

ISBN 978-83-66776-43-2

**PODSUMOWANIE WYNIKÓW BADAŃ**

# **PODSUMOWANIE WYNIKÓW BADAŃ PROWADZONYCH NA RZECZ ROLNICTWA EKOLOGICZNEGO w 2024 r.**



„Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Operacja opracowana przez Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie.

Operacja współfinansowana ze środków Unii Europejskiej w ramach Schematu II Pomocy Technicznej

„Krajowa Sieć Obszarów Wiejskich” Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020.

Instytucja Zarządzająca Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020 – Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

**PODSUMOWANIE WYNIKÓW BADAŃ  
PROWADZONYCH NA RZECZ  
ROLNICTWA EKOLOGICZNEGO  
W 2024 R.**

**Wydawca:**

**Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie**

**Oddział w Radomiu**

**26-600 Radom, ul. Chorzowska 16/18**

**Tel. 48 365 69 00**

**[www.cdr.gov.pl](http://www.cdr.gov.pl)**

**email: [radom@cdr.gov.pl](mailto:radom@cdr.gov.pl)**

**ISBN 978-83-66776-43-2**

**Druk: Drukarnia BIGA-DRUK**

**26-600 Radom, ul. Tartaczna 16/18**

## **Szanowni Państwo.**

Kolejna już publikacja, którą polecamy Państwa uwadze zawiera streszczenia tematów badawczych, realizowanych w roku 2024, tj. w dwudziestym roku wsparcia finansowego, udzielanego przez Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi do badań w obszarze rolnictwa ekologicznego.

Kiedy w 2004 roku Polska przyłączyła się do Unii Europejskiej, obawiano się konkurencji państw bardziej rozwiniętych, w których przeważały intensywne metody upraw i hodowli. Bardzo szybko okazało się jednak, że to, co początkowo budziło obawy i kreowało kompleksy, stało się wyłącznie zaletą. Rozdrobnienie i brak chemizacji rolnictwa powoduje, iż ma ono naturalną, immanentną, predyspozycję do produkcji wysokojakościowej żywności ekologicznej – tak poszukiwanej na europejskich stołach. Produkcja w ekologicznym gospodarstwie rolnym prowadzona jest zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju.

W szczególności produkcja ta polega na stosowaniu prawidłowego płodozmianu i innych naturalnych metod utrzymywania lub podwyższania biologicznej aktywności oraz doboru gatunków i odmian roślin, a także gatunków i ras zwierząt, uwzględniającego ich naturalną odporność na choroby. Gospodarstwa ekologiczne, to nie tylko zadbane gospodarstwa rolne, troszczące się o ochronę środowiska i dobrostan zwierząt, produkujące urozmaicony asortyment warzyw, owoców i wysokiej jakości produktów, to także gospodarstwa wymagające ogromnych nakładów finansowych, stałej, systematycznej kontroli i nakładów pracy własnej, włożonej w ich dynamiczny rozwój. Gospodarowanie metodami ekologicznymi to przedsięwzięcie bardzo trudne, wymagające bezwzględного zaangażowania i ogromu pracy, i wbrew pozorom, dużych nakładów finansowych, na co w dobie dzisiejszej globalizacji nie każdy chce się decydować.

Dlatego sektor żywności ekologicznej w Polsce wymaga wsparcia wiedzą naukową, a konieczność prowadzenia badań w zakresie rolnictwa ekologicznego jest działaniem bardzo pożądanym, wspierającym jego dalszy rozwój.

Niedostatek opracowań i publikacji w tym obszarze badawczym powinien też zachęcać świat nauki do podejmowania badań na skalę oczekiwaną przez rolników, konsumentów i doradców.

Niniejsza publikacja zawiera streszczenia tematów badawczych zarówno nowych jak i kontynuowanych. Mogą Państwo w niej znaleźć wiele przydatnych informacji, które ułatwią produkcję metodami ekologicznymi, a także ugruntują już posiadaną wiedzę o tym sposobie produkcji.

## Spis treści

1. **Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie** Uprawy polowe metodami ekologicznymi: badania w zakresie możliwości zastosowania dopuszczonych w rolnictwie ekologicznym środków do celów zaprawiania nasion roślin rolniczych oraz jako nawozów o działaniu dolistnym ..... str. 7
2. **Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie** Warzywnictwo ekologiczne, w tym uprawa ziół: badania w zakresie dostosowania ekologicznych upraw zielarskich do warunków górskich i podgórskich oraz opracowanie przewodnika wraz z wytycznymi w zakresie prowadzenia tych upraw w systemie rolnictwa ekologicznego w warunkach górskich i podgórskich ..... str. 23
3. **Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa PIB** Badania w zakresie możliwości zastosowania dopuszczonych w rolnictwie ekologicznym środków do celów zaprawiania nasion roślin rolniczych oraz jako nawozów o działaniu dolistnym .... str. 39
4. **Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB** Określenie efektywności otaczania nasion kukurydzy preparatami na bazie chitozanu oraz krzemu na rzecz rolnictwa ekologicznego w kontekście przeciwdziałania chorobom powodowanym przez grzyby z rodzaju *Fusarium* spp.: zgorzeli podstawy łodygi i fuzariozie kolb oraz redukcji skażenia ziarna mykotoksynami fuzaryjnymi ..... str. 53
5. **Państwowy Instytut Weterynaryjny – PIB** Badania w zakresie opracowania efektywnych metod produkcji wysokobiałkowych ekologicznych komponentów pasz dla trzody chlewnej i drobiu ..... str. 67
6. **Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. prof. Wacława Dąbrowskiego – PIB** Produkcja ekologiczna wyrobów mięsnych z ras rodzimych trzody z wykorzystaniem bakterii środowiskowych ..... str. 83
7. **Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB** Badania nad przydatnością wybranych form pszenicy zwyczajnej ozimej do produkcji nasiennej dla gospodarstw ekologicznych – upowszechnienie wyników badań w formie zaleceń dla producentów ekologicznych ..... str. 97
8. **Instytut Ogrodnictwa – PIB** Badania w zakresie oceny produktywności ekologicznego materiału rozmnożeniowego buraka ćwikłowego otrzymanego w I roku uprawy oraz opracowania ekologicznych metod zwiększenia jego potencjału plonotwórczego w drugim roku produkcji nasiennej, z uwzględnieniem zasad dobrej praktyki i czynników usprawniających produkcję wraz z wytycznymi (kompleksowy przewodnik – 2 letniej produkcji buraka ćwikłowego na nasiona) ..... str. 113
9. **Instytut Ochrony Roślin – PIB** Innowacyjne badania w zakresie identyfikacji metod ochrony pszenicy przed chorobami grzybowymi, dopuszczonych w rolnictwie ekologicznym z wykorzystaniem substancji podstawowych, wspomaganych ozonowaniem materiału siewnego ..... str. 127
10. **Instytut Ochrony Roślin – PIB** Doskonalenie wykorzystania biologicznych i naturalnych środków produkcji w celu zapewnienia zdrowotności i ochrony rzepaku ozimego ..... str. 143
11. **Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich – PIB** Badania w zakresie możliwości zastosowania dopuszczonych w rolnictwie ekologicznym środków do celów zaprawiania nasion roślin rolniczych oraz jako nawozów o działaniu dolistnym ..... str. 159
12. **Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie** Badania w zakresie optymalizacji produkcji ekologicznej pasz, z uwzględnieniem wykorzystania odpadów z przetwórstwa ekologicznego. Opracowanie przewodnika dobrych praktyk ..... str. 175

13. **Instytut Ogrodnictwa – PIB** Sadownictwo metodami ekologicznymi: Badania w zakresie możliwości zastosowania dopuszczonych w rolnictwie ekologicznym środków do celów zaprawiania nasion ekologicznych upraw sadowniczych oraz jako nawozów o działaniu dolistnym; Ocena wpływu nalistnej aplikacji nawozowych produktów mikrobiologicznych na wzrost i plonowanie roślin truskawki w polowej uprawie ekologicznej ..... str. 187
14. **Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB** Uprawy polowe metodami ekologicznymi. Badania w zakresie podnoszenia efektywności i wydajności w ekologicznej uprawie roślin rolniczych, ze szczególnym uwzględnieniem innowacyjnych rozwiązań zastępujących praktyki i środki produkcji niedozwolone w produkcji ekologicznej. Odchwaszczanie buraka cukrowego nowoczesnymi maszynami, w zastępstwie stosowania herbicydów ..... str. 199
15. **Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB** Uprawy polowe metodami ekologicznymi: badania w zakresie możliwości zastosowania dopuszczonych w rolnictwie ekologicznym środków do celów zaprawiania nasion roślin rolniczych oraz jako nawozów o działaniu dolistnym. Dolistne stosowanie wyciągów roślinnych jako sposób ograniczający rozwój zarazy ziemniaka, stonki ziemniaczanej i poprawiający odżywienie roślin ziemniaka ..... str. 215
16. **Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB** Uprawy polowe metodami ekologicznymi: Badania w zakresie produkcji ekologicznego materiału siewnego roślin rolniczych. Określenie dobrych praktyk produkcyjnych, z uwzględnieniem warunków glebowych i klimatycznych oraz odporności i tolerancji na choroby - wytyczne dla prowadzenia ekologicznych plantacji nasiennych roślin rolniczych pod kątem produkcji materiału siewnego. Ekologiczna uprawa sadzeniaków ziemniaka ... str. 227
17. **Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa PIB** Uprawy polowe metodami ekologicznymi: badania w zakresie podnoszenia efektywności i wydajności w ekologicznej uprawie roślin rolniczych, ze szczególnym uwzględnieniem innowacyjnych rozwiązań zastępujących praktyki i środki produkcji niedozwolone w produkcji ekologicznej ..... str. 243
18. **Instytut Ogrodnictwa – PIB** Badania nad możliwością towarowej produkcji sadzonek maliny w mateczniku prowadzonym metodami ekologicznymi – drugi rok prowadzenia plantacji matecznej ..... str. 259
19. **Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie** Badania w zakresie optymalizacji przetwórstwa produktów roślinnych i zwierzęcych metodami ekologicznymi, ze szczególnym uwzględnieniem przetwarzania produktów na bazie zbóż ..... str. 275
20. **Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie** Wykorzystanie objętościowych produktów ubocznych z roślinnej produkcji ekologicznej skarmianych na bieżąco lub po ich zakiszeniu w żywieniu tuczników. Opracowanie przewodnika dobrych praktyk ..... str. 291





Temat zadania:

**Uprawy polowe metodami ekologicznymi: badania w zakresie możliwości zastosowania dopuszczonych w rolnictwie ekologicznym środków do celów zaprawiania nasion roślin rolniczych oraz jako nawozów o działaniu dolistnym**

**Kierownik zadania badawczego:** *prof. dr hab. Cezary Kwiatkowski*

**Wykonawcy zadania badawczego:** *dr hab. Elżbieta Harasim, prof. uczelni  
mgr Beata Krusińska*

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Katedra Herbologii i Technik Uprawy Roślin

**Zrealizowano na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 9 kwietnia 2024 r. o nr DEJ.re.765.12.2024**

## 1. Wstęp

Podjęte badania zakładały analizę i ocenę innowacyjnego wykorzystania naturalnie występujących minerałów skalnych (zeolit, kreda wapienna) w ekologicznym nawożeniu i ochronie roślin (na przykładzie owsa). Minerale, poddane autorskiemu procesowi mikronizacji (ultra-zmielenia do frakcji  $<0,02$  mm) stały się całkowicie rozpuszczalne w wodzie, dzięki czemu z powodzeniem (w kwestii technicznej i merytorycznej) były stosowane w dolistnym nawożeniu owsa (dokarmianiu/stymulowaniu wzrostu/uodparnianiu na stresy środowiskowe np. susza, uodparnianiu na patogeny grzybowe i szkodniki).

Należy podkreślić, że nie ma dotychczas na rynku zmielonych minerałów całkowicie rozpuszczalnych w wodzie (co najwyżej, tworzą z wodą zawiesinę). Ponadto, zmielony zeolit o grubszej frakcji ( $<0,2$  mm) służył do zaprawiania nasion owsa przed siewem (obtroczenie nasion w zmielonej mączce zeolitowej).

Przed przystąpieniem do zabiegów agrotechnicznych (zaprawiania nasion, oprysków dolistnych) nasz zespół badawczy prowadził badania laboratoryjne nad tymi substancjami (zeolit, kreda wapienna) w celu dokładnego ustalenia ich składu chemicznego, a po zakończeniu badań polowych zweryfikowano zakładany pozytywny wpływ minerałów na rośliny i ziarno owsa.

## 2. Cel badań

Celem badań pt. „**Ocena wpływu zmikronizowanych minerałów stosowanych dolistnie i jako zaprawa nasienna w ekologicznej uprawie owsa**” było określenie kondycji roślin owsa (stres środowiskowy, patogeny), wielkości i struktury plonu owsa oraz wybranych wyróżników składu chemicznego i parametrów prozdrowotnych ziarna owsa uprawianego w systemie ekologicznym w zależności od zróżnicowanego zastosowania zmikronizowanych minerałów (zeolit, kreda wapienna) – jako zaprawa nasienna oraz nawozy/stymulatory wzrostu aplikowane dolistnie.

## 3. Metodyka badań

Realizacja przyjętego celu badań była dokonana w oparciu o eksperyment polowy (2024 r.) założony na terenie Gospodarstwa Doświadczalnego Czesławice należącego do Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie. Doświadczenie było prowadzone w układzie całkowicie losowym, w trzech powtórzeniach, a powierzchnia pojedynczego poletka wynosiła  $30 \text{ m}^2$  ( $3,0 \text{ m} \times 10,0 \text{ m}$ ). Doświadczenie było zlokalizowane na glebie płowej wytworzonej z lessu (II klasa bonitacyjna),

w stanowisku po gorczycy białej. Rośliną testową był owies (*Avena sativa* L. – odmiana ‘Bingo’), wysiany w pierwszej dekadzie kwietnia (08.04.2024), w ilości 200 kg/ha.

W doświadczeniu uwzględniono następujące obiekty badawcze z uprawą owsa:

- A. Obiekt kontrolny – bez zaprawiania nasion owsa i aplikacji dolistnej minerałów
- B. Zaprawianie nasion owsa zeolitem
- C. Zaprawianie nasion owsa zeolitem + dolistna aplikacja zeolitu (4-krotna)
- D. Zaprawianie nasion owsa zeolitem + dolistna aplikacja zeolitu (6-krotna)
- E. Zaprawianie nasion owsa zeolitem + dolistna aplikacja zeolitu (4-krotna) + dolistna aplikacja kredy wapiennej (2-krotna)
- F. Zaprawianie nasion owsa zeolitem + dolistna aplikacja zeolitu (6-krotna) + dolistna aplikacja kredy wapiennej (4-krotna)\*

*\*Czasokres aplikacji dolistnej minerałów (2-, 4-, 6-krotna) rozpoczynał się od fazy 3-4 liści owsa, zaś kończył się w fazie kwitnienia wiech owsa – szczegółowy terminarz aplikacji przedstawiono w tabeli 1.*

**Tabela 1. Terminarz dolistnej aplikacji minerałów w poszczególnych fazach rozwojowych owsa**

| Czasokres aplikacji dolistnej minerałów | Zeolit                                                                                                                                                           | Kreda wapienna                                                                                                        |
|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2-krotna                                | -                                                                                                                                                                | 1. Faza 3-4 liści<br>2. Faza strzelania w źdźbło -                                                                    |
| 4-krotna                                | 1. Faza 3-4 liści<br>2. Faza pełni krzewienia<br>3. Faza strzelania w źdźbło<br>4. Faza zawiązywania wiechy                                                      | 1. Faza początku krzewienia<br>2. Faza pełni krzewienia<br>3. Faza strzelania w źdźbło<br>4. Faza zawiązywania wiechy |
| 6-krotna                                | 1. Faza 3-4 liści<br>2. Faza początku krzewienia<br>3. Faza pełni krzewienia<br>4. Faza strzelania w źdźbło<br>5. Faza zawiązywania wiechy<br>6. Faza kwitnienia | -                                                                                                                     |

Niezależnie od liczby aplikacji oprysków, dawka minerałów była stała i wynosiła: zeolit – 10g / 10 l wody, kreda wapienna – 8 g / 10 l wody. Ilość mączki zeolitowej do zaprawiania nasion owsa była ustalona na poziomie: 200 g/100 kg nasion.

Należy wyraźnie zaznaczyć, że w badaniach **nie stosowano żadnego nawożenia dogłębowego zasiewów owsa** – co w założeniu Wnioskodawcy, pozwoliło na bardziej precyzyjne uchwycenie wpływu minerałów do zaprawiania nasion i nawożenia dolistnego na produktywność rośliny testowej.

Na wszystkich obiektach po zbiorze przedplonu (gorczyca biała) wykonano orkę podorywkę i bronowanie (3 dekada sierpnia 2023 r.). Na jesieni (2 dekada października 2023 r.) wykonano orkę przedzimową pozostawiającą rolę na zimę w tzw. „ostrej skibie”. Wiosną (2024) na wszystkich obiektach pole zostało przygotowane pod siew owsa (uprawa agregatem uprawowym). Na plantacji owsa prowadzono 2-krotną mechaniczną (bronowanie) redukcję zachwaszczenia – przed wschodami rośliny uprawnej oraz w fazie 2-3 liści.

W trakcie wegetacji owsa był prowadzony monitoring stanu roślin (wrażliwość na stresy środowiskowe), monitoring porażenia roślin owsa przez choroby grzybowe oraz szkodniki.

Zbiór ziarna owsa przeprowadzono w 1. dekadzie sierpnia (05.08.2024). Po zbiorze wykonano szczegółowe analizy (biometryczne i chemiczne) roślin i ziarna owsa – jako głównego elementu badawczego. Wyniki badań opracowano statystycznie metodą analizy wariancji oraz zweryfikowano testem Tukey’a na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ . Do obliczeń statystycznych posłużył program Statistica PL.

#### 4. Wyniki badań

Dane przedstawione w tabeli 2. obrazują, że zastosowane w badaniach **minerały aplikowane dolistnie** (zeolit o frakcji <0,02 mm i kreda wapienna o frakcji <0,02 mm) oraz użyty jako **zaprawa nasienna zeolit** o frakcji <0,2 mm, wykazywały zróżnicowany skład chemiczny. Szczególnie duże różnice występują w zawartości Ca: kreda wapienna – 423 tys. mg kg<sup>-1</sup>; zeolit 0,02 mm – 15,5 tys. mg kg<sup>-1</sup>, zaś zeolit 0,2 mm tylko 9,2 tys. mg kg<sup>-1</sup>. Pokazuje to, że obróbka zeolitu w młynie strumieniowym do frakcji rozpuszczalnej w wodzie (<0,02 mm) skutkuje większą koncentracją wapnia w ultra-zmielonym nawozie.

Tabela 2. Właściwości chemiczne uwzględnionych w doświadczeniu minerałów

| Składnik                  | Zeolit<br>(frakcja 0,2 mm) | Zeolit<br>(frakcja 0,02 mm) | Kreda wapienna<br>(frakcja 0,02 mm) |
|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|
| Ca (mg kg <sup>-1</sup> ) | 9210                       | 16500                       | 423000                              |
| Mg (mg kg <sup>-1</sup> ) | 2680                       | 2740                        | 1190                                |
| K (mg kg <sup>-1</sup> )  | 16900                      | 16600                       | 71                                  |
| Na (mg kg <sup>-1</sup> ) | 999                        | 994                         | 69                                  |
| Fe (mg l <sup>-1</sup> )  | 4890                       | 4500                        | 330                                 |
| Zn (mg l <sup>-1</sup> )  | 22,2                       | 21,4                        | 7,90                                |

|                                    |                 |                 |                 |
|------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Cu (mg l <sup>-1</sup> )           | 3,43            | 3,46            | 1,43            |
| Mn (mg l <sup>-1</sup> )           | 170             | 161             | 19,35           |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)  | 0,48            | 0,43            | 0,52            |
| SiO <sub>2</sub> (%)               | 25,5            | 30,6            | 18,8            |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%) | 14,2            | 14,9            | 12,8            |
| Pb (%)                             | nie stwierdzono | nie stwierdzono | nie stwierdzono |
| Hg (%)                             | nie stwierdzono | nie stwierdzono | nie stwierdzono |

Skład chemiczny kredy wapiennej (poszczególnych pierwiastków) na tle zeolitów jest znacząco inny. Co oczywiste, zawartość wapnia w kredzie jest ponad 25-cio krotnie większa od zeolitu 0,02 mm oraz blisko 46-cio krotnie większa od zeolitu 0,2 mm. Reasumując, badania laboratoryjne potwierdziły dużą przydatność do nawozową minerałów skalnych oraz ich ekologiczność.

W niniejszych badaniach, monitorowano ogólny **stan kondycji roślin**. Dane zawarte w tabeli 3 obrazują, że już w fazie krzewienia stwierdzono istotny wpływ stosowania dolistnego minerałów (obiekty C – F) na wygląd roślin owsa, względem obiektów bez minerałów dolistnych (A i B). W fazie strzelania w źdźbło opisana tendencja utrzymywała się, a poza tym, % zdrowo wyglądających roślin na obiektach E i F (odpowiednio: 90% i 92%) był istotnie większy nie tylko względem obiektów A – B, ale też w stosunku do obiektów C i D (odpowiednio: 83% i 85% zdrowych roślin). W kolejnej fazie rozwojowej owsa (wyrzucanie wiechy) % zdrowych roślin na obiektach C – F minimalnie zmniejszał się, a % zdrowych roślin był istotnie najkorzystniejszy na obiektach E i F (odpowiednio: 87% i 89%). W fazie dojrzałości młecznej % zdrowo wyglądających roślin owsa na obiektach E – F utrzymywał się na dosyć wysokim poziomie (85 – 87%) i był istotnie największy w stosunku do pozostałych obiektów.

**Tabela 3.** Ocena stanu kondycji roślin owsa (wygląd i wybarwienie liści/ intensywność kwitnienia) wyrażonej w skali 9-stopniowej i przeliczanej na % zdrowych roślin

| Fazy rozwojowe owsa  | Obiekty doświadczenia |      |      |      |      |       |
|----------------------|-----------------------|------|------|------|------|-------|
|                      | A*                    | B    | C    | D    | E    | F     |
| BBCH 23 <sup>1</sup> | 72 a <sup>2</sup>     | 78 b | 87 c | 90 c | 92 c | 95 bc |
| BBCH 33              | 70 a                  | 76 b | 83 c | 85 c | 90 d | 92 d  |
| BBCH 55              | 60 a                  | 69 b | 77 c | 82 d | 87 e | 89 e  |
| BBCH 75              | 50 a                  | 66 b | 75 c | 79 c | 85 d | 87 d  |

Objaśnienie:

A\* - Obiekt kontrolny – bez zaprawiania nasion owsa i aplikacji dolistnej minerałów;

B - Zaprawianie nasion owsa zeolitem;

C - Zaprawianie nasion owsa zeolitem + dolistna aplikacja zeolitu (4-krotna);

D - Zaprawianie nasion owsa zeolitem + dolistna aplikacja zeolitu (6-krotna);

E - Zaprawianie nasion owsa zeolitem + dolistna aplikacja zeolitu (4-krotna) + dolistna aplikacja kredy wapiennej (2-krotna);

F - Zaprawianie nasion owsa zeolitem + dolistna aplikacja zeolitu (6-krotna) + dolistna aplikacja kredy wapiennej (4-krotna).

<sup>1</sup>BBCH 23 – krzewienie; BBCH 33 – strzelanie w źdźbło; BBCH 55 – wyrzucanie wiechy; BBCH 75 – dojrzałość mleczna.

<sup>2</sup>Średnie oznaczone w wierszach różnymi literami (a-e) różnią się istotnie (HSD  $p=0,05$ )

**Monitoring porażenia roślin owsa przez kompleks chorób grzybowych** prowadzony **w fazie pełni krzewienia** (tab. 4) wykazał, że na obiekcie kontrolnym A, na którym nie zaprawiano nasion owsa przed siewem, jak też nie stosowano minerałów dolistnych, odnotowano istotnie największy procent uszkodzeń blaszki liściowej przez kompleks chorób grzybowych (średnio z 30 pomiarów = 21,3%). Zaprawienie nasion owsa przed siewem mączką zeolitową (przy braku stosowania minerałów dolistnych – obiekt B) wpłynęło na istotnie mniejszy procent porażenia liści owsa przez patogeny grzybowe, w stosunku do kontroli A, wynoszący 12%. W przypadku obiektów C – F, na których stosowano oprócz zaprawiania nasion, minerały w formie aplikacji dolistnej, stwierdzono istotnie mniejszy odsetek porażenia liści owsa przez patogeny grzybowe. Analiza porażenia roślin owsa przez kompleks chorób grzybowych przeprowadzona **w fazie dojrzałości mlecznej** owsa wykazała pogłębiającą się infekcję zboża przez te patogeny (tab. 4). Równocześnie stwierdzono liniową zależność, że wraz ze zwiększaniem intensyfikacji stosowania minerałów w zasiewach owsa uzyskiwano większą odporność owsa na choroby grzybowe.

**Tabela 4.** Monitoring porażenia roślin owsa przez kompleks chorób grzybowych

| Średnio | Porażenie roślin owsa przez kompleks chorób grzybowych<br>(% uszkodzonych liści) – w fazie pełni krzewienia 15.06.2024 r. |           |          |          |          |          | Porażenie roślin owsa przez kompleks chorób grzybowych<br>(% uszkodzonych roślin) – w fazie dojrzałości mlecznej 31.07.2024 r. |           |           |           |           |          |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------|----------|----------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
|         | A*                                                                                                                        | B         | C        | D        | E        | F        | A                                                                                                                              | B         | C         | D         | E         | F        |
|         | 21,3<br>a <sup>1</sup>                                                                                                    | 12,0<br>b | 5,3<br>c | 3,6<br>d | 1,9<br>e | 1,1<br>e | 57,9<br>a                                                                                                                      | 44,8<br>b | 27,3<br>c | 20,9<br>d | 11,1<br>e | 5,9<br>f |

A\*- F Objąśnienie jak w tabeli 3.

<sup>1</sup>Średnie oznaczone w wierszach różnymi literami (a-f) różnią się istotnie (HSD  $p=0,05$ )

**Monitoring porażenia roślin owsa przez szkodniki** przeprowadzony **w fazie strzelania w źdźbło** wykazał minimalną liczbę szkodników na losowo wybranych liściach zboża (średnio 1 szkodnik), niezależnie od wariantu nawożenia (tab. 5). Co z tym związane, szkodniki wyrządziły znikome szkody (uszkodzenia blaszki liściowej) w zasiewach owsa. Różnice związane z uszkodzeniami liści przez szkodniki były nieistotne statystycznie

w obrębie wariantów doświadczenia, a odsetek uszkodzeń blaszki liściowej zamykał się w przedziale 1,6 – 3,2%.

**Tabela 5.** Monitoring porażenia roślin owsa przez szkodniki w fazie strzelania w źdźbło

| Średnio | Porażenie roślin owsa przez szkodniki<br>(liczba szkodników na liściu w szt.) –<br>w fazie strzelania w źdźbło<br>(10.07.2024 r.) |       |       |       |       |       | Porażenie roślin owsa przez szkodniki<br>(% uszkodzonej blaszki liściowej) – w<br>fazie strzelania w źdźbło<br>(10.07.2024 r.) |       |       |       |       |       |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|         | A*                                                                                                                                | B     | C     | D     | E     | F     | A                                                                                                                              | B     | C     | D     | E     | F     |
|         | 1,0 a <sup>1</sup>                                                                                                                | 1,1 a | 1,2 a | 1,0 a | 0,8 a | 0,7 a | 3,2 a                                                                                                                          | 3,2 a | 3,3 a | 2,5 a | 2,0 a | 1,6 a |

A\*- F Objaśnienie jak w tabeli 3.

<sup>1</sup>Średnie oznaczone w wierszach różnymi literami (a-f) różnią się istotnie (HSD <sub>p=0,05</sub>)

**Monitoring porażenia roślin owsa przez szkodniki przeprowadzony w fazie początku kwitnienia** wiech potwierdził znikomą liczbę szkodników występujących w zbożu, na poziomie podobnym, jak we wcześniejszej monitorowanej fazie rozwojowej (tab. 5 i 6).

**Tabela 6.** Monitoring porażenia roślin owsa przez szkodniki w fazie początku kwitnienia wiech

| Średnio | Porażenie roślin owsa przez szkodniki<br>(liczba szkodników na liściu w szt.) –<br>w fazie początku kwitnienia wiech<br>(25.07.2024 r.) |       |       |       |       |       | Porażenie roślin owsa przez szkodniki<br>(% uszkodzonej blaszki liściowej) – w<br>fazie początku kwitnienia wiech<br>(25.07.2024 r.) |       |       |       |       |       |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|         | A*                                                                                                                                      | B     | C     | D     | E     | F     | A                                                                                                                                    | B     | C     | D     | E     | F     |
|         | 1,9 a <sup>1</sup>                                                                                                                      | 2,0 a | 1,0 a | 1,0 a | 0,8 a | 0,4 a | 8,4 a                                                                                                                                | 6,6 a | 3,6 b | 2,9 b | 2,1 b | 1,1 b |

A\*- F Objaśnienie jak w tabeli 3.

<sup>1</sup>Średnie oznaczone w wierszach różnymi literami (a-f) różnią się istotnie (HSD <sub>p=0,05</sub>)

Wprowadzenie nawożenia dolistnego owsa zeolitem (obiekty C i D; odpowiednio 4 i 6-krotnego) skutkowało istotnie większą **obsadą wiech** na jednostce powierzchni w stosunku do kontroli A – o 19 – 22 wiechy na 1m<sup>2</sup> (tab. 7). Uzupełnienie 4 i 6-cio krotnych oprysków owsa zeolitem aplikacją dolistną kredy wapiennej (2 i 4-ro krotną; obiekty E i F) wpływało na istotnie największą obsadę wiech na 1 m<sup>2</sup> (340 – 345), w stosunku do obiektów A – D. Zbliżone zależności związane ze stosowaniem minerałów, jak w przypadku obsady wiech, stwierdzono w **masie ziaren z wiechy** owsa (tab. 7). Na obiektach A i B zanotowano niemal identyczną masę ziarna z wiechy. W obrębie obiektów C, D i E zaobserwowano jedynie tendencję większej masy ziarna z wiechy wraz z intensyfikacją oprysków dolistnych. Z kolei, na obiekcie F, gdzie liczba oprysków zeolitem oraz kredą wapienną była najliczniejsza, stwierdzono istotnie największą masę ziarna z wiechy, w stosunku do obiektów A – D. **Liczba ziaren z wiechy** owsa była niemal identyczna (odpowiednio 36 i 37 sztuk) na obiektach A i B (tab. 7). Istotnie większa była liczba ziaren z wiechy na obiektach C – E (odpowiednio: 40, 41

i 41 sztuk), w stosunku do obiektów A – B. Na obiekcie F – z największą liczbą aplikacji minerałów dolistnych – odnotowano istotnie największą liczbę ziaren z wiechy owsa (44 sztuki) w porównaniu do wszystkich pozostałych kombinacji eksperymentu polowego. **Masa tysięcy ziaren** owsa wykazywała niemal liniową zależność z masą ziarna z kłosa (tab. 7). Stosowanie coraz to większej liczby oprysków dolistnych owsa minerałami (obiekty C – F) wpływało na tendencję poprawy MTZ ziarna owsa (największa MTZ na obiekcie F = 37,14 g).

**Plon ziarna owsa** był istotnie najmniejszy na obiekcie kontrolnym A – wynosząc 3,49 t ha<sup>-1</sup>. Zaprawianie nasion owsa przed siewem zeolitem, bez jakichkolwiek innych form nawożenia owsa, wpływało na zwiększenie plonu ziarna o 0,17 t ha<sup>-1</sup>. Natomiast, wprowadzenie dolistnego nawożenia owsa zeolitem (obiekty C i D) oraz zeolitem i kredą wapienną (obiekty E i F) wpłynęło na istotny wzrost plonów w stosunku do obiektu B, a zwłaszcza do obiektu kontrolnego A, odpowiednio o: C – 0,63-0,80 t ha<sup>-1</sup>; D – 0,87-1,04 t ha<sup>-1</sup>; E – 1,04-1,21 t ha<sup>-1</sup>; F – 1,27-1,44 t ha<sup>-1</sup>.

Tabela 7. Plon ziarna owsa oraz wybrane cechy struktury plonu owsa (średnio z 3 powtórzeń)

| Obiekty badawcze | Obsada wiech z 1m <sup>2</sup> (szt.) | Masa ziaren z wiechy (g) | Liczba ziaren z wiechy (szt.) | MTZ (g) | Plon ziarna (t ha <sup>-1</sup> ) |
|------------------|---------------------------------------|--------------------------|-------------------------------|---------|-----------------------------------|
| A                | 309 a <sup>1</sup>                    | 1,13 a                   | 36 a                          | 33,51 a | 3,49 a                            |
| B                | 321 a                                 | 1,14 a                   | 37 a                          | 34,02 a | 3,66 a                            |
| C                | 328 ab                                | 1,31 b                   | 40 b                          | 36,30 b | 4,29 b                            |
| D                | 331 ab                                | 1,37 b                   | 41 b                          | 36,45 b | 4,53 c                            |
| E                | 340 bc                                | 1,40 b                   | 41 b                          | 37,09 b | 4,70 c                            |
| F                | 345 bc                                | 1,43 bc                  | 44 c                          | 37,14 b | 4,93 d                            |

A\*- F Objaśnienie jak w tabeli 3.

<sup>1</sup>Średnie oznaczone w kolumnach różnymi literami (a-f) różnią się istotnie (HSD <sub>p=0,05</sub>)

Zawartość **suchej masy** w ziarnie owsa była nieistotna statystycznie, pomimo zróżnicowanego dolistnego dokarmiania owsa minerałami (tab. 8). Zawartość **białka** w ziarnie pszenicy jarej była nieistotna statystycznie w obrębie wariantów doświadczenia: A – C (8,01 – 8,43%) i istotnie mniejsza od stwierdzonej w warunkach obiektów: D – F (odpowiednio: 9,07%, 9,01% i 9,19%). (tab. 8). Zawartość **tłuszczu** w ziarnie owsa (tab. 8) układała się wprost proporcjonalnie do zwiększania intensyfikacji stosowania minerałów w zasiewach owsa. Począwszy od obiektu C (4-krotna aplikacja dolistna zeolitu) notowano istotny wzrost zawartości tego składnika, w stosunku do obiektów A – B. Zawartość **skrobi** w ziarnie owsa wykazywała (za wyjątkiem obiektów A i B) inne tendencje niż zawartość tłuszczu (tab. 8). Bowiem, wraz ze zwiększaniem liczby aplikacji dolistnej minerałów oraz dodatkiem do zeolitu kredy wapiennej, malała zawartość skrobi w ziarnie owsa.

Tabela 8. Zawartość składników pokarmowych w ziarnie owsa (średnio z 3 powtórzeń)

| Obiekty badawcze | Sucha masa (%) | Białko (%) | Tłuszcz (%) | Skrobia (%) |
|------------------|----------------|------------|-------------|-------------|
| A*               | 86,61 a        | 8,01 a     | 4,07 a      | 46,1 a      |
| B                | 86,66 a        | 8,04 a     | 4,14 a      | 46,5 a      |
| C                | 87,96 a        | 8,43 a     | 4,36 b      | 51,8 b      |
| D                | 88,06 a        | 9,07 b     | 4,73 b      | 51,3 b      |
| E                | 88,09 a        | 9,01 b     | 5,28 c      | 50,2 c      |
| F                | 88,07 a        | 9,19 b     | 5,12 c      | 49,8 c      |

A\* - F Objasnienie jak w tabeli 3.

<sup>1</sup>Średnie oznaczone w kolumnach różnymi literami (a-f) różnią się istotnie (HSD  $p=0,05$ )

Zawartość **składników prozdrowotnych** w ziarnie owsa – tabela 9 , była istotnie najmniejsza na obiekcie kontrolnym A (a więc w warunkach braku stosowania dolistnego minerałów) oraz w warunkach - wyłącznie zaprawiania nasion przed siewem zeolitem (obiekt B). Wprowadzenie w badaniach dolistnego dokarmiania mikroelementami wpływało na istotne zwiększenie zawartości w ziarnie badanych składników prozdrowotnych, wraz ze zwiększaniem liczby aplikacji dolistnej minerałów oraz ich asortymentu. W rezultacie, na obiekcie F z dolistną aplikacją zeolitu (6-krotną) + dolistną aplikacją kredy wapiennej (4-krotną) zawartość w ziarnie owsa: o-dihydroksyfenoli wynosiła 154,4 g 100 g<sup>-1</sup>; zawartość błonnika pokarmowego wynosiła 18,6 g 100g<sup>-1</sup>, a witaminy C – 7,1 mg g<sup>-1</sup> surowca i była większa od zanotowanej na obiekcie kontrolnym A odpowiednio: o około 26% (o-dihydroksyfenole), około 19% (błonnik pokarmowy) oraz o około 30% (witamina C).

Tabela 9. Zawartość składników prozdrowotnych w ziarnie owsa (średnio z 3 powtórzeń)

| Obiekty badawcze | O-dihydroksyfenole (g/100 g surowca) | Błonnik pokarmowy (g/100 g surowca) | Witamina C (mg/100g surowca) |
|------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|
| A*               | 114,7 a                              | 15,1 a                              | 5,1 a                        |
| B                | 115,2 a                              | 15,4 a                              | 5,3 a                        |
| C                | 142,3 b                              | 16,9 b                              | 6,4 b                        |
| D                | 149,9 c                              | 17,3 b                              | 6,4 b                        |
| E                | 153,1 c                              | 18,2 bc                             | 7,1 c                        |
| F                | 154,4 cd                             | 18,6 c                              | 7,3 c                        |

A\* - F Objasnienie jak w tabeli 3.

<sup>1</sup>Średnie oznaczone w kolumnach różnymi literami (a-f) różnią się istotnie (HSD  $p=0,05$ )

Czynniki doświadczenia nieistotny statystycznie wpływ na zawartość **azotu** w ziarnie owsa (tab. 10). Zawartość **fosforu** w ziarnie owsa była istotnie najmniejsza na obiekcie kontrolnym A oraz na obiekcie B (wyłącznie zaprawianie ziarna zeolitem) – tab. 10. Wprowadzenie dolistnego dokarmiania owsa minerałami skutkowało istotnym zwiększeniem

zawartości P w ziarnie, odpowiednio o: około 26% (obiekty C – D) i około 29% (obiekty E – F), w stosunku do obiektów A – B. Podobne tendencje do zawartości fosforu w ziarnie owsa stwierdzono w przypadku zawartości **potasu** (tab. 10). Wraz ze zwiększaniem liczby aplikacji dolistnej minerałów oraz dodatkiem kredy wapiennej do zeolitu (obiekty E – F), zawartość potasu w ziarnie ustawicznie wzrastała, względem obiektów A – B. Zawartość **magnezu** w ziarnie owsa zwiększała się liniowo w stosunku do intensyfikacji dolistnej aplikacji minerałów (tab. 10). Istotnie najmniej tego pierwiastka stwierdzono w warunkach obiektów A – B. W warunkach obiektów C – D ilość Mg w ziarnie wzrosła o około 10%, a w warunkach obiektów E – F wzrosła o około 18% względem obiektów A – B. Zawartość **wapnia** w ziarnie owsa z obiektów A i B przybierała niemal identyczne wartości (istotnie najmniejsze w stosunku do oznaczonych w pozostałych wariantach eksperymentu) – tab. 10. W obrębie obiektów C – F notowano ustawiczny, istotny wzrost zawartości Ca w ziarnie, który w stosunku do obiektów A – B przedstawiał się następująco: obiekt C (wzrost zawartości Ca o około 19%), obiekt D (o około 24%), obiekt E (o około 32%) i obiekt F (o około 37%).

Tabela 10. Zawartość pierwiastków w ziarnie owsa (średnio z 3 powtórzeń)

| Obiekty badawcze | N (%)  | P (g kg <sup>-1</sup> ) | K (g kg <sup>-1</sup> ) | Mg (mg kg <sup>-1</sup> ) | Ca (mg kg <sup>-1</sup> ) |
|------------------|--------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|
| A*               | 1,37 a | 2,62 a                  | 2,85 a                  | 564 a                     | 243 a                     |
| B                | 1,40 a | 2,69 a                  | 2,90 a                  | 571 a                     | 249 a                     |
| C                | 1,40 a | 3,53 b                  | 3,17 b                  | 623 b                     | 301 b                     |
| D                | 1,45 a | 3,56 b                  | 3,19 b                  | 635 b                     | 322 c                     |
| E                | 1,44 a | 3,71 b                  | 3,35 c                  | 684 c                     | 356 d                     |
| F                | 1,46 a | 3,72 b                  | 3,39 c                  | 702 c                     | 389 e                     |

A\*- F Objaśnienie jak w tabeli 3.

<sup>1</sup>Średnie oznaczone w kolumnach różnymi literami (a-f) różnią się istotnie (HSD  $p=0,05$ )

Zawartość **manganu** oraz **cynku** w ziarnie owsa była silnie determinowana przez przyjętą w badaniach liczbę aplikacji dolistnych minerałów oraz ich asortyment (tab. 11). W ziarnie z obiektów E i F, na których stosowano odpowiednio: dolistną aplikację zeolitu (4-, 6-krotną) + dolistną aplikację kredy wapiennej (2-, 4-krotną), zawartość Mn była większa, odpowiednio: o około 44% (Mn) i 18% (Zn) od zanotowanej w warunkach obiektów A – B (bez dolistnej aplikacji minerałów). Zawartość **żelaza** w ziarnie owsa z obiektów A i B przyjmowała zbliżoną wartość (tab. 11). Natomiast we wszystkich wariantach z dolistną aplikacją minerałów (obiekty C – F) zawartość żelaza w ziarnie owsa była również na podobnym poziomie, ale istotnie wyższym (średnio o około 15%) od stwierdzonego

w warunkach obiektów A – B. Istotnie największą zawartość **miedzi** w ziarnie owsa odnotowano w warunkach obiektów D, E i F, odpowiednio: 4,20; 4,25 i 4,38 mg kg<sup>-1</sup>. Zawartość Cu w ziarnie z obiektu C była mniejsza o około 10%, a z obiektów A i B o 25%. W ziarnie owsa zebranym z obiektów E i F (z największą intensyfikacją liczby aplikacji minerałów dolistnych) stwierdzono istotnie największą zawartość **selenu** (0,45 – 0,47 mg kg<sup>-1</sup>), w stosunku do obiektów C – D (o około 7%), a zwłaszcza w odniesieniu do obiektów A i B (średnio o około 25%) – tab. 11.

Tabela 11. Zawartość pierwiastków w ziarnie owsa - c.d. (średnio z 3 powtórzeń)

| Obiekty badawcze | Mn (mg kg <sup>-1</sup> ) | Zn (mg kg <sup>-1</sup> ) | Fe (mg kg <sup>-1</sup> ) | Cu (mg kg <sup>-1</sup> ) | Se (mg kg <sup>-1</sup> ) |
|------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| A*               | 19,3 a                    | 24,1 a                    | 30,9 a                    | 3,17 a                    | 0,33 a                    |
| B                | 19,8 a                    | 24,8 a                    | 31,4 a                    | 3,22 a                    | 0,33 a                    |
| C                | 22,4 b                    | 27,1 b                    | 36,7 b                    | 3,86 b                    | 0,40 b                    |
| D                | 24,1 b                    | 27,6 b                    | 36,9 b                    | 4,20 c                    | 0,41 b                    |
| E                | 33,3 c                    | 29,4 c                    | 37,1 b                    | 4,25 c                    | 0,45 c                    |
| F                | 35,5 c                    | 30,0 c                    | 37,4 b                    | 4,38 c                    | 0,47 c                    |

A\* - F Objaśnienie jak w tabeli 3.

<sup>1</sup>Średnie oznaczone w kolumnach różnymi literami (a-f) różnią się istotnie (HSD  $p=0,05$ )

Tabela 12. Zawartość aminokwasów w ziarnie owsa (średnio z 3 powtórzeń)

| Parametr | Obiekty doświadczalne |        |         |         |        |        |
|----------|-----------------------|--------|---------|---------|--------|--------|
|          | A*                    | B      | C       | D       | E      | F      |
|          | mg g <sup>-1</sup>    |        |         |         |        |        |
| **Asp    | 7,21 a                | 7,33 a | 8,33 b  | 8,48 b  | 9,11 c | 8,95 c |
| Thr      | 2,80 a                | 2,91 a | 3,06 b  | 3,08 b  | 3,19 b | 3,67 c |
| Ser      | 3,84 a                | 3,88 a | 4,03 b  | 4,18 b  | 4,31 c | 4,65 d |
| Glu      | 17,4 a                | 18,1 a | 19,0 b  | 19,5 bc | 20,4 c | 21,5 d |
| Pro      | 2,71 a                | 2,83 a | 2,93 ab | 3,03 b  | 3,20 c | 3,30 c |
| Gly      | 4,64 a                | 4,70 a | 5,04 b  | 5,05 b  | 5,36 c | 5,75 d |
| Ala      | 4,27 a                | 4,31 a | 4,56 b  | 4,74 b  | 5,08 c | 5,22 c |
| Cys-A    | 4,12 a                | 4,15 a | 4,38 b  | 4,39 b  | 4,47 b | 4,89 c |
| Val      | 3,37 a                | 3,41 a | 3,64 b  | 3,67 b  | 4,08 c | 4,31 d |
| Met      | 2,21 a                | 2,27 a | 2,75 b  | 2,80 b  | 2,94 c | 2,96 c |
| Ile      | 2,80 a                | 2,86 a | 2,90 a  | 3,11 b  | 3,28 c | 3,35 c |
| Leu      | 6,01 a                | 6,07 a | 6,26 a  | 6,66 b  | 7,03 c | 7,38 c |
| Tyr      | 2,13 a                | 2,25 b | 2,55 c  | 2,55 c  | 2,76 d | 2,83 d |
| Phe      | 3,76 a                | 4,03 b | 4,26 c  | 4,42 d  | 4,75 e | 4,76 e |
| His      | 2,09 a                | 2,13 a | 2,30 b  | 2,28 b  | 2,39 b | 2,58 c |
| Lys      | 3,47 a                | 3,56 a | 3,76 b  | 3,76 b  | 4,11 c | 4,46 d |
| Arg      | 4,56 a                | 4,60 a | 4,82 b  | 4,91 b  | 5,57 c | 5,48 c |
| Trp      | 2,78 a                | 2,82 a | 3,68 b  | 3,60 b  | 4,78 c | 4,66 c |
| EAAI *** | 56,8 a                | 57,2 a | 65,6 b  | 66,8 b  | 76,1 c | 76,4 c |

A\*- F Objaśnienie jak w tabeli 3.

\*\*Asp – kwas asparaginowy, Thr – treonina, Ser – seryna, Glu – kwas glutaminowy, Pro – prolina, Gly – glicyna, Ala – alanina, Cys-A – cysteina, Val – walina, Met – metionina, Ile – izoleucyna, Leu – leucyna, Tyr – tyrozyna, Phe – fenyloalanina, His – histydyna, Lys – lizyna, Arg – arginina, Trp – tryptofan

EAAI \*\*\* - Zintegrowany indeks niezbędnych aminokwasów

<sup>1</sup>Średnie oznaczone w wierszach różnymi literami (a-f) różnią się istotnie (HSD  $p=0,05$ )

Asortyment oraz dawki minerałów zastosowanych w badaniach istotnie modyfikowały **skład aminokwasowy ziarna owsa** (tab. 12). Włączenie do nawożenia owsa minerałów całkowicie rozpuszczalnych w wodzie aplikowanych dolistnie (obiekty C-F) wpływało na istotne statystycznie zwiększenie zawartości aminokwasów w ziarnie owsa, w stosunku do kontroli A oraz obiektu B. Najlepsze efekty związane z zawartością aminokwasów w ziarnie owsa uzyskano stosując dolistnie zarówno zeolit, jak i kredę wapienną (obiekty E i F). Wyliczony na podstawie wyników laboratoryjnych **zintegrowany indeks niezbędnych aminokwasów EAAI** określony w badaniu białka owsa wskazuje, że na poletkach doświadczalnych z aplikacją dolistną minerałów (zwłaszcza zeolitu wraz z kredą wapienną – obiekty E i F) białko w ziarnie owsa charakteryzuje się istotnie najwyższą wartością biologiczną w stosunku do pozostałych obiektów.

Tabela 13. Zawartość mykotoksyn w ziarnie owsa w  $\mu\text{g kg}^{-1}$  ziarna (1 miesiąc po zbiorze w 2024 roku) - (średnio z 3 powtórzeń)

| Rodzaj mykotoksyny   | Obiekty doświadczenia |        |        |        |        |        |
|----------------------|-----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                      | A*                    | B      | C      | D      | E      | F      |
| Deoxynivalenol (DON) | 16,8 a <sup>1</sup>   | 14,9 b | 8,3 c  | 6,7 d  | 4,4 e  | 4,1 e  |
| Zearalenon (ZEA)     | 5,41 a                | 4,62 b | 3,90 c | 3,31 d | 2,02 e | 1,82 f |
| Nivalenol (NIV)      | 2,94 a                | 2,66 b | 2,38 c | 2,03 d | 1,48 e | 1,46 e |
| Trichoteceny (T2)    | 1,09 a                | 0,97 b | 0,59 c | 0,64 d | 0,33 e | 0,30 e |
| Trichoteceny (HT2)   | 2,65 a                | 2,26 b | 1,99 c | 2,07 c | 0,66 d | 0,63 d |

A\*- F Objaśnienie jak w tabeli 3.

<sup>1</sup>Średnie oznaczone w wierszach różnymi literami (a-f) różnią się istotnie (HSD  $p=0,05$ )

Zawartość **mykotoksyn** w ziarnie owsa określona po okresie 1-miesięcznego składowania ziarna była ogólnie na dosyć niskim poziomie (tab. 13). Już samo zaprawianie nasion owsa przed siewem mączką zeolitową (obiekt B) wpływało na istotne zmniejszenie ich zawartości względem kontroli A. Zastosowanie w doświadczeniu z owsem dolistnej aplikacji

zeolitu spowodowało istotne zmniejszanie się zawartości mykotoksyn w ziarnie w stosunku do obiektów A i B, przy czym 6-krotna aplikacja zeolitu (obiekt D) była jednocześnie istotnie korzystniejsza, od aplikacji 4-krotnej (obiekt C). Dalsza intensyfikacja zabiegów dolistnych (obiekty E-F) polegająca na uzupełnieniu 4 i 6-cio krotnej aplikacji zeolitu 2 i 4-krotną aplikacją kredy wapiennej wpływała na ukształtowanie się znikomej zawartości mykotoksyn w ziarnie owsa (istotnie mniejszej niż w ziarnie z obiektów A-D).

Tabela. 14. Zawartość polifenoli ogółem w całym ziarnie owsa (mg g<sup>-1</sup> katechiny) oraz w otrębach z owsa (mg g<sup>-1</sup> katechiny) - (średnio z 3 powtórzeń)

| Obiekty badawcze | Całe ziarno | Otręby |
|------------------|-------------|--------|
| A*               | 1,02 d      | 1,13 d |
| B                | 1,43 c      | 1,60 c |
| C                | 2,22 b      | 2,30 b |
| D                | 2,19 b      | 2,31 b |
| E                | 2,37 a      | 2,46 a |
| F                | 2,39 a      | 2,51 a |

A\*- F Objaśnienie jak w tabeli 3.

Wprowadzenie dolistnego dokarmiania owsa zeolitem (obiekty C-D), a szczególnie uzupełnienie nawożenia dolistnego zeolitem, kredą wapienną (obiekty E-F) powodowało sukcesywne zwiększenie zawartości **polifenoli** w całym ziarnie owsa oraz w otrębach, w stosunku do kontroli A, odpowiednio: 2,1-krotnie (obiekty C-D) oraz 2,3-krotnie (obiekty E-F). Niezależnie od wariantu eksperymentu polowego, należy zauważyć, że w zmielonym ziarnie owsa notowano większe zawartości polifenoli, niż w całym ziarnie, co pokazuje, że otręby jako składnik diety są cennym źródłem antyoksydacyjnym (tab. 14).

## 5. Wnioski

1. Przeprowadzone badania laboratoryjne potwierdziły korzystny skład chemiczny minerałów skalnych uwzględnionych w niniejszym eksperymencie, a przez to ich dużą przydatność do zastosowania w rolnictwie ekologicznym jako zaprawa nasienna (zeolit o frakcji <0,2 mm) oraz jako nawóz dolistny (zeolit i kreda wapienna o frakcji <0,02 mm, całkowicie rozpuszczalne w wodzie). Co istotne, nie stwierdzono w badanych próbkach minerałów zawartości szkodliwych pierwiastków: rtęci i ołowiu.
2. Zeolit (mączka zeolitowa) zastosowany jako zaprawa nasienna materiału siewnego owsa wykazał korzystne oddziaływanie na ograniczenie występowania patogenów grzybowych na roślinach owsa oraz w ziarnie tego zboża (mykotoksyny), ale oddziaływanie samej zaprawy nasiennej (bez zabiegów dolistnej aplikacji

minerałów) miało znikomy wpływ na wielkość plonu, a zwłaszcza na parametry jakościowe ziarna. Plon ziarna oraz zawartość składników pokarmowych i prozdrowotnych w ziarnie owsa pod wpływem samego zaprawiania nasion kształtowały się bowiem na poziomie zbliżonym do obiektu kontrolnego.

3. Zeolit oraz kreda wapienna zmikronizowane do frakcji  $<0,02$  mm, stosowane dolistnie przyniosły wymierne efekty w postaci ograniczenia występowania agrofagów w zasiewach owsa, poprawy kondycji roślin oraz istotnego zwiększenia plonu zboża, jak też zwiększenia zawartości w ziarnie wszystkich badanych parametrów jakościowych i prozdrowotnych ziarna.
4. W warunkach glebowo-klimatycznych środkowej Lubelszczyzny, pozytywny wpływ stosowanych dolistnie minerałów wykazywał (w przypadku zdecydowanej większości cech) liniową zależność ze zwiększaniem liczby aplikacji zeolitu oraz dodatku kredy wapiennej do zeolitu. Najkorzystniejszy efekt plonotwórczy i jakościowy uzyskano stosując 6-krotną aplikację zeolitu oraz 4-krotną aplikację kredy wapiennej. Jednak, zbliżone efekty produkcyjne osiągnano także w warunkach 4-krotnej aplikacji zeolitu oraz 2-krotnej aplikacji kredy wapiennej (co można uznać za wariant wystarczający do uzyskania zadowalających efektów plonowania i jakości owsa ekologicznego).
5. Zastosowanie zeolitu (bez dodatku kredy wapiennej) aplikowanego dolistnie 4- lub 6-krotnie w zasiewach owsa, również przynosiło istotną poprawę parametrów plonowania i jakości ziarna owsa, w stosunku do obiektów kontrolnych (bez dolistnej aplikacji minerałów), ale uzyskane wyniki badań z takich wariantów były istotnie mniej korzystne, niż z wariantów, w których stosowano dolistnie zeolit z dodatkiem kredy wapiennej.
6. Przekładając uzyskane wyniki badań na **praktyczne zalecenia dla praktyki rolniczej** należy stwierdzić, że:
  - Przeprowadzone w 2024 roku badania polowe potwierdzają przydatność zeolitu i kredy wapiennej zmikronizowanych do frakcji  $<0,02$  mm do zastosowania dolistnego na plantacji owsa, uprawianego w systemie ekologicznym. Zasadne jest także stosowanie mączki zeolitowej (zeolit o frakcji 0,2 mm) do zaprawiania nasion owsa, ale zabieg zaprawiania nasion (bez aplikacji dolistnej minerałów), nie ma istotnego wpływu na zwiększenie plonowania owsa oraz poprawę parametrów jakościowych i prozdrowotnych ziarna;

- Za najkorzystniejszy wariant agrotechniczny dotyczący dokarmiania owsa ekologicznego minerałami należy przyjąć: zaprawianie materiału siewnego owsa mączką zeolitową (zeolit o frakcji 0,2 mm) w ilości 200 g / 100 kg ziarna oraz 6-krotną dolistną aplikację zeolitu (o frakcji 0,02 mm) w ilości 10 g/ 10 l wody + 4-krotną aplikację kredy wapiennej (o frakcji 0,02 mm) w ilości 8 g/ 10 l wody;
- Zeolit zaleca się stosować kolejno w następujących fazach rozwojowych owsa: faza 3-4 liści, faza początku krzewienia, faza pełni krzewienia, faza strzelania w źdźbło, faza zawiązywania wiechy i faza kwitnienia. Kredę wapienną zaleca się stosować łącznie z zeolitem w fazach: faza początku krzewienia, faza pełni krzewienia, faza strzelania w źdźbło, faza zawiązywania wiechy;
- Innowacyjne rozwiązanie, opracowane przez nasz zespół badawczy oferuje nową funkcjonalność nawożenia dolistnego w rolnictwie ekologicznym, które pozwala nie tylko zwiększyć efektywność prowadzonej działalności rolniczej (większy plon), ale także przeciwdziałać ewentualnym zagrożeniom, jak np. patogeny grzybowe, stres suszy oraz przyczynić się do szybszego przyrostu biomasy rośliny uprawnej oraz lepszej akumulacji składników pokarmowych w ziarnie owsa.





Zrealizowano na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi  
nr DEJ.re.765.17.2024 z dnia 2.04.2024r.

## **Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie**

Katedra Roślin Warzywnych i Lecznicych, Instytut Nauk Ogrodniczych

**Warzywnictwo ekologiczne, w tym uprawa ziół: badania w zakresie  
dostosowania ekologicznych upraw zielarskich do warunków górskich  
i podgórskich oraz opracowanie przewodnika wraz z wytycznymi  
w zakresie prowadzenia tych upraw w systemie rolnictwa ekologicznego  
w warunkach górskich i podgórskich**

**Kierownik projektu:** Prof. dr hab. Katarzyna Bączek

**Wykonawcy:**

Prof. dr hab. Zenon Węglarz  
Dr hab. Olga Kosakowska, prof. SGGW  
Dr inż. Ewelina Pióro-Jabrucka  
Dr Regina Janas  
Dr inż. Jarosław L. Przybył  
Dr inż. Anna Pawełczak

## I. WSTĘP

Warunki klimatyczno-glebowe naszych pogórskich i górskich rejonów w bardzo dużym stopniu ograniczają, a w wielu przypadkach wykluczają możliwość prowadzenia opłacalnych dla tamtejszych rolników upraw. Związane jest to przede wszystkim z krótkim okresem wegetacyjnym i bezprzymrozkowym oraz niskimi rocznymi średnimi temperaturami. W uprawie niedogodnością jest mocno pofałdowany teren, często z bardzo dużymi nachyleniami pól oraz zwięzła, gliniasta gleba. Gospodarstwa na tym obszarze są zazwyczaj niewielkie, o tradycyjnej, ekstensywnej strukturze upraw. Jedną z możliwości dywersyfikacji produkcji w gospodarstwach rolnych w rejonach górskich i podgórskich i podniesienia ich opłacalności może być wprowadzenie do uprawy nowych roślin o wymaganiach klimatycznych zbliżonych do górskich i równocześnie atrakcyjnych z ekonomicznego punktu widzenia. W związku z dotychczasowym sposobem prowadzenia gospodarstw, generującym niewielkie skażenie środowiska, zdecydowanie łatwiej można wprowadzać do upraw na tych terenach nowe rośliny w systemie produkcji ekologicznej, a co za tym idzie dodatkowo podnieść ich rentowność. W 2024r., badaniami objęto różeńiec górski, goryczkę żółtą, cząber górski oraz tymianek właściwy. Gatunki te w warunkach naturalnych występują w rejonach górskich i/lub podgórskich. Są to rośliny wieloletnie, u których surowcem są organy podziemne (różeńiec i goryczka) lub ziele (cząber, tymianek), wykorzystywane głównie w przemyśle spożywczym i fitofarmaceutycznym.

Nadrzędnym celem niniejszego projektu jest opracowanie kompleksowego sposobu uprawy ww. gatunków w systemie produkcji ekologicznej, w rejonach podgórskich i górskich na terenie Polski, w tym wytycznych dotyczących m.in. prowadzenia tych upraw, otrzymywania materiału rozmnożeniowego i postępowania pozbiorczego z uzyskanymi surowcami. Badania te prowadzone są we współpracy z Podkarpackim Ośrodkiem Doradztwa Rolniczego w Boguchwale oraz rolnikami prowadzącymi uprawy w systemie ekologicznym na terenie Podhala oraz Roztocza, gdzie w ubiegłych latach założono pilotażowe doświadczenia uprawowe. Przeprowadzone w niniejszym projekcie obserwacje i analizy pozwoliły na opracowanie materiałów szkoleniowych na temat badanych roślin w postaci metodyk rolnictwa ekologicznego.

## II. WYNIKI

### RÓŻENIEC GÓRSKI

**Zadanie 1. Dynamika przyrostu masy i gromadzenia się związków biologicznie czynnych w organach podziemnych różeńca uprawianego w warunkach górskich i podgórskich**

#### MATERIAŁ I METODYKA

##### Lokalizacja doświadczeń

1. Gospodarstwo na Mazowszu (kontrola, odniesienie do doświadczeń prowadzonych w warunkach górskich)
2. Pole doświadczalne PODR w Boguchwale
3. Gospodarstwo na Podhalu

##### Cechy morfologiczno-rozwojowe roślin oraz zbiór surowca

Obserwacjom poddano rośliny w trzecim roku wegetacji. Ocenę cech morfologiczno-rozwojowych roślin oraz zbiór surowca przeprowadzono na wiosnę (w maju) i jesienią (w październiku). Surowiec zważono i poddano analizom chemicznym z wykorzystaniem wysokosprawnej chromatografii cieczowej (HPLC). Określono zawartość związków biologicznie aktywnych w organach podziemnych różeńca.

## WYNIKI

Najwyższą masą surowca wyróżniły się rośliny z Mazowsza. Jesienią, tj. w typowym terminie zbioru surowców korzeniowych masa organów podziemnych w tej lokalizacji wyniosła 295,66 g/roślinę. U roślin z Podhala i Podkarpacia była ona wyraźnie niższa (odpowiednio 134,92 i 86,4 g/roślinę). Co ważne, masa organów podziemnych różnica w dużej mierze zależała od uprawianego genotypu (Tab.1). Podobne wyniki uzyskano w ubiegłorocznych badaniach, co potwierdza fakt, że powolny wzrost roślin w warunkach górskich jest charakterystyczny dla różnica, naturalnie występującego w wysokogórskich regionach Azji. Rośliny pozyskane z uprawy na nizinach, pomimo bujnego wzrostu były bardziej podatne na zgniliznę kłączy. Wyniki analizy chemicznej (HPLC) wskazują, że niezależnie od lokalizacji plantacji, zawartość badanych związków fenolowych była wyższa w surowcu pozyskanym jesienią niż wiosną. Co ważne, spośród badanych lokalizacji, najwyższą zawartość rozawiny stwierdzono w surowcu pozyskanym z Podhala, gdzie najwięcej tego związku zawierały kłącza form 51N i 5/23N. Z kolei surowiec uprawiany na nizinach (Mazowsze) charakteryzował się wyższą zawartością salidrozydu w porównaniu do kłączy zebranych z plantacji górskich i podgórskich (Tab.2).

Tabela 1. Ocena cech morfologiczno-rozwojowych roślin

| Lokalizacja              | populacja | liczba pąków pędowych (szt./rośl.) | świeża masa kłącza z korzeniami (g/rośl.) | średnica kłącza (cm) | długość korzeni (cm) |
|--------------------------|-----------|------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------|----------------------|
| Gospodarstwo na Mazowszu | 51N       | 15,0                               | 322,41                                    | 8,9                  | 19,1                 |
|                          | 5/23N     | 18,5                               | 321,64                                    | 7,7                  | 20,5                 |
|                          | 6N        | 20,3                               | 242,93                                    | 7,1                  | 20,3                 |
|                          | średnio   | 17,3                               | 295,66                                    | 6,4                  | 18,1                 |
| PODR w Boguchwale        | 51N       | 7,3                                | 129,98                                    | 6,5                  | 10,3                 |
|                          | 27N       | 27,5                               | 78,13                                     | 5,2                  | 8,5                  |
|                          | 6N        | 10,2                               | 51,11                                     | 4,6                  | 13,8                 |
|                          | średnio   | 15,0                               | 86,4                                      | 5,5                  | 10,9                 |
| Gospodarstwo na Podhalu  | 51N       | 11,3                               | 106,12                                    | 5,1                  | 11,5                 |
|                          | 5/23N     | 13,4                               | 186,13                                    | 5,4                  | 14,2                 |
|                          | 27N       | 15,2                               | 130,47                                    | 4,9                  | 12,4                 |
|                          | 6N        | 12,3                               | 116,98                                    | 6,3                  | 10,4                 |
|                          | średnio   | 13,0                               | 134,92                                    | 5,4                  | 12,1                 |

Tabela 2. Ocena zawartości związków biologicznie czynnych w organach podziemnych różnica (mg/100g s.m. surowca)

| Związki biologicznie aktywne | Gospodarstwo na Mazowszu |         |         | PODR w Boguchwale |         |         | Gospodarstwo na Podhalu |         |         |         |
|------------------------------|--------------------------|---------|---------|-------------------|---------|---------|-------------------------|---------|---------|---------|
|                              | 51N                      | 5/23N   | 6N      | 51N               | 27N     | 6N      | 51N                     | 5/23N   | 27N     | 6N      |
| salidrozyd                   | 5724,86                  | 3827,72 | 2994,86 | 4176,72           | 2089,47 | 2621,84 | 4046,76                 | 2807,74 | 3005,51 | 2533,02 |
| tyrozol                      | 208,34                   | 40,58   | 13,73   | 586,41            | 18,07   | 113,77  | 288,48                  | 298,23  | 257,64  | 178,98  |
| rozaryna                     | 1394,53                  | 421,80  | 903,84  | 2707,31           | 28,40   | 753,36  | 1125,61                 | 862,25  | 838,07  | 768,13  |
| rozawina                     | 1530,16                  | 873,42  | 1764,09 | 2830,23           | 46,50   | 2305,24 | 4228,57                 | 3274,37 | 2890,33 | 2815,47 |
| rozyna                       | 1217,31                  | 435,24  | 556,29  | 904,75            | 24,56   | 371,14  | 582,67                  | 408,26  | 396,21  | 499,91  |
| alkohol trans-cynamonowy     | 1666,82                  | 603,31  | 695,08  | 1835,97           | 70,20   | 314,11  | 115,88                  | 28,98   | 134,22  | 35,85   |

## Zadanie 2. Ocena wpływu terminu wysiewu nasion różenca na zakładanie ekologicznych plantacji tej rośliny

### MATERIAŁ I METODYKA

Badania przeprowadzono w Ośrodku Szklarniowym i na polu doświadczalnym Katedry Roślin Warzywnych i Lecznicznych SGGW. Nasiona różenca (forma 27N) wysiano do skrzynek ogrodniczych wypełnionych substratem torfowym (torf wysoki odkwaszony o pH 5,5-6,5 z dodatkiem piasku oraz mikro i makroskładników) w trzech terminach (w styczniu, marcu i kwietniu), w odstępach 6 tygodniowych (Tab.3). Po ok. 5 tygodniach, siewki pikowano do wielodoniczek wypełnionych takim samym substratem torfowym, który był użyty do wysiewu. Podczas wzrostu siewek prowadzono obserwacje rozwoju ich części nadziemnych i podziemnych. Po ok. 3 miesiącach od wysiewu, rośliny z dobrze wykształconym kłaczem i 2-3 pędami wysadzono na miejsce stałe. Na początku października rośliny ze wszystkich wariantów wykopano, po czym oceniono ich cechy morfologiczno-rozwojowe (masę całej rośliny, masę i średnicę kłącza, długość pędów i korzeni, liczbę pędów, liczbę pąków pędowych i wzrostowych), a także wykonano dokumentację fotograficzną.

Tabela 3.

| Termin          | I           | II          | III         |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|
| wysiewu         | 24 stycznia | 6 marca     | 17 kwietnia |
| pikowania       | 26 lutego   | 10 kwietnia | 22 maja     |
| sadzenia w pole | 10 maja     | 13 czerwca  | 15 lipca    |

### WYNIKI

Otrzymane wyniki wskazują, że ze względu na powolny i nierównomierny wzrost różenca w początkowym okresie rozwoju, wysiewy powinny być prowadzone bardzo wcześnie – najlepiej już w styczniu. Rośliny pochodzące z tego terminu siewu nadają się do wysadzenia w pole już na początku maja – mają wtedy dobrze wykształcone kłace wraz 2-3 pędami (Fot. 1-3). Ten termin sadzenia wydaje się najbardziej optymalny, ze względu między innymi na umiarkowaną temperaturę umożliwiającą przyjęcie się rozsady w gruncie i harmonijny rozwój roślin w pierwszym roku ich wegetacji. Rośliny z marcowego terminu siewu (sadzone w pole w połowie czerwca) wykształciły nieco niższą masę i średnicę kłącza, w porównaniu do roślin pochodzących z terminu styczniowego. Z kolei rośliny z kwietniowego terminu siewu, sadzone na miejsce stałe w połowie lipca, słabo się przyjęły ze względu na panujący w tym czasie upał, a niska masa ich organów podziemnych (2,95 g/roślinę) wskazuje na niewielkie szanse na przetrwanie (Tab.4).

Tabela 4. Ocena cech morfologicznych roślin (obserwacje z początku października)

| Termin wysiewu nasion                       | masa rośliny (g) | masa kłącza (g/rośl.) | długość pędów (cm) | długość korzeni (cm) | liczba pędów (szt./rośl.) | liczba pąków pędowych (szt./rośl.) | liczba pąków wzrostowych (szt./rośl.) | średnica kłącza (cm) |
|---------------------------------------------|------------------|-----------------------|--------------------|----------------------|---------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|----------------------|
| I – rośliny najstarsze wysiew 24 stycznia   | 14,34            | 7,17                  | 18,25              | 9,00                 | 4,50                      | 9,50                               | 3,00                                  | 1,73                 |
| II – rośliny średnie wysiew 6 marca         | 13,45            | 6,96                  | 14,50              | 8,39                 | 4,67                      | 10,33                              | 2,67                                  | 1,28                 |
| III – rośliny najmłodsze wysiew 17 kwietnia | 5,29             | 2,95                  | 12,67              | 7,50                 | 4,00                      | 2,67                               | 2,33                                  | 1,38                 |

## Dynamika rozwoju siewek różenca



Fot. 1. Siewki po ok. 8 tygodniach od wysiewu nasion



Fot. 2. Siewki po ok. 10 tygodniach od wysiewu nasion



Fot. 3. Siewki po ok. 12 tygodniach od wysiewu nasion

## CZĄBER GÓRSKI

**Zadanie 1. Dynamika przyrostu masy i gromadzenia się związków biologicznie czynnych w ziele cząbru górskiego uprawianego w warunkach podgórskich.**

### METODYKA

Badania przeprowadzono na roślinach w trzecim roku wegetacji, w trzech lokalizacjach, tj.: w warunkach podgórskich (pole doświadczalne PODR w Boguchwale i gospodarstwo na Rostoczu) oraz na nizinach (uprawa kontrolna na polu doświadczalnym SGGW w Warszawie). Plantacje zostały założone w czerwcu 2022r. (badania w 2024 r stanowią kontynuację ubiegłorocznych doświadczeń). Z roślin trzyletnich, ziele cząbru zbierano w następujących terminach: wczesnym (połowa maja) i średnio-późnym (połowa lipca) (Tab.5, Fot.4 i 5).

Surowiec ścinano na wysokości ok. 15 cm nad powierzchnią gleby, suszono w temperaturze 35 °C, w suszarni typu Leśniczanka. Określona została sucha masa surowca (g/roślinę) oraz udział w nim otartego ziele (%), które poddawano ocenie chemicznej na zawartość i skład chemiczny olejku eterycznego. Zawartość olejku badano w aparacie Derynga (metodą hydrodestylacji), a jego skład chemiczny metodą chromatografii gazowej sprzężonej ze spektrometrem masowym (GC-MS).

Tabela 5. Terminy zbioru ziele

|                                    | Data zbioru       | Faza rozwojowa roślin |
|------------------------------------|-------------------|-----------------------|
| <b>ZBIÓR WIOSENNY (WCZESNY)</b>    |                   | faza wegetatywna      |
| pokos I                            | połowa maja       |                       |
| pokos II - odrost                  | połowa lipca      |                       |
| pokos III - odrost                 | początek września |                       |
| <b>ZBIÓR LETNI (ŚREDNIO-PÓŻNY)</b> |                   | kwitnienie            |
| pokos I                            | połowa lipca      |                       |
| pokos II - odrost                  | połowa września   |                       |

### WYNIKI

Wyniki wskazują, że niezależnie od lokalizacji plantacji wczesny zbiór surowca (połowa maja) pozwala na dynamiczne odrastanie roślin i w efekcie przeprowadzanie dwóch dodatkowych pokosów ziele (odrostu) (w lipcu i we wrześniu). Przy zbiorze średnio-późnym (w lipcu), odrośnięte ziele ścinano tylko raz - we wrześniu. Niezależnie od terminu pierwszego zbioru, rośliny uprawiane na Podkarpaciu (PODR w Boguchwale) wykształciły najwyższą kumulatywną masę ziele (252,5 i 220,7 g/roślinę) w porównaniu do tych z Rostocza i uprawy

kontrolnej na nizinach (SGGW) (Tab.6). Pędy cząbrzu z Podkarpacia były także najmniej zdrewniałe, co odzwierciedla wysoki procentowy udział otartego ziela w tym surowcu. Co ważne, surowiec pozyskany z warunków górskich i podgórskich wyróżnił się wyraźnie wyższą zawartością olejku eterycznego niż surowiec zebrany na nizinach (Tab.7). Jakość ziela cząbrzu związana jest nie tylko z zawartością olejku eterycznego, ale również z jego składem. Analiza jakościowa olejku cząbrowego pozwoliła na ocenę jego składu i zawartości w nim związków chemicznych. W badanych olejkach zidentyfikowano 51 związków, przy wyraźnej dominacji karwakrolu,  $\gamma$ -terpinenu i p-cymenu. Procentowy udział tych związków różnił się zarówno w zależności od lokalizacji plantacji, jak i terminu zbioru surowca. W przypadku ziela zebranego z roślin uprawianych w regionach podgórskich, zawartość karwakrolu w oleju wyraźnie zwiększała się przy kolejnych pokosach ziela tj. od 39,09 do 68,67% przy zbiorze wczesnym oraz od 34,00 do 43,17% przy zbiorze wczesno-późnym (na przykładzie PODR w Boguchwale). Wyniki analizy chromatograficznej olejku znajdują się w pełnej wersji sprawozdania.

Tabela 6. Masa ziela (g/roślinę).

| Lokalizacja              | Wariant w którym pierwszy pokos przeprowadzono wiosną (WCZESNY) |                   |                    |                | Wariant w którym pierwszy pokos przeprowadzono latem (ŚREDNIO-PÓŹNY) |                   |                |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------|----------------|----------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------|
|                          | I pokos                                                         | II pokos (odrost) | III pokos (odrost) | masa całkowita | I pokos                                                              | II pokos (odrost) | masa całkowita |
| Gospodarstwo na Rostoczu | 110,3                                                           | 86,4              | 32,3               | 229,0          | 163,9                                                                | 46,1              | 210,0          |
| PODR w Boguchwale        | 112,5                                                           | 100,0             | 40,0               | 252,5          | 183,3                                                                | 37,3              | 220,7          |
| SGGW w Warszawie         | 33,5                                                            | 66,5              | 99,0               | 199,0          | 165,3                                                                | 46,0              | 211,3          |

Tabela 7. Zawartość olejku eterycznego (%).

| Lokalizacja              | Wariant w którym pierwszy pokos przeprowadzono wiosną (WCZESNY) |                   |                    |         | Wariant w którym pierwszy pokos przeprowadzono latem (ŚREDNIO-PÓŹNY) |                   |         |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------|---------|----------------------------------------------------------------------|-------------------|---------|
|                          | I pokos                                                         | II pokos (odrost) | III pokos (odrost) | średnia | I pokos                                                              | II pokos (odrost) | średnia |
| Gospodarstwo na Rostoczu | 2,21                                                            | 2,36              | 1,95               | 2,17    | 1,42                                                                 | 2,56              | 1,95    |
| PODR w Boguchwale        | 2,87                                                            | 3,17              | 1,83               | 2,62    | 1,53                                                                 | 3,16              | 2,35    |
| SGGW w Warszawie         | 1,83                                                            | 1,77              | 2,27               | 1,95    | 1,40                                                                 | 2,03              | 1,72    |



Fot.4. Rośliny w fazie wegetatywnej



Fot.5. Rośliny podczas kwitnienia

## **Zadanie 2. Wpływ terminu zbioru ziela cząbrz górskiego w pierwszym roku na przezimowanie roślin i ich plonowanie w drugim roku w warunkach górskich.**

### **MATERIAŁ I METODYKA**

Badania przeprowadzono w dwóch lokalizacjach: w gospodarstwie na Podhalu (uprawa w warunkach typowo górskich) oraz na polu doświadczalnym SGGW w Warszawie (uprawa kontrolna na nizinach). W pierwszym roku wegetacji (2023) rośliny cząbrz zbierano w terminie pozwalającym na odrastanie ziela przed zimą (koniec sierpnia) oraz w terminie wyraźnie opóźnionym (początek października), odzwierciedlającym sytuację w której rolnik uzyskanie w pierwszym roku uprawy większą masę surowca handlowego. W 2024 r. celem badań było określenie wpływu terminu zbioru surowca w pierwszym roku na plonowanie roślin i jakość ziela w drugim roku uprawy.

#### Warianty doświadczenia

- rośliny cięte w sierpniu 2023r
- rośliny cięte w październiku 2023r.

W 2024 r. ziele zebrano na początku kwitnienia roślin (przełom czerwca i lipca). W miarę odrastania roślin przeprowadzono kolejne pokosy (na Podhalu 3, w uprawie kontrolnej na nizinach (SGGW) – 2). Po zbiorze określono suchą masę surowca (g/roślinę), udział w nim otartego ziela (%), a także zawartość i skład chemiczny olejku eterycznego (GC-MS).

