycznym można definiować jako celowo zorganizowany system powiązanych z sobą procesów logistycznych, którego zadaniem jest wytwarzanie produktów rolniczych przy użyciu ziemi, pracy, kapitału, decyzji rolnika oraz sił przyrody [Klepacki i in. 2013]. Taka definicja odnosi się do kwestii zarządzania procesami, co jest niezbędnym mechanizmem umożliwiającym optymalne i sprawne przeprowadzanie operacji w ramach danego przedsiębiorstwa, jak i całego łańcucha dostaw [Jarzębowski 2012].

Zwiększająca się liczba zadań transportowych w gospodarstwach rolniczych jest rezultatem stałego wzrostu masy przewozonej w rolnictwie. Najlepiej obrazującym wskaźnikiem efektywności prac transportowych, realizowanych w gospodarstwach rolnych, są koszty przewozów [Kokoszka i in. 2006]. Szacuje się, że transport w produkcji rolniczej może stanowić do 50% całkowitych kosztów produkcji. Istotny staje się więc sprawny przebieg procesów transportowych. Transport rolniczy jest transportem specyficznym, na którego wyjątkowość składa się: rodzaj przewożonych ładunków, stosowane środki transportowe, drogi transportu, które często odbywają się bezpośrednio na polu oraz cykliczne kursy z koniecznością ich synchronizacji z maszynami pracującymi w polu. Istotna staje się tu także sezonowość potrzeb transportowych [Kuziemska i in. 2016].

¹ Uniwersytet w Siedlcach, Wydział Nauk Rolniczych, marek.nieweglowski@uws.edu.pl

² Uniwersytet w Siedlcach, Wydział Nauk Rolniczych, Studenckie Koło Naukowe Agrobiologii i Inżynierii

W skład infrastruktury logistycznej gospodarstw rolnych wchodzi także techniczne środki produkcji w postaci maszyn i urządzeń transportowych [Kuboń 2007]. Sprawność przepływów surowcowo-transportowych w gospodarstwach w dużej mierze uzależniona jest od odpowiedniego wyposażenia.

Celem niniejszej pracy była analiza procesów logistycznych w indywidualnych gospodarstwach rolnych. W przedstawionym materiale wykorzystano publikacje z zakresu problematyki przedmiotu oraz dane opracowane przez Główny Urząd Statystyczny.

Nakłady w transporcie rolniczym

Oddziaływanie postępu technicznego w rolnictwie jest wielokierunkowe i pośrednie. Najczęściej polega to na zapewnieniu odpowiednich warunków do intensywnej produkcji rolniczej oraz na zastąpieniu pracy ręcznej pracą maszynową [Kokoszka i Kuboń 2005, Kuboń i Tabor 2010]. Konsekwencją wprowadzenia środków technicznych do procesów produkcyjnych jest postęp technologiczny, a jego wymiernym efektem wzrost wydajności pracy. Znajduje to istotne odzwierciedlenie w procesach transportu rolniczego, których realizacja pochłania około 30% ogólnych nakładów robocizny i 40–60% nakładów czasu pracy siły pociągowej, co ma swoje bezpośrednie odzwierciedlenie w wysokich kosztach transportu. Zmniejszenie nakładów można osiągnąć poprzez właściwy dobór środków transportowych i sprawniejszą organizację operacji logistycznych [Kokoszka i Tabor 2006].

Autorzy Kuboń i Malaga-Toboła [2010] wskazują, że transport w rolnictwie zużywa 50–70% nakładów energetycznych siły pociągowej i około 20% nakładów pracy ludzi. Badania, dotyczące gospodarstw warzywniczych, wykazały między innymi, iż udział kosztów przepływów surowcowo-towarowych, w kosztach mechanizacji, kształtował się od 57% w gospodarstwach najmniejszych do 81% w największych. W strukturze kosztów najniższy ich udział występuje w fazie zaopatrzenia, a najwyższy w fazie dystrybucji.

W gospodarstwie rolnym przeważa transport wewnętrzny, osiągając 75% wynik, podczas gdy transport zewnętrzny to tylko 25%. Wskazuje to na potrzebę rozważenia sposobów zwiększenia efektywności procesów oraz obniżenia kosztów w tym obszarze. Jednym z podstawowych czynników warunkującym procesy transportowe w gospodarstwie jest ukształtowanie rozłogu. Układ przestrzenny gospodarstwa ma duże znaczenie dla rentowności produkcji. Nieregularny kształt rozłogu, a zwłaszcza jego rozczłonkowanie oraz znaczne oddalenie poszczególnych użytków od ośrodka gospodarczego, znacznie zwiększa koszty transportu [Kokoszka i Kuboń 2006, Niziński i Żurek 2011].

Środki transportu należą do zasobów środków trwałych w rolnictwie i wymagają nakładów inwestycyjnych do ich odnawiania. Inwestycje w gospodarstwach rolnych umożliwiają modernizację tych gospodarstw, polegającą na racjonalnym doborze niezbędnych maszyn, eliminowaniu przestarzałych obiektów oraz wprowadzeniu nowych technologii w produkcji roślinnej i zwierzęcej [Wójcicki i Rudeńska 2015, Pawlak 2016].

Wartość brutto środków transportu w Polsce, używanych w rolnictwie i łowiectwie, systematycznie rośnie. Ich wartość w 2021 r. wzrosła o 42,1 punktu procentowego (p.p.) w porównaniu z rokiem 2010. Jeszcze większy wzrost nastąpił w sektorze prywatnym,

wynosił 48,6 p.p. Obecnie w rolnictwie i łowiectwie większość środków należy do sektora prywatnego. W 2021 r. wartość brutto środków transportu sektora prywatnego stanowiła 97,9% wszystkich środków (tab. 1).

Tabela 1. Wartość brutto środków transportu wykorzystywanego w rolnictwie i łowiectwie (bieżące ceny ewidencyjne) w latach 2010–2021

Wyszczególnienie	Środki transportu (w mln zł)		
	Sektor prywatny	Sektor publiczny	Ogółem
2021	21 709,3	469,1	22 178,4
2020	19 911,7	438,1	20 349,8
2019	19 003,1	425,3	19 428,4
2015	16 821,8	359,0	17 180,8
2010	14 612,6	288,4	14 901,0

Źródło: opracowanie własne na podstawie GUS [2022].

W gospodarstwach indywidualnych transport rolniczy w 80–90% wykonywany jest środkami własnymi. Jest to najczęściej transport ciągnikowy. Analizując dane powszechnych spisów rolnych, można zauważyć, że w gospodarstwach indywidualnych liczba ciągników w latach 2010–2020 zwiększyła się o 2,4 p.p. (34,1 tys. szt.) (tab. 2). W tym czasie powierzchnia użytków, przypadająca na jeden ciągnik, wynosiła 9,5 ha i nie uległa zmianie. Mając na uwadze dane wartości brutto środków transportu, które znacznie wzrosły, można wnioskować, że w gospodarstwach następuje ciągły proces wymiany i zastępowanie starszych środków nowszymi (tab. 1). Ma to ogromne znaczenie dla prowadzonej działalności, czyniąc ją sprawniejszą i mniej kosztowną.

Tabela 2. Liczebność ciągników w rolnictwie w latach 2010–2020

Wyszczególnienie	2010*	2013	2016	2020*
Ciągniki w tys. szt.				
Ogółem	1418,4	1436,1	1491,7	1447,7
W tym gospodarstwa indywidualne	1395,7	1418,7	1473,3	1429,8
Powierzchnia użytków rolnych w ha na 1 ciągnik				
Ogółem	10,5	10,2	9,7	10,3
W tym gospodarstwa indywidualne	9,5	9,4	9,0	9,5

* Dane Powszechnego Spisu Rolnego uzupełniane przez badania cykliczne przeprowadzane co trzy lata między spisami.

Źródło: opracowanie własne na podstawie GUS [2022].

Analiza liczby ciągników w rolniczych w gospodarstwach indywidualnych w 2020 r. w podziale na województwa wskazuje, że największe ich ilości występują w województwach: mazowieckim, lubelskim, wielkopolskim i łódzkim (tab. 3). Najmniejszą liczbę ciągników

zarejestrowano w województwach lubuskim, zachodniopomorskim i opolskim. Natomiast największe powierzchnie użytków rolnych mierzonych w hektarach, przypadających na 1 ciągnik, mają województwa zachodniopomorskie (31 ha), lubuskie (23,4 ha) oraz warmińsko-mazurskie (20 ha), najmniejsze zaś województwa małopolskie (5,2 ha), świętokrzyskie (6,1 ha) i łódzkie (7,5 ha). Widać tu duże zróżnicowanie, np. w województwie zachodniopomorskim, w którym pomimo stosunkowo niewielkiej liczby ciągników, przypada największa powierzchnia hektarów na jeden ciągnik. Z kolei w przypadku województwa łódzkiego, które dysponuje jedną z wyższych liczb ciągników, liczba uprawianych hektarów przez 1 ciągnik jest jedną z mniejszych. Wyniki te są powiązane ze średnią wielkością gospodarstwa w poszczególnych województwach. W województwach Polski zachodniej i północnej, w których powierzchnia użytków rolnych w przeciętnym gospodarstwie rolnym jest większa, wskaźnik powierzchni użytków rolnych, przypadających na 1 ciągnik miał znacznie większe wartości. Natomiast w województwach o największym rozdrobieniu gospodarstw rolnych, te powierzchnie były najmniejsze.

Powyższe wnioski, są spójne z wynikami badań innych autorów, którzy dostrzegli podobne zależności pomiędzy różnymi grupami środków mechanizacji rolnictwa, a środkami transportu [Pawlak 2012].

Tabela 3. Liczba ciągników w rolnictwie według województw w 2020 r.

Województwo	Ogółem	W tym gospodarstwa indywidualne	Powierzchnia użytków rolnych w hektarach przypadająca na 1 ciągnik
dolnośląskie	51 900	50 046	17,6
kujawsko-pomorskie	87 357	85 695	12,1
lubelskie	173 962	173 161	8,0
lubuskie	18 978	18 351	23,4
łódzkie	131 242	130 752	7,5
małopolskie	106 391	105 827	5,2
mazowieckie	230 535	229 567	8,6
opolskie	34 750	33 179	14,9
podkarpackie	91 308	90 761	6,3
podlaskie	108 087	107 797	10,2
pomorskie	48 185	46 962	16,0
śląskie	45 003	44 438	8,7
świętokrzyskie	81 730	81 549	6,1
warmińsko-mazurskie	53 565	52 276	20,0
wielkopolskie	154769	151024	11,5
zachodniopomorskie	29926	28431	31,0
Polska	1 447 688	1 429 816	10,3

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS [2022].

Wysokie nakłady czasu pracy, paliwa, ponoszonych kosztów transportu wynikają z wielu czynników. Do podstawowych czynników należy zaliczyć: zróżnicowany asortyment środków, prowadzący do niewielkiego ich wykorzystania, niską mechanizację prac ładunkowych, wysokie ceny środków i nośników energii. Znaczne koszty generuje też organizacja przewozów i czasu pracy środka. W tym ostatnim przypadku czynnikiem podstawowym jest nie tylko eliminacja zbędnych składników struktury czasu pracy, lecz także dobór odpowiedniego środka do przewozu wybranej partii ładunków [Kokoszka 2011].

Koszty logistyczne w gospodarstwie rolnym i możliwości ich ograniczenia

W gospodarstwie rolnym transport i magazynowanie są kluczowymi procesami logistycznymi. Jest to między innymi związane ze zjawiskiem sezonowości produkcji rolniczej oraz jej przestrzennym charakterem. Potrzeba transportu i magazynowania ma wpływ na kształtowanie kosztów w gospodarstwie. Z księgowego punktu widzenia, obejmują one faktycznie poniesione wydatki pieniężne związane z prowadzeniem działalności gospodarczej [Rokicki i Wicki 2010a]. Natomiast w ujęciu ekonomicznym są pojęciem obejmującym zarówno koszty rzeczywiste, jak i kalkulowane, w tym koszty utraconych korzyści [Bąk 2010]. Koszty logistyki obejmują celowe zużycie zasobów przedsiębiorstwa oraz wydatki finansowe, powodowane przepływem dóbr materialnych: surowców i materiałów, produktów w toku produkcji, wyrobów i towarów. Związane są także z utrzymaniem zapasów oraz przetwarzaniem informacji związanych z działaniami logistycznymi, w przedsiębiorstwie i jego łańcuchach dostaw [Śliwczyński 2007].

Koszty logistyczne odzwierciedlają zużycie materiałów, energii elektrycznej, kosztów pracy, innych wydatków, np. kosztów finansowych oraz ujemnych skutków zdarzeń nadzwyczajnych. Są one wywołane przepływem dóbr materialnych i informacji w przedsiębiorstwie oraz między przedsiębiorstwami. Koszty te charakteryzują się zmiennością w poszczególnych okresach, rozproszeniem, rozdzieleniem odpowiedzialności za ich kształtowanie na wiele stanowisk oraz dużą pracochłonnością czynności związanych z ich ustaleniem [Białek-Jaworska 2008]. W efekcie wiele firm nie rejestruje kosztów logistyki ani też nie ma informacji o prawdziwym ich poziomie [Rokicki i Wicki 2011].

W wyniku działań logistycznych powstają koszty logistyczne, które nie zawsze mogą być przypisane do odpowiedniej grupy kosztów. Udział kosztów logistyki w całkowitych kosztach jest wyznacznikiem sukcesu logistyki przedsiębiorstwa i całej firmy [Kisperska-Moroń i Krzyżaniak 2009]. Biorąc pod uwagę źródło powstawania kosztów wg procesów logistycznych możemy wyróżnić takie kategorie kosztów logistycznych, jak: utrzymywania zapasów, magazynowania, pakowania i tworzenia jednostek ładunkowych, transportu, zarządzania informacją logistyczną.

Oszacowanie kosztów logistycznych w gospodarstwie rolnym jest skomplikowane. Skale tego zjawiska, dotycząca transportu, można w pewnym przybliżeniu ocenić, np. przez obliczenie kosztów roboczogodzin, przypadających na poszczególne uprawy czy produkcje zwierzęce. Analiza kosztów w produkcji roślinnej i zwierzęcej wskazuje na znaczny udział roboczogodzin w kosztach. Udział ten wynosi od kilku procent w przypadku produkcji zwierzęcej do ponad 40% w przypadku warzyw gruntowych, a stanowiące największy odsetek upraw w Polsce zboża, udział ten mają na poziomie ok. 30%. Są to więc stosunkowo duże kwoty w końcowych kosztach produkcji rolniczej [Michałek i in. 2010].

Na koszty logistyczne w gospodarstwach i przedsiębiorstwach rolnych mogą wpływać następujące decyzje:

- transportowe – chodzi o wybór rodzaju transportu, środków (tras), jakość dróg (szczególnie ważne w rolnictwie), wielkość ładunku itd.;
- w sferze zapasów – wielkość partii kupowanych i sprzedawanych, sposób pakowania (luzem, małe i duże opakowania), częstotliwość zamówień itd.;
- w zakresie polityki składowej – liczba magazynów, ich typy i lokalizacja;
- w zakresie zaopatrzenia – miejsce, wielkość partii, częstotliwość zakupów;
- w sposobie realizacji zakupów – przyjmowanie zamówień, komputeryzacja, przedpłaty itd. [Klepacki 2008].

Wprowadzanie nowych rozwiązań organizacyjnych w zakresie ograniczenia kosztów logistyki w przedsiębiorstwach, w których wiodącą rolę odgrywają centra dystrybucyjne, w większości nie objęły rozdrobnionych gospodarstw rolnych [Wajszechuk 2002]. Bierze się to z faktu, że gospodarstwa rolne prowadzą produkcję w oparciu o tradycyjne systemy zaopatrzenia i dystrybucji. Tworzone są przez wielu niezależnych hurtowników, detalistów i pośredników. Funkcjonują one w większości jako członki luźno powiązane z logistycznym łańcuchem żywnościowym. Mają ograniczoną możliwość sterowania fizycznym przepływem surowców i produktów finalnych. Taki system zaopatrzenia i zbytu wymaga posiadania rozbudowanej rolniczej infrastruktury logistycznej [Tabor i Kuboń 2004]. Obciążenie kosztami eksploatacji i utrzymania takiej infrastruktury stanowi poważne wyzwanie dla każdego przedsiębiorstwa. Koszty te należą do kategorii kosztów względnie stałych, niezależnych od rozmiarów prowadzonej działalności. Dlatego ważne jest dokładne poznanie poziomu i struktury kosztów infrastruktury logistycznej, które następnie będzie prowadzić do podejmowania decyzji, mających na celu ich redukcję. Jednak minimalizacja kosztów nie powinna prowadzić do pogarszania jakości procesów realizowanych w gospodarstwie rolniczym [Kuboń 2008].

