

**Nauki rolnicze i przyrodnicze  
– wybrane zagadnienia**



# **Nauki rolnicze i przyrodnicze – wybrane zagadnienia**

Redakcja:  
Miroslaw Szala  
Kamil Maciąg

Lublin 2017

## **Recenzenci:**

- prof. dr hab. Bożena Gładyszewska
- prof. dr hab. Zbigniew Jaworski
- prof. dr hab. Bogdan Szostak
- dr hab. Marta Fiołka
- dr hab. inż. Ryszard Tuz
- dr Jolanta Bojarszczuk
- dr inż. Barbara Futa
- dr Edyta Kowalczuk-Vasilev
- dr Agnieszka Kuźniar
- dr Adam Kleofas Berbeć
- dr Marcin Domaciuk
- dr inż. Jakub Szabelski

Wszystkie opublikowane rozdziały otrzymały pozytywne recenzje.

Skład i łamanie:  
Ilona Żuchowska

Projekt okładki:  
Marcin Szklarczyk

© Copyright by Wydawnictwo Naukowe TYGIEL sp. z o.o.

ISBN 978-83-65598-76-9

Wydawca:  
Wydawnictwo Naukowe TYGIEL sp. z o.o.  
ul. Głowackiego 35/341, 20-060 Lublin  
[www.wydawnictwo-tygiel.pl](http://www.wydawnictwo-tygiel.pl)

## Spis treści

*Karol Abramczyk*

Rola mikroorganizmów glebowych w rolnictwie i produkcji roślinnej ..... 7

*Aldona Lach, Arkadiusz Dyjakon*

Potencjał biomasy sadowniczej z przycinania pielęgnacyjnego  
w województwie łódzkim ..... 16

*Magdalena Moczulska*

Porównanie plonowania dwóch odmian kukurydzy z przeznaczeniem na kiszonkę ..... 31

*Sebastian Krasuski*

Uprawa oraz nawożenie kukurydzy w rodzinnym gospodarstwie rolnym ..... 42

*Katarzyna Czopek, Mariola Staniak, Jerzy Księżak, Jolanta Bojarszczuk*

Przydatność mieszanek strączkowo-zbożowych jako surowca do produkcji pasz ..... 53

*Emilia Wojdas*

Detekcja modyfikacji Roundup Ready® w komercyjnie dostępnych nasionach soi ..... 67

*Sylwia Paprocka, Marek Babicz, Patrycja Kołodziej, Konrad Grzesiuk, Marcin Bany*

Komunikacja i anomalie behawioralne występujące u świń – opinia behawiorystów  
zwierząt, lekarzy weterynarii i producentów trzody chlewnej ..... 78

*Patrycja Kołodziej, Marek Babicz, Konrad Grzesiuk, Sylwia Paprocka, Marcin Bany*

Bioasekuracja ferm trzody chlewnej  
w aspekcie zagrożenia afrykańskim pomorem świń ..... 89

*Grzegorz Kania*

Znaczenie gospodarcze krocionogów (Diplopoda) ..... 103

*Grzegorz Kania, Władysław Michalek*

Partenogeneza geograficzna krocionoga *Trachysphaera costata* (Waga, 1857),  
(Diplopoda, Glomerida) ..... 122

*Małgorzata Szostek, Janina Kaniuczak, Edmund Hajduk*

Wpływ osadów ściekowych na zmiany zakwaszenia odłogowanej gleby pyłowej pod  
uprawą topinamburu (*Helianthus tuberosus* L.) ..... 133

<i>Konrad Grzesiuk, Marek Babicz, Patrycja Kołodziej, Sylwia Paprocka, Marcin Bany</i> Dodatek dyni zwyczajnej ( <i>Cucurbita pepo</i> ) w żywieniu tuczników i jego wpływ na jakość mięsa .....	145
<i>Magdalena Kamila Gajownik</i> Analiza wzrostu tkanki mięśniowej oraz tłuszczowej u kurcząt brojlerów w okresie odchowu.....	155
<i>Monika Zastrzeżyńska, Joanna Popek, Izabela Wilk</i> Ocena uzdolnień ludzi do przeprowadzania zabiegów fizjoterapeutycznych dla koni .	166
<i>Joanna Paszkowska-Rogacz</i> Cechy psychiczne konia i jego opiekuna a satysfakcja z pracy z koniem .....	182
<i>Agnieszka Kniola</i> Koń – zwierzę inteligentne?.....	197
<i>Marta Wyzńska</i> Choroby grzybowe zbóż – przyczyny i skutki .....	209
<i>Marta Wyzńska</i> Rola cynku w uprawie pszenicy .....	221
<i>Łukasz Kręcidło, Teresa Krzyśko-Łupicka</i> Metody magazynowania zbóż do celów technologicznych.....	232
Indeks autorów .....	242

# Rola mikroorganizmów glebowych w rolnictwie i produkcji roślinnej

## 1. Wstęp

Rozwój cywilizacji, postęp gospodarczo-przemysłowy i ekspansja ekonomiczna oraz stale rosnąca liczba ludności powodują zwiększenie popytu na żywność. Aby sprostać tym wymaganiom konieczna jest możliwość rozwoju rolnictwa. Ingerencja człowieka w środowisko powinna jednak odbywać się z zachowaniem zasad zrównoważonego rozwoju.

Celem współczesnych systemów uprawy roli i roślin jest nie tylko produkcja surowców żywnościowych i energetycznych, ale także dbałość o zachowanie walorów środowiskowych ekosystemów rolniczych. W działalności tej ważny jest efekt ekonomiczny i plonotwórczy [1]. Najpopularniejszą w Polsce formą uprawy roli jest nadal bardzo pracochłonna uprawa konwencjonalna (płużna). Obecnie w uprawie roli stosuje się alternatywne rozwiązania, które umożliwiają zmniejszenie intensywności, głębokości i częstotliwości wykonywanych prac agrotechnicznych. Aby ograniczyć wpływ orki na glebę coraz częściej wprowadza się nowoczesne maszyny (wieloczynnościowe agregaty), zestawy uprawowo-siewne lub uprawę bezorkową (siew bezpośredni, uprawa zerowa) [2].

Aby osiągnąć zamierzone cele ekonomiczne konieczne jest nie tylko zastosowanie odpowiednich technik uprawy i maszyn, ale także uwzględnienie ogromnej roli mikroorganizmów glebowych w funkcjonowaniu środowiska glebowego. Mikroorganizmy w glebie są wszędybylskie i należą do najważniejszej grupy organizmów warunkującej jej prawidłowe funkcjonowanie [3, 4].

Celem opracowania jest zwrócenie szczególnej uwagi na rolę mikroorganizmów glebowych, jako nierozłącznej części środowiska glebowego w uprawie roli i roślin.

## 2. Definicja i rola gleby w środowisku przyrodniczym

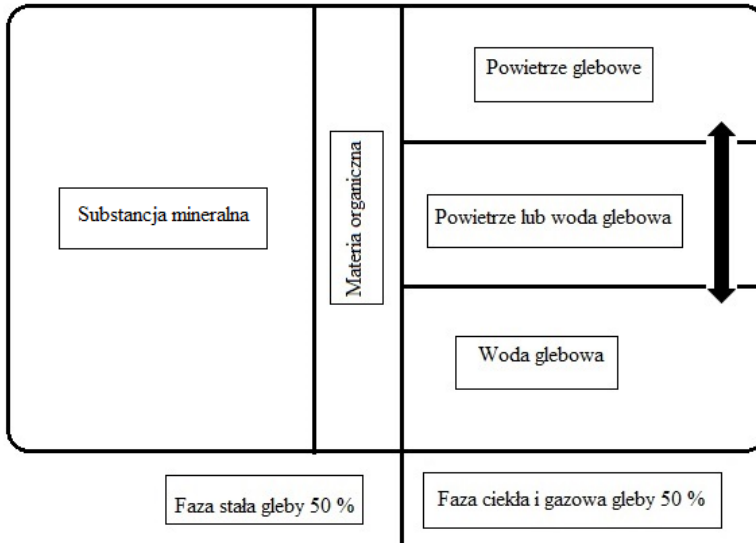
Życie człowieka na ziemi jest nierozzerwalnie związane ze środowiskiem glebowym. Gleba jest nie rozerwalną częścią wszystkich ekosystemów lądowych i niektórych płytkowodnych. Stanowi zewnętrzną część litosfery powstałej ze skały macierzystej pod wpływem działania czynników glebotwórczych [5, 6]. W procesie glebotwórczym biorą udział abiotyczne (ukształtowanie terenu, klimat, czas) i biotyczne (rośliny, zwierzęta, człowiek mikroorganizmy) czynniki [5]. Gleba zbudowana jest z trzech faz [Rysunek1]: stałej (mineralnej – do 48% obj. i organicznej – od 2 do 5% obj.), ciekłej (roztwór glebowy) i gazowej (powietrze glebowe). Faza ciekła i gazowa

---

<sup>1</sup> kabramczyk@iung.pulawy.pl, Zakład Mikrobiologii Rolniczej, Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Czarotoryskich 8, 24-100 Puławy

są zmienne w czasie i przestrzeni, natomiast faza stała zajmuje około 50% całej objętości gleby [5].

Budowa i struktura gruzełkowata gleby gwarantuje wysoką sprawność warstwy ornej, tworzy korzystne środowisko dla rozwoju mikroorganizmów, fauny glebowej oraz stwarza dogodne warunki do kiełkowania, wschodów i wzrostu roślin [7].



Rysunek 1. Trójfazowa budowa gleby [opracowanie własne]

Gleba spełnia w przyrodzie szereg rozmaitych funkcji a najważniejsze z nich to:

1. stanowi podłoże dla roślin i uczestniczy w produkcji biomasy roślinnej;
2. bierze udział w obiegu energii i materii w przyrodzie;
3. jest ważnym elementem krajobrazu;
4. uczestniczy w procesach samoregulujących wzmacniających odporność ekosystemów łądowych;
5. bierze udział w magazynowaniu substancji próchnicznych i retencji wody;
6. stwarza środowisko życia podziemnym organom glebowym;
7. jest środowiskiem bytowania entomofauny glebowej i mikroorganizmów;
8. stanowi rezerwar genów;
9. jest jednym z głównych surowców naturalnych wykorzystywanych przez człowieka [5, 6].

### 3. Próchnica glebowa i jej znaczenie

Jedną z najważniejszych części składowych gleby, decydującą o jej żyzności jest próchnica glebowa. Próchnica glebowa (humus) to trwała mieszanina (kompleks) brunatnych lub ciemnobrunatnych amorficznych substancji koloidalnych (organicznych i mineralno-organicznych), która powstała w wyniku rozkładu tkanek roślinnych lub

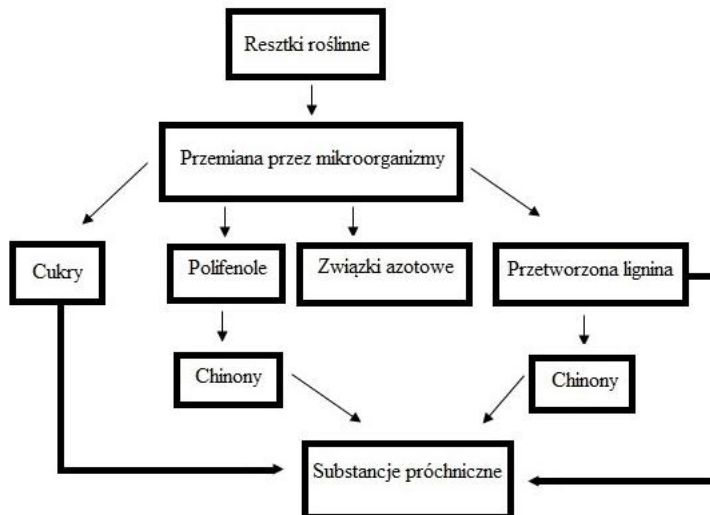


w wyniku syntezy przez różne organizmy glebowe, w tym mikroorganizmy [7, 6], [Rysunek 2]. Stanowi ona znaczną część substancji organicznej gleby (ok. 70-80%) [8]. Proces jej tworzenia jest długotrwały. W wyniku mineralizacji materii organicznej następuje udostępnienie roślinom składników pokarmowych (w postaci związków nieorganicznych) i energii. Humifikacja natomiast jest szeregiem bardzo złożonych przemian strukturalnych i chemicznych, które prowadzą do powstawania ze szczątków roślin i zwierząt próchnicy glebowej w postaci kwasów organicznych tj. humusu [7].

W składzie chemicznym próchnicy można wyróżnić trzy rodzaje substancji (kwasy huminowe, fulwowe i huminy) mających decydujący wpływ na żyzność gleby [9]. Wskaźnikiem jakości próchnicy glebowej jest stosunek węgla kwasów huminowych do węgla kwasów fulwowych. Gleby żyzniejsze charakteryzują się wyższą zawartością węgla kwasów huminowych w stosunku do ich zawartości w kwasach fulwowych [9]. Na żyzność gleby wpływają również unikalne właściwości fizyko-chemiczne próchnicy:

1. koloidalna struktura pozwala na zatrzymywanie wewnątrz cząstek znacznych ilości wody;
2. ma zdolność zatrzymywania na swojej powierzchni zanieczyszczeń (np. pestycydów), które są następnie rozkładane przez mikroorganizmy;
3. próchnica wraz z wydzielinami drobnoustrojów tworzy lepiszcze spajające fazę stałą gleby;
4. ma zdolność sorpcji dużej liczby składników pokarmowych (4-12 razy większa niż cząstki mineralne gleby);
5. ma właściwości buforowe i reguluje odczyn gleby [10, 11].

Zasoby próchnicy w poziomie próchnicznym gleb mineralnych Polski stanowią 0,6 do 2,0% i wahają się od 40 t/ha dla gleb płowych, 80 t/ha dla gleb brunatnych do ponad 200 t/ha dla czarnoziemów i 80-100 t/ha dla gleb leśnych [8].



Rysunek 2. Proces tworzenia się próchnicy glebowej [opracowanie własne]

#### 4. Znaczenie mikroorganizmów w rolnictwie

Wiedza na temat mikroorganizmów glebowych jest znacznie ograniczona. Aktualnie wiadomo, że w 1 g gleby występuje około 4000 różnych genomów bakterii [12]. Ocenia się, że obecnie znanych jest tylko 5% grzybów i 12% gatunków bakterii występujących w środowisku naturalnym [13÷15]. W glebie bytuje wiele różnych gatunków drobnoustrojów. W 1 g świeżej, żyznej gleby może znajdować się od setek milionów do nawet kilku miliardów bakterii [16, 4]. Mikroorganizmy glebowe są integralnym składnikiem gleby i pełnią szereg funkcji w procesach kluczowych dla przepływu energii i obiegu materii w środowisku rolniczym. Charakteryzują się one szybką i czułą reakcją na niesprzyjające czynniki środowiska ale również łatwo adaptują się do nowych warunków [2].

Rozwój i funkcjonowanie mikroorganizmów w glebach rolniczych zależy od panujących warunków klimatycznych, właściwości fizycznych i chemicznych gleb, zabiegów agrotechnicznych, sposobu uprawy, nawożenia i terminu stosowania nawozu oraz dostępności materii organicznej jako źródła składników pokarmowych dla drobnoustrojów [17]. W glebie substancja organiczna ulega szeregom przemian przeprowadzanym przez różne grupy mikroorganizmów, a ich tempo uzależnione jest od warunków klimatycznych, struktury gleby oraz stopnia zanieczyszczenia środowiska glebowego [2, 17, 18].

Gleba z rolniczego punktu widzenia stwarza odpowiednie warunki zapewniające prawidłowy rozwój oraz plonowanie roślin uprawnych [19], natomiast mikroorganizmy glebowe dzięki swym właściwościom mogą być wykorzystywane m.in. do ochrony roślin przed szkodnikami i chorobami dzięki czemu przyczyniają się do wzrostu plonów [20]. W wyniku intensywnej gospodarki rolnej człowiek dąży do uzyskania wysokich plonów co wpływa na zaburzenie równowagi przyrodniczej. Pozyskanie wysokich plonów z uprawy wiąże się z koniecznością stosowania nawożenia mineralnego oraz środków ochrony roślin. Czynności te wpływają na zwiększenie żyzności gleby, jednak nieprawidłowe ich wykonanie, jak i stosowanie nieracjonalnego nawożenia, może spowodować zaburzenia w funkcjonowaniu całych agrosystemów [10].

Duży wpływ na skład gatunkowy mikroorganizmów glebowych i plonowanie roślin ma nawożenie mineralne. Wpływ nawożenia na glebę jest wszechstronny. Nawożenie mineralne kształtuje w pośredni i bezpośredni sposób właściwości gleby oraz wpływa na warunki otaczającego środowiska [21]. Mimo, że nawożenie gleby tylko nawozami mineralnymi (bez wapnowania) wpływa korzystnie na zasobność gleby to przy znacznym zakwaszeniu gleby i niedoborze substancji organicznej produktywność niektórych roślin (np. zbóż) jest niezadowalająca [21]. Jak podają Lalfakzuala i in. [22] długotrwałe nawożenie (np. azotem) może znacząco wpływać m.in. na odczyn gleby, jakość i ilość glebowej substancji organicznej oraz na obieg składników odżywczych w profilu glebowym. Zabiegi agrotechniczne oraz nawożenie mineralne mają duży wpływ na kształtowanie się liczebności drobnoustrojów oraz selekcję jakościową znacznej liczby zespołów mikroorganizmów glebowych [10]. Zabiegi agrotechniczne

i działalność antropogeniczna muszą minimalizować ryzyko ich niekorzystnego wpływu przede wszystkim na glebę, ale również wodę i powietrze [23].

Wzrost i rozwój roślin uprawnych jest znacząco uzależniony od rodzaju i składu mikroflory glebowej znajdującej się w pobliżu korzeni roślin (ryzosfery) [24]. System korzeniowy spełnia ważną rolę w życiu rośliny oraz w podnoszeniu żyzności gleby i stanowi od 50 do 70% całkowitej masy resztek poźniwnych w przypadku pszenicy jarej [25].

Aktualnie w celu stymulacji wzrostu i rozwoju roślin uprawnych stosowane są efektywne mikroorganizmy (EM) w postaci preparatów, które znacznie polepszają właściwości fizyczne, chemiczne i biologiczne gleby. Preparaty zawierające EM wspierają pożyteczne mikroorganizmy występujące w ryzosferze a ograniczają szkodniki i drobnoustroje powodujące choroby [25]. W opracowaniu Martyniuka [26] znajduje się jednak szereg krytycznych uwag dotyczących preparatów mikrobiologicznych i badań nad efektami ich stosowania [26].

Aktywność biochemiczna mikroorganizmów glebowych uznawana jest jako wskaźnik obniżenia lub poprawy jakości i produktywności gleby [2]. Poprzez kontrolę procesów biochemicznych w glebie mikroorganizmy przyczyniają się do zachowania jej podstawowych funkcji i naturalnej homeostazy [27]. Poprzez swoją ogromną aktywność biochemiczną odgrywają one decydującą rolę w kształtowaniu żyzności i zdrowotności gleby [25, 28] a także stabilności ekologicznej i produktywności całych agrokosystemów [29].

Żyzność gleby i produktywność roślin kształtowane są nie tylko przez nawożenie, ale także poprzez odpowiednie zmianowanie roślin zwłaszcza z udziałem przyrodniczo korzystnych przedplonów [30]. Jak podaje Jaskulski i in. [21] plon pszenicy ozimej po przedplonie rzepaku ozimego był o  $1,12 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , tj. 17,8% większy niż na stanowisku po sobie [21]. Wartość plonowania roślin wynika m.in. z ich oddziaływania na właściwości i stan roli. Często obserwowane są różne reakcje roślin następczych na sposób uprawy roli a to pociąga za sobą różne skutki produkcyjne uproszczeń w zmianowaniu [31].

Jednym z najbardziej wiarygodnych wskaźników aktywności mikrobiologicznej gleby jest aktywność enzymów glebowych (m.in. fosfataz i dehydrogenaz), ponieważ ich ilość zmienia się w podobny sposób jak liczebność ogólna mikroorganizmów glebowych [25, 29] i często postrzegana jest, jako ważny wskaźnik jakości gleby [32]. W dużej mierze aktywność enzymów dehydrogenaz zmienia się sezonowo i zależy od właściwości gleby (fizycznych, chemicznych i biologicznych) [33].

Zmiany we właściwościach fizycznych i chemicznych gleb mogą być spowodowane drogą naturalną – przez przyrodę Jednak częściej zmiany te następują w wyniku działalności człowieka (zabiegi agrotechniczne) [34]. Nagromadzenie się w glebie różnego rodzaju zanieczyszczeń (pestycydy, nawozy sztuczne, związki ropopochodne) powodują zaburzenie naturalnej równowagi biologicznej i upośledzenie roli mikroorganizmów. Zanieczyszczona gleba często zmienia, a nawet traci swoją aktywność biologiczną. W wielu przypadkach w sposób nieodwracalny [34]. Mikroflora glebowa odgrywa znaczącą rolę w mineralizacji materii organicznej, udostępnianiu roślinom składników pokarmowych oraz powstawaniu humusu glebowego [35, 36]. Trzeba tu

zaznaczyć szczególny związek między mikroorganizmami i roślinami. Łączy je wspólne środowisko życia- gleba. Rośliny i drobnoustroje glebowe biorą udział w najważniejszych przemianach środowisk lądowych: obiegu materii i przepływie energii [37]. W tych dwóch procesach rośliny i mikroorganizmy wzajemnie się uzupełniają. Rośliny produkują biomasę a drobnoustroje rozkładają martwą materię organiczną do związków nieorganicznych, które z gleby pobierają rośliny [38]. Fizyczne i chemiczne właściwości gleby wpływają na rośliny oraz żyjące w glebie mikroorganizmy, a organizmy żywe wpływają z kolei na właściwości gleby (strukturę, żyzność) [38]. Żyzność gleby jest wypadkową wielu czynników środowiska wzajemnie od siebie zależnych. Oprócz próchnicy glebowej o stopniu żyzności gleby decyduje różnorodność, liczebność i aktywność metaboliczna mikroorganizmów [40].

Skład zespołów mikroorganizmów ulega ciągłym zmianom w zależności od zmian warunków fizycznych i chemicznych w środowisku oraz zmian wywołanych aktywnością fizjologiczną i metaboliczną poszczególnych populacji [24, 41]. Stopień rozwoju drobnoustrojów w glebie zależy od wieluczynników agroekologicznych, ale przede wszystkim od zasobności gleby w materię organiczną, która jest źródłem energii i składników biogenych dla mikroorganizmów. Wpływ na bioróżnorodność i jakość mikroorganizmów ma także strefa klimatyczna i panujące w danym regionie warunki przyrodnicze [42, 10].

Mikroorganizmy glebowe mają zdolność modyfikowania siedliska i współdziałają z roślinami poprzez szereg funkcji: rozkład złożonych związków do prostych, wzbogacanie gleby w azot, ale również mogą powodować jego utratę w procesie denitryfikacji. Istnieje też obustronna dostawa substancji odżywczych (w tym poprzez mykoryzy) [37]. Między bioróżnorodnością mikroorganizmów i roślin istnieją dodatnie korelacje a korzyści wynikające z interakcji tych organizmów są szczególnie ważne w odniesieniu do całego środowiska glebowego [43].

## 5. Podsumowanie

Znaczenie mikroorganizmów glebowych w rolnictwie jest nieocenione. Stanowią one integralny element środowiska glebowego i kształtują jego właściwości. Parametry fizyczne i chemiczne gleb ulegają zmianie pod wpływem różnych czynników. Zmiany czynników gleb mogą się przyczynić do zmian liczebności i aktywności mikroorganizmów glebowych oraz zmian w ich składzie gatunkowym [44]. Różne systemy uprawy roli mogą w znaczący sposób – bezpośredni (śmierć) lub pośredni (ograniczenie dostępności pokarmu) ograniczyć występowanie niektórych grup drobnoustrojów [45].

Z uwagi na ogromną rolę jaką mikroorganizmy spełniają w glebie należy pamiętać o ochronie bioróżnorodności mikrobiologicznej gleb. Utrzymanie prawidłowych relacji: mikroorganizmy – gleba – rośliny gwarantuje uzyskiwanie wysokich plonów i pożądaną efekt ekonomiczny uprawy.

Opracowanie wykonano w ramach realizacji zadanie 1.4. *Ocena i kształtowanie bioróżnorodności środowiska glebowego oraz aktywności mikrobiologicznej gleb z uwzględnieniem różnych warunków siedliskowych i systemów gospodarowania.* Program Wieloletni IUNG-PIB na lata (2016-2020).

## Literatura

1. Starczewski J., Dopka D., Korsak-Adamowicz M., *Ocena energetycznej efektywności wybranych technologii uprawy żyta jarego*, Acta Agrophysica., 11(3) (2008), s. 733-739
2. Pocięjowska M., Natywa M., Majchrzak L., Cłapa T., Selwet M., *Wpływ sposobu przygotowania stanowiska pod pszenicę jarą na liczebność mikroorganizmów i aktywność biochemiczną gleby*, Polish Journal of Agronomy., 15 (2013), s. 21-26
3. Brzezińska M., *Wykorzystanie ekofizjologicznych wskaźnik mikrobiologicznych do oceny jakości gleby*, Postępy Nauk Rolniczych., 1 (2009), s. 39-51
4. Szember A., *Zarys mikrobiologii rolniczej*, Wydawnictwo Akademii Rolniczej w Lublinie (2001), s. 173-185
5. Mocek A., Owczarzak W., *Gleba jako naturalne środowisko przyrodnicze*, Nauka Przyroda Technologie., 4(6) (2010), s. 1-12
6. Prusinkiewicz Z., *Leksykon ekologiczno-gleboznawczy*, Wydawnictwo PWN, Warszawa (1994)
7. Żukowska M., *Wzbogacenie gleby w substancję organiczną pozwala utrzymać jej prawidłową strukturę*, Agrotechnika, burak cukrowy, 4 (2014), s. 10-14
8. Bednarek R., Dziadowiec H., Pokojka U., Prusinkiewicz Z., *Badania ekologiczno-gleboznawcze*, Wydawnictwo PWN, Warszawa (2005)
9. Stalenga J., Kawalec A., *Emission of greenhouse gases and soil organic matter balance in different farming systems*, International Agrophysics, 22 (2008), s. 287-290
10. Barabasz W., Voříšek K., *Bioróżnorodność mikroorganizmów w środowiskach glebowych*, W: Aktywność drobnoustrojów w różnych środowiskach (red. W. Barabasz), Wydawnictwo AR Kraków (2002), s. 22-34
11. Mazur T., *Rolnicze i ekologiczne znaczenie glebowej substancji organicznej*, Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych., 422 (1995), s. 9-19
12. Torsvik V., Goksoyr J., Daae F.L., *High diversity in DNA of soil bacteria*, Applied and Environmental Microbiology, 56 (1990), s. 782-787
13. Gałązka A., Łyszcz M., Abramczyk B., Furtak K., Grządziel J., Czaban J., Pikulińska A. 2016., *Bioróżnorodność środowiska glebowego – Przegląd parametrów i metod w analizach różnorodności biologicznej gleby*, Monografie i Rozprawy Naukowe IUNG-PIB, 49 (2016), ISBN 978-83-7562-246-1
14. Łyszcz M., Gałązka A., 2016. *Wybrane metody molekularne wykorzystywane w ocenie bioróżnorodności mikroorganizmów glebowych*, Postępy Mikrobiologii, 55 (3) (2016), s. 309-319
15. Daniel R., *The soil metagenome – a rich resource for the discovery of novel natural products*, Current Opinion in Microbiology, 15 (2004), s. 199-204
16. Łowiński Ł., Dach J., *Termofilne kompostowanie liści kasztanowca z osadami ściekowymi jako metoda unieszkodliwiania zagrożenia szrotówkiewkastanowcowiaczkami*, Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering, 51 (2) (2006), s. 108-111
17. Johansson M., Stenberg B., Torstensson L., *Microbiological and chemical changes in two arable soils after long-term sludge amendments*, Biology and Fertility of Soils, 30 (1999), s. 160-167
18. Van Veen J. A., Paul E. A., *Organic C dynamics in grassland soils. Background information and computer stimulation*, Canadian Journal of Soil Science, 61 (1981), s. 185-201
19. Zimny L., *Struktura gleby warunkiem wysokich plonów*, Nasza Rola, 1 (2009), s. 27-30

20. Walsh U. F., Morrissey J. P., O'Gara F., *Pseudomonas for biocontrol of phytopathogens: from functional genomics to commercial exploitation*, Current Opinion in Biotechnology, 12 (2001), s. 289-295
21. Jaskulski D., Kotwica K., Jaskulska I., Piekarczyk M., Osiński G., Pochylski B., *Elementy współczesnych systemów uprawy roli i roślin – skutki produkcyjne oraz środowiskowe*, Fragmenta Agronomica, 29 (3) (2012), s. 61-70
22. Lalfakzuala R., Kayang H., Dkhar M. S., *The effects of fertilizers on soil microbial components and chemical properties under leguminous cultivation*, American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences, 3 (2008), s. 314-324
23. OECD, *Wpływ rolnictwa na środowisko naturalne od 1990 r*, Raport Główny, Paryż, Francja (2008), s. 1-21
24. Higa T., Parr F. J., *Zastosowanie pożytecznych mikroorganizmów w rolnictwie. Efektywne Mikroorganizmy (EM) w rolnictwie zrównoważonym i ochronie środowiska. EM – Badania i zastosowanie*, Wybrane referaty, SGGW, Rogów (2003), s. 110-117
25. Kardas L., Zbrozczyk U., *Wpływ systemu uprawy roli i efektywnych mikroorganizmów (EM) na właściwości biologiczne gleby spod pszenicy jarej uprawianej w krótkotrwałej monokulturze*, Fragmenta Agronomica, 29 (3) (2012), s. 95-102
26. Martyniuk S., *Skuteczne i nieskuteczne preparaty mikrobiologiczne stosowane w ochronie i uprawie roślin oraz rzetelne i nierzetelne metody ich oceny*, Postępy Mikrobiologii, 50 (4) (2011), s. 321-328
27. Doran J. W., Sarrantonio M., Liebig M. A., *Soil health and sustainability*, Advances in Agronomy, 56 (1996), s. 1-54
28. Quemada M., Menacho E., *Soil respiration 1 year after sewage sludge application*, Biology and Fertility of Soils, 33 (2001), s. 344-346
29. Gajda A., Stachyra A., Martyniuk S., *Aktywność mikrobiologiczna i biochemiczna różnych gleb w doświadczeniu mikropoletkowym*, Acta Agraria et Silvestria. series Agraria, 42 (2004), s. 127-134
30. Suwara I., Lenart S., Gawrońska-Kulesza A., *Wzrost i plonowanie pszenicy ozimej po 50 latach zróżnicowanego nawożenia i zmianowania*, Acta Agrophysica, 10 (3) (2007), s. 695-704
31. Smagacz J., *Wpływ uproszczeń w uprawie roli na występowanie chorób podstawy źdźbła, zachwaszczenie łąki i plonowanie pszenicy ozimej*, Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie. Roślin, 48 (4) (2008), s. 1475-1478
32. Mikanová O., Javůrek M., Šimon T., Friedlová M., Vach M., *The effect of tillage systems on some microbial characteristics*, Soil and Tillage Research, 105 (2009), s. 72-76
33. Niemi R., Vepsäläinen M., Wallenius M., Simpanen K., Alakukku S., Pietola L., *Temporal and soil depth-related variation in soil enzyme activities and in root growth of red clover (Trifolium pratense) and timothy (Phleum pratense) in the field*, Soil Biology and Ecology, 30 (2005), s. 113-125
34. Przybulewska K., *Wpływ podwójnego stresu antropogenicznego na liczebność mikroorganizmów glebowych*, Inżynieria Ekologiczna, 13 (2005), s. 152-153
35. Abigail A., Salyers, Dixie Whitt D., *Ziemia: planeta mikroorganizmów*, [W:] *Mikrobiologia. Różnorodność, chorobotwórczość, środowisko* (red. Markiewicz Z.), Wydawnictwo PWN, Warszawa (2005), s. 3-5
36. Libudzisz Z., Kowal K., Żakowska Z., *Mikrobiologia techniczna. Mikroorganizmy i środowiska ich występowania*, Wydawnictwo PWN, Warszawa (2010)

37. Klimek B., Stefanowicz A. M., Woch M. W., Jaźwa M., *Czy istnieje związek między bioróżnorodnością roślin i mikroorganizmów glebowych?*, Kosmos, 59 (2010), s. 589-598
38. Kahindi J. P., Woome P., George T., Moreira F. D., Karanja N. K., Giller K. E., *Agricultural intensification, soil biodiversity and ecosystem function in the tropics: The role of nitrogen-fixing bacteria*, Applied Soil Ecology, 6 (1997), s. 55-76
39. Mitchell R. J., Hester A. J., Campbell C. D., Chapman S. J., Cameron C. M., Hewison R. L., Potts J. M., *Is vegetation composition or soil chemistry the best predictor of the soil microbial community?*, Plant Soil and Environment, 10 (2010), s. 7-37
40. Nannipieri P., Ascher J., Ceccherini M. T., Landi L., Pietramellara G., Renella G., *Microbial diversity and soil function*, European Journal of Soil Science, 54 (2003), s. 655-670
41. Kozdrój J., *Współczesna ocena różnorodności mikroorganizmów w glebie*, Acta Agraria et Silvestria, Series Agraria., 42 (2004), s. 5-28
42. Badura L., *Rozważania nad rolą mikroorganizmów w glebie*, Zeszyty Naukowe UP Wrocław, 89 nr 546 (2006), s. 13-23
43. Rodríguez-Loínez G., Onaindia M., Amezaga I., Mijangos I., Garbisu C., *Relationship between vegetation diversity and soil functional diversity in native mixed-oak forests*, Soil Biology and Biochemistry, 40 (2008), s. 49-60
44. Kladiwko E. J., *Tillage systems and soil ecology*, Soil and Tillage Research, 61 (2001), s. 61-76
45. Holland M. J., *The environmental consequences of adopting conservation tillage in Europe: reviewing the evidence*, Agriculture, Ecosystem & Environment, 103 (2004), s. 1-25

### **Rola mikroorganizmów glebowych w rolnictwie i produkcji roślinnej**

Na tle danych literaturowych w pracy przedstawiono rolę gleby i bytujących w niej mikroorganizmów. Szczególną uwagę zwrócono na funkcje gleby (oraz próchnicy glebowej) i drobnoustrojów oraz ich wzajemnych relacji w środowisku. Opisano zależności między glebą, mikroorganizmami i roślinami w odniesieniu do uprawy roli. Mikroorganizmy przez swoją aktywność w znaczący sposób przyczyniają się do wzrostu plonów i poprawy efektów ekonomicznych w rolnictwie. Celem opracowania jest zwrócenie szczególnej uwagi na rolę mikroorganizmów glebowych, jako integralnej części środowiska glebowego w uprawie roli i roślin.

Słowa kluczowe: mikroorganizmy, gleba, rolnictwo, produkcja roślinna, uprawa

### **The role of soil microorganisms in agriculture and crop production**

Based on the literature data, the role of soil and its microorganisms is described. Particular attention has been paid to the functions of soil (and soil humus), microorganisms and their interactions in the environment. The relationship between soil, microorganisms and crops has been also described. Microorganisms, by their activity, contribute significantly to the growth of crops and to the improvement of the economic effects of agriculture. The aim of this paper is to draw attention to the role of soil microorganisms as an inseparable part of the soil environment in soil and plant cultivation.

Keywords: microorganisms, soil, agriculture, crop production, cultivation

## **Potencjał biomasy sadowniczej z przycinania pielęgnacyjnego w województwie łódzkim**

### **1. Wstęp**

Udział biomasy, jako nośnika energii w łącznym pozyskaniu energii pierwotnej ze źródeł odnawialnych w Polsce, jest dominujący i wynosi około 80%. W dalszej kolejności jest energia wiatru (6%), energia wody (2,5%), energia geotermalna i słoneczna (poniżej 1%) [1]. Biomasa pozyskiwana jest głównie z takich źródeł, jak: nadwyżki produkcyjne w rolnictwie (np. słoma), uprawa roślin energetycznych czy lasy [2]. W przypadku wykorzystania dla celów energetycznych biomasy stałej ligno-celulozowej, największe znaczenie mają technologie oparte na procesie jej spalania w elektrowniach zawodowych lub w skojarzonych systemach wytwarzających energię elektryczną i ciepło (kogeneracja) [3]. Niedocenianym do tej pory źródłem pozyskania biomasy jest biomasa sadownicza powstająca w czasie sezonowego przycinania drzew owocowych. W Polsce, sady zajmują powierzchnię około 370 tys. ha, w tym w województwie łódzkim około 38 tys. ha (GUS 2016).

W typowej praktyce sadowniczej cięcie gałęzi może być prowadzone ręcznie bądź mechanicznie (Rys. 1). Cięcie to jest wykonywane aby wyeliminować niepożądane gałęzie i pędy, nadać drzewom odpowiedni kształt oraz pobudzić drzewo do dalszego wzrostu nowych pędów. Wycinane są gałęzie, które rosną zbyt gęsto, mają małą ilość pąków bądź są martwe, chore czy uszkodzone. Cięcie przeprowadza się zarówno na drzewach wieloletnich, jak i nowo posadzonych.

---

<sup>1</sup> aldona.lach.4@gmail.com, Studenckie Koło Naukowe BioEnergia, Wydział Przyrodniczo-Technologiczny, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

<sup>2</sup> arkadiusz.dyjakon@upwr.edu.pl, Zakład Niskoemisyjnych Źródeł Energii i Gospodarki Odpadami, Instytut Inżynierii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu



a) cięcie ręczne sekactorem [4]



b) cięcie mechaniczne kosiarką listwową [5]



Rysunek 1. Sposoby przycinania drzew owocowych w okresie zimowo-wiosennym

Ścięte podczas zimowo-wiosennych zabiegów pielęgnacyjnych gałęzie nie mogą być swobodnie pozostawione w międzyrzędziach (Rys. 2), wymagają odpowiedniego zagospodarowania z uwagi na konieczność pozostawienia wolnego przejazdu dla maszyn przeprowadzających inne zabiegi w sadzie (opryskiwanie, zbiór owoców itp.).



Rysunek 2. Gałęzie po cięciu zimowo-wiosennym drzew jabłoniowych [6]

Zagospodarowanie gałęzi po cięciu może być jednak różnie ukierunkowane. Zazwyczaj, znajdujące się ścięte gałęzie w międzyrzędziach, zostają usunięte na przyzmy lub są rozdrabniane bezpośrednio pomiędzy drzewami do postaci zrębków za pomocą specjalnie przystosowanych do tego celu maszyn (Rys. 3). Najczęściej stosowanymi maszynami są rozdrabniacze bijakowe, zwane również mulcerami, oraz rozdrabniacze wirnikowe.

a) rozdrabnianie gałęzi za pomocą maszyny Seppi – Apple Vario [7]



b) rozdrabnianie gałęzi za pomocą maszyny Zanon [8]



Rysunek 3. Bezpośrednie rozdrabnianie gałęzi w sadzie

Z jednej strony, zrębki w sadzie spełniają pozytywną rolę: jako podłoże ściółkowe ograniczają parowanie wody z powierzchni sadów, ograniczają rozwijanie się chwastów, stanowią dodatkowe źródło składników odżywczych dla drzew (Rys. 4). Takie rozdrobnienie związane jest z dodatkowymi kosztami, które nie przynoszą bezpośrednio wymiernych korzyści finansowych dla sadownika. Jednak z drugiej strony, ich pozostawienie pod drzewami może powodować również występowanie gryzoni czy rozprzestrzenienie się chorób przenoszonych powtórnie na owocujące drzewa. W efekcie, może to powodować wzrost intensywności opryskiwania drzew i straty wydajności ich owocowania, co prowadzi do zwiększenia kosztów prowadzenia sadu.

a) rozdrobnione zrębki



b) wykorzystanie zrębki jako ściółki



Rysunek 4. Tradycyjne wykorzystanie gałęzi w sadzie [9]

W celu usunięcia chorych gałęzi z sadu prowadzi się często ich wypychanie z międzyrzędzi, składowanie na przymie, a następnie spalanie (Rys. 5). Taki kierunek zagospodarowania odpadów drzewnych z sadów jest niekorzystny z wielu powodów. Najważniejsze z nich to stwarzanie zagrożenia pożarowego oraz fizyczna strata energetyczna pozbawiona możliwości odzysku energii chemicznej zawartej w paliwie biomasowym.

a) pryzma gałęzi [6]



b) spalanie pryzmy gałęzi [10]



Rysunek 5. Składowanie gałęzi w pryzmie i ich spalanie

Alternatywnym rozwiązaniem przynoszącym dodatkowe korzyści dla sadownika jest wykorzystanie ściętych gałęzi do produkcji energii. Poprzez zbiór ściętych gałęzi i ich przetworzenie do odpowiedniej formy, mogą być źródłem energii dla małych i średnich kotłów grzewczych oraz dużych jednostek wytwórczych energetyki zawodowej (Rys. 6). W energetyce zawodowej wykorzystanie biomasy może przybrać formę współspalania z węglem lub może stać się jedynym paliwem zasilającym blok energetyczny. Przykładem jest Elektrownia Połaniec, w której pracuje największy na świecie kocioł o mocy 200 MW<sub>e</sub> zasilany w 100% biomasą [11].

a) kotłownia osiedlowa średniej mocy [12]



b) elektrownia zawodowa zasilana biomasą [13]



Rysunek 6. Instalacje do spalania biomasy w średniej i dużej skali

W przypadku strategii energetycznego wykorzystania gałęzi z przycinki drzew owocowych, wyróżnić można dwie podstawowe metody ich bezpośredniego zbierania w sadzie (Rys. 7):

1. balotowanie gałęzi;
2. zrębkowanie gałęzi (ze zbiorem do kontenera, skrzyni czy worków big-bag).



- a) zrębkowanie gałęzi ze zbiorem do kontenera skrzyni czy worków big-bag [14]      b) balotowanie gałęzi [15]



Rysunek 7. Metody zbierania gałęzi dla wykorzystania energetycznego

Należy dodać, że możliwe jest także zrębkowanie gałęzi po ich usunięciu z międzyrzędzi (Rys. 8), jest to jednak proces wymagający większego nakładu pracy i czasu, ale pozwala na zastosowanie prostszych maszyn i wykonanie czynności w dowolnym momencie.



Rysunek 8. Rozdrabnianie gałęzi usuniętych z sadu [16]

W zależności od uzyskanej formy końcowej zebranych gałęzi, na rynku jest dostępnych wiele kotłów przystosowanych do ich energetycznego wykorzystania. Należy dodać, że gałęzie mogą zostać również przetworzone (po odpowiednim zmieleniu) do postaci brykietów czy peletów. Najprostszą technologią jest proces bezpośredniego spalania biomasy, możliwa jest także realizacja pośredniego spalania biomasy w procesie jej zgazowania. Na rysunku 9 pokazano przykładowe jednostki grzewcze do termicznego przetwarzania biomasy w gospodarstwach.

a) kocioł z wkładem w postaci balotów [17]



b) kocioł na zrębki drzewne [18]



c) kocioł do spalania peletu [19]



d) kocioł zgazowujący brykiety [20]



Rysunek 9. Kocioł do spalania biomasy w gospodarstwach domowych

## **2. Problematyka badawcza**

W celu określenia potencjału energetycznego biomasy sadowniczej z przycinania pielęgnacyjnego w województwie łódzkim istotna jest znajomość ilości powstających odpadów w postaci gałęzi z przycinki drzew owocowych w regionie. Celem pracy było oszacowanie teoretycznego, technicznego oraz ekonomicznego potencjału tego typu biomasy.

## **3. Metodyka i procedura badawcza**

Potencjał biomasy z przycinki drzew owocowych określono na podstawie danych z Głównego Urzędu Statystycznego, przeglądu literatury oraz badań własnych, przeprowadzonych w sadzie jabłoniowym. Masa gałęzi została określona poprzez ich zebranie po dokonaniu przycinki jednego drzewa i zważenie. Do pomiaru masy ściętych gałęzi wykorzystano przenośny dynamometr firmy Lutrom FG-5100 (dokładność  $\pm 0,05$  kg). W zakresie określonego sadu jabłoniowego (wiek sadu, ilość nasadzeń, odmiana) pomiary przeprowadzono dla losowo wybranych pięciu drzew. Uzyskana średnia masa gałęzi z jednego drzewa została odniesiona do jednego hektara

uprawy, a następnie do zajmowanej powierzchni przez sady jabłoniowe w danym powiecie województwa łódzkiego. Pomiary wykonano w sadach jabłoniowych, ponieważ jest to główny gatunek uprawiany w województwie łódzkim (87,8% produkcji sadowniczej stanowią sady jabłonie) [21].

Teoretyczna ilość masy całkowitej gałęzi pozyskiwanych z jednego hektara powierzchni nasadzeń obliczono wg wzoru:

$$M_t^b = m_j \cdot n \quad (1)$$

gdzie:

$M_t^b$  – masa całkowita gałęzi,  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ,  $m_j$  – średnia masa gałęzi zebrana z jednego drzewa,  $\text{kg} \cdot \text{szt}^{-1}$ ,  $n$  – ilość nasadzonych drzew,  $\text{szt} \cdot \text{ha}^{-1}$ .

Teoretyczna ilość energii możliwa do pozyskania z biomasy sadowniczej w województwie Łódzkim wynosi:

$$E_p = W_o^b \cdot M_t^b \cdot F_{sad} \quad (2)$$

gdzie:

$E_p$  – ilość energii pozyskanej ze spalania biomasy sadowniczej,  $\text{MJ} \cdot \text{rok}^{-1}$ ,

$W_o^b$  – wartość opałowa biomasy sadowniczej przy wilgotności 48,2% (przyjęto  $W_o=14,51 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ ),  $\text{MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,  $F_{sad}$  – powierzchnia sadów jabłoniowych w województwie łódzkim, ha.

W odniesieniu do ilości energii pozyskanej z biomasy sadowniczej, równoważna masa węgla pod względem energetycznym wynosi:

$$M_w = \frac{E_p}{W_o^w} \quad (3)$$

gdzie:

$M_w$  – masa węgla,  $\text{kg} \cdot \text{rok}^{-1}$ ,  $W_o^w$  – wartość opałowa węgla (przyjęto  $W_o^w=21,77 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ , [22]),  $\text{MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ .

Ilość ograniczonej emisji  $\text{CO}_2$  z tytułu spalania biomasy sadowniczej:

$$E_{\text{CO}_2} = M_w \cdot c \cdot \eta \cdot w_{\text{CO}_2} \quad (4)$$

gdzie:

$M_w$  – masa węgla,  $\text{kg} \cdot \text{rok}^{-1}$ ,  $c$  – udział pierwiastka węgla w węglu (przyjęto  $c=0,7 \text{ kgC} \cdot \text{kg}^{-1}$ , [23]),  $\text{kgC} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,

$\eta$  – sprawność spalania węgla w automatycznych kotłach domowych (przyjęto  $\eta=0,91$ , [24]),  $w_{\text{CO}_2}$  – teoretyczny wskaźnik emisji  $\text{CO}_2$  ze stechiometrii spalania pierwiastka węgla (przyjęto  $w_{\text{CO}_2}=3,67 \text{ kgCO}_2 \cdot \text{kgC}^{-1}$ ),  $\text{kgCO}_2 \cdot \text{kgC}^{-1}$ .

Wielkość potencjału technicznego obliczono odrzucając sady o powierzchni poniżej 1 ha (stanowiące 4,9% powierzchni sadów w województwie łódzkim) [25]. Założono,

że sady te uprawiane są w sposób nieprofesjonalny, w których nie jest prowadzona regularna pielęgnacja drzew. Przyjęto ponadto, że zbiór mechaniczny gałęzi w sadzie odbywa się z pewnymi stratami (maszyna nie zbierze wszystkich ściętych gałęzi). Wielkość tych strat zależy od rodzaju podłoża, miejsca odrzucania ścinanych gałęzi, dokładności pracy maszyn czy doświadczenia operatora. Zakładając, że sadownik jest ukierunkowany na zbiór gałęzi dla celów energetycznych, przyjęto wielkość tych strat na poziomie 6%, co jest zbliżone do wielkości zawartych w literaturze [26].

Należy zaznaczyć, że wykorzystanie gałęzi dla celów energetycznych ma głównie zasięg lokalny, który ogranicza do minimum koszty transportu i obniża koszt tego surowca jako paliwa. Zakładając również wzrost świadomości ekologicznej oraz wspieranie regionalnego rozwoju przyjęto, że potencjał ekonomiczny jest równy potencjałowi technicznemu.

#### 4. Dyskusja wyników

Ilość zebranej biomasy różni się ze względu na gatunek oraz wiek sadu. Do badań przyjęto wartości pozyskane z własnych badań, jak i z literatury (Tab. 1).

Tabela 1. Masa gałęzi z cięcia zimowego

	Jabłonie					
	Champion	Gala	Jonagold	Sunrise	Idared	Mix
$m_j$ , kg·szt <sup>-1</sup>	0,36	0,46	4,7	1,25	1,42	3,7
$n$ , szt·ha <sup>-1</sup>	1905	1905	1754	1666	2190	785
$M_{t c}^b$ , Mg·ha <sup>-1</sup>	0,67	0,88	8,24	2,08	3,11	2,9
Średnia						3,0

Źródło: Opracowanie własne [27]

Na podstawie danych z Głównego Urzędu Statystycznego dotyczących wielkości powierzchni sadów w województwie łódzkim oraz wyliczonego średniego potencjału gałęzi z przycinania zimowo-wiosennego, oszacowano zasobność biomasy sadowniczej. W rozpatrywanym województwie łódzkim potencjał wyliczono na 90 948,2 Mg·rok<sup>-1</sup> (Tab. 2).

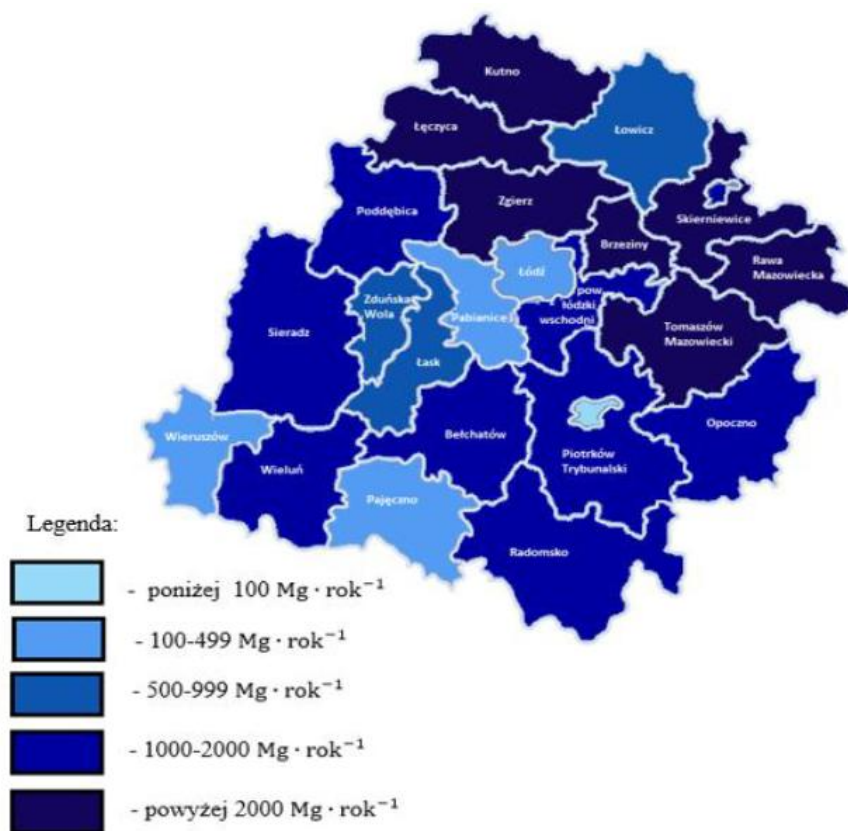
Tabela 2. Powierzchnia i potencjał sadów jabłoniowych w województwie łódzkim z podziałem na powiaty

Powiat	Powierzchnia sadów	Potencjał teoretyczny	Potencjał techniczny	Potencjał ekonomiczny
	ha	Mg·rok <sup>-1</sup>	Mg·rok <sup>-1</sup>	Mg·rok <sup>-1</sup>
łódzki wschodni	634,01	1669,98	1403,29	1403,29
pabianicki	130,79	344,50	289,49	289,49
zgierski	1966,56	5179,92	4352,70	4352,70
brzeziński	1493,06	3932,72	3304,68	3304,68
miasta Łódź	67,51	177,82	149,42	149,42
bełchatowski	530,52	1397,39	1174,23	1174,23
opoczyński	509,05	1340,84	1126,71	1126,71
piotrkowski	509,99	1343,31	1128,79	1128,79
radomszczański	595,65	1568,94	1318,39	1318,39
tomaszowski	878,74	2314,60	1944,97	1944,97
m. Piotrków Trybunalski	26,31	69,30	58,23	58,23
powiat łaski	326,81	860,82	723,35	723,35
pajęczański	121,96	321,24	269,94	269,94
poddębicki	424,9	1119,19	940,46	940,46
sieradzki	618,85	1630,05	1369,74	1369,74
wieluński	357,59	941,89	791,48	791,48
wieruszowski	94,19	248,10	208,48	208,48
zdunówowski	195,81	515,76	433,40	433,40
kutnowski	1365,01	3595,44	3021,26	3021,26
łęczycki	834,99	2199,36	1848,13	1848,13
łowicki	228,09	600,79	504,85	504,85
rawski	18115,78	47716,96	40096,74	40096,74
skierniewicki	4556,48	12001,77	10085,13	10085,13
miasto Skierniewice	343,69	905,28	760,71	760,71
Razem	30316,1	90948,2	77304,5	77304,5

Źródło: Opracowanie własne [28]

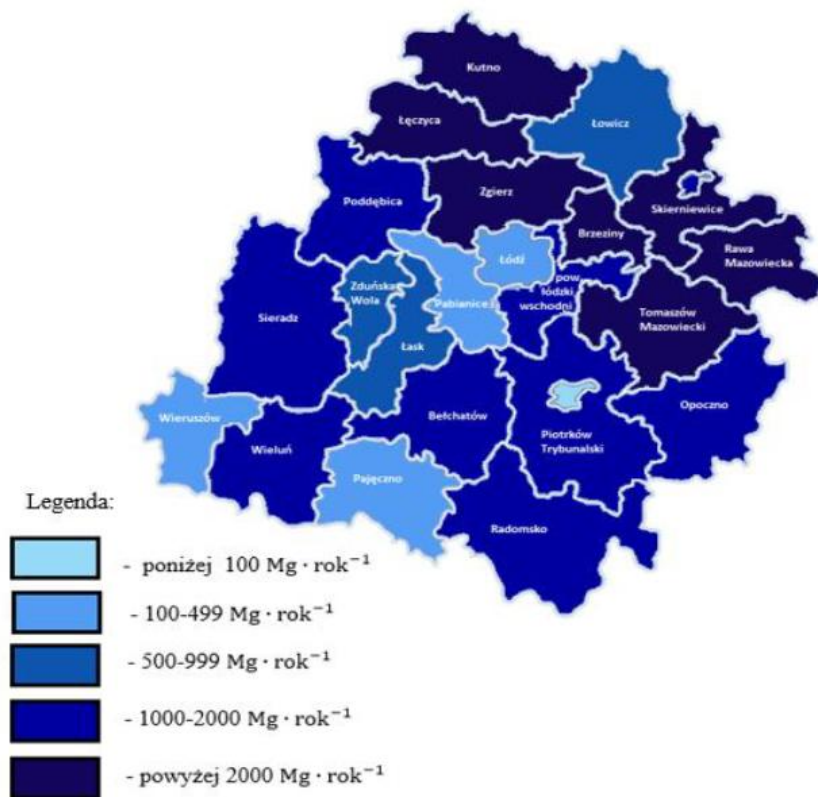
Obliczenia wykonane dla poszczególnych powiatów wykazały jednak pewne różnicowanie potencjału biomasy w regionach. Największe potencjały występują w powiatach: kutnowskim, łęczyckim, zgierskim, brzezińskim, skierniewickim, rawskim i tomaszowskim. Najniższy potencjał występuje w powiatach: łódzkim, pabianickim, wieruszowskim, pajęczańskim.





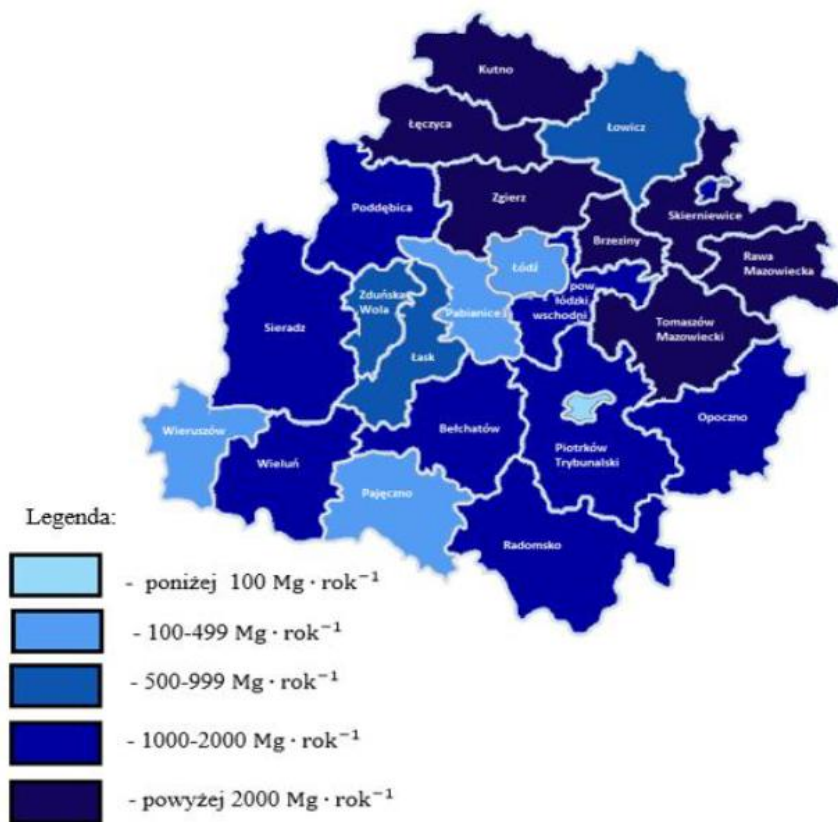
Rysunek 10. Potencjał teoretyczny biomasy z przycinki sadów w województwie łódzkim

Największym potencjałem teoretycznym biomasy z sadów jabłoniowych dysponują powiaty (Rys. 10): kutnowski (3595,44 Mg·rok<sup>-1</sup>), łęczycki (2199,49 Mg·rok<sup>-1</sup>), zgierski (5179,22 Mg·rok<sup>-1</sup>), brzeziński (3932,72 Mg·rok<sup>-1</sup>), skierniewicki (12001,77 Mg·rok<sup>-1</sup>), rawski (4716,96 Mg·rok<sup>-1</sup>) oraz tomaszowski (2314,6 Mg·rok<sup>-1</sup>). Bezpośrednie sąsiedztwo województwa mazowieckiego (lider w produkcji sadowniczej) sprzyja rozwojowi sadownictwa w tym regionie. Dodatkową zaletą tego obszaru jest istnienie dużego potentata skupującego owoce, firmy Łowicz znajdującej się w województwie łódzkim. Położenie tych regionów sprzyja również eksportowi owoców do krajów wschodnich.



Rysunek 11. Potencjał techniczny biomasy z przycinki sadów w województwie łódzkim

Przy określeniu potencjału technicznego (Rys. 11) nie uwzględniano sadów, które mają powierzchnię poniżej 1 ha zakładając, że w tych sadach nieopłacalne jest stosowanie specjalistycznego sprzętu. Ponadto, są to z reguły sady prowadzone bez odpowiedniej gospodarki i odpowiedniego planu wykonywania prac sadowniczych. Założono także straty spowodowane pracą maszyn. Maszyny zbierające gałęzie z międzyrzędzi pozostawiają część gałęzi w sadzie. Spowodowane jest to nierównością terenu, zostawieniem gałęzi po przycince w trudnodostępnym miejscu oraz ograniczonym miejscem pracy dla maszyny. Największy potencjał techniczny jest w północno-wschodniej części województwa łódzkiego. Wynika on z dużej powierzchni sadów, masowej produkcji owoców, a co za tym idzie odpowiednim zasobie maszyn dostosowanych do produkcji sadowniczej. Cięcie odbywa się często za pomocą profesjonalnych maszyn (między innymi kosiarek listwowych), co w znaczny sposób usprawnia szybkość cięcia. Przy mniejszej powierzchni sadów, jaka występuje w pozostałej części powiatu cięcie przeprowadzane jest ręcznie.



Rysunek 12. Potencjał ekonomiczny biomasy z przycinania sadów w województwie łódzkim

Potencjał ekonomiczny (Rys. 12) pozwala ocenić wykorzystanie gałęzi do celów energetycznych w praktyce. Założono, że biomasa wykorzystywana będzie na rynku lokalnym, co obniża koszty transportu i zwiększa konkurencyjność paliwa biomasowego. Dodatkowym argumentem jest wzrost świadomości ekologicznej społeczności, wykorzystującej biomasę w przydomowych kotłowniach, ograniczając emisję  $\text{CO}_2$  ze spalania węgla oraz emisję spalin wyprodukowanych ze zużycia paliwa w trakcie przewożenia biomasy na dalsze odległości. Stąd przyjęto, że potencjał ekonomiczny równy będzie potencjałowi technicznemu. Największy potencjał ekonomiczny występuje w powiatach: kutnowskim, łęczyckim, zgierskim, brzezińskim, skierniewickim, rawskim oraz tomaszowskim. Warto podkreślić, że potencjał sumaryczny w tych 7 powiatach stanowi 83% potencjału województwa łódzkiego. Z kolei, udział 7 powiatów o najniższych potencjałach stanowi tylko 2% zasobów województwa. Duża powierzchnia sadów oraz możliwy wysoki poziom zmechanizowania zarówno cięcia, jak i zbierania pozostawionych gałęzi pozwala stwierdzić, że gałęzie mogą być wykorzystane do celów energetycznych. Również w powiecie: poddębickim, sieradzkim, wieluńskim,

bełchatowskim, piotrkowskim, opoczyńskim, radomskim biomasę sadowniczą przeznaczyć można na cele energetyczne. Dobrym rozwiązaniem jest tworzenie wspólnot czy podjęcie odpowiedniej współpracy pomiędzy sadownikami, co pozwoli na ekonomiczne zarządzanie maszynami do zbierania gałęzi i zwiększenie konkurencyjności na rynku (np. skonsolidowana dostawa biomasy do ogrzewania wspólnych budynków, osiedli czy instytucji).

## **5. Podsumowanie i wnioski końcowe**

Coroczna ścinka gałęzi w sadach województwa łódzkiego przyczynia się do powstania ponad 90 tys. Mg·rok<sup>-1</sup> biomasy traktowanej jako odpad. Wykorzystanie gałęzi z przycinki do celów energetycznych stwarza nowe, odnawialne źródło pozyskania biomasy. Różnorodność form wykorzystania tego potencjału pokazuje, że nawet przy sadach o mniejszych powierzchniach istnieje możliwość zagospodarowania gałęzi w sposób energetyczny. Niestety, wstępne rozpoznanie rynku wykazało, że wielu sadowników nie wykorzystuje gałęzi pozyskanych w czasie przycinki zimowo-wiosennej na cele energetyczne. Mały udział takiego wykorzystania biomasy może wynikać z braku przekonania, doświadczenia czy odpowiedniego sprzętu do zbierania biomasy, a także znacznych nakładów finansowych na zakup maszyn przetwarzających gałęzie do postaci umożliwiającej jej spalanie (np. w kotłach zasilanych zrębkami). Wykorzystanie biomasy sadowniczej w takim kierunku może jednak prowadzić do rozwoju rozproszonych systemów energetycznych.

Wykorzystanie całego potencjału z sadów jabłoniowych województwa łódzkiego dla celów energetycznych może ograniczyć emisję CO<sub>2</sub> do atmosfery o 141742,6 Mg w skali roku. Przedstawiony potencjał biomasy sadowniczej może zastąpić w skali roku także około 60 600 Mg węgla kamiennego. Inwestycja w kotły do spalania biomasy może przyczynić się do znacznego polepszenia jakości powietrza w wymiarze lokalnym. Biorąc pod uwagę rosnące ceny węgla może być to także pewna forma oszczędności.

Wykorzystanie tego typu biomasy wymaga od sadowników nowych inwestycji, ale w dalszej perspektywie może okazać się doskonałym sposobem zasilania mniejszych gospodarstw i źródła dodatkowych dochodów z prowadzenia sadu. W końcowym efekcie może przyczynić się do osiągnięcia niezależności energetycznej regionu. W aspekcie coraz mniejszych zasobów węgla, wykorzystanie tego źródła do celów energetycznych to także wzrost bezpieczeństwa energetycznego i zmniejszenie obciążenia środowiska naturalnego. Biomasa sadownicza jest jednak przede wszystkim lokalnym źródłem, które przy odpowiednim zagospodarowaniu daje możliwości rozwoju rynku lokalnego.

## Literatura

1. GUS, *Raport Energia*, (2015)  
([www.stat.gov.pl/files/gfx/portalinformacyjny/pl/defaultaktualnosci/5485/1/3/1/energia2015.pdf](http://www.stat.gov.pl/files/gfx/portalinformacyjny/pl/defaultaktualnosci/5485/1/3/1/energia2015.pdf))
2. Gajewski R., *Rynek biomasy w Polsce – stan obecny i perspektywy rozwoju*, Polska Izba Biomasy, Projekt SERENE, Warszawa (2014) ([http://ahk.pl/fileadmin/ahk\\_polen/Erneuerbare\\_Energien/2014\\_Bio\\_07\\_Ryszard\\_Gajewski.pdf](http://ahk.pl/fileadmin/ahk_polen/Erneuerbare_Energien/2014_Bio_07_Ryszard_Gajewski.pdf))
3. Janowicz L., *Biomasa w Polsce*, Energetyka i Ekologia, (sierpień 2006), s. 601-604
4. [http://elektroenergetyka.pl/upload/file/2006/8/elektroenergetyka\\_nr\\_06\\_08\\_e2.pdf](http://elektroenergetyka.pl/upload/file/2006/8/elektroenergetyka_nr_06_08_e2.pdf)
5. [https://www.wymarzonyogrod.pl/rok-w-ogrodzie/wiosna-w-ogrodzie/marzec-w-ogrodzie-wiosenne-ciecie-przeswietlajace-drzew-i-krzewow-owocowych,47\\_2448.html](https://www.wymarzonyogrod.pl/rok-w-ogrodzie/wiosna-w-ogrodzie/marzec-w-ogrodzie-wiosenne-ciecie-przeswietlajace-drzew-i-krzewow-owocowych,47_2448.html)
6. <https://plus.google.com/+SadszwedoPl/posts/XMnY7AxMo1j>
7. Opracowanie i materiały własne
8. <http://www.arboragri.co.uk/seppi-agri/rotary-mowers/apple-vario/>
9. [www.sadownictwo.com.pl/forum/wszystko-o-rozdrabniaczach-zanon](http://www.sadownictwo.com.pl/forum/wszystko-o-rozdrabniaczach-zanon)
10. Treder W., Mika A., Klamkowski K., Tryngiel-Gać A., *Zastosowanie ściółki z rozdrobnionych gałęzi dla ograniczenia zużycia wody oraz wzrostu chwastów w sadzie, oferta wdrożeniowa*  
([http://www.inhort.pl/upload/filemanager/images/io/dok4/oferta\\_wdr\\_sad\\_08\\_6.pdf](http://www.inhort.pl/upload/filemanager/images/io/dok4/oferta_wdr_sad_08_6.pdf))
11. [www.old.sadownictwo.com.pl/21609\\_Palenie-galezi-w-sadzie](http://www.old.sadownictwo.com.pl/21609_Palenie-galezi-w-sadzie)
12. <http://energetyka.inzynieria.com/cat/1/art/36267/zielony-blok-w-polancu-w-100--opalany-biomasa>
13. [www.ekokaloria.pl/pl/odnawialne\\_zrodla\\_energii/kotlownie\\_na\\_biomase](http://www.ekokaloria.pl/pl/odnawialne_zrodla_energii/kotlownie_na_biomase)
14. <http://serwisy.gazetaprawna.pl/energetyka/galerie/783796,duze-zdjecie,2,odnawialne-zrodla-energii-w-polsce-rodzaje-elektrowni-liczba-instalacji-oze-moc.html>
15. <http://www.kuhn.com.pl/internet/webpl.nsf/0/5C27F130186E57E3C1257440004DCB92?OpenDocument&p=23.7.1.4.2>
16. <http://sadinfor.pl/artykuly-2015/12015/525-ciekawostki-z-ubieglorocznych-targow-cz-ii.html>
17. <http://e-pole.pl/co-zrobic-ze-scietymi-galeziami/>
18. <http://tilgner.pl/kotly-kns/>
19. <http://www.cichewicz.pl/kociol-c-o-biowarmer-25-kw-1>
20. <http://galmet-kotly.informatorbudownictwa.pl/p/7128-niskotemperaturowy-kociol-c-o-z-podajnikiem-typ-eko-gt-kpp-do-spalania-pelet>
21. <http://tomiboks.pl/atmos-dc24rs-kociol-co-zgazowujacy-brykiet-p-8.html>
22. Rolnictwo w woj. Łódzkim, Urząd Statystyczny w Łodzi, Łódź (2016)
23. ([http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:lh6O1EPjBp8J:lodz.stat.gov.pl/download/gfx/lodz/pl/defaultaktualnosci/759/6/13/1/201607\\_p\\_rolnictwo\\_lodzkie2015.pdf+&cd=2&hl=pl&ct=clnk&gl=pl](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:lh6O1EPjBp8J:lodz.stat.gov.pl/download/gfx/lodz/pl/defaultaktualnosci/759/6/13/1/201607_p_rolnictwo_lodzkie2015.pdf+&cd=2&hl=pl&ct=clnk&gl=pl))
24. [http://kobize.pl/uploads/materialy/materialy\\_do\\_pobrania/monitorowanie\\_raportowanie\\_w\\_eryfikacja\\_emisji\\_w\\_eu\\_ets/WO\\_i\\_WE\\_do\\_stosowania\\_w\\_SHE\\_2017.pdf](http://kobize.pl/uploads/materialy/materialy_do_pobrania/monitorowanie_raportowanie_w_eryfikacja_emisji_w_eu_ets/WO_i_WE_do_stosowania_w_SHE_2017.pdf)
25. Kordylewski W., Bulewicz E., Dyjakon A., Hardy T., Słupek S., Miller R., Wanik A., *Spalanie i Paliwa*, Wydanie V, Oficyna Wydawnicza PWR, Wrocław (2008)
26. <http://www.ekspertbudowlany.pl/artykul/id3307,kotly-nie-tylko-na-wegiel>
27. Raport z wyników Powozecznego Spisu Rolnego 2010
28. ([http://stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/gus/rl\\_psr\\_raport\\_z\\_wynikow\\_PSR\\_2010\\_260711.pdf](http://stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/gus/rl_psr_raport_z_wynikow_PSR_2010_260711.pdf))

29. Assirelli A., Acampora A., Croce S., Spinelli R., Santangelo E. Pari L., *Mechanized recovery of olive pruning residues: ash contamination and harvesting losses*, Journal of Agricultural Engineering, (2013), s. 623-626
30. Boschiero M., Zerbe S., *Woody biomass from apple orchards in South Tyrol: quantification, quality assessment and environmental sustainability*, Sustainable use of biomass in South Tyrol: from production to technology, Project financed by the Autonomous Province of Bozen-Bolzano, Bolzano, (11.11.2014)
31. Bank Danych lokalnych (<https://bdl.stat.gov.pl/BDL/dane/podgrup/tablica>)

## **Potencjał biomasy sadowniczej z przycinania pielęgnacyjnego w województwie łódzkim**

Produkcja energii z biomasy w Polsce jest istotna nie tylko z powodu konieczności osiągnięcia odpowiednich udziałów w wykorzystaniu zasobów odnawialnych, ale również z możliwości decentralizacji systemów energetycznych, dzięki jej pozyskiwaniu i spalaniu na rynku lokalnym. Jednym z mało wykorzystanych dotychczas źródeł pozyskiwania biomasy dla celów energetycznych są sady. Podstawowym źródłem biomasy sadowniczej są gałęzie pochodzące z wykonywanej każdego roku przycinki pielęgnacyjnej drzew owocowych. Jednym z regionów o dużej koncentracji sadów jest województwo łódzkie, w którym powierzchnia sadów wynosi około 38 000 ha. W pracy przedstawiono potencjał energetyczny biomasy sadowniczej w rozpatrywanym województwie obliczony w oparciu o dane statystyczne oraz badania własne dotyczące ilości pozyskiwanej biomasy podczas przycinania drzew owocowych. W efekcie opracowano mapy przedstawiające zasoby teoretyczne, ekonomiczne i techniczne z poszczególnych regionów województwa łódzkiego. Zwrócono także uwagę na aspekt ograniczenia emisji CO<sub>2</sub> do atmosfery przy zastąpieniu spalania węgla kamiennego biomasa sadowniczą.

Słowa kluczowe: biomasa sadownicza, przycinanie pielęgnacyjne, energia z biomasy

## **Potential of orchards biomass from pruning in łódzkie voivodeship**

Production of energy from biomass in Poland is very important not only for reasons of achievement of appropriate shares in use of renewable resources, but also for possibilities of energetic systems decentralization thanks to its use and combustion on local market. One of little use in this moment sources of biomass acquisition for energetic purposes are orchards. The main sources of orchards biomass are branches from fruit trees pruning. One of the regions with high orchards concentration is łódzkie voivodeship, in which the area of orchards is about 38 000 ha. In the paper the energetic biomass potential from orchards is presented. The potential was determined basing on the data obtained from Central Statistical Office as well as own research performed in the orchards. As a result the maps presenting theoretical, technical and economic potentials of orchards biomass for districts of the łódzkie voivodeship have been elaborated. Moreover, the attention to the CO<sub>2</sub> reduction through the replacement of coal by orchards biomass was paid.

Keywords: orchards biomass, pruning, energy from biomass

## Porównanie plonowania dwóch odmian kukurydzy z przeznaczeniem na kiszonkę

### 1. Wstęp

Kukurydza (*Zea mays* L.) należy do najbardziej wydajnych roślin zbożowych, a powierzchnia jej uprawy zajmuje obszar stanowiący 162 mln ha. Istnieje w uprawie od ponad 4500 lat, wywodzi się z terenów Ameryki Północnej [1]. Pod względem powierzchni uprawy oraz globalnej produkcji *Zea mays* zajmuje, po pszenicy i ryżu, trzecie miejsce na świecie, zaś w stosunku do wielkości plonów dominuje wśród roślin uprawnych. Do głównych producentów kukurydzy należą Stany Zjednoczone, gdzie powierzchnia jej uprawy wynosi blisko 30 mln ha, drugie miejsce z arealem uprawy 23 mln ha zajmują Chiny, kolejnymi czołowymi producentami są Brazylia, Indie oraz Meksyk. W Unii Europejskiej najwięcej kukurydzy uprawia się we Francji i Niemczech [2].

W naszym kraju z roku na rok dynamicznie wzrasta areal uprawy kukurydzy, co wynika z różnych kierunków jej użytkowania [3]. Głównie uprawiana jest w czterech kierunkach: na kiszonkę, ziarno, kiszonkę z kolb (CCM) lub na susz z całych roślin [4]. Bardzo ważną rolę odgrywa w przemyśle rolno-spożywczym, gdyż wykorzystuje się ją do produkcji mąk, kasz czy też płatków [5]. Stanowi również bardzo cenną paszę dla bydła mlecznego i opasowego, dla których podawana jest najczęściej w postaci kiszonki, ziarna suszonego lub mokrego [2].

Według wyników które zostały opublikowane przez Główny Urząd Statystyczny powierzchnia uprawy kukurydzy w Polsce w 2015 roku wynosiła 1419,9 tys. ha, z czego zasiewy kukurydzy z przeznaczeniem na ziarno stanowiły około 670 tysięcy ha. W porównaniu z danymi z 2014 roku zauważa się spadek około 10% uprawy kukurydzy na ziarno. Powierzchnia kukurydzy w 2015 roku z przeznaczeniem na kiszonkę wyniosła 749,9 tysięcy [4].

Mając na uwadze, jak ważną rolę odgrywa kukurydzy w gospodarstwie ukierunkowanym na produkcję mleka, w niniejszej pracy podjęto próbę oceny plonowania dwóch odmian kukurydzy z przeznaczeniem na kiszonkę na przykładzie gospodarstwa rodzinnego położonego w środkowo-zachodniej części powiatu siemiatyckiego, w województwie podlaskim.

---

<sup>1</sup> mmagda181@interia.pl, Studenckie Koło Naukowe Inżynierii Rolniczej, Wydział Przyrodniczy, Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny

## 2. Charakterystyka botaniczna kukurydzy

Objętość Kukurydza zaliczana jest do roślin jednorocznych, jarych, jednopiennych o kwiatach rozdzielnopłciowych [5]. Posiada najsilniej rozwinięty system korzeniowy spośród roślin zbożowych [6]. U kukurydzy system korzeniowy składa się z korzenia zarodkowego inaczej głównego oraz licznych korzeni przybyszowych, które wyrastają z podziemnych węzłów łodygi po 6-10 dniach od wschodu. W pierwszym okresie wzrostu korzenie przybyszowe rozwijają się wszerek i osiągają długość 60-70 cm, w późniejszym czasie rosną w głąb. Niewielka część korzeni znajduje się płytko pod ziemią, na głębokości 2-10 cm, główna część masy korzeniowej znajduje się na głębokości 60-70 cm, zaś pojedyncze korzenie mogą osiągnąć nawet głębokość do 2,5 m. Często również kukurydza posiada korzenie przybyszowe tworzone z węzłów podziemnych, tworząc korzenie podporowe, które mają za zadanie umocnić roślinę w podłożu [5].

W odróżnieniu od innych roślin zbożowych, łodyga występująca u kukurydzy nie jest źdźbłem. Węzły i międzywęzła wypełnione są tkanką miękką, zaś cała łodyga kukurydzy jest dłuższa i grubsza. Cechy odmianowe kukurydzy mają znaczący wpływ na wysokość łodygi, która często przekracza 3 metry [7].

Liście kukurydzy wyrastają z nadziemnych części rośliny i są rozmieszczone naprzemianlegle. Długość blaszki liściowej jest duża, gdyż może dochodzić nawet do 1 m, a szerokość nawet do 15 cm. U nasady blaszki liściowej znajduje się jęczyczek osiągający długość do 10 mm, a jego brzegi są postrzępione i włoskowate. Blaszka liściowa jest znacznie odchylona od łodygi i przyjmuje położenie poziome. Górna strona liścia posiada owłosienie, a powierzchnia jest szorstka, zaś dolna strona jest gładka. W zależności od odmiany liczba liści jest zróżnicowana, waha się od 8 do 18 liści, a w szczególnych przypadkach może dochodzić nawet do 36 sztuk.

W kwiatostanie kukurydzy występują dwa typy kwiatostanów: męski i żeński. Kwiatostanem męskim jest wiecha umieszczona na szczycie łodygi [8]. Wiecha zbudowana jest z osi oraz licznych odgałęzień, na których usadowione są w parach dwukwiatowe kłoski. Kłosek składa się z dwóch plew, które otaczają kwiatki, a zaś wszystkie kwiatki owinięte są dwiema plewkami. We wnętrzu kwiatka znajdują się 2 łuszczyki oraz 3 pręciki, a słupek jest zredukowany [8]. Żeńskim kwiatostanem kukurydzy jest kolba, która znajduje się na skróconym pędzie określanym jako osadka kolbowa lub dokolbie. Na dokolbie wyrastają liście okrywające, inaczej zwane koszulkami, które okrążają kolbę. Liście okrywowe posiadają dobrze rozwinięte pochwy liściowe, zaś blaszki liściowe mogą w ogóle nie występować. Na grubej osi kolby, czyli rdzeniu tkwią głęboko osadzone rzędy kłosków, które są dwukwiatowe i występują zawsze parami. W kłosku, płodny jeden kwiatek, kłosek otoczony jest dwiema mięsistymi plewkami. W skład budowy kwiatka wchodzi dwie błoniaste plewki, siedzący słupek oraz szczytowy pręcik [7].

Kłoski, które osadzone są na górnych rozgałęzieniach kukurydzy rozpoczynają kwitnienie wiechy. Kwiaty znajdujące się najwyżej przekwitają najwcześniej, a następnie kwiaty osadzone na niższych rozgałęzieniach. Wiecha, przekwita od 6 do



16 dni w zależności od warunków pogodowych. Żeńskie kwiatostany zaczynają kwitnienie od dołu kolby, kierując się stopniowo ku górze. Kwiatki górne posiadają najkrótszą szyjkę słupka oraz znamienia, natomiast kwiatki dolne najdłuższą. Kolba posiada kilka warstw liści okrywających w momencie kwitnienia, a znamiona słupków ukazują się na zewnątrz, tworząc miotełkę.

Ziarniak kukurydzy różni się od innych ziarniaków zbóż wielkością, kształtem, barwą, właściwościami fizykochemicznymi, a także budową wewnętrzną. W uprawianych odmianach kukurydzy zawiązuje się zazwyczaj około 500 ziarniaków w kolbie, które są osadzone przeważnie w 8 do 24 rzędach. Liczba rzędów ziaren w kolbie jest zawsze parzysta, a związane to jest z cechami odmianowymi. Przeciętnie na jednej roślinie kukurydzy wykształca się od 1 do 3 kolb. Ziarniak kukurydzy może przybierać różne barwy, kształty oraz powierzchnie. Bielmo kukurydzy składa się z dwóch warstw: pierwszej szklistej zwanej rodową oraz drugiej mączystej [10]. Duża zawartość tłuszczu znajduje się w zarodku kukurydzy pastewnej bo aż 74%, a w cukrowej 6% [8].

### **3. Wymagania klimatyczne kukurydzy**

#### **3.1. Wymagania cieplne**

Kukurydza zaliczana jest do roślin klimatu bardzo ciepłego, o wysokich wymaganiach cieplnych [7]. W okresie wegetacji wymaga wysokiej temperatury oraz dużego nasłonecznienia. Aby nastąpiły szybkie, wyrównane wschody potrzebuje temperatury na poziomie 8-10° C. Wahania oraz spadki temperatury do 6° C powodują opóźnienie kiełkowania, zaś wschody są niepełne oraz nierówne. Znaczne straty w uprawie kukurydzy powodują przymrozki zarówno późnojesienne, jaki i późnowiosenne. Obniżenie temperatury wpływa na ulistnienie roślin, a po wystąpieniu przymrozków na kukurydzy następuje zamieranie pierwszych liści oraz zahamowanie wzrostu rośliny. Krótkotrwałe obniżenie temperatury nie uszkadza rośliny, po ustąpieniu przymrozków roślina szybko się regeneruje [11].

Bardzo niebezpieczne dla rośliny są przymrozki jesienne, które powodują wczesne usychanie liści oraz zmniejszenie procesów metabolicznych, co w konsekwencji prowadzi do zmniejszenia, jakości i wielkości plonów. Skutkami długotrwałych i silnych jesiennych przymrozków jest pęknięcie ziarniaków, łamanie i porażenie łodygi przez choroby fuzaryjne. Wyższe temperatury, które przyspieszają wschody, mają korzystny wpływ na wzrost i rozwój roślin. Temperatura kiełkującego ziarniaka jest zależna od głębokości siewu. Głębszy siew może zapewnić wyższe uwilgotnienie, lecz temperatura gleby jest o kilka stopni niższa [12]. Przeciętna temperatura na przełomie maja-września powinna utrzymywać się na poziomie 15°C. Jest ona gwarancją prawidłowego rozwoju i wzrostu rośliny. Spadek temperatury poniżej tej wartości, ogranicza procesy fotosyntetyczne, co prowadzi do zahamowania wzrostu rośliny [10].

Według przeprowadzonych badań wynika, że pobieranie składników pokarmowych z gleby jest uzależnione od temperatury. Większe pobieranie jonu NO<sub>3</sub> następuje przy

obniżeniu temperatury poniżej 18°C, zaś jon K<sup>+</sup> w temperaturze 4°C jest dziesięć razy wolniej pobierany, niż w temperaturze 32°C [15].

Aby osiągnąć sukces w uprawie kukurydzy należy dokonać prawidłowego wyboru mieszańca pod względem klasy wczesności [13]. Z badań, które zostały przeprowadzone przez IUNG na terenie kraju wynika, że następuje ocieplenie klimatu. Zanotowano, iż średnia suma temperatur podwyższa się o około 0,2°C na jedną dekadę, przy równoległym zmniejszaniu się amplitudy między zimą a latem [14].

### 3.2. Wymagania świetlne

Kukurydza należy do roślin światłolubnych, która do prawidłowego przebiegu rozwojowego oraz wzrostowego potrzebuje odpowiedniej ilości światła. Szybki rozwój i wzrost kukurydzy następuje w dni ciepłe oraz słoneczne [3].

Kukurydza zaliczana jest do roślin dnia krótkiego, która wykazuje silne reakcje fotoperiodyczne. Wybór odmiany wpływa na rodzaj reakcji, które mogą zająć w roślinie w przeciągu dnia. Do typowych mieszańców dnia krótkiego zaliczane są późne odmiany, które wskutek działania dnia długiego wydłużają fazy wegetatywne. Lepiej przystosowanymi do warunków dnia długiego są odmiany wczesne i średnio wczesne, u których wszystkie procesy dojrzewania zachodzą prawidłowo [10].

Chlorofil, który znajduje się w liściach wpływa na produktywność mieszańców kukurydzy. Cecha ta uzależniona jest zaczynając od odmiany, poprzez czynniki agrotechniczne. Ilość chlorofilu w liściach ulega spadkowi wraz ze wzrostem liczby roślin na danym m<sup>2</sup>. Brak przestrzegania odpowiedniej obsady roślin skutkuje zmniejszeniem produktywności plonu ziarna. Z podobnym zjawiskiem spotkać się można na plantacji zachwaszczonej, kiedy rośliny kukurydzy są pozbawione wielu składników oraz światła, z których korzystają obecne na plantacji rozwinięte chwasty [15].

Zarówno czynniki środowiskowe, jak i cechy genetyczne rośliny mają decydujący wpływ na prawidłowe wykorzystanie światła przez kukurydzę.

Wszystkie procesy świetlne można regulować poprzez zastosowanie prawidłowych zabiegów agrotechnicznych takich jak odpowiednia gęstość siewu, regulowanie ilości wody poprzez prawidłowe nawadnianie czy też racjonalne nawożenie.

### 3.3. Wymagania wodne

Aby wegetacja roślin przebiegała w sposób prawidłowy oraz uzyskane plony były na wysokim poziomie, kukurydza potrzebuje w całym okresie wegetacyjnym sumy opadów blisko 300 mm, przy prawidłowym ich rozkładzie. W fazie początkowej, w okresie strzelania wiech aż do uzyskania dojrzałości mlecznej przez roślinę, zapotrzebowanie na opady jest największe. W czasie dwutygodniowego kwitnienia, które przypada na przełomie lipca-sierpnia, zapotrzebowanie na wodę przez kukurydzę jest obfite.

Suma opadów w czasie wegetacji jest niejako czynnikiem decydującym o uzyskaniu określonych plonów. Wymagania wodne kukurydzy są duże, pomimo niskiego współczynnika transpiracji

Kukurydza w przeciwieństwie do innych roślin zbożowych posiada system korzeniowy, który pobiera 3-6-krotnie więcej wodę niż korzenie pszenicy, owsa czy jęczmienia. Kukurydza jest rośliną, która jest w stanie pobrać wodę z dużych głębokości, najczęściej pobiera obieranie może dochodzić do 3-4 m. Woda gruntowa znajdująca się na głębokości 1 m stwarza najkorzystniejsze warunki dla kukurydzy. Korzenie przybyszowe, które znajdują się dość płytko pod powierzchnią gleby są w stanie wykorzystać każdą ilość opadów [2].

## 4. Technologia uprawy kukurydzy w gospodarstwie

### 4.1. Zabiegi agrotechniczne

Podstawową paszą dla bydła hodowanego w badanym gospodarstwie rolnym jest kiszonka z kukurydzy. Oceny produkcyjności kukurydzy obejmowała sezon wegetacyjny 2015/2016. Wstępne prace zapoczątkowane były w październiku 2015 roku. Przedplon stanowiła kukurydza przez kolejne cztery lata uprawiana w monokulturze na tym samym polu.

Po dokonaniu zbioru kukurydzy w 2015 roku została wykonana płytka uprawa ścierniska kultywatorem ścierniskowym. W październiku na polu zostało zastosowane nawożone obornikiem w dawce 35-40 t/ha. W drugiej połowie października przy pomocy 4-skibowego pługa zagonowego marki Tur Vario Unia została wykonana orka zimowa, która była ostatnim zabiegiem wykonanym w okresie jesiennym.

Dzięki sprzyjającym warunkom klimatycznym, wiosenne prace polowe zostały wykonane w pierwszej połowie kwietnia. W celu przerwania parowania oraz przyspieszenia ogrzewania się gleby, zostało wykonane włókovanie a następnie bronowanie. Dzień przed siewem kukurydzy, gleba została nawożona nawozami mineralnymi. W celu lepszego działania nawozów, zostały one wysiewane stopniowo w trzech różnych etapach (przedsiewnie, 2 x pogłównie). Ilość zastosowanych nawozów mineralnych przedstawia tabela poniżej.

Tabela 1. Dawki zastosowanych nawozów

Nazwa nawozu	Skład nawozu [%]	Dawka kg/ha
Sól potasowa	60-K <sub>2</sub> O	200
Mocznik	46-N	150
Fosforan amonu	18-46-NP	200

Źródło: Opracowanie własne

Przed siewem kukurydzy na polu zastosowano zabieg agregatem uprawowym mającym na celu rozbicie brył, nierówności glebowych oraz starannego przemieszania nawozów mineralnych z glebą.