### **WYNIKI**

Otrzymane w ubiegłym roku wyniki wskazują, że opóźnienie zbioru ziela w pierwszym roku uprawy cząbrz górskiego może nawet o ok. 30% zwiększyć jego plon. Z drugiej strony późny zbiór (w październiku) niesie ryzyko osłabienia roślin, a nawet ich wymarzania. Badania przeprowadzone w 2024 roku na roślinach dwuletnich wykazały, że zarówno na Podhalu jak i w uprawie kontrolnej na nizinach (SGGW) rośliny bez problemu przezimowały, jednak termin cięcia ziela w 2023 r. wyraźnie wpłynął zarówno na masę jak i jakość surowca zebranego w drugim roku uprawy. W obu lokalizacjach, cząbrz cięty w 2023 r. w terminie jesiennym, w kolejnym roku wegetacji wytworzył niższą masę ziela niż rośliny cięte w sierpniu. Rośliny rosnące na Podhalu cechowały się nieco ograniczonym wzrostem i w efekcie niewysokim kumulatywnym plonem ziela, wyraźnie niższym niż u roślin uprawianych na nizinach. Podobnie jak w ubiegłorocznych badaniach, w warunkach górskich stwierdzono jednak dość sprawny przyrost masy ziela w sezonie wegetacji, co pozwoliło na przeprowadzenie w sumie 3 pokosów. Odwrotną zależność zanotowano w przypadku uprawy kontrolnej na nizinach, gdzie cząbrz odrastał znacznie mniej dynamicznie, w efekcie masa ziela zebranego z odrostu była wyraźnie niższa w porównaniu do masy uzyskanej podczas pierwszego zbioru (Tab.8).

Niezależnie od lokalizacji plantacji, rośliny cięte w 2023 r. w październiku (zbiór opóźniony) były bogatsze w olejek eteryczny niż te cięte w sierpniu. Biorąc pod uwagę fakt, że olejki eteryczne mogą być produkowane w roślinach w odpowiedzi na stres, wynik ten może być związany z fizjologiczną reakcją roślin opóźnione cięcie ziela, stanowiące tu czynnik stresogenny. Warto zauważyć, że na Podhalu ziele zebrane przy drugim pokosie zawierało więcej olejku niż przy pierwszym zbiorze (Tab.9).

Analiza GC MS pozwoliła na zidentyfikowanie 51 związków w olejku eterycznym, w przy czym w największej ilości występowały tu karwakrol,  $\gamma$ -terpinen i p-cymen. Na obu plantacjach stwierdzono nieco wyższą zawartość karwakrolu w olejku pozyskanym z ziela roślin ciętych w październiku niż w sierpniu (wyniki analizy olejku znajdują się w pełnej wersji sprawozdania).

Tabela 8. Masa ziela (g/roślinę).

| Termin cięcia<br>ziela w 2023 r. | Gospodarstwo na Podhalu |                      |                       |                   | SGGW w Warszawie |                      |                   |
|----------------------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|-------------------|------------------|----------------------|-------------------|
|                                  | I pokos                 | II pokos<br>(odrost) | III pokos<br>(odrost) | masa<br>całkowita | I pokos          | II pokos<br>(odrost) | masa<br>całkowita |
| sierpień                         | 24,8                    | 56,6                 | 35,8                  | 120,2             | 174,0            | 61,0                 | 235,0             |
| październik                      | 12,0                    | 47,2                 | 36,2                  | 95,4              | 112,0            | 64,3                 | 176,3             |

Tabela 9. Zawartość olejku eterycznego (%).

| Termin cięcia<br>ziela w 2023 r. | Gospodarstwo na Podhalu |                      |                       |         | SGGW w Warszawie |                      |         |
|----------------------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|---------|------------------|----------------------|---------|
|                                  | I pokos                 | II pokos<br>(odrost) | III pokos<br>(odrost) | średnia | I pokos          | II pokos<br>(odrost) | średnia |
| sierpień                         | 2,7                     | 3,2                  | 2,6                   | 2,8     | 2,7              | 2,0                  | 2,7     |
| październik                      | 3,0                     | 5,0                  | 2,4                   | 3,5     | 3,0              | 2,6                  | 3,0     |

## Zadanie 2. Opracowanie metody otrzymywania nasion cząbrzu górskiego w warunkach podgórskich

### METODYKA

Badania przeprowadzono na roślinach 2 i 3-letnich, w dwóch lokalizacjach: PODR w Boguchwale (uprawa warunkach podgórskich) oraz SGGW w Warszawie (uprawa kontrolna).

W pierwszym etapie prac przeprowadzone zostały obserwacje owadów zapylających kwiaty cząbrzu. W uprawie kontrolnej (SGGW) obserwacje te wykonano w dwóch terminach: w połowie lipca i na początku sierpnia, natomiast w PODR w Boguchwale - jednokrotnie w połowie sierpnia. Zaobserwowane owady zidentyfikowano i przyporządkowano do rzędu, rodziny i rodzaju. Wykonano także ich dokumentację fotograficzną.

Drugi etap badań obejmował obserwacje pędów kwiatostanowych i rozwoju nasion cząbrzu. W połowie sierpnia przeprowadzono pomiary długości pędów, całkowitej długości kwiatostanu (od najniższego węzła z kwiatami do wierzchołka pędu) oraz długości dolnej części kwiatostanu z dojrzewającymi nasionami. Wykonano ponadto obserwacje mikroskopowe. Trzeci etap prac dotyczył oceny wartości siewnej nasion. Na plantacji w SGGW zastosowano dwa warianty doświadczenia: rośliny rosnące w polu bez osłon oraz rośliny rosnące w niskim tunelu, który przykryty został gęstą siatką w czasie kiedy rośliny jeszcze nie kwitły. W tunelu umieszczono ul z zapylaczami (30 robotnic trzmieła ziemnego *Bombus terrestris*). W doświadczeniu w Boguchwale nie zastosowano zapylaczy.

Nasiona zbierano sukcesywnie w miarę ich dojrzewania tj., od połowy sierpnia do końca września. W każdym terminie, z losowo wybranych 5 roślin ścięto pędy kwiatostanowe, wysuszono je w cieniu i przewiewie, po czym omlócono. Oceniona została masa nasion na roślinę oraz ich wartość siewna wyrażona masą 1000 nasion, wilgotnością oraz zdolnością i dynamiką kiełkowania. Wynik ze wszystkich doświadczeń znajdują się w pełnej wersji sprawozdania.

### WYNIKI

#### Owady występujące na roślinach w okresie ich kwitnienia

W obu terminach obserwacji na plantacji cząbrzu górskiego obserwowano liczne owady zapylające. Dominowały bardzo ruchliwe owady błonkoskrzydłe oraz muchówki, zwłaszcza z rodziny bzygowatych (Fot.6-111). Kwiaty cząbrzu rzadko odwiedzały motyle.



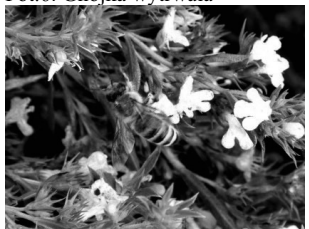
Fot.6. Gnojka wytrwała



Fot.7. Piszczeń tłustonogi



Fot.8. Ścierwnica mięsówka



Fot.9. Pszczoła miodna



Fot.10. Klecanka pospolita



Fot.11. Bobul krótkoskrzydły

### **Charakterystyka pędów kwiatostanowych i rozwoju nasion (Fot.12-15)**

U cząbrz górskiego na każdym węźle kwiatostanu występują po 2 rozgałęzienia z kilkoma kwiatami o różnym stopniu rozwoju. W okresie zbioru (połowa sierpnia) na dolnych węzłach pędów kwiatostanowych występowało od jednego do kilku brązowych nasion, podczas gdy pozostałe nasion były jeszcze zielone.

### **Fazy rozwoju generatywnego u cząbrz górskiego**



Fot.12. Fragment górnej części pędu kwiatostanowego



Fot.13. Fragment dolnej części pędu kwiatostanowego



Fot.14. Młode owoce, kwiat i pąki kwiatowe z górnej części pędu kwiatostanowego



Fot.15. Owoce o różnym stopniu dojrzałości z dolnej części pędu kwiatostanowego

## Ocena wartości siewnej nasion

Nieco więcej nasion uzyskano w uprawie cząbrzu na nizinach niż w warunkach podgórskich, przy czym rośliny 3-letnie wytworzyły więcej nasion niż rośliny 2-letnie (Tab.10). Nasiona pozyskane z roślin 3-letnich charakteryzowały się wyższą zdolnością kiełkowania (Tab.11). Zdolność kiełkowania nasion zbieranych we wrześniu była wyższa (69%) niż tych zebranych w połowie sierpnia (57%). Warto zwrócić uwagę, że rośliny osłonięte tunelem zawiązały wyraźnie mniej nasion niż te rosnące bez osłon (Fot.16). Nasiona z roślin uprawianych w tunelu charakteryzowały się również znikomą zdolnością kiełkowania (Tab.8 i 9). Wyniki te można tłumaczyć nieefektywnym zapylaniem kwiatów cząbrzu przez trzmiele. Owady te, choć wykonywały oblot, okazały się znacznie gorszymi zapylaczami cząbrzu niż inne gatunki, m.in. muchówki zaobserwowane w dużej ilości w wariancie bez osłon.

Tabela 10. Masa nasion (g/roślinę)

| termin zbioru nasion | PODR w Boguchwale |                  | SGGW w Warszawie |                  |
|----------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|
|                      | rośliny 2-letnie  | rośliny 3 letnie | rośliny 2-letnie | rośliny 3 letnie |
| POLE BEZ OSŁON       |                   |                  |                  |                  |
| połowa sierpnia      | 1,28              | 1,27             | 1,07             | 2,05             |
| koniec sierpnia      | -                 | -                | 1,37             | 2,88             |
| koniec września      | 1,33              | 1,40             | 2,95             | 4,53             |
| TUNEL                |                   |                  |                  |                  |
| koniec września      | -                 | -                | 1,58             | 1,90             |

Tabela 11. Zdolność kiełkowania (%)

| termin zbioru nasienników | PODR w Boguchwale |                  | SGGW w Warszawie |                  |
|---------------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|
|                           | rośliny 2-letnie  | rośliny 3 letnie | rośliny 2-letnie | rośliny 3 letnie |
| POLE BEZ OSŁON            |                   |                  |                  |                  |
| połowa sierpnia           | 42                | 47               | 43               | 57               |
| koniec sierpnia           | -                 | -                | 52               | 61               |
| koniec września           | 62                | 53               | 53               | 69               |
| TUNEL                     |                   |                  |                  |                  |
| koniec września           | -                 | -                | 0                | 13               |



Fot.16. Tunele z ulami (rośliny 2-letnie z lewej, 3-letnie z prawej strony)

## TYMIANEK WŁAŚCIWY

**Zadanie 1. Wpływ terminu zbioru ziela tymianku w pierwszym roku na przezimowanie roślin i ich plonowanie w drugim roku uprawy w warunkach górskich.**

### MATERIAŁ I METODYKA

Badania przeprowadzono w trzech lokalizacjach: w warunkach podgórskich (pole doświadczalne PODR w Boguchwale), w gospodarstwie na Podhalu (uprawa w warunkach typowo górskich) oraz na polu doświadczalnym SGGW w Warszawie (uprawa kontrolna na nizinach). W pierwszym roku wegetacji (2023) rośliny tymianku były zbierane jednokrotnie, przy zróżnicowanym terminie zbioru: umożliwiającym odrastanie ziela przed zimą (koniec sierpnia) oraz w terminie opóźnionym (początek października). Celem badań było określenie wpływu terminu zbioru surowca w pierwszym roku na plonowanie roślin i jakość ziela w drugim roku uprawy. Prace te przeprowadzono analogicznie jak w przypadku cząbrzu górskiego.

## WYNIKI

Obserwacje przeprowadzone na roślinach 2-letnich wykazały, iż lokalizacja doświadczeń terenowych oraz termin zbioru ziela w pierwszym roku uprawy nie wpływały na ich przemarzanie (Fot. 17 i 18). Termin ten miał jednak wpływ na masę ziela zebranego w kolejnym roku uprawy. We wszystkich badanych lokalizacjach, opóźnienie cięcia ziela tymianku (październik) w pierwszym roku, skutkowało wytworzeniem niższej masy w drugim roku. Na uwagę zasługuje fakt, że najwyższą kumulatywną masę surowca zebrano z plantacji zlokalizowanej na Podkarpaciu (PODR w Boguchwale) (Tab.12) Ziele tymianku standaryzowane jest na zawartość olejku eterycznego. W niniejszych badaniach nie stwierdzono wyraźnej zależności pomiędzy zawartością olejku eterycznego w ziele, a terminem cięcia roślin w pierwszym roku (Tab.13). W badanych olejkach zidentyfikowano 47 związków, przy dominacji tymolu,  $\gamma$ -terpinenu i o-cymenu (wyniki analizy chromatograficznej olejku znajdują się w pełnej wersji sprawozdania). Nie wykazano kierunkowej relacji pomiędzy udziałem procentowym tych związków w oleju, a terminem ścinania ziela w pierwszym roku uprawy. Warto jednak podkreślić, iż niezależnie od lokalizacji doświadczenia, udział tymolu w oleju malał, a  $\gamma$ -terpinenu wzrastał przy kolejnych pokosach. Przyrost ten był szczególnie wyraźny w przypadku roślin uprawianych w rejonach górskich i podgórskich Ziele bogatsze w  $\gamma$ -terpinen charakteryzuje się zapachem o świeżej cytrusowej nucie, podczas gdy zapach surowca o większej zawartości tymolu jest ostrzejszy i bardziej przyprawowy. Stwarza to możliwości zróżnicowania jakości surowca, który może być wykorzystany zarówno w przemyśle spożywczym jak i fitofarmaceutycznym.

Tabela 12. Masa ziela (g/roślinę)

| Termin<br>cięcia ziela<br>w 2023 r. | PODR w Boguchwale |                      |                       |                | Gospodarstwo na Podhalu |                      |                       |                | SGGW w Warszawie |                      |                       |                |
|-------------------------------------|-------------------|----------------------|-----------------------|----------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|----------------|------------------|----------------------|-----------------------|----------------|
|                                     | I pokos           | II pokos<br>(odrost) | III pokos<br>(odrost) | masa całkowita | I pokos                 | II pokos<br>(odrost) | III pokos<br>(odrost) | masa całkowita | I pokos          | II pokos<br>(odrost) | III pokos<br>(odrost) | masa całkowita |
| sierpień                            | 130,0             | 73,3                 | 18,2                  | 221,5          | 30,0                    | 56,4                 | 17,2                  | 103,6          | 40,7             | 67,5                 | 98,7                  | 206,8          |
| październik                         | 102,8             | 86,0                 | 15,2                  | 204,0          | 24,6                    | 43,6                 | 14,2                  | 82,4           | 25,2             | 43,8                 | 71,0                  | 140,0          |

Tabela 13. Zawartość olejku eterycznego (%)

| Termin<br>cięcia ziela w<br>2023 r. | PODR w Boguchwale |                      |                       |         | Gospodarstwo na Podhalu |                      |                       |         | SGGW w Warszawie |                      |                       |         |
|-------------------------------------|-------------------|----------------------|-----------------------|---------|-------------------------|----------------------|-----------------------|---------|------------------|----------------------|-----------------------|---------|
|                                     | I pokos           | II pokos<br>(odrost) | III pokos<br>(odrost) | średnia | I pokos                 | II pokos<br>(odrost) | III pokos<br>(odrost) | średnia | I pokos          | II pokos<br>(odrost) | III pokos<br>(odrost) | średnia |
| sierpień                            | 2,1               | 3,1                  | 3,1                   | 2,7     | 2,0                     | 1,5                  | 2,4                   | 2,0     | 2,0              | 2,3                  | 3,3                   | 2,6     |
| październik                         | 2,1               | 2,0                  | 2,3                   | 2,1     | 2,1                     | 2,1                  | 2,9                   | 2,4     | 2,1              | 2,9                  | 3,1                   | 2,7     |



Fot.17. Tymianek podczas pełni kwitnienia



Fot.18. Tymianek – ziele po odrośnięciu

# GORYCZKA ŻÓŁTA

Celem przeprowadzonych w 2024 r. badań było określenie wpływu wybranych metod przedsewnego uszlachetniania nasion goryczki żółtej na ich zdrowotność i parametry kiełkowania oraz wzrost i rozwój uzyskanych z nich siewek.

## METODYKA

Badania przeprowadzono na nasionach goryczki żółtej wyprodukowanych w systemie rolnictwa ekologicznego. W badaniach uwzględniono metody poprawy zdrowotności nasion, przerywania spoczynku i poprawy kiełkowania nasion, biorąc pod uwagę dotychczasowe dane literaturowe, dotyczące różnych gatunków goryczki (rodzaju *Gentiana*) oraz opracowane przez zespół nasiennictwa Instytutu Ogrodnictwa – PIB w Skierniewicach metody uszlachetniania nasion roślin warzywnych, zielarskich i sadowniczych. Uszlachetnione nasiona goryczki żółtej poddano zabiegom przerywania spoczynku z zastosowaniem gibereliny ( $GA_3$ ) oraz alternatywnych metod stratyfikacji nasion. Badania laboratoryjne obejmowały ocenę zasiedlenia nasion mikoflorą (nasiona kontrolne – niczym nie traktowane oraz nasiona uszlachetniane), dynamiki kiełkowania nasion i początkowego wzrostu siewek w okresie 90 dni od traktowania, (podczas gdy wg. danych literaturowych stratyfikacja np. w 10 i 0°C powinna trwać łącznie około 150 dni, w 0°C -90, a w 2-4°C ponad 60 dni). W badaniach szklarniowych oceniono wschody roślin w podłożach ogrodniczych (torf Kronnen) oraz rozwój siewek (siewki prawidłowo ukształtowane, zdeformowane, porażone przez patogeny) uzyskanych z uszlachetnionych nasion.

### 1. Ocena mikrobiologiczna nasion (zdrowotność)

Diagnostyka mikrobiologiczna nasion goryczki żółtej prowadzona była na materiale siewnym komercyjnym (nie traktowanym – kontrolnym) oraz na nasionach uszlachetnionych. Zdrowotność nasion oceniano dwoma metodami zgodnie z wymogami ISTA: metodą testu bibułowego (TB) z naprzemiennym doświetlaniem (dzień/noc) kultur światłem NUV celem intensyfikacji sporulacji grzybów, zasiedlających nasiona oraz tzw. metodą pożywkową z zastosowaniem selektywnych pożywek jako podłożu pod wysiewane nasiona.

### 2. Odkazanie nasion

We wstępnym etapie badań nasiona poddano odkazaniu przy pomocy metod fizycznych (ozonowanie i hydrotermoterapia oraz traktowanie preparatem HuwaSan), lub biologicznemu zaprawianiu (biokondycjonowanie z użyciem preparatu mikrobiologicznego Polyversum). Zastosowano następujące parametry odkazania i/lub zaprawiania biologicznego:

- Ozonowanie 30 minut (O),
- Hydrotermoterapia w wodzie o temperaturze 50°C przez 30 minut (HT),
- HuwaSan (2%, 5 minut) (temperatura 20°C), (H),
- Biokondycjonowanie w Polyversum 1% (20°C, wilg. nas. 40%, 20 min (temp. 20°C),
- Biokondycjonowanie przy pomocy Polyversum stosowano u nasion poddanych ozonowaniu i hydrotermoterapii.

### 3. Zabiegi związane z przerywaniem spoczynku nasion

Zastosowanie  $GA_3$ . Jedną partię nasion goryczki żółtej poddano stratyfikacji w -15°C przez 24 godz., następnie uwilgotniono w  $GA_3$  (200mg/l) przez 24 godz. w 20°C, płukano w wodzie destylowanej, następnie biokondycjonowano w preparacie Polyversum 1% (wilg. nas. 40%, 20 min.).

Drugą partię nasion analogicznie, jak w roku ubiegłym odkazano w preparacie HuwaSan, uwilgotniano w  $GA_3$  (100 mg/l) przez 24 godz. w 20°C i następnie płukano w wodzie destylowanej. Uszlachetnione nasiona wysiewano w szalkach Petriego w 20°C na zwilżone podłoże bibułowe: a. wodą destylowaną, b.  $GA_3$  (100 mg/l), c.  $GA_3$  (200 mg/l).

Oceniano liczbę sukcesywnie kiełkujących nasion, które następnie umieszczano w multiplatach, wypełnionych substratem torfowym, celem zbadania wzrostu i rozwoju otrzymanych siewek.

#### Zastosowanie kwasu askorbinowego i $\text{KNO}_3$

1. Odkażone nasiona goryczki żółtej wysiewano na bibule filtracyjnej nawilżonej:

- a. wodą (W),
- b. kwasem askorbinowym (0,1 mmol, Vit.C),
- c.  $\text{KNO}_3$  (0,2%), ( $\text{KNO}_3$ ).

2. Inkubacja w różnych temperaturach ww. partii traktowanych nasion:

- a. w szalkach Petriego na bibule zwilżonej wodą destylowaną w 20°C, fotoperiod 12/12 godz.,
- b. stratyfikacja na podłożu bibułowym w temperaturze 2-4°C w ciemności przez 9 tygodni,
- c. stratyfikacja na podłożu bibułowym w temperaturze 0°C przez 9 tygodni w ciemności,
- d. stratyfikacja na podłożu bibułowym w temperaturze 10°C (30 dni) a następnie w 0°C przez 9 tygodni w ciemności.

3. Inkubacja stratyfikowanych nasion w temperaturze pokojowej 20°C, (fotoperiod 12/12 godz.), określenie liczby skielkowanych nasion i umieszczanie ich w multiplatach wypełnionych standardowym podłożem ogrodniczym w szklarni, celem badania dynamiki wzrostu i rozwoju uzyskanych siewek. Kontrolę stanowiły nasiona nie traktowane.

#### **Wnioski**

1. Stratyfikacja nasion w -15°C przez 24 godz., następnie moczenie w  $\text{GA}_3$  200mg/l przez 24 godz. w 20°C, i płukanie w wodzie destylowanej, biokondycjonowanie w Polyversum 1% (wilg. Nas. 40%, 20 min.) przerywa ich spoczynek i powoduje rozpoczęcie kiełkowania po 10 dniach.
2. Odkażanie nasion goryczki żółtej w preparacie HuwaSan (2%, 5 minut) lub ozonowanie a następnie uwilgotnienie w  $\text{GA}_3$  (100 mg/l) przez 24 godziny przerywa ich spoczynek i powoduje rozpoczęcie kiełkowania po 2 tygodniach od traktowania, natomiast początkowy wzrost uzyskanych z nich siewek w warunkach szklarniowych po 4 tygodniach.
3. Uwilgotnienie nasion goryczki żółtej w  $\text{GA}_3$  przez 24 godz. w 20°C i nasączenie gibereliną podłoża, zwiększa dynamikę i zdolność kiełkowania w porównaniu do 24-godzinnego traktowania, jednakże powoduje nadmiernie wydłużanie międzywęzli u intensywnie rosnących siewek.
4. Przedświenne odkażanie nasion goryczki żółtej w preparacie HuwaSan, ozonowanie lub hydrotermoterapia i następnie stratyfikacja w 2-4 i 0°C na podłożach nawilżonych kwasem askorbinowym lub  $\text{KNO}_3$  jest skuteczną metodą przerywania spoczynku nasion i inicjacji kiełkowania, jednakże proces kiełkowania jest znacznie opóźniony w stosunku do traktowania  $\text{GA}_3$  ze względu na 9-tygodniowy okres stratyfikacji w 2°C i 0°C,
5. Niezależnie od metody odkażania, uwilgotnienie podłoża ze stratyfikowanymi nasionami  $\text{KNO}_3$  i kwasem askorbinowym (Wit. C, (100 mg/l)), przyspiesza i zwiększa dynamikę kiełkowania w porównaniu do dotychczas stosowanego uwilgataniania wodą, przy czym stosowanie kwasu askorbinowego jest bardziej efektywne niż  $\text{KNO}_3$ ,
6. 30 dniowa stratyfikacja nasion goryczki żółtej w temperaturze 10°C a następnie 90 dniowa w 0°C korzystniej wpływa na kiełkowanie nasion niż stratyfikacja tylko w 0°C, zwłaszcza, gdy jest poprzedzona odkażaniem w preparacie HuwaSan i aplikacją kwasu askorbinowego,

7. Wstępne odkażanie nasion goryczki żółtej w preparacie HuwaSan (2%, 5 minut), ozonowanie (30 minut) lub poddanie hydrotermoterapii (50°C, 30 min.), korzystnie wpływało na ich zdrowotność i kiełkowanie. Uzyskano istotną redukcję mikoflory patogenicznej i saprofitycznej kontaminującej nasiona oraz zmniejszenie porażenia nasion w stosunku do kontroli z 17% do 1,2% po ozonowaniu oraz 1,5% po odkażaniu preparatem HuwaSan.
8. Dotychczasowe 90-dniowe badania wskazują, że wszystkie zastosowane metody uszlachetniania nasion goryczki żółtej mogą być efektywne, pod warunkiem wstępnego odkażania nasion.



Fot.19. Siewki goryczki żółtej uzyskane z nasion poddanych stratyfikacji w -15°C i traktowanych zwiększoną dawką GA<sub>3</sub> (200 mg/l) po 10 tygodniach od uwilgotnienia nasion gibereliną

## Upowszechnianie wyników badań i szkolenia dla rolników

W dniach 14-16 czerwca 2024r. w Podkarpackim Ośrodku Doradztwa Rolniczego w Boguchwale odbyły się V Krajowe Dni Pola, podczas których pracownicy Katedry Roślin Warzywnych i Lecznicznych SGGW prezentowali doświadczenia założone w PODR w ramach niniejszego projektu (poletka uprawowe z różencem górskim, cząbrem górskim i tymiankiem właściwym). Podczas tego wydarzenia udzielano porad i przekazywano materiały siewne wybranych gatunków roślin zielarskich osobom zainteresowanym uprawą ziół.

W dniu 12 września 2024., we współpracy z PODR w Boguchwale zorganizowano i przeprowadzono szkolenie pt.: „Uprawa i wykorzystanie roślin zielarskich”, w której uczestniczyło ponad 50 osób (Fot. 20 i 21). Było ono skierowane do rolników oraz pracowników służby rolnej. Omówiono wyróżniki jakości roślin zielarskich, gatunki wprowadzane do uprawy, ze szczególnym uwzględnieniem tych nadających się do uprawy w warunkach górskich i podgórskich, a także kierunki zastosowań tej grupy roślin, zwłaszcza w produkcji ekologicznej.

### Szkolenie w PODR w Boguchwale



Fot.20.



Fot.21.





**INSTYTUT UPRAWY NAWOŻENIA I GLEBOZNAWSTWA  
- PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY W PUŁAWACH**

**Badania w zakresie możliwości zastosowania dopuszczonych w rolnictwie ekologicznym środków do celów zaprawiania nasion roślin rolniczych oraz jako nawozów o działaniu dolistnym.**

**(Ocena oddziaływania preparatów stosowanych jako zaprawy nasienne i nawozy dolistne na produktywność jęczmienia przeznaczonego na cele spożywcze, paszowe oraz analiza ekonomiczna produkcji ekologicznej)**

**Kierownik zadania badawczego:** dr hab. Danuta Leszczyńska, prof. IUNG-PIB

**Zespół badawczy:**

*IUNG-PIB Puławy* - prof. dr hab. Grażyna Podolska, dr hab. Alicja Sułek, prof. dr hab. Anna Gałązka, dr hab. Iwona Kowalska, dr Anna Nieróbca, dr Marcin Przybyś, dr Piotr Nieróbca, mgr Edyta Aleksandrowicz, dr Marek Sowiński, inż. Tomasz Próchniak, Monika Szczęch, mgr Marlena Maj, mgr Soluch Agata, dr Mołdoch Jarosław

**Wprowadzenie i cel badań**

W uprawie ekologicznej nie stosuje się chemicznych środków produkcji, dlatego dużą wagę przywiązuje się do podniesienia odporności roślin na patogeny, zwiększenia reakcji na stresy środowiskowe i tym samym poprawę plonowania roślin. Nowe strategie Unii Europejskiej wskazują na znaczenie niechemicznych metod ochrony roślin uprawnych, oparte na stosowaniu preparatów biologicznych.

Jednym z problemów w rolnictwie ekologicznym jest mała ilość środków służących do zaprawiania materiału siewnego, ich przydatność oraz możliwości pojedynczego bądź łącznego stosowania. Należy podkreślić, że zaprawianie nasion jest często jedynym sposobem na ograniczenie niektórych chorób. Zadawalające efekty osiągnięto w badaniach IOR-PIB po zastosowaniu mąki z gorczycy w uprawie pszenicy (Kowalska 2019). Podobnie stwierdzono w badaniach zagranicznych (Borgen i Kristensen 2001).

Liczne badania wskazują na dużą efektywność działania preparatów z krzemem organicznym u roślin uprawnych. Preparaty krzemowe ograniczają rozwój patogenów, przeciwdziałają skutkom suszy, ponadto zabezpieczają rośliny przed wyleganiem. Niepublikowane badania własne z zastosowaniem preparatu krzemowego (Zumsil) wskazują na pozytywny aspekt działania krzemu w obliczu opadu gradowego.

Literatura podkreśla efektywność zapraw mikrobiologicznych, badane preparaty były przydatne do zaprawiania owsa (Horoszkiewicz-Janka i in. 2015).

Jęczmień jest jednym z ważniejszych gatunków roślin rolniczych, jego ziarno jest wykorzystywane w żywieniu ludzi i zwierząt oraz w przetwórstwie przemysłowym. Jęczmień będący surowcem o właściwościach funkcjonalnych, zawiera cenne składniki decydujące o jego przydatności w żywieniu człowieka.

Spośród zbóż podstawowych jęczmień wyróżnia się największą zdolnością przeciwutleniającą. Posiada duże znaczenie profilaktyczne w hipercholesterolemii i chorobach serca. Niepokojącym zjawiskiem jest wzrost chorób cywilizacyjnych u ludzi, a przyczynami takiej sytuacji jest m.in. styl życia i sposób odżywiania. Szersze wykorzystanie w codziennej diecie ziarna oraz przetworów z jęczmienia stwarza nowe możliwości w racjonalnym żywieniu człowieka i poprawie stanu zdrowia ludzi.

W literaturze naukowej i popularnej spotykamy się z coraz wyraźniejszym propagowaniem zasad zdrowego odżywiania się. Wiele badań naukowych wskazuje na pozytywny wpływ natywnego błonnika pokarmowego, pozyskiwanego z surowca jęczmiennego w profilaktyce chorób cywilizacyjnych.

**Celem badań** była ocena działania dopuszczonych w rolnictwie ekologicznym preparatów ziołowych, mikrobiologicznych, krzemowych do zaprawiania nasion i aplikacji dolistnej w aspekcie poprawy produktywności jęczmienia jarego i lepszej aktywności mikrobiologicznej gleby. Ponadto założono, że zastosowane w różnych konfiguracjach biopreparaty (osobno lub łącznie) wpłyną na aspekt ekonomiczny ekologicznej produkcji jęczmienia jarego.

### **Lokalizacja i metodyka badań**

Badania zostały przeprowadzone w warunkach: laboratoryjnych, szklarniowych i polowych. Badania laboratoryjne, szklarniowe głównie zrealizowano w Instytucie Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowym Instytucie Badawczym (IUNG-PIB) w Puławach, natomiast doświadczenia polowe w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym IUNG-PIB

w Grabowie (woj. mazowieckie), na polu certyfikowanym w zakresie rolnictwa ekologicznego na glebie brunatnej klasy III. Uwzględniono następujące strategie kombinacji zaprawiania i działania dolistnego: 1) obiekt kontrolny – bez stosowania preparatów, 2) ekstrakt z cebuli, 3) mąka z gorczycy, 4) zastosowanie preparatów krzemowych, 5) łączne zastosowanie preparatów krzemowych i aplikacji dolistnych, 6) preparat mikrobiologiczny do stymulacji nasion (zawierający bakterie z rodz. Bacillus i grzyby Trichoderma sp.), 7) dwukrotna aplikacja dolistna preparatu mikrobiologicznego, 8) łączne stosowanie krzemu organicznego i preparatu mikrobiologicznego.

Materiał badawczy stanowiły dwie **odmiany jęczmienia** jarego o różnej wrażliwości na patogeny grzybowe, różniące się cechami morfologicznymi i fizjologicznymi - **Tilmor i Feedway**.

Jęczmień jary został wysiany 12 kwietnia 2024 roku w ilości 350 ziaren·m<sup>-2</sup>. Wschody roślin były wyrównane i równomierne. Praktycznie przez cały okres wegetacji jęczmienia jarego występowały bardzo małe opady deszczu (kwiecień i maj znacznie niższe sumy opadów od średnich wieloletnich), przy temperaturach powyżej średnich wieloletnich, co w dużym stopniu przyczyniło się do obniżki plonu ziarna jęczmienia.

Tabela 1. Średnie miesięczne sumy opadów i temperatury w RZD Grabów w okresie wegetacji jęczmienia jarego (2024 r.)

| Miesiąc  | Suma opadów w mm |           |            |          |                                | Średnia temperatura w °C |           |            |                     |                                |
|----------|------------------|-----------|------------|----------|--------------------------------|--------------------------|-----------|------------|---------------------|--------------------------------|
|          | I dekada         | II dekada | III dekada | Σ opadów | Średnia z wielolecia 1951-2024 | I dekada                 | II dekada | III dekada | średnia temperatura | średnia z wielolecia 1951-2024 |
| marzec   | 20,7             | 4,9       | 13,1       | 38,7     | 32,0                           | 4,4                      | 4,3       | 9,5        | 6,2                 | 0,8                            |
| kwiecień | 16,1             | 7,5       | 4,3        | 27,9     | 42,0                           | 13,4                     | 8,8       | 9,6        | 10,6                | 7,5                            |
| maj      | 4,2              | 3,2       | 6,9        | 14,3     | 53,0                           | 15,1                     | 14,4      | 19,1       | 16,3                | 12,4                           |
| czerwiec | 61,6             | 15,2      | 1,1        | 77,9     | 73,0                           | 17,5                     | 17,3      | 21,9       | 18,9                | 16,7                           |
| lipiec   | 41,5             | 67,5*     | 31,1       | 140,1    | 79,0                           | 20,3                     | 22,4      | 19,8       | 20,9                | 17,8                           |

WYNIKI ZADAŃ BADAWCZYCH

**Zadanie 1. Ocena wpływu wybranych preparatów do stosowania w rolnictwie ekologicznym na kiełkowanie, wzrost, rozwój i produktywność jęczmienia jarego.**

Biopreparaty stosowane do zaprawiania ziarna jęczmienia przyczyniały się do szybszego kiełkowania u odmiany Tilmor i Feedway.

**W warunkach laboratoryjnych** stwierdzono stymulujące działanie zapraw, zwłaszcza zaprawy krzemowo-mikrobiologicznej w odniesieniu do kontroli u odmiany Tilmor jęczmienia. U odmiany Feedway ponadto stwierdzono stymulujący wpływ stosowania ekstraktu z cebuli na energię i zdolność kiełkowania nasion jęczmienia.

W badaniach szklarniowych i polowych w wybranych fazach rozwojowych jęczmienia (BBCH 29, BBCH 39, BBCH 51) został określony wskaźnik zieloności liści SPAD, świadczący o zróżnicowanym stanie odżywienia roślin według badanych strategii ochrony.

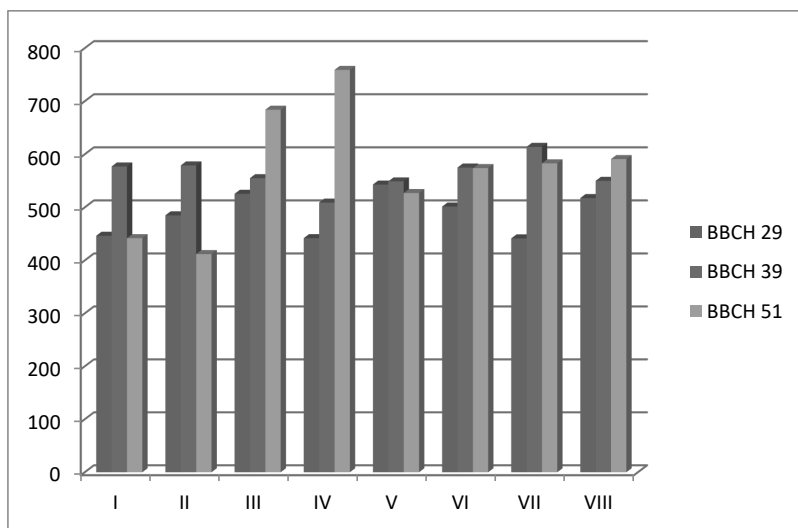
Dokonano **oceny plonowania i elementów struktury plonu jęczmienia** jarego według badanych strategii ochrony w warunkach uprawy ekologicznej. W tabeli 2 przedstawiono wybrane cechy struktury plonu jęczmienia z badań szklarniowych.

Tabela 2. Struktura plonu ziarna jęczmienia odmiany Tilmor z badań wazonowych

| Wariant | Liczba kłosów (szt) | Plon ziarna z rośliny (g) | Rozkrzewienie produkcyjne | Liczba ziaren z rośliny (szt) | Liczba ziaren z kłosa (szt) | Plon ziarna z kłosa (g) | Masa słomy (g) |
|---------|---------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------|----------------|
| I*      | 29,43               | 2,873                     | 2,943                     | 51,113                        | 17,367                      | 0,976                   | 18,86          |
| II      | 33,33               | 3,097                     | 3,333                     | 57,001                        | 17,100                      | 0,929                   | 20,47          |
| III     | 32,53               | 2,824                     | 3,253                     | 52,814                        | 16,234                      | 0,868                   | 20,33          |
| IV      | 28,69               | 2,574                     | 2,869                     | 45,233                        | 15,768                      | 0,897                   | 20,07          |
| V       | 30,13               | 2,947                     | 3,013                     | 52,558                        | 17,442                      | 0,978                   | 23,23          |
| VI      | 31,33               | 2,745                     | 3,133                     | 50,510                        | 16,124                      | 0,876                   | 27,62          |
| VII     | 29,27               | 2,514                     | 2,927                     | 47,731                        | 16,309                      | 0,859                   | 22,03          |
| VIII    | 32,08               | 2,949                     | 3,208                     | 53,455                        | 16,661                      | 0,919                   | 34,33          |

**\*Kombinacje doświadczenia:** I. Kontrola bez stosowania preparatów II. Ekstrakt z cebuli do zaprawiania ziarna, III. Mąka z gorczycy do zaprawiania ziarna, IV. Stymulacja nasion preparatami krzemowymi Adesil+Zumsil, V. Stymulacja nasion Adesil+Zumsil + 2 zabiegi dolistne Zumsil, VI. Preparat mikrobiologiczny do zaprawiania nasion, VII. Dwa zabiegi dolistne preparatem mikrobiologicznym, VIII. Kompleksowa technologia krzemowo-mikrobiologiczna: Adesil+ Zumsil+ preparat mikrobiologiczny do zaprawiania ziarna oraz zabiegi dolistne Zumsil + preparat mikrobiologiczny.

Pomiary fizjologiczne roślin w łanie wykonano za pomocą przyrządu optycznego zwanego chlorofilometrem (N-tester HYDRO), określono stan odżywienia roślin azotem w jednostkach SPAD (rys. 1). Stwierdzono zróżnicowanie w zawartości chlorofilu na obiektach badań. Najwyższe wartości w fazie kłoszenia osiągały rośliny po zastosowaniu mąki z gorczycy do zaprawiania nasion i po stymulacji nasion preparatami krzemowymi.

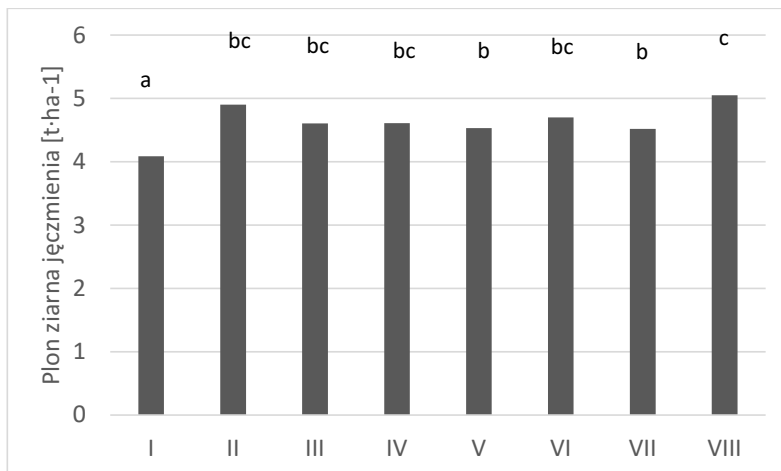


\*Objaśnienia jak pod tabelą 2

Rys.1. Indeks zieloności liścia (SPAD) odmiany Tilmor w różnych fazach rozwojowych jęczmienia (BBCH 29, BBCH 39, BBCH 51) w zależności od wariantu ochrony w badaniach polowych

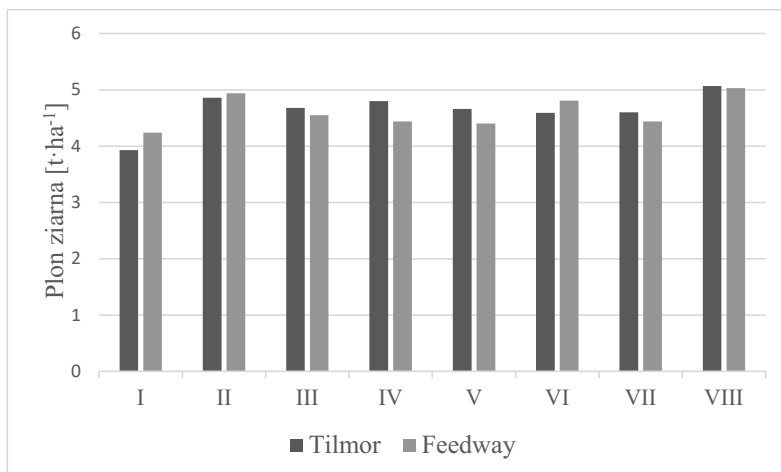
#### **Plon ziarna jęczmienia jarego w zależności od strategii ochrony**

W przeprowadzonym doświadczeniu nie stwierdzono współdziałania zastosowanych preparatów z odmianami jęczmienia jarego, więc wyniki badań przedstawiono dla efektów głównych. Nie stwierdzono istotnych różnic w plonie ziarna między badanymi odmianami jęczmienia jarego. Odmiana jęczmienia Tilmor uzyskała plonowanie na poziomie  $4,64 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , a odmiana Feedway  $4,60 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Niezależnie od porównywanych odmian, jęczmień uzyskał istotnąwyżkę plonu ziarna po zastosowaniu badanych preparatów. Najlepiej plonował jęczmień na obiekcie VIII (kompleksowa technologia krzemowo-mikrobiologiczna) i II, gdzie zastosowano zaprawę z cebuli. W stosunku do obiektu kontrolnego wystąpiła wyżka plonu odpowiednio o  $0,97$  i  $0,82 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , co stanowiło  $17,0$  i  $12\%$ . Nieco niższą efektywność plonotwórczą stwierdzono po zastosowaniu preparatu mikrobiologicznego do zaprawiania (VI). Żwyżka plonu jęczmienia w odniesieniu do kontroli wynosiła  $13,0\%$ . Na obiekcie III i IV plony jęczmienia wynosiły odpowiednio  $4,61$  i  $4,60$ , co stanowiło wyżkę plonu ziarna w porównaniu do obiektu kontrolnego o  $11,0\%$ . Spośród badanych preparatów najmniejszą efektywność plonotwórczą jęczmień uzyskał na obiekcie V i VII, gdzie wyżka plonu w odniesieniu do kontroli wynosiła  $10,0\%$ .



\*Objaśnienia jak pod tabelą 2

Rys. 2. Plonowanie jęczmienia jarego w zależności od wariantu ochrony (średnio z odmian) w warunkach polowych



\*Objaśnienia jak pod tabelą 2

Rys. 3. Plonowanie odmian jęczmienia jarego w zależności od wariantu ochrony w warunkach polowych u odmiany Tilmor i Feedway

## **Zadanie 2. Skuteczność zastosowanych preparatów w ograniczaniu agrofagów jęczmienia jarego. Analiza aktywności mikrobiologicznej w ryzosferze jęczmienia jarego.**

W okresie wegetacji obserwowano niewielkie nasilenie chorób na jęczmieniu, we wczesnych fazach rozwojowych notowano występowanie plamistości siatkowej jęczmienia. W okresie wegetacji, wykonując lustracje pola stwierdzono wyraźne różnice w porażeniu pomiędzy odmianami. W fazie krzewienia było widoczne nasilenie plamistości siatkowej liści

jęczmienia (*Helminthosporium teres*) u odmiany Tilmor. Natomiast w przypadku odmiany Feedway - do fazy kłoszenia nie obserwowano oznak chorobowych. Zastosowane strategie ochrony zabezpieczały łan przed porażeniem wymienionym patogenem. W czerwcu po wykłoszeniu jęczmienia zauważono pojedyncze objawy występowania rdzy na liściach. Wykonana ocena 27 czerwca wykazała, że presja tej choroby była znacząca, gdyż notowano na niektórych poletkach porażenie liści podflagowych do 24,5 %.

**Ocenę profilu metabolicznego populacji mikroorganizmów** w ryzosferze dwóch odmian jęczmienia uprawianego w rolnictwie ekologicznym przeprowadzono z wykorzystaniem EcoPlates Biolog. W strefie korzeniowej roślin obserwowano zwiększoną aktywność i liczebność mikroorganizmów, co przyczyniało się do efektywniejszego uruchamiania składników mineralnych zawartych w glebie przykorzeniowej, a tym samym do lepszego odżywiania roślin.

Najwyższą wartość indexu Shannona stwierdzono w ryzosferze gleb jęczmienia odmiany Tilmor w wariantach:

- dwóch zabiegów dolistnych preparatem mikrobiologicznym oraz
- po zastosowaniu kompleksowej technologii krzemowo-mikrobiologicznej: Adesil+ Zumsil+ preparat mikrobiologiczny do zaprawiania ziarna oraz zabiegi dolistne Zumsil + preparat mikrobiologiczny.

Wartość indeksu Shannona w glebie ryzoferowej jęczmienia odmiany Tilmor była istotnie wyższa względem kontroli we wszystkich obiektach badanych oprócz zastosowanego ekstraktu z cebuli. W przypadku odmiany Feedway nie stwierdzono istotnych różnic w wartości wskaźnika Shannona pomiędzy badanymi wariantami a obiektem kontrolnym.

Na podstawie analizy wyników otrzymanych z oceny profilu metabolicznego mikroorganizmów glebowych na płytkach Biolog EcoPlates po 72h ich inkubacji stwierdzono, że najwyższą aktywność mikroorganizmów w ryzosferze jęczmienia odmiany Tilmor uzyskano w wariantcie kompleksowej technologii krzemowo-mikrobiologicznej. Równie wysokie aktywności w profilu metabolicznym potwierdzono w kombinacji z zastosowaniem mąki z gorczycy do zaprawiania ziarna oraz dwóch zabiegów dolistnych preparatem mikrobiologicznym.

Najwyższą aktywność mikroorganizmów w ryzosferze jęczmienia odmiany Feedway uzyskano w wariantach:

- zastosowania mąki z gorczycy do zaprawiania nasion
- stymulacji preparatami Adesil+Zumsil

- stymulacji preparatami Adesil+Zumsil i dwoma zabiegami dolistnymi Zumsil
- preparatu mikrobiologicznego do zaprawiania roślin.

Mikroorganizmy zasiedlające korzenie roślin oddziaływały pośrednio na kształtowanie ogólnej aktywności biologicznej i żyzności gleby – co jest szczególnie istotne w przypadku rolnictwa ekologicznego. Obserwowano dużą zmienność aktywności biologicznej gleb ryzosferowych w sezonie wegetacyjnym pomiędzy poszczególnymi odmianami jęczmienia Tilmor i Feedway.

### **Badania nad wykrywaniem *Fusarium spp.* w ziarniakach jęczmienia**

Do identyfikacji molekularnej gatunków z rodzaju *Fusarium* wykorzystano zestaw 24 starterów reakcji PCR. Przed identyfikacją gatunkową grzybów z rodzaju *Fusarium* w badanych próbkach jęczmienia określono specyficzność zastosowanych starterów reakcji PCR. Do ich testowania wykorzystano jako kontrole pozytywne – DNA izolatów grzybów znajdujących się w banku patogenów Zakładu Biotechnologii i Hodowli Roślin IUNG-PIB z potwierdzoną poprzez sekwencjonowanie DNA przynależnością gatunkową.

Na podstawie przeprowadzonych badań specyficzności zastosowanych starterów stwierdzono niepełną specyficzność starterów. Jest to ogólnie znana cecha wynikająca z bardzo dużego stopnia pokrewieństwa pomiędzy różnymi gatunkami *Fusarium*, w szczególności w przypadku kompleksu *Fusarium sambucinum* w skład którego wchodzi m.in. *F. culmorum*, *F. graminearum*, *F. poae*, *F. langsethiae*, *F. sporotrichioides*, *F. avenaceum*.

Kolejnym etapem badań było wykrycie obecności DNA *F. tricinctum*, *F. langsethiae*, *F. graminearum*, *F. culmorum*, *F. poae*, *F. sporotrichioides*, i *F. avenaceum* w 16 próbkach jęczmienia. Uzyskane wyniki przedstawiono w szczegółowym sprawozdaniu.

### **Zadanie 3. Ocena jakościowa ziarna jęczmienia jarego po zastosowaniu preparatów ekologicznych.**

Zawartość podstawowych składników pokarmowych (sucha masa, białko surowe, włókno surowe, tłuszcz surowy, popiół surowy) w próbkach ziarna oznaczono zgodnie z obecnie obowiązującymi normami [AOAC, 2011].

Skład chemiczny analizowanych próbek ziarna jęczmienia, a także ich wartość pokarmowa analizowana pod kątem pokrycia potrzeb energetycznych i pokarmowych różnych gatunków zwierząt były charakterystyczne dla ich rodzaju i zbliżone do danych literaturowych. Przy czym odnotowano różnice w składzie w poszczególnych odmianach poddanych różnym zabiegom ochronnym.

Zawartość białka ogólnego w badanych próbkach jęczmienia odmiany Tilmor - niepoddanych żadnym zabiegom wynosiła 10,49%, zaś odmiany Feedway 10,69%. Z punktu widzenia

wartości pokarmowej pasz, każdy z zastosowanych zabiegów ochronnych wpłynął korzystnie na ten parametr, podnosząc zawartość białka w porównaniu do grupy kontrolnej. Najwyższą zawartość białka w jęczmieniu odmiany Tilmor odnotowano po zastosowaniu mąki z gorczycy do zaprawiania ziarna (średnia zawartość białka wynosiła 12,5%), stymulacji nasion preparatami krzemowymi Adesil oraz Zumsil (12,34%) oraz po zastosowaniu kompleksowej technologii krzemowo-mikrobiologicznej (12,23%). W przypadku odmiany Feedway szczególnie korzystnie wpłynęły zabiegi z wykorzystaniem ekstraktu z cebuli do zaprawiania ziarna oraz stymulacji nasion preparatami krzemowymi Adesil oraz Zumsil. W przypadku obydwu tych zabiegów odnotowano najwyższy udział białka 13,84% w przypadku ekstraktu z cebuli i 12,84% w przypadku zastosowania preparatów krzemowych. Jest to szczególnie istotne z punktu widzenia żywienia zwierząt, ponieważ zawartość białka jest obok zawartości energii najważniejszym wskaźnikiem określającym wartość pokarmową komponentów dawek pokarmowych dla zwierząt.

Średnia zawartość tłuszczu surowego w ziarnie jęczmienia była zbliżona i wynosiła 1,28% w odmianie Tilmor oraz 1,78% w odmianie Feedway. Stwierdzono wzrost zawartości tłuszczu surowego w ziarnie obydwu odmian traktowanych ekstraktem z cebuli do zaprawiania ziarna. Po zastosowaniu tych zabiegów zawartość tłuszczu surowego w ziarnie odmiany Tilmor wzrosła do 2,95%, zaś w ziarnie odmiany Feedway do 3,62%. Pozostałe zabiegi nie wpłynęły na zmiany zawartości tego składnika w porównaniu do prób kontrolnych.

Średnia zawartość włókna surowego w ziarnie jęczmienia zawierała się w zakresie 4,8-5,2%. W badanych ziarnach jęczmienia odmiany Tilmor niepoddanego żadnym zabiegom ochronnym jego zawartość wynosiła 4,48%, zaś w odmianie Feedway 4,69%. Obniżenie zawartości włókna surowego obserwowano jedynie w przypadku zastosowania ekstraktu z cebuli do zaprawiania ziarna jęczmienia odmiany Feedway (zawartość włókna wynosiła 3,83%). Zaś najwyższy jego udział w ziarnach obydwu odmian stwierdzono w przypadku zastosowania preparatu mikrobiologicznego do zaprawiania nasion. Zawartość włókna w próbach jęczmienia wynosiła odpowiednio 5,17% w odmianie Tilmor oraz 5,61% w odmianie Feedway.

Oceniono także wartość energetyczną badanego ziarna dwóch odmian poddanych różnym zabiegom ochronnym jako paszy dla świń, drobiu oraz bydła. Zawartość energii metabolicznej obliczono na podstawie analizowanego składu chemicznego. Najwyższą zawartością energii metabolicznej dla trzody chlewnej charakteryzował się jęczmień odmiany Tilmor i Feedway, w którym ziarno zostało poddane działaniu ekstraktu z cebuli. W obydwu

przypadkach wartość energetyczna wzrosła w porównaniu do jęczmienia obydwu odmian niepoddanego żadnym zabiegom. W przypadku odmiany Tilmor wynosiła ona 12,98 MJ/kg a po zastosowaniu zabiegu z ekstraktu z cebuli wzrosła do 13,32 MJ/kg. Wartość energetyczna jęczmienia odmiany Feedway niepoddanego zabiegom wyniosła 13,05 MJ/kg, zaś po zabiegu aż 13,77 MJ/kg. Z uwagi na wzrost udziału włókna po zastosowaniu preparatu mikrobiologicznego do zaprawiania nasion w przypadku obydwu odmian wartość energetyczna ziarna jęczmienia w tym wariancie była najniższa i niższa niż ziarna niepoddanego obróbce.

Badania wykazały zróżnicowaną dorodność badanego ziarna (MTZ) i masy ziarna w stanie zsywnym w zależności od badanych strategii ochrony (szczegółowo przedstawiono w sprawozdaniu).

### **Określenie zawartości mykotoksyn**

W doświadczeniu oznaczono poziom mikotoksyn fuzaryjnych. Do oznaczenia zawartości deoksyniwalenolu (DON), zearalenonu (ZEN), T2/HT-2 toksyny w ziarnie jęczmienia zastosowano metodę immunoenzymatyczną ELISA z wykorzystaniem testu AgraQuant firmy RomerLabs®.

Wyniki wskazują, że rok 2024 nie był sprzyjający wytwarzaniu przez grzyby z rodzaju *Fusarium* deoksyniwalenolu (DON) i zearalenonu (ZEA). Poziom deoksyniwalenolu wynosił od 80 do 300 ( $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ), natomiast zearalenonu od 11 do 16. Najwyższy dopuszczalny poziom dla DON wynosi 1000, dla ZEA 100 i dla T2/HT-2 toksyny 100  $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ . Stwierdzono natomiast, że poziom T2/HT-2 toksyny wytwarzanej głównie przez *Fusarium sporotrichoides* oraz *Fusarium poae* był bardzo wysoki. Wahał się od 27 do 281. Jednak stwierdzono istotne różnice w ilości zarówno DON jak i T2/Ht-2 toksyny pomiędzy odmianami i zastosowanymi metodami ochrony. U odmiany Tilmor stwierdzono istotnie wyższe ilości oznaczonych mikotoksyn.

Zastosowanie ochrony wg wariantu III i V powodowało zmniejszenie o 7% ilości DON w ziarnie odmiany Tilmor w odniesieniu do obiektu kontrolnego. Zastosowanie ochrony VII i VI powodowało wzrost ilości DON w odniesieniu do obiektu kontrolnego o 69 i 40%.

Stymulacja nasion preparatami krzemowymi Adesil+Zumsil (wariant IV) powodowała mniejszą o 14% zawartość DON w odniesieniu do kontroli, podobnie mniejszą o 11% mąka z gorczycy do zaprawiania ziarna (wariant III). Większą ilość DON stwierdzono w nasionach z obiektów, na których zastosowano stymulację nasion Adesil+Zumsil + 2 zabiegi dolistne

Zumsil (wariant V) oraz preparat mikrobiologiczny do zaprawiania nasion (wariant VI). Ilość mikotoksyn była wyższa o 33% i 44%.

Poziom T2/HT- 2 toksyny u odmiany Feedway przy każdym wariantcie ochrony oraz obiekcie kontrolnym był niższy niż najwyższa dopuszczalna ilość, poziom toksyny wahał się od 30 do 74  $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ , co wskazuje, że ziarno tej odmiany było bezpieczne dla spożycia. Wystąpiły pewne różnice pomiędzy wariantami ochrony, jednak nieistotne statystycznie.

#### **Analizy jakościowe, ilościowe oraz aktywność antyoksydacyjna związków fenolowych i alkilorezorcynoli w ziarnie jęczmienia.**

Do analizy aktywności antyoksydacyjnej kwasów fenolowych próbek jęczmienia zastosowano metodę TLC-DPPH• z graficzną obróbką obrazu za pomocą programu ImageJ. Próbkę analizowano pod kątem obecności oraz aktywności związków o właściwościach antyoksydacyjnych. Zidentyfikowano 9 kwasów fenolowych. Analizy ilościowe ziarna jęczmienia wykazały, że w największej ilości występował kwas ferulowy (od 2272 do 3264  $\mu\text{g/g}$  s.m.), kwas *p*-kumarowy (od 470 do 750  $\mu\text{g/g}$  s.m.) oraz kwas kawowy (od 165 do 213  $\mu\text{g/g}$  s.m.). Sumaryczna zawartość kwasów fenolowych w badanych próbkach wynosiła od 3114 (obiekt II) do 4470  $\mu\text{g/g}$  s.m. (VII-zabieg dolistny preparatem mikrobiologicznym).

Wyniki badań wykazały, że aktywność przeciwutleniająca kwasów fenolowych była skorelowana z ich zawartością w badanych próbkach ziarna jęczmienia. Najwyższą sumaryczną aktywność antyoksydacyjną kwasów fenolowych wykazano w próbkach ziarna obu odmian po zabiegu dolistnym preparatem mikrobiologicznym.

Wykazano, że aktywność antyoksydacyjna alkilorezorcynoli była skorelowana z ich zawartością w badanych próbkach ziarna jęczmienia. Najwyższą sumaryczną aktywność alkilorezorcynoli wykazano w ziarnie odmiany Tilmor po zastosowaniu technologii krzemowo-mikrobiologicznej.

#### **Ocena ziarna jęczmienia na cele spożywcze – oznaczenie zawartości błonnika**

Zbożowe produkty wysokobłonnikowe o wysokiej zawartości frakcji rozpuszczalnej stały się polecanych i pożądanym składnikiem żywności. Mogą one być pozyskiwane tylko z surowców o wysokiej zawartości błonnika pokarmowego takich jak jęczmień. Funkcjonalne właściwości produktów jęczmiennych wynikały głównie z ilości i jakości zawartego w ziarnie błonnika pokarmowego.

#### **Zadanie 4. Analiza ekonomiczna zastosowanych preparatów.**

Wykonana analiza ekonomiczna opłacalności zastosowanych zapraw i preparatów dolistnych w uprawie jęczmienia jarego w gospodarstwie ekologicznym IUNG-PIB w Grabowie w 2024 r., wykorzystując wartość plonu (przychody ze sprzedaży ziarna) oraz koszty bezpośrednie, obliczono standardową nadwyżkę bezpośrednią oraz wskaźnik opłacalności (konsultacja z pracownikami Zakładu Agroekologii i Ekonomiki).

Wartość poniesionych **kosztów bezpośrednich** w wybranych wariantach technologii, kształtowała się w przedziale 1231 – 2235 zł/ha dla odmiany Tilmor i 1164 – 2123 zł/ha dla odmiany Feedway. Mniejsze koszty, w przypadku odmiany Feedway, wynikały ze zmniejszonej o 20 kg/ha ilości wysiewanego ziarna. Najwyższymi kosztami bezpośrednimi w obydwu analizowanych odmianach charakteryzował się wariant VIII (kompleksowej technologii krzemowo-mikrobiologicznej). Na pokrycie wartości kosztów bezpośrednich w poszczególnych wariantach należało przeznaczyć 2,12-3,86 t ziarna dla odmiany Feedway oraz 2,24-4,06 t ziarna w przypadku odmiany Tilmor.

**Najwyższą wartością nadwyżki bezpośredniej z dopłatami** do upraw rolnych w rolnictwie ekologicznym po okresie konwersji (różnica pomiędzy wartością plonu, a wartością poniesionych kosztów bezpośrednich w technologiach uprawy odmiany jęczmienia jarego Feedway i Tilmor charakteryzowała się kombinacja II, VI i III, a u odmiany Tilmor- wariant II i III ochrony.

W przypadku **wskaźnika opłacalności** u odmiany Feedway jęczmienia jarego najwyższą wartość wskaźnika odnotowano w kombinacji II i III i wynosiła ona odpowiednio 288% i 278 %, a u odmiany Tilmor także w wariantach III i II (odpowiednio 270 i 267 %. Najmniej opłacalną pod względem tego wskaźnika okazała się kombinacja VIII (kompleksowa technologia krzemowo-mikrobiologiczna), gdzie wskaźnik opłacalności przyjmował wartości 169 % dla odmiany Feedway i 162 % dla odmiany Tilmor.

#### **Zadanie 5. Sporządzenie raportu końcowego i opracowanie ulotki z zaleceniami dla praktyki rolniczej, przeprowadzenie warsztatów on-line.**

W ramach realizacji zadania badawczego 5 została opracowana ulotka dla praktyki rolniczej pt. „**Wpływ biopreparatów ziołowych, krzemowych i mikrobiologicznych na plonowanie oraz zdrowotność jęczmienia jarego w produkcji ekologicznej**”.

Przeprowadzono warsztaty on-line pt. „**Biopreparaty w rolnictwie ekologicznym**”.

Został sporządzony raport końcowy, udostępniony w wersji elektronicznej na stronie internetowej IUNG-PIB: <https://www.iung.pl/badania-na-rzecz-rolnictwa-ekologicznego-z-dotacji-mrirw/>.

### **Podsumowanie i zalecenia dla praktyki**

Jęczmień jest jednym z ważniejszych gatunków roślin rolniczych, jego ziarno jest wykorzystywane w żywieniu ludzi i zwierząt oraz w przetwórstwie przemysłowym. Jęczmień będący surowcem o właściwościach funkcjonalnych, zawiera cenne składniki decydujące o jego przydatności w żywieniu człowieka. Spośród zbóż podstawowych jęczmień wyróżnia się największą zdolnością przeciwutleniającą.

- 1) W przeprowadzonym badaniach (jednorocznych), niezależnie od porównywanych odmian, jęczmień uzyskał istotnąwyżkę plonu ziarna po zastosowaniu badanych preparatów. Najlepiej plonował jęczmień uprawiany według kompleksowej technologii krzemowo-mikrobiologicznej (VIII) oraz na obiekcie, gdzie zastosowano zaprawę z cebuli (II). Na obiekcie VIII wystąpiła wyżka plonu jęczmienia w stosunku do obiektu kontrolnego o  $0,97 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Niższe plony jęczmienia jarego w 2024 roku na obiektach kontrolnych 3,9 t/ha i 4,6 t/ha (odpowiednio odmiana Tilmor i Feedway) wynikają głównie z opóźnionego siewu oraz niekorzystnych warunków pogodowych w kwietniu i maju.
- 2) Stwierdzono niskie nasilenie chorób grzybowych (zwłaszcza plamistości siatkowej) w badanych obiektach. Występująca susza oraz mniejsze zagęszczenie łanu ograniczało presję chorób.
- 3) W strefie korzeniowej roślin obserwowano zwiększoną aktywność i liczebność mikroorganizmów, co przyczynia się do efektywniejszego uruchamiania składników mineralnych zawartych w glebie przykorzeniowej, a tym samym do lepszego odżywiania roślin. Na podstawie analizy wyników otrzymanych z oceny profilu metabolicznego mikroorganizmów glebowych na płytkach Biolog EcoPlates stwierdzono, że najwyższą aktywność mikroorganizmów w ryzosferze jęczmienia odmiany Tilmor uzyskano w wariacie kompleksowej technologii krzemowo-mikrobiologicznej (Adesil + Zumsil + preparat mikrobiologiczny do zaprawiania ziarna oraz zabiegi dolistne Zumsil + preparat mikrobiologiczny). Równie wysokie aktywności w profilu metabolicznym potwierdzono w kombinacji z zastosowaniem mąki z gorczycy do zaprawiania ziarna oraz dwóch zabiegów dolistnych preparatem mikrobiologicznym.

- 4) Z punktu widzenia wartości pokarmowej pasz każdy z zastosowanych wariantów ochrony wpłynął korzystnie na zawartość białka w porównaniu do grupy kontrolnej. Najwyższą zawartością energii metabolicznej dla trzody chlewnej charakteryzował się jęczmień odmiany Tilmor i Feedway, w którym ziarno zostało poddane działaniu ekstraktu z cebuli.
- 5) Analiza otrzymanych wyników składu chemicznego i wartości pokarmowej ziarna odmian jęczmienia Tilmor i Feedway, poddawanych różnym sposobom ochrony roślin wskazuje na możliwość modyfikacji wartości pokarmowej jęczmienia w warunkach uprawy ekologicznej.
- 6) Wyniki badań wskazują, że rok 2024 nie był sprzyjający wytwarzaniu przez grzyby z rodzaju *Fusarium* mykotoksyn: deoksyniwalenolu (DON) i zearalenonu (ZEA).
- 7) Aktywność przeciwutleniająca kwasów fenolowych była skorelowana z ich zawartością w badanych próbkach ziarna jęczmienia. Najwyższą sumaryczną aktywność antyoksydacyjną kwasów fenolowych wykazano w ziarnie obu odmian po zastosowaniu preparatu mikrobiologicznego. Najwyższą sumaryczną aktywność alkilorezorcynoli stwierdzono u odmiany Tilmor, uprawianej według technologii krzemowo-mikrobiologicznej.
- 8) Badania potwierdziły, że jęczmień jest surowcem o wysokiej zawartości błonnika pokarmowego, którego ilości zależą od badanych odmian i strategii ochrony.
- 9) W uprawie jęczmienia jarego, średnio dla obu badanych odmian, najwyższą wartością nadwyżki bezpośredniej z dopłatami do upraw rolnych w rolnictwie ekologicznym po okresie konwersji charakteryzowała się uprawa z zastosowaniem zaprawy z cebuli i mąki z gorczycy do zaprawiania nasion.

Kontakt:

dr hab. Danuta Leszczyńska, prof. IUNG-PIB

Zakład Uprawy Roślin i Jakości Plonu

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa-PIB

ul. Czartoryskich 8

24-100 Puławy

e-mail: [leszcz@iung.pulawy.pl](mailto:leszcz@iung.pulawy.pl)

Zrealizowano na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18.04.2024  
(pismo DEJ.re.765.16.2024)



Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowy Instytut Badawczy

badania podstawowe na rzecz rolnictwa ekologicznego w zakresie upraw polowych metodami ekologicznymi, pt.:

**Określenie efektywności otoczkowania nasion kukurydzy preparatami na bazie chitozanu oraz krzemu na rzecz rolnictwa ekologicznego w kontekście przeciwdziałania chorobom powodowanym przez grzyby z rodzaju *Fusarium* spp.: zgorzeli podstawy łodygi i fuzariozie kolb oraz redukcji skażenia ziarna mykotoksynami fuzaryjnymi**

**Kierownik**

**Dr hab. Elżbieta Kochańska – Czembor, prof. Instytutu**

**Wykonawcy:**

**Mgr Seweryn Frasiński**

**Prof. dr hab. Jerzy H. Czembor**

Na podstawie § 8 ust. 1 pkt 2, ust. 2 pkt 2 i ust. 7 rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 29 lipca 2015 r. w sprawie stawek dotacji przedmiotowych dla różnych podmiotów wykonujących zadania na rzecz rolnictwa (Dz. U. poz. 1170, z późn. zm.).

## WPROWADZENIE

Celem badań było określenie efektywności otoczkowania nasion kukurydzy preparatami stosowanymi w rolnictwie ekologicznym, opartymi na bazie chitozanu oraz krzemu w celu ograniczenia rozwoju chorób powodowanych przez grzyby z rodzaju *Fusarium* spp. oraz w celu redukcji skażenia ziarna mykotoksynami fuzaryjnymi w ziarnie.

Rosnąca świadomość społeczna w zakresie zagrożeń dla zdrowia ludzkiego i bezpieczeństwa środowiska w znacznym stopniu przyczyniła się do zintensyfikowania działań ograniczających ryzyko w tym obszarze. Podstawą prawną systemu ochrony i promocji produktów regionalnych i tradycyjnych w Polsce jest Ustawa z dnia 17 grudnia 2004 r. o rejestracji i ochronie nazw i oznaczeń produktów rolnych i środków spożywczych oraz produktach tradycyjnych. Na mocy tej ustawy „produkty tradycyjne” to „Produkty rolne i środki spożywcze przeznaczone do spożycia przez ludzi, których jakość lub wyjątkowe cechy i właściwości wynikają ze stosowania tradycyjnych metod produkcji, stanowiące element dziedzictwa kulturowego regionu, w którym są wytwarzane oraz będące elementem tożsamości społeczności lokalnej” i mogą być wpisane na listę produktów tradycyjnych.

Biostymulatory oferują potencjalnie nowe podejście do regulacji/modyfikacji procesów fizjologicznych w roślinach, w celu stymulowania wzrostu, złagodzenia ograniczeń wywołanych stresem i zwiększenia wydajności upraw również w rolnictwie ekologicznym. Fuzarioza kolb i zgorzel podstawy łodygi to choroby, których rozwój jest warunkowana poligenicznie i wiele cech rośliny może być wskaźnikiem odporności, co stwierdzono realizując bieżący projekt w 2024 roku. W sposób istotny wpływ ten modelują warunki środowiskowe podobnie jak w rolnictwie konwencjonalnym, a szczególnie wilgotność powietrza i wilgotność liścia.

## MATERIAŁY I METODY

Określenie wpływu preparatów na bazie chitozanu oraz na bazie chitozanu wspomaganego krzemem na ograniczenie rozwoju chorób fuzarioza kolb i zgorzel podstawy łodygi powodowanych przez grzyby z rodzaju *Fusarium* prowadzono w ramach dwóch tematów badawczych. Temat Badawczy 1 prowadzono w warunkach kontrolowanych a Temat Badawczy 2 w warunkach polowych. Materiałem roślinnym w dwóch tematach badawczych były 4 odmiany kukurydzy: 3 o typie ziarna flint i semiflint oraz 1 o typie ziarna typowo dent: K608xK496 (MTZ: 268.58), K623xK578 (255.97), Zadra (MTZ: 370.83) i Kadryl (MTZ: 367.19). Wykorzystano po jednym izolacie następujących gatunków z rodzaju *Fusarium*:

*F. verticillioides*, *F. graminearum*, *F. temperatum*, *F. proliferatum*, *F. subglutinans*. Każdy gatunek charakteryzuje się różną agresywnością i podczas monitorowania grzybów na terenie Polski występuje z różną częstotliwością w zależności od rejonu i warunków klimatycznych.

Izolaty zostały wyosobnione z prób nasion kukurydzy pobranych z poletek doświadczalnych i scharakteryzowanych w trakcie wcześniejszych badań pod względem tempa wzrostu na pożywkach sztucznych i agresywności w warunkach polowych. Zróżnicowanie materiału roślinnego oraz zróżnicowanie gatunków grzybów z rodzaju *Fusarium* zapewniało możliwość określenia wpływu hitozanu na ograniczenie rozwoju chorób fuzariozy kolb i zgorzeli podstawy łodygi. Nasiona otoczkowano dostępnym na rynku preparatem na bazie chitozanu (PhytoChikol SL) zgodnie z zaleceniem producenta poprzez moczenie ziarna a następnie wysuszenie na folii, krzem sypki AdeSil, krzem płynny ZumSil.

Temat Badawczy 1 oraz Temat Badawczy 2 prowadzono w 4 wariantach: Kontrola (K), W2 (OCH) – siew nasion otoczkowanych preparatem na bazie chitozanu, W3: OLCH – siew nasion otoczkowanych preparatem na bazie chitozanu oraz aplikacja dolistna w fazie V4-V5 preparatem na bazie chitozanu, W4: OLKCH - siew nasion otoczkowanych preparatem na bazie chitozanu oraz krzemu oraz aplikacja dolistna preparatem na bazie chitozanu.

#### **TEMAT BADAWCZY 1.**

**Określenie wpływu preparatów na bazie chitozanu oraz na bazie chitozanu wspomaganego krzemem na przeciwdziałanie rozwoju *Fusarium* spp., sprawców fuzariozy kolb i zgorzeli podstawy łodygi w warunkach kontrolowanych**

#### **MATERIAŁY I METODY**

Warianty doświadczenia w warunkach kontrolowanych to: wysiew nasion do gleby niezakażonej (kontrola) oraz zakażonej sztucznie każdym z 5 gatunków grzybów osobno. Kontrola (K: nasiona nieotoczkowane), OCH (nasiona otoczkowane a podłoże zakażane raz), OLCH (nasiona otoczkowane a podłoże zakażane dwukrotnie), OLKCH (nasiona otoczkowane preparatem z chitozanem i krzemem). Każdy wariant jest rozszerzony o skróty dla patogenów, odpowiednio o akronimy przypisane gatunkom grzybów: *Fg*, *Fv*, *Fs*, *Fp*, *Ft*.

Oceniając wpływ preparatów na bazie chitozanu oraz na bazie chitozanu wspomaganego krzemem na przeciwdziałanie rozwoju fuzariozy kolb i zgorzeli podstawy łodygi w warunkach kontrolowanych uwzględniono:

- a. Energię i zdolność kiełkowania – liczba nasion, które skiełkowały - 5 dni od daty siewu; liczba roślin, które wykształciły 1-szy liść - 8 dni od daty siewu; liczbę roślin, których widoczny był 2 liść – 8 dni od daty siewu
- b. Datę drugiego i trzeciego w pełni wykształconego liścia
- c. Parametry fotosyntetyczne (zawartości chlorofilu w części nadziemnej roślin w fazie trzeciego wykształconego liścia a widocznym czwartym liściu przy likwidacji doświadczenia przenośnym czytnikiem ( $\mu\text{g cm}^{-2}$ )
- d. Fenotyp rośliny: sucha masa części nadziemnej i korzeni, długość korzeni: rośliny po pomiarze zawartości chlorofilu były zbierane; korzenie dokładnie płukane w bieżącej wodzie i mierzone; po wstępnym osuszeniu na ręczniku papierowym dokładnie oddzielane od części nadziemnej usuwając ziarno, z którego roślina wyrosła, po wyłożeniu na folię aluminiową suszone w suszarce  $+90^{\circ}\text{C}$ ; ważone oddzielanie część nadziemną i korzenie (Foto. 1).



Foto. 1C.

Foto 1B.

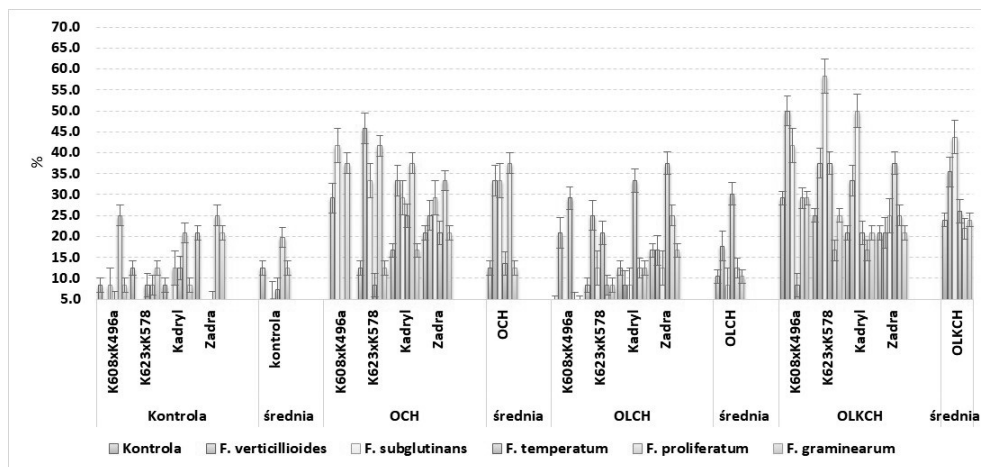
Foto. 1A. Ocena wpływu otoczkowania ziarna preparatami na bazie chitozanu oraz chitozanu wspomaganego krzemem na fenotyp i fizjologię roślin będących wskaźnikiem odporności na grzyby z rodzaju *Fusarium* spp. w warunkach laboratoryjnych (E. Czembor. S. Frasiński).

Foto 1B. Pomiar zawartości chlorofilu (E. Czembor. S. Frasiński).

## WYNIKI

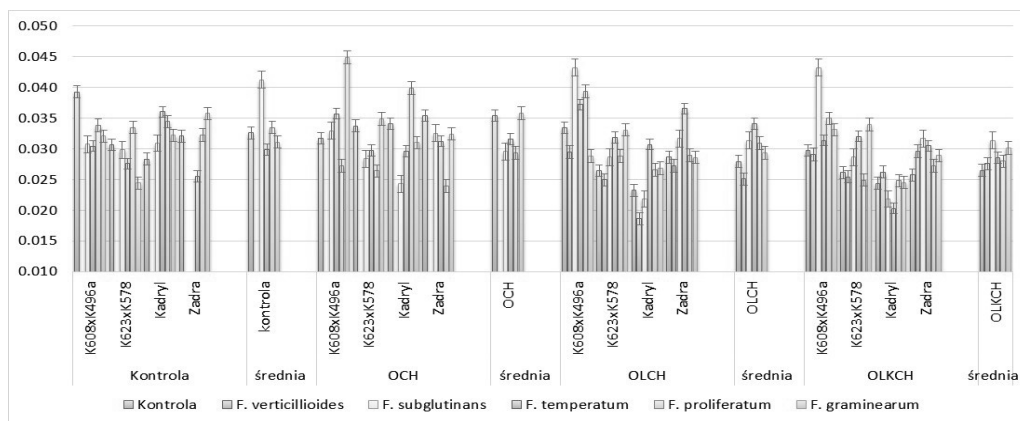
Otoczkowanie preparatami na bazie chitozanu oraz chitozanu wspomaganym krzemem istotnie pozytywnie wpływało na dynamikę kiełkowania i wzrostu roślin do fazy 3 w pełni rozwiniętego liścia (4 liść widoczny) 18 dni od daty założenia doświadczenia (Rysunek 1). Test na siewkach wykazał, że w wariancie kontrolnym w którym wysiano nasiona nieotoczkowane (podłoże

zakażane każdym grzybem osobno) liczba rozwiniętych siewek była istotnie niższa niż w wariantach, w których wysiano nasiona otoczkowane chitozanem (OCH – podłoże zakażone jednokrotnie), oraz chitozanem wspomagany krzemem (OLKCH). Zakażenie dwukrotnie podłoża wpłynęło istotnie na redukcję procentu roślin rozwiniętych i korespondował on do wariantu kontrolnego, w którym nasiona nie były otoczkowane (Rysunek 1).