Ograniczyć koszty transportu w gospodarstwach można przez grupowe działanie rolników, np. w ramach grup producentów rolnych. Trudno tu może mówić o dużych oszczędnościach, jeśli chodzi o transport wewnętrzny w gospodarstwie, który każdy rolnik organizuje zwykle we własnym zakresie. Większych oszczędności można z pewnością szukać w transporcie zewnętrznym, szczególnie, gdy jest on wsparty o odpowiednio zorganizowane zaplecze magazynowe, np. bazę logistyczną, w której przygotowuje się towary do sprzedaży. Rolnik musi dostarczyć tylko swój produkt do takiego centrum. Dalsza jego droga, do finalnego odbiorcy, już go nie dotyczy. Przynosi mu to wymierne oszczędności, nie tylko finansowe, ale także w postaci zaoszczędzonego czasu, który musiałby na to poświęcić. Poszukiwanie nowych rozwiązań w sferze procesów logistycznych zachodzących w gospodarstwie będzie przynosiło oszczędności czasu i pieniędzy [Kuziemska i in. 2016].

Logistyka ma koordynować i integrować fazy i procesy zachodzące, zarówno w pojedynczym przedsiębiorstwie, jak i w całym łańcuchu dostaw, w celu zagwarantowania odbiorcy odpowiedniego produktu we właściwym miejscu i czasie [Skowrońska 2007]. W optymalizowaniu tego procesu priorytetowym staje się zagadnienie kosztów logistyki a w szczególności kompleksowego ich przedstawienia. Podejmowane próby identyfikacji, oceny poziomu i struktury tych kosztów nie mają charakteru kompleksowych i systematycznych badań [Blaik 2001]. Za ten stan w głównej mierze odpowiada stosowanie tradycyjnych metod księgowania, które nie podają potrzebnych informacji dla nowocze-

snej logistyki w jej wymiarze rynkowym. Dla przykładu wiele kosztów logistyki związanych z analizą rentowności produktu lub klienta pozostaje ukrytych w innych kosztach, takich jak koszty produkcji lub marketingu [Wajszczuk 2006].

Podsumowanie

Kluczowymi procesami logistycznymi w gospodarstwie rolnym są transport i magazynowanie, które zależą w dużej mierze od przestrzennego charakteru produkcji rolnej oraz od jej sezonowości. Specyfika produkcji rolnej powoduje, że procesy transportowe mają bardzo istotne znaczenie. Co wiąże się z koniecznością ponoszenia bardzo wysokich kosztów. Uzmysłowanie sobie skali tego zjawiska i związanych z tym kosztów, powinno skłaniać rolników do podejmowania działań, które ograniczałyby te koszty. Mogą to być takie dość proste rzeczy jak stosowanie agregatów uprawowych w celu łączenia zabiegów albo pożyczanie większej przyczepy transportowej od sąsiada w celu przywiezienia zebranych owoców mniejszą ilością kursów. Takie działania przyczynią się do ograniczenia czasu poświęcanego poszczególnym czynnościom oraz znacznie redukcją koszty.

Efekty ekonomiczne gospodarstwa rolnego są uzależnione od sprawnego i niskokosztowego systemu przemieszczania środków produkcji, półproduktów i towarów gotowych. Pojawia się jednak problem dużej liczby różnorodnych czynników towarzyszących produkcji rolnej i determinujących procesy transportowe. Poszukiwanie optymalnych rozwiązań dla gospodarstwa w kontekście transportu jest zatem trudne, ale bardzo ważne, gdyż wpływa na koszty prowadzenia działalności i decyduje o końcowym efekcie ekonomicznym. Brak szczegółowych analiz dotyczących kosztów transportu w gospodarstwach rolnych, nie pozwala na wskazanie rolnikom odpowiednich rozwiązań. Powstanie takich analiz musi być przeprowadzone, powinno też odnosić się do poszczególnych typów produkcyjnych, a także jej skali.

Bibliografia

- Bąk M., 2010. Koszty i opłaty w transporcie. Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk.
- Białek-Jaworska A., 2008. Rola rachunku kosztów w zarządzaniu centrami logistycznymi. W: Starzyńska W., Rogalski W.J. (red.), *Logistyka szansą rozwoju miasta i regionu na przykładzie ziemi piotrkowskiej*. Naukowe Wydawnictwo Piotrkowski, Piotrków Trybunalski.
- Blaik P., 2001. *Logistyka*. PWE, Warszawa.
- GUS, 2022. *Rocznik Statystyczny Rolnictwa*. Zakład Wydawnictw Statystycznych, Warszawa.
- Jarzębowski S., 2012. Zarządzanie procesami w łańcuchu dostaw. *Logistyka* 2, 681–688.
- Kisperska-Moroń D.K., Krzyżaniak S.S. (red.), 2009. *Logistyka*. Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań, 339–346.
- Klepacki B., 2008. Rozwój logistyki jako czynnik wzrostu konkurencyjności przedsiębiorstw agrobiznesu. *Rocz. Nauk. Stow. Ekon. Rol. Agrobiz.* 10(3), 307–311.
- Klepacki B., Wysokiński M., Jarzębowski S., 2013. Transport w gospodarstwie rolnym jako źródło kosztów logistycznych. *Logistyka* 2, 161–171.
- Kokoszka S., 2011. Wpływ organizacji pracy środków transportu na koszty przewozu w gospodarstwach rolniczych. *Inf. Ekol. Ter. Wiej.* 10, 55–62.

- Kokoszka S., Kuboń M., 2005. Mechanizacja prac ładunkowych a nakłady w transporcie rolniczym. Cz. 1. Wydajność i nakłady. *Inż. Rol.* 9(6), 329–336.
- Kokoszka S., Kuboń M., 2006. Wpływ ukształtowania terenu na stan i jakość dróg transportu rolniczego. *Prob. Inż. Rol.* 14, 47–54.
- Kokoszka S., Sęk S., Tabor S., 2006. Koszty przewozów rolniczych różnymi środkami transportowymi. *Prob. Inż. Rol.* 14(3), 101–107.
- Kokoszka S., Tabor S., 2006. Postęp technologiczny a koszty transportu płodów rolnych. *Inż. Rol.* 10, 177–183.
- Kuboń M., 2007. Wyposażenie i wykorzystanie środków transportowych w gospodarstwach o różnym typie produkcji rolniczej, *Inż. Rol.* 8(96), 141–148.
- Kuboń M., 2008. Koszty infrastruktury logistycznej w przedsiębiorstwach rolniczych. *Inż. Rol.* 12, 125–136.
- Kuboń M., Malaga-Toboła U., 2010. Koszty przepływów surowcowo-towarowych w gospodarstwach specjalistycznych. *Prob. Inż. Rol.* 18, 67–75.
- Kuboń M., Tabor S., 2010. Technika i technologia transportu a postęp techniczny w produkcji rolniczej. *Inż. Rol.* 14, 97–103.
- Kuziemska B., Trębicka J., Pieniak-Lendzion K., 2016. Logistyka transportu w rolnictwie. *Zesz. Nauk. Adm. Zarz.* 36(109), 161–171.
- Lamsal K., Jones P.C., Thomas B.W., 2016. Harvest logistics in agricultural systems with multiple, independent producers and no on-farm storage. *Comp. Ind. Engineer.* 91, 129–138.
- Michałek R., Grotkiewicz K., Kuboń M., Sporysz M., 2010. Metodyczne aspekty określania postępu naukowo-technicznego w badaniach makro- i mikroekonomicznych. *Inż. Rol.* 14(5), 197–205.
- Niziński S., Żurek J., 2011. *Logistyka ogólna*. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa.
- Pawlak J., 2012. Wyposażenie rolnictwa polskiego w środki transportu. *Probl. Inż. Rol.* (3), 45–56.
- Pawlak J., 2016. Nakłady inwestycyjne w rolnictwie polskim. *Zag. Ekon. Rol.* 3 (348), 13–158. <http://doi.org/10.5604/00441600.1218273>
- Rokicki T., Wicki L., 2010a. Koszty logistyki w wybranych branżach agrobiznesu. *Pr. Nauk. Uniw. Ekon. Wroc. (Ekonomia)* 113, 634–646.
- Rokicki T., Wicki L., 2010b. Transport i magazynowanie w rolnictwie jako element logistyki. *Więś Jutra* 1(138), 41–42.
- Rokicki T., Wicki L., 2011. Organizacja zaopatrzenia i koszty działań logistycznych w przedsiębiorstwach agrobiznesu. *Pr. Nauk. Uniw. Ekon. Wroc. Polit. Ekon.* 166, 634–646.
- Skowrońska A., 2007. Logistyka jako narzędzie równoważenia rozwoju. W: Graczyk A. (red.), *Zrównoważony rozwój w teorii ekonomii i w praktyce*. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. O. Langego, Wrocław, 483–494.
- Śliwczynski B., 2007. *Controlling w zarządzaniu logistyką*. Wyższa Szkoła Logistyki, Poznań.
- Tabor S., Kuboń M., 2004. Kierunek produkcji a koszty logistyki w wybranych gospodarstwach rolniczych. *Inż. Rol.* 8, 241–248.
- Vezirov C., Atanasov A. 2021. About selection of machinery for combined field and transport processes in small farms. W: *Engineering for Rural Development. Proceedings of the International Scientific Conference (Latvia)* (No. 20). Latvia University of Life Sciences and Technologies, 86–91. <http://doi.org/10.22616/ERDev.2021.20.TF018>
- Wajszczyk K., 2002. Analiza łańcucha logistycznego w przedsiębiorstwie przetwórstwa rolno-spożywczego – studium przypadku. *Logistyka* 3, 15–17.
- Wajszczyk K., 2006. Optymalizacja kosztów logistyki jako narzędzie wspomagające zrównoważony rozwój przedsiębiorstw rolniczych. *Inż. Rol.* 10, 443–450.
- Wójcicki Z., Rudeńska B., 2015. Kierunki modernizacji wybranych gospodarstw rodzinnych. *Prob. Inż. Rol.* 2(88), 37–46.

Logistyka 4.0 elementem optymalizacji łańcucha dostaw w sektorze rolno-spożywczym

Logistics 4.0 as an element of supply chain optimization in the agri-food sector

Wstęp

Logistyka swoje początki zawdzięcza działaniom skupiających się na zaopatrywaniu i przemieszczaniu wojsk podczas konfliktów zbrojnych, jednak obecnie obejmuje wszystkie sektory i każdą działalność gospodarczą [Kaliczyńska 2009, Murphy Jr i Wood 2011, Ficoń i Zięcina 2020, Soledispa-Cañarte i in. 2023]. Jak podkreśla Kaliczyńska [2009], nie ma jednej powszechnie obowiązującej definicji logistyki. Pojęcie to obejmuje zarządzanie działaniami transportu i składowania, które ułatwiają przepływ produktów z miejsc pochodzenia do miejsc finalnej produkcji, jest to również przepływ związanej z tymi produktami informacji, w celu zaoferowania klientowi odpowiedniego poziomu obsługi po korzystnych cenach. Zgodnie z definicją Council of Logistics Management z 1992 r. logistyka jest terminem opisującym proces planowania, realizowania i kontrolowania sprawnego i ekonomicznie efektywnego przepływu surowców, materiałów, wyrobów gotowych oraz odpowiedniej informacji z punktu pochodzenia do punktu konsumpcji w celu zaspokojenia wymagań klienta.

Logistyka 4.0 jest jednym ze składowych czwartej rewolucji przemysłowej. Wyznacza ona kierunek rozwoju dla współczesnych łańcuchów dostaw. Technologie Przemysłu 4.0, które znalazły najszersze zastosowanie w logistyce, to automatyzacja i roboty, Internet rzeczy (IoT), pojazdy autonomiczne (AV), pojazdy automatycznie sterowane (AGV), sztuczna inteligencja (AI), Big Data, Blockchain, Chmura i rynek elektroniczny/mobilny (EMM) [Krstić i in. 2022].

Zarządzanie łańcuchem dostaw to proces planowania, wdrażania i kontrolowania wszystkich etapów w systemie dostaw, w możliwie najbardziej efektywny sposób. Łańcuch zaopatrzenia obejmuje wszelkie transfery dóbr fizycznych i usług, niezbędnych do wytworzenia i waloryzacji towarów na rynku, czyli dotarcia do konsumenta końcowego. W sektorze rolno-spożywczym zarządzanie łańcuchem dostaw stanowi wyzwanie, ze względu na konieczność skrócenia czasu realizacji wszystkich działań, kontrolę jakości, śledzenie produktów w całej logistyce u dostaw, monitorowanie temperatury podczas przewozów, również ze względu na nietrwałość produktów itp.

Polski sektor rolno-żywnościowy jest mocno zróżnicowany regionalnie. Rolnictwo jest w dużej mierze uzależnione od warunków przyrodniczych, a także organizacyjno-ekonomicznych, które wpływają na poziom jego wykorzystania, jak również na jego konkurencyjność i znaczenie [Matwiejczuk i Tłuczak 2020]. Rolniczy łańcuch dostaw

¹ Uniwersytet Rzeszowski, Studenckie Koło Naukowe „AnimalEquus”, Kolegium Nauk Przyrodniczych, jtopczewska@ur.edu.pl

żywności obejmuje wszystkie działania od miejsca produkcji pierwotnej – gospodarstwa do konsumenta. Wydajny łańcuch zaopatrzenia w sektorze rolno-spożywczym obejmuje również aprowizację w środki produkcji, niezbędne do realizacji podstawowych procesów produkcji, dostawę dla przetwórstwa i dystrybucję produktów rolno-spożywczych z wykorzystaniem integrującego i interaktywnego systemu transportu, połączonego z przepływem danych i finansów [Yadav i in. 2020]. Logistyka żywności jest istotnym elementem łańcucha dostaw, zorientowanym na zaspokajanie potrzeb konsumentów poprzez dostarczanie odpowiedniej ilości właściwego produktu po jak najniższych kosztach, terminowej dostawie, a także minimalnych stratach. Żywność ma charakter nietrwały, bowiem większość produktów spożywczych ma bardzo krótki okres przydatności do spożycia. Wyzwaniem jest również zachowanie łańcucha chłodniczego (dotyczy to zwłaszcza surowców i produktów pochodzenia zwierzęcego), co wymaga precyzyjnego planowania, magazynowania i skutecznego monitorowania realizacji przewozów. Jak podkreślili Soledispa-Cañarte i in. [2023], znaczący wzrost liczby badań dotyczących zastosowania Logistyki 4.0 w agrobiznesie i łańcuchach dostaw wskazuje na jej potencjał rozwojowy. Przemysł spożywczy jest jednym z największych i najszybciej rozwijających się sektorem na świecie, zwłaszcza w obliczu ciągłego wzrostu liczby ludności, która według prognoz ONZ może osiągnąć 9,7 miliarda do 2050 roku. Wzrost ten oznacza większy popyt na produkty spożywcze [Alqudhaibi i in. 2024].

Celem niniejszej pracy było omówienie roli wybranych elementów Logistyki 4.0 w optymalizacji łańcuchów dostaw w sektorze rolno-spożywczym.

Logistyka 4.0 w sektorze rolno-spożywczym

Technologie Przemysłu 4.0 prowadzą do transferu wiedzy i innowacyjnych rozwiązań, na rzecz bardziej zrównoważonego łańcucha dostaw żywności z maksymalizacją korzyści społeczno-ekonomicznych. To m.in. robotyka i automatyzacja, Big Data, Symulacja, Integracja systemów, Internet rzeczy (IoT), Cyberbezpieczeństwo, Chmura, Sztuczna inteligencja (AI).