Siew kukurydzy wykonany został 28 kwietnia 2016 roku, sześciorzędowym siewnikiem punktowym firmy Monosem. Odległość między rzędami kukurydzy wynosiła 75 cm, zaś rozstawa nasion w rzędzie wynosiła 10 cm. W celu utrzymania dobrych warunków wilgotnościowych oraz wyrównanych wschodów ziarno kukurydzy wysiewane było na głębokość 8 cm. Obsada nasion na jednostce powierzchni wynosiła 90 tysięcy.

Kukurydza, ze względu na rzadki wysiew oraz szeroką rozstawę między rzędami, zaliczana jest do grupy roślin szczególnie wymagających ochrony przed chwastami. Zabieg ochrony kukurydzy przed zachwaszczeniem został wykonany następnego dnia po siewie. Do zabiegu wykorzystano herbicyd Elumis 105 OD Syngenta. Dawka zastosowanego herbicydu wynosiła 1,5 l/ha. Preparat zapewnia ochronę przed rozwojem następujących chwastów: fiolek trójbarwny, komosa biała, maruna morska, gwiazdnica pospolita, maruna bezwonna, rdest ptasi, bodziszek drobny, dymnica pospolita, przytulia czepna, samosiewy rzepaku, szarłat szorstki, tasznik pospolity, wiechlina roczna, perz właściwy, rdest powojowaty, ostrożeń polny, chwastnica jednostronna oraz wielu innych [9].

Drugim z kolei zabiegiem który został przeprowadzony na polu z kukurydzą było dolistne dokarmianie roślin. W tym celu został zastosowany nawóz Makrofoliar wraz z mocznikiem zastosowanym również w formie płynnej. Do kolejnego, a zarazem ostatniego dokarmiania roślin użyto nawozu Ekosol KU którego celem jest poprawienie zdrowotności oraz żywotności roślin, jak i ochronę przed wszelakimi chorobami kukurydzy. Terminy oraz dawki nawożenia dolistnego przedstawia tabela [2].

Tabela 2. Dawki nawożenia dolistnego

I dawka	Faza 6-8 liści	Mocznik (46 N) – 5 kg/ha Maklofoliar (6N-57P-17K) 1kg/ 5l H <sub>2</sub> O
II dawka	7-14 dni po pierwszym zabiegu	Mocznik (46 N) – 5 kg/ha Ekosol KU (N-MgO- B-Cu-Fe-Mn-Zn-Mo-15-5-0,2-0,25-0,4-0,35-0,55-0,005) – 1,5 l/ha
III dawka	7-14 dni po drugim oprysku	Mocznik (46 N) – 5 kg/ha Ekosol KU (N-MgO- B-Cu-Fe-Mn-Zn-Mo-15-5-0,2-0,25-0,4-0,35-0,55-0,005) – 1,5l/ha

Źródło: Opracowanie własne

## 5. Zbiór i konserwacja kukurydzy na kiszonkę

Zbiór kukurydzy na kiszonkę przeprowadzono 19 września 2016 roku. Zawartość suchej masy w roślinach podczas zbioru wahała się w granicach 33-36%, zaś ziarno osiągnęło pełną dojrzałość woskową. Zbiór wykonany został przy pomocy siewczarni typu Class 880, zaś do transportu kukurydzy wykorzystano cztery zestawy transportowe składające się z ciągnika połączonego z rozrzutnikiem.

Kukurydza gromadzona była na trzech przymach. W celu uzyskania jak najlepszych warunków beztlenowych oraz odpowiedniego rozłożenia masy rozdrobnionej kukurydzy, do ugniecenia przymy użyto walca do ugniatania. W końcowym etapie, przymy z kukurydzą zostały okryte folią oraz obsypane piaskiem.

## 6. Wyniki badań

### 6.1. Fazy rozwojowe

Badaniu zostały poddane dwie odmiany kukurydzy: Glejt oraz Tonacja, które zostały wysiane 28 kwietnia 2016 roku. Podczas okresu wegetacji roślin, określono czas zaistnienia faz rozwojowych analizowanych odmian kukurydzy.

Tabela 3. Fazy rozwojowe odmian kukurydzy

Wschody	Glejt	Wczesne wschody, 12 dni od terminu wysiewu 10.05.2016r.
	Tonacja	Wschody nastąpiły 12.05.2016r.
	Wystąpienie dość niskiej temperatury (4-6 °C) oraz mała ilość opadów przyczyniły się do nierównych wschodów na całej powierzchni pola	
Faza 3 liści	Glejt	Wykształcenie 3 liści nastąpiło dnia 22.05.2016r.
	Tonacja	Trzy liście ukazały się dnia 23.05.2016r.
	Obydwie odmiany charakteryzowały się porównywalną wysokością która wynosiła około 16 cm.	
Faza 5 liści	Glejt	Ukazanie się fazy pięciu liści nastąpiło w tym samym dniu 31.05.2016r
	Tonacja	
	Niesprzyjające warunki atmosferyczne (susza) spowodowały iż w niektórych miejscach kukurydza znajdowała się w fazie 4-3 liści. Średnia wysokość kukurydzy w tym okresie wyniosła około 52 cm.	

Wyrzucanie wiech	Glejt	Jako pierwsza weszła w fazę wyrzucania wiech a miało to miejsce 69 dni o siewu 05.07.2016r.
	Tonacja	Wyrzucanie wiech nastąpiło 08.07.2016r
	Przebieg kolejnych faz toczył się prawidłowo, jednak na terenach suchszych kukurydza znajdowała się w stadium 11-13 liścieni	
Kwitnienie wiech	Glejt	Zakwitnienie wiech wystąpiło 11 dni po wyrzucaniu wiech 16.07.2016r.
	Tonacja	Po 13 dniach od wyrzucania wiech 20.07.2016 r zaczęła kwitnąć odmiana Tonacja
Dojrzałość mleczna	Glejt	Jako pierwsza osiągnęła dojrzałość mleczną ziarna 16.08.2016r.
	Tonacja	Dojrzałość mleczna została uzyskana przez odmianę dnia 27.08.2016r.
	Mała ilość opadów przyczyniła się do wydłużenia kolejnych faz rozwojowych, kolby zostały słabo wykształcone	
Dojrzałość woskowa	Glejt	W dniu 03.09.2016r została osiągnięta dojrzałość woskowa przez roślinę
	Tonacja	08.07.2016r. uzyskanie dojrzałości woskowej
	Wystąpienie obfitych opadów przyczyniło się do znacznej poprawy procesów życiowych w roślinach kukurydzy	

Źródło: Opracowanie własne

## 6.2. Cechy biometryczne roślin

Najwyższą wysokość w fazie wyrzucania wiech osiągnęła odmiana Glejt, gdzie średnia jej wysokość osiągnęła 245 cm. Odmiana Tonacja uzyskała średnią wysokość wynoszącą 235 cm. Średnia wysokość obydwu odmian kukurydzy wyniosła 240 cm. Odmianą, która w fazie wyrzucania wiech posiadała 12 a zarazem najwięcej liści była odmiana Glejt. Odmiana Tonacja wykształciła o dwa liście mniej.

Wysokość dwóch badanych odmian przed zbiorem była niejednorodna. Największą średnią wysokość osiągnęły rośliny odmiany Glejt 283cm, zaś nieco mniejszą wysokość osiągnęły rośliny odmiany Tonacja 245 cm. Odmiana Glejt przed zbiorem posiadała dwie niewielkie kolby. Rośliny odmiany Tonacja wykształciły jedną dużą kolbę.

## **7. Podsumowanie**

Z roku na rok wzrasta powierzchnia uprawy kukurydzy w Polsce. Spowodowane jest to dużymi zdolnościami plonotwórczymi kukurydzy. Duże plony dają szeroki potencjał produkcyjny zarówno dla przemysłu jak i sektora rolnego.

Kukurydza zaliczana jest do roślin posiadających zarówno duże wymagania klimatyczne jak i pokarmowe. W produkcji kukurydzy osiągnięcie obfitych plonów możliwe jest dzięki zastosowaniu odpowiedniej technologii nawożenia, uprawy oraz zapewnienia optymalnych warunków środowiskowych.

Badania dowiodły, że warunki atmosferyczne panujące w okresie wegetacji mają decydujący wpływ na uzyskanie dużych plonów kukurydzy przeznaczonej na kiszonkę. Przeprowadzone obserwacje ukazują wpływ niskich opadów oraz temperatur na wigor siewek. W 2016 roku w trakcie siewu kukurydzy zaobserwowano niekorzystne warunki atmosferyczne. Niska temperatura oraz niedostatek wilgoci w glebie doprowadziły do wydłużenia terminu wschodów. Jednak kukurydza zaliczana jest do roślin bardzo dobrze radzącą sobie w trudnych warunkach. W końcowym etapie wegetacji zauważono, iż ilość opadów miała korzystny wpływ na wielkość plonu. Świadczy to przede wszystkim o dobrym wykorzystaniu wody przez roślinę w całym okresie wegetacyjnym.

W pracy omówiono optymalne warunki pokarmowe, klimatyczne, glebowe, nawożenie, sposoby ochrony przed szkodnikami oraz chorobami, ale również wpływ innych czynników, które mają decydujący wpływ na plonowanie kukurydzy. Istotny wpływ w uprawie kukurydzy na kiszonkę mają odpowiednio wykonane przez rolnika zabiegi agrotechniczne, które wpływają bezpośrednio na wartość uzyskanej masy zielonej.

W pracy opisano również biometryczne cechy dwóch odmian kukurydzy, uprawianych w analizowanym gospodarstwie rodzinnym. Z otrzymanych wyników badań można wnioskować, że przebieg faz rozwojowych u obu odmian przebiegał podobnie, tj. w przybliżonych terminach. Wysokość dwóch badanych odmian przed zbiorem była niejednolita. Największą średnią wysokość osiągnęły rośliny odmiany Glejt 283cm, zaś nieco mniejszą wysokość osiągnęły rośliny odmiany Tonacja 245 cm. Odmiana Glejt przed zbiorem posiadała dwie niewielkie kolby. Rośliny odmiany Tonacja wykształciły jedną dużą kolbę.

Wśród analizowanych odmian, szczególną uwagę należy zwrócić na odmianę Glejt. Odmiana ta charakteryzowała się roślinami o największej wysokości oraz wysokim plonem suchej masy. Rolnicy, dla których dobór odmian jest istotny, bowiem celem uprawy jest otrzymanie jak najlepszej jakości kiszonki energetycznej. W tej uprawie właściwą okazała się odmiana Tonacja, gdyż cechowała się dużym udziałem kolb.

Glejt i Tonacja są to odmiany kukurydzy z przeznaczeniem na kiszonkę, które są godne polecenia w rejonie południowo-zachodniej części województwa podlaskiego, gdzie usytuowane jest gospodarstwo, w którym prowadzono badania.

## Literatura

1. Jasińska Z., Kotecki A., *Szczegółowa uprawa roślin*, t.I, Wyd. Akademia Rolnicza, Wrocław 2003, s. 265
2. Dubas A., *Technologia produkcji*, Wydawnictwo Wieś Jutra, Warszawa, s. 7-9
3. Borowiecki J., Kolter Z., *Porównanie saletry amonowej i mocznika jako źródeł azotu dla kukurydzy*, Pamiętnik Puławski–Prace IUNG, 1983
4. Chodkowski J., *Rynki i technologie produkcji roślin uprawnych*, Wyd. Wieś Jutra, Warszawa 2005, s. 225
5. Czerko Z., Grontkowska A., Hryncewicz Z., Kalinowska Zdun M., Kusiora K., Mikołajczak Z., Roszak W., Roztropowicz S., Tworowski J., *Technologia produkcji roślinnej*, PWRiL, Warszawa 1991, s. 291-292
6. Starczewski J., *Uprawa roli i roślin. Cz. II. Rośliny uprawy polowej. Technologie uprawy roli i roślin*, Wyd. Akademii Podlaskiej, Siedlce 2008, s.159-164
7. Zarzecka K., *Wybrane zagadnienia ze szczegółowej uprawy roślin*, Wyd. AP, Siedlce 2007, s. 28
8. Ceglarek F., *Szczegółowa uprawa roślin rolniczych. Morfologia i biologia roślin*, Wyd. Akademii Podlaskiej, Siedlce 2002, s.42
9. Zarzecka K., *Wybrane zagadnienia ze szczegółowej uprawy roślin*, Wyd. Akademii Podlaskiej, Siedlce 2007, s. 29-30
10. Hryncewicz Z., *Uprawa roślin rolniczych*, PWRiL, Warszawa 1992, s. 95-96
11. Kościelniak J., *Wpływ następczy temperatur chodowych w termoperiodyzmie dobowym na produktywność fotosyntetyczną kukurydzy*, Zeszyty Naukowe AR, 174 (1993), Kraków, s. 11
12. Hryncewicz Z., *Uprawa roślin rolniczych*, PWRiL, Warszawa 1992, s. 97-98
13. Rochalska M., *Wpływ zmiennego pola magnetycznego na kiełkowanie nasion kukurydzy (*Zea mays* L.) w niskiej temperaturze*, Roczniki Nauk Rolniczych Seria A, T.112, 3-4 (1997), s. 91
14. Sulewska H., *Środowiskowe i ekonomiczne uwarunkowania uprawy i kierunków użytkowania kukurydzy w Polsce*, Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 450 (1997), s. 17
15. Dubas A., *Kukurydza w gospodarstwie wielkoobszarowym*, PWRiL, Warszawa 1981, s. 13

## Porównanie plonowania dwóch odmian kukurydzy z przeznaczeniem na kiszonkę

Kukurydza (*Zea mays* L.) należy do jednej z najstarszych i najbardziej popularnych roślin uprawnych na świecie. Jest już w uprawie od 4500 lat, pochodzi z Ameryki Północnej i była dobrze znana przez plemiona indiańskie Majów i Azteków. Pod względem zajmowanej powierzchni uprawy *Zea mays* zajmuje po pszenicy i ryżu trzecie miejsce w świecie, natomiast pod względem wielkości plonów jest na samym szczycie wśród roślin uprawnych. Czołowymi producentami w uprawie kukurydzy są Stany Zjednoczone z powierzchnią blisko 30 mln ha i najwyższym plonem ziarna na świecie sięgającym 86 dt/ha, drugie miejsce zajmują Chiny z arealem uprawy 23 mln ha, do kolejnych dużych producentów należą Brazylia, Indie oraz Meksyk. W Unii Europejskiej czołowymi producentami są Francja i Niemcy.

Mając na uwadze, jak ważną rolę odgrywa kukurydzy w gospodarstwie ukierunkowanym na produkcję mleka, w niniejszej pracy podjęto próbę oceny plonowania dwóch odmian kukurydzy z przeznaczeniem na kiszonkę na przykładzie gospodarstwa rodzinnego położonego w środkowo-zachodniej części powiatu siemiatyckiego, w województwie podlaskim.

Słowa kluczowe: kukurydza, ziarno, kiszonka



## **Comparison of yielding two varieties of corn for silage**

Maize (*Zea mays* L.) is one of the oldest and most popular crops in the world. It is already in cultivation since 4500 years, comes from North America and was well known by Indian tribes Maya and Aztecs. In terms of occupied area of cultivation of *Zea mays* it takes after wheat and rice, ranked third in the world, but in terms of yields is at the top of the crop. Leading producers of maize are the United States with an area of nearly 30 million hectares and the highest grain yield in the world reaching 86 dt / ha, second place is occupied by China with acreage planted 23 million hectares, the next major producers are Brazil, India and Mexico. In the European Union the leading producers are France and Germany.

Bearing in mind the important role of corn at the farm focused on the production of milk in this study was to evaluate the yield of two varieties of corn for silage for example family farm located in the central-western part of the county Siemiatycze, in Podlaskie.

Key words: maize, grain, ensilage

# Uprawa oraz nawożenie kukurydzy w rodzinnym gospodarstwie rolnym

## 1. Wstęp

Kukurydza zaliczana jest do najbardziej wydajnych roślin zbożowych. Uprawiana jest od czasów prehistorycznych, znana była już przez najstarsze cywilizacje świata. Kukurydza nie występuje w formie dzikiej, bez pomocy człowieka nie ma zdolności do wykształcenia kolejnych pokoleń. Kukurydza zaliczana jest do jednych z najważniejszych roślin uprawianych w świecie. Pod względem globalnej produkcji i powierzchni produkcji zajmuje trzecie miejsce po pszenicy i ryżu. Uprawiana głównie na zbiór ziarna jest w Chinach, Stanach Zjednoczonych czy Brazylii [1].

Celem mojej pracy było scharakteryzowanie kukurydzy oraz określenie optymalnych dawek azotu, fosforu, potasu i magnezu pod kukurydzą uprawianą na ziarno. Optymalizację nawożenia wykonano na podstawie analizy chemicznej gleby i prognozowanego plonu.

## 2. Wymagania glebowe i klimatyczne kukurydzy uprawianej na ziarno

Kukurydza jest rośliną o szerokich wymaganiach klimatycznych. Zasięg jej uprawy jest bardzo duży i spowodowany tym, że potrafi przystosować się do różnych warunków klimatycznych i charakteryzuje się dużą różnorodnością form botanicznych.

Kukurydza należy do roślin dnia krótkiego. Temperatura jest jednym z kluczowych czynników wpływających na jej plonowanie i rozwój, należy do roślin ciepłolubnych. Kiełkuje szybko w temperaturze powyżej 10 stopni Celsjusza. Wysiew odbywa się na przełomie drugiej i trzeciej dekady kwietnia. W temperaturze 18-20 stopni Celsjusza następuje największy przyrost masy kukurydzy. W okresie kwitnienia nieporządna jest temperatura powietrza powyżej 23 stopni Celsjusza i jednocześnie niska wilgotność. W takich warunkach pyłki kukurydzy bardzo szybko tracą swoją żywotność (zdolność kiełkowania rośliny), co powoduje, że nie wszystkie kwiatki zostaną zapylone, a kolby będą gorzej zaziarnione. Po okresie przekwitnienia i zawiązania kolb, aż do okresu dojrzewania, wymagania termiczne kukurydzy maleją [1].

Nawet krótkotrwałe obniżenie temperatury do 10 stopni Celsjusza nie ma wpływu na plon. Długotrwałe wczesne jesienne chłody opóźniają dojrzewanie i przedłużają wegetację. Jesienne przymrozki powodują zasychanie liści, przyczyniają się to do zahamowanie procesu fotosyntezy, co za tym idzie obniżenia plonu ziarna, szczególnie odmian późnych. Rośliny o obumarłych tkankach przewodzących łodyg, są częściej narażone na atak przez grzybowe choroby (fuzarioza) co powoduje ich wyleganie. Kukurydza jest zaliczana do roślin światłolubnych, dlatego też najlepiej rozwija się

---

<sup>1</sup> Wydział Przyrodniczy, Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach

i rośnie w warunkach dobrego naświetlenia. Grad w zasiewach kukurydzy nie powoduje takich strat jak w uprawie innych roślin zbożowych. Nie przyczynia się on do wylegania roślin, uszkodzenia liści są znacznie mniejsze, ponieważ są one grubsze, twardsze i bardziej wytrzymałe. Kukurydza mimo oszczędnej gospodarki wodnej, która wyraża się niskim współczynnikiem transpiracji (180-245) oraz tego, że posiada dobrze rozwinięty i głęboko sięgający system korzeniowy, potrzebuje dużej ilości wody. Jest to spowodowane tym, że roślina ta wytwarza spore ilości suchej masy. Zawartość wody pobranej przez kukurydzę z jednostki powierzchni jest duża. Przy plonie ziarna 5-6 t/ha, ogólna produkcja suchej masy wynosi około 10-13 t/ha. Wymaga to, aby kukurydza pobrała, aż 2,6-3,4 mln litrów wody, znacznie więcej od innych zbóż. Dostatek wody dla rośliny w okresie wegetacyjnym sprzyja dobrym plonom. Dostępność wody dla roślin kukurydzy jest zróżnicowana w zależności od fazy rozwoju. Od kiełkowania do kwitnienia zapotrzebowanie na wodę jest mniejsze, rozłożone opady w ilości 100 mm wystarczą do normalnego rozwoju i wzrostu, roślin uprawianych, także na glebach lżejszych. Największe wymagania wodne przypadają na okres kwitnienia kukurydzy (od połowy lipca, do połowy sierpnia). W tym okresie opady w wysokości 150 mm wystarczają w zupełności na zaspokojenie potrzeb wodnych rośliny. Podczas przekwitnienia i zawiązania kolby zapotrzebowanie rośliny na wodę stopniowo maleje. W okresie dojrzewania od dojrzałości woskowej do pełnej, słoneczna i ciepła pogoda oraz umiarkowane i krótkie opady sprzyjają plonom. Podsumowując klimat, który charakteryzuje się rocznymi opadami w wysokości 450-550 mm i ich korzystnym rozkładem około 300 mm w czasie wegetacji stwarza dogodne warunki w uprawie kukurydzy [2].



Rysunek 1. Optymalny rozkład opadów dla kukurydzy w sezonie wegetacyjnym [1].

Kukurydza nie ma wygórowanych wymagań glebowych, dzięki temu można ją uprawiać na różnych glebach, z wyjątkiem gleb podmokłych, ilastych, zimnych, bardzo ciężkich, piaszczystych i suchych. Najlepsze pod uprawę kukurydzy są gleby próchnicze, głębokie, o dużej pojemności wodnej, oraz przewiewne, ciepłe, zasobne w łatwo przyswajalne składniki pokarmowe.

Najlepiej nadają się do tego gleby lessowe, czarne, ziemie i czarnoziemy. Kukurydzę można również uprawiać na madach, piaskach gliniastych mocnych, glebach brunatnych słabo zbielicowanych. Na glebach zliczanych do kompleksu żytniego bardzo dobrego i dobrego, przy zastosowaniu odpowiedniej gospodarki nawozowej można uzyskać wysokie plony, jak na glebach próchnicznych [3].

Głęboki system korzeniowy, jak również oszczędna gospodarka wodna kukurydzy, pozwala uprawiać kukurydzę, także na glebach lżejszych, bardziej piaszczystych, pod warunkiem zaspokojenia wymagań wodnych przez nawadnianie lub uprawę w rejonach, gdzie występują równomierne rozkłady opadów około 300 mm w całym sezonie wegetacyjnym. Kukurydza jest rośliną tolerancyjną na odczyn gleby, może być uprawiana na glebach obojętnych, lekko kwaśnych i zasadowych, pH od 5 do 7,5. Największe plony jednak uzyskuje się na glebach o odczynie obojętnym [1, 2].

### **3. Agrotechnika i nawożenie mineralne kukurydzy uprawianej na ziarno**

Kukurydza nadaje się do uprawy po wszystkich przedplonach, pozwalających na właściwą uprawę roli, oraz terminowy zasiew. Podczas uprawy jej na ziarno powinna stanowić plon główny. Od żyzności gleb zależy dobór stanowiska w plonie głównym. Na glebach żyznych kompleksów pszennych i żytnich dobrych kukurydzę można uprawiać po roślinach zbożowych, gdy od nawożenia organicznego upłynęło kilka lat. Na glebach słabych powinny ją poprzedzać przedplony lepsze, to rośliny okopowe, strączkowe oraz mieszanki motylkowatych z trawami [3]. Kukurydza może być uprawiana jako roślina okopowa, przy pełnej dawce obornika, dobrze znosi nawożenie organiczne. Kukurydza może być uprawiana w monokulturze. Wymaga jednak wtedy intensywnego zwalczania chwastów oraz odpowiedniego nawożenia. Wieloletnia uprawa doprowadza do kompensacji chwastów jednoliściennych, których pozbycie się i zwalczania jest bardzo uciążliwe. Kukurydza jest bardzo dobrym przedplonem dla roślin jarych. Przeznaczona na zbiór ziarna, oraz uprawiana na oborniku jest pożądana w płodozmianach z dużym udziałem zbóż. Podczas zbioru kukurydzy na ziarno albo CCM pozostaje na polu duża ilość resztek poźniwnych, które prawidłowo zagospodarowane wpływają na jej wartość jako przedplon. Jednym z kluczowych zabiegów w uprawie kukurydzy jest orka przedzimowa, która powinna być poprzedzona spulchnieniem gleby broną talerzową lub podorywką. Głębokość orki powinna wynosić od 25 do 30 cm, zależy jednak ona od miąższości gleby. Kukurydza negatywnie reaguje na orkę wiosenną, powinno ją się wykonywać tylko na glebach cięższych, zimnych, wilgotnych oraz uprawie i w plonie wtórnym. Zabiegi agrotechniczne pod siew, w plonie wtórnym są o wiele prostsze i ograniczają się do podorywki, kultywatoro-

wania i bronowania przedsięwziętego lub podorywki i bronowania przedsięwziętego. Kukurydza jest rośliną wymagającą pod względem składników pokarmowych. By móc uzyskać 1 tonę ziarna pobiera przeciętnie z gleby 29 kg N, 13 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 33 kg K<sub>2</sub>O, 9 kg MgO, 8 kg CaO. Ilość składników pobieranych przez roślinę jest różna w zależności od poszczególnych okresów rozwoju. Na początku kukurydza pobiera wszystkie składniki pokarmowe w niewielkich ilościach, intensywność pobierania składników rozpoczyna od osiągnięcia przez roślinę fazy 8 liści i stopniowo wzrasta. W przypadku potasu swoje maksimum osiąga w okresie kwitnienia. Kukurydza zaliczana jest do roślin azotolubnych, a mimo to intensywność pobierania azotu rozpoczyna się dopiero na kilka dni przed kwitnieniem wiech i trwa do dojrzewania. W okresie od kwietnia do pełnej dojrzałości, kukurydza pobiera połowę ogólnej ilości azotu, na co należy zwrócić uwagę podczas ustalania odpowiednich terminów i dawek nawożenia. Pobieranie przez roślinę azotu uwarunkowane jest przez warunki termiczne. W temperaturach poniżej 5 stopni Celsjusza jest ono ograniczone. Objawami zahamowania albo niedoboru pobierania w początkowym okresie wzrostu przez roślinę azotu, jest zahamowanie rozwoju i żółknięcie rośliny, w okresie późniejszym objawia się bladzielonym kolorem liści, węższymi blaszkami liściowymi oraz opóźnionym rozwojem i wzrostem. Potas najintensywniej jest pobierany przez kukurydzę po okresie kwitnienia, po czym stopniowo zapotrzebowanie na ten składnik pokarmowy maleje. Potas odgrywa kluczową rolę w transporcie asymilatów oraz procesie fotosyntezy, jego niedobór osłabia proces fotosyntezy. Objawami niedoboru potasu są: nienaturalne ciemnienie liści, zahamowanie wzrostu, zwiększenie skłonności roślin do wylegania, szczególnie przy zbyt intensywnym nawożeniu azotem. Kukurydza ma mniejsze zapotrzebowanie na fosfor, niż na potas lub azot. Ma on jednak bardzo duży wpływ na rozwój systemu korzeniowego, krzewienie roślin, wykształcenie ziarna. W początkowym okresie rozwoju rośliny pobierają duże ilości fosforu, jednak proces ten zależy od temperatury. Fosfor jest pobierany przez rośliny przy dobrym uwilgotnieniu gleby i temperaturze większej niż 12 stopni Celsjusza. Symptomami niedoboru fosforu jest zasychanie blaszek liściowych oraz czerwone ich zabarwienia wzdłuż liści. Na wegetację oraz plonowanie, duży wpływ ma magnez oraz wapń. Niedobór pierwszego z nich powoduje zaburzenia w zapyłaniu i przebiegu kwitnienia, co skutkuje ograniczeniem zawiązywania kolb oraz pogorszeniem ich zaziarnienia. Objawami niedoboru magnezu jest pojawienie się jasnych przebarwień wzdłuż nerwów liściowych. Wapń jako składnik pokarmowy występuje w ilościach wystarczających dla kukurydzy. Brak wapnia objawia się sklejaniem i zwijaniem się liści [1, 4].

### **3.1. Makroelementy w uprawie kukurydzy na ziarno**

Powodzenie w uprawie kukurydzy zakończone wysokimi plonami ziarna zależy, w znacznym stopniu od przestrzegania podstawowych zasad oraz norm prawidłowej agrotechniki. Do kluczowych zalicza się przygotowanie i wybór stanowiska oraz nawożenie. Kukurydza należy do gatunków mało wymagających względem przedplonu. Dobór stanowiska zależy od żyzności gleby i zasadniczo należy unikać uprawy tej rośliny w monokulturze, z powodu nagromadzenia się agrofagów. Ze względów na

wysoką produkcję biomasy oraz dużą koncentrację w niej składników, kukurydza zaliczana jest do roślin o wysokich wymaganiach pokarmowych. Ma ona duże wymagania zarówno względem makroelementów: N, P, K, Mg jak również mikroelementów, głównie B i Zn. O powodzeniu w uprawie decyduje stopień wykorzystania jej potencjału plonotwórczego w określonych warunkach siedliskowych. Ze względu na fakt, że kukurydza jest rośliną zdolną do prowadzenia asymilacji typu C 4, cechuje się dużą dynamiką wzrostu zależną od wody i temperatury. Ważne jest również dostarczenie zaopatrzenia w azot i inne składniki mineralne. Nowoczesne nawożenie wymaga zbilansowania składników pierwszoplanowych jak i drugoplanowych planowych oraz mikroelementów. Zasady poprawnej technologii nawożenia kukurydzy powinny uwzględnić następujące elementy:[1]

1. krytyczne fazy wzrostu i pobierania składników pokarmowych;
2. wartość stanowiska (odczyn i zasobność gleby w składniki pokarmowe);
3. nawóz pozwalający efektywnie wykorzystać potencjał plonotwórczy roślin;
4. termin i technikę aplikacji nawozów.

Wzmozżona intensywność pobierania składników pokarmowych przez kukurydzę rozpoczyna się od fazy 6-8 liścia, czyli przypada na okres tworzenia przez roślinę łądygi. W tym czasie prawidłowy wzrost rośliny wymaga zarówno dostatecznego u wilgotnienia gleby, jak i dużej dostępności składników pokarmowych, zwłaszcza potasu i azotu. Maksymalne pobieranie składników jest zróżnicowane i przypada po wschodach w następujących terminach: [1]

1. potas – 7-8 tydzień;
2. azot – 7-9 tydzień;
3. fosfor – 9-11 tydzień.

Aby poprawnie oszacować dawki składników w formie nawozów mineralnych oprócz założonego plonu i jednostkowego pobierania, konieczne jest uwzględnienie innych źródeł ich dopływu do gleby, np. obornik stosowany w roku uprawy bądź w latach wcześniejszych, czyli resztki roślinne przyorane po zbiorze przedplonu. Zakłada się, że z toną świeżego obornika wprowadza się do gleby średnio 5 kg azotu, 3 kg fosforu, 7 kg potasu oraz 4-9 g boru, 4-10 g miedzi, 50-70 g manganu, 30-40 g cynku i 0,4-0,5 g molibdenu. Wymienione ilości trzeba wziąć pod uwagę w ogólnym bilansie potasu, fosforu, magnezu i mikrośkładników. Zupełnie odrębne podejście wymaga bilansowania składników mineralnych, w zależności od kierunku użytkowania kukurydzy i uprawy tej rośliny w monokulturze. Podczas uprawy na kiszonkę znaczna masa składników zostaje wyniesiona z pola. W takiej sytuacji rolnik powinien bezwzględnie zwiększyć częstotliwość przeprowadzonych analiz zasobności gleby. Istnieje niebezpieczeństwo szybkiego spadku zasobności. Natomiast podczas uprawy na ziarno znaczna część składników zawartych w resztkach poźniwnych pozostaje na polu i staje się potencjalnym źródłem odżywiania dla rośliny. Kukurydza spośród roślin uprawianych w klimacie umiarkowanym wykazuje największą reakcję, na nawożenie fosforem. Jako roślina ciepłolubna charakteryzuje się dużą wrażliwością na spadek temperatury, co przejawia się zmniejszonym pobieraniem fosforu na początku wegetacji. Jednym ze sposobów na złagodzenie niekorzystnego wpływu pogody na

kukurydzą jest zwiększenie stężenia fosforu w roztworze glebowym, w celu umożliwienia jego pobierania. Rezultat ten można uzyskać na dwa sposoby: stosując nawożenie zlokalizowane, które dokonuje się z siewem nasion lub poprzez zastosowanie fosforu w postaci nawozu płynnego. Podczas pierwszego rozwiązania nawóz umieszczony jest w odległości ok. 5 cm od nasion, aby nie zakłócić wschodów. Rozwijające się siewki kukurydzy niezależnie od pogody mają do dyspozycji wysokie stężenie składnika pokarmowego. Wyjątkowo dobre efekty daje zlokalizowane nawożenie kukurydzy fosforanem amonu, który oprócz fosforu zawiera azot w formie amonowej (N-NH<sub>4</sub>), co sprzyja pobieraniu tego składnika [4]. Nawożenie zlokalizowane zwiększa wykorzystanie fosforu z gleby, co poprawia efektywność nawożenia. Zalecane jest ono przy siewach bezpośrednich, gdyż w tej technologii nie ma innej możliwości dostarczenia nawozu w głąb gleby. Alternatywnym sposobem dostarczenia do rośliny łatwo dostępnego fosforu jest zastosowanie części dawki w formie nawozu płynnego (polifosforan amonu albo potasu). Nawóz ten ma szeroki kontakt z glebą w strefie ukorzenienia się rośliny, co poprawia wykorzystanie fosforu niezależnie od kierunku wykorzystania plonu. W dużym stopniu technikę nawożenia fosforem określa dobór nawozów fosforowych i azotowych, a także dopuszczalny zakres odczynu gleby. Jedną z metod dostępności fosforu dla kukurydzy jest utrzymanie odczynu na granicy lekko kwaśnego i obojętnego (najlepiej 6,0-6,8). W tym zakresie pH fosforu jest w formie najłatwiej dostępnej dla roślin, a rodzaj nawozu fosforowego nie odgrywa większej roli. Fosfor reguluje procesy oddychania, fotosyntezy metabolizmu tłuszczowego. Jest on głównym regulatorem energetycznej gospodarki rośliny ATP i ADP. Fosfor wpływa na gromadzenie węglowodanów, przyspiesza powstawanie organów generatywnych oraz zwiększa ich udział w ogólnej masie [5]. Potas jest składnikiem, który jest pobierany przez kukurydzą w największej ilości. Pełni on w roślinie szereg funkcji, ale najważniejsze z nich są dwie: gospodarka azotem i wodą. Rośliny dobrze odżywione potasem efektywnie gospodarują azotem, a w suchych latach wykazują zwiększoną odporność na stres wodny. Odpowiednio wysoka zasobność gleb w potas, pozwala roślinie efektywnie nadzorować gospodarką wodną, co w efekcie ma istotny wpływ na procesy kwitnienia i zawiązywania ziarniaków.

Rodzaj nawozu potasowego nie ma większego wpływu w technologii nawożenia kukurydzy. Sól potasowa jest pierwiastkiem wskazanym ze względu na uzupełnienie rezerw potasu w glebie, jak i bieżącego zapotrzebowania kukurydzy na ten pierwiastek.

Określenie dawki azotu w uprawie kukurydzy nie jest proste, jak do tej pory nie opracowano prostych i jednoznacznych metod. Godna uwagi jest metoda stosowana we Francji, która opiera się na założeniu, że dawka azotu nie powinna przekraczać 2% szacowanych plonów ziarna. Na przykład, przy średnim plonie w Polsce wynoszącym ok. 70 dt/ha ziarna, dawka azotu wynosiła by nie więcej niż 140 kg N/ha.

Nadmierne nawożenie azotem szczególnie w warunkach niezbilansowanej dawki N potasem, prowadzi do nadmiaru masy wegetatywnej o zbyt dużym udziale liści i słabych łodygach, a tym samym zwiększonej podatności na wyleganie. Rośliny, które są przენawożone, wolniej dojrzewają, później osiągają fazę kwitnienia, co w konsekwencji prowadzi do zmniejszenia plonu ziarna. Sposobu do wzrostu plonu ziarna

należy upatrywać w zwiększeniu efektywności zastosowanego azotu, bo jest także sposób na zwiększenie plonu białka i wartości kiszonki. Stosowanie nawozu azotowego nie jest łatwe jak mogłoby się wydawać. Dobór formy azotu na plonowanie kukurydzy, w dużym stopniu zależy od fazy rozwojowej rośliny. Wskazane jest, by w początkowym okresie wprowadzać do gleby nawozy o działaniu zakwaszającym, najlepiej z jednoczesnym połączeniu z fosforem. Warunki takie spełniają najlepiej fosforany amonu oraz klasyczne nawozy azotowe, takie jak mocznik i ewentualnie siarczan amonu. Dwa ostatnie należy stosować jak najwcześniej (co najmniej dwa tygodnie przed siewem), gdyż zachodzi niebezpieczeństwo zakłócenia wschodów. Ilość składników, jaka powinna zostać wprowadzona do gleby nie powinna przekraczać 2/3 całkowitej dawki azotu. Drugą grupę stanowią wolnodziałające nawozy azotowe, np.: saletra wapniowo-amonowa, saletrzak, jak również szybko działająca saletra amonowa. Przy zastosowaniu tej grupy nawozów można jednorazowo wprowadzić do gleby całą oszacowaną dla kukurydzy ilość składników. Bardziej wskazane jest by nie przekraczać 2/3 całkowitej dawki. Pozostałą część azotu najlepiej zastosować tuż przed osiągnięciem fazy 6 liści (optymalny termin 5-7 liści) [8].

Do tego typu zabiegu najlepiej odpowiadają formy szybko działające, a więc saletra amonowa lub saletra wapniowa. Ten ostatni z nawozów bardzo pozytywnie działa na pobieranie magnezu przez roślinę. Wskazane jest, by stosować go w uprawie na ziarno. Warto pamiętać o tym, że w latach mokrych, wilgotnych, drugą dawkę azotu można zmniejszyć o połowę, ale wówczas należy wybierać nawozy saletrzane. Ważnym składnikiem plonotwórczym, jednocześnie bardzo często zaniedbywanym przez producentów kukurydzy jest magnez [6, 7]. Jego podstawowe funkcje plonotwórcze to [1]:

1. szybszy przyrost biomasy roślin w krytycznych fazach wzrostu;
2. zwiększenie ilości i jakości białka w ziarnie;
3. dostarczenie konsumentom ziarna samego magnezu [1].

Zasady nawożenia magnezem sprowadzają się do uzupełnienia rezerw składnika w glebie do poziomu co najmniej 5-6 mg Mg/100 g gleby. Po osiągnięciu przez składnik tego poziomu dawka podstawowa tego elementu, powinna równoważyć potrzeby pokarmowe rośliny dla założonego plonu. W przypadku gleby o uregulowanym odczynie oraz niskiej zasobności w magnez, zaleca się aplikację kizerytu przynajmniej 2 tygodnie przed siewem kukurydzy. Magnez jest częścią chlorofilu, bierze udział w syntezie kwasów nukleinowych i białek. Objawem niedoboru jest tak zwana marmurkowość – wzdłuż nerwów powstają plamki o zabarwieniu czerwonym, a następnie liście żółkną i usychają, poczynając od wierzchołków. Podsumowując Kukurydza jest rośliną która wymaga gleb zasobnych w mikroskładniki i makroskładniki, niezbędne do jej prawidłowego rozwoju. Wskazane jest aby gleba przeznaczona pod jej uprawę charakteryzowała się uregulowanym odczynem i przynajmniej średnią zasobnością we wszystkie stosowane składniki pokarmowe [9, 12].



#### 4. Wyniki uzyskanych badań

Badania zostały przeprowadzone osobiście przeze mnie wiosną 2016 roku w gospodarstwie indywidualnym położonym w miejscowości Zbuczyn – gmina wiejska w województwie mazowieckim, w powiecie siedleckim. Badania zostały przeprowadzone na trzech polach o łącznej powierzchni około 12 hektarów.

Tabela 7. Powierzchnia uprawy, klasy bonitacyjne oraz kategorie agronomiczne pól przeznaczonych pod uprawę kukurydzy na ziarno

Oznaczenie pola	Numer działki z ewidencji	Powierzchnia w (ha)	Klasa bonitacyjna	Kategoria agronomiczna
1.	424	5,42	IVb	Lekka
2.	7	3,1	IVa	Średnia
3.	112/1	2,86	IVb	Bardzo lekka

Źródło: [Opracowanie własne]

Tabela 8. Odczyn pH KCl gleby pod uprawę kukurydzy na ziarno Oznaczenie pola Numer ewidencyjny działki pH KCl Odczyn gleby

Oznaczenie pola	Numer ewidencyjny działki	pH KCl	Odczyn gleby
1	424	5.64	Lekko kwaśny
2	7	5.01	Kwaśny
3	112/1	5.86	Lekko kwaśny

Źródło: [Opracowanie własne]

Tabela 9. Całkowita zawartość azotu ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) oraz zawartość form przyswajalnych ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) w glebie pod uprawę kukurydzy na ziarno

Oznaczenie pola	Numer ewidencyjny działki	Całkowita zawartość azotu ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ )	Formy przyswajalne azotu ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) ( $\text{NH}^{4+}$ i $\text{NO}^{3-}$ )	% N całkowite
1	424	0,76	0,08	0,011
2	7	0,64	0,07	0,011
3	121/1	0,81	0,12	0,015

Źródło: [Opracowanie własne]

Tabela 10. Zawartość przyswajalnych form fosforu, potasu i magnezu ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) w glebie przeznaczonej pod uprawę kukurydzy na ziarno oraz zasobności gleby

Oznaczenie Pola	Numer ewidencyjny działki	Zawartość przyswajalnych form ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )		
		Fosfor	Potas	Magnez
1	424	42,3 (zasobność niska)	87,4 (zasobność średnia)	27,7 (zasobność niska)
2	7	27,5 (zasobność niska)	81,2 (zasobność niska)	24,6 (zasobność niska)
3	121/1	48,6 (zasobność niska)	92,7 (zasobność średnia)	47,1 (zasobność średnia)

Źródło: [Opracowanie własne]

Plan nawozowy na wybrane pola w gospodarstwie W tabeli 12 zestawiono potrzeby nawozowe na kolejne trzy diagnozowane pola uprawne przeznaczone pod uprawę kukurydzy na ziarno.

Tabela 12. Powierzchnia uprawy kukurydzy i zapotrzebowanie na N, P, K i Mg ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ )

Powierzchnia uprawy kukurydzy na ziarno i zapotrzebowanie na N, P, K i Mg $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$									
Numer pola	Powierzchnia Uprawy	Zapotrzebowanie na /ha $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$				Całkowite zapotrzebowanie			
		N	P	K	Mg	N	P	K	Mg
1	5,42	327	96	200	97	1772	520	1084	526
2	3,1	190	75	241	103	589	233	747	319
3	2,86	255	109	303	82	729	312	867	235
Suma	11,38	772	280	744	282	3091	1065	2698	1080

Źródło: opracowanie własne na podstawie [8, 9]

Obliczona wielkość dawek azotu, fosforu, potasu i magnezu wynika głównie z zaplanowanych plonów kukurydzy uprawianej na ziarno oraz zasobności gleby w przyswajalne formy składników pokarmowych. Cztery podstawowe pierwiastki nawozowe można zastosować w formie polifoski Max przedsięwzięcie i pogłównie uzupełnienie azotu w formie mocznika dolistnie [10, 11].

## 5. Podsumowanie

Przeprowadzone badania pozwoliły na określenie optymalnych warunków nawozowych pod uprawę kukurydzy na ziarno w gospodarstwie rodzinnym. Z przeprowadzonych badań wynika, że gleby pól uprawnych, położonych w miejscowości Zbuczyn, znajdowały się w przedziale (IVa -IVb). Odczyn określony na podstawie pH wskazywał gleby jako lekko kwaśne i kwaśne. Na podstawie oznaczonej zawartości przyswajalnych form fosforu, potasu i magnezu (w  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) w glebie przeznaczonej pod uprawę kukurydzy na ziarno określono zasobność gleb. Gleby z działki pierwszej charakteryzowały się niską zasobnością w przyswajalny fosfor i magnez oraz średnią w przyswajalny potas. Gleby działki drugiej i trzeciej były nisko zasobne w przyswajalny fosfor, potas i magnez. Całkowite potrzeby nawozowe na pierwszej działce wynosiło  $1772 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  azotu,  $520 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  fosforu,  $1084 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  potasu i  $526 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  magnezu. Na drugą działkę należy zastosować  $589 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  azotu,  $233 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  fosforu,  $747 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  potasu i  $319 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  magnezu. Na trzecie pole trzeba zastosować  $729 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  azotu,  $312 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  fosforu,  $867 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  potasu i  $234 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  magnezu. Sumaryczne zestawienie pozwoliło na określenie całkowitych dawek nawozowych pod kukurydzę. Największe sumaryczne zapotrzebowanie spośród wszystkich pierwiastków nawozowych stosowanych pod uprawę kukurydzy na ziarno stanowił azot ( $3090 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), co potwierdza fakt że kukurydza jest rośliną azotolubną. Sumaryczne zapotrzebowanie na potas wynosiło  $2698 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , na magnez  $1079 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  i na fosfor  $1065 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

## Literatura

1. Michalski T., *Kukurydza nowe perspektywy*, Wyd. Biznes Press Sp. z o.o, 2009, s. 39-41
2. Gaj R., *Nowoczesna uprawa kukurydzy*, Miesięcznik produkcji roślinnej, 5 (2016), s. 10-24
3. Zarzecka K., *Wybrane zagadnienia ze szczególowej uprawy roślin*, Wyd. AP w Siedlcach, 2007, s. 38-47
4. Kukuła S., *Charakterystyka i zalecenia uprawowe mieszańców kukurydzy w uprawie na ziarno*, Wyd. Puławy IUNG, 1974
5. Gorlach E., Mazur T., *Chemia rolna. Podstawy żywienia i zasady nawożenia roślin*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2001, s. 75-97
6. Panak H., *Przewodnik metodyczny do ćwiczeń z chemii rolnej*, Wyd. ART. Akademii Rolniczo-Technicznej w Olsztynie.,(1997),s. 97-105, 115-118, 197-205
7. [www.farmer.pl/produkcja-roslinna/zboza/priorytetowe-mikroelementy-w-kukurydzy](http://www.farmer.pl/produkcja-roslinna/zboza/priorytetowe-mikroelementy-w-kukurydzy).
8. [www.farmer.pl/produkcja-roslinna/zboza/priorytetowe-mikroelementy-wkukurydzy,56902.html](http://www.farmer.pl/produkcja-roslinna/zboza/priorytetowe-mikroelementy-wkukurydzy,56902.html)
9. Filipek T., *Chemia rolna. Podstawy teoretyczne i praktyczne*, Wyd. Akademii Rolniczej w Lublinie, 2006, s. 11-20
10. <http://www.agrotechnika.suwalki.pl/zasady76.htm>
11. Gorlach E., *Przewodnik metodyczny do ćwiczeń z chemii rolnej*, Wyd. Akademii Rolniczej w Krakowie, 1999, s. 140-143
12. <http://doradca-rolniczy.pl/nawozenie-startowe-kukurydzy/>

## **Uprawa oraz nawożenie kukurydzy w gospodarstwie rolnym**

Przeprowadzone badania pozwoliły na określenie optymalnych warunków nawozowych pod uprawę kukurydzy na ziarno w gospodarstwie rodzinnym. Z przeprowadzonych badań wynika, że gleby pól uprawnych, położonych w miejscowości Zembry, gmina Trzebieszów znajdowały się w przedziale (IV a-IV b). Odczyn określony na podstawie pH wskazywał gleby jako lekko kwaśne i kwaśne. Na podstawie oznaczonej zawartości przyswajalnych form fosforu, potasu i magnezu (w mg.kg<sup>-1</sup>) w glebie przeznaczonej pod uprawę kukurydzy na ziarno określono zasobność gleb. Gleby z działki pierwszej charakteryzowały się niską zasobnością w przyswajalny fosfor i magnez oraz średnią w przyswajalny potas. Gleby działki drugiej i trzeciej były nisko zasobne w przyswajalny fosfor, potas i magnez.

Słowa kluczowe: azot, fosfor, potas, magnez, nawożenie

## **Cultivation and fertilization of corn on a farm**

The study allowed us to determine the optimal conditions for fertilizer for the cultivation of corn for grain in the family farm. The study shows that the soil of cultivated fields, located in the village of Zembry, the municipality Trzebieszów were in the range of (Iva-IVb). The pH determined by the pH of the soil indicated a slightly acidic, and acidic. Based on the marked content of available phosphorus, potassium and magnesium (in mg.kg<sup>-1</sup>) in the soil dedicated to the cultivation of corn for grain was determined abundance of soil. Soil from the plot of the first characterized by low abundance of available phosphorus and magnesium and the average in available potassium. Soils plot the second and third were low rich in available phosphorus, potassium and magnesium.

Keywords: nitrogen, phosphorus, potassium, magnesium, fertilization

## Przydatność mieszanek strączkowo-zbożowych jako surowca do produkcji pasz

### 1. Wprowadzenie

Uprawa mieszanek roślin strączkowych ze zbożami ma duże walory produkcyjne i agrotechniczne. Zróżnicowanie wielkości i głębokości systemów korzeniowych zbóż i roślin strączkowych umożliwia pobieranie wody i składników pokarmowych z różnych warstw gleby, przez cokomplementarnie wykorzystywane są zasoby siedliska. Mieszanki strączkowo-zbożowe mogą służyć, jako źródło paszy treściwej (ziarno) lub objętościowej (zielonka) dla zwierząt. Uprawa roślin w różnogatunkowych zasiewach niesie za sobą szereg korzyści przyrodniczo-gospodarczych. Mieszanki wykazują mniejszą wrażliwość na niekorzystne warunki glebowe niż zasiewy jednogatunkowe. Uprawiane na glebach lżejszych, przy niewielkim poziomie zastosowanej agrotechniki, zwykle lepiej i stabilniej plonują niż siew pojedynczych gatunków [1]. Dodatkowo łagodzą ujemne skutki uprawy zbóż w monokulturze, gdyż stanowią element przerywający ciągłość ich uprawy. Potencjał konkurencyjny mieszanek względem chwastów sprawia, że zachwaszczenie mieszanek jest mniejsze, niż czystych zasiewów zbóż i roślin strączkowych [2÷5]. Mieszanki strączkowo-zbożowe są dobrym przedplonem dla innych roślin uprawnych, ze względu na pozytywny wpływ na żyzność gleby i jej stan fitosanitarny. Wartość pozostawionego stanowiska zależy od doboru komponentów, ich udziału w łanie, poziomu plonowania oraz warunków glebowo-klimatycznych. Resztki poźniwne wzbogacają glebę w materię organiczną oraz składniki pokarmowe. Ocenę przydatności mieszanek, jako surowca do produkcji paszy wykonano na podstawie analizy poziomu plonowania oraz składu chemicznego, który decyduje o wartości pokarmowej mieszanki. Plonowanie mieszanek w znacznym stopniu różnicuje dobór komponentów oraz stosunek rośliny strączkowej do zboża. Również warunki glebowe, stosowane nawożenie i poziom zachwaszczenia decydują o wydajności mieszanek strączkowo-zbożowych.

---

<sup>1</sup> kczopek@iung.pulawy.pl, Zakład Uprawy Roślin Pastewnych, Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa, Państwowy Instytut Badawczy

<sup>2</sup> mstaniak@iung.pulawy.pl, Zakład Uprawy Roślin Pastewnych, Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa, Państwowy Instytut Badawczy

<sup>3</sup> jksiezak@iung.pulawy.pl, Zakład Uprawy Roślin Pastewnych, Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa, Państwowy Instytut Badawczy

<sup>4</sup> jbojarszczuk@iung.pulawy.pl, Zakład Uprawy Roślin Pastewnych, Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa, Państwowy Instytut Badawczy

## 2. Uwarunkowania agrotechniczne

### 2.1. Udział komponentów

Bardzo ważnym czynnikiem decydującym o plonie mieszanki jest odpowiedni dobór komponentów oraz ich udział w mieszance. Gatunki uprawiane w zasiewach mieszanych powinny mieć podobne wymagania glebowo-klimatyczne, zbliżony termin dojrzewania oraz podobną wysokość. Właściwy dobór komponentów zapewnia wysoki poziom plonowania, małą podatność na wyleganie oraz dużą zawartość białka i składników odżywczych w nasionach. W badaniach Księżaka i Staniak [6], spośród mieszanek łubinu wąskolistnego ze zbożami jarymi największy plon ziarna uzyskano z mieszanki łubinu z pszenżytem, a najmniejszy – z jęczmieniem. Ponadto lepiej plonowały mieszanki z 40% udziałem rośliny strączkowej, niż z 60 i 80% [Tab. 1]. Księżak i in. [7] wykazali, że zwiększenie udziału nasion grochu przy wysiewie z 40 do 80% w mieszance z pszenicą powodowało na ogół istotne zmniejszenie poziomu plonowania mieszanek. Warto również zaznaczyć, że udział nasion grochu w plonie mieszanki był znacznie niższy niż w masie wysiewanych nasion. Według tych Autorów plon mieszanki zależał również od odmiany rośliny strączkowej. Mieszanka pszenicy jarej z odmianą grochu o tradycyjnym ulistnieniu Wiato była wydajniejsza niż mieszanka z wąsolistną odmianą grochu Tarchalska [Tab. 2]. Również w mieszankach grochu z owsem i jęczmieniem odmiana rośliny strączkowej istotnie kształtowała plon mieszanek, przy czym zaznaczył się tutaj duży wpływ warunków pogodowych [7÷10].

Badania wskazują, że udział rośliny strączkowej w mieszance powinien wynosić od 30 do 50%, przy czym, ze względu na możliwość wylegania, w mieszankach z udziałem wysokich odmian grochu korzystniejszy jest 30% udział rośliny strączkowej [11÷13].

Tabela 1. Plon nasion mieszanek łubinu wąskolistnego ze zbożami jarymi w zależności od udziału rośliny strączkowej ( $t \cdot ha^{-1}$ )

Udział łubinu w mieszance (%)	Gatunek zboża w mieszance		
	2010		
	jęczmień	pszenica	Pszenżyto
40	2,76 a	4,18 a	3,96 a
60	3,18 a	4,40 a	4,10 a
80	2,98 a	4,01 a	3,64 a
Średnia	2,97	4,20	3,90
	2011		
40	4,23 b	3,97 b	4,51 b
60	3,85 a	3,87 b	4,46 b
80	3,91 a	3,48 a	3,77 b
Średnia	4,00	3,77	4,25
	2012		
40	3,83 c	4,03 c	3,95 b
60	3,64 b	3,72 b	3,88 b
80	2,91 a	3,21 a	3,25 a
Średnia	3,46	3,65	3,69

Źródło: [6]

Tabela 2. Plon nasion mieszanek pszenicy z grochem w zależności od odmiany rośliny strączkowej i jej udziału w mieszance ( $t \cdot ha^{-1}$ )

Udział grochu w mieszance (%)	2011		2012		2013	
	Wiato	Tarchalska	Wiato	Tarchalska	Wiato	Tarchalska
40	3,46 c	3,03 c	4,66 c	4,48 c	2,78 a	2,68 a
60	2,78 b	2,60 b	4,18 b	3,97 b	2,80 a	2,84 a
80	2,36 a	2,05 a	3,57 a	3,22 a	3,08 a	2,97 a

Źródło: [7]

Tabela 3. Plon nasion mieszanek oplewionych i nieoplewionych form zbóż jarych z grochem ( $t \cdot ha^{-1}$ )

Skład mieszanki (wysiew: liczba nasion/ $m^2$ )	Plon nasion		
	mieszanka	zboże	groch
Jęczmieńnagi (240) + groch (28)	6,35	5,70	0,65
Jęczmień nagi (205) + groch (35)	6,46	5,75	0,71
Jęczmień oplewiony(240) + groch (28)	7,20	6,49	0,71
Jęczmień oplewiony (205) + groch (35)	7,51	6,66	0,85
Owies nagi (390) + groch (28)	4,20	3,61	0,59
Owies nagi (335) + groch (35)	4,19	3,54	0,65
Owies oplewiony (390) + groch (28)	6,19	5,53	0,66
Owies oplewiony (335) + groch (35)	5,97	5,31	0,67

Źródło: [13]

Podleśny i Podleśna [14], w badaniach nad przydatnością dwóch odmian łubinu żółtego do uprawy w mieszankach z pszenżytem jarym, uzyskali podobny plon mieszanki zarówno z odmianą tradycyjną jak i samokończącą. Zdaniem tych Autorów łubin żółty jest dobrym komponentem do uprawy w mieszankach z pszenżytem jarym ze względu na zbliżony termin dojrzewania oraz podobny rytm wzrostu i rozwoju roślin. Zdaniem Noworolnika [13] bardziej przydatne do uprawy w mieszankach z grochem są oplewione formy jęczmienia i owsa w porównaniu do nagoziarnistych (Tab. 3). Kotwica i Rudnicki [1] wykazali natomiast, że groch był lepszym komponentem do mieszanek ze zbożami jarymi niż łubin żółty. Udział nasion grochu w plonach mieszanek wynosił średnio 20,5%, natomiast łubinu żółtego 11,9%. Ponadto mniej korzystna była uprawa strączkowych w mieszankach z owsem niż z jęczmieniem i pszenżytem. Udział nasion grochu i łubinu w mieszance z owsem wynosił odpowiednio 9,7% i 3,8%. Również w badaniach innych autorów owies był gorszym komponentem do mieszanek z grochem niż pszenżyto czy jęczmień jary [15, 16]. W badaniach Buraczyńskiej i Ceglarek [17] istotnie lepiej plonowały mieszanki grochu siewnego z pszenżytem jarym niż z pszenicą, zaś w badaniach Wendy-Piesik i Rudnickiego [18] mieszanka grochu z pszenżytem była bardziej wydajna niż z jęczmieniem. Z badań Książaka [19] wynika, że samokończąca odmiana wyki jarej lepiej plonuje w mieszance z jęczmieniem jarym niż z owsem, co wiąże się z ograniczeniami rozwoju generatywnego wyki w uprawie z owsem. Ponadto, udział nasion wyki w plonie mieszanki z jęczmieniem był sześciokrotnie większy niż z owsem.

Zdaniem Michalskiego [4], o wydajności mieszanek na ogół decyduje gatunek bardziej plenny i lepiej przystosowany do warunków siedliska, dlatego powinien stanowić on więcej niż 50% składu mieszanki. Według Wendy-Piesik i Rudnickiego [18] najbardziej popularne są mieszanki grochu siewnego z jęczmieniem jarym lub pszenżytem jarym.

## 2.2. Właściwości gleby

Poziom plonowania mieszanek uzależniony jest od warunków glebowych i klimatycznych panujących w trakcie okresu wegetacyjnego. Mieszanki wykazują większą tolerancję na warunki glebowe niż jednogatunkowe zasiewy roślin będących ich komponentami. Zasiewy mieszane dobrze sprawdzają na stanowiskach o zróżnicowanej mozaikowato glebie, w mniej korzystnych warunkach siedliska, wadliwych stosunkach wodnych oraz o różnych poziomach kultury roli [5, 20÷22,]. Książak [23] wykazał, że plon nasion mieszanek grochu z jęczmieniem zależał od rodzaju gleby. Mieszanka ta znacznie lepiej plonowała na glebach ciężkich (czarna ziemia, gleba brunatna wytworzona z lessu oraz mada brunatna) niż na glebach lżejszych. Wpływ rodzaju gleby na poziom plonowania i jakość plonu mieszanek strączkowo-zbożowych potwierdza również Kotecki [24]. Kuś i Nawrocki [25] największe plony bobiku uzyskali na glebach wytworzonych z lessu, a najmniejsze – na glebie brunatnej o składzie piasku gliniastego lekkiego podścielonego piaskiem słabo gliniastym.

Mieszanki zbóż z roślinami strączkowymi lepiej wykorzystują zasoby środowiska niż siewy jednogatunkowe, ze względu na różne rodzaje systemu korzeniowego oraz różnice w pokroju tych roślin [26]. Ponadto zwiększone zapotrzebowanie na wodę i składniki pokarmowe przypada u tych roślin w różnym czasie, dzięki czemu konkurencja międzygatunkowa nie eliminuje ich jednoczesnej uprawy [27]. Zdaniem Sypniewskiego [28] rośliny strączkowe w mieszankach ze zbożami mogą być uprawiane na glebach gorszych o jedną klasę bonitacyjną niż w siewach czystych. Wasilewski [29] stwierdził, że na glebach kompleksu żytniego dobrego najkorzystniejsza była uprawa mieszanki pszenżyta jarego z łubinem żółtym, a trochę mniej wydajne były mieszanki pszenżyta z grochem i pszenżyta z wyką. Według innych Autorów na glebie tego kompleksu największą wydajnością wykazują się mieszanki owsa z łubinem żółtym i pszenżyta z łubinem [30]. Zdaniem Kotwicy i Rudnickiego [31], na glebie kompleksu żytniego dobrego wielkość plonu mieszanek strączkowo-zbożowych była uzależniona od plonu komponentu zbożowego, a nie od gatunku łubinu i gęstości siewu. Według Rudnickiego i Kotwicy [32] na glebach dobrych uprawa zbóż jarych z łubinami białym i żółtym jest mało zasadna. Zdaniem tych Autorów najkorzystniejsza w takich warunkach jest uprawa mieszanek zbóż jarych z bobikiem, jęczmienia z grochem oraz owsa z łubinem wąskolistnym.

Badania nad zastosowaniem obornika w uprawie mieszanek wykazują, że zmianowanie z nawożeniem organicznym korzystnie wpłynęło na plon mieszanek. Wzrost poziomu plonowania związany był z większą masą nasion grochu i ziarniaków jęczmienia, większą liczbą węzłów ze strąkami, liczbą nasion w strąku oraz liczbą strąków na roślinie grochu. Lepsze efekty stosowania obornika zauważono na glebach lżejszych niż na cięższych [23] [Tab. 4].



Tabela 4. Plon nasion mieszanki grochu i jęczmienia oraz procentowy udział nasion grochu w plonie w zależności od typu gleby

Typ gleby*	Bez obornika		Z obornikiem	
	plon nasion z 1 m <sup>2</sup> (g)	udział grochu (%)	plon nasion z 1 m <sup>2</sup> (g)	udział grochu (%)
a	463	14,8	479	14,0
b	548	15,1	561	14,4
c	513	16,2	528	16,8
d	509	19,5	503	18,2
e	458	11,6	480	10,3
f	460	9,90	486	8,9
g	364	10,7	386	11,8
NIR <sub>0,05</sub>	24,9	2,95	24,9	2,95

Źródło: [23]

\*a – gleba brunatna, b – czarna ziemia, c – gleba brunatna wytworzona z lessu, d – mada brunatna, e – gleba brunatna: piasek gliniasty lekki, na glinie ciężkiej +CaCO<sub>3</sub>, f – gleba brunatna: piasek gliniasty lekki, na glinie ciężkiej, g- gleba brunatna: piasek gliniasty lekki, na piasku słabogliniastym

### 2.3. Poziom nawożenia

Jedną z zalet uprawy mieszanek jest zmniejszenie kosztów związanych z nawożeniem azotem, gdyż roślina zbożowa częściowo korzysta z azotu zasymilowanego przez bakterie brodawkowe współżyjące z korzeniami bobowatych. Ilość azotu wiązane w procesie symbiozy zależy od gatunku rośliny strączkowej, jej udziału w mieszance oraz od poziomu stosowanego nawożenia mineralnego. Istotne ograniczanie wiązania azotu atmosferycznego przez rośliny strączkowe zaobserwowano przy zwiększonym poziomie nawożenia mieszanek strączkowo-zbożowych azotem mineralnym. W mieszance grochu z pszenicą oraz grochu z jęczmieniem zastosowane nawożenie azotem w dawce 30 i 60 kg·ha<sup>-1</sup> ograniczało wiązanie N atmosferycznego, średnio o 7-8 kg na każde 10 kg dostarczonego azotu mineralnego. Przy dawce 90 kg N ograniczenia osiągały nawet 9 kg [23, 33]. Pisulewska [34] stwierdziła, że nawożenie azotem mieszanek wyki z żytem i wyki z pszenżytem stymuluje plon nasion mieszanek. Przy nawożeniu 30 kg N·ha<sup>-1</sup> Autorka uzyskała wzrost plonu mieszanki o około 9,5 kg na 1 kg azotu, a przy dawce 60 kg N·ha<sup>-1</sup> – o około 7 kg. Zdaniem Triboi [35] w mieszankach wyki z owsem, roślina bobowatopobierała około 53 kg N·ha<sup>-1</sup> pochodzącego z symbiozy, zaś zboże – 28 kg N·ha<sup>-1</sup> (1/3 azotu pobranego przez mieszankę). W badaniach Hauggaard-Nielsen i in. [36] groch uprawiany w mieszance ze zbożami w 99% wykorzystał azot pochodzący z biologicznego wiązania, natomiast w siewie czystym – w 70%. Według Podgórskiej-Lesiak i in. [37] uprawa jęczmienia jarego w mieszance z grochem wpływała dodatnio na zawartość azotu w roślinach tego zboża, a także zwiększała koncentrację tego składnika w ziarnie [Tab. 5]. Ceglarek i in. [38] zanotowali spadek zawartości azotu w nasionach wyki siewnej przy współrzędnej uprawie z owsem lub pszenżytem. W innych badaniach też stwierdzono mniejszą zawartość tego makroskładnika w nasionach grochu niż w ziarniakach jęczmienia w czasie wspólnej wegetacji [39]. Również Sobkowicz i Podgórska-Lesiak [40] wyka-

zali mniejszą zawartość azotu w nasionach grochu uprawianego w mieszance z jęczmieniem. Nie potwierdzają tych wyników Sobkowicz [41] oraz Sobkowicz i Śniady [42], którzy zanotowali wzrost zawartości azotu w nasionach bobiku uprawianego z pszenżytem.

Tabela 5. Zawartość azotu w roślinach jęczmienia ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\text{s.m.}$ )

Objekt	Liczba tygodni po wschodach roślin						Dojrzałość pełna		
	6			9					
	nawożenie azotem ( $\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ )								
	0	30	60	0	30	60	0	30	60
Jęczmień	20	17	24	16	15	20	11	10	09
Jęczmień+ Groch (Wiato)	32	29	22	22	21	21	11	14	14
Jęczmień+ Groch (Fidelia)	31	25	24	22	22	23	12	12	14
Średnio	28	24	23	20	19	21	12	12	12

Źródło: [37]

## 2.4. Stan zachwaszczenia

Gatunki zbóż i strączkowych uprawiane w mieszankach są na ogół mniej zachwaszczone niż pojedyncze gatunki w siewie czystym, ze względu na większą konkurencję komponentów mieszank. Stopień zachwaszczenia mieszank uzależniony jest od ich składu gatunkowego, udziału komponentów oraz warunków pogodowych i siedliskowych [43]. W latach wilgotnych, sprzyjających rozwojowi mieszank i chwastów korzystny wpływ zasiewów mieszanych na ograniczenie zachwaszczenia ujawnia się w większym stopniu [44, 45].

W badaniach Staniak i Księżak [45], zachwaszczenie mieszank strączkowo-zbożowych w uprawie ekologicznej było największe przy uprawie jęczmienia z grochem. Mieszkankataka charakteryzowała się największą masą chwastów, ich liczebnością oraz ogólna liczbą gatunków w łanie. Najskuteczniej natomiast zachwaszczenie ograniczała mieszanka owsa z wyką [Tab. 6]. Z kolei Sarunate i in. [43], porównując mieszanki pszenicy jarej z grochem, łubinem, wyką i bobikiem wykazali, że najbardziej konkurencyjna w stosunku do chwastów była mieszanka pszenicy z wyką, a najmniej – z łubinem. Kilku autorów potwierdza też wzrost zachwaszczenia wraz ze zwiększającym się udziałem rośliny strączkowej w mieszance. Oznacza to większą konkurencyjność zbóż niż roślin strączkowych w stosunku do chwastów [44÷46].

Tabela 6. Świeża masa chwastów w mieszankach strączkowo-zbożowych w zależności od składu i udziału komponentów (g·m<sup>-2</sup>)

Mieszanka	Świeża masa		
	bez nawożenia	nawożenie	średnio
M1*	83,1	76,9	80,0
M2	106,2	117,7	112,0
M3	53,8	76,8	65,3
M4	128,3	47,6	88,0
M5	355,2	243,2	299,2
M6	169,6	176,0	172,8
M7	183,7	90,2	136,9
M8	101,6	101,1	101,3
Średnio	147,7	116,2	131,9

Źródło: Staniak i Książak [45- 2010]

\*M1 – owies 50% + groch 50%

M2 – owies 25% + groch 75%

M3 – owies 50% + wyka 50%

M4 – owies 25% + wyka 75%

M5 – jęczmień 50% + groch 50%

M6 – jęczmień 25% + groch 75%

M7 – jęczmień 50% + wyka 50%

M8 – jęczmień 25% + wyka 75%

### 3. Wartość pokarmowa mieszanek

#### 3.1. Uprawianych na nasiona

Mieszanki roślin strączkowych ze zbożami stanowią ważny element produkcji surowców paszowych, zarówno nasion, jak i materiału kiszonkarskiego. Wykorzystywane są w żywieniu zwierząt monogastrycznych oraz przeżuwających ze względu na dużą wartość pokarmową. Uprawa mieszanek strączkowo-zbożowych przyczynia się do zmniejszenia kosztów związanych z produkcją białka strawnego oraz energii [47]. Wartość pokarmowa mieszanek w dużym stopniu zależy od składu mieszanki i udziału komponentów w plonie. Książak i Staniak [6] wykazali, że zwiększenie udziału łubinu wąskolistnego w mieszankach z różnymi gatunkami zbóż jarych wpływa na większą koncentrację białka i tłuszczu, ale także włókna, popiołu i potasu w plonie nasion. Większy udział łubinu w mieszance nie powodował natomiast dużych zmian w zawartości wapnia i magnezu. Według tych Autorów najkorzystniejsza pod względem zawartości białka w nasionach była uprawa łubinu wąskolistnego z pszenicą. W innych badaniach Staniak i in. [9] wykazali, że zwiększający się udział rośliny strączkowej w mieszankach grochu z jęczmieniem również powodował wzrost zawartości białka ogólnego i tłuszczu surowego w plonie nasion, natomiast miał niewielki wpływ na zawartość P, K i Mg.

Tabela 7. Zawartość podstawowych składników pokarmowych w plonie mieszanek (%), w zależności od udziału i odmiany grochu

Udział grochu w mieszance (%)	2011		2012		2013	
	Wiato	Tarchalska	Wiato	Tarchalska	Wiato	Tarchalska
białko ogólne						
40	15,6a	16,6a	15,3a	14,9a	17,8a	16,8a
60	17,2b	18,8b	16,3a	15,1a	18,4b	18,1b
80	14,4b	18,7b	18,4b	18,0b	19,5c	19,1c
włókno surowe						
40	1,59c	1,69b	2,92b	2,96b	3,52c	3,55c
60	1,46b	1,38a	2,74ab	2,94ab	3,35b	3,46b
80	1,32a	1,30a	2,65a	2,74a	3,19a	3,29a
tłuszcz surowy						
40	2,37a	2,49b	2,27a	2,64b	2,50b	2,42a
60	2,42ab	2,40ab	2,30a	2,63b	2,44a	2,45a
80	2,44a	2,43a	2,34b	2,51a	2,81c	2,50b
popiół						
40	2,04a	2,33a	2,02a	2,01a	2,71a	2,92a
60	2,32b	2,52b	2,13b	2,15b	2,92b	3,21b
80	2,39b	2,82c	2,32c	2,39c	3,13c	3,27b

Źródło: [7]

W badaniach Księżaka i in. [7] znaczący wpływ na zawartość białka, tłuszczu, popiołu i włókna surowego miały: udział i odmiana grochu [Tab. 7]. Zwiększenie udziału rośliny strączkowej powodowało wzrost zawartości białka i tłuszczu, ale powodowało również zwiększenie ilości popiołu i włókna. Większy udział grochu powodował niewielki wzrost zawartości potasu, niezależnie od odmiany, nie miał natomiast wpływu na zawartość fosforu. Szpunar-Krok i in. [48] badali skład chemiczny mieszanek ziarna owsa nagoziarnistego i nasion bobiku [Tab. 8]. Autorzy Ci stwierdzili, że plon mieszanek był lepiej zbilansowany pod względem żywieniowym niż nasiona z czystych zasiewów tych gatunków. Wartość pokarmowa mieszanki uzależniona była od udziału poszczególnych komponentów w plonie. Uprawa mieszanek powodowała rozszerzenie proporcji  $K/(Ca+Mg)$ ,  $Fe/Mn$  i  $K/Mg$ , które w przypadku owsa nieoplewionego miały mniej korzystne wartości. Pisulewska [34, 49, 50] z kolei badała wartość odżywczą białka mieszanek, wyrażoną za pomocą wskaźnika aminokwasów egzogennych – EAAI Osera i wskaźnika aminokwasu ograniczającego – CS Blocka i Mitchella. Mieszanki ozime pszenżyta z wyką charakteryzowały się wyższym wskaźnikiem EAAI niż mieszanki żyta z wyką, zaś aminokwasem, który ograniczał wartość odżywczą białka była izoleucyna. W mieszkach jarych natomiast najniższy wskaźnik wartości odżywczej białka EAAI występował w mieszance pszenżyta z grochem. Wysoka zawartość lizyny, izoleucyny i treoniny występowała w mieszance pszenżyta jarego z grochem.

### **3.2. Uprawianych na kiszonkę**

Zielonka z mieszanek strączkowo-zbożowych może stanowić alternatywną paszę objętościową dla przeżuwaczy [27]. Księżak i Borowiecki [51] największe przyrosty masy ciała zwierząt oraz najmniejsze zużycie paszy na 1 kg przyrostu uzyskali w żywieniu tuczników mieszanką grochu z pszenżytem. U tuczników żywionych grochem z pszenżytem zużycie energii metabolicznej i białka na 1 kg przyrostu było mniejsze niż u żywionych grochem z jęczmieniem lub pszenicą. Grela i in. [52] nie potwierdzają jednak tych wyników. Autorzy Ci stwierdzili mniejsze przyrosty tuczników i większe zużycie paszy na 1 kg przyrostu u zwierząt karmionych mieszanką grochu z pszenżytem w porównaniu z żywionym jęczmieniem. Według Księżaka [53] odmiana grochu w małym stopniu wpływała na wartość energetyczną mieszanek grochu z jęczmieniem wyrażoną w MJ energii metabolicznej. Wzrost udziału nasion grochu przy wysiewie z 30 do 70% powodował niewielki wzrost energii metabolicznej i białka.

Borowiecki i Księżak [54] stwierdzili, że wartość energetyczna suchej masy mieszanek, wyrażona w jednostkach paszowych produkcji mleka (JPM) i produkcji żywca (JPŻ), była lepsza w mieszankach grochu z jęczmieniem niż grochu z owsem. Wartość pokarmowa białka natomiast była korzystniejsza w mieszance grochu z owsem. Wartość pokarmowa dotyczy białka trawionego w jelicie cienkim pochodzącego z paszy (BTJP), białka pochodzenia mikrobiologicznego odpowiadającego ilości białka paszy ulegającego rozkładowi w żwaczu (BTJN) i białka pochodzenia mikrobiologicznego odpowiadającego ilości masy organicznej paszy fermentowanej w żwaczu (BTJE). Autorzy Ci stwierdzili również, że zwiększenie udziału grochu przy wysiewie do 70% powodowało polepszenie wartości białkowej, w mieszankach z jęczmieniem o 14%, a z owsem – o 7%. Kiszonka z mieszanek grochu z jęczmieniem, stosowana w żywieniu bydła mlecznego sprzyja większej produkcji mleka i przyrostom żywej wagi bydła niż żywionych kiszonką z samego jęczmienia [55]. Według Kraszewskiego i in. [56] kiszonka z mieszanki grochu, owsa i jęczmienia może być stosowana w żywieniu 11-70-dniowych cieląt, jako wyłączna pasza objętościowa. Skowborg i Kristensen [55] porównywali przyrosty żywej wagi krów mlecznych karmionych mieszanką grochu z jęczmieniem i samym jęczmieniem. Autorzy uzyskali wyższą produkcję mleka oraz większe przyrosty żywej wagi krów karmionych mieszanką. Ponadto przyrosty żywej wagi krów zwiększały się wraz ze wzrostem udziału grochu w kiszonce z mieszanki.

Ceglarek i in. [20, 21] donoszą, że znaczący wpływ na zawartość białka w mieszankach ma również termin ich zbioru. Autorzy stwierdzili istotny spadek zawartości białka w materiale paszowym spowodowany opóźnieniem terminu zbioru mieszanek z fazy kłoszenia do fazy dojrzałości mleczno-woskowej i pełnej pszenżyta.

Tabela 8. Skład chemiczny nasion owsa, odmian bobiku i ich mieszanek

Obiekty	Zawartość makroelementów					Zawartość mikroelementów			
	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Mn	Zn	Cu
	g·kg <sup>-1</sup>					mg·kg <sup>-1</sup>			
Owies	4,7	3,7	0,7	1,4	4,0	41,3	38,3	29,3	9,5
Owies+Albus	5,4	3,0	0,8	1,2	8,0	42,5	29,6	36,0	10,0
Owies+Akord	5,8	3,2	0,8	1,3	6,0	43,0	29,1	35,8	10,0
Owies+Titus	5,9	6,3	0,8	1,3	5,8	42,1	26,9	35,6	10,3
Albus	6,0	11,8	1,2	1,2	20,8	42,8	17,8	48,0	10,8
Akord	6,5	11,7	1,2	1,2	21,8	44,8	17,9	50,4	11,5
Titus	6,6	11,8	1,2	1,3	25,6	45,6	19,9	49,3	11,3
NIR <sub>0,05</sub> -LSD <sub>0,05</sub>	1,0	4,4	0,5	r.n.	16,2	r.n.	12,6	12,6	r.n.

Źródło: [48]

r.n – różnica nieistotna

#### 4. Wnioski/Podsumowanie

Jednym z ważniejszych czynników decydujących o plonie i jego jakości jest dobór komponentów oraz ich udział w mieszance. Zwiększenie udziału rośliny strączkowej, niezależnie od gatunku i odmiany powoduje na ogół istotne zmniejszenie plonu mieszanek. Spośród mieszanek łubinu ze zbożami jarymi największe plony osiągnięto z pszenżytem, który również w mieszankach z grochem był lepszym komponentem niż pszenica czy jęczmień. Groch plonował na wyższym poziomie z oplewionymi formami jęczmienia i owsa niż z nagoziarnistymi. Owies z kolei był gorszym komponentem dla strączkowych w porównaniu z jęczmieniem i pszenżytem.

Mieszanki strączkowo-zbożowe mogą być uprawiane na glebach gorszych o jedną klasę bonitacyjną niż w czystych zasiewach. Ponadto osiągają wyższy poziom plonów na glebach ciężkich (czarna ziemia, gleba brunatna wytworzona z lessu, mada brunatna) niż na glebach lżejszych.

Zwiększenie dawki azotu stosowanego pod mieszanki strączkowo-zbożowe prowadzi do wzrostu poziomu plonowania komponentu zbożowego, ale zmniejsza udział rośliny strączkowej w plonie. Najskuteczniej zachwaszczenie ogranicza mieszanka owsa z wyką, zaś najmniej uprawa jęczmienia z grochem. Wzrost udziału rośliny strączkowej w mieszance korzystnie wpływa na koncentrację białka i tłuszczu oraz zwiększa zawartość włókna surowego i aminokwasów egzogennych.

#### Literatura

1. Kotwica K., Rudnicki F., *Efekty uprawy jarych mieszanek zbożowych i zbożowo-strączkowych na glebie kompleksu żyniego dobrego*, Acta Scientiarum Polonorum, Agricultura, 3 (1), (2004), s. 149-156
2. Artyszak A., *Dobór komponentów i skład mieszanek z udziałem jarych roślin strączkowych uprawianych na nasiona – przegląd literatury*, Postępy Nauk Rolniczych, 4 (1993), s. 81-87
3. Rudnicki F., Wasilewski P., *Wpływ doboru gatunków i ilości opadów na wydajność jarych mieszanek zbożowych*, Fragmenta Agronomica, 4 (40), (1993), s. 95-96

4. Michalski T., Weber Z., Gołębiak B., Osiecka B., Bieliński S., *Uprawa mieszanek jako agrotechniczna metoda ochrony zbóż przed chorobami*, Postępy Ochrony Roślin, 36 (1), (1996), s. 229-236
5. Rudnicki F., *Środowiskowe uwarunkowania uprawy mieszanek zbożowych i zbożowo-strączkowych*, Materiały Konferencji Naukowej „Przyrodnicze i produkcyjne aspekty uprawy roślin w mieszankach”, AR Poznań, (1999), s. 28-38
6. Książak J., Staniak M., *Evaluation on mixtures of blue lupine (*Lupinus angustifolius* L.) with spring cereals grown for seeds in organic farming system*, Journal of Food Agriculture and Environment, 11(3/4), (2013), s. 1670-1676
7. Książak J., Bojarszczuk J., Staniak M., *Evaluation of yielding of mixtures of *Pisum sativum* L. with *Triticum aestivum* L. grown in organic farming*, Acta Agrobotanica, 69 (3), (2016), s. 1681
8. Książak J., Bojarszczuk J., Staniak M., *Evaluation of yielding of pea mixtures with spring wheat grown for seed on good soils*, Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering, 59 (4), (2014), s. 20-25
9. Staniak M., Książak J., Bojarszczuk J., *Estimation of productivity and nutritive value of pea-barley mixtures in organic farming*, Journal of Food Agriculture and Environment, 10 (2), (2012), s. 318-323
10. Bojarszczuk J., Książak J., Staniak M., *Evaluation of yielding of oats-pea mixtures cultivated in organic farming*, Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering, 59 (3), (2014), s. 12-16
11. Köpke J., *Ackerbohnen: eine Gefahr für das Trinkwasser?*, Lebendige Erde, (1991), s. 81-87
12. Krawczyk R., Jakubiak S., *Usefulness assessment of selected herbicides in cropping mixture of spring cereals and field pea*, Materiały konferencyjne „The economic importance and biology of crop yields mixed”, AR Poznań, (2006), s. 10-11
13. Noworolnik K., *Usefulness of naked cultivars of barley and oats to blends with pea*, Materiały Konferencji Naukowej „The economic importance and biology of crop yields mixed”, AR Poznań, (2006), s. 46-47
14. Podleśny J., Podleśna A., *Evaluation of usefulness of self-determinate and traditional variety of yellow lupine to cultivation at mixture with spring triticale*, Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering, 61(4), (2016), s. 124-131
15. Szczygielski T., *Yielding of legume-cereal mixtures*, Fragmenta Agronomica, 4 (1993), s. 187-188
16. Książak J., Magnuszewska K., *Yielding of pea and cereals mixtures in selected country region*, Fragmenta Agronomica, 3 (1999), s. 89-96
17. Buraczyńska D., Ceglarek F., *Plon i skład chemiczny nasion mieszanek strączkowo-zbożowych*, Fragmenta Agronomica, 26 (3), (2009), s. 15-24
18. Wenda-Piesik A., Rudnicki F., *Przydatność trzech typów morfologiczno-użytkowych grochu do uprawy w mieszankach z jęczmieniem jarym lub pszenżytem jarym*, Fragmenta Agronomica, 25 (3), (2008), s. 214-223
19. Książak J., *Evaluate the usefulness of self-finishing variety vetch to mixtures with spring cereals*, Materiały konferencyjne „Plant Breeding” Poznań, (1997), s. 131-134
20. Ceglarek F., Buraczyńska D., Płaza A., *Plonowanie i wartość paszowa mieszanek strączkowo-zbożowych*, Materiały konferencyjne: Stan i perspektywy uprawy mieszanek zbożowych, AR Poznań, (1994), s. 157-161

21. Ceglarek F., Buraczyńska D., Płaza A., *Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na plonowanie mieszanek pszenżyta jarego z roślinami strączkowymi*, Zeszyty Naukowe AR Szczecin, 65 (1997), s. 55-60
22. Kotwica K., Rudnicki F., *Mixture of spring with legumes in the light soil*, Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 495 (2003), s. 163-170
23. Książak J., *Rozwój roślin grochu i jęczmienia jarego w mieszkach na różnych typach gleb*, Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 516 (2007), s. 83-90
24. Kotecki A., *Wpływ składu gatunkowego oraz zróżnicowanego udziału komponentów w mieszkach na plon nasion peluski uprawianej w różnych warunkach glebowych*, AR Wrocław, Rozprawa habilitacyjna, 82 (1990), s. 1-54
25. Kuś J., Nawrocki S., *Produkcyjność różnych gleb w doświadczeniach mikropoletkowych. Cz. I. Plonowanie roślin*, Pamiętnik Puławski, 7 (1983), s. 7-25
26. Martin M. P. L. D., Snaydon R. W., *Intercropping barley and beans. I. Effects of planting pattern*, Experimental Agriculture, 18 (1982), s. 139-148
27. Książak J., *Wartość pokarmowa mieszanek roślin strączkowych ze zbożami*, Studia i Raporty IUNG-PIB, 41(15), (2014), s. 181-193
28. Sypniewski J., *Growing fodder legumes*, PWRiL, Warszawa, (1989)
29. Wasilewski P., *Yielding of cereale-leguminousemixtures on goodryesoilcomplex*, Materiały Konferencji Naukowej „Przyrodnicze i produkcyjne aspekty uprawy roślin w mieszkach”, AR Poznań, (1999), s. 122-123
30. Rudnicki F., Kotwica K., *Comparison of yielding of cerealemixtures and cereale-leguminouse mixtures on goodryesoilcomplex*, Materiały Konferencji Naukowej „Przyrodnicze i produkcyjne aspekty uprawy roślin w mieszkach”, AR Poznań, (1999), s. 98-99
31. Kotwica K., Rudnicki F., *Competitionbetween spring triticale and yellowlupine in mixture*, Materiały onferencyjne „Przyrodnicze i produkcyjne aspekty uprawy roślin w mieszkach”, AR Poznań, (1999), s. 56-57
32. Rudnicki F., Kotwica K., *Comparison of cereal-legumemixtures on good wheatsoilcomplex*,Materiały Konferencji Naukowej „Przyrodnicze i produkcyjne aspekty uprawy roślin w mieszkach”, AR Poznań, (1999a), s. 96-97
33. Książak J., *The yield components of mixture of pea with cereals depending on different levels of soil moisture*, Roczniki Naukowe AR Poznań, 66 (2006), s. 187-193
34. Pisulewska E., *Effects of N fertilization and a season on the yield of rye and winter triticale grown in monocultures or in mixed crops with vetch*, Materiały Konferencji Naukowej „State and perspectives of cereal mixtures cultivation” Poznań, (1994), s. 180-185
35. Triboui E. *Détermination in situ de la quantitéd’azotefixéesymbiotiquementpar la vesceen culture associée avec l’avoine*, Les Colloques de l’INRA, Paris, 37 (1985), s. 265-270
36. Hauggaard-Nielsen H, Ambus P, Jensen E. S., *The comparison of nitrogen use and leaching in sole cropped versus intercropped pea and barley*, Nutrient Cycling in Agroecosystems, 65 (2003), s. 289-300
37. Podgórska-Lesiak M, Sobkowicz P, Lejman A., *Dynamics of nitrogen uptake and utilization efficiency in mixtures of spring barley with field pea*, FragmentaAgronomica, 28 (3), (2011), s. 100-111
38. Ceglarek F., Rudziński R., Płaza A., Buraczyńska D., *Wartość pokarmowa wyki siewnej uprawianej w siewie czystym i współrzędnym w warunkach siedliskowych środkowo-wschodniej Polski*, Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 516 (2007), s. 19-26
39. Wanic M., Michalska M., *Wpływ oddziaływań konkurencyjnych pomiędzy jęczmieniem jarym i grochem siewnym na zawartość makroelementów w różnych częściach roślin*, Fragmenta Agronomica, 26 (3), (2009), s. 162-174



40. Sobkowicz P., Podgórska-Lesiak M., *Ocena oddziaływania jęczmienia uprawianego w mieszance z pszenżytem lub grochem w zależności od dawki nawożenia azotem*, *Fragmenta Agronomica*, 26 (1), (2009), s. 115-126
41. Sobkowicz P., *Competition between triticale (Triticosecale Witt.) and field beans (Viciafaba var. minor L.) in additive intercrops*, *Plant Soil and Environment*, 52 (2006), s. 47-54
42. Sobkowicz P., Śniady R., *Nitrogen uptake and its efficiency in triticale (Triticosecale Witt.) – field beans (Viciafaba var. minor L.) intercrop*, *Plant Soil Environment*, 50 (2004), s. 500-506
43. Šarūnaitė L., Deveikytė I., Kadžiulienė Ž., *Intercropping spring wheat with grain legume for increased production in an organic crop rotation*, *Žemdirbystė Agriculture*, 97 (3), (2010), s. 51-58
44. Bojarszczuk J., Staniak M., Księżak J., *Weed infestation of mixture of pea with spring wheat cultivated in organic system*, *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 58 (3), (2013), s. 33-40
45. Staniak M., Księżak J., *Weed infestation of legume-cereal mixtures cultivated in organic farming*, *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 55 (4), (2010), s. 121-125
46. Buraczyńska D., *Weed infestation of legume-cereal mixtures associated with different quantitative and qualitative composition*, *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin*, 49 (2), (2009), s. 779-783
47. Szałajda R., *Plonowanie dwugatunkowych mieszanek roślin strączkowych z dodatkiem owsa uprawianych na nasiona*, *Materiały Konferencji Naukowej „Stan i perspektywy uprawy mieszanek zbożowych”*, AR Poznań, 2 grudnia (1994), s. 175-179
48. Szpunar-Krok E., Bobrecka-Jamro D., Tobiasz-Salach R., *Plonowanie owsa nagoziarnistego i bobiku uprawianych w siewie czystym i w mieszankach*, *Fragmenta Agronomica*, 26 (2), (2009), s. 145-151
49. Pisulewska E., *The total protein content and its amino acid composition of winter grain-legume mixtures as affected by crop production techniques*, *Acta Agrobotanica*, XXXIII (1995a), s. 117-126
50. Pisulewska E., *The effect of botanical composition of spring grain-legume mixtures on protein yield and its amino acid composition*, *Acta Agrobotanica*, XXXIII (1995b), s. 107-115
51. Księżak J., Borowiecki J., *Mieszanki roślin strączkowych ze zbożami w tuczu świń*, *Roczniki Naukowe Zootechniki, Suplement*, 6 (2000), s. 176-180
52. Grela E., Skórnicki H., Zuba J., *Efektywność mieszanek pełnoporcjowych z udziałem nasion grochu i peluszek w żywieniu tuczników*, *Biuletyn Informacyjny Przemysłu Paszowego*, 3 (1992), s. 13-24
53. Księżak J., *Cultivation of pea/barley mixtures as a good agricultural practice in production feed for porkers*, *Materiały Konferencji Naukowej „Best practices in agricultural production”*, Puławy, (1998), s. 263-270
54. Borowiecki J., Księżak J., *Evaluating nutritive value of legume-cereal mixtures as raw material for silage production*, *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 462 (1998), s. 41-48
55. Skovborg E. B., Kristensen V. F., *Whole-crop barley, -peas and -field beans for dairy cows*, *Beretning fra Faelles udvalget for statens planteavl- og husdyrbrugsforøg*, (1988)
56. Kraszewski J., Wawrzyńczak S., Bielak F., Wawrzyński M., Kozłowski J., *Przydatność kiszonki zbożowo-strączkowej w opasaniu młodego bydła*, *Roczniki Naukowe Zootechniki*, 22 (1), (1995), s. 221-229

### **Przydatność mieszanek strączkowo-zbożowych jako surowca do produkcji pasz**

Celem pracy była analiza i ocena możliwości plonotwórczych oraz wartości pokarmowej wybranych mieszanek strączkowo-zbożowych w zależności od różnych uwarunkowań agrotechnicznych. Uprawa zbóż w mieszankach z roślinami strączkowymi jest korzystna ze względu na liczne walory produkcyjne i agrotechniczne. Poziom plonowania mieszanek uzależniony jest od rodzaju komponentów oraz ich udziału w mieszance. Zwiększanie udziału nasion rośliny strączkowej w mieszance siewnej powoduje zmniejszenie plonu nasion. Mieszanki są bardziej tolerancyjne w stosunku do rodzaju gleby niż zasiewy czyste. Wyższe plony osiągają na glebach ciężkich. Wyjątek stanowi lubin, który dobrze plonuje na glebach lżejszych. Wzrost dawki nawożenia azotowego prowadzi do zwiększenia plonu komponenta zbożowego oraz do zmniejszenia udziału rośliny strączkowej w plonie. Współudział roślin strączkowych w plonie mieszanki poprawia wartość energetyczno-białkową paszy. Zawartość białka i tłuszczu surowego zwiększa się wraz ze wzrostem udziału rośliny strączkowej w plonie mieszanki. Zasiewy mieszane są skutecznym sposobem regulacji zachwaszczenia oraz ograniczają rozprzestrzenianie się chorób i szkodników. Słowa kluczowe: mieszanki strączkowo-zbożowe, pasze

### **The usefulness of legume and cereal mixtures as raw material for feed production**

The aim of the study was to evaluate the yielding potential and nutritional value of selected cereal and legumes mixtures depending on different agronomic conditions. Cultivation of cereals in legume mixtures is beneficial due to the numerous productional and agrotechnical qualities. The level of yield is dependent on the type of components and their contribution to the mix. Increasing the participation of legumes in seed mix results in a decrease in seed general yield. Mixtures are more tolerant of soil type than pure sowing. They are yielding higher on heavy soils. An exception is the lupine, which is yielding well on lighter soils. The increase in the nitrogen fertilization leads to an increase in the yield of the cereal component and to a decrease in the participation of the legume in the yield. Contribution of legumes in mixtures improves the energy-protein value of the forage. The protein and raw fat content increases with the increase in the participation of the legumes in the mixture yield. Mixed crops are an effective way to control weed, control and limit the spread of diseases and pests.