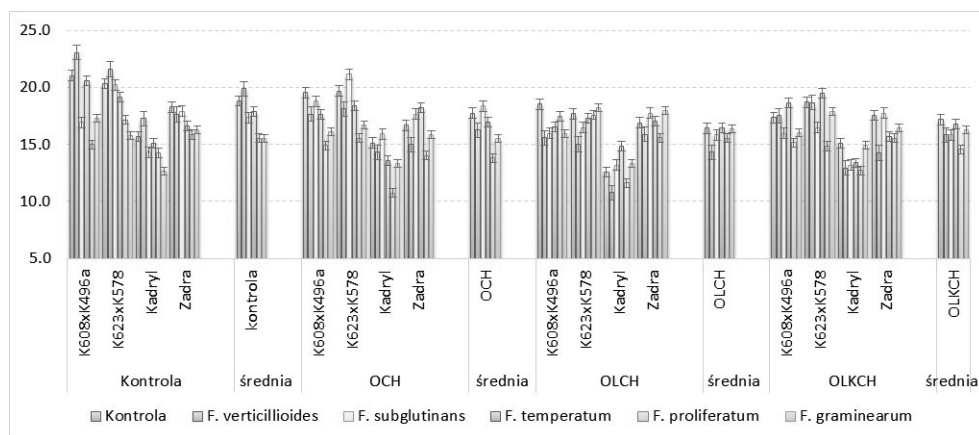
Rysunek 1. Dynamika wzrostu siewek: Procent roślin w fazie 3-go w pełni wykształconego liścia (4 liść widoczny), 18 dni od daty założenia doświadczenia w wariantach kontrolnych (nasiona nieotoczkowane, podłoże zakażane) oraz w wariantach w których wysiano nasiona otoczkowane a podłoże było zakażane raz (OCH)) lub dwukrotnie (OLCH) oraz chitozanem wspomagany krzemem (OLKCH). Zakażenia osobno *Fusarium* spp.: *Fg*, *Fv*, *Fs*, *Fp*, *Ft*.

Procent roślin w fazie 3 liścia korespondował do suchej masy korzeni (Rysunek 2).



Rysunek 2. Sucha masa korzeni siewek w fazie 3-go w pełni wykształconego liścia, 18 dni od daty założenia doświadczenia w wariantach kontrolnych (nasiona nieotczkowane, podłoże zakażane) oraz w wariantach, w których wysiano nasiona otczkowane a podłoże było zakażane raz lub dwukrotnie osobno *Fusarium* spp.: *Fg*, *Fv*, *Fs*, *Fp*, *Ft*.

W wariancie kontrolnym oraz dwukrotne zakażenie podłoża powodowało istotne obniżenie suchej masy korzeni. Grzybem najbardziej agresywnym był *F. graminearum*, który jest dotychczas najczęstszym sprawcą zgorzeli podstawy łodygi w warunkach polowych. Zawartość chlorofilu w tkance 3 liścia przedstawia Rysunek 3. W warunkach laboratoryjnych istotne różnice stwierdzono pomiędzy odmianami. Wartości były wyższe dla form flint i semiflint.



Rysunek 3. Zawartość chlorofilu w tkance 3-go w pełni wykształconego liścia, 18 dni od daty założenia doświadczenia w wariantach kontrolnych oraz na podłożu zakażanym sztucznie 5 gatunkami grzybów z rodzaju *Fusarium* osobno.

**TEMAT BADAWCZY 2. Określenie wpływu otczkowania nasion kukurydzy preparatami na bazie chitozanu oraz preparatami na bazie chitozanu z dodatkiem krzemu na rozwój fuzariozy kolb, zgorzeli podstawy łodygi oraz redukcji skażenia ziarna mykotoksynami fuzaryjnymi w warunkach polowych**

## MATERIAŁY I METODY

Ponieważ łodygi i kolby były zakażane sztucznie grzybami z rodzaju *Fusarium* spp. doświadczenie nie mogło być prowadzone na polu ekologicznym. Bez zakażeń sztucznych nie uzyskaloby się zamierzonych celów projektu: nie wykazało wpływu zapraw nasiennych na rozwój chorób kukurydzy powodowanych przez grzyby z rodzaju *Fusarium* jak

i zróżnicowania pomiędzy gatunkami tych grzybów. Nie wykazałoby się również czy istnieje zmienność genetyczna w obrębie mieszańców kukurydzy co uzasadnieniem poszukiwania źródeł odporności. Do założenia wariantu kontrolnego wykorzystano ziarno bez otoczkowania preparatem na bazie chitozanu lub krzemu. Natomiast w 3 pozostałych wariantach, do założenia których wykorzystano ziarno otoczkowane preparatem na bazie chitozanu (OCH), na bazie chitozanu wraz z zastosowaniem dolistnym (OLCH) w fazie V4-V5 oraz na bazie chitozanu i krzemu wraz z aplikacją dolistną (OLKCH).

### *Agrotechnika*

Doświadczenie prowadzono na polu IHAR-PIB, które jest w bliskiej odległości od pomieszczeń laboratoryjnych. Zapewniało to bieżący nadzór przebiegu wegetacji oraz opis parametrów fotosyntetycznych. Przed siewem wykonano zabiegi uprawowe z zastosowaniem agregatu uprawowego (kultywator o wąskich zębach i wał strunowy) wraz z przykryciem nawozów. Do nawożenia przedsiewnego zastosowano połowę dawki nawożenia standardowo prowadzonego w rolnictwie konwencjonalnym (200kg mocznika: 90 kg N na 1 ha oraz 200 kg polifoski "6": 12 kg N, 40 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 60 kg K<sub>2</sub>O na 1 ha). Siew wykonano przy użyciu siewnika punktowego w rozstawie 75 cm x 16 cm pomiędzy roślinami w rzędzie w bloku, gdzie prowadzono badania nad zgorzelą podstawy łodygi. Pielęgnacja pola była prowadzona mechanicznie.

### *Test fitopatologiczny – wpływ otoczkowania preparatami na bazie chitozanu na rozwój fusariozy kolb oraz gromadzenie mykotoksyn w ziarnie*

Zakażenia sztuczne kolb przeprowadzone były po mechanicznym uszkodzeniu ziarniaków 10–12 dni od daty kwitnienia kwiatostanów męskich (faza początkowej dojrzałości mlecznej BBCH 73), poprzez iniekcję 1 ml zawiesiny zarodników *Fusarium* spp. na wysokości 1/3 od podstawy kolby wykorzystując do tego celu strzykawkę czterokanałową (Foto. 2A.). W obrębie każdego wariantu doświadczenia zakażano 5-6 kolb dla każdej z 4 badanych odmian oraz każdego z gatunków *Fusarium* spp. Łodygi zakażano poprzez nakłuwanie patyczkami (Foto. 2B.) natomiast dolistnie opryskiwaczem ręcznym (Foto. 2C.). Ocenę fenotypową stopnia odporności badanych odmian przeprowadzono w fazie dojrzałości pełnej roślin (Foto. 3A., 3B.). Do oceny stopnia porażenia wykorzystano skalę 1–7 w której, odpowiednio: 1= brak objawów porażenia; 2 = 1–3%, 3 = 4–10%; 4=11–25%; 5=26–50%; 6=51–75% i 7=76–100% (Reid i in. 1996). Łącznie do badań włączono 1 828 roślin.



Foto. 2A. Wzrost grzyba *Fusarium* spp. na szalkach z pożywką PDA do przygotowania inokulum do zakażeń sztucznych kolb oraz na drewnianych patyczkach do zakażeń łodyg (E. Czembor, S. Frasiński).

Foto. 2B. Zakażenia sztuczne łodyg do oceny zgorzeli podstawy łodygi (E. Czembor, S. Frasiński).

Foto. 2C. Objawy zgorzeli podstawy łodyg po zakażeniach sztucznych (E. Czembor, S. Frasiński).



Foto. 3. Aplikacja dolistna preparatu na bazie chitozanu (E. Czembor, S. Frasiński).

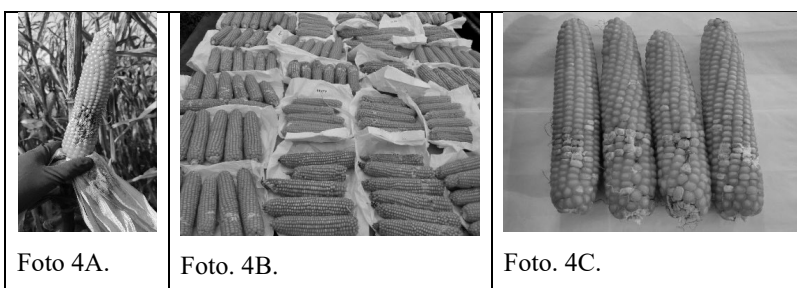


Foto. 3A., 3B. Stopień porażenia kolb w czterech wariantach doświadczenia polowego po zakażeniach sztucznych: *F. graminearum*, *F. verticillioides*, *F. subglutinans*, *F. proliferatum* lub *F. temperatum* (E. Czembor).

*Określenie zawartości toksyn w ziarnie kukurydzy (DON – deoksyniwalenolu, ZEA - zearalenonu oraz FUM - fumonizyny)*

Po ocenie fenotypowej kolby zostały zebrane, suszone, a następnie młócone. Próby ziarna zmielono blenderem laboratoryjnym następnie domielono młynkiem laboratoryjnym IKA A 11 basic na mąkę i poddane analizie na obecność DON, ZEA i FUM. Analizy dokonano za pomocą aparatu RIDA QUICK SCAN (analiza na bazie testu immunoenzymatycznego ELISA). Pomiaru ilościowego dokonano w zakresie 0,25–5,0 ppm. Naważone próby 4 g mąki, dodaje się 30 ml roztworu buforującego, a następnie energicznie wytrząsa przez 4 min. Ekstrakt odstawiony na 4 min i znad osadu mąki pipetą pobiera się 4 ml roztworu, i przenosi na pasek testowy. Po 5 minutach odczytuje się wynik za pomocą aparatu RIDA QUICK SCAN (Foto. 4). Jeżeli zawartość DON lub innej toksyny przekracza 5,0 ppm roztwór rozcieńcza się buforem i prowadzi kolejne oznaczenie.

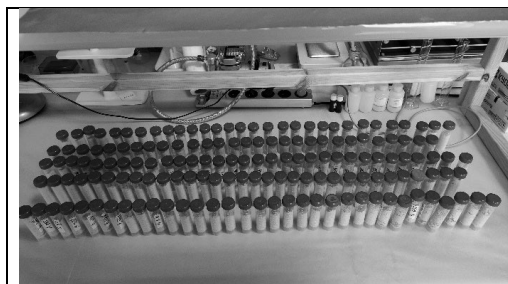


Foto. 5A.



5B.

Foto. 5A. Przygotowanie mąki do określenia poziomu skażenia mykotoksynami fuzaryjnymi (E. Czembor, S. Frasiński).

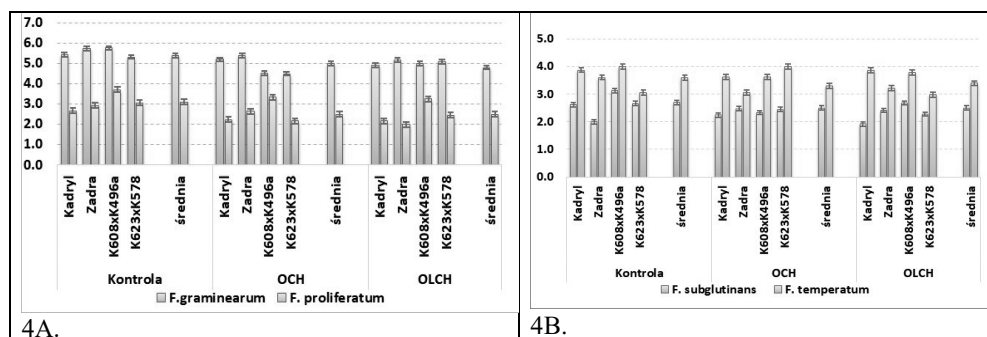
Foto. 5B. Testy paskowe do odczytu analiz zawartości toksyn z wykorzystaniem aparatu RIDA QUICK SCAN (E. Czembor, S. Frasiński).

Następnie porównano zawartość wybranych składników mineralnych w 16 próbach ziarna pobranych z roślin doświadczenia, do założenia którego wykorzystano nasiona w 4 wariantach:

bez otoczkowania, otoczkowane chitozanem, otoczkowane chitozanem stosując dodatkowy oprysk chitozanem w fazie V4 – V5 oraz otoczkowane chitozanem i krzemem oraz doświadczenia stosując dodatkowy oprysk chitozanem w fazie V4 – V5.

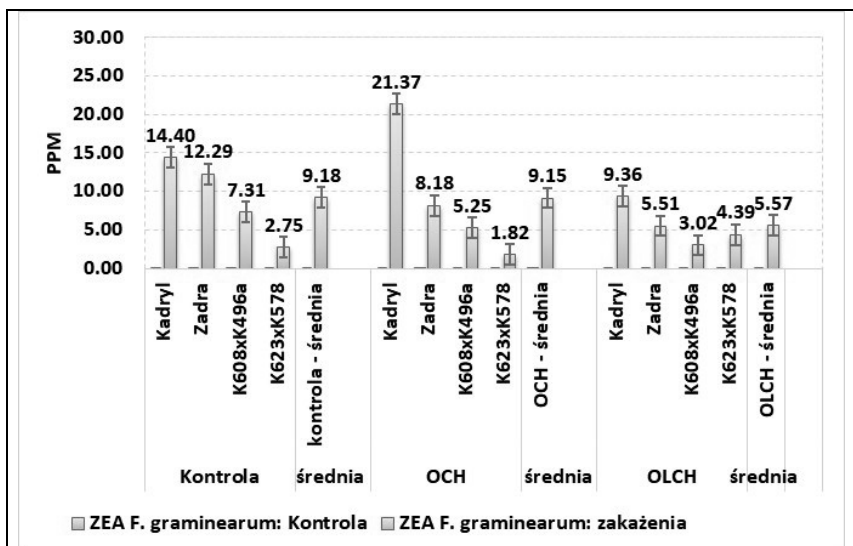
## WYNIKI

Stwierdzono statystycznie istotne zróżnicowanie pomiędzy odmianami pod względem podatności na fuzariozę kolb i gromadzenia mykotoksyn w ziarnie. W 2024 roku głęboka susza jaka wystąpiła w okresie wiosennym i letnim w sposób istotny wpłynęła na rozwój roślin i grzybów, dlatego porażenie kolb było niewielkie. Okres zakażeń był bardzo krótki, ponieważ rośliny szybko przechodziły w fazę mleczną. Zakażenia grzybem *F. graminearum* najbardziej istotnie zróżnicowało materiał roślinny pod względem porażenia i wykazało wyraźne tendencje spadkowe nasilenia choroby stosując preparaty oparte na bazie chitozanu (Rysunki 4A, 4B). Można było również zaobserwować, że po zakażeniach każdym z innych grzybów oprócz *F. temperatum*, największe nasilenie choroby występowało w wariancie kontrolnym które było zakładane bez otoczkowania nasion.

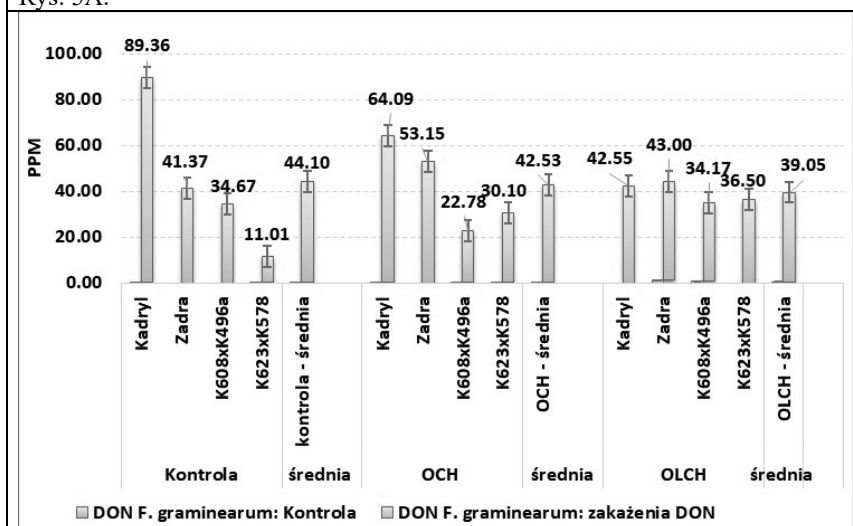


Rysunki 4A., 4B. Stopień porażenia kolb po zakażeniach sztucznych: *F. graminearum*, *F. veriticillioides*, *F. subglutinans*, *F. proliferatum*, *F. temperatum* w wariantach doświadczenia polowego osobno: kontrolny K: bez otoczkowania nasion, otoczkowanie chitozanem: OCH, otoczkowanie chitozanem oraz aplikacja dolistna: OLCH.

Zróżnicowanie pomiędzy odmianami i wariantami dla poziomu skażenia toksynami ZEA, DON i fumonizynami było istotne. Nawet w wariancie kontrolnym, w którym nie prowadzono zakażeń sztucznych w ziarnie odmiany najbardziej podatnej stwierdzono zawartość mykotoksyn przy braku objawów fenotypowych. Stwierdzono wpływ chitozanu na poziom skażenia ziarna toksynami DON i ZEA po zakażeniach *F. graminearum* (Rysunki 5A, 5B).



Rys. 5A.

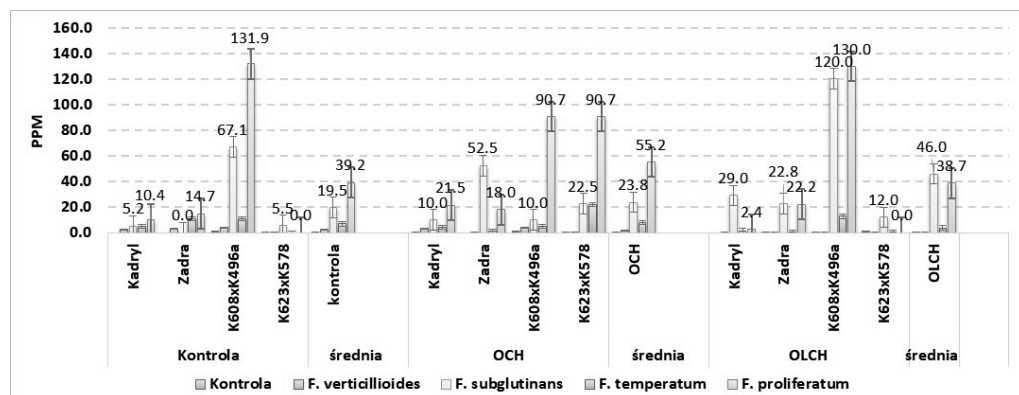


Rys. 5B.

Rysunki 5A., 5B. Zróżnicowanie pomiędzy odmianami i wariantami pod względem poziomu skażenia ziarna toksynami produkowanymi przez *F. graminearum* (DON, ZEA) przy aplikacji preparatów na bazie chitozanu (OCH – nasiona otoczkowane; OLCH – nasiona otoczkowane i aplikacja dolistna) w warunkach polowych.

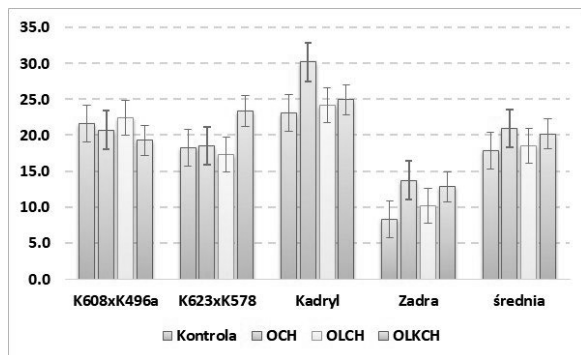
Stwierdzono statystycznie istotny wpływ aplikacji preparatów na bazie chitozanu na poziom skażenia ziarna ZEA. Toksyna ta jest szczególnie szkodliwa i już w małych ilościach

powoduje choroby ludzi i zwierząt. W normach unijnych górną granicą zawartości ZEA w ziarnie nieprzetworzonym jest 350 µg/kg. Narażenie strefowe zwierząt gospodarskich i ludzi może prowadzić do zaburzeń endokrynologicznych ze względu na działanie estrogenne. Tendencje spadkowe dla poziomu skażenia fumonizynami przy aplikacji chitozanu były również istotne (Rysunek 6).



Rysunek 6. Zróżnicowanie pomiędzy odmianami i wariantami pod względem poziomu skażenia ziarna fumonizynami produkowanymi przez *F. verticillioides*, *F. subglutinans*, *F. proliferatum*, *F. temperatum* przy aplikacji preparatów na bazie chitozanu (OCH – nasiona otoczkowane; OLCH – nasiona otoczkowane i aplikacja dolistna) w warunkach polowych.

W warunkach polowych stwierdzono również pozytywne tendencje spadkowe nasilenia zgorzeli podstawy łodygi w wariantach, do których wykorzystano ziarno po otoczkowaniu i / lub prowadzono aplikację dolistną. Różnice pomiędzy wariantami dla zawartości chlorofilu w tkankach liści były istotne (Rysunek 7).



Rysunek 7. Zawartość chlorofilu w liściach roślin ocenianych pod względem porażenia kolb po zakażeniach sztucznych: *F. graminearum*, *F. verticilliioides*, *F. subglutinans*, *F. proliferatum*, *F. temperatum* w czterech wariantach doświadczenia polowego osobno.

Zawartość chlorofilu w tkance liści może w sposób istotny wpływać na zróżnicowanie pod względem zawartości pierwiastków w ziarnie oraz glebie i końcowy plon ziarna, jego skład chemiczny oraz odporność na stresy. W sposób bezpośredni nie jest wskaźnikiem stopnia odporności na grzyby z rodzaju *Fusarium* spp. Jednym z przykładów jest wzrost zawartości sodu, co jest bardzo pozytywne przy nawożeniu potasem. Zawartość kationu  $K^+$  w roślinach jest jednym ze wskaźników żywieniowych paszy. Wskaźnik żywieniowy paszy to stosunek zawartości jonów jedno- do dwudodatnich. W paszach wartościowych nie może być większy niż wartość (2,2) nadmierna kumulacja  $K^+$  (przenawożenie) – gwałtownie obniża wartość żywieniową paszy.

## WNIOSKI

1. Otoczkowanie ziarna preparatami na bazie chitozanu lub chitozanu wspomaganego krzemem pozytywnie wpłynęło na dynamikę wzrostu roślin kukurydzy do fazy 3-go w pełni rozwiniętego liścia. Różnice pomiędzy odmianami są istotne.
2. Otoczkowanie ziarna preparatami na bazie chitozanu lub chitozanu wspomaganego krzemem pozytywnie wpłynęło na rozwój systemu korzeniowego rośliny w pierwszej fazie wzrostu. Różnice pomiędzy odmianami są istotne.
3. Stwierdzono pozytywne tendencje spadkowe nasilenia fuzariozy kolb w wariantach do których wykorzystano ziarno po otoczkowaniu wariantach i / lub prowadzono aplikację dolistną. Zróżnicowanie pomiędzy odmianami pod względem podatności na fuzariozę kolb i gromadzenie mykotoksyn w ziarnie są istotne.

4. Stwierdzono pozytywne tendencje spadkowe nasilenia zgorzeli podstawy łodygi w wariantach, do których wykorzystano ziarno po otoczkowaniu i / lub prowadzono aplikację dolistną.
5. Różnice pomiędzy wariantami aplikacji chitozanu (otoczkowanie i aplikacja dolistna) dla zawartości chlorofilu w tkankach liści były statystycznie istotne. Uzasadnia to m.in. zróżnicowanie pod względem zawartości mikro i makroskładników w wariantach w których wykorzystano ziarno otoczkowane lub / i stosowano aplikację dolistną, które w sposób pośredni warunkują odporność na stresy biotyczne i abiotyczne.
6. Chitozan stanowi dobrą ekologiczną alternatywę do kontroli chorób kukurydzy powodowanych przez grzyby z rodzaju *Fusarium* spp. i do redukcji gromadzenia mykotoksyn w ziarnie. Istotny wpływ na stopień redukcji rozwoju grzybów ma interakcja genotypowo x środowiskowa.

„Badania w zakresie opracowania efektywnych metod produkcji  
wysokobiałkowych ekologicznych komponentów pasz dla trzody  
chlewnej i drobiu”

Badania finansowane przez Departament Rolnictwa Ekologicznego  
Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi

(Nr umowy DEJ.re.756.21.2024 z dn.04.04.2024)



Streszczenie przygotowała Dr Ewelina Kowalczyk

Państwowy Instytut Weterynaryjny – Państwowy Instytut Badawczy

## Wstęp

Łubin (*Lupinus spp.*) jest rośliną strączkową, która zdobywa coraz większe zainteresowanie jako alternatywne źródło białka w żywieniu zwierząt gospodarskich. W obliczu rosnącej potrzeby uniezależnienia się od importowanej soi, która dominuje w produkcji pasz, nasiona łubinu stają się obiecującym zamiennikiem, zwłaszcza w regionach, gdzie jego uprawa jest ekologicznie i ekonomicznie uzasadniona.

Łubin jest ceniony za wysoką zawartość białka, co czyni go cennym składnikiem pasz dla zwierząt. Wprowadzenie łubinu do składu pasz może przynieść wiele korzyści, takich jak zmniejszenie kosztów produkcji i ograniczenie wpływu na środowisko poprzez lokalną produkcję. Jednak wykorzystanie nasion łubinu jako paszy nie jest pozbawione wyzwań. Główną przeszkodą są alkaloidy chinolizydynowe, naturalnie występujące związki o właściwościach antyżywniowych, które mogą wpływać negatywnie na zdrowie zwierząt. Są one produkowane przez rośliny jako mechanizm obronny przed roślinożercami i patogenami. Dodatkowym wyzwaniem w produkcji łubinu na pasze jest fakt, że poziom alkaloidów chinolizydynowych może się znacznie różnić w zależności od wielu czynników, takich jak odmiana rośliny, warunki środowiskowe, gleba, sposób nawożenia oraz poziom stresu roślin. Stres może być spowodowany czynnikami biotycznymi, takimi jak ataki patogenów, lub abiotycznymi, jak susza czy nadmierne opady. Dlatego istotne jest nie tylko wybieranie odmian o niskiej zawartości alkaloidów, ale także ciągłe monitorowanie poziomu tych związków w surowcach przeznaczonych na pasze.

Szczególnie w ekologicznej produkcji zwierzęcej, gdzie niedozwolone jest stosowanie GMO i sztucznych dodatków, kwestia bezpiecznego stosowania łubinu nabiera jeszcze większego znaczenia. Producenci muszą polegać na odmianach o niskiej zawartości alkaloidów oraz wdrażać metody przetwarzania, które minimalizują ich obecność w końcowym produkcie paszowym.

Przygotowanie paszy na bazie łubinu wymaga więc nie tylko znajomości jego składu chemicznego, ale także stosowania odpowiednich procedur w celu optymalizacji jego wartości odżywczej. Zrozumienie mechanizmów działania alkaloidów oraz sposobów ich eliminacji jest kluczowe dla zapewnienia zdrowia i wydajności zwierząt hodowlanych. Dzięki postępowi w badaniach i nowoczesnym technikom przetwarzania, łubin ma szansę stać się jeszcze bardziej atrakcyjnym elementem diety w hodowli zwierząt, szczególnie w kontekście rosnącej potrzeby zrównoważonego rolnictwa i alternatywnych źródeł białka, zwłaszcza w hodowlach ekologicznych.

## Cel badań:

Celem niniejszego projektu było przeprowadzenie szczegółowych badań nad profilem alkaloidów chinolizydynowych w łubinie. Badania skupiały się na identyfikacji oraz ilościowym oznaczeniu alkaloidów w odmianach uprawianych w rolnictwie ekologicznym, pochodzących z różnych regionów Polski, jak również w odmianach testowanych i rekomendowanych przez Ekologiczne Doświadczalnictwo Odmianowe (EDO) prowadzone w Instytucie Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowym Instytucie Badawczym. Druga część projektu miała na celu określenie optymalnej metody obróbki nasion łubinu, pozwalającej na redukcję zawartości alkaloidów w przetworzonym materiale przy jednoczesnym zachowaniu wysokiej zawartości białka.

## Materiały i metody

Materiałem do badań były nasiona różnych odmian łubinu wąskolistnego oraz żółtego, które testowano w EDO. Nasiona łubinu wąskolistnego uprawiane w 2024 r. pochodziły z trzech lokalizacji (Osiny – województwo lubelskie; Grabów – województwo mazowieckie, Szepietowo – województwo podlaskie). Badaniu poddano odmiany takie jak: Agat, Bazalt, Bolero, Furman, Pogo, Roland, SM orion, Swing oraz Zorba.

Nasiona łubinu wąskolistnego pochodziły również z upraw z 2023 r., z dwóch lokalizacji – Grabowa i Szepietowa. Do badanych odmian należały Agat, Bazalt, Bolero, Furman, Roland, Swing, Twist oraz Zorba.

Podobnie nasiona łubinu żółtego pochodziły z upraw prowadzonych w 2023 i 2024 r. Nasiona z upraw z 2024 r. pochodziły z trzech lokalizacji: Osin, Grabowa i Szepietowa. Wśród badanych odmian znalazły się Bursztyn, Diament, Goldeneye, Mister, Puma i Salut. Te same odmiany pochodziły również z upraw z 2023 r. z dwóch lokalizacji Osin i Grabowa.

Ponadto, przebadano 23 próbki nasion łubinu różnych odmian pochodzących z rzeczywistych upraw ekologicznych, które uzyskano od 20 rolników z różnych regionów Polski. Wśród badanych odmian znalazły się: Bolero, Boruta, Dalbor, Karo, Oskar, Regent, Sonet, Tango, Zeus - wąskolistny, a także Baryt – żółty oraz Butan – łubin biały.

*Oznaczanie alkaloidów w łubinie:* Alkaloidy ekstrahowano przy użyciu mieszaniny acetonitrylu, wody i kwasu mrówkowego. Do ekstrakcji zastosowano wytrząsarkę horyzontalną oraz łąźnię ultradźwiękową. Po ekstrakcji supernatant był rozcieńczany i filtrowany.

Do analizy instrumentalnej wykorzystano chromatograf cieczowy sprzężony z tandemowym spektrometrem mas (ExionLC, Sciex 5500 plus System). Oznaczanie ilościowe przeprowadzono w oparciu o dostępne wzorce alkaloidów, mianowicie: lupaninę, sparteinę, 13-hydroksylupaninę, angustifolinę, lupininę, albinę, multiflorinę, cytyzynę, metylcytyzynę, anagrynę, termopsynę, isolupaninę oraz graminę.

*Oznaczanie zawartość białka:* Oznaczenie białka przeprowadzono zgodnie z normą PN-A-04018:1975 Artykuły rolno-żywnościowe – Oznaczanie azotu metodą Kjeldahla i przeliczenie na białko.

*Określenie stabilności alkaloidów:* Badano wpływ temperatury, parowania, autoklawowania, kiełkowania oraz zakiszenia (moczenie w solance przez trzy tygodnie) na stabilność alkaloidów.

*Oznaczanie zawartości wilgoci:* Oznaczanie wilgoci przeprowadzono metodą grawimetryczną (suszkowo-wagową).

*Analiza statystyczna:* Uzyskane wyniki opracowano statystycznie z wykorzystaniem programu Microsoft Excel oraz pakietu statystycznego STATISTICA 13.

## Wyniki

Analizowano łubin wąskolistny z trzech lokalizacji. Uprawa prowadzona była w ekologicznym doświadczalnictwie odmianowym. Wśród badanych odmian były Agat, Bazalt, Bolero, Furman, Pogo, Roland, SM orion, Swing, Twist, Zorba. Wśród badanych odmian łubinu żółtego znalazły się Bursztyn, Diament, Goldeneye, Mister, Puma i Salut. Dodatkowo badano odmiany takie jak: Bolero, Boruta, Dalbor, Karo, Oskar, Regent, Sonet, Tango, Zeus -wąskolistny, a także Baryt – żółty oraz Butan – łubin biały, które pochodziły z różnych województw Polski. Stabilność alkaloidów badano na jednej partii nasion odmiany Karo. Wszystkie analizy zostały wykonane w powtórzeniu. Dodatkowo wyniki zostały przeliczone na 12% wilgoci.

Tabela 1. Wyniki oznaczania alkaloidów w łubinie wąskolistnym pochodzącym z EDO z 2024 r.; n.s. – nie stwierdzono.

| Odmiana  | Lokalizacja | 13                          |                   |                          |                    |                     |                     |                         |                      |                        |  |  |        |  | Suma<br>(mg/kg) |
|----------|-------------|-----------------------------|-------------------|--------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|-------------------------|----------------------|------------------------|--|--|--------|--|-----------------|
|          |             | hydroksylupanina<br>(mg/kg) | Albina<br>(mg/kg) | Angustifolina<br>(mg/kg) | Gramina<br>(mg/kg) | Lupanina<br>(mg/kg) | Lupinina<br>(mg/kg) | Multiflorina<br>(mg/kg) | Sparteina<br>(mg/kg) | Isolupanina<br>(mg/kg) |  |  |        |  |                 |
| Agat     | Osiny       | 1154,2                      | 18,4              | 440,3                    | 1,8                | 1241,1              | 1,1                 | 71,3                    | 1,5                  | 375,3                  |  |  | 3305,0 |  |                 |
|          | Grabów      | 422,2                       | 1,8               | 113,8                    | 1,1                | 556,1               | n.s.                | 12,1                    | 1,1                  | 129,5                  |  |  | 1237,6 |  |                 |
|          | Szepietowo  | 368,5                       | 5,4               | 115,0                    | 1,2                | 593,0               | n.s.                | 35,5                    | 1,8                  | 124,4                  |  |  | 1244,9 |  |                 |
| Bazalt   | Osiny       | 299,2                       | n.s.              | 97,4                     | 1,2                | 336,2               | n.s.                | 2,7                     | n.s.                 | 53,1                   |  |  | 789,9  |  |                 |
|          | Grabów      | 117,6                       | n.s.              | 32,3                     | 1,2                | 88,4                | n.s.                | 1,2                     | n.s.                 | 21,6                   |  |  | 262,3  |  |                 |
|          | Szepietowo  | 151,1                       | n.s.              | 57,4                     | 1,2                | 322,2               | n.s.                | 2,2                     | 1,7                  | 36,2                   |  |  | 572,0  |  |                 |
| Bolero   | Osiny       | 1028,3                      | n.s.              | 380,3                    | 1,9                | 928,9               | n.s.                | 8,8                     | 1,5                  | 137,5                  |  |  | 2487,1 |  |                 |
|          | Grabów      | 183,4                       | n.s.              | 46,6                     | 1,2                | 180,8               | n.s.                | 2,9                     | 1,0                  | 37,4                   |  |  | 453,2  |  |                 |
|          | Szepietowo  | 606,3                       | n.s.              | 187,7                    | 1,6                | 644,2               | 1,2                 | 5,3                     | 2,1                  | 86,7                   |  |  | 1535,1 |  |                 |
| Furman   | Osiny       | 463,6                       | 3,5               | 139,9                    | 1,8                | 492,3               | n.s.                | 15,8                    | 1,1                  | 99,3                   |  |  | 1217,2 |  |                 |
|          | Grabów      | 109,9                       | n.s.              | 33,6                     | 1,1                | 97,3                | n.s.                | 2,2                     | 1,0                  | 22,9                   |  |  | 267,9  |  |                 |
|          | Szepietowo  | 261,5                       | n.s.              | 81,1                     | 1,4                | 373,6               | n.s.                | 4,3                     | 1,8                  | 42,2                   |  |  | 765,7  |  |                 |
| Pogo     | Osiny       | 145,5                       | 3,2               | 51,0                     | 1,1                | 105,1               | n.s.                | 38,6                    | n.s.                 | 33,7                   |  |  | 378,1  |  |                 |
|          | Grabów      | 29,1                        | n.s.              | 7,8                      | 1,0                | 20,8                | n.s.                | 3,6                     | n.s.                 | 6,1                    |  |  | 68,5   |  |                 |
|          | Szepietowo  | 102,8                       | n.s.              | 39,5                     | 1,4                | 178,4               | n.s.                | 2,0                     | 1,7                  | 25,3                   |  |  | 351,1  |  |                 |
| Roland   | Osiny       | 314,5                       | 16,1              | 100,1                    | 1,6                | 308,5               | n.s.                | 92,1                    | n.s.                 | 58,3                   |  |  | 891,3  |  |                 |
|          | Grabów      | 51,2                        | 2,7               | 13,6                     | 1,3                | 47,4                | n.s.                | 7,0                     | n.s.                 | 9,7                    |  |  | 132,9  |  |                 |
|          | Szepietowo  | 105,9                       | 6,1               | 38,7                     | 1,4                | 180,4               | n.s.                | 44,5                    | 1,7                  | 26,9                   |  |  | 405,6  |  |                 |
| SM orion | Osiny       | 479,4                       | 18,4              | 164,3                    | 1,3                | 396,6               | n.s.                | 102,8                   | 1,1                  | 99,0                   |  |  | 1263,0 |  |                 |
|          | Grabów      | 207,0                       | 2,3               | 61,9                     | 1,3                | 155,0               | n.s.                | 20,8                    | 1,0                  | 38,3                   |  |  | 487,7  |  |                 |
|          | Szepietowo  | 151,4                       | 1,5               | 56,2                     | 1,2                | 190,7               | 1,4                 | 30,4                    | 1,8                  | 34,8                   |  |  | 469,3  |  |                 |
| Swing    | Osiny       | 1983,7                      | 4,2               | 695,8                    | 2,7                | 2665,5              | 1,4                 | 14,1                    | 1,9                  | 311,2                  |  |  | 5680,6 |  |                 |
|          | Grabów      | 601,8                       | n.s.              | 152,6                    | 1,0                | 716,0               | n.s.                | 2,7                     | 1,0                  | 75,6                   |  |  | 1550,8 |  |                 |
|          | Szepietowo  | 554,8                       | n.s.              | 154,9                    | 1,1                | 999,5               | n.s.                | 5,6                     | 2,0                  | 85,3                   |  |  | 1803,1 |  |                 |
| Zorba    | Osiny       | 704,2                       | 1,5               | 246,6                    | 1,9                | 848,6               | n.s.                | 6,4                     | 1,3                  | 103,8                  |  |  | 1914,2 |  |                 |
|          | Grabów      | 17,3                        | n.s.              | 4,5                      | 1,0                | 16,3                | n.s.                | 2,7                     | n.s.                 | 3,9                    |  |  | 45,7   |  |                 |
|          | Szepietowo  | 247,3                       | n.s.              | 80,9                     | 1,4                | 349,2               | 1,3                 | 3,6                     | 1,7                  | 40,1                   |  |  | 725,4  |  |                 |

Tabela 2. Wyniki oznaczania alkaloidów w łubinie wąskolistnym pochodzącym z EDO z 2023 r.; n.s. – nie stwierdzono.

| Odmiana       | Lokalizacja | 13<br>hydroksylupanina<br>(mg/kg) | Albina<br>(mg/kg) | Angustyfolina<br>(mg/kg) | Gramina<br>(mg/kg) | Lupanina<br>(mg/kg) | Lupinina<br>(mg/kg) | Multiflorina<br>(mg/kg) | Sparteina<br>(mg/kg) | Isolupanina<br>(mg/kg) | Suma<br>(mg/kg) |
|---------------|-------------|-----------------------------------|-------------------|--------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|-------------------------|----------------------|------------------------|-----------------|
| <b>Agat</b>   | Grabów      | 294,3                             | 1,8               | 78,0                     | n.s.               | 400,3               | n.s.                | 15,5                    | 1,1                  | 71,0                   | 862,0           |
|               | Szepietowo  | 349,6                             | 1,5               | 106,5                    | 1,2                | 386,2               | 1,1                 | 12,1                    | 1,2                  | 77,8                   | 937,1           |
| <b>Bazalt</b> | Grabów      | 124,7                             | n.s.              | 34,6                     | n.s.               | 122,2               | n.s.                | 1,3                     | 1,1                  | 17,1                   | 300,9           |
|               | Szepietowo  | 212,1                             | 1,2               | 73,5                     | 1,0                | 212,7               | n.s.                | 2,5                     | 1,2                  | 33,4                   | 537,5           |
| <b>Bolero</b> | Grabów      | 485,2                             | n.s.              | 138,3                    | n.s.               | 294,9               | n.s.                | 3,1                     | 1,1                  | 44,7                   | 967,2           |
|               | Szepietowo  | 455,5                             | 1,0               | 125,0                    | 1,0                | 327,7               | n.s.                | 3,3                     | 1,2                  | 39,7                   | 954,4           |
| <b>Furman</b> | Osiny       | 164,2                             | n.s.              | 44,4                     | 1,3                | 180,9               | n.s.                | 7,5                     | n.s.                 | 29,7                   | 428,0           |
|               | Grabów      | 120,6                             | n.s.              | 32,9                     | n.s.               | 147,1               | n.s.                | 3,4                     | 1,1                  | 23,3                   | 328,4           |
|               | Szepietowo  | 143,9                             | 1,1               | 46,8                     | 1,6                | 160,1               | n.s.                | 6,8                     | 1,2                  | 26,3                   | 387,7           |
| <b>Roland</b> | Grabów      | 72,1                              | 1,4               | 20,3                     | n.s.               | 100,4               | n.s.                | 11,2                    | 1,1                  | 10,1                   | 216,5           |
|               | Szepietowo  | 112,3                             | 4,0               | 33,6                     | 1,1                | 118,7               | n.s.                | 30,9                    | 1,1                  | 16,3                   | 318,1           |
| <b>Swing</b>  | Grabów      | 387,3                             | n.s.              | 101,2                    | n.s.               | 423,6               | n.s.                | 3,2                     | 1,1                  | 42,4                   | 958,8           |
|               | Szepietowo  | 868,6                             | 1,7               | 210,3                    | 1,0                | 1059,5              | n.s.                | 6,4                     | 1,3                  | 91,0                   | 2239,6          |
| <b>Twist</b>  | Grabów      | 411,4                             | n.s.              | 93,9                     | n.s.               | 363,3               | n.s.                | 2,6                     | 1,2                  | 35,6                   | 907,9           |
|               | Szepietowo  | 527,5                             | 1,3               | 166,3                    | 1,0                | 383,9               | n.s.                | 4,1                     | 1,2                  | 50,8                   | 1136,1          |
| <b>Zorba</b>  | Grabów      | 229,4                             | n.s.              | 65,7                     | n.s.               | 202,6               | n.s.                | 2,2                     | 1,1                  | 22,3                   | 523,3           |
|               | Szepietowo  | 332,7                             | 1,0               | 83,3                     | 1,1                | 300,1               | n.s.                | 3,2                     | 1,2                  | 27,7                   | 750,2           |

Tabela 3. Wyniki oznaczania alkaloidów w łubinie żółtym pochodzącym z EDO z 2024 r.; n.s. – nie stwierdzono.

| Odmiana          | Lokalizacja | 13<br>hydroksylupanina<br>(mg/kg) | Angustifolina<br>(mg/kg) | Gramina<br>(mg/kg) | Lupanina<br>(mg/kg) | Lupinina<br>(mg/kg) | Sparteina<br>(mg/kg) | Suma<br>(mg/kg) |
|------------------|-------------|-----------------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|----------------------|-----------------|
| <b>Bursztyn</b>  | Osiny       | 4,59                              | 1,10                     | 191,2              | 3,47                | 264,97              | 2,02                 | 467,4           |
|                  | Grabów      | 4,99                              | n.s.                     | 346,1              | 4,52                | 474,50              | 2,11                 | 832,2           |
|                  | Szepletowo  | 7,30                              | 1,67                     | 251,3              | 4,79                | 234,04              | n.s.                 | 499,1           |
| <b>Diamient</b>  | Osiny       | 3,20                              | n.s.                     | 2,9                | n.s.                | 229,42              | 2,40                 | 237,9           |
|                  | Grabów      | 3,81                              | n.s.                     | n.s.               | n.s.                | 474,73              | 3,45                 | 482,0           |
|                  | Szepletowo  | 5,08                              | n.s.                     | n.s.               | n.s.                | 244,67              | 2,01                 | 251,8           |
| <b>Goldeneye</b> | Osiny       | 4,07                              | n.s.                     | 3,6                | 1,40                | 244,12              | 3,43                 | 256,6           |
|                  | Grabów      | 3,46                              | n.s.                     | 3,2                | 2,79                | 434,47              | 6,36                 | 450,3           |
|                  | Szepletowo  | 26,06                             | 7,74                     | 6,7                | 28,07               | 239,70              | 2,63                 | 310,9           |
| <b>Mister</b>    | Osiny       | 4,93                              | n.s.                     | 38,3               | 4,78                | 264,73              | 4,64                 | 318,3           |
|                  | Grabów      | 3,17                              | n.s.                     | 123,0              | 1,33                | 344,70              | 4,39                 | 476,5           |
|                  | Szepletowo  | 8,53                              | 1,72                     | 17,4               | 4,72                | 192,33              | 2,22                 | 226,9           |
| <b>Puma</b>      | Osiny       | 6,40                              | 1,41                     | 4,1                | 7,33                | 326,76              | 3,30                 | 349,3           |
|                  | Grabów      | 10,26                             | 2,05                     | 21,2               | 4,59                | 483,36              | 4,11                 | 525,5           |
|                  | Szepletowo  | 7,07                              | 1,24                     | 14,3               | 8,56                | 231,72              | 2,23                 | 265,1           |
| <b>Salut</b>     | Osiny       | 4,49                              | n.s.                     | 2,8                | 6,61                | 182,91              | 3,00                 | 200,3           |
|                  | Grabów      | 6,28                              | 1,79                     | n.s.               | 9,98                | 328,57              | 3,54                 | 350,2           |
|                  | Szepletowo  | 6,13                              | 1,51                     | 10,6               | 12,63               | 211,40              | 2,48                 | 244,8           |

Tabela 4. Wyniki oznaczania alkaloidów w łubinie żółtym pochodzącym z EDO z 2023 r.; n.s. – nie stwierdzono.

| Odmiana          | Lokalizacja | 13-hydroksylupanina<br>(mg/kg) | Angustifolina<br>(mg/kg) | Gramina<br>(mg/kg) | Lupanina<br>(mg/kg) | Lupinina<br>(mg/kg) | Sparteina<br>(mg/kg) | Suma<br>(mg/kg) |
|------------------|-------------|--------------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|----------------------|-----------------|
| <b>Bursztyn</b>  | Osiny       | 1,0                            | n.s.                     | 96,6               | n.s.                | 170,8               | 1,9                  | 270,3           |
|                  | Grabów      | 1,4                            | n.s.                     | 161,5              | n.s.                | 209,1               | n.s.                 | 372,0           |
| <b>Diamient</b>  | Osiny       | 1,1                            | n.s.                     | n.s.               | n.s.                | 228,2               | n.s.                 | 229,3           |
|                  | Grabów      | 1,4                            | n.s.                     | n.s.               | n.s.                | 315,8               | 2,1                  | 319,7           |
| <b>Mister</b>    | Osiny       | n.s.                           | n.s.                     | 29,8               | n.s.                | 180,5               | 1,7                  | 211,9           |
|                  | Grabów      | 1,4                            | n.s.                     | 25,5               | n.s.                | 313,1               | 3,4                  | 343,4           |
| <b>Goldeneye</b> | Osiny       | 1,3                            | n.s.                     | 9,4                | n.s.                | 228,3               | 3,0                  | 241,9           |
|                  | Grabów      | 2,4                            | n.s.                     | 7,2                | 1,4                 | 331,6               | 8,0                  | 350,5           |
| <b>Puma</b>      | Osiny       | 1,4                            | n.s.                     | 7,3                | n.s.                | 337,8               | 3,0                  | 349,5           |
|                  | Grabów      | 1,7                            | n.s.                     | 3,5                | n.s.                | 484,5               | 6,2                  | 495,9           |
| <b>Salut</b>     | Osiny       | 1,4                            | n.s.                     | n.s.               | 1,2                 | 174,1               | 1,7                  | 178,4           |
|                  | Grabów      | 1,5                            | n.s.                     | 3,2                | 1,0                 | 279,7               | 4,8                  | 290,1           |

Tabela 5. Wyniki oznaczania alkaloidów w łubinie uzyskanym od rolników z rzeczywistych upraw; n.s. – nie stwierdzono.

| Rok<br>zbioru | Lokalizacja         | Gatunek     | Odmiana | 13-<br>hydrokso-<br>lupanina<br>(mg/kg) | Albina<br>(mg/kg) | Angustifolina<br>(mg/kg) | Gramina<br>(mg/kg) | Lupanina<br>(mg/kg) | Lupinina<br>(mg/kg) | Multiflorina<br>(mg/kg) | Sparteina<br>(mg/kg) | Isolupanina<br>(mg/kg) | Suma<br>(mg/kg) |
|---------------|---------------------|-------------|---------|-----------------------------------------|-------------------|--------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|-------------------------|----------------------|------------------------|-----------------|
| 2024          | Śląskie             | wąskolistny | Oskar   | 7047,5                                  | 1,5               | 2277,5                   | 1,0                | 8357,5              | n.s.                | 2,2                     | 1,3                  | 392,9                  | 18081,4         |
| 2024          | Zachodniopomorskie  | wąskolistny | Oskar   | 2893,7                                  | n.s.              | 764,1                    | n.s.               | 3598,0              | n.s.                | 1,0                     | 1,3                  | 156,4                  | 7415,1          |
| 2024          | Mazowieckie         | wąskolistny | Karo    | 7862,5                                  | 1,6               | 2434,0                   | n.s.               | 13657,5             | n.s.                | 2,0                     | n.s.                 | 556,3                  | 24515,2         |
| 2024          | Warmińsko-Mazurskie | wąskolistny | Karo    | 2920,8                                  | 2,0               | 931,0                    | n.s.               | 2873,5              | n.s.                | 4,3                     | n.s.                 | 191,6                  | 6924,1          |
| 2024          | Lubelskie           | wąskolistny | Sonet   | 6238,5                                  | n.s.              | 1657,9                   | n.s.               | 6956,0              | n.s.                | 1,3                     | 2,6                  | 421,8                  | 15278,4         |
| 2024          | Zachodniopomorskie  | wąskolistny | Sonet   | 624,2                                   | n.s.              | 152,5                    | n.s.               | 694,7               | n.s.                | 1,1                     | 1,2                  | 35,2                   | 1509,5          |
| 2024          | Lubelskie           | wąskolistny | Dalbor  | 173,4                                   | 6,0               | 61,2                     | 1,2                | 321,3               | n.s.                | 25,4                    | n.s.                 | 28,3                   | 617,6           |
| 2024          | Warmińsko-Mazurskie | wąskolistny | Zeus    | 657,8                                   | n.s.              | 203,1                    | n.s.               | 542,5               | n.s.                | 1,3                     | n.s.                 | 38,4                   | 1444,6          |
| 2022          | Pomorskie           | wąskolistny | Boruta  | 142,8                                   | n.s.              | 46,2                     | 1,1                | 145,2               | n.s.                | n.s.                    | n.s.                 | 30,9                   | 367,3           |
| 2024          | Mazowieckie         | wąskolistny | Bolero  | 881,5                                   | n.s.              | 267,6                    | n.s.               | 624,4               | n.s.                | 4,0                     | n.s.                 | 76,7                   | 1855,8          |
| 2024          | Warmińsko-mazurskie | wąskolistny | Regent  | 612,9                                   | n.s.              | 201,2                    | n.s.               | 618,6               | n.s.                | 3,5                     | n.s.                 | 69,2                   | 1506,8          |
| 2024          | Zachodniopomorskie  | wąskolistny | Regent  | 84,1                                    | 2,0               | 26,3                     | n.s.               | 98,3                | n.s.                | 6,2                     | n.s.                 | 14,8                   | 232,3           |
| 2024          | Łódzkie             | wąskolistny | Regent  | 131,8                                   | n.s.              | 39,1                     | n.s.               | 138,9               | n.s.                | 10,8                    | 1,1                  | 25,9                   | 348,1           |
| 2024          | Łódzkie             | wąskolistny | Regent  | 182,5                                   | n.s.              | 52,2                     | 1,0                | 194,9               | n.s.                | 3,5                     | 1,2                  | 26,5                   | 462,3           |
| 2024          | Zachodniopomorskie  | wąskolistny | Regent  | 73,3                                    | n.s.              | 24,3                     | 2,2                | 86,1                | n.s.                | 6,5                     | 2,0                  | 11,9                   | 206,2           |
| 2024          | Zachodniopomorskie  | wąskolistny | Regent  | 49,0                                    | n.s.              | 15,7                     | 1,8                | 64,9                | n.s.                | 4,5                     | 1,1                  | 8,9                    | 146,5           |
| 2024          | Zachodniopomorskie  | wąskolistny | Rumba   | 866,8                                   | n.s.              | 239,1                    | n.s.               | 981,7               | n.s.                | 3,7                     | n.s.                 | 97,2                   | 2190,8          |
| 2024          | Łódzkie             | wąskolistny | Rumba   | 1033,9                                  | n.s.              | 330,4                    | 1,0                | 3043,4              | n.s.                | 8,4                     | 3,0                  | 140,5                  | 4560,7          |
| 2024          | Warmińsko-mazurskie | wąskolistny | Rumba   | 2498,7                                  | n.s.              | 644,2                    | n.s.               | 3320,0              | n.s.                | 4,0                     | 1,7                  | 185,4                  | 6655,0          |
| 2024          | Zachodniopomorskie  | wąskolistny | Tango   | 283,5                                   | n.s.              | 85,7                     | n.s.               | 159,6               | n.s.                | 1,4                     | 1,2                  | 20,2                   | 552,1           |
| 2024          | Pomorskie           | wąskolistny | Tango   | 282,3                                   | n.s.              | 79,6                     | n.s.               | 192,6               | n.s.                | 1,3                     | 1,2                  | 19,4                   | 576,9           |
| 2024          | Podlaskie           | żyty        | Baryt   | 5,6                                     | n.s.              | 1,0                      | 6,6                | 9,1                 | 367,4               | n.s.                    | 1,2                  | 1,1                    | 391,9           |
| 2024          | Łódzkie             | biały       | Butan   | 560,1                                   | 422,7             | 126,4                    | n.s.               | 1478,8              | n.s.                | 61,0                    | 2,1                  | 34,0                   | 2685,6          |

Tabela 6. Wpływ autoklawowania na stabilność alkaloidów. Przedstawione wartości wyrażają procentowy ubytek (wartość ujemna) lub przyrost (wartość dodatnia) w odniesieniu do zawartości alkaloidów w łubinie niepoddanym obróbce.

| Czas autoklawowania (minuty) | Forma nasion | 13 –<br>hydroksylupanina (%) | Angustifolina (%) | Lupanina (%) | Multiflorina (%) | Sparteina (%) | Isolupanina (%) | Suma (%) | Białko (%) |
|------------------------------|--------------|------------------------------|-------------------|--------------|------------------|---------------|-----------------|----------|------------|
| 30                           | bez łuski    | 10                           | -20               | 7            | -8               | 4             | 8               | 5        | 3          |
| 30                           | całe         | 4                            | -5                | 6            | 4                | 3             | 2               | 4        | 1          |
| 30                           | zmielone     | 1                            | -11               | 8            | -1               | 1             | 10              | 3        | 2          |
| 20                           | bez łuski    | 1                            | -10               | -1           | -4               | 5             | -1              | -1       | 3          |
| 20                           | całe         | 4                            | 1                 | 3            | 2                | 1             | 2               | 3        | 1          |
| 20                           | zmielone     | -6                           | -7                | -4           | -1               | -3            | -3              | -5       | 2          |
| 10                           | bez łuski    | 8                            | -4                | -2           | -2               | 5             | 1               | 1        | 2          |
| 10                           | całe         | 1                            | 0                 | 5            | 4                | -3            | 1               | 3        | 3          |
| 10                           | zmielone     | -3                           | -1                | 1            | 2                | 2             | 1               | -1       | 3          |

Tabela 7. Wpływ parowania na stabilność alkaloidów. Przedstawione wartości wyrażają procentowy ubytek (wartość ujemna) lub przyrost (wartość dodatnia) w odniesieniu do zawartości alkaloidów w łubinie niepoddanym obróbce.

| Czas parowania (minuty) | Forma nasion | 13 –<br>hydroksylupanina (%) | Angustifolina (%) | Lupanina (%) | Multiflorina (%) | Sparteina (%) | Isolupanina (%) | Suma (%) | Białko (%) |
|-------------------------|--------------|------------------------------|-------------------|--------------|------------------|---------------|-----------------|----------|------------|
| 30                      | bez łuski    | -5                           | -10               | -13          | -3               | 20            | -6              | -10      | 0          |
| 30                      | całe         | 4                            | 4                 | 4            | 4                | 2             | 2               | 4        | 2          |
| 30                      | zmielone     | -1                           | -2                | 2            | 4                | 1             | -7              | 0        | 2          |
| 20                      | bez łuski    | -10                          | -13               | -20          | 2                | 35            | -17             | -16      | -1         |
| 20                      | całe         | -5                           | -1                | 2            | -1               | -4            | -10             | -1       | -3         |
| 20                      | zmielone     | -2                           | -3                | 0            | 3                | 2             | -4              | -1       | 0          |
| 10                      | bez łuski    | -5                           | -8                | -12          | 9                | 32            | -8              | -9       | 1          |
| 10                      | całe ziarno  | 0                            | -4                | 0            | 4                | -1            | -10             | -1       | -1         |
| 10                      | zmielone     | 4                            | 1                 | 4            | 3                | -1            | -2              | 4        | 4          |

Tabela 8. Wpływ temperatury na stabilność alkaloidów. Przedstawione wartości wyrażają procentowy ubytek (wartość ujemna) lub przyrost (wartość dodatnia) w odniesieniu do zawartości alkaloidów w łubinie niepoddanym obróbce.

| Temperatura<br>(°C) | Czas<br>(minuty) | Forma nasion      | 13-<br>hydroksylupanina<br>(%) | Angustifolina<br>(%) | Lupanina<br>(%) | Multiflorina<br>(%) | Spartena<br>(%) | Isolupanina<br>(%) | Suma<br>(%) | Białko<br>(%) |
|---------------------|------------------|-------------------|--------------------------------|----------------------|-----------------|---------------------|-----------------|--------------------|-------------|---------------|
| 90                  | 40               | zmielone          | -2,2                           | -0,6                 | 5,0             | 2,4                 | 0,9             | 4,8                | 3,6         | 4,7           |
| 90                  | 40               | całe nasiona      | -4,7                           | -5,8                 | -3,9            | -4,3                | -7,8            | 0,3                | -2,5        | -0,3          |
| 90                  | 40               | nasiona bez łuski | -3,8                           | -3,3                 | -3,7            | -5,3                | 20,3            | -0,7               | -2,3        | 2,6           |
| 90                  | 30               | zmielone          | 2,8                            | 0,9                  | 6,5             | -2,0                | 1,9             | 7,4                | 6,5         | 4,2           |
| 90                  | 30               | całe nasiona      | -14,0                          | -10,3                | -9,1            | -2,5                | -2,7            | -12,7              | -9,4        | -4,8          |
| 90                  | 30               | nasiona bez łuski | 2,6                            | -4,2                 | -6,5            | -6,5                | 13,0            | -9,9               | -1,7        | -0,1          |
| 90                  | 20               | zmielone          | 1,5                            | -3,7                 | -4,8            | 5,8                 | 3,7             | -4,3               | -0,3        | 2,5           |
| 90                  | 20               | całe nasiona      | -2,7                           | -8,6                 | -0,6            | 31,5                | 47,7            | 13,9               | 0,2         | -1,0          |
| 90                  | 20               | nasiona bez łuski | 2,6                            | -10,6                | -10,2           | -5,8                | 18,6            | -13,8              | -4,4        | 0,9           |
| 80                  | 40               | zmielone          | 1,9                            | 3,0                  | 10,5            | -2,3                | -4,0            | 11,1               | 8,4         | 4,4           |
| 80                  | 40               | całe nasiona      | -8,9                           | -11,9                | -5,2            | -11,9               | -9,7            | -3,5               | -5,6        | -2,1          |
| 80                  | 40               | nasiona bez łuski | 1,7                            | -8,7                 | -11,0           | -3,2                | 27,8            | -9,7               | -4,8        | 1,8           |
| 80                  | 30               | zmielone          | 5,8                            | -0,7                 | 0,7             | -2,3                | -0,3            | 1,5                | 4,5         | 2,0           |
| 80                  | 30               | całe nasiona      | -5,5                           | -17,7                | -14,3           | -9,4                | -14,6           | -14,6              | -9,6        | 2,0           |
| 80                  | 30               | nasiona bez łuski | 4,7                            | -9,3                 | -11,9           | -6,9                | 20,1            | -9,2               | -4,3        | 0,1           |
| 80                  | 20               | zmielone          | -12,0                          | -17,6                | -17,5           | -5,4                | -10,5           | -21,0              | -13,7       | 3,4           |
| 80                  | 20               | całe nasiona      | -13,4                          | -23,6                | -22,7           | -9,9                | -18,5           | -24,0              | -17,6       | -1,2          |
| 80                  | 20               | nasiona bez łuski | -3,5                           | -15,3                | -22,3           | -14,4               | 6,0             | -20,8              | -13,6       | -0,2          |
| 70                  | 40               | zmielone          | 1,6                            | 2,7                  | 5,4             | 0,5                 | 1,0             | 10,4               | 5,7         | 4,9           |
| 70                  | 40               | całe nasiona      | -2,4                           | -6,7                 | -8,9            | -4,2                | -10,5           | -6,2               | -4,3        | 1,5           |
| 70                  | 40               | nasiona bez łuski | -0,6                           | -6,7                 | -10,6           | -10,5               | 15,6            | -1,7               | -5,1        | 1,0           |
| 70                  | 30               | zmielone          | -15,8                          | -10,5                | -7,9            | -4,6                | -7,3            | -2,1               | -9,4        | 2,0           |
| 70                  | 30               | całe nasiona      | -7,7                           | -1,2                 | 4,7             | -2,7                | -6,3            | 9,7                | 1,3         | 0,1           |
| 70                  | 30               | nasiona bez łuski | 0,2                            | -5,8                 | -8,2            | -8,2                | 12,4            | -4,6               | -3,5        | -0,3          |
| 70                  | 20               | zmielone          | -2,1                           | -4,9                 | -5,9            | -4,8                | -4,8            | -6,2               | -2,5        | 1,4           |
| 70                  | 20               | całe nasiona      | -6,8                           | -13,7                | -11,5           | -1,6                | -13,2           | -12,7              | -8,2        | -0,8          |
| 70                  | 20               | nasiona bez łuski | 3,4                            | -10,0                | -14,1           | -7,3                | 12,0            | -13,0              | -6,1        | 0,1           |

Tabela 9. Wpływ kiełkowania i zakiszania na stabilność alkaloidów. Przedstawione wartości wyrażają procentowy ubytek (wartość ujemna) lub przyrost (wartość dodatnia) w odniesieniu do zawartości alkaloidów w łubinie niepoddanym obróbce.

| Sposób obróbki       | 13 –<br>hydroksylupanina<br>(%) | Angustifolina<br>(%) | Lupanina<br>(%) | Multiflorina<br>(%) | Sparteina<br>(%) | Isolupanina<br>(%) | Suma<br>(%) | Białko<br>(%) |
|----------------------|---------------------------------|----------------------|-----------------|---------------------|------------------|--------------------|-------------|---------------|
| kiełkowanie 1 ciemno | -16                             | -16                  | -7              | -6                  | -11              | -19                | -11         | -4            |
| kiełkowanie 1 jasno  | -11                             | 3                    | 3               | 1                   | 1                | 7                  | -1          | -9            |
| kiełkowanie 48 h     | -20                             | -12                  | -26             | -31                 | -5               | -11                | -22         | 5             |
| zakiszanie w solance | -66                             | -67                  | -69             | -35                 | -40              | -67                | -68         | -3            |

## Omówienie wyników:

Badano łubin wąskolistny z trzech lokalizacji testowanych w ekologicznym doświadczalnictwie odmianowym (EDO). Wszystkie odmiany charakteryzowały się podobnym profilem alkaloidów. Najczęściej oznaczane związki to 13-hydroksylupanina, angustifolina, lupanina, isolupanina, multiflorina, sparteina, albina oraz gramina. Związkami oznaczanymi w najwyższych stężeniach były lupanina, 13-hydroksylupanina, angustifolina oraz isolupanina, które stanowiły ponad 90% oznaczonej sumy zawartości. Lupinina, gramina, sparteina oraz albina były stwierdzane na stosunkowo niskim poziomie, bez znaczącego procentowego wkładu do całościowej zawartości alkaloidów.

Pośród badanych odmian łubinu wąskolistnego z 2024 r., odmiany Pogo i Roland charakteryzowały się najniższą zawartością alkaloidów. Stosunkowo niską zawartość analizowanych związków stwierdzono także w odmianach Furman, Bazalt i Zorba, z wyjątkiem zbioru z Osin z 2024 r. Odmiany Pogo i Zorba pochodzące z uprawy w 2024 r. prowadzonej w Grabowie zawierały bardzo mało alkaloidów: odpowiednio 68,5 mg/kg (0,007%) i 45,7 mg/kg (0,005%). Natomiast, najwyższą zawartością alkaloidów charakteryzowały się odmiany takie jak Agat oraz Swing.

W przypadku łubinu żółtego testowanego w EDO, oznaczone sumy zawartości alkaloidów znalazły się w przedziale 200,3 mg/kg – 832,2 mg/kg dla nasion z 2024 r., oraz od 178,4mg/kg do 498,9 mg/kg dla nasion z 2023 r. Dominującym jeśli chodzi o zawartość alkaloidem stwierdzonym we wszystkich odmianach była lupinina, która była odpowiedzialna za ponad 90 % udział w całkowitej sumie zawartości alkaloidów. W odmianach Bursztyn i Mister, zauważalny były inny alkaloid – gramina.

W 2024 roku doszło do bardziej zróżnicowanej syntezy alkaloidów w porównaniu do roku 2023 r. Może to być efektem wpływu czynników środowiskowych, agrotechnicznych lub zmian odmianowych. Zmniejszenie stężenia lupininy oraz wzrost udziału takich alkaloidów jak 13-hydroksylupanina i lupanina zaobserwowano zwłaszcza w odmianach Bursztyn i Mister. Mimo nieznacznych różnic w stężeniach alkaloidów między latami uprawy oraz poszczególnymi odmianami, można stwierdzić, że łubin żółty charakteryzuje się znacznie bardziej stabilnym składem zarówno pod względem stężenia alkaloidów, jak i ich typów w porównaniu do łubinu wąskolistnego.

Wśród odmian uzyskanych od rolników prowadzących uprawy w systemie ekologicznym dominowała odmiana Regent. Charakteryzowała się ona stosunkowo niską zawartością badanych alkaloidów, wahającą się od 146,5 mg/kg do 462,3 mg/kg, z wyjątkiem

jednej lokalizacji – 1506 mg/kg. Wśród odmian ze stosunkowo niską zawartością alkaloidów znalazły się również Tango, Boruta oraz Dalbor. Natomiast odmiana Rumba wykazywała kilkukrotnie wyższe stężenia analizowanych związków w porównaniu z pozostałymi odmianami. Jeśli chodzi o profil obecności poszczególnych związków, to w odmianach wąskolistnych dominowały związki takie jak lupanina, 13-hydroksylupanina, angustiolina i isolupanina. Podobnie jak w odmianach pochodzących z EDO związki te odpowiadały za ponad 90 % wkład do całości oznaczanych stężeń.

Wśród badanych odmian pochodzących z rzeczywistych upraw znalazła się tylko jedna odmian łubinu żółtego i jedna białego. Odmian żółta - Baryt, również charakteryzowała się niską zawartością alkaloidów – 391,9 mg/kg oraz dominującym wkładem lupininy. Badana odmiana biała – Butan, charakteryzowała się nieco odmiennym profilem alkaloidów. Odmiana ta obok lupininy i 13-hydroksylupaninay, zawierała znaczne ilości albiny, która nie była właściwie obserwowana w odmianach łubinu wąskolistnego jak i żółtego. Również zawartość multofloriny była wyższa w stosunku do pozostałych gatunków łubinu.

Rozbieżność w składzie jakościowym, a zwłaszcza w ilościowym alkaloidów najprawdopodobniej wynika z faktu, że synteza alkaloidów w roślinach, jest procesem bardzo złożonym, na który wpływają liczne czynniki. Do czynników mających szczególne znaczenie należą m.in. czynniki genetyczne, np. genotyp rośliny czyli specyficzna budowa genetyczna rośliny, która determinuje jej zdolność do produkcji alkaloidów. Należy również wymienić czynniki środowiskowe, które mogą odgrywać kluczowy wpływ na produkcję alkaloidów, np. skład gleby, dostępność składników odżywczych, jej typ i pH. Warunki pogodowe takie jak temperatura, ekspozycja na światło i wzorce opadów mogą wpływać na szlaki metaboliczne syntezy alkaloidów. Nie bez znaczenia jest również stres biotyczny, wywołany atakami roślinożerców, szkodników lub patogenów. Do bardzo istotnych czynników należą również czynniki antropogeniczne czyli praktyki rolnicze. Stosowanie nawozów, środków ochrony roślin oraz praktyki uprawy, takie jak nawadnianie i wybór odmian, mają bezpośredni wpływ na profil metaboliczny roślin.

Stabilność alkaloidów:

*Wpływ temperatury:*

Zaobserwowano różną stabilność związków w zależności od temperatury jak i czasu wyprężania. Najwyższą stabilność temperaturową odnotowano dla sparteiny, natomiast angustifolina i isolupanina były najbardziej podatne na spadki stabilności przy wydłużonym

czasie obróbki i wyższej temperaturze. Umiarkowaną stabilność zaobserwowano dla 13-hydroksylupaniny. Rozpatrując wpływ temperatury na sumaryczną zawartość alkaloidów, to dla większości form nasion zaobserwowano spadek stężenia alkaloidów, wahający się od -0,3 do -17 %. W przypadku zawartości białka, nie odnotowano spadków jego zawartości w czasie obróbki termicznej bez względu na formę w jakiej nasiona poddawano obróbce termicznej.

#### *Wpływ autoklawowania:*

Największe zmiany były obserwowane w zmielonych nasionach po dłuższych okresach (20 i 30 minut) oraz w nasionach bez łuski po 20 i 30 minutach. Lupanina, izolupanina oraz sparteina nie uległy degradacji w czasie autoklawowania. Największe zmiany stężenia zaobserwowano dla angustifoliny i multifloriny. Analiza wyników wykazała brak istotnych statystycznie zmian w zawartości białka, co oznacza, że wszystkie badane formy nasion zachowywały stabilność względem zawartości białka w czasie autoklawowania.

#### *Wpływ parowania:*

Parowanie doprowadziło do spadku stężenia 13-hydroksylupaniny, w różnych formach nasion, co sugeruje, że związek ten jest umiarkowanie stabilny pod wpływem ciepła i pary. Angustifolina wykazała zróżnicowane zmiany w stężeniu w zależności od formy ziarna. W ziarnach bez łuski i zmielonych dochodziło do większego spadku stężenia, co sugeruje, że odpowiednia forma nasion może sprzyjać degradacji tego alkaloidu. Parowanie skutkowało redukcją sumarycznej zawartości alkaloidów właściwie dla wszystkich form nasion, natomiast nie wpłynęło na zawartość białka, co poraz kolejny pokazało, że zawartość białka nie ulega redukcji w czasie temperaturowej obróbce nasion łubinu.

#### *Wpływ kiełkowania i zakiszania:*

Zakiszanie, czyli moczenie nasion w słonej wodzie przez trzy tygodnie, skutkowało największą redukcją zawartości większości z analizowanych alkaloidów, zwłaszcza lupaniny, izolupaniny, angustifoliny, 13-hydroksylupaniny i multifloriny, które to są kluczowe jeśli chodzi o procentowy udział w całkowitej zawartości alkaloidów. Zakiszanie w solance doprowadziło niemalże do 70 % ubytku ogólnego stężenia alkaloidów co może mieć szczególne znaczenie dla wykorzystania w żywieniu zwierząt łubinu z podwyższoną zawartością alkaloidów. W przypadku kiełkowania, to różne jego warianty prowadziły do umiarkowanych zmian zawartości alkaloidów. Nasączenie wodą, a następnie kiełkowanie przez 48 h doprowadziło do maksymalnie 22 % spadku zawartości alkaloidów.

## Podsumowanie

Alkaloidy są ważnymi związkami, które rośliny produkują jako odpowiedź na stresy środowiskowe i biotyczne. Zmienne warunki klimatyczne, zasobność gleby, obecność szkodników, długość dnia oraz czynniki antropogeniczne mogą istotnie wpływać na syntezę tych związków. Zmiany w udziale i koncentracji poszczególnych alkaloidów, jakie zaobserwowano w niektórych odmianach w danych lokalizacjach, mogą być wyrazem adaptacyjnej odpowiedzi roślin na specyficzne warunki środowiskowe i praktyki uprawy.

W badaniach nad odmianami łubinu wąskolistnego i żółtego przeprowadzonych w różnych lokalizacjach stwierdzono, że łubin żółty charakteryzuje się bardziej stabilnym i niskim składem alkaloidowym w porównaniu do łubinu wąskolistnego. To czyni go bardziej odpowiednim do wykorzystania w paszach dla zwierząt. Spośród odmian wąskolistnych wyróżniały się Pogo, Roland i Bazalt, które mają niską zawartość alkaloidów i mogą być stosowane w paszach, podczas gdy odmiany Agat i Swing, wykazujące wyższe stężenia, wymagają większej ostrożności.

Podstawowym wyzwaniem przy stosowaniu łubinu jako paszy jest odpowiednie przetworzenie nasion, aby zredukować zawartość alkaloidów do poziomu bezpiecznego dla zwierząt. W szczególności świnie i drób, ze względu na ich wrażliwość na związki antyodżywcze, mogą być narażone na negatywne skutki spożycia pasz zawierających wysokie stężenia alkaloidów. Dlatego rekomenduje się stosowanie metod obróbki, takich jak przygotowywanie kielków, a przede wszystkim zakiszanie nasion w solance, które prowadzi do największej redukcji zawartości alkaloidów, nawet do 70 %.

Dla rolników planujących wykorzystanie łubinu jako paszę, istotne jest także monitorowanie warunków środowiskowych i praktyk agrotechnicznych, które mogą wpływać na zawartość alkaloidów. Wybór lokalizacji uprawy, zapewnienie odpowiednich składników odżywczych w glebie oraz zarządzanie nawadnianiem mogą zminimalizować stres u roślin, co w efekcie zmniejsza produkcję alkaloidów. Uprawy prowadzone na glebach o odpowiedniej strukturze i pH oraz w kontrolowanych warunkach wodnych są mniej podatne na stres abiotyczny, który może zwiększać zawartość alkaloidów.



## **Streszczenie**

**z badań na rzecz rolnictwa ekologicznego finansowanych przez MRIRW w 2024 roku**

**„PRZETWÓRSTWO PRODUKTÓW ROŚLINNYCH I ZWIERZĘCYCH METODAMI EKOLOGICZNYMI – BADANIA W ZAKRESIE OPTIMALIZACJI TECHNOLOGII PROCESÓW PRZETWÓRSTWA PRODUKTÓW EKOLOGICZNYCH Z JEDNOCZESNYM WYDŁUŻENIEM TRWAŁOŚCI PRZECHOWALNICZEJ. OPRACOWANIE ZBIORU WYTYCZNYCH W FORMIE PRZEWODNIKA DLA PRODUCENTÓW”**

**TEMAT: PRODUKCJA EKOLOGICZNA WYROBÓW MIĘSNYCH Z RAS RODZIMYCH TRZODY Z WYKORZYSTANIEM BAKTERII ŚRODOWISKOWYCH**

**REALIZACJA PROJEKTU - Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. prof. Wacława Dąbrowskiego – Państwowy Instytut Badawczy w Warszawie**

**KIEROWNIK ZADANIA: Dr inż. Piotr Szymański, Prof. dr hab. inż. Zbigniew Dolatowski**

W projekcie podjęta została próba opracowania innowacyjnej technologii produkcji ekologicznych wyrobów mięsnych z mięsa rodzimych ras trzody z zastosowaniem środowiskowych bakterii fermentacji mlekowej. Celem badań ekologicznych proponowanych do finansowania w 2024 roku było: zastosowanie bakterii środowiskowych w przetwarzaniu mięsa ras rodzimych trzody chlewnej z oceną wpływu na jakość i trwałość przechowalniczą produktu. W warunkach przemysłowych wytworzone zostały wybrane produkty, kiełbasy i wędzonki, surowe dojrzewające i poddawane obróbce cieplnej. Produkty mięsne wytworzone w ramach pilotażu w zakładach mięsnych były ocenione bezpośrednio po produkcji i po przechowywaniu. Dokonana została analiza fizyczna, chemiczna, mikrobiologiczna i sensoryczna w zakresie niezbędnych cech jakościowych związanych z oceną proponowanej technologii i jej wdrożenia u małych przetwórców i rolników.