Wdrożenie robotyki w logistyce żywności okazało się korzystne zwłaszcza w przypadku ciężkich prac w magazynach. Początkowo roboty były głównie wykorzystywane do pakowania i paletyzacji, ale w ciągu ostatnich kilku lat wzrosło zainteresowanie szerszym ich zastosowaniem [Khan i in. 2018]. Integracja robotyki i systemów automatycznych z logistyką w sektorze rolno-spożywczym, pozwala na kompleksowe śledzenie i identyfikowalność żywności w całym łańcuchu dostaw. Optymalizacja obsługi i transportu towarów to największa korzyść z zastosowania robotyki w logistyce. Aplikacje zrobotyzowane zapewniają zoptymalizowany przepływ i śledzenie produktu w całym procesie logistycznym. Robotykę często łączy się z czujnikami i technologiami obrazowania [Jagtap i in. 2020]. Robotyzacja natomiast jest nieodłącznym elementem zautomatyzowanych przedsiębiorstw, usprawniająca ich procesy, a wprowadzane innowacyjne roboty zastępują pracę człowieka [Zinczuk 2021]. W logistyce magazynowej zastosowanie znalazły pojazdy sterowane automatycznie. Pozwala to zmniejszyć koszty pracy, poprawia również sprawność operacyjną. Zaletą stosowania pojazdów autonomicznych do transportu produktów jest elastyczność w kontrolowaniu ich trasy. Mimo iż sektor spożywczy powoli wprowadza roboty, jest czwartym sektorem najbardziej zautomatyzowanym na

świecie [Wonda i in. 2021]. Roboty wykorzystywane są w transporcie, produkcji żywności, pakowaniu i dostarczaniu produktów. Najnowocześniejsze z nich są wyposażone w inteligentne oprogramowanie i system kamer, potrafią wykonywać wiele zadań i reagują na polecenia głosowe.

Wykorzystanie Big Data może przynieść liczne korzyści sektorowi rolno-spożywczemu. W logistyce żywności generowana jest duża liczba danych, co wynika z różnorodności asortymentu i skali produkcji produktów spożywczych. Gromadzone i analizowane dane mogą obejmować informacje o pochodzeniu surowców i produktów, parametry związane z produktem (takie jak rozmiar, waga, jakość, wartość odżywcza, cechy opakowania, termin przydatności do spożycia, warunki przechowywania, w tym temperatura i wilgotność oraz jakość mikrobiologiczna), uwzględniają także ich lokalizację na każdym etapie łańcucha dostaw. Duże zbiory danych mogą znacznie zwiększyć niezawodność planowania i harmonogramowania rejestrując popyt, podaż i dostępne zapasy w czasie rzeczywistym, wspierając zainteresowane strony w lepszym podejmowaniu decyzji. Wykorzystanie narzędzi analitycznych w Big Data umożliwia dostosowanie produktów do oczekiwań konsumentów [Witkowski 2017]. Pod koniec lat 90. zestaw danych obejmował około 300 GB, które według prognoz IDC w 2025 roku wzrosną do 175 ZB [Rydning i in. 2018]. Analizy danych przyczyniają się do poprawy wydajności operacyjnej i usług dostawczych, optymalizacji szybkości i jakości usług, np. w gastronomii (dostawy do klienta), zapewniają wgląd w lokalizacje klientów, preferencje i zwyczaje związane z zakupami żywności [Sadiku i in. 2020]. Pomagają usprawnić operacje sprzedaży, np. dotyczące czasu oczekiwania, umożliwiając firmom poprawę poziomu usług. Na podstawie dostępnych danych można modyfikować harmonogramy zatrudnienia, dopasowując je do okresów szczytu.

Internet Rzeczy (IoT) to sieć obiektów fizycznych (rzeczy), w które wbudowane są czujniki i elementy wykonawcze oraz oprogramowanie umożliwiające wymianę informacji z innymi urządzeniami za pośrednictwem Internetu [Maulana i in. 2021]. Takie udogodnienie niezbędne jest zwłaszcza w transporcie, w którym pojazdy wyposażone są w różne urządzenia umożliwiające, np. śledzenie pojazdu, monitorowanie temperatury w naczepie, kontrolę zarządzania zapasami, a także stan techniczny pojazdu. To również narzędzia niezbędne do optymalizacji tras (wyznaczanie najkrótszej lub bardziej oszczędnej trasy), zarządzania energią (monitorowanie i podejmowania decyzji dotyczącej zużycia paliwa, utrzymywania wymaganej temperatury) a także informowania o zmianie trasy w przypadku korków itp. Ponadto można go również wykorzystać do monitorowania i zarządzania produktem (systemy monitorujące i kontrolujące temperaturę produktów spożywczych), wykrywania i zapobiegania zagrożeniom (w celu wykrywania nieautoryzowanego dostępu do przesyłek żywnościowych) oraz identyfikowalności w czasie rzeczywistym (w celu śledzenia nie tylko przesyłki, ale poszczególnych produktów spożywczych). W sektorze rolno-spożywczym większość technologii 4.0 stosowana jest do rozwoju inteligentnych usług na wszystkich etapach łańcucha dostaw, tj. w spedycji i zwrotach. IoT można także wykorzystać do opracowania systemów identyfikujących braki produktów lub ich terminu przydatności do spożycia i automatycznie inicjujących procesy zaopatrzenia i dystrybucji czy logistyki zwrotnej. Z punktu widzenia zarządzania łańcuchem dostaw, IoT może umożliwić maszynom podejmowanie procesu decyzyjnego przy niewielkiej interwencji człowieka lub bez niej, poprzez autonomiczną koordynację między „rzeczami” transportowanymi a różnymi podmiotami w sieci dostaw. W szczególności koncepcja IoT umożliwia wizualizację procesów operacyjnych systemu a do-

staw, gromadzenie informacji, kontrolę rozwoju produkcji i dystrybucji w czasie rzeczywistym. W branży spożywczej IoT pomaga utrzymać standardy bezpieczeństwa, ograniczać marnotrawstwo żywności, śledzić i monitorować jakość artykułów spożywczych [Bigliardi i in. 2022].

Internet Rzeczy jest wykorzystywany niemal na wszystkich etapach łańcucha dostaw żywności i wszystkich podsystemach logistycznych. Można go wykorzystać do zarządzania i przetwarzania zamówień oraz wymiany informacji między uczestnikami łańcucha zaopatrzenia, do zarządzania operacjami transportowymi, lokalizacji i wyznaczania tras pojazdów, zarządzania flotą, operacjami magazynowymi (przeładunek, kompletacja zamówień, załadunek/rozładunek), optymalizacji zapasów, automatycznego pakowania i etykietowania oraz rozwoju inteligentnych opakowań itp. [Krścić i in. 2022, Bigliardi i in. 2022]. Zapewne w przyszłości możliwe będzie zastosowanie autonomicznych pojazdów dostawczych jako zamiennika obiektów handlowych. Prowadzi to do zmiany modeli biznesowych i dystrybucyjnych, które opierałyby się na autonomicznym dostarczaniu zamówionych towarów bezpośrednio do konsumentów. Technologia pojazdów sterowanych znajduje obecnie zastosowanie przede wszystkim w realizacji procesów transportu wewnętrznego i przeładunków w różnych węzłach sieci logistycznej (zakłady produkcyjne, terminale, porty, centra logistyczne itp.).

Cyberbezpieczeństwo jest niezbędne w każdej z firm korzystających z systemów komputerowych (laptopów, tabletów, telefonów, GPS itp.), bezprzewodowego Internetu, komunikacji radiowej (RFID), czujników przekazujących dane pomiarowe, pojazdów sterowanych automatycznie lub sztucznej inteligencji (AI). Łańcuch logistyczny przemysłu spożywczego jest uważany za wrażliwy i podatny na cyberataki ze względu na dużą liczbę uczestniczących podmiotów, np. producentów i przetwórców, hurtowników, sprzedawców detalicznych itp. Alqudhaibi i in. [2024] stwierdzili, że niezależnie od tego, czy chodzi o inteligentne rolnictwo, czy inteligentną produkcję, zainteresowane strony i kadra kierownicza wyższego szczebla, nie postrzegają zagrożeń cybernetycznych jako ryzyka biznesowego, w związku z czym w przeprowadzonych badaniach wykazali znaczną lukę dla cyberbezpieczeństwa w sektorze spożywczym. Przemysł spożywczy jest uważany za jeden z najłatwiejszych do infiltracji ze względu na swoją wyjątkową infrastrukturę, co sprawia, że bioterroryzm zagraża nie tylko konsumentom, ale także gospodarkom [Latino i Menegoli -2022].

Blockchain to zdecentralizowana współdzielona baza danych, która rejestruje pochodzenie zasobu cyfrowego. Jest jednym z elementów systemu technologii, a nie samodzielną technologią. To metoda przechowywania i udostępniania danych w sposób rozproszony, przejrzysty i odporny na manipulacje, co stwarza doskonałą okazję do wdrożenia gospodarki o obiegu zamkniętym. Blockchain to bezpieczna technologia, którą można wykorzystać do wspierania łańcucha dostaw poprzez zwiększenie przejrzystości transakcji, integrację między zainteresowanymi stronami i cyfryzację [Pakseresht i in. 2023]. Blockchain ma kilka zalet w logistyce żywności. Zwiększa przede wszystkim zaufanie, autentyczność, identyfikowalność, przejrzystość [Köhler i Pizzol 2020]. Jak podkreśla Brzeziński [2020], zarządzający systemem zaopatrzeniowym dostrzegają w tej technologii znaczący krok ku redukcji kosztów, postęp w walce z przemytem czy oszustwami. Technologia ta sprzyja bardziej realnemu wdrażaniu zasad zrównoważonego rozwoju, zwiększa wydajność wysyłki, przejrzystość, śledzenie przesyłek lub towarów, pomaga eliminować problemy wynikające z niewłaściwego umieszczenia lub kradzieży towarów, powoduje szybsze przetwarzanie faktur i płatności [Kamath 2018]. Może pomóc w rozwiązywaniu problemów związanych z optymalizacją procesów logistycznych,

w tym zaopatrzenia, zarządzania transportem, śledzenia, współpracy celnej i finansowania handlu. Jak podaje Pakseresht i in. [2023], większość przypadków użycia Blockchain w sektorze rolno-spożywczym dotyczy identyfikowalności i uwierzytelniania żywności (57%), zarządzania gospodarstwem rolnym i monitorowania (16%), a następnie handlu elektronicznego i jego efektywności (11%). Większość proponowanych rozwiązań typu Blockchain dotyczy produktów mlecznych i akwakultury. Najwyższy odsetek użycia tego typu technologii w rolnictwie mają Chiny, następnie USA i Indie. Technologia Blockchain wiąże się również z wyzwaniami, takimi jak różne modele danych między partnerami w łańcuchu dostaw. Łańcuch dostaw w sektorze rolno-spożywczym charakteryzuje się wysokim stopniem interakcji w ramach sieci przedsiębiorstw związanych z żywnością, w której jego powodzenie zależy od jakości i wymiany informacji. Dlatego zaufanie jest jednym z najważniejszych czynników tworzenia partnerstw pomiędzy różnymi podmiotami w łańcuchu dostaw a Blockchain znacząco zmniejsza zapotrzebowanie na pośredników [Köhler i Pizzol 2020]. Blockchain w połączeniu z innymi technologiami, takimi jak czujniki, IoT, chmura i sztuczna inteligencja (AI), umożliwia dostęp do danych w czasie rzeczywistym oraz zapewnia odpowiedzialność i przejrzystość łańcucha dostaw żywności. Blockchain w połączeniu z IoT może mieć wpływ na takie obszary jak: pochodzenie, automatyzacja płatności, kontrola jakości i zarządzanie łańcuchem dostaw żywności [Khan i in. 2018].

W operacjach logistyki dostaw żywności, innowacyjne technologie wykorzystywane są głównie do wymiany informacji, w celu zapewnienia nieprzerwanego przepływu produktów, informacji, danych, środków finansowych. Wdrożenie sztucznej inteligencji (AI) będzie wymagało bezpiecznego udostępniania wrażliwych danych pomiędzy wszystkimi partnerami w łańcuchu dostaw. Rozszerza to zakres zastosowań AI oraz możliwość wykorzystania jej potencjału do optymalizacji szeregu operacji i procesów zaopatrzenia, w tym redukcji marnotrawstwa żywności, kontroli warunków w magazynach, wyboru dostawców i opóźnień w dostawach. Aby stosować wiarygodne, wydajne i niezawodne metody kontroli jakości produktów oraz poszukiwać nowych sposobów dotarcia do odbiorców i sprawnej obsługi klientów, realizując główne cele procesu produkcji i obrotu żywnością, niezbędne jest wdrożenie sztucznej inteligencji. Główne zastosowania obejmują optymalizację łańcucha dostaw i bezpieczeństwo żywności [Ramirez-Asis i in. 2022]. Sztuczna inteligencja w produkcji żywności pomaga w monitorowaniu całego procesu dostaw. Przewidywanie cen, optymalizacja procesów produkcyjnych, zarządzanie zapasami i obrót są wspomagane przez narzędzie AI. Sztuczna inteligencja w połączeniu z innymi technologiami 4.0 może być stosowana do wspierania różnych operacji związanych z logistyką w sektorze rolno-spożywczym. Będą to, np. analizy: rynku, identyfikacji docelowych użytkowników i ich wymagań, dostarczania wysokiej jakości i spersonalizowanych usług, np. w gastronomii, dostawy produktów, zwroty produktów i inne powiązane usługi itp. Ponadto sztuczna inteligencja może być stosowana samodzielnie, w celu poprawy efektywności procesu pozyskiwania surowców, wyboru dostawców, planowania i harmonogramowania produkcji, usprawniania automatyzacji, itp. [Krstić i in. 2022].

Podsumowanie

Technologie wykorzystywane w Logistyce 4.0 poprawiają efektywność wszystkich procesów poprzez ich optymalizację a także zmniejszenie kosztów, przy jednoczesnym

zachowaniu jakości produktów spożywczych podczas wszystkich etapów w łańcuchu dostaw. Optymalizacja paletyzacji i kompletacja, inteligentne magazyny wyposażone w samobieżne pojazdy, nadzór nad bezpieczeństwem żywności w całej sieci dostaw w odpowiedzi na oczekiwania konsumentów, mogą być sprawnie realizowane dzięki łączeniu technologii 4.0.