Keywords: legume and cereal mixtures, feed production

## **Detekcja modyfikacji Roundup Ready<sup>®</sup> w komercyjnie dostępnych nasionach soi**

### **1. Biotechnologia dawniej i dziś**

Od zarania dziejów ludzie prowadzili selekcję wśród odmian dzikich gatunków roślin uprawnych, w celu ich udomowienia i udoskonalenia. Człowiek dobierał rośliny lepiej przystosowane do warunków środowiskowych, charakteryzujące się większym plonem i bardziej odporne na różnego rodzaju choroby. Było to działanie nieświadome, ale ukierunkowane na uzyskanie bardziej korzystnych i wydajnych rozwiązań [1]. Technika klasycznej selekcji prowadzonej w celu uzyskania nowej odmiany rośliny jest procesem mozolnym i długoterminowym (trwającym np. 10-15 lat dla roślin jednorocznych). Niejednokrotnie taka praktyka, oprócz korzyści w postaci większych zbiorów i lepszej jakości skutkowałą zobowiązaniami, ponieważ uprawy wymagały jeszcze większej troski i nakładów ze strony rolnika.

Żyjemy w bardzo dynamicznych czasach, w których szybkie tempo życia idzie w parze z produkcją zaspakajającą rosnące potrzeby człowieka – konsumenta. Ta tendencja dotyczy praktycznie każdej sfery naszego życia, również ekonomicznej. Konsumpcjonizm i duża konkurencja wymusza na producentach korzystanie z nowych rozwiązań polegających na stałym zwiększaniu produktywności i plenności roślin [2]. Niestety, tendencja ta często przyczynia się również do spadku jakości i wartości żywnościowych produktów spożywczych.

Nowoczesna biotechnologia, dysponująca wachlarzem narzędzi molekularnych, umożliwiających szybkie i precyzyjne przenoszenie pożądanego genu rozwiązuje te problemy. W efekcie zwiększa się jakość produktu końcowego. Biotechnologiczny trend niesie za sobą nowe rozwiązania, ponieważ naukowcy odkryli możliwości wykorzystania rekombinowanego DNA w celu przyspieszenia rozwoju nowych odmian nie tylko roślin uprawnych, ale i mikroorganizmów lub zwierząt. Klasyczne metody hodowli zostały zastąpione szybszymi metodami inżynierii genetycznej, której początków należy doszukiwać się w latach osiemdziesiątych ubiegłego wieku. W tym czasie zaczęto otrzymywać pierwsze rośliny transgeniczne, do których w procesie transgenezy został wprowadzony fragment DNA, wbudowany następnie do genomu komórek danej rośliny. Technika ta pozwala na przenoszenie transgenów pochodzących nawet z odległych odmian czy gatunków (uniwersalność kodu genetycznego), co w przypadku klasycznej hodowli jest niemożliwe [2, 3].

W celu określenia definicji genetycznie modyfikowanych organizmów należy sięgnąć do Dyrektywy Unijnej 2001/18/WE, w której określono, że GMO to:

---

<sup>1</sup> emilia.wojdas@med.sum.edu.pl, Katedra i Zakład Biologii Molekularnej, Wydział Farmaceutyczny z Oddziałem Medycyny Laboratoryjnej w Sosnowcu, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

„organizm z wyjątkiem istoty ludzkiej, w którym materiał genetyczny został zmieniony w sposób niezachodzący w warunkach naturalnych wskutek krzyżowania i/ lub naturalnej rekombinacji” [4].

Produkty biotechnologiczne (w tym GMO) często charakteryzują się wysokim poziomem innowacyjności w różnych rodzajach przemysłu i gospodarki. Genetycznie modyfikowana soja Roundup Ready<sup>®</sup>, tolerancyjna na herbicyd Roundup<sup>®</sup>, całkowicie zrewolucjonizowała technologię uprawy tej rośliny, znacznie zmniejszając koszty, zwiększając zyski z plonów i ergonomię uprawy [5].

### **1.1. Stanowisko Polski w sprawie GMO**

W obecnym kształcie polskie prawo dąży do całkowitej likwidacji upraw roślin GM nierejestrowanych. Złożone postępowanie administracyjne ma na celu zniechęcenie producentów do podjęcia tego typu upraw [2]. Argumenty związane z zablokowaniem legalnej (w myśl przepisów Unijnych) uprawy GMO na rynku Polskim dotyczą obaw o bezpieczeństwo środowiska przyrodniczego kraju, stan środowiska pod względem polityki rolnej, w aspekcie planowania urbanistycznego, użytkowania terenu lub ze względów społeczno-ekonomicznych [3].

Obowiązujący obecnie zakaz stosowania na terenie Polski materiału siewnego odmian GMO roślin uprawnych jest determinowany obawami społeczeństwa i argumentami świadczącymi o negatywnym wpływie na środowisko, zdrowie ludzi i zwierząt oraz wszelkiego rodzaju inne aspekty poruszające kwestie bezpieczeństwa. Producent rolny, który wbrew zakazowi zastosuje materiał siewny odmian genetycznie modyfikowanych zostanie każdorazowo ukarany sankcją pieniężną w wysokości 200% wartości zastosowanego materiału siewnego oraz nakazem zniszczenia tej uprawy [3, 6, 7].

Na terenie UE, a co za tym idzie również na terenach krajów członkowskich, w tym Polski dopuszczone do uprawy są odmiany GM wpisane do Unijnego Rejestru Odmian. Bezwzględnie wymagane jest też stosowanie się do zasad koegzystencji dających możliwość współistnienia, a w konsekwencji rozwoju innych rodzajów rolnictwa (w tym konwencjonalnego i ekologicznego) [6, 8].

W Polsce jasne zasady koegzystencji nie zostały sprecyzowane. Niespójność przepisów państwowych z unijnymi aktami prawnymi uniemożliwia pełną kontrolę oraz ocenę powierzchni i skali upraw w Polsce. Obowiązuje zakaz obrotu materiałem siewnym odmian GM, ale możliwy jest jego zakup w innych krajach UE. Istotnym dokumentem, w którym zawarte są informacje o dostępnych odmianach roślin uprawnych jest Księga Rejestracyjna. Dokument jest nadzorowany przez instytucję podległą Ministerstwu Rolnictwa i Rozwoju Wsi (MRiRW) – Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych (COBORU) [9].

### **1.2. Komercyjne wykorzystanie i celowość wprowadzanej modyfikacji**

W założeniu wprowadzane transgeny (modyfikacje) pozwalają uzyskać rośliny lepsze pod każdym względem, w porównaniu do swoich konwencjonalnych odpowiedników. Obecnie jakość roślin genetycznie modyfikowanych (GM) i ich cechy użyt-

kowe są poprawiane metodami inżynierii genetycznej. Celem modyfikacji roślin, szczególnie ważnym z ekonomicznego punktu widzenia, jest ich „wyposażenie” w odporność na herbicydy. Należy podkreślić, że zachwaszczenie pól uprawnych stanowi jedno z największych zmartwień większości rolników. Rok rocznie obserwuje się wzrost zainteresowanie uprawą odmian roślin odpornych na herbicydy. Eliminacja chwastów należy do podstawowego zestawu zabiegów pielęgnacyjnych pól uprawnych i generuje wysokie koszty [8]. Modyfikacje skutkujące odpornością na herbicydy minimalizują wydatki związane z utrzymaniem i pielęgnacją upraw oraz pozwalają na znacznie skuteczniejszą (w porównaniu z konwencjonalną) ochronę przed zachwaszczeniem. Wielkopowierzchniowe uprawy stosowane są dziś powszechnie, w wyniku czego skala problemu jest znaczna. Uprawa roślin odpornych na herbicyd pozwala na zmniejszenie liczby oprysków (redukcja ilości stosowanych preparatów i częstości oprysków) przy jednoczesnej redukcji kosztów i upraszczaniu zabiegów agrotechnicznych stosowanych dotychczas (obniżenie wydatków związanych z eksploatacją sił i środków niezbędnych do podjęcia zabiegów agrotechnicznych) [6].

## 2. Charakterystyka soi Roundup Ready® (GTS 40-3-2)

Linie modyfikowanej soi (*Glycine max* L.) RoundupReady® opracowano w celu opracowania odmiany odpornej na Roundup®, popularny chwastobójczy środek chemiczny. Modyfikację wprowadzono przy wykorzystaniu metody biobalistycznej, a pomysłodawcą jest koncern Monsanto. Odmiana przeznaczona jest do spożycia przez ludzi oraz na cele paszowe, w UE dopuszczona do obrotu od 2005 roku [10].

Glifosat (składnik czynny herbicydu Roundup®) blokuje enzym EPSPS, który uczestniczy w syntezie aminokwasów aromatycznych, niezbędnych roślinie do przeżycia. Modyfikacja polega na wprowadzeniu genu CP4 EPSPS, którego donorem jest bakteria glebowa *Agrobacterium tumefaciens*. Bakteryjny gen koduje analogiczne do roślinnego białko enzymatyczne EPSPS, z tą tylko różnicą, że nie jest ono blokowane przez glifosat. W normalnych warunkach (brak oprysków) oba białka (i roślinne i bakteryjne) są w roślinie ekspresjonowane w sposób niezaburzony [11, 12].

Tabela 1. Skrótowe tabelaryczne przedstawienie wprowadzonych elementów genetycznych wraz ze specyfikacją w modyfikowanej soi Roundup Ready®

Code	CP4EPSPS
<b>Name</b>	5-enolpyruvyl shikimate-3-phosphate synthase
<b>Type</b>	HT
<b>Promoter, other</b>	EnhancedCaMV 35S chloroplast transit peptide from <i>Petunia hybrida</i>
<b>Terminator</b>	<i>A.thumefaciens</i> snopalinesynthase (nos) 3'-untranslated region
<b>Copies</b>	1
<b>From</b>	Native; also 2 partial genes (250 bp; 72 bp)

Źródło: [12]

Modyfikacja polegająca na uodpornieniu soi na glifosat jest bardzo popularna, z uwagi na znaczne uproszczenie zabiegów agrotechnicznych oraz obniżenie kosztów związanych z ochroną uprawy (nie wymagane są wieloetapowe opryski, mniejsze zużycie paliwa, oszczędność czasu). Herbicydy na bazie glifosatu charakteryzują się wysoką skutecznością wobec chwastów jednorocznych i wieloletnich. Warto zaznaczyć, że chwastobójcza skuteczność herbicydu jest mniej szkodliwa dla środowiska, pod względem ilości aplikacji różnego rodzaju herbicydów wymagających niejednokrotnie kilkukrotnego opryskiwania uprawy.

Soja jako roślina uprawna jest niezwykle cenna z ekonomicznego punktu widzenia. Nasiona soi mają wiele zastosowań w przemyśle spożywczym. Stanowią między innymi źródło oleju roślinnego, margaryn, a wysokobiałkowe komponenty, mają duże znaczenie w rolnictwie (pasze dla zwierząt) lub przemyśle spożywczym jako składnik wielu przetworzonych produktów spożywczych. Surowe i niemodyfikowane ziarna soi zawierają inhibitory tripsyny charakteryzujące się w pewnym stopniu toksycznością po spożyciu, w wyniku czego mogą wywołać efekt alergizujący w postaci wysypek, obrzęków u alergików. Szlak biosyntezy aminokwasów aromatycznych nie zachodzi w organizmach zwierząt. Glifosat nie wykazuje wysokiej toksyczności wobec tych organizmów (oczywiście w zalecanych stosowanych stężeniach) [13]. Badania potwierdziły, że wartość odżywcza (białko, tłuszcz, błonnik, węglowodany) i zdrowotna soi modyfikowanej i konwencjonalnej jest podobna [14]. Redukcja kosztów uprawy odmiany GM soi umożliwiła redukcję ceny ziarna w skupie, co z kolei rzutuje na obniżenie ceny paszy, a to na niższe ceny mięsa i produktów spożywczych, odzwierzęcych (np. jaj, mleka).

Celem niniejszej pracy była weryfikacja komercyjnie dostępnego, losowo zakupionego, nieoznakowanego materiału roślinnego (nasion soi) pod względem wykrycia modyfikacji genetycznej Roundup Ready<sup>®</sup> przy pomocy techniki nested PCR [11].

### 3. Materiały i metody

#### 3.1. Materiał badany

Materiał badany stanowiły losowo wybrane nasiona soi, dostępne w komercyjnej sprzedaży, nieoznakowane. Badaniu poddano 10 próbek nasion soi zakupionych bezpośrednio na terenie Wrocławia na lokalnych bazarach, stoiskach w sklepach ogrodnich, spożywczych oraz pośrednio – sprzedaż internetowa, wysyłkowa.

#### 3.2. Materiał referencyjny

Materiał referencyjny otrzymano z Instytutu Materiałów Referencyjnych i Miar (ang. *Institute for Reference Material and Measurements*- IRMM Belgia), zgodnie z wytycznymi europejskimi dotyczącymi materiału jako punkt odniesienia w badaniach na obecność GMO [11]. Próbkę odniesienia (1 g każda) przechowywano w oryginalnych, szklanych pojemnikach w temperaturze 4 °C (ERM BF 410 gk (ERM BF 410 gk MON040326, ERM BF 410 ak).

### 3.3. Izolacja DNA roślinnego

Przed przystąpieniem do izolacji DNA z nasion metodą CTAB rozdrobniono materiał roślinny w jałowych moździerzach, z uwzględnieniem zasad zapobiegających zanieczyszczeniu próbek [15].

Po izolacji DNA próbki analizowano pod względem ilości i jakości DNA za pomocą aparatu Nano Photometer® Pearl firmy IMPLEN. Otrzymane parametry pozwoliły włączyć materiał badany do realizacji dalszych procedur i analiz [11].

### 3.4. Badanie przesiewowe – PCR screening

Badanie przesiewowe (screeningowe) zostało przeprowadzone celem wstępnego wykrycia najczęściej używanych elementów budujących konstrukt genowy wprowadzany do roślin GM. Wyniki badania w założeniu dają wstępną informację, która pozwala stwierdzić lub wykluczyć występowanie modyfikacji genetycznej w badanej próbce. Określenie rodzaju modyfikacji wymagają dalszych specyficznych dla danej modyfikacji reakcji [15, 16].

Elementami poszukiwanymi w reakcji przesiewowej są: promotor regulujący ekspresję transgenu i terminator. Najczęściej poszukiwany jest promotor 35S, pochodzący z wirusa mozaiki kalafiora (CaMV) i terminator syntazynopaliny (NOS), pochodzący z *Agrobacterium thumefaciens*. Zidentyfikowanie jednego z wymienionych elementów może wskazywać na obecność GMO w badanej próbce. W przypadku soi Roundup Ready® możliwa jest identyfikacja obu wymienionych elementów (tak promotora 35S jak i terminatora NOS). Probówki z mieszaniną reakcyjną do przesiewowej reakcji PCR umieszczono w termocyklerze *BioRad T100*® i przeprowadzono amplifikację zgodnie z zalecanymi parametrami (Tabela.2.) [11, 16, 17].

Tabela 2. Parametry reakcji przesiewowej PCR

Etap	Temperatura	Czas
Wstępna denaturacja	95 °C	3 min
Denaturacja	95 °C	25 sec
Przylączanie starterów	62 °C	30 sec
Wydłużanie/ synteza	72 °C	45 sec
Liczba cykli	50	
Przechowywanie	4 °C	∞

Źródło: [11]

Kontrolę pozytywną i negatywną stanowiła matryca wyekstrahowana z materiału referencyjnego. W próbie ślepej wykonywanej na potrzeby reakcji PCR zamiast matrycy DNA użyto sterylnej wody dejonizowanej i demineralizowanej miliQ.

Rozdział elektroforetyczny DNA wykonano w 2% żelu agarozowym, w buforze TBE 1x stężonym, z dodatkiem bromku etydyny (0,25 µl/ml). Na żel nanoszono mieszaninę DNA i barwnika obciążającego (15% fikal 400, 0,25% Orange G), stanowiącego około 1/5 objętości roztworu DNA. Elektroforezę prowadzono w temperaturze pokojowej przez 60 minut, pod napięciem 110 V w jednej waniencie elektroforetycznej, w której

odległości pomiędzy elektrodami wynosi 30 centymetrów. W celu wizualizacji DNA do żelu dodawano bromek etydyny. Po zakończonej elektroforezie wykonano wizualizację żelu (dokumentacja elektroniczna) za pomocą aparatu Gel Doc™ EZ w programie Imagine Lab®. Wielkość badanych fragmentów DNA określono porównując ich drogę migracji względem prążków markera masy *Gene Ruler™ Plus DNA Ladder* (Thermo Scientific) [16÷18].

### 3.5. Specyficzny nested PCR

Metoda Nested PCR jest stosowana w celu zwiększenia wrażliwości klasycznej metody PCR która polega na wykonaniu dwuetapowej amplifikacji. Podczas realizacji pierwszego etapu reakcji istnieje ryzyko powstania produktów niespecyficznych. Drugi etap reakcji Nested PCR eliminuje takie ryzyko – produkt amplifikowany w pierwszym etapie reakcji staje się matrycą powielaną. W etapie drugim zwiększa to czułość i dokładność reakcji nie obniżając przy tym jej specyficzności. W pierwszym etapie reakcja przebiega przy wykorzystaniu primerów zewnętrznych, zaś do drugiego etapu wykorzystywane są charakterystyczne startery wewnętrzne. Produkty reakcji mogą być stosowane jako sonda molekularna w hybrydyzacji lub kontrola specyficzności amplifikacji matrycy.

Do przeprowadzenia reakcji wykorzystano specyficzne wobec wykrywanego konstrukt (genu CP4 EPSPS) startery zewnętrzne i wewnętrzne oraz przeprowadzono dwustopniową reakcję PCR (Tabela 3). Pary starterów RR1/RR2 i RR3/RR4 są używane do specyficznego wykrywania konstrukt Roundup Ready® w soi metodą nested PCR. W wyniku tej reakcji amplifikowany jest fragment o wielkości 169 pz [11, 16].

Tabela 3. Parametry dwustopniowej reakcji PCR

<b>I etap reakcji- Program 1: RR 1/ RR 2</b>		
<b>Wstępna denaturacja</b>	95 °C	3 min
<b>Denaturacja właściwa</b>	95 °C	30 sec
<b>Przylączanie</b>	60 °C	30 sec
<b>Wydłużanie</b>	72 °C	40 sec
<b>Liczba cykli</b>		25
<b>Wydłużanie końcowe</b>	72 °C	3 min
	4 °C	∞
<b>II etap reakcji- Program 2: RR 3/ RR 4</b>		
<b>Wstępna denaturacja</b>	95 °C	3 min
<b>Denaturacja właściwa</b>	95 °C	30 sec
<b>Przylączanie</b>	60 °C	30 sec
<b>Wydłużanie</b>	72 °C	40 sec
<b>Liczba cykli</b>		35
<b>Wydłużanie końcowe</b>	72 °C	3 min
	4 °C	∞

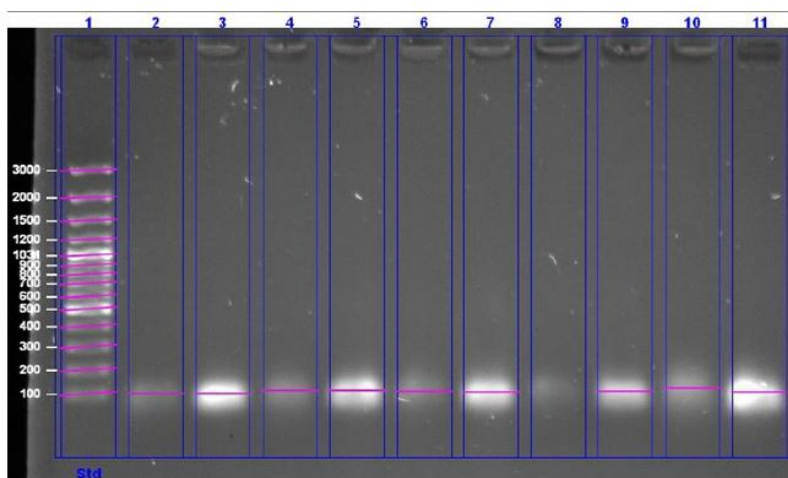
Źródło: [11]



Wykorzystano kontrole analogiczne dla reakcji PCR przesiewowej. Rozdział elektroforetyczny przeprowadzono również w analogiczny sposób.

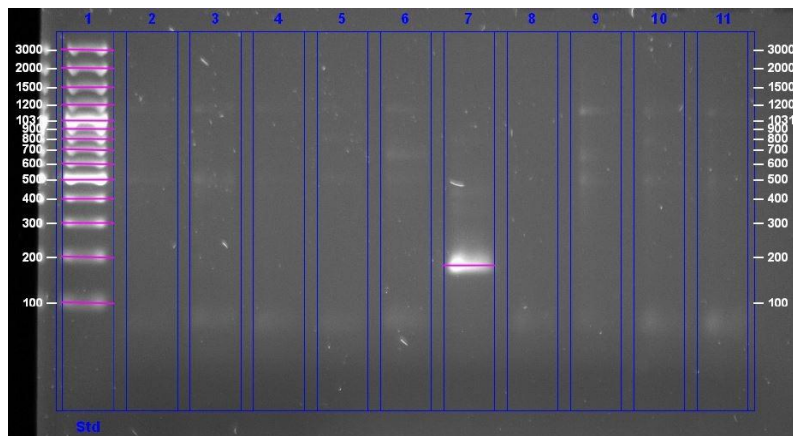
#### 4. Analiza wyników

Po przeprowadzeniu przesiewowej reakcji PCR nie otrzymano dodatniego wyniku w postaci właściwych produktów o odpowiednich masach molekularnych (123 pz dla promotora 35S i 118 pz dla terminatora NOS, Rysunek 1.), wskazujących na obecność ewentualnych konstruktów genetycznych w badanych próbkach, co może wynikać z niskiej specyficzności reakcji przesiewowej. Prążki elektroforetyczne oscylujące w granicach 100 par zasad stanowią pozostałości zastosowanych w reakcji starterów. Wielkość badanych fragmentów DNA określono porównując ich drogę migracji względem prążków markera masy *Gene Ruler™ Plus DNA Ladder* (Thermo Scientific).



Rysunek 1. Obraz elektroforetyczny po przeprowadzeniu PCR przesiewowego dla próbek soi. Na ścieżce numer 1 marker masy. Ścieżki 1 do 11 odpowiadają kolejno poszczególnym ekstraktom DNA dla konkretnych próbek badanych nasion soi. Źródło: opracowanie własne.

Pozytywny wynik przeprowadzonej specyficznej reakcji nested PCR stwierdzony zostaje na podstawie obserwacji prążka DNA o masie 169 pz. Na ścieżce nr 7 obserwuje się obecność produktu o wielkości odpowiadającej 176 pz, co może sugerować na zajście specyficznej reakcji w analizowanej próbce (Rysunek 2.). Badanie zestawu próbek soi powtórzono w całości dwukrotnie, za każdym razem potwierdzając otrzymany wynik.



Rysunek 2. Obraz elektroforetyczny po przeprowadzeniu reakcji nested PCR dla próbek soi.

Źródło: opracowanie własne

## 5. Dyskusja i wnioski

Zagadnienia związane z tematyką GMO są niewątpliwie jednymi z bardziej kontrowersyjnych kwestii ostatnich 20 lat. Od czasu wdrożenia nowoczesnych rozwiązań biotechnologicznych obserwuje się liczne publikacje naukowe, które świadczą o wielu korzyściach, z których czerpie dzisiejszy przemysł i gospodarka światowa. Wdrożenie upraw biotechnologicznych pozwala w znacznym stopniu na zmniejszenie poziomu chemizacji pól uprawnych, zredukowanie emisji dwutlenku węgla i zachowanie milionów hektarów ziemi, które musiałyby zostać zajęte przez mniej wydajne uprawy konwencjonalne. Redukcje użycia chemicznych pestycydów, zwiększenie wydajności plonów oraz podniesienie zysków z upraw to realne korzyści płynące z podejmowania upraw roślin GM, które przekładają się również na poprawę sytuacji ekonomicznej rolników.

Celem niniejszej pracy była weryfikacja losowo wybranych próbek nasion soi, dostępnych w komercyjnej sprzedaży, pod względem obecności konstruktów genetycznych, charakterystycznych dla modyfikacji genetycznej Roundup Ready<sup>®</sup>. Zasadność badania jest istotna z prawnego punktu widzenia i funkcję informacyjną, szczególnie dla konsumentów, którzy w coraz bardziej świadomy sposób wybierają produkty spożywcze.

Badania przeprowadzone w niniejszej pracy w pewnym stopniu odzwierciedlają aktualną sytuację na rynku krajowym. Spośród 10 zebranych próbek nasion soi jedynie w jednym przypadku wykazano przypuszczalną obecność konstruktów charakterystycznych dla modyfikacji Roundup Ready<sup>®</sup>. Nabyty materiał nasienny nie został zaklasyfikowany jako przeznaczony na cele paszowe lub do spożycia. Ponadto, nie został on odpowiednio oznakowany, co może wskazywać na naruszenie przepisów Unijnych. Zgodnie z europejską zasadą poszanowania praw konsumenta każdy towar dopuszczony do obrotu na terenie Wspólnoty powinien spełniać wymogi jakościowe przy równoczesnym niewprowadzaniu konsumenta w błąd.

Prawo wolnego rynku daje możliwość swobodnego wyboru towarów po które sięga konsument. W celu dokonania wyboru niezbędne jest przeprowadzenia selekcji na podstawie wyznaczonych przez siebie kryteriów. Niepełna informacja na temat produktów lub zupełny ich brak powodują, że dokonanie najlepszego i świadomego wyboru produktu staje się niemożliwe. Oczywiście, odbiorca nie zdaje sobie z tego sprawy, co jeszcze bardziej utwierdza odpowiednie organy i jednostki zobowiązane do kontrolowania tego sektora w przekonaniu, że nie należy tracić czujności.

Metodologia przeprowadzonych doświadczeń pozwala wyciągnąć wnioski, że badanie przesiewowe PCR (screening) traci na wartości. Coraz więcej konstruktów genetycznych zawiera inne, niż stosowane w dotychczasowych badaniach przesiewowych geny. Sytuacja ta wymusza poszerzenie analiz molekularnych przesiewowych o nowe sekwencje. Istotne znaczenie ma również fakt, że analiza przesiewowa pozwala jedynie na weryfikację czy w badanej próbce występuje konstrukt genetyczny, bez jego charakterystyki. Dopiero zastosowanie specyficznych starterów pozwala na jednoznaczną identyfikację poszczególnych linii GMO, co zostało potwierdzone w przeprowadzonych badaniach.

Należy mieć na uwadze, że uprawy roślin GM staną się na pewnym etapie wydajnego rolnictwa niezbędnym jego elementem, ale nie jest to jedyne rozwiązanie w prowadzeniu korzystnej z ekonomicznego punktu widzenia gospodarki rolnej. Żadna technologia obecnie nie jest w stanie zastąpić podstawowych praktyk rolnych stosowanych wobec upraw konwencjonalnych i biotechnologicznych.

Powierzchnia ziemi jest ograniczona, a tereny idealne pod uprawę roślin, które są głównym źródłem żywienia ludzi kurczą się w szybkim tempie. Z roku na rok ludności na Świecie przybywa, dlatego racjonalne gospodarowanie zasobami naturalnymi zaczyna odgrywać kluczową rolę. Dotyczy to również intensyfikacji upraw, ponieważ zapotrzebowanie na biomasę roślin (w tym stosowanych przemysłowo np. do produkcji biopaliw) rośnie. Nowatorskie spojrzenie na aspekty agrotechniczne ma na celu sprostać wymaganiom, do jakich bezspornie uprawy będą musiały zostać dostosowane. Kluczowe będzie zrównoważone, bezpieczne i racjonalne podejście czerpiące z najlepiej dostosowanych technologii upraw konwencjonalnych i najlepszych rozwiązań biotechnologicznych. Zwroty z inwestycji w rolnictwie są jak powszechnie wiadomo wysokie, a uprawy roślin modyfikowanych mogą dodatkowo zwiększyć wydajność plonowania i korzyści ekonomiczne.

## **Podziękowania**

Serdeczne podziękowania składam na ręce Kierownika Zakładu Genetyki, Instytutu Genetyki i Mikrobiologii, Wydziału Nauk Biologicznych Uniwersytetu Wrocławskiego – profesorowi Stanisławowi Ułaszewskiemu za możliwość realizacji badań, otwartość i życzliwość.

Dziękuję również za pomoc techniczną przy realizacji poszczególnych etapów pracy Pani Katarzynie Niedźwieckiej.

Szczególne wyrazy wdzięczności kieruję do Pana Thomasa Linsinger oraz całego Institute for Reference Materials and Measurements (IRMM) w Belgii za współpracę i udostępnienie materiału referencyjnego do badań.

## Literatura

1. Wasilewski M., *Udomowienie roślin w Nowym Świecie*, Wiadomości Botaniczne, 49 (2005), s. 19-37
2. Malepszy S., *Uwagi o wprowadzeniu do rolnictwa w Polsce odmian genetycznie zmodyfikowanych*, Postępy Nauk Rolniczych, 6 (2006), s.3-15
3. James C., *Global status of commercialized Biotech/GM Crops: 2014*, ISAAA, 49 (2014)
4. Kancelaria Prezydenta Rzeczypospolitej Polskiej. Departament Prawa Unii Europejskiej Ministerstwa Spraw Zagranicznych, Biuletyn Forum Debaty Publicznej nr 16 Organizmy zmodyfikowane genetycznie, 16 (2012), s. 19-20
5. Park J. R., McFarlane I., Phipps R. H., Ceddia G., *The role of transgenic crops in sustainable development*, Plant Biotechnology Journal, 9 (2011), s. 2-21
6. Niemirowicz-Szczytt K., *GMO w świetle najnowszych badań*, Instytut Problemów Współczesnej Cywilizacji im. Marka Dietricha, (2012)
7. Małycka A., Twardowski T., *Opinia publiczna o biotechnologii w Polsce i innych krajach Unii Europejskiej*, Nauka, 1 (2011), s. 85-98
8. Lubiatowska- Krysiak E., *Zielona biotechnologia*, [w]: *Aspekty społeczne i prawne biotechnologii*, Red.Twardowski T., Polska Akademia nauk, (2012). s.47-84
9. Krajowy rejestr on-line odmian gatunków roślin uprawnych:[http://www.coboru.pl/Polska/Rejestr/rejestr\\_KR.aspx](http://www.coboru.pl/Polska/Rejestr/rejestr_KR.aspx)
10. Informacje dotyczące odmiany soi Roundup Ready: <http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/gmf-agm/appro/index-eng.php>
11. Querci M., Mazzara M., Maretta M., *The Analysis of Food Samples for the Presence of Genetically Modified Organisms*, Session 9: Quantitative detection of MON810 maize, Bt-176 maize and RoundupReady® soybean by PCR, Joint Research Centre European Commission, (2006), s.26-30
12. CERA informacje o odmianie Roundup Ready <http://cera-gmc.org/GmCropDatabaseEvent/GTS%2040-3-2>
13. Furgał-Dzierżuk I., Strzetelski J., Kwiatek K., Twardowska M., Mazur M., Sieradzki Z., Kozaczyński W., Bednarek D., Reichert M., *Genetycznie modyfikowana kukurydza MON 810 i poekstrakcyjna śruta sojowa Roundup Ready w żywieniu bydła*, Wiadomości Zootechniczne, 2 (2013), s. 3-30
14. Monsanto Company, *Updated Molecular Characterization and Safety Assessment of Roundup Ready Soybean Event 40-3-2*, Biotechnology Regulatory Science, (2000), s.6-47
15. Somma M., *Analiza próbek spożywczych na zawartość Genetycznie Modyfikowanych Organizmów, Rozdział 4: Izolacja i oczyszczanie DNA*, Joint Research Centre European Commission, Italy (2006), s.1-20
16. Binfini L., Kay S., Heinze P., Van den Ede G., *Report on GMO Detection Identification and Quantification methods Submitted to Collaborative Studies*, Joint Research Centre European Commission, (2002), s.3-19
17. Linkiewicz A., Wiśniewska I., Sowa S., *Molekularne metody wykrywania i identyfikacji organizmów genetycznie zmodyfikowanych (GMO)*, Biotechnologia 3, 74 (2006), s. 44-52
18. Somma M., Querci M., *The Analysis of Food Samples for the Presence of Genetically Modified Organisms*, Session 5: Agarose Gel Electrophoresis, Joint Research Centre European Commission, Italy (2006). s.1-12

## **Detekcja modyfikacji Roundup Ready® w komercyjnie dostępnych nasionach soi**

Główne cele, na których skupiają się działania „zielonej biotechnologii” to poprawa cech jakościowych, plonowania, sprawności fizjologicznej, zwiększonej produkcji i w konsekwencji zysków. Metody molekularne polegają na detekcji specyficznych konstruktów genetycznych. Bardzo wysoką skuteczność i czułość wykazuje technika nested PCR, której celem jest powielenie specyficznych dla danego zdarzenia transformacyjnego fragmentów DNA. Dotychczasowa przesiewowa metoda wykrywania GMO przy pomocy analizy przesiewowej PCR (screening) – traci na wartości z uwagi na obecność nowych konstruktów genetycznych, wyposażonych w nieznane dotychczas sekwencje. Ponad to analiza przesiewowa pozwala jedynie na ocenę czy w badanej próbce występuje modyfikacja genetyczna, natomiast nie gwarantuje bardziej szczegółowych informacji. Stosowanie specyficznych (wobec zdarzenia transformacyjnego) starterów pozwala na jednoznaczną identyfikację poszczególnych linii roślin GM. Wśród 10 badanych próbek obecność modyfikacji wykryto tylko w jednej próbce soi, ze wskazaniem na modyfikację Roundup Ready®. Wykryta próbka pochodzi z ogólnej sprzedaży. Podczas zakupu nie otrzymano informacji o jej pochodzeniu lub o możliwości wystąpienia w niej modyfikacji genetycznej. Wskazuje to na potrzebę przeprowadzenia nieregularnych i nieprzerwanych kontroli rynku, które zapewnią o jakości produktów dostępnych w sprzedaży, eliminując ryzyko wprowadzania konsumentów w błąd.

Słowa kluczowe: detekcja GMO, soja Roundup Ready®, PCR screening, nested PCR

## **Detection of Roundup Ready® modification in commercially available soybeans**

The main goals of the “green biotechnology” are focused to improve quality, yield, physiology, increased production and profitability. Molecular methods are based on the detection of specific genetic constructs. Very high efficiency and sensitivity is demonstrated by the nested PCR technique, which aims to amplify specific transformation events of DNA fragments. Current screening PCR method of detection GMOs is losing value due to the presence of new genetic constructs, which are equipped with unknown sequences. In addition, screening PCR allows only to detect the presence of a genetic modification is present in a sample, but does not guarantee more detailed information. Using of specific (to a transformation event) primers allows for individual identification GM plant lines. Among 10 tested samples, the presence of modification was detected only in one soybean sample, indicating the Roundup Ready® modification. Detected sample comes from the general sale. During purchase there was no information about the origin of the sample or genetic modification. This indicates the need to conduct regular and uninterrupted market controls that will ensure the quality of products available for sales, eliminating the risk of misleading consumers.

Keywords: GMO detection, Roundup Ready® soybeans, PCR screening, nested PCR

## **Komunikacja i anomalie behawioralne występujące u świń – opinia behawiorystów zwierząt, lekarzy weterynarii i producentów trzody chlewnej**

### **1. Wprowadzenie**

Świnie są to zwierzęta stadne. Ich naturalną potrzebą jest eksploracja otoczenia, co wynika z ich wrodzonej ciekawości [1]. Wykazują bardzo wysoki iloraz inteligencji, co zostało udowodnione w wielu badaniach. Doświadczenie dr Curtis'a z Uniwersytetu Penn State, wykazały, że świnie mają doskonałą pamięć. Świnie miały za zadanie wykonać różne sztuczki z udziałem piłki, frisbee i sztangi. Po trzech latach potrafiły rozpoznawały obiekty wykorzystane w badaniu, a ponadto potrafiły odtworzyć zadania z nimi związane. Świnie mają zdolność do uczenia się od innych osobników i wykorzystywania zdobytej wiedzy np. do wyszukiwania pokarmu. Do charakterystycznych przejawów behawioru trzody chlewnej zalicza się rycie, gryzienie i żucie. Wiedza na temat zachowania świń pozwala na osiągnięcie zadowalających wyników w produkcji, a także pomaga zapobiegać niebezpiecznym incydentom przy obsłudze zwierząt. Umiejętność interpretacji sygnałów wysyłanych przez zwierzęta, jest zasadniczym elementem diagnostyki behawioralnej, weterynaryjnej, a także produkcyjnej.

W badaniu wzięły udział osoby z trzech celowo wybranych grup: lekarze weterynarii, behawiorysty zwierząt i producenci trzody chlewnej. W każdej z tych grup, umiejętne interpretowanie sygnałów wysyłanych przez świnie jest niezbędne w efektywnej i bezpiecznej pracy z tymi zwierzętami. Producenci trzody chlewnej koncentrują się na osiągnięciu jak najwyższych wyników produkcyjnych, behawiorysty skupiają się na osiągnięciu wysokiego poziomu dobrostanu, poprzez poprawę warunków bytowania i wprowadzanie zmian w środowisku życia zwierząt, natomiast lekarze weterynarii łączą interesy obu grup.

---

<sup>1</sup> sylwia.paprocka1@gmail.com, SKN Biologii i Hodowlii Zwierząt, Sekcja Hodowli i Biotechnologii Świń, Wydział Biologii, Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

<sup>2</sup> marek.babicz@up.lublin.pl, Katedra Hodowli i Technologii Produkcji Trzody Chlewnej, Wydział Biologii Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

<sup>3</sup> kolodziej.patrycja@interia.pl, SKN Biologii i Hodowlii Zwierząt, Sekcja Hodowli i Biotechnologii Świń, Wydział Biologii, Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

<sup>4</sup> konrad25\_1994@o2.pl, SKN Biologii i Hodowlii Zwierząt, Sekcja Hodowli i Biotechnologii Świń, Wydział Biologii, Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

<sup>5</sup> banymarcin@gmail.com, SKN Biologii i Hodowlii Zwierząt, Sekcja Hodowli i Biotechnologii Świń, Wydział Biologii, Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Anomalie behawioralne są to zachowania, które odbiegają od wzorca behawioralnego. Do rodzajów anomalii zachowania występujących u świń możemy zaliczyć:

1. anomalie motoryczne – np. uderzanie głową o elementy kojca;
2. anomalie oralne – lizanie elementów kojca, ciała innych osobników, gryzienie boków ciała;
3. kanibalizm – zagryzanie prosiąt przez matkę (kronizm), odgryzanie ogonów i uszu [2].

Szczególnym rodzajem zaburzeń zachowania u trzody chlewnej są stereotypie. Polegają one na wykonywaniu prostych i rytualizowanych czynności, nie prowadzących do zaspokojenia fizjologicznej potrzeby organizmu. Zaburzenie to występuje u 20-100% zwierząt utrzymywanych w warunkach chowu wielkotowarowego [3]. Główną przyczyną występowania nieprawidłowości behawioralnych, są niewłaściwe warunki utrzymania. W ocenie warunków dobrostanu w pierwszej kolejności zwraca się uwagę na pogorszenie kondycji zwierzęcia i spadek produktywności. Rzadko zwraca się uwagę na występowanie istotnych zmian w behawiorze świń, co jest błędem, ponieważ pozwala to na wczesne zdiagnozowanie i eliminację problemu, już we wczesnym stadium, a co za tym idzie, niedopuszczenie do pojawienia się problemów zdrowotnych i produkcyjnych. Stereotypie można podzielić, ze względu na intensywność ich występowania na niskie patoetologie (zaburzenia behawioru nie powodujące uszkodzeń ciała) i zaawansowane patoetologie (uszkodzenia ciała).

W zapobieganiu występowania anomalii behawioralnych u trzody chlewnej, szczególną uwagę powinno się zwracać na usuwanie przyczyn i czynników ryzyka prowadzących do ich pojawiania się. Do sposobów profilaktycznego minimalizowania zagrożenia wystąpienia patologii zachowania u świń zalicza się:

1. wzbogacanie środowiska bytowego;
2. redukcja obsady zwierząt;
3. obniżenie intensywności oświetlenia;
4. zapewnienie odpowiedniej wentylacji;
5. odpowiednie zbilansowanie diety zwierząt;
6. łagodne postępowanie ze zwierzętami [4÷6].

## **2. Komunikacja i emocje**

Komunikacja polega na przekazywaniu określonych sygnałów między osobnikami tego samego lub różnych gatunków, w celu uzyskania oczekiwanego zachowania (odpowiedzi).

Wyróżnia się cztery podstawowe rodzaje komunikacji:

1. komunikacja bezpośrednia;
2. komunikacja chemiczna;
3. komunikacja wzrokowa;
4. komunikacja akustyczna [7].

W komunikacji u świń największą rolę odgrywa narząd węchu i słuchu, natomiast wzrok ma mniejsze znaczenie [8]. Feromony wydzielane przez świnie, są dla ludzkiego

węchu niewyczuwalne, dlatego w przypadku odczytywania przejawów behawioru u tych zwierząt, skupiamy się na wokalizacji i mowie ciała.

Zwierzęta używają różnych sygnałów, w celu zakomunikowania emocji, które w danym momencie odczuwają. Emocje, są to krótkotrwałe i automatyczne reakcje organizmu, mające na celu przygotowanie go do odpowiedniej reakcji. Emocje można podzielić na kilka podstawowych grup, takich jak złość, strach, radość i smutek [9]. Świnie komunikują się ze sobą i otoczeniem przy pomocy 20 różnych wokalizacji, wśród których wyróżnić można m.in. piszczenie, pomruki i chrząkanie. Subtelne różnice w częstotliwości, lub długości wydawanych dźwięków pozwalają na interpretację potrzeb zwierzęcia w danym momencie. Normalne chrząknięcie trwa od 0,25-0,4 s i jest odpowiedzią na znajomy dźwięk lub zdarzenie.

Do sygnałów wizualnych u świń należy można mowę ciała, ułożenie ogona. Pozycja ogona stanowi znakomity wskaźnik dobrostanu u większości ras świń. Ciasno zakręcony sygnalizuje dobre zdrowie, natomiast prosty – choroby lub cierpienia (wyjątek stanowi grupa świń azjatyckich np. wietnamskie). W trakcie snu ogony u świń są wyprostowane, lecz tuż po przebudzeniu skręcają się. Seria 20 ciągłych chrząknięć, jest sygnałem odczuwanego przez świnie głodu. Do sygnałów zwiastujących zdenerwowanie, lub agresję należą: mocne, krótkie i ostre chrząknięcia (mogą poprzedzać atak), zgrzytanie zębami, „krzyk” o jazgotliwym tonie, uderzanie głową w kierunku przeciwnika, pienienie się, szybkie poruszanie się, sztywna postawa ciała. O radości świadczy chęć do przejawiania behawioru zabawowego (galopowanie na przemian z obserwowaniem otoczenia), szybkie poruszanie ogonem, chrząknięcia przypominające szczekanie. O strachu i przeżywanym stresie można mówić, gdy świnie głośno i przenikliwie piszczą, chaotycznie poruszają się, mają ciało i oczy ustawione w kierunku niepokojącego bodźca, chowają uszy po sobie. Świnie zrelaksowane mają luźną postawę ciała, poruszają się powoli, są ciekawskie. Krótkie i szybkie chrząknięcia świadczą o zdenerwowaniu (np. po wejściu obcej osoby do chlewni). Wysokie tony wydawane przez świnie świadczą zazwyczaj o zdenerwowaniu i odczuwanym stresie, natomiast odgłosy o niższej tonacji informują o postawie zrelaksowanej [10].

### **3. Cel pracy**

Celem pracy była próba oszacowania umiejętności odczytywania zachowań przejawianych przez świnie, a także sprawdzenie świadomości na temat występujących anomalii behawioralnych.

### **4. Materiał i metody**

Badanie zostało zaprojektowane w postaci ankiety internetowej, uzupełnianej samodzielnie przez respondentów. Ankieta składała się z 12 pytań i dotyczyła przejawów zachowania świń. W ankiecie wzięło udział 43 osoby, z czego 57% stanowiły kobiety, a 43% mężczyźni. Wśród ankietowanych byli behawiorysty zwierząt, lekarze weterynarii i producenci trzody chlewnej. Badani respondenci byli w wieku od 22 do 50 roku życia. Wśród ankietowanych 28% osób to lekarze weterynarii, 30% stanowią

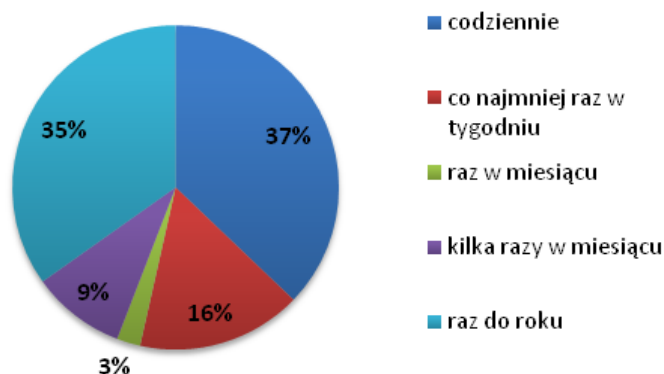


producenci trzody chlewnej, a 42% to behawiorysty zwierząt. Ankieta miała charakter anonimowy. Grupy respondentów wybrano ze względu na specyfikę ich pracy.

## 5. Wyniki i dyskusja

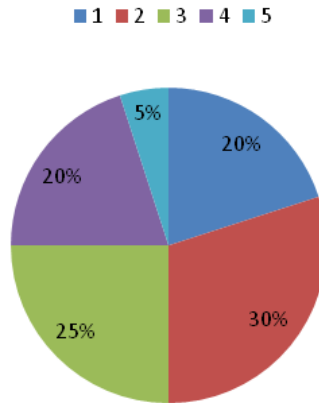
Ankietowani mieli za zadanie odpowiedzieć na pytanie dotyczące częstotliwości kontaktu z trzodą chlewną.

Wszyscy respondenci z grupy producentów trzody chlewnej mają codzienny kontakt z tymi zwierzętami. W przypadku weterynarzy jest to zróżnicowane. Najwięcej respondentów z tej grupy ma kontakt z trzodą chlewną co najmniej raz w tygodniu (ok. 33%). Ankietowani behawiorysty w znacznej większości mają kontakt z trzodą chlewną raz w roku (ok. 89%).



Wykres 1. Częstotliwość kontaktu z trzodą Źródło: Opracowanie własne, podstawa – respondenci

Respondenci mieli ocenić swoją wiedzę na temat zachowania trzody chlewnej w skali od 1 do 5. Najlepiej swoją wiedzę ocenili ankietowani z grupy producentów trzody chlewnej (średnia 3,6), a najgorzej behawiorysty zwierząt (średnia 2). Ocena lekarzy weterynarii była zróżnicowana (średnia 2,8). Zdecydowana większość respondentów, aż 75%, oceniła swoją wiedzę na temat behawioru świń na 3 i mniej.

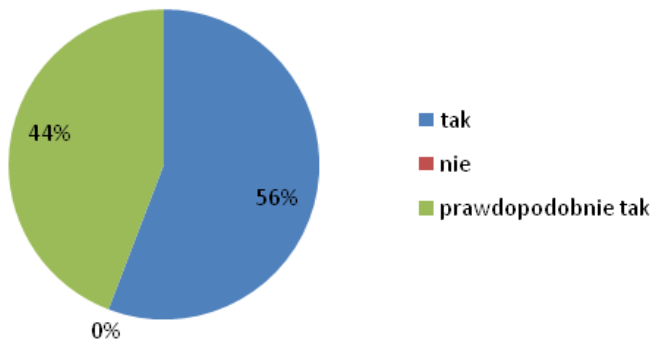


Wykres 2. Ocena wiedzy na temat zachowania trzody chlewnej (skala od 1 do 5)

Źródło: Opracowanie własne, podstawa – respondenci

Wszyscy ankietowani zgodnie stwierdzili, że świnie są zwierzętami inteligentnymi. Wynika to również z wielu badań przeprowadzonych na świnich. Dowiedziono, że świnie które znają drogę do pożywienia, potrafią ukrywać swoją wiedzę, by zachować cały pokarm dla siebie [1].

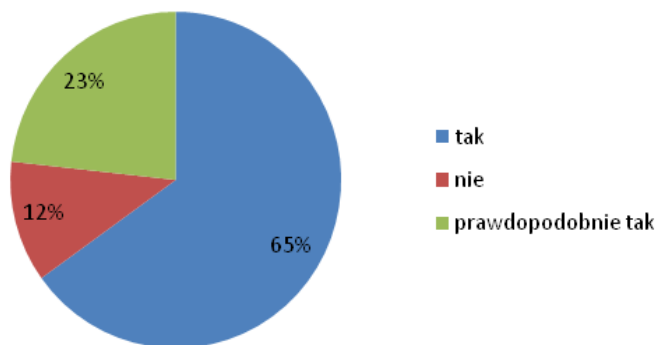
Ponad 56% wszystkich respondentów uważa, że świnie potrafią komunikować swoje potrzeby człowiekowi, a 44%, że jest to wysoce prawdopodobne. Nikt z ankietowanych nie zanegował tej umiejętności. Świnie komunikują się z człowiekiem przy pomocy mowy ciała, wokalizacji i ogółu przejawianych zachowań (np. leżenie w strefie gnojowej) [7].



Wykres 3. „Czy uważa Pan/-i, że świnie potrafią komunikować swoje potrzeby człowiekowi?”

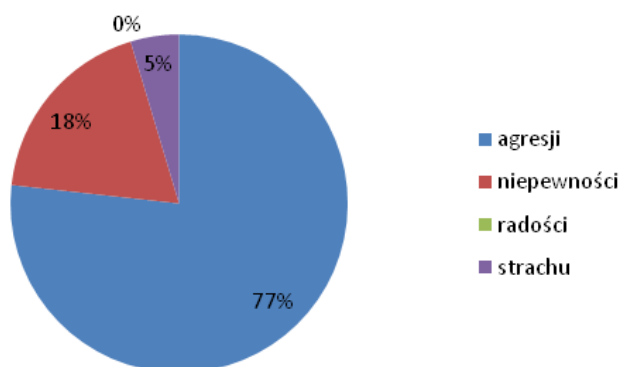
Źródło: Opracowanie własne, podstawa – respondenci

Znaczna część ankietowanych (65%) odpowiedziała, że świnie są w stanie odróżnić osoby z obsługi, w tym około 89% respondentów z grupy behawiorystów zwierząt, 61% producentów trzody chlewnej i 33% lekarzy weterynarii. Około 12% ankietowanych odpowiedziało, że zwierzęta te nie mają umiejętności rozpoznawania osób z obsługi.



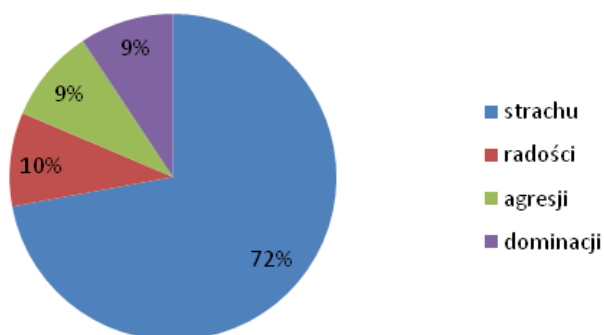
Wykres 4. „Czy uważa Pan/-i, że świnie są w stanie rozpoznać osoby z obsługi?” Źródło: Opracowanie własne, podstawa – respondenci

Respondenci mieli za zadanie zinterpretować zachowanie świni, z podanego opisu – „sztywna i pewna postawa ciała, poruszanie i uderzanie głową, zgrzytanie zębami”. Sygnały te sygnalizują agresję u trzody chlewnej. Prawie 80% wszystkich ankietowanych prawidłowo zinterpretowała opisaną zachowanie. Najlepiej z tym zadaniem poradzili sobie lekarze weterynarii (83% ankietowanych z tej grupy prawidłowo zinterpretowała sygnały), kolejno behawiorystów zwierząt (77% prawidłowych odpowiedzi) i producenci trzody chlewnej (63% prawidłowych odpowiedzi). Prawie 18% ankietowanych zanalizowało podane zachowanie jako niepewność, w tym 30% respondentów producentów trzody chlewnej i około 22% behawiorystów zwierząt. Około 5% ankietowanych zakwalifikowało opisaną przejawy zachowania, jako sygnały świadczące o strachu. Nikt z ankietowanych nie zinterpretował opisanego zachowania jako radość.



Wykres 5. „Szttywna, pewna postawa ciała, poruszanie i uderzanie głową, zgrzytanie zębami to sygnały świadczące o:” Źródło: Opracowanie własne, podstawa – respondenci

Sygnały opisane jako „szybkie poruszanie się i skupiony wzrok” prawidłowo zinterpretowało 72% wszystkich respondentów. Ponad 70% ankietowanych behawiorystów zwierząt, 76% producentów trzody chlewnej i 50% lekarzy weterynarii prawidłowo odczytało oznaki tego zachowania. Około 28% ankietowanych odpowiedziało, że wymienione sygnały świadczą o radości, agresji lub dominacji.

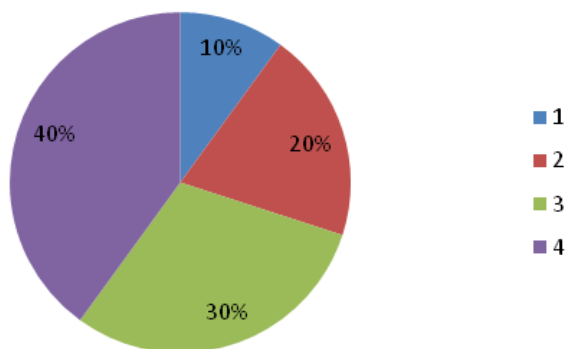


Wykres 6. „Szybkie poruszanie się i skupiony wzrok świadczą o:” Źródło: Opracowanie własne, podstawa – respondenci

Około 70% ankietowanych stwierdziło, że występowanie anomalii behawioralnych, ma znaczący wpływ na jakość chowu i hodowli trzody chlewnej. Respondenci przy pomocy skali 4 punktowej (od 1 – zdecydowanie nie ma wpływu, do 4 – zdecydowanie ma wpływ), mogli ocenić wpływ anomalii behawioralnych na chów i hodowlę świń. Prawie 90% ankietowanych behawiorystów zwierząt oceniło problem anomalii beha-

wioralnych jako wysoce istotny. W przypadku producentów trzody chlewnej, 61% respondentów z tej grupy odpowiedziało, że anomalie mają istotny wpływ na chów i hodowlę, natomiast odpowiedzi lekarzy weterynarii były bardzo zróżnicowane. Połowa ankietowanych z tej grupy odpowiedziała, że problem anomalii ma wpływ na chów i hodowlę świń, 33% odpowiedziało, że mają one znaczący wpływ, natomiast 17% stwierdziło, że nie mają one znaczenia.

Dążąc do osiągnięcia jak najwyższych wyników produkcyjnych, często zapomina się o podstawowych zasadach, które mają na celu utrzymanie wysokiego poziomu dobrostanu trzody chlewnej. Obniżenie poziomu dobrostanu prowadzi do anomalii, które z kolei mają negatywny wpływ na produkcję, dlatego stanowią istotny problem w chowie i hodowli świń [11].

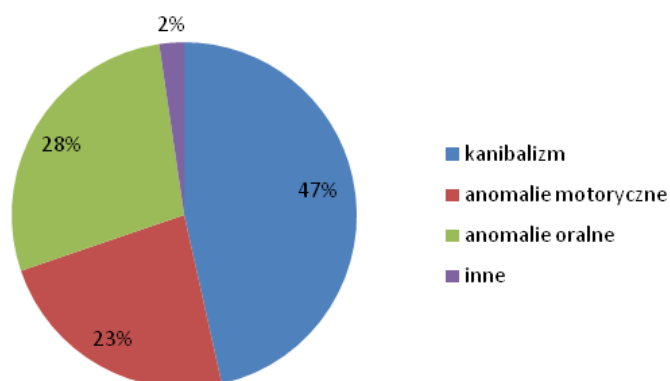


Wykres 7. „Czy uważa Pan/Pani, że występowanie anomalii behawioralnych u świń jest poważnym zagrożeniem w chowie i hodowli ?” (1 – zdecydowanie nie, 2 – nie, 3 – tak, 4 – zdecydowanie tak)

Źródło: Opracowanie własne, podstawa – respondenci

Respondenci za najczęściej występujące anomalie behawioralne u świń uznali kanibalizm. Tak odpowiedziało 47% wszystkich ankietowanych. Za drugi najpowszechniejszy rodzaj anomalii respondenci uznali anomalie oralne (28% ankietowanych). Jedna osoba z grupy ankietowanych producentów trzody chlewnej uznała nadmierne zainteresowanie niektórych osobników człowiekiem, jako istotny problem. Zachowania kanibalistyczne są coraz częściej obserwowaną anomalią behawioralną w wielkotowarowych chlewniach. Problem ten występuje przede wszystkim w monotonnym środowisku, jakie występuje w systemach bezściołowych. W ekstensywnym systemie chowu świń, do tego typu anomalii zachowań dochodzi niezwykle rzadko, dlatego tego typu reakcje uważane są za anormalne. Można wyróżnić trzy rodzaje kanibalizmu u trzody chlewnej:

1. dwustopniowy – jako następstwo nudy;
2. nagłe i wymuszone obgryzanie różnych części ciała – wywołane frustracją;
3. obsesyjny [12].



Wykres 8. „Jakie nieprawidłowości behawioralne według Pana/Pani, są najczęściej spotykane u trzody chlewnej?” Źródło: Opracowanie własne, podstawa – respondenci

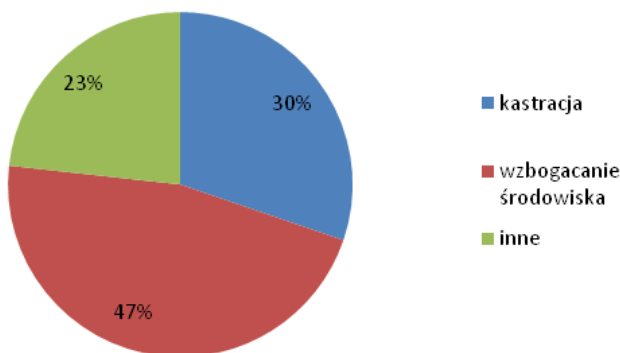
Około 47% wszystkich respondentów uznało wzbogacenie środowiska jako najlepszą metodę zapobiegania anomalii behawioralnym świń. Drugim najczęściej wymienianym przez respondentów sposobem zapobiegania anomalii zachowania u trzody chlewnej, jest kastracja. Tak odpowiedziało 30% wszystkich ankietowanych. W każdej z grup wymieniono również inne metody minimalizowania zagrożenia występowania anomalii behawioralnych u świń (23% respondentów). Wśród wskazywanych metod ankietowani wymieniali takie sposoby jak zmiany w żywieniu zwierząt, czy poprawa warunków dobrostanu. Obecnie większość systemów w jakich utrzymywane są świny, nie pozwala na przejawianie zachowań zgodnych ze wzorcem gatunkowym. Najlepszym sposobem na zminimalizowanie zagrożenia występowania anomalii behawioralnych trzody chlewnej jest tzn. enrichment, czyli wzbogacenie środowiska. Do metod wzbogacania zalicza się takie rodzaje modyfikacji jak:

1. modyfikacje zajęciowe – wprowadzanie materiałów manipulacyjnych, które zachęcają zwierzę do aktywności;
2. modyfikacje socjalne – zapewnienie kontaktu z innymi osobnikami swojego gatunku lub człowiekiem;
3. modyfikacje fizyczne – zmiany w złożoności środowiska;
4. modyfikacje pokarmowe – podawanie różnego rodzaju paszy;
5. modyfikacje sensoryczne – oddziaływanie na narządy zmysłów zwierząt [8].

Stosowanie materiałów manipulacyjnych, czyli tzw. „zabawek”, wpływa pozytywnie na dobrostan zwierząt, a w konsekwencji na wyniki produkcyjne.

Kastracja to metoda, która wywołuje wiele kontrowersji, ze względu na sposób wykonywania zabiegu. Jedną z głównych koncepcji dobrostanu zwierząt gospodarskich jest zapewnienie im wolności od bólu i dyskomfortu, co kłóci się z zabiegiem kastracji. Udowodniono bowiem, że kastracja chirurgiczna jest zawsze zabiegiem bardzo bolesnym, bez względu na wiek zwierząt. Ankietowani zaznaczyli, że jednym z naj-

lepszych sposobów minimalizowania zagrożenia występowania anomalii zachowania jest podwyższanie poziomu dobrostanu. To bardzo ogólne stwierdzenie na które składa się zarówno wzbogacanie środowiska, utrzymanie właściwych warunków mikroklimatycznych, a także prawidłowe zbilansowanie diety [13].



Wykres 9. „Jakie metody minimalizowania anomalii behawioralnych są według Pana/Pani najskuteczniejsze?” Źródło: Opracowanie własne, podstawa – respondenci

## 6. Podsumowanie

Poziom wiedzy na temat zachowania świń i występowania anomalii behawioralnych wśród ankietowanych jest wysoki. Większość ankietowanych traktuje problem anomalii behawioralnych jako poważne zagrożenie dla produkcyjności chowu i hodowli trzody chlewnej.

Każda z grup respondentów zgodnie uznała, że poprawa warunków dobrostanu jest najlepszym sposobem na zminimalizowanie ryzyka wystąpienia anomalii behawioralnych.

Najbardziej zróżnicowany pogląd na temat behawioru i anomalii występujących u świń, mieli lekarze weterynarii.

## Literatura

1. Held S., Mendl M., Devereux D., Byrne R. W., *Foraging pigs after their behaviour in response to exploitation*, *Animal Behaviour*, 64 (2002) s. 157-166
2. Pejsak Z., *Ochrona zdrowia świń*, Polskie Wydawnictwo Rolnicze, Poznań 2007
3. Karpiesiuk K., *Świnie popadają w depresję! Daj im zabawkę.*, *Hodowca Trzody Chlewnej*, 1-2 (2013)
4. Faucitano L., Schaefer A. L., *Welfare of pigs : from birth to slaughter*, Wageningen Academic Publishers, 2008
5. Korniewicz D., *Nakarmić zmysły prosiąt.*, *TOP świnie*, 3 (2012), s. 28-31
6. Frings H., Frings M., *Mowa zwierząt*, PWN, Warszawa, 1968
7. Hulsen J., Scheepens K., *Sygnaly świń. Obserwuj, analizuj, działaj*, APRA, 2014

8. Kittawornrat A, Zimmerman J., *Toward a better understanding of pig behavior and pig welfare*, Animal Health Research Reviews, Cambridge University Press, 2010
9. Marino L., Colvin C. M., *Thinking Pigs: A Comparative Review of Cognition, Emotion, and Personality in Sus domesticus*. *International Journal of Comparative Psychology*, 28 (2015)
10. Houpt K. A., *Domestic Animal Behavior for Veterinarians and Animal Scientists*, Wiley-Blackwell, Iowa, 2011
11. Kaleta T., Kokocińska A., *Znaczenie etologii w naukach o dobrostanie zwierząt*, *Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego*, 1 (2015), s. 49-62
12. Temple D., Mainau E., Manteca X., *Zachowania kanibalistyczne u trzody chlewnej*, <http://www.fawec.org/pl/publikacje/34-trzoda-chlewna/124-zachowania-kanibalistyczne-u-trzody-chlewnej>

### **Komunikacja i anomalie behawioralne występujące u świń – opinia behawiorystów zwierząt lekarzy weterynarii i producentów trzody chlewnej**

Świnie są zwierzętami o bardzo złożonej strukturze socjalnej. W celu utrzymania stabilnej sytuacji w grupie, zwierzęta komunikują się ze sobą wykorzystując wokalizację, sygnalizację węchową i mowę ciała. Prawidłowe odczytywanie sygnałów wysyłanych przez świnie jest ważnym elementem diagnostycznym, m.in. w przypadku oceny poziomu dobrostanu, a także w celu zminimalizowania niebezpieczeństwa związanego z ich obsługą. Anomalie behawioralne to zachowania odbiegające od wzorca gatunkowego, będące następstwem obniżonego dobrostanu. Producenci trzody chlewnej koncentrują się na osiągnięciu jak najwyższych wyników produkcyjnych, natomiast rolą behawiorystów jest poprawa warunków bytowania zwierząt poprzez wprowadzanie zmian w środowisku ich życia, w celu podwyższenia dobrostanu.

Celem pracy była próba oszacowania umiejętności interpretacji zachowań przejawianych przez świnie, a także sprawdzenie świadomości na temat występujących anomalii behawioralnych. Materiał badawczy stanowiły informacje dotyczące sposobu interpretowania i oceny zachowań świń przez producentów trzody chlewnej, weterynarzy i behawiorystów zwierząt.

Słowa kluczowe: zachowanie świń, komunikacja świń, anomalie behawioralne

### **Communication and Behavioral Anomalies in Pigs – Opinion of Animal Behaviorists, Veterinarians and Pig Producers**

Pigs are animals with a very complex social structure. Increased stability in the group, willing to use with each other by location, olfactory signaling and body language. Correct reading of the signals sent by the sacred importance of the diagnostic element, among others. When assessing the level of wellbeing and also to minimize the danger associated with their service. Behavioral anomalies for behavior deviating from the quality standard, which are on the way of reduced welfare. Pig producers focus on the highest standard products, remain the role of behavioralists by improving living conditions, introducing changes in their living environment, in order to increase well-being.

Keywords : pig behaviour, pig communication, behavioural anomalies



## **Bioasekuracja ferm trzody chlewnej w aspekcie zagrożenia afrykańskim pomorem świń**

### **1. Wstęp**

Bioasekuracja ferm trzody chlewnej obejmuje zespół działań, które są podejmowane, by zapobiec przedostawaniu się patogenów chorobotwórczych oraz w celu kontrolowania ich szerzenia się. W tym aspekcie ochronę chlewni definiuje się, jako planowanie i wdrażanie do fermy programu redukującego występowanie wszelkiego rodzaju ryzyka, które może mieć negatywny wpływ na trzodę chlewną oraz budynki produkcyjne. Stąd biobezpieczeństwo ma za zadanie poprawić zdrowotność zwierząt, a tym samym efekty produkcji [1]. Systematyczna dezynfekcja, dezynsekcja i deratyzacja, przestrzeganie higieny pracy, dbanie o czystość, ogrodzenie gospodarstwa, stosowanie odzieży ochronnej i zakaz niekontrolowanego wstępu osobom postronnym na teren gospodarstwa powinno być powszechnie i bezwzględnie przestrzegane w nowoczesnej produkcji trzody chlewnej. Bioasekuracja gospodarstw utrzymujących trzodę chlewną jest szczególnie ważna w związku z występowaniem afrykańskiego pomoru świń (ASF) na terenie Polski. Przy niedostatecznych działaniach profilaktycznych choroba ta w bardzo łatwy sposób może przedostać się do gospodarstwa. Afrykański pomór świń to choroba wirusowa świń i dzików, jest zakaźna i zaraźliwa. Wskaźnik śmiertelności ASF sięga nawet 100%, gdyż jak dotąd nie opracowano skutecznej szczepionki, a choroba jest zwalczana metodami administracyjnymi. W Polsce stwierdzono występowanie tej choroby na terenie trzech województw: podlaskiego, mazowieckiego i lubelskiego w związku, z czym wyznaczono trzy obszary: zagrożenia (powiaty: siemiatycki, hajnowski, moniecki, grajewski), objęty ograniczeniami (powiaty: sokolski, białostocki, część bielskiego) i ochronny (powiaty:

---

<sup>1</sup> kolodziej.patrycja@interia.pl; Studenckie Koło Naukowe Biologów i Hodowców Zwierząt- Sekcja Hodowli i Biotechnologii Świń, Wydział Biologii, Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

<sup>2</sup> marek.babicz@up.lublin.pl; Katedra Hodowli i Technologii Produkcji Trzody Chlewnej, Wydział Biologii, Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

<sup>3</sup> konrad25\_1994@o2.pl, Studenckie Koło Naukowe Biologów i Hodowców Zwierząt- Sekcja Hodowli i Biotechnologii Świń, Wydział Biologii, Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

<sup>4</sup> sylwia.paprocka1@gmail.com, Studenckie Koło Naukowe Biologów i Hodowców Zwierząt-Sekcja Hodowli i Biotechnologii Świń, Wydział Biologii, Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

<sup>5</sup> banymarcin@gmail.com, Studenckie Koło Naukowe Biologów i Hodowców Zwierząt- Sekcja Hodowli i Biotechnologii Świń, Wydział Biologii, Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

suwalski, sejneński, augustowski, kolneński, łomżyński, ostrołęcki, ostrowski, sokołowski, siedlecki, wysoko-mazowiecki, bielski).

Celem pracy była analiza realizacji zasad bioasekuracji w aspekcie zagrożenia afrykańskim pomorem świń na terenie gospodarstwa położonego w regionie Lubelszczyzny.

## **2. Przegląd piśmiennictwa**

### **2.1. Zasady bioasekuracji w produkcji świń**

Wprowadzenie zasad ochrony fermy niesie za sobą niewątpliwie wiele korzyści dla producentów trzody chlewnej jak i dla zdrowia publicznego [2]. Bioasekuracja pozwala poprawić dobrostan świń, zwiększyć wydajność i produktywność, co przynosi wymierne korzyści finansowe. Właściwe jest by trzoda chlewna znajdowała się na zamkniętym terenie, bez konieczności bezpośredniego wprowadzania nowych sztuk oraz bez kontaktu z innymi gatunkami zwierząt. Utrzymywane zwierzęta powinny mieć stały dostęp do paszy i wody wolnej od zanieczyszczeń. W aspekcie bioasekuracji niezwykle ważna jest kontrola wizyt na fermie, a także stały monitoring zdrowotny stada [3].

#### **2.1.1. Lokalizacja fermy**

Ferma trzody chlewnej powinna być oddalona minimum 100 m od gospodarstw utrzymujących inne gatunki zwierząt, 3-5 km od innych chlewni, 500 m od dróg publicznych oraz 5 km od zakładów przemysłu mięsnego i ubojni. Cały teren gospodarstwa powinien być ogrodzony i wyposażony w jedno, oznakowane, zamknięte wejście. Bramę wjazdową należy odpowiednio zabezpieczyć i oznakować. Przed wejściem do gospodarstwa w widocznym miejscu powinna być umieszczona informacja z procedurą dla osób wchodzących. Poza terenem gospodarstwa powinien znajdować się oznakowany teren parkingowy. Miejsce do rozładunku i załadunku zwierząt oraz miejsce dostarczania paszy powinno znajdować się na skraju gospodarstwa, aby zewnętrzne części załadunkowe przebywały poza terenem fermy [4].

#### **2.1.2. Higiena technologii produkcji świń**

Zapewnienie świniom odpowiednich parametrów mikroklimatu (temperatury, wilgotności) i obsady jest bardzo ważne, gdyż ogranicza rozwój mikroorganizmów chorobotwórczych. Jednocześnie aby utrzymać prawidłowe funkcjonowanie układu immunologicznego oraz systemu odporności zwierząt, należy dostarczać odpowiednio zbilansowane pasze, biorąc pod uwagę ilość i jakość białka, energii, składników mineralnych oraz witamin [5]. Higiena w produkcji oznacza także zgodną z prawem utylizację padłych zwierząt, dlatego należy zawrzeć umowę z zakładem utylizacyjnym, który na bieżąco będzie odbierał padłe sztuki. Od pracowników jest wymagane dbanie o higienę każdego dnia, tj. regularną zmianę odzieży i obuwia, mycie rąk, dbałość o czystość sprzętu używanego w produkcji. Podczas wykonywania wszystkich zabiegów na trzodzie chlewnej należy wykazać dbałość o higienę, narzędzia do zabiegów powinny

być czyste i zdezynfekowane lub jednorazowego użytku. Zadaniem właściciela jest zapewnienie szkolenia pracowników na temat zagrożeń, jakie mogą wystąpić na terenie gospodarstwa i jakie konsekwencje za sobą niosą. Pracownicy powinni konsekwentnie realizować wprowadzone zasady bezpieczeństwa i higieny pracy.

### **2.1.3. Dezynfekcja w produkcji trzody chlewnej**

Dezynfekcja jest to zabieg niszczący drobnoustroje chorobotwórcze (grzyby, wirusy, bakterie) w środowisku produkcyjnym. W fermach trzody chlewnej przeprowadza się dezynfekcję budynków produkcyjnych, śluz sanitarnych, wybiegów, magazynów pasz, a także budynków towarzyszących, które mogą stanowić podłoże powstania i szerzenia się choroby zakaźnej. Dezynfekcja jest ważnym elementem w zwalczaniu chorób zakaźnych zwierząt [Tabela 1].

Tabela 1. Orientacyjny czas przeżywania patogenów (wg. Pejsak Z.: „Ochrona zdrowia świń”)

	Czas przeżywania czynnika etiologicznego choroby w warunkach optymalnych
Choroba wywołana przez wirusy	
Pomór klasyczny świń	2 miesiące
Afrykański pomór	18 miesięcy
Choroba Aujeszkiego	14 dni
Grypa świń	Kilka dni
PRRS	4 dni
Pryszczyca	8 tygodni
Choroba pęcherzykowa	3 miesiące
TGE	3 tygodnie

Zabieg dezynfekcji odgrywa szczególną rolę w profilaktyce, powinno się je wykonywać regularnie oraz odpowiednio dobrać metodę i środek [7] [Tabela 2] [Tabela 3]. Stosuje się trzy rodzaje dezynfekcji:

1. dezynfekcja zapobiegawcza – przeprowadzana systematycznie, niezależnie od tego czy w fermie wystąpiła choroba zakaźna;
2. dezynfekcja bieżąca – wykonywana w trakcie trwania choroby zakaźnej;
3. dezynfekcja końcowa – wykonywana po wygaśnięciu choroby zakaźnej w stadzie [8].

Tabela 2. Korzyści wynikające ze stosowania dezynfekcji w chlewni (wg. Bugnacka D. „Bioasekuracja ferm trzody chlewnej”)

Cecha	Dezynfekcja		
	Regularna	nieregularna	niestosowana
Średnie dzienne przyrosty masy ciała (g)	628	610	535
Zużycie paszy na 1 kg przyrostu (kg/kg)	3,19	3,28	3,36
Śmiertelność (%)	2,08	2,61	3,50

Tabela 3. Korzyści wynikające ze stosowania dezynfekcji w sektorze porodowym (wg. Bugnacka D. „Bioasekuracja ferm trzody chlewnej”)

Cecha	Dezynfekcja		
	Regularna	nieregularna	niestosowana
Liczba prosiąt żywo urodzonych przez lochę w roku (szt.)	17,9	17,5	16,8
Liczba odsadzonych prosiąt od lochy w roku (szt.)	15,2	14,8	13,9
Śmiertelność (%)	14,8	15,6	17,2

### 2.1.3.1. Dezynsekcja w produkcji trzody chlewnej

Dezynsekcja to zespół czynności oraz środków mających na celu zniszczenie szkodliwych owadów, pajęczaków i roztoczy w środowisku zwierząt i ludzi. Do zwalczania owadów stosowane są insektycydy, które w zależności od sposobu przenikania do organizmu dzieli się na:

1. insektycydy kontaktowe – wnikają przez zewnętrzne powłoki ciała;
2. insektycydy oddechowe – wnikają przez układ oddechowy;
3. insektycydy pokarmowe – wnikają przez przewód pokarmowy;
4. insektycydy odstrasżające – repelenty.

### 2.1.3.2. Deratyzacja w produkcji trzody chlewnej

Gryzonie są nosicielami i przenosicielami zarazków, dlatego deratyzacja pomieszczeń inwentarskich jest bardzo ważnym elementem w zwalczaniu chorób zakaźnych i zaraźliwych. Zwalczanie gryzoni to podstawa dla bezpieczeństwa żywności pochodzenia zwierzęcego, ponieważ niektóre z chorób przenoszonych przez gryzonie mogą być zoonozami. Gryzonie zanieczyszczają paszę kałem oraz moczem, zarażając w ten sposób zwierzęta fermowe. Dodatkowe straty wynikające z obecności szczurów i myszy to zjadanie paszy i jej niszczenie, uszkodzanie instalacji elektrycznych, wywoływanie pożarów oraz niszczenie konstrukcji budynków [9].

W fermach, aby skutecznie walczyć z gryzoniami, niezbędne jest stosowanie działań profilaktycznych oraz eksterminacyjnych. Do działań zapobiegawczych należy monitoring obecności gryzoni oraz pozbawienie ich podstaw życiowych. Działania ekster-

minacyjne polegają na stosowaniu różnych metod zwalczania gryzoni, które można podzielić na:

1. mechaniczne (potrzaski, gilotyńki, pułapki);
2. biologiczne (psy, koty – nie stosuje się na terenie ferm);
3. bakteriologiczne (zakażenie zjadliwymi szczepami bakterii – niedopuszczalna);
4. elektroniczna (ultradźwięki, odstraszacze dźwiękowe);
5. chemiczne (redentycydy) [7].

## **2.2. Afrykański pomór świń (ASF)**

Afrykański pomór świń to choroba wirusowa świń oraz dzików. Jest zakaźna, wysoce zaraźliwa i często wolno się szerzy. Wskaźnik śmiertelności jest bardzo duży, ponieważ nie ma skutecznej szczepionki przeciw wirusowi ASF. Choroba ta występuje najczęściej w postaci ostrej, rzadziej zdarzają się przypadki o łagodniejszym przebiegu. W ostrym przebiegu choroby padłe zwierzęta sprawiają wrażenie obrzękłych, zaś w przebiegu przewlekłym zwłoki są wychudzone. Skóra chorych zwierząt ma sino-czerwony kolor i jest wysiana wybroczynami. Charakterystyczne zmiany występują w węzłach chłonnych, śledzionie, sercu i nerkach [10].

### **2.2.1. Czynniki etiologiczne**

Czynnikiem patogennym jest wirus afrykańskiego pomoru świń (ASFV), przedstawiciel z rodziny *Asfviridae* rodzaju *Asfivirus*, który namnaża się w cytoplazmie komórek zarażonych. Wirus ASF jest to złożony drobnoustrój pod względem konstrukcji wironu i budowy genomu, w dużym stopniu odporny na warunki środowiskowe oraz czynniki fizyczne i chemiczne [11].

### **2.2.2. Występowanie**

Pierwsze przypadki choroby zostały opisane w Kenii w roku 1921. W Europie pierwsze ogniska pojawiły się w Portugalii w roku 1957, następnie we Francji, Włoszech, Holandii, Belgii na Malcie i w krajach regionu kaukaskiego. Następnie wirus pojawił się w Ameryce Środkowej w roku 1971, został zwalczony i pojawił się ponownie w roku 1980, wywołując bardzo duże straty ekonomiczne [12]. Do Polski afrykański pomór świń dotarł w skutek rozprzestrzeniania się wirusa od 2007 roku w Czeczenii, Gruzji, Azerbejdżanie, Armenii, następnie w Rosji, Ukrainie, Litwie i Białorusi. Pierwszy przypadek ASF w Polsce zanotowano w lutym 2014 roku. Po 18 miesiącach można było zauważyć, że choroba rozprzestrzenia się wolno, ale konsekwentnie, powiększając obszar zapowietrzony. W 18 miesięcy ASF objął 1500 km<sup>2</sup> powierzchni kraju [13].

Obecnie ASF występuję w Polsce na terenie trzech województw: podlaskiego, mazowieckiego i lubelskiego w związku, z czym wyznaczono trzy obszary: zagrożenia, objęte ograniczeniami i ochronny [Rys. 1] [14].



cenia. Ten stan utrzymuje się przez 3-4 dni, gdy ustaje gorączka najczęściej pojawia się sinica brzucha, boków ciała i uszu, wybroczyny na skórze, pienisty wypływ z nosa, wypływ z worka spojówkowego, duszność, biegunka, której często towarzyszy domieszka krwi, wymioty oraz niedowładny zadu. Śmierć zwierząt następuje po upływie kilku dni. W krajach, gdzie choroba trwa już kilka lat liczba zachorowań w przebiegu przewlekłym zwiększa się. W tej postaci choroba trwa od 20 do 40 dni i najczęściej kończy się śmiercią, bardzo rzadko wyzdrowieniem. Osobniki chore są wychudzone, obserwuje się u nich stany poprawy i pogorszenia stanu zdrowia [16].

#### **2.2.4. Zwalczenie**

Przeciw afrykańskiemu pomorowi świń nie ma skutecznej szczepionki. Czynnościami chroniącymi krajowe pogłowie świń przeciw ASF jest zapobieganie rozprzestrzeniania się choroby oraz szybkie zwalczanie [17]. Producenci, hodowcy i lekarze weterynarii powinni brać udział w szkoleniach, bowiem konieczne jest uaktualnianie wiedzy na temat procedur postępowania prewencyjnego. Jest to bardzo ważne, ponieważ epidemiologia ASF nie zawsze przebiega według określonego schematu [18].

#### **2.2.5. Zagrożenia**

Ze względu na zakaz leczenia chorych zwierząt, choroba zwalczana jest wyłącznie metodami administracyjnymi, przez wybijanie stad zakażonych i znajdujących się w zapowietrzonej strefie. Zarówno Polska, jak i inne kraje, w których wystąpił afrykański pomór świń narażone są na duże straty ekonomiczne w chowie, hodowli i przemysle mięsny. Straty te są spowodowane padnięciami świń, kosztami likwidacji stad oraz wstrzymaniem eksportu i obrotu żywca, mięsa i produktów pozyskiwanych od trzody chlewnej [13].

### **3. Materiał i metody**

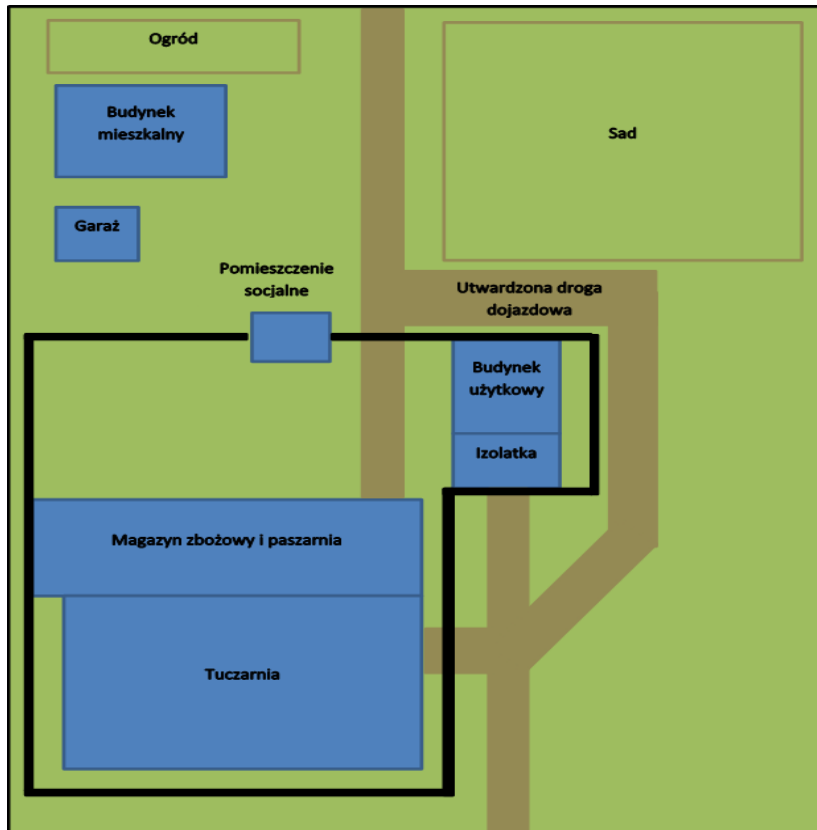
Analizę zostało objęte gospodarstwo indywidualne położone na terenie gminy Zakrzówek, powiatu Kraśnickiego. Gospodarstwo specjalizuje się w produkcji tuczników w otwartym cyklu. W pracy omówiono wprowadzenie zasad bioasekuracji na teren gospodarstwa i do budynków produkcyjnych. Wprowadzono lokalizację fermy, kontrolę wizyt na fermie, system ochronny „czarne-białe”, kwarantannę i izolację, profilaktykę weterynaryjną, ogrodzenie budynków, dezynfekcję, dezynsekcję i deratyzację. Wprowadzone zasady bioasekuracji służą zapewnieniu ochrony stada w aspekcie zagrożenia afrykańskim pomorem świń. Na terenie Polski ASF występuje na terenie województwa podlaskiego, mazowieckiego i lubelskiego [15]. Gospodarstwo poddane analizie znajduje się ok. 160 km od zagrożonego obszaru [Rys. 2], dlatego też niezbędne było wprowadzenie zasad biobezpieczeństwa. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 3 kwietnia 2015 r. w sprawie wprowadzenia „Programu bioasekuracji mającego na celu zapobieganie szerzeniu się afrykańskiego pomoru świń” na lata 2015-2018, program został wprowadzony do fermy.





## 4.2. Opis budynków na fermie

Na terenie fermy znajduje się budynek produkcyjny na 500 tuczników, izolatka, paszarnia, magazyn zbożowy, budynek użytkowy i pomieszczenie socjalne [Rys.3]. Tucz prowadzony jest na głębokiej ściółce, co zapewnia zwierzętom wysoki poziom dobrostanu i jednocześnie pozwala zachować odpowiednią higienę poprzez prowadzenie systemu „całe pomieszczenie pełne – całe pomieszczenie puste”. Ściółka jest sucha oraz wolna od zanieczyszczeń. Świnie mają dostęp do materiałów manipulacyjnych, co zapobiega występowaniu anomalii behawioralnych. Konstrukcja budynków jest tak zabezpieczona, aby do wnętrza pomieszczeń nie dostały się ptaki, gryzonie, bądź owady. Magazyn pasz także jest szczelnie zabezpieczony, a gryzonie nie mają dostępu do źródeł wody i pokarmu. Kontenery z padłymi tucznikami są szczelne i zabezpieczone przed zwierzętami dzikimi, myszami i szczurami. Wejście do pomieszczeń inwentarskich jest oznaczone tablicą informacyjną, drzwi są szczelne, a przed nimi jest wyłożona mata dezynfekcyjna. Na bramach wjazdowych są zawieszane widoczne znaki ostrzegawcze oraz informacyjne.