Żywność stanowi podstawowy i niezastąpiony czynnik rozwoju i funkcjonowania człowieka w przyrodzie. Obecnie żywność przestała być postrzegana wyłącznie jako źródło składników pokarmowych służących pokryciu potrzeb organizmu człowieka, natomiast wzrosło zainteresowanie konsumentów jej walorami prozdrowotnymi. Wiele badań wskazuje na to, że szereg zanieczyszczeń żywności ma swoje źródło w chemizacji rolnictwa i procesach przetwarzania. Żywność może być źródłem zagrożeń biologicznych, chemicznych i fizycznych zdrowia człowieka. Przemysłowa produkcja żywności, na skutek rosnącej świadomości konsumenta, rozwoju nauk o żywności i żywieniu dowodzących wpływu sposobu odżywiania na funkcjonowanie organizmu jest trudna do jednoznacznej oceny. Intensywne metody hodowli

i uprawy są uważane za groźne dla zdrowia społeczeństwa. Z badań prowadzonych w IBPRS-PIB wynika, że możliwe jest wykorzystanie naturalnego potencjału środowiska - zastosowania lokalnych środowiskowych bakterii fermentacji mlekowej (LAB) izolowanych z ekologicznej żywności lub środowiska w procesach przetwarzania mięsa w celu wytworzenia żywności o naturalnych cechach, pożądaności sensorycznej, wysokiej jakości żywieniowej i zdrowotnej, bez dodatku chemicznych substancji dodatkowych. Selekcja lokalnych bakterii fermentacji mlekowej pozwala wyodrębnić drobnoustroje z danej niszy środowiskowej o specyficznych właściwościach technologicznych, które kształtują pożądane, unikatowe dla danego regionu cechy sensoryczne tradycyjnych produktów, ale również poprzez aktywność enzymatyczną i wytwarzanie szeregu metabolitów mogą mieć pozytywny wpływ na smakowitość, stabilność oksydacyjną i trwałość produktów mięsnych surowych dojrzewających i poddawanych obróbce cieplnej bez konieczności stosowania chemicznych dodatków. Od najdawniejszych czasów korzystaliśmy głównie z bardziej strawnych i bogatych w składniki odżywcze i regulacyjne produktów fermentowanych, szczególnie z mleka fermentowanego i kiełbas dojrzewających, długo przechowywanych. Zawierają one niezwykle cenne dla nas bakterie fermentacji kwasu mlekowego, które wspomagają naszą mikrobiotę jamy ustnej, przewodu pokarmowego, oraz dostarczają wielu cennych składników swojego metabolizmu. Fermentowana żywność była produkowana i spożywana od około okresu neolitu i została osadzona w normach kulturowych diety na całym świecie. Fermentacja konserwuje żywność i zapewnia nowe smaki i tekstury tradycyjnej żywności, które przyczyniają się do przyjemnych doznań gastronomicznych i korzyści zdrowotnych. Na całym świecie istnieje szeroka gama fermentowanej żywności powszechnie obecnej w codziennej diecie, która obejmuje te pochodzące z roślin strączkowych, mleka, zbóż, warzyw, owoców, mięsa i owoców morza. Niektóre powszechnie spożywane fermentowane produkty spożywcze stanowią podstawę naszej diety jak produkty sojowe i ocet z Azji Wschodniej i Południowo-Wschodniej oraz jogurt, ser i kefir oraz produkty mięsne z Europy, Ameryki i Azji.

W wyrobach fermentowanych znajdziemy bakterie kwasu mlekowego (lactic acid bacteria - LAB), spośród których najpowszechniej występują 2 rodzaje: *Lactobacillus* (m.in. gatunki: *L. acidophilus*, *L. gasseri*, *L. helveticus*, *L. johnsonii*, *L.(para)casei*, *L.reuteri*, *L. plantarum*, *L.rhamnosus* i *L. fermentum*) oraz *Bifidobacterium* (m.in. gatunki: *B. bifidum*, *B. longum*, *B. animalis*, *B. breve*). Ważnym elementem ich działania jest pochodzenie ze środowiska naszego bytowania. Stosowaliśmy je w diecie od setek lat obserwując, że służą naszemu zdrowiu, co potwierdzono w setkach badań. Działanie LAB to głównie regulacja

mikrobioty jelitowej, a tą drogą wpływają na zwalczanie infekcji żołądkowo-jelitowych, biegunki po antybiotykowej, objawów zespołu jelita drażliwego i nieswoistych chorób zapalnych jelita, zaparć, nawracających infekcji dróg oddechowych i moczowo-płciowych oraz alergii (np. atopowego zapalenia skóry). Ponadto bakterie te mogą regulować działanie układu odpornościowego, hamować procesy nowotworowe, obniżać poziom cholesterolu czy ciśnienie krwi. Wiele z tych działań możemy przypisać produktom ich metabolizmu. To m.in.: witaminy z grupy B, witamina K, krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe (KKT- octowy, masłowy, propionowy) o działaniu przeciwzapalnym i troficznym dla kolonocytów, kwas gamma-aminomasłowy (GABA) pełniący funkcję neuroprzekaźnika, bakteriocyny (peptydy hamujące wzrost innych bakterii), skoniugowany kwas linolowy (CLA) o właściwościach przeciwzapalnych, antyoksydacyjnych, antykancerogennych i antyaterogennych, enzymy (np.  $\beta$ -galaktozydaza, trawiąca dwucukier laktozę), czy egzopolisacharydy (cukry złożone o działaniu bifidogennym). Bakterie stymulują syntezę przeciwciał klas IgG, IgM i IgA, SIgA i SIgM zapobiegających adhezji patogenów do nabłonka śluzówki jelit i wnikanii w głąb błon śluzowych. Podczas fermentacji mięsa bakterie za pomocą swoich enzymów proteolitycznych rozkładają białka do licznych bioaktywnych peptydów o działaniu przeciwdrobnoustrojowym, immunomodulującym, hipotensyjnym, przeciwnieprzytępiwym i antyoksydacyjnym. Różne strefy klimatyczne, warunki środowiskowe i nisze ekologiczne charakteryzują się swoistym składem mikroflory środowiskowej, w tym i bakterii kwasu mlekowego. Mikroflora nieprzetworzonej żywności zależy od wspomnianych uwarunkowań środowiskowych. Badania wskazują na specyficzne właściwości mikroflory jelitowej ludzi żyjących w różnych częściach świata. Dowiedziono, że mikroflora jelitowa ludzi pochodzących z krajów, gdzie przeważa żywność nieprzetworzona lub słabo przetworzona, przybywających do krajów rozwiniętych, gdzie króluje przetworzona żywność, diametralnie zmienia swój skład, co objawia się różnymi chorobami cywilizacyjnymi, głównie otyłością. Sposobem na uniknięcie wielu chorób cywilizacyjnych, w tym nowotworowych, otyłości jest powrót do spożywania żywności wyprodukowanej tradycyjnie, minimalnie przetworzonej i pochodzącej z rejonów, w których od pokoleń żyli nasi przodkowie.

Najważniejszym etapem w przetwórstwie mięsa jest peklowanie. Peklowanie to etap decydujący o trwałości, stabilności barwy i tworzenia aromatu. Podczas peklowania dodajemy chlorek sodu (NaCl) i substancje peklujące (azotan sodu/potasu, azotyn sodu/potasu) tworzące barwę i jakość sensoryczną produktu mięsnego. Mięso można otaczać solą peklującą na sucho, na mokro bądź metodą kombinowaną. Sole te dyfundują do wnętrza kawałków mięsa,

a w przeciwnym kierunku dyfundują na zewnątrz. W następnym etapie dyfuzja soli odbywa się tylko wewnątrz peklowanych kawałków mięsa. Bardzo ważną rolę podczas peklowania odgrywa temperatura panująca w peklowni. Aby ograniczyć rozwój niepożądanych drobnoustrojów, należy utrzymywać temperaturę na poziomie nie przekraczającym 5 °C, co zmniejsza znacznie ryzyko zepsucia mikrobiologicznego. Decydujące znaczenie dla stabilności mikrobiologicznej oraz trwałości surowych wyrobów ma dodatek chlorku sodu (NaCl). Pełni on rolę środka konserwującego, a jednocześnie nadaje smak gotowemu wyrobowi. Wnikające do mięsa na drodze dyfuzji jony soli unieruchamiają część występującej w nim wody, zmniejszając jej aktywność, co obniża rozwój niepożądanych drobnoustrojów. Aby wytworzyć produkt o dobrej jakości, powinno się podczas peklowania tak sterować ilością dodawanej soli do mięsa, aby w gotowym produkcie jej zawartość wynosiła, zarówno z przyczyn organoleptycznych, jak i żywieniowych oraz fizycznych 4,0 do 5,5%. Istota peklowania polega na powstawaniu nitrozylomioglobiny w reakcji tlenowania tlenkiem azotu natywnego barwnika tkanki mięśniowej – mioglobiny. W reakcji tej tlenek azotu zastępuje cząsteczkę wody przyłączonej do żelaza w części hemowej mioglobiny, tworząc nitrozokompleks, w którym żelazo pozostaje na +2 stopniu utlenienia. Inne reakcje są także możliwe i mogą one zachodzić równolegle w zależności od warunków środowiskowych. Tworzenie się nitrozylomioglobiny może zachodzić w reakcjach chemicznych, biochemicznych, enzymatycznych i nieenzymatycznych. Tworzenie się nitrozylomioglobiny wskutek reakcji chemicznej polega na redukcji metmioglobiny przez grupy –SH związane z białkami, reakcja enzymatyczna prowadzona jest przez dehydrogenazy, a nieenzymatyczna przez NADH w obecności koenzymów FMN i FAD. Nitrozylomioglobina może tworzyć się także w reakcji tlenku azotu z oksymioglobiną obecną w mięsie przy wysokim ciśnieniu parcjalnym tlenu. Podczas obróbki termicznej, część białkowa nitrozylomioglobiny (NOMb) ulega denaturacji i powstaje nitrozylomiochromogen o różowoczerwonej barwie. Bezpośrednie działanie technologiczne soli peklowej wynika z obecności anionu azotanowego. Azotyn po reakcji do tlenku azotu działa na barwę mięsa wytwórczo i stabilizująco. Tlenek azotu reaguje z barwnikiem mięsa mioglobiną tworząc nitrozylomioglobinę, której szczególną cechą jest to, że swoje czerwone zabarwienie zachowuje również po denaturacji białka. Związki chemiczne powstające w wyniku reakcji azotynu bądź produktów jego rozkładu ze składnikami mięsa współuczestniczą w wytwarzaniu typowego aromatu dla peklowanego salami. Ponadto azotyn działa jako środek konserwujący, poprzez właściwości bakteriostatyczne, bakteriobójcze jak i przeciwutleniające. Jedną z możliwości tworzenia się tlenku azotu w procesie peklowania jest rozpad azotynu w środowisku kwaśnym. Środowisko kwaśne w przetworach mięsnych można uzyskać np.

w wyniku przemian cukrów do kwasów lub glukono-d-laktonu do kwasu glukonowego. Reakcje przemiany azotynu do tlenku azotu mogą także zachodzić w obecności grup -SH (system cysteina-cystyna). Przemiana zachodzi też w obecności enzymów tkankowych i bakteryjnych. W powstawaniu tlenku azotu uczestniczy zredukowany cytochrom c oraz NADH. Proces tworzenia tlenku azotu może być także stymulowany zmianą potencjału redoks w wyniku dodania redukujących substancji; obecnie powszechnie stosowany jest w tym celu askorbinian sodu lub izoaskorbinian. Zastosowanie tych substancji zwiększa efektywność peklowania mięsa i zmniejsza pozostałość azotynu w wyrobie gotowym. W ostatnich latach proponuje się obniżenie poziomu azotynów ze względu na możliwość tworzenia nitrozoamin, które według wielu pracowników naukowych mają właściwości rakotwórcze. Zastosowanie azotynu sodu w sfermentowanych kielbasach hamuje rozwój drobnoustrojów, opóźnia psucie się, stabilizuje czerwony kolor mięsa i przyczynia się do charakterystycznego smaku kielbas. Nadmiar azotynu sodu w warunkach ogrzewania może reagować z aminami biogennymi w mięsie, tworząc N-nitrozoaminy, które są silnymi substancjami rakotwórczymi szkodliwymi dla zdrowia ludzkiego. Jedną z metod obniżenia poziomu związków azotowych w mięsie bez zmiany właściwości smakowych i bezpieczeństwa zdrowotnego w postaci rozwoju drobnoustrojów chorobotwórczych jest dodatek bakterii kwasu mlekowego. Drobnoustroje wspomagające peklowanie dodawane są na początku produkcji i zawsze do mięsa chudego. Jako gotowe kultury starterowe używamy mieszanek bakterii kwasu mlekowego, drożdży, promieniowców, pleśni, a także mikrokoków katalazo-dodatnich. Poszczególne szczepy drobnoustrojów odznaczają się bardzo zróżnicowanymi właściwościami, tempem przemiany materii, zdolnością do fermentowania cukrów, wytwarzaniem reduktazy azotanowej, katalazy i nadtlenków, a także tolerancją wobec temperatury i aktywności wody. Bakterie kwasu mlekowego stosowane są przede wszystkim ze względu na ich zdolność tworzenia kwasu mlekowego z cukru, dzięki temu możliwe staje się uzyskanie standaryzowanego i powtarzalnego zakwaszenia oraz aromatu. Bakterie kwasu mlekowego ze względu na szybki rozwój oraz efektywną przemianę materii tłumią namnażanie drobnoustrojów pogarszających jakość kielbas, szczepów saprofitycznych oraz drobnoustrojów chorobotwórczych np. *Listeria monocytogenes*. Niepożądana jest zdolność wielu szczepów *Lactobacillus*ów do wytwarzania nadtlenków wodoru w obecności tlenu. Bakterie kwasu mlekowego są tolerancyjne w stosunku do obniżonej aktywności wody, mają także zdolność do tworzenia substancji antygenowych na przykład bakteriocyn. *Lactobacillus*y, będące składowymi kultur starterowych, rozwijając się w farszu mięsnym, zużywają składniki pokarmowe, a ich produkty przemiany materii uniemożliwiają rozwój innych mikroorganizmów. Z upływem czasu fermentacji na skutek ich

zbyt dużej liczby nie rozwijają się i giną. Po przeprowadzeniu prawidłowej fermentacji i dojrzewania uzyskujemy produkt pozbawiony bakterii starterowych. Mikrokokki odznaczają się dużą wrażliwością na zmiany aktywności wody. Przyczyniają się do tworzenia typowego aromatu kielbas. Stosowane są w produkcji kielbas surowych ze względu na ich zdolność do tworzenia enzymów reduktazy azotanowej i katalazy, przez co wykazują zdolność do rozkładu zarówno azotanu dodanego do przetworu mięsnego bądź w nim utworzonego, jak i nadtlenków wodoru wytworzonych przez inne drobnoustroje. Nadtlenki wodoru działają niszcząco na barwniki hemowe kształtujące barwę produktu mięsnego. *Staphylococcus* i *Micrococcus* nie mają zdolności namażania się w farszu mięsnym. Ich ilość podczas procesu fermentacji zmniejsza się z upływem czasu. Staphylokokki najlepiej rozwijają się przy wyższych wartościach pH. Dlatego też najbardziej smakowe i najlepiej wybarwione kielbasy uzyskujemy przy zastosowaniu kultur wolniejszych, o okresie fermentacji 5 – 6 dni lub więcej.

Celem proponowanych badań było zastosowanie bakterii środowiskowych w przetwarzaniu mięsa ras rodzimych trzody chlewnej z oceną wpływu na jakość i trwałość przechowalniczą produktu. Celem podstawowym badań w zadaniu było opracowanie optymalnych parametrów procesu technologicznego produkcji wyrobów mięsnych z mięsa z ras rodzimych z zastosowaniem środowiskowych bakterii fermentacji mlekowej. W badaniach, które były prowadzone w warunkach póltechniki (IBPRS-PIB) i zakładu mięsnego (Zakład Mięсны „Jasiołka” w Dukli) dobrane zostały odpowiednie warunki procesu technologii produkcji modelowych produktów mięsnych. Na tym etapie wybrano szczepy środowiskowych bakterii fermentacji mlekowej izolowane z produktów ekologicznych i środowiska charakteryzujące się właściwościami biochemicznymi (aktywność enzymatyczna, produkcja metabolitów), które są istotne dla kształtowania cech jakościowych, żywieniowych i zdrowotnych produktu wytwarzanych z mięsa ras rodzinnych. . W warunkach przemysłowych w Zakładzie Mięsnym „Jasiołka” w Dukli wytworzone zostały wybrane produkty, kielbasy i wędzonki, surowe dojrzewające i poddawane obróbce cieplnej. Produkty mięsne wytworzone w ramach pilotażu w zakładach mięsnych były ocenione bezpośrednio po produkcji i po przechowywaniu. Dokonana została analiza fizyczna, chemiczna, mikrobiologiczna i sensoryczna w zakresie niezbędnych cech jakościowych związanych z oceną proponowanej technologii. Oceniono wartość odżywczą, trwałość i bezpieczeństwo zdrowotne wyrobów mięsnych. Podczas badań okresu trwałości zwrócono szczególną uwagę na profil mikrobiologiczny produktów, poziom zanieczyszczeń mikrobiologicznych, (w tym bakterii patogennych), które ograniczają trwałość przechowalniczą oraz zmiany oksydacyjne.

Z oznaczeń fizykochemicznych zostały wykonane między innymi następujące analizy: skład chemiczny, kwasowość, tekstura, analiza barwy i jej trwałości podczas przechowywania, profil kwasów tłuszczowych, zawartość resztkowych azotanów (III) i (V) i stabilność oksydacyjna. Dokonana została ocena poziomu związków biologicznie aktywnych, aminokwasów oraz o właściwościach toksycznych, a także zmiany kwasów tłuszczowych podczas przechowywania. Dokonano analizy barwy tworzonej prawdopodobnie przez mikrobiologiczną konwersję mioglobiny w szlaku przemiany argininy do związków nitrozowych, wchodzących w kompleks z mioglobina, które tworzą pożądaną przez konsumenta barwę i cechy sensoryczne.

## **Wyniki badań i wnioski**

Bezpieczeństwo zdrowotne w przypadku produkcji ekologicznej wyrobów mięsnych jest związane ze zmniejszonym stosowaniem związków azotowych w peklowaniu. Analiza mikrobiologiczna wykazała, że zastosowane szczepy LAB (*Lactiplantibacillus plantarum* OP5, *Lactiplantibacillus plantarum* OP8 oraz szczep z ekologicznej serwatki kwasowej *Lactiplantibacillus plantarum* S21) skutecznie hamowały rozwój patogenów, a tym samym i toksyn pochodzenia mikrobiologicznego w produktach mięsnych. Istnieją dwa zagrożenia związane z obecnością niepożądanych mikroorganizmów w mięsnych produktach bezazotanowych. Pierwsze stanowią organizmy saprofityczne (*Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Achromobacter*, *Alcaligenes*, *Micrococcus*, *Bacillus*, *Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Acinetobacter*, *Moraxella*, pleśnie: *Penicillium*, *Cladosporium*, *Mucor*), których rozwój związany jest z wytwarzaniem metabolitów wpływających negatywnie na wyróżniki sensoryczne mięsa i jego przetworów. Z kolei drugie zagrożenie związane jest z rozwojem w produktach mięsnych organizmów chorobotwórczych (*Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *E. coli* O157:H7, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum*, *Yersinia enterocolitica*, *Campylobacter jejuni*) mogących wywoływać zatrucia pokarmowe, groźne dla zdrowia lub życia. Do najważniejszych zmiennych mających wpływ na jakość mikrobiologiczną mięsnych produktów bezazotanowych lub z małą ich ilością zaliczyć można: jakość mikrobiologiczną surowca, obecność i rodzaj stosowanych substancji konserwujących, aktywność wody, wartość pH, potencjał oksydacyjno-redukcyjny, temperaturę przechowywania, sposób i warunki pakowania, zastosowane zabiegi utrwalania (peklowanie, wędzenie, fermentacja, obróbka cieplna. W przypadku rezygnacji ze stosowania azotanu (III) sodu/potasu w produkcji wyrobów mięsnych parzonych oraz azotanu (III i V) sodu/potasu w wyrobach dojrzewających należy bezwzględnie zagwarantować stabilizację mikrobiologiczną produktów w trakcie całego

okresu przydatności do spożycia. Problematykę wpływu dodatku bakterii serwatki kwasowej na stabilność mikrobiologiczną wyrobów mięsnych, poddanych obróbce cieplnej oraz dojrzewających, wykazano we wcześniejszych badaniach. Ogólna liczba bakterii (OLD) kształtowała się na poziomie zbliżonym do liczby LAB (6,18-8,54 log jtk/g) i była istotnie wyższa w próbie z dodatkiem bakterii kwasu mlekowego w porównaniu do próby bez dodatku. Na podkreślenie zasługuje fakt, że w żadnym z rozdrobnionych wyrobów mięsnych dojrzewających nie obserwowano bakterii z rodzaju *Clostridium* spp. Jest to szczególnie istotne w przypadku wyrobów mięsnych pakowanych próżniowo, w środowisku dogodnym dla rozwoju beztlenowych laseczek przetrwalnikujących. Problematykę wpływu dodatku bakterii na stabilność oksydacyjną produktów mięsnych surowo dojrzewających oraz poddanych obróbce cieplnej (parzeniu) podjęto wykonując badania ORP i TBARS. TBARS jest odpowiednim wskaźnikiem do oceny utleniania lipidów w całym procesie fermentacji, wykorzystywanym głównie do pomiaru powstawania produktów wtórnych, takich jak aldehyd malonowy, aldehydy, ketony i inne utleniające produkty uboczne. Utlenianie lipidów w produktach mięsnych może powodować zmiany koloru, smaku i wartości odżywczych oraz może stanowić zagrożenie dla zdrowia. W różnych grupach badanych produktów poziom TBARS wzrastał podczas procesu dojrzewania. Grupy z dodatkiem drobnoustrojów wykazywały znacznie niższe poziomy TBARS niż grupa kontrolna. Przemiany oksydacyjne zachodzące w produktach mięsnych ograniczają ich trwałość poprzez zmiany cech sensorycznych (tekstury, barwy, smaku, zapachu), obniżają wartość odżywczą oraz wpływają na bezpieczeństwo zdrowotne z uwagi na toksyczny wpływ związków przemian oksydacyjnych na zdrowie człowieka. W przypadku dodatku drobnoustrojów, przemiany uległy wyhamowaniu. W celu określenia wpływu bakterii kwasu mlekowego na stabilność oksydacyjną wyrobów mięsnych oznaczano skład kwasów tłuszczowych. Nie obserwujemy w badaniach zmian w składzie, szczególnie nienasyconych kwasów tłuszczowych. Barwa jest jednym ze wskaźników przemian oksydacyjnych w mięsie i produktach mięsnych. Produkty utleniania wpływają istotnie na zawartość i formę barwników hemowych w wyrobach mięsnych, co możemy zaobserwować w pomiarach barwy wyrobów. W badaniach obserwujemy wzrost wartości parametru  $a^*$  barwy w produktach z udziałem badanych drobnoustrojów. Jednocześnie to właśnie barwa, w pierwszej kolejności podlega percepcji i ocenie przez konsumentów. W przeprowadzonych badaniach odnotowano ponadto, że dodatek bakterii kwasowych wpłynął istotnie na parametry  $a^*$  barwy wyrobu podczas przechowywania. W trakcie przechowywania wyrobów mięsnych surowo dojrzewających obserwowano systematyczny wzrost udziału barwy czerwonej w ogólnym tonie barwy w próbie

z dodatkiem drobnoustrojów. Postępujące procesy utleniania w wyrobach mięsnych (zmniejszająca się zawartość MUFA i PUFA, wzrastająca wartość wskaźnika TBARS) nie wiązały się jednoznacznie z niekorzystnymi zmianami barwy produktów. Nie obserwowano dużych różnic w wartościach parametru  $a^*$  barwy pomiędzy próbami z udziałem bakterii. LAB mają kluczowe znaczenie w tego typu produktach, ponieważ promują ważne i pożądane cechy, są nie tylko zdolne do przekształcania cukrów w kwasy organiczne, ale także posiadają szereg enzymów zdolnych do rozkładania białek, tłuszczów i węglowodanów na mniejsze związki odpowiedzialne za wytwarzanie pożądanych smaków, aromatów i tekstur. Jednak nadmierna produkcja kwasów (w tym kwasu mlekowego), biotransformacja białek lub produkcja amin biogennych (dekarboksylacja niektórych aminokwasów) mogą być procesami związanymi ze specyficznością metaboliczną niektórych LAB. W takich przypadkach można je uznać za zepsucie. W związku z tym odpowiednia ocena dla każdej nowej kultury bakteryjnej o intensywnym zastosowaniu jako kultura starterowa (lub wspomagająca) w procesach fermentacji żywności musi być szczegółowo oceniona pod kątem potencjalnych negatywnych skutków. Badania sensoryczne wykazały, że LAB mogą poprawiać profil smakowy żywności, zmniejszając zapotrzebowanie na sztuczne wzmacniacze smaku ze względu na produkcję lotnych związków podczas fermentacji, mogą brać udział w biotransformacji niektórych związków fenolowych, a w rezultacie aktywnie przyczyniać się do tworzenia pożądanych cech organoleptycznych produktów mięsnych, co obserwowano w ocenie sensorycznej produktów.

## Podsumowanie

Podsumowując, trzy wybrane szczepy LAB, z których dwa (*Lactiplantibacillus plantarum* OP5 i *Lactiplantibacillus plantarum* OP8) zostały wyizolowane z otoczenia okołoprodukcyjnego zakładu mięsnego, wcześniej przygotowanego do produkcji wyrobów mięsnych z udziałem bakterii kwasu mlekowego, działającego w systemie produkcji ekologicznej oraz jeden szczep (*Lactiplantibacillus plantarum* S21) z ekologicznej serwatki kwasowej, wykazują bardzo duży potencjał jako startery prozdrowotne podczas produkcji kielbas. Wykazują one zarówno działanie przeciwbakteryjne, jak i przeciwutleniające. Szczepy LAB wykazywały znaczące hamowanie rozwoju *E. coli* i *S. aureus*. Ponadto wykazywały one aktywność wymiatania wolnych rodników, na co wskazują badania ORP i TBARS, a także silną moc redukującą i wpływ na aktywność enzymów antyoksydacyjnych. Zastosowanie starterów kwasu mlekowego nie tylko pozwoliło zachować właściwości fizykochemiczne i ocenę sensoryczną naturalnie fermentowanych kielbas, ale także poprawiło kolor i konsystencję produktów. Dyskusja otrzymanych wyników badań wpływu bakterii kwasu mlekowego na jakość wyrobów

mięsnych ekologicznych produkowanych w warunkach produkcji przemysłowej wskazuje na szereg istotnych wyróżników ich wpływu na właściwości gotowego wyrobu. Należy podkreślić, że otrzymane wyniki badań są rezultatem wcześniejszego przygotowania zakładu przez zaszczepienie tymi drobnoustrojami wielu działów produkcji zakładu. Bakterie kwasu mlekowego (LAB) zaszczepione w pomieszczeniach produkcyjnych zakładu to szeroko przebadana grupa mikroorganizmów znanych ze swoich zalet technologicznych, nie tylko w mięsie i produktach mięsnych, ale i innych surowcach oraz działania prozdrowotnego. Są niezbędne w procesie fermentacji produktów mięsnych, które są odpowiedzialne za obniżenie pH, co hamuje rozwój psucia się i namnażanie mikroorganizmów chorobotwórczych poprzez produkcję bakteriocyn i innych środków przeciwdrobnoustrojowych, czyli są naturalnymi antagonistami bakterii patogennych. Obserwujemy to zjawisko w zrealizowanych badaniach. Przyczyniają się do wydłużenia okresu przydatności do spożycia oraz do tworzenia i wzmacniania smakowości, barwy i kształtowania tekstury. Autorzy badań zwrócili uwagę na aktywnością metaboliczną zastosowanych LAB, która przyczyniła się do rozwoju złożoności pożądaných sensorycznie i technologicznie cech produktów końcowych. Korzyści odżywcze udziału LAB, związane są z produkcją witamin i innych związków bioaktywnych, w tym obniżeniem poziomu cholesterolu, rozkładu azotynów, wzrostu aktywności przeciwutleniającej, poprawą bezpieczeństwa zdrowotnego produktów mięsnych poprzez redukcję szkodliwych związków i wydłużenie okresu przydatności do spożycia, co obserwujemy w prowadzonych badaniach. Ogólnie rzecz biorąc, poprzez poprawę jakości, zwiększa się bezpieczeństwo i wartość odżywcza produktów mięsnych. Związki bioaktywne wytwarzane przez LAB podczas ich metabolizmu wykazują wiele korzystnych właściwości, w tym przeciwbakteryjne, przeciwutleniające, przeciw nadciśnieniowe, immunomodulujące, przeciwzapalne i potencjalne działanie przeciwnowotworowe. Jednak potencjał prezentowany przez niektóre szczepy LAB jest istotnym czynnikiem, który należy wziąć pod uwagę przed zastosowaniem w procesie spożywczym. Obecność LAB może pozytywnie przyczynić się do zwiększenia wartości odżywczej żywności poprzez produkcję witamin i peptydów bioaktywnych z białek mięśniowych. LAB mogą skutecznie przyczyniać się do redukcji negatywnych skutków działania wolnych rodników związanych z ich właściwościami przeciwutleniającymi oraz zmniejszać stres oksydacyjny w organizmie poprzez neutralizację szkodliwych reaktywnych form tlenu (ROS) i reaktywnych form azotu (RNS). Alternatywnie, mimo że większość LAB została uznana za bezpieczną na podstawie ich długiej historii zastosowań w fermentowanych produktach spożywczych, oceny bezpieczeństwa oparte na szczepach muszą być uważane za niezbędny krok we wdrażaniu nowych szczepów w procesach

fermentacji żywności. Ponadto ważne jest, aby wziąć pod uwagę wszystkie parametry, które mogą zaszkodzić żywotności komórek podczas przechowywania. Na podstawie badań przedstawionych i omówionych w niniejszej pracy można wywnioskować, że LAB środowiskowe pełnią wszechstronne funkcje w mięsie i produktach mięsnych. Korzyści z ich stosowania na szerszą skalę są bardzo obiecujące. Środowiskowe LAB mogą stanowić alternatywę dla powszechnie stosowanych komercyjnych kultur startowych, których podstawową wadą stosowania w produkcji żywności jest zmniejszenie bioróżnorodności produktów poprzez stosowanie tych samych szczepów startowych w różnych regionach.

## Wnioski

1. Dodatek azotynów i azotanów odgrywa kluczową rolę w przetwórstwie mięsa, także produkcji ekologicznej. Celem dodawania tych związków jest hamowanie rozwoju patogenów przenoszonych przez żywność, oraz nadanie specyficznych cech sensorycznych. Sole nitryfikacyjne przyczyniają się do rozwoju typowego smaku i czerwonej barwy, a także opóźniają utlenianie lipidów w peklowanych produktach mięsnych. Pomimo istotnych celów technologicznych i bezpieczeństwa azotynów, mogą one reagować z aminami drugorzędowymi w przewodzie pokarmowym, tworząc rakotwórcze N-nitrozoaminy, które są związane z występowaniem niektórych rodzajów nowotworów. Przeprowadzone badania przedstawione w niniejszym opracowaniu wykazały, że peklujące sole azotynowe można zastąpić odpowiednimi drobnoustrojami kwasu mlekowego (LAB).
2. W badaniach wykazano, że jakość ogólna, trwałość przechowalnicza produktów z dodatkiem soli kuchennej i bakterii kwasu mlekowego była bardzo zbliżona do wyników badań równolegle produkowanego wyrobu mięsnego z dodatkiem peklosoli (z udziałem azotynów). Jest możliwe zastąpienie soli azotynowych udziałem odpowiednich środowiskowych bakterii kwasu mlekowego.
3. Badania mikrobiologiczne wykazały, że liczba enterobakterii po przechowywaniu wyrobów z udziałem drobnoustrojów bakterii kwasu mlekowego i próby z solą kuchenną bez dodatku LAB była bardzo zbliżona do ich poziomu w wyrobach z udziałem peklosoli. Można stwierdzić, że przygotowanie zakładu do produkcji wyrobów mięsnych ma wpływ na poziom bakterii w gotowym wyrobie. Porównanie wyników badań próby kontrolnej z udziałem tylko soli kuchennej z próbami z dodatkiem bakterii LAB wskazuje na udział bakterii otoczenia

(*Lactiplantibacillus plantarum* OP5, *Lactiplantibacillus plantarum* OP8) oraz z ekologicznej serwatki kwasowej (*Lactiplantibacillus plantarum* S21) w końcowym poziomie drobnoustrojów w produkcji.

4. Proponujemy dalsze badania tego sposobu wykorzystania LAB z otoczenia (*Lactiplantibacillus plantarum* OP5, *Lactiplantibacillus plantarum* OP8) oraz z ekologicznej serwatki kwasowej (*Lactiplantibacillus plantarum* S21) w innych zakładach przetwórstwa ekologicznego w celu walidacji nowych receptur i wpływu LAB na parametry jakości i bezpieczeństwa ekologicznych produktów mięsnych bez dodatku azotanów i azotynów. Stosując odpowiednie technologie i modele chowu zwierząt oraz dalsze pogłębione badania, moglibyśmy wyeliminować azotany i azotyny z produkcji ekologicznej. Można sądzić, że z zastosowania tej technologii byłyby potencjalne korzyści zdrowotne wynikających ze spożywania tych ekologicznych produktów mięsnych z udziałem LAB bez środków pekujących.

5. Podsumowując, trzy wybrane szczepy LAB wykazują duży potencjał jako kultury środowiskowe do wykorzystania w technologii wyrobów parzonych i fermentowanych kielbas. Wykazały one zarówno działanie przeciwbakteryjne, jak i przeciwutleniające. Zastosowane szczepy LAB wykazywały znaczące hamowanie przeciwko *E. coli* i *S. aureus*. Ponadto wykazywały aktywność wymiatania wolnych rodników, a także silną moc redukującą i aktywność enzymów antyoksydacyjnych. Zastosowanie tych starterów nie tylko pozwoliło zachować właściwości fizykochemiczne i cechy sensoryczne naturalnie fermentowanych kielbas, ale także poprawiło kolor i konsystencję produktów. W szczególności wyższe wyniki sensoryczne uzyskano poprzez ich rozwój. Kielbasy fermentowane nie tylko wprowadzają innowacje do przemysłu mięsnego, ale także oferują konsumentom nowy sposób spożywania bakterii, służąc jako obiecująca opcja dla osób dbających o zdrowie.

## Wniosek końcowy

Produkcja ekologiczna w prowadzonych badaniach dotyczyła wykorzystania bakterii LAB (*Lactiplantibacillus plantarum* OP5, *Lactiplantibacillus plantarum* OP8, *Lactiplantibacillus plantarum* S21) w produkcji wyrobów parzonych i surowo dojrzewających. Bakterie pozyskano ze środowiska przetwórczego zakładu i serwatki kwasowej lokalnego producenta ekologicznych produktów mlecznych. Otrzymane wyniki wskazują na duży wkład dodawanych

bakterii w proces technologiczny i jakość wyrobu. Obserwujemy to pozytywne zjawisko w wielu wskaźnikach badawczych. Obserwowana barwa w analizie instrumentalnej i sensorycznej wskazuje na dużą rolę dodanych bakterii w jej tworzeniu. Współczynnik  $a^*$  barwy jest bardzo zbliżony do barwy produktu peklowanego. Może to wskazywać na udział dodanych drobnoustrojów w proteolizie białek i uwolnieniu ze struktur białkowych aminokwasu arginina, z którego w wyniku przemian otrzymujemy grupę azotynową i w połączeniu z mioglobina tworzy barwę zbliżoną do peklowanego mięsa. Jest to ważne, ponieważ taka barwa wystąpiła również w próbie kontrolnej z udziałem soli kuchennej. Ten wynik sugeruje udział środowiskowych bakterii otoczenia w tworzeniu barwy solonego mięsa. Można zakładać, że „szczepienie” zakładu mięsnego odpowiednimi kulturami LAB nie tylko chroni przed bakteriami patogennymi, ale kształtuje pożądaną przez konsumenta jakość produktu ekologicznego, którego barwa bez dodatku związków azotowych jest porównywalna z wyrobami peklowanymi solą pekującą (dodatek nitrytu do soli).



Zrealizowano na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 8 kwietnia 2024r.  
(pismo nr DEJ.re.765.7.2024)



Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowy Instytut Badawczy

## S P R A W O Z D A N I E

*z przeprowadzonych w 2024 r. badań podstawowych na rzecz rolnictwa ekologicznego  
w zakresie upraw polowych metodami ekologicznymi, pt.:*

**Badania nad przydatnością wybranych form pszenicy zwyczajnej ozimej do produkcji nasiennej  
dla gospodarstw ekologicznych – upowszechnienie wyników badań w formie zaleceń dla  
producentów ekologicznych.**

Kierownik tematu: dr inż. Roman Warzecha

Wykonawcy:

dr Piotr Ochodzki  
dr hab. Tomasz Góral prof. Instytutu  
dr inż. Monika Żurek  
pracownicy techniczny

## Wprowadzenie

Współczesne systemy produkcji rolniczej charakteryzują się uprawą niewielkiej liczby gatunków i jednorodnych genetycznie odmian roślin, na dużych arealach. Zachodzące zmiany klimatyczne powodują, że takie uprawy są coraz bardziej narażone na stresy biotyczne (choroby, szkodniki, zachwaszczenie) i abiotyczne (niskie i wysokie temperatury, susze i inne gwałtowne fluktuacje czynników pogodowych).

Dostępność ekologicznego materiału siewnego aktualnie stanowi najważniejszy problem gospodarstw ekologicznych. Dotychczas te gospodarstwa stosują konwencjonalny, niezaprawiony materiał siewny na zasadzie odstępstwa. Jednak od 2036 roku możliwe będzie wyłącznie stosowanie ekologicznego materiału siewnego, wytworzonego w warunkach ekologicznych.

W Unii Europejskiej w ramach Europejskiego programu „Liveseed” były prowadzone prace nad możliwością poszerzenia materiałów nasiennych do stosowania w rolnictwie ekologicznym. Aktualnie te prace są kontynuowane w ramach konsorcjum „Liveseeding”, pt. „Ekologiczna hodowla roślin i nasiennictwo w celu przyspieszenia zrównoważonych i zróżnicowanych systemów żywnościowych w Europie”. Dotyczą one między innymi zasad rejestracji odmian ekologicznych (m.in. mniejsze wymagania dotyczące wyrównania roślin) oraz możliwości szerszego wprowadzenia do obrotu odmian i ekologicznych materiałów heterogenicznych (tzw. OHM - ang. *Organic Heterogenic Materials*). W tym programie uczestniczy 37 instytucji reprezentujących jednostki naukowe, placówki hodowlane, urzędy rejestracji odmian, firmy i organizacje z zakresu nasiennictwa i inne podmioty z 14 państw członkowskich UE oraz ze Szwajcarii i UK. W tych pracach aktywnie uczestniczy również Polska, która jest reprezentowana przez COBORU, Polską Izbę Nasienną i niektóre jednostki hodowli roślin. Prace dotyczą między innymi opracowania zasad rejestracji odmian ekologicznych (m.in. mniejsze wymagania dotyczące wyrównania roślin) oraz możliwości szerszego wprowadzenia do obrotu odmian i ekologicznych materiałów heterogenicznych (tzw. OHM - ang. *Organic Heterogenic Materials*). Wszystkie działania mają na celu opracowanie innowacyjnych sposobów zwiększania dostępności ekologicznego materiału siewnego odpowiednich odmian, ze szczególnym uwzględnieniem OHM i odmian ekologicznych w różnych gatunkach roślin rolniczych.

W przedstawioną wyżej strategię wpisują się badania prowadzone przez zespół pracowników IHAR-PIB, nad złożonymi populacjami krzyżówkowymi (ZPK) pszenicy ozimej, które stanowią innowacyjną formę ekologicznych materiałów heterogenicznych (OHM). Krzyżówki te zostały wytworzone w wyniku przekrzyżowania każdej z wybranych 9. odmian z pozostałymi w systemie półdialelicznym. Uzyskano w ten sposób populacje (zbiorowiska roślin), które przez 10 pokoleń poddano naturalnej selekcji w zróżnicowanych warunkach środowiska. Obecnie dalszy proces naturalnej selekcji jest prowadzony w reżimie ekologicznym.

Dotychczas dokonano oceny tych materiałów pod względem plonowania, odporności na główne choroby grzybowe, na warunki stresu powodowanego przez niedobór opadów (suszę), oraz pod względem składu chemicznego i akumulacji mikotoksyn w ziarnie. Spośród dziesięciu ocenianych ZPK, w sezonie 2022/2023 roku wytworzono nasiona czterech do dalszej reprodukcji. W sezonie 2023/2024 prowadzono kontynuację badań nad oceną i wytworzeniem nasion kolejnych sześciu ZPK do dalszej reprodukcji w warunkach ekologicznych.

Przeprowadzono badania nad 30. „starymi” odmianami pszenicy ozimej. Oceniono ich plon i inne cechy agronomiczne, odporność na główne choroby grzybowe, skład chemiczny oraz zawartość mikotoksyn w ziarnie. 4. spośród wybranych w poprzednim sezonie odmian na podstawie potencjału plonowania i innych cech w warunkach ekologicznych, Oda, Alba, Roma

i Muszelka, były przedmiotem rozmnożenia w celu wytworzenia ekologicznego materiału siewnego do dalszej reprodukcji.

### Cel badań

Głównym celem badań była kontynuacja oceny przydatności złożonych populacji krzyżówkowych i starych odmian pszenicy zwyczajnej i określenie możliwości ich wdrożenia do uprawy w gospodarstwach ekologicznych.

### Materiały do badań:

1. 10 populacji krzyżówkowych (ZPK) pszenicy zwyczajnej ozimej, otrzymanych w wyniku przekrzyżowania wybranych odmian jako form matecznych z kilkoma odmianami jako form ojcowskich w systemie półdiallelicznym, rozmnażanie kolejnych generacji (F2 - F7) w oparciu wyłącznie o działanie naturalnej selekcji.  
Wytworzone populacje noszą nazwę od odmian matecznych: 1. Arkadia ZPK, 2. Artist ZPK, 3. Bamberka ZPK, 4. Figura ZPK, 5. Ozon ZPK, 6. Lavantus ZPK. 7. Ostroga ZPK, 8. Patras ZPK, 9. Sailor ZPK, 10. M9 ZPK (z połączenia nasion wszystkich 9. ZPK).

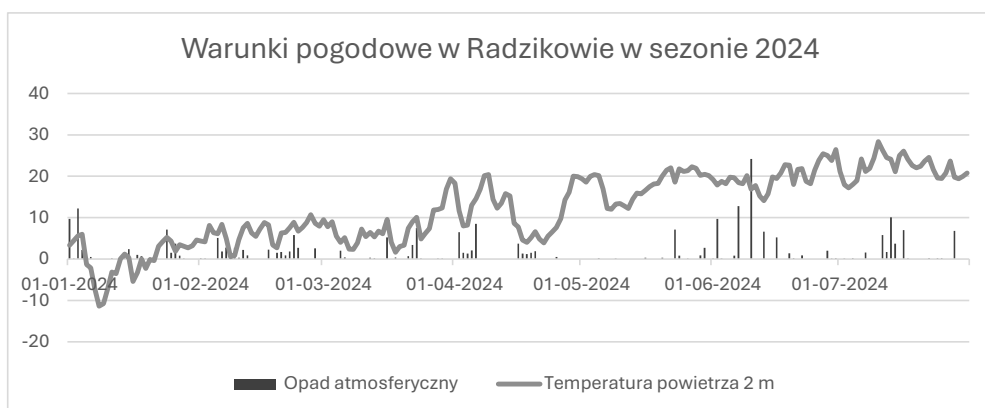
2. **Stare odmiany ozimej pszenicy zwyczajnej**

30 wybranych odmian, które rozmnożone do badań w sezonie 2023/2024 wysiane do dalszej oceny w sezonie 2023/2024

Badania przeprowadzono na polu ekologicznym IHAR-PIB w Radzikowie w reżimie ekologicznym. Nr certyfikacji pola: Certyfikat nr PL-EKO-09/2102/21

Pole pod założenie doświadczeń przygotowano stosując orkę przedsiewną, bronowanie oraz agregatowanie przedsiewne połączone z przykryciem nawozów ekologicznych. Zastosowano nawożenie stosując nawozy: Fertil 12,5 (firma Natural Crop), oraz nawóz ekologiczny 0-8-18 (firma Luvena S.A.), każdy w ilości 500 kg/ha. Doświadczenia zostały wysiane w dniu 13.10.2023 roku.

### Przebieg warunków pogodowych



Wykres 1. Przebieg warunków pogodowych, Radzików 2024 r.

Warunki pogodowe w okresie wegetacji były niekorzystne (Wykres 1.). Marzec był miesiącem chłodnym ze średnią temperaturą powietrza 7,3 °C i bardzo niskim poziomem opadów 20,4 mm. W kwietniu średnia temperatura powietrza wyniosła 11,6 °C, a suma opadów wyniosła tylko 30 mm. W maju średnia temperatura powietrza wyniosła 18,1 °C, przy czym zanotowano 11 dni z temperaturami 20 °C i powyżej. Suma opadów wyniosła 12,5 mm.

Znacząca poprawa warunków dla wegetacji wystąpiła w czerwcu. Suma opadów wyniosła 64,3 mm. Dni z opadami było 14. Średnia temperatura powietrza w czerwcu wyniosła 20 °C. Zanotowano aż 12 dni z temperaturą 20 °C. i powyżej, w tym 3 dni powyżej 25 °C. Czynniki pogodowe stworzyły więc doskonałe warunki do wegetacji roślin. Dodatkowo zanotowano ekstremalnie wysokie temperatury powietrza w I dekadzie lipca, co przyczyniło się do szybkiego zakończenia wegetacji roślin, o 2-3 tygodni w porównaniu z poprzednimi latami. Miało to decydujący wpływ na poziom plonowania oraz na stosunkowo niskie porażenie przez choroby grzybowe.

Badania przeprowadzono w formie 4. Podzadań.

#### **Podzadanie 1. Wytworzenie w warunkach ekologicznych nasion 6. Populacji ZPK pszenicy zwyczajnej ozimej.**

Wysiano 6. populacji ZPK, każdą na powierzchni 0,4 ha. Przeprowadzono niezbędne zabiegi pielęgnacyjne, usunięto nietypowe rośliny i chwasty. Dokonano oceny zdrowotności roślin i ważniejszych faz rozwojowych (przezimowanie, kłoszenie wysokość roślin, wyleganie przed zbiorem), oraz cech agronomicznych. Przeprowadzono zbiór, suszenie i czyszczenie nasion, określono plon i parametry fizyczne nasion (wilgotność, masa hektolitra i masa tysiąca ziarniaków (MTZ)).

Spośród 6 rozmnażanych populacji ZPK pszenicy ozimej najwyższy plon nasion uzyskano dla ZPK Bamberka (29,9 dt/ha) (Tabela 1.). ZPK Bamberka charakteryzowała się wysoką odpornością na choroby grzybowe, w szczególności na rdzę żółtą oraz korzystnymi cechami rolniczymi. Wykazała się też największą wartością MTZ – 43,6 g przy średniej 39,7 g oraz największą masę hektolitra – 75,0 kg (Tab. 2.).

Ponadto wysokie plony nasion uzyskano dla populacji ZPK Arkadia (27,2 dt/ha) i dla populacji ZPK Artist (26,8 dt/ha).

**Tabela 1.** Plony nasion i podatność na główne choroby grzybowe oraz suszę badanych populacji ZPK pszenicy ozimej, rozmnażanych w Radzikowie w roku 2024.

| Obiekt ZPK     | Plon nasion<br>[dt/ha] | Rdza żółta<br>skala 1-9 | Septorioza<br>skala 1-9 | Indeks<br>fuzariozy<br>kłosów [%] | Susza<br>skala 1-9 |
|----------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------------|--------------------|
| ZPK 1/Arkadia  | 27,2                   | 5,3                     | 9,0                     | 0,4                               | 7,8                |
| ZPK 2/Artist   | 26,8                   | 7,5                     | 9,0                     | 0,0                               | 7,8                |
| ZPK 3/Bamberka | 29,9                   | 9,0                     | 9,0                     | 0,0                               | 7,5                |
| ZPK 7/Ostroga  | 16,5                   | 7,3                     | 9,0                     | 0,0                               | 6,0                |
| ZPK 9/ Sailor  | 22,1                   | 8,5                     | 8,5                     | 0,0                               | 7,5                |
| ZPK 10/M9      | 19,9                   | 8,3                     | 8,8                     | 1,8                               | 9,0                |
| Średnia        | 28,4                   | 7,7                     | 8,9                     | 0,4                               | 7,6                |
| Minimum        | 16,5                   | 5,3                     | 8,5                     | 0,0                               | 6,0                |
| Maksimum       | 29,9                   | 9,0                     | 9,0                     | 1,8                               | 9,0                |

Jednak populacje ZPK Arkadia i ZPK Artist były najbardziej porażone przez rdzę żółtą, główną chorobę grzybową notowaną w 2024 roku. Poziom porażenia ZPK Arkadia w skali 1- 9 wyniósł 5,3, a populacji ZPK Artist 7,5. W wyniku porażenia przez rdzę żółtą populacja ZPK Arkadia wytworzyła niską MTZ – 38 g. ZPK Arkadia i ZPK Artist wykazały akceptowalną odporność na suszę 7,7 (skala 1-9). Populacja ZPK Ostroga, jedyna oścista w badanym zestawie odmian wykazała najwyższą wrażliwość na suszę (6,0). Populacje ZPK Sailor i ZPK M9 osiągnęły najniższy poziom plonowania, a także przeciętny poziom cech rolniczych.

**Tabela 2.** Parametry jakościowe rozmnażanych populacji ZPK pszenicy ozimej

| Obiekt ZPK     | Białko (%) | Wilgotność (%) | Skrobia (%) | Masa HL (kg) | MTZ (g) |
|----------------|------------|----------------|-------------|--------------|---------|
| ZPK 1/Arkadia  | 10,3       | 11,9           | 73,2        | 72,6         | 38,0    |
| ZPK 2/Artist   | 11,0       | 11,9           | 72,3        | 73,7         | 42,6    |
| ZPK 3Bamberka/ | 10,7       | 12,0           | 71,5        | 75,0         | 43,6    |
| ZPK 7/Ostroga  | 9,3        | 11,9           | 71,9        | 73,1         | 39,9    |
| ZPK 9/ Sailor  | 9,6        | 12,1           | 72,2        | 72,1         | 37,8    |
| ZPK 10/M9      | 10,5       | 12,0           | 71,1        | 72,8         | 36,2    |
| Średnia        | 10,2       | 12,0           | 72,0        | 73,2         | 39,7    |
| Minimum        | 9,3        | 11,9           | 71,1        | 72,1         | 36,2    |
| Maksimum       | 11,0       | 12,1           | 73,2        | 75,0         | 43,6    |

Ziarno badanych populacji wykazywało nieduże zróżnicowanie pod względem cech jakościowych (Tab.2.). Zawartość białka wynosiła średnio 10,2%, skrobi 72% a masa hektolitra 73,2 kg.

## **Podzadanie 2. Ocena najważniejszych cech gospodarczych 10. populacji ZPK pszenicy ozimej w doświadczeniu ścisłym.**

Założono doświadczenie ścisłe z 10 populacjami ZPK pszenicy ozimej w 4.powtórzeniach. Powierzchnia poletek do zbioru wynosiła 10 m<sup>2</sup>. Przeprowadzono ocenę zdrowotności roślin i ważniejszych faz rozwojowych (przezimowanie, kłoszenie wysokość roślin, wylęganie przed zbiorem), zbiór, suszenie i czyszczenie nasion, Oceniono plonowani poszczególnych populacji ZPK i parametry fizyczne nasion (wilgotność nasion, masa hektolitra, MTZ) oraz zdolność kiełkowania.

### **Wyniki**

Średni plon nasion badanych obiektów w przeliczeniu na hektar wyniósł 5 ton (Tab. 3.). Najwyższy plon na poziomie 5,6 t/ha zanotowano dla ZPK Artist. Ponadto plony powyżej 5 ton/ha zanotowano dla ZPK Arkadia (5,1 t/ha), ZPK KWS Ozon (5,3 t/ha), ZPK Sailor (5,2 t/ha) i ZPK M9 (5,1 t/ha). Najniższy plon zanotowano dla ZPK Lavantus (4,2 t/ha). Przezimowanie kształtowało się na wysokim poziomie. Wartości tej cechy dla badanych obiektów w skali 1-9, wyniosły 8 i 9.

Średnia liczba dni od 1.01.2024 do kłoszenia wyniosła 141. Wartość tej cechy dla najwcześniejszego obiektu wyniosła 138 dni (ZPK Patras), a dla najpóźniejszego 145 dni (KWS Ozon).

**Tabela 3.** Ważniejsze cechy rolnicze obiektów ZPK pszenicy ozimej w doświadczeniu ścisłym. Radzików, 2024.

| Obiekt ZPK         | Przezimowanie<br>[skala 1-9] | Kłoszenie<br>[dni od<br>01.<br>01.2024] | Wysokość<br>roślin<br>[cm] | Wyleganie<br>przed<br>zbiorem<br>[skala 1-9] | Plon [t/ha] |
|--------------------|------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------|-------------|
| 1- ZPK Arkadia     | 8                            | 141                                     | 98                         | 8                                            | <b>5,1</b>  |
| 2- ZPK Artist      | 9                            | 139                                     | 95                         | 9                                            | <b>5,6</b>  |
| 3- ZPK Bamberka    | 9                            | 143                                     | 90                         | 7                                            | <b>4,8</b>  |
| 4- ZPK Figura      | 8                            | 141                                     | 90                         | 9                                            | <b>4,9</b>  |
| 5- ZPK KWS<br>Ozon | 9                            | 145                                     | 93                         | 9                                            | 5,3         |
| 6- ZPK Laventus    | 9                            | 142                                     | 95                         | 8                                            | <b>4,2</b>  |
| 7- ZPK Ostroga     | 8                            | 140                                     | 98                         | 9                                            | <b>4,6</b>  |
| 8- ZPK Patras      | 9                            | 138                                     | 95                         | 9                                            | <b>4,7</b>  |
| 9- ZPK Sailor      | 8                            | 144                                     | 90                         | 7                                            | 5,2         |
| 10- ZPK M9         | 9                            | 138                                     | 92                         | 9                                            | 5,1         |
| <i>średnia</i>     | <b>8,6</b>                   | <b>141</b>                              | <b>93,6</b>                | <b>8,4</b>                                   | <b>5,0</b>  |
| <i>minimum</i>     | <b>8</b>                     | <b>138</b>                              | <b>90</b>                  | <b>7</b>                                     | <b>4,2</b>  |
| <i>maksimum</i>    | <b>9</b>                     | <b>145</b>                              | <b>98</b>                  | <b>9</b>                                     | <b>5,6</b>  |

Wysokość roślin wyniosła od 90 (ZPK Sailor) do 98 cm (ZPK Ostroga), przy średniej dla badanych obiektów 93,6 cm. Dla cechy wyleganie przed zbiorem w skali 1-9, zanotowano wartości 7-9, co wskazuje na małą tendencję do wylegania ocenianych obiektów.

Warunki do wystąpienia chorób grzybowych w sezonie wegetacyjnym 2024 były niesprzyjające. Jedynie w średnim nasileniu zanotowano wystąpienie rdzy żółtej. Najbardziej porażony w skali 1-9 były ZPK Arkadia (5,3) i ZPK Lavantus (6,7), a ponadto ZPK Ostroga (7,3) i ZPK Artist (7,5). Pozostałe obiekty wykazały brak porażenia (9) lub minimalne ślady porażenia (8,3 – 9,0).

Zanotowano także zróżnicowaną odporność na suszę. W skali 1-9 najmniej odporne były ZPK Ostroga (6,0), ZPK Patras (6,8) i ZPK Figura (7,2). Pozostałe obiekty wykazały wyższą odporność (7,5-9,0).

Odporność obiektów na septoriozę i fuzariozę kłosów była wysoka.

Średnia zawartość białka (Tab. 5.) w badanych obiektach wyniosła 10,0% i generalnie była na niskim poziomie, co pozostaje w związku z warunkami pogodowymi w okresie wegetacji. Najniższy poziom białka zanotowano dla ZPK Lavantus (8,2%), a najwyższy dla ZPK Artist (11,0%).

**Tabela 4.** Podatność badanych ZPK pszenicy ozimej na główne choroby grzybowe, suszę (skala 1-9), zawartość ergosterolu i stopień porażenia ziarna (FDK). Radzików, 2024.

| L.p. | Populacja    | Rdza<br>żółta<br>(13.06)<br>skala 1-9 | Susza<br>(14.06)<br>skala 1-9 | Septorioza<br>(26.06)<br>skala 1-9 | Indeks<br>fuzariozy<br>kłosów<br>(%) | FDK<br>[%] | Ergosterol<br>[mg/kg] |
|------|--------------|---------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|------------|-----------------------|
| 1    | ZPK Figura   | 5,3                                   | 7,8                           | 9                                  | 0,4                                  | 3,5        | 9,2                   |
| 2    | ZPK KWS Ozon | 7,5                                   | 7,8                           | 9                                  | 0                                    | 1          | 9,2                   |
| 3    | ZPK Lavantus | 9                                     | 7,5                           | 9                                  | 0                                    | 1,3        | 8,7                   |
| 4    | ZPK Patras   | 8                                     | 7,2                           | 9                                  | 0,4                                  | 3,8        | 8,4                   |
| 5    | ZPK Arkadia  | 8,2                                   | 7,8                           | 9                                  | 0,8                                  | 2,4        | 8,1                   |
| 6    | ZPK Artist   | 6,7                                   | 7,5                           | 9                                  | 0,4                                  | 0          | 7,2                   |
| 7    | ZPK Bamberka | 7,3                                   | 6                             | 9                                  | 0                                    | 0,9        | 6,3                   |
| 8    | ZPK Ostroga  | 9                                     | 6,8                           | 9                                  | 0                                    | 3,8        | 6,4                   |
| 9    | ZPK Sailor   | 8,5                                   | 7,5                           | 9                                  | 0                                    | 4,5        | 9,8                   |
| 10   | ZPK M9       | 8,3                                   | 9                             | 8,8                                | 0                                    | 2,2        | 10                    |

Średnia zawartość skrobi wyniosła 72,3%. Zawartość tego składnika była bardzo mało zróżnicowana w zakresie od 71,1% (ZPK M9) do 73,2% (ZPK Arkadia).

**Tabela 5.** Ocena cech jakościowych ZPK pszenicy ozimej Radzików 2024.

| Obiekt ZPK      | Wilgotność<br>[%] | Zdolność<br>kiełkowani<br>a [%] | Masa<br>Hl<br>[kg] | Zawartość<br>skrobi<br>[%] | Zawartość<br>białka<br>[%] | Gluten<br>[%] | Zeleny<br>[ml] |
|-----------------|-------------------|---------------------------------|--------------------|----------------------------|----------------------------|---------------|----------------|
| ZPK Arkadia     | 11,9              | 95                              | 72,6               | 73,2                       | 10,3                       | 19,8          | 26,4           |
| ZPK Artist      | 11,9              | 95                              | 73,7               | 72,3                       | 11                         | 21,5          | 27,2           |
| ZPK Bamberka    | 12                | 92                              | 75                 | 71,5                       | 10,7                       | 20,1          | 27,1           |
| ZPK Figura      | 13,1              | 93                              | 72,7               | 72,3                       | 10,6                       | 19,5          | 28,0           |
| ZPK KWS<br>Ozon | 11,5              | 94                              | 73,9               | 72,6                       | 10,7                       | 20,0          | 29,4           |
| ZPK Lavantus    | 11,6              | 93                              | 72,2               | 72,6                       | 8,2                        | 16,2          | 22,0           |
| ZPK Ostroga     | 11,9              | 97                              | 73,1               | 71,9                       | 9,3                        | 17,7          | 21,2           |
| ZPK Patras      | 11,3              | 92                              | 73,3               | 73,1                       | 8,6                        | 16,4          | 23,3           |
| ZPK Sailor      | 12,1              | 94                              | 72,1               | 72,2                       | 9,6                        | 18,2          | 24,5           |
| ZPK M9          | 12                | 91                              | 72,8               | 71,1                       | 10,5                       | 20,4          | 26,6           |
| <b>Średnia</b>  | <b>11,9</b>       | <b>93,6</b>                     | <b>73,1</b>        | <b>72,3</b>                | <b>10</b>                  | <b>19,0</b>   | <b>25,6</b>    |
| <b>Minimum</b>  | <b>11,3</b>       | <b>91</b>                       | <b>72,1</b>        | <b>71,1</b>                | <b>8,2</b>                 | <b>16,2</b>   | <b>21,2</b>    |
| <b>Maksimum</b> | <b>13,1</b>       | <b>97</b>                       | <b>75</b>          | <b>73,2</b>                | <b>11</b>                  | <b>21,5</b>   | <b>29,4</b>    |

Średnia wartość masy hektolitra była relatywnie wysoka i wyniosła 73,1kg. Najniższa była dla ZPK Sailor (72,1kg), a najwyższa dla ZPK Bamberka (75,0 kg). Wilgotność nasion była relatywnie niska, co było skutkiem wysokich temperatur powietrza w końcowym okresie

wegetacji i w czasie zbiorów. Wyniosła 11,9% (11,3% - 13,1%). Zdolność kiełkowania wszystkich obiektów kształtowała się powyżej 90%. Średnia wartość tego parametru wyniosła 93,6%. Najniższą zdolność kiełkowania zanotowano dla ZPK M9 (91,0%), a najwyższą dla ZPK Ostroga (97%).

### **Podzadanie 3. Ocena starych odmian pszenicy ozimej w aspekcie ich przydatności do uprawy w warunkach ekologicznych oraz rozmnożenie 3. odmian do dalszej reprodukcji.**

Założono doświadczenie ściśle z 30. starymi odmianami pszenicy ozimej w 4. powtórzeniach. Powierzchnia poletek do zbioru wynosiła 10 m<sup>2</sup>.

Wysiano 4. wytypowane stare odmiany (Oda, Alba, Muszelka, Roma) do rozmnożenia, każdą na powierzchni 0,01 ha,

Przeprowadzono ocenę zdrowotności roślin i ważniejszych faz rozwojowych (przezimowanie, kłoszenie wysokość roślin, wyleganie przed zbiorem), zbiór, suszenie i czyszczenie nasion, Oceniono plonowani poszczególnych populacji ZPK i parametry fizyczne nasion (wilgotność nasion, masa hektolitra, MTZ) oraz zdolność kiełkowania.

### **Wyniki**

Średni plon ocenianych odmian (Tab. 6.) wyniósł 5,14 t/ha i był adekwatny do warunków pogodowych w sezonie wegetacyjnym. Najwyższy plon na poziomie 6,67 t/ha zanotowano dla odmiany nr 7 (Mikula). Plony powyżej 6 t/ha i wyższych zanotowano dla odmian nr 4 (Waridana - 6,0 t/ha), nr 17 (Liryka - 6,35 t/ha), nr 20 (Zawisza - 6,35 t/ha). Szereg odmian plonowało powyżej 5,5 t/ha (nr 1 Wanda, nr 2 Roma, nr 6-Muza, nr 8 Finezja, nr 9 Begra). Najniższe plony zanotowano dla odmian nr 27 (Bogatka - 3,93 t/ha), nr 30 (Muszelka - 4,0 t/ha), nr 29 (Kompana -4,1 t/ha), nr 25 Blondynka -4,05 t/ha), nr 6 (Parada - 4,05 t/ha), nr 5 (Nadobna - 4,12 t/ha), nr 23 (Ostka Grodkowicka - 4,4 t/ha).

Dla cechy przezimowanie (oceniane w skali 1-9), zanotowano wartości 8 i 9. Oznacza to, że przezimowanie było na wysokim poziomie. Średnia wartość cechy kłoszenie, wyrażona w liczbie dni od 1.01.2024, wyniosła 142 dni. Najwcześniejsze były odmiany nr 9 (Begra - 138 dni), orz nr 5 (Nadobna), nr 7 (Mikula), nr 10 (Grana) - 139 dni. Najpóźniejsze były odmiany nr 1 (Wanda), nr 13 (Rota), nr 15 (Egipcjanka), nr 20 (Zawisza), nr 21 (Almari), nr 25 (Blondynka) - 144-145 dni.

Średnia wysokość roślin wyniosła 99,3 cm. Najniższą wysokość osiągnęły krótkosłome odmiany nr 30 (Muszelka - 74,5 cm) oraz nr 29 (Kompana - 77,5 cm). Najwyższą wysokość osiągnęły odmiany nr 19 (Squarehead - 146,5 cm), nr 23 (Ostka Grodkowicka -146 cm, nr 15 (Egipcjanka - 145 cm, nr 25 (Blondynka - 138,5 cm). Wysokość tych odmian była skorelowana z wysokim wyleganiem roślin.

Wyleganie roślin w skali 1-9 było zróżnicowane w zakresie od 4 (najwyższe wyleganie) do 9 (brak wylegania). Najwyższe wyleganie zanotowano dla odmian nr 19 (Squarehead - 4), nr 15 (Egipcjanka - 5), nr 23 (Ostka Grodkowicka -6), nr 25 (Blondynka -6), nr 18 (Salwa - 6).

**Tabela 6.** Plon oraz ważniejsze cechy rolnicze starych odmian pszenicy ozimej (wartości średnie z 4. powtórzeń). Powierzchnia poletka 10 m kw. Radzików 2024

| L.p. | Odmiana           | Plon [t/ha] | Przezimowanie<br>(skala 1-9) | Kłoszenie dni<br>od 1.01.2024 | Wysokość<br>roślin [cm] | Wyleganie<br>(skala 1-9) |
|------|-------------------|-------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------|--------------------------|
| 1    | Wanda             | 5,68        | 9                            | 145                           | 91,0                    | 9                        |
| 2    | Roma              | 5,78        | 9                            | 141                           | 93,5                    | 9                        |
| 3    | Satyna            | 5,18        | 9                            | 141                           | 85,5                    | 9                        |
| 4    | Waridana          | 6,00        | 9                            | 140                           | 84,5                    | 8                        |
| 5    | Nadobna           | 4,12        | 8                            | 139                           | 86,5                    | 8                        |
| 6    | Muza              | 5,92        | 9                            | 140                           | 90,0                    | 9                        |
| 7    | Mikula            | 6,67        | 9                            | 139                           | 87,5                    | 8                        |
| 8    | Finezja           | 5,85        | 9                            | 141                           | 96,5                    | 9                        |
| 9    | Begra             | 5,87        | 9                            | 138                           | 92,5                    | 9                        |
| 10   | Grana             | 5,42        | 9                            | 139                           | 98,0                    | 7                        |
| 11   | Nateja            | 4,78        | 9                            | 142                           | 92,0                    | 7                        |
| 12   | Forkida           | 5,30        | 9                            | 140                           | 86,0                    | 9                        |
| 13   | Rota              | 5,45        | 9                            | 145                           | 104,5                   | 9                        |
| 14   | Wydma             | 4,45        | 8                            | 141                           | 90,0                    | 9                        |
| 15   | Egipcjanka        | 5,03        | 8                            | 144                           | 145                     | 5                        |
| 16   | Oda               | 5,12        | 9                            | 141                           | 102,5                   | 7                        |
| 17   | Liryka            | 6,35        | 9                            | 140                           | 98,0                    | 7                        |
| 18   | Salwa             | 5,25        | 9                            | 140                           | 96,5                    | 6                        |
| 19   | Squarehead        | 4,68        | 9                            | 145                           | 146,5                   | 4                        |
| 20   | Zawisza           | 6,35        | 9                            | 144                           | 102,5                   | 9                        |
| 21   | Almari            | 5,95        | 8                            | 145                           | 102,0                   | 9                        |
| 22   | Tercja            | 4,68        | 9                            | 141                           | 97,5                    | 8                        |
| 23   | Ostka Grodkowicka | 4,40        | 9                            | 143                           | 146,0                   | 6                        |
| 24   | Symetria          | 4,78        | 9                            | 142                           | 87,5                    | 7                        |
| 25   | Blondynka         | 4,05        | 9                            | 145                           | 138,5                   | 6                        |
| 26   | Parada            | 4,05        | 8                            | 143                           | 82,0                    | 7                        |
| 27   | Bogatka           | 3,93        | 9                            | 141                           | 86,0                    | 7                        |
| 28   | Korweta           | 5,03        | 9                            | 141                           | 97,5                    | 8                        |
| 29   | Kompana           | 4,10        | 9                            | 143                           | 74,5                    | 9                        |
| 30   | Muszelka          | 4,00        | 8                            | 144                           | 77,5                    | 9                        |
|      | <b>Minimum</b>    | <b>3,93</b> | <b>8,00</b>                  | <b>138</b>                    | <b>74,5</b>             | <b>4</b>                 |
|      | <b>Maksimum</b>   | <b>6,67</b> | <b>9,00</b>                  | <b>145</b>                    | <b>146,5</b>            | <b>9</b>                 |
|      | <b>Średnia</b>    | <b>5,14</b> | <b>8,80</b>                  | <b>142</b>                    | <b>99,3</b>             | <b>8</b>                 |

Wysokie temperatury powietrza i niski poziom opadów oraz znacząco skrócony okres wegetacji były czynnikami, które nie sprzyjały rozwojowi chorób grzybowych (Tab. 7.). Wyjątkiem była rdza żółta, która w większym stopniu wystąpiła na ocenianych odmianach. Najwyższy stopień porażenia rdzą żółtą (w skali 1-9) zanotowano w odmianach nr 5 (Nadobna – 1,5), nr 4 (Waridana – 4,0), nr 11 (Nateja – 4,5), nr 12 (Forkida – 4,5), nr 14 (Wydma -5), nr 22 (Tercja – 5) nr 1 (Wanda – 5,5), nr 27 (Bogatka – 5,5).

**Tabela 7.** Podatność badanych starych odmian pszenicy ozimej na główne choroby grzybowe suszę, stopień porażenia ziarna i zawartość ergosterolu. Wartości średnie z 4. powtórzeń. Powierzchnia poletka 10 m kw. Radzików, 2024.

| L.p. | Odmiana              | Rdza<br>żółta | Susza<br>(14.06)<br>skala 1-9 | Rdza<br>brunatna<br>(20.06)<br>skala 1-9 | Septorioza<br>(26.06)<br>skala 1-9 | Indeks<br>fuzariozy<br>kłosów<br>(%) 26.06 | FDK<br>[%] | Ergosterol<br>[mg/kg] |
|------|----------------------|---------------|-------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------|------------|-----------------------|
| 1    | Wanda                | 5,5           | 6,5                           | 9                                        | 9                                  | 1,5                                        | 0          | 11                    |
| 2    | Roma                 | 9             | 7,5                           | 9                                        | 8,5                                | 0,8                                        | 0,1        | 8,3                   |
| 3    | Satyna               | 9             | 8                             | 8                                        | 8,5                                | 0,8                                        | 0,3        | 10,4                  |
| 4    | Waridana             | 4             | 9                             | 9                                        | 9                                  | 4,5                                        | 0,8        | 6,9                   |
| 5    | Nadobna              | 1,5           | 6,5                           | 9                                        | 9                                  | 4,5                                        | 2,3        | 8,7                   |
| 6    | Muza                 | 5,5           | 8,5                           | 9                                        | 9                                  | 0                                          | 1,3        | 8,9                   |
| 7    | Mikula               | 7,5           | 7                             | 9                                        | 9                                  | 0                                          | 0          | 7,8                   |
| 8    | Finezja              | 9             | 6                             | 8                                        | 7,5                                | 0                                          | 0,4        | 7,1                   |
| 9    | Begra                | 9             | 4,5                           | 9                                        | 7                                  | 0                                          | 0,3        | 7,7                   |
| 10   | Grana                | 8             | 7                             | 9                                        | 9                                  | 1,5                                        | 0,9        | 6,5                   |
| 11   | Nateja               | 4,5           | 5,5                           | 9                                        | 9                                  | 0,5                                        | 0          | 8,6                   |
| 12   | Forkida              | 4,5           | 6,5                           | 8                                        | 9                                  | 1,5                                        | 2,2        | 8                     |
| 13   | Rota                 | 9             | 9                             | 9                                        | 9                                  | 2,8                                        | 0,6        | 5,1                   |
| 14   | Wydma                | 5             | 6,5                           | 9                                        | 9                                  | 0,8                                        | 0,3        | 6,4                   |
| 15   | Egipcjanka           | 8             | 9                             | 8                                        | 9                                  | 1,5                                        | 0,9        | 4,1                   |
| 16   | Oda                  | 9             | 9                             | 8                                        | 8                                  | 3                                          | 1,3        | 7                     |
| 17   | Liryka (Begra)       | 9             | 7,5                           | 9                                        | 9                                  | 3,5                                        | 0,7        | 6,6                   |
| 18   | Salwa                | 9             | 7                             | 9                                        | 9                                  | 1,5                                        | 1,1        | 7                     |
| 19   | Squarhead            | 8,5           | 7,5                           | 9                                        | 9                                  | 3                                          | 0,1        | 4,7                   |
| 20   | Zawisza              | 8             | 6                             | 8                                        | 7,5                                | 0,8                                        | 0,2        | 4,6                   |
| 21   | Almari               | 9             | 7,5                           | 9                                        | 9                                  | 2                                          | 0,2        | 5,8                   |
| 22   | Tercja               | 5             | 6,5                           | 9                                        | 9                                  | 0                                          | 0          | 5,9                   |
| 23   | Ostka<br>Grodkowicka | 9             | 8,5                           | 9                                        | 9                                  | 1,5                                        | 0,1        | 6,8                   |
| 24   | Symetria             | 9             | 6,5                           | 9                                        | 9                                  | 0                                          | 0,4        | 9,3                   |
| 25   | Blondynka            | 7,5           | 8,5                           | 9                                        | 9                                  | 0                                          | 0,4        | 6,6                   |
| 26   | Parada               | 8             | 7                             | 8,5                                      | 7,5                                | 1,5                                        | 0,3        | 9,3                   |
| 27   | Bogatka              | 5,5           | 8,5                           | 9                                        | 9                                  | 1,8                                        | 0          | 8,1                   |
| 28   | Korweta              | 9             | 5,5                           | 9                                        | 9                                  | 4,2                                        | 0,8        | 9,5                   |
| 29   | Kampana              | 9             | 8                             | 8                                        | 9                                  | 6,2                                        | 0,6        | 10,9                  |
| 30   | Muszelka             | 9             | 9                             | 9                                        | 8,5                                | 8,1                                        | 1,2        | 11,5                  |

Zróżnicowana była również odporność na suszę, monitorowana w skali 1-9. Najbardziej podatne były odmiany nr 9 (Begra -4,5), nr 11 (Nateja -5,5), nr 8 (Finezja -6). Średni stopień odporności na suszę (6,5) wykazało kilka odmian, nr 1 Wanda, nr 5 Nadobna, nr 12 Forkida, nr 14 Wydma, nr 22 Wydma, nr 22 Tercja i nr 24 Tercja.

**Tabela 8.** Ocena cech jakościowych starych odmian pszenicy ozimej, zbiór 2024.

| L.p. | Odmiana           | Wilgotność [%] | Zdolność kiełkowania [%] | MTZ [g]     | Skrobia SM [%] | Białko [%]  | Gluten [%] | Zeleny [ml] |
|------|-------------------|----------------|--------------------------|-------------|----------------|-------------|------------|-------------|
| 1    | Wanda             | 12,8           | 94                       | 39,5        | 71,9           | 10,1        | 19,7       | 26,8        |
| 2    | Roma              | 12,6           | 92                       | 39,7        | 69,7           | 11,7        | 20,5       | 31,2        |
| 3    | Satyna            | 12,6           | 97                       | 38,7        | 71,6           | 10,9        | 21,1       | 27,4        |
| 4    | Waridana          | 12,5           | 93                       | 40,6        | 71,4           | 11,2        | 21,6       | 29,3        |
| 5    | Nadobna           | 12,7           | 94                       | 31,5        | 72,3           | 11          | 21         | 27,9        |
| 6    | Muza              | 12,5           | 95                       | 40,9        | 70,7           | 12          | 22,1       | 33,3        |
| 7    | Mikula            | 12,3           | 96                       | 40,6        | 71,9           | 10,9        | 20,6       | 28,8        |
| 8    | Finezja           | 12,8           | 93                       | 39,6        | 73,4           | 10,6        | 20,4       | 27,7        |
| 9    | Begra             | 12,6           | 95                       | 45,7        | 71,2           | 12,2        | 24,6       | 34,6        |
| 10   | Grana             | 12,7           | 98                       | 43,3        | 71,2           | 10,3        | 19,5       | 27,1        |
| 11   | Nateja            | 12,7           | 94                       | 39,3        | 73,7           | 9,7         | 18,6       | 24,7        |
| 12   | Forkida           | 12,5           | 92                       | 41          | 70,5           | 9,6         | 18,5       | 23,6        |
| 13   | Rota              | 12,6           | 98                       | 34,9        | 71             | 10,5        | 19,3       | 26,7        |
| 14   | Wydma             | 12,6           | 97                       | 35,6        | 73             | 10,8        | 20,8       | 27,9        |
| 15   | Egipcjanka        | 12,2           | 99                       | 40,2        | 70,6           | 11,7        | 22,2       | 31,9        |
| 16   | Oda               | 12,7           | 94                       | 39,8        | 71,5           | 10          | 19,1       | 24,6        |
| 17   | Liryka            | 12,6           | 96                       | 41,3        | 73,1           | 9,5         | 18,3       | 21,7        |
| 18   | Salwa             | 13             | 95                       | 41,2        | 73,4           | 10          | 19,3       | 25,5        |
| 19   | Squarehead        | 12,5           | 96                       | 37,3        | 73             | 11,3        | 22,1       | 30,5        |
| 20   | Zawisza           | 12,9           | 94                       | 37,7        | 73,4           | 9,6         | 17,8       | 21,5        |
| 21   | Almari            | 12,6           | 98                       | 44,9        | 73,1           | 9,7         | 18,8       | 24,9        |
| 22   | Tercja            | 12,6           | 99                       | 36,5        | 71,5           | 10,4        | 19,2       | 25          |
| 23   | Ostka Grodkowicka | 12,6           | 94                       | 42          | 70,2           | 11,8        | 22,1       | 32,3        |
| 24   | Symetria          | 12,5           | 96                       | 36,6        | 72,1           | 10,2        | 19,2       | 25,4        |
| 25   | Blondynka         | 12,6           | 96                       | 40,9        | 71,2           | 11,6        | 22,1       | 31,5        |
| 26   | Parada            | 12,4           | 99                       | 34,6        | 71,8           | 9,7         | 17,8       | 22,2        |
| 27   | Bogatka           | 12,5           | 96                       | 39,2        | 72,8           | 9,7         | 18,8       | 25          |
| 28   | Korweta           | 12,6           | 94                       | 39,5        | 72,6           | 9           | 16,4       | 20          |
| 29   | Kompana           | 12,9           | 93                       | 31,1        | 72,7           | 8,6         | 15,4       | 17,4        |
| 30   | Muszelka          | 12,6           | 97                       | 34,4        | 72,2           | 9,2         | 17,4       | 20,9        |
|      | <b>Średnia</b>    | <b>12,6</b>    | <b>95,5</b>              | <b>38,9</b> | <b>72</b>      | <b>10,5</b> | 19,8       | 26,6        |
|      | <b>Minimum</b>    | <b>12,2</b>    | <b>92</b>                | <b>31,1</b> | <b>69,7</b>    | <b>8,6</b>  | 15,4       | 17,4        |
|      | <b>Maksimum</b>   | <b>13</b>      | <b>99</b>                | <b>45,7</b> | <b>73,7</b>    | <b>12,2</b> | 24,6       | 34,6        |

Spośród ocenianych odmian jedynie większą wrażliwość na fuzariozę kłosów wykazały krótkosłome odmiany nr 29 Kampana i 30 Muszelka.