Bibliografia

- Alqudhaibi A., Krishna A., Jagtap S., Williams N., Afy-Shararah M., Salonitis K., 2024. Cybersecurity 4.0: safeguarding trust and production in the digital food industry era. *Discover Food* 4(1), 1–18. <https://doi.org/10.1007/s44187-023-00071-7>
- Bigliardi B., Bottani E., Filippelli S., 2022. A study on IoT application in the food industry using keywords analysis. *Proc. Comput. Sci.* 200, 1826–1835. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.01.383>
- Brzeziński J., 2020. Zastosowanie technologii blockchain w łańcuchach dostaw. W: Brzeziński J., Rudnicka A. (red.), *Nowoczesne trendy w logistyce i zarządzaniu łańcuchem dostaw* Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź.
- Ficoń K., Zięcina M., 2020. Logistyka spleciona łańcuchami dostaw. *Syst. Log. Wojsk* 53, 33–52.
- Jagtap S., Bader F., Garcia-Garcia G., Trollman H., Fadji T., Salonitis K., 2020. Food logistics 4.0: opportunities and challenges. *Logistics* 5(1), 2. <https://doi.org/10.3390/logistics5010002>
- Kaliczyńska M., 2009. Logistyka – cele i kierunki rozwoju. *Pomiary Automat. Robot.* 10, 5–8.
- Kamath R., 2018. Food traceability on blockchain: Walmart’s pork and mango pilots with IBM. *J. Br. Blockchain Assoc.* 1, 3712.
- Khan Z.H., Khalid A., Iqbal J., 2018. Towards realizing robotic potential in future intelligent food manufacturing systems. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.* 48, 11–24. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2018.05.011>
- Köhler S., Pizzol M., 2020. Technology assessment of blockchain-based technologies in the food supply chain. *J. Clean Prod.* 269, 122193. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122193>
- Krstić M., Agnusdei G.P., Miglietta P.P., Tadić S., 2022. Logistics 4.0 toward circular economy in the agri-food sector. *Sust. Futur.* 4, 100097. <https://doi.org/10.1016/j.sft.2022.100097>
- Latino M.E., Menegoli M., 2022. Cybersecurity in the food and beverage industry: a reference framework. *Comput. Ind.* 141, 103702. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2022.103702>
- Matwiejczuk R., Tłuczak A., 2020. Wpływ koncepcji logistyki na rozwój krótkich łańcuchów dostaw w sektorze rolno-spożywczym. *Gospod. Mat. Log.* 72(11), 13–21. <http://doi.org/10.33226/1231-2037.2020.11.2>
- Maulana H., Ginting S.L.B., Aryan P., Fadillah M.R., Kamal R.N., 2021. Utilization of Internet of things on food supply chains in food industry. *Int. J. Inf. Syst. Comput. Engineer. (INJIISCOM)* 2(1), 103–112
- Murphy Jr P.R., Wood D.F., 2011. *Nowoczesna logistyka*. Wyd. 10. Wydawnictwo Helion, Gliwice.
- Pakseresht A., Yavari A., Kaliji S.A., Hakelius K., 2023. The intersection of blockchain technology and circular economy in the agri-food sector. *Sust. Prod. Consum.* 35, 260–274. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.11.002>
- Ramirez-Asis E., Vilchez-Carcamo J., Thakar C.M., Phasinam K., Kassanuk T., Naved M., 2022. A review on role of artificial intelligence in food processing and manufacturing industry. *Mat. Today Proc.* 51, 2462–2465. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.11.616>
- Rydning D.R.J.G.J., Reinsel J., Gantz, J., 2018. The digitization of the world from edge to core. *International Data Corporation, Framingham*, 1–28.

- Sadiku M.N., Ashaolu T.J., Ajayi-Majeji A., Musa S.M., 2020. Big data in food industry. *Int. J. Sci. Adv.* 1, 148–152.
- Soledispa-Cañarte B.J., Pibaque-Pionce M.S., Merchán-Ponce N.P., Mex Alvarez D.C., Tovar-Quintero J., Escobar-Molina D.F., Cedeño-Ramírez J.D., Rincon-Guio C., 2023. Advancing agribusiness sustainability and competitiveness through logistics 4.0: a bibliometric and systematic literature review. *LogForum* 19(1), 155–168. <http://doi.org/10.17270/J.LOG.2023.807>
- Witkowski K., 2017. Internet of things, big data, industry 4.0 – innovative solutions in logistics and supply chains management. *Proc. Engineer.* 182, 763–769. <http://doi.org/10.1016/j.pro-eng.2017.03.197>
- Wonda G., Amit V., Kumar S.V., 2021. Analyzing human robotic interaction in the food industry. *J. Phys. Conf. Ser.* 1714(1), 1–21.
- Yadav S., Luthra S., Garg D., 2020. Internet of things (IoT) based coordination system in agri-food supply chain: development of an efficient framework using DEMATEL-ISM. *Oper. Manag. Res.* 1–27. <http://doi.org/10.1007/s12063-020-00164-x>
- Zinczuk B., 2021. Automatyzacja i robotyzacja jako wyzwanie dla rynku pracy. *Zesz. Nauk. Uniw. Ekon. Krak.* 992(2), 103–114.

Analiza zawartości metabolitów wtórnych w ziele tymianku w uprawie szklarniowej

Analysis of the secondary plant compounds content in thyme herb grown in greenhouses

Wstęp

Tymianek właściwy (*Thymus vulgaris* L.) występujący również pod nazwą tymianek pospolity, to zioło o charakterystycznym i intensywnym aromacie i licznych właściwościach prozdrowotnych. Niezwykle właściwości ziela tymianku były znane od starożytności, gdzie wykorzystywano go m.in. w rytuałach i obrzędach religijnych, a także do mumifikacji zwłok. Używano go również w wielu dolegliwościach zdrowotnych, takich jak choroby górnych i dolnych dróg oddechowych, trwale bóleczki oraz przy rwie kulszowej. Francuzi w XVI wieku „leczyli się” tzw. winem tymiankowym, które uznawali za remedium na choroby żołądka, przewodu pokarmowego, głowy, piersi, płuc oraz nerek [Kawałko 1986, Ambroziak i in. 2020]. Obecnie tymianek jest powszechnie wykorzystywany w kuchni, służy do przyprawiania potraw, likierów i mieszanek ziołowych, wykorzystuje się go również w ziołolecznictwie. Ze względu na swoje działanie antyseptyczne, przeciwzapalne, przeciwutleniające i regulujące trawienie, stosowany jest pomocniczo w leczeniu różnych chorób, takich jak zapalenie oskrzeli i płuc oraz przy problemach żołądkowo-jelitowych. Najnowsze dane literaturowe wskazują także, że olejek eteryczny pozyskany z tymianku korzystnie wpływa na przebieg zakażenia COVID-19. Badanie skuteczności działania terapeutycznego olejku tymiankowego obejmowało ankietę przeprowadzoną w szpitalu wśród dwóch grup pacjentów: zakażonych COVID-19 oraz przyjętych na oddział intensywnej terapii. Pacjenci z grupy badanej otrzymywali, oprócz standardowych leków, 5 ml olejku tymiankowego, co osiem godzin przez siedem dni. Na podstawie wyników ankiet stwierdzono, że tempo poprawy zdrowia w grupie otrzymującej olejek było znacznie wyższe niż w grupie kontrolnej, co sugeruje, że chorzy szybciej powracali do zdrowia przy stosowaniu terapii zawierającej olejek tymiankowy [Siudem 2022].

T. vulgaris znalazł również zastosowanie w kosmetykach do przygotowania produktów do pielęgnacji włosów i skóry, jest także składnikiem mydeł oraz ziołowych soli do kąpieli. Olejek eteryczny z tej rośliny jest używany jako naturalny zamiennik konserwantów w recepturach kosmetycznych [Vouillamoz i Christ 2020, Ali i Tong 2023].

Ziele tymianku jest źródłem olejku eterycznego, flawonoidów, chlorofili, garbników, fenolokwasów, witamin, związków triterpenowych i mineralnych. Tymianek pospolity jest doskonałym źródłem potasu, wapnia, żelaza, manganu, magnezu i selenu

¹ Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu, Międzywydziałowe Koło Naukowe „Planta Medica”, dominika.pietrasik01@gmail.com

a także witamin: A, C, K, E, B₆ i kwasu foliowego [Król i Kiełtyka-Dadasiewicz 2015, Dauqan i Abdullah 2017]. Olejek tymiankowy charakteryzuje się wysoką aktywnością przeciwdrobnoustrojową, dzięki obecności związków fenolowych oraz flawonoidów [Nurzyńska-Wierdak i Chrapek 2022, Drozd i in. 2023]. W suszonym ziele tymianku może znajdować się do 2,5% olejku eterycznego, a do jego głównych składników możemy zaliczyć: tymol, karwakrol, p-cymen, γ -terpinen, linalool, β -mircen, terpinen-4-ol [Dauqan i Abdullah 2017, Galovičová i in. 2021]. *Thymus vulgaris* to niewielki, zimozielony krzew, który może osiągać wysokość od 15 do 30 cm. W miarę starzenia się jego pędy stają się zdrewniałe. Bogate w olejki eteryczne liście są drobne, zwykle osiągają od 2,5 do 5 mm długości, o jajowato-lancetowatym kształcie, bardziej lub mniej odwinęte na brzegu i owłosione z obu stron. Kwiaty są jasnofioletowe lub różowe, dwuwargowe i mają około 5 mm długości. Zazwyczaj rosną w luźnych okółkach w kątach liści na gałązkach lub w owalnych główkach na końcach pędów. Kielich jest dzwonkowaty, bogato pokryty czerwonymi gruczołami [Cianfaglione i in. 2022]. Ziele tymianku należy suszyć w odpowiedni sposób, w celu zachowania jak największej zawartości składników aktywnych. Optymalna temperatura suszenia nie powinna przekraczać 40°C, co pozwala zminimalizować utratę smaku i aromatu (poprzez utratę olejku eterycznego) oraz zachować odpowiedni kolor zieleni [Dauqan i Abdullah 2017, Kuete 2017, Nurzyńska-Wierdak i Chrapek 2022, Drozd i in. 2023].

Tymiłek uprawiany jest na terenie całej Europy, zwłaszcza w basenie Morza Śródziemnego (Hiszpania, Francja, Włochy, Grecja i Portugalia) oraz w Ameryce Północnej. Roślina ta potrzebuje dobrze przepuszczalnej, lekkiej i żyznej gleby oraz pełnego nasłonecznienia [Patil i in. 2021, Luță i in. 2023]. Choroby grzybowe oraz chwasty bardzo negatywnie wpływają na plonowanie tego surowca. Doświadczenie przeprowadzone przez Kwiatkowskiego i Kołodziej w 2005 r. w województwie lubelskim wykazało, że dobór odpowiedniego rodzaju herbicydów oraz przedplonu ma ogromne znaczenie w rozwoju tymianku. Najskuteczniejszą redukcję chwastów oraz najwyższe plony o wysokich walorach jakościowych otrzymano stosując mechaniczno-chemiczną pielęgnację ładu oraz uprawę na stanowisku po ziemniakach lub po mieszance pastewnej grochu i wyki jarej [Kwiatkowski i Kołodziej 2005].

Celem niniejszej pracy było określenie zawartości metabolitów wtórnych, występujących w ziele tymianku właściwego, pozyskiwanego z uprawy szklarniowej, prowadzonej z wykorzystaniem trzech rozmiarów doniczek – 9, 10 oraz 11 cm średnicy. W pracy analizie poddano zawartość flawonoidów, olejku eterycznego oraz chlorofilu w świeżym ziele tymianku w zależności od wielkości doniczki.

Material i metody

Doświadczenie uprawowe przeprowadzono w szklarni, w terminie od pierwszej dekady sierpnia do pierwszej dekady października 2023 r., stosując uprawę z rozsady i nawadnianie dwa razy dziennie o stałych porach. Do wysiewu został użyty materiał siewny firmy World of Flowers sp. z.o.o. a jako podłoże zastosowano substrat torfowy przeznaczony do uprawy roślin zielarskich oraz warzywniczych. Po około czterech tygodniach siewki zostały przepikowane do doniczek o średnicach 9, 10 oraz 11 cm, które były przedmiotem doświadczenia.

Na początku października nastąpił zbiór surowca, poprzez ścinanie rośliny tuż nad powierzchnią podłoża. Następnie materiał roślinny został poddany analizom chemicznym, w celu zbadania zawartości konkretnych metabolitów.

W świeżym materiale roślinnym określono zawartość olejku eterycznego, flawonoidów, chlorofilu a i b oraz karotenoidów, a także suchej masy.

W celu izolacji olejku eterycznego, ziele tymianku zostało poddane hydrodestylacji z parą wodną, z użyciem aparatu Derynga, z zamkniętym obiegiem wody. Badany materiał roślinny umieszczono w kolbie okrągłodennej z wodą, a następnie włożono go do czaszy grzejnej i przyłączono zasadniczą część aparatu Derynga. Zawartość kolby utrzymywana była w stanie wrzenia przez około 3 godziny. Następnie sprowadzono olejek do części odbieralnika ze skalą i odczytano objętość olejku przeliczając na 100 g surowca.

Ilościowe oznaczanie zawartości flawonoidów przeprowadzono metodą spektrofotometryczną. Naważkę surowca umieszczono w kolbie płaskodennej, dodano aceton, kwas solny oraz wodny roztwór urotropiny i utrzymywano 30 minut we wrzeniu na łaźni wodnej pod chłodnicą zwrotną. Hydrolizat przesączono przez watę do kolby miarowej o pojemności 100 ml. Osad wraz z watą umieszczono w kolbie płaskodennej i ponownie utrzymywano w stanie wrzenia przez 10 minut. Ekstrakcję powtórzono raz jeszcze, ponadto przesączono kolejne wyciągi do tej samej kolby miarowej oraz uzupełniono acetonem do objętości 100 ml. Badany roztwór z wodą destylowaną w rozdzielniku ekstrahowano dwukrotnie octanem etylu. Otrzymane ekstrakty przesączono przez watę do kolby miarowej i uzupełniono octanem etylu do 50 ml. Przygotowano dwa roztwory do badań, pierwszy z nich powstał poprzez dodanie metanolewego roztworu chlorku glinu do roztworu otrzymanego w toku analizy i uzupełniono go mieszaniną kwasu octowego z metanolem do 25 ml. W drugim natomiast pominięto roztwór metanolewy chlorku glinu, a powstały roztwór zastosowano jako roztwór porównawczy. Po 45 minutach zmierzono absorbancję roztworów przy $\lambda = 425$ nm, stosując jako odnośnik roztwór porównawczy. Ogólną zawartość flawonoidów przeliczono na ekwiwalent kwercetyny.

W celu analizy chlorofilu i karotenoidów acetonowe ekstrakty tymianku oznaczono za pomocą spektrofotometru. Ekstrakty przygotowano przez roztarcie w moździerzu odpowiedniej naważki surowca z niewielką ilością acetonu. Przesączono na lejku przez watę bawełnianą do kolby miarowej o pojemności 50 ml, przepłukując osad do całkowitego odbarwienia i uzupełniono acetonem. Otrzymane ekstrakty oznaczono w spektrofotometrze przy długościach fali $\lambda = 663$ dla chlorofilu a, $\lambda = 645$ dla chlorofilu b oraz $\lambda = 470$ dla karotenoidów. Zawartość wody w ziele oznaczono metodą suszarkową.

Wyniki

Zawartość olejków eterycznych wyniosła w przypadku doniczek o średnicy 9 cm do 0,32 ml/100 g surowca, w pojemnikach o średnicy 10 cm do 0,35 ml/100 g surowca, natomiast w donicy o średnicy 11 cm ilość olejku wahała się od 0,04 do 0,2 ml/100 g surowca. Uzyskane efekty sugerują, że optymalnym rozmiarem pojemnika dla maksymalizacji zawartości olejków eterycznych jest średnica 10 cm.

Wyniki pokazują, że średnica doniczek istotnie wpływała na zawartość chlorofilu. W analizowanym materiale ilość chlorofilu a, mieściła się w zakresie 67,47–107,24 mg/100g, chlorofilu b – 44,65–60,72 mg/100 g, natomiast suma chlorofilu a + b wynosiła w granicach

112,12–165,82 mg/100 g, co zostało zobrazowane w tabeli 1. Najwyższe wartości chlorofilu a, uzyskano z roślin uprawianych w doniczkach o średnicy 11 cm (107,24 mg/100 g), a chlorofilu b – z roślin uprawianych w doniczkach o średnicy 10 cm (60,72 mg/100 g). Materiał roślinny pochodzący z doniczek o średnicy 10 cm, charakteryzował się najwyższą sumaryczną zawartością chlorofilu (165,82 mg/100 g). Próbkę pozyskane z ziela tymianku uprawianego w doniczkach o średnicy 10 i 11 cm, cechowały się wysokimi zawartościami chlorofilu a jak i chlorofilu b.

Tabela 1. Średnie zawartości chlorofilu w ziele tymianku

Średnica doniczki	Chlorofil a (mg/100 g)	Chlorofil b (mg/100 g)	Suma chlorofilu a + b (mg/100 g)
9 cm	67,47	44,65	112,12
10 cm	105,10	60,72	165,82
11 cm	107,24	46,13	153,37

Analizy potwierdzają, że badany materiał roślinny, niezależnie od średnicy doniczek, charakteryzuje się stosunkowo wysoką zawartością chlorofilu, można zatem przypuszczać, że ziele tymianku jest cennym źródłem roślinnego chlorofilu. W dostępnym doniesieniach naukowych zawartość chlorofilu oscylowała w zakresach: dla chlorofilu a od 82,28 do 282 mg/100 g, w przypadku chlorofilu b od 15,51 do 131 mg/g [El-Qudah 2014, Tzima i in. 2020].