Rysunek 3. Rozmieszczenie budynków i dróg dojazdowych w gospodarstwie [opracowanie własne]

### **4.3. Zastosowane elementy zabezpieczenia epizootycznego**

Teren gospodarstwa został podzielony na strefę zaopatrzeniowo-administracyjną, czyli „czarną” i produkcyjną, czyli „białą”. Taki podział jest bardzo ważnym elementem prewencji, ponieważ minimalizuje zagrożenia epizootyczne w gospodarstwie. Część „czarna” obejmuje budynki spełniające funkcje administracyjne i zaopatrzeniowe. W tej części zlokalizowane są silosy na paszę i inne urządzenia, obszar ten jest bardziej obciążony ryzykiem kontaktu z czynnikami chorobotwórczymi. W strefie „białej” znajduje się budynek dla zwierząt, izolotka, pomieszczenia dla lekarzy weterynarii, pracowników i magazyn sprzętu weterynaryjno- zootechnicznego. W części produkcyjnej znajdują się tylko urządzenia i sprzęt do bieżącej obsługi zwierząt. Na teren gospodarstwa nie jest pożądanym wstęp osób postronnych, lecz jeżeli wystąpi taka konieczność to osoba wchodząca do strefy produkcyjnej powinna wykonać wszystkie czynności higieniczno-dezynfekcyjne, takie jak kąpiel, zmiana obuwia i odzieży. Zasady te obejmują także pracowników, lekarzy weterynarii oraz jednostki nadzorujące. Odkażeniu są poddane także leki i sprzęt weterynaryjny przenoszony na teren strefy produkcyjnej. Wszystkie czynności higieniczno-dezynfekcyjne odbywają się w śluzach dezynfekcyjnych, które znajdują się na granicy strefy „czarnej” i „białej”. Wejście do strefy produkcyjnej jest możliwe wyłącznie przez służbę. Znajdują się tam szatnia na ubrania cywilne, prysznic, szatnia na ubrania robocze, dozownik ze środkiem do dezynfekcji rąk oraz maty dezynfekcyjne. W bramie wjazdowej zlokalizowany jest zadaszony basen ze środkiem do dezynfekcji kół, urządzenie do oczyszczania i odkazania nadwozi, także miejsce do dezynfekcji butów i rąk dla ludzi. Każda osoba lub pojazd wjeżdżający na teren gospodarstwa jest rejestrowany.

W chlewni, aby nie dopuścić do nadmiernego rozwoju owadów, stosuje się lampy owadobójcze i lepy. Gospodarstwo jest także zabezpieczone przed obecnością szkodników i jest prowadzony monitoring obecności gryzoni. Teren fermy jest utrzymywany w porządku, co pozwala na szybkie wykrycie śladów obecności gryzoni. Do budynków i na zewnątrz obiektów zostały wprowadzone stacje przynęt, a wszystkie wyniki monitoringu są dokumentowane.

#### **4.3.1. Zakup zwierząt**

Właściciel gospodarstwa zakupuje warchlaki z ferm znajdujących się w Polsce, będących pod stałym nadzorem weterynaryjnym. Warchlaki, mieszańce ras typu mięsnego, są w pełni przygotowane do tuczu, ich masa ciała wynosi od 25 kg do 30 kg. Cała chlewnia jest jednocześnie zasiedlana.

#### **4.3.2. Kwarantanna i izolacja**

Przy zakupie nowych zwierząt do gospodarstwa zachowuje się szczególną ostrożność, gdyż jest to moment, w którym występuje niebezpieczeństwo wprowadzenia chorób inwazyjnych lub zakaźnych. Na tym etapie określany jest status zdrowotny nowych zwierząt i warunki kwarantanny. Jeżeli w stadzie zostaną zaobserwowane zachorowania, izoluje się chore zwierzę i lekarz weterynarii określa stopień zagrożenia oraz okres izolacji. Izolotka jest oddalona od budynku produkcyjnego o ok. 50 m.

### **4.3.3. Profilaktyka weterynaryjna**

Lekarz weterynarii sprawujący nadzór nad gospodarstwem, określa status zdrowotny zwierząt, decyduje o kierunku i zakresie badań, które są przeprowadzane w celu potwierdzenia lub wykluczenia występowania czynników zakaźnych. Do zabiegów profilaktycznych należą szczepienia, które stosuje się w celu poprawy biobezpieczeństwa stada. Szczepienia nie są traktowane, jako najważniejszy czynnik decydujący o efektywności bioasekuracji. Ważnym elementem stosowanym w profilaktyce weterynaryjnej jest też regularne odrobaczanie zwierząt przeciw pasożytom wewnętrznym i zewnętrznym. U zakupionych zwierząt występują nieliczne przypadki, gdzie konieczne jest wykonanie zabiegów zootechnicznych np. kastracji.

### **4.3.4. Żywnienie**

Pasza pochodząca z produkcji własnej i zakupiony granulaty pasz przemysłowych umieszczane są w zbiornikach typu BIN. Zbiornik jest połączony bezpośrednio z podajnikiem paszowym, który jest zaopatrzony w przenośnik ślimakowy. Pasza dla zwierząt jest wprowadzana bezpośrednio do karmideł, a jej wydajność dostosowana do liczby osobników w kojcu. Kojce są wyposażone w karmidła typu tubomat i w podłóżka automatyczne. Dzięki podziałowi kojca na część legowiskową i żywieniową, pasza nie jest zanieczyszczona odchodami.

Warchlaki tuczone są dwufazowo, od około 25 kg do 70 kg żywione są tą samą paszą. W przedziale masy ciała od 70 kg do 100 kg osobnikom jest podawana innego rodzaju mieszanka. Wprowadzana do fermy pasza i sposób jej przechowywania jest bezpieczna dla świń. Podczas całego okresu tuczu trwającego od 3 do 4 miesięcy, zwierzęta żywione są do woli przy maksymalnym dostarczeniu niezbędnych składników pokarmowych. Do sprzedaży zwierzęta są selekcjonowane, ponieważ sprzedaż następuje w kilku etapach, gdyż tuczniaki nie osiągają pełnej masy ciała równocześnie, a zauważa się kilku-, kilkunasto- kilogramowe różnice.

### **4.3.5. System „całe pomieszczenie pełne – całe pomieszczenie puste”**

Z pomieszczeń inwentarskich po sprzedaży wszystkich tuczniaków wywożony jest obornik, wnętrza budynków jest czyszczone, myte i dezynfekowane. Do czyszczenia i mycia pomieszczeń wykorzystuje się myjkę wysokociśnieniową z możliwością ustawienia temperatury wody. Wnętrze budynku jest dokładnie myte gorącą wodą z dodatkiem płynu myjącego o działaniu przeciwbakteryjnym. Następnym etapem jest odkażanie systemu wodnego oraz mycie i dezynfekcja ruchomego wyposażenia kojców. Po tych czynnościach następuje dezynfekcja całych pomieszczeń, do myjki ciśnieniowej wprowadzany jest płyn dezynfekcyjny o szerokim spektrum działania. Zwraca się szczególną uwagę, aby środek był rozprowadzony na całej powierzchni ścian chlewni. Całe wnętrza budynku jest zamgławiane, zabieg ten zabija mikroorganizmy znajdujące się w powietrzu, ściółce i wyposażeniu. Po przeprowadzeniu tych zabiegów do chlewni wprowadzana jest następna grupa zwierząt.

#### **4.3.6. Sprzedaż i transport**

Kontrahent skupujący tuczniki z gospodarstwa prowadzi działalność na terenie województwa podkarpackiego. Tucz jest kontraktowany, a zakład jest zobowiązany do odbioru zwierząt we własnym zakresie. Tuczniaki są sprzedawane w 2 lub 3 partiach o wyrównanej masie ubojowej. Selekcję zwierząt do uboju przeprowadza się za pomocą bezdotykowej kredy w sprayu. Oznaczone zwierzęta przemieszcza się na korytarz, a następnie są przeganiane bezpośrednio do samochodu. Zewnętrzne części transportu znajdują się poza gospodarstwem, na jego bocznej stronie. Tuczniaki wprowadzone na rampę załadunkową nie mają możliwości powrotu do budynku. Rampa do załadunku nie jest stosowana do rozładunku zwierząt i po zakończonej pracy jest myta i dezynfekowana. Samochód do transportu zwierząt jest odpowiednio skonstruowany i wyposażony.

#### **5. Podsumowanie**

Jak wykazano bioasekuracja analizowanego gospodarstwa indywidualnego spełnia wszystkie wymogi zabezpieczenia epizootycznego, typowe dla ferm trzody chlewnej.

Ferma jest położona w dogodnej lokalizacji, w okolicy nie znajdują się inne gospodarstwa wielkotowarowe, ubojnie i zakłady mięsne.

Gospodarstwo realizuje zasadę podziału fermy na strefę produkcyjną i zaopatrzeniowo-administracyjną. Została wprowadzona kontrola wizyt na fermie a każda osoba wchodząca na teren gospodarstwa jest zobowiązana do przejścia przewidywanych procedurami procesów higieniczno-dezynfekcyjnych.

W chlewni jest stosowany system „całe pomieszczenie pełne – całe pomieszczenie puste”, co pozwala przeprowadzić dokładne czyszczenie i dezynfekcję pomieszczeń inwentarskich po zakończonym procesie produkcyjnym.

Nad stadem sprawuje stały nadzór lekarz weterynarii, który określa stan zdrowotny zwierząt oraz przeprowadza okresowe badania i szczepienia. W razie zachorowań izoluje, nadzoruje i leczy chore zwierzę.

Gospodarstwo jest zabezpieczone przed gryzoniami i insektami. Wprowadzony jest stały monitoring obecności gryzoni i zastosowane są lampy owadobójcze.

Na terenie fermy nie znajdują się inne gatunki zwierząt i nie mają wstępu zwierzęta towarzyszące oraz dzikie.

## Literatura

1. Kołacz R., *Bioasekuracja (biobezpieczeństwo) w intensywnej produkcji trzody chlewnej*, Trzoda Chlewna., 2 (2000), s. 64-68
2. Płókarz D., Rudy A., *Bioasekuracja jako metoda ograniczenia szerzenia się afrykańskiego pomoru świń*, Życie Weterynaryjne, 8 (2015), s. 505-507
3. Jackson P., Cockcroft P., *Handbook of Pig Medicine*, Elsevier Limited, (2007), s. 21-48
4. Bugnacka D., *Bioasekuracja ferm trzody chlewnej. Podstawowe zasady*, Hodowca Trzody Chlewnej, 09-10 (2012), s. 36-43
5. Truszczyński M., Pejsak Z., *Weterynaryjny nadzór nad zdrowiem w stadach świń*, Państwowy Instytut Weterynaryjny – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach, Życie Weterynaryjne, 81/10 (2006), s. 655-657
6. Pejsak Z., *Ochrona zdrowia świń*, Polskie Wydawnictwo Rolnicze, Poznań 2007
7. Kwiatek K., Osiński Z., Przeniosło-Siwczyńska M., Kukier E. *Zabiegi dezynfekcji, dezynsekcji i deratyzacji, jako ważne elementy higieny w łańcuchu żywnościowym*, Życie Weterynaryjne, 90/02 (2015), s. 112-115
8. Kołacz R., *Dezynfekcja, jako element bioasekuracji ferm trzody chlewnej*, Trzoda Chlewna 8-9 (2001), s. 169-175
9. Ignatowicz S., *Szkodliwość gryzoni*, Higiena, 3/ 11 (2003), s. 24-26
10. Markowska-Daniel I., Pejsak Z., *Afrykański pomór świń*, Życie Weterynaryjne, 3 (2014), s. 191-196
11. Dixon L. K., Escribano J. M., Martins C., Rock D. L., Salas M. L., Wilkinson P. Asfarviridae J., *In Virus taxonomy. VIIIth Report of the ICTV*, London UK: Elsevier/Academic Press, (2005), s. 135-143
12. Woźniakowski G., Frączyk M., Niemczuk K., Pejsak Z., *Selected aspects related to epidemiology, pathogenesis, immunity, and control of African swine fever*, Journal of Veterinary Research, 60 (2016), s. 119-125
13. Śmietanka K., Bocian Ł., Pejsak Z., *Dynamika rozprzestrzeniania się afrykańskiego pomoru świń w Polsce*, Lecznica dużych zwierząt, 37 (2015), s. 34-37
14. Pejsak Z., Truszczyński M., Niemczuk K., Kozak E., Markowska-Daniel I., *Epidemiology of African Swine Fever in Poland since the detection of the first case*, Polish Journal of Veterinary Sciences, 17/ 4 (2014), s. 665-672
15. <http://www.piwet.pulawy.pl>
16. Sánchez-Vizcaino J. M., Arias Neira M., *African swine fever*, W: Diseases of swine. Wiley-Blackwell, (2012), s. 396-404
17. Dz.U. 2015 poz. 517, Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 3 kwietnia 2015 r. w sprawie wprowadzenia „Programu bioasekuracji mającego na celu zapobieganie szerzeniu się afrykańskiego pomoru świń” na lata 2015-2018
18. Pejsak Z., Truszczyński M., *Afrykański pomór świń*, Państwowy Instytut Weterynaryjny – Państwowy Instytut Badawczy, Puławy 2016

## **Bioasekuracja ferm trzody chlewnej w aspekcie zagrożenia afrykańskim pomorem świń**

Bioasekuracja ferm trzody chlewnej to zespół praktycznych działań, które są podejmowane w celu zapobiegania przedostawaniu się patogenów chorobotwórczych do fermy oraz kontroli ich szerzenia się. W związku z szerzeniem się afrykańskiego pomoru świń (ASF) w Polsce konieczna jest ochrona gospodarstw utrzymujących trzodę chlewną. Afrykański pomór świń to choroba wirusowa trzody chlewnej i dzików, jest zakaźna, zaraźliwa i często wolno się szerzy. Towarzyszy jej bardzo duży wskaźnik śmiertelności. W Polsce choroba ta wystąpiła na terenie trzech województw: podlaskiego, mazowieckiego i lubelskiego w związku, z czym wyznaczono trzy obszary: zagrożenia, objęty ograniczeniami i ochronny. Celem pracy była analiza zasad bioasekuracji w aspekcie zagrożenia afrykańskim pomorem świń na terenie gospodarstwa położonego w regionie Lubelszczyzny.

W pracy omówiono zasady zabezpieczenia gospodarstw, służących zapewnieniu bezpieczeństwa stad w aspekcie zagrożenia afrykańskim pomorem świń. W analizie uwzględniono m. in. lokalizację fermy, kontrolę wizyt na fermie, system ochronny „czarne-białe”, kwarantannę i izolację, profilaktykę weterynaryjną, ogrodzenie budynków, dezynfekcję, dezynsekcję i deratyzację.

Jak wykazano bioasekuracja gospodarstwa spełnia wszystkie wymogi zabezpieczenia epizootycznego typowe dla ferm trzody chlewnej.

Słowa kluczowe: afrykański pomór świń, trzoda chlewna, tuczniki, bioasekuracja

## **Biosecurity of pig farm in the aspect of threat African Swine Fever**

Biosecurity of pig farm is a complex of practical actions which are taken in order to prevent the entry of pathogens to the farm and control their spread. Due to the spread of the African Swine Fever in Poland it is necessary to protect farm which holding pigs. African Swine Fever (ASF) is a viral disease of pigs and boars, is infectious and often is spread slowly. It is accompanied by a very high mortality rate. In Poland the disease occurs in the area of three voivodships: podlaskiego, mazowieckiego and lubelskiego, therefore designated three areas: threats, restrictions and protective. The aim of the thesis was the analysis of biosecurity principles in the aspect of threat african swine fever on a farm located in the Lublin region. In thesis discusses the principles of security farm, which serve to ensure the safety of herds in the aspect of threat african swine fever. The analysis included location of the farm, control visits to the farm, the protective system "black-white", quarantine and isolation, veterinary prophylaxis, fencing of buildings, disinfection, disinsectization and deratisation. As demonstrated farm biosecurity meets all the requirements of epizootic protection typical for pig farms.

Keywords: African swine fever, pig farm/ swine, biosecurity

## Znaczenie gospodarcze krocionogów (Diplopoda)

### 1. Wstęp

Krocionogi (Diplopoda) należą do grupy zwierząt nazywanych wijami (Myriapoda). Wije dzielą się na cztery gromady: krocionogi= dwuparce (Diplopoda), pareczniki (Chilopoda), skąponogi (Pauropoda), pierwowije (Symphyla). Krocionogi są bardzo starą filogenetycznie gromadą, która pojawiła się ponad 400 milionów lat temu [1÷2]. Na świecie opisano ponad 12000 gatunków krocionogów w 16 rzędach i 145 rodzinach [3]. W Europie jak dotąd stwierdzono 1541 gatunków i podgatunków krocionogów Diplopoda [4]. W Polsce wykazano 86 gatunków w 6 rzędach: prążkowce *Polyzoniida*, krocionogi właściwe Julida, węzławce Polydesmida, sprężykowce Chordeumatida, skulice Glomerida i strzępnice Polyxenida [5].

Większość krocionogów to saprofagi, biorące udział w dekompozycji czyli rozkładzie szczątków organicznych m.in. ściółki liściowej i martwych roślin, w tym martwego drewna [6÷8] oraz krążenia pierwiastków w przyrodzie. Krocionogi stymulują aktywność saprofitycznych bakterii i grzybów żyjących w glebie. Zagęszczenie populacji krocionogów w glebie, według licznych autorów, osiąga od 30-120 osobników na metr kwadratowy. Krocionogi konsumują średnio 10-15% ściółki liściowej rocznie w lasach strefy umiarkowanej [9]. Na przykład krocionogi *Ommatoiulus sabulosus* konsumują 33-38% ściółki liściowej rocznie [10]. Diplopoda żyją w różnego typu lasach, otwartych terenach trawiastych, ekotonach i agrocenozach. Stare lasy, gdzie znajdują się martwe pnie, zwalone drzewa i grube pokłady ściółki, dostarczają najbardziej odpowiednich warunków do życia dla krocionogów. Różnorodność gatunków Diplopoda odzwierciedlają tropikalne i subtropikalne obszary wilgotnych lasów Ameryki, Afryki i Azji [1, 11÷13].

### 2. Biologiczna ochrona lasu

Intensywna gospodarka człowieka degradowuje gleby i obszary leśne. Udaną introdukcję krocionoga *Proteroiulus fuscus* Am Stein (Julida, Blaniulidae) zrealizowano na gruntach porolnych, z młodymi zadrzewieniami sosnowymi, po uprzednim zmieszaniu ich z trocinami i korą sosnową o różnym stopniu rozkładu. Trociny są odpadami w przemyśle drzewnym, których usuwanie jest problemem gospodarczym. *Proteroiulus fuscus* jest saprofagiem o szerokim spektrum troficznym, który ułatwia dekompozycję szczątków organicznych. *Proteroiulus fuscus* przenosi zarodniki grzybów: *Mucor* sp., *Aspergillus glaucus*, *Monosporium* sp. oraz *Trichoderma viride*, antagonistycznych dla gatunków grzybów pasożytniczych na drzewach. Szczególnie *Trichoderma viride*, gatunek antagonistyczny wobec huby korzeniowej *Heterobasidium annosum* (Fr.) Bref.= *Fomes annosus* (Fr.) Karst. jest ważny w biologicznej ochronie lasu w młodych

---

<sup>1</sup> grzegorzkania@umlub.pl

Katedra i Zakład Biologii i Parazytologii

Uniwersytet Medyczny, ul. Radziwiłłowska 11, 20-080 Lublin

zadrzewieniach monokulturowych [6, 14]. Zagęszczenie populacji *P. fuscus* w uprawach i młodnikach początkowo wynosi około kilka osobników/m<sup>2</sup>, podczas gdy w starszych drzewostanach do kilkuset. Według Tracza [6] zagęszczenie *Proteroiulus fuscus* w okresie nagromadzenia resztek pozrębowych wynosi 2-3 tysiące osobników /m<sup>2</sup>. Krocionóg *P. fuscus* żyje najczęściej pod korą w drewnie rozkładających się pniaków oraz zasiedla próchno dębu (*Quercus* sp.), olszy (*Alnus glutinosa*), brzozy (*Betula pendula*), świerka (*Picea abies*) i sosny (*Pinus sylvestris*) [15, 16]

### 3. Udział krocionogów w rekultywacji ekosystemów

Badania fauny glebowej w Niemczech na zdegradowanych terenach pokopalnianych węgla brunatnego wykazały, że Diplopoda zasiedlają hałdy i otwarte tereny piaszczyste [17÷20]. Na hałdach pokopalnianych pionierskim gatunkiem krocionoga jest *Craspedos amarawlini*, który wykazuje najwyższe zagęszczenie populacji.

Voigtländer i Balkenhol [21] wykazały krocionogi na terenach pokopalnianych. Najliczniej zasiedlają hałdy następujące gatunki: *Nopoiulus kochii* Gervais, *Brachydesmus superus* Latzel, *Glomeris hexasticha*, *Glomeris connexa* C. L. Koch, *Unciger foetidus* C. L. Koch, *Melogon avoigti* Verhoeff, *Ommatoiulus sabulosus* Linnaeus oraz *Nemasoma varicorne* C. L. Koch.

Tajovsky [22] potwierdził, że gatunkiem pionierskim jest *Craspedosoma rawlini*, a gatunki *Polydesmus inconstans* i *Polydesmus testaceus* dominują na zniszczonych hałdach pokopalnianych węgla brunatnego. Diplopoda wraz z *Chilopoda*, *Isopoda* i *Acari* zasiedlają zwałowiska pokopalniane biorąc udział w dekompozycji i wzbogaceniu gleby w pierwiastki, przyczyniając się do rekultywacji ekosystemów.

Krocionogi są bioindykatorami zanieczyszczenia środowiska metalami ciężkimi [23, 24]. Badania porównawcze z Górnego Śląska (Jaworzno) i Małopolski (Chrzanów) oraz z terenu Lublina potwierdziły, że eurytopowy gatunek jakim jest krocionóg piaskowy *Ommatoiulus sabulosus* nie jest bioindykatorem [25].

### 4. Udział krocionogów w nawożeniu i produkcji kompostu

Analiza synantropijnych gatunków krocionogów wykazała kilkaset osobników *Cylindroiulus parisiorum* (Julida) w ziemi kompostowej: 80 ♂, 150 ♀, 200 juveniles [26]. Badania własne w Lublinie potwierdziły, że *Brachydesmus superus* Latzel i *Polydesmus inconstans* Latzel (Polydesmida) biorą udział w tworzeniu kompostu w ogrodach [36].

Krocionogi *Xenobolus carnifex* Fabricius (Spirobolida) mają zdolność do kompostowania odpadów organicznych. Kompost produkowany przez krocionogi tzw. „milli-compost” ma wpływ na wzrost roślin warzywnych. Kompost produkowany przez krocionogi posiada więcej składników pokarmowych niż pozostałości organiczne. Krocionogi ściółkę liściową i materiał roślinny przekształcają w odchody, które uczestniczą w procesie dekompozycji [28, 29]. Krocionogi z rodzaju *Arthrospira* jako saprofagi przetwarzają trwałe odpady organiczne w kompost w krótkim czasie. *Arthrospira magna* Attems (Sphaerotheriida) może być wykorzystany do produkcji kompostu [30]. Na plantacjach palm i kawy krocionogi Sphaerotheriida wykorzystano do produkcji kompostu. Stosując ten kompost otrzymano nawóz organiczny, który można wykorzystać zamiast chemicznych środków. Zastosowanie kompostu do nawo-



zenia powoduje mniejsze zużycie nawozów sztucznych [31]. Doświadczenia polowe udowodniły, że kompost produkowany przez krocionogi tzw. „millicompost” lepiej oddziaływujena wzrost roślin niż zwykły organiczny kompost [13].

*Trigoniulus corallinus* (*Spirobolida*) uczestniczy w dekompozycji. Kompost produkowany przez tego krocionoga „millicompost”, bogaty w Ca, Mg i P, jest wydajnym substratem do produkcji sadzonek sałaty ogrodowej *Lactuca sativa* L. Zastosowanie „millicompostu” jako substratu pozwala na produkcję sadzonek sałaty ogrodowej podobną do produkowanej przy użyciu „vermicompostu” [32].

Krocionogi żyją w szklarniach, ogrodach i kompostach [33÷41].

## 5. Diplopoda jako szkodniki roślin

Krocionogi są roślinożercami, także są często szkodnikami roślin uprawnych i ozdobnych. Zwierzęta te wędrują na plantacjach truskawek, ziemniaków, kukurydzy, słonecznika, buraków, manioku, kawy i wielu innych, uszkadzają lub całkowicie niszczą rośliny, będąc pierwotnymi lub wtórnymi szkodnikami (tabela 1) [34, 36, 42÷50]. Krocionogi, które można uznać za szkodniki są przedstawicielami z rzędu Julida: *Blaniulus guttulatus* Bosc., *Archiboreoiulus pallidus* Brade-Birks, *Boreoiulus tennis* Bigler, *Choneiulus palmatus* Němec, *Cylindroiulus caeruleocinctus* Wood, *Ommatoiulus moreletii* Lucas, z rzędu Spirostreptida: *Plusioporussetiger* Brolemann, *Spinotarsus caboverdus* Pierrard i z rzędu Polydesmida: *Pleuroloma flavipes* Rafinesque, *Brachydesmus superus* Latzel, *Oxidus gracilis* C. L. Koch.

*Blaniulus guttulatus* jest szkodnikiem w polach i ogrodach, szczególnie upraw ziemniaków (*Solanum tuberosum*) i truskawek (*Fragaria grandiflora*) [51÷57]. Znaczną liczbę osobników krocionoga krwawopłamego (*Blaniulus guttulatus*) niszczącego owoce truskawek odnotowano w ogródkach działkowych i przydomowych oraz w inspektach [45]. Boczek i wsp. [55] stwierdzili, że krocionogi uszkadzają kiełkujące nasiona i młode rośliny. Nocą żerują na nadziemnych częściach siewek, dniem pod powierzchnią gleby. Krocionogi także żerują w korzeniach, bulwach oraz owocach, uprzednio zaatakowanych przez inne szkodniki. Schubart [52] podał, że na ziemniakach zarażonych przez *Phytophthora* regularnie żeruje *Blaniulus guttulatus*. Jednakże Pierrard i Biernaux [53] i Kania [34] stwierdzili, że krocionogi krwawopłame są pierwotnymi szkodnikami upraw. *B. guttulatus* jest szkodnikiem buraka cukrowego żerującym na rozkładających się częściach roślin, często uszkadza kiełki, liście i młode rośliny buraka cukrowego [58]. Gatunek ten występuje w wilgotnych, ciepłych i zasobnych w próchnicę stanowiskach, niszczy kiełkujące nasiona i siewki roślin [59, 60]. Cloudsley-Thompson [60] oraz Lehtinen i Terhivuo [61] potwierdzili, że *B. guttulatus* niszczy ziemniaki. Według Bakera, Biernaux, Pierrard i Biernaux oraz Kime [43, 44, 53, 62] krocionogi zniszczyły uprawy buraka cukrowego (*Beta vulgaris* var. *altissima*).

*Archiboreoiulus pallidus* i *Boreoiulus tenuis* stwierdzono na kiełkach fasoli (*Phaseolus vulgaris*) i pędach buraków cukrowych [63, 64, 52, 53, 61]. Inny gatunek, współtworzący kompost, *Brachydesmus superus* jest częsty w polach uprawnych i ogrodach [56, 62], uszkadza siewki buraka cukrowego [43], marchew i ziemniaki [63, 64, 50].

W Lublinie obserwowano synantropijne gatunki krocionogów: *Blaniulus guttulatus* Bosc. i *Choneiulus palmatus* Nemeč. *B. guttulatus* i *Ch. palmatus* niszczyły rośliny ozdobne w szklarniach, a w ogrodach uszkadzały kiełkujące nasiona i siewki roślin

[65]. Obserwacje własne wskazują, że *B. guttulatus* jest szkodnikiem marchwi (*Daucus carota*) i pietruszki (*Petroselinum sativum*) oraz truskawek [34]. Krocionóg krwawopłamy (*B. guttulatus*) uszkadza kielkujące nasiona i młode sadzonki roślin, występując w wilgotnych glebach zasobnych w próchnicę.

*Cylindroiulus caeruleocinctus* jest gatunkiem eurytopowym o aktywności od maja do października z maksimum aktywności wiosną i jesienią, co jest zgodne z wcześniejszymi badaniami [54, 65, 66, 36]. Masowa wędrowka *C. caeruleocinctus* w polach słonecznika i kukurydzy spowodowała zniszczenie upraw w okolicach Wrocławia [45].

*C. caeruleocinctus* wykazano na polach uprawnych i łąkach w Niemczech i Austrii [56, 57, 67]. Voigtländer [68] podał, że *C. caeruleocinctus* jest gatunkiem otwartych terenów z preferencją do pól i ugorów.

*C. caeruleocinctus* został zawleczony do Ameryki Północnej i powodował szkody w uprawach ziemniaków, truskawek, fasoli, sałaty i dyni [52]. Brunke i wsp. podali, że *C. caeruleocinctus* zniszczył uprawy marchwi i ziemniaków w Ontario w Kanadzie [50, 69].

*Cylindroiulus caeruleocinctus* jest synantropijnym gatunkiem, który pojawiał się masowo w latach 2006-2008 w dwóch dzielnicach Lublina (Os. Nałkowskich i Czechów) otoczonych otwartymi terenami trawiastymi. Krocionogi wędrowały wokół budynków mieszkalnych i wchodziły do piwnic [65]. W latach 2009-2016 nadal obserwowano wędrowkę *C. caeruleocinctus* w Lublinie [Kania, obserwacje własne].

Koprdoва i wsp. [70] stwierdziła, że *C. caeruleocinctus* konsumuje nasiona różnych roślin łąkowych m.in. *Verbascum thapsus*, *Tussilago farfara* i *Epilobium angustifolium*.

Wielokrotnie opisywano aktywność krocionogów w uprawach tropikalnych.

Szkodnikiem bawełny (*Gossypium herbaceum*) i kielków nasion kakaowca (*Theobroma cacao*) jest *Odontopyge attemsi* Verhoeff w Ugandzie w Afryce. Krocionogi *Odontopygidae* objadały kielkujące nasiona roślin strączkowych i zbóż oraz posadzone bulwy i sadzonki manioku (*Manihotes culenta*). *Ophistreptus rugosus* Attems i *Pachybolus laminatus* Brolemann uszkodziły sadzonki kawy (*Coffea liberica*) w Afryce [52]. *Orthomorpha coarctata* Saussure i *Oxidus gracilis* C. L. Koch niszczyły siewki roślin [71]. *Peridontopyge spinosissima* Silvestri i *Syndesmogenus mineuri* Brolemann uszkodziły nasiona *Gossypium herbaceum* [52, 53]. *Peridontopyge rubescens* Attems uszkadzał nasiona *Arachi shypogaea* zwane orzeszkami arachidowymi [49, 53,72].

*Spinotarsus caboverdus* Pierrard (*Spirostreptida*) występuje i wędruje masowo w agrocenozach wysp Zielonego Przylądka (Cape Verde) [73÷75]. *S. caboverdus* niszczył uprawy słodkich ziemniaków, kielkujące nasiona kukurydzy i fasoli, a także owoce melonowca właściwego (*Carica papaya*), mango (*Mangifera indica*), bananów (*Musaensete*) i ananasów (*Ananas sativus*) [74÷76]. Gatunek ten rozprzestrzenił się w większości nawadnianych pól uprawnych wyspy S. Antao [77]. *Spinotarsus caboverdus* to przykład gatunku zawlezonego, który jest szkodnikiem rozprzestrzeniającym się w nowym środowisku z powodu braku wrogów naturalnych. Jak dotychczas nie udało się znaleźć skutecznych biologicznych lub chemicznych metod zwalczania szkodnika [74].

Tabela 1. Krocionogi (Diplopoda) jako szkodniki upraw

Gatunek krocionoga	Rośliny uprawne	Literatura
<p><i>Blaniulus guttulatus</i> Bosc.  <i>Choneiulus palmatus</i> Nemeč  <i>Boreoiulus tenuis</i> Bigler  <i>Archiboreoiulus pallidus</i> Brade-                      Birks                      (Julida: Blaniulidae)  <i>Cylindroiulus caeruleocinctus</i>                      Wood                      (Julida: Julidae)  <i>Brachydesmus superus</i> Latzel                      (Polydesmida: Polydesmidae)</p>	<p>truskawki, poziomki, ziemniaki, buraki                      cukrowe, ogórki, groch, fasola,                      kukurydza, słonecznik i inne uprawy                      ogrodowe i szklarniowe</p>	<p>[43÷46,                      51 ÷ 55,                      58÷ 61, 65,                      133]</p>
<p><i>Ommatoiulus moreleti</i> Lucas                      (Julida)</p>	<p>przypadkowo zawleczony w 1953 roku                      do Port Lincoln w Australii</p>	<p>[94]</p>
<p><i>Pleurolooma flavipes</i> Rafinesque                      (= <i>Fontaria virginiana</i> Drury)                      (Polydesmida)</p>	<p>Wirginia (USA); masowy pojaw                      krocionogów na pastwiskach i polach                      kukurydzy.                      W Indiana (USA) osobniki krocionogów                      zbijały się w masę żerując na                      warzywach i paszy dla zwierząt</p>	<p>[117, 119]</p>
<p><i>Harpurostreptus virgatus</i> Attems,  <i>Thyropygus nigrolabiatus</i>                      Newport (Spirostreptida)</p>	<p>marchew, maniok jadalny (<i>Manihot                      esculenta</i>) i ziemniaki w Indiach</p>	<p>[42]</p>
<p><i>Plusioporus setiger</i> Brolemann                      (Spirostreptida)</p>	<p>plantacje kawy w Brazylii</p>	<p>[91, 92,                      104]</p>
<p><i>Spinotarsus caboverdus</i> Pierrard                      1987                      (Spirostreptida: Odontopygidae)</p>	<p>ziemniaki, kiełkujące nasiona kukurydzy                      i fasoli, owoce: melonowiec właściwy                      (papaja), mango, bananów i ananasów                      Zachodnia Afryka, Cape Verde</p>	<p>[72 ÷ 77]</p>
<p><i>Peridontopyge schoutedeni</i>                      Attems,  <i>Peridontopyge demangei</i> Pierrard,  <i>Tibiomus gossypii</i> Pierrard  <i>Peridontopyge rubescens</i> Attems                      (Spirostreptida:                      Odontopygidae)  <i>Spirostreptus ibanda</i>                      Silvestri (Spirostreptida:                      Spirostreptidae)</p>	<p>słodkie ziemniaki <i>Ipomoea batatas</i>,                      kukurydza <i>Zea mays</i>                      bawełna <i>Gossypii herbaceum</i>                      papryka <i>Capsicum annum</i>,                      orzacha ziemna <i>Arachis hypogaea</i>                      Republika Środkowej Afryki, Uganda</p>	<p>[48, 49, 52,                      53, 72]</p>
<p><i>Omopyge sudanica</i> Kraus                      (Spirostreptida: Odontopygidae)</p>	<p><i>Ipomoea batatas</i>, <i>Manihot esculenta</i>,  <i>Arachis hypogaea</i>  <i>Zea mays</i></p>	<p>Ebregt i in.                      2007</p>

## 6. Wędrówki krocionogów

Z przeglądu literatury wynika, że wielokrotnie obserwowano masowe wędrówki krocionogów (Diplopoda) w Polsce [36, 65, 66, 78, 79,], w Europie [80÷87] oraz wielu rejonach świata: (tabela 2) w Turcji [88], w Japonii [89, 90], w Brazylii [91÷93] oraz Australii [94]. Najczęściej wędrują masowo przedstawiciele następujących rzędów Diplopoda: Julida, Polydesmida, Glomerida i Spirostreptida.

*Cylindroiulus caeruleo cinctus* Wood (Julida) jest gatunkiem występującym w synantropijnych biotopach, ogrodach i parkach w Europie, w Košicach na Słowacji [95], w Pradze w Czechach [39], w ogrodach i budynkach mieszkalnych Altenburga w Niemczech [86] i w Lublinie [36, 65]. Masowy pojaw *C. caeruleocinctus* obserwowano i opisano wokół domów mieszkalnych w Pradze [84, 85], w Turku w Finlandii [61], w Innsbrucku [67] i Rös w Austrii [87].

Masowe wędrówki krocionoga piaskowego *Ommatoiulus sabulosus* Linnaeus 1758 opisano w Europie [81, 83, 86, 96÷98]. W Polsce masowe wędrówki *Ommatoiulus sabulosus* obserwowano i opisywano w Wólce Abramowickiej koło Lublina [78], w Kruklinie koło Giżycka [99] w Dąbrowie Górniczej, Jaworznie, Chrzanowie i w Balinie w latach 2000-2008, w Wałbrzychu w latach 2002-2007 [79, 65] oraz w Krakowie w latach 2009-2011 [36, 100] oraz w okolicach Nieporętu k/Warszawy w 2013 roku [Kania, obserwacje własne].

Stojałowska [78] opisała masowy pojaw krocionoga piaskowego w okolicy Lublina (wieś Wólka Abramowicka). Liczne osobniki *O. sabulosus* wspinały się na drzewa i krzewy w takiej liczbie, że gałęzie były nimi oblepione. W lesie mieszanym sosnowo-dębowym, na przestrzeni 2 km długości i 0,5 km szerokości, występowały okazy k.piaskowego na borówce i mchu, oraz na młodych drzewkach, na korze, gałązkach lub ogonkach liściowych od spodu. Na przykład na pniu młodego dębu (*Quercus robur*), do wysokości 1,5 m od ziemi, znaleziono 14 młodych osobników w różnym wieku i 5 dorosłych. Osobniki *O. sabulosus* dorosłe i młode znajdowano do 2,5 m wysokości nad ziemią, ale tylko na młodych dębach i osikach. Przy ciepłej, słonecznej pogodzie, zwierzęta nie unikały strony nasłonecznionej drzew, choć było ich tam mniej. Stojałowska (1968) podała, że stosunek liczby samców do samic zmieniał się w kolejnych miesiącach; od lipca do października notowane były pojedynczo samce w stadium „status medius”. W całości zbioru samice przeważały.

Masowy pojaw *Ommatoiulus sabulosus* w Kruklinie, koło Giżycka na Mazurach, w czerwcu 1963 roku opisał Dziadosz [99] na podstawie próbki, która zawierała 186 osobników: 125 samic, 40 samców, 1 „status medius” ♂ i 20 juveniles. Autor podał, że zjawisko masowych pojawów krocionogów związane jest z wędrówkami po nasłonecznionej drodze. Celem jest „marsz godowy” – wędrówka dorosłych osobników łączących się w pary oraz osobników w różnym wieku bez kojarzenia się par. Według Dziadosza przyczyną wędrówek krocionogów są również warunki atmosferyczne.

Masowe wędrówki krocionoga piaskowego *Ommatoiulus sabulosus* L. w latach 2000-2007, wystąpiły na terenie Górnego Śląska (Dąbrowa Górnicza i Jaworzno) oraz w Małopolsce (Chrzanów i Balin). Tysiące osobników tego gatunku wędrowało

masowo po łąkach i ugorach oraz w ekotonie *Pinus silvestris*. Krocionóg piaskowy stał się uciążliwym sezonowym szkodnikiem, ponieważ pojawiał się masowo na budynkach mieszkalnych i często wchodził do piwnic. Ponadto zdolność tego gatunku krocionoga do wędrówek pionowych po ścianach budynków i skupianie się licznych osobników wokół drzwi wejściowych i balkonów, powodowała największe uciążliwości dla gospodarstw domowych [65, 79].

W pracy Kani i Tracza [79], w próbie z populacji *O. sabulosus*, z Jaworzna poddano analizie około 700 osobników. Wykazano stosunek płci 1: 1,4 z przewagą samic w populacji. Na obszarze masowego pojawu *O. sabulosus* dominowały ugory oraz łąki i pola graniczące z ekotonem *Pinus sylvestris*. Dla porównania w populacjach *O. sabulosus* na Górnym Śląsku i w Małopolsce stosunek płci (średnia z lat 2004-2008) dla osobników z Jaworzna wynosił 1: 1,9 z przewagą samic, z Chrzanowa 1:1,7 z przewagą samic. W Wałbrzychu odnotowano, w latach 2002-2007, masowe wędrówki *O. sabulosus*. Stosunek płci wynosił 1:1,7 z przewagą samic [65].

Na opisanym terenie obserwowano masowe wędrówki *O. sabulosus* (L.), regularnie na wiosnę. Krocionogi wywoływały panikę i obrzydzenie wśród mieszkańców, z powodu ogromnej liczby osobników wędrujących w ogrodach i po ścianach budynków oraz śmierdzącej sekrecji obronnej krocionogów. Piaszczyste suche łąki, tereny trawiaste i ugory oraz biotopy podlegające sukcesji, gdzie zachodzą zmiany składu gatunkowego i struktury biocenoz są typowe dla występowania *O. sabulosus* [65, 66, 101, 102]. Jednakże *O. sabulosus* jest eurytopem inie wykazuje określonej preferencji do środowiska [68]. Stasiov i wsp. [103] obserwowali *O. sabulosus* w polach uprawnych.

*Spinotarsus caboverdus* Pierrard, który został zawleczony na Wyspy Zielonego Przylądka (Cape Verde) z transportami roślin z Afryki w 1969 roku. W latach 80-tych *Spinotarsus caboverdus* znaleziono wędrującego masowo w ogrodach portu Mindelo w pobliżu wyspy S. Vicente, a później na polach uprawnych wyspy [73, 76].

#### Ameryka Południowa

Od początku lat 90 tych XX wieku nastąpił wzrost populacji krocionoga *Plusioaporus setiger* Brolemann (Spirostreptida) na plantacji kawy w regionie Alto Paranaíba w Brazylii [91, 92, 104]. W regionie Alto Paranaíba w latach 70-tych XX wieku wycinano lasy pod plantację kawy. Ogromna ilość szczątków organicznych i wysoka względna wilgotność stworzyły dogodne środowisko do wzrostu liczebności populacji krocionogów [104]. Zastosowanie pyretroidów [91] spowodowało obniżenie populacji wrogów naturalnych krocionogów na przykład oposów (*Didelphis marsupialis*) [105].

Masowa wędrówka krocionoga *Urostreptus atrobrunneus* odbywała się w dzielnicy Campinas w Sao Paulo, Brazylii. Nasilone wędrówki krocionogów miały miejsce, przy domach sąsiadujących z gospodarstwami rolnymi, wiosną i latem od 2005-2007 roku i były uciążliwością i zagrożeniem dla mieszkańców [93].

#### Australia

*Ommatoiulus moreletii* Lucas (Julida) (Black Portuguese millipede = czarny portugalski krocionóg), jest gatunkiem rodzimym dla Portugalii i Hiszpanii i przypadkowo

zawleczonym na niektóre wyspy Atlantyku, południowej Afryki oraz południowej Australii. Po raz pierwszy *Ommatoiulus moreletii* odnotowany został w Port Lincoln w Południowej Australii w 1953 roku. Od tego czasu gatunek ten szeroko rozprzestrzenił się w Południowej Australii, na wzgórzach Adelaide oraz w zachodniej Australii w Sydney i w Victorii, Australian Capital Territory i Tasmanii. *O. moreletii* rozmnożył się w sprzyjających warunkach środowiska i pojawił się masowo, będąc szkodnikiem niszczącym sadzonki i plony w ogrodach. *O. moreletii* w ogromnej liczbie stanowił utrapienie dla mieszkańców z powodu wchodzenia do budynków mieszkalnych wiosną i jesienią [94, 106, 107].

#### Azja

Mitra [108] zauważył *Orthomorphaco arctata* (*Polydesmida*, *Paradoxosomatidae*) po raz pierwszy w 1969 roku w liczbie kilkuset osobników w ogrodzie, w Kalkucie w Indiach. Cytat: „Krocionogi wchodziły do mojego domu w okresie od czerwca do września w 1969 roku w ogromnej liczbie. Nie byłem w stanie wyjaśnić tego zjawiska na podstawie fizjologicznej odpowiedzi na wilgotność”. Obniżenie się liczebności populacji następowało stopniowo podczas kilku lat, aż do 1975 roku, kiedy krocionogi były bardzo rzadkie w ogrodzie. Autor uważał, że regularne obserwacje wyjaśniają, czy masowy pojaw jest zapowiedzią cyklicznych rytmów związanych z podwyższeniem i obniżeniem liczby tego gatunku lub czy ogromne, „rojenie” krocionogów było sporadyczne.

Możliwymi przyczynami masowych wędrówek krocionogów są warunki klimatyczne, które mogą ograniczyć lub przesunąć zasięg gatunku, zasobność pokarmowa środowiska i poszukiwanie nowych źródeł pokarmu, poszukiwanie dogodnych miejsc do pełnego rozwoju oraz poszukiwanie miejsc na przezimowanie. Na wzrost liczebności populacji krocionogów ma wpływ brak wrogów naturalnych oraz konkurencja populacji innych gatunków. Według innych źródeł wędrówki mogą być spowodowane przez presję populacji oraz zdegradowane środowisko, które wpływa na to, że krocionogi szukają nowych miejsc. Wędrujące masowo krocionogi poruszają się w pełnym słońcu, którego zwykle unikają po drogach leśnych i polanach oraz polach i łąkach wykazując znacznie osłabione reakcje obronne.

#### Japonia

Krocionogi *Parafontaria laminata* Verhoeff (*Polydesmida*, *Xystodesmidae*) występujące endemicznie w środkowej Japonii są znane z powodu zatrzymywania pociągów „trainmillipede” [109]. Pośród 300 gatunków krocionogów opisanych w Japonii, *Parafontaria laminata* Attems jest gatunkiem u którego rozwój postembrionalny od 1 do 6 stadium odbywa się w glebie, ale siódme stadium i postacie dorosłe żyją na powierzchni gleby i w ściółce leśnej. Stadia rozwojowe rosną przy każdym linieniu osiągając postać dorosłą po 7 linieniu. Postacie dorosłe zimują w glebie i kontynuują swoją aktywność aż do lata następnego roku [110, 111]. Dorosłe osobniki *P. laminata* wędrowały po ściółce leśnej, drogach i wokoło linii kolejowych [112].

Stwierdzono, że masowe wędrówki *Parafontaria laminata armigera* Verhoeff, gatunku krocionoga charakterystycznego dla środkowego Honsiu w Japonii, odbywały się co osiem lat, co jest spowodowane siedmiokrotnym linieniem i jednym okresem spoczynkowym [113]. Dorosłe osobniki *P. laminata* wędrowały jesienią 2001 roku [114], a zagęszczenie populacji jednego pokolenia obserwowano na dużym obszarze wokół Mt. Yatsugatake-Krigamine [109]. W populacji krocionogów występowało 7 stadium rozwojowe i osobniki dorosłe. Przewaga osobników dorosłych jest podstawą do wniosku, że możliwymi przyczynami, „rojenia się” *P. laminata* było skupianie się krocionogów w ciepłych miejscach, reakcje na anomalie pogodowe, zagęszczenie i skupianie się w celu kojarzenia się w pary [111]. Masową wędrówkę *Chamberlinius hualienensis* Wang; Polydesmida, obserwowano na japońskiej wyspie Hachijojima [115, 116].

#### Ameryka Północna

Brooks [117] opisał wędrówkę krocionoga *Fontaria virginensis* Drury w Zachodniej Wirgini w USA. Pastwisko było wypełnione tak ogromną liczbą krocionogów, że bydło nie mogło paść się na nim. Odór wydzielany ze stłoczonych żywych i zmiażdżonych padłych krocionogów przyprawiał o mdłości i zawroty głowy farmerów podczas gracowania w polu kukurydzy. W innej opisaney wędrówce krocionogów, farmerzy zbierali je łopatami z werand i otoczenia domów, wynosząc te szkodniki każdego poranka przez dwa tygodnie. W Zachodniej Wirgini (USA) miały miejsce wędrówki *Fontaria brunnea* Bollman w polu truskawek. Bardzo liczne krocionogi odżywiały się dojrzałymi owocami, dlatego zbierania owoców nie można było kontynuować. *Fontaria brunnea* Bollman jest gatunkiem z rodzaju *Pleurolooma*, rodzimego dla regionu Minnesota, Michigan, Iowa w USA. Wszystkie gatunki z rodzaju *Pleurolooma* mają tendencję do skupiania i wędrówek [11].

Opisano wędrówkę krocionogów *Spirobolus marginatus* Say, w Luizianie w rejonie Nowego Orleanu blisko jeziora Ponchartrain w USA. Krocionogi wędrowały w olbrzymiej liczbie niemożliwej do policzenia w wilgotne noce podczas późnego lata i po deszczu. Viosca opisał postacie dorosłe krocionogów [118].

Hannibal i Talerico [119] opisali skupianie się krocionogów, zaobserwowane przez Zangerla, które pojawiały się regularnie na wiosnę w latach 1957-59 w okolicach Montezumy (Indiana, USA). Osobniki gatunku *Pleurolooma flavipes* (= *Fontaria virginensis*) zasiedliły farmę w takich ilościach, że zbijały się w masę żerując na warzywach i paszy dla zwierząt. Z powodu wydzielania cyjanku wodoru charakterystycznego dla *Polydesmida* nie można było praktycznie przebywać w otoczeniu krocionogów.

Wędrówkę i skupianie się gatunku *Pseudo Polydesmus Serratus* Say, Polydesmidae obserwowano na zamieszkałych obszarach na północ od Dayton w Ohio w USA [120]. Ramsey [120] podaje *Pseudopolydesmus serratus* z końcem czerwca i latem w 1963 i w 1964 roku jak wędrowały zarówno dorosłe jak i młodociane krocionogi w nocy i poszukiwały ukrycia w dzień. Stosunek osobników dorosłych do młodocianych wynosił 1:7. Maksymalne zagęszczenie populacji osiągało około 800 osobników na 1 m<sup>2</sup>. Na początku XXI wieku ponownie opisano wędrówkę *Pseudopolydesmus serratus* [121].

Tabela 2. Przykłady masowych wędrowek krocionogów poza Europą

Gatunek krocionoga	Miejsce	Literatura
<i>Pleurolooma flavipes</i> Rafinesque	Zachodnia Wirginia Kentucky(USA)	[80, 81, 117, 119]
<i>Pseudopolydesmus</i> <i>serratus</i> Say	Ohio (USA)	[120, 121]
<i>Orthomorpha coarctata</i> (Polydesmida)	Floryda (USA)1972r. Indie 1969-1975r.	[125] [108]
<i>Ommatoiulus moreletii</i> Lucas (Julida)	gatunek zawleczony z Europy do Australii w 1953 r.	[94, 106, 107]
<i>Spinotarsus caboverdus</i> Pierrard (Spirostreptida)	gatunek zawleczony z Afryki na Cape Verde w 1969 r	[73 ÷ 77]
<i>Parafontaria laminata</i> Verhoeff (Polydesmida)	Japonia XX w. 2000, 2001	[109, 110, 111, 114]
<i>Chamberlinius</i> <i>hualienensis</i> Wang (Polydesmida)	Wyspa Hachijojima, Japonia	[90, 115]
<i>Plusioporus setiger</i> Broleman (Spirostreptida)	Brazylia Alto Paranaiba lata 90- te XX wieku	[91, 92, 104]
<i>Urostreptus</i> <i>atrobrunneus</i> Pierozzi i Fontanetti	Brazylia, Campinas, Sao Paulo	[93]

*Oxidus gracilis* C. L. Koch (Diplopoda: *Polydesmida*, *Paradoxos omatidae*) jest kosmopolitycznym gatunkiem pochodzącym z południowo-wschodniej Azji, żyjącym na otwartym terenie w klimacie tropikalnym i w szklarniach, który niszczy różne owoce i warzywa oraz uszkadza rośliny ozdobne [122] (tabela 3).

Opisano wędrowkę *Oxidus gracilis*, która spowodowała zatrzymanie pociągu w Japonii [89]. W Tennessee (USA) znaleziono kilka tysięcy osobników *Oxidus gracilis* w jednym domu po deszczu. Większość miasta Lenoir City była zasiedlona przez krocionogi, tam gdzie domy były blisko strumieni i lasu [123]. Masowe wędrowki *Oxidus gracilis* są częste na wiosnę i jesienią w Alabamie w USA. Wędrowka licznych osobników jest odpowiedzią na niekorzystne warunki środowiska, szczególnie na wysokie temperatury i suszę [82, 124]

*Oxidus gracilis* żyje także w południowej i zachodniej części USA na otwartym obszarze i w szklarniach. *Oxidus gracilis* i *Orthomorpha arctata* Saussure występują na Florydzie [71]. Obydwa gatunki krocionogów znaleziono w ogromnej liczbie, pod doniczkami na kwiaty w szklarni ze storczykami [125].



*Oxidus gracilis* C. L. Koch jest gatunkiem obcym zawleczonym z roślinami do szklarni w Europie [122, 126]. *O. gracilis* żyje pospolicie w szklarniach Ogrodów Botanicznych [46, 52, 54, 61, 127÷131].

Gatunek *O. gracilis* o polskiej nazwie węzławiec cieplarniany był obserwowany przez Achremowicza w szklarniach ogrodów Krakowa [132] i w Ogrodzie Botanicznym w szklarni i w kompoście w Lublinie [34] (tabela 3).

Węzławiec cieplarniany *O. gracilis* był modelem badań biologii rozwoju [116], fizjologicznych [133], metabolizmu oddechowego i wrażliwości na pestycydy [134, 135] oraz zawartości pierwiastków [24].

Tabela 3. *Oxidus gracilis* C. L. Koch kosmopolityczny synantropijny gatunek

<i>Oxidus gracilis</i> C.L.Koch (Polydesmida: Paradoxosomatidae)	Miejsce występowania	Literatura
<i>O. gracilisto</i> gatunek pochodzenia z południowo-wschodniej Azji	Tennessee (USA) masowy pojaw w mieście Lenoir City	[123]
<i>O. gracilis</i> szkodnik roślin uprawnych i szklarniowych	Alabama (USA) masowy pojaw na polach uprawnych Floryda (USA)	[71, 82, 125]
<i>O. gracilis</i> synantropijny gatunek żyjący w szklarniach ogrodów Botanicznych	Lublin Warszawa Praga (Czechy) Kosice (Słowacja) Budapeszt (Węgry) Sofia (Bułgaria) Jena (Niemcy) Tomsk, Syberia (Rosja) Belgrad (Serbia)	[34, 35,46] [5] [39] [128, 129] [33] [38, 122] [41] [130] [136]

## Literatura

1. Sierwald P., Bond J. E., *Current status of the Myriapod Class Diplopoda (Millipedes): taxonomic diversity and phylogeny*, Annual Review of Entomology, 52 (2007), s. 401-420
2. Edgecombe G. D., *Diplopoda – phylogenetic relationships*, [W:] *The Myriapoda. Treatise on Zoology- Anatomy, Taxonomy, Biology. Vol. 2*, Red. Minelli A., Brill, Leiden-Boston 2015, s. 353-362
3. Brewer, M. S., Sierwald, P., Bond, J. E., *Millipede Taxonomy after 250 Years: Classification and Taxonomic Practices in a Mega-Diverse yet Understudied Arthropod Group*, PLoS ONE, 7(5) (2012), e37240. doi:10.1371/journal.pone.0037240
4. Enghoff H., Kime D., *Fauna Europaea: Diplopoda. Fauna Europaea version 2.6.2*, Available from: <http://www.fauaeur.org> [cited 2013 August 29]
5. Wytwer J., *Wije (Myriapoda). Krocionogi (Diplopoda)*, [W:] *Fauna Polski. Charakterystyka i wykaz gatunków*, Red. Bogdanowicz W., Chudzińska E., Pilipiuk I., Skibińska E., T. III, Wydawnictwo Muzeum i Instytutu Zoologii PAN Warszawa (2008), s. 335-343

6. Tracz H., *Problemy udziału Diplopoda w dekompozycji materii organicznej borów świeżych*, Wydawnictwo SGGW Warszawa (1993), s. 1-86
7. Jabin M., Mohr D., Kappes H., Topp W., *Influence of deadwood on density of soil macroarthropods in manager oak-beech forest*, *Forest Ecology and Management*, 194 (2004), s. 61-69
8. David J. F., *Diplopoda- Ecology*, [W:] *The Myriapoda. Treatise on Zoology- Anatomy, Taxonomy, Biology*, Red. Minelli A., Brill, Leiden-Boston, Vol. 2 (2015), s.303-327
9. Golovatch S. I., Kime D., *Millipede (Diplopoda) distributions: a review*, *Soil Organisms*, 81 (2009), s. 565-597
10. Brüggel G., *Gut passage, respiratory rate and assimilation efficiency of three millipedes from a deciduous forest in the Alps (Julida, Diplopoda)*, [W:] (eds.) *Advances in Myriapodology*, Red. Meyer E., Thaler K., Schedl W., *Berichte des naturwissenschaftlich-medizinischen Vereins in Innsbruck, Suppl. 10*, 465 (1992), s.319-326
11. Hopkin S. P., Read H. J., *Biology of millipedes*, Oxford University Press, (1992), s.233
12. Kime R. D., Golovatch S. I., *Trends in the ecological strategies and evolution of millipedes (Diplopoda)*, *Biological Journal of the Linneal Society*, 69 (2000), s.333-349
13. Ashwini K. M., Sridhar K. R., *Breakdown of plantation residues by pill millipedes (Arthrosphaera magna) and assessment of compost quality*, *Current Science*, 90 (2006), s. 954-959
14. Tracz H., *Studies on the ecology of Proteroiulusfuscus (Am Stein 1857) (Diplopoda, Blaniulidae)*, *Acta Zoologica Cracoviensa* 27, 21 (1984), s.519-576
15. Tracz H., *Diplopoda, Chilopoda i Isopoda w waloryzacji ekosystemów leśnych Leśnego Kompleksu Promocyjnego, Lasy Spalsko-Rogowskie*”, *Studia i Materiały CEPL w Rogowie R*, 15 zeszyt, 35/2 (2013), s. 36- 47
16. Persson T., Lenoir L., Vegerfors B., *Which macroarthropods prefer tree stumps over soil and litter substrates ?*, *Forest Ecology and Management*, 290 (2013), s. 30-39
17. Neumann U., *Die sukzession der bodenfauna (Carabidae [Coleoptera], Diplopoda und Isopoda) in den forstlich rekultivierten Gebieten des Rheinischen Braunkohlenreviers*, *Pedobiologia*, 11 (1971), s. 193-226
18. Dunger W., Wanner M., Hauser H., Hohberg K., Schulz H. J., Schwalbe T., Seifert B., Vogel J., Voigtlander K., Zimdars B., Zulka K. P., *Development of soil fauna at mine sites during 46 years after afforestation*, *Pedobiologia*, 45 (2001), s. 243-271
19. Voigtländer K., Düker Ch., *Distribution and species grouping of millipedes (Myriapoda, Diplopoda) in dry biotopes in Saxony-Anhalt/Eastern Germany*, *European Journal of Soil Biology*, 37 (2001), s. 325-328
20. Dunger W., Voigtlander K., *Soil fauna (Lumbricidae, Collembola, Diplopoda and Chilopoda) as indicators of soil eco-subsystem development in post-mining sites of eastern Germany – a review*, *Soil Organisms*, 81 (1) (2009), s. 1-52
21. Voigtländer K., Balkenhol B., *Studies on millipede assemblages (Myriapoda, Diplopoda) as influenced by habitat qualities of afforested mine sites*, *Norwegian Journal of Entomology*, 53 (2006), s. 345-360
22. Tajovsky K., *Colonization of colliery spoil heaps by millipedes (Diplopoda) and terrestrial Isopods (Oniscidea) in the Sokolov Region, Czech Republic*, *Restoration Ecology*, 9 (2001), s. 365-369
23. Hopkin S. P., Watson K., Martin M. N., Mould M. L., *The assimilation of heavy metals by Lithobius variegatus and Glomeris marginata (Chilopoda; Diplopoda)*, *Bijdragen tot de Dierkunde*, 55 (1985), s. 88-94

24. Nakamura K., Taira J., *Distribution of elements in the millipede, Oxidus gracilis C. L. Koch (Polydesmida: Paradoxosomatidae) and the relation to environmental habitats*, Biometals, 18 (2005), s. 651-658
25. Kania G., *Elements content in the millipede Ommatoiulus sabulosus (Linnaeus 1758); Arthropoda: Diplopoda*, Ochrona środowiska i zasobów naturalnych, 43 (2010), s. 17-25
26. Bielak T., *Über Selbständigkeit der Art Cyndroiulus parisorum (Brol. et Verh.) (Diplopoda, Julidae)*, Bulletin d'Academie des Polonaise Sciences, 13 (1965), s. 399-402
27. Kania G., Tracz H., *Mass occurrence and migration of Ommatoiulus sabulosus (Linnaeus) (Diplopoda, Julida: Julidae) in Poland*, Peckiana, 4 (2005), s. 57- 66
28. Karthigeyan M., Alagesan P., *Millipede composting: a novel method for organic waste recycling*, Recent Research in Science and Technology, 3 (2011), s. 62-67
29. Thakur P. C., Apurva P., Sinha S. K., *Comparative study of characteristics of biocompost by millipedes and earthworms*, Advances in Applied Science Research, 2 (2011), s. 94-98
30. Sridhar K. R., Ambarish C. N., *Pill millipede compost: a viable alternative to utilize urban organic solid waste*, Current Science, 104 (11) (2011), s. 1543-1547
31. Ashwini K. M., Sridhar K. R., *Towards organic farming with millipede Arthrosphaera magna*, Current Science, 82 (2002.), s. 20-22
32. de Souza Antunes L. F., Nogueira Scoriza R., da Silva D. G., Fernandes Correira M. E. *Production and efficiency of organic compost generated by millipede activity*, Ciencia Rural Santa Maria, 46 (5) (2016), s. 815-819
33. Korsos Z., Hornung E., Szlavecz K., Kotschan J., *Isopoda and Diplopoda of urban habitats: new data to the fauna of Budapest*, Annales Historico-Naturales Musei Nationalis Hungarici, 94 (2002), s. 193- 208
34. Kania G., *The economic and medical significance of millipedes (Diplopoda) with emphasis on Ommatoiulus sabulosus*, [W:] *Contributions to Soil Zoology in Central Europe III*, Red. Tajovsky K., Schlagamersky J. Pizl V., 2009, s. 73- 77
35. Kania G., *Millipedes (Diplopoda) recorded in the town of Lublin (Poland)*, [W:] *Urban Fauna. Studies of animal biology, ecology and conservation in European cities*, Red. Indykiewicz P., Jerzak L., Böhner J., Kavanagh B., UPT Bydgoszcz, 2011, s. 91-99
36. Kania G., Kłapeć T., *Seasonal activity of millipedes (Diplopoda) – their economic and medical significance*, Annals of Agriculture and Environmental Medicine, 19 (2012), s. 646-650
37. Kania G., Czyżowski P., *Millipedes [Myriapoda: Diplopoda] in synanthropic sites of Puławy, Kazimierz Dolny and Nałęczów [Poland]*, [W:] *Urban Fauna. Animal, Man, and the City- Interactions and Relationships*, Red. Indykiewicz P., Böhner J., Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz 2014, s. 55-64
38. Stoev P., *Myriapoda (Chilopoda, Diplopoda) in urban environments in the city of Sofia*, [W:] *Ecology of the city of Sofia. Species and communities in an urban environment*, Red. Penev L., Niemela J., Kotze D. J., Chipev N., Pensoft Publishers, Sofia-Moscow 2004, s. 299-306
39. Kocourek P., *Mnohonozky (Myriapoda: Diplopoda) Prahy*, Natura Pragensis, 21 (2013), s. 3-146
40. Kocourek P., *Monohonozky (Myriapoda: Diplopoda) Jizerských hor, Frydlantské pahorkatiny, Ještědského hřbetu a Liberecké kotliny (severní Čechy)*, Sborník Severočeskeho Muzea, Prirodni Vedy, Liberec, 32 (2014), s. 123-154
41. Reip H. S., Voigtländer K., *Diplopoda and Chilopoda of Thuringia, Germany*, Soil Organisms, 81 (3) (2009), s. 635-645

42. Alagesan P., Ganga G., *Millipedes as potential pests of tuber crops*, Indian Journal Experimental Biology, 27 (1989), s. 177-179
43. Baker A. N., *Some aspects of the economic importance of millipedes*, Symposia of the Zoological Society of London, 32 (1974), s. 621-628
44. Biernaux J., *Incidence économique des Jules en culture betteravière*, Mededelingen van de Rijksfaculteit Landbouwwetenschappen te Gent, 31 (1966), s. 717- 729
45. Niezgodziński P., *Dwuparce (Diplopoda) występujące masowo w ostatnich latach w okolicach Wrocławia*, Przegląd Zoologiczny, 4 (1976), s. 432-437
46. Gromysz- Kalkowska K., Szubartowska E., Bieńko M., *Rola krocionogów w przyrodzie i gospodarce człowieka*, Przegląd Zoologiczny, 37 (1-2) (1994), s. 25- 34
47. Nascimento B., Sermann H., Büttner C., *Zum Auftreten und zur Entwicklung von Spinotarsus caboverdus Pierrard (1987) (Diplopoda, Odontopygidae) auf den Kapverden*, Pflanzenschutzberichte, 61 (2005), s. 43-52
48. Ebreget E., Struik P. C., Odongo B., Abidin P. E., *Pest damage in sweet potato, groundnut and maize in north-eastern Uganda with special reference to damage by millipede (Diplopoda)*, NJAS Wageningen Journal of Life Sciences, 53 (2005), s. 49-69
49. Demange J. M., *Les myriapodes diplopodes nuisibles à l'arachide au Sénégal*, Oleagineux, 30 (1975), s. 19- 24
50. Brunke A. J., O'Keefe L., Bahlai C. A., Sears M. K., Hallett R. H., *Guilty by association : an evaluation of millipedes as pests of carrot and sweet potato*, Journal of Applied Entomology, 136 (2012), s. 772- 780
51. Woroniecka J., *Spostrzeżenia nad szkodnikami roślin uprawnych występującymi w woj. Lubelskiem i części Kieleckiego, w latach 1926 i 1927*, Pamiętnik Państwowego Instytutu Nauk Gospodarstwa Wiejskiego, Puławy, 9 (1928), s. 1
52. Schubart O., *Myriapoda, Tausendfüßler*, Handbuch der Pflanzenkrankheiten Band IV – 5 Auflage (1949), s. 123- 138
53. Pierrard G., Biernaux J., *Note a propos des Diplopodes nuisibles aux cultures temperees et tropicales*, Symposia of the Zoological Society of London, 32 (1974), s. 629- 643
54. Stojalowska W., *Krocionogi (Diplopoda) Polski*, PWN, Warszawa (1961), s. 216
55. Boczek J., *Szkodniki żerujące na różnych gatunkach roślin warzywnych. Krocionogi*, [w:] *Szkodniki i choroby roślin warzywnych*, Red. Narkiewicz- Jodko J., PWRL, Warszawa (1985), s. 43- 46
56. Klinger K., *Diplopods and Chilopods of conventional and alternative (biodynamic) fields in Hesse (FRG)*, Berichte des Naturwissenschaftlich-medizinischen Vereins in Innsbruck, 10 (1992), s. 243-250
57. Schmitt G., Roth M., *Centipede and millipede communities in cultural landscapes of Northeastern Germany. Soil Zoology Problems in Central Europe*, [W:] *Proc. 4th Central European Workshop on Soil Zoology*, Red. Pižl V., Tajovsky'K., 1998, s. 191-197
58. Korcz A., *Szkodniki buraka cukrowego*, Ochrona Roślin, 29 (8) (1995), s. 10-13
59. Bunalski M., Nowacki J., *Szkodniki roślin uprawnych*, Wydawnictwo Medix Plus Poznań, 1996, s. 150
60. Cloudsley-Thompson J. L., *The economics of the "spotted snake-millipede" Blaniulus guttulatus (Bosc)*, Annals and Magazine of Natural History, 12 (1950), s. 1047- 1057
61. Lehtinen P. T., Terhivuo J., *Notes and records of five garden millipedes (Diplopoda, Julida) in Finland*, Memoranda Soc. Fauna Flora Fennica, 72 (1996), s. 6-12
62. Kime R. D., *The Belgian Millipede Fauna (Diplopoda)*, Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique. Entomologie 74 (2004), s. 35- 68

63. Brade-Birks H. K., Brade-Birks S. G., *Notes on Myriapoda. The economic status of Diplopoda and Chilopoda and their allies. Part I*, Journal of South-Eastern Agricultural College, Wye Kent 26 (1929), s. 178- 216
64. Brade-Birks H., Brade-Birks S. G., *Notes on Myriapoda. The economic status of Diplopoda and Chilopoda and their allies. Part II*, Journal of South-Eastern Agricultural College, Wye Kent 27 (1930), s. 103- 146
65. Kania G., *Znaczenie gospodarcze krocionogów Diplopoda*, [W:] *Fauna Miast Ochronić różnorodność biologiczną w miastach*, Red. Indykiewicz P., Jerzak L., Barczak T., SAR„Pomorze”, Bydgoszcz (2008), s. 611- 617
66. Haacker U., *Deskriptive, experimentelle und vergleichende Untersuchungen zur Ökologie rhein-mainischer Diplopeden*, Oecologia (Berl.), 1 (1968), s. 87-129
67. Thaler K., Knoflach B., Meyer E., *Fragmenta Faunistica Tirolensa – X (Arachnida, Acari: Caeculidae; Myriapoda: Diplopoda; Insecta, Nematocera: Limonidae, Sciaridae)*, Berichte des naturwissenschaftlich-medizinischen Vereins in Innsbruck, 80 (1993), s. 311-325
68. Voigtländer K., *Preference of common central European millipedes for different biotope types (Myriapoda, Diplopoda) in Saxony-Anhalt (Germany)*, International Journal of Myriapodology, 6 (2011), s. 61-83
69. Brunke A. J., Bahlai C. A., Sears M. K., Hallett R. H., *Generalist predators (Coleoptera: Carabidae, Staphylinidae) associated with millipede populations in sweet potato and carrot fields and implications for millipede management*, Environmental Entomology, 38(4) (2009), s. 1106-1116
70. Koprdoва S., Saska P., Honek A., Martinkova Z., *Seed consumption by millipedes*, Pedobiologia- International Journal of Soil Biology, 54 (2010), s. 31-36
71. Weems H. V., Loomis H. F., *Oxidus gracilis (Koch) and Orthomorpha coarctata (Saussure) two millipede pests in Florida*, Florida dept. Agr. Div. Plant Industry Entomol. Circ., 145 (1974)
72. Demange J. M., *Contribution a la connaissance des Myriapodes du Senegal: Diplopedes nuisibles aux cultures et Chilopoda*, Bulletin du Museum national d’histoire naturelle A. Zoologie, 4 (1982), s. 445- 453
73. Enghoff H., *Capeverdean millipedes (Diplopoda)*, Tropical Zoology, 6 (1993), s. 207-216
74. Nascimento B., Sermann H., Büttner C., *Biology and natural control of pest millipedes Spinotarsus caboverdus Pierrard (1987) from Cape Verde*, Deutscher Tropentag, October 9-11, 2002, Witzenhausen “ Challenges to Organic Farming and Sustainable Land Use in the Tropics and Subtropics“, 2002
75. Nascimento B., Sermann H., Büttner C., *Zum Auftreten und zur Entwicklung von Spinotarsus caboverdus Pierrard (1987) (Diplopoda, Odontopygidae) auf den Kapverden*. Pflanzenschutzberichte, 61 (2005), s. 43-52
76. Neves A. M., Harten van A., McKillup S. C., *The millipede Spinotarsus caboverdus Pierrard (Diplopoda, Odontopygidae), an important pest of agricultural crops on the Island of S. Antao*, Courier Forschungs – Institut Senckenberg, 159 (1993), s. 327- 334
77. Jolivet P., *Le Millepatte de Santo Antao (Illes du Cap Vert) ou comment une espece inoffensive peut devenir un ravageur*, L’Entomologiste, 42 (1986), s. 45- 56
78. Stojalowska W., *Masowe pojawy krocionogów w okolicy Lublina*, Annales Universitatis Mariae Curie-Sklodowska Lublin, 4 (1949), s. 269- 275
79. Kania G., Tracz H., *Mass occurrence and migration of Ommatoiulus sabulosus (Linnaeus) (Diplopoda, Julida: Julidae) in Poland*, Peckiana, 4 (2005), s. 57- 66

80. Brade-Birks S. G., *Notes on Myriapoda XXVII. Wandering millipedes*, Annals and Magazine of Natural History, 9(9) (1922), s. 208- 212
81. Schubart O., *Myriapoda. II. Die Wanderungen der Myriapoden*, Tabulae Biologicae, 10 (1940), s. 216-229
82. Cloudsley-Thompson, J. L., *The significance of migration in Myriapods*, Annals and Magazine of Natural History, 12(2) (1949), s. 947-962
83. Demange J. M., *Sur un important rassemblement de Schizophyllum sabulosum L. (Myriapode-Diplopode)*, Cahiers des Naturalistes/ Bulletin des Naturalistes Parisiens, 16 (1960), s. 89-91
84. Samsínak K., *Über einige in Häusern lästige Arthropodenarten*, Anz. Schadlingskde, Pflanzenschutz, Umweltschutz, 54 (1981), s. 120- 122
85. Samsínak K. *Mnohonozky v bytech*, Biologia, Bratislava, 61/2 (1984), s. 144
86. Voigtländer K., *Mass occurrences and swarming behaviour of millipedes (Diplopoda: Julidae) in Eastern Germany*, Peckiana, 4 (2005), s. 181- 187
87. Zimmermann K., *Röns:St. Magnus und die Tausendfüßler*, Naturmonografie Jagdberggemeinden (2013), s. 371-386
88. Enghoff H., Kebapci U., *Calyptophyllum longiventre (Verhoeff,1941) invading houses in Turkey, with the first description of male (Diplopoda: Julida: Julidae)*, Journal of Natural History, 42 (2008), s. 2143- 2150
89. Nijima K., *The outbreak of the millipede Oxidus gracilis Koch stopped trans*, Edaphologia, 68 (2001), s. 43-46
90. Meyer-Rochow V. B., *New observations- with older ones reviewed- on mass migrations in millipedes based on a recent out break on Hachijojima (Izu Islands) of the polydesmid diplopod (Chamberlinius hualienensis), Wang 1956): nothing appears to make much sense*, Zoological research, 36(1) (2015), s. 119-132
91. Boccardo L., Juca-Chagas R., Penteado C. H. S., *Migration and population outbreaks of millipedes in the coffe plantations, region of Alto Paranaíba, MG, Brazil*, Holos Environment, 2 (2002), s. 220-223, www.holos@rc.unesp.br
92. Fontanetti C. S., Zironi M. C., *Initial development of the diplopod Plusioporus setiger (Brolemann, 1901) under populational expansion in coffee plantations (Spirostreptida, Spirostreptidae)*, Arquivos do Instituto Biologico, Sao Paulo, 67 (1) (2000), s. 55-62
93. Fontanetti C. S., Calligaris I. B., Souza T. S., *A millipede infestation of an urban area of the city of Campinas, Brazil and preliminary toxicity studies of insecticide Bendiocarb to the Urostreptus atrobrunneus Pierozzi & Fontanetti, 2006*, Arquivos do Instituto Biologico, Sao Paulo, 77 (1) (2010), s. 165-166
94. Baker G. H., Grevinga L., Banks N., *Invasions of the Portuguese millipede, Ommatoiulus moreletii, in southern Australia*, Pedobiologia – International Journal of Soil Biology, 56 (2013), s. 213-218
95. Mock A., *First record of Cyldroiulus caeruleocinctus (Diplopoda, Julidae) in Slovakia*, Biologia, Bratislava, 61/2 2006,s. 144
96. Ehrnsberger R., *Massenaufreten und Wanderung des Diplopoden Ommatoiulus sabulosus in Westniedersachsen*, Osnabrücker Naturwissenschaftliche Mitteilungen, 28 (2002), s. 199-203
97. Helb H. W., *Zum Massenaufreten des Schnurfüssers Schizophyllum sabulosum im Saarland (Myriapoda: Diplopoda)*, Entomologica Germanica, 1 (1975), s. 371-396
98. Sahli, F., *Deplacements en masse dans le sud-est de la France chez Ommatoiulus sabulosus (Myriapoda, Diplopoda, Julidae) avec invasions d'habitations*, [W:] Acta

- Myriapodologica, Red. Geoffroy J. J., Mauries J. P., Nguyen Duy-Jacquemin M., Mem. Mus. Nat. Hist. Nat., 169 (1996), s. 587-598
99. Dziadosz C., *Materiały do znajomości rozmieszczenia krocionogów (Diplopoda) w Polsce*, Fragmenta Faunistica, 13 (1966), s. 1-31
100. Kania, G., *Ograniczanie uciążliwości wynikających z masowego występowania krocionoga piaskowego w Krakowie – kontynuacja badań populacji – ekspertyza naukowa*, Lublin-Kraków 2011 b
101. Tajovsky K., *Millipede succession in abandoned Fields*, Fragmenta Faunistica, 43 (2000), s. 361-370
102. Voigtländer K, Düker Ch., *Distribution and species grouping of millipedes (Myriapoda, Diplopoda) in dry biotopes in Saxony-Anhalt/Eastern Germany*, European Journal of Soil Biology, 37 (2001), s. 325-328
103. Stasiov S., Hazuchova L., Vician V., Kocik K., Svitok M., *Millipede (Diplopoda) communities in agricultural landscape: influence of management form*, Polish Journal of Ecology, 62 (2014), s. 587-598
104. Boccardo L., Penteado C. H. S., *Juca-Chagas R., Swarming of millipedes, a new case noticed in the district of Patrocínio-MG-Brazil*, Journal of Advanced zoology, 18 (1997), s.62- 63
105. Santori R. T., *Discrimination of millipedes by the opossum Didelphis albiventris (Marsupialia, Didelphidae)*, Journal advance Zoology 19, 2 (1998), s. 118- 119
106. Baker G. H., *The distribution and dispersal of the introduced millipede, Ommatoiulus moreleti (Diplopoda: Julidae) in Australia*, Journal of Zoology London, 185 (1978), s. 1-11
107. Baker G. H., *The distribution and abundance of the Portuguese millipede Ommatoiulus moreleti (Diplopoda: Julidae) in Australia*, Australian Journal of Ecology, 10 (1985), s.249- 259
108. Mitra T.R., *Millipedes entering house*, Entomologist Monthly Magazine (1976), s. 112-144
109. Ito M., Mima J., Yoshida T., Hashimoto M., Toyota A., Kaneko N., Tomita D., Uchida K., *Distribution of Yatsugatake-Krigamine population of a train millipede (Parafontaria laminata armigera Verhoeff, 1936 in the outbreak year 2000*, Edaphologia, 68 (2001), s. 39- 42
110. Nijjima K., *The outbreak of Parafontaria laminata armigera Verhoeff* Japanese Journal of Forest Environment, 26 (1984), s. 25-32
111. Nijjima K., Shinohara K., *Outbreaks of the Parafontaria laminata group (Diplopoda: Xystodesmidae)*, Japanese Journal of Ecology, 38 (1988), s. 257-268
112. Nijjima K., *Effects of outbreak of the train millipede Parafontaria laminata Verhoeff (Diplopoda: Xystodesmidae) on litter decomposition in a natural beech forest in Central Japan I. Density and biomass of soil invertebrates*, Ecological Research, 13 (1998), s. 41-54
113. Fujiyama S., *Annual thermoperiod regulating an eight-year life-cycle of a periodical diplopod, Parafontaria laminata armigera Verhoeff (Diplopoda)*, Pedobiologia – International Journal of Soil Biology, 40 (1996), s. 541- 547
114. Fujikawa T., Mima J., Yoshida T., Ito Masamichi T., Toyota Ayu., *The swarming of a periodical millipedes in the central highland Japan in autumn 2001*, Edaphologia, 70 (2001), s. 41- 44
115. Fujiyama S., Ishida T., Shah S. K., *Ecology of immigrated diplopoda, Chamberlinius huaiensis with special reference to that of Parafontaria laminata armigera*, The Annals of Environmental Science of Shinshu University, 34 (2012), s. 110-116
116. Kubrakiewicz J., *Ovary structure in two species of millipedes, Julus scandinavicus and Orthomorpha gracilis (Myriapoda, Diplopoda)*, Zoologica Poloniae, 34 (1987), s. 133-138
117. Brooks F. E. A., *Migrating Army of Millipedes*, Journal of Economic Entomology, 12 (1919), s. 462- 464

118. Viosca P Jr., *Perambulating millipedes*, Science, 61(1566) (1925), s. 19-20
119. Hannibal J., Talerico C., *Millipede hording. A curious phenomenon of nature*, Bulletin Field Museum Natural History 57, 8 (1986), s. 24-25
120. Ramsey J. M., *Vast migrating armies of the millipede Pseudopolydesmus serratus (Say) in the Dayton region*, Ohio Journal of Science, 66 (1966), s. 339
121. Robinson W. H., *Urban Insects and Arachnids*, Cambridge (U.K): Cambridge University Press (2005), s. 424-426
122. Stoev P., Zapparoli M., Golovatch S., Enghoff H., Akkari N., Barber A., *Myriapods (Myriapoda) Chapter 7.2, [W:] Alien terrestrial arthropods of Europe*, Red. Roques A., Kenis A., Lees D., Lopez-Vaamonde C., Rabitsch W., Rasplus J.-Y., Roy B. D., BioRisk, 4(1) 2010, s.97-130
123. O' Neill R. V., Reichle D. E., *Urban infestation by the millipede, Oxidus gracilis*, Journal Tennessee Academy of Science, 45 (1970), s.114- 115
124. Cloudsley-Thompson J. L., *Dispersal and migrations, [W:] Evolution and Adaptation of Terrestrial Arthropods*. Berlin (1988), Springer-Verlag, s. 99-112
125. Bennett D.R., Kerr S. H., *Millipedes in and around structures in Florida*. Fla. Entomologist 56 (1973), s. 43-48
126. Kime R. D., Enghoff H., *Atlas of European Millipedes (Class Diplopoda Vol 1. Orders Polyxenida, Glomerida, Platydesmida, Siphonocryptida, Polyzoniida, Callipodida, Polydesmida*, Pensoft, Sofia-Moscow (2011). s. 282
127. Causey N. B., *Studies on the life history and the ecology of the hothouse millipede, Orthomorpha gracilis (C. L. Koch 1847)*, American Midland Naturalist, 29 (1943), s. 670-682
128. Mock A., *Millipedes (Diplopoda) in hothouses – first records from Slovakia*, Biologia, Bratislava, 56/5 (2001), s. 468, 472
129. Drobenova S., Mock A., *Spoločenstva mnohonožok (Diplopoda) a suchozemských rovníkonožok (Oniscidea) ako súčasť epigeickej makrofauny Botanickéj Zahrady UPJŠ v Košiciach Zborník vedeckých prac doktorantov a mladých vedeckých pracovníkov “Mladi vedci 2009”*, s. 413-421
130. Nefediev P., Nefedieva J., Dyachkov Y. V., *A review of the anthropochore fauna of Asian Russia, with new records from the Altai Province, Siberia (Diplopoda)* Arthropoda Selecta, 23 (2014), s. 337-345
131. Achremowicz J., *Szkodniki upraw warzywnych, [W:] Ochrona roślin ogrodnichych. Cz. I. - Szkodniki*, Akademia Rolnicza, Kraków 1993, s. 280
132. Appel A. G., *Water relations and desiccation tolerance of migrating garden millipedes (Diplopoda: Paradoxosomatidae)*, Environment Entomology, 17 (1988), s. 463- 466
133. Gromysz-Kalkowska K., Szubartowska E., Unkiewicz A., Tracz H., *Review of the state of knowledge on a threatened synanthropic millipede Orthomorpha gracilis C. L. Koch (1887)*, Annals of Warsaw Agricultural University – SGGW Forestry and Wood Technology, 49 (1999), s. 59-77
134. Francisco A., Fontanetti C. S., *Diplopods and agrochemicals – a review*, Water Air Soil Pollut 226, 53 (2015), s. 1-12
135. Nakamura K., Taira J. *Distribution of elements in the millipede, Oxidus gracilis C. L. Koch (Polydesmida: Paradoxosomatidae) and the relation to environmental habitats. Biometals*18, 6 (2005), s. 651-658
136. Jovanović Z. S., Antić D. Ž., Tomić V. T., *First report of the millipede Oxidus gracilis (Diplopoda, Polydesmida, Paradoxosomatidae) in Serbia*, Kragujevac Journal Science, 38 (2016), s. 173-176



### **Znaczenie gospodarcze krocionogów (Diplopoda)**

Krocionogi to saprofagi, biorące udział w dekompozycji materii organicznej lasów, terenów trawiastych i agrocenozm.in. ściółki liściowej i martwych roślin, w tym martwego drewna. Krocionogi zastosowano w biologicznej ochronie lasu. Diplopoda są roślinożercami żerującymi na żywej tkance roślin oraz rozkładającym się materiale organicznym. Krocionogi uszkadzają lub niszczą rośliny ozdobne i uprawy polowe np. truskawek, fasoli, ziemniaków i buraków cukrowych. Krocionogi żyją w szklarniach, ogrodach i kompostach. Diplopoda wzbogacają glebę w pierwiastki i biorą udział w rekultywacji gleby. Zwierzęta te są uciążliwe dla człowieka w synantropijnych terenach podczas masowych wędrowek.

Słowa kluczowe: krocionogi, dekompozycja, rekultywacja, szkodniki upraw, masowe wędrowki

### **The economic significance of millipedes (Diplopoda): a review**

Millipedes are saprophagous taking part in decomposition of leaf litter in forests, grassland, and agroecosystems. Millipedes used in biological protection of forests. They are also detritivores, feed on plant materials. They feed not only decaying organic material but also, upon living plant tissue. Millipede damage to a wide range of horticultural and field crops including strawberry fruits, beans, potatoes and sugar-beet. The distribution of millipedes are connected with greenhouses and garden with compost heaps. Diplopods enrich soil in elements and take part in ecosystem restoration. Millipedes are considerable nuisance to humans in synanthropic areas during their outbreaks.

Keywords: millipedes, decomposition, recultivation, pest of crops, outbreaks

# Partenogeneza geograficzna krocionoga *Trachysphaera costata* (Waga, 1857), (Diplopoda, Glomerida)

## 1. Wstęp

Według dawnego podziału systematycznego Diplopoda (Dwuparce = krocionogi), Symphyla (Drobnonogi), Pauropoda (Skąponogi) i Chilopoda (Pareczniki) łączono w jedną gromadę wijów (Myriapoda). Insecta i Myriapoda połączone są w monofiletyczną grupę tchawkowce (Tracheata). Najlepiej poznane gromady, krocionogi (Diplopoda) i pareczniki (Chilopoda), różnią się w budowie i mają inne pochodzenie filogenetyczne [1÷3].

Krocionogi (Diplopoda) są gromadą bardzo zróżnicowanych stawonogów, w której opisano ponad 12000 gatunków, zaliczanych obecnie do 16 rzędów i 145 rodzin oraz 8 rzędów kopalnych. Diplopoda dzieli się na *Penicillata*, *Chilognatha*, *Pentazonia* i *Helminthomorpha* [1, 2, 3]. W Polsce badania Piroga i wsp. (4) wykazały 87 gatunków krocionogów, Jędrzyckowski (5) podał 80 gatunków krocionogów, a Wytwer [6] opisała 88 gatunków krocionogów. *Glomerida* Leach, 1814 to rząd, do którego należy rodzina *Glomeridae* Leach, 1815 [2, 3, 7]. W Polsce do rodziny *Glomeridae* należą gatunki *Trachysphaera costata* Waga, 1857, *Trachysphaera acutula* Latzel, 1884 i *Trachysphaera gibbula* Latzel, 1884 [8, 9]. W Europie w rodzaju *Trachysphaera* Heller, 1857 opisano 30 gatunków [9, 10].

Celem pracy jest opis trzech populacji krocionoga *Trachysphaera costata* Waga, 1857 i wykazanie partenogenezy geograficznej tego gatunku z Kazimierza Dolnego, Szczepreszyna i Ojcowa oraz przypomnienie pierwszego opisu *Trachysphaera costata* Waga, 1857 (skulica żebrowata) z Ojcowa przez Antoniego Wagę.

## 2. Opis gatunku

Antoni Waga (1799-1890), był jednym z najpopularniejszych przyrodników polskich w XIX stuleciu. Waga dla rodzaju *Glomeris* Latreille, 1801/1802 wprowadził w języku polskim nazwę skulica. Od nazwy rodzaju *Glomeris* utworzono nazwę rzędu skulicowatych (*Glomerida* Leach, 1814). Podczas wyprawy naukowej do Ojcowa Waga zwrócił uwagę na krocionoga, który zwijał się w kulkę, tak jak skulice. Swoje zoologiczne odkrycie nowego gatunku krocionoga, pod nazwą *Glomeris costata*, po raz pierwszy wspomina w pierwszej części, „Sprawozdania z podróży naturalistów (...)

<sup>1</sup> grzegorz.kania@umlub.pl Katedra i Zakład Biologii i Parazytologii, Uniwersytet Medyczny, ul. Radziwiłłowska 11, 20-080 Lublin

<sup>2</sup> wladyslaw.michalek@up.lublin.pl Zakład Ekologii Ogólnej, Uniwersytet Przyrodniczy, ul. Leszczyńskiego 58, 20-950 Lublin

do Ojcowa”, opublikowanego na łamach Biblioteki Warszawskiej [11]. Następny pełniejszy opis krocionoga zamieścił w części trzeciej „Sprawozdania...” [12], opisującej „zwierzęta niższych gromad”. Cytat : „ Ale z największą troskliwością starałem się w Potoku i Ojcowie rozpoznać żyjące tam pomiędzy skałami wijów (*Myriopoda*) gatunki. Te ciekawe zwierzęta, najpóźniej od owadów oddzielone ażeby stanowiły osobną królestwa zwierzęcego gromadę, gorliwie dziś we wszystkich częściach świata, lecz nade wszystko w Europie, są wyszukiwane, i zdają się zapowiadać rozległe pole odkryć, ponieważ niepodobna przypuszczać, ażeby gromada, niezaprzeczenie oddzielna, była w stosunku do innych tak uboga w rodzaje, a nawet i gatunki”..... „ Mój gatunek jest od wszystkich znanych tak odmienny i wielkością i postacią, że jeżeli dotąd wyliczane rzeczywistemi są gatunkami, on osobną pomiędzy nimi sekcją rozpoczyna. Nowa skulica, w wroście najzupełniejszym i wyciągnięta, nie dochodzi 4 mil. długości; jest biała, jakby zwapniona, bez żadnego połysku, tylne brzegi pierścieni ma nie łukowate, jak zwyczajne gatunki, lecz falowato wygięte (*marginibus undulato-reflexis*) i wysoko górujące, stąd ją żebrowatą (*Glomeris costata*) nazywam. W rzeczy samej to górowanie żeber wytwornie powyginanych, nadaje jej za pierwszym oka rzutem, wejrzenie nowego typu, osobliwie gdy się ogląda z boku na zwiniętą w kulkę”... „Całe tedy zwierzątko jest jak kreda białe: jedne czernią się oczy. Naliczyłem tylko 5 tych oczu, ułożonych jak u skulic zwyczajnych ”. Naukowy opis gatunku krocionoga po francusku i łacinie ukazał się w 1857 roku [13]. Nowy rodzaj *Gervaisia* Waga dedykował francuskiemu przyrodnikowi Paul Gervais. Utworzony nowy rodzaj *Gervaisia* i gatunek *Gervaisia costata*, opisuje następująco: „Gatunek, który odkryłem różni się znacznie rozmiarami i budową od wszystkich innych znanych, dlatego powinien należeć do oddzielnego typu. Nowa skulica *Gervaisia costata* naciągnięta nie dochodzi do 4 mm długości; jest biała jakby zwapniona, bez połysku, tylne brzegi pierścieni ma nie łukowate, lecz falowato wygięte i wysoko górujące, stąd ją żebrowatą nazywam. To górowanie żeber nadaje jej specjalny wygląd zwłaszcza z boku gdy jest zwinięta w kulkę. Wygięty brzeg pierścienia stanowi żebro. Posiada odcinki brzeżne na prosto odchyłone i szorstkie”..... „Zamieszkuje w Ojcowie w Polsce, żyje w ziemi w miejscach zakrytych, wśród skał, skupia się w wilgotnych miejscach cienistych, a także na spadzistych skałach” (ryc. 1).