Przedmiotem rozmnożenia były 4 odmiany wytypowane w poprzednim etapie badań (2023 r.) jako najbardziej perspektywiczne do zastosowania w rolnictwie ekologicznym. Każdą z tych odmian wysiano na powierzchni 0,01 ha. Wyniki zbioru nasion przedstawiono w tabeli 9.

**Tabela 9.** Plon i inne cechy agrotechniczne nasion 4. rozmnażanych starych odmian pszenicy ozimej w Radzikowie w roku 2024.

| Odmiana        | MTZ (g)     | Plon [t/ha] | Zawartość białka (%) | Zawartość skrobi (%) | Masa Hl [kg] | Gluten [%]  | Zeleny [ml] |
|----------------|-------------|-------------|----------------------|----------------------|--------------|-------------|-------------|
| Alba           | 42,7        | 7,4         | 11,8                 | 71,6                 | 74,4         | 23,6        | 33,2        |
| Muszelka       | 39,4        | 6,2         | 10,7                 | 72,4                 | 69,7         | 20,1        | 27,6        |
| Oda            | 43,3        | 7,1         | 10,9                 | 70,2                 | 72,3         | 19,7        | 29,7        |
| Roma           | 42,5        | 6,4         | 10,6                 | 73                   | 72,4         | 20,4        | 28,1        |
| <i>średnia</i> | <i>42,0</i> | <i>6,8</i>  | <i>11</i>            | <i>71,8</i>          | <i>72,2</i>  | <i>21,0</i> | <i>29,7</i> |

**Tabela 10.** Podatność rozmnażanych 4 starych odmian pszenicy ozimej na główne choroby grzybowe oraz suszę (skala 1-9). Wartości średnie z 4. powtórzeń. Radzików, 2024

| Odmiana  | Rdza żółta (1-9) | Rdza brunatna (20.06) skala 1-9 | Septorioza (26.06) skala 1-9 | Indeks fuzariozy kłosów (%) 26.06 | Susza (14.06) skala 1-9 | FDK [%] | Ergosterol [mg/kg] |
|----------|------------------|---------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|---------|--------------------|
| Roma     | 9                | 9                               | 8,5                          | 0,8                               | 7,5                     | 1,5     | 9,1                |
| Oda      | 9                | 8                               | 8                            | 3                                 | 9                       | 1,2     | 10                 |
| Muszelka | 9                | 9                               | 8,5                          | 6                                 | 9                       | 1,6     | 11,1               |
| Alba     | 8,5              | 9                               | 8,5                          | 4                                 | 9                       | 1       | 9,5                |

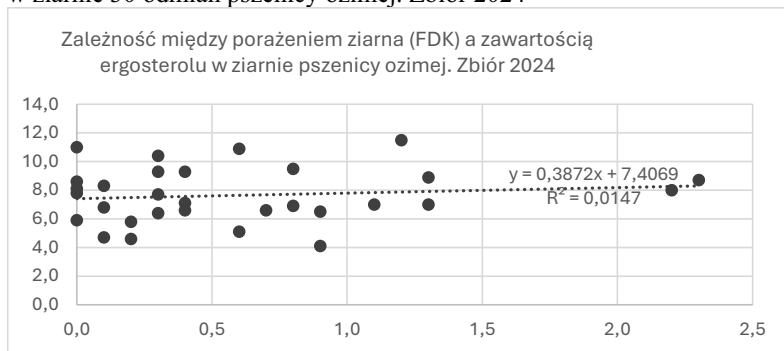
W 2024 r. przeprowadzono pierwszy etap rozmnożenia wytypowanych na podstawie plonu i innych cech rolniczych starych odmian pszenicy ozimej. Najwyższe plony nasion uzyskano dla odmian Alba (7,4 t/ha) i Oda (7,1 t/ha). Plony odmian Muszelka i Roma wyniosły odpowiednio 6,2 t/ha i 6,4 t/ha. Odmiana Alba wykazała najwyższą masę hektolitra – 74,4 kg. Poziom cech rolniczych generalnie był dość korzystny. Jedynie odmiana Muszelka wykazała najniższą MTZ – 39,4 oraz najniższą masę hektolitra – 69,7 kg. Wszystkie odmiany wykazały zadawalającą odporność na choroby grzybowe oraz na suszę, poza odmianą Roma, której odporność na suszę była niższa -7,5 w skali 1-9.

#### Podzadanie 4. Ocena parametrów jakościowych nasion złożonych populacji krzyżówkowych i starych odmian

Ocena składu nasion: zawartości skrobi, białka, parametrów technologicznych przy zastosowaniu techniki spektroskopii bliskiej podczerwieni (NIRS)

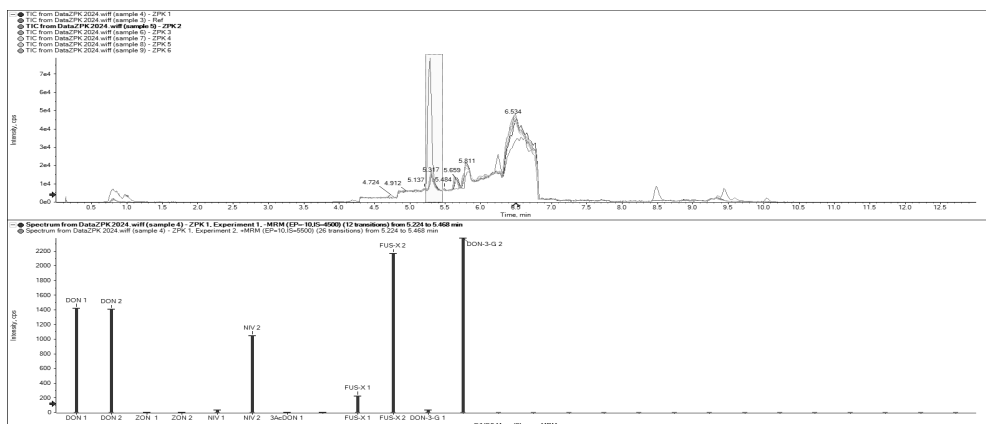
Oznaczono zawartości mikotoksyn fuzaryjnych w ziarnie techniką chromatografii cieczowej sprzężonej ze spektrometrią mas (LC MS/MS).

Rysunek 2. Zależność między stopniem porażenia ziarniaków a zawartością ergosterolu w ziarnie 30 odmian pszenicy ozimej. Zbiór 2024



Wartość technologiczna ziarna pszenicy zależy w głównej mierze od zawartości białka, glutenu mokrego i wartości wskaźnika sedymentacji. Według normy zawartość białka w ziarnie pszenicy wykorzystywanym do produkcji mąki powinna być nie mniejsza niż 10,5% s.m. Spośród 30 odmian jedynie 12 spełniało to kryterium (Tab.8), a najwięcej białka zawierało ziarno odmian Muza (11,9%), Begra (11,8%), Egipcjanka (11,6%) i Roma (11,5%). Najmniej białka zawierało ziarno odmian Kampana (8,8%), Muszelka (9,1%), Korweta (9,3%) i Zawisza (9,6%). Ilość glutenu w ziarnie pszenicy chlebowej powinna wynosić do powyżej 26%. Średnia zawartość glutenu wyniosła 19,8%, a najlepsze okazały się odmiany które zawierały najwięcej białka: Begra (24,6%), Egipcjanka (22,2%), Muza (22,1%), Ostka Grodkowicka (22,1%), Blondynka (22,1%).

- 109 -



Rysunek 3. Przykładowy chromatogram TIC i spektrum mikotoksyn wykrytych w ziarnie ZPK.

W sezonie 2024, jak wspomniano wcześniej, przebieg pogody wpłynął na obniżenie parametrów zebranego ziarna. Długie okresy niedoboru opadów w połączeniu z wysokimi temperaturami spowodowały przyspieszenie wegetacji i skróciły czas na zgromadzenie w ziarnie optymalnej ilości materiału, co przełożyło się na niezbyt wysokie parametry technologiczne zebranego ziarna.

Spośród analizowanych populacji ZPK najlepszymi parametrami charakteryzowały się ZPK Bamberka, ZPK KWS Ozon oraz ZPK Artist (Tab.5.). Najgorsze parametry wykazywały populacje ZPK Lavantus i ZPK Patras. Spośród rozmnażanych odmian najwyższe wartości parametrów technologicznych stwierdzono u odmiany Alba (Tab. 9.).

## Wnioski

1. Spośród 6.rozmnażanych populacji ZPK pszenicy ozimej najwyższy plon nasion uzyskano dla ZPK Bamberka netto 29,9 dt/ha. ZPK Bamberka charakteryzowała się wysoką odpornością na choroby grzybowe, w szczególności na rdzę żółtą oraz korzystnymi cechami rolniczymi. Ponadto wysokie plony nasion uzyskano dla populacji ZPK Arkadia (27,2 dt/ha) i dla populacji ZPK Artist (26,8 dt/ha).
2. W doświadczeniu ścisłym z 10. populacjami ZPK wykazano, że średni plon nasion badanych obiektów w przeliczeniu na hektar wyniósł 5 ton. Najwyższy plon na poziomie 5,6 t/ha uzyskano dla ZPK Artist. Ponadto plony powyżej 5 ton/ha zanotowano dla obiektów ZPK Arkadia – 5,1 t/ha, ZPK KWS Ozon – 5,3 t/ha, ZPK M9 – 5,1 t/ha.
3. Przechowywanie obiektów kształtowało się na wysokim poziomie. Liczba dni od 1.01.2024 do kłoszenia najwcześniejszego obiektu wyniosła 138 dni (ZPK Patras), a dla najpóźniejszego 145 dni (KWS Ozon). Wysokość roślin wyniosła od 90 cm (ZPK Sailor) do 98 cm (ZPK Ostroga). Badane populacje ZPK wykazały małą tendencję do wylegania.
4. Warunki do wystąpienia chorób grzybowych w sezonie wegetacyjnym 2024 były niesprzyjające. Jedynie w średnim nasileniu zanotowano wystąpienie rdzy żółtej. Najbardziej porażone w skali 1-9 zanotowano dla ZPK Arkadia (5,3), a średnim stopniu septoriozą i fuzariozą kłosów było niskie. Na suszę, w skali 1-9 najmniej odporne były obiekty ZPK Ostroga (6,0), ZPK Patras (6,8) i ZPK Figura (7,2).

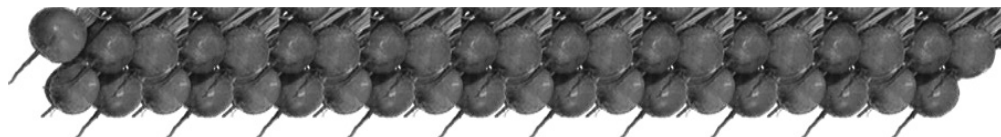
5. Średnia zawartość białka w badanych obiektach wyniosła 10,0% i generalnie była na niskim poziomie, co pozostaje w związku z warunkami pogodowymi w okresie wegetacji. Najniższy poziom białka zanotowano dla ZPK Lavantus -8,2%, a najwyższy dla ZPK Artist -11,0%. Zawartość skrobi była bardzo mało zróżnicowana w zakresie od 71,1% (ZPK M9) do 73,2% (ZPK Arkadia -73 %). Najniższą masę hektolitra zanotowano dla ZPK Sailor - 72,1 kg, a najwyższą dla ZPK Bamberka -75,0 kg. %). Zdolność kielkowania wszystkich obiektów kształtowała się powyżej 90%. Średnia wartość tego parametru wyniosła 93,6%.
6. Średni plon ocenianych 30 starych odmian wyniósł 5,14 t/ha.. Najwyższy plon na poziomie 6,67 t/ha zanotowano dla odmiany Mikula. Plony powyżej 6 t/ha zanotowano dla odmian (Waridana - 6,0 t/ha, Liryka – 6,35 t/ha, Zawisza – 6,35 t/ha. Przewymiarowanie odmian było na wysokim poziomie. Najwcześniejsze pod względem kłoszenia były odmiany Begra, Nadobna, Mikula, Grana. Najpóźniejsze były odmiany Wanda, Rota, Egipcjanka, Zawisza, Almari, Blondynka.
7. Najniższą wysokość osiągnęły krótkosłome odmiany Muszelka – 74,5 cm oraz Kompana – 77,5 cm. Najwyższą wysokość osiągnęły odmiany Squarehead – 146,5 cm, Ostka Grodkowicka -146 cm, Egipcjanka – 145 cm, Blondynka – 138,5 cm. Wysokość tych odmian była skorelowana z wysokim wyleganiem roślin. Najwyższe wyleganie, w skali 1-9, zanotowano dla odmian Squarehead – 4, Egipcjanka – 5, Ostka Grodkowicka -6, Blondynka -6, Salwa – 6.
8. Najwyższy stopień porażenia rdzą żółtą (w skali 1-9) zanotowano w odmianach Nadobna – 1,5, Waridana – 4,0, Nateja – 4,5, Forkida – 4,5, Wydma -5, Tercja – 5, Wanda – 5,5, Bogatka – 5,5. Na suszę, w skali 1-9, najbardziej podatne były odmiany (Begra -4,5, Nateja -5,5, Finezja -6. Średni stopień odporności na suszę (6,5) wykazało kilka odmian, Wanda, Nadobna, Forkida, Wydma, Tercja. Spośród ocenianych odmian jedynie większą wrażliwość na fuzariozę kłosów wykazały krótkosłome odmiany Kampana i Muszelka.
9. W wyniku rozmnożenia na powierzchni 0,01 ha 4. wytypowanych w poprzednim sezonie odmian: Roma, Oda, Muszelka i Alba, uzyskano od 62 do 74 kg nasion do dalszej reprodukcji. Odmiany charakteryzowały się korzystnymi cechami rolniczymi, odpornością na choroby grzybowe.
10. Ze względu na brak opadów i wysokie temperatury panujące w okresie kwitnienia pszenicy, sztuczne zakażenie kłosów było niewielkie, na co wskazują zarówno bardzo niskie wartości Indeksu fuzariozy kłosów jak też stopnia uszkodzeń ziarniaków oraz bardzo niskie stężenie mikotoksyn fuzaryjnych.
11. Spośród badanych ZPK najlepszymi parametrami charakteryzowały się ZPK Bamberka, ZPK KWS Ozon oraz ZPK Artist. Najniższe parametry wykazywały populacje ZPK Lavantus i ZPK Patras. Spośród rozmnażanych odmian najwyższe wartości parametrów technologicznych stwierdzono u odmiany Alba.
12. **ZPK Bamberka i ZPK Artist wytypowano do zgłoszenia do rejestracji w charakterze heterogenicznego materiału rozmnożeniowego do uprawy w gospodarstwach ekologicznych w Centralnym Ośrodku Badania Odmian Roślin Uprawnych. W przygotowaniu jest dokumentacja zgłoszeniowa.**
13. Spośród badanych starych odmian pszenicy najlepszą przydatność do celów konsumpcyjnych wykazały odmiany Begra, Muza, Egipcjanka i Roma.



## **STRESZCZENIE Z BADAŃ PROWADZONYCH NA RZECZ ROLNICTWA EKOLOGICZNEGO W 2024 r.**

**Decyzja Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi  
z dnia 18.04.2024 r., nr DEJ.re.765.4.2024**

**Badania w zakresie oceny produktywności ekologicznego materiału rozmnożeniowego buraka ćwikłowego otrzymanego w I roku uprawy oraz opracowania ekologicznych metod zwiększenia jego potencjału plonotwórczego w drugim roku produkcji nasiennej, z uwzględnieniem zasad dobrej praktyki i czynników usprawniających produkcję wraz z wytycznymi (kompleksowy przewodnik – 2 letniej produkcji buraka ćwikłowego na nasiona).**



**Kierownik zadania: dr Regina Janas**

**Zespół wykonawców: Lidia Sas-Paszt, Mieczysław Grzesik, Paweł Trzciniński, Anna Lisek, Krzysztof Górnik, Aleksandra Wojska, Katarzyna Traczyk**

**Instytut Ogrodnictwa - PIB, Skierniewice**

**Skierniewice 2024**

## 1. Wstęp

Burak ćwikłowy należy do dwuletnich gatunków roślin warzywnych. W I roku uprawy wytwarza korzenie spichrzowe, które w produkcji nasiennej nazywa się wysadkami, stanowiącymi materiał rozmnożeniowy, służący do reprodukcji nasion w II roku uprawy tego gatunku. Uprawa buraka ćwikłowego na nasiona w systemach ekologicznych wymaga więc nie tylko specjalistycznej wiedzy z zakresu produkcji ekologicznej, ale przede wszystkim nasiennictwa roślin warzywnych. O ile uprawa większości gatunków roślin warzywnych tzw. konsumpcyjnych jest producentom powszechnie znana, wsparta licznymi doniesieniami literatury krajowej i zagranicznej, uprawa warzyw na nasiona, a zwłaszcza gatunków dwuletnich, stwarza nadal duże problemy. Najważniejsze z nich, determinujące plantatorów to : zwiększone koszty produkcji związane z dwuletnimi nakładami robocizny na zabiegi agrotechniczne i pielęgnacyjne, środki ochrony roślin, zbiory i przechowywanie wysadków, straty materiału rozmnożeniowego podczas składowania oraz zakładanie plantacji nasiennej w II roku produkcji. Poważną uciążliwośćią w ekologicznej reprodukcji nasion roślin warzywnych jest także brak programów ochrony plantacji nasiennych oraz niedobór środków biologicznych, dozwolonych do stosowania w uprawach poszczególnych gatunków. Badania wskazują, że wiele środków ochrony roślin zalecanych do stosowania w uprawach warzyw przeznaczonych do konsumpcji, nie wykazuje oczekiwanej skuteczności w uprawach na nasiona, niekorzystnie oddziałując na zawiązywanie nasion, plon ilościowy i jakościowy. Znaczący wpływ na sukces produkcji nasiennej mają również kompleksowe zabiegi agrotechniczne, w największym stopniu modyfikujące architekturę nasiennika (pokrój roślin nasiennych) oraz systematycznie pogłębiania wiedza z zakresu nasiennictwa roślin warzywnych. Transfer takiej wiedzy do praktyki jest także poważnym problemem, gdyż brakuje specjalistów z tej dziedziny, a tematy badawcze z zakresu produkcji nasiennej roślin warzywnych są marginalizowane na korzyść biotechnologii, genomiki i innych.

**Celem badań** była ocena produktywności ekologicznego materiału rozmnożeniowego buraka ćwikłowego otrzymanego w I roku uprawy i opracowanie ekologicznych metod zwiększenia jego potencjału plonotwórczego w II roku uprawy na nasiona, zgodnych z zasadami dobrej praktyki oraz opracowanie kompleksowego przewodnika wraz z wytycznymi w zakresie prowadzenia produkcji nasiennej buraka ćwikłowego.

## 2. Metodyka badań

Badania prowadzone w roku bieżącym były kontynuacją doświadczeń rozpoczętych w 2023 roku w zakresie opracowania kompleksowej technologii produkcji buraka ćwikłowego na nasiona w systemach ekologicznych (cykl dwuletni). W II roku badań prowadzono badania w zakresie oceny produktywności materiału rozmnożeniowego (wysadków) wyprodukowanego dwoma metodami w I roku badań: metodą tradycyjną - wysadkową oraz metodą bezwysadkową (z pozostawieniem wysadków na przezimowanie w gruncie). Oceniono potencjał plonotwórczy ekologicznych wysadków oraz możliwości zwiększenia produktywności w II roku uprawy buraka ćwikłowego na nasiona. W doświadczeniach wykorzystano biorozwiązania rekomendowane pod kątem najlepszej skuteczności ochronnej i stymulującej odporność roślin buraka ćwikłowego po I roku uprawy wysadków oraz nowe, wyizolowane na potrzeby projektu mikroorganizmy pożyteczne, środki biologiczne i metody modyfikujące pokrój nasiennika, optymalizujące architekturę roślin nasiennych w zakresie redukcji pędów wytwarzających nasiona najgorszej jakości (pędy trzeciego rzędu), pod kątem pozyskiwania materiału siewnego najlepszej jakości.

Badania buraka ćwikłowego odmiany Karmazyn uprawianego na nasiona (II rok produkcji) prowadzono w warunkach laboratoryjnych, szklarniowych i polowych. Zaprawiony materiał rozmnożeniowy wysadzano w warunkach szklarniowych i polowych.

**W uprawach szklarniowych** wysadki wysadzano do podłoża glebowych uniwersalnych (Kronen)

w 10 litrowych pojemnikach (doświadczenie wazonowe) po jednej sztuce w pojemniku – w 10 kombinacjach + kontrola nietraktowana. Doświadczenia były prowadzone w 3 powtórzeniach, w każdym po 10 wysadków. W warunkach szklarniowych zgodnie z przyjętą metodyką prowadzono następujące pomiary i obserwacje:

- ✓ kinetyka wzrostu roślin - pomiary biometryczne i dynamika wzrostu roślin określona na podstawie wielokrotnych pomiarów ich wysokości,
- ✓ ocena zależności metod traktowania i ich wpływ na rozpoczęcie poszczególnych faz fenologicznych (tworzenie liści właściwych, strzelanie w pęd nasienny, tworzenie pędów, kwitnienie, zawiązywanie nasion),
- ✓ indeks zawartości chlorofilu w liściach mierzony aparatem Minolta SPAD-502, Konica Minolta,
- ✓ aktywność wymiany gazowej w roślinach buraka ćwikłowego: fotosynteza netto, transpiracja, przewodność szparkowa i stężenie międzykomórkowe CO<sub>2</sub>, mierzone przy pomocy analizatora wymiany gazowej TPS-2, PP Systems, USA,
- ✓ monitoring zdrowotności roślin.

Wskazane testy oceny wzrostu, metabolizmu i zdrowotności roślin są rutynowo stosowane w badaniach z zakresu nasiennictwa. Są powszechnie uznane za użyteczne markery aktywności metabolicznej oraz reakcji roślin na bodźce zewnętrzne, co stwierdzono w opublikowanych wynikach badań i często cytowanej fachowej literaturze krajowej i zagranicznej.

**Wyniki badań laboratoryjnych i szklarniowych weryfikowano w doświadczeniach polowych**, prowadzonych na Certyfikowanym Ekologicznym Polu Doświadczalnym Instytutu Ogrodnictwa. Przedplonem dla upraw buraka ćwikłowego nasiennego była koniczyna. Doświadczenia zakładano w 4 powtórzeniach, w układzie losowanych bloków z wyłączoną kontrolą. Poletka doświadczeń odizolowano od innych upraw **pasami ochronnymi z roślin o szybkich przyrostach biomasy (słonecznika)**. Wysadki wyprodukowane metodą wysadkową, po przechowywaniu, selekcji negatywnej, kalibracji na małe o średnicy 4-6 cm i duże 6-8 cm oraz zaprawianiu, wysadzono w dwóch rozstawach – kwadratowej 30x30 cm i prostokątnej 45x30 cm, 15 kwietnia do gruntu na Certyfikowanym Polu Ekologicznym IO - PIB w Skierniewicach, zgodnie z wymogami agrotechnicznymi dla tego gatunku uprawianego na nasiona.

**Wysadki wyprodukowane metodą bezwysadkową**, zimujące w glebie były ocenione pod kątem mrozoodporności i jakości technologicznej, na podstawie ilości roślin tworzących rozetę liści (przyjętych) oraz uzyskanego plonu nasion i ich jakości. W obydwu prowadzonych równolegle doświadczeniach (metoda wysadkowa i bezwysadkowa) były prowadzone zabiegi agrotechniczne zmierzające do modyfikacji pokroju nasienników, ukierunkowane na uzyskanie najlepszej jakości i zdrowotności nasion (klębków) buraka ćwikłowego oraz zabiegi związane ze zwiększaniem odporności roślin na czynniki biotyczne i abiotyczne, przy pomocy wybranych biostymulatorów, jak również zabiegi ochrony roślin buraka ćwikłowego, stosowane przy silnej presji chorób i szkodników, zgodne z zasadami dobrej praktyki rolniczej w produkcji ekologicznej. Zabiegi opryskiwania i/lub podlewania roślin nasiennych wybranymi środkami oraz mikroorganizmami pożytecznymi wykonywano w razie potrzeby, sukcesywnie, z częstotliwością co 7-10 dni, opryskiwaczem ręcznym, ciśnieniowym, wyposażonym w lancę z końcówką o strumieniu stożkowym, z uwzględnieniem warunków pogodowych. Przyjęto hipotezę, że podstawą skutecznej ochrony nasiennego buraka ćwikłowego przed agrofagami jest **naprzemienne stosowanie środków biologicznych o różnych mechanizmach działania oraz mikroorganizmów pożytecznych i bioproduktów wzbogaconych mikrobiologicznie ze szczególnym uwzględnieniem środków stymulujących odporność roślin (biostymulatorów)** oraz stosowanie różnych metod aplikacji środków biologicznych w uprawach ekologicznych:

- aplikacja doglebowa przed wysadzaniem materiału rozmnożeniowego;
- aplikacja doglebowa w okresie wzrostu wegetatywnego;

- aplikacja dolistna biostymulatorów wzrostu i odporności roślin na czynniki biotyczne i abiotyczne;
- aplikacja dolistna biofungicydów w ochronie buraka ćwikłowego przed chorobami w okresach silnej presji patogenów;
- aplikacja dolistna bioinsektycydów w okresach zagrożenia wysokim zasiedleniem roślin buraka przez szkodniki.

**W obydwu metodach uprawę buraka ćwikłowego w warunkach polowych** prowadzono w dwóch rozstawach – kwadratowej 30x30 cm oraz prostokątnej 30x45 cm.

Do badań rekomendowano środki biologiczne o udowodnionej w I roku doświadczeń najlepszej skuteczności ochronnej, stymulującej odporność roślin, plonotwórczej oraz poprawiającej biologiczne właściwości gleby, jak również nowo wyizolowane z ryzosfery roślin buraka szczepy mikroorganizmów pożytecznych SymbioBanku i bioprodukty wzbogacone mikrobiologicznie. Stosowano je do zaprawiania materiału rozmnożeniowego buraka ćwikłowego oraz aplikowano dolistnie/lub doglebowo w uprawach buraka ćwikłowego na nasiona. Określono wpływ zastosowanych metod biologicznych na produktywność materiału rozmnożeniowego oraz plon i jakość nasion otrzymanych z ekologicznych wysadków.

W ramach doświadczeń polowych prowadzono następujące pomiary i obserwacje:

- dynamiki wzrostu roślin buraka ćwikłowego (pomiary biometryczne roślin);
  - dynamiki procesu jarowizacji;
  - dynamiki tworzenia pędów nasiennych
  - ocenę pokroju nasienników (architektury);
  - dynamiki kwitnienia roślin;
  - dynamiki zawiązywania nasion;
  - indeksu zawartości chlorofilu w liściach, mierzony aparatem Minolta SPAD-502, Konica Minolta – dwukrotny pomiar podczas fazy wegetatywnego rozwoju oraz w fazie generatywnej
  - wymiany gazowej (fotosynteza netto, transpiracja, przewodność szparkowa i stężenie międzykomórkowego CO<sub>2</sub>) mierzonej przy pomocy analizatora wymiany gazowej TPS-2, PP Systems, USA – dwukrotny pomiar – w fazie wegetatywnej i generatywnej;
  - plonu i jakości reprodukowanych nasion;
  - lustracje upraw nasiennego buraka ćwikłowego pod kątem presji chorób;
  - analizy mikrobiologiczne porażonych fragmentów roślin, pobranych w okresie wegetacji buraka ćwikłowego w celu diagnozy sprawców chorób;
  - oceny porażenia roślin przez szkodniki oraz diagnostyka szkodliwej entomofauny;
  - analizy zdrowotności reprodukowanego w doświadczeniach materiału siewnego;
  - oceny produktywności materiału rozmnożeniowego buraka ćwikłowego wyprodukowanego dwoma metodami – wysadkową i bezwysadkową.
- Wymiernym rezultatem badań i prac doświadczalnych było opracowanie drugiej części przewodnika dla producentów z zakresu ekologicznej uprawy buraka ćwikłowego na nasiona w dwuletnim cyklu produkcyjnym.

Tabela 1. Zestawienie wybranych preparatów - do stosowania w rolnictwie ekologicznym - zwiększających potencjał plonotwórczy materiału rozmnożeniowego (wysadków) i roślin nasiennych buraka ćwikłowego, odporność roślin na choroby i szkodniki oraz biologiczne właściwości gleb (Badania własne 2023 -2024 r.)

| Nazwa środka                          | Skład i działanie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Forma aplikacji                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Bakto Kompleks</b>                 | Zawiera pożyteczne dla roślin bakterie z rodzaju <i>Bacillus</i> (5 szczepów), przyspiesza mineralizację resztek pożywnych obornika i poplonów, poprawia strukturę gleby, ogranicza choroby glebowe roślin.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | oprysk należy wykonać tuż przez uprawą gleby 1l/ha preparatu na 200-400 l wody.                                                                                                                              |
| <b>Fungi Zum</b>                      | Zawiera szczep bakterii <i>Paenibacillus polymyxa</i> który działa antagonistycznie na organizmy chorobotwórcze, a równocześnie pozostaje w symbiozie z rośliną. Zawiera również ekstrakt z jęczmienia ( <i>Hordeum sativum</i> ) i ziemniaka ( <i>Solanum tuberosum</i> ) a także mikroelementy. Tworzy ochronny biofilm wokół korzenia, który zabezpiecza roślinę przed działaniem czynników chorobotwórczych takich, jak grzyby i nicienie. Bakteria <i>Paenibacillus polymyxa</i> wchodząca w skład preparatu wytwarza enzym chitynazy, który rozkłada chitynę - główny budulec komórek grzybowych. Dzięki temu uniemożliwia rozwój patogenów. Preparat wykazuje wysoką skuteczność w ograniczaniu mączniaków, parcha i szarej pleśni. Wspomaga również walkę z mszycami. | Zaprawianie nasion – 1l / t nasion/ 10 l wody.<br>Na początku okresu wegetacyjnego – 50 ml/ 10 l cieczy / 100 m <sup>2</sup> i taka sama dawka w przypadku zaobserwowania porażenia roślin przez patogeny.   |
| <b>ZumSil</b>                         | Zawiera kwas ortokrzemowy, który otrzymywany jest z naturalnej, amorficznej ziemi okrzemkowej. ZumSil wyróżnia się wysoką zawartością krzemu (30% H <sub>4</sub> SiO <sub>4</sub> , 8,81% Si). Jest to stymulator wzrostu, stosowany dolistnie odkłada się na powierzchni liści, utrudniając infekcje grzybowe. Po wnikięciu do komórek roślinnych wzmacnia ściany komórkowe oraz podnosi aktywność enzymatyczną, zwiększając wytwarzanie chitynazy. Zwiększa też odporność roślin na przymrozki, ogranicza transpirację wody nawet o 20%, a finalnie zwiększa plon oraz jego jakość.                                                                                                                                                                                         | W standardowym zabiegu dolistnym zaleca się stężenie 0,01% preparatu (oprysk standardowy, moczenie nasion). W przypadku fertygacji zaleca się stężenie 0,03- 0,05%, czyli 1 l preparatu na 2000-3000 l wody. |
| <b>ZumSil + Fungi Zum</b>             | Preparaty stosowane łącznie kompensują działanie ochronne roślin nasiennych przed chorobami i szkodnikami, plonotwórcze oraz stymulujące odporność roślin                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Zaleca się łączne stosowanie preparatów dla zwiększenia produktywności roślin nasiennych                                                                                                                     |
| <b>Green Alga Bioplasma - Bioalga</b> | Preparat zawierający algi słodkowodne ( <i>Chlorella vulgaris</i> ). Szerokie spektrum działania: innowacyjny biostymulator ekspresji potencjału plonotwórczego roślin uprawnych, uodparnia rośliny na stres biotyczny i abiotyczny. Jest najbogatszym w przyrodzie źródłem chlorofilu, wysokiej zawartości mikro i makroelementów m.in. żelaza, wapnia, potas, magnez, cynku, manganu, seleniu, sodu, miedzi, jodu, beta-karotenu i kobaltu, a także witamin: A, B2, B6, B12, C, D, E, K1, PP, biotyny, cholicy i wielu cennych aminokwasów.                                                                                                                                                                                                                                 | Stosowany do zaprawiania nasion, doglebowo i dolistnie.                                                                                                                                                      |
| <b>Bormax</b>                         | Płynny nawóz dolistny zawierający 150 g boru (B) w 1 litrze (11%) w formie boroetanoloaminy. Bor                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Termin stosowania:<br>I: 4–8 liści (BBCH 14–18)                                                                                                                                                              |

|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                   | <p>(B) dostarczany w nawozie BORMAX jest szybciej wchłaniany, przemieszczany i przyswajany przez rośliny niż bor dostarczany roślinom w innych formach. Bor (B) dostarczany w nawozie BORMAX jest szybciej wchłaniany, przemieszczany i przyswajany przez rośliny niż bor dostarczany roślinom w innych formach. Wpływa na prawidłowy wzrost i rozwój najmłodszych części roślin: stożków wzrostu, korzeni (zwłaszcza włóśnikowych – lepsze pobieranie wody i składników pokarmowych), a także pędów, pąków, owoców, prawidłowy przebieg procesu zapłodnienia kwiatów, zwiększenie efektywności pobierania składników pokarmowych, poprawę parametrów jakościowych plonu, lepszą jędrność owoców (działanie synergistyczne z wapniem), zwiększenie odporności roślin na warunki stresowe w okresie uprawy.</p> | <p>II: dziewięć i więcej liści – rozwój rozety (BBCH 19–31)<br/> III: zakrywanie międzyrzędzi (BBCH 32–35)<br/> Na plantacjach z ostrymi objawami deficytu boru zalecane dodatkowe 3–4 zabiegi co 7 dni.<br/> Jednorazowa dawka 1-1,5 l/ha.</p> |
| <b>Cropvit Zn</b> | <p>Zawiera cynk (106,4 g/l). Zapobiega powstawaniu chorób, stymuluje rozwój systemu korzeniowego, zwiększa odporność roślin na suszę. Poprawia mrozoodporność poprzez zwiększenie tolerancji roślin na niskie temperatury.</p> <p>Profilaktyczne stosowanie nawozu w okresie jesienno-wiosennej wegetacji zabezpiecza rośliny przed niedoborem cynku, zwiększa plonowanie oraz poprawia parametry jakościowe plonu. Stosując nawóz interwencyjnie skutecznie niwelujemy braki składników pokarmowych.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <p>Stosowanie: od fazy 4 liści do okresu zwarcia międzyrzędzi 1,0 - 2,0 l/ha preparatu na 200 – 300 l/ha wody.</p>                                                                                                                              |
| <b>Kelpak</b>     | <p>Płynny koncentrat z alg morskich <i>Ecklonia maxima</i>. Zwiększa plon i polepsza jego jakość przez usprawnienie procesów fizjologicznych w roślinach. Łagodzi efekt stresów biotycznych i abiotycznych oraz redukuje szok związany z przesadzeniem/transplantacją. Wpływa na zawartość związków bioaktywnych w korzeniach, owocach. Podnosi trwałość przechowalniczą warzyw i owoców oraz wysokość plonów.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <p>Zalecana dawka: 3-4 l/ha.<br/> Opryskiwać rośliny w fazie 3-4 par liści.</p>                                                                                                                                                                 |
| <b>Biochron</b>   | <p>Zawiera wyciąg z czosnku i octu. Przeznaczony do eliminacji mszyc, przędziorków, wciornastków, miseczników, mączlika, wełnowców i innych szkodników oraz różnych chorób grzybowych pojawiających się na kwiatach, drzewach owocowych oraz warzywach.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <p>Oprysk preparatem 2-3 dni przed występującymi w danym okresie szkodnikami i chorobami - 10 litrów/ 200 l wody.</p>                                                                                                                           |
| <b>Rosahumus</b>  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                 |

## WYNIKI

W ramach badań opracowano ekologiczne metody zwiększające produktywność materiału rozmnożeniowego buraka ćwikłowego, uprawianego na nasiona. W badaniach uwzględniono najważniejsze czynniki i metody optymalizujące produkcję nasienną tego gatunku, jak również środki biologiczne i mikroorganizmy pożyteczne zwiększające potencjał plonotwórczy materiału rozmnożeniowego (wysadków). Porównano **dwie metody produkcji** nasiennej buraka ćwikłowego w systemach ekologicznych: **tradycyjną – wysadkową** oraz **bezwysadkową** (uproszczoną) z pozostawieniem wysadków w gruncie na przetrzymywanie. Wzięto również pod uwagę **kluczowe czynniki agrotechniczne** determinujące produkcję nasienną buraka ćwikłowego: zagęszczenie roślin (rozstawa) i wielkość (średnica) wysadków. Wykazano, że środki biologiczne zastosowane do zaprawiania materiału rozmnożeniowego, otrzymanego z uprawy wysadkowej, istotnie **zwiększyły zdrowotność wysadków** i ograniczyły porażenie fitopatogenami. **Najlepszą skuteczność ochronną** wykazywały preparaty krzemowe (Zumsil) stosowane łącznie z preparatem FungiZum, bioprodukty wzbogacone mikrobiologicznie oraz mikroorganizmy pożyteczne z SymbioBanku. Wyniki badań potwierdziły tezę o ryzyku uprawy bezwysadkowej dwuletnich gatunków warzyw w krajowych warunkach klimatycznych. Wykazano, że mimo, iż jest to metoda ograniczająca nakłady pracy i skracająca cykl produkcji nasiennej, jej wadą jest **zwiększenie zapotrzebowania na nasiona** oraz **ryzyko wymarnięcia roślin**. Przyspieszając rozwój roślin metodą skrócenia okresu jaryzacji, **nie ma także możliwości przeprowadzenia selekcji**, czyli oceny korzeni pod względem wartości użytkowych. Stwierdzono ponadto, iż zdolność kiełkowania nasion buraka ćwikłowego, uzyskanych w badaniach metodą bezwysadkową, była nieco niższa w porównaniu z parametrami kiełkowania nasion pochodzących z roślin uprawianych metodą wysadkową. Zastosowane w doświadczeniach środki biologiczne, zwłaszcza preparaty krzemowe (Zumsil) i FungiZum oraz mikroorganizmy pożyteczne, zwiększyły odporność roślin na niskie temperatury i w efekcie tylko 5% wysadków nie wydało plonu (przemarzło). Znaczącym problemem w doświadczeniach z ekologicznymi wysadkami, zimującymi w gruncie, okazały się gryzonie, które uszkadzały korzenie buraka ćwikłowego.

Wymienione w tabeli 1 środki biologiczne stosowane **do zaprawiania wysadków oraz aplikowane w uprawach** szklarniowych i polowych, **zintensyfikowały efekty ochronne oraz stymulowały wzrost i rozwój roślin nasiennych**, co finalnie **zwiększało aktywność fizjologiczną roślin**, mierzoną wymianą gazową, zawartością chlorofilu w liściach oraz cechami biometrycznymi w porównaniu z kontrolą i pozostałymi kombinacjami. **Aplikowane podczas wegetacji roślin środki biologiczne stymulowały rozwój roślin nasiennych w fazie generatywnej**. W rezultacie rośliny buraka ćwikłowego stabilnie i równomiernie wchodziły w poszczególne fazy fenologiczne, strzelały w pędy nasienne i zakwitały. **Nasienniki wytwarzały większą ilość i masę pędów nasiennych**, a w konsekwencji odnotowano **zwyżki plonów nasion** w porównaniu do innych kombinacji i kontroli. W tym aspekcie istotną rolę odegrały właściwie dobrane czynniki agrotechniczne – rozstawa roślin i średnica wysadków, modyfikujące pokrój nasiennika (architekturę) w kierunku tworzenia największej liczby pędów pierwszego rzędu, z których otrzymuje się najlepszej jakości nasiona oraz ograniczone (poprzez regulację zagęszczenia roślin) rozkrzewianie się roślin i formowanie pędów II i III rzędu, na których formują się nasiona znacznie gorszej jakości. Z większych wysadków (6-8 cm) i rozstawy 30x 30 cm uzyskano więcej pędów nasiennych I rzędu w porównaniu z wysadkami małymi (4-6 cm) i z nasienników uprawianych w rozstawie 45x30 cm. Tak ukształtowany pokrój nasiennika przy wysadkach o większej średnicy warunkował wyższe plony nasion i lepszą ich jakość niż z wysadków o mniejszej średnicy. Aplikacja środków biologicznych i bioproduktów w uprawach buraka ćwikłowego na nasiona istotnie zwiększyła jakość (energię i zdolność kiełkowania), zdrowotność i dorodność (mierzoną masą tysiąca nasion) reprodukowanych w doświadczeniach nasion. Z nasion otrzymanych w obiektach nie traktowanych (kontrola) izolowano głównie grzyby z rodzaju *Alternaria*, *Neocamarosporium betae*, *Cheatomium*,

*Cladosporium herbarum*, liczne gatunki *Fusarium*, *Cercospora beticola*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Epicoccum purpurascens* Zastosowanie ekologicznej osłony roślin nasiennych, zwiększyło zdrowotność roślin i nasion, wyeliminowało lub znacznie zredukowało zasiedlenie mikopatogenami. Potwierdzono najlepszą skuteczność ochronną w tym zakresie preparatów krzemowych oraz komercyjnego preparatu mikrobiologicznego Polyversum. Ich fungistatyczne oddziaływanie utrzymywało się również na etapie wzrostu i rozwoju roślin w warunkach szklarniowych i polowych. Pozostałe środki biologiczne (Biosach C, Kelpak, Chlorella, Cropvit Zn, Fugi Zum, Rosahumus) i mikroorganizmy pożyteczne Symbio Banku aplikowane podczas wegetacji roślin, indukowały wzrost i odporność roślin na choroby i czynniki stresowe, utrzymywały właściwą homeostazę roślin, pozwalającą na optymalny wzrost i rozwój roślin, mimo zmieniających się czynników środowiskowych. Pozwoliło to na utrzymanie wysokiej zdrowotności roślin nasiennych buraka ćwikłowego. Nie stwierdzono występowania

w ekologicznych uprawach nasiennego buraka ćwikłowego najgroźniejszych chorób grzybowych, najczęściej przenoszonych z materiałem siewnym: zgorzeli siewek, plamika buraka, chwościka buraka, mączniaka rzekomego czy rdzy buraka. Opryski roślin preparatami krzemowymi przeciwdziałały również inwazji szkodników. Krzem wchodzący w skład preparatu Zumsil nie tylko usztywniał tkanki roślin nasiennych przeciwdziałając ich wyłęganiu, ale również utrudniał żerowanie szkodników, tworząc dodatkowo swoisty mikrofil na powierzchni liści i łodyg, a więc dodatkową przeszkodę dla szkodników gryzących i ssąco-kłujących. Duże znaczenie w ograniczeniu przetrwania szkodników zimujących w glebie a zwłaszcza nicieni (niszczyka zjadliwego) miał także przedplon. Uprawa prowadzona była po dwuletniej uprawie koniczyny, co zniwelowało zagrożenie ze strony nicieni.

Na ekologicznym certyfikowanym polu doświadczalnym Instytutu Ogrodnictwa – PIB w Skierniewicach stworzono warunki do rozwoju naturalnych wrogów szkodników, umieszczając tzw. ekohotele. Z pasożytniczych gatunków pospolicie występują: błonkówki z rodziny gąsienicznikowatych (*Ichneumonidae*), męszelkowatych (*Braconidae*) i błeskotkowatych (*Chalcididae*). Z drapieżnych gatunków, najliczniejsze są chrząszcze z rodziny biegaczowatych (*Carabidae*), najczęściej niestrudki (*Bembidion*), skorobieżki (*Amara*), szykonie (*Pterostichus*) i zwinniki (*Trechus*) oraz kusakowatych (*Staphylinidae*) – rydzenie (*Aleochara*). Drapieżne chrząszcze zjadają m.in. jaja i larwy muchówek, chrząszczy lub pluskwiaków. Z pozostałych entomofagów pola penetrują: chrząszcze z rodziny biedronkowatych (*Coccinellidae*) i omomiłkowatych (*Cantharididae*), z pluskwiaków: tasznikowate (*Capsidae*) i żałartkowate (*Nabidae*), z muchówek: bzygowate (*Syrphidae*), rączycowate (*Tachinidae*), pryszczarkowate (*Cecidomyiidae*) i łowikowate (*Asylidae*) oraz pająki sieciowe i kosarze. Wymienione szkodniki są również zjadane przez inne zwierzęta, jak: dwuparce, pajączki, drobne gryzonie, krety, jeże i ptaki.

W ramach projektu opracowano również drugą część przewodnika ekologicznej produkcji buraka ćwikłowego na nasiona ze wskazówkami dla producentów, dotyczącymi możliwości zwiększenia produktywności materiału rozmnożeniowego.

## Podsumowanie

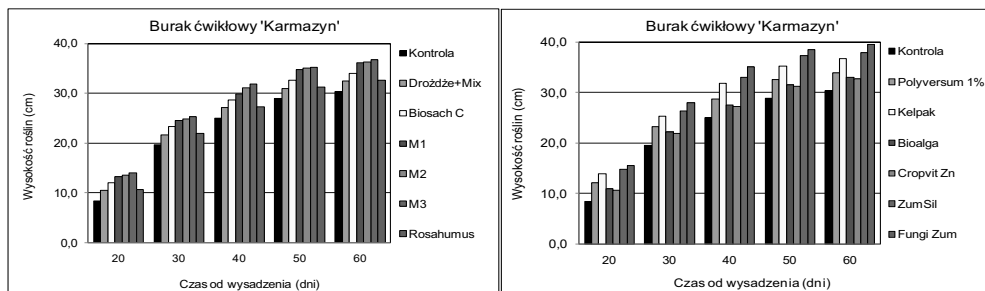
Opracowana technologia II roku ekologicznej produkcji nasiennej buraka ćwikłowego w aspekcie możliwości zwiększenia produktywności materiału rozmnożeniowego oraz druga część przewodnika dla producentów, uwzględniają kompleksowe, innowacyjne metody optymalizacji produkcji, uprawy i ochrony roślin przed chorobami i szkodnikami, ochronę środowiska, gleby i powietrza oraz zachowanie równowagi biologicznej, zgodne z kodeksem dobrej praktyki. Właściwe wykorzystanie potencjału roślin nasiennych z uwzględnieniem priorytetowych czynników agrotechnicznych, modyfikujących pokrój nasienne w kierunku pozyskania wyższych i lepszych jakościowo plonów nasion oraz zastosowanie w uprawach ekologicznych środków do stymulacji odporności i rozwoju roślin pozwolą na zoptymalizowanie produkcji nasiennej tego gatunku oraz zwiększenie jej opłacalności ekonomicznej.

## ZALECENIA

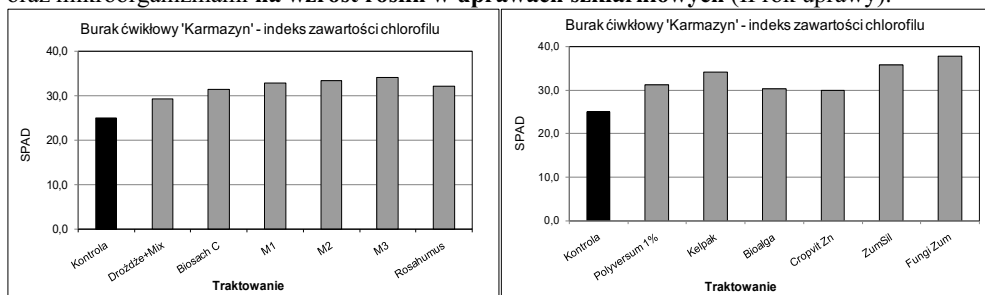
W drugim roku uprawy buraka ćwikłowego na nasiona zaleca się:

- Zaprawianie wysadków przed sadzeniem, celem zabezpieczenia przed patogenami glebowymi.
- Kalibrację wysadków i przeznaczenie do sadzenia korzeni o średnicy 6-8 cm.
- Stosowanie rozstawy zbliżonej do kwadratu, nie większej jednak niż 45x45 cm, co pozwala uzyskać optymalny pokrój nasiennika z największą ilością pędów pierwszego rzędu, na których formują się najlepszej jakości nasiona
- Terminowe (wczesna wiosna) wysadzanie materiału rozmnożeniowego (wysadków) do gruntu, ze względu na proces jaryzacji, wymagający niższych temperatur.
- Stosowanie w uprawach ekologicznych nasiennego buraka ćwikłowego naprzemiennie środków biologicznych zestawionych w tabeli 1 oraz bioproduktów wzbogaconych mikrobiologicznie.
- Zakładanie pasów ochronnych z roślin o szybkich przyrostach biomasy (m.in. kukurydza, sorgo, słonecznik)
- Przestrzeganie zasad Dobrej Praktyki Rolniczej (właściwie chronić roślinę, glebę i środowisko).

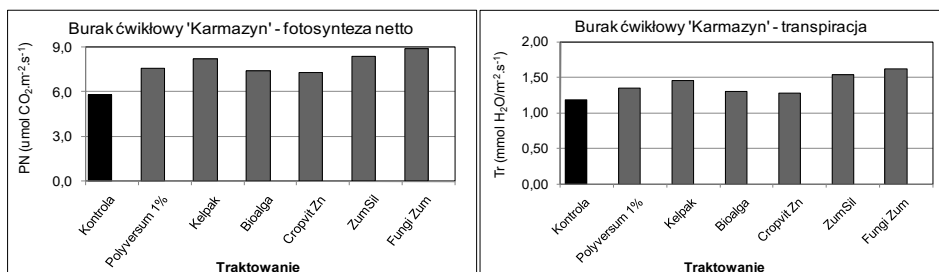
## Doświadczenia szklarniowe



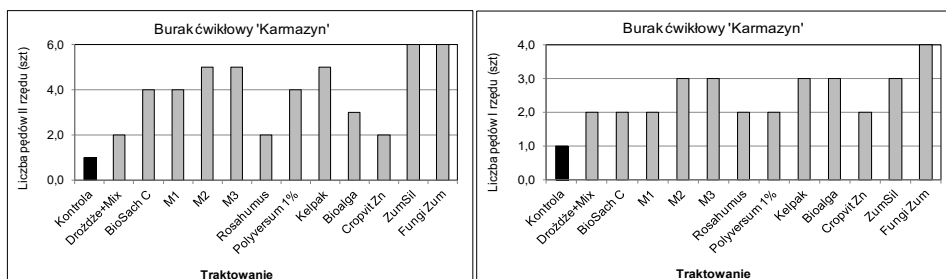
**Rys. 1-2.** Wpływ traktowania wysadków i roślin buraka ćwikłowego wybranymi środkami biologicznymi oraz mikroorganizmami na wzrost roślin w uprawach szklarniowych (II rok uprawy).



**Rys. 3-4.** Wpływ traktowania wysadków i roślin buraka ćwikłowego wybranymi środkami biologicznymi oraz mikroorganizmami na indeks zawartości chlorofilu w liściach roślin w uprawach szklarniowych (II rok uprawy).

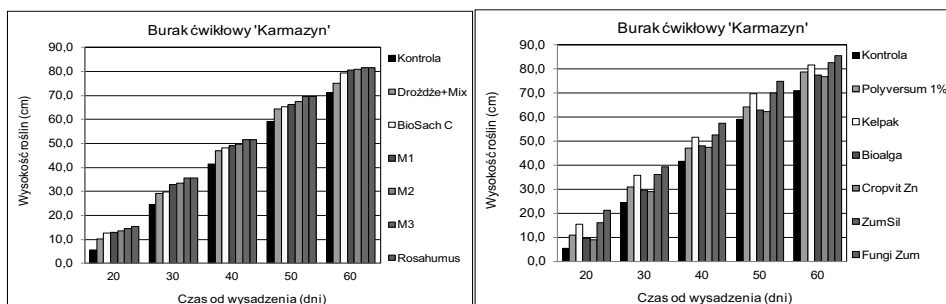


**Rys. 5-6.** Wpływ traktowania wysadków i roślin buraka ćwikłowego odmiany Karmazyn wybranymi środkami biologicznymi na wymianę gazową roślin w uprawach szklarniowych (II rok uprawy).

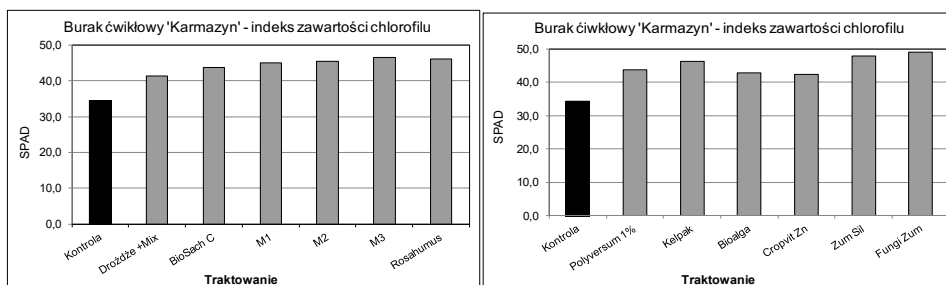


**Rys. 7-8.** Wpływ traktowania wysadków oraz roślin nasiennych wybranymi środkami biologicznymi i mikroorganizmami na liczbę pędów nasiennych I i II rzędu (II rok uprawy)

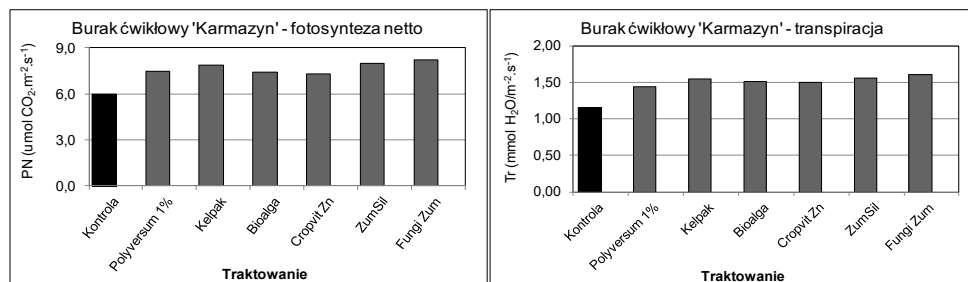
## Doświadczenia polowe uprawa wysadkowa (rozstawa 30x30 cm) – II rok



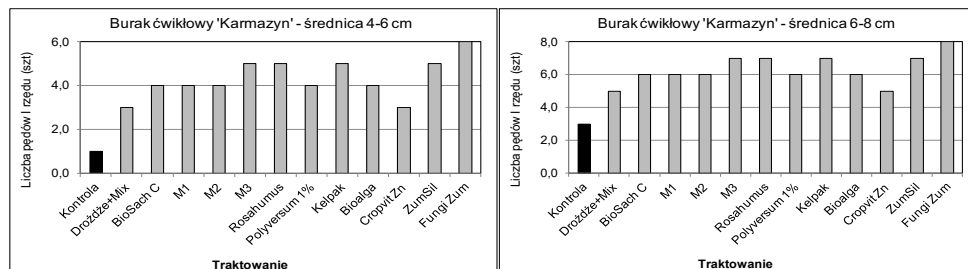
**Rys. 9-10.** Wpływ traktowania wysadków i roślin nasiennych buraka ćwikłowego odmiany Karmazyn wybranymi środkami biologicznymi i mikroorganizmami na wzrost roślin w uprawach polowych



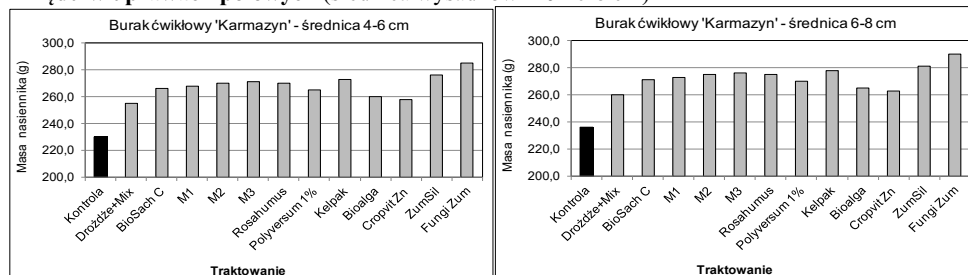
**Rys. 11-12.** Wpływ traktowania wysadków i roślin nasiennych buraka ćwikłowego odmiany Karmazyn wybranymi środkami biologicznymi i mikroorganizmami **na indeks zawartości chlorofilu w liściach roślin w uprawach polowych**



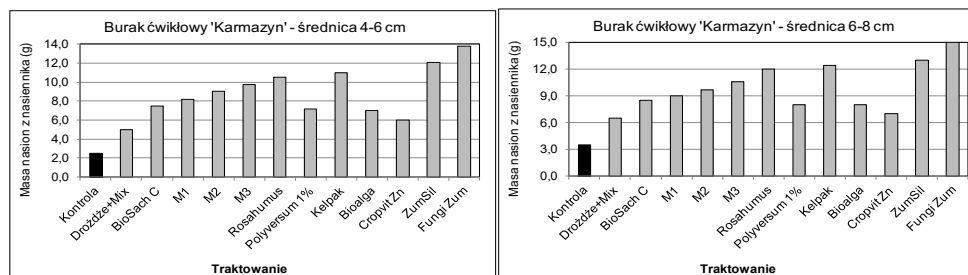
**Rys. 13-14.** Wpływ traktowania wysadków i roślin nasiennych buraka ćwikłowego odmiany Karmazyn wybranymi środkami biologicznymi **na wymianę gazową roślin w uprawach polowych**



**Rys. 15-16.** Wpływ traktowania wysadków oraz roślin nasiennych buraka ćwikłowego odmiany Karmazyn wybranymi środkami biologicznymi i mikroorganizmami **na liczbę pędów nasiennych I rzędu w uprawach polowych (średnica wysadków 4-6 i 6-8 cm)**

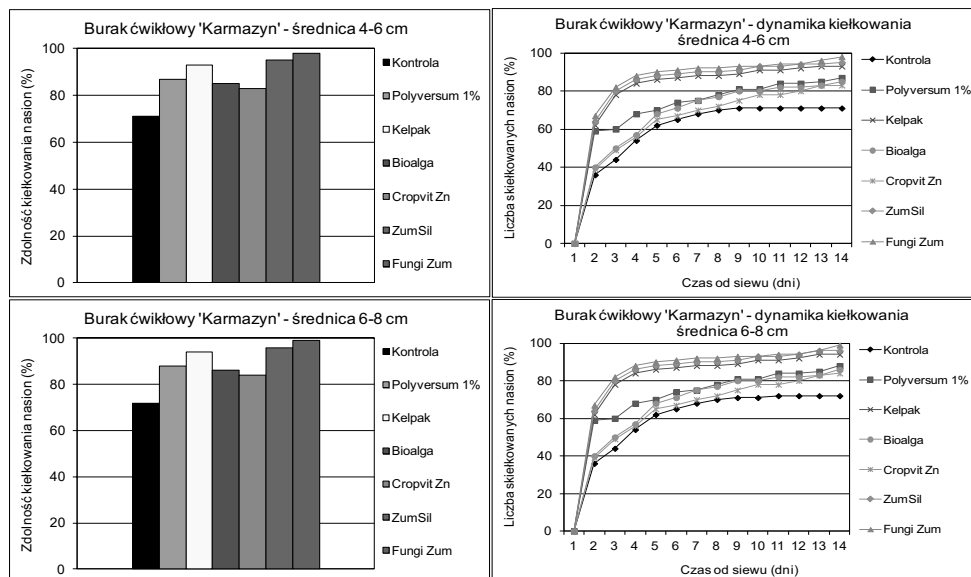


**Rys. 17-18.** Wpływ traktowania wysadków oraz roślin nasiennych buraka ćwikłowego wybranymi środkami biologicznymi i mikroorganizmami **na masę nasieniaka (średnica wysadków 4-6 i 6-8 cm)**

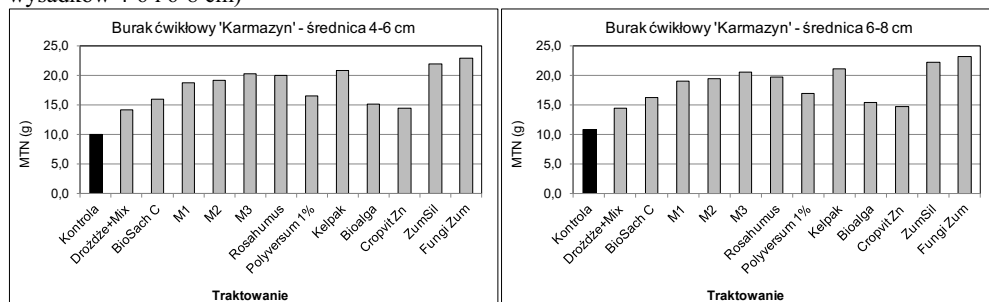


**Rys. 19-20.** Wpływ traktowania wysadków oraz roślin nasiennych buraka ćwikłowego wybranymi środkami biologicznymi i mikroorganizmami **na masę nasion z 1 nasieniaka (średnica wysadków 4-6 i 6-8 cm)**

## Analizy jakości nasion reprodukowanych w uprawie wysadkowej (rozstawa 30x30 cm)

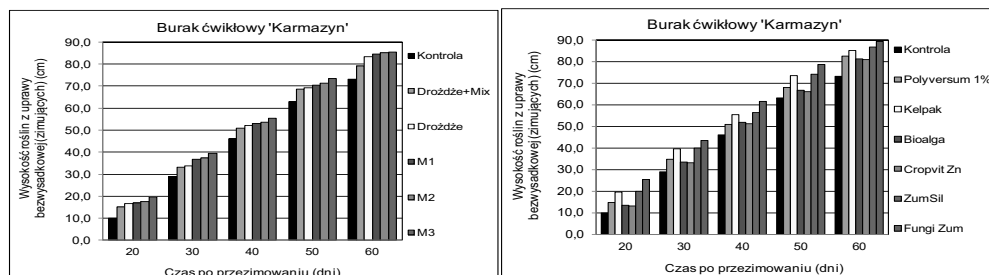


**Rys. 21-24.** Wpływ traktowania wysadków oraz roślin nasiennych buraka ćwikłowego wybranymi środkami biologicznymi **na zdolność i dynamikę kiełkowania reprodukowanych nasion** (średnica wysadków 4-6 i 6-8 cm)

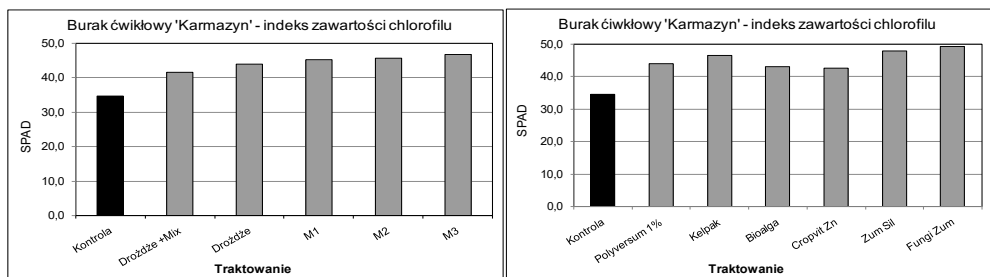


**Rys. 25-26.** Wpływ traktowania wysadków oraz roślin nasiennych buraka ćwikłowego wybranymi środkami biologicznymi oraz mikroorganizmami **na MTN** (średnica wysadków 4-6 i 6-8 cm)

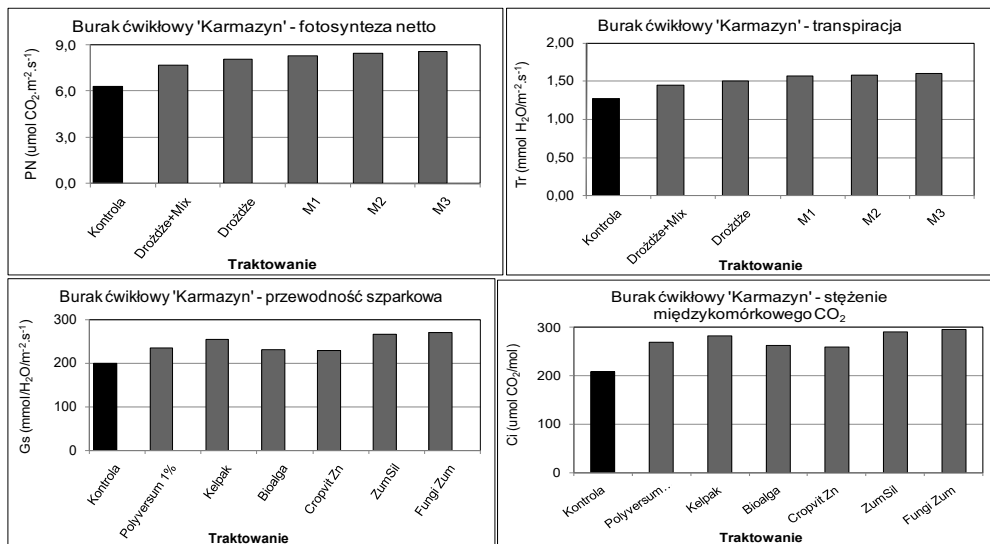
## **Uprawa bezwysadkowa (rozstawa 30x30 cm) – II rok**



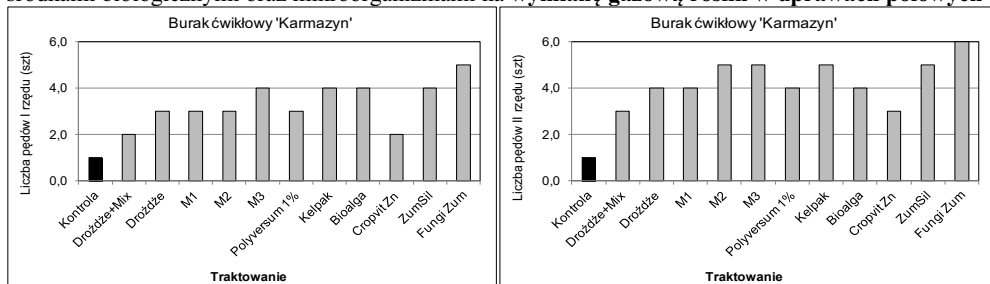
**Rys. 27-28.** Wpływ traktowania wysadków i roślin nasiennych buraka ćwikłowego odmiany Karmazyn wybranymi środkami biologicznymi oraz mikroorganizmami **na wzrost roślin w uprawach polowych**



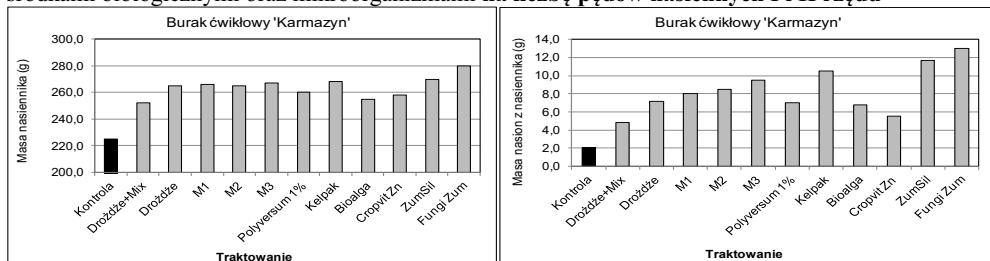
**Rys. 29-30. Wpływ traktowania wysadków i roślin nasiennych buraka ćwikłowego wybranymi środkami biologicznymi oraz mikroorganizmami na indeks zawartości chlorofilu w liściach roślin w uprawach polowych**



**Rys. 31-34. Wpływ traktowania wysadków i roślin nasiennych buraka ćwikłowego wybranymi środkami biologicznymi oraz mikroorganizmami na wymianę gazową roślin w uprawach polowych**

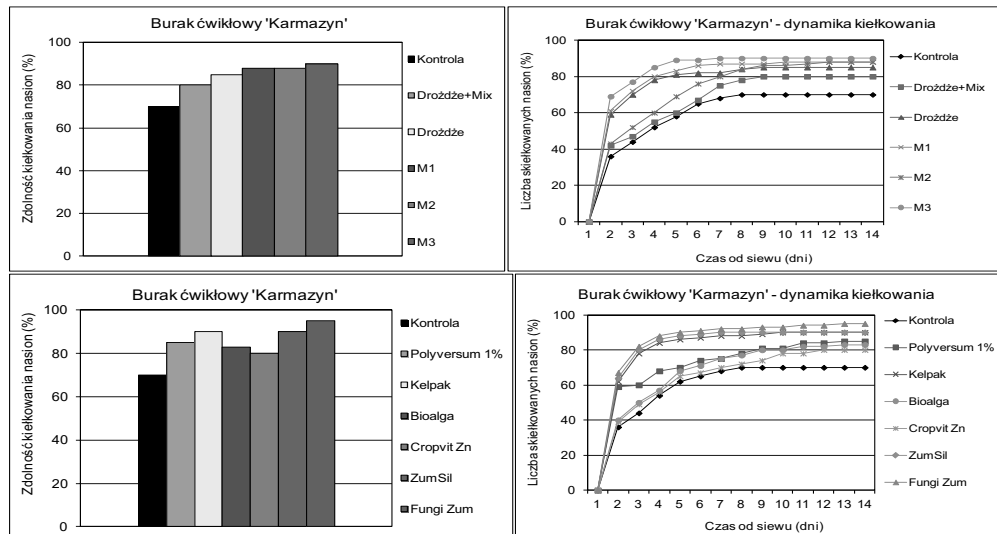


**Rys. 35-36. Wpływ traktowania wysadków i roślin nasiennych buraka ćwikłowego wybranymi środkami biologicznymi oraz mikroorganizmami na liczbę pędów nasiennych I i II rzędu**

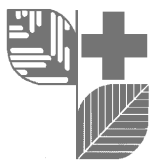


**Rys. 37-38.** Wpływ traktowania wysadków i roślin nasiennych buraka ćwikłowego wybranymi środkami biologicznymi oraz mikroorganizmami na **masę nasiennika i masę nasion z 1 nasiennika**

**Analizy jakości nasion otrzymanych z uprawy bezwysadkowej (rozstawa 30x30 cm)**



**Rys. 39-42.** Wpływ traktowania wysadków i roślin nasiennych buraka ćwikłowego wybranymi środkami biologicznymi oraz mikroorganizmami na **zdolność i dynamikę kiełkowania reprodukowanych nasion**



**INSTYTUT OCHRONY ROŚLIN - PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY**

## **STRESZCZENIE**

projektu badań podstawowych prowadzonych w 2024 roku na rzecz rolnictwa ekologicznego

|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ZADANIE</b> | <b>3. Uprawy polowe metodami ekologicznymi:<br/>7) badania w zakresie identyfikacji metod ochrony, dopuszczonych w rolnictwie ekologicznym, przed chorobami grzybowymi i szkodnikami w uprawie roślin rolniczych oraz opracowanie przewodnika wraz z wytycznymi w tym zakresie.</b> |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                         |                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>TYTUŁ PODZADANIA</b> | <b>Innowacyjne badania w zakresie identyfikacji metod ochrony pszenicy przed chorobami grzybowymi, dopuszczonych w rolnictwie ekologicznym z wykorzystaniem substancji podstawowych, wspomaganych ozonowaniem materiału siewnego</b> |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                          |                                       |
|------------------------------------------|---------------------------------------|
| <b>KIEROWNIK PROJEKTU<br/>BADAWCZEGO</b> | <b>Prof. dr hab. Bożena Łozowicka</b> |
|------------------------------------------|---------------------------------------|

|                                          |                                                                                                           |
|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>WYKONAWCY PROJEKTU<br/>BADAWCZEGO</b> | Dr hab. Piotr Kaczyński, prof. IOR-PIB<br>Dr Piotr Iwaniuk<br>Dr Izabela Hrynko<br>Mgr inż. Rafał Konecki |
|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Źródło finansowania badań: Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi na podstawie decyzji MRiRW z dnia 04.04.2024 r., DEJ.re.765.20.2024

---

## CEL BADAŃ

---

Celem niniejszego projektu była identyfikacja i opracowanie metod ochrony pszenicy, dopuszczonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym (bazujących na occie winnym, chlorowodorku chitozanu i nasionach gorczycy w proszku), stosowanych oddzielnie, łącznie oraz w kombinacji z ozonowaniem materiału siewnego, w zwalczaniu chorób grzybowych, poprawie parametrów jakościowych i żywieniowych plonu oraz redukcji poziomu mykotoksyn w ziarnie.

Ponadto, celem praktycznym projektu było upowszechnienie wyników badań w formie przewodnika wraz z wytycznymi, dedykowanego ekologicznym producentom rolnym.

---

## MATERIAŁ I METODY BADAWCZE

---

### Materiał badawczy

Materiał badawczy stanowiły: 1) Substancje podstawowe zarejestrowane w ekologicznej uprawie pszenicy (ocet winny, chlorowodorek chitozanu i nasiona gorczycy w proszku); 2) Szczep grzyba patogenicznego, wywołującego fuzariozę kłosów (*Fusarium culmorum*); oraz 3) Ozonowany i nieozonowany, kwalifikowany materiał siewny pszenicy jarej odmiany Harenda.

### Ozonowanie materiału siewnego

Warstwa materiału siewnego pszenicy o grubości 1 cm została umieszczona w płaskich naczyniach, w szczelnie zamkniętym pomieszczeniu. Następnie, ozon został wyemitowany w dawce 20 g ozonu na godzinę, przy użyciu kwarcowego generatora ozonu (TE-03/2-20g/V4.3/MN1).

### Przygotowanie cieczy roboczych

Roztwór octu winnego przygotowano przez wymieszanie stężonego octu winnego (6%) z wodą w celu uzyskania 2% roztworu.

Do odważonych nasion gorczycy w proszku dodano wodę w temp. 35 °C w stosunku 1:2. Uzyskany macerat odstawiono na 2 godz., a następnie przesączono przez sączek. Do uzyskanego przesączu dodano wodę w stosunku 1:2. Przygotowany roztwór stanowił ciecz roboczą bezpośrednio do oprysku.

Roztwór chlorowodorku chitozanu uzyskano poprzez wymieszanie odważonego chlorowodorku chitozanu z wodą w celu uzyskania 1,3% roztworu.

### **Doświadczenie wazonowe w fitotronowych warunkach kontrolowanych**

Materiał kwalifikowany ozonowany oraz nieozonowany został wysiany zgodnie z normą wysiewu, w naczyniach wazonowych (15 x 15 cm), w czterech powtórzeniach, w obiektach fitotronowych, wyposażonych w technologie oświetlenia typu LED i system kontrolowania temperatury i wilgotności.

Inokulacja zawiesiną zarodników grzyba *Fusarium culmorum* ( $OD_{600} = 0,8$ ) została przeprowadzona za pomocą opryskiwacza plecakowego na sprężone powietrze z 2 rozpylaczami (XR Tee Jet 110 03 XR) w fazie BBCH 65 pszenicy (fuzarioza kłosów). Zabiegi substancjami podstawowymi i ich kombinacjami zostały przeprowadzone za pomocą opryskiwacza plecakowego na sprężone powietrze z 2 rozpylaczami (XR Tee Jet 110 03 XR) w dwóch etapach: w fazie BBCH 30 pszenicy (ochrona przed naturalnie występującymi chorobami podstawy źdźbła i liści), BBCH 39, BBCH 59 oraz w fazie BBCH 69 pszenicy (ochrona przed fuzariozą kłosów).

### **Doświadczenie poletkowe i polowe produkcji wielkoskalowej**

Materiał kwalifikowany ozonowany oraz nieozonowany został wysiany zgodnie z normą wysiewu na poletkach doświadczalnych o powierzchni 30 m<sup>2</sup>, w czterech powtórzeniach, metodą bloków losowanych, na powierzchni rolniczej prowadzonej zgodnie z zasadami rolnictwa ekologicznego (doświadczenie poletkowe).

Ponadto, materiał siewny wysiano na pola produkcji ekologicznej wielkoskalowej (1900 m<sup>2</sup>) (doświadczenie polowe produkcji wielkoskalowej).

Zabiegi substancjami podstawowymi i ich kombinacjami zostały przeprowadzone analogicznie jak w doświadczeniu wazonowym.

### **Ocena fitotoksyczności metod ochrony roślin i ich kombinacji zgodnie ze standardami EPPQ**

Ocena fitotoksyczności została przeprowadzona tydzień i dwa tygodnie po zabiegu substancjami podstawowymi i ich kombinacjami w fazie BBCH 30 i BBCH 69 doświadczenia wazonowego, poletkowego i polowego.

### **Skuteczność metod ochrony roślin i ich kombinacji w ograniczaniu chorób grzybowych w doświadczeniu wazonowym, poletkowym i polowym**

Skuteczność ochrony liści i podstawy źdźbła pszenicy została określona w fazie BBCH 39 oraz BBCH 75. W fazie BBCH 75 ocenie poddano dodatkowo kłosy.

Ocena stopnia porażenia chorobami grzybowymi została wykonana wizualnie poprzez zbiór reprezentatywnej liczby całych roślin z pojemników w doświadczeniu wazonowym (n= 10) oraz 20 roślin w doświadczeniu poletkowym i 100 w doświadczeniu polowym.

Ponadto, skuteczność ochrony kłosów pszenicy względem grzybów rodzaju *Fusarium* została zbadana za pomocą real-time PCR w doświadczeniu wazonowym, poletkowym i polowym.

## Określenie parametrów jakościowych, żywieniowych i antyżywnieniowych plonu pszenicy, uprawianej w doświadczeniu wazonowym, poletkowym i polowym

Wielkość plonu została określona poprzez zbiór ręczny wszystkich kłosów pszenicy z pojemników w doświadczeniu wazonowym i zbiór kombajnem z całego poletka i pola produkcyjnego w doświadczeniu poletkowym i polowym, w fazie BBCH 89.

Masa tysiąca ziaren (MTZ) pszenicy została obliczona przy użyciu licznika ziaren (Drello, Nuremberg, Niemcy) i wagi analitycznej.

Parametry jakościowe i żywieniowe plonu, takie jak gęstość w stanie zsypanym, wilgotność, zawartość białka, skrobi, glutenu, indeks sedymentacyjny Zeleny'ego zostały zbadane przy użyciu analizatora ziarna Infratec 1241 (Foss, Hilleroed, Dania).

Profil 20 aminokwasów został oznaczony w ziarnie pszenicy za pomocą chromatografii cieczowej sprzężonej z tandemową spektrometrią mas (LC-MS/MS).

Profil 13 mykotoksyn (związki antyżywnieniowe) oznaczono w ziarnie pszenicy za pomocą LC-MS/MS.

---

## WYNIKI BADAŃ

---

### Fitotoksyczność metod ochrony roślin i ich kombinacji

Badanie fitotoksyczności wykazało, że zastosowane związki miały niewielkie działanie fitotoksyczne na rośliny pszenicy, które ujawniło się w fazie 30 i 39 BBCH. Po pierwszym tygodniu od zabiegów **w doświadczeniu wazonowym** zanotowano najwyższą fitotoksyczność, która osiągnęła wartość 10% w przypadku kombinacji octu winnego, nasion gorczycy w proszku i chlorowodoru chitozanu (obiekt 6), w fazie 30 BBCH i 3,8% w fazie 39 BBCH (Tabela 1). Jednak zgodnie ze skalą oceny została ona zakwalifikowana jako niska (<10%).