Dzięki analizie karotenoidów, zauważyć można kolejne różnice w badanych próbkach. Badanie zawartości karotenoidów w ziele tymianku wykazało przedział substancji w granicach 15,70–22,81 mg/100 g (tab. 2). Najwyższą ilością badanego metabolitu cechowały się rośliny uprawiane w doniczkach o średnicy 11 cm – 22,81 mg/100 g. Ziele tymianku pozyskane z pojemników o średnicy 10 cm również wykazało się wysoką zawartością karotenoidów, gdyż wynik wynosił 21,55 mg/100 g. Najniższą zawartością barwnika cechowały się rośliny pochodzące z doniczek o średnicy 9 cm – 15,70 mg/100 g.

Tabela 2. Średnie zawartości karotenoidów w ziele tymianku

Średnica doniczki	Zawartość karotenoidów (mg/100 g)
9 cm	15,70
10 cm	21,55
11 cm	22,81

Kolejne analizy badanych ekstraktów ziela tymianku wykazały różnice w zawartości flawonoidów, które oscylowały w zakresie między 0,89 a 1,36 mg/g, przeliczając na ekwiwalent kwercetyny (tab. 3). Ilość flawonoidów wyrażona jako ekwiwalent kwercetyny

tyny jest przydatną miarą, która umożliwia porównanie zawartości tych związków w różnych próbkach roślinnych. Kwercetyna, będąca jednym z najbardziej znanych i dobrze zbadanych flawonoidów, stanowi punkt odniesienia dla oceny zawartości innych flawonoidów.

Tabela 3. Zawartość flawonoidów w ziele tymianku w przeliczeniu na ekwiwalent kwercetyny

Średnica doniczki	Wynik dla kwercetyny (mg/g)
9 cm	1,36
10 cm	0,89
11 cm	1,07

Najwyższą zawartością flawonoidów cechował się materiał pobrany z tymianku uprawianego w doniczce o średnicy 9 cm i wynosił 1,36 mg/g. Jest to istotne spostrzeżenie, sugerujące, że mniejsze pojemniki mogą sprzyjać wyższej koncentracji flawonoidów w roślinach tymianku. Materiał pobrany z roślin uprawianych w pojemnikach o średnicy 11 cm, charakteryzował się również stosunkowo wysoką zawartością flawonoidów (1,07 mg/g). Otrzymane przez nas wyniki mają odzwierciedlenie w danych literaturowych, gdzie zawartość flawonoidów mieściła się w zakresach: 2,36–4,10 mg/g [Vábková i Neugebauerová 2012], 1,98–88,55 mg/g [Tohidi i in. 2017], 0,646 mg/g [Abramovic i in. 2018], wszystkie w przeliczeniu na ekwiwalent kwercetyny.

Analiza wykazała istotne zróżnicowanie zawartości wody w badanych próbkach roślin (tab. 4). Najwyższą zawartością wody charakteryzował się materiał pobrany z roślin uprawianych w doniczkach o średnicy 9 cm, osiągając poziom 21,30%. Natomiast najniższą ilość wody wykryto w zieleni pochodzącej z pojemników o średnicy 11 cm. Miała ona wartość 13,32%. Wyniki wskazują, że średnica doniczek ma istotny wpływ na ilość wody w roślinach, ziele tymianku uprawiane w doniczkach o mniejszej średnicy (9 cm), charakteryzowało się wyższą zawartością wody niż te uprawiane w doniczkach o większej średnicy (11 cm).

Tabela 4. Średnie zawartości wody w ziele tymianku

Średnica doniczki	Zawartość wody (%)	Średnia (%)
9 cm	20,84	21,30
	21,80	
10 cm	17,58	20,25
	23,09	
11 cm	13,32	13,32

Na podstawie otrzymanych wyników można sformułować wniosek, że materiał pobrany z tymianku uprawianego w doniczkach o średnicy 9 cm, cechował się najwyższą zawartością flawonoidów w przeliczeniu na ekwiwalent kwercetyny (1,36 mg/g) oraz najwyższą zawartością wody w roślinie (21,30%). Z kolei ziele tymianku hodowane

w doniczkach o średnicy 10 cm, charakteryzowało się najwyższą zawartością chlorofilu b (60,72 mg/100 g) sumy chlorofilu a + b (165,82), a także największą ilością otrzymanego olejku eterycznego (0,35 ml/100 g). Próbki izolowane z ziela pobranego z doniczek o średnicy 11 cm wykazywały również wysokie zawartości metabolitów wtórnych, a zawartość chlorofilu, w tym przypadku, okazała się być najwyższa (107,24 mg/g).

Obserwowana zmienność zawartości związków bioaktywnych charakterystycznych dla ziela tymianku właściwego, w zależności od warunków uprawy i terminu zbioru, może stanowić punkt wyjścia do dalszych badań nad optymalizacją produkcji tymianku, w celu uzyskania maksymalnej zawartości składników bioaktywnych.

Podsumowanie

Ziele tymianku jest znane z bogactwa związków fitochemicznych, w tym właśnie flawonoidów, karotenoidów czy chlorofilu, co potwierdza jego wartość jako surowca będącego źródłem licznych substancji bioaktywnych. Wyniki analiz pokazują, że tymianek jest bogaty w substancje charakteryzujące się silnym działaniem przeciwutleniającym, antyseptycznym oraz przeciwzapalnym, co sugeruje potencjalne korzyści zdrowotne płynące z regularnego spożywania lub stosowania tymianku w celach leczniczych [Singletony 2016, Lorenzo i in. 2019, Silva i in. 2021].

Podsumowując, można stwierdzić, że kontrola średnicy doniczek może być skutecznym narzędziem do manipulowania zawartością pożądaných związków chemicznych w tej roślinie. Dalsze badania nad wpływem różnych czynników uprawowych na skład chemiczny tymianku, mogą przyczynić się do lepszego zrozumienia mechanizmów regulujących biosyntezę i akumulację związków biologicznie aktywnych w tej roślinie.

Bibliografia

- Abramovic H., Abram V., Čuk A., Čeh B., Možina S.S., Vidmar M., Pavlovič M., Ulrih N.P., 2018. Antioxidative and antibacterial properties of organically grown thyme (*Thymus* sp.) and basil (*Ocimum basilicum* L.). *Turk. J. Agric. For.* 42(3), 185–194.
- Ali H.E., Tong Y., 2023. Volatile oil concentration and growth of thyme (*Thymus vulgaris* L.) plants responded to red to blue light ratios. *Technol. Hortic.* 3(2), 1–7. <https://doi.org/10.48130/THH-2023-0002>
- Ambroziak M., Stanowska M., Sikorskazimny K., 2020. Tymianek – roślina o wielu zastosowaniach. *Innow. Pielęgniarstwie Nauk. Zdr.* 4, 1–12. <http://dx.doi.org/10.21784/IwP.2020.006>
- Cianfaglione K., Bartolucci F., Ciaschetti G., Conti F., Pirone G., 2022. Characterization of *Thymus vulgaris* subsp. *vulgaris* community by using a multidisciplinary approach: a case study from central Italy. *Sustainability* 14(7), 3981. <https://doi.org/10.3390/su14073981>
- Dauqan E.M., Abdullah A., 2017. Medicinal and functional values of thyme (*Thymus vulgaris* L.) herb. *J. Appl. Biol. Biotechnol.* 5(2), 17–22. <http://doi.org/10.7324/JABB.2017.50203>
- Drozd Ł., Szkucik K., Ziomek M., Najda A., Knysz P., Bełkot, Z., 2023. Właściwości przeciwdrobnoustrojowe olejków eterycznych z majeranku ogrodowego oraz tymianku właściwego w drobiowych kulach mięsnych. *Med. Weter.* 79(9), 484–488. <http://dx.doi.org/10.21521/mw.6810>
- El-Qudah J.M., 2014. Common thyme (*Thymus vulgaris* L.). *World Appl. Sci. J.* 29(10), 1277–1281.

- Galovičová L., Borotová P., Valková V., Vukovic N.L., Vukic M., Štefániková J., Ďúranová H., Kowalczewski P.Ł., Čmiková N., Kačániová M., 2021. Thymus vulgaris essential oil and its biological activity. *Plants* 10(9), 1959. <https://doi.org/10.3390/plants10091959>
- Kawałko M.J., 1986. *Historie ziołowe*. Krajowa Agencja Wydawnicza.
- Król B., Kiełtyka-Dadasiewicz A., 2015. Wpływ metody suszenia na cechy sensoryczne oraz skład olejku eterycznego tymianku właściwego (*Thymus vulgaris* L.). *Żywn. Nauka Technol. Jakość* 4(101), 162–175. <http://doi.org/10.15193/ZNTJ/2015/101/064>
- Kuete V., 2017. *Thymus vulgaris*. W: Kuete V. (red.), *Medicinal spices and vegetables from Africa*. Academic Press, 599–609. <http://doi.org/10.1016/b978-0-12-809286-6.00028-5>
- Kwiatkowski C., Kołodziej B., 2005. Wpływ przedplonu i sposobu pielęgnacji na zachwaszczenie łąn i jako surowca tymianku właściwego (*Thymus vulgaris* L.). *Ann. UMCS, sec. E, Agricultura*, 60, 175–184.
- Lorenzo J.M., Khaneghah A.M., Gavahian M., Marszałek K., Eş I., Munekata P.E., Barba F.J., 2019. Understanding the potential benefits of thyme and its derived products for food industry and consumer health: from extraction of value-added compounds to the evaluation of bioaccessibility, bioavailability, anti-inflammatory, and antimicrobial activities. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 59(18), 2879–2895.
- Luță E.A., Biță A., Moroșan A., Mihaiescu D.E., Mihai D.P., Popescu L., Bejenaru L.E., Bejenaru C., Popovici V., Olaru O.T., 2023. Implications of the cultivation of rosemary and thyme (Lamiaceae) in plant communities for the development of antioxidant therapies. *Int. J. Mol. Sci.* 24(14), 11670. <https://doi.org/10.3390/ijms241411670>
- Nurzyńska-Wierdak R., Chrapek, A., 2022. Rodzaj Thymus L. – walory aromatyczne i lecznicze. *Przegląd wybranych gatunków. Ann. Hortic.* 31(2), 33–53. <https://doi.org/10.24326/ah.2022.2.3>
- Patil S.M., Ramu R., Shirahatti P.S., Shivamallu C., Amachawadic R.G., 2021. A systematic review on ethnopharmacology, phytochemistry and pharmacological aspects of *Thymus vulgaris* Linn. *Heliyon* 7(5), e07054. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07054>
- Silva A.S., Tewari D., Sureda A., Suntar I., Belwal T., Battino M., Nabavi S.F., 2021. The evidence of health benefits and food applications of *Thymus vulgaris* L. *Trends Food Sci. Technol.*, 117, 218–227.
- Singletary K., 2016. Thyme: history, applications, and overview of potential health benefits. *Nutr. Today* 51(1), 40–49.
- Siudem P., 2022. Wybrane zioła w prewencji i wspomaganiu leczenia wirusowych infekcji dróg oddechowych. *Lek. Pol.* 32(374/375), 13–20.
- Tohidi B., Rahimalek M., Arzani A., 2017. Essential oil composition, total phenolic, flavonoid contents, and antioxidant activity of Thymus species collected from different regions of Iran. *Food Chem.* 220, 153–161. <http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.09.203>
- Tzima K., Brunton N.P., Rai D.K., 2020. Evaluation of the impact of chlorophyll removal techniques on polyphenols in rosemary and thyme by-products. *J. Food Biochem.* <http://doi.org/10.1111/jfbc.13148>
- Vábková J., Neugebauerova J., 2012. Determination of total phenolic content, total flavonoid content and frap in culinary herbs in relation to harvest time. *Acta Univ. Agric. Silv. Mendel. Brun.* 60(20), 167–172.
- Vouillamoz J.F., Christ B., 2020. *Thymus vulgaris* L.: thyme. W: Novak, J., Blüthner, W.D. (red.), *Medicinal, aromatic and stimulant plants. Handbook of plant breeding*, t. 12. Springer, Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-38792-118>

Przestrzenne oddziaływanie wydarzeń promocyjnych na podstawie Dni Otwartych Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie

Spatial impact of promotional events based on the Open Days
of the University of Life Sciences in Lublin

Wstęp

W dzisiejszym dynamicznym świecie, w którym informacje są stale dostępne, marketing jest niezbędny do promowania i budowania marki. Instytucje szkolnictwa wyższego i inne instytucje edukacyjne stoją obecnie przed wyzwaniem skutecznej promocji swojej oferty edukacyjnej. Kluczowym aspektem promocji jest tworzenie oryginalnych i wartościowych treści, które przykują uwagę potencjalnych klientów, którymi dla uczelni są studenci i firmy.

Skuteczna promocja uczelni na rynku jest niezbędna, aby utrzymać jej reputację, przyciągnąć studentów i partnerów biznesowych oraz wzmocnić pozycję na rynku edukacyjnym [Pabian 2002]. Współczesny marketing oferuje uczelniom wyższym różnorodne narzędzia, umożliwiające komunikację z docelowymi odbiorcami, zwiększa również skuteczność promocji ofert uczelni. Jednym z kluczowych narzędzi w budowaniu marki i przyciąganiu potencjalnych studentów są wydarzenia promocyjne, takie jak Dni Otwarte. Dzień Otwarty to nie tylko okazja do zaprezentowania programów edukacyjnych i zaplecza naukowo-badawczego uczelni, ale przede wszystkim możliwość nawiązania bezpośredniego kontaktu z przyszłymi studentami i ich rodzinami [Funeka i in. 2023]. W związku z tym uczelnie wyższe przywiązują teraz ogromne znaczenie do działań marketingowych oraz analizowania wpływu swojej działalności. Wytyczenie zasięgu oddziaływania poszczególnych uczelni i ośrodków można uznać za polską specyfikę [Bajerski 2008].

Badania nad zasięgiem przestrzennym wydarzeń promocyjnych organizowanych przez uczelnie, takich jak: wydarzenia kulturalne, konferencje naukowe czy wydarzenia sportowe, mogą być prowadzone według zasięgu geograficznego i obejmować lokalne, regionalne, krajowe oraz międzynarodowe zasięgi oddziaływania uczelni [Kostopoulou i in. 2011]. W badaniach dotyczących zasięgu przestrzennego wydarzeń promocyjnych uwzględnia się również socjologię przestrzeni, która bada, jak lokalizacja oddziałuje na frekwencję uczestników [Yürük-Kayapınar i in. 2017]. Analizy tego typu pozwalają na bardziej precyzyjne dostosowanie oferty uczelni do potrzeb i preferencji potencjalnych studentów (nowe kierunki kształcenia, specjalności) oraz umożliwiają przystosowanie zaplecza uniwersytetu do skutecznej obsługi firm. Skuteczna promocja przekłada się na wzmocnienie pozycji danej szkoły wyższej na rynku edukacyjnym i usługowym.

¹ Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Agrobiotechnologii, rozalia.sowisz8@gmail.com

Badania nad zasięgiem geograficznym ośrodków akademickich w Polsce mają długą tradycję, sięgającą lat 30. XX w. Ważnym momentem w historii tych badań była publikacja „Atlasu szkolnictwa wyższego” opracowanego przez Wittlinowa w 1937 r. Jedną z tabel tego atlasu przedstawiała pochodzenie terytorialne studentów różnych uczelni w roku akademickim 1934/1935. Mimo braku opracowań kartograficznych, praca Wittlinowej pozwala na wytyczenie oddziaływania poszczególnych uczelni. W tym okresie migracje uczniów do różnych szkół wyższych uznawano za miarę przestrzennego zasięgu szkolnictwa akademickiego [Liszewski 2008]. W późniejszym okresie przestrzenny zasięg kształcenia wyższego badał Wróbel [1959]. W swoim badaniu zidentyfikował on pięć głównych ośrodków szkolnictwa wyższego w Polsce o znaczeniu makroregionalnym: Warszawę, Kraków, Poznań, Wrocław i Gdańsk. Zasięg wpływu tych ośrodków został przedstawiony na poziomie województw, ale bez precyzyjnego określenia granic ich oddziaływania. Dokładniejsze analizy wpływów ośrodków akademickich (w ujęciu powiatowym), wykonali Dziewoński i Iwanicka [1961], dzieląc ośrodki akademickie na trzy grupy zasięgu: makroregionalny, regionalny i lokalny. Autorzy opracowali mapy pokazujące obszary, z których co najmniej 50%, 20% i 10% studentów studiuje w danym ośrodku. W późniejszym okresie (po 1989 r.), z powodu trudności z uzyskaniem danych statystycznych, związanych z pochodzeniem terytorialnym studentów, badania zasięgom oddziaływania przestrzennego ośrodków akademickich, skupiały się przede wszystkim na wpływie poszczególnych uczelni, a nie na poszczególnych ośrodkach szkolnictwa wyższego [Bajerski 2008].