*Gervaisia costata* Waga, 1857

ryc. 1. *Trachysphaera costata* według Waga, 1857

*Trachysphaera costata* jest gatunkiem, który został opisany po raz pierwszy w 1857 roku w Ojcowie przez Antoniego Wagę jako *Gervaisia costata* [13]. Inny gatunek został opisany rok później z austriackich jaskiń przez Camilla Hellera w 1858 roku jako *Trachysphaera schmidtii* [14]. Zgodnie z Międzynarodowym Kodeksem Nomenklatury Zoologicznej powrócono do późniejszego synonimu *Trachysphaera* – nazwy

zapropionowanej przez Hellera [15]. Heller pozostaje autorem obecnie ważnej nazwy rodzajowej *Trachysphaera* [14]. Według najnowszych danych obecnie *Trachysphaera costata* zaliczana jest do rodziny Glomeridae Leach, 1815 [3, 10, 16, 17].

### 3. Badane populacje partenogenetyczne *Trachysphaera costata*

Izolowane populacje partenogenetyczne *T. costata* potwierdzono na terenie Ojcowskiego Parku Narodowego w rezerwacie Jamki i wąwozie Korytania [18]. Samice *Trachysphaera costata* wykazano w wąwozach Kazimierza Dolnego i Bochoćnicy [19]. Analiza osobników *Trachysphaera costata*, zebranych w Szczepbrzeszynie wykazała także samice w populacjach krocionogów. Dane te potwierdzają partenogenezę geograficzną *T. costata*.



Ryc. 2 *Trachysphaera costata* Waga, 1857  
(Foto. Monika Jung)

Tabela 1. *Trachysphaera costata* Waga, 1857 z badanych stanowisk

Literatura	Kania i in. 2005	Kania i Czyżowski 2014	Kania (dane nie publikowane)
miejsce zbioru	Ojców	Kazimierz Dolny i Bochoćnica	Szczepbrzeszyn
środowisko	Wejścia do jaskiń, martwe drewno	Ściółka liściowa, martwe drewno	Ściółka liściowa, martwe drewno
Ilość osobników	9	5	11
% samic	100	100	100

Populacje partenogenetyczne *T. costata* występują w Centralnej i Wschodniej Europie [16, 18, 19 ÷ 23]. Enghoff [20] potwierdził, że *T. costata* wykazuje partenogenezę geograficzną. Stanowiska *T. costata* w Bochoćnicy i Parchatce k/Kazimierza Dolnego podał Dziadosz [24]. Autor ten stwierdził, że brak samców wskazuje na rozmnażanie partenogenetyczne, co może być związane z bliskością granicy zasięgu gatunku. Populacje *T. costata* zostały udokumentowane z Kazimierza Dolnego [9, 24], z Pienin Polskich i Słowackich [25, 26] i z Roztocza [27, 28, 29] (dane – Szczepbrzeszyn, tabela 1). Stanowiska *T. costata* w Polsce wykazali Jawłowski [30], Stojalowska [31] i Stojalowska i Staręga [32] oraz Jędryczkowski [33, 34], który opisał tylko samice *Trachysphaera costata* z Bieszczadów i Gór Świętokrzyskich.

Populacje obupłciowe *T. costata* występują na terenie północno-wschodnich Węgier [35], w jaskiniach Rumunii [36, 37], Bułgarii [38, 39] i Krymu [40].

#### **4. *Trachysphaera costata* Waga, 1857 w Europie**

*T. costata*, gatunek krocionoga rozpowszechniony w Europie [9], jest znajdowany w ściółce leśnej na podłożu ze skał wapiennych i w jaskiniach na Słowacji [21, 26, 41, 42], w Czechach [23, 43], na Ukrainie [17, 29, 44], w europejskiej części Rosji aż do północnego Kaukazu [22, 45, 46], w Niemczech [47÷49], Austrii [16], Szwajcarii [50], na Węgrzech [35, 50], w Rumunii [36, 37, 52], Bułgarii [38, 39, 52], Chorwacji [53] i Serbii [52, 54].

#### **5. Partenogeneza**

W niektórych grupach zwierząt do aktywacji oocytu i jego dalszego rozwoju w nowego osobnika może dochodzić bez udziału plemników, czyli bez zapłodnienia. Proces ten nazywamy partenogenezą (gr. *parthenos* = dziewica ; dzieworództwo). Partenogeneza jest specyficzną formą rozmnażania płciowego, w którym uczestniczy tylko jeden rodzaj komórki płciowej: niezapłodniona komórka jajowa. Partenogenetyczna strategia rozrodcza to rozwój nowego organizmu oparty na genomie matki, co powoduje, że potomstwo jest genetycznie identyczne z matką. Wyróżnia się kilka typów partenogenezy biorąc pod uwagę: sposób rozmnażania (p. naturalna), mechanizm determinacji płci (arrhenotokia, telytokia, deuterotokia) gdzie niezapłodnione jaja mogą rozwijać się tylko w samce (arrhenotokia), tylko w samicy (telytokia) albo zarówno w samce, jak i w samicy (deuterotokia), procesy cytologiczne zachodzące w trakcie powstawania oocytów zdolnych do rozwoju dzieworodnego (p. generatywna – haploidalna, hemizygoidalna i p. somatyczna – diploidalna, zygoidalna).

Wyróżnia się partenogenezę naturalną i sztuczną. Partenogeneza naturalna występuje samoistnie jako jeden ze sposobów rozmnażania płciowego. Dominującym sposobem rozmnażania się zwierząt jest rozmnażanie płciowe, a tylko niektóre gatunki kręgowców i bezkręgowców rozmnażają się partenogenetycznie.

Partenogeneza geograficzna występuje gdy osobniki tego samego gatunku na pewnym obszarze występowania rozmnażają się partenogenetycznie, a na innym obupłciowo. Populacje różniące się sposobem rozmnażania są od siebie izolowane m.in. wyspy, zasięg północ-południe, klimat oraz izolowane jaskinie, izolowane gniazda mrówek i termitów, izolowane torfowiska i próchniejące pnie drzew [55].

Przykłady gatunków partenogenetycznych obejmują: skorupiaki (Crustacea), roztocze (Acari), owady (Insecta) oraz pareczniki (Chilopoda) i krocionogi (Diplopoda). Partenogeneza u niektórych zwierząt jest związana z małymi rozmiarami ciała, ograniczoną ruchliwością, krótkim cyklem życiowym, niską rozrodczością i niskim zagęszczeniem populacji dzięki temu forma partenogenetyczna ma szersze rozmieszczenie niż obupłciowa [55]. Niektóre gatunki partenogenetycznych krocionogów takie jak *Proteroiulus fuscus*, *Nemasoma varicorne*, *Virgoiulus minutus*, *Okeanobates americanus*, *Orinisobates microthylax* żyją pod korą martwych pni drzew lub pniaków [5, 56]. natomiast synantropijny partenogenetyczny gatunek *Archiboreoiulus pallidus* żyje w glebie [22, 57].

## 6. Badania nad partenogenezą geograficzną Diplopoda

Verhoeff pierwszy zastosował termin „klimatisch-geographischen Parthenogenese” u *Tessinossoma caelebs* Verh. 1911 (Diplopoda: Chordeumatida) w 1921 roku [58]. Albert Vandel [59] stworzył koncepcję spanandrii geograficznej w której samce występują rzadziej. Przeprowadził badania na krocionogu *Polyxenus lagurus* L. Gatunek ten tworzy dwie rasy, obupłciową i rozmnażającą się partenogenetycznie, jak stwierdził Vandel. Autor ten wyjaśnił rzadkie występowanie samców, wykazując powiązania pomiędzy partenogenezą, a środowiskiem życia zwierząt i określił je jako „*parthenogenese geographique*” [60]. Obecnie jest znana jako reguła geograficznej partenogenezy. Według tej reguły blisko spokrewnione rozdzielnopłciowe i partenogenetyczne gatunki pojawiają się w danym regionie, a ich geograficzne rozmieszczenie jest zróżnicowane. Ogólnie na północy, ekstremalne warunki, zasiedlają formy partenogenetyczne, a na południu w warunkach tropikalnych występują częściej osobniki rozdzielnopłciowe. Enghoff [61] wykazał morfologiczne porównanie gatunków rozdzielnopłciowych i partenogenetycznych (telytokia) krocionoga *Polyxenus lagurus* L. Występowanie form partenogenetycznych *P. lagurus* obejmuje obszary północnej Europy, natomiast populacje obupłciowe zamieszkują obszary Ameryki oraz cieplejsze obszary południowej Europy i Basenu Morza Śródziemnego [62]. W Polsce nie stwierdzono samców *Polyxenus lagurus* L. [25, 27, 31, 33, 34, 63].

Pośród krocionogów (Diplopoda) opisano liczne gatunki rozdzielnopłciowe i partenogenetyczne z następujących rzędów m.in.: Polyxenida: *Polyxenus lagurus* L., Glomerida: *Geoglomeris subterranea* Verh., *Trachysphaera costata* Waga, Chordeumatida: *Underwoodia iuloides* Harger, *Tessinossoma caelebs* Verhoeff, *Hungarosoma bokori* Verhoeff, Polydesmida: *Poratia digitata* Porat, *Poratia obliterata* Kraus, *Moojenodesmus pumilus* Schubart, *Cylindrodesmus hirsutus* Pocock, *Amphitomeus attemsi* Schubart, Julida: *Virgoiulus minutus* Brandt, *Nemasoma varicorne* C. L. Koch, *Archiboreoiulus pallidus* Brade-Birks oraz *Proteroiulus fuscus* Am Stein [17, 20, 22, 56, 61, 64 ÷ 71].

*Poratia digitata* Porat, *Poratia obliterata* Kraus, *Amphitomeus attemsi* Schubart, *Cylindrodesmus hirsutus* Pocock to gatunki rozdzielnopłciowe w obszarach tropikalnych w tym w Ameryce Południowej, a populacje partenogenetyczne występują w szklarniach ogrodów Botanicznych w Europie [64, 69, 72 ÷ 74] i azjatyckiej części Rosji [75].

## 7. Podsumowanie

*Trachysphaera costata* zajmuje większe obszary Europy środkowej i wschodniej. Osobniki rozdzielnopłciowe tego gatunku krocionoga występują na południu Europy, na Bałkanach oraz na Krymie i pld. Kaukazie, natomiast partenogenetyczne populacje zasiedlają środkową i wschodnią Europę. Badania przeprowadzone na terenie Polski potwierdzają partenogenetyczne formy tego gatunku. Partenogeneza pojawiła się u rozdzielnopłciowych gatunków, gdy niektóre z komórek jajowych spontanicznie rozwijały się bez zapłodnienia.

Analiza geograficznego rozmieszczenia zwierząt partenogenetycznych wykazała, że typowe środowiska w których występują to środowiska izolowane takie jak: jaskinie oraz martwe drewno.

Partenogeneza u zwierząt jest także związana ze specjalizacjami takimi jak: rozmiary ciała, niskie zagęszczenie populacji, krótki cykl życiowy, niska rozrodczość, niska dyspersja i ruchliwość.

Partenogeneza w zależności od typu niesie ze sobą różne możliwości ewolucyjne. W przypadku arrhenotokii korzystne jest pojawianie się w krótkim czasie dużej liczby samców zdolnych do zapłodnienia jaj. Występowanie haploidalnych samców powoduje, że w populacji nie mogą utrzymać się geny recesywne, gdyż poddawane są od razu presji selekcyjnej. Prowadzi to do wzrostu homozygotyczności samic gatunków arrhenotokicznych, co skutkuje zmniejszoną zdolnością ewolucyjną gatunku. Korzyści z partenogenezy są krótkotrwałe. Formy partenogenetyczne zazwyczaj utrzymują się w naturze krótko. Niektóre gatunki czasowo rozmnażają się płciowo i partenogenetycznie (p. cykliczna). Wiele form partenogenetycznych, ze względu na brak rekombinacji genetycznej i małą zmienność genetyczną, wykazuje mniejszą zdolność przystosowań do zmiennych warunków środowiska.

## Literatura

1. Sierwald P., Bond J. E., *Current status of the Myriapod Class Diplopoda (Millipedes): taxonomic diversity and phylogeny*, Annual Review of Entomology, 52 (2007), s. 401-420
2. Wytwer J., *Gromada : krocionogi (dwuparce) – Diplopoda*, [W:] *Zoologia Stawonogi Tchawkodyszne*, Red. Błaszak Cz., Wyd. Naukowe PWN, Warszawa, T.2, 2 (2012), s. 29-52
3. Shelley R. M., *A revised, annotated, family-level classification of the Diplopoda*, Arthropoda Selecta, 11(3) (2002), s.187-207
4. Piróg Z., Stojalowska W., Gieryng R., *Komputerowa analiza rozmieszczenia Diplopoda w Polsce, oparta na metodzie taksonometrycznej*, Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska Lublin-Polonia, 45 (1990), s. 1-12
5. Jędryczkowski W., *The distribution and ecology of the millipedes in Poland*, 8th Intern. Congress of Myriapodology, Innsbruck, Austria, July 15-20, 1990, Berichte Naturwissenschaftlich-Medizinischen Verein in Innsbruck Supplementum, 10 (1992), s. 385-391
6. Wytwer J., *Wije (Myriapoda). Krocionogi (Diplopoda)*, [W:] *Fauna Polski. Charakterystyka i wykaz gatunków*, Red. Bogdanowicz W., Chudzińska E., Pilipiuk I., Skibińska E., Wydawnictwo Muzeum i Instytutu Zoologii PAN Warszawa (2008), s. 335-343
7. Enghoff H., Kime R. D., *Diplopoda*, [W:] *Fauna Europaea: Myriapoda*, Red. Enghoff H., Available from <http://www.faunaeur.org>, Version 2.6.2, last update 29. August 2013
8. Stojalowska W., Starega W., *Krocionogi Diplopoda*, Katalog fauny Polski, 14 (2) (1974), PWN Warszawa, s. 71
9. Kime R. D., Enghoff H., *Atlas of European Millipedes (Class Diplopoda): volume 1. Orders Polyxenida, Glomerida, Platydesmida, Siphonocryptida, Polyzoiniida, Callipodida, Polydesmida*, Pensoft, Sofia-Moscow 2011
10. Enghoff H., Golovatch S. I., Short M., Stoev P., Wesener T., *Diplopoda- taxonomic overview*, [W:] *The Myriapoda. Treatise on Zoology- Anatomy, Taxonomy, Biology*, Red. Minelli, A., Brill, Leiden-Boston, 2 (2015), s. 363-453

11. Waga A., *Sprawozdanie z podróży naturalistów odbytej w r. 1854 do Ojcowa*, Biblioteka Warszawska, Warszawa, 58 (2) (1855), s. 142-172
12. Waga A., *Sprawozdanie z podróży naturalistów odbytej w r. 1854 do Ojcowa. (Dokończenie)*, Biblioteka Warszawska, Warszawa, Nowa Serya, 2 (2) (1857a), s. 173-177
13. Waga A., *Description d'une nouvelle espèce Européenne de Crustacés Philoscia notata et d'un nouveau Myriapode Gervaisia costata*, Annales de la Societe Entomologique de France, Paris, Ser.3 (1857b), s. 827-832
14. Sillaber H., *Zür Trachysphaera schmidtii in Karnten (Myriapoda, Diplopoda)*, Carinthia II (1987), s. 179-188
15. Heller C., *Beiträge zur österreichischen GrottenFauna*, Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften Wien, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Classe 26 (1858), s. 313-326
16. Gruber J., *Zür Verbreitung von Trachysphaera costata (Waga, 1857) in Niederosterreich-eine für Osterreichs Fauna neue Diplopodenart (Diplopoda: Glomerida: Doderiidae)*, Contributions to Natural History 12 (2009), s. 565-583.
17. Golovatch S. I., *The millipede genus Trachysphaera Heller, 1858 in the Ukraine (Diplopoda: Glomeridae)*, Arthropoda Selecta 19(1) (2010), s. 1-5
18. Kania G., Wytwer J., Mock A., *Trachysphaera costata (Waga, 1857) – krocionóg odkryty podczas podróży naturalistów do Ojcowa*. In : *Zróźnicowanie i przemiany środowiska przyrodniczo-kulturowego Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej*, Ojców T.3, Supplement (2005), s. 81-84
19. Kania G., Czyżowski P., *Millipedes (Myriapoda: Diplopoda) in synanthropic sites of Puławy, Kazimierz Dolny and Nałęczów (Poland)*, [W:] *Urban Fauna Animal, Man, and the city–Interactions and Relationships*, Red. Indykiewicz P., Bohner J., (2014), s. 55-64
20. Enghoff H., *Parthenogenesis and spanandry in millipedes*, Abhandlungen und Verhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins in Hamburg 21/22 (1978b), s. 73-85
21. Rendoš M., Mock A., Miklisova D., *Terrestrial isopods and myriapods in a forested scree slope: subterranean biodiversity, depth gradient and annual dynamics*, Journal of Natural History 50 (2016), s. 33-34
22. Zuev R. V., *Preliminary data on the millipede (Diplopoda) from the Stavropol Territory, northern Caucasus, Russia*, Arthropoda Selecta 23 (2014), s. 347-354
23. Kocourek P., *Monohozky (Myriapoda: Diplopoda) Jizerských hor, Frydlantské pahorkatiny, Ještědského hřbetu a Liberecké kotliny (severní Čechy)*, Sborník Severočeskeho Muzea, Přírodní Vedy, Liberec 32 (2014), s. 123-154
24. Dziadosz C., *Krocionogi (Diplopoda) okolic Kazimierza Dolnego*, Fragmenta Faunistica 11 (1964), s.115-125
25. Bielak-Oleksy T., *Fauna krocionogów (Diplopoda) Pienin*, Annales Universitatis Mariae Curie- Skłodowska Lublin-Polonia 22 (1967), s. 79-105
26. Kravcova M., Mock A., *Mnohozky (Diplopoda) Pieninskeho Narodneho Parku*, Folia faunistica Slovakia 19 (2014), s. 37-48
27. Bielak-Oleksy T., Jaśkiewicz W., Stojalowska W., *Krocionogi (Diplopoda) Roztocza*, Annales Universitatis Mariae Curie- Skłodowska Lublin-Polonia 25 (1970), s. 283-301
28. Sidoriak S., *Materiały do historii naturalnej wijów (Myriopoda) krajowych*, Kosmos, Lwów 23 (1898), s. 545- 558
29. Sverlova N. V., *Pygidial segment variation in a Trachysphaera costata (Diplopoda, Glomeridae) population of the Lvov vicinity*, Vestnik zoologii (Kiev) 30 (1996), s. 75-76



30. Jawłowski H., *Krocionogi południowo-wschodniej Polski. Die Diplopedenfauna Sudostpolens*, Fragmenta Faunistica Musei Zoologici Polonici Warszawa 2 (1936), s. 253-298
31. Stojalowska W., *Krocionogi (Diplopoda) Polski*, PWN Warszawa (1961), s. 216
32. Stojalowska W., Staręga W., *Krocionogi Diplopoda*, Katalog fauny Polski, PWN Warszawa, 14, 2 (1974), s. 71
33. Jędrzykowski W. B., *Krocionogi (Diplopoda) Bieszczadów*, Fragmenta Faunistica 25 (1979), s. 77-94
34. Jędrzykowski W. B., *Krocionogi (Diplopoda) Gór Świętokrzyskich*, Fragmenta Faunistica 31 (1987), s. 93-109
35. Bogyo D., Korsos Z., Lazanyi E., Hegyessy G., *Millipedes (Diplopoda) from the Zemplen Mountains, Northest Hungary, with two julid species new to the Hungarian fauna*, Opuscula Zoologica Budapest 43 (2012), s. 131-145
36. Tabacaru I., *Le genre Trachysphaera, Heller, 1858 (Diplopoda, Glomeridae, Trachysphaeridae) dans le grottes de Roumanie*, Travaux Institute Speologie "Emil Racovita" 28 (1989), s. 19-29, (1990), s. 25-31
37. Tabacaru I., Giurginca A., Vanoaica L., *Cavernicolous Diplopoda of Romania*, Travaux de l'Institute de Speologie "Emil Racovita" 41-42 (2003), s. 121-148
38. Stoev P., *New distributional records of millipedes from Bulgarian caves (Myriapoda: Diplopoda)*, Acta Zoologica Bulgarica 56 (2) (2004), s. 145-154
39. Bachvarova D., Doychinov A., Deltchev Ch., Stoev P., *Habitat distribution of myriapods (Chilopoda, Diplopoda) in the town of Shumen and the Shumen Plateau (NE Bulgaria)*, Arthropoda Selecta 24 (2015), s.169-184
40. Golovatch S. I., *On three remarkable millipedes species from Crimea, Ukraine*, International Journal of Myriapodology 1 (2008), s. 97-110
41. Mock A., *The millipedes (Diplopoda) of the Western Carpathian caves*, [W:] *Progress in Studies on Myriapoda and Onychophora*, Red. Wytwer J., Golovatch S., Warszawa, Fragmenta Faunistica 43 Supplement (2000 a), s. 313-319
42. Stasiov S., *Millipedes (Diplopoda) communities in mixed oak-hornbeam forest stands – effect of selected site factors*, Polish Journal of Ecology 57 (4) (2009), s. 785-792
43. Tajovsky K., Tuf I. H., *An annotated checklist of the millipedes (Diplopoda) recorded in the Czech Republic*, Acta Societatis Zoologicae Bohemicae 80 (2016), s. 33-37
44. Kosyanenko E. V. Chumak V., *Millipedes (Diplopoda) of primeval beech forests in the Carpathian Biosphere Reserve*, Scientific Newsletter of Uzhgorod National University. Biology 23 (2008),s.182-193
45. Golovatch S. I., *Diplopoda of the Caucasus 3. Trachysphaeridae, with contributions to the fauna of Turkey*, Senckenbergiana biologica 70 H4/6 (1990), s. 331-358
46. Korobushkin D. I., Semenyuk I., Tuf I. H., *An annotated checklist of the Chilopoda and Diplopoda (Myriapoda) of the Abrau Peninsula, northwestern Caucasus, Russia*, Biodiversity Data Journal 4 (2016), s. 1-33
47. Schubart O., *Tausendfüßler oder Myriapoda. I Diplopoda*, [W:] *Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile nach ihren Merkmalen und nach ihrer Lebensweise*, Red. Dahl F., Dahl M., Bischoff H., Jena, Gustav Fischer 28 (1934), s. 1-318
48. Hauser H., Voigtländer K., *Doppelfüßer (Diplopoda) der Sachsichen Schweiz und der Umgebung von Dresden (Deutschland, Sachsen)*, Berichte Naturforschenden Gesellschaft der Oberlausitz 16 (2008), s. 143-152
49. Decker P., Voigtlander K., Reip H. S., *On distribution patterns of very rare Chilopoda and Diplopoda in Germany*, Acta Societa Bohemica 79 (2015), s. 169-181

50. Pedroli-Christen A., *Les Diplopodes de Suisse: un Premier Bilan*, Berichte Naturwissenschaftlich-Medizinischen Verein in Innsbruck Supplementum 10 (1992), s. 401-409
51. Korsos Z., *Checklist, preliminary distribution maps, and bibliography of millipedes in Hungary (Diplopoda)*, Miscellanea Zoologica hungarica 9 (1994), s.29-82
52. Ceuca T., *Quelques aspects sur la faunistique, l'ecologie et la zoogeographie des Diplopodes de la region Balkanique*, Berichte Naturwissenschaftlich-Medizinischen Verein in Innsbruck Supplementum 10 (1992), 411- 429
53. Mršić N., *The Diplopoda (Myriapoda) of Croatia, Dvojnogoe (Diplopoda: Myriapoda) Hrvatske*, Razprave IV, razreda SAZU 35 (1994), s. 219-296
54. Antic D. Z. Curcic B. P. M., Momic V. T., Curcic S. B., Stojanovic D. Z. Dudic B. D., Makarov S. E., *One hundred millipede species in Serbia (Arthropoda: Myriapoda: Diplopoda)*, Archives Biol. Science Belgrade 65 (2013), s.1559-1578
55. Cuellar O., *Biogeography of parthenogenetic animals*, Biogeographica 70 (1) (1994), s. 1-13
56. Enghoff H., *Geographical parthenogenesis in millipedes (Diplopoda)*, Biogeographica 70 (1) (1994), s. 25-31
57. Lehtinen P. T., Terhivuo J., *Notes and records of five garden millipedes (Diplopoda, Julida) in Finland*, Memoranda Society Fauna Flora Fennica 72 (1996), s. 6-12
58. Verhoeff K. W., *Über Diplopoden der Riviera und einige alpenländische Chilognathen (92. Diplopoden-Aufsatz)*, Archiv Naturgeschichte 87A (2) (1921), s. 1-110
59. Vandel A., *La spanandrie (disette de males) géographique chez le Myriapode Polyxenus lagurus (L.)*, Comptes rendus, Association Francaise pour l'avancement des sciences 182 (1926), s. 1100-1102
60. Vandel A., *La parthenogenese géographique. Contribution a l'etude biologique et cytologique de la parthenogenese naturelle*, I. Bulletin biologique de la France et de la Belgique 62 (1928), s. 164 -281
61. Enghoff H., *Morphological comparison of bisexual and parthenogenetic Polyxenus lagurus (Linne, 1758) (Diplopoda, Polyxenidae) in Denmark and Southern Sweden, with notes on taxonomy, distribution, and ecology*, Entomologiske Meddelelser 44 (1976a), s. 161-182
62. Conde B., Nguyen Duy-Jacquemin M., *Parthenogenese et reproduction bisexuee dans le complexe de Polyxenus lagurus (L.)*, Biogeographica 70 (1) (1994), s. 41-48
63. Kania G., *Millipedes (Diplopoda) recorded in the town of Lublin (Poland). Urban Fauna. Studies of animal biology, ecology and conservation in European cities*, UPT Bydgoszcz (2011), s 91-99
64. Adis J., Golovatch S. I., Lars W., Hansen B., *On the identities of Muyudesmus oblitteratus Kraus, 1960 versus Poratia digitata (Porat, 1889), with first biological observations on parthenogenetic and bisexual populations (Diplopoda, Polydesmida: Pyrgodesmidae)*, [W:] *Progress in studies on Myriapoda and Onychophora*, Red. Wytwer J., Golovatch S. I., Warszawa, Fragmenta Faunistica Supplement 43 (2000), s. 149-170
65. Enghoff H., *Competition in connection with geographic parthenogenesis. Theory and examples, including some original observations on Nemasoma varicorne C. L. Koch (Diplopoda, Blaniulidae)*, Journal of Natural History 10 (1976b), s. 475-479
66. Enghoff H., *Parthenogenesis and bisexuality in the millipede, Nemasoma varicorne C. L. Koch, 1847 (Diplopoda, Blaniulidae). Morphological, ecological and biogeographical aspects*, Videnskabelige Meddelelser fra Dansk Naturhistorisk Forening i Kjobenhavn 139 (1976c), s. 21-59
67. Enghoff H., *Parthenogenesis and bisexuality in the millipede, Nemasoma varicorne C. L. Koch, 1847 (Diplopoda: Nemasomatidae). II. Distribution, substrate, and abundance of the*

- bisexual and thelytokous forms in some Danish forests*, Entomologiske Meddelelser 46 (1978a), s. 73-79
68. Golovatch S. I., Sierwald P., *Review of the millipede genus Poratia Cook & Cook, 1894 (Diplopoda: Polydesmida: Pyrgodesmidae)*, Arthropoda Selecta 9(3) (2000) s. 181-192
69. Golovatch S. I., Knapinski S., Adis J., *On the identity of the European hothouse millipede Amphitomeus attemsi (Schubart, 1934), with first biological observations of this parthenogenetic species (Diplopoda: Polydesmida: Oniscodesmidae)*, Arthropoda Selecta 10 (2001), s. 137-146
70. Jensen L. H., Enghoff H., Frydenberg J., Parker E. D., *Genetic diversity and phylogeography of parthenogenesis: comparing bisexual and thelytokous populations of Nemasoma varicornis (Diplopoda: Nemasomatidae) in Denmark*, Hereditas 136 (2002), s. 184-194
71. Mock A., Tajovsky K., Zurovcova M., Jarosova A., Kocourek P., Gruber J., Angyal D., Spelda J., *Hungarosoma bokori Verhoeff, 1928 (Diplopoda: Chordeumatida): New insights into its taxonomy, systematics, molecular genetics, biogeography and ecology*, Zootaxa 4178 (2016), s. 234-256
72. Andersson G., *Tva för Sverige nya växthuslevande dubelfotingar (Two new millipedes introduced to hothouses in Sweden)*, Fauna och Flora 107 (2012), s. 31-33
73. Kocourek P., *Mnohonozky (Myriapoda: Diplopoda) Prahy*, Natura Pragensis 21 (2013), s. 3-146
74. Decker P., Reip H. S., Voigtlander K., *Millipedes and centipedes in German greenhouses (Myriapoda: Diplopoda, Chilopoda)*, Biodiversity Data Journal 2 (2014)
75. Nefediev P., Nefedieva J., Dyachkov Y. V., *A review of the anthrophochore fauna of Asian Russia, with new records from the Altai Province, Siberia (Diplopoda)*, Arthropoda Selecta 23 (2014), s. 337-345

### **Partenogeneza geograficzna krocionoga Trachysphaera costata (Waga, 1857), (Diplopoda, Glomerida)**

*Trachysphaera costata* także jako *Gervaisia costata* Waga, 1857 (Diplopoda: Arthropoda) jest krocionogiem, którego po raz pierwszy opisał Antoni Waga w Ojcowie pod Krakowem w Polsce. *T. costata* jest szeroko rozprzestrzenionym gatunkiem w Europie centralnej i wschodniej, w Karpatach, na Bałkanach, Krymie, w górach Kaukazu i w Turcji. *T. costata* żyje w ściółce leśnej o podłożu wapiennym, w glebie i pod korą martwych drzew. Waga (1857) opisał po francusku i łacinie gatunek *Gervaisia costata*. Cytat: „Gatunek, który odkryłem różni się znacznie rozmiarami i budową od wszystkich innych znanych, dlatego powinien należeć do oddzielnego typu. Nowa skulica *Gervaisia costata* naciągnięta nie dochodzi do 4 mm długości; jest biała jakby zwapniona, bez połysku, tylne brzegi pierścieni ma nie łukowate, lecz falowato wygięte i wysoko górujące, stąd ją żebrowatą nazywam”. Stojalowska (1961) podaje opis cytat: „Krocionogi należące do rodzaju *Gervaisia* są drobnych rozmiarów (do 5 mm długości) i zwinięte mają wygląd białych, szarych kulek, jakby posypanych kredą... Powierzchnia płytek grzbietowych nie jest gładka; przednie, płaskie pole każdej płytki jest porowate i pokryte białawą inkrustacją, przez tylne pole ciągnie się żeberkowanie. Występowanie partenogenetycznych populacji *Trachysphaera costata* opisano w rezerwacie Korytania i Jamki w Ojcowskim Parku Narodowym, w wąwozach Kazimierza Dolnego i Bochoćnicy oraz w Szczebrowszynie na Roztoczu.

Słowa kluczowe: Diplopoda, krocionogi, *Glomerida*, *Trachysphaera costata*, partenogeneza geograficzna

### **Geographic parthenogenesis of the millipede *Trachysphaera costata* (Waga, 1857), (Diplopoda, Glomerida)**

The millipede *Trachysphaera costata*, as *Gervaisia costata* Waga, 1857 (Diplopoda: *Arthropoda*) was first described by Antoni Waga from Ojców near Kraków, Poland. *T. costata* is a widespread European species. This species is common in Central and Eastern Europe, the Balkans, the Carpathians, the Crimea, the Caucasus and Turkey. *T. costata* inhabits in the leaf litter of the forests on limestone. *T. costata* dwelling in caves as troglophile. It can be found in soil, under the bark and dead trees. Waga (1857) described in French and in Latin a newly named genus *Gervaisia* and species *Gervaisia costata*. Quotation from Waga (1857): „The species I discovered differs so significantly in size and form all the others known that it must belong to a separate phylum. This new pill millipede species in full size reaches no more than 4 mm length; white, calcified, with back ridges of segments without arches, unlike common species. I have called it ribbed (*costata*)”. Stojalowska (1961) noted that millipedes belonging to genus *Gervaisia* are small in size and rolled look like white, grey spheres, as if covered with chalk. It is a species totally white, covered with calcium, with no smooth surfaces of the body. The occurrence of parthenogenetic populations of *Trachysphaera costata* were described in type locality, Korytania and Jamki Reserve, in the Ojcow National Park, in gorges of the Kazimierz Dolny and the Bochothnica, and the Szczębrzeszyn (Roztocze region in Lublin Upland area).

Key words: Diplopoda, millipedes, *Glomerida*, *Trachysphaera costata*, geographic parthenogenesis

## Wpływ osadów ściekowych na zmiany zakwaszenia odłogowanej gleby pyłowej pod uprawą topinamburu (*Helianthus tuberosus* L.)

### 1. Wprowadzenie

Powstawanie osadów ściekowych nieodłącznie związane jest z procesem oczyszczania ścieków. Powstający podczas technologii oczyszczania ścieków osad jest produktem ubocznym o wysokiej uciążliwości w środowisku przyrodniczym i zaliczany jest w myśl ustawy o odpadach do grupy 19, jako odpad o kodzie 19 08 05 – ustabilizowane komunalne osady ściekowe [1].

Ze względu na specyficzny skład osadów ściekowych, często zawierających ponadnormatywne ilości metali ciężkich, liczne zanieczyszczenia organiczne oraz charakteryzujące się nieodpowiednim stanem higieniczno-sanitarnym, wciąż poszukuje się racjonalnych metod ich zagospodarowania i ostatecznej utylizacji. Jedną z metod ich zagospodarowania jest przyrodnicze wykorzystanie, które może być szeroko stosowane, ze względu na niskie koszty i wysoką efektywność [2÷5]. Uważa się, że do przyrodniczego wykorzystania nadają się zwłaszcza komunalne osady ściekowe pochodzące z oczyszczalni biologicznych, gdyż zawierają wszystkie składniki niezbędne dla prawidłowego funkcjonowania roślin [6÷8]. Wartość nawozowa takich osadów jest zbliżona do wartości nawozowej konwencjonalnego nawozu naturalnego – obornika [9]. Przyrodnicze użytkowanie osadów ściekowych oznacza, że można je wykorzystać m. in. w celach nawozowych, do agromelioracji gleb słabej jakości, bądź do rekultywacji gleb zdegradowanych i gruntów bezglebowych [10]. W ostatnich latach wzrasta również zainteresowanie zagospodarowaniem osadów ściekowych do rewitalizacji gleb odłogowanych i produkcji roślin energetycznych [10, 11]. Działania te pozwalają na wtórne wykorzystanie składników biogennych i materii organicznej z zalegających w środowisku uciążliwych odpadów oraz na oszczędzanie nieodnawialnych zasobów energetycznych i złóż kopalin do produkcji nawozów mineralnych.

---

<sup>1</sup> mszostek@ur.edu.pl, Katedra Gleboznawstwa, Chemii Środowiska i Hydrologii, Wydział Biologiczno-Rolniczy, Uniwersytet Rzeszowski, ul. Zelwerowicza 8b, 35-601 Rzeszów

<sup>2</sup> jkaniucz@ur.edu.pl, Katedra Gleboznawstwa, Chemii Środowiska i Hydrologii, Wydział Biologiczno-Rolniczy, Uniwersytet Rzeszowski, ul. Zelwerowicza 8b, 35-601 Rzeszów

<sup>3</sup> ehajduk@ur.edu.pl, Katedra Gleboznawstwa, Chemii Środowiska i Hydrologii, Wydział Biologiczno-Rolniczy, Uniwersytet Rzeszowski, ul. Zelwerowicza 8b, 35-601 Rzeszów

## 1.1. Cel pracy

Celem podjętych badań była ocena wpływu osadów ściekowych zastosowanych w formie doglebowych wkładek agromelioracyjnych o zróżnicowanej miąższości, na zmiany zakwaszenia odłogowanej gleby pyłowej, w warunkach uprawy topinamburu (*Helianthus tuberosus* L.), podczas sześcioletniego okresu badań.

## 2. Materiały i metody

### 2.1. Prace terenowe

Badania nad wpływem osadów ściekowych na zmiany zakwaszenia odłogowanej gleby pyłowej prowadzono w okresie od 2006 do 2011 roku. Doświadczenie polowe założono jesienią 2005 roku na glebie wieloletniego odłogu, w miejscowości Nowa Wieś w Gminie Trzebowniko w centralnej części województwie podkarpackim (50°05'54.8"N 22°03'37.5"E). Gleba przeznaczona pod doświadczenie charakteryzowała się składem granulometrycznym pyłu zwykłego w całym profilu glebowym i zaliczono ją do typu gleb glejowych typowych (*Haplic Gleysol*) [12]. Doświadczenie założono metodą losowanych bloków w czterech powtórzeniach. Powierzchnia pojedynczego poletka wynosiła 16 m<sup>2</sup>.

Zastosowane w doświadczeniu osady ściekowe pochodziły z biologicznej oczyszczalni ścieków typu „LEMNA”, zlokalizowanej w miejscowości Nowa Wieś w Gminie Trzebowniko, w województwie podkarpackim.

Przed założeniem doświadczenia polowego w 2005 roku dokonano charakterystyki zarówno osadów ściekowych, jak i poziomu powierzchniowego (do 25 cm) gleby wybranej do doświadczenia. Uzyskane wyniki porównywano z ówczesnie obowiązującym Rozporządzeniem Ministra Ochrony Środowiska z dnia 1 sierpnia 2002 roku w sprawie komunalnych osadów ściekowych [13]. Stwierdzono na tej podstawie, że pochodzący z biologicznej oczyszczalni ścieków typu „LEMNA” osad, ze względu na obecność bakterii z rodzaju *Salmonella* oraz żywych jaj pasożytów jelitowych, mógł zostać wykorzystany jedynie na cele nierolne, w tym do produkcji roślin nieprzeznaczonych do spożycia i produkcji pasz. Pod względem zawartości metali ciężkich natomiast, spełniał wymagania dopuszczające go do rolniczego wykorzystania. Poziom powierzchniowy gleby (0-25 cm), na której założono doświadczenie, charakteryzował się naturalną zawartością metali ciężkich i w świetle w/w Rozporządzenia, można ją było przeznaczyć do rolniczego zagospodarowania osadów ściekowych. Ponadto gleba przed założeniem doświadczenia w poziomie 0-25 cm charakteryzowała się odczynem lekko kwaśnym (pH w zakresie 5,09-6,23 i kwasowość hydrolityczna (*Hh*)= 2,07 *cmol(+)*·*kg*<sup>-1</sup>), wysoką zawartością materii organicznej (2,84%), bardzo niską zawartością przyswajalnego fosforu (20,9 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>·*kg*<sup>-1</sup>), niską przyswajalnego potasu (110,2 mg K<sub>2</sub>O·*kg*<sup>-1</sup>) i bardzo wysoką zawartością przyswajalnego magnezu (207 mg·*kg*<sup>-1</sup>).

Jesienią 2005 roku glebę przeznaczoną pod doświadczenie poddano agromelioracji osadami ściekowymi, która polegała na wprowadzeniu pod poziom darniowo-próchniczny (poniżej 25 cm) wkładek osadów ściekowych o zróżnicowanej miąższości

– 0, 10, 20 i 30 cm. Przygotowane w ten sposób doświadczenie pozostawiono do wiosny następnego roku, celem ustabilizowania warunków. Wiosną 2006 roku odsłonięto 3 profile glebowe na poletkach z wcześniej zastosowanymi wkładkami osadów ściekowych o miąższości 10, 20 i 30 cm, celem określenia faktycznej miąższości wkładki osadów ściekowych. Określono, iż na poszczególnych poletkach, aktualna miąższość zastosowanych wkładek, była o ok. 45% mniejsza, niż początkowa i wynosiła odpowiednio: 6,9 i 17 cm.

W marcu 2006 roku na poszczególnych poletkach doświadczenia wysadzono bulwy topinamburu (*Helianthus tuberosus* L.) odmiany *Albik*, na głębokości 10 cm, w rozstawie 65 x 35 cm.

W celu monitorowania zmian zakwaszenia odłogowanej gleby pyłowej po agromeliacji osadami ściekowymi, jesienią każdego roku (począwszy od 2006 roku) pobierano próbki glebowe. Próbki te pochodziły z 4 głębokości (0-25 cm, 25-50 cm, 50-75 cm i 75-100 cm) przekształconego profilu glebowego z poszczególnych poletek (w 3 powtórzeniach).

## 2.2. Prace laboratoryjne

Próbki glebowe pobierane jesienią każdego roku, przez okres sześciu lat badań, po wysuszeniu i oddzieleniu szkieletu glebowego, poddawano analizom laboratoryjnym. W celu określenia wpływu osadów ściekowych zastosowanych jednorazowo w formie wkładek o zróżnicowanej miąższości, na zmiany zakwaszenia uprzednio odłogowanej gleby pyłowej, oznaczano:

1. pH metodą potencjometryczną w roztworze; zawiesinę dla próbek glebowych sporządzono w stosunku gleby do roztworu 1:2,5 (m/v). Odważano 20 g wysuszonej uprzednio gleby, a następnie dodawano  $50 \text{ cm}^3 1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  KCl. Pomiaru pH zawiesiny dokonywano po upływie 24 h;
2. kwasowość hydrolityczną (Hh) metodą Kappena; odważano 10 g gleby powietrznie suchej, a następnie dodawano  $100 \text{ cm}^3$  roztworu octanu sodu o stężeniu  $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Próbki następnie wytrząsano przez okres 2 h. Po tym czasie próbki sączono przez średni sączek i pobierano  $25 \text{ cm}^3$  przesączu, który następnie mierzono mianowanym roztworem  $0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  NaOH wobec fenoloftaleiny jako wskaźnika, do słabo różowego zabarwienia utrzymującego się przez 15-20 s.

## 2.3. Analiza statystyczna

Statystyczną analizę danych przeprowadzono przy użyciu programu STATISTICA 10 [14].

Wartości pH nie liczone statystycznie metodą analizy wariancji z uwagi na fakt, że wskaźnik pH nie jest liniową funkcją stężenia protonu  $\text{H}^+$  w glebie. Istotność różnic w kwasowości hydrolitycznej pomiędzy poszczególnymi obiektami doświadczenia, testowano na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ , za pomocą jednoczynnikowej analizy wariancji ANOVA. Ze względu na niespełnienie założeń wariancji (rozkład normalny, homogeniczność wariancji), istotność różnic testowano nieparametrycznym testem

Kruskale-Wallisa. Normalność rozkładu określano testem Schapiro-Wilka, zaś jednorodność wariancji testem Levene'a. Zastosowano również test Dunetta w celu porównania średniej cechy z jej stanem przed założeniem doświadczenia (2005 r.) [15].

### **3. Analiza wyników**

Odczyn jest jednym z najważniejszych i najszybciej zmieniających się pod wpływem nawożenia wskaźnikiem żyzności gleby [16, 17]. Dogłębowa aplikacja osadów ściekowych wpływa na zmianę pH gleby, przy czym wielkość tych zmian związana jest z właściwościami gleby, takimi jak struktura czy zdolności buforowe [18]. Podkreśla się, że długotrwałe stosowanie osadów ściekowych, zwłaszcza na glebach o niskiej pojemności buforowej, może sprzyjać nadmiernemu zakwaszeniu gleb, w wyniku czego pogorszeniu ulegną ich właściwości [19].

Wykorzystany w doświadczeniu osad ściekowy charakteryzował się odczynem lekko kwaśnym lub obojętnym, co jest wartością typową dla tych materiałów [20, 21]. Najwyraźniejsze zmiany wartości pH pod wpływem oddziaływania osadów ściekowych, zaobserwowano w poziomach orno-próchnicznych oraz w poziomach na głębokości 50-75 cm – czyli bezpośrednio pod wkładką osadów (Ryc. 1c). W poziomach powierzchniowych zmiany te należy uznać za niekorzystne, gdyż odczyn zmieniał się od lekko kwaśnego (kontrola) do kwaśnego (profil z 30 cm wkładką osadów ściekowych). Prawdopodobnie mogło to wynikać m.in. ze zwiększonego odprowadzania składników o charakterze zasadowym z biomasą części nadziemnych topinamburu, której wielkość zwiększała się relatywnie wraz z miąższością zastosowanych wkładek osadów ściekowych.

Z kolei w poziomach na głębokości 50-75 cm zaobserwowano zależność odwrotną – nastąpiła zmiana odczynu z lekko kwaśnego w kontroli na obojętny we wszystkich profilach z wkładkami osadów ściekowych (Ryc. 1c). Należy przypuszczać, że następowało także częściowe wymywanie składników zasadowych z poziomów orno-próchnicznych (0-25 cm) i poziomów podpowierzchniowych (25-50 cm), wzbogaconych wkładkami osadów ściekowych do warstw głębszych.

Zmiany odczynu w pozostałych poziomach analizowanych profili glebowych uznano za niejednoznaczne, co mogło być związane zarówno z wymywaniem lub wmyciem kationów zasadowych, jak i z ich pobieraniem przez rośliny (Ryc. 1b, 1c).

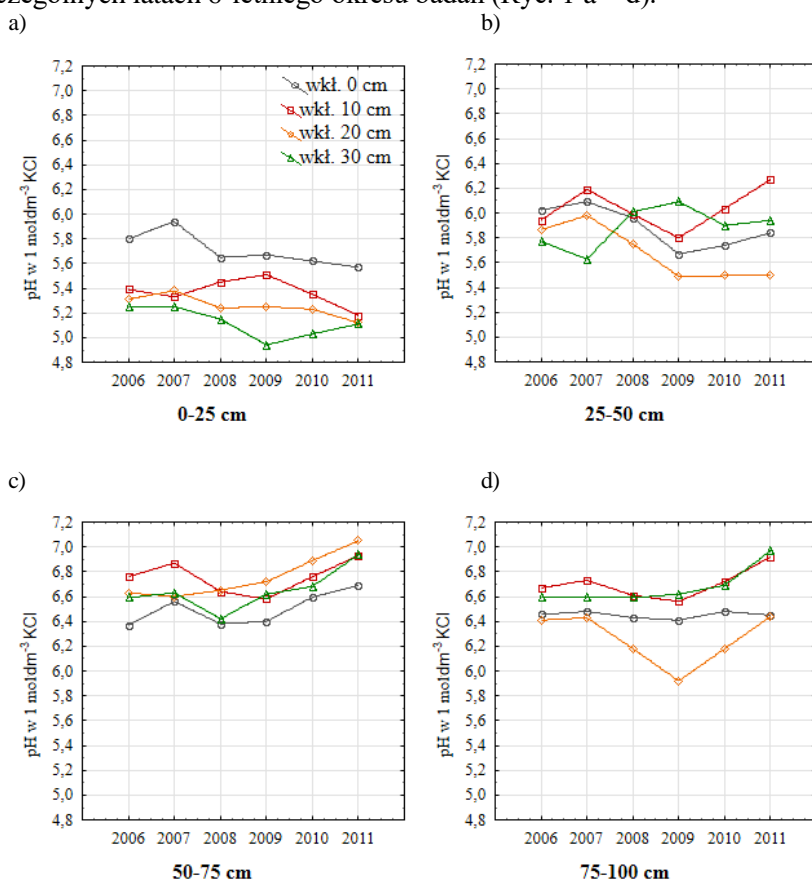
Analizując wartości pH w poszczególnych latach badań stwierdzono, że w poziomach powierzchniowych 0-25 cm, we wszystkich obiektach doświadczenia, na ogół zaznaczała się tendencja obniżania wartości tej cechy, a na głębokości 50-75 cm – tendencja wzrostu (Ryc. 1a i 1c). W pozostałych poziomach analizowanych profili glebowych, wartości pH ulegały dużemu zróżnicowaniu w poszczególnych latach badań, nie wykazując przy tym jednoznacznej tendencji (Ryc. 1b i 1d).

Badania nad wpływem osadów ściekowych na pH użyźnianych nimi gleb nie dają jednoznacznych wyników. Niektórzy autorzy uznają, że zastosowanie w celach nawozowych osadów ściekowych sprzyja zwiększaniu się wartości pH [16, 22÷24], inni z kolei dowodzą, że wpływają one na obniżanie się odczynu użyźnianych nimi gleb [19, 25÷27].



Filipek-Mazur (1995) [27] w swoich badaniach stwierdziła wzrost wartości pH w glebie brunatnej kwaśnej oraz płowej, po zastosowaniu organicznego osadu surowego z biologicznej oczyszczalni ścieków garbarskich. Baran i in. (1996) odnotowali, że w pierwszym roku badań w glebie o składzie granulometrycznym piasku luźnego z dodatkiem osadu ściekowego, odczyn w porównaniu z kontrolą uległ poprawie [28]. Gondek i Filipek-Mazur (2004) stwierdzili, że po dwóch okresach wegetacji wartość odczynu gleby nawożonej osadami ściekowymi była istotnie wyższa, niż gleby nawożonej solami mineralnymi czy obornikiem [23]. Autorzy ci wskazują również, że odkwaszające działanie osadów ściekowych jest silniejsze bezpośrednio po ich zastosowaniu, niż po dwóch latach badań [23].

Greinert i in. (2009) wskazują na znaczną fluktuację odczynu gleby w wyniku zastosowania osadów ściekowych [21], co stwierdzono również w badaniach własnych w poszczególnych latach 6-letniego okresu badań (Ryc. 1 a ÷ d).



Ryc. 1 Kształtowanie się pH (1 mol KCl · dm<sup>-3</sup>) w kolejnych latach badań, w zależności od miąższości zastosowanych wkładek osadów ściekowych, w poszczególnych poziomach profilu glebowego.

Źródło: opracowanie własne

Podobne zależności stwierdzono również w badaniach własnych w odniesieniu do kwasowości hydrolitycznej. Wykazano, że najistotniejszy, wpływ na zakwaszenie poziomu orno-próchniczego (0-25 cm) miała wkładka osadów ściekowych o miąższości 30 cm. Stwierdzono to zarówno w porównaniu do kontroli, jak i do gleby przed założeniem doświadczenia (Tab. 1, Tab.2). W poziomach na głębokości 50-75 cm stwierdzono obniżenie się kwasowości hydrolitycznej w obiektach z wkładkami osadów ściekowych, jednakże zależność ta nie znalazła statystycznego uzasadnienia (Tab.2). Podobnie jak odczyn, również kwasowość hydrolityczna w pozostałych poziomach analizowanych profili glebowych, wykazywała znaczne wahania, a zmiany te określono jako niejednoznaczne.

Tabela 1 Kwasowość hydrolityczna (cmol(+)/kg<sup>-1</sup>) w glebie pyłowej waz z miarami zmienności w zależności od miąższości zastosowanej wkładki osadów ściekowych, w poszczególnych poziomach przekształconych profili glebowych (średnia z 6 lat badań)

Głębokość (cm)	Miąższość wkładki osadów (cm)	Średnia*	Zakres w latach badań		SD*	V* (%)
			min	maks.		
0-25	0	1,59	1,11	1,93	0,31	19,35
	10	1,95	1,50	2,53	0,41	21,03
	20	2,64	1,65	3,86	0,76	28,79
	30	3,35	3,07	4,12	0,43	12,84
25-50	0	1,15	0,97	1,35	0,15	13,04
	10	0,67	0,17	1,18	0,44	65,97
	20	0,94	0,71	1,57	0,35	37,23
	30	0,59 <sup>a</sup>	0,15	0,90	0,28	47,46
50-75	0	0,35	0,30	0,37	0,03	8,57
	10	0,25	0,15	0,30	0,05	20,00
	20	0,51	0,33	0,67	0,12	23,53
	30	0,91	0,15	2,20	0,86	94,51
75-100	0	0,58	0,41	0,76	0,12	20,69
	10	0,22	0,15	0,33	0,08	36,36
	20	0,47	0,37	0,57	0,07	14,89
	30	0,74	0,22	1,61	0,61	82,43

Źródło: opracowanie własne

\*Objaśnienia:

SD – odchylenie standardowe

V – współczynnik zmienności

Tabela 2 Wyniki przybliżonego prawdopodobieństwa (p) testu Kruskala-Wallisa oraz testu Dunetta (porównanie z glebą przed założeniem doświadczenia) na poziomie istotności  $\alpha=0,05$ , dla kwasowości hydrolitycznej \*

Głębokość (cm)	Wkładka (cm)	0	10	20	30
0-25	0		1,000000	0,072290	0,000490
	10	1,000000		1,000000	0,050750
	20	0,072290	1,000000		0,918251
	30	0,000490	0,050750	0,918251	
25-50	Wkładka (cm)	0	10	20	30
	0		0,564998	0,668081	0,019732
	10	0,564998		1,000000	1,000000
	20	0,668081	1,000000		1,000000
	30	0,019732	1,000000	1,000000	
50-75	Wkładka (cm)	0	10	20	30
	0		0,475076	1,000000	1,000000
	10	0,475076		0,027296	0,045133
	20	1,000000	0,027296		1,000000
	30	1,000000	0,045133	1,000000	
75-100	Wkładka (cm)	0	10	20	30
	0		0,014127	1,000000	1,000000
	10	0,014127		0,213068	0,164918
	20	1,000000	0,213068		1,000000
	30	1,000000	0,164918	1,000000	

Źródło: opracowanie własne

Test Dunetta				
Miąższość wkładki (cm)	Głębokość (cm)			
	0-25	25-50	50-75	75-100
0	0,217855	0,106136	0,257339	0,400116
10	0,972379	0,999950	0,106515	0,004133
20	0,118306	0,970006	0,659528	0,122067
30	0,000178	0,346985	0,892979	0,968425

\*- kolorem czerwonym oznaczono różnice statystycznie istotne

Wyniki badań własnych uzyskują potwierdzenie w literaturze przedmiotu. O zwiększeniu się kwasowości hydrolitycznej gleby, pod wpływem stosowania osadów ściekowych, już w pierwszym roku badań nawet o 150% w stosunku do kontroli, donoszą Stańczyk-Mazanek i in. (2013) oraz Stańczyk-Mazanek i Stępiak (2013) [29,

30]. Grzywnowicz i Strutyński (1999) wykazali, że pod wpływem nawożenia osadami ściekowymi kwasowość hydrolityczna wzrastała, co związane jest ze zwiększeniem się zawartości jonu wodorowego [31]. Filipek (2004) oraz Jasiewicz i in. (2007) również wykazali wzrost kwasowości hydrolitycznej gleby pod wpływem stosowania osadów ściekowych [7, 32]. Z kolei Paluch i in. (2006) oraz Kalembasa i in. (2009), wskazują na obniżanie się kwasowości hydrolitycznej po zastosowaniu osadów ściekowych, zwłaszcza w poziomach powierzchniowych [33, 34].

Badania nad wpływem dodatku osadów ściekowych do gleby płowej wytworzonej z gliny lekkiej pylastej, wykazały, że zastosowany osad wyraźnie obniża kwasowość hydrolityczną, o czym donoszą Sądej i in. (2007) [35].

W badaniach własnych zaobserwowano również, że w glebie kontrolnej w latach badań wzrastało zakwaszenie poziomu orno-próchnicznego (Wykres 1a, Tab. 1). Obniżenie się pH i wzrost kwasowości w tych poziomach może być związany z przemianami materii organicznej, nie tylko wprowadzonej z osadem ściekowym, ale również dostarczanej wraz z resztkami roślinnymi. W wyniku tych przemian, powstają kwasy organiczne i nieorganiczne, zwłaszcza w początkowym okresie po aplikacji osadów ściekowych [18, 36]. Roig i in. (2012) wskazują na istotną korelację pomiędzy obniżeniem pH użyźnionej osadem ściekowym gleby, a mineralizacją materii organicznej [26]. Wprowadzona wraz z masą osadów ściekowych ogromna liczba mikroorganizmów, wpływa na zwiększenie się aktywności biologicznej użyźnianych nimi gleb, co jest szeroko dokumentowane w literaturze przedmiotu [18, 37, 38]. Osad stymuluje w glebie rozwój mikroorganizmów i sam jest ich źródłem. Z niektórych badań wynika, że osad ściekowy stymuluje w glebie rozwój zwłaszcza bakterii oligo- i makrotróficznych oraz grzybów nitkowatych, dla których dostarczona wraz z osadem materia organiczna, stanowi główne źródło pożywienia [39].

Z dużą aktywnością biologiczną gleby, wiąże się także większe stężenie protonów wodorowych w roztworze glebowym. Protony  $H^+$  pojawiają się w roztworze glebowym w wyniku oddysocjowania od grup karboksylowych i fenolowych kwasów organicznych, które są podstawowym składnikiem wydzielin korzeniowych i śluzów bakteryjnych oraz produktów przemiany materii organicznej. Ponadto procesy metaboliczne mikroorganizmów sprzyjają powstawaniu  $CO_2$ , który w niższej temperaturze łatwiej rozpuszcza się w wodzie i tworzy kwas węglowy [40]. Znajdujący się w glebowej materii organicznej azot występuje głównie w postaci białek, a procesom jego mineralizacji może towarzyszyć zakwaszanie gleby [41]. Stosunkowo duża zawartość azotu we wprowadzonym do gleby osadzie ściekowym z biologicznej oczyszczalni ścieków typu „LEMNA” (3,02%) mogła sprawiać, że pojawiający się w wyniku mineralizacji substancji organicznej jon amonowy ( $NH_4^+$ ) mógł ulegać nityfikacji do  $NO_3^-$ . W procesie mikrobiologicznego utleniania azotu amonowego, 1 mol azotu przyczynia się do powstania 2 moli  $H^+$  [7].

Ponieważ wpływ osadów ściekowych na pH i kwasowość nie daje dość jednoznacznych wyników (co wynika z ich właściwości, składu chemicznego i mikrobiologicznego), istnieje konieczność dalszych badań nad tym zagadnieniem, na co zwracają również uwagę Sady i Smoleń (2004) [42]. Badania w tej problematyce są niezwykle ważne, głównie z uwagi na to, że wraz ze wzrostem zakwaszenia się gleb wzrasta stężenie rozpuszczalnych frakcji metali ciężkich w roztworze glebowym [42÷44].

#### 4. Podsumowanie

Zakwaszenie gleby pyłowej agromeliorowanej osadami ściekowymi, mierzone wartościami pH w 1 mol·dm<sup>-3</sup> KCl i kwasowością hydrolityczną, podlegało zróżnicowaniu w zależności od głębokości profilu i miąższości zastosowanych wkładek osadów ściekowych. Zakwaszenie poziomów powierzchniowych postępowało relatywnie do miąższości zastosowanych wkładek osadów ściekowych. Z kolei na głębokości profilu glebowego 50-75 cm, osady ściekowe wpłynęły na zmianę odczynu z lekko kwaśnego (gleba kontrolna i przed założeniem doświadczenia) na obojętny – po zastosowaniu osadów ściekowych. Zmiany w pozostałych poziomach gleb, ukształtowane pod wpływem osadów ściekowych, uznano za niejednoznaczne.

#### Literatura

1. Dz. U. 2001 nr 112 poz. 1206, Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska z dnia 27 września 2001 r. w sprawie katalogu odpadów
2. Gambuś F., Wieczorek J., *Ocena wartości nawozowej wybranych osadów z oczyszczalni ścieków komunalnych*, Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych 493 (2003), s. 759-766
3. Wang Ch., Hu X., Chen M., Wu Y., *Total concentrations and fractions of Cd, Cr, Pb, Cu, Ni and Zn in sewage sludge from municipal and industrial wastewater treatment plants*, Journal of Hazardous Materials B119 (2005), s. 245-249
4. Krzywy E., Wołoszyk Cz., Iżewska A., Krzywy-Gawrońska E., *Przyrodnicze zagospodarowanie osadów ściekowych*, [W:] *Przyrodnicze Wykorzystanie Odpadów. Podstawy teoretyczne i praktyczne*, Red. Baran S., Łabętowicz J., Krzywy E., Powszechno-Wydawnictwo Rolnicze i Leśne (2011), Warszawa, s. 212-246
5. Oleszczuk P., Malara A., Joško I., Lesiuk A., *The phytotoxicity changes of sewage sludge - amended soils*, Water Air Soil Pollt 223 (2012), s. 4937-4948
6. Czyżyk F., Kozdraś K., *Właściwości chemiczne i kompostowanie osadów z wiejskich oczyszczalni ścieków*, Woda- Środowisko- Obszary Wiejskie t.4, z. 2a (11) (2004), s. 559-569
7. Filipek T., *Wpływ osadu ściekowego z mleczarni i wapna defekacyjnego na wybrane właściwości chemiczne gleby*, Roczniki Gleboznawcze t. LV, 1 (2004), s. 117-125
8. Kaniuczak J., Niemiec W., Właśniewski S., Zamorska J., Jasiński T., Hajduk E., *Wybrane właściwości osadów ściekowych zastosowanych do agromelioracji odlogu piaszczystego*, [W:] *Wybrane Aspekty Zagospodarowania Odpadów Organicznych a Produkcja Biomasy Wierzby Energetycznej*, Red. Kaniuczak J., Kostecka J., Niemiec W., Rzeszów (2005), s. 63-75
9. Dmochowski D., Gajkowska-Stefańska L., Dmochowska A., Preisnarowicz R.K., *Ocena przydatności specjacji metali ciężkich w miejskich osadach pofermentacyjnych do produkcji trawników rolowanych*, Przegląd Naukowy-Inżynieria i Kształtowanie Środowiska nr 53 (2011), s. 207-216
10. Kaniuczak J., Hajduk E., Błażej J., Niemiec W., Jasiński T., *Wybrane właściwości fizykochemiczne i chemiczne odlogu piaszczystego przed agromelioracją osadami ściekowymi*, [W:] *Wybrane Aspekty Zagospodarowania Odpadów Organicznych a Produkcja Biomasy Wierzby Energetycznej*, Red. Kaniuczak J., Kostecka J., Niemiec W., Rzeszów (2005), s. 79-100

11. Niemiec W., Sobolewska P., Jasiński T., *Wybrane możliwości przyrodniczego zagospodarowania osadów ściekowych*, Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej nr 240, Budownictwo i Inżynieria Środowiska z. 42 (2007), s. 63-71
12. Polskie Towarzystwo Gleboznawcze, *Systematyka Gleb Polski, Roczniki Gleboznawcze, Tom LXIII* (2011)
13. Dz.U. 2002 nr 134 poz. 1140. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 sierpnia 2002 r. w sprawie komunalnych osadów ściekowych
14. StatSoft, Inc. 2011. *STATISTICA (data analysis software system), version 10*, www.statsoft.com
15. Stanisław A., *Przystępny kurs statystyki z zastosowaniem Statistica pl na przykładach z medycyny. Tom 1 Statystyki podstawowe*, Wydawca StatSoft Polska (2006)
16. Gondek K., *Zinc and cadmium accumulation in maize (Zea mays L.) and the concentrations of mobile forms of these metals in soil after application of farmland manure and sewage sludge*, Journal of Elementology 15(4) (2010), s. 639-652
17. Koncewicz-Baran M., Gondek K., Korol J., *Wpływ stosowania osadu ściekowego przekształconego biologicznie i termicznie na zawartość manganu w roślinach i w glebie*, Inżynieria Ekologiczna, nr 37(2014), s. 17-30
18. Clapp C. E., Stark S. A., Clay D. E., Larson W. E., *Sewage sludge organic matter and soil properties*, [W:] *The Role of Organic Matter in Modern Agriculture*. Red. Chen Y., Avnimelech Y., Springer, s. 209-253
19. Samaras V., Tsadilas Ch. D., Stamatiadis S., *Effect of repeated application of municipal sewage sludge on soil fertility, cotton yield, and nitrate leaching*, Agronomy Journal, vol. 100 (2008), issue 3, s. 477-483
20. Czekala J., *Wybrane właściwości osadów ściekowych z oczyszczalni Regionu Wielkopolski. Cz.I. Odczyn, sucha masa, materia i węgiel organiczny oraz makroskładniki*, Acta Agrophisica 70 (2002), s. 75-82
21. Greinert A., Drab M., Węclewski S., *Ryzyko chemicznego zanieczyszczenia gleb nawożonych osadami ściekowymi*, Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 537 (2009), s. 135-144
22. Tsadilas C. D., Matsi T., Barbayiannis N., Dimoyiannis D., *Influence of sewage sludge application on soil properties and on the distribution and availability of heavy metals fractions*, Communications in Soil Science and Plant Analysis 26 (1995), s. 2603-2619
23. Gondek K., Filipek-Mazur B., *Oddziaływanie nawożenia obornikiem i osadami ściekowymi na niektóre właściwości chemiczne gleby*, Acta Scientiarum Polonorum, Formatio Circumiectus 3 (2) (2004), s. 89-99
24. Ociepa E., *Wpływ nawożenia na zmianę rozpuszczalności cynku i niklu w glebie oraz pobieranie tych metali przez kukurydzę i ślaziovec pensylwański*, Inżynieria i Ochrona Środowiska, t. 14 (2011), nr 1, s. 41-48
25. Ahmed H. K., Fawy H. A., Abdel-Hady E. S., *Study of sewage sludge use in agriculture and its effect on plant and soil*, Agriculture and Biology Journal of North America (2010). Doi. 10.5251/abjna.2010.1.5.1044.1049
26. Roig N., Sierra J., Martí E., Nadal M., Schuhmacher M., Domingo L. J., *Long-term amendment of Spanish soils with sewage sludge: Effects on soil functioning*, Agriculture, Ecosystems and Environment 158 (2012), s. 41-48
27. Filipek-Mazur B., *Przydatność osadów organicznych z biologicznej oczyszczalni ścieków garbarskich po separacji chromu do celów nawozowych*, Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 421a (1995), s.77-85

28. Baran S., Flis- Bujak M., Turski R., Żukowska G., *Zmiany właściwości fizykochemicznych gleby lekkiej użyźnionej osadem ściekowym*, Roczniki Gleboznawcze, T. XLVII, 3/4 (1996), s. 123-130
29. Stańczyk-Mazanek E., Piątek M., Kępa U., *Wpływ następczy osadów ściekowych stosowanych na glebach piaszczystych na właściwości kompleksu sorpcyjnego*, Rocznik Ochrona Środowiska, T. 15 (2013), s. 2437-2451
30. Stańczyk-Mazanek E., Stepniak L., *Properties of sorption complex and humic acids in sandy soils fertilized with sewage sludge*, Chemical Engineering Transactions, vol. 32 (2013), s. 499-504
31. Grzywnowicz I., Strutyński I., *Zmiany niektórych właściwości chemicznych gleby po zastosowaniu osadów ściekowych do celów nawozowych*, Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, z. 467 (1999), s. 299-306
32. Jasiewicz Cz., Antonkiewicz J., Mazur Z., Mazur T., Krajewski W., *Agrochemical properties of soils fertilized with sewage sludge from sewage treatment plant at Olecko*, Ecological Chemistry and Engineering, vol. 14, 5-6 (2007), s. 457-463
33. Paluch J., Pulikowski K., Wardecka L., *Przyrodnicze metody unieszkodliwiania osadów ściekowych z oczyszczalni ścieków komunalnych z uwzględnieniem erozji chemicznej*, Acta Agrophysica 8(1) (2006), s. 191-203
34. Kalembsa D., Pakuła K., Rzymowski D., *Oddziaływanie osadu ściekowego na zawartość wybranych pierwiastków i właściwości gleby płowej*, Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 535 (2009), s. 201-208
35. Sądej W., Bowszys T., Wierzbowska J., *Kształtowanie właściwości fizykochemicznych gleby płowej nawożonej osadami ściekowymi*, Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 520 (2007), s. 363-369
36. Filipek T., Skowrońska M., *Aktualnie dominujące przyczyny oraz skutki zakwaszenia gleb użytkowanych rolniczo w Polsce*, Acta Agrophysica 20 (2) (2013), s. 283-294
37. Augustynowicz J., Pietkiewicz S., Kalaji M. H., Russel S., *Wpływ nawożenia osadem ściekowym na wybrane parametry biologii gleby oraz wydajności aparatu fotosyntetycznego ślazowca pensylwańskiego (Sida hermaphrodita L. rusby)*, Nauka Przyroda Technologie 4, 6 (2010), s. 1-11
38. Nowak M., Kacprzak M., Grobelak A., *Osady ściekowe jako substytut glebowy w procesach remediacji i rekultywacji terenów skażonych metalami ciężkimi*, Inżynieria i Ochrona Środowiska 13, 2 (2010), s. 121-131
39. Joniec J., Furczak J., *Liczebność wybranych grup drobnoustrojów w glebie bielcowej pod uprawą wierzby użyźnionej osadem ściekowym w drugim roku jej działania*, Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, vol. LXII (1), Sectio E (2007), s. 93-104
40. Filipek T., Skowrońska M., *Aktualnie dominujące przyczyny oraz skutki zakwaszenia gleb użytkowanych rolniczo w Polsce*, Acta Agrophysica 20(2) (2013), s. 283-294
41. Sapek B., *Uwalnianie azotu i fosforu z materii organicznej gleby*, Woda-Środowisko- Obszary Wiejskie, T.10, z.3 (31) (2010), s. 229-256
42. Sady W., Smoleń S., *Wpływ czynników glebowo-nawozowych na akumulację metali ciężkich w roślinach. Efektywność stosowania nawozów w uprawach ogrodniczych*, Wydawnictwo Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu, Poznań (2004), s. 269-277
43. Kabata-Pendias A., Pendias H., *Biogeochemia Pierwiastków Śladowych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa (1999)
44. Singh R. P., Agrawal P., *Potential benefits and risk of land application of sewage sludge*, Waste Management 28 (2008), s. 347-358

## **Wpływ osadów ściekowych na zmiany zakwaszenia odłogowanej gleby pyłowej pod uprawą topinamburu (*Helianthus tuberosus* L.)**

Osady ściekowe są odpadem o wysokiej uciążliwości w środowisku przyrodniczym, dlatego poszukuje się racjonalnych metod ich zagospodarowania. Przyrodnicze wykorzystanie osadów ściekowych może być szeroko stosowane ze względu na niskie koszty i wysoką efektywność, pod warunkiem spełnienia przez nie standardów prawnych. Obiecującym kierunkiem dotyczącym możliwości doglebowego zastosowania tych odpadów może być wykorzystanie ich w agromelioracji gleb odłogowanych, w połączeniu z uprawą roślin energetycznych.

Celem przeprowadzonych badań była ocena wpływu osadów ściekowych zastosowanych jednorazowo w formie wkładek o różnej miąższości, na zmiany zakwaszenia odłogowanej gleby pyłowej pod uprawą topinamburu (*Helianthus tuberosus* L.) w sześcioletnim okresie badań.

Uzyskane wyniki wskazują, że doglebowe zastosowanie osadów ściekowych wpłynęło na zakwaszenie się poziomów powierzchniowych, relatywnie do miąższości wkładek. Zależność odwrotną natomiast zaobserwowano na głębokości 50-75 cm, gdzie osady ściekowe wykazywały odkwaszające działanie. W pozostałych poziomach badanej gleby, wpływ osadów ściekowych na jej kwasowość uznano za niejednoznaczne.

W wyniku przeprowadzonych 6-letnich badań stwierdzono, że ze względu na niejednoznaczność uzyskanych rezultatów, istnieje konieczność dalszych badań w tym zakresie, głównie z uwagi na to, że wzrost zakwaszenia gleby powoduje większą rozpuszczalność metali ciężkich, które w efekcie są szkodliwe dla środowiska.

Słowa kluczowe: osady ściekowe, odłogowana gleba pyłowa, zakwaszenie gleb

## **The effect of sewage sludge on the changes of silty fallow soil under the Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) cultivation**

Sewage sludge is a high- nuisance waste in the natural environment; therefore, rational methods for disposal thereof are being sought. Given its low cost and high efficiency, natural disposal of sewage sludge can be widely applied, provided it meets legal standards. A promising trend in the application of this waste is its use for agromelioration of fallow soils in combination with cultivation of energy crops.

The aim of the study was to evaluate the effect of a single application of sewage sludge pads with varied thickness (0, 10, 20, and 30 cm) under the sod-humic horizon of silty fallow soil on the changes of acidification of silty fallow soil, under the Jerusalem artichoke cultivation (*Helianthus tuberosus* L.) in the six-year study. The results obtained show that soil application of sewage sludge has affected the acidification of the surface levels, relative to the thickness of the liners. Whereas inverse relationship was observed at a depth of 50-75 cm, where the sewage sludge had a de-acidifying effect. In other levels of soil tested, the effect of sewage sludge on its acidity was considered ambiguous.

As a result of the 6-year study, it was found that due to the ambiguity of the results obtained, further research is needed in this regard, mainly because the increase in soil acidification results in higher solubility of heavy metals, which in turn is harmful to the environment.

Keywords: sewage sludge, silty fallow soil, soil acidification



## **Dodatek dyni zwyczajnej (*Cucurbita pepo*) w żywieniu tuczników i jego wpływ na jakość mięsa**

### **1. Wstęp**

Zastosowanie odpowiedniego żywienia dla trzody chlewnej pozwala na uzyskanie surowca rzeźnego o wysokiej jakości. W żywieniu świń ważne jest by dostarczać zwierzętom odpowiednią ilość substancji odżywczych, tak by zaspokoić ich potrzeby żywieniowe, zarówno produkcyjne jak i bytowe. Żywienie zwierząt to dziedzina nauki oparta o rozległą wiedzę z zakresu wartości pokarmowej poszczególnych produktów, strawności surowców a także przyswajalności składników odżywczych. Posiadanie informacji z zakresu fizjologii i biochemii zwiększa efektywność żywienia trzody chlewnej poprzez poznanie procesów trawienia, przyswajania oraz przemian, które zachodzą w organizmie świń. W żywieniu trzody chlewnej istotne jest również by dostosować paszę do wieku zwierząt, tak by zaspokoila ona w pełni ich potrzeby pokarmowe [1].

Producenci w celu zwiększenia przyrostów u świń stosują różnego rodzaju dodatki paszowe, które dzięki swoim działaniom mogą przyczynić się do poprawy zdrowia zwierząt. Jednym z nich może być dynia zwyczajna (*Cucurbita pepo*).

Dzięki specyficznym substancjom jakie występują w tej roślinie pastewnej, przypisuje się jej szereg prozdrowotnych działań. Dynia jest bardzo łatwa w przygotowywaniu, można ją skarmiać na surowo, wystarczy ją tylko lekko rozdrobnić przed podaniem jej zwierzętom.

Istotne jest że nie trzeba jej wcześniej poddawać żadnej obróbce termicznej. Trzoda chlewna chętnie ją pobiera, bo jest smaczna, ma atrakcyjny kolor i zapach, a także urozmaica ich dietę.

Celem pracy było określenie wpływu dodatku dyni zwyczajnej (*Cucurbita pepo*) w dawce dla tuczników na właściwości chemiczne, fizyczne i organoleptyczne wieprzowiny.

---

<sup>1</sup> konrad25\_1994@o2.pl, KNBiHZ UP w Lublinie, Sekcja Hodowli i Biotechnologii Świń, Wydział Biologii, Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

<sup>2</sup> marek.babicz@up.lublin.pl, Katedra Hodowli i Technologii Produkcji Trzody Chlewnej, Wydział Biologii, Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

<sup>3</sup> kolodziej.patrycja@interia.pl, KNBiHZ UP w Lublinie, Sekcja Hodowli i Biotechnologii Świń, Wydział Biologii, Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

<sup>4</sup> sylwia.paprocka1@gmail.com, KNBiHZ UP w Lublinie, Sekcja Hodowli i Biotechnologii Świń, Wydział Biologii, Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

<sup>5</sup> banymarcin@gmail.com, KNBiHZ UP w Lublinie, Sekcja Hodowli i Biotechnologii Świń, Wydział Biologii, Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

## 2. Wartość rzeźna tuczników

Wartość rzeźna jest to grupa cech opisujących ilość i jakość pozyskanego surowca rzeźnego tj. tkanki mięsnej, tłuszczowej i kostnej. Ich ilość, jak również wzajemne proporcje w dużym stopniu decydują o wydajności rzeźnej trzody chlewnej, która jest szacowana na poziomie 70-80%. Najkorzystniej jest gdy tusza wieprzowa osiąga wysoki poziom zawartości tkanki mięśniowej, przy optymalnym udziale tłuszczu i niskim kości. Istotny jest fakt, że w ocenie wartości rzeźnej uwzględnia się kilka czynników: masę tuszy, stosunek tłuszczowo-mięsny, udział wyrębów wartościowych (partie tuszy zawierające frakcje najlepszego mięsa np. szynka, polędwica i in.), które uzyskuje się po dyssekcji tuszy, cechy konsumpcyjne i technologiczne mięsa (barwa, kwasowość mięsa pH, kruchość, wodochłonność i in.) [2].

Wartość rzeźna warunkowana jest przez wiele czynników. Należą do nich:

1. Czynniki genetyczne:
  - a. genotyp,
  - b. wiek,
  - c. rasa,
  - d. płeć.
2. Czynniki środowiskowe:
  - a. żywienie,
  - b. dobrostan,
  - c. postępowanie przedubojowe, w tym transport, odpoczynek przedubojowy, głodówka,
  - d. ubój,
  - e. postępowanie poubojowe z tuszą [3, 5].

Zagadnienie wpływu czynników genetycznych i środowiskowych na wartość rzeźną należy traktować indywidualnie dla każdej fermy utrzymującej trzodę chlewną, co jest wynikiem specyfiki w danej jednostce produkcyjnej. Jest to spowodowane faktem, iż w poszczególnych gospodarstwach może występować duży nacisk lub jego brak na dany czynnik np. dobrostan, żywienie lub dobór ras do krzyżowania. Należy podkreślić, iż najlepsze wyniki są osiągane w chlewniach gdzie czynniki te pozostają w równowadze, a także są one odpowiednio wykorzystywane np. zastosowanie w kojcach elementów rozpraszających nudę (zabawek), zachowanie wszelkich norm dobrostanu lub chów na głębokiej ściółce. Takie działania wpływają na poprawę jakości surowca wieprzowego, a także dzięki nim można niwelować stres, który oddziałuje negatywnie na wartość rzeźną tuczników.

## 3. Jakość mięsa

Jakość mięsa to pojęcie złożone i dlatego istnieje kilka jej definicji. Według Sienkiewicz i Lewandowskiej [3] jakość mięsa określana jest jako zespół cech istotnych dla surowca mięsnego, decydujących o jego jakości użytkowej oraz precyzujących, czy jest odpowiednie pod względem bezpieczeństwa zdrowotnego, wartości odżywczej oraz dyspozycyjności dla konsumenta. Jak podaje Blicharski i in. [4] jakość mięsa jest

określana szeregiem właściwości użytkowych, które decydują m.in. o przydatności konsumpcyjnej, jako produktu kulinarnego lub jako surowca do obróbki technologicznej.

Obecnie użytkowane rasy świń są sklasyfikowane do komponentu ojcowskiego bądź matecznego zgodnie z ich predyspozycjami użytkowymi. Wysoka wartość rozrodcza jest charakterystyczna przede wszystkim dla ras matecznych, natomiast dla komponentu ojcowskiego optymalna wartość rzeźna i jakość mięsa. Prace hodowlane, które prowadzono w latach 1980-2000 w kierunku poprawy mięsności w dużej mierze przyczyniły się do pogorszenia jakości mięsa (gorsza wodochłonność, jaśniejsza barwa, walory smakowe, zwiększenie wycieku soku mięsnego). Głównie rasy pietrain i hampshire, poddawane intensywnej selekcji w celu zwiększenia mięsności są narażone na wystąpienie wad jakościowych mięsa.

Najczęstsze wady mięsa wieprzowego to:

1. DFD (*dark, firm, dry* – mięso ciemne, suche, twarde);
2. PSE (*pale, soft, exudative* – mięso blade, miękkie, wodniste);
3. PFN (*pale, firm, non exudative* – mięso blade, twarde, niewodniste);
4. RSE (*reddish-pink, soft, exudative* – mięso czerwono-różowe, miękkie, wodniste);
5. ASE (*acid, soft, exudative* – mięso kwaśne, miękkie, wodniste) [6].

Zgodnie z wymaganiami przemysłu mięsnego, modelowy tucznik nie może posiadać wadliwego mięsa. Mięsność tuszy wieprzowej powinna wynosić 55-60%, ponadto grubość słoniny nad „okiem” połędwicy nie może przekraczać 12 mm, a masa ubojowa w wieku 5 m-cy powinna wynosić 100-120 kg. Zrealizowanie tych wymogów pozwala osiągnąć optymalną jakość mięsa.

Wyróżnia się następujące klasy określone przez cechy jakościowe:

1. jakość żywieniowa – zawartość i skład białek, lipidów, witamin, składników mineralnych, strawność;
2. jakość sanitarna – stopień wykrwawienia, czystość mikrobiologiczna, zanieczyszczenia, obecność substancji szkodliwych;
3. jakość konsumpcyjna – cechy sensoryczne, kruchość, soczystość, smakowość;
4. jakość etyczna – warunki utrzymania, wierzenia religijne;
5. jakość technologiczna – odczyn, wodochłonność, udział tkanki łącznej [7];

Spśród wymienionych wskaźników w praktycznej ocenie jakości surowca rzeźnego najbardziej popularne są cechy fizyczne, organoleptyczne i chemiczne.

#### **4. Materiały i metody**

Doświadczenie zostało przeprowadzone w gospodarstwie indywidualnym na terenie województwa lubelskiego. Prosięta mieszańce ras wbp x pbz zostały podzielone na dwie grupy: kontrolną i doświadczalną (Rys. 1). Każda z grup składała się z 10 osobników, które były utrzymywane w kojcach na płytkiej ściółce. Stosowano żywienie na sucho, do woli, mieszaną pełnoporcjową zawierającą 14% białka, 2,3% tłuszczu, 5,4% włókna oraz 12,6 MJ energii metabolicznej. Dodatek dyni podawany był od masy ciała tuczników 70 kg przez kolejne 28 dni: w pierwszym dniu 0,1 kg, od 2 do 7 dnia – 1 kg, od 8 do 14 dnia – 2,5 kg, od 15 do 21 dnia – 3,5kg, od 22 do 28 dnia – 4,5 kg. Prosięta odsadzono w wieku 34 dni przy średniej masie ciał 13,4 kg. Doświadczenie trwało od

odsadzenia prosiąt do końca tuczu, podczas którego przeprowadzane zostały obserwacje. Uboju tuczników dokonano przy masie ciała mieszczącej się w granicach 100-105 kg. Z każdej tuszy zostały pobrane próby z szynki (*musculus adductor femoris*) i polędwicy (*musculus longissimus lumborum*). Pobrany materiał został poddany szczegółowej ocenie fizycznej, organoleptycznej i chemicznej.



Rys. 1. Obserwacja grupy doświadczalnej [fot. K. Grzesiuk]

#### 4.1. Metodyka oceny jakości technologicznej i pokarmowej mięsa

W pobranych próbach mięsa szynki i polędwicy zostały ocenione cechy fizykochemiczne i organoleptyczne.

##### 4.1.1. Skład chemiczny

Oznaczanie azotu (metoda Kjeldahla) i przeliczenie na białko ogólne

1 g zmielonej próbki zostało umieszczone w kolbie Kjeldahla, następnie dodano 0,5g ( $\text{CuSO}_4$  i  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ) katalizatora i 15  $\text{cm}^3$  stężonego  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (temp. mineralizacji 653°K). Spalanie prowadzono, aż do uzyskania klarownego roztworu. Po przeprowadzonej mineralizacji wlewano próbę bezpośrednio do kolby destylacyjnej przemywając wodą destylacyjną, następnie zobojętniono 33 procentowym roztworem NaOH wobec 1 procentowej fenoloftaleiny (30 $\text{cm}^3$  NaOH na 15  $\text{cm}^3$  stężonego  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) i prowadzono destylację (ok. 20 min). Destylat zbierano do odbieralnika z 25  $\text{cm}^3$  4%  $\text{H}_3\text{BO}_3$  z dodanym wskaźnikiem Tashiro. Destylat miareczkowano roztworem 0,1 n HCl do barwy różowofioletowej.

Zawartość azotu w badanej próbce w g/100g próbki wyliczono wg wzoru:

$$x_a = \frac{\text{ilość ml HCl} \cdot 0,1 \cdot 1,4}{m}$$

gdzie:

$x_a$  – zawartość azotu w badanej próbce

1,4 – ilość azotu, który odpowiada 1 cm<sup>3</sup> HCl o stężeniu 1 mol/dm<sup>3</sup>

0,1 – stężenie molowe

m – masa próbki

Ilość białka ogólnego obliczono wg wzoru:

$$y = 6,25 \cdot x_a$$

Oznaczanie zawartości tłuszczu metodą Gerbera (techniczną)

Do tłuszczomierza zostało odważone ok. 5g próbki mięsa (połędwicy lub szynki), następnie dodano 1 cm<sup>3</sup> alkoholu izoamylowego i 15 cm<sup>3</sup> roztworu H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, całość umieszczono w łaźni wodnej (temp. 65-75<sup>0</sup>C) na około 30 minut. Po tym czasie tłuszczomierz został umieszczony w wirówce Gerbera i odwirowywano przez 5 min. Następnie tłuszczomierz wstawiono do łaźni wodnej (65-75<sup>0</sup>C) na 5 minut. Odczyt został dokonany z uwzględnieniem menisku dolnego.

Zawartość tłuszczu – wyrażoną w procentach została wyliczona wg wzoru:

$$x = \frac{a \cdot 5}{m}$$

gdzie:

a – odczytana zawartość tłuszczu na skali tłuszczomierza (%)

m – masa próbki

#### **4.1.2. Wskaźniki fizyczne**

Oznaczanie wodochłonności – metoda Grau'a i Hamma

Próby pobrano z wychłodzonych prawych półtuszy (+2<sup>0</sup>C do + 4<sup>0</sup>C przez około 24 godziny).

Na odtarowanej bibułce 1,5x 3 cm naważono dwie próbki mięsa zmielonego o wadze 300 mg każda. Naważki przeniesiono na bibułę Whotman'a nr 1 (10x10 cm), następnie próbki umieszczono między 2 szklanymi płytami (10x20x0,5 cm), potem na wierzchnią płytę umieszczono 2 kg odważnik na okres 5 minut. Kolejnym etapem było planimetrowanie obrysowanej powierzchni próbki i powierzchni całkowitej. Z uzyskanej różnicy została obliczona powierzchnia nacieku badanej próby mięsa.

Oznaczanie pH

Pomiar pH przeprowadzano dwukrotnie: pH<sub>1</sub> w 45 minutach i pH<sub>2</sub> w 24 godzinach po uboju. Pomiar wykonywano przy pomocy aparatu typu PH-STAR CPU.

### 4.1.3. Cechy organoleptyczne

Ocenę organoleptyczną gotowanego mięsa przeprowadzono następująco: plastry połówicy i szynki o grubości 10 mm poddano obróbce cieplnej, ogrzewając je w środowisku wodnym do temperatury 72°C w centrum geometrycznym próby. Po wystudzeniu próbki mięsa podzielono na wyrównane kawałki o masie około 25 g, a następnie poddano ocenie organoleptycznej. 10 przeszkolonych respondentów oceniało jakość sensoryczną badanych próbek. Badanie zostało przeprowadzone w pomieszczeniach o temperaturze 22°C ± 1 °C przy świetle dziennym. Każdy z oceniających pomiędzy ocenami kolejnych próbek otrzymywał gorącą herbatę bez cukru w celu neutralizacji smaku. Respondenci po degustacji każdej próbki wypełniali ankiety oceniając: zapach (mięsny, obcy), soczystość, kruchość, łatwość fragmentacji i smak (mięsny, kwaśny, obcy) w skali 1-5 punktów.

Uzyskane wyniki zostały opracowane statystycznie przy pomocy programu STATISTICA vs. 5,0 obliczając średnie arytmetyczne i odchylenia standardowe i przedstawiono w formie tabelaryczno-opisowej.

## 5. Wyniki i ich omówienie

### 5.1. Właściwości chemiczne mięsa szynki i połówicy

O wartości odżywczej mięsa decyduje jego skład chemiczny [8]. Obecnie konsumenci zdecydowanie częściej sięgają po mięso i jego przetwory o wysokiej zawartości białka i niskim udziale tłuszczu. Taki stosunek nie jest jednak wskazany dla wysokiej jakości spożywczej mięsa wieprzowego, gdyż przyczynia się do obniżenia jakości cech organoleptycznych. Analizując skład chemiczny prób szynki i połówicy pochodzących od tuczników żywionych paszą z dodatkiem dyni nie stwierdzono istotnych różnic w odniesieniu do grupy kontrolnej (tabele 1 i 2). Nieznaczne różnice dotyczyły zawartości kolagenu. Niższy udział kolagenu w tkance mięśniowej grupy doświadczalnej może przyczyniać się do zwiększenia strawności, a tym samym wpływać na większą kruchość oraz wyższą wartość odżywczą mięsa.