**Tabela 1.** Ocena fitotoksyczności roślin pszenicy w doświadczeniu wazonowym.

| Obiekt | 1 zabieg<br>30 BBCH |     | 2 zabieg<br>39 BBCH |    | 3 zabieg<br>59 BBCH |    | 4 zabieg<br>69 BBCH |    | Długość<br>zdźbła<br>[cm] | Długość<br>kłosa<br>[cm] |
|--------|---------------------|-----|---------------------|----|---------------------|----|---------------------|----|---------------------------|--------------------------|
|        | I                   | II  | I                   | II | I                   | II | I                   | II |                           |                          |
| 1      | 0                   | 0   | 0                   | 0  | 0                   | 0  | 0                   | 0  | 50,9                      | 5,9                      |
| 2      | 0                   | 0   | 0                   | 0  | 0                   | 0  | 0                   | 0  | 49,6                      | 6,1                      |
| 3      | 5,0                 | 1,0 | 1,0                 | 0  | 0                   | 0  | 0                   | 0  | 53,3                      | 6,6                      |
| 4      | 3,8                 | 0,0 | 1,0                 | 0  | 0                   | 0  | 0                   | 0  | 51,6                      | 6,2                      |
| 5      | 7,5                 | 2,5 | 1,3                 | 0  | 0                   | 0  | 0                   | 0  | 51,4                      | 6,3                      |
| 6      | 10,0                | 6,3 | 3,8                 | 0  | 0                   | 0  | 0                   | 0  | 48,6                      | 5,9                      |
| 7      | 4,0                 | 1,3 | 1,3                 | 0  | 0                   | 0  | 0                   | 0  | 51,6                      | 6,2                      |
| 8      | 3,5                 | 1,0 | 1,0                 | 0  | 0                   | 0  | 0                   | 0  | 50,8                      | 5,9                      |
| 9      | 7,1                 | 2,5 | 1,3                 | 0  | 0                   | 0  | 0                   | 0  | 48,8                      | 5,9                      |
| 10     | 9,2                 | 5,0 | 3,8                 | 0  | 0                   | 0  | 0                   | 0  | 49,1                      | 5,8                      |

1 – Kontrola; 2 - Ozonowany materiał siewny; 3 - Ocet winny; 4 - Chlorowodorek chitozanu; 5 - Nasiona gorczycy w proszku; 6 - Ocet winny + chlorowodorek chitozanu + nasiona gorczycy w proszku; 7 - Ozonowany materiał siewny + ocet winny; 8 - Ozonowany materiał siewny + chlorowodorek chitozanu; 9 - Ozonowany materiał siewny + nasiona gorczycy w proszku; 10 - Ozonowany materiał siewny + ocet winny + chlorowodorek chitozanu + nasiona gorczycy w proszku

I - 1 tydzień po zabiegu; II - 2 tydzień po zabiegu

0-10% niska fitotoksyczność; 11-30% średnia fitotoksyczność; 31-100% wysoka fitotoksyczność

W przypadku **doświadczenia poletkowego**, stwierdzono niską fitotoksyczność jedynie w przypadku aplikacji kombinacji octu winnego, nasion gorczycy w proszku i chlorowodoru chitozanu w połączeniu z ozonowaniem materiału siewnego (obiekt 10) w fazie 30 BBCH (5,6%) i w fazie 39 BBCH (3,1%) (Tabela 2).

**Tabela 2.** Ocena fitotoksyczności roślin pszenicy w doświadczeniu poletkowym.

| Obiekt | 1 zabieg<br>30 BBCH |     | 2 zabieg<br>39 BBCH |    | 3 zabieg<br>59 BBCH |    | 4 zabieg<br>69 BBCH |    | Długość<br>żdźbła<br>[cm] | Długość<br>kłosa<br>[cm] |
|--------|---------------------|-----|---------------------|----|---------------------|----|---------------------|----|---------------------------|--------------------------|
|        | I                   | II  | I                   | II | I                   | II | I                   | II |                           |                          |
| 1      | 0                   | 0   | 0                   | 0  | 0                   | 0  | 0                   | 0  | 70,5                      | 6,9                      |
| 2      | 0                   | 0   | 0                   | 0  | 0                   | 0  | 0                   | 0  | 69,4                      | 6,8                      |
| 3      | 0                   | 0   | 0                   | 0  | 0                   | 0  | 0                   | 0  | 72,4                      | 7,1                      |
| 4      | 0                   | 0   | 0                   | 0  | 0                   | 0  | 0                   | 0  | 70,8                      | 6,9                      |
| 5      | 0                   | 0   | 0                   | 0  | 0                   | 0  | 0                   | 0  | 70,2                      | 6,9                      |
| 6      | 5,4                 | 3,4 | 3,4                 | 0  | 0                   | 0  | 0                   | 0  | 68,6                      | 6,7                      |
| 7      | 0                   | 0   | 0                   | 0  | 0                   | 0  | 0                   | 0  | 71,5                      | 7,0                      |
| 8      | 0                   | 0   | 0                   | 0  | 0                   | 0  | 0                   | 0  | 70,5                      | 6,9                      |
| 9      | 0                   | 0   | 0                   | 0  | 0                   | 0  | 0                   | 0  | 69,0                      | 6,7                      |
| 10     | 5,6                 | 3,4 | 3,1                 | 0  | 0                   | 0  | 0                   | 0  | 68,2                      | 6,6                      |

1 - Kontrola; 2 - Ozonowany materiał siewny; 3 - Ocet winny; 4 - Chlorowodorek chitozanu; 5 - Nasiona gorczycy w proszku; 6 - Ocet winny + chlorowodorek chitozanu + nasiona gorczycy w proszku; 7 - Ozonowany materiał siewny + ocet winny; 8 - Ozonowany materiał siewny + chlorowodorek chitozanu; 9 - Ozonowany materiał siewny + nasiona gorczycy w proszku; 10 - Ozonowany materiał siewny + ocet winny + chlorowodorek chitozanu + nasiona gorczycy w proszku

I - 1 tydzień po zabiegu; II - 2 tydzień po zabiegu

0-10% niska fitotoksyczność; 11-30% średnia fitotoksyczność; 31-100% wysoka fitotoksyczność

W **doświadczeniu polowym produkcji wielkoskalowej** stwierdzono najniższą fitotoksyczność, która była obecna jedynie w przypadku kompleksowej ochrony (obiekt 3) w fazie 30 BBCH (4,2%) i w fazie 39 BBCH (2,5%) (Tabela 3).

**Tabela 3.** Ocena fitotoksyczności roślin pszenicy w doświadczeniu polowym produkcji wielkoskalowej.

| Obiekt | 1 zabieg<br>30 BBCH |     | 2 zabieg<br>39 BBCH |    | 3 zabieg<br>59 BBCH |    | 4 zabieg<br>69 BBCH |    | Długość<br>żdźbła<br>[cm] | Długość<br>kłosa<br>[cm] |
|--------|---------------------|-----|---------------------|----|---------------------|----|---------------------|----|---------------------------|--------------------------|
|        | I                   | II  | I                   | II | I                   | II | I                   | II |                           |                          |
| 1      | 0                   | 0   | 0                   | 0  | 0                   | 0  | 0                   | 0  | 69,3                      | 7,1                      |
| 2      | 0                   | 0   | 0                   | 0  | 0                   | 0  | 0                   | 0  | 68,2                      | 6,9                      |
| 3      | 4,2                 | 2,4 | 2,5                 | 0  | 0                   | 0  | 0                   | 0  | 71,4                      | 7,3                      |
| 4      | 4,4                 | 2,7 | 2,7                 | 0  | 0                   | 0  | 0                   | 0  | 71,7                      | 7,7                      |

1 - Kontrola; 2 - Ozonowany materiał siewny; 3 - Ocet winny; 4 - Chlorowodorek chitozanu; 5 - Nasiona gorczycy w proszku; 6 - Ocet winny + chlorowodorek chitozanu + nasiona gorczycy w proszku; 7 - Ozonowany materiał siewny + ocet winny; 8 - Ozonowany materiał siewny + chlorowodorek chitozanu; 9 - Ozonowany materiał siewny + nasiona gorczycy w proszku; 10 - Ozonowany materiał siewny + ocet winny + chlorowodorek chitozanu + nasiona gorczycy w proszku

I - 1 tydzień po zabiegu; II - 2 tydzień po zabiegu

0-10% niska fitotoksyczność; 11-30% średnia fitotoksyczność; 31-100% wysoka fitotoksyczność

Zastosowanie technologii ozonowania nie miało wpływu na objawy fitotoksyczności roślin pszenicy.

### **Skuteczność metod ochrony roślin i ich kombinacji w ograniczaniu chorób grzybowych w doświadczeniu wazonowym, poletkowym i polowym**

W przypadku **doświadczenia wazonowego** stwierdzono występowanie rdzy brunatnej liści i fuzariozę kłosów (Tabela 4). Największą skuteczność badanych metod ochrony względem rdzy brunatnej i fuzariozy kłosów zanotowano w przypadku kombinacji octu winnego, nasion gorczycy w proszku i chlorowodoru chitozanu w połączeniu z ozonowaniem (obiekt 10; odpowiednio 44% i 30,1%) lub bez ozonowania (obiekt 6; 42% i 33%).

**Tabela 4.** Skuteczność metod ochrony roślin i ich kombinacji w ograniczaniu chorób grzybowych w pszenicy w doświadczeniu wazonowym.

| Obiekt    | Rdza brunatna |                | Fuzarioza kłosów zbóż |                | <i>Fusarium</i> spp. |
|-----------|---------------|----------------|-----------------------|----------------|----------------------|
|           | % porażenia   | % skuteczności | % porażenia           | % skuteczności | pg/ul                |
| <b>1</b>  | 12,4          | -              | 17,6                  | -              | 1,90                 |
| <b>2</b>  | 12,6          | -              | 18,3                  | -              | 1,84                 |
| <b>3</b>  | 8,1           | 35,0           | 14,1                  | 19,9           | 1,63                 |
| <b>4</b>  | 10,2          | 18,0           | 14,4                  | 18,2           | 1,71                 |
| <b>5</b>  | 8,9           | 28,0           | 15,8                  | 10,2           | 1,56                 |
| <b>6</b>  | 7,2           | 42,0           | 11,8                  | 33,0           | 1,10                 |
| <b>7</b>  | 8,4           | 33,0           | 14,6                  | 20,2           | 1,68                 |
| <b>8</b>  | 9,4           | 22,0           | 15,0                  | 18,0           | 1,61                 |
| <b>9</b>  | 9,8           | 25,0           | 15,4                  | 15,8           | 1,74                 |
| <b>10</b> | 7,1           | 44,0           | 12,8                  | 30,1           | 1,47                 |

1 – Kontrola; 2 - Ozonowany materiał siewny; 3 - Ocet winny; 4 - Chlorowodorek chitozanu; 5 - Nasiona gorczycy w proszku; 6 - Ocet winny + chlorowodorek chitozanu + nasiona gorczycy w proszku; 7 - Ozonowany materiał siewny + ocet winny; 8 - Ozonowany materiał siewny + chlorowodorek chitozanu; 9 - Ozonowany materiał siewny + nasiona gorczycy w proszku; 10 - Ozonowany materiał siewny + ocet winny + chlorowodorek chitozanu + nasiona gorczycy w proszku

0-10% niska skuteczność; 11-30% średnia skuteczność; 31-100% wysoka skuteczność

Ponadto analizy molekularne wykazały, że **w doświadczeniu wazonowym** największa redukcja stężenia DNA grzybowego została odnotowana w przypadku kompleksowej ochrony (obiekt 6 i 10; 1,10 pg/μl i 1,47 pg/μl). Natomiast **w doświadczeniu poletkowym** stwierdzono występowanie brunatnej plamistości liści, rdzy brunatnej liści, łamliwości podstawy źdźbła, ostrej plamistości oczkowej i fuzariozę kłosów (Tabela 5). Największa skuteczność ochrony została odnotowana względem rdzy brunatnej i fuzariozy kłosów w przypadku kombinacji octu winnego, nasion gorczycy w proszku i chlorowodoru chitozanu (obiekt 6; odpowiednio 44,6% i 34,9%) (Tabela 5). Ponadto analizy molekularne wykazały, że **w doświadczeniu poletkowym** największa redukcja stężenia DNA grzybowego została odnotowana w przypadku kompleksowej ochrony w połączeniu z ozonowaniem materiału siewnego (obiekt 10; 0,22 pg/μl) oraz aplikacji octu winnego (obiekt 3; 0,24 pg/μl). **W doświadczeniu polowym produkcji wielkoskalowej** stwierdzono występowanie brunatnej plamistości liści, rdzy brunatnej

liści, łamliwości podstawy źdźbła, ostrej plamistości oczkowej i fuzariozę kłosów (Tabela 6). Największą skuteczność w ograniczaniu występowania brunatnej plamistości liści i fuzariozy kłosów stwierdzono w przypadku kompleksowej ochrony (obiekt 3; odpowiednio 36,0% i 37,8%) oraz w połączeniu z ozonowaniem (obiekt 4; 40,0% i 49,5%). Jednak w odniesieniu do doświadczenia wazonowego i poletkowego, doświadczenie polowe produkcji wielkoskalowej charakteryzowało się większą skutecznością badanych kompleksowych metod ochrony, zwłaszcza w przypadku brunatnej plamistości liści i fuzariozy kłosów. Ponadto analizy molekularne wykazały, że **w doświadczeniu polowym produkcji wielkoskalowej** największa redukcja stężenia DNA grzybowego została odnotowana w przypadku kompleksowej ochrony w połączeniu z ozonowaniem materiału siewnego (0,42 pg/μl) (Tabela 6).

### **Parametry jakościowe i żywieniowe plonu**

**W doświadczeniu wazonowym** z inokulacją grzybem patogenicznym *F. culmorum* stwierdzono najwyższy plon po aplikacji nasion gorczycy w proszku z ozonowaniem i bez ozonowania materiału siewnego (2,5 t/ha). Aplikacja chlorowodorku chitozanu skutkowałą osiągnięciem najwyższej gęstości ziarna oraz skrobi w połączeniu z ozonowaniem (obiekt 8; odpowiednio 75,4% i 67,5%) i bez ozonowania materiału siewnego (obiekt 4; odpowiednio 79,2% i 67,7%). Natomiast kompleksowa ochrona w połączeniu z ozonowaniem (obiekt 10) skutkowałą najwyższym stężeniem białka, glutenu oraz parametru wypiekowego - liczby sedimentacyjnej Zeleny'ego w ziarnie (odpowiednio 9,6%, 18,7% i 23,3%) (Tabela 7).

**Tabela 7.** Parametry jakościowe i ilościowe ziaren pszenicy w doświadczeniu wazonowym.

| Obiekt    | Plon<br>[t/ha] | Gęstość<br>[kg/hl] | Białko<br>[%] | Wilgotność<br>[%] | Skrobia<br>[%] | Gluten<br>[%] | L.s.<br>Zelenyego | Ergosterol<br>SM<br>[mg/kg] |
|-----------|----------------|--------------------|---------------|-------------------|----------------|---------------|-------------------|-----------------------------|
| <b>1</b>  | 1,9            | 75,6               | 9,3           | 12,6              | 66,7           | 16,7          | 21,8              | 13,9                        |
| <b>2</b>  | 1,8            | 74,3               | 8,7           | 12,8              | 66,8           | 17,6          | 22,3              | <b>14,3</b>                 |
| <b>3</b>  | 2,2            | 77,1               | 9,5           | 12,8              | 67,5           | 17,4          | 18,4              | 13,3                        |
| <b>4</b>  | 1,8            | <b>79,2</b>        | 9,4           | <b>13,1</b>       | <b>67,7</b>    | 17,2          | 19,8              | 13,6                        |
| <b>5</b>  | <b>2,5</b>     | 77,7               | 9,4           | 12,8              | 67,3           | 16,6          | 19,6              | 13,5                        |
| <b>6</b>  | 2,0            | 75,8               | <b>9,6</b>    | 12,7              | 67,4           | 17,8          | 22,5              | 12,9                        |
| <b>7</b>  | 1,4            | 74,7               | 9,4           | 12,7              | 66,4           | 18,5          | 22,7              | 13,5                        |
| <b>8</b>  | 2,2            | 75,4               | 9,2           | 12,9              | 67,5           | 17,6          | 17,8              | 13,2                        |
| <b>9</b>  | <b>2,5</b>     | 74,3               | 9,3           | 13,0              | 67,1           | 17,4          | 20,7              | 13,6                        |
| <b>10</b> | 2,2            | 74,2               | <b>9,6</b>    | 13,0              | 67,2           | <b>18,7</b>   | <b>23,3</b>       | 12,7                        |

1 – Kontrola; 2 - Ozonowany materiał siewny; 3 - Ocet winny; 4 - Chlorowodorek chitozanu; 5 - Nasiona gorczycy w proszku; 6 - Ocet winny + chlorowodorek chitozanu + nasiona gorczycy w proszku; 7 - Ozonowany materiał siewny + ocet winny; 8 - Ozonowany materiał siewny + chlorowodorek chitozanu; 9 - Ozonowany materiał siewny + nasiona gorczycy w proszku; 10 - Ozonowany materiał siewny + ocet winny + chlorowodorek chitozanu + nasiona gorczycy w proszku

**Wartość pogrubiona**- maksymalna wartość; *Wartość pochylona* – minimalna wartość

**Tabela 5.** Skuteczność metod ochrony roślin i ich kombinacji w ograniczaniu chorób grzybowych w pszenicy w doświadczeniu polietkowym.

| Obiekt    | Brunatna plamistość liści |                | Rdza brunatna |                | Łamliwość podstawy źdźbła |                | Ostra plamistość oczkowa |                | Fuzarioza kłosów zbóż |                | Fusarium spp. |
|-----------|---------------------------|----------------|---------------|----------------|---------------------------|----------------|--------------------------|----------------|-----------------------|----------------|---------------|
|           | % porażenia               | % skuteczności | % porażenia   | % skuteczności | % porażenia               | % skuteczności | % porażenia              | % skuteczności | % porażenia           | % skuteczności | pg/μl         |
| <b>1</b>  | 12,0                      | -              | 8,6           | -              | 7,6                       | -              | 6,8                      | -              | 15,2                  | -              | 0,92          |
| <b>2</b>  | 10,0                      | -              | 8,3           | -              | 7,2                       | -              | 5,4                      | -              | 15,8                  | -              | 0,87          |
| <b>3</b>  | 10,0                      | 16,7           | 5,7           | 33,7           | 5,8                       | 23,7           | 6,1                      | 10,3           | 12,4                  | 18,4           | 0,24          |
| <b>4</b>  | 9,0                       | 25,0           | 6,0           | 30,2           | 6,1                       | 19,7           | 6,2                      | 8,8            | 12,2                  | 19,7           | 0,82          |
| <b>5</b>  | 11,0                      | 8,3            | 6,1           | 29,1           | 6,3                       | 17,1           | 6,4                      | 5,9            | 14,0                  | 7,9            | 0,62          |
| <b>6</b>  | 9,0                       | 25,0           | 4,6           | 44,6           | 5,9                       | 22,4           | 5,9                      | 13,2           | 9,9                   | 34,9           | 0,58          |
| <b>7</b>  | 9,0                       | 10,0           | 5,6           | 32,5           | 6,6                       | 8,3            | 4,6                      | 14,8           | 12,1                  | 23,4           | 0,53          |
| <b>8</b>  | 9,0                       | 10,0           | 5,9           | 28,9           | 6,8                       | 5,6            | 4,8                      | 11,1           | 12,6                  | 20,3           | 0,71          |
| <b>9</b>  | 8,0                       | 20,0           | 6,4           | 22,9           | 7,0                       | 2,8            | 4,9                      | 9,3            | 13,5                  | 14,6           | 0,76          |
| <b>10</b> | 7,0                       | 30,0           | 4,8           | 42,2           | 6,1                       | 15,3           | 4,3                      | 20,4           | 10,3                  | 34,8           | 0,22          |

1 – Kontrola; 2 - Ozonowany materiał siewny; 3 - Ocet winny; 4 - Chlorowodorek chitozanu; 5 - Nasiona gorczycy w proszku; 6 - Ocet winny + chlorowodorek chitozanu + nasiona gorczycy w proszku; 7 - Ozonowany materiał siewny + ocet winny; 8 - Ozonowany materiał siewny + chlorowodorek chitozanu; 9 - Ozonowany materiał siewny + nasiona gorczycy w proszku; 10 - Ozonowany materiał siewny + ocet winny + chlorowodorek chitozanu + nasiona gorczycy w proszku 0-10% niska skuteczność; 11-30% średnia skuteczność; 31-100% wysoka skuteczność

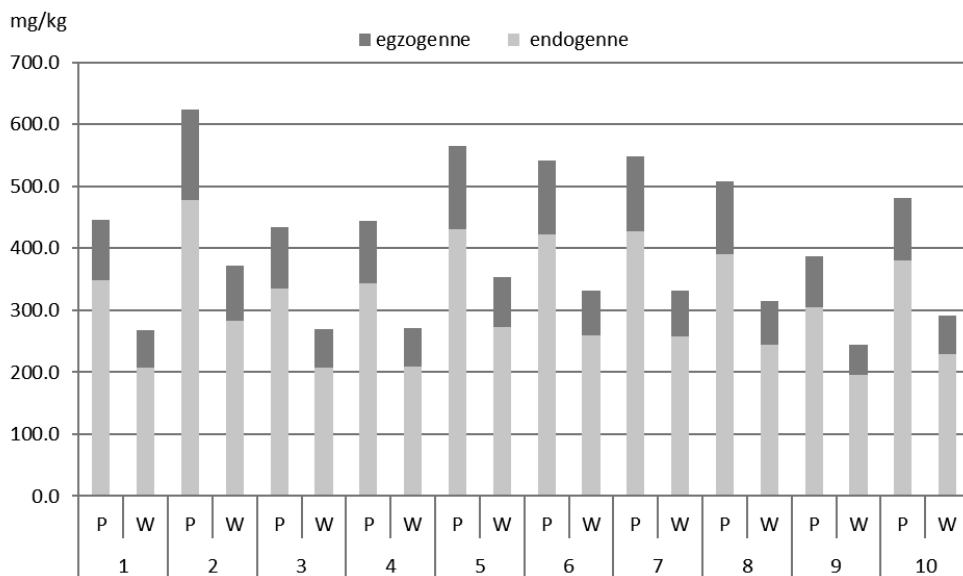
**Tabela 6.** Skuteczność metod ochrony roślin i ich kombinacji w ograniczaniu chorób grzybowych w pszenicy w doświadczeniu polowym produkcji wielkosalowej.

| Obiekt   | Brunatna plamistość liści |                | Rdza brunatna |                | Łamliwość podstawy źdźbła |                | Ostra plamistość oczkowa |                | Fuzarioza kłosów zbóż |                | Fusarium spp. |
|----------|---------------------------|----------------|---------------|----------------|---------------------------|----------------|--------------------------|----------------|-----------------------|----------------|---------------|
|          | porażenia                 | % skuteczności | porażenia     | % skuteczności | porażenia                 | % skuteczności | porażenia                | % skuteczności | porażenia             | % skuteczności |               |
| <b>1</b> | 11,0                      | -              | 7,2           | -              | 6,9                       | -              | 5,4                      | -              | 13,2                  | -              | 0,85          |
| <b>2</b> | 10,0                      | -              | 6,8           | -              | 6,6                       | -              | 5,2                      | -              | 11,7                  | -              | 0,80          |
| <b>3</b> | 7,0                       | 36,0           | 5,5           | 23,6           | 6,2                       | 10,1           | 4,8                      | 11,1           | 8,2                   | 37,8           | 0,61          |
| <b>4</b> | 6,0                       | 40,0           | 5,1           | 25,0           | 5,8                       | 12,1           | 4,3                      | 17,3           | 5,9                   | 49,5           | 0,42          |

1 – Kontrola; 2 - Ozonowany materiał siewny; 3 - Ocet winny + chlorowodorek chitozanu + nasiona gorczycy w proszku; 4 - Ozonowany materiał siewny + ocet winny + chlorowodorek chitozanu + nasiona gorczycy w proszku

0-10% niska skuteczność; 11-30% średnia skuteczność; 31-100% wysoka skuteczność

Najwyższą zawartość aminokwasów w **doświadczeniu wazonowym** stwierdzono w kontroli ozonowanej (obiekt 2; 372 mg/kg), zaś zabiegi prowadzone w roślinach uzyskanych z ozonowanego materiału siewnego spowodowały redukcję stężenia aminokwasów, odnotowaną w największym stopniu w przypadku nasion gorczycy w proszku (obiekt 9; 244,7 mg/kg) (Rys. 1).



1 – Kontrola; 2 - Ozonowany materiał siewny; 3 - Ocet winny; 4 - Chlorowodorek chitozanu; 5 - Nasiona gorczycy w proszku; 6 - Ocet winny + chlorowodorek chitozanu + nasiona gorczycy w proszku; 7 - Ozonowany materiał siewny + ocet winny; 8 - Ozonowany materiał siewny + chlorowodorek chitozanu; 9 - Ozonowany materiał siewny + nasiona gorczycy w proszku; 10 - Ozonowany materiał siewny + ocet winny + chlorowodorek chitozanu + nasiona gorczycy w proszku  
W – doświadczenie wazonowe; P – doświadczenie poletkowe

**Rys. 1.** Suma stężeń aminokwasów egzogennych i endogennych w ziarnie pszenicy w doświadczeniu wazonowym i poletkowym.

Plon pozyskany z **doświadczenia poletkowego** charakteryzował się lepszymi parametrami jakościowymi zboża z powodu braku inokulacji i podobną tendencją w wielkości poszczególnych parametrów do doświadczenia wazonowego. Stwierdzono najwyższy plon po aplikacji chlorowodoru chitozanu i gorczycy w proszku w połączeniu z ozonowaniem materiału siewnego (obiekty 8 i 9; odpowiednio 4,5 t i 4,4 t) (Tabela 8). Aplikacja chlorowodoru chitozanu skutkowała osiągnięciem najwyższej gęstości ziarna oraz skrobi w połączeniu z ozonowaniem (obiekt 8; odpowiednio 77,8% i 69,7%) i bez ozonowania materiału siewnego (obiekt 4; odpowiednio 81% i 69,6%). Natomiast kompleksowa ochrona w połączeniu z ozonowaniem (obiekt 10) skutkowała najwyższym stężeniem białka, glutenu oraz liczby sedymentacyjnej Zeleny'ego w ziarnie (odpowiednio 10,9%, 20,5% i 25,5%).

**Tabela 8.** Parametry jakościowe i ilościowe ziaren pszenicy w doświadczeniu poletkowym.

| Obiekt | Plon [t/ha] | Gęstość [kg/hl] | Białko [%]  | Wilgotność [%] | Skrobia [%] | Gluten [%]  | L.s. Zelenyego | Ergosterol SM [mg/kg] |
|--------|-------------|-----------------|-------------|----------------|-------------|-------------|----------------|-----------------------|
| 1      | 3,7         | 77,6            | 10,1        | 12,8           | 68,8        | 19,6        | 23,9           | 10,5                  |
| 2      | 3,8         | 76,5            | 10,4        | 12,8           | 68,6        | 19,4        | 22,3           | 10,1                  |
| 3      | 4,3         | 79,0            | 10,2        | 12,8           | 69,3        | 18,5        | 20,2           | 10,7                  |
| 4      | 4,0         | <b>81,0</b>     | 10,5        | <b>13,0</b>    | 69,6        | 19,0        | 21,5           | 10,3                  |
| 5      | 4,3         | 79,9            | 10,3        | 12,9           | 69,5        | 18,9        | 21,1           | <b>11,0</b>           |
| 6      | 3,7         | 77,5            | 10,6        | 12,9           | 69,2        | 19,8        | 24,7           | 9,5                   |
| 7      | 3,6         | 76,1            | 10,8        | 12,9           | 68,6        | 20,0        | 24,9           | 10,6                  |
| 8      | <b>4,5</b>  | 77,8            | 10,0        | 12,9           | <b>69,7</b> | 17,8        | 19,8           | 10,8                  |
| 9      | 4,4         | 76,9            | 10,6        | 12,7           | 69,1        | 19,5        | 22,5           | 10,4                  |
| 10     | 4,0         | 77,0            | <b>10,9</b> | 12,8           | 69,1        | <b>20,5</b> | <b>25,5</b>    | 10,1                  |

1 – Kontrola; 2 - Ozonowany materiał siewny; 3 - Ocet winny; 4 - Chlorowodorek chitozanu; 5 - Nasiona gorczycy w proszku; 6 - Ocet winny + chlorowodorek chitozanu + nasiona gorczycy w proszku; 7 - Ozonowany materiał siewny + ocet winny; 8 - Ozonowany materiał siewny + chlorowodorek chitozanu; 9 - Ozonowany materiał siewny + nasiona gorczycy w proszku; 10 - Ozonowany materiał siewny + ocet winny + chlorowodorek chitozanu + nasiona gorczycy w proszku

**Wartość pogrubiona** - maksymalna wartość; *Wartość pochylona* – minimalna wartość

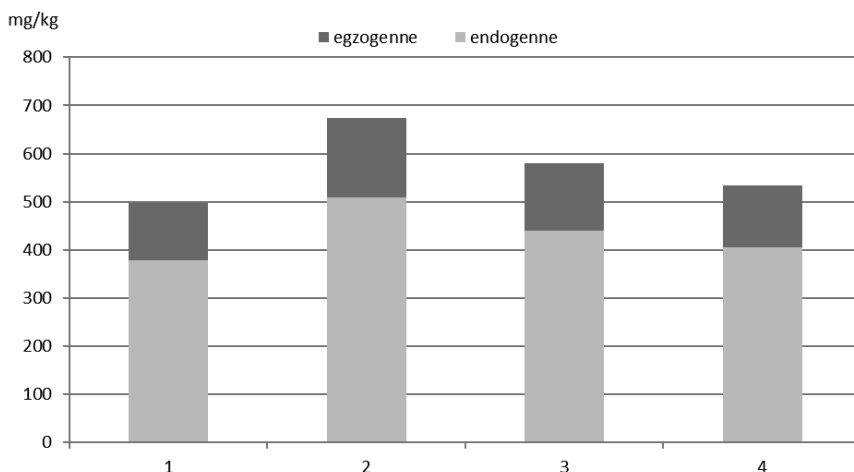
Zabiegi ochronne stosowane w **doświadczeniu poletkowym** skutkowały uzyskaniem podobnych tendencji w zawartości aminokwasów co zabiegi ochronne w doświadczeniu wazonowym. Najwyższą zawartość aminokwasów stwierdzono w kontroli ozonowanej (obiekt 2; 624,2 mg/kg), zaś zabiegi prowadzone w roślinach uzyskanych z ozonowanego materiału siewnego spowodowały redukcję stężenia aminokwasów, odnotowaną w największym stopniu w przypadku nasion gorczycy w proszku (obiekt 9; 387,6 mg/kg) (Rys. 1). Plon pozyskany z **doświadczenia polowego produkcji wielkoskalowej** charakteryzował się lepszymi parametrami jakościowymi zboża i podobną tendencją w wielkości poszczególnych parametrów do doświadczenia wazonowego i poletkowego. Stwierdzono najwyższy plon (5,1 t) po aplikacji kompleksowej ochrony w połączeniu z ozonowaniem materiału siewnego (obiekt 4), a także najwyższe wartości parametrów jakościowych ziarna pszenicy w porównaniu do nieozonowanego materiału siewnego i doświadczenia poletkowego (Tabela 9). Wśród nich należy zwrócić uwagę na gęstość ziarna (79,6 kg/hl), zawartość białka (11,9%), skrobi (70,2%), glutenu (20,8%) i parametr wypiekowy – liczbę sedymentacyjną Zeleny'ego (26,8), świadczącą o przydatności ziarna w przemyśle piekarniczym.

**Tabela 9.** Parametry jakościowe i ilościowe ziaren pszenicy w doświadczeniu polowym produkcji wielkoskalowej.

| Obiekt | Plon [t/ha] | Gęstość [kg/hl] | Białko [%]  | Wilgotność [%] | Skrobia [%] | Gluten [%]  | L.s. Zelenyego | Ergosterol [mg/kg] |
|--------|-------------|-----------------|-------------|----------------|-------------|-------------|----------------|--------------------|
| 1      | 4,1         | 78,1            | 10,4        | 12,5           | 69,1        | 19,4        | 23,4           | 9,7                |
| 2      | 4,3         | 78,5            | 10,9        | <b>12,7</b>    | 68,7        | 19,6        | 23,7           | 9,2                |
| 3      | 4,8         | 79,2            | 11,2        | 12,6           | 69,6        | 20,1        | 25,9           | 8,8                |
| 4      | <b>5,1</b>  | <b>79,6</b>     | <b>11,9</b> | <b>12,7</b>    | <b>70,2</b> | <b>20,8</b> | <b>26,8</b>    | 9,0                |

1 – Kontrola; 2 - Ozonowany materiał siewny; 3 - Ocet winny + chlorowodorek chitozanu + nasiona gorczycy w proszku; 4 - Ozonowany materiał siewny + ocet winny + chlorowodorek chitozanu + nasiona gorczycy w proszku  
**Wartość pogrubiona**- maksymalna wartość; **Wartość pochylona** – minimalna wartość

Najwyższą zawartość aminokwasów w **doświadczeniu polowym produkcji wielkoskalowej** stwierdzono w kontroli ozonowanej (obiekt 2; 674,2 mg/kg), zaś zabiegi prowadzone w roślinach uzyskanych z ozonowanego materiału siewnego spowodowały największą redukcję stężenia aminokwasów (533,9 mg/kg) (Rys. 2).

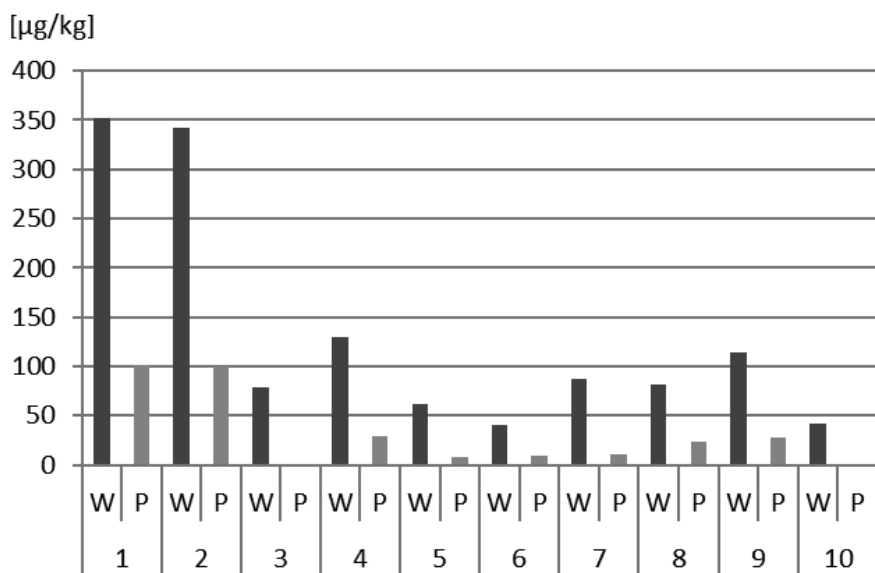


1 – Kontrola; 2 - Ozonowany materiał siewny; 3 - Ocet winny + chlorowodorek chitozanu + nasiona gorczycy w proszku; 4 - Ozonowany materiał siewny + ocet winny + chlorowodorek chitozanu + nasiona gorczycy w proszku

**Rys. 2.** Suma stężeń aminokwasów egzogennych i endogennych w ziarnie pszenicy w doświadczeniu polowym produkcji wielkoskalowej.

### Stężenie mykotoksyn w ziarnie pszenicy

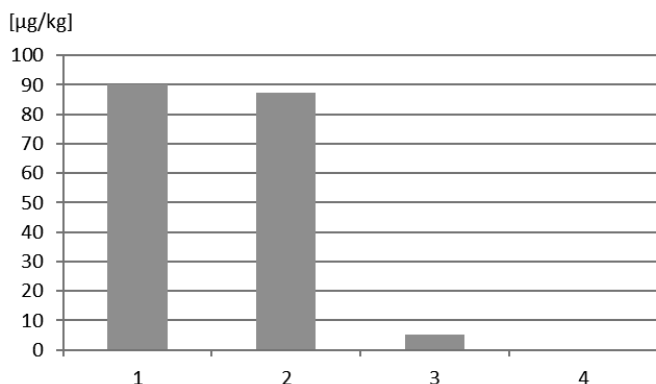
Pośród 13 badanych mykotoksyn, w ziarnie pszenicy wykryto występowanie 4 związków: 3-Acetyloodeksyniwalenol (3-AcDON), deoksyniwalenol (DON), toksyna HT-2 i toksyna T-2. Zabiegi z wykorzystaniem octu winnego, nasion gorczycy w proszku i chlorowodoru chitozanu skutkowały redukcją zawartości mykotoksyn w porównaniu do kontroli.



1 – Kontrola; 2 - Ozonowany materiał siewny; 3 - Ocet winny; 4 - Chlorowodorek chitozanu; 5 - Nasiona gorczycy w proszku; 6 - Ocet winny + chlorowodorek chitozanu + nasiona gorczycy w proszku; 7 - Ozonowany materiał siewny + ocet winny; 8 - Ozonowany materiał siewny + chlorowodorek chitozanu; 9 - Ozonowany materiał siewny + nasiona gorczycy w proszku; 10 - Ozonowany materiał siewny + ocet winny + chlorowodorek chitozanu + nasiona gorczycy w proszku  
W – doświadczenie wazonowe; P – doświadczenie poletkowe

**Rys. 3.** Suma stężeń mykotoksyn w ziarnie pszenicy w doświadczeniu wazonowym i poletkowym.

Stężenie mykotoksyn **w doświadczeniu wazonowym**, w którym przeprowadzono inokulację grzybem patogenicznym *F. culmorum* było wyższe, w porównaniu do doświadczenia poletkowego i polowego. Najwyższą skuteczność w redukcji stężenia mykotoksyn wykazała kompleksowa ochrona z uwzględnieniem octu winnego, nasion gorczycy w proszku i chlorowodoru chitozanu w połączeniu z ozonowaniem (obiekt 10; 41,8 µg/kg) i bez ozonowania (obiekt 6; 40,3 µg/kg) (Rys. 3). W przypadku **doświadczenia poletkowego**, najwyższą skuteczność w redukcji stężenia mykotoksyn wykazała również kompleksowa ochrona bez ozonowania (obiekt 6; 8,9 µg/kg) i w połączeniu z ozonowaniem (obiekt 10), w której nie wykryto występowania mykotoksyn (Rys. 3). W **doświadczeniu polowym produkcji wielkoskalowej**, stężenie mykotoksyn było najniższe we wszystkich obiektach, w porównaniu do doświadczenia wazonowego i poletkowego. Podobnie jak w doświadczeniu poletkowym, w przypadku kompleksowej ochrony z ozonowanym materiałem siewnym, na polu produkcji wielkoskalowej nie stwierdzono występowania mykotoksyn (Rys. 4).



1 – Kontrola; 2 - Ozonowany materiał siewny; 3 - Ocet winny + chlorowodorek chitozanu + nasiona gorczycy w proszku; 4 - Ozonowany materiał siewny + ocet winny + chlorowodorek chitozanu + nasiona gorczycy w proszku

**Rys. 4.** Suma stężeń mykotoksyn w ziarnie pszenicy w doświadczeniu polowym produkcji wielkoskalowej.

---

## PODSUMOWANIE

---

- ✚ Kompleksowa ochrona uwzględniająca ocet winny, chlorowodorek chitozanu i nasiona gorczycy w proszku charakteryzowała się największą skutecznością w zwalczaniu chorób grzybowych pszenicy, w szczególności rdzy brunatnej, ostrej plamistości oczkowej i fuzariozy kłosów pszenicy.
- ✚ Kompleksowa ochrona charakteryzowała się uzyskaniem korzystnych parametrów jakościowych i żywieniowych plonu, w szczególności białka, glutenu i liczby sedymentacyjnej Zeleny'ego, świadczącej o jakości wypiekowej mąki i jej przydatności w przemyśle piekarniczym. Minimalne kryterium przydatności ziarna pszenicy do przemiału na mąkę wynosi 25, co wskazuje na to, że ziarno pozyskane w wyniku kompleksowej ochrony połączonej z ozonowaniem materiału siewnego w doświadczeniu poletkowym i polowym produkcji wielkoskalowej spełnia te wymagania.
- ✚ Kompleksowa ochrona w doświadczeniu polowym produkcji wielkoskalowej charakteryzowała się niższą fitotoksycznością, większą skutecznością zastosowanych metod ochrony przed chorobami grzybowymi (zwłaszcza przed brunatną plamistością liści i fuzariozą kłosów).
- ✚ Kompleksowa ochrona w doświadczeniu polowym produkcji wielkoskalowej charakteryzowała się większym plonem i lepszymi parametrami jakościowymi ziarna, większym stężeniem aminokwasów i mniejszą zawartością szkodliwych dla zdrowia mykotoksyn, w porównaniu do analogicznej ochrony

w doświadczeniu wazonowym z inokulacją grzybem patogenicznym *F. culmorum* i w odniesieniu do doświadczenia poletkowego.

- ✚ Stwierdzono, że ozonowanie materiału siewnego przyczynia się w niewielkim stopniu do zwiększenia skuteczności ograniczania chorób grzybowych i uzyskania plonu o lepszych parametrach jakościowych.
- ✚ Ze względu na powierzchną dezynfekcję materiału siewnego przez ozon, technika ozonowania może być wykorzystana do zwiększenia trwałości przechowywanego zboża.
- ✚ Niniejsze badania posłużyły opracowaniu przewodnika wraz z wytycznymi w zakresie rodzaju i sposobu stosowania octu winnego, chlorowodoru chitozanu, nasion gorczycy w proszku i ich kombinacji w ekologicznej uprawie pszenicy.
- ✚ Przeprowadzone badania są fundamentem przygotowania nowych, skutecznych programów ochrony pszenicy uprawianej w systemie ekologicznym.
- ✚ Badania realizowane w ramach niniejszego projektu wychodzą naprzeciw potrzebom rolnictwa i poza wysoką wartością naukową mają szansę znaleźć właściwe miejsce na szczeblu producentów żywności ekologicznej oraz organów kształtujących i realizujących politykę rolnictwa ekologicznego, a także politykę bezpieczeństwa żywności.





**INSTYTUT OCHRONY ROŚLIN – PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY**

**W POZNANIU**

**Zakład Rolnictwa Ekologicznego i Ochrony Środowiska**

**SPRAWOZDANIE**

**Uprawy polowe metodami ekologicznymi: badania dotyczące  
podnoszenia efektywności w zakresie doskonalenia agrotechniki roślin  
oleistych uprawianych w rolnictwie ekologicznym, ze szczególnym  
uwzględnieniem metod ochrony roślin**

**Tytuł zadania** Doskonalenie wykorzystania biologicznych i naturalnych środków produkcji  
w celu zapewnienia zdrowotności i ochrony rzepaku ozimego

**Kierownik:**

Prof. dr hab. Jolanta Kowalska

**Wykonawcy:**

Dr inż. Joanna Krzymińska

Mgr inż. Joanna Łukaszyk

St. technik Lidia Łopatka

Dr inż. Małgorzata Holka

Dr Ewa Jajor

Dr hab. Przemysław Strażyński

Dr inż. Małgorzata Antkowiak

Mgr Rafał Nowaczyk

**Współpraca naukowa:**

Dr hab. Józef Tyburski, prof. UWM

*Zrealizowano na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi DEJ.re765.20.2024  
z dnia 04 Kwietnia 2024 r.*

## 1. WSTĘP I CEL BADAŃ

W Polsce w systemie ekologicznym z roślin oleistych uprawia się len oleisty oraz lniankę siewną, soję, która jest przez UE zakwalifikowana do roślin oleistych. Rzepak ma również bardzo wysokie wymagania względem nawożenia. Jednocześnie wzrasta popyt na produkty rolnictwa ekologicznego, w tym na ekologiczny olej rzepakowy tłoczony przez ekologiczne wytwórnie, które współpracują z gospodarstwami ekologicznymi lub są ich dodatkową działalnością. Nasiona rzepaku, a raczej śruta bądź makuch powstały po tłoczeniu oleju, to również bardzo cenna pasza białkowa w żywieniu zwierząt gospodarskich, co w sytuacji niedoboru pasz ekologicznych w kraju jest niezmiernie ważne. Aby mogła być taka pasza stosowana w ekologicznej produkcji zwierzęcej, nasiona muszą zostać wytworzone zgodnie ze standardami ekologicznego systemu produkcji. Rzepak posiada bardzo wysokie wymagania nawozowe, szczególnie względem azotu. Jego wzrost wiosenny jest intensywny, a pole musi być zaopatrzone w niezbędne ilości składników pokarmowych. Szczególnie ważne są dwie dawki azotu, pierwszą należy dostarczyć w okresie jesiennym, aby rośliny mogły się robrze rozkrzewić, ukorzenić i dobrze przetrzymać, drugą w okresie wiosennym, aby rośliny wznowiły wzrost i rozrost i stały się konkurencyjne dla chwastów. Bardzo trudno jest w uprawie ekologicznej stworzyć optymalne warunki dla wzrostu rzepaku i zapewnić mu niezbędne pierwiastki w podłożu (azot, potas, siarka, fosfor, bor, molibden). Zatem ważny jest dobór stanowiska uprawy, przedplon, nawożenie, w tym przyoranie słomy, przedplonów, resztek poźniwnych z poprzedniej uprawy. Najczęściej należy jeszcze zastosować inne produkty, np. Bioilsa, ASL lub BlueN, choć w przypadku mikrobiologicznych produktów nawozowych ich zastosowanie nie zawsze zapewnia oczekiwane efekty. Jest to często związane z mikroorganizmami/bakteriami, które znajdują się w tych produktach, a które oryginalnie pochodzą z innych stref klimatycznych i w warunkach chłodnej Polski ich potencjał nawozowo-ochronny może być niewystarczający.

Rzepak niestety jest atakowany przez wiele szkodników i patogenów, które stwarzają zagrożenie dla plonu. Szczególnie, jest to obserwowane kiedy rzepak jest często uprawiany w tym samym gospodarstwie, nawet przy zachowaniu zmianowania na stanowisku. Uważa się, że pola rzepaku powinny być zlokalizowane przynajmniej w odległości 500 m od pól, gdzie w poprzednim roku uparowano rzepak. Największy problem stwarzają chrząszcze, częściowo stódszek rzepakowy oraz znacznie większy problem - chowacze (czterozębny i brukwiacek uszkadzające łądygi oraz chowacz podobnik uszkadzający łuszczyny). Natomiast pryszczarek kapustnik jest muchówką, która silnie atakuje łuszczyny już wcześniej uszkodzone przez chowacza podobnika. Pierwsze zabiegi ochronne powinny być wykonane na podstawie monitoringu i powinny być wykonane na przełomie marca i kwietnia w celu ograniczenia chowaczy łądogowych. Natomiast zabiegi w celu ochrony łuszczyn powinny być wykonane w fazie opadania płatków, aczkolwiek w rolnictwie ekologicznym rekomendować się powinno stosowanie zabiegów w fazie zawiązywania łuszczyn, z uwagi na krótszy czas działania środków ochrony.

W roku 2023 największym problemem w gospodarstwie ekologicznym, gdzie prowadzono obserwacje były chowacze łądogowe, które silnie uszkodziły łądygi rzepaku

uprawianego po raz trzeci w tym samym gospodarstwie. W tym przypadku plon był silnie zredukowany, aczkolwiek tak długo jak rośliny się nie łamią, tak długo trwa dojrzewanie nasion w łuszczynach i zwiększa się szansa na zachowanie plonu. Zatem, zabiegi maksymalizujące trwałość tkankową łodyg (np. z krzemem, z mączką dolomitową, bazaltową mogą nieznacznie pomóc.

W literaturze można znaleźć dość dużo koncepcji dotyczących ochrony, oceniano skuteczność preparatów bazujących na azadyrachtynie, wyciągach roślinnych, pyretrynie, olejkach. Niestety skuteczność tych zabiegów jest zmienna i dodatkowo należy jeszcze pamiętać o bezpieczeństwie dla zapylaczy w okresie kwitnienia rzepaku oraz o właściwym terminie zabiegu i o podatności konkretnego stadium szkodnika, przeciwko któremu chcemy wykonać zabieg ochronny oparty na danej substancji. Substancje stosowane w rolnictwie ekologicznym, takie jak pyretryny naturalne lub azadyrachtyna mają także różne mechanizmy działania i różnią się „trwałością”, są zależne od temperatury otoczenia i oddziałują raczej na formy młodociane. W przypadku słodyszka możliwy byłby zabieg na bazie spinosadu, ale nie jest on bezpieczny dla zapylaczy, dlatego nie ma zgody na jego stosowanie w rzepaku. Można jedynie rozważyć bardzo wczesne zabiegi w fazie BBCH „zielony pąk” i to w momencie obserwacji silnego zasiedlenia tych pąków przez słodyszki. Można także zastosować zabieg agrotechniczny, np. pasowy wysiew rzepiku, o okresie kwitnienia wcześniejszym niż rzepak, rzepak jest dla owadów atrakcyjniejszy dzięki intensywniejszemu zapachowi. Kwitnący rzepik wabi samice słodyszka, które wolą złożyć w nim jaja, dzięki czemu omijają one uprawę główną (przynajmniej przez pewien czas). Inne sposoby ograniczania szkodników rzepaku to stosowania olejków roślinnych, mączki bazaltowej, olejku lawendowego oraz innych metod, które opisano w wybranej, przytoczonej literaturze [1-8]. W roku 2023 rozpoczęto pierwszy rok projektu, zastosowano *B. bassiana*, *B. subtilis*, azadyrachtynę w różnych kombinacjach zabiegowych. Ze wszystkich poletek doświadczalnych zebrano wyższy plon (potwierdzony statystycznie istotnie) w porównaniu do poletek kontrolnych. W roku 2023 zastosowano także zabiegi oparte na kwasie ortokrzemowym niwelujące stres suszy oraz poprawiające strukturę ładu. W roku 2023 wykonano badania laboratoryjne i szklarniowe, które potwierdziły możliwości łącznego stosowania *B. bassiana* i krzemu, który nie ograniczył wzrostu grzybów owadobójczych, a ponadto stymulował ich zarodnikowanie (9). Ponadto kontynuowano obserwacje wpływu czteroletniego pasa kwietnego (100 m długości – 6 m szer.) na zdrowotność przylegającego pola rzepaku. **Głównym celem przeprowadzonych badań** była weryfikacja efektywności stosowanych biologicznych środków ochrony roślin oraz produktów pochodzenia naturalnego do ograniczenia strat w plonie rzepaku ozimego.

## 2. METODY WYKONANIA ZADAŃ

W Polowej Stacji Doświadczalnej Instytutu Ochrony Roślin - PIB w Winnej Górze na powierzchni ekologicznej w roku 2023 założono powierzchnię doświadczalną na której wysiano dwie odmiany rzepaku ozimego (jedna populacyjna i jedna mieszańcowa – Graf i Harry- te same odmiany, które były przedmiotem badań w roku 2023). Odmiana Harry jest zarejestrowana w Polsce od 2013 roku i jest jedną z najbardziej plennych odmian

populacyjnych. Odmiana mieszańcowa Graf F1, zarejestrowana w Polsce od 2014 roku, charakteryzuje się średnią odpornością na zgniliznę twardzikową, suchą zgniliznę i choroby podstawy łodyg. Odmianę Harry wysiano w gęstości 55-60 roślin na m<sup>2</sup>, natomiast odmianę Graf w gęstości 45-50 roślin na m<sup>2</sup>.

## Agrotechnika

Obie odmiany zostały wysiane na stanowisku po lucernie. 27.08.23 zastosowano nawóz Bioilsa w dawce 300 kg/ ha. Siew został wykonany 2 września 2023 roku w dwóch różnych rozstawach – w rozstawie tzw. zbożowej (12,5 cm) oraz w siewie pasowym 2 na 3, tzn. trzy redlice siewnika wysiewają (co 3x12,5 cm), a dwie nie sieją (wolny pas 2x 12,5 cm). W trosce o zdrowotność młodych roślin, już na etapie siewu wprowadzono mikrobiologiczne zaprawianie nasion środkiem ochrony Integral PRO w dawce 160 ml na 100 kg nasion. Wykonano także jesienne zabiegi odchwaszczające – brona chwastownik i pielnik oraz zabiegi odżywcze rośliny (Plocher Gleba w dawce 4 l na ha na 400 l wody). W okresie wiosennym zastosowano bor (L-Amino+B) w dawce 3 l na ha i ponownie preparat Plocher Gleba w dawce 4 l na ha na 400 l wody (27.03.24r.). Nawożenie gnojowicą wykonano wiosną (03.04.2024) w dawce 15 m<sup>2</sup> na ha oraz zastosowano zabieg przeciwko chowaczom (insektycyd na bazie spinosadu). W roku 2024, na podstawie wyników ubiegłorocznych, w celu ograniczenia liczebności szkodników oraz chorób grzybowych na całej powierzchni **wykonano dwa zabiegi dolistne** na bazie:

1. *Beaveria bassiana* - grzyb owadobójczy – preparat Naturalis 1,5l/ ha/ 200l wody, w fazie BBCH 61 i 65 (06.05.24r., 11.05.2024r.).
2. Zabiegi stymulujące zarodnikowanie grzyba owadobójczego oraz wzmacniający ściany komórkowe roślin - krzem – forma płynna, kwas ortokrzemowy – preparat Zumsil 0,3l/ ha/ 200l wody, w fazie BBCH 61 i 65 (06.05.24r., 11.05.2024r.).
3. W związku z ochroną przed czernią krzyżowych wykonano również 2 zabiegi preparatem Serenade na całości pola w dawce 2 l/ ha (koniec opadania płatków, początek zawiązków łuszczyń).

Ze względu na wynik monitoringu i stwierdzeniu braku istotnego zagrożenia ze strony przyszcarka kapustnika (*Dasineura brassicae*, Winnertz) zrezygnowano z zabiegów z azadyrachtyną. Natomiast ze względu na braki w dostępności i brak możliwości zakupu pyretryny naturalnej nie wykonano zabiegów za pomocą tej substancji w połączeniu z substancją podstawową, która miała pełnić funkcję adjuwanta.

W trakcie wegetacji zmierzono wartość SPAD oraz zawartość azotu. Na wiosnę oceniono *in situ* ogólną kondycję roślin, w tym uszkodzenia powodowane przez chowacze łodygowe oraz nasilenie symptomów porażenia łodyg roślin rzepaku przez *Sclerotinia sclerotiorum*-sprawcę zgnilizny twardzikowej i *Botrytis cinerea* -sprawcę szarej pleśni. Ponadto obserwowano nasilenie występowania owadów szkodliwych. W lipcu dokonano oceny stopnia porażenia łodyg i łuszczyń przez sprawców zgnilizny twardzikowej, suchej zgnilizny kapustnych, szarej pleśni oraz czerni krzyżowych. Następnie oceniono ogólną zdrowotność

łuszczyn w tym porażenie przez *S. sclerotiorum* i przyszczarki. Obliczono wysokość plonu z hektara i zmierzono jego wybrane parametry.

3. WYNIKI

Pomiary miernikiem SPAD wczesną wiosną

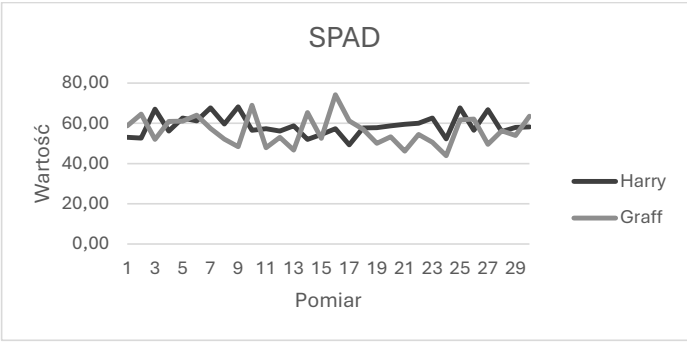
Na początku marca (07.03.2024) za pomocą aparatu optycznego SPAD-502 Plus Konica Minolta, na trzydziestu losowo wybranych, dobrze wykształconych blaszkach liściowych roślin rzepaku ozimego obu odmian wykonano pomiary *in situ* średniego wskaźnika zieloności liścia (SPAD). Wskaźnik ten pozostaje w ścisłej korelacji ze stanem odżywienia liści azotem i może być przydatny do oceny stanu odżywienia roślin uprawianych w systemie ekologicznym [10]. Ponadto przy pomocy aparatu PlantPen Photon System Instruments zmierzono średnią zawartość azotu w roślinach dla roślin obu odmian. Względna zawartość chlorofilu u obu odmian, oceniana wskaźnikiem zieloności liścia (SPAD) oraz średnia zawartość azotu nie różniły się istotnie między odmianami. Wartości SPAD wyniosły 56,4 dla odmiany Graf i 58,74 dla odmiany Harry, a zawartość azotu była w granicach około 2,2% [Tabela 1, Ryciny 1-2].

Tabela 1. Średni wskaźnik zieloności liścia (SPAD) oraz średnia zawartość azotu [%] w liściach rzepaku ozimego, w zależności od badanej odmiany w dniu 07.03.2024

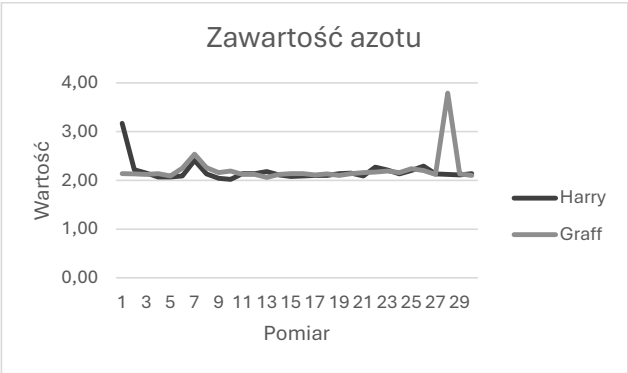
| Mierzona cecha      | Odmiana       |               | średnia |
|---------------------|---------------|---------------|---------|
|                     | Harry         | Graff         |         |
| SPAD                | 58,74(±4,92)a | 56,40(±7,22)a | 56,40   |
| Zawartość azotu (%) | 2,18(±0,20)a  | 2,22(±0,30)a  | 2,20    |

\*średnie oznaczone tymi samymi literami w rzędach nie różnią się istotnie przy α=0,05

Rośliny charakteryzowały się pewnym stopniem niedożywienia, dlatego wprowadzono zabiegi poprawiające ich kondycję, tzn. na początku kwietnia zastosowano gnojowicę.



Rycina 1. Wartości SPAD z poszczególnych pomiarów/roślin, w zależności od odmiany w dniu 07.03.2024



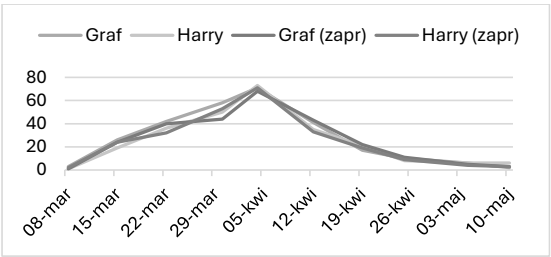
Rycina 2. Wartości zawartości azotu z poszczególnych pomiarów/roślin, w zależności od odmiany w dniu 07.03.2024

W roślinach optymalnie odżywionych azotem ogólna zawartość tego pierwiastka jest zróżnicowana i waha się w przedziale od 0,5 do 7%. Przyjmuje się, że zawartość azotu jest determinowana przez poziom nawożenia tym składnikiem, żyzność gleby oraz gatunek, wiek i fazę rozwojową rośliny.

Wiosenny monitoring występowania ślodyszka rzepakowego

Tabela 2. Występowanie ślodyszka rzepakowego na uprawach rzepaku ozimego w okresie od 08.03.24-10.05.24 w zależności od odmiany i zaprawiania nasion- sumaryczna liczba odłowionych chrząszczy w żółte naczynie w ciągu tygodnia

|              | 08.mar | 15.mar | 22.mar | 30.mar | 04.kwi | 12.kwi | 19.kwi | 25.kwi | 04.maj | 10.maj |
|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Graf         | 3      | 26     | 42     | 58     | 71     | 41     | 17     | 10     | 6      | 2      |
| Harry        | 1      | 19     | 36     | 50     | 73     | 35     | 21     | 8      | 6      | 6      |
| Graf (zapr)  | 1      | 24     | 40     | 44     | 68     | 43     | 22     | 11     | 5      | 3      |
| Harry (zapr) | 2      | 24     | 32     | 53     | 71     | 33     | 19     | 9      | 4      | 3      |



Rycina 3. Występowanie ślodyszka rzepakowego na uprawach rzepaku ozimego w okresie od 08.03.24-10.05.24 w zależności od odmiany i zaprawiania nasion

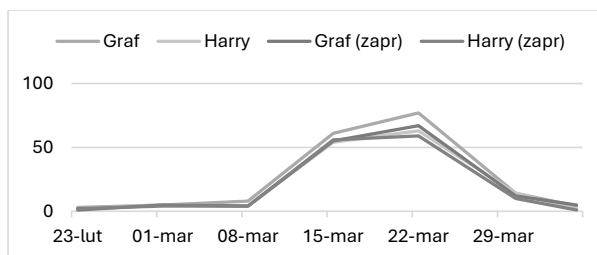
Najliczniejsze występowanie ślodyszka obserwowano w okresie od 22 marca do 19 kwietnia, już na zamkniętych kwiatostanach [Tabela 2, Rycina 3]. W przypadku liczego występowanie

ślodyszka, ale jeszcze w fazie zamkniętego kwiatostanu „rekomenduje się” wykonanie zabiegów na bazie spinosadu.

### Wiosenny monitoring występowania chowaczy łądogowych i przyszcarka kapustnika

Tabela 3. Występowanie chowaczy łądogowych na uprawach rzepaku ozimego w okresie od 23.02.24-04.04.24 w zależności od odmiany i zaprawiania nasion

|              | 23.lut | 01.mar | 08.mar | 15.mar | 22.mar | 30.mar | 04.kwi |
|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Graf         | 3      | 5      | 8      | 61     | 77     | 14     | 4      |
| Harry        | 2      | 5      | 4      | 54     | 63     | 14     | 2      |
| Graf (zapr)  | 1      | 5      | 4      | 55     | 67     | 12     | 5      |
| Harry (zapr) | 2      | 4      | 4      | 56     | 59     | 10     | 1      |



Rycina 4. Występowanie chowaczy łądogowych na uprawach rzepaku ozimego w okresie od 23.02.24-04.04.24 w zależności od odmiany i zaprawiania nasion

Najliczniejsze występowanie chowaczy łądogowych obserwowano w okresie od **15 do 30 marca** [Tabela 3, Rycina 4]. Monitoring prowadzono bezpośrednio na poletkach za pomocą żółtych naczyń - wyniki w tabelach i na wykresach to sumaryczna liczba odłowionych chrząszczy w żółte naczynie w ciągu tygodnia. W terminach liczego występowania tego szkodnika, ale jeszcze w fazie zamkniętego kwiatostanu „rekomenduje się” wykonanie zabiegów na bazie spinosadu.

Próg szkodliwości dla przyszcarka kapustnika opiera się na bezpośredniej lustracji roślin - liczba muchówek na roślinach lub uszkodzone (zasiedlone już przez larwy) łuszczyzny. W praktyce stosuje się najpierw żółte naczynia, żeby uchwycić moment nalogu muchówek, a potem lustracje roślin. W tym sezonie przyszcarek nie pojawił się w dużym nasileniu, dlatego zrezygnowano z zabiegu ochronnego w fazie opadania płatków i zielonej łuszczyzny.

### Ocena występowania owadów szkodliwych w okresie wiosennym

W połowie maja na trzydziestu losowo wybranych roślinach rzepaku w ramach każdej odmiany *in situ* oceniono występowanie owadów szkodliwych zliczając je na poszczególnych roślinach. **Więcej szkodliwych owadów występowało na odmianie Graf (średnio 3,93 sztuk na roślinie w porównaniu do 2,37 sztuk na odmianie Harry).** Najliczniej występowała śmietka kapuściana (1,80 sztuk na roślinie na rzepaku odmiany Harry i 2,57 sztuk na roślinie na rzepaku odmiany Graf, średnio 2,18 sztuk na roślinie) [Tabela 4]. W trakcie prowadzonych obserwacji

zaobserwowano również liczne śmietki porażone przez grzyb owadobójczy *Beaveria bassiana* i owadomorki.

Tabela 4. Liczebność szkodliwych owadów na pojedynczej roślinie rzepaku ozimego w zależności od odmiany w dniu **14.05.2024** na polach doświadczalnych w Winnej Górze

| Szkodnik (szt./ roślinę)     | Odmiana     |             | Średnia     |
|------------------------------|-------------|-------------|-------------|
|                              | Harry       | Graf        |             |
| <b>Pryszczarek kapustnik</b> | 0,20        | 0,87        | 0,53        |
| <b>Chowacz podobnik</b>      | 0,20        | 0,30        | 0,25        |
| <b>Ślodyszek rzepakowy</b>   | 0,17        | 0,20        | 0,18        |
| <b>Śmietka kapuściana</b>    | 1,80        | 2,57        | 2,18        |
| <b>Razem</b>                 | <b>2,37</b> | <b>3,93</b> | <b>3,15</b> |

#### **Ocena występowania chowaczy łądugowych w okresie późno wiosennym**

Pod koniec maja oceniono *in situ* nasilenie występowania chowaczy łądugowych (chowacz brukwiacek i chowacz czterozębny) na trzydziestu losowo wybranych roślinach dla każdej odmiany rzepaku ozimego. Analiza statystyczna nie wykazała istotnych różnic w zagęszczeniu chowaczy łądugowych, w zależności od zaprawiania materiału siewnego oraz odmiany rzepaku. Średnio na roślinach odmiany Harry występowało 0,59 osobników na roślinie, a na roślinach odmiany Graf 0,52 osobnika. Na roślinach zaprawianych średnio zaobserwowano 0,5 osobnika na roślinie, a na roślinach niezaprawianych 0,6 [Tabela 5].

Tabela 5. Występowanie owadów szkodliwych (chowacze łądugowe), w zależności od zaprawiania nasion i odmiany rzepaku ozimego (ocena **27.05.2024**)

| Kombinacja           | Odmiana      |              | Średnia      |
|----------------------|--------------|--------------|--------------|
|                      | Harry        | Graf         |              |
| <b>Zaprawiona</b>    | 0,50(±0,20)a | 0,50(±0,10)a | <b>0,50A</b> |
| <b>Niezaprawiona</b> | 0,67(±0,15)a | 0,53(±0,06)a | <b>0,60A</b> |
| <b>Średnia</b>       | <b>0,59A</b> | <b>0,52A</b> |              |

\*średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy  $\alpha=0,05$ ; skala 0-1 (0-brak owadów, 1-występują)

#### **Ocena ogólnej kondycji (zdrowotności) roślin *in situ*, w okresie późno wiosennym**

Pod koniec maja dokonano oceny roślin pod kątem ogólnej zdrowotności roślin rzepaku (w tym uszkodzeń powodowanych przez chowacze łądugowe (chowacz brukwiacek i chowacz czterozębny) oraz objawów zgnilizny twardzikowej i szarej pleśni. Analiza statystyczna wykazała istotne różnice w kondycji roślin, w zależności od tego czy materiał siewny był zaprawiany, natomiast nie było różnic pomiędzy odmianami. Rośliny z kombinacji zaprawianych były istotnie mniej porażone niż niezaprawiane. Średnio zdrowotność roślin zaprawionych (w skali 9-stopniowej, gdzie 0 oznacza rośliny całkowicie porażone, a 9 rośliny całkowicie zdrowe) wyniosła 6,29, a roślin pochodzących z kombinacji niezaprawionych 5,43 [Tabela 6].

Tabela 6. Zdrowotność roślin rzepaku ozimego w skali (0-9; 9=roślina zdrowa), w zależności od zaprawiania nasion i odmiany (ocena **27.05.2024**)

| Kombinacja           | Odmiana       |              | Średnia      |
|----------------------|---------------|--------------|--------------|
|                      | Harry         | Graf         |              |
| <b>Zaprawiona</b>    | 6,67(±0,58)a* | 5,90(±0,61)a | <b>6,29A</b> |
| <b>Niezaprawiona</b> | 5,53(±0,15)b  | 5,33(±0,45)b | <b>5,43B</b> |
| <b>Średnia</b>       | <b>6,10A</b>  | <b>5,62A</b> |              |

\*średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy  $\alpha=0,05$

#### Ocena porażenia i uszkodzeń łuszczyń przez patogeny oraz pryszcarki

W lipcu (23.07.24) oceniono procent ogólnego porażenia łuszczyń przez choroby grzybowe oraz uszkodzeń przez pryszcarki z dziesięciu losowo wybranych roślin na kombinację. Przeprowadzone analizy wykazały, że zaprawianie w istotny sposób ograniczyło uszkodzenie łuszczyń przez choroby grzybowe i pryszcarki. Łuszczyń roślin pochodzących z poletek zaprawianych miały łuszczyń porażone w 15, 24%, natomiast niezaprawianych w 42,60%. Odmiana nie miała wpływu nasilenie uszkodzenia łuszczyń (33,87% porażenia dla odmiany Harry i 35,17% dla odmiany Graf) [Tabela 7].

Tabela 7. Uszkodzenie łuszczyń [%], w zależności od zaprawiania nasion i odmiany (**23.07.24**)

| Kombinacja           | Odmiana        |                | Średnia       |
|----------------------|----------------|----------------|---------------|
|                      | Harry          | Graf           |               |
| <b>Zaprawiona</b>    | 14,04(±5,25)b  | 16,44(±6,01)b  | <b>15,24B</b> |
| <b>Niezaprawiona</b> | 53,70(±22,98)a | 53,89(±22,72)a | <b>42,60A</b> |
| <b>Średnia</b>       | <b>33,87A</b>  | <b>35,17A</b>  |               |

\*średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy  $\alpha=0,05$

#### Ocena porażenia łodyg i łuszczyń przez sprawców chorób w lipcu

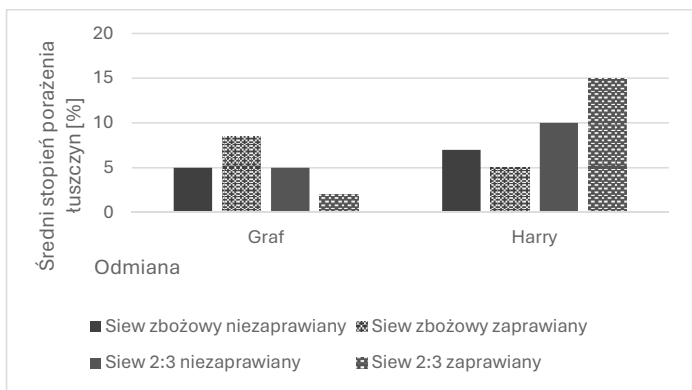
W lipcu oceniono stopień porażenia łodyg rzepaku w zależności od odmiany oraz sposób uprawy (sposób siewu oraz zaprawianie) przez sprawców zgnilizny twardzikowej (*Sclerotinia sclerotiorum*), suchej zgnilizny kapustnych (*Leptosphaeria maculans* oraz *Leptosphaeria biglobosa*) oraz szarej pleśni (*Botrytis cinerea*). **Nasilenie objawów chorobowych nie było znaczące**. Porażenie roślin odmiany Graf było nieznacznie wyższe jeśli chodzi o zgniliznę twardzikową i suchą zgniliznę kapustnych. Porażenie było na tyle niewielkie nawet na roślinach kontrolnych, że nie można stwierdzić istotnego wpływu zaprawiania ani rodzaju siewu. Można jednak było zauważyć **nieznaczny wpływ zaprawiania na ograniczenia objawów suchej zgnilizny kapustnych na łodygach** [Tabela 8]. Oceniono również stopień porażenia łuszczyń przez grzyby z rodzaju *Alternaria* powodujące czern krzyżowych. Również **porażenie przez te grzyby nie było wysokie** (od 2 do 15%), **najwyższe w wypadku roślin odmiany Harry** i wyższe w tym przypadku dla roślin zaprawianych (15%). Nie zaobserwowano jednakże jednoznacznej tendencji wpływu rodzaju siewu czy zaprawiania na porażenie przez sprawców tej choroby [Rycina 5]. Oceniono także średnie porażenie szyjek korzeniowych roślin rzepaku przez sprawców suchej zgnilizny kapustnych (*Leptosphaeria maculans* oraz *Leptosphaeria biglobosa*). Porażenie kształtowało się na poziomie od 3 do 4,2%, a zatem

również było niewielkie i nie zaobserwowano znacznego wpływu na nie ani zaprawiania ani metody siewu [Rycina 6].

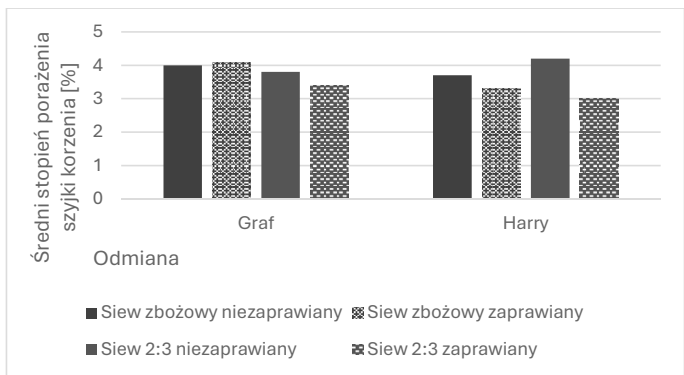
Tabela 8. **Procent (%) łodyg roślin rzepaku ozimego porażonych przez sprawców chorób roślin w zależności od odmiany i sposobu uprawy (03.07.24) – ocena dr Ewa Jajor**

| Odmiana                           | Harry       |      |              |      | Graf        |      |              |       |
|-----------------------------------|-------------|------|--------------|------|-------------|------|--------------|-------|
|                                   | Siew 2 na 3 |      | Siew zbożowy |      | Siew 2 na 3 |      | Siew zbożowy |       |
|                                   | NZ*         | Z    | NZ           | Z    | NZ          | Z    | NZ           | Z     |
| <b>Zgnilizna twardzikowa</b>      | 2,00        | 5,00 | 1,00         | 6,50 | 6,00        | 5,00 | 8,50         | 11,00 |
| <b>Sucha zgnilizna kapustnych</b> | 2,50        | 0,00 | 3,50         | 2,00 | 6,00        | 4,00 | 6,50         | 4,50  |
| <b>Szara pleśń</b>                | 10,00       | 7,50 | 5,00         | 5,00 | 5,00        | 5,00 | 10,00        | 9,50  |

\*NZ – niezaprawiane, Z – zaprawiane



Rycina 5. **Średni stopień porażenia łuszczyn** rzepaku ozimego 03.07.24 przez grzyby z rodzaju *Alternaria*



Rycina 6. **Średni stopień porażenia szyjki korzeniowej** rzepaku ozimego 03.07.24 przez grzyby z rodzaju *Leptosphaeria*

## Zdrowotność roślin w skali (0-9; gdzie 9 = zdrowe);

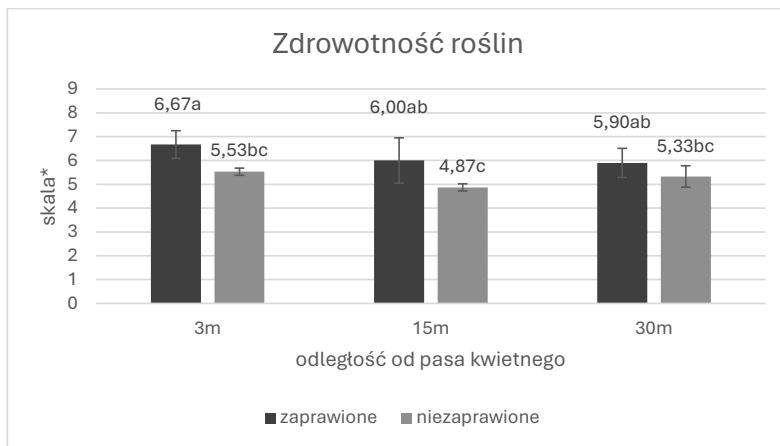
### ocena 27.05.2024 w zależności od odległości od PASA KWIETNEGO

Analizowane dane dotyczące zdrowotności roślin reprezentowały rozkład normalny. Przeprowadzono *dwuczynnikową ANOVA*, wykonując następnie test post-hoc NIR Fishera (ang. least significant differences – LSD). Analiza statystyczna wykazała istotne różnice w zdrowotności roślin, w zależności od traktowania materiału siewnego (zaprawiania) oraz odległości od przylegającego pasa kwietnego. **Największą zdrowotnością charakteryzowały się rośliny zaprawione, rosnące w bezpośrednim sąsiedztwie pasa kwietnego, w odległości 3 m.** Nie zanotowano statystycznych różnic w zdrowotności między roślinami zlokalizowanymi w odległości 15 m i 30 m od pasa kwietnego, przy czym rośliny te były w podobnej kondycji zdrowotnej, jak niezaprawiane rosnące w odległości 3 m i 30 m od pasa. Najmniej zdrowe były rośliny niezaprawiane, rosnące w odległości 15 m od pasa kwietnego. Rośliny "zaprawiane" były istotnie w lepszej kondycji zdrowotnej niż „niezaprawiane”, bez względu na odległość od pasa kwietnego [Tabela 9, Rycina 7].