Postęp technologiczny, zwłaszcza w obszarze technologii informacyjnych, zmienia postrzeganie rzeczywistości, a systemy informacji geograficznej (GIS) odgrywają w tej transformacji kluczową rolę, ponieważ nie tylko ułatwiają zarządzanie danymi przestrzennymi, ale także tworzą platformy, umożliwiające szeroką interakcję społeczną i udział obywateli w kształtowaniu przestrzeni, w której żyją [Goodchild 2009, Zwoliński 2009, Izdebski 2017]. Dzięki temu, społeczność może skutecznie wyrażać swoje opinie, zgłaszać propozycje oraz wyrażać swoje potrzeby, co z kolei przekłada się na bardziej zrównoważone i funkcjonalne społeczeństwo [Jankowski 2008]. W świetle powyższego, projekt aplikacji służącej analizie przestrzennej użytkowników, stanowi innowacyjne narzędzie, wspierające rozwój badań nad zasięgiem przestrzennym ośrodków akademickich.

Celem badania była identyfikacja i analiza zasięgu oddziaływania przestrzennego Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie (UP w Lublinie). Przedstawione w ten sposób informacje, o geograficznym zasięgu uczestników, mogą posłużyć do analizy zależności i identyfikacji wzorców społecznych i przestrzennych, motywujących do odwiedzin Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie.

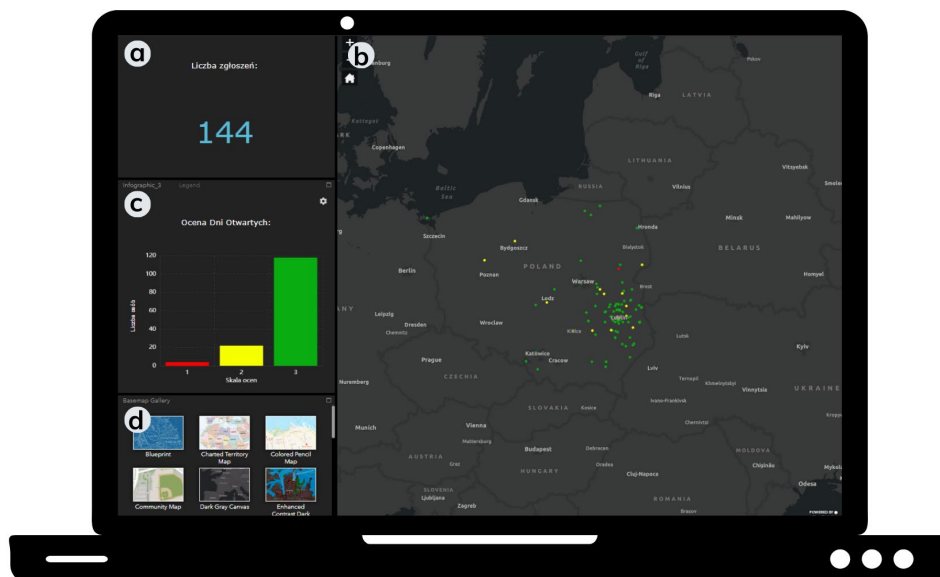
Materiał i metody

Materiał badawczy wykorzystany w badaniu stanowiły dane geolokalizacyjne zebrane od 288 osób korzystających z aplikacji GeoWeb. Miało to miejsce w 2023 r. podczas Dnia Otwartego Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie. W imprezie wzięło udział 2600 osób. Dane geolokalizacyjne zbierano między godziną 10.00 a 13.00 (podczas największego natężeniu ruchu odwiedzających). W badaniu przyjęto, że współczynnik ufności próby wynosi $p = 0,9$, natomiast akceptowalny błąd próby to $\pm 5\%$. Na podstawie

tych parametrów oraz danych o liczbie odwiedzających ustalono, że minimalna wymagana liczebność próby to 245 osób. Natomiast zgromadzona ilość danych w aplikacji (288) pozwala stwierdzić, że przy podanym współczynniku ufności błąd maksymalny nie przekracza $\pm 5\%$.

Dane zostały zebrane na podstawie geolokalizacji miejsc przyjazdu wybieranych przez uczestników, co pozwoliło na szybkie zgromadzenie dużej ilości informacji i przedstawienie ich w formie analizy przestrzennej. Tok postępowania metodycznego składał się z trzech etapów: przygotowania aplikacji GeoWeb, przeprowadzenia kampanii zbierania danych oraz analizy wyników.

Pierwszy etap badań obejmował formularz geograficzny utworzony za pomocą aplikacji internetowej ArcGISSurvey 123. W formularzu uwzględniono wskazanie geolokalizacji za pomocą ręcznego wyszukania miejsca przyjazdu na trwające wydarzenie. W ankiecie zawarto także trzy pytania dotyczące: unikatowego nicku, płci oraz subiektywnej oceny wydarzenia w trójstopniowej skali od 1 do 3 (1 – ocena negatywna, 2 – umiarkowana, 3 – pozytywna). Następnie zebrane dane zostały zapisane w postaci punktowej bazy danych. Wizualizacja danych została przeprowadzona poprzez zastosowanie skali barwnej, odzwierciedlającej oceny użytkowników Dni Otwartych: czerwony (negatywne), żółty (umiarkowane), zielony (pozytywne). Mapa z cząstkowymi wynikami była dostępna w czasie rzeczywistym poprzez internetową aplikację ArcGIS Dashboard, umożliwiając monitorowanie przebiegu kampanii zbierania danych (ryc. 1).



Ryc. 1. Interfejs aplikacji pulpitu nawigacyjnego mapowania internetowego przedstawiający wyniki przy użyciu kontroli jakości danych: a) liczba wykonanych pomiarów, b) mapa, c) wykres słupkowy dotyczący oceny Dni otwartych, d) basemap (mapa bazowa) do wyboru

Drugi etap badań obejmował kampanię zbierania danych podczas Dni Otwartych Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie w dniu 30.03.2023 r. Uczestnicy dobrowolnie brali udział w badaniu poprzez możliwość zeskanowania kodu QR za pomocą smartfonu, co bezpośrednio kierowało ich do formularza zbierania danych.

Trzeci etap badań polegał na ocenie formalnej zgromadzonych danych (eliminacja niespójnych danych oraz błędnie wypełnionych formularzy ankiet). Dane pozyskane za pomocą aplikacji Survey 123 zaimportowano do środowiska ArcGIS Pro, gdzie przeprowadzono analizy przestrzennego oddziaływania Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie w postaci map wynikowych.

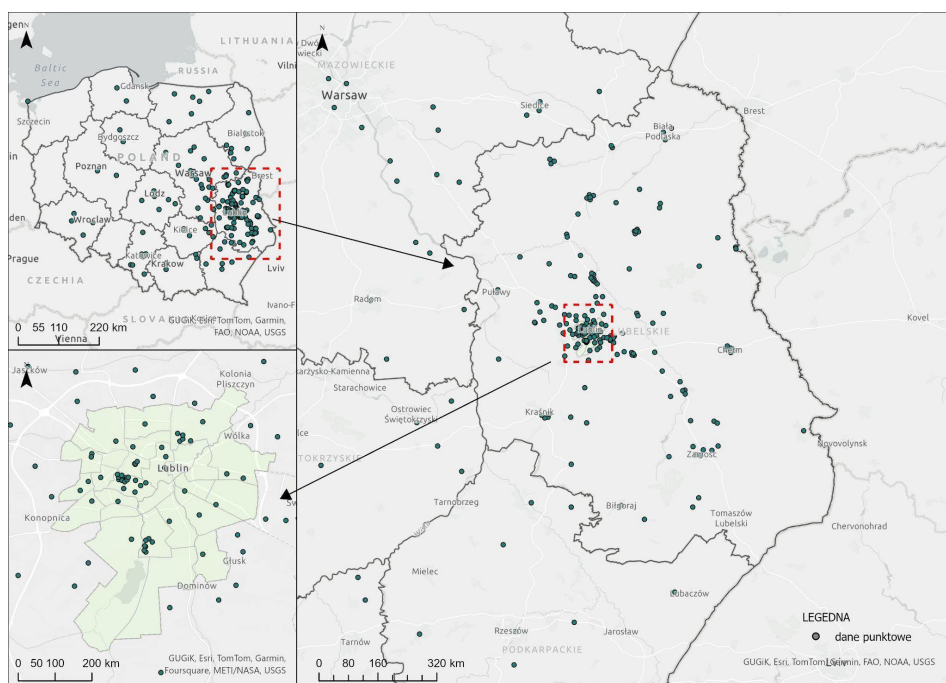
W celu uzyskania większej precyzji dokonano segregacji danych przestrzennych, grupując je według ogólnej liczby zebranych pomiarów oraz obszarów geograficznych, w tym szczegółowego podziału na województwa. Dodatkowo, dane przedstawiono z podziałem na płeć oraz subiektywną ocenę. Taki podział danych pozwolił na bardziej szczegółowe analizy.

Wyniki i dyskusja

Z przeprowadzonej analizy danych geoprzestrzennych wynika, że struktura przestrzenna uczestników wydarzenia Dni Otwarte UP w Lublinie była zróżnicowana pod względem regionalnym (ryc. 2). Spośród 288 osób biorących udział w badaniu, dominującą grupę badanych (73%) stanowili mieszkańcy województwa lubelskiego (210 osób). Pozostałe województwa reprezentowane były w mniejszym stopniu: mazowieckie liczyło 24 osoby (8,3%), podlaskie i podkarpackie po 8 osób (2,7%), natomiast świętokrzyskie, śląskie, łódzkie oraz warmińsko-mazurskie miały po 6 osób (2,1%). Województwa małopolskie i dolnośląskie reprezentowało 8 uczestników, po 4 z każdego z województw, co stanowiło 1,4% ogólnej liczby badanych. Po dwóch uczestników zidentyfikowano z województw wielkopolskiego, kujawsko-pomorskiego i zachodniopomorskiego (0,7%). W badaniu nie wzięli udział uczestnicy z województw: opolskiego, lubuskiego oraz zachodniopomorskiego. Mogło to być spowodowane brakiem bezpośrednich połączeń transportowych lub wysokimi kosztami podróży. Ponadto możliwe jest, że we wskazanych województwach mogły odbywać się konkurencyjne wydarzenia, organizowane przez uczelnie z ich regionu. Nasze wyniki potwierdza „Analiza napływu studentów do Lublina” [2021], z której wynika, że bardzo mało studentów przyjechało z województwa lubuskiego – 0,1%, opolskiego – 0,11% i zachodniopomorskiego – 0,16%. Ponad połowę uczestników (52,7%) biorących udział w badaniu stanowiły kobiety, zaś 136 osób to mężczyźni (47%). Potwierdzają to dane GUS zamieszczone w raporcie „Szkolnictwo wyższe w roku akademickim 2022/2023”, z którego wynika, że w roku akademickiego 2022/2023 kobiety stanowiły 56,4% studiujących w Lublinie. Otrzymane wyniki są też zgodne z analizą z 2021 r., z której również wynika, że spośród studentów przyjętych na I rok studiów w okresie objętym badaniem, kobiety stanowiły 61,28% ogółu studentów. Większa liczba kobiet wśród uczestników może być rezultatem różnych czynników, takich jak zainteresowania, perspektywy zawodowe i preferencje dotyczące dziedzin studiów. Istnieją dziedziny nauki i tematy, które mogą bardziej przyciągać kobiety, sugerując, że są one bardziej skłonne uczestniczyć w takich wydarzeniach [Barron i in. 2022].

Zatem można przypuszczać, że wśród osób przyjętych na studia w Uniwersytecie Przyrodniczym w Lublinie przeważać będą kobiety.

Analiza wyników oceny Dnia Otwartego Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie, dokonanych przez uczestników wydarzenia wykazała, że zdecydowana większość respondentów 212 (73,6%) miała pozytywne zdanie na temat przebiegu wydarzenia, przyznając mu najwyższą ocenę 3. Umiarkowaną ocenę wydarzenia (ocena 2) wystawiło 49 osób, co stanowiło 17% wszystkich odwiedzających. 27 osób (9,4%) spośród wszystkich uczestników, negatywnie oceniły przebieg Dni Otwartych, przyznając im ocenę 1. Osoby z Lublina były bardziej wymagające i krytyczne w swoich ocenach. Spośród 27 negatywnych ocen, aż 14 pochodziło od uczestników z Lublina, może być to spowodowane dużą ofertą edukacyjną miasta, ponieważ działa tu 9 uczelni wyższych – w tym 5 uczelni publicznych i 4 uczelnie niepubliczne, co wskazuje, że osoby mieszkające w Lublinie mogą mieć wyższe oczekiwania wobec zaprezentowanej oferty edukacyjnej Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie.



Ryc. 2. Przestrzenne rozmieszczenie zebranych danych

Chociaż uczestnicy z województwa lubelskiego stanowili dominującą grupę (73%) badanych, to analiza ocen wskazuje potrzebę bardziej efektywnej promocji na terenie woj. lubelskiego. Wyniki przeprowadzonego badania wskazują, że UP w Lublinie jest uczelnią wyższą głównie o zasięgu lokalnym (73% biorących udział w badaniu z woj. lubelskiego) oraz regionalnym (27% biorących udział w badaniu z województw sąsiednich).

Zdolność do przyciągania potencjalnych studentów UP w Lublinie spoza regionu może być spowodowana wyjątkową ofertą edukacyjną, ponieważ kierunki studiów takie jak: weterynaria, hipologia czy jeździectwo, są unikatowe i nie są dostępne w innych ośrodkach akademickich naszego kraju. Dlatego studenci z różnych regionów Polski przyjeżdżają do Lublina, aby studiować na tych kierunkach.

Podsumowanie


Z przeprowadzonej analizy danych geoprzestrzennych wynika, że struktura uczestników wydarzenia Dni Otwarte Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie była nieznacznie zróżnicowana pod względem regionalnym. Inne województwa były reprezentowane w mniejszym stopniu, a z niektórych regionów nie było żadnego uczestnika. Większość uczestników badania stanowiły kobiety. Można przypuszczać, że będą one przeważać wśród kandydatów na studia w Uniwersytecie Przyrodniczym w Lublinie w kolejnych latach. Potwierdzają to dane z rekrutacji na tę uczelnię w poprzednim roku akademickim (2022–2023). Analiza ocen przeprowadzonych przez uczestników wykazała, że większość uczestników oceniła przebieg Dni Otwartych pozytywnie. Zaledwie niewielka liczba osób wyraziła niezadowolony z wydarzenia. To sugeruje, że choć ogólny obraz był pozytywny, istnieją pewne obszary, które wymagają poprawy lub dostosowania, aby zwiększyć atrakcyjność wydarzenia w ocenie osób je odwiedzających. Przypuszczać można również, że niezadowolony to wynika z indywidualnych preferencji lub oczekiwań, które nie zostały tutaj spełnione.

Konieczne jest zwiększenie intensywności działań promocyjnych w regionach poza województwem lubelskim. Aby osiągnąć ten cel, potrzebne jest zróżnicowanie strategii promocyjnych, które uwzględnią preferencje i potrzeby różnych grup społecznych. Możliwe działania obejmować będą lepsze wykorzystanie mediów społecznościowych, współpracę z placówkami edukacyjnymi w innych częściach kraju oraz organizację atrakcji dostosowanych do zróżnicowanych grup wiekowych i zainteresowań. Niska frekwencja odwiedzających spoza województwa lubelskiego najprawdopodobniej wynikała ze słabej dostępności komunikacyjnej tych terenów w stosunku do Lublina.