Tabela 1. Skład chemiczny szynki

Szynka	Białko ogólne [%]		Tłuszcz [%]		Woda [%]		Kolagen [%]	
	x	SD	x	SD	x	SD	x	SD
Grupa doświadczalna	20,44	0,52	3,47	0,38	74,10	3,70	1,26	0,15
Grupa kontrolna	20,87	1,07	3,56	1,43	74,59	3,58	1,78	0,23

Tabela 2. Skład chemiczny połówicy

Polędwica	Białko ogólne [%]		Tłuszcz [%]		Woda [%]		Kolagen [%]	
	x	SD	x	SD	x	SD	x	SD
Grupa doświadczalna	22,44	0,57	2,35	0,26	73,38	3,67	0,96	0,12
Grupa kontrolna	22,23	1,29	2,13	0,39	74,36	3,24	1,45	0,18

## 5.2. Właściwości fizyczne mięsa szynki i polędwicy

Właściwości fizyczne wieprzowiny, takie jak wodochłonność i pH należą do grupy cech określających jakość przetwórczą i spożywczą [9]. W zakładach mięsnych jako wskaźnik jakościowy mięsa najczęściej jest stosowany pomiar pH, gdyż jego zmiany są związane z procesem dojrzewania tego surowca. Mięso o prawidłowym procesie zakwaszania powinno się utrzymywać w ciągu pierwszych 24 godzin po uboju w przedziale pH 5,8-6,2. Jeśli pH jest wyższe – świadczy to o rozpoczynającym się procesie gnilnym w mięsie, jeśli zaś niższe, można wnioskować, że mięso należy do grupy wad jakościowych mięsa wodniste.

Wodochłonność to cecha, która określa zdolność wiązania wody przez białka mięśni. Przeważnie jest wyrażana ilością wody, która jest wydzielona przez tkankę mięśniową w danym czasie. Cecha ta ma duży wpływ na wartości organoleptyczne i technologiczne tj. soczystość i kruchość. Mięśnie intensywnie czerwone posiadają wyższą wodochłonność niż mięśnie słabo zabarwione, a co za tym przemawia mięśnie bardziej czerwone są bardziej soczyste [10].

Porównując właściwości fizyczne mięsa pochodzącego od grupy doświadczalnej jak i grupy kontrolnej nie wykazano statystycznie istotnych różnic w pH i wodochłonności (tabela 3 i 4). Wyższą wodochłonność stwierdzono w próbach polędwicy i szynki pochodzących od tuczników żywionych paszą z dodatkiem dyni. pH w obu przypadkach utrzymywało się na zbliżonym poziomie.

Tabela 3. Właściwości fizyczne szynki

Wyszczególnienie	Grupa doświadczalna		Grupa kontrolna	
	x	SD	x	SD
	pH <sub>1</sub>	5,91	0,43	6,02
pH <sub>2</sub>	5,51	0,38	5,73	0,38
Wodochłonność% wody luźnej	18,30	1,60	17,80	1,80

Tabela 4. Właściwości fizyczne polędwicy

Wyszczególnienie	Grupa doświadczalna		Grupa kontrolna	
	x	SD	x	SD
	pH <sub>1</sub>	5,97	0,45	5,87
pH <sub>2</sub>	5,72	0,53	5,64	0,21
Wodochłonność% wody luźnej	25,10	1,90	24,90	2,10

### 5.3. Właściwości organoleptyczne mięsa szynki i polędwicy

Ocena organoleptyczna mięsa jest oparta na właściwościach, które oddziałują na zmysły człowieka. Konsumentom najczęściej na podstawie cech organoleptycznych podejmują decyzję zakupu danego mięsa [11]. Cechy jakie można określić za pomocą tej oceny to smak, zapach, soczystość, marmurkowatość, kruchość i łatwość fragmentacji. W ocenie organoleptycznej mięsa pochodzącego zarówno od tuczników karmionych paszą z dodatkiem dyni jak i od grupy kontrolnej nie wykazano znaczących różnic (tabela 5 i 6).

Tabela 5. Właściwości organoleptyczne szynki

Cecha	Grupy kontrolna	
	Grupa doświadczalna	X
	x	
Zapach mięsny	4,3	4,4
Zapach obcy	0	0
Soczystość	4,6	4,5
Kruchość	4,3	4,5
Łatwość fragmentacji	4,5	4,4
Smak mięsny	4,8	4,6
Smak kwaśny	0,9	0,7
Smak obcy	0	0



Tabela 6. Właściwości organoleptyczne polędwicy

Cecha	Grupa doświadczalna	Grupa kontrolna
	x	x
Zapach mięsny	4,6	4,5
Zapach obcy	0	0
Soczystość	4,4	4,4
Kruchość	4,2	4,4
Łatwość fragmentacji	4,0	3,9
Smak mięsny	4,7	4,8
Smak kwaśny	1,2	1,4
Smak obcy	0	0

## 6. Wnioski

1. Stosowanie dodatku dyni zwyczajnej do paszy dla tuczników nie wpłynęło negatywnie na jakość wieprzowiny;
2. Nie zaobserwowano istotnych różnic we właściwościach chemicznych i organoleptycznych szynki i polędwicy pochodzących z obu grup tuczników;
3. Wartość pH1 i pH2 w badanym mięsie zarówno tuczników żywionych paszą z dodatkiem dyni jak i od grupy kontrolnej nie odbiegało od norm.

## Literatura

1. Grela E. R., *Żywienie świń*, [w:] *Hodowla i chów świń* (red. Babicz M.), Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie (2014)
2. Blicharski T., Hammermeister A., Warda A., Babicz M., Tereszkievicz K., *Skup i ocena wartości rzeźnej tuczników*, [w:] *Hodowla i chów świń* (red. Babicz M.), Wydawnictwo UP w Lublinie, (2014)
3. Sienkiewicz J., Lewandowska D., *Czynniki wpływające na jakość mięsa wieprzowego*, *Zeszyty Naukowe Ostrołęckiego Towarzystwa Naukowego* 26 (2012) s.261-272
4. Blicharski T., *Aktualna wartość dietetyczna wieprzowiny, jej znaczenie w diecie i wpływ na zdrowie konsumentów*, Opracowanie wyników badań laboratoryjnych, Praca zbiorowa, Warszawa (2013)
5. Pisula A., Florowski T., *Czynniki decydujące o jakości mięsa wieprzowego*, *Magazyn Weterynaryjny, Suplement Świnie*, (2005) s. 12-16
6. Przybylski W., Jaworska D., Boruszewska K., Borejko M., Podsiadły W., *Jakość technologiczna i sensoryczna wadliwego mięsa wieprzowego*, *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 1,80 (2012) s116-127
7. Brzóska F., *Jakość mięsa wieprzowego*, Instytut Zootechniki w Krakowie, *Trzoda Chlewna* 39.8-9 (2001) s.112-116
8. Grześkowiak E., Borzuta K., Lisiak D., Strzelecki J., Janiszewski P., *Właściwości fizykochemiczne i sensoryczne oraz skład kwasów tłuszczowych mięśnia Longissimus dorsi mieszańców pbz x wbp oraz pbz x (d x p)*, *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 6.73, (2010) s189-198

9. Jurczak E. M., *Towaroznawstwo produktów zwierzęcych*, Wydawnictwo SGGW, Warszawa, 113, (2005)
10. Olszewski A., *Technologia przetwórstwa mięsa*, WNT, Warszawa (2007)
11. Łatka U., *Technologia i towaroznawstwo WSiP*, Warszawa, s23-24, (2003)

### **Dodatek dyni zwyczajnej (*Cucurbita pepo*) w żywieniu tuczników i jego wpływ na jakość mięsa**

Celem pracy była ocena wpływu dodatku dyni zwyczajnej (*Cucurbita pepo*) do dawki pokarmowej dla tuczników na jakość ich mięsa. Doświadczenie przeprowadzone zostało w gospodarstwie indywidualnym, które zlokalizowane jest na terenie województwa lubelskiego. Eksperyment był zrealizowany na grupie mieszańców ras pbz i wbp, tuczniki utrzymywano zgodnie z zasadami dobrostanu dla trzody chlewnej. Wytypowane osobniki podzielone zostały na 2 grupy: doświadczalną i kontrolną. Grupa doświadczalna składająca się z 10 tuczników otrzymywała regularnie dodatek dyni raz dziennie w ilości 100g-4500g (im starszy osobnik tym otrzymywał większy dodatek dyni do paszy). Po uboju przeprowadzona została ocena wskaźników chemicznych, fizycznych i organoleptycznych określających jakość technologiczną i konsumpcyjną mięsa, w tym: skład chemiczny, wodochłonność, pH, smak, soczystość, zapach, kruchość i łatwość fragmentacji.

Na podstawie otrzymanych wyników stwierdzono że stosowanie dodatku dyni zwyczajnej do paszy dla tuczników nie wpłynęło negatywnie na jakość wieprzowiny.

Słowa kluczowe: tuczniki, żywienie, jakość mięsa, dynia zwyczajna (*Cucurbita pepo*), dodatek do paszy

### **Pumpkin supplement (*Cucurbita pepo*) in the feeding of fatteners and its effect on meat quality**

The aim of the work was estimation influence addition pumpkin (*Cucurbita pepo*) in feeding fatteners on their meat quality. The experience was carried in individual farm, located in Lublin province. Experiment was carried on group of hybrids breeds pbz i wbp, fatteners were kept in accordance with welfare rules for swine. Selected animals divided on 2 group: experimental group and control group. Experimental group consisted of 10 fatteners, they received addition pumpkin once a day (100g-4500g). After slaughter rated chemical, physical, organoleptic properties meat.

Based on received results stated: use addition pumpkin (*Cucurbita pepo*) in feeding fatteners not affected negative on pork quality.

Key words: fattening pigs, nutrition, quality of meat, pumpkin, addition to feed

## **Analiza wzrostu tkanki mięśniowej oraz tłuszczowej u kurcząt brojlerów w okresie odchowu**

### **1. Wstęp**

W Polsce dynamiczny rozwój produkcji drobiarskiej nastąpił na początku lat 70-tych, kiedy to powstały nowe zakłady wylęgowe drobiarskie oraz wytwórnie pasz. Tak szybki rozwój spowodowany był działaniem kilku czynników m.in.: niskim kosztem produkcji mięsa, niskim zużyciem paszy na wyprodukowanie 1kg mięsa oraz walorami smakowymi i dietetycznymi mięsa drobiowego [13].

U ptaków o mięsnym kierunku użytkowania, nastąpiło skrócenie okresu odchowu, niezbędnego do uzyskania oczekiwanej masy ciała, przy jednoczesnej poprawie składu tkankowego tuszek. Dotyczy to szczególnie kurcząt brojlerów. W wyniku prac badawczych i doskonalenia warunków odchowu uzyskano u nich znaczący wzrost wydajności rzeźnej. Jest on wynikiem wzrostu udziału tuszki, przy równoczesnym zmniejszeniu udziału w ciele ptaków pozostałych elementów, stanowiących w większości odpady poubojowe [5, 13, 14]. Spożycie mięsa drobiowego, od wielu lat wykazuje tendencję wzrostową. Szczególnie intensywnie rozwija się produkcja kurcząt brojlerów, natomiast kaczek i gęsi nadal jest niewielka. W powszechnej opinii drób wodny, w porównaniu z drobiem grzebiącym odbiega na niekorzyść pod wieloma względami szczególnie składu tkankowego tuszki. Wielkość światowej produkcji mięsa kaczego szacowana jest od około 4,3% do 7% mięsa drobiowego ogółem, a gęsiny około 2,7% [The Poultry Site 2012].

Dzięki wprowadzeniu nowych genotypów i racjonalnemu żywieniu skrócono czas odchowu kurcząt brojlerów do 35-42 dni. Intensywna selekcja drobiu ukierunkowana na poprawę wyników produkcyjnych, tj. tempo wzrostu, wykorzystanie paszy, umieszczenie może jednak powodować nadmierne otłuszczenie ptaków. Wywołuje także niepożądane skutki fizjologiczne i immunologiczne, a w konsekwencji może pogarszać ich zdrowotność, szczególnie z powodu stresu oraz zaburzeń w układzie pokarmowym. Obniżenie wieku ubojowego kurcząt brojlerów nie pozostaje również bez wpływu na skład chemiczny mięsa i jego walory smakowe [4, 6, 10÷12, 18]. Wymienione wyżej zjawiska i coraz większe zainteresowanie konsumentów produktami drobiowymi pozyskiwanymi od ptaków z hodowli ekologicznych były impulsem do podejmowania badań poświęconych alternatywnym, mniej intensywnym systemom chowu drobiu. Wykorzystuje się do tego celu kurczęta wolno rosnące, które są żywione od libitum paszami składającymi się wyłącznie z komponentów roślinnych.

Prawidłowe żywienie umożliwia uzyskania dobrych wyników produkcyjnych w odchowu brojlerów. A właściwe spożycie paszy ma istotny wpływ na tempo

---

<sup>1</sup> madzia00444@interia.pl, Wydział Przyrodniczy, Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach

wzrostu [8]. Prawidłowo zbilansowana mieszanka paszowa jest źródłem składników budulcowych jak również regulacyjnych, zwierzę otrzymuje także energie na potrzeby bytowe i produkcyjne [14]. Odpowiednie żywienia pozwala pozyskać materiał rzeźny o wysokiej wydajność ubojowej, właściwym udziale mięśni piersiowych i udowych, wysokiej jakości mięsa i ograniczonym udziale tłuszczu w tuszce [9]. Kurczęta żywi się systemem do woli. Powinny mieć stały dostęp do paszy i wody [9] Wydajność rzeźna jest dość istotna w ocenie poubojowej wartości tuszki i u kurcząt brojlerów może dochodzić nawet do 74% [20]

### 1.1. Wzór na wydajność rzeźną

$$\text{Wydajność rzeźna} = (\text{masa tuszki patroszonej} / \text{masa przed ubojem}) \times 100\%$$

Przy dokładniejszej oceny wartości tuszki wykonuje się dysekcji tuszki. Dzięki temu oblicza się udział mięśni, skóry z tłuszczem podskórnym i kości w całej tuszce (Rys. 1). W ten sposób można obliczyć stosunek mięśni do kości lub wzajemny stosunek poszczególnych mięśni [20].



Rysunek 1. Wartość rzeźna kurcząt brojlerów  
Źródło: Jankowski J., Hodowla i użytkowanie drobiu.  
Powszechne Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa 2012

## 2. Cel pracy

Celem przeprowadzonych badań była analiza wzrostu tkanki mięśniowej oraz tłuszczowej u kurcząt brojlerów w okresie odchowu zastosowania towarowego Cobb 500.

## 3. Metody i wyniki

Materiał badawczy stanowiło 50 kurcząt brojlerów linii towarowej Cobb 500. Jednodniowe pisklęta podzielono według płci (kurki i kogutki) na dwie podgrupy, liczące 25 sztuk każda. Odchów prowadzono 5 tygodni. Jednodniowe pisklęta zważono grupowo, a następnie w odstępach tygodniowych indywidualnie. Ptaki utrzymywano systemem intensywnym w zamkniętym pomieszczeniu, w kojcu o obsadzie początkowej 15 sztuk/m<sup>2</sup>, a potem 7 szt./m<sup>2</sup> powierzchni kojca. Ptaki żywiono do woli mieszankami pełnoporcjowymi, zgodnie z „Zaleceniami Żywienia Drobiu” (2005). Wartość pokarmowa mieszanek przedstawiono w tabeli 1. Przez pierwsze trzy tygodnie ptakom podawano mieszankę typu starter, w czwartym tygodniu odchowu typu grower 1, a w piątym tygodniu typu grower 2.

Tabela 1. Wartość pokarmowa mieszanek stosowanych w żywieniu kurcząt w kolejnych okresach doświadczenia

Składniki pokarmowe	Rodzaj mieszanki – okres stosowania (tyg.)		
	Starter	grower 1	grower 2
	0-3	4	5
Energia metaboliczna, MJ	12,5	12,9	12,9
Białko ogólne,%	21,7	19,8	18,5
Włókno surowe,%	do 3,5	do 4	do 4
Ca,%	0,95	0,92	0,85
P przyswajalny,%	0,43	0,40	0,38

Źródło: Opracowanie własne

W 21, 28 i 42 dniu życia z każdej podgrupy wybrano po 10 ptaków (5 kurek i 5 kogutów) o masie ciała reprezentatywnej dla danej grupy oraz płci i ubito przez dekapitację. Łącznie ubito 30 brojlerów. Ptaki wykrwawiono, oskubano, odcięto głowę, skoki i wypatroszono, wydzielając podroby (serce, wątroba, żołądek mięśniowy) i wnętrzności niejadalne oraz tłuszcz sadełkowy. Następnie dokonywano pomiarów długości skoków, jelita łącznie i jelita ślepego oraz żołądka mięśniowego (długość i szerokość). Każdy element ważono na wadze elektronicznej. Po wypatroszeniu tuszki przechowywano w temperaturze 0-4 °C, w czasie 24 godzin dla wykonania oceny poubojowej. Po upływie 24 godzin określono masę tuszki schłodzonej w celu wyliczenia wydajności rzeźnej oraz tuszki poddano uproszczonej analizie dysekcyjnej zgodnie z procedurą podaną przez Zioleckiego i Doruchowskiego [20]. Podczas dysekcji wypreparowano skórę z tłuszczem podskórnym, mięśnie piersiowe, udowe,

podudzi, a także kości (pozostałość tuszki). Następnie każdy z wydzielonych elementów zważono, z wykorzystaniem wagi elektronicznej (Fot. 1, Fot. 2, Fot. 3. Fot. 4). Uzyskane wyniki obliczono statystycznie, wyliczając średnie wartości oraz standardowe odchylenie 18 [19], a także ustalono istotność różnic.



Fotografia 1. Mierzenie długości jelit 4 tygodniowego kurczaka Cobb 500.  
Źródło: Fotografia własna



Fotografia 2 Miara długości oraz szerokości żołądka 4 tygodniowego kurczaka  
Źródło: Fotografia własna



Fotografia 3 Kości 3 tygodniowego kurczaka brojlera

Źródło: Fotografia własna



Fotografia 4 Warzenie kości podudzia 2 tygodniowego kurczaka Cobb 500

Źródło; Fotografia własna

#### **4. Wyniki i ich omówienie**

Kurczęta brojlery w końcu odchowu tj. w 5 tygodniu życia osiągnęły średnią masę ciała 2333 (kogutki) i 2140 g (kurki). Różnice okazały się statystycznie istotne (tab. 2). W analizowanych terminach badawczych kurki osiągały mniejszą masę ciała niż kogutki. Między 3 a 5 tygodniem odchowu ptaki niezależnie od płci zwiększyły swoją masę ciała o około 1200g. Wyniki badań własnych okazały się większe od uzyskanych przez Biesiadę-Drzazgę [1] u kurcząt brojlerów Ross 308. Z kolei Skomial [17], u kurcząt Starbro uzyskał w wieku 49 dni masę ciała wynoszącą 2264 g, a Czaja i Gornowicz [3, 5] u brojlerów zestawu towarowego Ross od 1900 do 2013 g.

Wraz z wiekiem stwierdzono zwiększanie się wydajności rzeźnej u ptaków. U kogutków cecha ta zwiększyła się z 63,4 w trzecim tygodniu do 72,8% w piątym tygodniu odchowu, a u kurek odpowiednio z 61,2 do 67,3%. Podobnie jak masa ciała, tak i masa tuszki była istotnie większa u samców w porównaniu do samic. Wydajność rzeźna okazała się dość zbliżona do wyników innych autorów [1], natomiast większą wydajność rzeźną, przekraczającą 73% uzyskała u kurcząt brojlerów Hubbard J957.

Tabela 2. Wybrane wyniki analizy rzeźnej kurcząt w wybranych terminach odchowu (g)

Wyszczególnienie	Wiek (tyg.) – płeć					
	3		4		5	
	kogutki	Kurki	kogutki	kurki	kogutki	kurki
Masa ciała przed ubojem	1140 <sup>a</sup>	961 <sup>b</sup>	1956 <sup>a</sup>	1753 <sup>b</sup>	2333 <sup>a</sup>	2140 <sup>b</sup>
Masa tuszki patroszonej	723,8 <sup>a</sup>	588,3 <sup>b</sup>	1383,0 <sup>a</sup>	1209,1 <sup>b</sup>	1699,3 <sup>a</sup>	1506,4 <sup>b</sup>
Wydajność rzeźna (%)	63,4	61,2	70,7	69,0	72,8	67,3

Zródło: Opracowanie własne Magdalena Gajownik

a, b – istotne różnice przy  $P \leq 0,05$

Od wieku ptaków zależy nie tylko masa ciała i wydajność rzeźna, ale również skład tkankowy tuszki. Wzrasta masa ciała poszczególnych elementów tkankowych tuszki, a jednocześnie zmieniają się ich wzajemne proporcje. Najcenniejszą partią tuszki jest tkanka mięśniowa tj. mięśnie piersiowe oraz mięśni nóg. Na mięśnie nóg składają się mięśnie ud i podudzi. W tabeli 3 przedstawiono wyniki składu tkankowego tuszek 3-, 4- i 5-tygodniowych brojlerów. Między 3 a 5 tygodniem życia kogutki zwiększyły masę mięśni piersiowych ze 173,1 do 491,2 g, a kurki odpowiednio ze 153,8 do 392,7 g, czyli średnio ponad 2,5-krotnie. W tym czasie mięśnie nóg zwiększyły się odpowiednio z 319,9 do 828,7g oraz z 278,9 do 671,1 g, czyli średnio 2,5-krotnie. Ptaki, w szczególności drób wodny, ale też kurczęta brojlery w wyniku bardzo szybkiego tempa wzrostu często charakteryzują się dość dużym otłuszczeniem tuszki. Jest to tłuszcz podskórny i tłuszcz sadelkowy. Masa skóry z tłuszczem podskórnym między 3 a 5 tygodniem odchowu zwiększyła się prawie o 100g u kogutków i aż o 160,7 g u kurek. Zwiększanie się otłuszczenia tuszek u drobiu ma miejsce zwłaszcza w końcowych dniach odchowu ptaków, przy czym znacznie zwiększa się zwłaszcza masa tłuszczu zapasowego (np. sadelkowego lub otaczającego organy wewnętrzne).



Tabela 3. Wyniki analizy dysekcyjnej tuszek kurcząt brojlerów (g)

Wyszczególnienie	Wiek (tyg.) - płeć					
	3		4		5	
	kogutki	kurki	kogutki	kurki	kogutki	kurki
Masa mięśni piersiowych	173,1 <sup>a</sup>	153,8 <sup>b</sup>	378,9	352,4	491,2 <sup>A</sup>	392,7 <sup>B</sup>
Masa mięśni ud	86,5 <sup>a</sup>	76,1 <sup>b</sup>	162,8 <sup>a</sup>	138,8 <sup>b</sup>	196,6 <sup>a</sup>	161,8 <sup>b</sup>
Masa mięśni podudzi	60,3	49,0	130,3 <sup>A</sup>	95,0 <sup>B</sup>	141,9 <sup>a</sup>	116,6 <sup>b</sup>
Masa mięśni nóg	146,8 <sup>a</sup>	125,1 <sup>b</sup>	293,1 <sup>a</sup>	233,8 <sup>b</sup>	338,5 <sup>A</sup>	278,4 <sup>B</sup>
Masa mięśni ogółem	319,9 <sup>a</sup>	278,9 <sup>b</sup>	672,0 <sup>a</sup>	586,2 <sup>b</sup>	828,7 <sup>A</sup>	671,1 <sup>B</sup>
Masa skóry z tłuszczem podskórnym	110,2 <sup>a</sup>	95,5 <sup>b</sup>	177,0 <sup>a</sup>	141,8 <sup>b</sup>	193,5 <sup>b</sup>	238,1 <sup>a</sup>
Tłuszcz sadelkowy	11,7	10,8	20,0	18,4	27,1	28,9
Masa skóry z tłuszczem łącznym	121,9 <sup>a</sup>	106,3 <sup>b</sup>	197,0 <sup>a</sup>	160,2 <sup>b</sup>	220,6 <sup>b</sup>	267,0 <sup>a</sup>
Pozostałość tuszki (kości)	166,7 <sup>a</sup>	135,3 <sup>b</sup>	351,8 <sup>a</sup>	308,4 <sup>b</sup>	435,2 <sup>a</sup>	367,1 <sup>b</sup>
Stosunek mięśni : kości	1,9 : 1	2,1 : 1	1,9 : 1	1,9 : 1	1,9 : 1	1,8 : 1
Stosunek mięśnie : tłuszcz	2,6 : 1	2,6 : 1	3,4 : 1	3,7 : 1	3,8 : 1	2,5 : 1

Źródło Opracowanie własne

a, b – istotne różnice przy  $P \leq 0,05$

A, B – istotne różnice przy  $P \leq 0,01$

Stosunkowo ważną częścią tuszki jest tzw. pozostałość tuszki (kości, mięśnie pozostałe). W przypadku kurcząt brojlerów, tak jak i innych gatunków drobiu, części tuszki po oddzieleniu mięśni piersiowych oraz nóg, a często też skrzydeł i skóry, sprzedawane są jako tzw. porcje rosółowe. Często też te części tuszki przeznacza się do przetwórstwa. W niniejszych badaniach masa pozostałości tuszki uzyskanej od 5-tygodniowych ptaków wynosiła u kogutków 435,2 g, a u kurek 367,1 g i zwiększyła się w porównaniu do tuszek uzyskanych od ptaków 3-tygodniowych odpowiednio o 268,5 i o 231,8 g.

Stosunek mięśni do kości we wszystkich terminach badawczych, niezależnie od płci ptaków wynosił 1,8-2,1:1, czyli na dwie części tkanki mięśniowej przypadła jedna część kości, natomiast stosunek mięśni do tłuszczu okazał się znacznie szerszy i wynosił od 2,6-3,8:1 u kogutków i 2,5-3,7:1. Zatem stosunek poszczególnych składników tkankowych okazał się korzystny np. z punktu widzenia konsumenta.

W tabeli 4 przedstawiono udział poszczególnych składników w tuszkach kurcząt brojlerów ubijanych w 3, 4 i 5 tygodniu odchowu. Uzyskane wyniki wskazują, że

między 3 a 5 tygodniem u kogutków nastąpiło zwiększenie w masie tuszki udziału mięśni piersiowych z 23,9 do 28,9%, zmniejszenie udziału mięśni nóg z 20,3 do 19,9%, natomiast niewielkie zwiększenie w tuszce mięśni ogółem w tuszce z 44,2 do 48,8%. Zaobserwowano jednocześnie zwiększenie się w tuszce kogutków kości (pozostałości tuszki) z 23,0 do 25,6% i wyraźne zmniejszenie otłuszczenia z 16,8 do 13,0%. Inaczej przebiegały zmiany umięśnienia i otłuszczenia u kurek. Wraz z wiekiem ustalono jednakowy poziom udziału mięśni piersiowych w tuszce, zmniejszanie się udziału mięśni ud i podudzi i niewielkie zmniejszenie otłuszczenia, ale tylko w porównaniu 3 i 5 tygodnia życia. Natomiast porównując zmiany między 4 a 5 tygodniem odchowu należy stwierdzić, że u kurek nastąpił w tym czasie wyraźny wzrost otłuszczenia, zmniejszenie umięśnienia tuszki (tab. 4). Uzyskane wyniki są zbliżone do rezultatów uzyskanych u kurcząt brojlerów zestawu towarowego Ross 308 przez Biesiadę-Drzazgę [1] oraz Skomiał [17].

Porównując w niniejszych badaniach wyniki między płciami można stwierdzić, że tuszki 5-tygodniowych kogutków są bardziej umięśnione (większa zawartość mięśni piersiowych i mięśni nóg) i mniej otłuszczone (mniejsza zawartość tłuszczu sadelkowego i skóry z tłuszczem podskórnym w porównaniu z tuszkami kurek).

Tabela 4. Udział elementów tkankowych w masie tuszki patroszonej kurcząt brojlerów (%)

Wyszczególnienie	Wiek (tyg.) – płeć					
	3		4		5	
	kogutki	kurki	kogutki	kurki	kogutki	Kurki
Tuszka patroszona	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Mięśnie piersiowe	23,9 <sup>b</sup>	26,1 <sup>a</sup>	27,4	29,1	28,9 <sup>a</sup>	26,1 <sup>b</sup>
Mięśnie ud	12,0	12,9	11,8	11,5	11,6 <sup>a</sup>	10,7 <sup>b</sup>
Mięśnie podudzi	8,3	8,3	9,4 <sup>a</sup>	7,9 <sup>b</sup>	8,4	7,7
Mięśnie nóg	20,3	21,3	21,2 <sup>a</sup>	19,3 <sup>b</sup>	19,9	18,5
Mięśnie ogółem	44,2 <sup>b</sup>	47,4 <sup>a</sup>	48,6	48,5	48,8 <sup>A</sup>	44,6 <sup>B</sup>

Źródło: Opracowanie własne

#### 4.1. Podsumowanie i wnioski

1. Na podstawie zebranego piśmiennictwa i przeprowadzonych badań sformułowano następujące stwierdzenia i wnioski. Produkcja kurcząt brojlerów jest intensywnie rozwijającą się gałęzią produkcji żywności. Odchowiwane kurczęta charakteryzują się wysokim potencjałem produkcyjnym.
2. Na uzyskanie wysokiej jakości żywca drobiowego poza genotypem wpływają czynniki środowiskowe odchowu ptaków.
3. Odchów kurcząt brojlerów zestawu towarowego Cobb 500 systemem intensywnym pozwala na uzyskanie ptaków o średniej masie ciała 2333g (kogutki)

i 2140 g (kurki), masie tuszki wynoszącej odpowiednio 1699,3i 1506,4 g, przy wydajności rzeźnej mieszczącej się w przedziale 67,3-72,8%.

4. Wraz z wiekiem ptaków następuje zwiększanie się masy składników tkankowych tuszki (mięśnie, skóra z tłuszczem, kości), przy czym kogutki charakteryzowały się przeważnie istotnie większą masą wymienionych składników.
5. Między 3 a 5 tygodniem u kogutków nastąpiło zwiększenie w masie tuszki udziału mięśni piersiowych pozostałości tuszki, niewielkie zwiększenie w tuszce mięśni ogółem zwiększenie się w tuszce kogutków kości oraz wyraźne zmniejszenie otłuszczenia. Inaczej przebiegały zmiany umięśnienia i otłuszczenia u kurek. Natomiast u kurek wraz z wiekiem ustalono jednakowy poziom udziału mięśni piersiowych w tuszce, zmniejszanie się udziału mięśni ud i podudzi i niewielkie zmniejszenie otłuszczenia, ale tylko w porównaniu 3 i 5 tygodnia życia. Natomiast porównując zmiany między 4 a 5 tygodniem odchowu należy stwierdzić, że u kurek nastąpił w tym czasie wyraźny wzrost otłuszczenia, zmniejszenie umięśnienia tuszki.

## **Literatura**

1. Biesiada-Drzazga B., Bombik T., Rojek A., Kubiak M., Penda M., Brodzik U., *Growth of selected bones and muscle groups in broiler chickens during rearing period*, Acta Sci. Pol., Zootechnica 11 (1) (2012), s. 25-34
2. Czaja L., Gornowicz E., *Wpływ udziału mieszanki ziół w paszy kurcząt brojlerów na wodochłonność i skład chemiczny mięśni*, Roczn. Nauk. Zootech. (2004) 31 (1), s.77-86
3. Debut M., Berri C., Arnould C., Guemené D., Santé-Lhoutellier V., Sellier N., Baéza E., Jehl N., Jégo Y., Beaumont C., Le Bihan-Duval E., *Behavioural and physiological responses of three chicken breeds to pre-slaughter shackling and acute heat stress*, Br. Poultry Sci., 46 (5), (2007), s.527-535
4. Gille U., Salomon E. V., and Ronnert J., *Growth of the digestive organs in ducks with considerations on their growth in birds in general*, Br. Poult. Sci., (1999) 40: s.194-202
5. Hahn G., *Aktuelles aus der internationalen Fleischforschung*, Erzeugung, Gewinnung, Produktionskosten von Geflügelfleisch, Fleischwirtschaft, (2003), 83 (4), s.92-94
6. Jankowski J., *Hodowla i użytkowanie drobiu*, Powszechnie Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, (2005), Warszawa
7. Konarkowski A., *Nie musimy głodzić przepierzonych kur*, Polskie Drobiarstwo T.12, Nr 02, (2005), s. 10-15
8. Korelski J., Świątkiewicz S., Bykowski P., Kubicz M., *Próba użycia zwiększonej ilości koncentratów roślinno-rybnych w okresie żywienia brojlerów mieszankami typu starter*, Roczn. Nauk. Zootech. 25 (4), (1998), s.145-158
9. Le Bihan-Duval E., Millet N., Réminon H., *Broiler meat quality: effect of selection for increased carcass quality and estimates of genetic parameters*, Poultry Sci., 1999, 78 (6), s. 822-826
10. Le Bihan-Duval E., *Genetic variability of poultry meat*, Proc. 52nd Annual National Breeders Roundtable, Saint Louis, MO, (2003), s. 11-20
11. Lipiński K., Tywończuk J., Siwicki A., *Wpływ mannanoligosacharydów na status zdrowotny i jakość mięsa kurcząt brojlerów*, Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2009, 4 (65), s.26-33

12. Michalczuk M., Łukasiewicz M., Wnuk A., Damaziak K., Niemiec J., *Wpływ dostępu do wybiegów na wyniki produkcyjne oraz wartość rzeźną kurcząt wolno rosnących Hub-bard JA 957*, Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego, 9, (2013) 2, s.23-31
13. Pisarski R. K., Lipiec A., *Możliwość zastąpienia mieszanki finiszera ziarnem zbóż w ostatnich dniach odchowu kurcząt brojlerów*, Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Sectio EE: Zootechnika
14. Plumber H. S., and Kiepper B. H., *Impact of poultry processing by-products on wastewater generation, treatment and discharges*, Proceedings of the 2011 Georgia Water Resources Conference, held April 11-13, (2011), at the University of Georgia, Carroll D., ed. Georgia Southern University, Statesboro
15. Skomial G., Świerczewska E., Mroczek J., Niemiec J., Grzybowska A., *Wpływ poziomu energii i aminokwasów w mieszankach dla kurcząt brojlerów na wyniki produkcyjne i jakość rzeźną tuszek*, Roczn. Nauk. Zootech.(2000), 6 (Supl.), s.366-370
16. Szkucik K., Pisarski R. K., Nastaj B., Pijarska L., Malec H., *Wpływ wieku ubojowego kurcząt na cechy rzeźne oraz jakość tkanki mięśniowej*, Med. Wet.,(2007), 63 (11): s. 1353-1356
17. STATISTICA wersja 10.0, StatSoft Inc., PL (2005)
18. Świerczewska E., *Hodowla i użytkowanie drobiu*, Wyd. SGGW,(1993) Warszawa
19. Świerczewska E., Wężyk S., Horbańczuk J., *Chów drobiu*, Oficyna Wydawnicza „HOŻA”,(1999), Warszawa.
20. Smulikowskiej S., Rolkowskiego A., *Zalecenia Żywieniowe wartości pokarmowe pasz Normy żywienia drobiu*, Wyd. WPSA. 2005
21. Ziółcki I., Doruchowski W., *Metody oceny wartości rzeźnej drobiu*, Wyd. COBRD, Poznań1989

## **Analiza wzrostu tkanki mięśniowej oraz tłuszczowej u kurcząt brojlerów w okresie odchowu**

Materiał badawczy stanowiło 50 kurcząt brojlerów zestawu towarowego Cobb 500. Jednodniowe pisklęta podzielono według płci (kurki i kogutki) na dwie podgrupy, liczące 25 sztuk każda. Odchów prowadzono 5 tygodni. Na podstawie zebranego piśmiennictwa i przeprowadzonych badań sformułowano następujące stwierdzenia i wnioski. Produkcja kurcząt brojlerów jest intensywnie rozwijającą się gałęzią produkcji żywności. Odchowywane kurczęta charakteryzują się wysokim potencjałem produkcyjnym. Na uzyskanie wysokiej jakości żywca drobiowego poza genotypem wpływają czynniki środowiskowe odchowu ptaków. Odchów kurcząt brojlerów zestawu towarowego Cobb 500 systemem intensywnym pozwala na uzyskanie ptaków o średniej masie ciała 2333g (kogutki) i 2140 g (kurki), masie tuszki wynoszącej odpowiednio 1699,3i 1506,4 g, przy wydajności rzeźnej mieszczącej się w przedziale 67,3-72,8%. Wraz z wiekiem ptaków następuje zwiększanie się masy składników tkankowych tuszki (mięśnie, skóra z tłuszczem, kości), przy czym kogutki charakteryzowały się przeważnie istotnie większą masą wymienionych składników.

Między 3 a 5 tygodniem u kogutków nastąpiło zwiększenie w masie tuszki udziału mięśni piersiowych pozostałości tuszki, niewielkie zwiększenie w tuszce mięśni ogółem zwiększenie się w tuszce kogutków kości oraz wyraźne zmniejszenie otłuszczenia. Inaczej przebiegały zmiany umięśnienia i otłuszczenia u kurek. Natomiast u kurek wraz z wiekiem ustalono jednakowy poziom udziału mięśni piersiowych w tuszce, zmniejszanie się udziału mięśni ud i podudzi i niewielkie zmniejszenie otłuszczenia, ale tylko w porównaniu 3 i 5 tygodnia życia. Natomiast porównując zmiany między 4 a 5 tygodniem odchowu należy stwierdzić, że u kurek nastąpił w tym czasie wyraźny wzrost otłuszczenia, zmniejszenie umięśnienia tuszki.

Słowa kluczowe: tkanka mięśniowa, tkanka tłuszczowa, kurczęta brojlery, odchów

### **Analysis of muscle and fat tissue growth in broiler chickens during rearing**

The study material consisted of 50 broiler chickens of the Cobb 500 set. The day-old chicks were divided according to sex (cocks and cockers) into two subgroups, each of 25. The rearing was conducted for 5 weeks. Based on the collected literature and conducted research, the following statements and conclusions were formulated. The production of broiler chickens is a rapidly growing branch of food production. Caged chickens are characterized by high production potential. The environmental factors of bird rearing are influenced by the environmental factors of bird rearing.

Broiler chickens rearing the Cobb 500 set of intensive systems allows for birds of average weight 2333g (chickens) and 2140g (chickens), carcass weight of 1699,3i and 1506,4 g, respectively, with slaughter capacity in the range of 67.3-72.8%. With the age of birds, the weight of the carcass tissues (muscles, skin with fat, bones) is increased, and the chickens are characterized by a significantly greater mass of the listed ingredients.

Between 3 and 5 weeks, the increase in carcass weight of the carcass of carcass residue, slight increase in carcass total in the carcass of the bones and a pronounced reduction in fat. Other changes were muscular changes and fatigue in the cock. On the other hand, with the age-old cock, the level of breast carcass involvement, the reduction of thigh muscle and lower leg muscles, and the slight decrease in fat were measured, but only in comparison to 3 and 5 weeks of age. On the other hand, when comparing the changes between 4 and 5 weeks of rearing, it was found that in the cock at this time there was a marked increase in fat, a decrease in the carcass muscle.

Key words: muscle tissue, fat tissue, broiler chickens, rearing

## Ocena uzdolnień ludzi do przeprowadzania zabiegów fizjoterapeutycznych dla koni

### 1. Wstęp

Zabiegi fizjoterapeutyczne przeprowadzane na koniach są coraz bardziej popularne [1]. Wśród nich do najczęściej praktykowanych zaliczany jest masaż sportowy i relaksacyjny, będący jedną z najstarszych form fizjoterapii stosowanej na zwierzętach [2, 3]. Prym wiedzie masaż jako forma terapii manualnej działającej na tkanki miękkie poprzez mobilizację połączoną z ruchem. Według definicji, fizjoterapia to zespół naturalnych metod leczniczych, terapii wykorzystujących zjawisko reaktywności organizmu na różne bodźce [4]. Masaż dla koni nie jest czymś nowym, jako zwierzęta stadne mają one silny popęd społeczny, który często przejawia się we wzajemnej pielęgnacji sierści i skóry. Takie zabiegi mają na celu nie tylko usunięcie z ciała owadów, pasożytów, błota i liniejącej sierści, ale także poprawę samopoczucia czy też zacieśnienie więzi między członkami stada [5]. Wzajemna pielęgnacja poprawia ukrwienie masowanych okolic oraz rozluźnia mięśnie [6]. Obserwując konie podczas takiego masażu można zauważyć, że unikają one partii uda, kończyny piersiowej, a także okolic uszu i potylicy, jednocześnie skupiając się na obszarach szyi, kłębu, łopatki, grzbietu, brzucha oraz zadu. W dzisiejszych czasach cenne konie sportowe często trzymane są w odosobnieniu, co wpływa negatywnie na ich behavior społeczny [7]. Właściciele, czy też jeźdźcy, aby zaspokoić naturalne potrzeby swoich koni coraz częściej sięgają po pomoc masażyście. Wyróżnia się masaż sportowy oraz terapeutyczny. Ten pierwszy wykonuje się jako masaż rozgrzewający przed wysiłkiem lub relaksacyjny po wysiłku. Natomiast masaż terapeutyczny dzieli się na terapię leczniczą na chorobowo zmienionych tkankach oraz masaż rehabilitacyjny w celu rekonwalescencji uszkodzonych mięśni. W każdym rodzaju masażu wykorzystuje się cztery podstawowe chwyt: głaskanie, od którego zaczyna się i kończy zabieg, ugniatanie, rozcieranie i oklepywanie [6]. Masaż może powodować zmiany nie tylko masowanego miejsca, ale również mieć wpływ na cały organizm [3]. Najczęstsze skutki to zwiększenie liczby oddechów i tętna, rozszerzenie naczyń krwionośnych, a więc lepsze odżywienie tkanek, pobudzenie apetytu, zmiany wydzielnicze gruczołów, czy też szybsze absorbowanie produktów przemiany materii i kwasu mlekowego do krwioobiegu. Polepsza się również reakcja układu nerwowego oraz

---

<sup>1</sup> zastrzezynska.monika@gmail.com, SKNBiHZ Sekcja Hipologiczna, Wydział Biologii Nauk o Zwierzętach i Biogospadarkii, Katedra Hodowli i Użytkowania Koni, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

<sup>2</sup> wilk.iza@wp.pl, SKNBiHZ Sekcja Hipologiczna, Wydział Biologii Nauk o Zwierzętach i Biogospadarkii, Katedra Hodowli i Użytkowania Koni, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

<sup>3</sup> wilk.iza@wp.pl, Wydział Biologii Nauk o Zwierzętach i Biogospadarkii, Katedra Hodowli i Użytkowania Koni, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

reakcje odruchowe. W przypadkach, kiedy masaż jest niewystarczający można zastosować inne formy fizjoterapii np. laseroterapię lub terapię magnetyczną [8]. Ważne jest także i to, że podczas masażu między koniem a terapeutą tworzy się więź poprzez odpowiednią wzajemną komunikację [9]. Jednak do pełnego zrozumienia koni potrzebna jest znajomość ich mowy ciała, psychologii zachowań oraz sposobu postrzegania przez nie świata i różnych sytuacji [10, 11].

Wzrastające zainteresowanie masażem i innymi formami fizjoterapii powoduje masową organizację studiów podyplomowych, czy kursów dokształcających. Zdarza się, że w szkoleniach biorą udział osoby nie posiadające wcześniejszej styczności z końmi, co niestety wiąże się ze słabym profesjonalizmem podczas wykonywania zabiegów [12]. Mając na uwadze fakt, że zabiegi fizjoterapeutyczne dla koni powinny być prowadzone w zgodzie z ich dobrostanem, a nawet poprawiać jego poziom warto, aby przyszli specjaliści byli w pełni kompetentni oraz posiadali szczególne cechy osobowości. Dlatego też, celem pracy było opracowanie systemu oceny uzdolnień ludzi do takich działań na podstawie aktywności emocjonalnej i behawioru koni podczas masażu relaksacyjnego.

## **2. Materiał i metody**

### **2.1. Charakterystyka badanego materiału**

Badaniami objęto cztery wałachy rekreacyjne rasy polski koń szlachetny półkrwi w wieku powyżej dziesięciu lat. Konie były o zbliżonym charakterze i temperamencie oraz stopniu napięcia mięśniowego, co zostało ocenione przez wykwalifikowanego fizjoterapeutę zajmującego się masażem koni. U żadnego z badanych zwierząt nie stwierdzono występowania stereotypii i innych anomalii w zachowaniu się. W badaniu wzięło również udział ośmiu uczestników kursu masażu relaksacyjnego koni. W badanej grupie było sześć kobiet oraz dwóch mężczyzn w przedziale wiekowym 22-25 lat. Uczestnicy kursu zostali przeszkoleni z zakresu szczegółowej anatomii konia oraz podstawowych procedur zachowania się człowieka, jakie obowiązują podczas prowadzenia masażu relaksacyjnego koni. Przed pierwszym masażem ludzie zostali podzieleni na cztery dwuosobowe grupy. Dla każdej pary konie były wybrane losowo i nie zmieniano ich do zakończenia kursu. W trakcie wykonywanego masażu jedna z osób miała przydzieloną prawą stronę ciała, a druga osoba stronę lewą ciała konia. W kolejnych dniach doświadczenia osoby biorące udział w kursie wymiennie masowały prawą lub lewą stronę ciała konia. Rutyna masażu zawsze była rozpoczynana od lewej strony ciała konia.

### **2.2. Zastosowane metody badawcze**

#### **2.2.1. Opis wykonywanych zabiegów fizjoterapeutycznych**

Masaże były przeprowadzane przez trzy kolejne dni. Zabieg rozpoczynał się od szyi, następnie masowana była przednia część kłody, ze szczególnym uwzględnieniem łopatki, a w dalszej kolejności był środek kłody z dbałością o mięśnie grzbietu oraz

partia zadu. Na końcu masowano kończyny piersiowe oraz kończyny miedniczne. Na potrzeby niniejszej pracy wykorzystano efekty masażu następujących partii ciała:

1. szyja (mięśnie: czworoboczny, równoległoboczny, zębaty dobrzuszny szyi, płatowy);
2. łopatka (mięśnie: ramiennie-głowy, nadgrzebieniowy, podgrzebieniowy, trójgłowy ramienia);
3. grzbiet (mięśnie: najdłuższy i najszerszy)
4. zad (mięśnie: pośladkowy, powierzchniowy i średni, półścięgnisty, półbłoniasty).

### 2.2.2. Pomiary parametrów pracy serce

Podczas każdego masażu rejestrowano pracę serca koni przy pomocy telemetrycznych urządzeń Polar RS800CX, a następnie uzyskane pomiary analizowano w programie PolarProTrainer5.0. Łączny czas zapisu wyniósł 60 minut i był on zsynchronizowany ze stoperem ręcznym. Dodatkowo sporządzano szczegółowe notatki związane z momentem rozpoczęcia i zakończenia masażu danej części ciała, co pozwoliło na odczyt wskaźników pracy serca podczas masażu wybranych partii mięśniowych. Uzyskane dane podzielono na masaż: szyi, łopatki, grzbietu oraz zadu. Analizując uzyskane wyniki wybrano wskaźniki świadczące o stanie emocjonalnym koni tj. częstość pracy serca (HR) określaną liczbą uderzeń serca w przeciągu jednej minuty, oraz wskaźniki opisujące zmienność rytmu serca (HRV) – rMSSD (ms), opisujący zmienność krótkookresową; LF ( $ms^2$ ) – moc widma w zakresie niskich częstotliwości (0,04-0,15 Hz), obrazująca aktywność układu współczulnego; HF ( $ms^2$ ) – moc widma w zakresie wysokich częstotliwości (0,16-0,4 Hz), wskazująca na działanie układu przywspółczulnego oraz LF/HF (%) – stosunek mocy widm w zakresie niskich częstotliwości do wysokich częstotliwości wyrażony w układzie procentowym mówiący o zrównoważeniu układu autonomicznego (UA).

### 2.2.3. Ocena zachowania się ludzi i koni

Podczas zabiegu masażu przeprowadzono również ocenę behawioralną ludzi i koni, których zachowanie się było oceniane w pięciopunktowej skali przy zastosowaniu autorskich etogramów (Tabela 1; Tabela 2).

Tabela 1. Opis zachowania się koni oraz odpowiadająca im punktacja

Liczba punktów	Opis zachowania się
1	Koń uniemożliwia przeprowadzenie masażu, wyraźne reakcje obronne, próba zachowań agresywnych
2	Koń chwilami uniemożliwia przeprowadzenie masażu, okresowe reakcje obronne
3	Koń nie reaguje na przeprowadzony masaż
4	Koń jest momentami bardzo rozluźniony, w pozostałym czasie zachowuje się obojętnie
5	Koń jest rozluźniony przez cały okres masażu

Źródło: Opracowanie własne



Tabela 2. Opis zachowania się ludzi oraz odpowiadająca im punktacja

Liczba punktów	Opis zachowania się
1	Masażysta denerwuje się, jest spięty, donośnym głosem upomina koni
2	Masażysta jest spięty, gdy koń nie umożliwi mu przeprowadzenia zabiegu
3	Masażysta jest wyraźnie obojętny do konia, nie reaguje na jego sposób zachowania się
4	Masażysta niekiedy reaguje na zachowanie się konie, jest spokojny i rozluźniony
5	Masażysta jest rozluźniony, spokojnie reaguje na każdą formę zachowania się konia

Źródło: Opracowanie własne

### 2.3. Projekt systemu oceny uzdolnień ludzi

Do zaprojektowania systemu oceny uzdolnień ludzi do wykonywania masażu relaksacyjnego wzięto pod uwagę parametry pracy serca, świadczące o stanie emocjonalnym zwierząt, a dokładniej wcześniej opisane HR, rMSSD, LF, HF i LF/HF. Na początku wybrano najniższe wartości HR, LF oraz LF/HF oraz najwyższe wartości rMSSD i HF, które wskazują niskie pobudzenie emocjonalne koni. Kolejnym etapem było podzielenie na pięć równych części przedziału między wartościami ekstremalnymi wybranych parametrów oraz przydzielenie punktacji w skali od 1 do 5. Założono, że im wyższa punktacja, tym wartość wskaźnika wskazuje na niższą reakcję emocjonalną konia. Punktacja za każdy z pięciu wskaźników została uśredniona i stała się podstawą do wystawienia danej osobie oceny za uzdolnienia do masażu relaksacyjnego:

1. Pięć punktów: bardzo dobre uzdolnienia;
2. Cztery punkty: dobre uzdolnienia;
3. Trzy punkty: dostateczne uzdolnienia;
4. Dwa punkty: słabe uzdolnienia;
5. Jeden punkt: niedostateczne uzdolnienia.

### 2.4. Metody statystyczne

Wykonano wieloczynnikową analizę wariancji dla powtarzanych pomiarów w programie Statistica 6.0. Istotność różnic między wskaźnikami pracy serca określono przy użyciu testu T-Tukey'a. Korelacje między cechami analizowano stosując współczynnik Pearsona.

## 3. Wyniki

### 3.1. Parametry pracy serca koni

Podczas pierwszego dnia pożądane wartości świadczące o relaksacji koni dotyczyły masażu zadu po prawej stronie ciała (Tabela 3). W przypadku lewej strony ciała wyniki okazały się zbyt rozproszone w zależności od parametru i części ciała. Skrajne wyniki w większości przypadków występowały podczas masażu szyi oraz grzbietu zarówno z prawej jak i lewej strony ciała.

Tabela 3. Parametry pracy serca koni podczas pierwszego dnia masażu wybranych partii ciała

Wskaźnik akcji serca		Prawa strona ciała				Lewa strona ciała			
		Szyja	Łopatka	Grzbiet	Zad	Szyja	Łopatka	Grzbiet	Zad
HR	Średnia	77.43ax	67.12bx	88.34cx	62.13bx	83.23ay	55.67by	94.16cx	63.23d
	S	9.44	8.86	10.02	8.54	9.04	8.37	7.93	10.77
rMSS D	Średnia	60.43ax	70.31bx	82.23cx	68.97bx	66.45ax	72.56acx	81.02bx	63.35adx
	S	11.12	9.04	8.86	8.19	10.03	11.12	10.04	9.95
LF	Średnia	1545.23ax	1363.13ax	1716.11bx	1209.37ax	1682.92ax	1304.21bx	1699.75ax	1324.54bx
	S	702.14	712.76	615.53	735.78	781.34	611.07	632.12	703.54
HF	Średnia	998.14ax	1022.32ax	999.04ax	1118.13ax	1209.35ay	1200.04ax	1117.32ax	1177.59ax
	S	442.12	543.11	458.05	564.34	444.08	498.17	508.44	511.83

LF/H F	Średnia	345.11ax	206.34bx	456.65cx	156.76dx	499.22ay	504.34ay	499.03ax	234.22by
	S	99.34	100.03	111.67	98.34	101.04	93.87	94.09	97.11

Źródło: Opracowanie własne

Średnie w wierszach (w obrębie tej samej strony ciała) oznaczone różnymi literami a, b, ... oraz w obrębie tej samej partii ciała x, y – różnią się istotnie przy  $P \leq 0.05$

W trakcie drugiego dnia masażu częściej występowały różnice pomiędzy parametrami pracy serca podczas masażu różnych partii tej samej strony ciała, niż między tą samą partią ciała, ale masowaną po obydwu stronach ciała (Tabela 4). W przypadku prawej strony wciąż pożądane wyniki skupiały się w obrębie partii zadu. Najwyższe wartości HR oraz HRV towarzyszyły najczęściej zabiegom prawej strony grzbietu i lewej strony szyi oraz grzbietu.

Tabela 4. Parametry pracy serca koni podczas drugiego dnia masażu wybranych partii ciała

Wskaźnik akcji serca		Prawa strona ciała				Lewa strona ciała			
		Szyja	Łopatką	Grzbiet	Zad	Szyja	Łopatką	Grzbiet	Zad
HR	Średnia	72.47ax	64.44bx	81.31cx	57.09dx	77.66ax	51.18by	88.38cx	60.38dx
	S	8.23	7.07	9.014	7.33	10.16	9.07	9.77	11.12

LF/H F		HF		LF		rMSS D	
S	Średnia	S	Średnia	S	Średnia	S	Średnia
111.71	312.45ax	478.12	967.91ax	675.17	1576.26ax	9.34	58.43ax
109.11	299.37ax	487.94	1000.34ax	776.76	1463.66ax	10.12	66.45ax
114.51	488.67bx	477.77	983.01ax	654.57	1692.41ax	9.75	79.04bx
99.89	356.80ax	578.62	1110.43ax	702.78	1297.44bx	9.33	67.13ax
100.18	468.94ay	478.09	1078.77ax	699.37	1699.88ax	9.82	64.98ax
99.99	499.88ay	409.23	1109.12ax	701.13	1265.21bx	10.43	71.29axc
101.29	473.48ax	519.34	1007.66ax	678.54	1709.79ax	9.19	79.14bcx
99.36	333.27bx	513.72	1122.53ax	509.77	1377.61bx	8.71	62.72ax

Źródło: Opracowanie własne

Średnie w wierszach (w obrębie tej samej strony ciała) oznaczone różnymi literami a, b, ... oraz w obrębie tej samej partii ciała x, y – różnią się istotnie przy  $P \leq 0.05$

Ostatniego dnia masażu w obrębie częstości pracy serca (HR) występowało mniej różnic w czasie zabiegów prawej strony ciała, w porównaniu z lewą stroną (Tabela 5). Podobnie jak w pierwszym dniu istotnie różne wskaźniki występowały najczęściej podczas masażu lewej strony ciała.

Tabela 5. Parametry pracy serca koni podczas trzeciego dnia masażu wybranych partii ciała

Wskaźnik akcji serca		Prawa strona ciała				Lewa strona ciała			
		Szyja	Łopatką	Grzbiet	Zad	Szyja	Łopatką	Grzbiet	Zad
HR	Średnia	63.12ax	63.04ax	72.09bx	52.118cx	73.07ay	49.67by	79.23ax	56.16bx
	S	10.46	10.04	9.33	9.78	9.98	9.91	10.15	9.79
rMSSD	Średnia	57.47ax	65.49bx	79.65cx	62.32bx	61.88ax	70.01bx	76.14bx	60.27ax
	S	9.12	9.78	9.33	9.78	9.18	10.41	9.27	9.87
LF	Średnia	1266.11ax	1209.23ax	1318.44ax	1126.39ax	1482.95ax	1201.41ax	1492.73ax	1124.76ax
	S	667.17	701.76	673.71	669.06	701.61	654.19	711.18	692.57

HF	Średnia	991.37ax	992.27ax	978.16ax	999.13ax	1001.47ax	1095.13ax	1093.37ax	992.65ax
	S	399.12	501.63	498.18	522.76	465.92	491.25	496.51	509.99
LF/H F	Średnia	328.05ax	217.62bx	399.71ax	287.05ax	308.29ax	518.65by	407.12cx	309.26ax
	S	93.77	94.27	107.04	99.92	98.25	97.91	97.13	92.14

Źródło: Opracowanie własne

Średnie w wierszach (w obrębie tej samej strony ciała) oznaczone różnymi literami a, b, ... oraz w obrębie tej samej partii ciała x, y – różnią się istotnie przy  $P \leq 0.05$

### 3.2. Oceny za zachowanie się koni i ludzi

Porównując oceny za zachowanie się koni w trakcie zabiegu na prawej stronie ciała zauważono znacznie niższe noty podczas pierwszego i drugiego masażu partii grzbietu (Tabela 6). Zupełnie odwrotna była sytuacja w przypadku lewej strony, gdzie oceny różniły się statystycznie podczas masowania grzbietu, ale tylko trzeciego dnia.

Istotne różnice wystąpiły również podczas porównania ocen za zachowanie się koni w trakcie masażu prawej i lewej strony tej samej części ciała. Pierwszego dnia kursu konie uzyskały istotnie niższe oceny podczas masowania łopatki oraz grzbietu po prawej stronie. W ostatnim dniu oceny za zachowanie się podczas masażu lewej strony grzbietu okazały się istotnie niższe od tych uzyskanych podczas zabiegów z prawej strony.

Tabela 6. Oceny za zachowanie się koni podczas masażu w kolejnych dniach

	Prawa strona ciała				Lewa strona ciała			
	Szyja	Łopatka	Grzbiet	Zad	Szyja	Łopatka	Grzbiet	Zad
Pierwszy dzień masażu								
Średnia	4.2ax	3.8ax	2.7bx	4.1ax	4.1ax	4.6ay	3.5ay	4.7ax
S	0.98	0.66	1.01	1.02	0.89	0.79	0.68	0.77
Drugi dzień masażu								
Średnia	4.2ax	4.5ax	3.6bx	4.5ax	4.3ax	4.7ax	3.8ax	4.6ax
S	1.11	1.03	0.99	0.76	0.95	0.56	0.79	1.03
Trzeci dzień masażu								
Średnia	4.3ax	4.2ax	4.3ax	4.8ax	4.4ax	4.6ax	3.2by	4.2ax
S	0.87	0.67	0.81	0.99	1.05	1.04	0.84	1.02

Źródło: Opracowanie własne

Średnie w wierszach (w obrębie tej samej strony ciała) oznaczone różnymi literami a, b, ... oraz w obrębie tej samej partii ciała x, y – różnią się istotnie przy  $P \leq 0.05$

Kursanci prowadzący zabiegi prawej stronie ciała uzyskiwali istotnie różne oceny podczas wszystkich masażu grzbietu oraz pierwszego dnia podczas masażu zadu (Tabela 7). W przypadku lewej strony istotnie wyższe różnice wystąpiły podczas masażu zadu. W drugim dniu za masaż grzbietu uzyskali oni natomiast istotnie niższą notę.

Podczas porównywania ocen za zachowanie się ludzi w trakcie masażu różnych strony, ale tej samej partii ciała, istotne różnice wystąpiły w przypadku łopatki i grzbietu w pierwszym dniu, grzbietu i zadu w drugim oraz szyi i zadu w trzecim dniu badania. W większości przypadków wyższe noty uzyskiwali kursanci wykonujący zabiegi z lewej strony ciała konia.

Tabela 7. Oceny za zachowanie się ludzi podczas masażu w kolejnych dniach

	Prawa strona ciała				Lewa strona ciała			
	Szyja	Łopatka	Grzbiet	Zad	Szyja	Łopatka	Grzbiet	Zad
Pierwszy masaż								
Średnia	2.5ax	2.4ax	1.6bx	3.7cx	2.9ax	3.1ay	3.2ay	3.9bx
S	0.56	0.83	0.76	1.02	0.45	1.41	1.02	0.89
Drugi masaż								
Średnia	2.7abx	3.1ax	2.2abx	3.1ax	2.6ax	3.2ax	3.5by	4.2cy
S	0.71	0.87	0.64	1.01	0.68	1.03	1.11	0.93
Trzeci masaż								
Średnia	3.4ax	3.2ax	4.5bx	3.9ax	4.1ay	4.2ay	4.2ax	4.9ay
S	0.82	0.98	1.05	1.02	1.13	0.99	0.92	0.88

Źródło: Opracowanie własne

Średnie w wierszach (w obrębie tej samej strony ciała) oznaczone różnymi literami a, b, ... oraz w obrębie tej samej partii ciała x, y – różnią się istotnie przy  $P \leq 0.05$

### 3.3. Korelacje między cechami

Wszystkie istotne korelacje, które wystąpiły pomiędzy wskaźnikami pracy serca koni a ocenami za ich zachowanie się były ujemne, co wskazuje, że oceny są niekompatybilne z faktycznym stanem emocjonalnym (Tabela 8). Najwięcej istotnych powiązań zarówno w przypadku prawej jak i lewej strony ciała wystąpiło w obszarze wskaźnika częstości pracy serca (HR).



Tabela 8. Korelacje między wskaźnikami pracy serca koni i ocenami za ich zachowanie się podczas masażu prawej i lewej strony ciała (n=16)

HR	rMSSD	LF	HF	LF/HF	HR	rMSSD	LF	HF	LF/HF
Prawa strona ciała					Lewa strona ciała				
Pierwszy masaż									
-0.497*	-0.345	-0.511*	0.112	-0.236	-0.511*	-0.499*	-0.502*	0.123	-0.139
Drugi masaż									
-0.307	-0.502*	-0.444	0.049	-0.108	-0.509*	-0.511*	-0.108	0.003	0.004
Trzeci masaż									
-0.502*	-0.378	-0.507*	0.138	-0.207	-0.498*	-0.302	-0.206	-0.006	-0.200

Źródło: Opracowanie własne

\*-korelacja istotna przy  $P \leq 0.05$

W obrębie korelacji między wskaźnikami pracy serca koni a ocenami za zachowanie się ludzi również odnotowano najczęściej ujemne wartości współczynników (Tabela 9). Powiązania dotyczyły częściej obszaru lewej strony ciała obejmując przede wszystkim rMSSD i LF.

Tabela 9. Korelacje między wskaźnikami pracy serca koni i ocenami za zachowanie się ludzi podczas masażu prawej i lewej strony ciała (n=16)

HR	rMSSD	LF	HF	LF/HF	HR	rMSSD	LF	HF	LF/HF
Prawa strona ciała					Lewa strona ciała				
Pierwszy masaż									
-0.499*	-0.023	-0.498*	0.509*	-0.302	-0.507*	-0.512*	-0.517*	0.368	-0.421
Drugi masaż									
-0.322	-0.138	-0.502*	0.444	-0.502*	-0.307	-0.256	-0.307	0.045	-0.509*
Trzeci masaż									
-0.329	-0.123	-0.098	0.207	-0.106	-0.302	-0.516*	-0.499*	0.106	0.201

Źródło: Opracowanie własne

\*-korelacja istotna przy  $P \leq 0.05$

### 3.4. Wyniki opracowanego systemu uzdolnień

Indywidualne oceny uzdolnień ludzi do przeprowadzania masażu relaksacyjnego były w większości przypadków słabe (Tabela 10). Tylko jedna osoba została oceniona wysoko, czyli posiadała bardzo dobre uzdolnienia.

Tabela 10. Indywidualne oceny uzdolnień ludzi do przeprowadzania masażu relaksacyjnego

Oceniana osoba	Uzyskana ocena
1	dobre uzdolnienia
2	bardzo dobre uzdolnienia
3	słabe uzdolnienia
4	słabe uzdolnienia
5	dostateczne uzdolnienia
6	dobre uzdolnienia
7	słabe uzdolnienia
8	dostateczne uzdolnienia

Źródło: Opracowanie własne

## 4. Podsumowanie

Uzyskane wyniki wskazują, że na kształtowanie emocji koni podczas masażu ma wpływ nie tylko masowana część ciała, ale również osoba przeprowadzająca zabieg. Można się jednak spodziewać zmiany tej sytuacji w kolejnych dniach prowadzenia fizjoterapii. Najwyraźniejsza reakcja emocjonalna może być związana z masażem partii grzbietu utrzymując się na podobnym poziomie podczas kolejnych dni prowadzenia zabiegów. Szczególną uwagę należy zwrócić także na okolice szyi. Parametry pracy serca koni podczas masażu tej partii ciała powinny jednak zmieniać się korzystnie wraz z kolejnym dniem kursu. Uzyskane wyniki mogą być spowodowane tym, że najbardziej podatne na urazy są okolice kręgosłupa, a zwłaszcza część piersiowo-lędźwiowa [13, 14]. Konsekwencją są przewlekłe i narastające stany bólowe, które mogą pojawiać się już u koni kilkuletnich. Warto również zwrócić uwagę na występowanie znacznej liczby istotnych różnic związanych z czynnikiem masażysty. Dotyczą one zarówno HR jak i HRV, wskazując na pobudzenie ze strony układu autonomicznego [15]. Masaż koni prowadzony przez nieodpowiednie osoby może zatem powodować wystąpienie negatywnych emocji prowadzących w konsekwencji do stresu a nie relaksu i odpoczynku. W obrębie ocen za zachowanie się koni i ludzi warto też zwrócić uwagę na ocenę zachowania się koni podczas masażu grzbietu w trakcie pierwszego dnia kursu. W przypadku wykonywania zabiegu

z prawej strony ciała konia należy liczyć się z jego wyraźną pobudliwością emocjonalną mimo prezentowania zadawalających form zachowania się, co może być związane z większą tolerancją wszelakich zabiegów wykonywanych po lewej stronie ciała konia [16]. W przypadku lewej strony ciała taka kompatybilność nie powinna występować, co może świadczyć o tym, że zachowanie się koni nie zawsze odzwierciedla ich faktyczny stan emocjonalny. Dlatego też nie warto dokonywać szczegółowej oceny stanu psychicznego koni bez analizy jego parametrów fizjologicznych [17]. Kolejną kwestią są oceny ludzi za ich zachowanie się podczas przeprowadzanych masażu. W większości przypadków noty uzyskane w niniejszej pracy były niższe od tych, które uzyskiwały konie, co może być spowodowane brakiem doświadczenia kursantów. Porównując oceny ludzi masujących różne strony ciała można natomiast zauważyć, że kursanci przeprowadzający zabiegi z prawej strony otrzymywali znacznie niższą liczbę punktów od tych, którzy zajmowali się stroną lewą. Fakt ten nie powinien dziwić ze względu na omówione wcześniej wyniki charakteryzujące konie. Najniższe oceny ludzi za masaż poszczególnych partii ciała przypadły na okolice grzbietu, szyi i łopatki. Możliwe, że spowodowane to było dużym napięciem mięśni koni w tych okolicach. Ostatnia z omawianych kwestii to korelacje między wskaźnikami pracy serca a ocenami za zachowanie się koni i ludzi podczas kolejnych masażu. Można zauważyć istotny związek w tym zakresie, szczególnie podczas pierwszego dnia kursu. Ujemne korelacje wskazują, że niskie oceny miały powiązanie z niepożądanymi wartościami parametrów pracy serca koni. Z każdym dniem liczba zależności między omawianymi cechami zmniejszała się, co jest naturalne, ponieważ powtarzanie określonych czynności powoduje, że koń w procesie habituacji przyzwyczajają się, co może przyczyniać się do ukrywania faktycznych emocji [18]. Podobna sytuacja ma miejsce w przypadku punktacji za zachowanie się ludzi. W tym miejscu warto podkreślić, że zastąpienie wymiernych metod ocenami behawioralnymi podczas przeprowadzania masażu relaksacyjnego koni nie powinno być wyznacznikiem do oceny ich predyspozycji. Do tej oceny warto wykorzystać parametry pracy serca koni, co umożliwi uzyskanie bardziej wiarygodnych wyników.

Podsumowując warto podkreślić, że w zależności od masowanej partii ciała oraz zdolności manualnych i osobowości fizjoterapeuty, parametry pracy serca koni znacznie się różnią. Z przeprowadzonych badań wynika, że podczas masażu szyi oraz okolic grzbietu można oczekiwać najwyraźniejszej reakcji emocjonalnej. Ocena zachowania się koni i ludzi podczas przeprowadzanych zabiegów nie powinna być jedyną techniką oceny zdolności masażystów. Można ją potraktować jedynie jako metodę uzupełniającą techniki bardziej wymierne, takie jak parametry pracy serca. Zaproponowany w niniejszej pracy sposób oceny uzdolnień ludzi do wykonywania masażu może znaleźć praktyczne zastosowanie podczas kursów i szkoleń z zakresu fizjoterapii koni.

## Literatura

1. Haussler K. K., *Review of Manual Therapy Techniques in Equine Practice*, Journal of Equine Veterinary Science 29(12) (2009), s. 849-869
2. Denoix, J. M.; Pailloux, J. P., *Physical therapy and massage for the horse*, Manson Publishing Ltd (2001)
3. Paśławska U., Spyrka P., *Ogólne zasady masażu u koni*, Magazyn Weterynaryjny, 129 (2007), s. 56-60
4. Blendinger W., *Wstęp do psychologii konia*, Wyd. Wrocławska Drukarnia Naukowa, (1984)
5. Parker R., *Equine science*, Wyd. DELMAR CENGAGE Learning, (2013)
6. Soroko M., *Masaż a naturalne potrzeby behawioralne*, Konie i Rumaki, 10 (2012), s. 40-42
7. Wróblewski Z., *Terapia, rehabilitacja i trening konia*, Weterynaria w Praktyce, 2 (2008), s. 76-82
8. Puchała P., *Masaż to nie "czary"*, Koń Polski, 12 (2009), s. 30-32
9. Diacont K: *Jak rozmawiać z koniem*. Wyd. Delta, (2010)
10. Janczarek I., Kędzierski W., Stachurska A., Wilk I. *Reakcje emocjonalne koni i trenerów podczas treningu metodami naturalnymi*, Annals of Animal Science 13.2 (2013): s. 263-273
11. Kutsh A., *Zaklinaczka koni*, Wyd. Galaktyka, (2008)
12. Hourdebaigt, J. P., *Equine massage: a practical guide*, Howell Book House, (2007)
13. Scott M., Swenson L. A., *Evaluating the Benefits of Equine Massage Therapy: A Review of the Evidence and Current Practices*, Journal of Equine Veterinary Science 29 (9) (2009), s. 687-697
14. Sullivan K. A., Ashley E. Hill, Haussler K. K., *The effects of chiropractic, massage and phenylbutazone on spinal mechanical nociceptive thresholds in horses without clinical signs*, Equine Veterinary Journal 40, 1 (2008), s. 14-20
15. Moss A. J., *Preface*, [W:] *Heart rate variability*, Red. Malik M., Camm A.J., Armonk, N.Y.: Futura Publ. Comp., (1995), s. 30-35
16. Murphy J., Sutherland A., Arkins S., *Idiosyncratic motor laterality in the horse*, Applied Animal Behaviour Science, 91(3) (2005), 297-310
17. Young T., Creighton E., Smith T., Hosie C., *A novel scale of behavioural indicators of stress for use with domestic horses*, Appl. Anim. Behav. Sci. 140 (2012), s. 33-43
18. Kusunose R., Yamanobe A., *The effect of training schedule on learned tasks in yearling horses*, Applied Animal Behaviour Science 78(2-4) (2002), s. 225-233

## **Ocena uzdolnień ludzi do przeprowadzania zabiegów fizjoterapeutycznych dla koni**

Biorąc pod uwagę fakt, że zabiegi fizjoterapeutyczne dla koni powinny być prowadzone w sposób profesjonalny oraz w zgodzie z ich dobrostanem, celem pracy było opracowanie systemu oceny uzdolnień ludzi do takich działań na podstawie aktywności emocjonalnej i behawioru koni podczas masażu relaksacyjnego. Badaniem objęto cztery rekreacyjne wałachy półkrwi o podobnym charakterze i temperamencie. W badaniach wzięły również udział cztery dwuosobowe grupy uczestników kursu masażu koni, którzy pracowali codziennie z tym samym koniem. Koniom masowano szyję, łopatkę, grzbiet oraz zad. W trakcie każdego masażu oceniano zachowanie się ludzi i koni oraz rejestrowano parametry pracy serca koni przy pomocy urządzeń Polar RS800CX i programu PolarProTrainer 5.0. Praca miernika Polar zsynchronizowana była ze stoperem ręcznym, co pozwoliło na przyporządkowanie odczytu rytmu serca w konkretnych momentach masażu. W oparciu o analizowane cechy zaprojektowano sposób oceny uzdolnień ludzi do masażu koni. Wyniki poddano analizie wariancji dla powtarzanych pomiarów, testowi T-Tukeya'a i korelacjom Pearsona. Stwierdzono, że poziom parametrów pracy serca koni zależy od części masowanego ciała oraz uzdolnień masującego. Ocena zachowania się koni i ludzi powinna być stosowana jedynie podczas pierwszego masażu, gdyż jest ona wówczas najbardziej zróżnicowana i powiązana z pracą serca koni. Zaproponowany sposób oceny może znaleźć zastosowanie podczas kursów i szkoleń z zakresu fizjoterapii konnej.

Słowa kluczowe: konie, fizjoterapia, masaż

## **Assessment of human aptitude for performing physiotherapeutic treatments for horses**

Considering the fact that physiotherapeutic treatments for horses should be conducted in a professional manner and in accord with their welfare, the main purpose of this work was to establish a system with which to assess human aptitude for this kind of routine, based on a horse's emotional activity and its behaviour during a relaxation massage. The research was conducted on a group of warmblood geldings used for recreational riding whose character and temperament were comparable. Four two-person teams of the horse massage course participants took part in the study who each worked with the same horse every day. The horses' necks, shoulders, backs and croup were massaged. During every massage session the behaviour of the masseurs and the horses was being assessed and the horse's heart rate parameters recorded using the Polar RS800CX devices running the PolarProTrainer 5.0 programme. The operation of the Polar device was synchronised with a stopwatch which enabled the allocation of consecutive heart rate readings to specific stages of the massage. Based on the data being analysed a human aptitude for horse massage assessment system was devised. The results were subjected to the repetitive measurements variance analysis as well as the Tukey test and Pearson's correlations. It was concluded, the condition of the horse's heart rate parameters depended on the particular part of the body being massaged as well as the skills of the person performing the massage. The assessment of the behaviour of men and horses ought to be conducted exclusively during the first massage, as it is then that it is most diverse and most in compliance with the horse's heart rate. The proposed assessment method can find its application during a range of horse physiotherapy training.

Keywords: horses, physiotherapy, massage

## Cechy psychiczne konia i jego opiekuna a satysfakcja z pracy z koniem

### 1. Wprowadzenie

Badanie relacji pomiędzy ludźmi a zwierzętami jest jedną z rozwijających się dziedzin poznania naukowego i jej doniosłe znaczenie oraz charakterystyka mogą być rozpatrywane z różnych perspektyw. W podsumowaniu 69 badań naukowych dotyczących zależności pomiędzy istnieniem interakcji człowiek-zwierzę a różnorodnymi zmiennymi, odnaleziono związek interakcji człowieka ze zwierzęciem z umiejętnościami społecznymi, nawiązywaniem relacji interpersonalnych, nastrojem, lękiem, fizjologicznymi wskaźnikami stresu np. stężeniem kortyzolu we krwi, ciśnieniem tętniczym czy zdrowiem psychicznym oraz fizycznym, w tym funkcjonowaniem układu krążenia [1]. Dodatkowo stwierdzono, iż interakcja człowiek-zwierzę, oddziałuje pozytywnie na zdolność człowieka do komunikacji, posiadania dostępu do własnych emocji, zaufania do innych oraz uczenia się [2]. Jednakże, zwrócono uwagę, iż jedynie relacja ze zwierzęciem, w wyniku której wykształciło się silne przywiązanie, ma nagradzający wpływ na człowieka będącego w tej relacji. Poszukiwanie zatem czynników, mających dodatni wpływ na tworzenie się przywiązania między człowiekiem a zwierzęciem oraz na jego siłę, a co za tym idzie także na satysfakcję z pracy ze zwierzęciem jest istotnym obszarem badawczym.

Poniższe badania miały na celu wyłonienie zestawu cech psychicznych konia i właściciela, których współwystępowanie może prowadzić do większej satysfakcji człowieka z kontaktu ze zwierzęciem. Powstałe na podstawie analiz wnioski mogą umożliwić właścicielom, opiekunom, jeźdźcom i trenerom dopasowywanie wierzchowca o określonych cechach psychicznych do osoby pracującej z koniem a co za tym idzie mogą się przyczynić do wzrostu bezpieczeństwa i gratyfikacji wynikającej z kontaktu ze zwierzęciem, poczucia satysfakcji, a nawet osiągnięcia lepszych wyników sportowych w dyscyplinach jeździeckich jako następstwa dopasowania temperamentalnego i osobowościowego w relacji „koń-jeździec”.

Istnieje wiele czynników wpływających na siłę i jakość wspomnianej relacji przywiązaniowej i zaliczyć można do nich zarówno cechy zwierzęcia oraz cechy opiekuna a także ich współwystępowanie w diadzie człowiek-zwierzę. Dinges, [3] opisuje wyniki analiz, zgodnie z którymi podobieństwo osobowościowe pomiędzy koniem a klientem korzystającym z terapii z udziałem koni (ang. *Equine Assisted Activities and Therapy* – EAAT) związane było z bezpieczniejszym stylem przywiązania do zwierzęcia.

---

<sup>1</sup> j.paszkowska-rogacz@uni.lodz.pl, Instytut Psychologii, Wydział Nauk o Wychowaniu, Uniwersytet Łódzki

Podobne zależności cech człowieka i konia obserwuje się w odniesieniu do oceny jakości interakcji ze zwierzęciem. Brow [4] wskazuje, iż cechy osobowościowe opiekuna takie jak dominacja mogą zmniejszać gratyfikujący charakter tej interakcji. W badaniach Wolfram i Meulenbroek [5] w grupie jeźdźców deklarujących, iż relacja między nimi a ich końmi jest dobra, odnaleziono pozytywne korelacje pomiędzy żwawością człowieka oraz inteligencją i towarzyskością konia; pobudliwością człowieka a reaktywnością emocjonalną u konia; przywództwem u człowieka a inteligencją i chęcią do pracy konia a także refleksyjnością u człowieka i towarzyskością konia, co pozwala przepuszczać, iż określona kombinacja cech konia i jeźdźca sprzyja tworzeniu się pozytywnej relacji pomiędzy człowiekiem a zwierzęciem.

Dopasowanie osobowościowo-temperamentalne może mieć wpływ nie tylko na percepcję jakości relacji ze zwierzęciem ale także na poprawę stanu emocjonalnego człowieka w wyniku interakcji. W badaniach Axela-Nilssona [6] jeźdźcy, którzy w wyniku wcześniejszych badań kwestionariuszem osobowości (*Measuring and Assessing individual Potential – MAP*) zaklasyfikowano jako stabilnych emocjonalnie doświadczyli wzrostu afektu pozytywnego w wyniku pracy z końmi przejawiającymi w trakcie prób behawioralnych zachowania świadczące o ich wysokim poziomie pobudzenia i aktywności, natomiast osoby o niskiej stabilności emocjonalnej odczuwały poprawę nastroju po współpracy ze spokojniejszymi, mniej aktywnymi końmi, reagującymi zatrzymaniem a nie ucieczką w sytuacji stresowej.

## **2. Satysfakcja z pracy z koniem i jej uwarunkowania w świetle literatury przedmiotu**

W badaniach zdecydowano się na poszukiwanie zależności pomiędzy satysfakcją z pracy z koniem jako zmienną wyjaśnianą a temperamentem człowieka, jego lękiem jako cechą osobowości oraz cechami charakteru i temperamentu konia jako zmiennymi wyjaśniającymi

Satysfakcja jest centralnym pojęciem w wielu koncepcjach i pracach badawczych w zakresie psychologii zdrowia, klinicznej, osobowości, różnic indywidualnych, społecznej, międzykulturowej a także psychologii pracy [7]. W niniejszej pracy badawczej satysfakcja z pracy z koniem jest definiowana jako ocena poznawcza oraz emocjonalna opiekuna zwierzęcia, wyrażana poprzez sądy wartościujące odnoszące się do pracy ze zwierzęciem np. „moja praca z koniem jest bliska ideału”, „praca z koniem jest dla mnie źródłem pozytywnych emocji” itp. To założenie powstało na bazie pojęcia satysfakcji z pracy Briefa definiującego zadowolenie z pracy jako postawę wyrażającą się w ocenie stopnia, w jakim dana praca jest korzystna bądź niekorzystna dla osoby, odzwierciedlającą się w reakcjach afektywnych i ocenach poznawczych [7].

Temperament jest rozumiany zgodnie z Regulacyjną Teorią Temperamentu (RTT) Strelaua jako regulator stymulacji pochodzącej ze środowiska zewnętrznego, na którego strukturę składa się sześć cech – żwawość, aktywność, perseweratywność, wrażliwość sensoryczna, reaktywność emocjonalna oraz wytrzymałość [8].

Temperament jest uwzględniany w badaniach jako jedna ze zmiennych wpływających na dobrostan człowieka. Przykładem cechy wymienianej w badaniach jako wpływającej na satysfakcję jest reaktywność emocjonalna – tendencja do intensywnego reagowania na bodźce wywołujące emocje. Zalewska określa mechanizmy, które przypuszczalnie mogą wpływać na zadowolenie z życia i pracy w zależności od reaktywności [7]. Wyższa reaktywność wiąże się z większą intensywnością emocji w odpowiedzi na bodziec oraz z większą aktywowalnością (zmienną determinującą intensywność reakcji na stymulację). Ponieważ u osób wysoko reaktywnych mniejsza siła bodźca, wywołuje silniejsze emocje, również takie jak lęk i napięcie, cecha ta może powodować częstsze występowanie afektu negatywnego w odpowiedzi na codzienne zdarzenia. Ponadto, uwzględniając hipotezę o różnym zakresie optimum stymulacji w zależności od struktury temperamentu oraz różnej wrażliwości na odchylenie od optimum w zależności od reaktywności można przepuszczać, że osoby wysokoreaktywne częściej doświadczają stymulacji o sile niezgodnej z ich zapotrzebowaniem [9]. Może to zmniejszać częstość doświadczania emocji pozytywnych oraz zwiększać częstość doświadczania w życiu emocji negatywnych w porównaniu do osób niskoreaktywnych. Wysoka reaktywność może też zwiększać doświadczany lęk i złość pojawiające się po wykonaniu zadań trudnych, dowodząc wyższych kosztów psychicznych jakich doświadczają osoby wysokoreaktywne chcące sprostać wysoko stymulującym zadaniom [10].

W związku z tym można podejrzewać, iż praca z koniem o cechach sprzyjających wysokiej stymulacji (np. z koniem płochliwym, energicznym, poszukującym kontaktu) będzie powodować gorszy bilans emocjonalny a co za tym idzie niższą satysfakcję z pracy z koniem u osób posiadających niższe zapotrzebowanie na stymulację. Natomiast przewiduje się, że wyniki mogą ujawnić zależności także pomiędzy innymi cechami temperamentu a cechami konia i satysfakcją z pracy.

Kolejną zmienną, braną pod uwagę w trakcie poszukiwań zależności pomiędzy cechami konia i człowieka a satysfakcją z pracy z koniem został wybrany także lęk jako cecha człowieka, traktowany jako motyw lub dyspozycja behawioralna, związana z tendencją do reagowania lękiem na sytuacje spostrzegane jako zagrażające [11].

Wpływ lęku na satysfakcję człowieka został wielokrotnie potwierdzony. W badaniach w grupie mężczyzn od 18 do 92 roku życia, dotyczących relacji pomiędzy satysfakcją z życia, lękiem, depresją, starzeniem się oraz zasobami osobowościowymi i społecznymi stwierdzono, iż oprócz innych czynników brak symptomów nasilonego lęku współwystępował z wyższą satysfakcją z życia [12]. Lęk jako cecha, mierzony Inwentarzem Stanu i Cechy Lęku [11] został wzięty pod uwagę w badaniach nad predyktorami stresu i satysfakcji zawodowej. Okazał się on najsilniejszym predyktorem wysokiego stresu oraz drugą po wsparciu ze strony organizacji zmienną pozwalającą przewidywać satysfakcję z pracy [13]. Lęk pojawia się również jako zmienna w badaniach nad satysfakcją z innych aktywności życiowych. Studenci biorący udział w rocznym, „e-learningowym” kursie związanym z nabywaniem wykształcenia w zakresie opieki zdrowotnej zostali zbadani pod kątem satysfakcji z poszczególnych elementów kursu, ogólnego zadowolenia z kursu oraz lęku związanego z korzystaniem



z komputera, internetu oraz kursów typu on-line. Rezultatem badań było stwierdzenie istotnej statystycznie korelacji pomiędzy lękiem a satysfakcją z kursu. Studenci o wyższym lęku deklaruowali niższą satysfakcją z kursu w porównaniu do osób przejawiających niższe nasilenie lęku [14].

Na tej podstawie można przepuszczać, iż lęk może stanowić zmienną wpływającą także na odczuwaną satysfakcję z pracy z koniem.

Wśród zmiennych wyjaśniających satysfakcję z pracy ze zwierzęciem, bardzo istotną rolę odgrywają cechy konia – charakter/osobowość i temperament. Zainteresowanie badaczy osobowością zwierząt zapoczątkował Stevenson-Hinde w 1970 roku [15]. Od tego czasu, rozliczne badania weryfikowały zasadność przypuszczenia o istnieniu różnic indywidualnych w postaci cech osobowościowych i temperamentalnych u osobników wielu gatunków. Stwierdzono różnice w zachowaniach i leżących u ich podstaw mechanizmów fizjologicznych, możliwych do obserwacji nawet w warunkach laboratoryjnych [16]. Rozlicznym badaniom zostało poddanych ponad 60 gatunków zwierząt. Zachowania zwierząt w literaturze często nazywane są „syndromami behawioralnymi” [17], stylami radzenia sobie, predyspozycjami czy profilami. Mimo tego, są one porównywalne do ludzkich cech osobowości rozumianych jako stałe, współwystępujące, skorelowane ze sobą zachowania, które zwierzę przejawia niezależnie od czasu i kontekstu sytuacyjnego [18]. Stwierdzenie o istnieniu różnic indywidualnych u koni podyktowane jest licznymi badaniami potwierdzającymi istnienie podobieństw w charakterystycznych zachowaniach, między osobnikami spokrewnionymi oraz należącymi do tej samej rasy niezależnie od warunków hodowlanych [19].

W poniższych badaniach do oceny temperamentu i charakteru koni wykorzystano koncepcję Suwały z Instytutu Genetyki i Hodowli Zwierząt PAN w Jastrzębku dotyczącą typologii temperamentu i charakteru koni [20]. Za Cyril'em Adcockiem [21], Suwała wyróżniła temperament rozumiany jako wrodzoną właściwość od rozwijającej się na jego bazie osobowości zmieniającej się pod wpływem uczenia się. Cechy koni podzielono na będące przejawem temperamentu, rozumianego jako wrodzonego predykatora „formy” zachowania się oraz charakteru stanowiącego o „treści” zachowania zwierzęcia. Pojęcie „osobowość” w teorii Suwały i in. (informacja własna) zostało zamienione na „charakter” w celu uniknięcia sporu w środowisku psychologicznym związanego z podważaniem słuszności stosowania terminu „osobowość” w odniesieniu do zwierząt. Wśród cech temperamentalnych wyróżniono:

1. wrażliwość – wrażliwość na sygnały dotykowe, wzrokowe i dźwiękowe wysyłane przez otoczenie, w tym przez człowieka, a także zainteresowanie otoczeniem;
2. energiczność – lekkość i łatwość ruchu, chęć i skłonność do wysiłku na jednym biegunie;
3. niepłochliwość – reakcja na nieznanne przedmioty (ucieczka vs ciekawość); stan niskiego lęku: niskiej czujności, niskiego poczucia zagrożenia i braku gotowości do nagłej ucieczki;

4. adaptacyjność – radzenie sobie ze stresem dzięki dostosowaniu swojego zachowania do wymagań sytuacji, kontrola zachowania, w tym umiejętność odpoczynku i regeneracji sił w przerwach w pracy, łatwość mobilizacji i koncentracji, szybkość uczenia się; łatwość reakcji zarówno na pomoce aktywizujące jak i wstrzymujące, np. zmiany tempa; adaptacja do zmian w rutynie dnia lub zmiany otoczenia; stan pobudzenia adekwatny do zadania, bez nadmiernej ekscytacji, pobudzenia i napięcia.

Na charakter konia zaś składać się zatem ma:

1. nieagresywność – poziom agresji wobec ludzi i koni;
2. podporządkowanie – podporządkowanie oraz posłuszeństwo człowiekowi;
3. chęć kontaktu – dążenie do kontaktu z człowiekiem, zainteresowanie;
4. strategie radzenia sobie – samodzielność i niezależność od innych koni i opiekuna.

Uwzględnienie cech zwierzęcia jako wpływających na satysfakcję z kontaktu ze zwierzęciem uzasadniają liczne prace badawcze. W badaniach Neidhart i Boyd nad zadowoleniem z posiadania psa lub kota w rok po adopcji stwierdzono, iż satysfakcja i decyzja o zatrzymaniu zwierzęcia jest przypisywana częściej cechom osobowościowym zwierząt, kompatybilności z właścicielem oraz występowaniu określonych zachowań niż innym różnicom o charakterze demograficznym zarówno w odniesieniu do ludzi, jak i do zwierząt [22].

Podsumowując, celem prezentowanego badania, było przetestowanie hipotezy głoszącej, że cechy konia są moderatorem relacji między cechami opiekuna a jego satysfakcją z pracy z koniem.

### **3. Metoda**

#### **3.1. Grupa badawcza**

W badaniu wzięło udział 104 ochotników (89 kobiet, 10 mężczyzn, 5 – braki danych w zakresie płci), w przedziale wiekowym od 15 do 62 roku życia ( $M=25,82$ ,  $SD=10,18$ , pięć osób nie podało wieku). Warunkiem wzięcia udziału w badaniu była subiektywnie oceniana przez badanego dobra znajomość cech jednego zwierzęcia. Opiekunowie zostali poproszeni o określenie również stażu pracy z koniem. Był on bardzo zróżnicowany i wahał się on od 1 do 200 miesięcy pracy z koniem ( $M=35,04$ ,  $SD=36,811$ , 18 osób nie podało długości czasu pracy z koniem). Wśród osób badanych znaleźli się jeźdźcy, opiekunowie oraz właściciele koni. Próba badawcza została zebrana podczas Akademickich Mistrzostw Polski w Jeździectwie w maju 2013 r. oraz wylosowana spośród innych osób chętnych do udziału w badaniu w lipcu i sierpniu 2013 r.