Tabela 9. Zdrowotność roślin w skali (0-9; 9 = roślina zdrowa), w zależności od traktowania nasion (zaprawiania) i odległości od pasa kwietnego (ocena *in situ* 27.05.2024)

| Traktowanie nasion | Odległość od pasa kwietnego |               |               |              |
|--------------------|-----------------------------|---------------|---------------|--------------|
|                    | 3 m                         | 15 m          | 30 m          | średnia      |
| zaprawione         | 6,67(±0,58)a*               | 6,00(±0,95)ab | 5,90(±0,61)ab | <b>6,19A</b> |
| niezaprawione      | 5,53(±0,15)bc               | 4,87(±0,15)c  | 5,33(±0,45)bc | <b>5,24B</b> |
| średnia            | <b>6,10A</b>                | <b>5,44A</b>  | <b>5,62A</b>  |              |

\*średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy  $\alpha=0,05$



\*skala 0-9; 9=rośliny zdrowe

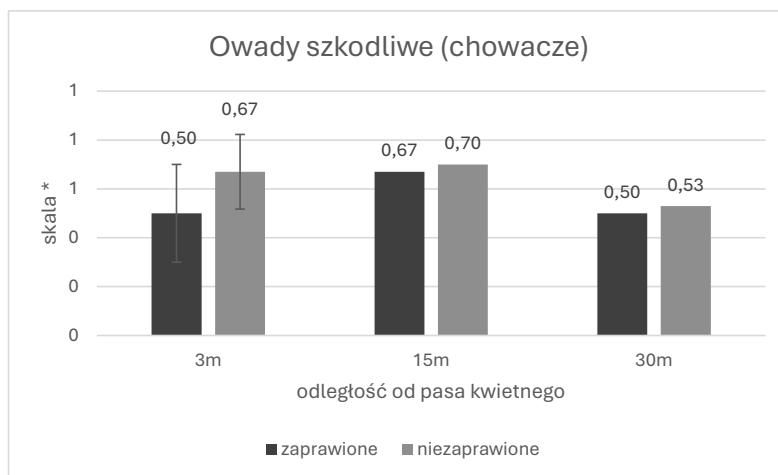
Rycina 7. Porażenie roślin przez choroby, w zależności od traktowania materiału siewnego oraz odległości od pasa kwietnego

Analizowane dane dotyczące chowaczy reprezentowały rozkład normalny. Występuje jedynie tendencja, że rośliny najbardziej oddalone od pasa kwietnego (30 m) charakteryzowały się mniejszym zagęszczeniem chowaczy [Tabela 10, Rycina 8].

Tabela 10. **Występowanie owadów szkodliwych (chowacze)**, w zależności od traktowania nasion (zaprawiania) i odległości od pasa kwietnego (27.05.2024)

| Traktowanie nasion | Odległość od pasa kwietnego |              |              |              |
|--------------------|-----------------------------|--------------|--------------|--------------|
|                    | 3 m                         | 15 m         | 30 m         | średnia      |
| zaprawione         | 0,50(±0,20)a                | 0,67(±0,06)a | 0,50(±0,10)a | <b>0,56A</b> |
| niezaprawione      | 0,67(±0,15)a                | 0,70(±0,10)a | 0,53(±0,06)a | <b>0,63A</b> |
| średnia            | <b>0,59AB</b>               | <b>0,69A</b> | <b>0,52B</b> |              |

\*średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy  $\alpha=0,05$ ; skala 0-1 (0-brak)



\*0-brak owadów; 1-owady występują

Rycina 8. Porażenie owadów szkodliwych (chowacze), w zależności od traktowania materiału siewnego oraz odległości od pasa kwietnego

### Plon rzepaku ozimego

Średni plon (t/ha) w kombinacjach „zaprawionych” był wyższy niż w niezaprawionych, bez względu na odmianę i rodzaj siewu. Plon w kombinacjach, gdzie zastosowano technikę siewu zbożowego był zawsze wyższy, niezależnie od odmiany oraz zaprawiania. Odmiana Graf planowała lepiej, a plon wyniósł od 2,15 t/ha dla roślin niezaprawianych w siewie 2 na 3 do 2,93 dla roślin zaprawianych w siewie zbożowym. Plon dla odmiany Harry wyniósł od 1,92 t/ha w siewie 2 na 3 do 2,53 t/ha dla roślin zaprawianych w siewie zbożowym. Wilgotność nasion kształtowała się na podobnym poziomie, niezależnie od odmiany, zaprawiania oraz sposobu siewu i kształtowała się na poziomie 41,70% - 43,85%. Zawartość oleju nie różniła się znacząco i kształtowała się od 41,70% do 43,85% [Tabela 11].

Tabela 11. Wielkość oraz wybrane cechy jakościowe plonu rzepaku w zależności od odmiany, zastosowanej zaprawy oraz rodzaju siewu

| Odmiana                      | Harry       |             |              |             | Graf        |             |              |             |
|------------------------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
|                              | Siew 2 na 3 |             | Siew zbożowy |             | Siew 2 na 3 |             | Siew zbożowy |             |
|                              | NZ*         | Z           | NZ           | Z           | NZ          | Z           | NZ           | Z           |
| <b>Wilgotność nasion [%]</b> | 9,40        | 9,00        | 9,75         | 9,55        | 9,70        | 9,55        | 9,65         | 9,65        |
| <b>Plon [t/ha]</b>           | <b>1,92</b> | <b>2,11</b> | <b>2,24</b>  | <b>2,53</b> | <b>2,15</b> | <b>2,37</b> | <b>2,66</b>  | <b>2,93</b> |
| <b>Olej SM [%]</b>           | 42,65       | 42,95       | 43,15        | 41,70       | 43,85       | 42,85       | 42,35        | 43,45       |

\*NZ – niezaprawiane, Z – zaprawiane

#### 4. WNIOSKI

1. W drugim sezonie uprawy nie zaobserwowano na plantacji silnej presji ze strony szkodników ani sprawców chorób rzepaku. Pomiedzy badanymi odmianami nie było różnic pomiędzy wskaźnikami SPAD (średni 56,4) i zawartością azotu (średnio 2,20%).
2. Rośliny obu odmian z nasion zaprawianych były w lepszej kondycji zdrowotnej na wiosnę. Najzdrowsze były rośliny z kombinacji zaprawionej (średnio skala 6,67), odmiana Graf (5,90), a rośliny niezaprawione były istotnie w słabszej kondycji (5,53 dla odmiany Harry i 5,33 dla odmiany Graf).
3. W maju zaobserwowano więcej szkodliwych owadów na roślinach odmiany Graf (średnio 3,93 osobniki na roślinie) niż na odmianie Harry (średnio 2,37 osobniki na roślinie). Najliczniejszym szkodnikiem zaobserwowanym w maju na roślinach rzepaku ozimego była śmietka kapuściana. Na odmianie Harry zaobserwowano średnio 1,80 osobników na roślinie, a na odmianie Graf 2,57 osobników na roślinie.
4. W okresie wiosennym nie zaobserwowano istotnie większego występowania chowacza łądowego ze względu na zaprawianie czy jego brak lub odmianę rzepaku ozimego.
5. W lipcu nasilenie uszkodzeń powodowanych przez sprawców chorób grzybowych było niewielkie i nie zauważono wyraźnych tendencji wpływu rodzaju siewu ani zaprawiania na ich występowanie.
6. Wilgotność nasion kształtowała się na podobnym poziomie, niezależnie od odmiany, zaprawiania nasion czy sposobu siewu (41,70% - 43,85%).
7. Odmiana, sposób siewu i zaprawianie nasion nie miały również istotnego wpływu na zawartość oleju SM w nasionach, która kształtowała się w normie wynoszącej między 40 a 50% na poziomie od 41,70% do 43,85%.
8. Mikrobiologiczne zaprawianie nasion środkiem ochrony Integral PRO miało pozytywny wpływ na wysokość plonu. Plon z kombinacji z zaprawianymi nasionami był wyższy niezależnie od odmiany czy sposobu siewu.
9. Plon w kombinacjach, gdzie zastosowano technikę siewu zbożowego był zawsze wyższy niż w przypadku plonu z poletek, gdzie zastosowano siew 2 na 3, niezależnie od odmiany oraz zaprawiania.

10. Odmiana Graf plonowała lepiej niż odmiana Harry. Plon dla odmiany Graf wyniósł od 2,15 t/ha dla roślin niezaprawianych w siewie 2 na 3 do 2,93 dla roślin zaprawianych w siewie zbożowym. Plon dla odmiany Harry wyniósł od 1,92 t/ha w siewie 2 na 3 do 2,53 t/ha dla roślin zaprawianych w siewie zbożowym.
11. Zaprawianie nasion rzepaku ozimego odmian Graf i Harry mikrobiologicznym środkiem ochrony Integral PRO miało istotny wpływ na ograniczenie porażenia roślin przez choroby grzybowe oraz uszkodzenie roślin przez szkodniki. Wpłynęło korzystnie na wysokość plonu, a w przypadku odmiany Graf przy jednoczesnym siewie zbożowym pozwoliło na uzyskanie plonu niższego jedynie o 13,57% od średniego plonu rzepaku konwencjonalnego uzyskanego w Polsce w roku 2023.

## 5. REKOMENDACJE DLA PRAKTYKI

Przed siewem należy zastosować **organiczny nawóz azotowy** (np. Bioilsa w dawce 300 kg/ ha), który charakteryzuje się kontrolowanym uwalnianiem składników pokarmowych i systematycznie odżywia rośliny, stymuluje rozwój systemu korzeniowego i poprawia fizyczne, chemiczne i biologiczne właściwości gleby. Nasiona rzepaku ozimego należy **zaprawiać środkiem mikrobiologicznym** (np. zawierającym bakterie *Bacillus amyloliquefaciens*, środkiem Integral PRO w dawce 160 ml na 100 kg nasion) chroniącym rośliny przed chorobami oraz stymulującym ich naturalne mechanizmy obronne, dzięki czemu rzepak jest bardziej odporny na uszkodzenia przez szkodniki. Należy przy tym pamiętać, że zaprawa zawiera bakterie czyli żywe organizmy, które są wrażliwe na warunki w środowisku glebowym, dlatego warunki te powinny być jak najbardziej sprzyjające, aby maksymalnie wydłużyć działanie zaprawy.

Można zastosować **biopreparat** poprawiający strukturę gleby i jej zasobność w materię organiczną, np. Plocher Humus Gleba w dawce 4 l/ha na 400 l wody. Zabieg w tej samej dawce można powtórzyć na wiosnę. Należy zadbać o odpowiednie odżywienie roślin, w szczególności po ruszeniu wegetacji. W okresie wiosennym zaleca się stosowanie naturalnych nawozów płynnych oraz boru. **Nawożenie gnojowicą** należy zastosować w dawce 15 m<sup>2</sup> na ha. **Bor** (np. L-Amino+B) należy zastosować w dawce 3 l na ha. Należy wykonać **zabiegi odchwaszczające** broną chwastownik dwa razy na skos, a w przypadku siewu pasowego dodatkowo pielnikiem.

Należy zastosować monitoring **szkodników** za pomocą żółtych naczyń oraz lustrację roślin w celu ustalenia progu szkodliwości dla przyszcarka kapustnika oraz chowaczy. W przypadku przyszcarka kapustnika należy zastosować żółte naczynia, żeby uchwycić moment nalotu muchówek, a potem lustracje roślin. Jeśli przyszcarek występuje w dużym nasileniu należy zastosować zabieg ochronny w fazie opadania płatków i zielonej łuszczyzny.

Aby ograniczyć uszkodzenia głównie kwiatostanów i młodych łuszczyzn przez szkodniki można zastosować środki ochronne, w tym np. preparat Naturalis zawierający **grzyba owadobójczego** *Beauveria bassiana*, dwukrotnie (np. w fazie rozwojowej rzepaku BBCH 61 i 65) w dawce 1l/ha/ 600 litrów wody. Zabiegi można połączyć z **fungicydem biologicznym** Serenade w dawce 2 l/ha oraz zabiegami preparatem zawierającym **kwas ortokrzemowy** w dawce 0,3l/ ha/ 200l wody. Zabiegi kwasem ortokrzemowym obniżają podatność rzepaku ozimego na suszę oraz uszkodzenia powodowane przez mszyce i słodyszka. W przypadku problemów z mącznikiem prawdziwym należy jak najwcześniej zastosować fungicyd na bazie siarki.

## 6. LITERATURA – WYBRANE POZYCJE

- 1) Kowalska J. 2014. Uprawa rzepaku ozimego w systemie produkcji ekologicznej. Zagadnienia Doradztwa Rolniczego. 3: 72-81
- 2) Kowalska J., Tyburski J. 2021. Poradnik Ochrony Roślin w Rolnictwie Ekologicznym. Wyd. IOR-PIB
- 3) Deborah Kaisera, Stephan Handschinc, Rudolf P. Rohrb, Sven Bacherb, Giselher Grabenwegera 2020. Co-formulation of *Beauveria bassiana* with natural substances to control pollen beetles – Synergy between fungal spores and colza oil. Biological Control, 140, 104106 <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2019.104106>
- 4) C. Daniel, H. Dierauer, M. Clerc. The potential of silicate rock dust to control pollen beetles (*Meligethes* spp.) B. Koopmann, S.M. Cook, N. Evans, B. Ulber (Eds.), 2013. Integrated Control in Oilseed Crops, IOBC-WPRS Bulletin, Goettingen, pp. 47-55
- 5) B. Dorn, W. Jossi, C. Humphrys, J. Hiltbrunner. 2013. Screening of natural products in the laboratory and the field for control of pollen beetles J. Appl. Entomol., 138, pp. 109-119
- 6) S. Kuske, C. Pilz, U. Koelliker. 2013. Phenotypic search for promising entomopathogenic fungal isolates to control pollen beetles. B. Koopmann, S.M. Cook, N. Evans, B. Ulber (Eds.), Working Group "Integrated Control in Oilseed Crops", IOBC-WPRS Bulletin, Paris , pp. 79-81
- 7) T. Mucha-Pelzer, N. Debnath, A. Goswami, I. Mewis. 2008. Comparison of different silicas of natural origin as possible insecticides Commun. Agric. Appl. Biol. Sci., 73 pp. 621-628
- 8) S.P. Wraight, M.J. Filotas, J.P. Sanderson 2016. Comparative efficacy of emulsifiable-oil, wettable-powder, and unformulated-powder preparations of *Beauveria bassiana* against the melon aphid *Aphis gossypii*. Biocontrol Sci. Tech., 26, pp. 894-914
- 9) Pietruszyńska Oliwia, Sosnowska Danuta, Holka Małgorzata, Kowalska Jolanta. 2024. Wpływ krzemu na rozwój i zarodnikowanie grzybów entomopatogenicznych. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin, 64, 2, 70-74
- 9) Pruszyński G., Pruszyński S. 2015. Integrowana ochrona roślin w zwalczaniu szkodników roślin uprawnych. Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie. Oddział w Poznaniu.
- 10) Zarzyńska, K. 2019. Wpływ wybranych czynników biologicznych i agrotechnicznych na wartość wskaźnika zieloności liści (SPAD) roślin ziemniaka uprawianych w systemie ekologicznym. Ziemniak Polski, 29(1).



**Streszczenie z badań prowadzonych na rzecz rolnictwa ekologicznego  
2024**

**Wykonawca: Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich  
- Państwowy Instytut Badawczy w Poznaniu**



Tytuł :

***Badania w zakresie możliwości zastosowania dopuszczonych w rolnictwie ekologicznym środków do celów zaprawiania nasion roślin rolniczych oraz jako nawozów o działaniu dolistnym***

Projekt finansowany na podstawie decyzji Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 8 kwietnia 2024 roku.

Na podstawie § 8 ust. 1 pkt 2, ust. 2 pkt 2 i ust.10 rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 29 lipca 2015 r. w sprawie stawek dotacji przedmiotowych dla różnych podmiotów wykonujących zadania na rzecz rolnictwa (Dz. U. poz. 1170, z późn. zm.), po rozpatrzeniu wniosku Instytutu Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich Państwowego Instytutu Badawczego ul. Wojska Polskiego 71 B, 60-630 Poznań, z dnia 30 grudnia 2023 r.

**Kierownik tematu:** dr Katarzyna Wielgusz

**Wykonawcy tematu:** mgr Aleksandra Konieczna, mgr inż. Mikołaj Piechowiak

Zakład Agrotechniki Roślin Użytkowych IWNIRZ- PIB

### **Cel badania:**

Wytypowanie skutecznych, ekologicznych preparatów, dopuszczonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym, w ochronie dwóch cennych gatunków roślin rolniczych, stanowiących cenne źródło oleju, zawierającego wielonienasycone kwasy tłuszczowe: lnu oleistego i czarnuszki siewnej, zastosowanych do zaprawiania nasion oraz przedsięwzięcie doglebowo.

### **Cele szczegółowe:**

1. Ocena skuteczności wytypowanych czterech ekologicznych preparatów, zastosowanych do zaprawiania nasion i doglebowo przed siewem, w ochronie siewek lnu przed chorobami odglebowymi
2. Ocena skuteczności wytypowanych czterech ekologicznych preparatów, zastosowanych do zaprawiania nasion i doglebowo przed siewem, w ochronie siewek czarnuszki siewnej przed chorobami odglebowymi
3. Ocena wpływu badanych preparatów na zdrowotność roślin
4. Ocena uzyskanego plonu nasion w stosunku do kombinacji kontrolnej
5. Ocena jakościowa uzyskanych nasion (zawartości tłuszczu i składu kwasów tłuszczowych) po zastosowaniu badanych preparatów
6. Ocena zdolności kiełkowania uzyskanych nasion
4. Opracowanie instrukcji uprawy lnu oleistego i czarnuszki siewnej w systemie ekologicznym (na podstawie uzyskanych wyników badań)

Planowane cele zrealizowano w ramach doświadczenia polowego, w Zakładzie Doświadczalnym Instytutu Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich PIB – w Plewiskach, na certyfikowanym polu ekologicznym oraz w Laboratorium Fitopatologicznym Instytutu oraz Laboratorium Oceny Nasion.

### **Zakres badań:**

- Ocena skuteczności wytypowanych czterech ekologicznych preparatów, zastosowanych do zaprawiania nasion i doglebowo przed siewem, w ochronie siewek lnu i czarnuszki siewnej przed chorobami odglebowymi: Xilon, Polyversum, Limocide, Tiranum G  
Wszystkie wymienione preparaty zostały zastosowane i oceniono ich skuteczność jako zaprawy do nasion oraz aplikowane przedsięwzięcie do gleby.

- Ocena wpływu badanych preparatów na zdrowotność roślin
- Ocena uzyskanego plonu nasion w stosunku do kombinacji kontrolnej.
- Ocena jakościowa uzyskanych nasion lnu oleistego i czarnuszki siewnej (zawartości tłuszczu i składu kwasów tłuszczowych) po zastosowaniu badanych preparatów
- Ocena zdolności kiełkowania uzyskanych nasion, zgodnie z wymaganiami ISTA
- Opracowanie praktycznej instrukcji uprawy lnu oleistego i czarnuszki siewnej w systemie ekologicznym (na podstawie uzyskanych wyników badań)

### **Materiał i metody:**

#### **1. Materiał:**

- Len oleisty (*L. usitatissimum* L.)

Odmiana Szafir, która wykazała się wysokim wskaźnikiem odporności na suszę w uprawie ekologicznej

- Czarnuszka siewna – Odmiana czarnuszki siewnej Carina.

#### **2. Metodyka**

Doświadczenie polowe przeprowadzono na polu ekologicznym, certyfikowanym w Plewiskach. Doświadczenie polowe założono metodą bloków losowanych, każde poletko (powtórzenie)

o wielkości 15 m<sup>2</sup>. W doświadczeniu polowym wydzielono 3 poletka jako 3 powtórzenia dla każdej z kombinacji doświadczenia.

### 3. Czynniki doświadczenia:

- badane preparaty ekologiczne
- sposób aplikacji preparatów
- Dawki zastosowanych preparatów

Tab. 1 Dawki preparatów zastosowane w doświadczeniu do zaprawiania nasion i doglebowo przed siewem

| preparat      | Sposób aplikacji | dawki                |
|---------------|------------------|----------------------|
| Polyversum WP | Zaprawa*         | 2g/kg nasion         |
|               |                  | 4g/kg nasion         |
|               | doglebowo        | 200l/ha (0,1 kg/ha)  |
|               |                  | 400l/ha (0,1 kg/ha)  |
| Limocide      | zaprawa          | 1, 2 ml/ha           |
|               |                  | 2,5 ml/ha            |
|               | doglebowo        | 1,5 l/ha (350 l/ha)  |
|               |                  | 3,0 l/ha (350 l/ha)  |
| Xilon         | zaprawa          | 1,5 g/kg nasion      |
|               |                  | 3,5 g/kg nasion      |
|               | doglebowo        | 5 kg/ha (300l/ha)    |
|               |                  | 10 kg/ha (300l/ha)   |
| Tiranum G     | zaprawa          | 1,5 g/kg nasion      |
|               |                  | 3,5 g/kg nasion      |
|               | doglebowo        | 0,1 kg/ha (350 l/ha) |
|               |                  | 0,1 kg/ha (750l/ha)  |



Fot. 1 zakładanie doświadczenia polowego z czarnuszką i Inem –Pole ekologiczne w Plewiskach, 30 kwietnia 2024.

## UZYSKANE WYNIKI

### Wyniki doświadczenia z lnu oleistym

#### Zdrowotność roślin

Tabela 2 Wyniki oceny kiełkowania nasion lnu po zastosowaniu badanych preparatów. Liczba skielkowanych roślin na 1,5 metrze bieżącym (średnia z 3 poletek – na każdym poletku liczono 2 odcinki 1,5 metrowe). Ocenę przeprowadzono po wyrównaniu się wschodów – 11 maja 2024 r.

| preparat                                                              | Sposób aplikacji | dawki                | Liczba roślin po wschodach (na wyznaczonych 1,5 metrowym odcinku) | Zwyżka wschodów w % w stosunku do kontroli |
|-----------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Kontrola – nasiona bez zaprawy i bez wprowadzenia preparatu doglebowo |                  |                      | 119                                                               |                                            |
| Polyversum WP                                                         | Zaprawa*         | 2g/kg nasion         | 143                                                               | 20,16                                      |
|                                                                       |                  | 4g/kg nasion         | 148                                                               | 24,30                                      |
|                                                                       | doglebowo        | 200l/ha (0,1 kg/ha)  | 144                                                               | 21,00                                      |
|                                                                       |                  | 400l/ha (0,1 kg/ha)  | 145                                                               | 23,68                                      |
| Limocide                                                              | zaprawa          | 1, 2 ml/ha           | 160                                                               | 34,45                                      |
|                                                                       |                  | 2,5 ml/ha            | 172                                                               | 44,00                                      |
|                                                                       | doglebowo        | 1,5 l/ha (350 l/ha)  | 148                                                               | 24,30                                      |
|                                                                       |                  | 3,0 l/ha (350 l/ha)  | 145                                                               | 23,68                                      |
| Xilon                                                                 | zaprawa          | 1,5 g/kg nasion      | 152                                                               | 27,73                                      |
|                                                                       |                  | 3,5 g/kg nasion      | 159                                                               | 33,61                                      |
|                                                                       | doglebowo        | 5 kg/ha (300l/ha)    | 133                                                               | 17,64                                      |
|                                                                       |                  | 10 kg/ha (300l/ha)   | 135                                                               | 13,44                                      |
| Tiranum G                                                             | zaprawa          | 1,5 g/kg nasion      | 142                                                               | 22,10                                      |
|                                                                       |                  | 3,5 g/kg nasion      | 143                                                               | 22,63                                      |
|                                                                       | doglebowo        | 0,1 kg/ha (350 l/ha) | 125                                                               | 13,15                                      |
|                                                                       |                  | 0,1 kg/ha (750l/ha)  | 128                                                               | 14,73                                      |

Wyniki wpływu zastosowanych preparatów ekologicznych na wschody roślin lnu wykazały, że wszystkie zastosowane preparaty i obydwie metody ich aplikacji (zaprawianie i doglebowo) wpłynęły na poprawę wschodów. Najskuteczniejszy okazał się preparat Limocide, zastosowany w dawce 2,5 ml/kg nasion, gdzie odnotowano aż 44 % zwyżki wschodów w porównaniu do kombinacji kontrolnej (tab. 2). W przypadku wszystkich zastosowanych preparatów ich aplikacja jako zaprawy nasienne okazała się skuteczniejsza w porównaniu do aplikacji doglebowej przed siewem.

Wyniki oceny zdrowotności roślin lnu oleistego w okresie wegetacji, po zastosowaniu badanych preparatów przedstawia tabela nr. 3. Ocenę przeprowadzano w fazach siewek lnu i w fazie szybkiego wzrostu, kiedy wystąpienie porażenia grzybami patogenicznymi jest największe.

Tabela 3 Wyniki oceny zdrowotności roślin lnu w fazie siewki i fazie szybkiego wzrostu lnu po zastosowaniu badanych preparatów. Z porażonych roślin izolowano i identyfikowany patogeny ( w warunkach laboratoryjnych). Zidentyfikowane patogeny to: *Fusarium oxysporum f. sp. linii*, *F. gibbosum*, *F. avenaceum*, *B. cinerea*

| preparat                                                              | Sposób aplikacji | dawki                | % roślin porażonych w fazie siewki (średnia wysokość roślin 3,5 cm) | % roślin porażonych w fazie szybkiego wzrostu lnu (średnia wysokość roślin 15 cm) |
|-----------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Kontrola – nasiona bez zaprawy i bez wprowadzenia preparatu doglebowo |                  |                      | 7,3                                                                 | 4,8                                                                               |
| Polyversum WP                                                         | Zaprawa*         | 2g/kg nasion         | 2,0                                                                 | 1,91                                                                              |
|                                                                       |                  | 4g/kg nasion         | 1,8                                                                 | 1,60                                                                              |
|                                                                       | doglebowo        | 200l/ha (0,1 kg/ha)  | 2,8                                                                 | 2,60                                                                              |
|                                                                       |                  | 400l/ha (0,1 kg/ha)  | 2,5                                                                 | 2,30                                                                              |
| Limocide                                                              | zaprawa          | 1, 2 ml/ha           | 1,3                                                                 | 0,60                                                                              |
|                                                                       |                  | 2,5 ml/ha            | 0,4                                                                 | 0,20                                                                              |
|                                                                       | doglebowo        | 1,5 l/ha (350 l/ha)  | 2,4                                                                 | 2,01                                                                              |
|                                                                       |                  | 3,0 l/ha (350 l/ha)  | 2,1                                                                 | 1,80                                                                              |
| Xilon                                                                 | zaprawa          | 1,5 g/kg nasion      | 1,8                                                                 | 1,20                                                                              |
|                                                                       |                  | 3,5 g/kg nasion      | 1,5                                                                 | 1,10                                                                              |
|                                                                       | doglebowo        | 5 kg/ha (300l/ha)    | 2,1                                                                 | 1,50                                                                              |
|                                                                       |                  | 10 kg/ha (300l/ha)   | 2,2                                                                 | 1,50                                                                              |
| Tiranum G                                                             | zaprawa          | 1,5 g/kg nasion      | 4,6                                                                 | 3,03                                                                              |
|                                                                       |                  | 3,5 g/kg nasion      | 3,9                                                                 | 3,00                                                                              |
|                                                                       | doglebowo        | 0,1 kg/ha (350 l/ha) | 4,3                                                                 | 3,09                                                                              |
|                                                                       |                  | 0,1 kg/ha (750l/ha)  | 4,2                                                                 | 3,05                                                                              |

## Plony Inu

Tabela 4

Plony nasion Inu uzyskane w poszczególnych kombinacjach doświadczenia

| preparat                                                              | Sposób aplikacji | dawki                | Plon nasion [dt/ha] | Masa tysiąca nasion [g] |
|-----------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------|---------------------|-------------------------|
| Kontrola – nasiona bez zaprawy i bez wprowadzenia preparatu doglebowo |                  |                      | 92                  | 5,98                    |
| Polyversum WP                                                         | Zaprawa*         | 2g/kg nasion         | 92                  | 6,03                    |
|                                                                       |                  | 4g/kg nasion         | 98                  | 6,05                    |
|                                                                       | doglebowo        | 200l/ha (0,1 kg/ha)  | 89                  | 5,98                    |
|                                                                       |                  | 400l/ha (0,1 kg/ha)  | 94                  | 5,99                    |
| Limocide                                                              | zaprawa          | 1, 2 ml/ha           | 154                 | 6,08                    |
|                                                                       |                  | 2,5 ml/ha            | 162                 | 6,10                    |
|                                                                       | doglebowo        | 1,5 l/ha (350 l/ha)  | 104                 | 6,03                    |
|                                                                       |                  | 3,0 l/ha (350 l/ha)  | 102                 | 6,04                    |
| Xilon                                                                 | zaprawa          | 1,5 g/kg nasion      | 132                 | 6,12                    |
|                                                                       |                  | 3,5 g/kg nasion      | 133                 | 6,10                    |
|                                                                       | doglebowo        | 5 kg/ha (300l/ha)    | 99                  | 5,91                    |
|                                                                       |                  | 10 kg/ha (300l/ha)   | 100                 | 5,98                    |
| Tiranum G                                                             | zaprawa          | 1,5 g/kg nasion      | 95                  | 5,86                    |
|                                                                       |                  | 3,5 g/kg nasion      | 94                  | 5,88                    |
|                                                                       | doglebowo        | 0,1 kg/ha (350 l/ha) | 91                  | 5,66                    |
|                                                                       |                  | 0,1 kg/ha (750l/ha)  | 93                  | 5,68                    |

Tabela 5

Wyniki składu procentowego kwasów tłuszczowych w nasionach lnu oleistego pozyskanych z poszczególnych kombinacji doświadczenia

| Zastosowany preparat                                                  | Sposób aplikacji | dawki                | kwas palmitynowy C16:0 | kwas palmito oleinowy C16:1 | kwas stearynowy C18:0 | kwas oleinowy C18:1 | kwas linolowy C18:2 | kwas α-linolenowy C18:3 | kwas arachidowy C20:0 | kwas gadoleinowy C20:1 |
|-----------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------|------------------------|-----------------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|
| Kontrola – nasiona bez zaprawy i bez wprowadzenia preparatu doglebowo | Zaprawa *        | 2g/kg nasion         | 6,11                   | 0,07                        | 2,44                  | 27,98               | 10,55               | 43,12                   | 0,13                  | 0,16                   |
|                                                                       |                  | 4g/kg nasion         | 5,98                   | 0,08                        | 2,43                  | 27,91               | 10,43               | 43,25                   | 0,14                  | 0,14                   |
|                                                                       |                  | 200l/ha (0,1 kg/ha)  | 6,01                   | 0,06                        | 2,60                  | 27,70               | 11,65               | 44,01                   | 0,14                  | 0,14                   |
| Polyversum WP                                                         | doglebowo        | 400l/ha (0,1 kg/ha)  | 6,02                   | 0,07                        | 3,20                  | 26,08               | 10,48               | 41,30                   | 0,17                  | 0,16                   |
|                                                                       |                  | 1, 2 ml/ha           | 6,01                   | 0,07                        | 2,17                  | 26,15               | 10,38               | 44,12                   | 0,20                  | 0,16                   |
| Limocide                                                              | zaprawa          | 2,5 ml/ha            | 5,80                   | 0,03                        | 3,26                  | 30,87               | 11,26               | 43,2                    | 0,25                  | 0,10                   |
|                                                                       |                  | 1,5 l/ha (350 l/ha)  | 5,68                   | 0,04                        | 2,99                  | 28,83               | 11,86               | 44,3                    | 0,59                  | 0,12                   |
| Xilon                                                                 | doglebowo        | 3,0 l/ha (350 l/ha)  | 6,01                   | 0,04                        | 2,98                  | 27,33               | 11,40               | 44,3                    | 0,43                  | 0,14                   |
|                                                                       |                  | 1,5 g/kg nasion      | 6,33                   | 0,03                        | 3,00                  | 27,42               | 11,02               | 44,0                    | 0,22                  | 0,16                   |
|                                                                       |                  | 3,5 g/kg nasion      | 6,04                   | 0,05                        | 2,93                  | 26,47               | 11,20               | 40,3                    | 0,34                  | 0,12                   |
| Tiranum G                                                             | zaprawa          | 5 kg/ha (300l/ha)    | 6,05                   | 0,04                        | 2,91                  | 25,91               | 11,18               | 43,4                    | 0,32                  | 0,13                   |
|                                                                       |                  | 10 kg/ha (300l/ha)   | 6,12                   | 0,06                        | 2,96                  | 27,322              | 10,98               | 43,1                    | 0,22                  | 0,14                   |
|                                                                       |                  | 1,5 g/kg nasion      | 6,11                   | 0,06                        | 2,95                  | 27,41               | 11,00               | 42,2                    | 0,18                  | 0,14                   |
| Tiranum G                                                             | zaprawa          | 3,5 g/kg nasion      | 5,90                   | 0,05                        | 3,20                  | 28,44               | 10,32               | 39,10                   | 0,12                  | 0,12                   |
|                                                                       |                  | 0,1 kg/ha (350 l/ha) | 5,77                   | 0,05                        | 2,98                  | 28,56               | 10,36               | 41,1                    | 0,13                  | 0,13                   |
|                                                                       |                  | 0,1 kg/ha (750l/ha)  | 5,87                   | 0,07                        | 3,11                  | 27,98               | 10,11               | 39,9                    | 0,14                  | 0,13                   |
|                                                                       |                  |                      | 6,34                   | 0,06                        | 3,10                  | 27,83               | 10,77               | 40,1                    | 0,13                  | 0,14                   |

Określono zdolność kiełkowania nasion uzyskanych z poszczególnych kombinacji doświadczenia. Oceniono zarówno energię jak i zdolność kiełkowania nasion. Na energię kiełkowania największy pozytywny wpływ miał preparat Limocide zastosowany do zaprawiania nasion. Najwyższą zdolność kiełkowania – 95 % - odnotowano po zastosowaniu preparatu Xilon do zaprawiania nasion w dawce 3,5 g/kg nasion (tabela 6).

Tabela 6

Zdolność kiełkowania nasion Inu oleistego pozyskanych z poszczególnych kombinacji doświadczenia

| <b>preparat</b>                                                       | <b>Sposób aplikacji</b> | <b>dawki</b>         | <b>Energia kiełkowania (po 3 dniach)</b> | <b>Zdolność kiełkowania (po 7 dniach)</b> |
|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Kontrola – nasiona bez zaprawy i bez wprowadzenia preparatu doglebowo |                         |                      | <b>71</b>                                | <b>86</b>                                 |
| Polyversum WP                                                         | Zaprawa*                | 2g/kg nasion         | 77                                       | 89                                        |
|                                                                       |                         | 4g/kg nasion         | 76                                       | 90                                        |
|                                                                       | doglebowo               | 200l/ha (0,1 kg/ha)  | 72                                       | 88                                        |
|                                                                       |                         | 400l/ha (0,1 kg/ha)  | 71                                       | 86                                        |
| Limocide                                                              | zaprawa                 | 1, 2 ml/ha           | 76                                       | 91                                        |
|                                                                       |                         | 2,5 ml/ha            | 77                                       | 92                                        |
|                                                                       | doglebowo               | 1,5 l/ha (350 l/ha)  | 71                                       | 89                                        |
|                                                                       |                         | 3,0 l/ha (350 l/ha)  | 70                                       | 88                                        |
| Xilon                                                                 | zaprawa                 | 1,5 g/kg nasion      | 75                                       | 94                                        |
|                                                                       |                         | 3,5 g/kg nasion      | 75                                       | 95                                        |
|                                                                       | doglebowo               | 5 kg/ha (300l/ha)    | 74                                       | 87                                        |
|                                                                       |                         | 10 kg/ha (300l/ha)   | 72                                       | 88                                        |
| Tiranum G                                                             | zaprawa                 | 1,5 g/kg nasion      | 70                                       | 87                                        |
|                                                                       |                         | 3,5 g/kg nasion      | 65                                       | 85                                        |
|                                                                       | doglebowo               | 0,1 kg/ha (350 l/ha) | 71                                       | 89                                        |
|                                                                       |                         | 0,1 kg/ha (750l/ha)  | 70                                       | 86                                        |

## Wyniki doświadczenia z czarnuszką siewną

### Zdrowotność roślin

Tabela 7 Wyniki oceny kiełkowania nasion czarnuszki siewnej po zastosowaniu badanych preparatów. Liczba skielkowanych roślin na 1,5 metrze bieżącym (średnia z 3 poletek – na każdym poletku liczono 2 odcinki 1,5 metrowe). Ocenę przeprowadzono po wyrównaniu się wschodów – 14 maja 2024 r.

| preparat                                                              | Sposób aplikacji | dawki                | Liczba roślin po wschodach (na wyznaczonych 1,5 metrowym odcinku) |
|-----------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Kontrola – nasiona bez zaprawy i bez wprowadzenia preparatu doglebowo |                  |                      | 65                                                                |
| Polyversum WP                                                         | Zaprawa*         | 2g/kg nasion         | 72                                                                |
|                                                                       |                  | 4g/kg nasion         | 74                                                                |
|                                                                       | doglebowo        | 200l/ha (0,1 kg/ha)  | 66                                                                |
|                                                                       |                  | 400l/ha (0,1 kg/ha)  | 66                                                                |
| Limocide                                                              | zaprawa          | 1, 2 ml/ha           | 70                                                                |
|                                                                       |                  | 2,5 ml/ha            | 70                                                                |
|                                                                       | doglebowo        | 1,5 l/ha (350 l/ha)  | 68                                                                |
|                                                                       |                  | 3,0 l/ha (350 l/ha)  | 69                                                                |
| Xilon                                                                 | zaprawa          | 1,5 g/kg nasion      | 69                                                                |
|                                                                       |                  | 3,5 g/kg nasion      | 71                                                                |
|                                                                       | doglebowo        | 5 kg/ha (300l/ha)    | 66                                                                |
|                                                                       |                  | 10 kg/ha (300l/ha)   | 67                                                                |
| Tiranum G                                                             | zaprawa          | 1,5 g/kg nasion      | 68                                                                |
|                                                                       |                  | 3,5 g/kg nasion      | 70                                                                |
|                                                                       | doglebowo        | 0,1 kg/ha (350 l/ha) | 66                                                                |
|                                                                       |                  | 0,1 kg/ha (750l/ha)  | 68                                                                |

Wyniki skuteczności preparatów ekologicznych w ochronie siewek czarnuszki siewnej wykazały, że preparaty zastosowane do zaprawiania nasion wpłynęły na poprawę wschodów nasion. Najskuteczniejszy okazał się preparat Polyversum, zastosowany w dawce 2,5 ml/kg nasion, gdzie odnotowano ponad 13% wyższy wschodów w porównaniu do kombinacji kontrolnej (tab. 8). Istotną wyższą wschodów odnotowano również po zastosowaniu do

zaprawiania nasion preparatu Xilon w dawce 3,5 g/kg nasion oraz preparatu Limocide. Aplikacja doglebowa preparatów nie wpłynęła istotnie na poprawę wschodów czarnuszki.

Wyniki oceny zdrowotności roślin czarnuszki o w okresie wegetacji, po zastosowaniu badanych preparatów przedstawia tabela nr. 8. Ocenę przeprowadzano w fazach siewki i w fazie przed kwitnieniem roślin, kiedy wystąpienie porażenia grzybami patogenicznymi jest największe.

Tabela 8 Wyniki oceny zdrowotności roślin czarnuszki w fazie siewek i fazie przed kwitnieniem po zastosowaniu badanych preparatów. Z porażonych roślin izolowano i identyfikowany patogeny ( w warunkach laboratoryjnych). Zidentyfikowane patogeny to: *Sclerotinia sclerotiorum*, *Botrytis cinerea*,

| preparat                                                              | Sposób aplikacji | dawki                | % roślin porażonych w fazie siewki (średnia wysokość roślin 4 cm) | % roślin porażonych w przed kwitnieniem |
|-----------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Kontrola – nasiona bez zaprawy i bez wprowadzenia preparatu doglebowo |                  |                      | 12,5                                                              | 6,3                                     |
| Polyversum WP                                                         | Zaprawa*         | 2g/kg nasion         | 4,3                                                               | 3,4                                     |
|                                                                       |                  | 4g/kg nasion         | 4,0                                                               | 3,3                                     |
|                                                                       | doglebowo        | 200l/ha (0,1 kg/ha)  | 5,6                                                               | 4,8                                     |
|                                                                       |                  | 400l/ha (0,1 kg/ha)  | 5,3                                                               | 4,7                                     |
| Limocide                                                              | zaprawa          | 1, 2 ml/ha           | 6,8                                                               | 4,0                                     |
|                                                                       |                  | 2,5 ml/ha            | 5,6                                                               | 3,8                                     |
|                                                                       | doglebowo        | 1,5 l/ha (350 l/ha)  | 7,9                                                               | 5,1                                     |
|                                                                       |                  | 3,0 l/ha (350 l/ha)  | 7,5                                                               | 5,0                                     |
| Xilon                                                                 | zaprawa          | 1,5 g/kg nasion      | 6,4                                                               | 4,3                                     |
|                                                                       |                  | 3,5 g/kg nasion      | 6,1                                                               | 4,2                                     |
|                                                                       | doglebowo        | 5 kg/ha (300l/ha)    | 9,3                                                               | 4,0                                     |
|                                                                       |                  | 10 kg/ha (300l/ha)   | 8,3                                                               | 4,7                                     |
| Tiranum G                                                             | zaprawa          | 1,5 g/kg nasion      | 8,8                                                               | 4,5                                     |
|                                                                       |                  | 3,5 g/kg nasion      | 7,2                                                               | 4,3                                     |
|                                                                       | doglebowo        | 0,1 kg/ha (350 l/ha) | 10,3                                                              | 4,7                                     |
|                                                                       |                  | 0,1 kg/ha (750l/ha)  | 9,7                                                               | 5,0                                     |

## Plony roślin

Tabela 9

Plony nasion czarnuszki uzyskane w poszczególnych kombinacjach doświadczenia

| preparat                                                                             | Sposób aplikacji | dawki                   | Plon nasion<br>[dt/ha] | Masa tysiąca<br>nasion [g] |
|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------|------------------------|----------------------------|
| Kontrola –<br>nasiona bez<br>zaprawy i bez<br>wprowadzenia<br>preparatu<br>doglebowo |                  |                         | 50                     | 2,8                        |
| Polyversum WP                                                                        | Zaprawa*         | 2g/kg nasion            | 74                     | 3,2                        |
|                                                                                      |                  | 4g/kg nasion            | 75                     | 3,4                        |
|                                                                                      | doglebowo        | 200l/ha (0,1<br>kg/ha)  | 52                     | 3,0                        |
|                                                                                      |                  | 400l/ha (0,1<br>kg/ha)  | 53                     | 3,0                        |
| Limocide                                                                             | zaprawa          | 1, 2 ml/ha              | 58                     | 3,0                        |
|                                                                                      |                  | 2,5 ml/ha               | 59                     | 3,0                        |
|                                                                                      | doglebowo        | 1,5 l/ha (350<br>l/ha)  | 55                     | 2,9                        |
|                                                                                      |                  | 3,0 l/ha (350<br>l/ha)  | 54                     | 2,9                        |
| Xilon                                                                                | zaprawa          | 1,5 g/kg nasion         | 61                     | 3,0                        |
|                                                                                      |                  | 3,5 g/kg nasion         | 62                     | 3,1                        |
|                                                                                      | doglebowo        | 5 kg/ha (300l/ha)       | 56                     | 2,9                        |
|                                                                                      |                  | 10 kg/ha<br>(300l/ha)   | 57                     | 2,9                        |
| Tiranum G                                                                            | zaprawa          | 1,5 g/kg nasion         | 52                     | 2,9                        |
|                                                                                      |                  | 3,5 g/kg nasion         | 53                     | 2,9                        |
|                                                                                      | doglebowo        | 0,1 kg/ha (350<br>l/ha) | 51                     | 2,82                       |
|                                                                                      |                  | 0,1 kg/ha<br>(750l/ha)  | 51                     | 2,9                        |



Fot. 2 Rośliny Inu w fazie szybkiego wzrostu



Fot. 3 Rośliny Inu w fazie kwitnienia



Fot. 4 Czarnuszka siewna w fazie kwitnienia

Tabela 10

Wyniki składu procentowego kwasów tłuszczowych i olejów eterycznych w nasionach czarnuszki siewnej, pozyskanych z poszczególnych kombinacji doświadczenia

| Zastosowany preparat                                                  | Sposób aplikacji | dawki                                                                      | Kwasy tłuszczowe nasycone            | kwas oleinowy<br>9                   | kwas linolowy<br>6                   | kwas α-linolenowy<br>3          | kwas eikoinowy<br>zadeinowy<br>6 | Olejki eteryczne                    |
|-----------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
|                                                                       |                  |                                                                            |                                      |                                      |                                      |                                 |                                  |                                     |
| Kontrola – nasiona bez zaprawy i bez wprowadzenia preparatu doglebowo | Zaprawa*         | 2g/kg nasion<br>4g/kg nasion<br>200l/ha (0,1 kg/ha)<br>400l/ha (0,1 kg/ha) | 14,0<br>12,9<br>12,2<br>13,6<br>13,7 | 21,0<br>22,0<br>22,3<br>21,4<br>20,8 | 56,0<br>58,3<br>58,2<br>57,4<br>56,5 | 0,8<br>1,3<br>1,5<br>1,0<br>1,1 | 3,8<br>3,6<br>3,3<br>3,5<br>3,7  | 9,8<br>10,8<br>10,0<br>10,0<br>10,1 |
|                                                                       |                  |                                                                            |                                      |                                      |                                      |                                 |                                  |                                     |
|                                                                       |                  |                                                                            |                                      |                                      |                                      |                                 |                                  |                                     |
|                                                                       |                  |                                                                            |                                      |                                      |                                      |                                 |                                  |                                     |
|                                                                       |                  |                                                                            |                                      |                                      |                                      |                                 |                                  |                                     |
| Limocide                                                              | zaprawa          | 1, 2 ml/ha                                                                 | 13,4                                 | 20,8                                 | 57,0                                 | 0,9                             | 4,0                              | 11,2                                |
|                                                                       |                  | 2,5 ml/ha                                                                  | 13,7                                 | 21,0                                 | 57,5                                 | 0,9                             | 4,0                              | 12,4                                |
|                                                                       | doglebowo        | 1,5 l/ha (350 l/ha)                                                        | 14,0                                 | 22,3                                 | 55,9                                 | 0,9                             | 4,0                              | 10,6                                |
|                                                                       |                  | 3,0 l/ha (350 l/ha)                                                        | 13,9                                 | 21,0                                 | 55,9                                 | 1,0                             | 3,9                              | 10,4                                |
| Xilon                                                                 | zaprawa          | 1,5 g/kg nasion                                                            | 12,8                                 | 22,4                                 | 56,6                                 | 0,9                             | 4,1                              | 10,3                                |
|                                                                       |                  | 3,5 g/kg nasion                                                            | 12,9                                 | 21,8                                 | 56,2                                 | 0,9                             | 4,0                              | 10,4                                |
|                                                                       | doglebowo        | 5 kg/ha (300l/ha)                                                          | 13,9                                 | 21,1                                 | 55,7                                 | 1,0                             | 4,1                              | 9,9                                 |
|                                                                       |                  | 10 kg/ha (300l/ha)                                                         | 13,9                                 | 21,3                                 | 55,9                                 | 0,9                             | 4,0                              | 9,9                                 |
| Titanum G                                                             | zaprawa          | 1,5 g/kg nasion                                                            | 14,0                                 | 20,5                                 | 56,5                                 | 0,8                             | 3,9                              | 10,0                                |
|                                                                       |                  | 3,5 g/kg nasion                                                            | 14,0                                 | 20,9                                 | 56,0                                 | 0,9                             | 4,0                              | 10,0                                |
|                                                                       | doglebowo        | 0,1 kg/ha (350 l/ha)                                                       | 13,9                                 | 20,7                                 | 57,2                                 | 0,9                             | 3,9                              | 9,8                                 |
|                                                                       |                  | 0,1 kg/ha (750l/ha)                                                        | 14,3                                 | 21,0                                 | 56,9                                 | 0,9                             | 4,0                              | 9,9                                 |

Tabela 11

Zdolność kiełkowania nasion czarnuszki siewnej pozyskanych z poszczególnych kombinacji doświadczenia

| preparat                                                              | Sposób aplikacji | dawki                | Energia kiełkowania (po 3 dniach) | Zdolność kiełkowania (po 7 dniach) |
|-----------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| Kontrola – nasiona bez zaprawy i bez wprowadzenia preparatu doglebowo |                  |                      | 48                                | 56                                 |
| Polyversum WP                                                         | Zaprawa*         | 2g/kg nasion         | 56                                | 75                                 |
|                                                                       |                  | 4g/kg nasion         | 58                                | 76                                 |
|                                                                       | doglebowo        | 200l/ha (0,1 kg/ha)  | 54                                | 63                                 |
|                                                                       |                  | 400l/ha (0,1 kg/ha)  | 55                                | 65                                 |
| Limocide                                                              | zaprawa          | 1, 2 ml/ha           | 55                                | 76                                 |
|                                                                       |                  | 2,5 ml/ha            | 54                                | 77                                 |
|                                                                       | doglebowo        | 1,5 l/ha (350 l/ha)  | 50                                | 62                                 |
|                                                                       |                  | 3,0 l/ha (350 l/ha)  | 51                                | 64                                 |
| Xilon                                                                 | zaprawa          | 1,5 g/kg nasion      | 53                                | 63                                 |
|                                                                       |                  | 3,5 g/kg nasion      | 54                                | 63                                 |
|                                                                       | doglebowo        | 5 kg/ha (300l/ha)    | 54                                | 61                                 |
|                                                                       |                  | 10 kg/ha (300l/ha)   | 54                                | 62                                 |
| Tiranum G                                                             | zaprawa          | 1,5 g/kg nasion      | 53                                | 64                                 |
|                                                                       |                  | 3,5 g/kg nasion      | 44                                | 59                                 |
|                                                                       | doglebowo        | 0,1 kg/ha (350 l/ha) | 56                                | 62                                 |
|                                                                       |                  | 0,1 kg/ha (750l/ha)  | 57                                | 64                                 |

## Podsumowanie

Uzyskane wyniki wykazały, że badane preparaty pozytywnie wpływają na zdolność kiełkowania roślin lnu jak i czarnuszki siewnej. Ich skuteczność w niektórych przypadkach przekracza nawet 50 %. Preparaty te wykazały również pozytywny wpływ na poprawę zdrowotności roślin jak i plon uzyskanych nasion i ich zdolność kiełkowania. Zarówno w przypadku lnu oleistego, jak i w przypadku czarnuszki siewnej bardziej skuteczne okazały się preparaty zastosowane do zaprawiania nasion niż aplikowane doglebowo przed siewem. W przypadku lnu oleistego stosowane preparaty nie miały znaczącego wpływu na zawartość

tłuszczu w nasionach i skład kwasów tłuszczowych. W przypadku nasion czarnuszki siewnej zaobserwowano tendencję wzrostu zawartości kwasu alfa linolenowego w kombinacjach, gdzie zastosowano preparat Polyversum jako zaprawę nasienną w dawce 4g/kg nasion. Preparat Limocide, zastosowany jako zaprawa nasienna wpłynął na zwiększenie zawartości olejków eterycznych w nasionach czarnuszki siewnej.

### **Wnioski końcowe**

1. Wszystkie zastosowane w doświadczeniu preparaty zastosowane do zaprawiania nasion wpłynęły pozytywnie na zdrowotność i plony roślin zarówno lnu oleistego jak i czarnuszki siewnej
2. Preparaty zastosowane doglebowo, w większości kombinacji również poprawiły zdrowotność i plon roślin w stosunku do kombinacji kontrolnej, choć w mniejszym stopniu co zastosowane jako zaprawy.
3. W uprawie ekologicznej lnu oleistego najskuteczniejszym preparatem w ochronie roślin przed chorobami oraz najsilniej wpływającym na poprawę plonu nasion jest preparat Limocide, zastosowany jako zaprawa nasienna w dawce 2,5 ml/kg nasion
4. W uprawie ekologicznej czarnuszki siewnej najskuteczniejszym preparatem w ochronie roślin przed chorobami oraz najsilniej wpływającym na poprawę plonu nasion jest preparat Polyversum, zastosowany jako zaprawa w dawce 4g/kg nasion.
5. Na podstawie przeprowadzonych badań przygotowano instrukcje uprawy lnu oleistego i czarnuszki siewnej w systemie ekologicznym.





Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

## **Badania w zakresie optymalizacji produkcji ekologicznej pasz, z uwzględnieniem wykorzystania odpadów z przetwórstwa ekologicznego. Opracowanie przewodnika dobrych praktyk.**

*Kierownik Projektu: dr hab. Kazimierz Obremski, prof. UWM*

*Wykonawcy:*

*dr hab. Józef Tyburski, prof. UWM*

*dr Paweł Wojtacha*

### **WPROWADZENIE**

Regulacje prawne obowiązujące w rolnictwie ekologicznym nakładają obowiązek skarmiania w gospodarstwie większości własnych pasz [Rozporządzenie Rady (WE) nr 834/2007, Rozporządzenie Komisji (WE) nr 889/2008]. Chów bydła jest kierunkiem najbardziej związanym z produkcją pasz objętościowych, które powinny być podstawą żywienia krów, które powinny stanowić około 80 % całości dawki pokarmowej w formie zielonki w sezonie letnim i w formie zielonki, a w formie kiszonki, siana, słomy, czy plew w sezonie zimowym.

Głównym celem uprawy pszenic niewymłaczalnych (samopsza, płaskurka i orkisz) jest pozyskanie ziarna o wysokich walorach żywieniowych i prozdrowotnych. Podczas zbioru kombajnem pozyskuje się kłoski, a otrzymanie czystego ziarna wymaga przeprowadzenia

dodatkowej czynności, jaką jest odplewianie. Plewy nie muszą być odpadem poprodukcyjnym, a cennym surowcem paszowym w żywieniu przeżuwaczy. Plewy pozyskane na bukowniku w odróżnieniu do profesjonalnych łuszczarek, z uwagi na mniej dokładne wyłuskiwanie ziaren, są cenniejsze żywieniowo, ale związane z większymi stratami ziarna. Wśród plew zbożowych najlepszym źródłem energii i białka są plewy owsiane i pszeniczne. Błonnik zawarty w paszy z plewek pszenicy zapobiega zaburzeniom trawienia i wpływa na homeostazę jelitową poprzez promowanie wzrostu korzystnej mikroflory jelitowej. Suplementacja plew do paszy polepsza bilans dawki pokarmowej, wpływa na lepsze trawienie, a tym samym poprawia przyrosty masy ciała, produkcję mleka i homeostazę w przewodzie pokarmowym bydła.

Plewy, pochodzące ze zbóż porażonych w czasie wegetacji grzybami pleśniowymi są zanieczyszczone mikotoksynami, jak również zawilgotniałe (złe warunki przechowywania) są miejscem wzrostu pleśni i tworzenia mikotoksyn. Należy mieć na uwadze, że stężenie mikotoksyn w plewach bywa wyższe niż w ziarnie. Mikotoksyny są wtórnymi metabolitami wytwarzanymi przez kilka gatunków grzybów, głównie należących do rodzajów *Fusarium*, *Aspergillus* i *Penicillium*. Ich globalne występowanie uważa się za główny czynnik ryzyka dla ludzi i zwierząt. Szacuje się, że aż 25% światowej produkcji roślinnej jest w pewnym stopniu skażona mikotoksynami. Ze względu na różnorodną budowę chemiczną mikotoksyny mają one szerokie spektrum działania toksykologicznego. Charakter i intensywność tych skutków są powiązane z dawką i czasem trwania ekspozycji. Głównym problemem jest chroniczne zanieczyszczenie małymi dawkami, które może nawet pozostać niewykryte, a mimo to skutkować zmniejszonym przyrostem masy ciała, zmniejszoną reprodukcją i zwiększoną podatnością na infekcje.

## **CEL BADAŃ**

Określenie wartości pokarmowej plew pszenic samopszy, płaskurki i orkiszu, z wykorzystaniem bukownika i profesjonalnej łuszkarki, a także ocenę stężenia mikotoksyn w w/w plewach.

Podjęcie tych badań jest odpowiedzią na pytania rolników ekologicznych, podejmujących i rozważających możliwość wykorzystania plew pszenic niewymłaczalnych na cele paszowe oraz mających wątpliwości czy ich skarmianie jest bezpieczne dla zdrowia zwierząt.

## **METODYKA BADAŃ**

### **Materiał badawczy**

Próbki samopszy, płaskurki i orkiszu pobrano bezpośrednio po żniwach z plantacji rolników ekologicznych z różnych rejonów kraju oraz ścisłych doświadczeń polowych nad ekologiczną uprawą pszenic niewymłaczalnych, prowadzonych w Zakładzie Produkcyjno-Doświadczalnym Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Bałcynach k/Ostródy.

Odmiany ozime pszenic:

- samopsza ozima, genotyp Dobra (n=4), samopsza ozima, genotyp Belgijska (n=1),
- płaskurka ozima, genotyp Błękitna (n=2),
- orkisz ozimy odmiany Zollernspelz (n=3), orkisz ozimy odmiany Oberkulmer Rothkorn (n=2), orkisz ozimy odmiany Schwabenkorn (n=2).

Odmiany jare pszenic:

- samopsza jara, genotyp Belgijska (n=1), samopsza jara, genotyp Sina (n=2),
- płaskurka jara, genotyp Jasna (n=3), płaskurka jara, genotyp Złota (n=3),
- orkisz jary, odmiana Wirtas (n=4)

Odplewianie pszenic orkiszu i płaskurki przeprowadzono na bukowniku (maszyna rolnicza dostosowana do wyłuskiwania ziaren) i na profesjonalnej łuskarce, na której odplewiana była również pszenica samopsza, której nie można odplewić na bukowniku.

### **Analiza składu fizykochemicznego plew**

W plewach oceniono zawartość: białka ogólnego (Kjeltek TM, Foss), włókna surowego (WS) metodą wagową (Fibertec TM, Foss), tłuszczu surowego (TS) metodą wagową wg Soxhleta (Extractor ANKOM XT15), popiołu surowego (PS) metodą wagową w 580°C, zaś frakcji włókna detergentowo neutralnego (NDF), włókna detergentowo kwaśnego (ADF) oraz kwaśno detergentowej ligniny (ADL) metodą Van Soest'a (ANKOM 220 Fiber Analyzer).

### **Analiza mikotoksykologiczna plew**

Oznaczono aflatoksynę B1 (AFB1), deoksyniwalenol (DON) fumonizynę B1 i B2 (FB1 i FB2), toksynę T-2 (T-2), toksynę HT-2 (HT-2), ochratoksynę A (OTA) i zearalenon (ZEN) metodą wydajnej chromatografii cieczowej z detekcją masową HPLC-MS/MS.

## WYNIKI BADAŃ

Badania własne wykazały wysoki i wyrównany poziom suchej masy zarówno w plewach uzyskanych w procesie odplewiania na bukowniku (Tabela 1), jak i w plewach uzyskanych w procesie odplewiania na profesjonalnej łuskarce (Tabela 2).

Poziom białka ogólnego (BO) w plewach zależy od gatunku pszenicy, od rodzaju nawożenia i warunków wzrostu rośliny. Najwyższy BO wynoszący 4,33 % oznaczono w płaskurce jarej (Tabela 1), a najniższy 1,45 % w orkiszu ozimym (Tabela 2) i to zarówno w plewach uzyskanych w procesie odplewiania na bukowniku, jak i plewach uzyskanych w procesie odplewiania na profesjonalnej łuskarce. Porównując dwie metody odplewiania, więcej BO wyizolowano z plew pochodzących z odplewiania na bukowniku.

Oznaczona zawartość tłuszczu surowego (TS) w plewach była typowa dla danego gatunku pszenic. Najwięcej TS, bo 1,02 % zawierały plewy samopszy ozimej, a najmniej, bo 0,55 % samopszy jarej (Tabela 2). Badanie wykazało większy procentowy udział TS w plewach pochodzących z odplewiania na bukowniku.

Włókno surowe (WS) stymuluje trawienie, a także wspomaga produkcję ważnych bakterii jelitowych. Ocena jakościowa pasz objętościowych opiera się m.in. na obecności w nich trzech frakcji włókna: włókna detergentowo neutralnego (NDF), włókna detergentowo kwaśnego (ADF) oraz kwaśno detergentowej ligninie (ADL).

W diecie przeżuwaczy szczególnie ważne jest włókno NDF, wypełniające żwacz, ponieważ stanowi źródło energii dla mikroorganizmów w nim bytujących i nadaje paszy pożądaną strukturę. Na frakcję włókna ADF składa się celuloza, lignina, kutyna, suberyna, krzemionka, a jego strawność zależy od stopnia z lignifikowania celulozy (pory zbioru rośliny). Frakcja ADF jest niestrawna dla przeżuwaczy. Optymalna dawka powinna zawierać: NDF 28–38 % i ADF 19–21 % całej puli włókna w dawce pokarmowej.

Najwyższy poziom WS (41,00 %) oznaczono w plewach płaskurki ozimej (Tabela 1) uzyskanych w procesie odplewiania na bukowniku, a jego najniższy poziom oznaczono w plewach orkiszu jarego (31,80 %) uzyskanych w procesie odplewiania na profesjonalnej łuskarce (Tabela 2). We frakcję NDF najbardziej zasobne były plewy orkiszu jarego (78,75 %) (Tabela 1), a najmniej zasobne okazały się plewy płaskurki jarej (61,49 %) (Tabela 1). Plewy orkiszu jarego uzyskane w procesie odplewiania na bukowniku, cechowała największa wartość frakcji ADF i ADL (Tabela 1).

Popiół surowy (PS) to nieorganiczna część paszy, która pozostaje po spaleniu jej organicznej części. Makroelementy stanowią ponad 95 % całego PS (wapń, fosfor, sód, potas, magnez, chlor, siarka). Wartości ponad normę w dawce pokarmowej to głównie

zanieczyszczenie mechaniczne paszy krzemionką podczas zbioru, które w konsekwencji nadmiernie obciążają one układ pokarmowy.

W badaniach własnych w plewach uzyskanych w procesie odplewiania na bukowniku najwyższe stężenie PS oznaczono w orkisz ozimym (5,19 %) (Tabela 1). Podobnie w plewach uzyskanych w procesie odplewiania na profesjonalnej łuskarce stężenie PS w orkisz ozimym również było najwyższe (6,08 %) (Tabela 2). Po odplewianiu na bukowniku najniższy procentowy udział PS oznaczono w plewach płaskurki ozimej (2,70 %) (Tabela 1), a w procesie odplewiania na profesjonalnej łuskarce w plewach samopszy ozimej (2,89 %) (Tabela 2).

Tabela 1. Skład fizykochemiczny plew płaskurki i orkisz uzyskanych w procesie odplewiania na bukowniku [%].

| Rodzaj plew     | SM    | BO   | TS   | WS    | NDF   | ADF   | ADL   | PS   |
|-----------------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|
| Płaskurka ozima | 91,59 | 3,20 | 0,93 | 41,00 | 77,43 | 47,83 | 5,99  | 2,70 |
| Płaskurka jara  | 91,47 | 4,33 | 0,82 | 32,10 | 61,49 | 38,34 | 5,97  | 2,97 |
| Orkisz ozimy    | 93,25 | 1,92 | 0,81 | 32,80 | 74,09 | 47,13 | 6,74  | 5,19 |
| Orkisz jary     | 92,73 | 3,34 | 0,83 | 40,40 | 78,75 | 50,16 | 10,26 | 4,88 |

Tabela 2. Skład fizykochemiczny plew samopszy, płaskurki i orkisz uzyskanych w procesie odplewiania na profesjonalnej łuskarce [%].

| Rodzaj plew     | SM    | BO   | TS   | WS    | NDF   | ADF   | ADL  | PS   |
|-----------------|-------|------|------|-------|-------|-------|------|------|
| Samopsza ozima  | 92,06 | 3,58 | 1,02 | 35,00 | 74,26 | 43,00 | 7,21 | 2,89 |
| Samopsza jara   | 91,85 | 2,69 | 0,55 | 33,80 | 73,45 | 40,43 | 6,22 | 4,29 |
| Płaskurka ozima | 91,43 | 2,78 | 0,73 | 39,68 | 77,85 | 46,56 | 6,11 | 4,04 |
| Płaskurka jara  | 92,35 | 2,56 | 0,78 | 37,10 | 75,34 | 47,05 | 7,67 | 3,45 |
| Orkisz ozimy    | 92,82 | 1,45 | 0,71 | 37,30 | 74,39 | 45,72 | 8,50 | 6,08 |
| Orkisz jary     | 92,06 | 2,12 | 0,80 | 31,80 | 70,03 | 36,89 | 7,02 | 3,17 |

## Zanieczyszczenie plew mikotoksynami

Najczęściej występującymi na świecie mikotoksynami są aflatoksyny i ochratoksyny produkowane głównie przez pleśnie z rodzaju *Aspergillus* spp. i *Penicillium* spp. oraz trichoteceny, zearalenon i fumonizyny syntetyzowane głównie przez pleśnie z rodzaju *Fusarium* spp. (Bennett i Klich 2003), ale ekonomicznego punktu widzenia największe znaczenie mają jednak mikotoksyny *Fusarium* spp. (Alshannaq i Yu 2017). Spośród zidentyfikowanych ok. 300 mikotoksyn, monitorowanych jest 8 najlepiej poznanych i najbardziej toksycznych tj. aflatoksyna B1, B2, G1, G2, ochratoksyna A, toksyna T-2, toksyna HT-2, fumonizyna B1 i B2, deoksyniwalenol (DON) i zearalenon (ZEN).

Aktualnie wyniki analiz mikotoksykologicznych interpretujemy w oparciu o zalecenia Komisji Europejskiej z dnia 27 marca 2013 r. w sprawie obecności toksyn T-2 i HT-2 w zbożach i produktach zbożowych (2013/165/UE) oraz rozporządzenia Komisji Europejskiej nr 2023/915 z dnia 25 kwietnia 2023 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych poziomów niektórych zanieczyszczeń w żywności oraz uchylające rozporządzenie (WE) nr 1881/2006. W badaniach własnych ocenie toksykologicznej poddano plewy samopszy, płaskurki i orkisz, form ozimych i jarych. Wyniki analiz zamieszczono w Tabelach 3, 4, 5, 6, 7, 8 oraz na Rycianch 1 i 2.

W plewach samopszy ozimej nie stwierdzono obecności HT-2, FB1, FB2, AFB1 i OTA, a żadna z oznaczanych mikotoksyn nie przekroczyła maksymalnego dopuszczalnego stężenia w EU (Tabela 3). W plewach samopszy jarej nie stwierdzono obecności T-2, HT-2, FB1, FB2, AFB1 i OTA. Średnie stężenie ZEN wyniosło 71,93 µg/kg, a najwyższe 100,13 µg/kg, co przekroczyło wartość 75 µg/kg uznaną za maksymalne dopuszczalne stężenie ZEN w EU (Tabela 4). Plewy płaskurki ozimej charakteryzował brak FB1, FB2, AFB1 i OTA, a stężenia pozostałych mikotoksyn nie przekraczały wartości dopuszczalnych w EU (Tabela 5). W plewach płaskurki jarej nie stwierdzono obecności FB1, FB2, AFB1 i OTA, natomiast średnie stężenie ZEN wyniosło 91,56 µg/kg, a najwyższe 177,73 µg/kg, co przekroczyło wartość 75 µg/kg uznaną za maksymalne dopuszczalne stężenie ZEN w EU (Tabela 6). W plewach orkisz ozimego nie stwierdzono obecności FB1, FB2, AFB1 i OTA, natomiast średnie stężenie ZEN wyniosło 51,15 µg/kg, a najwyższe 117,63 µg/kg, co przekroczyło wartość 75 µg/kg poziomu uznanego za maksymalne dopuszczalne stężenie ZEN w EU (Tabela 7). W plewach orkisz jarego nie stwierdzono obecności HT-2, FB1, FB2, AFB1 i OTA, ale średnie stężenie ZEN wyniosło 72,51 µg/kg, a najwyższe 120,19 µg/kg, co przekroczyło wartość 75 µg/kg uznawaną za maksymalne dopuszczalne stężenie ZEN w EU (Tabela 8).

Tabela 3. Średnia zawartość mikotoksyn w plewach samopszy ozimej [ $\mu\text{g kg}^{-1}$ ].

| Rodzaj mikotoksyny | Próbki zanieczyszczone (liczba badanych próbek) | Średnie stężenie | Najwyższe stężenie | Maksymalne dopuszczalne stężenie w EU |
|--------------------|-------------------------------------------------|------------------|--------------------|---------------------------------------|
| DON                | 4 (5)                                           | 13,97            | 23,90              | 750                                   |
| ZEN                | 3 (5)                                           | 37,38            | 65,18              | 75                                    |
| T-2                | 1 (5)                                           | 7,92             | 7,92               | Suma T-2 i HT-2<br>500                |
| HT-2               | 0 (5)                                           | -                | -                  |                                       |
| FB1                | 0 (5)                                           | -                | -                  | -                                     |
| FB2                | 0 (5)                                           | -                | -                  | -                                     |
| AFB1               | 0 (5)                                           | -                | -                  | 2,0                                   |
| OTA                | 0 (5)                                           | -                | -                  | 3,0                                   |

Tabela 4. Średnia zawartość mikotoksyn w plewach samopszy jarej [ $\mu\text{g kg}^{-1}$ ].

| Rodzaj mikotoksyny | Próbki zanieczyszczone (liczba badanych próbek) | Średnie stężenie | Najwyższe stężenie | Maksymalne dopuszczalne stężenie w EU |
|--------------------|-------------------------------------------------|------------------|--------------------|---------------------------------------|
| DON                | 3 (3)                                           | 36,46            | 92,23              | 750                                   |
| ZEN                | 2 (3)                                           | 71,93            | 100,13             | 75                                    |
| T-2                | 0 (3)                                           | -                | -                  | Suma T-2 i HT-2<br>500                |
| HT-2               | 0 (3)                                           | -                | -                  |                                       |
| FB1                | 0 (3)                                           | -                | -                  | -                                     |
| FB2                | 0 (3)                                           | -                | -                  | -                                     |
| AFB1               | 0 (3)                                           | -                | -                  | 2,0                                   |
| OTA                | 0 (3)                                           | -                | -                  | 3,0                                   |

Tabela 5. Średnia zawartość mikotoksyn w plewach płaskurki ozimej [ $\mu\text{g kg}^{-1}$ ].

| Rodzaj mikotoksyny | Próbki zanieczyszczone (liczba badanych próbek) | Średnie stężenie | Najwyższe stężenie | Maksymalne dopuszczalne stężenie w EU |
|--------------------|-------------------------------------------------|------------------|--------------------|---------------------------------------|
| DON                | 2 (2)                                           | 51,66            | 51,66              | 750                                   |
| ZEN                | 2 (2)                                           | 47,65            | 47,65              | 75                                    |
| T-2                | 2 (2)                                           | 10,31            | 10,31              | Suma T-2 i HT-2<br>500                |
| HT-2               | 2 (2)                                           | 38,96            | 39,88              |                                       |

|      |       |   |   |     |
|------|-------|---|---|-----|
| FB1  | 0 (2) | - | - | -   |
| FB2  | 0 (2) | - | - | -   |
| AFB1 | 0 (2) | - | - | 2,0 |
| OTA  | 0 (2) | - | - | 3,0 |

Tabela 6. Średnia zawartość mikotoksyn w plewach płaskurki jarej [ $\mu\text{g kg}^{-1}$ ].

| Rodzaj mikotoksyny | Próbki zanieczyszczone (liczba badanych próbek) | Średnie stężenie | Najwyższe stężenie | Maksymalne dopuszczalne stężenie w EU |
|--------------------|-------------------------------------------------|------------------|--------------------|---------------------------------------|
| DON                | 6 (6)                                           | 39,88            | 122,20             | 750                                   |
| ZEN                | 6 (6)                                           | 91,56            | 177,73             | 75                                    |
| T-2                | 1 (6)                                           | 18,44            | 18,44              | Suma T-2 i HT-2<br>500                |
| HT-2               | 2 (6)                                           | 21,93            | 35,15              |                                       |
| FB1                | 0 (6)                                           | -                | -                  | -                                     |
| FB2                | 0 (6)                                           | -                | -                  | -                                     |
| AFB1               | 0 (6)                                           | -                | -                  | 2,0                                   |
| OTA                | 0 (6)                                           | -                | -                  | 3,0                                   |

Tabela 7. Średnia zawartość mikotoksyn w plewach orkisz ozimego [ $\mu\text{g kg}^{-1}$ ].

| Rodzaj mikotoksyny | Próbki zanieczyszczone (liczba badanych próbek) | Średnie stężenie | Najwyższe stężenie | Maksymalne dopuszczalne stężenie w EU |
|--------------------|-------------------------------------------------|------------------|--------------------|---------------------------------------|
| DON                | 4 (7)                                           | 76,56            | 270,33             | 750                                   |
| ZEN                | 7 (7)                                           | 51,15            | 117,63             | 75                                    |
| T-2                | 3 (7)                                           | 16,02            | 22,97              | Suma T-2 i HT-2<br>500                |
| HT-2               | 2 (7)                                           | 9,81             | 12,96              |                                       |
| FB1                | 0 (7)                                           | -                | -                  | -                                     |
| FB2                | 0 (7)                                           | -                | -                  | -                                     |
| AFB1               | 0 (7)                                           | -                | -                  | 2,0                                   |
| OTA                | 0 (7)                                           | -                | -                  | 3,0                                   |

Tabela 8. Zawartość mikotoksyn w plewach orkiszu jarego [ $\mu\text{g kg}^{-1}$ ].

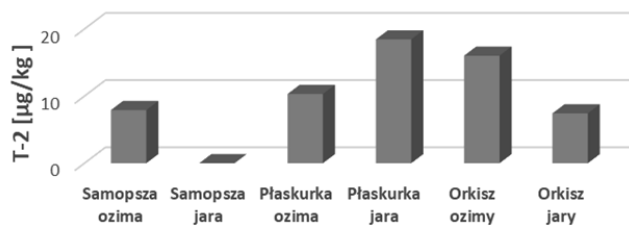
| Rodzaj mikotoksyny | Próbki zanieczyszczone (liczba badanych próbek) | Średnie stężenie | Najwyższe stężenie | Maksymalne dopuszczalne stężenie w EU |
|--------------------|-------------------------------------------------|------------------|--------------------|---------------------------------------|
| DON                | 4 (4)                                           | 20,94            | 51,38              | 750                                   |
| ZEN                | 4 (4)                                           | 72,51            | 120,19             | 75                                    |
| T-2                | 2 (4)                                           | 16,02            | 22,97              | Suma T-2 i HT-2<br>500                |
| HT-2               | 0 (4)                                           | -                | -                  |                                       |
| FB1                | 0 (4)                                           | -                | -                  | -                                     |
| FB2                | 0 (4)                                           | -                | -                  | -                                     |
| AFB1               | 0 (4)                                           | -                | -                  | 2,0                                   |
| OTA                | 0 (4)                                           | -                | -                  | 3,0                                   |

Analiza mikotoksykologiczna plew nie wykazała przekroczenia maksymalnego dopuszczalnego stężenia w EU dla DON, toksyny T-2 i toksyny HT-2 (Rycina 1, 2, 3). Jedynie w przypadku pojedynczych próbek plew samopszy jarej, płaskurki jarej oraz orkisz ozimego i jarego, wykazano przekroczenie maksymalnego dopuszczalnego stężenia ZEN (Rycina 4)

Rycina 1. Porównanie średniej zawartości DON w plewach [ $\mu\text{g kg}^{-1}$ ].



Rycina 2. Porównanie średniej toksyny T-2 w plewach [ $\mu\text{g kg}^{-1}$ ].



Rycina 3. Porównanie średniej zawartości toksyny HT-2 w plewach [ $\mu\text{g kg}^{-1}$ ].



Rycina 4. Porównanie średniej zawartości ZEN w plewach [ $\mu\text{g kg}^{-1}$ ].



## PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Przeprowadzone badania nad określeniem wartości pokarmowej plew pszenic samopszy, płaskurki i orkisz oraz określeniem stężenia mikotoksyn w w/w plewach, pozwalają na wyciągnięcie następujących wniosków:

1. Wartość pokarmowa plew pszenic samopszy, płaskurki i orkisz określona na podstawie analizy ich składu podstawowego, zależy od gatunku pszenicy. Uzyskane wyniki nie pozwalają na jednoznaczne stwierdzenie, które z nich są najlepsze.
2. Wartość pokarmowa plew uzyskanych na bukowniku, z uwagi na obecność fragmentów ziarna jest wyższa od plew uzyskanych na profesjonalnej łuszczarce, jednak nie jest stała, dlatego zaleca się możliwie dokładne oddzielenie na wialni pozostałości ziaren od plew. Gwarantuje to stałą wartość dawki pokarmowej.
3. Wysoki udział suchej masy (SM) w plewach pszenic, kwalifikuje je jako dobry materiał uzupełniający dawkę pokarmową z udziałem materiałów paszowych o wysokiej zawartości wody.
4. Poziom zawartości włókna surowego plew pszenic, kwalifikuje je jako dodatek służący podwyższeniu udziału włókna w dawce pokarmowej, ale nie jako jego głównego źródła.
5. Wysoki udział w plewach włókna detergentowo neutralnego (NDF), może stanowić dobre uzupełnienie dawki pokarmowej wypełniając zwacz, jednocześnie stanowiąc źródło energii dla mikroorganizmów w nim bytujących.
6. Ocena toksykologiczna plew wykazała, że poza zearalenonem (ZEN), którego stężenie w pojedynczych próbkach przekraczało maksymalne dopuszczalne stężenie dopuszczone w EU, stężenie mikotoksyn było niskie, lub poniżej limitu detekcji.



## SPRAWOZDANIE

z badań prowadzonych w 2024 roku na rzecz rolnictwa ekologicznego

**Kierownik projektu: Prof. dr hab. Lidia Sas-Paszt**

Sadownictwo metodami ekologicznymi: Badania w zakresie możliwości zastosowania dopuszczonych w rolnictwie ekologicznym środków do celów zaprawiania nasion ekologicznych upraw sadowniczych oraz jako nawozów o działaniu dolistnym;  
Ocena wpływu nalistnej aplikacji nawozowych produktów mikrobiologicznych na wzrost i plonowanie roślin truskawki w polowej uprawie ekologicznej.