Bibliografia

- Analiza napływu studentów do Lublina, 2021. Dostępne na: https://student.lublin.eu/wp-content/uploads/sites/7/2022/09/Analiza-naplywu-studentow_Lublin-10.2022.pdf.
<http://doi.org/10.13140/RG.2.2.17182.82241/1>
- Bajerski A., 2008. Badania zasięgów oddziaływania przestrzennego szkolnictwa wyższego w Polsce: stan i perspektywy rozwoju. *Czasop. Geogr.* 79(4), 257–288.
- Barron M., Bentaouet K.R., 2022. We need more girls and women in science. What are three ways in which we can support them? *Blogs. World Bank*. <https://blogs.worldbank.org/en/education/we-need-more-girls-and-women-science-what-are-three-ways-which-we-can-support-them> [dostęp: 27.03.2024].
- Daud M., Rozana M.J., 2012. A preference analysis model for selecting tourist destinations based on motivational factors: a case study in Kedah, Malaysia. *Proc. Soc. Behav. Sci.* 65, 20–25. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.11.085>

- Funeka L., Govender N., Govender V., 2023. Attracting and retaining university students through effective marketing and public relations strategies. *Int. J. Econ. Bussiness Law* 11(4), 155–179.
- Goodchild, M.F., 2009. Geographic information systems and science: today and tomorrow. *Ann. GIS* 15, 3–9. <http://doi.org/10.1080/19475680903250715>
- GUS, 2023. Szkolnictwo wyższe w roku akademickim 2022/2023 (wyniki wstępne). Główny Urząd Statystyczny, Warszawa. Dostępne na: https://stat.gov.pl/files/gfx/portalinformacyjny/pl/defaultaktualnosci/5488/8/9/1/szkolnictwo_wyzsze_w_roku_akademickim_2022-2023_-_wyniki_wstepne.pdf [dostęp: 1 marca 2024].
- Izdebski, W., 2017. Informacja przestrzenna w Polsce – teoria i praktyka. *Rocz. Geomat.* 15(2), 175–186.
- Jankowski P., 2008. Towards participatory geographic information systems for community-based environmental decision making. *J. Environ. Manag.* 90, 1966–1971. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2007.08.028>
- Liszewski S., 2008. Geografia osadnictwa w XX i na początku XXI w. W: A. Jackowski, S. Liszewski, A. Richling (red.), *Historia geografii polskiej*. PWN, Warszawa, 161–175.
- Pabian A., 2002. Promocja szkoły wyższej. *Nauka Szkol. Wyż.* 2(20), 138–144.
- Yürük-Kayapınar P., Akyol A., Şimşek G., 2017. Analyzing the effects of social impacts of events on satisfaction and loyalty. *Tourism Manag.* 60, 367–378. <http://doi.org/10.1016/j.tourman.2016.12.016>
- Wittlinowa H., 1937. *Atlas szkolnictwa wyższego*. Nasza Księgarnia, Warszawa, 59.
- Zwoliński, Z. (red.), 2009. *GIS – platforma integracyjna geografii*. Wydawnictwo Naukowe, Poznań.

Paulina Wac¹, Michał Grzęda², Paula Milniczuk², Sylwia Sowa³,
Edyta Paczos-Grzęda ³

Ocena odporności polskich odmian owsa zwyczajnego na mączniaka prawdziwego

Assessment of Polish common oat cultivars resistance to powdery mildew

Wstęp

Na początku XX w. owies zwyczajny (*Avena sativa* L.) był jednym z najpowszechniej uprawianych zbóż na świecie. Obecnie wg FAOSTAT areal jego uprawy wynosi ok. 9,5 mln ha, co stanowi zaledwie 4,3% powierzchni zajmowanej przez pszenicę (219 mln ha) [FAOSTAT 2024]. W przeszłości ten gatunek swoją popularność zawdzięczał głównie wykorzystaniu w żywieniu koni, jednak mechanizacja rolnictwa i transportu znacznie ograniczyły liczebność tych zwierząt, co wpłynęło także na niższą produkcję owsa [Spiss 2003]. Przed II wojną światową owies uprawiano w Polsce na 2 mln ha, w latach 60. XX w. na ponad 1,5 mln ha, zaś obecnie owies uprawia się na niecałym 0,5 mln ha. Pomimo znacznego zmniejszenia powierzchni uprawy tego zboża, od 2018 r. Polska jest czwartym producentem ziarna owsa na świecie, po Kanadzie, Federacji Rosyjskiej i Australii [FAOSTAT 2024].

W Polsce najczęściej owsa przeznacza się na pasze. Ma on zastosowanie nie tylko w żywieniu koni, ale również drobiu i trzody chlewnej. Na cele spożywcze przeznacza się zaledwie 5% krajowych zbiorów. Ziarno owsa jest bogatym źródłem składników bioaktywnych o właściwościach przeciwutleniających, wykorzystywanych jako surowiec do produkcji płatków. W niewielkim stopniu przetwarzany jest w przemyśle kosmetycznym i farmaceutycznym. Jednym ze współczesnych ogólnoswiatowych trendów jest większa niż wcześniej dbałość o zdrowie i troska o zbilansowaną, pełnowartościową dietę, do której coraz częściej włączane są przetwory owsiane. Wiele składników owsa ma udowodnione właściwości prozdrowotne. Na wyjątkowe walory żywieniowe ziarna składają się m.in. wysoka zawartość tłuszczu (5–10%), w którym przeważają wielonienasycone kwasy tłuszczowe oraz wysoka zawartość białka (11 do 15%) z dużym udziałem aminokwasów egzogennych [Bartnikowska i in. 2000]. Włókno pokarmowe stanowi w owsie pozbawionym plew do 12,5%, z czego 50% to rozpuszczalne w wodzie β -glukany o działaniu przeciwmiażdżycowym, przeciwcukrzycowym i zapobiegające otyłości. Ziarno owsa jest bogatym źródłem witamin, lecytyny oraz składników mineralnych [Gąsiorowski 1999]. Należy również wspomnieć,

¹ Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Agrobiotechnologii, Studenckie Koło Naukowe Bioinżynierów i Biotechnologów BioGen

² Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Wydział Ekonomiczny, Studenckie Koło Naukowe Ekonomistów

³ Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Agrobiotechnologii, Instytut Genetyki, Hodowli i Biotechnologii Roślin, edyta.paczos@up.lublin.pl

że nie zawiera glutenu, więc może być spożywane przez chorych na celiakię i wykorzystywane do produkcji spożywczych przetworów bezglutenowych. Pod względem agrotechniki owies jest również wyjątkowy, gdyż jest jedynym zbożem, które może być przedplonem dla pszenicy i pozostałych gatunków zbóż, stąd jego obecność w płodozmianie zapobiega monokulturze [Pawłowska i in. 1999]. Owies nie ma wysokich wymagań glebowych czy pokarmowych i postrzegany jest jako zboże niskonakładowe z uwagi na wysoką odporność na patogeny grzybowe i szkodniki.

Najbardziej powszechnie występującymi chorobami owsa są rdza koronowa, wywołana przez *Puccinia coronata* f. sp. *avenae*, rdza źdźbłowa (*Puccinia graminis* f. sp. *avenae*), mączniak prawdziwy (*Blumeria graminis* f. sp. *avenae*) oraz fuzariozy. Na podstawie prowadzonych dotychczas badań można stwierdzić, że odporność owsa na choroby grzybowe wcale nie jest aż tak wysoka, jak się potocznie uważa [Sowa i Paczos-Grzęda 2020, Cieplak i Okoń 2023]. Choroby grzybowe owsa rokrocznie występują na terenie kraju, a badania wirulencji populacji patogenów pokazują, że ich zjadliwość jest bardzo wysoka [Okoń 2015, Sowa i Paczos-Grzęda 2020].

Mączniak prawdziwy owsa powodowany jest przez różne rasy *B. graminis* f. sp. *avenae*. Objawy mączniaka prawdziwego charakteryzują się powstaniem białoszarego nalotu grzybni, która formuje się na wszystkich zielonych częściach rośliny. Straty w plonach wywołane tą chorobą w latach ciepłych i wilgotnych, sprzyjających rozwojowi tych grzybów, są znaczne i wahają się od 5–10% do 39% [Jones i in. 1987]. Choroba wpływa na wegetację roślin, pogarsza jakość słomy, zwiększa wyleganie i utrudnia zbiory [Lawes i Hayes 1965].

Najpopularniejszą metodą zwalczania chorób grzybowych jest stosowanie chemicznych środków ochrony roślin. Fungicydy stanowią jednak poważne zagrożenie dla środowiska naturalnego. Ponadto wysoki koszt ochrony chemicznej w porównaniu z niską ceną ziarna owsa na rynku powoduje, że zabieg ten jest nieopłacalny. Ponadto, z uwagi na niewielki areal uprawy i niewielkie zapotrzebowanie, w porównaniu, np. z pszenicą, firmy chemiczne produkujące środki ochrony roślin, nie zawsze dokonują rejestracji swoich produktów pod kątem ich stosowania w owsie. Zatem najbardziej ekonomiczną i zarazem ekologiczną metodą ochrony tego zboża jest hodowla roślin, ukierunkowana na wprowadzanie odporności warunkowanej genetycznie [Gnanesh i in. 2014]. W owsie znanych jest 13 genów odporności na mączniaka, z których w hodowli dotychczas sosowane były lub są *Pm1*, *Pm3*, *Pm6* i *Pm7* [Cieplak i Okoń 2023].

Hodowla odmian odpornych na choroby jest procesem długim i pracochłonnym, zwykle obejmującym wiele krzyżowań wstecznych, aby wyeliminować niekorzystne cechy opornego dawcy w nowej odmianie [Pradesh i in. 2013]. Selekcję odpornych genotypów można przeprowadzić za pomocą testów fizjologicznych lub stosując markery molekularne [Miedaner 2016].

Charakterystyka odporności odmian może dostarczyć praktycznych informacji możliwych do wykorzystania przez hodowców w programach hodowlanych i doprowadzić do uzyskania odmian genetycznie odpornych na patogeny. Celem pracy było zbadanie odporności na mączniaka prawdziwego 23 nowych polskich odmian owsa, zarówno nagich, jak i oplewionych, których większość została wpisana do krajowego rejestru nie wcześniej niż w 2016 r. Z wyjątkiem trzech odmian: Bingo, Elegant i Figaro, odmiany te nigdy nie były poddawane fizjologicznym testom odporności na mączniaka prawdziwego. Nie postulowano również potencjalnej obecności znanych lub nowych genów odporności na mączniaka prawdziwego w tych odmianach.

Material i metody

Material roślinny stanowiły 23 polskie odmiany owsa zwyczajnego (*Avena sativa* L.) (tab. 1), znajdujące się obecnie na liście odmian roślin rolniczych COBORU [<http://www.coboru.pl>], których ziarniaki otrzymano z polskich firm hodowlanych: Hodowli Roślin DANKO, Hodowli Roślin Strzelce i Małopolskiej Hodowli Roślin. Dwie spośród badanych odmian były odmianami nagimi, o ziarnie nie pokrytym łuską, pozostałe – oplewione. Większość odmian wpisano do rejestru w latach 2016–2023, z wyjątkiem odmiany Bingo, która znajduje się w rejestrze od roku 2009. Obecnie lista oplewionych i nagich odmian owsa obejmuje 41 obiektów, stąd odmiany badane w pracy stanowią ponad połowę z nich, przy czym w badaniu pominięto odmiany wpisane do rejestru przed rokiem 2016, z wyjątkiem odmiany Bingo, której udział w rynku stanowi ponad 30%.

Tabela 1. Charakterystyka odmian owsa zwyczajnego (*Avena sativa* L.), znajdujących się w krajowym rejestrze odmian rolniczych COBORU

Nazwa odmiany	Data		Hodowca	Analizowane w pracy
	wpisu	wygaśnięcia		
Adorator	31.03.2022	31.12.2032	Hodowla Roślin Strzelce sp. z o.o. Grupa IHAR	TAK
Agent	02.02.2018	31.12.2028	Hodowla Roślin Strzelce sp. z o.o. Grupa IHAR	TAK
Alfa	21.02.2020	31.12.2030	Saatzucht Bauer GmbH & Co. KG	NIE
Arab	29.01.2004	31.12.2024	DANKO Hodowla Roślin sp. z o.o.	NIE
Arden	26.01.2010	31.12.2030	DANKO Hodowla Roślin sp. z o.o.	NIE
Arkan	11.02.2019	31.12.2029	DANKO Hodowla Roślin sp. z o.o.	TAK
Armani	03.02.2017	31.12.2027	Saatzucht Bauer GmbH & Co. KG	TAK
Berdysz	24.01.2008	31.12.2028	DANKO Hodowla Roślin sp. z o.o.	NIE
Bingo	02.02.2009	31.12.2029	Hodowla Roślin Strzelce sp. z o.o. Grupa IHAR	TAK
Breton	05.02.2007	31.12.2027	DANKO Hodowla Roślin sp. z o.o.	NIE
Dynamit	17.02.2023	31.12.2033	Hodowla Roślin Strzelce sp. z o.o. Grupa IHAR	TAK
Elegant	05.02.2016	31.12.2026	Hodowla Roślin Strzelce sp. z o.o. Grupa IHAR	TAK
Figaro	11.02.2019	31.12.2029	DANKO Hodowla Roślin sp. z o.o.	TAK
Gepard	18.02.2021	31.12.2031	Hodowla Roślin Strzelce sp. z o.o. Grupa IHAR	TAK
Gniady	05.02.2007	31.12.2027	DANKO Hodowla Roślin sp. z o.o.	NIE
Harnaś	05.02.2014	31.12.2024	Małopolska Hodowla Roślin Spółka z o.o.	NIE

c.d. tab. 1

Huzar	21.02.2020	31.12.2030	DANKO Hodowla Roślin sp. z o.o.	TAK
Kozak	03.02.2017	31.12.2027	Hodowla Roślin Strzelce sp. z o.o. Grupa IHAR	TAK
Kreator	22.02.2024	31.12.2034	Hodowla Roślin Strzelce sp. z o.o. Grupa IHAR	NIE
Krezus	28.01.2005	31.12.2025	Hodowla Roślin Strzelce sp. z o.o. Grupa IHAR	NIE
Lion	02.02.2018	31.12.2028	Nordsaat Saatzucht GmbH Saatzucht Langenstein	TAK
Magellan	08.02.2022	31.12.2032	Nordsaat Saatzucht GmbH Saatzucht Langenstein	TAK
MHR Harem	21.02.2020	31.12.2030	Małopolska Hodowla Roślin Spółka z o.o.	TAK
MHR Samuraj	17.02.2023	31.12.2033	Małopolska Hodowla Roślin Spółka z o.o.	TAK
Monsun	03.02.2017	31.12.2027	Nordsaat Saatzucht GmbH Saatzucht Langenstein	TAK
Motto	17.02.2023	31.12.2033	Hodowla Roślin Strzelce sp. z o.o. Grupa IHAR	TAK
Nawigator	05.02.2015	31.12.2025	Hodowla Roślin Strzelce sp. z o.o. Grupa IHAR	NIE
Pablo	11.02.2019	31.12.2029	Hodowla Roślin Strzelce sp. z o.o. Grupa IHAR	NIE
Panteon	21.02.2020	31.12.2030	Nordsaat Saatzucht GmbH Saatzucht Langenstein	TAK
Paskal	05.02.2015	31.12.2025	Hodowla Roślin Strzelce sp. z o.o. Grupa IHAR	NIE
Perun	11.02.2019	31.12.2029	DANKO Hodowla Roślin sp. z o.o.	TAK
Poker	21.02.2020	31.12.2030	DANKO Hodowla Roślin sp. z o.o.	TAK
Rambo	21.02.2020	31.12.2030	Hodowla Roślin Strzelce sp. z o.o. Grupa IHAR	TAK
Refleks	11.02.2019	31.12.2029	Hodowla Roślin Strzelce sp. z o.o. Grupa IHAR	TAK
Romulus	05.02.2016	31.12.2026	DANKO Hodowla Roślin sp. z o.o.	NIE
Scorpion	24.01.2008	31.12.2028	Nordsaat Saatzucht GmbH Saatzucht Langenstein	NIE
Siwek	26.01.2010	31.12.2023	Małopolska Hodowla Roślin Spółka z o.o.	NIE
Vasco	22.02.2024	31.12.2034	Hodowla Roślin Strzelce sp. z o.o. Grupa IHAR	NIE
Waran	22.02.2024	31.12.2034	Nordsaat Saatzucht GmbH Saatzucht Langenstein	NIE
Wulkan	18.02.2021	31.12.2031	Hodowla Roślin Strzelce sp. z o.o. Grupa IHAR	TAK
Zuch	24.01.2008	31.12.2028	DANKO Hodowla Roślin sp. z o.o.	NIE

Materiał do badań stanowiły również trzy izolaty *Blumeria graminis* f. sp. *avenae* zebrane w różnych częściach Polski w latach 2017, 2018 i 2023 (tab. 2). Liście roślin owsa z objawami mączniaka prawdziwego zbierano z plantacji spółek hodowlanych DANKO HR oraz MHR Polanowice, a także z upraw doświadczalnych prowadzonych w Gospodarstwie Doświadczalnym UP w Lublinie w Czesławicach k/Nałęczowa.