## 3.2. Narzędzia badawcze

### 3.2.1. Formalna Charakterystyka Zachowania – Kwestionariusz Temperamentu (FCZ-KT)

Kwestionariusz umożliwiający diagnozę podstawowych, biologicznie uwarunkowanych wymiarów temperamentu, został skonstruowany na podstawie założeń wyróżnionych w Regulacyjnej Teorii Temperamentu Strelaua [8]. Przeznaczony jest do badania osób w wieku 15-80 lat, w badaniach grupowych oraz indywidualnych. Arkusz zawiera 120 pozycji. W skład każdej z 6 skal (Żwawość, Perseweratywność, Wrażliwość sensoryczna, Reaktywność, Wytrzymałość, Aktywność) wchodzi po 20 pozycji. Zgodnie z podręcznikiem testowym „Skale FCZ-KT charakteryzuje zrównoważenie pod względem klucza odpowiedzi, satysfakcjonujące parametry rozkładu wyników, zróżnicowanie interindywidualne i zadowalająca rzetelność pomiaru” [23].

### 3.2.2. Inwentarz Stanu i Cechy Lęku (ISCL)

Kwestionariusz jest polską adaptacją State-Trait Inventory (STAI) (K. Wrześniewski i T. Sosnowski, 1987 – polska adaptacja STAI) stworzonego przez Spielbergera, Gorsucha i Lushene’a, jako narzędzie do pomiaru lęku jako stanu, określanego jako subiektywnie spostrzegane odczucia obawy i napięcia wraz z pobudzeniem autonomicznego układu nerwowego oraz lęku jako cechy oznaczającej nabytą dyspozycję do spostrzegania obiektywnie niegroźnych sytuacji jako zagrażających i reagowania na nie lękiem nieproporcjonalnym do stopnia realnego zagrożenia. Obecna wersja STAI oraz ISCL zawiera 40 pozycji testowych, z których 20 wchodzi w skład skali lęku jako stanu (X-1) a 20 twierdzeń dotyczy lęku jako cechy (X-2). Kwestionariusz jest stworzony do badania osób powyżej 15 roku życia. Charakteryzuje się wysoką zgodnością wewnętrzną, stabilnością bezwzględną oraz trafnością [11].

### 3.2.3. Profil Temperamentu i Charakteru Konia (Profile of Equine Temperament and Character – PETC)

Narzędzie stworzone przez Suwałę i Górecką-Bruzdę przeznaczone jest do oceny właściwości psychicznych konia [20]. Narzędzie powstało na prośbę Polskiego Związku Hodowców Koni (PZHK). Różnorodne cechy psychiczne koni zostały zebrane w postaci 8 wymiarów. Z początkowych 68 itemów, metodą sędziów kompetentnych zostało wyłonionych 56 itemów, po ich selekcji ze względu na zrozumiałość (jasność, poprawność językową), trafność jak i również poprzez zastosowanie pomiaru mocy dyskryminacyjnej. Zgodnie z opisanymi we wcześniejszej części pracy wymiarami PETC, konie zostały ocenione pod względem wrażliwości, energiczności, płochliwości, agresywności, podporządkowania, chęci kontaktu, samodzielności, adaptacyjności. Na podstawie wyników badań prowadzonych na użytek niniejszej pracy stwierdzono następujące wartości *Alfa* Cronbacha dla każdej ze skal: adaptacyjność = 0,728, nieagresywność = 0,760, energiczność = 0,759, chęć kontaktu = 0,666, niepłochliwość = 0,879, podporządkowanie = 0,660, wrażliwość

= 0,643, strategię radzenia sobie = alfa Cronbacha  $<0,001$  – poszczególne pozycje testowe nie są skorelowane ze sobą istotnie statystycznie.

Można zatem wnioskować o wysokiej rzetelności skal: adaptacyjność, agresywność, energiczność, płochliwość oraz o zadawalającej rzetelności w przypadku chęci kontaktu, podporządkowania oraz wrażliwości.

Na podstawie sumy wyników w skalach podporządkowania, nieagresywności, chęci kontaktu, strategii radzenia sobie możliwe jest obliczenie wskaźnika charakteru (dotyczącego wychowania/wyszkolenia konia). Ta ostatnia skala została włączona do obliczenia sumy wyników ze względu na przypisanie jej do oryginalnego kwestionariusza przez autorów. Zsumowanie wyników dla energiczności, niepłochliwości, wrażliwości i adaptacyjności umożliwia również obliczenie wskaźnika temperamentu (świadczącego o potencjale konia w zakresie jego wrodzonych cech). Suma zaś wyników dla temperamentu i charakteru wskazuje na wynik ogólny (globalna dyspozycja do pracy z człowiekiem, spełnianie oczekiwań opiekuna).

#### 3.2.4. Skala Satysfakcji z Pracy ze Zwierzęciem

W związku z brakiem narzędzi do pomiaru Satysfakcji z Pracy ze Zwierzęciem (SSPJ) zdecydowano się na stworzenie własnej metody. Została ona zainspirowana Skalą Satysfakcji z Pracy (SSP) Zalewskiej (2003), która na podstawie *The Satisfaction With Life Scale* (SWLS) Eda Dienera i in. stworzyła narzędzie do pomiaru ogólnej poznawczej, oceny pracy [24]. Skala Dienera i in. dotyczy globalnej oceny życia bądź pracy w odniesieniu do własnych kryteriów i standardów badanego, co umożliwia wykorzystanie tych skal w badaniach, wykrywających związek satysfakcji z innymi zmiennymi, co ma miejsce również w przypadku niniejszej pracy badawczej.

Skala składa się z 15 stwierdzeń mających formę sądów o charakterze wartościującym pracę ze zwierzęciem, spośród których 3 twierdzenia są odwrócone, do których badani mają się odnieść na 7-stopniowej skali w zależności od antycypowanego stopnia zgodności badanego z danym stwierdzeniem. Skala charakteryzuje się wysoką rzetelnością. Alfa Cronbacha w tej próbie badawczej wynosi 0,870 (0,878 na podstawie pozycji wystandaryzowanych), a Alfa dla pozycji jest w przedziale od 0,854 do 0,874.

### 4. Wyniki

Aby określić zależność cech konia i cech opiekuna oraz ich interakcji ze zmienną objaśnianą „satysfakcja z pracy z koniem” wykonano analizę regresji ze składnikiem interakcyjnym. W pierwszym kroku, wycelowano wszystkie zmienne wyjaśniające – cechy konia oraz człowieka. Za pomocą tych zmiennych utworzono składnik interakcyjny dla wszystkich kombinacji par zmiennych dotyczących cech człowieka oraz konia. Wykonane hierarchiczne analizy regresji ze składnikami interakcyjnymi (por. tabela 1) wykazały istotne statystycznie dopasowanie modeli do danych oraz istotny statystycznie współczynnik beta dla modeli interakcyjnych dla poniższych interakcji.

Tabela 1. Hierarchiczne analizy regresji ze składnikami interakcyjnymi

Składniki interakcyjne	R <sup>2</sup>	df	F	p
Aktywność opiekuna i wrażliwość konia	0,102	3	4,883	0,003
Aktywność opiekuna a podporządkowanie konia	0,117	3	5,549	0,001
Aktywność opiekuna i energiczność konia	0,071	3	3,612	0,016
Wytrzymałością opiekuna i energiczność konia	0,117	3	2,661	0,05
Wytrzymałość opiekuna i niepłochliwość konia	0,060	3	3,180	0,027
Lęk rozumianym jako stan opiekuna i wrażliwość konia	0,167	3	7,859	<0,001
Lęk jako stan opiekuna i energiczność konia	0,087	3	4,280	0,007
Lęk jako stan opiekuna i adaptacyjność konia	0,181	3	8,589	<0,001
Lęk jako cecha opiekuna i wrażliwość konia	0,214	3	10,332	<0,001
Lęk jako cecha opiekuna i energiczność konia	0,141	3	6,641	<0,001
Lęk rozumiany jako cecha opiekuna i chęć kontaktu konia	0,138	3	6,478	0,001

Źródło: Opracowanie własne

W celu poznania charakteru interakcji, zmienne odnoszące się do cech konia, występujące w powyżej wymienionych istotnych statystycznie interakcjach, przekształcono na zmienne dychotomiczne wykorzystując medianę jako punkt podziału. Wyłoniono podgrupy koni ocenianych jako konie o niskiej i wysokiej wrażliwości, niskim i wysokim podporządkowaniu, niskiej i wysokiej energiczności, niskiej i wysokiej nieagresywności, niskiej i wysokiej niepłochliwości, niskiej i wysokiej chęci kontaktu z człowiekiem oraz wysokich i niskich zdolnościach w zakresie strategii radzenia sobie. W kolejnym kroku zastosowano porównanie analizy regresji liniowej dla cech człowieka oraz satysfakcji z pracy z koniem w wyróżnionych podgrupach. Poniżej przedstawiono wyniki dla analiz w których, modele regresji liniowej zostały dobrze dopasowane do danych.

Na podstawie wyników analizy regresji (por. tabela 2) stwierdzono, że w przypadku grupy osób oceniających swoje konie jako mniej podporządkowane model regresji jest dobrze dopasowany do danych, na co wskazuje istotny wynik analizy wariancji [ $F(1, 64)=6,373; p=0,014$ ]. W grupie tej relacja ta jest istotna i ujemna [ $Beta=-0,301; p=0,014$ ].

Natomiast, w przypadku osób oceniających swoje konie jako bardziej podporządkowane model regresji nie został dobrze dopasowany do danych, ponieważ analiza wariancji okazała się nieistotna statystycznie [ $F(1,36)=0,522$ ;  $p=0,475$ ]. W przypadku koni o wyższym podporządkowaniu współczynnik beta okazał się nieistotny statystycznie co sugeruje brak związku pomiędzy aktywnością człowieka a satysfakcją z pracy [ $Beta=0,120$ ;  $p=0,475$ ].

Tabela 2. Analiza regresji aktywności opiekuna i satysfakcji z pracy z koniem w zależności od poziomu podporządkowania konia

Współczynniki dla zależności między aktywnością a satysfakcją.								
Grupy	R <sup>2</sup>	Skorygowane R <sup>2</sup>	df	F	Błąd standardowy	Beta	t	p
Niskie Pod.	,091	,076	1	6,373	,312	-,301	-2,525	,014
Wysokie Pod.	,014	-,013	1	,522	,336	,120	,722	,475

Legenda: Pod. – podporządkowanie

Źródło: Opracowanie własne

Ponadto, model regresji liniowej aktywności opiekuna i satysfakcji z pracy z koniem okazał się dobrze dopasowany do danych także, w przypadku grupy osób oceniających swoje konie jako mniej energiczne (por. tabela 3), na co wskazuje istotny wynik analizy wariancji [ $F(1,54)=0,263$ ;  $p=0,037$ ]. W przypadku opiekunów koni o niższej energii relacja ta jest istotna i ujemna [ $Beta = -0,280$ ;  $p=0,037$ ]. Natomiast, w przypadku osób oceniających swoje konie jako bardziej energiczne model regresji nie został dobrze dopasowany do danych, ponieważ analiza wariancji okazała się nieistotna statystycznie [ $F(1,46)=0,263$ ;  $p=0,611$ ]. W przypadku koni o wyższej energii współczynnik beta okazał się nieistotny statystycznie co sugeruje brak związku pomiędzy aktywnością człowieka a satysfakcją z pracy [ $Beta =0,075$ ;  $p=0,611$ ].

Tabela 3. Regresja liniowa aktywności opiekuna i satysfakcji z pracy z koniem w zależności od poziomu energii konia

Współczynniki dla zależności między aktywnością a satysfakcją.								
Grupy	R <sup>2</sup>	Skorygowane R <sup>2</sup>	df	F	Błąd standardowy	Beta	t	p
Niska En.	,078	,061	1	4,591	,368	-,280	-2,143	,037
Wysoka En.	,006	-,016	1	,263	,289	,075	,513	,611

Legenda: En. – Energia

Źródło: Opracowanie własne

Istotnie statystycznie wyniki uzyskano także wykonując regresję liniową łęku jako cechy opiekuna i satysfakcji z pracy z koniem w zależności od poziomu, wrażliwości, energiczności i chęci kontaktu konia

W przypadku grupy osób oceniających swoje konie jako mniej wrażliwe, model regresji jest dobrze dopasowany do danych (por. tabela 4), na co wskazuje istotny wynik analizy wariancji [ $F(1,62)=13,823$ ;  $p<0,001$ ]. W przypadku opiekunów koni o niższej wrażliwości relacja ta jest istotna i ujemna [ $Beta=-,427$ ;  $p<0,001$ ]. Natomiast, w przypadku osób oceniających swoje konie jako bardziej wrażliwe model regresji nie został dobrze dopasowany do danych, ponieważ analiza wariancji okazała się nieistotna statystycznie [ $F(1,38)=0,026$ ;  $p=0,874$ ]. W przypadku koni o wyższej wrażliwości współczynnik beta okazał się nieistotny statystycznie co sugeruje brak związku pomiędzy łękiem jako cechą opiekuna a satysfakcją z pracy [ $Beta= 0,026$ ,  $p=0,874$ ].

Tabela 4. Regresja liniowa łęku jako cechy opiekuna i satysfakcji z pracy z koniem w zależności od poziomu wrażliwości konia

Współczynniki dla zależności między łękiem jako cechą a satysfakcją.								
Grupy	R <sup>2</sup>	Skorygowane R <sup>2</sup>	df	F	Błąd standardowy	Beta	t	p
Niska Wr.	,182	,169	1	13,823	,138	-,427	-3,718	<,001
Wysoka Wr.	,001	-,026	1	,026	,139	,026	,160	,874

Legenda: Wr. – wrażliwość

Źródło: Opracowanie własne

W przypadku grupy osób oceniających swoje konie jako mniej energiczne model regresji jest dobrze dopasowany do danych (por. tabela 5), na co wskazuje istotny wynik analizy wariancji [ $F(1,54)=14,283$ ;  $p<0,001$ ]. W przypadku opiekunów koni o niższej wrażliwości relacja ta jest istotna i ujemna [ $Beta = -0,457$ ,  $p<0,001$ ]. Natomiast, w przypadku osób oceniających swoje konie jako bardziej energiczne model regresji nie został dobrze dopasowany do danych, ponieważ analiza wariancji okazała się nieistotna statystycznie [ $F(1,46)=0,026$ ;  $p=0,873$ ]. W przypadku koni o wyższej wrażliwości współczynnik beta okazał się nieistotny statystycznie co sugeruje brak związku pomiędzy łękiem jako cechą opiekuna a satysfakcją z pracy [ $Beta =-0,024$ ;  $p=0,873$ ].

Tabela 5. Regresja liniowa lęku jako cechy opiekuna i satysfakcji z pracy z koniem w zależności od poziomu energiczności konia.

Współczynniki dla zależności między lękiem jako cechą a satysfakcją.								
Grupy	R <sup>2</sup>	Skorygowane R <sup>2</sup>	df	F	Błąd standardowy	Beta	t	p
Niska En.	,209	,195	1	14,283	,149	-,457	-3,779	<,001
Wysoka En.	,001	-,021	1	,026	,150	-,024	-,160	,873

Legenda: En. – Energiczność

Źródło: Opracowanie własne

W przypadku grupy oceniających swoje konie jako zwierzęta o mniejszej chęci kontaktu z człowiekiem, model regresji jest dobrze dopasowany do danych (por. tabela 6), na co wskazuje istotny wynik analizy wariancji [ $F(1,52)= 26,511$ ;  $p<0,001$ ]. W przypadku opiekunów koni o niższej wrażliwości relacja ta jest istotna i ujemna [ $Beta = -0,581$ ,  $p<0,001$ ]. Natomiast, w przypadku osób oceniających swoje konie jako zwierzęta o większej chęci kontaktu model regresji nie został dobrze dopasowany do danych, ponieważ analiza wariancji okazała się nieistotna statystycznie [ $F(1,48)=1,324$ ;  $p=0, 256$ ]. W przypadku koni o wyższej wrażliwości współczynnik beta okazał się nieistotny statystycznie co sugeruje brak związku pomiędzy lękiem jako cechą opiekuna a satysfakcją z pracy [ $Beta=-0,164$ ;  $p=0, 0, 256$ ].

Tabela 6. Regresja liniowa lęku jako cechy opiekuna i satysfakcji z pracy z koniem w zależności od poziomu chęci kontaktu konia.

Współczynniki dla zależności między lękiem jako cechą a satysfakcją.								
Grupy	R <sup>2</sup>	Skorygowane R <sup>2</sup>	df	F	Błąd standardowy	Beta	t	p
Niska Ch.K.	,338	,325	1	26,511	,124	-,581	-5,149	<,001
Wysoka Ch.K.	,027	,007	1	1,324	,173	,164	1,151	,256

Legenda: Ch.K – chęć kontaktu

Źródło: Opracowanie własne



## **5. Wnioski**

Analizy statystyczne potwierdziły częściowo hipotezę, iż cechy konia są moderatorem relacji między cechami opiekuna a jego satysfakcją z pracy z koniem. Z analiz wynika, iż:

1. im wyższa aktywność człowieka tym mniejsza satysfakcja z pracy z koniem, ale jedynie w grupach osób oceniającej swoje konie jako mniej podporządkowane oraz mniej energiczne;
2. im wyższy lęk opiekuna rozumiany jako jego cecha, tym mniejsza satysfakcja z pracy z koniem, ale jedynie w grupach osób oceniających swoje konie jako mniej wrażliwe, mniej energiczne oraz mniej chętne do kontaktu z innymi ludźmi i końmi.

## **6. Dyskusja wyników**

Analiza wyników potwierdziła hipotezę o zależności o charakterze interakcji między cechami opiekuna i konia w modyfikowaniu odczuwanej satysfakcji z pracy. Wyniki weryfikują pozytywnie założenie innych badaczy o możliwości dopasowania diady koń-jeździec pod względem cech osobowości i temperamentu jako czynnika wpływającego na satysfakcję [5, 25].

Na ich podstawie analiz statystycznych, można przewidywać, że osoby cechujące się wysoką aktywnością, pracujące z końmi o niskim podporządkowaniu oraz niskiej energii, mogą doświadczać obniżonej satysfakcji z pracy z koniem. Może to wynikać z faktu, iż konie nieenergiczne, niechętne do ruchu dostarczają zbyt małej stymulacji w stosunku do zapotrzebowań osób wysoko aktywnych. W związku z powyższym, można podejrzewać, iż dla osób o wysokiej aktywności korzystne pod względem satysfakcji z pracy z koniem jest wybieranie do pracy koni o wysokim podporządkowaniu i wysokiej energii.

Ponadto, na podstawie wyników dotyczących moderowania przez cechy konia relacji pomiędzy lękiem opiekuna a odczuwaną przez niego satysfakcją z pracy z koniem, można przypuszczać, że dla osób przejawiających tendencję do częstego reagowania stanem lęku i napięcia, wskazane jest unikanie koni o niekorzystnych cechach takich jak niska energia, wrażliwość, czy niewielka chęć kontaktu z człowiekiem.

Szczególną rolę lęku człowieka jako zmiennej mającej wpływ na zadowolenie z interakcji z koniem o określonych cechach potwierdziły wcześniejsze badania Axela-Nilssona [6], zgodnie z którymi osoby o niskiej stabilności emocjonalnej (rozumianej między innymi jako tendencja do reagowania lękiem, niepokojem, zniechęceniem) odczuwały poprawę nastroju po współpracy ze spokojniejszymi, mniej aktywnymi końmi, reagującymi zatrzymaniem a nie ucieczką w sytuacji stresowej.

Przeprowadzone badania potwierdzają, że osoby lękowe powinny przywiązywać szczególną wagę do oceny cech konia pod względem ich charakteru i temperamentu.

Powyższe wyniki pozwalają formułować praktyczne wskazówki dla jeźdźców, trenerów, hodowców, dla których dbałość o satysfakcję człowieka pracującego z koniem ma kluczowe znaczenie. Można przypuszczać, że osoby rozpoczynające pracę

z określonym koniem, powinny być także uważne na swoją ewentualną tendencję do przeżywania lęku oraz na swoje cechy temperamentalne takie, jak wysoka aktywność, oraz na dobór właściwego wierzchowca. Prawdopodobnie dla osób o wysokiej aktywności wskazany jest wybór koni o wysokim podporządkowaniu i wysokiej energiczności zaś osoby lękowe powinny zwłaszcza przywiązywać wagę do wyboru konia ze względu na jego cechy takie, jak wysoka energiczność, wrażliwość oraz chęć kontaktu.

## 7. Ograniczenia

Wyniki analiz oraz wynikające z nich wnioski należy traktować z ostrożnością. Przesłanką ku niej jest fakt, iż trafność stworzonej metody do badania satysfakcji z pracy ze zwierzęciem nie została do końca zweryfikowana. Również PETC jest metodą wymagającą zakończenia badań związanych z walidacją i normalizacją testu oraz weryfikacji zaproponowanego przez autorkę podziału cech konia na związane z temperamentem i charakterem [20].

Ponadto, w badaniu mogłyby zostać zebrane dodatkowe dane, które być może przyczyniłyby się do dokładniejszej analizy zależności między koniem, człowiekiem a satysfakcją z pracy z koniem. W dalszych badaniach, dane mogą być uzupełnione o informacje dotyczące charakteru pracy opiekuna z danym wierzchowcem (np. sport, jazda rekreacyjna itd.) jak również o doświadczenie jeźdźcy. Cechy konia pożądane w sporcie i tym samym generujące wysoką satysfakcję z pracy z koniem w tej grupie jeźdźców, mogą stanowić zagrożenie dla jeźdźców-amatorów, a co za tym idzie znacząco wpływać na brak dopasowania konia do jeźdźcy i obniżać satysfakcję z pracy z koniem [6].

Ponadto, w analizach statystycznych, zwraca uwagę fakt, iż obserwowane efekty w nieparametrycznych porównaniach grup nie osiągnęły wysokiego poziomu, i nie wszystkie wskaźniki  $R^2$  w analizie regresji liniowej wykorzystanej do oceny interakcji zmiennych są wysokie.

Zastanawiająca jest również pewna rozbieżność wniosków z niniejszych badań, zgodnie z którymi można zaryzykować stwierdzenie, że osoby lękowe powinny wybierać między innymi konie energiczne a badań Axela-Nilsona [6] zgodnie, z którymi spokój i mniejsza intensywność reakcji konia wpływa korzystnie na emocje człowieka powstające w wyniku interakcji z koniem. Być może, istotnym jest, dokładniejsze zweryfikowanie znaczenia obu konstruktów i ich behawioralnych przejawów podczas pracy człowieka z koniem i zweryfikowanie wniosków np. poprzez połączenie w kolejnych badaniach, oceny charakteru i temperamentu koni zarówno metodą kwestionariuszową jak i poprzez próby behawioralne.

Podsumowując, mimo ograniczeń, powyższe badania wskazują na ważne zależności umożliwiające formułowanie cennych, praktycznych wskazówek dla osób pracujących z końmi oraz inspirują do opracowania dalszych projektów badawczych.

## Literatura

1. Beetz A., Uvnäs-Moberg K., Julius H., Kotrschal A., *Psychosocial and psychophysiological effects of human-animal interactions: the possible role of oxytocin*, *Front Psychol.*, 3 (2012), pozyskano z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3408111/>
2. Julius H., Beetz A., Kotrschal K., Turner D., Uvnäs-Moberg K., *Attachment to Pets*, USA: Hogrefe, 2013
3. Dinges L. J., *The relationship between horse-client personality similarity, attachment, and therapeutic outcome in equine-assisted activities and therapies (Niepublikowana praca magisterska)*, Fresno: College of Health and Human Services California State University, 2015
4. Woodward L. E., Bauer A. L., *People and their pets: a relational perspective on interpersonal. Complementarity and attachment in companion animal owners*, *Society and Animals* 15 (2007), s.169-189
5. Wolframm I. A., Meulenbroek R. G. J., *Co-variations between perceived personality traits and quality of the interaction between female riders and horses*, *Applied Animal Behaviour Science* 139(2012), s. 96-104
6. Axel-Nilsson M., *The Match Between Horse and Rider (Niepublikowana praca doktorska)*, Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences, 2015
7. Zalewska A., *Dwa światy. Emocjonalne i poznawcze oceny jakości życia i ich uwarunkowania u osób o wysokiej i niskiej reaktywności*, SWPS Academica: Warszawa, 2003
8. Strelau J., *Temperament jako regulator zachowania*. Gdańsk: Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne, 2006
9. Elias A., *Temperament a system regulacji stymulacji*, Warszawa: PWN, 1981
10. Klonowicz T., Zawadzka G., *Reactivity and personal control over stimulation supply*, *European Journal of Personality*, 2 (1998), s. 1-10
11. Wrześniewski K., Sosnowski, T., *Inwentarz Stanu i Cechy Lęku. Polska Adaptacja STAI*, Polskie Towarzystwo Psychologiczne, Warszawa 1987
12. Beutel M. E., Glaesmer H., Wiltink J., Marian H., Brahler E., *Life satisfaction, anxiety, depression and resilience across the life span of men*, *The Aging Male*, 13 (2010), s. 32-39
13. Moreno L. L., García J. M., Díaz M. J., Ramiro E. D., *Psycho-social risks and trait anxiety as predictors of stress and job satisfaction.*, *Ansiedad y Estrés*, 12 (2006), s. 89-97
14. Bolliger D., U., Halupa C., *Student perceptions of satisfaction and anxiety in an online doctoral program*, *Distance Education.*, 33 (2012), s. 81-98
15. Gosling S. D., John O. P., *Personality dimensions in nonhuman animals: A Cross-Species Review*, *Current Directions in Psychological Science* 8(1999), s. 69-75
16. Carere C., Locurto C., *Interaction between animal personality and animal cognition*, *Current Zoology*, 57(2011), s.491-498
17. Sih A., Bell A. M., Johnson J. G., Ziemba, R. E., *Behavioural syndromes: An integrative overview*, *The Quarterly Review of Biology*, 79(2004), s. 241-277
18. Carere C., Eens M., *Unravelling animal personalities: How and why individuals consistently differ*, *Behaviour* 142 (2005),s.1155-1163
19. Hausberger M., Roche H., Henry S., Visser E. K., *A review of the human-horse relationship*, *Applied Animal Behaviour Science*, 109(2008), s. 1-24
20. Suwała M., Gorecka-Bruzda A., Walczak M., John Enslinger J., Jezierski T., *A desired profile of horse personality – A survey study of Polish equestrians based on a new*

- approach to equine temperament and character*, Applied Animal Behaviour Science, 180 (2016), s. 65-77
21. Adcock C. J., *The differentiation of temperament from personality*, The Journal of General Psychology (1957), 57, s. 103-112
  22. Neidhart L., Renee, B., *Companion Animal Adoption Study*, Journal of Applied Animal Welfare Science, 5(2002), s. 175-192
  23. Zawadzki B., Strelau J., *Formalna Charakterystyka Zachowania – Kwestionariusz Temperamentu (FCZ-KT): Podręcznik*, Warszawa: Pracownia Testów Psychologicznych PTP, (1997).
  24. Zalewska A., *Skala Satysfakcji z Pracy – pomiar poznawczego aspektu ogólnego zadowolenia z pracy*, Acta Universitatis Lodzianensis. Folia Psychologica, 7(2003), s. 49-58
  25. König von Borstel U., Pasing S., Gauly, M., Christmann L., *Status quo of the personality trait evaluation in horse breeding: Judges' assessment of the situation and strategies for improvement*, Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research 5(2013), s. 326-334

### **Cechy psychiczne konia i jego opiekuna a satysfakcja z pracy z koniem**

Celem badań opisanych w artykule, było poszukiwanie związku pomiędzy cechami temperamentalnymi i lękiem człowieka a satysfakcją z pracy ze zwierzęciem w zależności od temperamentu i charakteru koni. Aby zweryfikować założenia o istnieniu zależności pomiędzy zmiennymi, zbadano grupę 104 jeźdźców trzema technikami: Formalną Charakterystyką Zachowania-Kwestionariuszem Temperamentu, Inwentarzem Stanu i Cechy Lęku oraz Skalą Satysfakcji z Pracy ze Zwierzęciem. Badanych poproszono również o ocenę swoich koni za pomocą Profilu Temperamentu i Charakteru Konia. W wyniku analiz statystycznych potwierdzono przeprowadzenia o moderującym wpływie cech konia na satysfakcję z pracy ze zwierzęciem. Stwierdzono między innymi, iż osoby cechujące się wysoką aktywnością pracujące z końmi o niskim podporządkowaniu oraz niskiej energiczności mogą doświadczać obniżonej satysfakcji z pracy z koniem. Uzyskane rezultaty mogą prowadzić do sformułowania praktycznych wskazówek dotyczących doboru zwierzęcia do człowieka, który zapewniłby opiekunowi wyższą satysfakcję z tej interakcji.

Słowa kluczowe: temperament, lęk, dopasowanie, konie, satysfakcja z pracy ze zwierzęciem

### **The relationship between human and equine temperamental and personality traits and rider's satisfaction with work with horses**

The aim of this study was to analyse associations between human's traits and the satisfaction of rider from work with horses in groups of people working with animals characterised by different traits. In order to find interactions between formation constructs, 104 horse riders and care-givers (89 female, 10 male, 5 unknown) were examined by Formal Characteristics of Behaviour – Temperament Questionnaire, State-Trait Anxiety Inventory, Profile of Equine Temperament and Character, and Satisfaction from Work with Animals Scale. Statistical analyses confirmed that traits of horse temperament and character have moderating influence on the satisfaction from work with the animal. It was found that people with high activity (as a temperamental trait) working with low-submissiveness and low-energy horses, may experience reduced satisfaction from work with horses. The resulting result may lead to the formulation of practical guidelines for the selection of an animal to a person who would provide the carer with greater satisfaction with the interaction.

Keywords: Temperament, fear, match, horses, satisfaction from work with animals

## Koń – zwierzę inteligentne?

### 1. Wstęp

Od początku swojego istnienia, w rozmaitych okolicznościach człowiek stykał się ze zwierzętami. Początkowo odbierane były one jako zagrożenie lub kojarzone z magicznymi wyobrażeniami, czczone i uznawane za święte. Wraz z upływem czasu zainteresowanie światem zwierząt ulegało różnorodnym przemianom, aż nastąpił etap ich udomowienia. W jego efekcie zaczęły być one wykorzystywane jako źródło pokarmu i skór, używano je do pracy lub transportu. Do takich celów służyły m.in. kozy, owce, świnie, bydło czy konie. Oprócz korzyści materialnych, doceniono również takie cechy zwierząt jak inteligencję, umiejętność tworzenia więzi z człowiekiem czy zdolność do uczenia się [1, 2].

Poglądy dotyczące zdolności umysłowych zwierząt, ich przeżyć psychicznych i świadomości przybierały w każdym stuleciu różne postaci, a stosunek do zwierząt zmieniał się wraz z rozwojem nauk, zwłaszcza biologicznych oraz w zależności od aktualnych prądów filozoficznych [1]. Natomiast zagadnienie inteligencji, było przedmiotem zainteresowania psychologii od samego początku jej dziejów [3].

### 2. Poglądy na behavior i właściwości psychiki zwierząt w różnych epokach

Psychiką zwierząt interesował się między innymi Arystoteles, który każdej żywej istocie przypisywał istnienie duszy. Zwierzęta jednak posiadały wyłącznie duszę sensorywną – śmiertelną, a tylko w człowieku znajdowała się nieśmiertelna dusza rozumowa obdarzająca go inteligencją [1, 2].

Stoicy jako pierwsi stworzyli pojęcie instynktu. Odmawiali zwierzętom rozumu oraz inteligencji twierdząc, że ich działaniami kierują wyłącznie popędy mające na celu zaspokojenie określonych dla danego gatunku, naturalnych potrzeb [2].

Na przełomie XVII i XVIII wieku, pod wpływem filozofii René Descartesa (Kartezjusza) zwierzęta traktowano jak maszyny pozbawione rozumu, niezdolne do odczuwania wszelkich bodźców, w tym bólu. Dokonywano wtedy pokazowych wiwisekcji w celu zademonstrowania jak działają narządy wewnętrzne określane „mechanizmami” organizmu [2, 4].

Dopiero powstanie teorii ewolucji okazało się być przełomowym momentem poglądów dotyczących zachowania się zwierząt, w tym problemu ich psychiki. Podejście filozoficzne zostało zastąpione badaniami przyrody dążącymi do poznania jej rzeczywistych praw. W 1872 roku ukazała się monografia Karola Darwina

---

<sup>1</sup> amkniola@gmail.com, Katedra Łąkarstwa i Krajobrazu Przyrodniczego, Wydział Rolnictwa i Bioinżynierii, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

„O wyrazie uczuć u człowieka i zwierząt”, w której między innymi przypisywał on zwierzętom czynności psychiczne podobne do ludzkich oraz porównywał zachowania poszczególnych gatunków i tłumaczył ich celowość [1, 2, 4].

W okresie podarwinowskim, przypadającym na drugą połowę XIX wieku, powstał nowy kierunek w nauce nazwany psychologią zwierząt lub zoopsychologią. Zajmował się on analizą zachowań zwierząt nawiązując do aktualnie panujących kierunków psychologicznych. Twierdzono, że subiektywne przeżycia zwierząt odpowiadają podobnym procesom u ludzi [2, 5].

Uczeń Darwina, G. Romanes, w swojej publikacji z 1882 r. pt. *Animal Intelligence* podjął pierwszą próbę naukowej analizy inteligencji zwierząt, definiując ją jako zdolność do modyfikowania zachowania odpowiednio do zmieniających się warunków środowiska [6]. Zwolennikom zoopsychologii zarzucano jednak bezkrytyczny antropomorfizm, co doprowadziło między innymi do powstania, na początku XX wieku, kierunku zwanego behawioryzmem. Odrzucał on sens zagłębiania się w zjawiska psychiczne i koncentrował się głównie na obserwacjach reakcji zwierząt poddawanych działaniu określonych bodźców oraz procesach uczenia się, stosując różne techniki laboratoryjne [2, 7, 8].

Według neobehawiorystów każde zachowanie człowieka czy zwierzęcia, ukierunkowane było na konkretny cel, a nie opierało się jedynie na zasadzie *bodziec-reakcja*. E. Tolman dostrzegł rolę procesów poznawczych w kształtowaniu zachowań zwierząt [9]. Twierdził, że w umyśle zwierzęcia powstają tzw. mapy poznawcze będące reprezentacją ich otoczenia. Znaczyło to, że zwierzęta uczą się nie tylko jak dotrzeć do pokarmu, ale również położenia tego pokarmu w odniesieniu do innych elementów otoczenia. Gdy poznana droga zostawała zablokowana, zwierzę nie wybierało ścieżki podobnej do niej, ale tę, która najszybciej prowadziła do pokarmu [10].

Jako odpowiedź na antropomorfizm zoopsychologii oraz mechanistyczne poglądy behawiorystów powstała nauka zwana etologią. Jej program opracowali w latach 1930-1950 K.Z. Lorenz i N. Tinbergen. Głównymi przedmiotami badań etologii stały się zachowania instynktowe, problematyka uczenia się i motywacja, a także analiza procesów nerwowych [2].

### 3. Różne interpretacje inteligencji u zwierząt

Wprowadzenie pojęcia inteligencji (łac. *intelligentia*) przypisuje się Cynceronowi, który używał tego słowa do określenia uzdolnień intelektualnych [11].

Pierwsze psychologiczne teorie inteligencji powstały w oparciu o zagadnienie różnic indywidualnych dotyczących zdolności umysłowych u ludzi, biorąc pod uwagę, że charakteryzują się oni odmienną sprawnością myślenia, rozumowania i rozwiązywania problemów. Współcześnie inteligencja określana jest zwykle jako umiejętność przystosowania się do otaczającego środowiska i uczenia się, a także jako tzw. zdolność *metapoznawcza* określająca *rozeznanie we własnych procesach poznawczych* [3].

Poglądy na inteligencję w odniesieniu zarówno do człowieka jak i zwierząt oraz interpretacje jej definicji charakteryzowało zawsze duże zróżnicowanie. Na początku XX wieku, uczony brytyjski C.D. Spearman założył, że inteligencja stanowi ogólny

czynnik, przejawiający się w różnym stopniu we wszystkich zachowaniach człowieka, na który składają się takie procesy jak wnioskowanie i rozumowanie. Psycholog niemiecki W. Stern uważał, że inteligencja to *ogólna zdolność adaptacji do nowych warunków i do wykonywania nowych zadań*, która jest właściwa zarówno człowiekowi jak i zwierzętom. Koncepcja ta nawiązywała do teorii ewolucji, według której dzięki inteligencji zwierzęta posiadają umiejętność przystosowywania się do zmiennych warunków środowiska, tak by zapewnić skuteczne przetrwanie gatunku [12, 13].

Inny pogląd, rozpowszechniony w drugiej połowie XX wieku i reprezentowany m.in. przez szwajcarskiego uczonego J. Piageta, określał inteligencję *jako zdolność rozwiązywania problemów*. Działanie to wymagało zaangażowania wielu procesów umysłowych, takich jak rozumowanie, planowanie, wnioskowanie czy myślenie abstrakcyjne. Z tego względu, ówczesni badacze używali częściej określenia *zachowanie inteligentne* zamiast *inteligencja* [12, 13].

W latach 80. XX wieku psycholog amerykański E. Hunt zdefiniował inteligencję jako specyficzny proces przetwarzania informacji, w który zaangażowane są takie zjawiska jak pamięć robocza czy zasoby uwagi. Takie rozumienie inteligencji jest obecnie bliskie badaczom zajmującym się zagadnieniem inteligencji zwierząt i rozwijanym przez naukę zwaną kognitywistyką [13].

W środowisku naturalnym można znaleźć wiele przykładów zachowań inteligentnych, które są związane głównie ze zdobywaniem pokarmu, unikaniem niebezpieczeństw, ustalaniem hierarchii czy powiązane z zabawą i działaniami eksploracyjnymi. W przypadku gdy dany osobnik znajduje wyjście z nowej i trudnej sytuacji, nie dysponując przy tym żadnym standardowym rozwiązaniem (np. poprzez reakcje instynktowe), jego zachowanie można określić jako „inteligentne”. Pojęcie inteligencji u zwierząt, podobnie jak w przypadku człowieka jest jednak bardzo trudne do określenia ze względu na złożoność procesów, które o niej decydują [1, 8, 14, 15].

Badacze zajmujący się filogenetycznym rozwojem inteligencji, we wszystkich propozycjach dotyczących jej definicji, ukazują jeden wspólny czynnik, którym jest zdolność adaptacji zachowania, zarówno zwierząt jak i ludzi do nowych warunków środowiska i modyfikowania go do swoich potrzeb. Istotną rolę w tym procesie odgrywają zdolności uczenia się i rozwiązywania problemów będące składnikami tzw. inteligencji adaptacyjnej, która określa wiedzę i umiejętności jakie dany osobnik nabywa przez całe życie. Zdolność uczenia się, wyraża się szybkością z jaką zwierzę potrafi zapamiętać nowe zadania. Natomiast zdolność rozwiązywania problemów pozwala na skuteczne usuwanie przeszkód stojących na drodze do celu, często przy pomocy doświadczeń zdobytych w przeszłości. Im osobnik posiada lepszą sprawność w rozwiązywaniu konkretnych zadań, tym potrzebuje na tę czynność mniej czasu. Uczenie się i rozwiązywanie problemów wzajemnie na siebie oddziałują. Często powtarzane zdarzenia zostają zachowane w pamięci, co umożliwia szybszą reakcję w podobnych sytuacjach [9, 13, 16].

Nieodłączną cechą inteligencji jest myślenie, przedstawione przez Sadowskiego jako *złożony proces poznawczy, w wyniku którego spostrzegane przedmioty i zdarze-*

nia są oceniane pod względem ich struktury, funkcji i wzajemnych związków przyczynowo-skutkowych, z uwzględnieniem uprzednio nabytego doświadczenia [5].

W przypadku zwierząt można mówić o myśleniu konkretnym, zwanym również sensoryczno-motorycznym. Szewczuk określił ten typ myślenia jako *odzwierciedlenie stosunków między przedmiotami, które w danej chwili bezpośrednio działają na zwierzę, znajdują się w polu jego zachowania i którymi w różnym stopniu może manipulować*. Każde działanie zwierzęcia natomiast, prowadzące do rozwiązania danego zadania wywołane jest przez czynnik motywacyjny, którym zwykle jest pokarm [14].

Formą inteligentnego zachowania się, opartego na myśleniu konkretnym, jest rozwiązywanie zadań przez uczenie się metodą „prób i błędów”. Jest to najczęściej stosowany sposób wytwarzania instrumentalnych odruchów warunkowych. Uczenie się polega tu na eliminowaniu błędnych działań zwierzęcia i utrwalaniu tych, które prowadzą do osiągnięcia nagrody lub uniknięcia działania nieprzyjemnego bodźca [5, 14].

Interesującą formą myślenia konkretnego jest uczenie się przez wgląd. Jego istotą jest znalezienie wspólnych elementów w nowej i poprzednich sytuacjach. Zwierzę, mające do rozwiązania konkretny problem, po pewnym czasie dostrzega związek między przedmiotami i wykorzystuje go do osiągnięcia celu. Eksperymenty dotyczące uczenia się przez wgląd zostały zapoczątkowane przez W. Köhlera, który aranżował sytuacje zadaniowe badanym szympansom np. aby zdobyć umieszczony wysoko pokarm zwierzęta musiały podstawić skrzynkę lub kilka z nich, stawiając jedną na drugiej. Köhler chciał, by zwierzęta miały do wyboru więcej możliwych rozwiązań, jak również mogły wykorzystywać nabyte doświadczenie [5, 8].

Inny rodzaj myślenia zwany abstrakcyjnym jest charakterystyczny dla człowieka i wiąże się ze zdolnością do tworzenia wyobrażeń oraz pojęć, a także z umiejętnością wytwarzania narzędzi i posługiwania się nimi. Istnienie reprezentacji wyobrazeniowej, gdy obecność danego obiektu zostaje odtworzona w wyobraźni, w oderwaniu od niego, zakłada się również u zwierząt, powołując się na badania nad tzw. reakcją odroczoną. Gdy zwierzę reaguje na dany bodziec po pewnej przerwie czasowej, np. pamięta lokalizację ukrytego pokarmu, może to znaczyć, że przez ten czas zachowało w pamięci jego obraz [8, 17].

W świetle kognitywizmu – nowoczesnego prądu w psychologii, łączącego nauki behawioralne oraz neurofizjologię, zachowania inteligentne u ludzi i zwierząt postrzegane są jako złożone przetwarzanie informacji przez układ neurohormonalny. Podejście kognitywne rozkłada problem tych zachowań na zagadnienia dotyczące procesów poznawczych takich jak myślenie, uczenie się, uwaga, pamięć, percepcja, podejmowanie decyzji, postrzeganie różnic czy tworzenie kategorii. Procesy te uczestniczą w mechanizmach zachowania się zwierząt oraz pozwalają na pobieranie wszelkich informacji ze środowiska ich życia [8, 18].

Jedną z trudności związanych z badaniem inteligencji zwierząt są różnice międzygatunkowe. Eksperymenty porównujące zdolność do rozwiązywania problemów u różnych gatunków, czy ras zwierząt powinny więc brać pod uwagę specyficzne umiejętności danych osobników, wykształcone w toku ewolucji w związku z adaptacją



do środowiska a także cechy wyodrębnione celowo przez człowieka w trakcie hodowli. Odmierna percepcja zmysłowa, zdolności motoryczne czy manipulacyjne mogą bowiem zwiększać lub ograniczać zakres sprawności danego gatunku do wykonywania zadań [8, 19÷21].

#### **4. Cechy odróżniające konie od innych gatunków zwierząt**

Spośród głównych zwierząt hodowlanych – kóz, owiec, bydła i świń, konie zostały udomowione najpóźniej, bo około 4 tys.-5 tys. lat temu. Mimo to odgrywały zawsze znaczącą rolę w ludzkiej historii. Użytkowano je w różnorodny sposób w rolnictwie, transporcie, podczas działań wojennych. Obecnie wykorzystuje się je głównie w rekreacji, sporcie oraz terapii osób niepełnosprawnych. Jednakże, mimo bliskiego związku z człowiekiem pojęcie o zdolnościach umysłowych koni było często błędne lub niewystarczające [22, 23]. Zdaniem obecnych badaczy, zajmujących się szerzej problemami zdolności umysłowych koni, zwierzęta te uczą się podobnie jak inne gatunki zarówno poprzez warunkowanie klasyczne, jak i instrumentalne. Ponadto konie cechuje łatwość rozróżniania bodźców. Interesujące okazały się również badania, które pokazały, iż konie radziły sobie z rozwiązywaniem zadań wymagających bardziej zaawansowanych procesów poznawczych dotyczących min. kategoryzacji przedmiotów [24].

Biologiczny sens zachowań koni uzależniony jest od filogenetycznego rozwoju tego gatunku. Bez znajomości tego zagadnienia nie byłaby możliwa poprawna interpretacja behawioru koni, jak również ocena ich inteligencji. W ewolucji tych zwierząt najważniejszym czynnikiem kształtującym cechy zarówno fizyczne jak i psychiczne były bowiem warunki życia w środowisku naturalnym, na otwartej przestrzeni. Główny cel stanowiło unikanie zagrożeń, zwłaszcza ataków drapieżników. Czynniki takie jak konieczność ciągłego uprzedzania niebezpieczeństw, wrażliwość na najdrobniejsze bodźce oraz gotowość do natychmiastowej ucieczki kształtowały psychikę koni i motywowały je do konkretnych zachowań umożliwiających przetrwanie [25]. Dlatego cechą najlepiej charakteryzującą konia jest jego nadzwyczajna aktywność ruchowa oraz wrażliwość psychiczna, a bezpieczeństwo to najsilniejszy czynnik motywacyjny. Istotną cechą tych zwierząt jest również ich wyraźna indywidualizacja, która może stwarzać trudności w ocenianiu zachowania poszczególnych przedstawicieli tego gatunku [26, 27].

##### **4.1. Zmysły**

Najważniejszym zmysłem koni, który jako pierwszy lokalizuje zagrożenie jest wzrok. Przy dużym polu widzenia koń ma ogromną zdolność wykrywania najmniejszego nawet ruchu. Oczy są położone po bokach głowy, co pozwala mu widzieć w zasięgu około 340°. Nie dostrzega natomiast obszaru bezpośrednio za sobą oraz tuż przed sobą – pomiędzy oczami. Występuje u niego widzenie jednooczne, co znaczy, że każde oko może widzieć odmienne obrazy w tym samym czasie. Widzenie dwuoczne

obejmuje około 60°. Aby dostrzec wyraźnie obiekty koń musi zmienić położenie głowy w związku ze słabą akomodacją, konieczną do ostrego widzenia [24, 27÷29].

Kolejnym ważnym zmysłem jest słuch. Uszy konia spełniają kilka istotnych ról w odbieraniu sygnałów dźwiękowych, w komunikacji między innymi członkami stada oraz są wyznacznikiem nastroju – w zależności od ustawienia małżowin usznych. Mogą obracać się o 180° i poruszać niezależnie od siebie, przez co koń może odbierać kilka bodźców dźwiękowych jednocześnie. Zwierzęta te są szczególnie wrażliwe na podniesiony, ostry ton głosu [28, 29].

Wyostrzony zmysł węchu, odgrywa rolę głównie w kontaktach między osobnikami w stadzie oraz podobnie jak poprzednie zmysły jest kolejną cechą pozwalającą zwierzęciu unikać niebezpieczeństwa. Umożliwia badanie otoczenia, rozpoznawanie osobników oraz wykrywanie ich stanu fizjologicznego – przy użyciu narządu przylemieszowego zawierającego receptory feromonów [28, 30].

Wyjątkowo wrażliwy zmysł dotyku, ma znaczenie szczególnie we wzajemnych relacjach między osobnikami. Ważnymi narządami czucia są wibrysy- długie, sztywne wąsy na pysku, które wraz z ruchliwymi, dobrze unerwionymi i umięśnionymi wargami ułatwiają koniom pobieranie pokarmu oraz umożliwiają chwytanie przedmiotów znajdujących się w ich otoczeniu [21, 25, 28].

Jako zwierzęta kopytne, konie posiadają ubogie zdolności manipulacyjne. Podczas eksploracji otoczenia i aktywnego badania różnych przedmiotów używają najczęściej pyska, zębów oraz przednich kończyn [21].

Różne są upodobania smakowe koni. Zwierzęta te chętniej spożywają pasze słodkie i słone. Preferowanie niektórych smaków jest wykorzystywane w treningu koni, gdy po prawidłowej reakcji konia podaje się konkretny pokarm jako nagrodę. Rasy prymitywne koni, np. koniki polskie czy konie huculskie mają dużą zdolność w wyszukiwaniu roślin o większej wartości pokarmowej, a oprócz tego rozpoznają i omijają gatunki trujące [21, 28].

## **4.2. Instynkt stadny**

Konie są zwierzętami stadnymi o silnym popędzie społecznym. Instynkt stadny ma ogromny wpływ na zachowanie tych zwierząt i ich reakcje. W warunkach naturalnych konie tworzą niewielkie tabuny (haremy), złożone z ogiera oraz klaczy ze źrebkami. Przewodniczką jest zwykle najstarsza klacz, natomiast ogier pełni funkcje przywódcy i obrońcy stada. Wśród koni ustalona jest określona, ścisła i respektowana hierarchia, a podstawą komunikowania się osobników w grupie są informacje przekazywane poprzez ustawienie ciała, zmiany położenia głowy oraz uszu a także sygnały wokalne (tzw. „mowa ciała”). Taki układ gwarantuje bezpieczeństwo i tym samym możliwość przetrwania. Charakterystycznym sygnałem oznaczającym podporządkowanie są ruchy pyska określane jako „przeżuwanie”, przejawiane szczególnie u źrebki i młodych koni, stojących na niższej pozycji w stadzie. W przestrzeganiu hierarchii, znaczną rolę odgrywa nie tylko wiek i siła fizyczna, ale również zdobyte w ciągu życia doświadczenie i inteligencja. Odseparowanie od innych osobników jest dla koni silnym przeżyciem i może powodować wiele zaburzeń behawioralnych [22, 28, 31].

## **5. Zdolności umysłowe koni**

W stosunku do innych gatunków zwierząt inteligencja i zdolności uczenia się koni były w przeszłości tematem wielu rozważań, pozostających jednak głównie na poziomie anegdotycznym [19]. Postrzegane były one zazwyczaj jako zwierzęta mało inteligentne o zachowaniach opartych głównie na reakcjach instynktowych i umiejętności uczenia się jedynie na zasadzie warunkowania klasycznego. Twierdzono, że brak im zaawansowanych umiejętności poznawczych oraz posiadają ubogie zdolności wizualne [24].

Podczas różnych sposobów szkolenia, zachowania koni kształtuje się wykorzystując mechanizmy warunkowania klasycznego i sprawczego. W wyniku warunkowania klasycznego zwierzęta wykazują reakcje odruchowe na bodźce warunkowe, które pierwotnie nie miały dla nich znaczenia. W odróżnieniu od występującego automatycznie warunkowania klasycznego, warunkowanie sprawcze przebiega celowo. Zwierzę tak operuje otoczeniem, by uzyskać w efekcie nagrodę lub uniknąć negatywnego doznania [24, 25, 27]. Użycie pozytywnego wzmocnienia po uzyskaniu każdego pożądanego zachowania podnosi prawdopodobieństwo jego powtórzenia w przyszłości. Ponadto zwiększa motywację zwierzęcia, wzmacnia zaufanie w stosunku do opiekuna a także zapobiega wystąpieniu problemów behawioralnych. Dlatego szkolenia koni w celu zbadania ich zdolności poznawczych są oparte głównie na pozytywnych wzmocnieniach [24, 25, 32]. Na zdolność do uczenia się nowych zadań wpływ ma również czas trwania treningu. Badania wykazały, że częste, głównie codzienne, treningi koni, zwłaszcza bardzo młodych osobników oraz odstępianie od długotrwałych (kilkudniowych) przerw w pracy, powodują że zwierzęta te robią mniej błędów i znacznie szybciej się uczą [33].

Umiejętność różnicowania u koni stwierdzono w latach 30 XX wieku i aktualnie używa się jej w różnych testach badających zdolności umysłowe koni. Powtarzając dane zadania, koń uczy się rozróżniać cechy bodźca, np. wysoki lub niski dźwięk, znaczenie niektórych słów oraz kształty figur geometrycznych i wielkości. Dzięki wyjątkowej zdolności kojarzenia bodźców różnicujących, spostrzegawczości oraz wrażliwości zmysłów konie z łatwością rozpoznają sytuację, w której się znajdują i reagują na nią w odpowiedni sposób [25, 34]. Świadczył o tym przypadek konia, który „umiał” liczyć, opisany w 1907 roku. Koń, zwany Mądrym Hansem, potrafił, jak twierdził jego treser, podawać wyniki różnych działań matematycznych polegających na dodawaniu, odejmowaniu, mnożeniu i dzieleniu napisanych liczb. Koń wystukiwał kopytem prawidłową odpowiedź, nawet wtedy gdy zadania przedstawiała obca mu osoba. Sprawą zainteresował się psycholog Oscar Pfungst, który przez swoje eksperymenty wykazał, że zwierzę nie patrzyło na napisane liczby ale na osoby, które znajdowały się w pobliżu. Kiedy nikogo nie widział lub dana osoba nie znała prawidłowej odpowiedzi, stukał kopytem przypadkową liczbę razy. Koń nauczył się bowiem wykrywać sygnały dawane przez ludzi obserwujących ruch jego kopyta i oczekujących, że wykona właściwą liczbę uderzeń. Dzięki ich nieznacznym gestom i mimice koń wiedział kiedy przerwać „liczenie” [16, 25].

Badania dotyczące różnicowania pokazały, że konie były w stanie rozróżnić od siebie różnokolorowe pojemniki z paszą, jak również nauczyć się, w którym z nich znajduje się pokarm po zamianie kolorów lub miejsc. Zmiany przestrzenne okazywały się jednak w większym stopniu czytelne dla koni niż zmiany o charakterze wizualnym [19, 23, 24, 35].

Na podstawie kolejnych badań stwierdzono, iż konie mogą nauczyć się rozróżniania kilkudziesięciu par czarno-białych wzorów i figur o różnym kształcie. Podczas testów pozytywny wybór wzoru z każdej pary był zawsze nagradzany [24, 36]. Przeprowadzano również próby badania umiejętności uczenia się u koni w labiryntach o zmieniających układach. Stwierdzono, że konie dobrze radzą sobie z rozwiązywaniem nowych problemów, polegających na znalezieniu właściwej drogi prowadzącej do pokarmu [19, 36].

Umiejętność kategoryzacji u koni sprawdziło niewielu badaczy. Hanggi wykazała, że konie potrafią odróżnić dwuwymiarowe i trójwymiarowe figury należące do różnych kategorii np. figur geometrycznych, liter, postaci, roślin [24, 36].

Łatwość, z jaką konie różnicują ułatwia nie tylko badanie ich umiejętności poznawczych, ale również zdolności percepcyjnych, głównie wizualnych, np. ostrości widzenia lub odróżniania kolorów. Dzięki temu stwierdzono, iż konie odróżniają takie kolory jak czerwony i niebieski oraz żółty i zielony – chociaż w nieco mniejszym stopniu, od różnych odcieni szarości [23, 24].

Konie potrafią dostosować swoje zachowanie by odnieść określoną korzyść. Badania dostarczają informacji, że nie mogąc znaleźć rozwiązania problemu związanego z dostaniem się do pokarmu, wysyłają do ludzi sygnały za pomocą wzroku, dotyku, czy ustawienia ciała. Zwierzęta te potrafią również odczytywać komunikaty od ludzi wysłane poprzez gesty – wskazanie ręką czy ruchem głowy i powiązać je z lokalizacją ukrytego pokarmu, np. pod pojemnikiem [22, 36, 37]. Najnowsze badania odnośnie sposobów komunikowania się koni z ludźmi pokazały, że zwierzęta te rozumieją również skutki swoich wyborów. Po dwutygodniowym okresie szkolenia badane osobniki nauczyły się przekazywać swoje potrzeby właścicielom, poprzez podejście do właściwej tablicy z symbolem określającym czy zwierzęciu ma zostać nałożone okrycie, czy powinno zostać ono zdjęte. Testy w różnych warunkach meteorologicznych potwierdziły, że wybór symboli nie był przypadkowy. Ponadto, konie które miały już nałożoną derkę podchodziły i dotykały nosem symbolu „bez zmiany” [38].

Nieodłączną rolę w procesach poznawczych u koni odgrywa pamięć, zarówno krótkotrwała jak i długotrwała, bez której rozwiązywanie trudniejszych problemów przez te zwierzęta byłoby niemożliwe. Aby przetrwać, konie zmuszone były zapamiętywać najdrobniejsze szczegóły z otaczającego je środowiska. Szczególnie trwale w pamięci zachowują one przeżycia związane z bólem, strachem, czy niewygodą [24, 39]. Istnieje wiele opisanych przypadków niezwykłej pamięci u koni. Potrafią one rozpoznawać, nawet po znacznym upływie czasu, wiele osób z otoczenia – rozróżniać ich twarze i głosy oraz powiązać z nimi pozytywne lub negatywne doświadczenia. Dotychczasowe badania wskazywały, iż konie pamiętały zadania wykonywane w labi-

ryncie po upływie tygodnia, a testy polegające na rozróżnianiu figur i znaków – po kilku miesiącach. Natomiast, eksperymenty przeprowadzane w związku z pamięcią krótkotrwałą ukazywały różnorodne wyniki, gdyż jedne konie nie potrafiły przypomnieć sobie położenia pokarmu po kilkusekundowym opóźnieniu, a inne znajdowały go nawet po upływie jednej minuty [22, 36, 40].

Poprzez badania reakcji odroczonej sprawdza się, czy w pamięci krótkotrwałej zwierzęcia wytworzona została reprezentacja danego bodźca. Zdaniem wielu badaczy pamięć krótkotrwała jest niezwykle ważnym mechanizmem bieżącego przetwarzania informacji oraz bierze udział w złożonych procesach poznawczych, dlatego od jej pojemności może zależeć inteligencja danego osobnika [3, 16, 17, 41].

Podczas przeprowadzonych do tej pory eksperymentów związanych z zapamiętywaniem krótkotrwałym u koni, wykonywały one zadania polegające na odnalezieniu wcześniej zademonstrowanego, a następnie ukrytego obiektu z paszą. Zwierzę musiało więc wytworzyć w pamięci jego obraz i lokalizację w przestrzeni, od momentu gdy zniknął z pola percepcji do chwili gdy został odnaleziony. Badając tą metodą zdolności umysłowe u kuców i osłów stwierdzono, iż wiedza na temat ukrytych obiektów pozostawała u tych zwierząt, nawet gdy stawały się niedostępne dla ich percepcji. Badanym osobnikom pozwalano szukać paszy natychmiast po zwolnieniu z uwiązania oraz po 10 sekundowym opóźnieniu. Zwierzęta prawidłowo odnajdywały pokarm w każdej sytuacji [23]. Murphy badał reakcje koni w labiryncie mającym kształt litery Y, stosując odroczenie od 3 do 12 sekund. Wykazał on, iż konie w ponad 90% dokonywały poprawnych wyborów pamiętając położenie pokarmu. Badacz ten zasugerował również, iż pamięć krótkotrwałą można wyćwiczyć, gdyż w kolejnych testach zwierzęta znacznie poprawiły swoje wyniki [42]. Hanggi, która zastosowała odroczenie od 5 do 30 sekund stwierdziła, iż konie wykorzystują pamięć krótkotrwałą do rozwiązywania problemów związanych z chwilowym ukryciem pokarmu. Badane przez nią osobniki wybierały poprawną lokalizację po każdym odroczeniu [40].

Nie stwierdzono do tej pory jednoznacznie czy konie potrafią uczyć się przez naśladowanie, polegające na wykonywaniu działań podobnych do tych, które zostały zaobserwowane u innych osobników. Mimo to uważa się, iż interakcje społeczne są istotnym czynnikiem ułatwiającym naukę nowych zachowań, zwłaszcza młodym koniom. Dlatego często utrzymywane są one razem ze starszymi i bardziej doświadczonymi końmi oraz towarzyszą im podczas pracy, treningu lub czynności związanych z obsługą, gdyż wielu hodowców i trenerów jest zdania, że w pozytywnym stopniu wpływa to zarówno na efekty uczenia się jak również na zrównoważenie emocjonalne koni [19, 24, 36, 43].

## **6. Podsumowanie**

Od początku udomowienia koni, różnorodne sposoby użytkowania i utrzymywania, jak również prowadzona praca hodowlana nie zmieniły szczególnego behawioru tych zwierząt. Konie dostosowały się do środowiska przekształconego przez człowieka, ale ich potrzeby i reakcje są wciąż takie same jak u ich dzikich przodków. Ta adaptacja do zmieniających się warunków, duża sprawność narządów zmysłów oraz wyjątkowa

sposrzegawczość i pamięć, jak również zdolność szybkiego kojarzenia bodźców i uczenia się mogą świadczyć o inteligencji koni [19, 25, 28].

Aktualnie ciągle wzrasta zainteresowanie badaczy zagadnieniami obejmującymi wiele obszarów związanych ze zdolnościami umysłowymi koni. W ciągu ostatnich kilku lat znacznie zwiększył się poziom wiedzy na temat procesów poznawczych u tych zwierząt oraz sposobu postrzegania przez nie otaczającego świata. Mimo to, wciąż trudno jest ustalić co właściwie jest miarą inteligencji nie tylko u koni ale i u innych zwierząt, gdyż składają się na nią nie tylko różnorodne czynniki związane ze zdolnościami poznawczymi i ich behawiorem, ale także specyficzne cechy charakteryzujące określony gatunek, jak również wpływy genetyczne i środowiskowe. Dlatego zagadnienie inteligencji, umiejętności uczenia się i zapamiętywania wymaga zastosowania dalszych, szczegółowych badań [24, 36, 44, 45].

## Literatura

1. Pisula W., *Psychologia zachowań eksploracyjnych zwierząt*, Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne Sopot (2003)
2. Korpikiewicz H., *Biokomunikacja*, Wydawnictwo Naukowe UAM Poznań (2011)
3. Nęcka E., *Inteligencja. Geneza, struktura, funkcje*, Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne Gdańsk (2003)
4. Lachapelle S., Healey J., *On Hans, Zou and the others: wonder animals and the question of animal intelligence in early twentieth-century France*, *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 41 (2010), s. 12-20
5. Sadowski B., *Biologiczne mechanizmy zachowania się ludzi i zwierząt*, PWN Warszawa (2007)
6. Babij A., Babij A., *Romanes. Religia a nauka*, *Filozoficzne Aspekty Genezy*, t. 6/7 (2009/2010)
7. Szulc M., *Historia badań procesów poznawczych i pamięci w zwierzęcych modelach chorób człowieka*, *Nowiny Lekarskie* 73, 3 (2004), s. 253-257
8. Kaleta T., *Zachowanie się zwierząt. Zarys problematyki*, Wydawnictwo SGGW Warszawa (2003)
9. Sternberg R. J., *Psychologia poznawcza*, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne Spółka Akcyjna Warszawa (2001)
10. Pisula W., *Psychologia poznawcza*, ACADEMICA Wydawnictwo SWPS, PWN Warszawa (2006)
11. Strelau J., *Temperament i Inteligencja*, [W:] *Psychologia ogólna*, Red. Tomaszewski T., PWN Warszawa (1995)
12. Strelau J., *Inteligencja człowieka*, Wydawnictwo Żak Warszawa (1997)
13. Strelau J., *Psychologia różnic indywidualnych*, Wydawnictwo Naukowe Scholar Warszawa (2006)
14. Szewczuk W., *Podstawy psychologii. Podręcznik akademicki*, Wyższa Szkoła Społeczno-Ekonomiczna Fundacja Innowacja Warszawa (2000)
15. Roth G., Dicke U., *Evolution of the brain and intelligence*, *TRENDS in Cognitive Sciences*, Vol. 9 No.5 (2005), s. 250- 257
16. Coren S., *Inteligencja psów*, Wydawnictwo Książka i Wiedza Warszawa (2001)
17. McLean A. N., *Short-term spatial memory in the domestic horse*, *Applied Animal Behaviour Science*, 85 (2004), s. 93-105
18. Shettleworth S. J., *Animal cognition and animal behaviour*, *Animal Behaviour*, 61 (2001), s. 277-286
19. Murphy J., Arkins S., *Equine learning behaviour*, *Behavioural Processes*, 76 (2007), s. 1-13

20. Nęcka E., Orzechowski J., Szymura B., *Psychologia poznawcza*, PWN Warszawa, ACADEMICA Wydawnictwo SWPS (2006)
21. McGreevy P., *Equine behaviour*, Licensing Agency Ltd., 90 Tottenham Court Road, London W1T 4LP (2004)
22. Proops L., McComb K., *Attributing attention: the use of human-given cues by domestic horses (Equus caballus)*, *Animal Cognition*, 13 (2010), s. 197-205
23. Łojek J., Łojek A., *Tematyka konferencji „International Equine Science Meeting w Regensburgu (cz. I)*, *Przegląd Hodowlany*, 2 (2009), s. 22-26
24. Hanggi E. B., *The Thinking Horse: Cognition and Perception Reviewed*, *Proceedings American Association of Equine Practitioners*, 51 (2005), s. 246- 255
25. Skorupski K., *Psychologia treningu koni*, PWRiL Warszawa (2006)
26. Ignor J., Śliwka K., *Behawioryzm bez tajemnic*, *Hodowca i Jeździec*, 3 (2010), s. 84-87
27. Miller R. M., *Sekrety końskiego umysłu*, Galaktyka Spółka z o.o. Łódź (2004)
28. Jodkowska E., *Warunki przetrwania koni w środowisku naturalnym*, *Hodowca i Jeździec*, 3 (2006), s. 10-16
29. McBane S., *Horse Senses*, Manson Publishing/The Veterinary Press, London UK (2012)
30. Filonowicz B., *Czy mówisz po końsku? Cz. 3*, *Koń Polski*, 7 (2004), s. 30-32
31. Jaworski Z., *Formowanie się tabunów w rezerwatowej hodowli konika polskiego w Popielnie*, *Zeszyty Naukowe Przeglądu Hodowlanego 25 Chów i hodowla koni*, PTZ Warszawa (1996)
32. McCall C. A., *Making equine learning research applicable to training procedures*, *Behavioural Processes*, 76 (2007), s. 27-28
33. Kusunose R., Yamanobe A. *The effect of training schedule on learned tasks in yearling horses*, *Applied Animal Behaviour Science*, 78 (2002), s. 225-233
34. McCall C. A., *A review of Learning Behavior in Horses and its Application in Horse Training*, *Journal of Animal Science*, 68 (1990), s. 75-81
35. Hall C., *The impact of visual perception on equine learning*, *Behavioural Processes*, 76 (2007), s. 29-33
36. Brubaker L., Udell M. A. R., *Cognition and learning in horses (Equus caballus): What we know and why we should ask more*, *Behavioural Processes*, 126 (2016), s. 121-131
37. Lovrovich P., Sighieri C., Baragli P., *Following human-given cues or not? Horses (Equus caballus) get smarter and change strategy in a delayed three choice task*, *Applied Animal Behaviour Science*, 166 (2015), s. 80-88
38. Mejdell C. M., Buvik T., Jørgensen G. H. M., Bøe K. E., *Horses can learn to use symbols to communicate their preferences*, *Applied Animal Behaviour Science*, 184 (2016), s. 66-73
39. Christensen J. W., Zharkikh T., Chovaux E., *Object recognition and generalisation during habituation in horses*, *Applied Animal Behaviour Science*, 129 (2011), s. 83-91
40. Hanggi E. B., *Short- term memory testing in domestic horses: experimental design plays a role*, *Journal of Equine Veterinary Science*, 30 (2010), s. 617-623
41. Matzel L. D., Kolata S., *Selective attention, working memory, and animal intelligence*, *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 34 (2010), s. 23-30
42. Murphy J., *Assessing equine prospective memory in a Y-maze apparatus*, *The Veterinary Journal*, 181 (2009), s. 24-28
43. Peerstrup Ahrendt L., Winther Christensen J., Ladewig J., *The ability of horses to learn an instrumental task through social observation*, *Applied Animal Behaviour Science*, 139 (2012), s. 105-113
44. Sigurjónsdóttir H., *Equine learning behaviour: The importance of evolutionary and ecological approach in research*, *Behavioural Processes*, 76 (2007), s. 40-42
45. Hanggi E. B., *Rotated object recognition in four domestic horses (Equus caballus)*, *Journal of Equine Veterinary Science*, 30 (2010), s. 175-186

## Koń – zwierzę inteligentne?

Konie zostały udomowione około 5 tys. lat temu i odgrywały zawsze znaczącą rolę w ludzkiej historii. Użytkowano je w różnorodny sposób w rolnictwie, transporcie, podczas działań wojennych. Obecnie wykorzystuje się je głównie w rekreacji, sporcie oraz terapii osób niepełnosprawnych. Mimo to, pojęcie o zdolnościach umysłowych koni było często błędne lub niewystarczające. Postrzegane były one zazwyczaj jako zwierzęta mało inteligentne o zachowaniach opartych głównie na reakcjach instynktowych i umiejętności uczenia się jedynie na zasadzie warunkowania klasycznego. Twierdzono, że brak im zaawansowanych umiejętności poznawczych oraz posiadają ubogie zdolności wizualne.

W ewolucji koniowatych najważniejszym czynnikiem kształtującym ich cechy fizyczne i psychiczne były warunki życia w środowisku naturalnym, na otwartej przestrzeni. Unikanie zagrożeń, zwłaszcza ataków drapieżników, było głównym celem tych zwierząt. Bez znajomości tych zagadnień nie byłaby możliwa poprawna ocena ich inteligencji w porównaniu do innych gatunków zwierząt.

Aktualnie wzrósł znacząco poziom wiedzy na temat zdolności umysłowych koni oraz sposobu postrzegania przez nie otaczającego świata. Badania pokazały, że konie cechuje łatwość w rozróżnianiu bodźców, szybkość uczenia się, dobra pamięć oraz radzenie sobie z rozwiązywaniem zadań wymagających bardziej zaawansowanych procesów poznawczych dotyczących min. kategoryzacji przedmiotów. Mimo to, zagadnienie inteligencji oraz behawioru koniowatych potrzebuje dalszych, szczegółowych badań.

W pracy przedstawiono najważniejsze zagadnienia dotyczące zdolności poznawczych koni oraz poglądy odnośnie inteligencji zwierząt i właściwości ich psychiki w różnych epokach.

Słowa kluczowe: inteligencja zwierząt, inteligencja adaptacyjna, zdolności poznawcze koni, umiejętność uczenia się

## Horse – an intelligent animal?

Horses were domesticated around 5000 years ago and they have a rich history in their relationship with humans. Across different cultures and eras they have been utilized for work, agriculture, companionship and during the war. Today, horses are a common domestic animal often used for sport, companionship, therapy and in a variety of working roles. Nevertheless, cognition, perception and intelligence in horses has often been misunderstood. Not only in the past but even today, people claim that horses react only by instinct, that they are just conditioned-response animals, that they lack advanced cognitive ability, and that they have poor visual capabilities.

The attributes that characterize the horse are the results of a long evolutionary history. Horses have evolved from prey animals to live on open grasslands. Their behaviour and physical characteristics are adapted to an open habitat where predator avoidance was achieved by spotting them in good time and running away. These factors make it difficult to measure the intelligence of the horse and compare it with other species.

Nowadays, research into equine cognition and perception has made significant advances. The research that is available, suggest that horses perform very successfully on a range of cognitive tasks including discriminative learning, memorization, categorization learning and concept formation. Despite this, many areas of horse cognition and learning remain unexplored. There is still much to be learned about the behaviour and intelligence of horses from a scientific perspective. This paper presents current research within several areas of horse cognition as well as contains a historical overview of the most important views on animal intelligence and their *mental abilities*.

Keywords: animal intelligence, adaptive intelligence, equine cognition, learning abilities



## Choroby grzybowe zbóż – przyczyny i skutki

### 1. Wstęp

Choroby grzybowe są ważnym czynnikiem ograniczającym plonowanie zbóż. Straty plonu, które wynikają z porażenia roślin przez te patogeny sięgają około 15-20%, ale w przypadku wystąpienia ich w dużym stopniu, straty mogą sięgać nawet 50% [1÷3]. Do ważnych gospodarczo chorób zbóż zalicza się mączniaka prawdziwego, rdzę brunatną, żdźbłową i żółtą, septoriozę liści i plew oraz fuzariozy. Zboża są zbyt często uprawiane po sobie, co powoduje wzrost zagrożenia roślin ze strony patogenów gromadzących się i żyjących w glebie [4]. W pewnym stopniu można ograniczyć ich występowanie poprzez zastosowanie właściwego płodozmianu oraz doboru odmian o dużej odporności na patogeny [5÷7]. Zmianowanie jest najbardziej racjonalnym czynnikiem agrotechnicznym ograniczającym występowanie tych chorób [8]. Czynnikiem, który w dużym stopniu determinuje występowanie chorób grzybowych są warunki pogodowe, na które nie mamy wpływu. Choroby grzybowe przyczyniają się nie tylko do spadku plonowania ale również pogarszają jego jakość [9]. Celem niniejszej pracy jest przedstawienie przyczyn i skutków występowania chorób grzybowych w zbożach na podstawie przeglądu literatury.

### 2. Ważniejsze choroby grzybowe zbóż

**Mączniak prawdziwy zbóż** – *Blumeria graminis*, występuje na terenie całego kraju i atakuje wszystkie gatunki zbóż, a także niektóre gatunki traw. Patogen zimuje w postaci owocników, owocniki te wiosną (wskutek pęknięcia) uwalniają zarodniki, które powodują infekcję. Szybki rozwój choroby następuje w okresie późnowiosennym i letnim. Na liściach, pochwach liściowych, a czasem również na kłosach pojawia się biały lub szarobiały nalot. Z czasem nalot ten ciemnieje a na jego powierzchni pojawiają się liczne czarne punkty – owocniki grzyba. Choroba opanowuje najpierw liście dolne, następnie stopniowo górne, a w sprzyjających warunkach może opanować całą roślinę łącznie z kłosem. Porażone liście przedwcześnie zasychają, przy silnej presji patogenu mogą zamierać całe rośliny [10]. Rozprzestrzenianiu choroby sprzyja wilgotna pogoda. Wskutek porażenia przez tą chorobę obniża się jakość ziarna, mniejsza masa 1000 ziaren [11, 12].

**Fuzarioza kłosów** – *Fusarium*, jest najbardziej rozpowszechnioną chorobą w uprawie pszenicy. Powodowana jest przez grzyby należące do rodzaju *Fusarium* głównie *F. culmorum* i *F. graminearum* [13, 14]. Występuje w wszystkich gatunkach zbóż w naszej strefie klimatycznej (pszenica, żyto, pszenżyto, owies, jęczmień, kukurydza).

---

<sup>1</sup> mwyznaska@iung.pulawy.pl, Zakład Uprawy Roślin Zbożowych, Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach

Choroba ma największe znaczenie w uprawie pszenicy (fuzarioza kłosów) [15]. Grzyby z rodzaju *Fusarium* prócz fuzariozy kłosów mogą powodować także szereg innych chorób: zgorzel siewek, zgniliznę korzeni czy zgorzel podstawy źdźbła [16÷20]. Zainfekowanie kłosów przez *Fusarium* spp. skutkuje obniżką plonu oraz pogorszeniem jakości ziarna, poprzez zanieczyszczenie go szkodliwymi mikotoksynami [21÷25].

**Łamliwość podstawy źdźbła i traw** – *Pseudocercospora herpotrichoides*, w początkowym okresie tej choroby obserwuje się niewielkie, wydłużone, brązowe plamy występujące na pochwach liściowych. W fazie kłoszenia, a zwłaszcza kilka tygodni przed zniwami na dolnym międzywęźlu źdźbła pojawiają się łatwe do rozpoznania objawy w postaci plam. Bardzo często kilka plam zlewa się i przybiera nieregularny kształt. Plamy mogą mieć także ciemniejsze brzegi. Przy silnym porażeniu wewnątrz źdźbła rozwija się biała, a później szarzejąca grzybnia [26÷28].

**Zgorzel podstawy źdźbła** – *Gaeumannomyces graminis* var. *Tritici*, czyli podsuszka, to jedna z ważniejszych chorób pszenicy, występująca na terenie całego kraju. Na polu choroba występuje placowo a rośliny w tych miejscach często są mniejsze i jaśniejsze. Objawy chorobowe można szczególnie zobaczyć w okresie wiosennym lub przed kłoszeniem. Porażone rośliny posiadają bielejące kłosa o bardzo małych ziarniakach lub całkowitym ich braku. Przy dużej wilgotności na podstawach porażonych źdźbeł obserwowane są czarne kuleczki, które są owocnikami patogenu. Korzenie boczne, wskutek porażenia tą chorobą stopniowo zamierają [26, 5].

**Rdza brunatna** – *Puccinia recondita*, charakteryzuje się rdzawo-brązowymi skupieniami zarodników, występującymi przede wszystkim na górnej stronie liści (rzadziej na dolnej). Choroba ta dotyka przede wszystkim pszenicy ozimej i jarej ale także pszenżyta ozimego i jarego. Źródłem infekcji są pozostawiane często na polu resztki poźniwne. Przy sprzyjających warunkach infekcja bardzo szybko się rozwija, a rdza pokrywa liście w całości. Taki rozwój choroby powoduje żółknięcie liści i ich zamieranie. Zniżki plonu spowodowane przez tę chorobę mogą wynosić nawet 50%.

**Rdza żółta** – *Puccinia striiformis*, w dużym stopniu zależna jest od warunków pogody. Choroba ta charakteryzuje się dużymi wymaganiami odnośnie wilgoci i jest wrażliwa na wahania temperatur (szczególnie w długim okresie inkubacji). Do tej pory rdza żółta pojawiała się w Polsce sporadycznie i nie była większym problemem. Jednak w ostatnich latach obserwuje się większe nasilenie występowania rdzy żółtej na pszenicy i niektórych formach pszenżyta, zwłaszcza w północno-zachodnich częściach naszego kraju [29].

**Septorioza liści** – *Septoria tritici*, to choroba objawiająca się żółtymi, rudymi i brunatnymi plamami na liściach, które mogą występować w każdej fazie wzrostu. Dotyka ona większości zbóż, jednak najczęściej obserwuje się jej występowanie na pszenicy, pszenżycie czy też życie (rzadko). Patogen w postaci utajonej, której rolnik nie jest w stanie zauważyć utrzymuje się dość długo. Później na siewkach pojawiają się plamy a liście zamierają przedwcześnie nie dając roślinie szansy na prawidłowy wzrost i rozwój.

**Brunatna plamistość liści** – *Pyrenophora tritici repentis*, początkowo pojawia się na liściach w postaci czarnych cętek, które stopniowo powiększają się. Rozwój choroby

powoduje zlewanie się plam i powstawanie rozległych nekroz, co prowadzi do zamierania całej blaszki liściowej. Nekrozy pojawiają się także na porażonych źdźbłach. Pojawienie się choroby na kłosach, prowadzi do ich bielienia i zamierania a zainfekowane ziarniaki są żółte lub brązowe.

### 3. Przyczyny i skutki występowania chorób grzybowych w zbożach

#### 3.1. Przyczyny chorób grzybowych zbóż

W ostatnich latach choroby grzybowe zbóż występują w wielu rejonach świata i są uważane za jeden z głównych czynników wpływających na wielkość i jakość uzyskanych plonów. W ciągu całego okresu wegetacji rośliny zbożowe atakowane są przez wiele patogenów. Za podstawową przyczynę występowania chorób grzybowych uważa się ograniczone zmienowanie na polu. Na ogół zboża uprawiane są po sobie a to skutkuje nagromadzeniem się chorobotwórczych patogenów w glebie [30÷34]. Na występowanie chorób grzybowych mają wpływ także uproszczenia w uprawie roli [35], wysoki poziom nawożenia azotem oraz uprawa w monokulturze [36]. Wielu autorów [37, 38] wskazuje, że systemy bezorkowe prowadzą do nasilenia występowania chorób podstawy źdźbła i korzeni zbóż. Przyczynę najczęściej wskazują w resztkach poźniwnych zbóż oraz w korzeniach chwastów pochodzących z rodziny traw. Resztki poźniwne pozostawione na polu sprzyjają utrzymaniu wilgotności i wyższej temperatury w warstwie gleby 10-15 cm, w której patogeny są najbardziej aktywne [39, 40]. Jednym z najważniejszych czynników, który ma wpływ na występowanie chorób grzybowych jest przebieg warunków pogody w okresie wegetacji [41, 42].

#### 3.2. Skutki występowania chorób grzybowych zbóż

Choroby wywołane przez grzyby są niezwykle istotnym czynnikiem biologicznym wpływającym na wielkość i jakość uzyskanych plonów. Wywołują one szereg niepożądanych skutków, które wpływają na obniżenie plonowania, a także pogarszają jakość ziarna [43, 36]. Zniżka plonu ziarna, która wynika z porażenia roślin przez patogeny sięga 15-20%, a w przypadku gdy występuje silne porażenie dochodzi do 50% lub więcej [1÷3]. Czembor i Czembor [44, 45], stwierdzili, że występowanie mączniaka prawdziwego w zasiewach jęczmienia prowadzi do 10% obniżenia plonu ziarna. W przypadku pszenżyta ozimego spadki plonu wynosiły 15-20% [46, 47]. Jedną z groźniejszych chorób grzybowych występujących w zasiewach zbóż jest fuzarioza kłosów. Powoduje obniżenie plonowania, wynikające z mniejszego ciężaru 1000 ziaren, liczby ziaren z kłosa i masy ziaren z kłosa. Grzyby powodują zmniejszenie wartości handlowej i konsumpcyjnej plonu, ponadto mają zdolność tworzenia mikotoksyn, skutkiem czego jest akumulacja toksyn w ziarnie jeszcze przed żniwami. Do najbardziej mikotoksynotwórczych gatunków zalicza się *F. graminearum* i *F. culmorum*. Mikotoksyny nie tylko są szkodliwe dla ludzi i zwierząt, ale też wykazują działanie fitotoksyczne. Negatywny wpływ na rośliny przejawia się zamieraniem komórek, zahamowaniem wzrostu, chlorozami, powodują zaburzenia mitozy i mają wpływ na metabolizm białkowy u roślin.

Za najważniejsze mikotoksyny fuzaryjne uznano trichoteceny i zearalenon. Zearalenon (ZEA) tworzony jest głównie przez *F. culmorum* i *F. graminearum*. Trichoteceny zostały podzielone pod względem budowy na 4 grupy: A, B, C i D. Najpowszechniej występują trichoteceny zaliczone do grupy A (T-2 toksyna, HT-2 toksyna) i B (deoksyniwalenol, niwalenol, 3-acetylo-DON, 15-acetylo DON, fuzarenon, trichotecyna).

#### 4. Badania dotyczące występowania patogenów grzybowych w zbożach

Nasilenie występowania chorób zbóż zależy w dużym stopniu od warunków pogody [41, 42], przedplonu [48, 49], nawożenia azotem, czy też sposobu zwalczania chwastów [50, 51, 52]. Kurowski i in. [53] wskazują, że porażenie pszenżyta ozimego przez brunatną plamistość liści i rdzę brunatną zależało od sposobu odchwaszczania i nawożenia azotem. Autorzy stwierdzili mniejsze porażenie roślin na obiektach, gdzie stosowano herbicyd w porównaniu do zasiewów niechronionych. Również sposób nawożenia azotem miał wpływ na występowanie tych chorób. Mniejsze porażenie roślin przez brunatną plamistość liści i rdzę brunatną wystąpiło na obiektach bez nawożenia azotem. Najsilniejsze objawy tych chorób były obserwowane po zastosowaniu nawożenia azotem w trzech terminach.

Tabela 1. Występowanie rdzy brunatnej w latach 2004 i 2006 oraz brunatnej plamistości liści w roku 2005 (%) w zależności od nawożenia azotem i sposobu odchwaszczania roślin

Wyszczególnienie	Choroba i rok badań		
	Rdza brunatna		Brunatna plamistość liści
	2004	2006	2005
Sposób odchwaszczania roślin			
1	1,6	2,5	2,6
2	3,6	2,6	2,5
3	1	1,8	2,2
4	1,4	1,9	2,8
NIR <sub>0,05</sub>	0,34	0,34	0,32
Sposób nawożenia azotem (kg·ha <sup>-1</sup> )			
A	0,2	0,5	0,7
B	2,4	1,6	2,3
C	3,2	3,9	4,1
D	1,9	2,8	2,9
NIR <sub>0,05</sub>	0,34	0,34	0,32

Objaśnienia: 1 – kontrola (bez odchwaszczenia), 2 – bronowanie, 3 – herbicyd, 4 – bronowanie + herbicyd, A – kontrola (bez nawożenia azotem), B – 70 + 65, C – 70 + 25 + 40, D – 70 + 25 (dolistnie) + 40.

Źródło: [53]

Przedplon ma wpływ na występowanie chorób zbóż [31, 54, 33]. Potwierdzają to również badania Marksa i in. [43], w których nasilenie chorób było istotnie modyfikowane stanowiskiem, na którym uprawiana była pszenica ozima. Zaobserwowane na liściach choroby (oprócz septoriozy paskowanej liści) najsilniej ujawniły się na obiekcie kontrolnym, gdzie pszenica uprawiana była po rzepaku jarym. Indeks porażenia wynosił od 5,5% (rdza brunatna) do 11,8% (brunatna plamistość liści). Najsilniejsze porażenie przez fuzariozę kłosów wystąpiło w uprawie pszenicy na ugorze czarnym.

Tabela 2. Nasilenie występowania chorób pszenicy ozimej (indeks porażenia w%) – średnia z lat 2003-2005

Choroba	Następtworoślin					
	A	B	C	D	E	F
Septorioza paskowana liści	42	44,1	29,2	31,2	29,5	35
Rdza brunatna	4,9	1,4	2,2	0,8	1,6	3,2
Brunatna plamistość liści	4,6	3,7	4,4	3,3	5,3	4,4
Mączniak prawdziwy	4,8	0,9	3	0,5	3,8	4,3
Septoriozaplew	8,9	8,1	5,9	6,8	9,9	7,3
Fuzarioza kłosów	58,7	66,8	60,7	61,2	51,3	52,5
Łamliwość źdźbła zbóż	11	17,5	14,2	12,8	16,2	21,3
Zgorzel podstawy źdźbła	1,5	3,5	1,5	0,5	0	0

Objaśnienia: A – pszenica ozima – rzepak jary – pszenica ozima (kontrola),

B – pszenica ozima -ugór czarny – pszenica ozima,

C – pszenica ozima – ugór herbicydowy – pszenica ozima,

D – pszenica ozima – ugór obsiewany gorczycą białą – pszenica ozima,

E – pszenica ozima – ugór obsiewany życią westerwoldzką – pszenica ozima,

F – pszenica ozima – ugór obsiewany koniczyną perską – pszenica ozima.

Źródło: [43]

Badania Horoszkiewicz-Janki i in. [36] również potwierdzają wpływ przedplonu oraz sposobu uprawy roli na występowanie chorób grzybowych. Stwierdzono większe nasilenie występowania brunatnej plamistości liści oraz septoriozy plew w warunkach uprawy pszenicy po pszenicy. Uproszczona uprawa roli przyczyniła się do większego nasilenia septoriozy plew.

Tabela 3. Procent porażonej powierzchni liścia flagowego przez brunatną plamistość liści

Czynnik		Średnia z lat
Uprawa	Uproszczona	1,1
	Tradycyjna	1,3
Przedplon	pszenica	2,3
	kukurydza	0,5
	rzepak	0,9

Źródło: [36]

Tabela 3. Procent porażonej powierzchni kłosa przez septoriozę plew

Czynnik		2009/2010
Uprawa	Uproszczona	3,5
	Tradycyjna	3,2
Przedplon	pszenica	6,2
	kukurydza	2,1
	rzepak	1,8

Źródło: [36]

Wyniki badań przeprowadzonych przez Majchrzak i in. [8] potwierdzają wpływ przedplonu na występowanie chorób grzybowych podstawy źdźbła. Najsilniej występowała fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła i korzeni zbóż powodowana przez grzyby z rodzaju *Fusarium*. W największym nasileniu wystąpiła na pszenicy uprawianej po gorczycy białej (30,3%) a w najmniejszym na stanowisku po rzepaku (25,9%) i kustrze abisyńskim (26,4%). Według innych autorów [55÷58] spośród chorób podstawy źdźbła, fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła i korzeni ma największe znaczenie w uprawie zbóż. Wynika to w dużym stopniu z tolerancji patogena na niesprzyjające warunki pogodowe [8]. Autorzy natomiast nie stwierdzili wpływu przedplonu na występowanie zgorzeli podstawy źdźbła [8]. Występowanie tej choroby uwarunkowane jest przede wszystkim pogodą. Majchrzak i in. [8], stwierdzili większe nasilenie chorób podstawy źdźbła w 2001 roku, który charakteryzował się wilgotnym okresem wegetacji.