Tabela 2. Charakterystyka pochodzenia izolatów *Blumeria graminis* f. sp. *avenae* wykorzystanych do analizy

Lp.	Nazwa izolatu	Lokalizacja	Województwo	Rok pochodzenia
1	K_17	Kopaszewo	wielkopolskie	2017
2	P_18	Polanowice	małopolskie	2018
3	Cz_23	Czesławice	lubelskie	2023

Izolaty, pochodzące z pojedynczego zarodnika, uzyskano w wyniku pięciokrotnego pasażowania grzybni na fragmentach liści siewek owsa zwyczajnego (*Avena sativa* L.) podatnej na porażenie odmiany Fuchs. Liście wykładano na szlaki Petriego wypełnione agarrem (0,6%) z dodatkiem benzimidazolu (3,4 mM). Szalki inokulowano zarodnikami, pochodzącymi z poszczególnych lokalizacji w wieży inokulacyjnej, a następnie umieszczano na 10 dni w fitotronie w temperaturze 17°C, przy kontrolowanym natężeniu światła (4 kLx) i wilgotności powietrza ok. 70%.

Charakterystykę wirulencji izolatów przeprowadzono w oparciu o linie referencyjne z genami odporności *Pm* oraz odmiany z wprowadzonymi genami odporności: *Pm1*, *Pm3*, *Pm4*, *Pm5*, *Pm6*, *Pm3 i 8*, *Pm9*, *Pm10* oraz Jukon *Pm7* (tab. 3), stosując test żywiciel-patogen opisany poniżej.

Ziarniaki odmian przeznaczonych do testów wysiewano na paletach wypełnionych podłożem uniwersalnym. Po 10 dniach test żywiciel-patogen [Hsam i in. 1997] przeprowadzono na pięciu fragmentach liści, pochodzących z różnych roślin, reprezentujących każdą z odmian. Fragmenty liści o długości 3 cm umieszczono na 4-dołkowych płytkach z agarrem (0,6%) zawierającym benzimidazol (3,4 mM). W każdym dołku, oprócz liści badanych odmian, umieszczano fragmenty liści podatnej odmiany Fuchs jako kontrolę infekcji. Inokulację poszczególnymi izolatami prowadzono w wieży inokulacyjnej. Płytki inkubowano przez 10 dni w fitotronie, w temperaturze 18°C przy wilgotności 70% i natężeniu światła około 4 kLx, przy 16-godzinnym fotoperiodzie. Ocenę porażenia przeprowadzono po 10 dniach, stosując zmodyfikowaną skalę Mains'a (1934), gdzie R = odporność – brak widocznych objawów lub pojedyncze kolonie; MR = umiarkowana odporność – grzybnia pokrywa do 20% powierzchni liścia; MS = średnio wrażliwa, grzybnia pokrywa do 50% powierzchni liścia, S = wysoka wrażliwość, grzybnia pokrywa ponad 50% powierzchni liści.

Wyniki i dyskusja

W celu określenia odporności 23 badanych odmian owsa zwyczajnego na grzyb *Blumeria graminis*, wywołujący mączniaka prawdziwego, przeprowadzono test żywiciel – patogen, wykorzystując w tym celu trzy izolaty o zdefiniowanej wirulencji. Wirulencję badanych izolatów oceniono względem genów odporności *Pm1*, *Pm3*, *Pm 3 i 8*, *Pm6*, *Pm7*, *Pm9* oraz *Pm10* (tab. 3).

Nie stwierdzono wirulencji żadnego z izolatów względem genów *Pm4* i *Pm5*. Izolat K_17 przełamywał odporność warunkowaną obecnością genów *Pm1*, *Pm6*, *Pm9* i *Pm10* i nie wykazywał zjadliwości wobec *Pm3*, *Pm 3 i 8*, *Pm4*, *Pm5* i *Pm7*. Izolat ten pochodził

Tabela 3. Charakterystyka wirulencji izolatów *Puccinia graminis* f. sp. *avenae* wykorzystanych do analizy

Izolat <i>Blumeria Graminis</i> f. sp. <i>avenae</i>	<i>Pm3</i>	<i>Pm3 i Pm8</i>	<i>Pm1</i>	<i>Pm4</i>	<i>Pm5</i>	<i>Pm7</i>	Jukon <i>Pm7</i>	<i>Pm9</i>	<i>Pm6</i>	<i>Pm10</i>
K_17	R	R	S	R	R	R	R	S	S	S
P_18	S	S	R	R	R	MS	R	MS	S	MR
Cz_23	S	S	S	R	R	R	R	S	R	S

z Kopaszewa i został pobrany z doświadczeń polowych HR Danko w roku 2017. Izolat P_18 pobrano w 2018 r. w stacji doświadczalnej MHR Polanowice, zaś Cz_23 zebrano w roku 2023 z pól eksperymentalnych w Gospodarstwie Doświadczalnym UP w Lublinie zlokalizowanym w Czesławicach k/Nałęczowa. Izolat P_18 przełamywał odporność genów *Pm3*, *Pm3 i 8*, *Pm6* a także w pewnym stopniu *Pm7* i *Pm9*, z kolei izolat z Czesławic wykazywał wirulencję w stosunku do genów *Pm1*, *Pm3*, *Pm3 i 8*, *Pm9* i *Pm10*. Na podstawie profili porażenia, uzyskanych względem poszczególnych genów, możliwe było postulowanie obecności genów odporności w badanych odmianach.

W teście żywiciel-patogen przeprowadzonym z wyżej wymienionymi izolatami, większość odmian została porażonych w stopniu maksymalnym, co oznacza, że nie posiadają żadnej odporności na użyte izolaty, toteż w konsekwencji są wrażliwe na mączniaka prawdziwego (tab. 4).

Tabela 4. Reakcja badanych polskich odmian owsa zwyczajnego na porażenie trzema izolatami *Blumeria graminis* f. sp. *avenae*

Lp.	Nr	K_17	P_18	Cz_23
1	Adorator	S	S	S
2	Agent	S	S	S
3	Arkan	S	S	S
4	Armani	S	S	S
5	Bingo	S	S	S
6	Dynamit	S	S	S
7	Elegant	S	S	S
8	Figaro	S	S	S
9	Gepard	S	S	S
10	Harem MHR	S	R	S
11	Huzar	S	S	S
12	Kozak	S	S	S
13	Lion	S	S	S
14	Magellan	S	S	S
15	Monsun	S	MS	S
16	Motto	S	S	S
17	Panteon	S	S	S
18	Perun	S	S	S
19	Poker	S	S	MR
20	Rambo	S	S	S
21	Refleks	S	S	S
22	Samuraj MHR	S	S	S
23	Wulkan	S	S	S

Odporność wykryto jedynie w przypadku odmiany Harem w odpowiedzi na porażenie izolatem Pm_18, co wskazuje na możliwą obecność genu *Pm1*. Z kolei umiarkowana odporność na izolaty P_18 i Cz_23 pozwala postulować potencjalną obecność genu *Pm6*. Pozostałe odmiany nie posiadają żadnej odporności na mączniaka prawdziwego, która byłaby uwarunkowana przez geny główne R.

W teście prowadzonym w stadium siewki identyfikowana jest odporność warunkowana genami głównymi R. Nie można w ten sposób zidentyfikować genów APR (adult plant resistance), objawiających się w stadium rośliny dorosłej. Jeśli badane rośliny miałyby taką odporność, nie byłaby ona możliwa do wykrycia w tym teście. Z dostępnych danych literaturowych wynika jednak, że tego typu odporność nie jest stosowana w polskiej hodowli. Oznacza to, że badane odmiany nie są w żaden sposób chronione przed atakiem grzybów z gatunku *Blumeria graminis*.

Badania odporności polskich odmian owsa zwyczajnego na mączniaka prawdziwego przeprowadzone przez Okoń i in. [2016] wykazały, że spośród 30 analizowanych polskich odmian owsa zwyczajnego, 22 okazały się całkowicie podatne na izolaty mączniaka prawdziwego zastosowane w badaniu. Porównanie profili porażenia linii i odmian kontrolnych z profilami porażenia analizowanych odmian, pozwoliło na identyfikację genu *Pm6* w odmianie Rajtar, genu *Pm1* w odmianie Gniady i genu *Pm3* w odmianie Deresz. W niniejszych badaniach zidentyfikowano również obecność genów *Pm1* i *Pm6*. W badaniach prowadzonych przez Ciepłak i Okoń [2023], dotyczących odporności na mączniaka 14 polskich odmian, z których trzy były badane w niniejszej pracy (Agent, Bingo, Figaro), nie stwierdzono żadnej odporności w stosunku do testowanych izolatów *B. graminis* i nie wykazano obecności żadnych genów odporności. Wśród odmian owsa zwyczajnego testowanych przez Okoń i in. [2016], Ciepłak i Okoń [2023] ani w odmianach badanych w niniejszej pracy, nie zidentyfikowano genu *Pm7*, który wykorzystywany jest na dużą skalę w hodowli niemieckiej [Brodführer i in. 2023]. Gen odporności owsa na mączniaka prawdziwego *Pm7* wprowadzono do *A. sativa* z diploidalnego gatunku *Avena eriantha* (dawniej *Avena pilosa*). Odmiana Canyon, zarejestrowana w 2008 roku, była pierwszą niemiecką odmianą, która zawierała ten gen. Rośliny posiadające w genomie gen *Pm7* są łatwe do zidentyfikowania nawet w przypadku silnej presji infekcji mączniakiem prawdziwym, gdyż pozostają w pełni odporne. Gen ten wykorzystano w wielu odmianach. W Europie, w latach 2010–2020 udział odpornych odmian owsa jarego, posiadających gen *Pm7*, wzrósł z 1% do około 9% [Brodführer i in. 2023]. Doświadczenia prowadzone w latach 2016–2020 w Wielkiej Brytanii wykazały, że odmiany bez genu *Pm7*, w latach o niewielkim nasileniu choroby, plonowały o 13% niżej aniżeli odmiany odporne z genem *Pm7*; można zatem przypuszczać, że odmiany z genem *Pm7* miałyby jeszcze większą przewagę w latach o wysokiej presji patogenu.

Podsumowanie

W oparciu o przeprowadzone badania można stwierdzić, że polskie odmiany owsa zwyczajnego, dopuszczone do uprawy na terenie kraju, nie posiadają genów warunkujących efektywną odporność na mączniaka prawdziwego. Biorąc pod uwagę zmieniające się warunki klimatyczne, rokroczne pojawianie się tego patogenu na polach uprawnych Polski oraz wyniki uzyskane w niniejszej pracy, można stwierdzić, że istnieje ogromna

potrzeba wprowadzenia na polski rynek odmian charakteryzujących się genetycznie uwarunkowaną odpornością na mączniaka. Dobrym wyborem byłyby wprowadzenie do polskiej puli genowej, sprawdzonego już pod względem efektywności w Europie Centralnej, genu *Pm7*.

Bibliografia

- Bartnikowska E., Lange E., 2000. Znaczenie dietetyczne przetworów owsianych, ich wpływ na stężenie cholesterolu w osoczu oraz poposiłkową glikemię. *Żywn. Nauka Technol. Jakość* 1(22), 18–35.
- Brodführer S., Mohler V., Stadlmeier M., Okoń S., Beuch S., Mascher M., Tinker N.A., Bekele W.A., Hackauf B., Herrmann M.H., 2023. Genetic mapping of the powdery mildew resistance gene *Pm7* on oat chromosome 5D. *Theor. Appl. Genet.* 136, 53.
- Cieplak M., Okoń S., 2023. Resistant or susceptible? How central european oat (*A. sativa* L.) cultivars react to *B. graminis* f. sp. *avenae* infection. *Plants* 12(22), 3825. <https://doi.org/10.3390/plants12223825>
- Gąsiorowski H., 1999. Współczesny pogląd na walory fizjologiczno-żywnościowe owsa. *Żywność. Nauka Technol. Jakość* 1(18), Supl., 193–195.
- Gnanesh B.N., Mitchell Fetch J.M., Zegeye T., McCartney C.A., Fetch T., 2014. Oat. W: Prata A., Kumar J. (red.), *Alien gene transfer in crop plants*. Springer, New York–Heidelberg–London, 51–73.
- Hsam S.L.K., Peters N., Paderina E.V., Felsenstein F., Oppitz K., Zeller F.J., 1997. Genetic studies of powdery mildew resistance in common oat (*Avena sativa* L.). I. Cultivars and breeding lines grown in Western Europe and North America. *Euphytica* 96, 421–427.
- Jones I.T., Roderick H.W., Clifford B.C., 1987. The integration of host resistance with fungicides in the control of oat powdery mildew. *Ann. Appl. Biol.* 110, 591–602.
- Lawes, D.A., Hayes, J.D., 1965. The effect of mildew (*Erysiphe graminis* f. sp. *avenae*) on spring oats. *Plant Pathol.* 14, 125–128.
- Mains E.B., 1934. Inheritance of resistance to powdery mildew, *Erysiphe graminis tritici*, in wheat. *Phytopathology* 24, 1257–1261.
- Miedaner T., 2016. Breeding strategies for improving plant resistance to diseases. W: Al-Khayri J.M., Jain S.M., Johnson D.V. (red.), *Advances in plant breeding strategies: agronomic, abiotic and biotic stress traits*. Springer International Publishing, Cham, 1–707.
- Okoń S., 2015. Effectiveness of resistant genes to powdery mildew in oat. *Crop Prot.* 74, 48–50.
- Okoń S., Ociepa T., Paczos-Grzęda E., Kowalczyk K., 2016. Analysis of the level of resistance of Polish oat cultivars (*Avena sativa* L.) to powdery mildew (*Blumeria graminis* DC. f. sp. *avenae* Em. Marchal.). *Agron. Sci.* 61, 51–60.
- Pawłowska J., Kozłowska-Ptaszyńska Z., Zych J., 1999. Charakterystyka i technologia uprawy odmian owsa. IUNG, IHAR, COBORU, Puławy, Radzików, Słupia Wielka, 33.
- Pradesh A., Ragimekula N., Varadarajula N.N. i in., 2013. Marker assisted selection in disease resistance breeding. *J. Plant Breed Genet.* 1, 90–109. Dostępne na: <http://escijournals.net/index.php/JPBG/article/view/221>
- Sowa S., Paczos-Grzęda E., 2020. A study of crown rust resistance in historical and modern oat cultivars representing 120 years of Polish oat breeding. *Euphytica* 216, 1–10. <http://doi.org/10.1007/s10681-019-2545-8>
- Spiss L., 2003. History of oat breeding in Poland. *Biul. Inst. Hod. Aklim. Roślin* 7–11.
- Świerczewski A., Mazaraki M., 1993. Hodowla owsa. W: Mazurek J., Wojcieszka U., Mazurek J., Król M. (red.), *Biologia i agrotechnika owsa*. IUNG, Puławy, 129–161.