Straty w plonie zbóż powodowane przez porażenie mączniakiem prawdziwym wynikają z mniejszej liczby ziarniaków w kłosie oraz mniejszej masy tych ziarniaków [59, 60]. Potwierdzają to również wyniki badań Kozduja i in. [61], gdzie znaczny

spadek plonu ziarna u jęczmienia jarego odmiany Pallas był wynikiem mniejszej liczby ziarniaków z rośliny i kłosa o 30-34%. Stopień redukcji liczby ziaren z kłosa wskutek porażenia mączniakiem zależy między innymi od: nasilenia choroby, podatności odmian na infekcję oraz od przebiegu warunków pogodowych w czasie wegetacji roślin [62]. Według Doohana i in. [63] stopień porażenia kłosów przez fuzariozę w dużym stopniu zależy od warunków pogodowych (temperatury i wilgotności). Grzyby namnażają się a to skutkuje znacznym ubytkiem plonu a także pogorszeniem jego jakości [64÷67]. Na rozwój tego patogenu wpływa także agrotechnika: przygotowanie pola, zmianowanie, nawożenie oraz środki ochrony roślin [65, 68÷72]. Warunki pogody są czynnikiem, który w większym stopniu determinuje infekcję ziarna pszenicy przez *Fusarium*, niż zróżnicowanie systemów uprawy roli. Wyniki badań uzyskane przez Czabana i in. [73] potwierdzają, że rozprzestrzenianie fuzariozy kłosów oraz zasiedlenie ziarna pszenicy ozimej przez grzyby z rodzaju *Fusarium* zależy głównie od czynników pogodowych. Ocena ryzyka wystąpienia fuzariozy oraz modele, które mają na celu prognozowanie wystąpienia tej choroby są oparte na warunkach pogodowych w okresie od kwitnienia do fazy wczesnej dojrzałości młecznej [63]. Także technologia uprawy pszenicy ma wpływ na zasiedlenie kłosów przez *Fusarium*. W badaniach Czabana i in. [73] najsilniej porażone były kłosa oraz ziarno pszenicy pochodzącej z obiektów, gdzie zastosowano intensywną technologię uprawy. Zasiedlenie ziarna pszenicy orkisz [74] oraz jęczmienia jarego [75] przez grzyby z rodzaju *Fusarium* było niższe w przypadku systemu ekologicznego w porównaniu do systemów integrowanego i konwencjonalnego.

## 5. Podsumowanie

Z dotychczas przeprowadzonych badań wynika, że zarówno sposób uprawy roli, technologia uprawy, wielkość nawożenia czy też dobór odmiany mają wpływ na występowanie chorób grzybowych zbóż. Jednak w dużym stopniu występowanie tych patogenów zależne jest od warunków pogodowych w czasie wzrostu i rozwoju roślin. Choroby grzybowe powodują duże straty w plonie, ponieważ obniżają powierzchnię asymilacyjną liści i kłosów, przez co następuje słabe wykształcenie ziarna, a także spadek ilości ziaren w kłosie. Przyczyniają się również do pogorszenia jakości ziarna poprzez zanieczyszczenie go groźnymi dla zdrowia mikotoksynami.

## Literatura

1. Jaczewska-Kalicka A., *Występowanie i szkodliwość najważniejszych chorób pszenicy ozimej w Polsce centralnej*, Postępy w Ochronie Roślin, 42 (1) (2002), s. 93-101
2. Jaczewska-Kalicka A., *Stan fitosanitarny pszenicy ozimej uprawianej w systemie konwencjonalnym i ekologicznym*, Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wrocławiu, Rolnictwo, LXXXVII, 540 (2006), s. 187-193
3. Korbas M., *Grzyby powodujące choroby w pszenicy*, Agro-Serwis, Zboża wysokiej jakości, 4 (2009), s. 71-77
4. Narkiewicz-Jodko M., Gil Z., Urban M., *Porażenie podstawy źdźbła pszenicy ozimej przez *Fusarium* spp – przyczyny i skutki*, Acta Agrobotanica, 59 (2) (2005), s. 319-328

5. Korbas M., Martyniuk S., Rozbicki J., Beale R., *Zgorzel podstawy źdźbła oraz inne choroby podsuszkowe zbóż*, Pszenica po pszenicy, Fundacja – Rozwój SGGW – Warszawa, (2001), s. 1-59
6. Weber Z., Wpływ przedplonu i chemicznego zaprawiania na występowanie zgorzeli podstawy źdźbła pszenicy ozimej (*Gaeumannomycesgraminisvar. tritici*), *Acta Agrobotanica*, 55 (2002), s. 359-365
7. Korbas M., *Choroby podstawy źdźbła, możliwości i perspektywy zwalczania*, Postępy w Ochronie Roślin, 44 (1) (2004), s. 147-154
8. Majchrzak B., Chodorowski B., Okorski A., *Choroby podstawy źdźbła pszenicy ozimej uprawianej po roślinach przedplonowych z rodziny Brassicaceae*, *Acta Agrobotanica*, 58 (2) (2005), s. 307-318
9. Tekiel A., *Występowanie chorób i zasiedlenie ziarna pszenicy ozimej przez grzyby patogeniczne w gospodarstwach ekologicznych w rejonie Podlasia*, *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 53 (4) (2008), s. 120-122
10. Tratwal A., Walczak F., *Występowanie ważnych gospodarczo chorób pszenicy ozimej w Polsce w latach 2006-2010*, *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska Lublin*, LXVII (2) (2012), s. 28-41
11. Balkema-Boomstra A. G., Masterbroek H. D., *Effect of powdery mildew (*Erysiphegraminis* sp. *hordei*) on photosynthesis and grain yield of partial resistant genotypes of spring barley (*Hordeum vulgare* L.)*, *Plant Breeding*, 114 (1995), s. 126-130
12. Czembor H. J., Czembor J. H., *Resistance to powdery mildew in barley cultivars and breeding lines included in 1998-2000 Polish registration trials*, *Plant Breeding and Seed Science*, 45 (1) (2001), s. 19-28
13. Bottalico A., *Fusarium diseases of cereals: Species complex and related mycotoxin profiles*, *European Journal of Plant Pathology*, 80 (1998), s. 85-103
14. Bottalico A., Perrone G., *Toxicogenic Fusarium species and mycotoxins associated with head blight in small-grain cereals in Europe*, *European Journal of Plant Pathology*, 108 (2002), s. 611-624
15. Góral T., Foremska E., Chelkowski J., Arseniuk E., *Charakterystyka odmian pszenżyta, pszenicy i żyta pod względem odporności i tolerancji na porażenie kłosa przez Fusarium spp*, *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*, 195/196 (1995), s. 251-259
16. Kiecana J., *Fuzarioza kłosów pszenżyta*, *Roczniki Nauk Rolniczych*, Seria E, Ochrona Roślin, 16 (2) (1986), s. 59-67
17. Łacicowa B., Sułek-Pięta D., Wagner A., *Grzyby z rodzaju Fusarium porażające kłosa pszenicy ozimej*, *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 307 (1987), s. 165-173
18. Mańka M., *Patogeniczność wybranych gatunków z rodzaju Fusarium dla siewek zbóż*, *Roczniki Akademii Rolniczej, Poznań, Rozprawy Naukowe*, 201 (1989), s. 1-63
19. Bojarczuk M., Krel E., Bojarczuk J., *Zgorzel siewek oraz zgnilizna korzeni i podstawy źdźbła powodowane przez grzyby z rodzaju Fusarium w pszenicy ozimej*, *Hodowla Roślin i Aklimatyzacja*, 35 (5/6) (1991), s. 72-92
20. Polley R. W., Turner J. A., *Surveys of stem base diseases and fusarium ear diseases in winter wheat in England, Wales and Scotland, 1989-1990*, *Annals of Applied Biology*, 126 (1995), s. 45-59
21. Kiecana I., *Badania nad fuzariozą kłosów jęczmienia jarego (*Hordeum vulgare* L.) z uwzględnieniem podatności odmian i zawartości mikotoksyn w ziarnie*, *Rozprawy Naukowe, Akademia Rolnicza, Lublin*, 161 (1994), s. 1-49



22. Kiecana I., Wojciechowski S., Chełkowski J., *Reaction of Winter Wheat Cultivars to Fusarium avenaceum (Fr.) Sacc. and Fusariumculmorum (W. G. Sm.) under Different Localities*, Polish Agricultural Annual, Seria E, 16(1-2)(1997), S. 61-65
23. Lemmens M., Kraska R., Buerstmayr H., Josephs R., Schumacher R., Grausgruber H., Ruckebauer P., *Fusarium head blight reaction and accumulation of deoxynivalenol, moniliformin and zearalenone in wheat grains*, Cereal Research Communications, 31 (3-4) (2003), s. 407-411
24. Logrieco A., Rizzo A., Ferracane R., Ritieni A., *Occurrence of Beauvericin and Enniatins in Wheat Affected by Fusarium avenaceum Head Blight*, Applied and Environmental Microbiology, 68 (1) (2002), s. 82-85
25. Mirocha C. J., Yu Hui, Evans C. K., Kolaczowski E. K., Dillmacky R., *Chemistry and physiology of deoxynivalenol in pathogenesis*, Cereal Research Communication, 25 (3/1) (1997), s. 309-313
26. Korbas M., *Choroby i szkodniki zbóż*, Wydawnictwo Multum, Poznań, (1998), s. 116
27. Fiedorof Z., Gołębiak B., Weber Z., *Choroby roślin rolniczych*, Wydawnictwo Akademii Rolniczej w Poznaniu, (2001), s. 208
28. Fiedorof Z., Gołębiak B., Weber Z., *Ogólne wiadomości z fitopatologii*, Wydawnictwo Akademii Rolniczej w Poznaniu, (2006), s. 212
29. Woźniak-Strzembicka A., *Rdza żółta pszenicy w Polsce: częstość wirulencji w populacji patogena*, Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, 230 (2003), s. 119-126
30. Bailey K., Lazarovits G., *Suppressing soil-borne diseases with residue management and organic amendmebts*, Soil and Tillage Research, 72 (2003), s. 169-180
31. Bojarczuk M., Bojarczuk J., *Fitosanitarna ocena wartości przedplonów roślin zbożowych*, Fragmenta Agronomica, 5 (1) (1988), s. 5-24
32. Colbach N., Huet P., *Modeling the frequency and severity of root and foot diseases in winter wheat monocultures*, European Journal of Agronomy, 4 (1995), s. 217-227
33. Smagacz J., Martyniuk S., *Porażenie podstawy źdźbła i korzeni pszenicy ozimej uprawianej po różnych przedplonach przez patogeny ze szczególnym uwzględnieniem Gaeumannomycesgraminis*, Postępy w Ochronie Roślin, 41 (2) (2001), s. 745-746
34. Smiley R. W., Collins H. P., Rasmussen P. E., *Diseases of wheat in long-term agronomic experiments at Pendelton, Oregon*, Plant Disease, 80 (7) (1996), s. 813-820
35. Korbas M., Horoszkiewicz-Janka J., Jajor E., *Uproszczone systemy uprawy a występowanie sprawców chorób*, Postępy w Ochronie Roślin, 48 (4) (2008), s. 1431-1438
36. Horoszkiewicz-Janka J., Jajor E., Korbas M., *Występowanie chorób pszenicy ozimej w zależności od wybranych czynników agrotechnicznych*, Postępy w Ochronie Roślin, 52 (4) (2012), s. 998-1004
37. Elen O., *Long-term experiments with reduced tillage in spring cereals, III*, Development of leaf diseases, Crop Protection, 22 (2003), s. 65-71
38. Paulitz T. C., *Low input no-till cereal production in the Pacific Northwest of the U. S.: the challenges of root diseases*, European Journal of Plant Pathology, 115 (2006), s. 271-281
39. Bockus W. W., Shroyer J. P., *The impact of reduced tillage on soilborne plant pathogens*, Annual Review of Phytopathology, 36 (1998), s. 485-500
40. Cook R. J., *Management of wheat and barley root diseases in modern farming systems*, Australasian Plant Pathology, 30 (2) (2001), s. 119-126
41. Korbas M., *Choroby i szkodniki zbóż*, Wydawnictwo Multum Poznań (1999), s. 111

42. Szwejkowski Z., Kurowski T. P., *Badania wpływu czynników pogodowych na stopień inwazyjności patogenów grzybowych w środowisku na przykładzie pszenicy ozimej*, Przegląd Naukowy Inżynieria i Kształtowanie Środowiska, 26 (1) (2009), s. 102-108
43. Marks M., Kurowski T. P., Makowski P., *Zdrowotność pszenicy ozimej w zależności od jednorocznego sposobu ugorowania*, FragmentaAgronomica, 4 (96) (2007), s. 11-17
44. Czembor H. J., Czembor J. H., *Chorobotwórczość mączniaka prawdziwego jęczmienia (*Blumeriagraminis f. sp. hordei*) w Polsce w roku 1999*, Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, 236 (2004), s. 377-386
45. Czembor H. J., Czembor J. H., *Chorobotwórczość mączniaka prawdziwego jęczmienia (*Blumeriagraminis f. sp. hordei*) w Polsce w roku 2001*, Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, 236 (2005), s. 183-192
46. Jańczak C., Pokacka Z., *Kompleksowe zwalczanie chorób w integrowanym systemie produkcji zbóż*, Instytut Ochrony Roślin Poznań, Ochrona Roślin, 38 (2) (1994), s. 4-8
47. Kuś J., Mróz A., *Porównanie plonowania pszenżyta ozimego z innymi zbożami w specjalistycznych płodozmianach zbożowych*, Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej w Szczecinie, Rolnictwo, 175 (1997), s. 219-223
48. Kurowski T. P. Mikołajska J., Wojciechowska-Kot H., *Zdrowotność podstawowych zbóż w uprawie monokulturowej*, [W:] *Ekologiczne procesy w monokulturowych uprawach zbóż*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Adama Mickiewicza, Poznań, (1990), s. 223-231
49. Woźniak A., *Studia nad plonowaniem, zachwaszczeniem i zdrowotnością pszenżyta jarego, pszenicy jarej oraz jęczmienia jarego w płodozmianach i krótkotrwałej monokulturze na glebie rędzinowej środkowowschodniej Lubelszczyzny*, Rozprawy Naukowe Akademii Rolniczej, Lublin, 247 (2001)
50. Czuba R., *Dolistne dokarmianie zbóż azotem w połączeniu ze stosowaniem pestycydów*, Postępy w Ochronie Roślin, 11 (1988), s. 12-15
51. Kurowski T. P., Rogalski L., Czajka W., *Zdrowotność i plonowanie roślin zbożowych opryskiwanych roztworem mocznikowo-fungicydowym*, Materiały Sympozjum „Biotyczne środowisko uprawne a zagrożenie chorobowe roślin”, 7-9 września, Olsztyn, (1993), s. 255-262
52. Woźniak A., *Wpływ przedplonów na plonowanie, zachwaszczenie i zdrowotność pszenżyta jarego*, Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, 221 (2002), s. 35-43
53. Kurowski T. P., Brzozowska I., Brzozowski J., Kurowska A., *Zdrowotność pszenżyta ozimego w zależności od sposobu regulacji zachwaszczenia, nawożenia azotem i ochrony przed patogenami*, Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Lublin, LXV(2)(2010), s. 10-22
54. Krupinsky J., Bailey K., McMullen M., Gossen B., Turkington K., *Managing plant disease risk in diversified cropping systems*, Agronomy Journal, 94(2002), s. 198-209
55. Burgiel Z. J., *Wrażliwość wybranych odmian pszenicy na zgorzel podstawy źdźbła powodowaną przez *Fusarium* spp.*, Materiały z sympozjum „Nowe kierunki w fitopatologii”, 11-13 września, Kraków, (1996), s. 195-198
56. Kurowski T. P., *Zdrowotność podstawowych zbóż w uprawach monokulturowych*, [W:] *Ekologiczne procesy w monokulturowych uprawach zbóż*, Red. L. Ryszkowski, J. Karg, J. Pudełko, Wydawnictwo Uniwersytetu Adama Mickiewicza, Poznań, (1999), s. 223-231
57. Kurowski T. P., Wojciechowska-Kot H., Fabisiewicz W., *Zdrowotność podstawy źdźbła pszenicy ozimej w uprawie ciągłej*, Materiały z sympozjum „Niepatogeniczna mikoflora w patologii roślin”, 12-14 września, Szczecin, (1990a), s. 302-311
58. Kurowski T. P., Wojciechowska-Kot H., Fabisiewicz W., *Zdrowotność podstawy źdźbła żyta ozimego w wieloletniej monokulturze*, Materiały z sympozjum „Niepatogeniczna mikoflora w patologii roślin”, 12-14 września, Szczecin, (1990b), s. 312-330

59. Carver T. L., Griffiths E., *Effect of barley mildew on green leaf area and grain yield in field and greenhouse experiments*, Annals of Applied Biology, 101 (1982), s. 561-572
60. Kjaer B., Jansen H. P., Jansen J., Jørgensen J. H., *Association between three ml-o powdery mildew resistance genes and agronomic traits in barley*, Euphytica, 46 (1990), s. 185-193
61. Kozdój J., Mańkowski D., Czembor H. J., *Analiza plonu jęczmienia jarego (*Hordeum vulgare* L.) porażonego mączniakiem prawdziwym (*Blumeriagraminis f. sp. hordei*)*, Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, 254(2009), s. 65-74
62. Tratwal A., *Wpływ uprawy mieszanek odmian jęczmienia ozimego na ograniczenie występowania mączniaka prawdziwego (*Blumeriagraminis f. sp. hordei*)*, Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, 235(2005), s. 163-170
63. Doohan F. M., Brennan J., Cooke B. M., *Influence of climatic factors on *Fusarium* species pathogenic to cereals*, European Journal of Plant Pathology, 109(2003), s. 755-768
64. Arseniuk E., Góral T., *Fuzarioza kłosów – czynniki sprawcze i gospodarcze znaczenie choroby*, IV Forum Zbożowe, www.pin.org.pl/hrin/txt/2005/3-6.rtf, (2005)
65. Champeil A., Doré T., Fourbet J. F., **Fusarium* head blight: epidemiological origin of the effects of cultural practices on head blight attacks and the production of micotoxins by *Fusarium* in wheat grains*, Plant Science, 166 (2004), s. 1389-1415
66. Parry D. W., Jenkinson P., McLeod L., **Fusarium* ear blight (scab) in small grains – areview*, Plant Pathology, 44 (1995), s. 207-238
67. Xu X. M., Parry D. W., Nicholson P., Thomsett A. A., Simpson D., Edwards S. G., Cooke B. M., Doohan F. M., Brennan J. M., Moretti A., Tocco G., Mule G., Hornok L., Giczey G., Tatnell J., *Predominance and association of pathogenic fungi causing *Fusarium* ear blight in wheat in four European countries*, European Journal of Plant Pathology, 112 (2005), s. 143-154
68. Edwards S. G., *Influence of agricultural practices on fusarium infection of cereals and subsequent contamination of grain by trichothecene mycotoxins*, Toxicology Letters, 153 (2004), s. 29-35
69. Jalli M., Parikka P., **Fusarium* infection of heads and stems under different cultivation practices*, Proceedings of the COST SUSVAR *Fusarium* workshop: *Fusarium* diseases in cereals – potential impact from sustainable cropping systems, 1-2 June, 2007 Valence, Hungary, s. 38-40
70. Łukanowski A., Sadowski C., *Settlement of spring wheat kernels by *Fusarium* spp. In organic systems as compared with other cropping systems*, 3rd International FHB Symposium, Szeged, Hungary, (2008), s. 581-583
71. Pirgozliev S. R., Edwards S. G., Hare M. C., Jenkinson P., *Strategies for the control of *Fusarium* head blight in cereals*, European Journal of Plant Pathology, 109 (2003), s. 731-742
72. Podolska G., *Kształtowanie cech jakościowych ziarna pszenicy poprzez technologię produkcji*, Studia i Raporty IUNG – PIB, 9 (2007), s. 55-64
73. Czaban J., Wróblewska B., Sułek A., Podolska G., *Wpływ różnych technologii produkcji pszenicy ozimej na zasiedlenie jej ziarna przez grzyby z rodzaju *Fusarium**, Polish Journal of Agronomy, 5 (2011), s. 11-20
74. Kurowski T. P., Wysocka U., *Fungi colonizing grain of winter spelt grown under two production systems*, Phytopathologia, 54 (2009), s. 45-52
75. Baturó A., Łukanowski A., Kuś J., *Comparison of health status of winter wheat and spring barley grain cultivated in organic, integrated and conventional systems and monoculture*, Proceedings of the First World Conference on Organic Seed “Challenges and Opportunities of Organic Agriculture and the Sees Industry”, 5-7 July, 2004, FAO Headquarters, Rome, Italy, s. 128-132

### **Choroby grzybowe zbóż – przyczyny i skutki**

Plonowanie zbóż oraz jakość uzyskanych plonów w dużym stopniu zależą od agrotechniki, potencjału genetycznego danej odmiany ale również od czynników, które mogą powodować uszkodzenia roślin czy też niżkę plonów. Do takich czynników należą choroby grzybowe zbóż, które mogą powodować redukcję plonu o 15-20% a w skrajnych przypadkach nawet o 60%. Głównym czynnikiem warunkującym występowanie tych patogenów są warunki pogodowe w okresie wegetacji roślin, zmianowanie, przedplon, system uprawy roli i nawożenie azotem. Choroby grzybowe zbóż ograniczają wzrost i rozwój roślin, obniżają plon ziarna i jego jakość. W niniejszej pracy dokonano przeglądu literatury dotyczącej chorób grzybowych zbóż. Słowa kluczowe: choroby grzybowe, zboża, niżka plonu, patogeny

### **Fungal diseases of cereals – causes and effects**

Yielding of cereals and the quality of obtained yields depend on cultivation practices, genetic potential of the variety, but also factors that cause damage to the crop or yield reduction. Such factors are fungal diseases of cereals, which can cause yield reduction by 15-20% and in extreme condition by up to 60%. The weather conditions during vegetation period, crop rotation, forecrop, tillage systems and nitrogen fertilization are the main determinants of these pathogens. Cereal fungal diseases limit growth and development of plants and causes yields quantity and quality decrease. In this paper we reviewed the literature on cereal fungal diseases.

Keywords: fungal diseases, cereals, yield reduction, pathogens

## Rola cynku w uprawie pszenicy

### 1. Wstęp

W Polsce pszenica zajmuje największą powierzchnię uprawy spośród wszystkich roślin rolniczych, gatunek ten uprawiany jest na powierzchni 2395 tys. ha [1]. Uzyskanie wysokich plonów jest możliwe przez odpowiednie, zbilansowane nawożenie makro i mikroelementami. Przy wysokich plonach pszenicy wzrasta jej zapotrzebowanie na mikroelementy. Niedobór mikrośladników powoduje nie tylko ograniczenie plonowania pszenicy, ale wpływa także na ich niedobór w ziarnie i jego przetworach, co wywiera negatywny wpływ na zdrowie ludzi i zwierząt. Zbyt mała ilość mikroelementów w diecie może powodować zaburzenia metaboliczne, które z kolei prowadzą do wielu chorób a także osłabienia organizmu i spadku jego odporności, czy też nieprawidłowości w jego rozwoju. Z drugiej strony postęp w chemizacji rolnictwa, uprzemysłowienie a także opad pyłów atmosferycznych w znaczący sposób mogą wpływać na podwyższone zawartości metali ciężkich w glebach [2] a to z kolei może powodować skażenie gleb [3]. Właściwości fizyczne i chemiczne gleby pozwalają na przeciwdziałanie bądź też sprzyjanie potencjalnej toksyczności mikroelementów [4]. Cynk jest metalem, którego labilność jest bardzo duża, bowiem wchodzi on w skład pyłów [5] w glebie, a poprzez substancję organiczną ulega sorpcji [6]. Przekroczenie dopuszczalnej zawartości Zn prowadzi do obniżenia jej aktywności biologicznej i toksycznego wpływu na roślinę [7]. Badania nad zapotrzebowaniem pszenicy w mikroelementy są bardzo ważnym aspektem uprawy tego gatunku, ponieważ jego ziarno stanowi bardzo ważny składnik diety człowieka. Celem niniejszej pracy jest przedstawienie roli cynku w uprawie pszenicy na podstawie przeglądu dotychczasowych wyników badań.

### 2. Znaczenie cynku dla roślin

Pierwiastek ten jest niezbędnym czynnikiem polimerazy kwasu rybonukleinowego, katalizującej jego syntezę. Cynk odgrywa bardzo ważną rolę w metabolizmie roślin [8]. Jako składnik enzymów katalizuje powstawanie 6-fosforanu fruktozy, który jest ważnym metabolitem glukozy i fotosyntezy. Cynk bierze udział w metabolizmie węglowodanów, białek i związków fosforowych [9, 10], ponieważ wchodzi w skład wielu enzymów. Zwiększa odporność roślin na suszę, ponieważ wpływa na przepuszczalność błon komórkowych oraz bierze udział w syntezie auksyn [11]. Pierwiastek ten jest potrzebny dla zachowania integralności błon komórkowych, aby zachowały strukturalną orientację makrocząsteczek i transportu jonowego [8], a także wpływa na

---

<sup>1</sup> mwyzinska@iung.pulawy.pl, Zakład Uprawy Roślin Zbożowych, Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach

poziom kwasu indoloctowego, regulującego wzrost roślin [12]. Wpływa na zdolność absorpcji wody i jej transportu w roślinie oraz zmniejsza negatywne skutki krótkich okresów stresu cieplnego i zasolenia [13÷16].

### **3. Cynk jako deficytowy pierwiastek**

Najczęściej deficytowym mikroelementem w uprawie zbóż jest cynk. Fitoprzyswajalność cynku zależy od pojemności sorpcyjnej oraz składu granulometrycznego gleby [17]. Stwierdzono, że wraz ze spadkiem pH zwiększa się ilość rozpuszczonego cynku w roztworze glebowym. Badania prowadzone na całym świecie mają na celu zwiększenie zawartości tego pierwiastka w podstawowych roślinach uprawnych (pszenicy, ryżu, kukurydzy, fasoli i manioku) [18]. Problem jest znaczący ponieważ ocenia się, że około połowa gleb, na których uprawia się zboża charakteryzuje się niewystarczającą zawartością przyswajalnych form Zn [19]. Wskutek tak dużych braków tego pierwiastka w glebie ziarno pszenicy, zawiera niewystarczającą ilość cynku w swoim składzie (biorąc pod uwagę żywienie człowieka). Niedobór cynku w naszej diecie jest istotnym problemem odżywczym i zdrowotnym [9, 20,21]. Brak tego pierwiastka w organizmie ludzkim prowadzi do spadku odporności, chorób skóry, osłabienia włosów i paznokci, a także wielu poważniejszych schorzeń. Biodostępność cynku zmniejsza się pod wpływem substancji antyżywniowych zawartych w ziarnie zbóż [22]. Z niedoborem tego pierwiastka mamy do czynienia w klimacie zimnym, jak i ciepłym [18]. Według badań przeprowadzonych w IUNG-PIB w Puławach szacuje się, że 13-14% gleb w naszym kraju wykazują małą zasobność w przyswajalne formy cynku [23, 24]. Cynk jest pierwiastkiem niezbędnym do prawidłowego wzrostu i rozwoju roślin. Jednakże biorąc pod uwagę dużą mobilność cynku w glebie istnieje ryzyko związane z jego nadmiernym pobieraniem przez rośliny [11, 25, 26]. Na glebach zanieczyszczonych pierwiastek ten jest silnie wiązany przez materię organiczną [11].

### **4. Zawartość cynku w glebach Polski**

Analiza próbek glebowych (93 000 prób), jakiej dokonano w IUNG-PIB w Puławach w latach 1994-1999, w celu oznaczenia zawartości przyswajalnych form Zn w glebach Polski, że w naszym kraju 13% gleb charakteryzuje się niską zawartością przyswajalnych form cynku. Stwierdzono również, że zmniejszyła się ilość gleb o wysokiej zawartości przyswajalnych form cynku. (tab. 1).

Z kolei ocena zanieczyszczenia cynkiem gleb w naszym kraju wskazuje na wzrost udziału gleb, które mają podwyższoną całkowitą zawartość cynku o 0,4 pkt procentowego w ostatnich 10 latach. Związane jest to zapewne z chemizacją rolnictwa, uprzemysłowieniem oraz skutkami opadów pyłów atmosferycznych [3].

Tabela 1. Zawartość przyswajalnych form Zn w glebach Polski (ekstrakcja 1 mol HCl·dm<sup>3</sup>) oraz całkowita zawartość Zn w glebach Polski (skala 6-stopniowa opracowana w IUNG – PIB)

Lata	% gleb wg klas zawartości		
	niska	średnia	wysoka
1987-1993	14	50	36
1994-1999	13	56	31
% gleb wg klas zawartości			
1991-1994	0-I		II-V
	98,9		1,1
1995-2000	98,5		1,5

Źródło: [23, 24, 27, 28]

Tylko niewielka część z całkowitej zawartości w puli glebowej cynku jest przyswajalna przez rośliny, a stopień przyswajalności tego pierwiastka zależy od właściwości gleby (skład granulometryczny, zawartość materii organicznej), ale również w dużym stopniu od pH gleby. Całkowita zawartość Zn w glebie może również informować o jego potencjalnej toksyczności dla roślin (tab. 2).

Tabela 2. Liczby graniczne toksycznej dla roślin zawartości cynku w glebie oznaczonej w roztworze 1 mol HCl·dm<sup>-3</sup> (mg Zn·kg<sup>-1</sup> gleby)

Gleba	pH gleby			
	<4,5	5,0	6,0	7,0
Bardzo lekka	16	17	19	20
Lekka	41	52	67	82
Średnia	65	87	115	144

Źródło: [29]

## 5. Reakcja pszenicy na niedobór oraz nawożenie cynkiem

### 5.1. Reakcja pszenicy na niedobory Zn

Niedobory cynku to jeden z głównych problemów w uprawie pszenicy. W literaturze znajdujemy wiele badań, gdzie porównywano wpływ wrażliwości pszenicy i innych gatunków roślin uprawnych na niedobór cynku gatunkami roślin uprawnych. Badania wskazują, że pszenica twarda wykazuje większą wrażliwość (w stosunku do pszenicy zwyczajnej) na niedobór tego pierwiastka [30÷32]. Brennan i in. [33] stwierdzili, że zapotrzebowanie pszenicy na Zn jest większe niż soczewicy. Z kolei wyniki badań innych autorów [34] wskazują, że tolerancja pszenicy na niedobór Zn jest mniejsza niż rzepaku czy łubinu. Stwierdzono, że spośród roślin zbożowych najbardziej tolerancyjne na niedobór Zn jest żyto, następnie pszenżyto a pszenica wykazuje największą wrażliwość na niedobory tego pierwiastka [19, 30, 32].

Różnice odmianowe zostały udowodnione w wielu badaniach [12, 34, 36÷39], gdzie obserwowano różne objawy niedoboru cynku, ale także różnice w zawartości cynku w pędach oraz ziarnie, czy też różnice w poziomie plonowania.

## 5.2. Objawy niedoboru Zn

Stwierdzenie niedoboru cynku w roślinach jedynie na podstawie objawów wizualnych jest niełatwe (dotyczy to również innych mikroelementów). Problem polega na tym, że zbyt mała ilość tego pierwiastka może nie skutkować nieprawidłowościami w wyglądzie rośliny. Jedynym skutkiem jest niższy plon a wygląd roślin pozostaje bez zmian. Zmiany w wyglądzie roślin, które spowodowane są niedoborem cynku, często mogą być mylone z objawami chorobowymi, porażeniem przez patogeny czy szkodniki lub też po prostu skutkiem mrozów czy suszy [40]. Jednym z pierwszych objawów niedoboru Zn jest zmniejszenie plonowania (gdzie często nie jest to kojarzone z niedoborem tego pierwiastka) oraz niższa zawartość cynku w tkankach roślin. Przy znacznie bardziej radykalnych niedoborach może dochodzić do zahamowania wzrostu roślin. Niektórzy badacze [34, 35, 39] jako symptom niedoboru tego pierwiastka wskazują podłużne jasne pasy na liściach. Rośliny są blade i przed kwitnieniem zamierają. Inni naukowcy [35, 40] obserwowali na liściach jasno-brązowe plamy, które w miarę wzrostu deficytu powodują, że liście wyglądają jak przypalone. Różne symptomy niedoboru cynku spowodowane mogą być odmienną reakcją odmian na niedobór tego pierwiastka, stąd też tak zróżnicowane objawy. Aby w pełni zdiagnozować problem niedoboru Zn wykonuje się testy glebowe bądź też testy roślinne.

## 5.3. Nawożenie cynkiem

Przy ostrych niedoborach mikrośladnika, głównie Zn, zalecane jest dogłębne nawożenie roślin nawozem z tym śladnikiem, które stosuje się raz na kilka lat. Nawóz jaki najczęściej się stosuje w celu uzupełnienia cynku na plantacjach pszenicy to siarczan cynku [34, 35]. Niski koszt zakupu tego nawozu sprawia, że jest on powszechnie stosowany. Cechuje się również dobrą rozpuszczalnością i dostępnością na rynku. Dość często stosowany jest także tlenek cynku. Jako źródło cynku należy także traktować nawozy fosforowe (np. superfosfat pojedynczy). Przy takim nawożeniu stosuje się 2-23 kg Zn·ha<sup>-1</sup> (ZnSO<sub>4</sub>, ZnO) oraz 0,3-6 kg Zn·ha<sup>-1</sup> (chelaty). Stanisławska-Głubiak i Korzeniowska [41] w warunkach naszego rolnictwa przy stwierdzonym niedoborze Zn zalecają zastosowanie dawki 8-12 kg Zn·ha<sup>-1</sup>, lecz jest to zależne od rodzaju gleby. Natomiast przy niewielkich niedoborach, zwłaszcza w czasie wegetacji roślin, z ekonomicznego punktu widzenia, jak i efektywności i szybkości działania śladnika, preferuje się dolistne dokarmianie mikroelementami. Zaleca się je stosować w sytuacji utrudnionego pobierania śladnika z gleby, nawet przy średniej czy wysokiej zasobności w glebie m. in. w czasie suszy, czy przy wysokim pH gleby, gdy większość mikroelementów jest niedostępna. Nawożenie mikrośladnikami jest najbardziej efektywne we wczesnych fazach rozwojowych, najlepiej w fazie krzewienia czy strzelania w źdźbło. Bardzo ważna jest forma nawozów dolistnych. Najlepsze działanie mają nawozy dolistne w postaci chelatów, co umożliwia lepsze wykorzystanie przez części nadziemne roślin.



## 6. Cynk w badaniach

Wiele badań wskazuje, że wskutek nawożenia cynkiem gleba trwale się wzbogaca w ten składnik, a efekty utrzymują się od kilku do kilkunastu lat [42÷45]. Autorzy [42, 43] wykazali, że dodatni wpływ nawożenia cynkiem ujawnił się w drugim i trzecim roku po jego zastosowaniu. Faber [44] na podstawie badań własnych stwierdził wyższy plon pszenicy w trzecim roku badań po zastosowaniu nawożenia cynkiem. Efekt następczy stosowania Zn utrzymuje się nawet przez 13 lat, co potwierdzają wyniki, jakie uzyskał Brenan [45]. Z badań Gondek i Gondek [46] wynika, że również rodzaj zastosowanego nawozu ma wpływ na zawartość Zn w ziarnie i słomie pszenicy.

Tabela 3. Zawartość cynku w ziarnie i słomie pszenicy jarej (mg·kg<sup>-1</sup>)

Nawożenie	Ziarno	Słoma
Bez nawożenia/kontrola	49,4 b	16,5 a
NPK	51,1 b	18,7 ab
NPK+S(S) <sup>1</sup>	45,5 a	17,4 ab
NPK+S(P) <sup>2</sup>	52,2 b	20,3 b

Średnie oznaczone tymi samymi literami w kolumnach nie różnią się istotnie według testu Duncana przy  $\alpha < 0,05$ ; <sup>1</sup>(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, <sup>2</sup>Potafoska

Źródło: [46]

Aplikacja cynku ma pozytywny wpływ na wzrost roślin, czego skutkiem jest zwiększony LAI, rośliny są wyższe, wykształcają większą liczbę pędów produkcyjnych, dłuższe kłosa, wydają wyższy plon i charakteryzują się wyższą masą 1000 ziaren [47].

W innych pracach [48, 49] stwierdzono, że stosowanie cynku poprawia długość kłosów i pędów oraz liczbę ziaren z rośliny. Zeidan i in. [50] donoszą, że aplikacja cynku w postaci oprysku w fazie strzelania i kłoszenia wpływa na poprawę plonu ziarna pszenicy oraz jego składowych. Stwierdzono również pozytywny efekt Zn na zawartość tego pierwiastka w liściu flagowym i ziarnie.

Tabela 4. Plon i cechy struktury plonu pszenicy nawożonej cynkiem

Cecha	Kontrola	Zn
Liczba kłosów na m <sup>2</sup> (szt.)	236	362
Liczba ziaren w kłosie (szt.)	36,3	42,4
Masa 1000 ziaren (g)	28,5	34,7
Plon ziarna (t·ha <sup>-1</sup> )	4,68	8,13
Plon słomy (t·ha <sup>-1</sup> )	6,38	9,93

Objaśnienia:

Kontrola (NPK 80:50:75)

Zn (Kontrola + 0,5% ZnSO<sub>4</sub>H<sub>2</sub>O)

Źródło: [50]

Tabela 5. Zawartość cynku w liściu flagowym i ziarnie pszenicy ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )

Zawartość Zn	Kontrola	Zn
w liściu flagowym	13,3	35,3
w ziarnie	22,0	47,1

Objaśnienia: jak w Tabeli 4.

Źródło: [50]

Webb i Loneragan [51] twierdzą, że w pszenicy nie występuje transport cynku do korzeni jeśli nie jest on dostarczany do gleby. Jednak nowsze badania [52÷55] wykazały dobry transport Zn potrzebny do rozwoju ziarniaków z łodygi i liści, jak również z jednego korzenia pszenicy na inny [52] wskazując przy tym na udział łyka w transporcie tego pierwiastka.

Weber i in. [56] badając reakcję odmian pszenicy jarej (Ismena, Etna, Henika, Banti, Jasna) na doglebowe lub dolistne nawożenie cynkiem w doświadczeniu wazonomowym stwierdzili, że przy zastosowaniu cynku doglebowo w ilości 9 g i 3 g na wazon istotnie spada liczba wykształconych ziaren w kłosie. Najniższą wartość tej cechy w odniesieniu do kontroli stwierdzono u odmian Banti i Ismena. Odmiana Henika wykształciła najwyższą liczbę ziaren w kłosie zarówno przy nawożeniu doglebowym jak i dolistnym. Odmiana ta wydała również najwyższy plon ziarna z kłosa przy zastosowaniu cynku dolistnie w postaci roztworu siarczanu cynku.

Tabela 6. Wpływ poszczególnych dawek cynku na liczbę ziaren z kłosa pszenicy jarej (szt.)

Odmiana	Dawka Zn						
	9 g	% w stosunku do kontroli	3 g	% w stosunku do kontroli	0,03 g	dawka dolistna	kontrola
Ismena	22,9	51%	37,6	84%	43,2	45%	44,8
Etna	22,2	57%	47,4	92%	49,5	50%	51,3
Henika	32,2	65%	51,3	-	57,5	53,7	49,5
Jasna	25,9	54%	43,1	90%	47,0	47%	47,5
Banti	21,1	42%	45,9	92%	50,7	50%	50,0
Średnia	26,3	-	45,1	-	49,6	49%	48,6
NIR interakcja dla liczby ziaren x dawka Zn = 3,5							
NIR dla liczby ziaren z kłosa = 1,9							

Źródło: [56]

Objaśnienia: dawki 9 g i 3 g Zn na wazon odpowiadały trzeciemu i drugiemu stopniowi zanieczyszczenia gleb [wg. 2], dawka 0,03 g odpowiadała nawożeniu w ilości 10 kg·ha<sup>-1</sup>. Oprysk dolistny odpowiadał nawożeniu Zn w ilości 50 g·ha<sup>-1</sup>, który zastosowano w fazie strzelania w źdźbło (przy użyciu 100 ml wody).

Tabela 7. Wpływ poszczególnych dawek cynku na plon ziarna z kłosa pszenicy jarej (g)

Odmiana	Dawka Zn						
	9 g	% w stosunku do kontroli	3 g	% w stosunku do kontroli	0,03 g	dawka dolistna	kontrola
Ismena	0,69	41%	1,41	84%	1,62	1,69	1,67
Etna	0,81	37%	1,90	88%	2,09	2,00	2,17
Henika	1,12	54%	2,02	-	2,18	2,27	2,06
Jasna	0,65	32%	1,67	84%	1,90	1,91	1,98
Banti	0,63	29%	2,08	-	2,22	2,20	2,18
Średnia	0,78	-	1,82	-	1,98	2,01	2,01
NIR interakcja dla masy ziarna z kłosa x dawka Zn = 0,18							
NIR dla masy ziarna z kłosa = 0,10							

Objaśnienia: jak w Tabeli 6.

Źródło: [56]

## 7. Podsumowanie

Cynk jest niezbędnym pierwiastkiem dla prawidłowego wzrostu i rozwoju pszenicy. Bierze udział w metabolizmie węglowodanów, białek, podnosi efektywność nawożenia makroelementami a tym samym warunkuje wzrost i wysoką wartość biologiczną plonu. Cynk zwiększa odporność roślin na suszę. Zawartość cynku w roślinie zależy od zasobności gleby w przyswajalne formy tego pierwiastka, składu granulometrycznego i pH gleby. W Polsce około 13-14% gleb wykazuje słabą zasobność w przyswajalne formy cynku. Stosowanie nawożenia cynkiem w uprawie pszenicy ma pozytywny wpływ na plon ziarna poprzez zwiększenie liczby pędów produkcyjnych, liczby ziaren w kłosie oraz masy 1000 ziaren.

## Literatura

1. Główny Urząd Statystyczny, *Produkcja upraw rolniczych i ogrodnich w 2015 r.*, (2016), s. 14
2. Kabata-Pendias A., Motowicka-Terelak T., Piotrowska M., Terelak H., Witek T., *Ocena stopnia zanieczyszczenia gleb i roślin metalami ciężkimi i siarką*, IUNG, Puławy, Seria P 53 (1993), s. 7-10
3. Kucharski M., Kalitowska O., Wujek B., *Zmiany szybkości degradacji herbicydu linuron w glebach zawierających jony miedzi i cynku*, *Przemysł chemiczny*, 96/2 (2017), s. 270-272

4. Grzembarzewski H., Korzeniowska J., *Optymalna i dopuszczalna zawartość rozpuszczonego cynku w glebie*, Roczniki Gleboznawcze T. XLI nr 1/2 (1990), s. 145-151
5. Stone M., Marsalek J., *Trace metal composition and spetiation in street sediment*, Water, Air and Soil Pollution, 87 (1999), s. 149-169
6. Jaworska H., Bartkowiak A., *Zawartość cynku w poziomach powierzchniowych gleb o naturalnej i antropogenicznie podwyższonej zawartości węglanu wapnia*, Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych, 48 (2011), s. 197-203
7. Wyszowska J., Kucharski J., *Właściwości biochemiczne i fizykochemiczne gleby zanieczyszczonej metalami ciężkimi*, Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 493 (2003), s. 245-252
8. Hafeez B., Khanif Y., Saleem M., *Role of Zinc in Plant Nutrition –A Review*, American Journal of Experimental Agriculture, 3 (2) (2013), s. 374-391
9. Alloway B. J., *Zinc in soils and crop nutrition*, International Zinc Association, Brussels, Belgium (2004), s. 1-129
10. Kirkby A. E., Romheld V., *Micronutrients in plants physiology: functions, uptake and mobility*, International Fertilisers Society, Proceeding 543 (2004), s. 1-52
11. Kabata-Pendias A., Pendias H., *Biochemia pierwiastków śladowych*, PWN Warszawa (1999), s. 1-398
12. Korzeniowska J., *Potrzeby nawożenia pszenicy cynkiem, miedzią i borem w warunkach glebowo-klimatycznych Polski*, Monografie i Rozprawy Doktorskie IUNG – PIB w Puławach, 20 (2008), s. 1-109
13. Kasim W. A., *Physiological consequences of structural and ultra-structural change induced by Zn stress in Phaseolus vulgaris. I. Growth and Photosynthetic apparatus*, Internatiolal Journal of Bothany 3 (1) (2007), s. 15-22
14. Disante K. B. Fuentes D., Cortina J., *Response of drought of Zn-stressed Quercussuber L. Seedlings*, Environmental and Experimental Botany 70 (2010), s. 96-103
15. Peck A. W., McDonald G. K., *Adequate zinc nutrition alleviates the adverse effects of heat stress in bread wheat*, Plant and Soil. 337 (2010), s. 355-374
16. Tavalliali V., Rahemi M., Eshghi S., Kholdebarin B., Ramezani A., *Zinc alleviates salt stress and increases antioxidant enzyme activity in the leaves of pistachio (Pistacia vera L. Badami) seedlings*, Turkish Journal of Agriculture and Forestry 34 (4) (2010), s. 349-359
17. Gorlach E., Gambuś F., *Zawartość metali ciężkich w glebach I roślinach łąkowych północno-zachodnich rejonów województwa krakowskiego sąsiadujących z terenami eksploatacji górniczej i przeróbki rud cynku i ołowiu*, Acta Agraria Et Silvestria, Series Agraria, 33 (1995), s. 61-72
18. Ruel. T. Bouis H. E., *Plant breeding: a long-term strategy for the control of zinc deficiency in vulnerable population*, The American Journal of Clinical Nutrition 68 (1998), s. 488-494
19. Cakmak I., Braun H. J., *Genotypic variation of zinc efficiency*, [W:] *Application of physiology in wheat breeding*. Red. Reynolds M. P., Ortiz-Monasterio J. I., Mc Nab A. CIMMYT, Mexico (2001), s. 183-199
20. WHO. World Health Report, *Reducing Risks, Promoting Healthy Life*, World Health Organization, Geneva, Sweitzerland (2002)
21. Gunes A., Inal A., Adak M. S., Alpaslan M., Bagci E. G., Erol T., Pilbeam D. J., *Mineral nutrition of wheat, chickpea and lentil as affected by mixed cropping and soil moisture*, Nutrient Cycling in Agroecosystems, 78 (2007), s. 83-96

22. Zhao A., Xinchun L., Chen Z., Tian X., Yang X., *Zinc Fertilization Methods on Zinc Absorption and Translocation in Wheat*, Journal of Agricultural Science, 3 (1) (2011), s. 28-35
23. Kucharzewski A., Dębowski M., *Odczyn z zawartość mikroelementów w glebach Polski*, Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 471 (2000), s. 627-635
24. Obojski J., Strączyński S., *Odczyn i zasobność gleb polskich w makro- i mikroelementy*, IUNG Puławy (1995), s. 1-40
25. Lityński T., Jurkowska H., *Żywność gleb i odżywianie się roślin*, PWN Warszawa (1982), s. 365-373
26. Terelak H., Tujaka A., *Występowanie pierwiastków śladowych w glebach użytków rolnych województwa podkarpackiego*, Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 493 (2003), s. 245-252
27. Terelak H., Piotrowska M., Motowicka-Terelak T., Stuczyński T., Budzyńska K., *Zawartość metali ciężkich i siarki w glebach użytków rolnych Polski oraz ich zanieczyszczenie tymi składnikami*, Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 418 (1995), s. 45-60
28. Oleszek W., Terelak H., Maliszewska-Kordybach B., Kukuła S., *Soil, food and agroproduct contamination monitoring in Poland*, Polish Journal of Environmental Studies, 12 (3) (2003), s. 261-268
29. Stanisławska-Głubiak E., Gembarzewski H., Wróbel S., *Wyznaczenie liczb granicznych toksycznej dla roślin zawartości w glebie cynku rozpuszczonego w 1 mol HCL-dm<sup>-3</sup>*, Roczniki Gleboznawcze, Tom LII, 3 (4) (2001), s. 53-60
30. Cakmak I., Ekiz H., Yilmaz A., Torun B., Koleli N., Gultekin I., Alkan A., Eker S., *Differential response of rye, triticale, bread and durum wheats to zinc deficiency in calcareous soils*, Plant and Soil, 188 (1997), s. 1-10
31. Cakmak I., Sari N., Marschner H., Ekiz H., Kalayci M., Yilmaz A., Braun H. J., *Phytosiderophore release in bread and durum wheat genotypes differing in zinc efficiency*, Plant and Soil, 180 (1996), s. 183-189
32. Cakmak I., Torun B., Erenoglu B., Ozturk L., Marschner H., Kalayci M., Ekiz H., Yilmaz A., *Morphological and physiological differences in the response of cereals to zinc deficiency*, Euphytica, 100 (1-3) (1998), s. 349-357
33. Brennan R. F., Bolland M. D. A., Siddique K. H. M., *Responses of cool-season grain legumes and wheat to soil-applied zinc*, Journal of Plant Nutrition, 24 (4/5) (2001), s. 727-741
34. Brennan R. F., Bolland M. D. A., *Relative effectiveness of soil – applied zinc for four crop species*, Australian Journal of Experimental Agriculture, 42 (2002), 985-993
35. Cakmak I., Derici R., Tolay I., Braun H. J., Schlegel R., *Role of rye chromosomes in improvement of zinc efficiency in wheat and triticale*, Plant and Soil, 196 (2) (1997), s. 249-253
36. Benedycka Z., *Reakcja zbóż jarych na różną koncentrację boru w glebie*, Materiały VII Sympozium „Mikroelementy w rolnictwie” (1992), s. 265-268
37. Borzecka D., Domska D., Krauze A., *Plony ziarna oraz jakość białka pszenicy w warunkach dolistnego dokarmiania miedzią i azotem*, Materiały VII Sympozium „Mikroelementy w rolnictwie” (1992), s.202-205
38. Bodruzzaman M., Meisner C. A., Sufian M. A., Samad M. A., Saifuzzaman M., Sadat M. A., *Addressing wheat sterility through nutrient management*, Internal Wheat Research Center and CIMMYT publication (2005), s. 1-19

39. Brennan R. F., Bolland M. D. A., *Zinc sulfate is more effective at producing wheat shoots than zinc oxide in an alkaline soil but both sources are equally effective in an acid soil*, Australian Journal of Experimental Agriculture, 46 (2006), s. 1615-1620
40. Korzeniowska J., *Znaczenie cynku w uprawie pszenicy*, Postępy Nauk Rolniczych, 2 (2009), s. 3-17
41. Stanisławska-Głubiak E., Korzeniowska J., *Zasady nawożenia mikroelementami roślin uprawnych*, Studia i Raporty IUNG-PIB, 8 (2007), s. 99-110
42. Grewal H. S., Graham R. D., *Residual effects of subsoil zinc and oilseed rape genotype on the grain yield distribution of zinc in wheat*, Plant and Soil, 2007 (1999), s. 29-36
43. Sharma C. M., Bhardwaj S. K., *Effect of phosphorus and zinc fertilization on yield and nutrient uptake in wheat and their residual effect on soybean*, Indian Journal of Agronomy, 43 (3) (1998), s. 426-430
44. Faber A., *Bezpośrednie i następcze działanie nawożenia borem, miedzią, molibdenem i cynkiem w zmianowaniu czteropolowym*, IUNG-PIB, H (2) (1992), s. 1-81
45. Brennan R. F., *Residual value of zinc fertiliser for production of wheat*, Australian Journal of Experimental Agriculture, 41 (4) (2001), s. 541-547
46. Gondek K., Gondek A., *The influence of mineral fertilization on the yield and content of selected macro and microelements in spring wheat*, Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering, 55 (1) (2010), 30-36
47. Khan M. A., Fuller M. P., Baluch F. S., *Effect of Soil Applied Zinc Sulphate on Wheat (Triticumaestivum L.) Grown on a Calcareous Soil in Pakistan*, Cereal Research Communication, 36 (4) (2008), s. 571-582
48. Islam M. R., Islam M. S., Jahirhuddin M., Hoque M. S., *Effect of Sulphur, zinc and boron on yield, yield components and nutrient uptake of wheat*, Pakistan Journal of Science and Industrial Research, 42 (3) (1999), s. 137-140
49. Genc Y., McDonald G. K., Graham R. D., *Contribution of different mechanisms to zinc efficiency in bread wheat during early vegetative stage*, Plant and Soil, 281 (2006), s. 353-367
50. Zeidan M. S., Mahomed M. F., Hamouda H. A., *Effect of Foliar of Fe, Mn and Zn on Wheat Yield and Quality in Low Sandy Soils Fertility*, World Journal of Agricultural Science, 6 (6) (2010), s. 696-699
51. Webb M. J., Loneragan J. F., *Zinc translocation to wheat roots and its implications for a phosphorus/zinc interaction in wheat plants*, Journal of Plant Nutrition, 13 (1990), s. 1499-1512
52. Pearson J. N., Rengel Z., *Distribution and remobilization of Zn and Mn during grain development in wheat*, Journal of Experimental Botany, 45 (1994), 1829-1835
53. Pearson J. N., Rengel Z., *Uptake and distribution of Zn and Mn in wheat grown at sufficient and deficient levels of Zn and Mn. II. During grain development*, Journal of Experimental Botany, 46 (1995), s. 841-845
54. Pearson J. N., Rengel Z., Jenner C. F., Graham R. D., *Transport of zinc and manganese to developing wheat grains*, PhysiologiaPlantarum, 95 (1995), s. 449-455
55. Pearson J. N., Rengel Z., Jenner C. F., Graham R. D., *Manipulation of xylem transport affects Zn and Mn transport into developing wheat grains of cultured ears*, Physiologia Plantarum, 98 (1996), s. 229-234
56. Weber R., Żurawski H., Hryńczuk B., *Reakcje odmian pszenicy jarej na zagrożenie związane z nadmiarem cynku w zależności od pH gleby*, Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, 204 (1997), s.197-203

## **Rola cynku w uprawie pszenicy**

Cynk to jeden z najważniejszych mikroelementów w uprawie pszenicy a jego niedobór ogranicza światową produkcję żywności pochodzenia roślinnego ponieważ pierwiastek ten bierze udział w procesach metabolicznych roślin. Na świecie około 50% gleb, na których uprawiane są zboża dotkniętych jest niewystarczającą zawartością przyswajalnych dla roślin form Zn, co skutkuje niższą plonów oraz niewystarczającą jego zawartością w produktach pochodzenia roślinnego. To z kolei prowadzi do niedoborów tego pierwiastka w organizmach ludzi i zwierząt ponieważ związane jest bezpośrednio z naszą dietą opartą głównie na produktach zbożowych. Niedobór cynku u ludzi jest obok niedoborów żelaza i jodu najbardziej powszechny. W celu określenia niedoborów Zn stosuje się testy glebowe lub roślinne, ponieważ ocena deficytu tego pierwiastka gołym okiem nie jest dokładna a objawy często trudne do jednoznacznego zdiagnozowania. Obserwuje się różne reakcje odmian na niedobory cynku. W celu uzupełnienia zawartości cynku w glebie najpowszechniej stosowanym nawozem jest siarczan cynku, stosowany w ilościach od 2 do 23 kg ha<sup>-1</sup>. Przewidywalność tego pierwiastka zależy od rodzaju i odczynu gleby. W niniejszej pracy dokonano przeglądu literatury dotyczącej roli cynku w uprawie pszenicy.

Słowa kluczowe: pszenica, cynk, niedobór, deficyt, zboża

## **The role of zinc in the wheat cultivation**

Zinc is the one of the most important microelement in wheat cultivation and its deficiency reduces food global production of plant origin because this element is involved in the metabolic processes of plants. Worldwide, about 50% of the soils, planted with cereals are affected by insufficient content of available forms for plants Zn, resulting in a reducing yields and insufficient Zn content in products of plant origin. This in turn causes a deficiency of this element in humans and animals because it is directly connected with our diet mainly based on cereal products. Zinc deficiency in humans is the most common next to iron and iodine deficit. In order to determine the deficiencies of Zn soil tests or vegetable are used, as the evaluation of deficit of this element with the naked eye is not accurate and the symptoms are often difficult to clearly diagnose. The different reactions of varieties on zinc deficiency have been observed. In order to supplement the zinc content of the soil, the most commonly fertilizer is zinc sulphate, which is used in quantities from 2 to 23 kg ha<sup>-1</sup>. The bioavailability of the element depends on the type and pH of the soil. In this paper we review the literature on the role of zinc in the wheat cultivation

Keywords: wheat, zinc, deficiency, deficit, cereals

# Metody magazynowania zbóż do celów technologicznych

## 1. Wstęp

Płody rolne są głównym surowcem wykorzystywanym w różnych dziedzinach przemysłu, w tym w branży spożywczej. Ziarna zbóż oraz powstałe z nich półprodukty stanowią jedno z głównych źródeł surowców dla producentów żywności [1]. Okazuje się iż w skali globalnej zaspokajają one ponad połowę zapotrzebowania ludzkości na węglowodany. Ziarna zbóż wykorzystywane są również do skarmiania zwierząt hodowlanych. W tym celu wykorzystywane są w postaci pierwotnej lub w formie sfermentowanej paszy [2].

Obecnie na świecie dominują uprawy takich gatunków zbóż jak pszenica, jęczmień, kukurydza oraz ryż. W Polsce natomiast ze względów klimatycznych uprawia się głównie: pszenicę, żyto, pszenżyto, jęczmienię, owies oraz kukurydzę [3].

Produkcja rolno-spożywcza to złożony łańcuch technologiczny, w którym łącznikiem między uprawą roślin, a ich przetwórstwem, jest etap magazynowania surowców. Dlatego na jakość produktu końcowego wpływać może wiele czynników w tym niewłaściwy sposób przechowywania zebranych płodów rolnych. W przypadku ziarna zbóż niewłaściwe parametry fizyczne podczas procesu magazynowania sprzyjają rozwojowi mikroorganizmów oraz szkodników magazynowych. Co w konsekwencji może generować straty ekonomiczne oraz prowadzić do spadku jakości przechowywanego surowca, który cechujące się: osłabieniem zdolności kiełkowania materiału siewnego, zmianamicech organoleptycznych oraz fizykochemicznych [4]. W trakcie długotrwałego magazynowania wilgotność ziarna nie powinna przekraczać 14%. W przypadku wzrostu aktywności wodnej może dojść do rozwoju grzybów strzępkowych i zapleśnienia surowca [5].

Porażone przez mikroorganizmy ziarno, a w szczególności o widocznych cechach rozwoju grzybów strzępkowych, może zawierać toksyczne metabolity zwane mykotoksynami [2]. Substancje te są termostabilne, dlatego w trakcie procesów technologicznych nie ulegają degradacji. W związku z powyższym stanowią istotne zagrożenie dla zdrowia ludzi oraz zwierząt hodowlanych. Materiał siewny pozyskany z porażonego przez mikroorganizmy ziarna może wykazywać osłabione zdolności do kiełkowania, co w konsekwencji prowadzi do obniżenia plonowania [6].

Obecność oraz rozwój szkodników magazynowych w trakcie przechowywania ziarna zbóż prowadzi do ubytku masy składowanego surowca [4]. Poza tym szkodniki magazynowe zanieczyszczając ziarno odchodami, sierścią, częściami pancerzyków

---

<sup>1</sup> mag18-89@o2.pl, Samodzielna Katedra Biotechnologii i Biologii Molekularnej, Wydział przyrodniczo-Techniczny, Uniwersytet Opolski, www.uni.opole.pl

<sup>2</sup> teresak@uni.opole.pl, Samodzielna Katedra Biotechnologii i Biologii Molekularnej, Wydział przyrodniczo-Techniczny, Uniwersytet Opolski, www.uni.opole.pl



powodując spadek jego jakości. W wyniku skarmiania zwierząt hodowanych paszami powstałymi z ziarna zanieczyszczonego dużą ilością odchodów szczurzych zaobserwowano spadek przyrostu masy trzody chlewnej. Niestety oddzielenie odchodów szkodników oraz ich wydzielin od magazynowanego ziarna jest praktycznie nie możliwe [7].

## **2. Cel**

Celem pracy jest przedstawienie metod magazynowania zbóż o przeznaczeniu technologicznym wykorzystywanych w przechowalnictwie.

## **3. Metody magazynowania**

Magazynowanie to etap technologiczny w łańcuchu produkcji rolno-spożywczej, którego celem jest przechowywanie ziarna zbóż w optymalnych warunków zapewniających brak lub zminimalizowanie utraty jakości surowca [8]. Obecnie do przechowywania zbóż wykorzystywane są trzy metody magazynowania, które możemy podzielić na podstawie sposobu składowania ziarna na: magazyny płaskie, silosy zbożowe oraz rękawy foliowe (silobag). Do początku lat 90 XX wieku w przechowalnictwie zbóż dominował konstrukcje betonowe, obecnie częściej w trakcie procesu magazynowania wykorzystywane są ich stalowe odpowiedniki [9].

### **3.1. Magazyny płaskie**

Magazyny płaskie, to zazwyczaj w wielkopowierzchniowe konstrukcje o kubaturze powyżej 10000 ton pozwalają na przechowywanie dużych objętości ziaren zbóż [10].

W celu zapewnienia optymalnych warunków przechowywania magazyny płaskie muszą spełniać pewne wymagania techniczne związane ze zmniejszeniem ryzyka wzrostu wilgotności składowanego surowca w trakcie magazynowania. Dlatego magazyny płaskie najczęściej lokalizowane są na terenach suchych o niskim poziomie wód gruntowych [11]. Konstrukcja magazynu musi znajdować się na posadce betonowej odpowiednio odizolowanej od podłoża. Plac wokół magazynu wraz z rampą również musi być wybetonowany, związane jest to z transportem surowca i ma na celu zapobieganie możliwości tworzenia kolejni dziur w nawierzchni, w których może zbierać się woda [7].

Duża powierzchnia magazynowa oraz usypanie ziarna w pryzmy zapewniają dobrą wentylację składowanego surowca, zapobiegając jego przegrzaniu i zaparzeniu. W porównaniu do innych technik magazynowania jedynie w magazynach płaskich można składować różne gatunki zbóż w jednym magazynie [10].

Zapewnienie odpowiednich warunków podczas przechowywania ziarna zbóż w magazynach płaskich nie jest łatwym procesem. Nie wszystkie magazyny płaskie wyposażone są w system rozładunkowo-załadunkowy oparty na wykorzystaniu przenośników oraz podajników [12]. Dlatego w wielu przypadkach, a w szczególności w magazynach starszego typu, do załadunku surowca wykorzystywane są maszyny rolniczo-budowlane takie jak ładowarki czy psychacze. Wykorzystanie takiego

typu sprzętu wiąże się z dodatkowymi kosztami zatrudnienia osób posiadających uprawnienia. Poza tym magazyny płaskie wymagają szczególnej dbałości o czystość. Po okresie składowania należy usunąć wszelkie pozostałości magazynowanego ziarna, gdyż rozwijające się w nich mikroorganizmy mogą stanowić potencjalne źródło zanieczyszczenia w następnym okresie magazynowym [8].

Magazyny płaskie są głównie wykorzystywane przez firmy zajmujące się skupem oraz dystrybucją zbóż. W przypadku rolników budowa oraz utrzymanie wielkopowierzchniowych magazynów jest mało opłacalna. Dlatego jeśli wykorzystują oni magazyny płaskie to raczej są to starsze konstrukcje, które często po okresie składowania wykorzystywane są jak pomieszczenia gospodarcze dla sprzętu agrotechnicznego albo garaże dla maszyn rolniczych [13].

### **3.2. Silosy zbożowe**

Silosy zbożowe są najczęściej wykorzystywaną metodą magazynowania ziarna zbóż. Wiąże się to z możliwością ich lokalizacji na dowolnym terenie (nawet o wysokim poziomie wód gruntowych) oraz niższym kosztem budowy w porównaniu do magazynów płaskich [14]. Ze względów konstrukcyjnych silosy zbożowe możemy podzielić na żelbetonowe oraz stalowe, które z kolei można podzielić ze względu na kształt dna na lejowe i płaskodenne [9].

W latach 60-80 XIX wieku w Polsce wybudowano wiele silosów o konstrukcji żelbetonowej. Obecnie duża część z nich nie spełnia europejskich warunków bezpiecznego użytkowania, a ich remont polegający na wzmocnieniu konstrukcji żelbetonowej jest dość kosztowny i wymaga indywidualnego podejścia, dlatego często pozostają one niewykorzystywane [9].

Rozwój rolnictwa oraz aspekt ekonomiczny związane ze zmienną ceną skupu zbóż sprzyjają budowie magazynów przy gospodarczych, a w szczególności silosów o konstrukcji stalowej. Niegdyś konstrukcje te charakteryzowały się ograniczoną kubaturą, dlatego nie były aż tak popularne. Obecnie pojedyncze silosy stalowe pozwalają na składowanie nawet do kilkudziesięciu tysięcy ton surowca [15]. W polskich gospodarstwach rolnych dużą popularnością cieszą się silosy BIN o kubaturze od 10-2200 ton. Najczęściej wykorzystywane są one w zespołach złożonych z kilku sztuk tworzących tak zwany układ baterijny [7].

Nowoczesne silosy stalowe wyposażone w systemy sterujące parametrami magazynowania umożliwiają utrzymanie optymalnych warunków składowania zbóż z jednoczesnym ograniczeniem kosztów związanych z zatrudnieniem dodatkowych pracowników. Procesy oczyszczania powierzchni magazynowej ze względu na gładkie ściany silosów stalowych przebiegają samoczynnie, a procesy dezynfekcji przeprowadza się w nich dużo łatwiej niż w magazynach płaskich. Dodatkowo dość często proces rozładunku i załadunku surowca w silosach zbożowych oparty jest na mechanizmie grawitacji, co również wpływa na obniżenie kosztów tych operacji [16].

Oprócz powyższych zalet składowanie ziarna w silosach ma pewne ograniczenie takie jak: możliwość składować tylko jeden rodzaju zbóż w silosie w trakcie magazynowania, ograniczony dostęp po zapełnieniu oraz w przypadku dużego

zanieczyszczenia surowca ograniczona wentylacja składowanego ziarna. Niesymetryczne ładowanie zboża jest przyczyną nie wykorzystywania całej powierzchni magazynowej i również stanowi poważną wadę [17]. Kolejnym zagadnieniem, nad którym pracują inżynierowie jest problem z wysokością elewatora, przepływem ziarna oraz wielkością otworu wyjściowego. Nieodpowiednie dobrane parametry powodują uszkodzenia ścian silosu i mogą prowadzić nawet do jego zawalenia [16]. Związane jest to z masą utrzęśioną (zwaną także gęstością pozorną) surowców i siłami jakimi oddziałuje ziarno na ściany silosu w trakcie opróżniania. Niewłaściwa praktyka magazynowa i zapełnianie silosów ponad wymagany stan, może również prowadzić do wad konstrukcyjnych i zużywania się oraz odkształcania ścian silosów, co z kolei powoduje jego upadek i stanowi niebezpieczeństwo dla pracowników [18, 19].

W procesie przechowywania zboża istotna jest również zależność pomiędzy temperaturą, a wilgotnością powietrza. Temperatura na zewnątrz nie ma bezpośredniego wpływu na jakość ziarna przechowywanego w silosach. Jednakże jest to jedyny typ magazynowania, w którym temperatura stanowi ważny czynnik, gdyż nagrzewanie się blaszanych ścian silosu powoduje większy gradient temperatury wewnątrz konstrukcji. Należy pamiętać również o dodatkowej energii cieplnej wydzielającej się podczas oddychania ziarna. Wysoka wilgotność surowca podczas załadunku może doprowadzić do jego zaparowania i rozwoju pleśni [20].

Problem podczas przechowywania ziarna w silosach jest również występowanie pyłu zbożowego, którego wybuch może prowadzić do uszkodzenia konstrukcji silosu zarówno żelbetonowych jak i stalowych oraz może stanowić bezpośrednie zagrożenie dla osób obsługujących instalację [21, 22].

Liczne udokumentowane przypadki wybuchów pyłu zbożowego na przestrzeni XIX i XX wieku, które w swoje pracy opisuje Abbasi i współautorzy, pokazują jak istotny jest to problem branży przechowywania [23]. Powstały odpowiednie wytyczne dotyczące projektowania silosów na wypadek wybuchy pyłów, które umieszczone są w normie europejskiej PN-EN1991-4:2008 [24]. Pył zbożowy stanowi zagrożenie wybuchowe w przypadku gdy jego zawartość w powietrzu magazynowym o wilgotności poniżej 8% jest wyższa od  $20 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$ , a w jego składzie przeważają najdrobniejsze cząsteczki o średnicy poniżej  $60 \mu\text{m}$  [25]. W celu zmniejszenia ryzyka wybuchu pyłu zbożowego podejmowane są odpowiednie działania zabezpieczające polegające na zapobieganiu tworzenia się i eliminacji zapłonu atmosfer wybuchowych oraz minimalizacji do akceptowalnych rozmiarów skutków eksplozji [15]. Przykładami zabezpieczeń silosów przed eksplozją pyłu są pewnego rodzaju rozwiązania technologiczne, w obrębie których wyróżnić można: płytki bezpieczeństwa, bezpłomieniowe uwalnianie ciśnienia wybuchu, mechaniczne przegrody izolujące wybuch oraz czujniki wybuchu [21]. W 2017 roku problem wybuchów silosów zbożowych jest ciągle aktualny. Europejski Komitet Normalizacyjny w 2005 roku wprowadził wymogi monitorowania ryzyka wybuchu w silosach zbożowych oraz wyznaczył normy dotyczące konstrukcji silosów i elewatorów [17, 24]

### 3.3. Rękawy foliowe

Uprawy kukurydzy stanowią znaczącą część produkcji rolnej na terenie Polski. Ze względu na wysoką wilgotność ziarna kukurydzy po zbiorach (30-40%) jego przechowywanie w sposób tradycyjny w magazynach płaskich oraz silosach zbożowych jest dosyć kosztowane, związane jest toż koniecznością dosuszenia plonu [26-28]. Aby przechowywać ziarno kukurydzy bez strat jego wilgotność nie powinna przekraczać 10%. Koszt suszenia 1 tony kukurydzy do powyższych parametrów wynosi 83-125 zł [27]. W celu ograniczenia kosztów dosuszenia surowca oraz przedłużenia jego trwałości coraz częściej stosowany jest proces samo-konserwacji ziarna w rękawach foliowych zwany inertacją [29]. Przechowywane w taki sposób ziarno kukurydzy wykorzystywane jest przeważnie do produkcji pasz oraz bioetanolu [27, 30].

Ze względu na wysoką wilgotność ziarno kukurydzy narażone jest na negatywne oddziaływanie patogenów grzybowych oraz bakteryjnych [31]. Przed zbiorem główne zagrożenie stanowią grzyby rodzaju *Fusarium*, natomiast w trakcie przechowywania *Penicillium* i *Aspergillus* [32, 33]. Przechowywanie ziarna w rękawach foliowych powoduje, że dostęp tlenu jest ograniczony przez co niweluje możliwość rozwoju grzybów strzępkowych [34, 35]. Niestety ten sposób magazynowania ma również swoje wady, gdyż podczas składowania może dojść do niekontrolowanej fermentacji ziarna i wzrostu zanieczyszczenia innymi grupami mikroorganizmów. Dlatego w trakcie magazynowania kukurydzy zalecane jest kondycjonowanie ziarna [30]. Metody kondycjonowania ziarna podczas przechowywania w rękawach dzielone są na chemiczne oraz biologiczne. W przypadku pierwszej grupy wykorzystuje się preparaty na bazie kwasu mrówkowego i propionowego [29]. Najczęstszą metodą aplikacji preparatów chemicznych jest zamgławianie składowanego ziarna [30]. Natomiast biologiczne kondycjonowanie oparte są na stosowaniu szczepionek mikrobiologicznych zawierających bakterie fermentacji mlekowej [28, 36].

Rękawy wykonane są z 2-3 warstw z polietylenu, z pewnymi domieszkami zwiększającymi ich odporność na uszkodzenia mechaniczne, działanie promieniowania słonecznego, tlenu i ciepła oraz wpływające na zwiększenie ich elastyczności [37]. Średnica stosowanych rękawów foliowych wynosi od 2,4 do 3,5 m, a ich długość może wahać się od 45 do 150 m. Można w nich zakonserwować od 150 do 1000 ton surowca [38].

Przechowywanie ziarna zbóż w silosach zbożowych i magazynach płaskich jest droższym porównaniu do rękawów foliowych (silobags), w których system przechowywania jest bardziej elastyczny jeśli chodzi o ilość przechowywanego ziarna. Jednak największą zaletą tego typu magazynowania jest brak problemu z rozwojem grzybów strzępkowych oraz stratami spowodowanymi obecnością mykotoksyn i zapleśnieniem surowca [39, 40]. Ten typ przechowywania najczęściej wykorzystywany jest w Argentynie, w której magazynuje się 40% zbiorów z wykorzystaniem silobag'ów. Coraz częściej jest też stosowany w Australii oraz zachodnio-północnych rejonach Europy (Finlandia, Norwegia, Dania, Holandia) [41].

W Polsce też można się spotkać z jego wykorzystaniem, jednak wciąż jeszcze dominują silosy metalowe oraz magazyny płaskie [3].

#### **4. Zabiegi wykorzystywane w przechowalnictwie**

Szkodniki magazynowe przenoszą zanieczyszczenia mikrobiologiczne pochodzące z środowiska zewnętrznego, dlatego jedną z najważniejszych czynności prewencyjnych jest okresowa deratyzacja i dezynsekcja magazynów [42]. Prowadzona jest ona zazwyczaj przy udziale środków chemicznych. Najbardziej wydajnym procesem jest zamgławianie, czyli fumigacja. W procesie tym używało się zazwyczaj dwutlenek węgla, fosfowodór lub mieszanek obu składników [43]. Jednak coraz więcej doniesień na temat nabywania oporności szkodników magazynowych na stosowane praktyki spowodowało, że zaczęto szukać innych rozwiązań [44-47]. Alternatywę stanowi użycie do zamgławiania ozonu, tlenu węgla lub lotnych terpenów i terpenoidów zawartych w olejkach eterycznych [46, 48, 49]. Dwa pierwsze rozwiązania znajdują coraz częściej zastosowanie w praktyce. Natomiast olejki eteryczne wymagają jednak dalszych badań dotyczących toksyczności. Kolejnym problemem jest również specyficzny mocny zapach tych substancji, który może pozostawać na surowcu i czynić go niezdatnym do użycia [49].

Niezbędną strategią odpowiedniego zarządzania magazynowaniem ziarna zbóż jest wprowadzenie dobrych praktyk magazynowych, przez które rozumie się zespół zasad i reguł postępowania z surowcem, czyli: czyszczenie magazynów zbożowych przed oraz po procesie magazynowania; dosuszanie ziarna; mieszanie ziarna o różnych parametrach fizykochemicznych i stopniu zanieczyszczenia; monitorowanie parametrów fizykochemicznych surowca oraz przestrzeni magazynowej; wentylacja przestrzeni magazynowej; stosowanie zasady pierwsze-weszło-pierwsze-wyszło (FIFO, First-In-First-Out) [8, 50].

#### **5. Podsumowanie**

Niewłaściwe parametry podczas magazynowania ziarna zbóż prowadzą do spadku jego jakości oraz generują straty ekonomiczne. Wybranie odpowiedniego sposobu magazynowania surowców jest niezbędne aby utrzymać ziarno w dobrej kondycji. W zależności od rodzaju składowanego zboża, jego ilości oraz warunków klimatycznych należy dobrać odpowiedni system magazynowania. Nie bez znaczenia jest również potrzeba monitorowania właściwości fizykochemicznych i czystości mikrobiologicznej surowca i przestrzeni roboczej w trakcie skadrowania. Zgodnie z prawem należy również cyklicznie sprawdzać stężenie pyłu i kurzu biologicznego ze względu na zagrożenie wybuchem. Obecnie w Polsce ziarna zbóż najczęściej magazynowane są w silosach stalowych, a magazyny płaskie przeważnie wykorzystywane są konsorcja zajmujące się skupem i dystrybucją ziarna zbóż. Jednak w każdym z tych konstrukcji należy zadbać o optymalne warunki przechowywania stosując się do dobrych praktyk, a zwłaszcza zabiegów, takich jak dosuszanie, wentylacja ziarna oraz oczyszczanie i fumigacja powierzchni magazynowej.

## Literatura

1. Jiménez-Islas H., Navarrete-Bolaños JL., Botello-Álvarez E. *Numerical study of the natural convection of heat and 2-D mass of grain stored in cylindrical silos*, *Agrociencia.*, 38 (2004), s. 325-342.
2. Krnjaja V., Levi J., Stankovi S., Petrovi T., Stojanovi L., Gogi M. *Distribution of moulds and mycotoxins in maize grain silage in the trench silo*, *Biotechnology in Animal Husbandry.*, 28 (2012), 845-854.
3. Wróbel B. *Zagrożenia zwierząt i ludzi toksynami grzybów pleśniowych zawartych w paszach i żywności*, *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie.*, 47 (2014), s. 159-176.
4. Rakić S., Janković S., Maracetić M., Zivković D., Kuzevski J. *The impact of storage on the primary and secondary metabolites, antioxidant activity and digestibility of oat grains (Avena sativa)*, *Journal of Functional Foods.*, 7 (2014), s. 373-380.
5. Afzal I., Amir M., Ishfaq M., Sagheer M. *Maintaining dryness during storage contributes to higher maize seed quality*, *Journal of Stored Products Research.*, 72 (2017), s. 49-53.
6. Zhang H., Sun J., Zhang Y., Lu M., Sun L., Li W., Hu X., Wang B. *Retention of deoxynivalenol and its derivatives during storage of wheat grain and flour*, *Food Control.*, 65 (2016), s. 177-181.
7. Rudziński R. *Zasady przechowywania i magazynowania towarów pochodzenia rolniczego*, *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach Seria: Administracja i Zarządzanie.*, 88 (2011), s. 113-126.
8. Fleurat-lessard F. *Integrated management of the risks of stored grain spoilage by seedborne fungi and contamination by storage mould mycotoxins - An update*, *Journal of Stored Products Research.*, 71 (2017), s. 22-40.
9. Kamiński M., Maj M., Bywalski C. *Problemy z użytkowaniem żelbetowych silosów na zboże po kilkudziesięciu latach eksploatacji*, *Przegląd Budowlany.*, 4 (2012), s. 157-160.
10. Channal G., Nagnur S., Nanjayanamath C. *Indigenous grain storage structures*, *Leisa India.*, 3 (2004), s. 165-189.
11. Martinez W., Campabadal C., Hallen-Adams HE., Bianchini A. *Traditional maize post-harvest management practices among smallholder farmers in Guatemala*, *Journal of Stored Products Research.*, 71 (2017), s. 14-21.
12. Gaworski M. *Bezpiecznie przechować ziarno*, <http://agro-technika.pl/archiwa/bezpiecznie-przechowac-ziarno/>, dostęp: 30.03.2017.
13. Densiuk W. *Jak wybrać dobre silosy?*, <http://www.farmer.pl/prawo/nieruchomosci/jak-wybrac-dobre-silosy,54962.html>, dostęp: 30.03.2017.
14. Peralta P., Aguirre M., Geraminrd Jc., Pugnaroni L. *Apparent mass during silo discharge: Nonlinear effects related to filling protocols*, *Powder Technology.*, 311 (2017), s. 265-272.
15. Bitner W., Szczepaniak J. *Simulation test of structural stability of a grain silo for the purpose of carrying out the simulations of grain dust explosion*, *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering.*, 56(2011), s. 16-20.
16. Peralta PJ., Aguirre AM., Géminard J., Pugnaroni LA. *Apparent mass during silo discharge: Nonlinear effects related to filling protocols*, *Powder Technology.*, 311 (2017), s. 265-272.
17. Tascón A. *Design of silos for dust explosions: Determination of vent areas sizes and explosion pressures*, *Engineering Structures.*, 134 (2017), s. 1-10.
18. Couto A., Ruiz A., Aguado PJ. *Experimental study of the pressure exerted by wheat stored in slender cylindrical silos, varying the flow rate of material during discharge. Comparison with Eurocode 1 part 4*, *Powder Technology.*, 237 (2013), s. 450-467.

19. Colonnello C., Reyes LI., Clément E., Gutiérrez G. *Behavior of grains in contact with the wall of a silo during the initial instants of a discharge-driven collapse*, Physica A: Statistical Mechanics and its Applications., 398 (2014), s. 35-42.
20. Carrera-Rodríguez M., Martínez-González GM., Navarrete-Bolaños JL., Botello-Álvarez JE., Rico-Martínez R., Jiménez-Islas H. *Transient numerical study of the effect of ambient temperature on 2-D cereal grain storage in cylindrical silos*, Journal of Stored Products Research., 47 (2011), s. 106-122.
21. Prusiel JA. *Ocena zagrożeń eksplozją pyłów w silosach w świetle norm europejskich*, XXV Konferencja Naukowo-Techniczna "Awaryjne Budowlane 2011", (2011), s. 1030-1036.
22. Tascón A., Ramírez-Gómez A., Aguado PJ. *Dust explosions in an experimental test silo: Influence of length/diameter ratio on vent area sizes*, Biosystems Engineering., 148 (2016), s. 18-33.
23. Abbasi T., Abbasi SA. *Dust explosions—Cases, causes, consequences, and control*, Journal of Hazardous Materials., 140 (2007), s. 7-44.
24. PN-EN 1991-4:2008 Eurokod 1. *Oddziaływania na konstrukcje. Część 4: Silosy i zbiorniki*.
25. Sawicki T. *Zagrożenie pożarowe i wybuchowe w przemyśle zbożowo-młynarskim*, Bezpieczeństwo Pracy., 11 (2003), s. 18-20.
26. Nichols NN., Dien BS., Bothast RJ., Cotta MA. *The corn ethanol industry*, (red.) Minter S. *Alcoholic Fuel*, wyd: Taylor & Francis., New York 2006.
27. Zielińska K., Stecka K., Sutarska A., Micznikowski A., Grzybowski R. *Ograniczenie strat skrobi i cukrów fermentujących w procesie kiszenia wilgotnego ziarna kukurydzy w rękawach foliowych*, Problemy Inżynierii Rolniczej., 1 (2008), s. 123-132.
28. Kupryś-Caruk M., Zielińska K., Fabiszewska A. *Influence of lactic acid bacteria starter cultures on ochratoxin A contamination of maize grain ensilages*, Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering., 56 (2013), s. 34-37.
29. Nowak J., Szambelan K., Miettinen H., Czarnecki Z. *Effect of the corn grain storage method on saccharification and ethanol fermentation yield*, Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria., 7 (2008), s. 19-27.
30. Krzyżko-Łupicka T., Kręcidło M., Kręcidło Ł., Mysłek M. *Kondycjonowanie kukurydzy do produkcji bioetanolu*, Zeszyty Problemów Postępów Nauk Rolniczych., 587 (2016), s. 93-102.
31. Kłowski G., Mikulski D. *The effect of raw material contamination with mycotoxins on the composition of alcoholic fermentation volatile by-products in raw spirits*, Bioresource Technology., 101 (2010), s. 9723-9727.
32. Fandohan P., Zoumenou D., Hounhouigan DJ., Marasas WFO., Wingfield MJ., Hell K. *Fate of aflatoxins and fumonisins during the processing of maize into food products in Benin*, International Journal of Food Microbiology., 98 (2005), s. 249-259.
33. Wolny-Koładka K. *Grzyby z rodzaju Fusarium – występowanie, charakterystyka i znaczenie w środowisku*, Kosmos., 63 (2014), s. 623-633.
34. Abalone R., Gastón A., Bartosik R., Cardoso L., Rodríguez J. *Gas concentration in the interstitial atmosphere of a wheat silo-bag. Part II: Model sensitivity and effect of grain storage conditions*, Journal of Stored Products Research., 47(2011), s. 276-283.
35. Gregori R., Meriggi P., Pietri A., Formenti S., Baccarini G., Battilani P. *Dynamics of fungi and related mycotoxins during cereal storage in silobags*, Food Control., 30 (2013), s. 280-287.
36. Russo P., Pia M., Fiocco D., Capozzi V., Drider D., Spano G. *International Journal of Food Microbiology Lactobacillus plantarum with broad antifungal activity: A*

- promising approach to increase safety and shelf-life of cereal-based products*, International Journal of Food Microbiology., 247 (2017), s. 48–54.
37. *Konserwacja ziarna kukurydzy na mokro w rękawach foliowych*, <http://www.uprawypolowe.pl/uprawa/kukurydza/359-konserwacja-ziarna-kukurydzy-na-mokro-w-rekawach-foliowych..>, dostęp: 10.02.2017.
  38. Dulcet E., *Metody i techniki zakiszania młota browarnianego w belach cylindrycznych*, Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering., 53 (2008), s. 59-62.
  39. Magan N., Aldred D. *Post-harvest control strategies: minimizing mycotoxins in the food chain*, International Journal of Food Microbiology., 119 (2007), s.131-139.
  40. Magan N., Hope R., Cairns V., Aldred D. *Post-harvest fungalecology: impact of fungal growth and mycotoxin accumulation in stored grain*, European Journal of Plant Pathology., 109 (2003), s. 723-730.
  41. Barreto AA., Abalone R., Ochandio D., Cardoso L., Bartosik R. *Validation of a heat , moisture and gas concentration transfer model for soybean ( Glycine max ) grains stored in plastic bags (silobags )*, Biosystems Engineering., 158 (2017), s. 23-37.
  42. State O., Cuperus GW., Payton ME., Bonjour EL., Pinkston KN. *Integrated Pest Management perceptions and practices and insect populations in grocery stores in south-central United States*, Journal of Stored Products Research., 34 (1998), s. 1-10.
  43. Toews MD., Campbell JF., Arthur FH. *Temporal dynamics and response to fogging or fumigation of stored-product Coleoptera in a grain processing facility*, Journal of Stored Products Research., 42 (2006), s. 480-498.
  44. Benhalima H., Chaudhry MQ., Mills KA., Price NR. *Phosphine resistance in stored-product insects collected from various grain storage facilities in Morocco*, Journal of Stored Products Research., 40 (2004), s. 241-249.
  45. Sousa AH., Faroni LRDA., Pimentel MAG., Guedes RNC. *Developmental and population growth rates of phosphine-resistant and -susceptible populations of stored-product insect pests*, Journal of Stored Products Research., 45 (2009), s. 241-246.
  46. Wang F., Jayas DS., White NDG., Fields P. *Combined effect of carbon monoxide mixed with carbon dioxide in air on the mortality of stored-grain insects*, Journal of Stored Products Research., 45 (2009), s. 247-253.
  47. Daghish GJ., Nayak MK., Pavic H., Smith LW. *Prevalence and potential fitness cost of weak phosphine resistance in Tribolium castaneum (Herbst ) in eastern Australia*, Journal of Stored Products Research., 61 (2015), 54-58.
  48. Sousa AH., Faroni LRDA., Guedes RNC., Urruchi WI. *Ozone as a management alternative against phosphine-resistant insect pests of stored products*, Journal of Stored Products Research., 44 (2008), s. 379-385.
  49. Pajaro-Castro N., Caballero-Gallardo K., Hernandez-Lambra R., Stashenko E., Olivero-Verbel J. *Essential oils from plants of the genus Cymbopogon as natural insecticides to control stored product pests*, Journal of Stored Products Research., 62 (2015), s. 81-83.
  50. Adam BD., Siaplay M., Flinn PW., Brorsen BW., Phillips TW. *Factors influencing economic pro fitability of sampling-based integrated pest management of wheat in country*, Journal of Stored Products Research., 46 (2010), s. 186-196.



## **Metody magazynowania zbóż do celów technologicznych**

Zboża stanowią główne źródło węglowodanów dla człowieka i zwierząt hodowlanych. Dlatego istotne jest zachowanie optymalnych warunków w trakcie łańcuch technologicznego. Ważnym etapem w produkcji rolnej jest magazynowanie.

Celem pracy jest przedstawienie metod magazynowania zbóż o przeznaczeniu technologicznym wykorzystywanych w przechwalnictwie.

Obecnie podczas magazynowania zbóż wykorzystuje się trzy metody przechowywania: magazyny płaskie, silosy zbożowe oraz rękawy foliowe. Każdy z sposobów magazynowania ma zarówno zalety jak i wady. Magazyny płaskie wykorzystywane są do składowania dużych ilości zboża, ich obsługa w porównaniu do silosów zbożowych jest bardziej złożona. Trudniej sterować w nich parametrami podczas przechowywania ale powierzchnia magazynowa pozwala na lepszą wentylację zboża w porównaniu do silosów w których należy stosować systemy chłodzące. Silosy zbożowe coraz częściej wykorzystywane są przez samych rolników, którzy nie potrzebują dużych powierzchni magazynowych ale chcą przechować zboża do momentu gdy ich cena w skupach będzie dla nich atrakcyjna. Nowoczesne silosy zbożowe są w pełni zautomatyzowane, co pozwala na ograniczenie kosztów ich obsługi. Alternatywą dla konstrukcji stałych są rękawy foliowe, które obecnie najczęściej wykorzystywane są do przechowywania ziaren kukurydzy. Ten rodzaj przechowywania ziarna cechuje się większą elastycznością w stosunku do masy i objętości przechowywanych surowców niż silosy czy magazyny płaskie. Najczęściej stosowany jest w krajach Ameryki Łacińskiej, jednak silo bag' i pojawiają się również w Australii i Europie Północnej.

Słowa kluczowe: przechwalnictwo, magazyny zbożowe, magazyny płaskie, silosy zbożowe

## **Methods for storage of cereals grain to technological utility**

Crops are the major source of carbohydrates for animals, especially livestock, and human. In regard to the grain quality the most important issue is the preservation the optimal condition during the technological chain.

The aim of the study is introduction to methods of warehousing the cereals destined to technological use. Currently, the three methods are used to storage a cereal's grain: flat warehouses, silos and sleeves (silo-bags). Each of the storage methods has both advantages and disadvantages. Flat warehouses are used for storing the large quantities of grain, but their control is more complicated in comparison to the grain silos. It is more difficult to control the parameters during store time, but the storage area allows better grain ventilation compared to silos system where should be used a cooling system. Cereal silos are used by farmers, who do not need a large storage space, but want to keep the grain until the purchase price will be attractive to them. Modern grain silos are fully automatic, which reduces the cost of servicing. The alternative to solid construction are silo-bags, which are currently the most commonly used for storing the maize grains. This method is more flexible regard to storage space than use of the silos and the warehouses. Silo-bags are used in the countries of Latin America, but increasingly are applied in Australia and country of Northen Europe.

Keywords: Storage, cereal warehouses; flat warehouses; silos

## Indeks autorów

Abramczyk K. ....	7
Babicz M. ....	78, 89, 145
Bany M. ....	78, 89, 145
Bojarszczuk J. ....	53
Czopek K. ....	53
Dyjakon A. ....	16
Gajownik M. K. ....	155
Grzesiuk K. ....	78, 89, 145
Hajduk E. ....	133
Kania G. ....	103, 122
Kaniuczak J. ....	133
Knioła A. ....	197
Kołodziej P. ....	78, 89, 145
Krasuski S. ....	42
Kręcidło Ł. ....	232
Krzyśko-Łupicka T. ....	232
Księżak J. ....	53
Lach A. ....	16
Michałek W. ....	122
Moczulska M. ....	31
Paprocka S. ....	78, 89, 145
Paszkowska-Rogacz J. ....	182
Popek J. ....	166
Staniak M. ....	53
Szostek M. ....	133
Wilk I. ....	166
Wojdas E. ....	67
Wyzińska M. ....	209, 221
Zastrzeżyńska M. ....	166