Na podstawie § 8 ust. 6 rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 29 lipca 2015 r. w sprawie stawek dotacji przedmiotowych dla różnych podmiotów wykonujących zadania na rzecz rolnictwa (Dz. U. poz. 1170, z późn. zm.)

decyzja Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi  
z dnia 18.04.2024 r., nr DEJ.re.765.4.2024

**Wykonawcy:**

Prof. dr hab. Lidia Sas-Paszt, dr Anna Lisek, dr Paweł Trzciniński, dr Beata Sumorok, dr Krzysztof Górnik, dr inż. Edyta Derkowska, dr Sławomir Głuszek, mgr Michał Przybył, mgr inż. Mateusz Frąc, mgr inż. Krzysztof Weszczak, mgr inż. Anna Pałeczka, Anna Polit

---

**Instytut Ogrodnictwa – Państwowy Instytut Badawczy**

ul. Konstytucji 3 Maja 1/3, 96-100 Skierniewice, tel.: 46 833 34 34, fax: 46 833 31 86, e-mail: io@inhort.pl, www.inhort.pl  
NIP 8361848508, REGON 101023342, KRS 0000375603



**Celem badań prowadzonych w 2024 roku było opracowanie dwóch nowych nawozowych produktów mikrobiologicznych, optymalizacja terminu ich nalistnej aplikacji oraz ocena ich skuteczności w stymulacji wzrostu wegetatywnego i plonowania roślin truskawki w polowej uprawie systemem ekologicznym.**

W Polsce istnieje duży popyt na proekologiczne technologie i polskie nawozowe produkty mikrobiologiczne, które są konkurencyjne i bardziej skuteczne, w porównaniu do istniejących na rynku bioproduktów pochodzenia zagranicznego. Uzasadnia to potrzebę opracowania i wdrożenia innowacyjnych polskich biopreparatów mikrobiologicznych do stosowania w ekologicznej uprawie truskawki. Aktualnie większość nawozowych produktów mikrobiologicznych jest stosowana doglebowo w formie stałej lub płynnej. Natomiast na rynku brakuje tego typu preparatów do stosowania nalistnego. Taka aplikacja płynnych nawozowych produktów mikrobiologicznych ma dużą perspektywę na plantacjach z wykorzystaniem ściółek pochodzenia naturalnego, dopuszczonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym, np. słomy, którą stosuje się w uprawie roślin truskawki. Ściółki są stosowane do przyspieszenia plonowania i ograniczania zachwaszczenia, do ochrony roślin przed przymrozkami, utratą wody i szkodliwym promieniowaniem słonecznym. Dlatego istnieje pilna potrzeba opracowania i wdrożenia do ekologicznej i integrowanej uprawy roślin truskawki nawozowych produktów mikrobiologicznych do nalistnej aplikacji. Dotychczasowe badania wykazały, że nawozy doglebowe i nalistne istotnie podwyższają pH w ryzosferze roślin truskawki. Stwierdzono, że zastosowanie nawozów nalistnych stymuluje wzrost wegetatywny i plonowanie roślin truskawki oraz procesy zachodzące w ryzosferze roślin. Jednakże, istniejące dane są nieliczne. Realizacja zadania pt: „Ocena wpływu nalistnej aplikacji nawozowych produktów mikrobiologicznych na wzrost i plonowanie roślin truskawki w polowej uprawie ekologicznej” umożliwiła opracowanie nowych, polskich, nalistnych nawozowych produktów mikrobiologicznych i przeprowadzenie badań nad ich wpływem na wzrost i plonowanie roślin truskawki oraz na jakość gleby.

W 2024 roku badania były prowadzone w ramach trzech podzadań:

- 1. Identyfikacja i selekcja szczepów pożytecznych mikroorganizmów oraz opracowanie nalistnej aplikacji nawozowych produktów mikrobiologicznych stymulujących wzrost i plonowanie roślin truskawki w uprawie ekologicznej.**
- 2. Określenie skuteczności nowo opracowanych nawozowych produktów mikrobiologicznych w stymulacji wzrostu i plonowania roślin truskawki w polowej uprawie ekologicznej.**
- 3. Wdrożenie nowo opracowanych nawozowych produktów mikrobiologicznych do praktyki ogrodniczej oraz opracowanie instrukcji wdrożeniowej dla ekologicznej uprawy roślin truskawki.**

## **PODZADANIE 1**

**Identyfikacja i selekcja szczepów pożytecznych mikroorganizmów oraz opracowanie nalistnej aplikacji nawozowych produktów mikrobiologicznych stymulujących wzrost i plonowanie roślin truskawki w uprawie ekologicznej.**

### **Wstęp**

W ostatnich latach wzrosło zainteresowanie rozwojem zrównoważonych metod uprawy i nawożenia roślin, z wykorzystaniem naturalnych komponentów biosfery, tj. pożytecznych mikroorganizmów oraz nawozowych produktów mikrobiologicznych, kompostów i biopestycydów wzbogaconych mikrobiologicznie. Identyfikacja i charakterystyka szczepów drożdży i bakterii umożliwiła poznanie różnorodności biologicznej naturalnych symbiontów biosfery gleby oraz ich zdeponowanie w kolekcji SYMBIO BANK-u Zakładu Mikrobiologii i Ryzosfery Instytutu Ogrodnictwa - PIB w Skierniewicach. Opracowanie nawozowych produktów mikrobiologicznych do nalistnej aplikacji w uprawie truskawki i ich wdrożenie do praktyki ogrodniczej przyczyni się do rozwoju ekologicznych metod nawożenia i ochrony roślin ogrodniczych, poprawy żyzności gleby, jakości wód i gleb oraz do ochrony zdrowia człowieka i środowiska naturalnego. Identyfikacja i charakterystyka szczepów pożytecznych mikroorganizmów glebowych z upraw roślin sadowniczych umożliwiła opracowanie innowacyjnych konsorcjów mikrobiologicznych oraz ocenę ich skuteczności w ekologicznej uprawie roślin truskawki. Realizacja zadania umożliwi wdrożenie mikrobiologicznych technologii poprawy żyzności gleb oraz nawożenia roślin sadowniczych w uprawach ekologicznych.

### **Cel badania**

Celem badania było opracowanie nawozowych produktów mikrobiologicznych na bazie konsorcjów drożdży i bakterii ryzosferowych, na organicznym nośniku kwasów humusowych, korzystnie wpływających na wzrost i plonowanie roślin truskawki. Zidentyfikowane, scharakteryzowane i wyselekcjonowane zostały najbardziej wartościowe dla szczepy i gatunki drożdży oraz bakterii dla stymulacji wzrostu i plonowania roślin truskawki w uprawie ekologicznej.

### **Metodyka badań**

Zidentyfikowano do gatunku lub rodzaju szczepy drożdży i bakterii z ryzosfery roślin truskawki, rosnących w uprawie ekologicznej. Pożyteczne mikroorganizmy wyizolowano z gleby ryzosferowej metodą posiewu kolejnych rozcieńczeń na pożywki agarowe. Identyfikacja drożdży i bakterii została przeprowadzona metodami biochemicznymi, z zastosowaniem systemu identyfikacji mikroorganizmów BIOLOG oraz molekularnymi na podstawie sekwencji 16S rRNA lub ITS. Mikroorganizmy pozyskane w ramach realizacji zadania zostały zgromadzone w SYMBIO BANK-u Instytutu Ogrodnictwa - PIB. Szczepy pożytecznych mikroorganizmów zostały scharakteryzowane, zidentyfikowane i włączone w skład konsorcjów mikrobiologicznych. W ramach zadania opracowany został skład nowych nawozowych produktów mikrobiologicznych stymulujących wzrost i plonowanie truskawki.

### **Szczegółowy opis badania**

W ramach realizacji badań została przeprowadzona izolacja oraz selekcja nowych szczepów drożdży i bakterii, które zdeponowano w SYMBIO-BANK-u IO-PIB. Opracowane zostały nowe konsorcja do nalistnej aplikacji nawozowych produktów mikrobiologicznych w celu poprawy wzrostu i plonowania roślin truskawki oraz walorów prozdrowotnych owoców. Wyizolowane szczepy drożdży i bakterii zostały przetestowane w doświadczeniu polowym w celu oceny ich skuteczności w stymulacji wzrostu i plonowania roślin truskawki w uprawie ekologicznej.

## Identyfikacja molekularna szczepów mikroorganizmów

W Podzadaniu 1 przeprowadzono identyfikację molekularną wyselekcjonowanych szczepów drożdży i bakterii, w celu opracowania nowych nawozowych produktów mikrobiologicznych do poprawy wzrostu i plonowania roślin truskawki w uprawach ekologicznych.

### Material i metody

Materiałem biologicznym do identyfikacji były 24 izolaty drożdży: 1Dr, 2Dr, 3Dr, 4Dr, 5Dr, 6Dr, 8Dr, 10Dr, 11Dr, 12Dr, 14Dr, 15Dr, 16Dr, 18Dr, 19Dr, 20Dr, 23Dr, 24Dr, 25Dr, 27Dr, 28Dr, 29Dr, 30Dr, 32Dr oraz 4 izolaty bakterii: 2G-3F, 380XA, 23AA, 28OY, hodowane na pożywkach mikrobiologicznych. Ekstrakcję DNA przeprowadzono z użyciem zestawu komercyjnego Bacterial & Yeast Genomic DNA Purification Kit (EURx) do izolacji DNA z bakterii i drożdży. Identyfikację szczepów mikroorganizmów przeprowadzono w oparciu o analizę sekwencji fragmentu genu kodującego małą podjednostkę rybosomalną (16S rRNA) bakterii lub regionu ITS drożdży. Zastosowano także technikę rep-PCR, polegającą na analizie profili sekwencji powtarzalnych w genomie, która umożliwia identyfikację mikroorganizmów na poziomie gatunku lub szczepu (Ishii i Sadowsky 2009). W celu amplifikacji fragmentu genu 16S rRNA zastosowano startery 27F/1492R (Lane, 1991), natomiast do amplifikacji regionu ITS zastosowano startery ITS4/ITS6 (White et al., 1990). Amplifikację DNA przeprowadzono w 35 cyklach termicznych (94°C x 1 min, 55°C x 1 min, 72°C x 2 min).

Reakcje ze starterem BOXA1R przeprowadzono w 37 cyklach (94 °C x 1 min, 40 °C x 2 min, 72 °C x 2 min), natomiast reakcje ze starterami ERIC1R/ERIC2 przeprowadzono w 42 cyklach (94 °C x 1 min, 52 °C x 1.5 min, 65 °C x 8 min) (Louws i in. 1994). Produkty amplifikacji przeznaczone do sekwencjonowania Sanger rozdzielano w 1,6% żelu agarozowym, natomiast profile rep-PCR rozdzielano w 2% żelu agarozowym. Żele agarozowe barwiono bromkiem etydydny i wizualizowano w świetle UV. Identyfikację szczepów bakterii i drożdży na podstawie uzyskanych sekwencji przeprowadzono poprzez porównanie z danymi zgromadzonymi w bazie NCBI (National Center for Biotechnology Information, NIH, Bethesda, MD 20894, USA, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>).

### Wyniki

W oparciu o analizę sekwencji regionu ITS, do rodzaju *Vishniacozyma* przyporządkowano sześć testowanych izolatów drożdży (2Dr, 3Dr, 5Dr, 15Dr, 30Dr). Pięć izolatów drożdży zidentyfikowano do rodzaju *Metschnikowia* (16Dr, 19Dr, 20Dr, 23Dr, 24Dr), a 5 izolatów do gatunku *Kwoniella pini* (6Dr, 10Dr, 11Dr, 25Dr, 28Dr). Pozostałe izolaty zidentyfikowano jako rodzaje/gatunki: 14Dr *Aureobasidium* sp., 18Dr *Curvibasidium* sp., 29Dr *Filobasidium* sp., 27Dr *Apiotrichum* sp., 1Dr *Erythrobasidium hasegawianum*, 4Dr *Cystobasidium pinicola*, 8Dr *Bullera alba*, 12Dr *Kalmanozyma fusiformata*.

Analiza profili DNA uzyskanych techniką rep-PCR ze starterami BOXA1R i ERIC1R/ERIC2 wykazała, że takie same profile DNA uzyskano dla dwóch izolatów drożdży 30Dr *Vishniacozyma* sp. i 32Dr *Vishniacozyma* sp. Takie same profile DNA uzyskano także dla czterech izolatów drożdży 19Dr *Metschnikowia* sp., 20Dr *Metschnikowia* sp., 23Dr *Metschnikowia* sp., 24Dr *Metschnikowia* sp. Wynik ten wskazuje na bardzo duże podobieństwo genetyczne oraz na możliwość przynależności tych izolatów do tego samego szczepu drożdży.

### Identyfikacja izolatów bakterii

Na podstawie analizy sekwencji 16S rRNA stwierdzono przynależność izolatów bakterii do rodzaju *Bacillus*. Analiza profili DNA uzyskanych techniką rep-PCR ze starterami BOXA1R i ERIC1R/ERIC2 wykazała, że profile DNA izolatów bakterii różnią się między sobą, co wskazuje, że należą one do różnych szczepów.

## **Wnioski**

Na podstawie przeprowadzonych analiz zidentyfikowano 24 izolaty drożdży (Tabela 2) oraz 4 izolaty bakterii. Izolaty drożdży zidentyfikowano do rodzajów: *Vishniacozyma* (6 izolatów), *Metschnikowia* (5 izolatów), *Aureobasidium* (1 izolat), *Curvibasidium* (1 izolat), *Filobasidium* (1 izolat) i *Apiotrichum* (1 izolat) lub gatunków: *Kwoniella pini* (5 izolatów), *Erythrobasidium hasegawianum* (1 izolat), *Cystobasidium pinicola* (1 izolat), *Bullera alba* (1 izolat), *Kalmanozyma fusiformata* (1 izolat). W wyniku przeprowadzonej analizy z użyciem techniki rep-PCR uzyskano takie same profile DNA dla dwóch grup izolatów: dwóch izolatów drożdży z rodzaju *Vishniacozyma* oraz dla czterech izolatów drożdży z rodzaju *Metschnikowia*. Wynik ten wskazuje na bardzo duże podobieństwo genetyczne izolatów w obrębie każdej z grup oraz na możliwość przynależności tych izolatów do tego samego szczepu drożdży. W wyniku przeprowadzonych analiz uzyskano odmienne profile DNA czterech testowanych izolatów bakterii. Izolaty te zidentyfikowano do rodzaju *Bacillus*.

Zidentyfikowane szczepy bakterii i drożdży włączono w skład konsorcjów mikrobiologicznych i zastosowano jako komponenty nawozowych produktów mikrobiologicznych do stymulacji wzrostu i plonowania roślin truskawki.

## **Literatura**

Ishii S. and M.J. Sadowsky. 2009. Applications of the rep-PCR DNA fingerprinting technique to study microbial diversity, ecology and evolution. *Environ. Microbiol.* 11: 733–740.

Lane D.J. 1991. 16S/23S rRNA sequencing. In: Stackebrandt, E, Goodfellow, M. (Eds), *Nucleic acid techniques in bacterial systematics*. John Wiley & Sons Ltd, Chichester, United Kingdom, pp. 115-175.

Louws F.J., Fulbrught D.W., Stephens C.T., de Bruijn F.J. 1995. Differentiation of genomic structure by rep-PCR fingerprinting to rapidly classify *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*. *Phytopathology* 85: 528-536.

White, T.J., Bruns, T., Lee, S., Taylor, J., 1990. Amplification and direct sequencing of fungal 8 ribosomal RNA genes for phylogenetics. *PCR Protoc. Guide Methods Appl.* 18, 315–322. doi: 10.1016/B978-0-12-372180-8.50042-1.

## **PODZADANIE 2**

**Określenie skuteczności nowo opracowanych nawozowych produktów mikrobiologicznych w stymulacji wzrostu i plonowania roślin truskawki w polowej uprawie ekologicznej.**

### **Wstęp**

Niniejsze zadanie obejmowało opracowanie mikrobiologicznych technologii stymulacji wzrostu i plonowania roślin truskawki w uprawie ekologicznej. Badania prowadzone w Zakładzie Mikrobiologii i Ryzosfery Instytutu Ogrodnictwa - PIB w Skierniewicach wskazują na dużą skuteczność pożytecznych mikroorganizmów w stymulacji wzrostu i plonowania roślin ogrodniczych oraz poprawie jakości gleb. Dotychczas przeprowadzone badania wykazały wysoką skuteczność nawozowych produktów mikrobiologicznych w stymulacji wzrostu, plonowania i ochronie roślin truskawki i maliny w ekologicznej uprawie oraz roślin warzywnych i drzew owocowych (cebula, ziemniak, pietruszka, jabłoni, brzoskwinia, nektaryna). Realizacja zadania obejmowała opracowanie i przygotowanie do wdrożenia do praktyki sadowniczej nawozowych produktów mikrobiologicznych na bazie innowacyjnych konsorcjów pożytecznych mikroorganizmów i kwasów humusowych, w celu poprawy wzrostu i plonowania roślin oraz walorów prozdrowotnych owoców w ekologicznej uprawie truskawki.

## **Cel badania**

Celem podzadania było opracowanie innowacyjnych konsorcjów mikrobiologicznych do nalistnej aplikacji oraz określenie ich skuteczności w stymulacji wzrostu i plonowania roślin w ekologicznej uprawie truskawki.

## **Szczegółowy opis badania**

Ważnym aspektem badań było określenie wpływu zastosowania nowo opracowanych konsorcjów mikrobiologicznych na wzrost i plonowanie roślin truskawki. Umożliwiło to opracowanie ekologicznej technologii uprawy roślin truskawki, z zastosowaniem innowacyjnych konsorcjów mikrobiologicznych. Zaproponowane w zadaniu innowacyjne technologie stymulacji wzrostu i plonowania roślin truskawki uwzględniają zasady rolnictwa ekologicznego, realizującego cele ekologiczne i produkcyjne, z zastosowaniem naturalnych symbiontów mikrobiologicznych biosfery gleby. Określony został wpływ stosowania nowo opracowanych nalistnych nawozowych produktów mikrobiologicznych na bazie konsorcjów mikrobiologicznych i kwasów humusowych oraz preparatu komercyjnego na wzrost i plonowanie roślin truskawki, zasiedlanie korzeni roślin przez arbuskularne grzyby mikoryzowe, formowanie zarodników grzybów mikoryzowych w glebie ryzosferowej, poziom fluorescencji chlorofilu w liściach truskawki oraz mikrobiologię gleby.

**W doświadczeniu polowym na roślinach truskawki zastosowano 2 nowo opracowane nawozowe produkty mikrobiologiczne wzbogacone: Konsorcjum 1 bakteryjne i Konsorcjum 2 na bazie drożdży. Pożyteczne mikroorganizmy jako komponenty nawozowych produktów mikrobiologicznych izolowano z ryzosfery roślin truskawki oraz pozyskano z zasobów zdeponowanych bakterii i drożdży w SYMBIO-BANK-u Instytutu Ogródnictwa - PIB:**

**Konsorcjum 1 (bakterie):** *Bacillus* sp. (nr szczepu 2G-3F), *Bacillus* sp. (nr szczepu 380XA), *Bacillus* sp. (nr szczepu 23AA), *Bacillus* sp. (nr szczepu 280Y).

**Konsorcjum 2 (drożdże):** *Erythrobasidium hasegawianum* (nr szczepu 1), *Vishniacozyma* sp. (nr szczepu 2), *Aureobasidium* sp. (nr szczepu 14), *Curvibasidium* sp. (nr szczepu 18), *Metschnikowia* sp. (nr szczepu 19), *Metschnikowia* sp. (nr szczepu 23), *Apiotrichum* sp. (nr szczepu 27), *Kwoniella pini* (nr szczepu 28), *Filobasidium* sp. (nr szczepu 29), *Vishniacozyma* sp. (nr szczepu 32).

**Preparaty komercyjne zastosowane w doświadczeniu polowym na roślinach truskawki zarejestrowane do stosowania w rolnictwie ekologicznym:**

**Preparat mikrobiologiczny BlueN® (Firmy CORTEVA AGRISCIENCE)** - składa się z bakterii *Methylobacterium symbioticum* SB23 w formie proszku do sporządzania zawiesiny według zaleceń producenta (333 g/ha). Preparat jest zarejestrowany do stosowania w rolnictwie ekologicznym pod nr SE/65/2022.

Kwasy humusowe **Naturvital-Plus (Firmy Chemirol Sp. z o.o.)**. Produkt jest zarejestrowany do stosowania w rolnictwie ekologicznym pod nr SE/20/2018.

**Doświadczenie obejmowało następujące kombinacje doświadczalne:**

1. Kontrola - kwasy humusowe Naturvital-Plus
2. Konsorcjum 1 + kwasy humusowe Naturvital-Plus
3. Konsorcjum 2 + kwasy humusowe Naturvital-Plus
4. Preparat BlueN® + kwasy humusowe Naturvital-Plus + Konsorcjum 1
5. Preparat BlueN® + kwasy humusowe Naturvital-Plus + Konsorcjum 2

**Aplikację dolistną kwasami humusowymi z Konsorcjum 1 i Konsorcjum 2 oraz preparatem BlueN® wykonano w następujących terminach:**

I termin aplikacji - 23 i 24 maja 2024

II termin aplikacji - 6 i 7 czerwca 2024

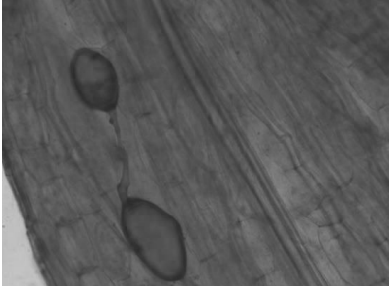
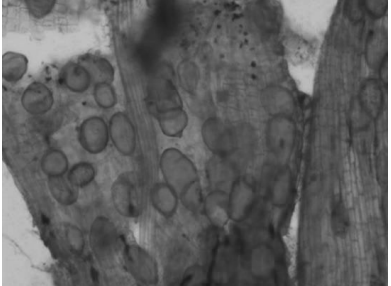
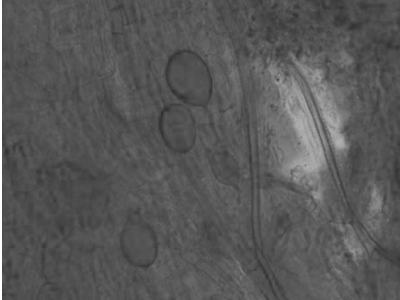
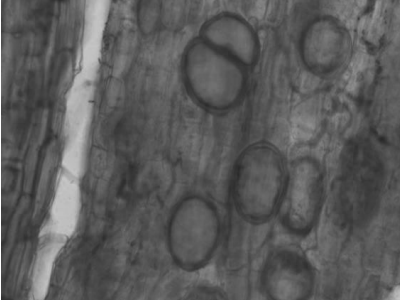
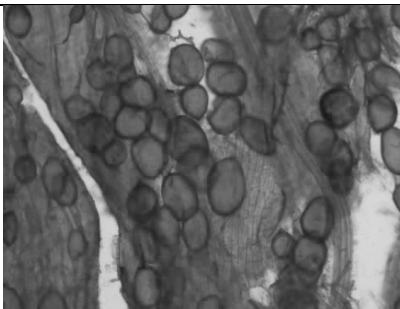
III termin aplikacji - 26 i 27 czerwca 2024

Kwasy humusowe Naturvital-Plus stosowano w dawce 2 l/ha 300 l wody; 20 ml/3 l wody/60 roślin. Konsorcjum 1 i Konsorcjum 2 stosowano w dawce po 5L każdego Konsorcjum/60 roślin. Preparat mikrobiologiczny BlueN® stosowano w dawce 6,66g/4L wody/60 roślin.

**Wnioski**

1. Na podstawie przeprowadzonych analiz molekularnych zidentyfikowano 20 nowych izolatów drożdży oraz 4 izolaty bakterii, które zdeponowano w SYMBIO-BANK-u IO-PIB, Skierniewice.
2. W doświadczeniu polowym wykazano wysoką skuteczność stosowania nawozowych produktów mikrobiologicznych na zwiększenie cech wzrostu liści i biomasy systemu korzeniowego roślin truskawki oraz istotne zwiększenie występowania arbuskularnych grzybów mikoryzowych w korzeniach i liczby formowanych zarodników AGM w glebie ryzosferowej.
3. Zastosowanie konsorcjów pożytecznych mikroorganizmów wpłynęło biostymulująco na formowanie rozłogów i sadzonek rozłogowych roślin truskawki.
4. Najkorzystniejszy wpływ na wydajność fotosyntetyczną w liściach truskawki miała łączna aplikacja Konsorcjum 2 i kwasów humusowych.
5. W porównaniu do kontroli, aplikacja preparatu BlueN® łącznie z kwasami humusowymi i Konsorcjum 2 wpłynęła na istotne zwiększenie zawartości fosforu i azotu ogólnego w liściach truskawki. Aplikacja preparatu BlueN® łącznie z kwasami humusowymi i Konsorcjum 1 wpłynęła na istotne zwiększenie zawartości potasu w liściach truskawki, w porównaniu do pozostałych kombinacji.
6. W porównaniu do kontroli, zastosowanie preparatu BlueN®, kwasów humusowych oraz Konsorcjum 1 i 2, wpłynęło na istotne zwiększenie zawartości cynku w liściach roślin truskawki. W porównaniu do kontroli odnotowano istotne zwiększenie zawartości żelaza w liściach roślin truskawki po aplikacji wszystkich nawozowych produktów mikrobiologicznych.
7. Odnotowano istotnie większą populację bakterii w glebie, aktywność bakterii i różnorodność funkcjonalną po aplikacji kwasów humusowych oraz kwasów humusowych z Konsorcjum 1 i Konsorcjum 2, w porównaniu do kombinacji z preparatem BlueN®.
8. Populacja grzybów mikroskopowych była największa po aplikacji kwasów humusowych oraz kwasów humusowych z Konsorcjum 1, w porównaniu do pozostałych kombinacji.

**Zaobserwowane struktury grzybów mikoryzowych w korzeniach roślin truskawki odmiany Rumba:**

|                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                      |                                                                                                                              |
| <p><b>Fot. 1.</b> Nieliczne wezykule w korzeniach kontrolnych roślin truskawki odmiany Rumba (Doświadczenie polowe, Sad Doświadczalny IO-PIB, Skierniewice, 2024 r.).</p>                                             | <p><b>Fot. 2.</b> Liczne wezykule w korzeniach roślin truskawki traktowanych Konsorcjum 1 i kwasami humusowymi (Doświadczenie polowe, Sad Doświadczalny IO-PIB, Skierniewice, 2024 r.).</p>                    |
|                                                                                                                                      |                                                                                                                              |
| <p><b>Fot. 3.</b> Wezykule w korzeniach roślin truskawki traktowanych Konsorcjum 2 i kwasami humusowymi (Doświadczenie polowe, Sad Doświadczalny IO-PIB, Skierniewice, 2024 r.).</p>                                  | <p><b>Fot. 4.</b> Liczne wezykule w korzeniach roślin truskawki traktowanych preparatem BlueN®, kwasami humusowymi i Konsorcjum 1 (Doświadczenie polowe, Sad Doświadczalny IO-PIB, Skierniewice, 2024 r.).</p> |
|                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |
| <p><b>Fot. 5.</b> Bardzo liczne wezykule w korzeniach roślin truskawki traktowanych preparatem BlueN®, kwasami humusowymi i Konsorcjum 2 (Doświadczenie polowe, Sad Doświadczalny IO-PIB, Skierniewice, 2024 r.).</p> |                                                                                                                                                                                                                |

### **PODZADANIE 3**

**Wdrożenie nowo opracowanych nawozowych produktów mikrobiologicznych do praktyki ogrodniczej oraz opracowanie instrukcji wdrożeniowej dla ekologicznej uprawy roślin truskawki.**

#### **Wstęp**

Nowo opracowane technologie uprawy roślin truskawki z zastosowaniem nawozowych produktów mikrobiologicznych zostaną wdrożone do praktyki ogrodniczej, co przyczyni się do zwiększenia wielkości i jakości plonowania roślin sadowniczych oraz poprawy żyzności gleby w uprawach ekologicznych truskawki. W zadaniu opracowano nowe konsorcja pożytecznych mikroorganizmów i określono ich skuteczność w stymulacji wzrostu i plonowania roślin truskawki oraz ich wpływ na mikrobiom korzeni i gleby. Wdrożenie innowacyjnych nawozowych produktów mikrobiologicznych do praktyki umożliwi dalszy rozwój technologii ekologicznej uprawy roślin sadowniczych, w warunkach glebowo-klimatycznych Polski. Nowo opracowane w ramach zadania nawozowe produkty mikrobiologiczne są lepsze od metod konwencjonalnych, gdyż oparte są na naturalnych kwasach humusowych i rodzimych pożytecznych mikroorganizmach. Są skuteczne, ekonomicznie opłacalne i bezpieczne dla zdrowia człowieka, roślin, gleb, wód i powietrza oraz dobrostanu zwierząt. Są to produkty bezpieczne, chroniące zdrowie człowieka i środowisko naturalne.

#### **Cel badania**

Głównym celem zadania było opracowanie instrukcji wdrożeniowej dla producentów ekologicznych, w celu wdrożenia do praktyki nowo opracowanych nawozowych produktów mikrobiologicznych oraz technologii ich aplikacji.

#### **Szczegółowy opis badania**

W 2025 r. przewiduje się wdrożenie uzyskanych w ramach zadania konsorcjów mikroorganizmów do praktyki ogrodniczej. Pro-środowiskowe cele zadania są zgodne z priorytetami Komisji Europejskiej w zakresie Europejskiego Zielonego Ładu, Programu Horizon Europe oraz rolnictwa ekologicznego i ochrony środowiska naturalnego.

### **INSTRUKCJA WDROŻENIOWA**

#### **Stosowanie nawozowych produktów mikrobiologicznych dla ekologicznej uprawy roślin truskawki**

##### **WSTĘP**

Jedną z głównych tendencji współczesnego ogrodnictwa jest ograniczanie stosowania chemicznych środków produkcji na rzecz nawożenia roślin bioproduktami opartymi na naturalnych komponentach organicznych, z wykorzystaniem pożytecznych mikroorganizmów. Nowo opracowane produkty nawozowe wpisują się w ten trend, a powszechne ich stosowanie sprzyja uzyskiwaniu plonów o wysokich walorach prozdrowotnych oraz ochronie środowiska.

W Polsce istnieje duży popyt na proekologiczne technologie i polskie nawozowe produkty mikrobiologiczne, które są konkurencyjne i bardziej skuteczne, w porównaniu do istniejących na rynku bioproduktów pochodzenia zagranicznego. Uzasadnia to potrzebę opracowania i wdrożenia innowacyjnych polskich biopreparatów mikrobiologicznych do dolistnego stosowania w ekologicznej uprawie truskawki i innych gatunków roślin sadowniczych. Obecnie większość nawozowych produktów mikrobiologicznych jest stosowana doglebowo w formie stałej lub płynnej. Natomiast na rynku brakuje tego typu bioproduktów do stosowania dolistnego. Taka aplikacja płynnych nawozowych produktów

mikrobiologicznych ma dużą perspektywę na plantacjach z wykorzystaniem ściółek pochodzenia naturalnego, dopuszczonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym, np. słomy, którą stosuje się w uprawie roślin truskawki. Ściółki przyspieszają plonowanie, ograniczają zachwaszczenie, chronią rośliny przed przymrozkami, utratą wody i szkodliwym promieniowaniem słonecznym. W związku z tym istnieje pilna potrzeba opracowania i wdrożenia do ekologicznej i integrowanej uprawy roślin truskawki nawozowych produktów mikrobiologicznych do dolistnej aplikacji.

**Przewagą proponowanego rozwiązania są opracowane nawozowe produkty mikrobiologiczne na organicznym nośniku kwasów humusowych, które są naturalne i korzystnie wpływają na wzrost i plonowanie roślin truskawki. Produkty te zostały wzbogacone o konsorcja rodzimych drożdży i bakterii ryzosferowych o działaniu biostymulującym i ochronnym w uprawach roślin ogrodnich.**

Nowo opracowane mikrobiologiczne preparaty nawozowe w formie płynnej są innowacyjne, skuteczne i bezpieczne dla produkcji ogrodniczej. Innowacyjne nawozowe produkty mikrobiologiczne wyróżniają się stabilnością składu chemicznego i mikrobiologicznego, co pozwala uzyskać przewagę konkurencyjną firm stosujących nowe technologie mikrobiologiczne. Nowe biopreparaty mikrobiologiczne są kluczowym elementem promocji polskiego ogrodnictwa i Instytutu Ogrodnictwa-PIB, jako instytucji naukowej opracowującej innowacyjne produkty mikrobiologiczne dla praktyki ogrodniczej. Opracowanie nowych technologii dolistnej aplikacji nawozowych produktów mikrobiologicznych przyczyni się do ich wdrożenia w ekologicznej uprawie truskawki.

## **APLIKACJA NAWOZOWYCH PRODUKTÓW MIKROBIOLOGICZNYCH**

Opracowano 2 nawozowe produkty mikrobiologiczne na bazie konsorcjów rodzimych bakterii i drożdży do dolistnej aplikacji z kwasami humusowymi w ekologicznej uprawie roślin truskawki.

Stosowanie nowo opracowanych, innowacyjnych nawozowych produktów mikrobiologicznych pozwala na poprawę plonowania, uzyskiwanie owoców o walorach prozdrowotnych oraz na poprawę żyzności gleb. Produkty nawozowe zawierające rodzime szczepy i gatunki pożytecznych mikroorganizmów dotychczas nie były stosowane przez producentów w ekologicznych uprawach roślin truskawki w Polsce. Opracowanie dolistnych metod aplikacji nawozowych produktów mikrobiologicznych przyczyni się do komercjalizacji nowo opracowanych preparatów i rozwoju ekologicznych metod produkcji roślin truskawki przyjaznych dla środowiska i zdrowia człowieka.

W polowej uprawie truskawki aplikację dolistną kwasami humusowymi zawierającymi pożyteczne mikroorganizmy: Konsorcjum 1 i Konsorcjum 2 należy wykonać w następujących terminach:

- I termin aplikacji - koniec kwietnia - początek maja
- II termin aplikacji - 2 tydzień maja
- III termin aplikacji - początek czerwca

Kwasy humusowe należy zastosować w dawce - 2 l/ha 300 l wody; 20 ml/3 l wody/60 roślin. Konsorcjum 1 i 2 należy zastosować w dawce po 5L każdego preparatu/60 roślin.

## **OKREŚLENIE SKUTECZNOŚCI NOWO OPRACOWANYCH NAWOZOWYCH PRODUKTÓW MIKROBIOLOGICZNYCH**

Wykazano skuteczność stosowania nawozowych produktów mikrobiologicznych na zwiększenie cech wzrostu liści i biomasy systemu korzeniowego roślin truskawki. Aplikacja nawozowych produktów mikrobiologicznych wpływa na istotne zwiększenie występowania arbuskularnych grzybów mikoryzowych w korzeniach, liczby zarodników w glebie

ryzosferowej i wydajności fotosyntetycznej w liściach roślin truskawki. Stosowanie nawozowych produktów mikrobiologicznych na bazie pożytecznych mikroorganizmów stimuluje formowanie rozłogów i sadzonek rozłogowych roślin truskawki.

### **KOMPLEKSOWOŚĆ ROZWIĄZANIA PROBLEMU**

Przedstawione rozwiązanie zawiera nowo opracowane Konsorcja pożytecznych mikroorganizmów z kawasami humusowymi, przeznaczone do dolistnego stosowania w ekologicznej uprawie roślin truskawki. Może być wykorzystane w uprawie różnych gatunków roślin ogrodniczych do różnych typów upraw. Mikrobiologiczne preparaty nawozowe zostały opracowane w postaci formułacji płynnej, które mogą być stosowane w uprawach integrowanych oraz ekologicznych, w warunkach polowych. Innowacyjne biopreparaty mogą być także stosowane w zróżnicowanych warunkach glebowo-klimatycznych, na różnych typach gleb, o różnym stopniu żyzności i nawodnienia z powodu obecności w ich składzie rodzimych mikroorganizmów. Nowo opracowane bioprodukty są przeznaczone do zastosowania na glebach zakwaszonych, o niskiej zawartości próchnicy oraz w warunkach stresu suszy, która w ostatnich latach staje się coraz większym problemem producentów ogrodniczych w Polsce. Opracowane biopreparaty mogą być stosowane w zależności od potrzeb i problemów występujących w gospodarstwach ogrodniczych. Płynna formułacja produktów pozwala producentom na ich zastosowanie, zgodnie z możliwościami technicznymi w gospodarstwie ogrodniczym. Z tych powodów, stosowanie nowo opracowanych biopreparatów na bazie Konsorcjów 1 i 2 z kwasami humusowymi wpłynie na poprawę jakości gleb zmęczonych i zdegradowanych. Wdrożenie nowych preparatów mikrobiologicznych do praktyki ogrodniczej przyczyni się do zwiększenia wielkości i jakości plonów roślin truskawki, a także do rozwoju ogrodnictwa ekologicznego w Polsce.

### **UZYSKANE EFEKTY EKONOMICZNE I SPOŁECZNE**

Rosnąca świadomość społeczeństwa dotycząca wysokiej jakości żywności, o właściwościach prozdrowotnych zwiększa zapotrzebowanie na nawozy oparte na naturalnych składnikach, wzbogaconych pożytecznymi mikroorganizmami. Niewłaściwe lub nadmierne stosowanie nawozów mineralnych i innych chemicznych środków produkcji roślin prowadzi do szkodliwego oddziaływania na środowisko, co skutkuje koniecznością wprowadzania do upraw ogrodniczych bionawozów opartych na naturalnych substancjach organicznych i zawierających żywe, pożyteczne mikroorganizmy. Nowo opracowane biopreparaty na bazie Konsorcjów pożytecznych mikroorganizmów są skuteczną i ekonomicznie opłacalną metodą odżywiania roślin oraz bezpieczną dla środowiska. Opracowanie innowacyjnych Konsorcjów mikrobiologicznych do ekologicznej uprawy roślin truskawki wpłynie na rozwój firm wytwarzających bionawozy oraz firm zajmujących się ich dystrybucją i sprzedażą, przyczyniając się do wzrostu ich dochodowości oraz konkurencyjności na rynku. Powszechne stosowanie nowo opracowanych nawozowych preparatów mikrobiologicznych poprawi jakość produkowanych owoców o walory prozdrowotne i umożliwi rozszerzenie areálu ekologicznych upraw truskawki i innych roślin ogrodniczych. Wdrożenie nowych biopreparatów przyczyni się do zwiększenia wartości prozdrowotnych owoców i wpłynie korzystnie na ochronę zdrowia społeczeństwa oraz zwiększy konkurencyjność gospodarstw ogrodniczych w Polsce.





**I n s t y t u t   H o d o w l i   A k l i m a t y z a c j i   R o ś l i n -  
P a ń s t w o w y   I n s t y t u t   B a d a w c z y  
O d d z i a ł   w   B y d g o s z c z y**

**S P R A W O Z D A N I E**

Uprawy polowe metodami ekologicznymi. Badania w zakresie podnoszenia efektywności i wydajności w ekologicznej uprawie roślin rolniczych, ze szczególnym uwzględnieniem innowacyjnych rozwiązań zastępujących praktyki i środki produkcji niedozwolone w produkcji ekologicznej. Odchwaszczanie buraka cukrowego nowoczesnymi maszynami, w zastępstwie stosowania herbicydów; kontynuacja badań

**Kierownik zadania:**

dr hab. Mirosław Nowakowski, prof. IHAR-PIB

**Wykonawcy zadania:**

dr hab. Józef Tyburski, prof. UWM (Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie)

dr inż. Grzegorz Gryń (IHAR-PIB)

mgr inż. Marcin Żurek (IHAR-PIB)

mgr inż. Robert Nelke (IHAR-PIB)

mgr inż. Magdalena Maćkowiak (IHAR-PIB)

mgr inż. Stanisław Kruszewski (IHAR-PIB)

Zrealizowano na podstawie decyzji Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi  
DEJ.re.765.7.2024

w sprawie przyznawania dotacji na pokrycie kosztów badań na rzecz rolnictwa ekologicznego

BYDGOSZCZ 2024

## 1. WPROWADZENIE I CEL BADAŃ

Najpoważniejszym problemem w rolnictwie ekologicznym jest nadmierne zachwaszczenie i możliwości jego zwalczania (TYBURSKI i in., 2013). Autorzy projektu zaproponowali przeprowadzenie badań o bardzo istotnym znaczeniu dla rozwoju rolnictwa ekologicznego w Polsce, a mianowicie przetestowanie nowoczesnych maszyn odchwaszczających, redukujących prawie całkowicie nakłady pracy ręcznej w pieleniu roślin uprawianych w szerokich rzędach (kukurydza, soja i inne rośliny strączkowe, burak cukrowy, rzepak, warzywa w uprawie polowej). Rośliną testową został burak cukrowy, który uprawiany jest podobnie jak warzywa w produkcji polowej. Należy zwrócić uwagę na to, że uprawie buraka cukrowego w Europie towarzyszy kontraktacja i zapewniony odbiór przez cukrownię

a także korzystne ceny za ekologiczne wytwarzane korzenie.

Ekologiczny burak cukrowy jest surowcem niezbędnym do podjęcia rodzimej produkcji cukru ekologicznego. Jego uprawa da możliwość pewnego zbytu korzeni przy zachowaniu wysokiej opłacalności. Poza cukrem uzyskuje się wysłodki mokre (do zakiszania i skarmiania bezpośredniego) oraz wysłodki suszone. Znacząco poprawia to bilans paszowy gospodarstw ekologicznych oraz zaopatrzenie w surowiec paszowy (suszone wysłodki) ekologicznego przemysłu paszowego. W istocie podjęcie się na większą skalę ekologicznej uprawy buraka cukrowego, poza podażą ekologicznego cukru, zwiększy szanse na rozwój ekologicznego chowu zwierząt. Warto przypomnieć, że we wcześniejszych badaniach finansowanych przez MRiRW nad ekologiczną uprawą buraka cukrowego, uzyskano bardzo dobrą wydajność korzeni (zależnie od roku i odmiany od 50 do 120 t z ha, średnio ponad 60 t z ha), ale nie udało się całkowicie wyeliminować ręcznego odchwaszczania (TYBURSKI i in., 2016-2018). Zakłada się, że obecnie dostępne nowe maszyny do mechanicznego zwalczania chwastów, usuną tę przeszkodę.

Warunkiem podjęcia na większą skalę, ekologicznej uprawy buraka cukrowego i produkcji cukru ekologicznego w Polsce, jest wypracowanie niechemicznych metod odchwaszczania, z minimalnym udziałem pracy ręcznej. Burak będąc rośliną uprawianą z zastosowaniem szerokich odstępów między rzędami z natury rzeczy silnie się zachwaszcza. Oparcie jego uprawy na ręcznym odchwaszczaniu jest nierealne, gdyż zbyt wysokie są koszty i brak chętnych do takiej pracy. Koniecznym jest więc poszukiwanie, alternatywnych, skutecznych, niechemicznych metod odchwaszczania bez udziału ręcznej pracy. Szanse na to dają nowoczesne maszyny do mechanicznego odchwaszczania: pielnik optyczny i brona obrotowa.

Jak już zaznaczono, chwasty stanowią najistotniejszy problem ekologicznej uprawy roślin, a zwłaszcza buraka cukrowego. Silne zachwaszczenie może silnie obniżyć plonowanie korzeni i opłacalność, nawet o 50% (ROLAND i in. 2017, SOLTANI i in. 2018).

W ekologicznej ochronie roślin korzeniowych, w tym buraka cukrowego, przed chwastami wykorzystuje się metodę agrotechniczną, hodowlaną i bazującą na naturalnie występujących substancjach bioaktywnych (NOWAKOWSKI 2002, TYBURSKI i in. 2004, VIG i in. 2009, NOWAKOWSKI 2013, PASTUSZEWSKA i in. 2013). Ponadto duża wrażliwość nowych odmian na konkurencję ze strony chwastów motywuje do poszukiwania coraz efektywniejszych niechemicznych metod ograniczania liczebności chwastów. Dotychczasowe badania efektywności chwastobójczej substancji bioaktywnych zawartych w biomasach

różnych roślin nie przyniosły dotąd wystarczająco pozytywnych rezultatów dla praktyki, stąd skupiono się na mechanicznym zwalczaniu chwastów.

Dane pochodzące z fachowej literatury wskazują na rosnące zainteresowanie niechemicznymi metodami ochrony roślin korzeniowych (HEIJBROEK i in. 1998, CHITWOOD 2002, DAUB i WESTPHAL 2011, NOWAKOWSKI 2013). Dostępne obecnie w sprzedaży nowoczesne pielniki sterowane optycznie oraz wyjątkowo skuteczne i nie uszkadzające młodych roślin buraka brony obrotowe, gwarantują uzyskanie dobrego efektu odchwaszczającego (MELANDER i in. 2000, TILLET i in. 2002, KUNZ i in. 2018, MACHLEB i in. 2021). Celowym jest zatem przeprowadzenie w Polsce badań porównujących skuteczność odchwaszczania z zastosowaniem precyzyjnych maszyn [KUNZ i in. 2015 i 2016].

Po przeprowadzeniu przez zespół autorów projektu doświadczeń porównawczych na polach produkcyjnych, opracowane zostaną zalecenia dla rolników dotyczące odchwaszczania buraka cukrowego. Warto podkreślić, że zaplanowane do badań zestawy maszyn można będzie również wykorzystać do odchwaszczania w ekologicznej i zintegrowanej uprawie soi, rzepaku, wielu gatunków warzyw, a po zmianie szerokości roboczej - również kukurydzy.

Wnioskowane badania wynikają z zapotrzebowania ze strony plantatorów buraka cukrowego, a także innych roślin uprawianych w szerokich rzędach. Umożliwią one ocenę i wybranie najsukcesywniejszych metod niechemicznego odchwaszczania, a także wzrost plonowania, gwarantujący opłacalność produkcji w systemie ekologicznym.

Końcowym etapem projektu będą prace mające na celu przygotowanie do wdrożenia udoskonalonego programu zwalczania chwastów, który będzie mógł być zalecany w ekologicznej uprawie buraka cukrowego. Upowszechnienie uzyskanych wyników przyczyni się do większej opłacalności ekologicznej uprawy buraka cukrowego i atrakcyjności w odniesieniu do innych gatunków roślin rolniczych.

## **2. METODY I WARUNKI BADAŃ**

Badania umożliwiające ocenę skuteczności odchwaszczania przeprowadził Zakład Uprawy i Podstaw Hodowli Roślin Okopowych Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Oddział w Bydgoszczy. Założone zostało doświadczenie polowe w gospodarstwie ekologicznym Bartłomieja Piskorskiego w Kołodziejewie, ul. Kwiatowa 3, 88-160 Janikowo (certyfikat nr PL-EKO-01-013657). W badaniach uczestniczył także pan prof. Józef Tyburski, posiadający duże doświadczenie w badaniach dotyczących ekologicznego systemu uprawy, pracownik Katedry Agroekosystemów i Ogrodnictwa Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie.

Doświadczenie polowe realizowane było na Kujawach na glebie płowej typowej, wytworzonej z gliny lekkiej. Badaniami objęto następujące warianty odchwaszczania buraka cukrowego:

A/ obiekt kontrolny, bez żadnego zwalczania chwastów,

B/ odchwaszczanie wyłącznie ręczne,

C/ odchwaszczanie broną tradycyjną/włeczoną i pielnikiem tradycyjnym, uzupełnione ewentualnie pieleniem ręcznym (sprzęt tradycyjny),

D/ odchwaszczanie wyłącznie mechaniczne: broną obrotową/chwastownikiem (fot. 1) oraz pielnikiem ze sterowaniem optycznym (fot. 2) (sprzęt nowoczesny).

Skuteczność odchwaszczania oceniana była w warunkach polowych na doświadczeniu założonym w układzie pasowym. Każdy z pasów obejmował minimum 24 rzędy (min. 10.8 m szerokości pola) z wysianym burakiem cukrowym odmiany Zagłoba, w typie cukrowości NC (WHBC), z odpornością na rizomanię i dosyć obfitym ulistnieniem. Na każdym z 4 obiektów doświadczalnych w wyznaczonych losowo miejscach o powierzchni 1 m<sup>2</sup>, w 4 powtórzeniach, przed i po ok. 2 tygodniach po przeprowadzeniu każdego zabiegu odchwaszczania, określono:

- występujące gatunki chwastów (skład botaniczny),
- liczebność chwastów,
- biomasa chwastów.

Poza skutecznością zwalczania chwastów w uprawie buraka cukrowego, określono także:

- plony korzeni i liści buraka cukrowego oraz obsadę roślin (w 4 powtórzeniach, z poletek o powierzchni: 2,7m x 6 m= 16,2 m<sup>2</sup>),
- zawartość cukru i melasotworów oraz plon cukru technologicznego,
- koszty (opłacalność) zastosowanych metod odchwaszczania.

Dodatkowo podczas wykonywania zabiegów odchwaszczania i oceny ich skuteczności zmierzona została temperatura gleby oraz jej wilgotność, z zastosowaniem wagosuszarek (typ ATS120 Axis). W okresie od uzyskania pełnej obsady roślin do momentu zakrycia międzyrzędzi pobrano próbki siewek, celem określenia tempa ich rozwoju w warunkach różnych technologii odchwaszczania.

Na stanowisku z doświadczeniem polowym pobrane zostały próbki gleby celem określenia odczynu, zasolenia i zawartości dostępnych dla roślin form podstawowych makroskładników, co umożliwi obliczenie uzupełniających zasobność gleby dawek nawozów. Pozyskano także z pobliskiej stacji meteorologicznej dane dotyczące opadów deszczu i temperatury powietrza, dla okresu wegetacyjnego buraka cukrowego.

Charakterystykę agrochemiczną i fizyczną gleby przedstawiono, na podstawie wykonanych analiz, w tabeli 1 i 2.

**Tab. 1. Zawartość makroskładników w glebie; 12.03.2024 r.**

| Warstwa<br>gleby w cm | mg w dm <sup>3</sup> gleby |      |      |
|-----------------------|----------------------------|------|------|
|                       | N-NO <sub>3</sub>          | P    | K    |
| 0 - 30                | n 18,9                     | ś 46 | n 96 |

Zawartość: bn – bardzo niska, n – niska, ś – średnia, w – wysoka, bw – bardzo wysoka.

**Tab. 2. Odczyn, zasolenie i zawartość próchnicy w glebie; 12.03.2024 r.**

| Warstwa gleby<br>w cm | pH $KCl$ | Zasolenie<br>g /dm <sup>3</sup> | Zawartość<br>próchnicy % |
|-----------------------|----------|---------------------------------|--------------------------|
| 0 - 30                | z 7,7    | n 0,30                          | n 1,64                   |

Odczyn gleby: z – zasadowy. Pozostałe objaśnienia – jak w tab.1

Opierając się na wynikach wiosennej analizy agrochemicznej gleby i dotychczasowym plonowaniu (średnie plony buraka cukrowego: 60-70 t/ha), ustalono jednakowy poziom nawożenia NK uzupełniającego zasobność gleby, które zastosowano w następujących dawkach: 100 kg K<sub>2</sub>O/ha jesienią 2023 r., w formie Korn-Kali, oraz 70+30 kg N/ha w postaci Bioilsa, przedsięwzięcie + po uformowaniu obsady. Dwa lata wcześniej na stanowisku doświadczalnym był rozrzucony obornik bydlęcy w dawce 30 t/ha. Zastosowane nawożenie zagwarantowało, że stanowisko doświadczalne w pełni nadawało do uprawy buraka cukrowego.

Siew wykonano 15.04.2024 r. z odstępem w rzędzie co 18 cm, a między rzędami 45 cm.

Przedplonem była pszenica. Wszystkie zabiegi uprawowe, w tym zwalczanie chorób, zostały wykonane zgodnie z zaleceniami agrotechnicznymi dla ekologicznej uprawy buraka cukrowego.

Przeprowadzono ręczny zbiór buraków cukrowych z poletek doświadczalnych, 21.10.2024 r. Wymiary poletek doświadczalnych do oceny plonowania i obsady roślin: 2,7 m (szerokość) x 6 m (długość) = 16,2 m<sup>2</sup>

Określono plon korzeni oraz liści, obsadę roślin. Pobrano próby korzeni do oznaczania w IHAR-PIB w Bydgoszczy parametrów ich jakości na autoanalizatorze Venema (zawartość cukru, K, Na i N-alfaaminowego).

Obliczono technologiczny plonu cukru (TPC) wg uaktualnionej formuły Reinefelda:

$$TPC = Pk / 100 [\% \text{cukru} - 0,012(K + Na) - 0,024 \cdot N - \alpha - NH_2 - 1,08]$$

Pk – plon korzeni w t/ha    % cukru biologicznego

Melasetwory: K, Na i N- $\alpha$ -NH<sub>2</sub>, wartości w mmol/kg miazgi korzeni.

Wa = K + Na / N- $\alpha$ -NH<sub>2</sub>    Wa- wskaźnik alkaliczności

Parametry dotyczące plonowania opracowano statystycznie z wykorzystaniem analizy wariancji weryfikując istotność średnich testem t-Studenta dla p=0,05.

Wyników z oceny zachwaszczenia, z uwagi na duże zróżnicowanie danych pomiędzy wartościami z poszczególnych powtórzeń, nie można było ocenić statystycznie.

### **Przebieg warunków pogodowych**

W stacji meteorologicznej w Kruszwicy, która jest położona ok. 18 km od stanowiska, gdzie realizowano doświadczenie, zanotowano w okresie od 1. tygodnia stycznia do 43. tygodnia, w październiku 2024 roku średnią temperaturę powietrza 13,1°C i sumę opadów 383,8 mm. W porównywalnym okresie w 2023 r. zarejestrowano odpowiednio: 11,6°C i 340,3 mm. Okres wegetacji buraka był zatem w 2024 r. wyraźnie cieplejszy i trochę bardziej zasobny w opady, w porównaniu do 2023 roku.

Warunki pogodowe w 2024 roku należy uznać za ogólnie sprzyjające rozwojowi roślin korzeniowych i dobremu plonowaniu, z uwagi na wyższe od średnich temperatury oraz średnią ilość opadów, których rozkład był wielokrotnie skrajnie zróżnicowany.

Podobnie jak w poprzednich latach, gleba ociepliła się i przeschła w połowie marca, co umożliwiło zakończenie uprawy roli i nawożenia do końca wymienionego miesiąca. Siewy buraka cukrowego na terenie województwa kujawsko-pomorskiego mogły być zatem realizowane już w pierwszej połowie kwietnia.

Wschody buraka cukrowego pojawiły się na początku maja. Były one niewyrównane, gdyż wystąpiły okresy ze zbyt dużymi opadami deszczu, co spowodowało zaskorupienie gleby i przeszkodziło w uzyskaniu wysokiej początkowej obsady roślin. W czerwcu ilość opadów wyrównała się, co wpłynęło pozytywnie na rozwój młodych roślin buraka. Na początku lipca zanotowano wysokie opady, a później do końca sierpnia ich intensywność nie odbiegała od średniej z ostatnich kilku lat. Początek września i października obfitował w opady, a w pozostałym okresie opady były umiarkowane, a w okresie od września do połowy października opady były niewielkie, przy znacznym nasłonecznieniu, co skutkowało przyrostem plonu buraka i akumulacją sacharozy. Pod koniec okresu wegetacji stwierdzono przeciętne porażenie chwościkiem aparatu liściowego buraka cukrowego.

### 3. WYNIKI BADAŃ

#### 3.1. Ocena zachwaszczenia

W miejscowości Kołodziejewo k. Janikowa, w gospodarstwie ekologicznym Bartłomieja Piskorskiego, przeprowadzono doświadczenie polowe w układzie pasowym, na glebie płowej typowej, kompleksu pszennego wadliwego. Na wyznaczonych do obserwacji polkach stwierdzono występowanie następujących 20 gatunków chwastów:

1. Chwastnica jednostronna (*Echinochloa crus-galli*)
2. Dymnica pospolita (*Fumaria officinalis*)
3. Fiołek polny (*Viola arvensis*)
4. Gryka zwyczajna (*Fagopyrum esculentum* Moench)
5. Gwiazdnica pospolita (*Stellaria media*)
6. Jasnota różowa (*Lamium amplexicaule*)
7. Komosa biała (*Chenopodium album*)
8. Mlecz zwyczajny (*Sonchus oleraceus*)
9. Ostrożeń polny (*Cirsium arvense*)
10. Owies głuchy (*Avena fatua*)
11. Powój polny (*Convolvulus arvensis*)
12. Przetacznik polny (*Veronica arvensis*)
13. Przytulia czepna (*Galium aparine*)
14. Rdest powojowy (*Polygonum convolvulus*)
15. Rdest ptasi (*Polygonum aviculare*)
16. Rumian polny (*Anthemis arvensis*)
17. Szarłat szorstki (*Amaranthus retroflexus*)
18. Tasznik pospolity (*Capsella bursa-pastoris*)
19. Tobołki polne (*Thlaspi arvense*)
20. Wilczomlecz obrotny (*Euphorbia helioscopia*)

Szczegółowe wyniki oceny zachwaszczenia, przeprowadzonej dla 4 wariantów odchwaszczania, w 5 terminach i 4 powtórzeniach, obejmujące ilość chwastów, skład gatunkowy i świeżą masę chwastów z jednostki powierzchni, zamieszczono w załączniku do sprawozdania. W **tabeli 3** zawarte jest syntetyczne, oparte na średnich wartościach, zestawienie wyników badań.

Dnia 13.05.2024 r, bezpośrednio przed 1. odchwaszczaniem, a po bronowaniu, stwierdzono na 4 wariantach odchwaszczania (A - bez odchwaszczania, kontrola, B - odchwaszczanie ręczne, C - sprzęt tradycyjny do odchwaszczania i D – sprzęt nowoczesny do odchwaszczania) od 186 do 294 chwastów na 1 m<sup>2</sup> poletka, co świadczy o stosunkowo jednolitym i ponadprzeciętnym stanie zachwaszczenia pola doświadczalnego. Masa chwastów wahała się od 41 do 61 g/m<sup>2</sup>. Po południu w/w dnia wariant A, czyli kontrolę (4 poletka) pozostawiono bez odchwaszczania, wariant B odchwaszczono ręcznie, mierząc czas pracy, a kolejnego dnia na wariacie C zastosowano pielnik tradycyjny, z kolei na D użyto do odchwaszczania pielnika ze sterowaniem optycznym.

Trzy tygodnie wcześniej (po siewie, ale przedwschodowo) zastosowano na wariacie C bronę tradycyjną, wleczoną, a na wariacie D bronę obrotową - chwastownik.

Dnia 04.06.2024, po 1 odchwaszczaniu i bronowaniu, dokonano pomiarów zachwaszczenia na wariantach, gdzie stosowano pielniki, w rzędach, na odcinkach 1 m rzędu z siewkami buraka, 7 cm z obu stron rzędu, co stanowiło powierzchnię 7x7x100cm= 0,14 m<sup>2</sup> (jako jedno powtórzenie).

Pielnik optyczny umożliwił pracę elementów odchwaszczających bliżej rzędów z burakami, co wpłynęło na występowanie mniejszej liczby chwastów i mniejszej ich masy w porównaniu do wariantu z pielnikiem tradycyjnym (**tab. 3**).

**Tab. 3.** Wpływ wariantu odchwaszczania na liczebność i masę chwastów w ekologicznej uprawie buraka cukrowego na glebie płowej typowej; Kołodziejewo siew 15.04.2024 r. (wartości średnie)

| Wariant odchwaszczania                                                                      | Ilość chwastów w szt./1 m <sup>2</sup> | Masa chwastów w g/1 m <sup>2</sup> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------|
| 13.05.2024 (przed 1. odchwaszczaniem)                                                       |                                        |                                    |
| A - bez odchwaszczania                                                                      | 226                                    | 57,00                              |
| B - odchwaszczanie ręczne                                                                   | 211                                    | 61,00                              |
| C - sprzęt tradycyjny                                                                       | 186                                    | 48,00                              |
| D - sprzęt nowoczesny                                                                       | 294                                    | 41,00                              |
| 04.06.2024 (po 1. odchwaszczaniu i bronie; 0,14 m <sup>2</sup> w rzędzie buraka 7+7x100 cm) |                                        |                                    |
| C - sprzęt tradycyjny                                                                       | 7,75                                   | 43,75                              |
| D - sprzęt nowoczesny                                                                       | 7,00                                   | 33,25                              |
| 07.06.2024 (po 1. odchwaszczaniu i zarazem przed 2. odchwaszczaniem)                        |                                        |                                    |
| A - bez odchwaszczania                                                                      | 220                                    | 1568,00                            |
| B - odchwaszczanie ręczne                                                                   | 21                                     | 179,00                             |
| C - sprzęt tradycyjny                                                                       | 31                                     | 210,00                             |
| D - sprzęt nowoczesny                                                                       | 23                                     | 150,00                             |
| 09.07.2024 (po 2. odchwaszczaniu)                                                           |                                        |                                    |

|                                             |     |         |
|---------------------------------------------|-----|---------|
| A - bez odchwaszczania                      | 255 | 1871,50 |
| B - odchwaszczanie ręczne                   | 17  | 108,50  |
| C - sprzęt tradycyjny                       | 21  | 258,75  |
| D - sprzęt nowoczesny                       | 18  | 140,25  |
| 21.10.2024 (przed zbiorem buraka cukrowego) |     |         |
| A - bez odchwaszczania                      | 256 | 1376,75 |
| B - odchwaszczanie ręczne                   | 36  | 128,25  |
| C - sprzęt tradycyjny                       | 51  | 180,50  |
| D - sprzęt nowoczesny                       | 19  | 117,00  |

Dnia 07.06.2024, bezpośrednio przed 2. odchwaszczaniem (a po 1. odchwaszczaniu), na wariancie A bez odchwaszczania wykazano około 10-krotnie większe zachwaszczenie (220 szt. chwastów i 1568 g chwastów/m<sup>2</sup>) niż na pozostałych 3 wariantach z odchwaszczaniem. Z kolei 09.07.2024, 4 tygodnie po 2. odchwaszczaniu, stwierdzono na 4 badanych wariantach odpowiednio: 255, 17, 21 i 18 chwastów/m<sup>2</sup> oraz 1872, 109, 259 i 140 g masy chwastów/m<sup>2</sup>. Dokumentuje to najlepszą skuteczność odchwaszczania po użyciu nowoczesnego sprzętu. Pomiar przeprowadzone w ostatnim terminie, bezpośrednio przed zbiorem buraka (21.10.2024), potwierdziły utrzymujące się dobre oddziaływanie odchwaszczające nowoczesnego sprzętu. Na tym wariancie zarejestrowano najmniejszą liczbę i masę chwastów (19 szt./m<sup>2</sup> i 117 g/m<sup>2</sup>). Dominującymi gatunkami chwastów były: rdest ptasi, komosa biała, przetacznik polny, owies głuchy i chwastnica jednostronna.

Aby porównać koszty związane z odchwaszczaniem na poszczególnych badanych wariantach, zmierzono czas potrzebny do 3-krotnego ręcznego usuwania chwastów na wariancie B, a na wariancie C. i D, gdzie zaplanowano odchwaszczanie maszynami rolniczymi, zestawiono aktualne koszty usług tymi maszynami, stosowane na terenie woj. kujawsko-pomorskiego i warmińsko-mazurskiego.

**Wariant B**, trzykrotne ręczne odchwaszczanie.

1.  $136,83 + 135,41 + 134,54 + 136,52 \text{ h/os./ha} = 543,30 : 4 = 135,83 \text{ rh/ha} \times 28,10 \text{ zł/h} = 3816,82 \text{ zł/ha}$
2.  $105,82 + 106,27 + 104,13 + 103,92 \text{ h/os./ha} = 420,14 : 4 = 105,04 \text{ rh/ha} \times 28,10 \text{ zł/h} = 2951,62 \text{ zł/ha}$
3.  $98,66 + 100,10 + 102,02 + 102,21 \text{ h/os./ha} = 402,99 : 4 = 100,75 \text{ rh/ha} \times 28,10 \text{ zł/ha} = 2831,08 \text{ zł/ha}$

Stawka 28,10 zł/h stanowi minimalną stawkę wynagrodzenia za 1 h pracy przy umowie zleceniu (stan w listopadzie 2024, odnoszący się do minimalnej płacy).

Łącznie koszt odchwaszczania ręcznego w 3 terminach (341,62h x 28,10zł): 9 600 zł/ha

**Wariant C**, pielnik tradycyjny i brona tradycyjna/wleczone

1. Brona tradycyjna/wleczone, 3 m szer. rob., usługa: 1 rh x 115 zł= 115 zł/ha,
2. Pielnik tradycyjny, 3 m szer. rob., usługa: 2 rh x 300 zł= 600 zł/ha,
3. Pielnik tradycyjny, 3 m szer. rob., usługa: 2 rh x 300 zł= 600 zł/ha,

Łącznie koszt odchwaszczania w/w maszynami: 1 315 zł/ha

**Wariant D**, pielnik optyczny i brona obrotowa

1. Brona obrotowa/chwastownik, 3 m szer. rob. usługa: 0,5 rh x 225 zł= 113 zł/ha,
2. Pielnik optyczny, 3 m szer. rob., usługa: 1 rh x 725 zł= 725 zł/ha,
3. Pielnik optyczny, 3 m szer. rob., usługa: 1 rh x 725 zł= 725 zł/ha.

Łącznie koszt odchwaszczania w/w maszynami: 1 563 zł/ha

**Tab. 4.** Wpływ metody odchwaszczania na wielkość nakładów pracy oraz kosztów dotyczących odchwaszczania w ekologicznej uprawie buraka cukrowego; Kołodziejewo 2024

| Wariant odchwaszczania    | Nakład pracy<br>rh/ha | Koszt<br>zł/ha  |
|---------------------------|-----------------------|-----------------|
| A - bez odchwaszczania    | -                     | -               |
| B - odchwaszczanie ręczne | 341,6                 | 9 600<br>(730%) |
| C - sprzęt tradycyjny     | 5                     | 1315<br>(100%)  |
| D - sprzęt nowoczesny     | 2,5                   | 1563<br>(119%)  |

W porównaniu do zastosowania pielnika i brony tradycyjnej, pielenie ręczne jest nieopłacalne (jest 7,3 razy droższe) i prawie niemożliwe na dużych plantacjach, a użycie pielnika optycznego i brony obrotowej jest droższe o 19%, ale przyczynia się do szybszego i dokładniejszego odchwaszczenia pola.

### 3.2. Ocena plonowania, obsady roślin i wschodów

Wydajność buraka cukrowego była powiązana z wielkością zachwaszczenia poszczególnych wariantów w doświadczeniu (**tab. 5**). Najniższe plony korzeni, liści i cukru technologicznego wystąpiły na wariantcie kontrolnym, nie odchwaszczanym (plony niższe ok. 3-krotnie od pozostałych wariantów). Różnice w masie roślin buraka cukrowego pomiędzy wariantem nie odchwaszczanym, a pozostałymi wariantami obserwowano już w fazie ok. 3 par liści właściwych (masa 10 siewek buraka dla poszczególnych wariantów wynosiła: A. 212,3 g, B. 293,5 g, C. 279,0 g i D. 284,8 g). Pomędzy wariantami z różnymi trzema sposobami odchwaszczania udowodniono istotne różnie w plonowaniu, a wariant 4. z pielnikiem optycznym wykazał się największymi plonami korzeni, liści i cukru. Warianty z ręcznym odchwaszczaniem i użyciem pielnika tradycyjnego przyczyniły się również do wytworzenia wysokich w/w plonów.

Zawartość cukru oraz melasotworów była niższa na wariantcie bez odchwaszczania, gdzie chwasty silnie konkurowały przy pobieraniu składników z burakiem. Wysoka zawartość cukru została zarejestrowana po odchwaszczaniu nowoczesnym sprzętem.

Końcowa obsada roślin i udział korzeni rozwidlonych (5,6-6,8%) nie były istotnie zróżnicowane. Uzyskaną obsadę roślin rzędu 80 tys. na 1 ha, można uznać za średnio korzystną. Bardziej pożądane w ekologicznej uprawie buraka są większe wartości obsady

rzędu 100-120 tysięcy roślin/ha, gdyż ogranicza to do minimum przestrzeń rozwoju dla chwastów.

Wschody buraka cukrowego przedłużały się z uwagi na zaskorupienie gleby na początku maja. W połowie maja wzrosły i wyrównały się. Połowa zdolność wschodów była w niewielkim stopniu zróżnicowana i wynosiła średnio dla A 72,3%, B 70,8%, C 72,4% i D 71,0%. Poziom wschodów uzależniony od wiosennego przygotowania roli i opadów. Porażenie siewek przez patogeny zgorzelowe było niewielkie. Zanotowano średnie porażenie liści przez chwościka buraka, nie zróżnicowane na wariantach, silniejsze od połowy września.

**Tab. 5.** Plonowanie i jakość przetwórcza buraka cukrowego w zależności od wariantu odchwaszczania; Kołodziejewo, siew 15.04.2024, zbiór 21.10.2024

| Wariant odchwaszczania | KOB tys./ha | Plon w t/ha |              |       | Zawartość cukru % | Zawartość mmol/kg |      |      |
|------------------------|-------------|-------------|--------------|-------|-------------------|-------------------|------|------|
|                        |             | korzeni     | techn. cukru | liści |                   | K                 | Na   | Nam  |
| A-bez odchwaszczania   | 80,5        | 21,7        | 3,07         | 12,3  | 16,16             | 36,2              | 2,08 | 19,4 |
| B-odchw. ręczne        | 81,3        | 61,5        | 8,90         | 29,9  | 16,69             | 42,5              | 2,48 | 24,7 |
| C-sprzet tradycyjny    | 80,0        | 58,0        | 8,44         | 28,3  | 16,73             | 40,4              | 2,43 | 24,0 |
| D-sprzet nowoczesny    | 79,3        | 65,3        | 9,84         | 30,5  | 17,30             | 40,8              | 2,57 | 25,5 |
| NIR (0,05)             | n.i.        | 2,2         | 0,32         | 1,8   | 0,21              | 2,2               | 0,10 | 2,4  |

KOB - końcowa obsada buraków    Nam- zawartość azotu alfaaminowego

### 3.3. Ocena pozostałych parametrów

Wilgotność gleby mierzona była na głębokości 5-8 cm w 4 terminach (**tab. 6**). Dnia 13.05.2024 nie stwierdzono zróżnicowania wilgotności gleby pomiędzy wariantami (7,39-7,68%). W drugim terminie, 04.06.2024, najniższa wilgotność wystąpiła na wariantcie bez odchwaszczania (3,72%), a pomiędzy pozostałymi wariantami różnice były niewielkie. Mniejsza wilgotność była obserwowana jeszcze w kolejnym terminie, 09.07.2024, na poletkach bez odchwaszczania. W ostatnim terminie, przy zbiorze, różnice pomiędzy wariantami były już niewielkie (7,79-8,92%).

**Tab. 6.** Wilgotność gleby w zależności od wariantu odchwaszczania i terminu pomiaru; Kołodziejewo 2024

| Wariant odchwaszczania/<br>termin pomiaru | Wilgotność gleby [%] |            |            |            |
|-------------------------------------------|----------------------|------------|------------|------------|
|                                           | 13.05.2024           | 04.06.2024 | 09.07.2024 | 21.10.2024 |
| A- bez odchwaszczania                     | 7,51                 | 3,72       | 5,95       | 8,00       |
| B- odchwaszczanie ręczne                  | 7,68                 | 7,13       | 6,87       | 8,60       |
| C- sprzet tradycyjny                      | 7,45                 | 7,26       | 6,04       | 8,92       |
| D- sprzet nowoczesny                      | 7,39                 | 7,42       | 7,33       | 7,79       |

Oprócz wilgotności gleby mierzona była, w tych samych terminach, także temperatura gleby na głębokości 5 i 10 cm (**tab. 7**). Różnice w temperaturach gleby na głębokości 5 i 10 cm były w terminie czerwcowym i październikowym niewielkie, dochodzące zwykle do 1°C, a w terminach majowym i lipcowym, wyższe, do 2°C. Uwarunkowane to było przebiegiem pogody w okresie wegetacji buraka cukrowego, przede wszystkim okresowym nasłonecznieniem. W czerwcu, lipcu i październiku pomiary wykazały wyższe temperatury na głębokości 5 cm na wariantcie kontrolnym, z silnym zachwaszczeniem.

**Tab. 7.** Temperatura gleby mierzona na głębokości 5 i 10 cm, w zależności od wariantu odchwaszczania i terminu pomiaru; Kołodziejewo 2024

| Wariant odchwaszczania/<br>termin pomiaru | Temperatura gleby [°C] |       |            |       |            |       |            |      |
|-------------------------------------------|------------------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|------|
|                                           | 13.05.2024             |       | 04.06.2024 |       | 09.07.2024 |       | 21.10.2024 |      |
|                                           | 5 cm                   | 10 cm | 5 cm       | 10 cm | 5 cm       | 10 cm | 5 cm       | 10 m |
| A-bez odchwaszczania                      | 20,8                   | 18,6  | 20,1       | 19,4  | 22,8       | 19,8  | 15,7       | 14,9 |
| B-odchwaszczanie ręczne                   | 20,6                   | 18,9  | 19,8       | 18,6  | 22,2       | 19,7  | 15,2       | 14,7 |
| C-sprzęt tradycyjny                       | 20,7                   | 18,6  | 19,1       | 18,3  | 22,3       | 19,6  | 15,3       | 14,9 |
| D-sprzęt nowoczesny                       | 20,8                   | 18,9  | 19,7       | 19,1  | 22,2       | 19,9  | 15,2       | 14,8 |

W trakcie wegetacji buraka cukrowego wykonano pomiary zwięzłości gleby mechanicznym penetrometrem na głębokości gleby 10 cm, 20 cm, 30 cm i 40 cm. Pomiary przeprowadzono 13.05.2024, przed 1. zabiegiem odchwaszczania pielnikami oraz 09.07.2024, po 2. odchwaszczaniu pielnikami. Przy zbiorze buraka pomiarów nie udało się wykonać, gdyż gleba była zbyt zagęszczona. W terminie majowym, przed zabiegami odchwaszczania, nie stwierdzono większych różnic w zwięzłości gleby w zależności od badanego wariantu. Z kolei w terminie drugim, po drugim odchwaszczaniu, większe zagęszczenie gleby, zwłaszcza na głębokości 10 cm wystąpiło na wariantach po stosowaniu pielników, w porównaniu do wariantów z ręcznym odchwaszczaniem, bądź też bez odchwaszczania.

**Tab. 8** Zwięzłość gleby mierzona na głębokości 10, 20, 30 i 40 cm (w N/cm<sup>2</sup>)\*, w zależności od wariantu odchwaszczania i terminu pomiaru; Kołodziejewo 2024

| Wariant odchwaszczania  | 13.05.2024         |       |       |       | 09.07.2024         |       |       |       |
|-------------------------|--------------------|-------|-------|-------|--------------------|-------|-------|-------|
|                         | Warstwy gleby (cm) |       |       |       | Warstwy gleby (cm) |       |       |       |
|                         | 10                 | 20    | 30    | 40    | 10                 | 20    | 30    | 40    |
| A-bez odchwaszczania    | 228,3              | 290   | 345   | 355   | 362,5              | 437,5 | 558,8 | 587,5 |
| B-odchwaszczanie ręczne | 257,5              | 307,5 | 357,5 | 370   | 380                | 443,8 | 500   | 541,3 |
| C-sprzęt tradycyjny     | 241,3              | 268,8 | 320   | 356,3 | 435                | 477,5 | 545   | 585   |
| D-sprzęt nowoczesny     | 246,3              | 287,5 | 305   | 330   | 430                | 457,5 | 550   | 577,5 |

\*N/cm<sup>2</sup> = Niuton/cm<sup>2</sup>

#### 4. STWIERDZENIA I WNIOSKI

1.) Pomiary stanu zachwaszczenia wykonane przed zbiorem buraka cukrowego wykazały utrzymujące się od czerwca bardzo skuteczne oddziaływanie odchwaszczające nowoczesnego sprzętu. Po zastosowaniu pielnika optycznego z broną obrotową, zarejestrowano na początku października najmniejszą liczbę i masę chwastów: 19 szt./m<sup>2</sup> i 22 g/m<sup>2</sup>, co potwierdziło najlepszą efektywność tego wariantu odchwaszczania.

2.) W porównaniu do zastosowania pielnika tradycyjnego z broną wleczoną, pielenie ręczne jest nieopłacalne (7,3 razy droższe), a przy tym nierealne do przeprowadzenia na większych plantacjach, natomiast użycie pielnika optycznego z broną obrotową jest droższe o 19% od zastosowania maszyn tradycyjnych, ale przyczynia się do wyraźnie lepszego odchwaszczenia plantacji.

3.) Na wariantcie bez odchwaszczania uzyskano bardzo niskie plony, stanowiące 30-35% wielkości plonów uzyskanych w pozostałych wariantach doświadczenia. Pomiedzy wariantami z różnymi sposobami odchwaszczania udowodniono istotne różnice w parametrach plonowania. Największe plony korzeni i cukru technologicznego zebrano z wariantu z nowoczesnymi maszynami odchwaszczającymi. Mniejsze plony zarejestrowano po ręcznym odchwaszczaniu oraz użyciu tradycyjnego pielnika.

4.) Wyraźnie mniejsza wilgotność gleby utrzymuje się w okresie letnim (czerwiec - lipiec) na wariantcie bez odchwaszczania, w porównaniu do wariantów z odchwaszczaniem. Wynika to z obecności licznych chwastów na wariantcie kontrolnym, bez odchwaszczania, które przez cały okres wegetacji pobierały wodę z gleby. W okresie czerwca i lipca zaobserwowano tendencję wyższej wilgotności gleby na wariantcie z nowoczesnym sprzętem, który wpływał na dokładniejsze usuwanie chwastów.

5.) W okresie wegetacji buraka cukrowego, w czerwcu i październiku, stwierdzono tendencję wyższych temperatur gleby na głębokościach 5 i 10 cm na części pola bez odchwaszczania, co wynika z mniejszej wilgotności gleby na tej części pola.

6.) Przejazdy pielnikami po polu powodują w pierwszej połowie okresu wegetacji większą zwięźłość gleby w międzyrzędziach (po których przemieszczały się koła maszyn rolniczych), w porównaniu do wariantów bez stosowania maszyn odchwaszczających, ale przy zbiorze buraka różnice te nie występują, a gleba jest wówczas niezależnie od wariantu silnie zagęszczona.

#### 5. ZALECENIA DLA ROLNICTWA EKOLOGICZNEGO

W następstwie większej precyzji pracy, przejawiającej się w możliwości mechanicznego usuwania chwastów do odległości 2,5 cm z obu stron rzędu z roślinami buraka, pielnik ze sterowaniem optycznym można uznać za najbardziej skuteczną maszyną do odchwaszczania buraka cukrowego i innych roślin uprawianych w szerokich międzyrzędziach. Tradycyjne pielniki pozwalają na usuwanie chwastów do odległości ok. 7,5

cm z obu stron rzędu z burakami, są zatem znacznie mniej skuteczne w odchwaszczaniu i wymagają ręcznej korekty w rzędach.

Pielniki ze sterowaniem optycznym powinny być zatem zalecane do stosowania w ekologicznej uprawie buraka cukrowego i innych roślin uprawianych w szerokich międzyrzędziach, co pozostaje w ścisłym związku z nasilającym się w ostatnich latach stanem zachwaszczenia, zwłaszcza plantacji buraka z tradycyjną uprawą, co niewątpliwie jest efektem mniejszej ilości dostępnych środków ochrony roślin i zredukowanej liczby substancji aktywnych w nich zawartych.

Zakup nowoczesnego, precyzyjnego pielnika ze sterowaniem optycznym może być dużym wyzwaniem finansowym dla plantatorów, niemniej zabiegi tym pielnikiem wykonane usługowo, stanowią bardzo dobre rozwiązanie problemu z zachwaszczeniem plantacji, co powinno zachęcić plantatorów buraka cukrowego do uprawy ekologicznej.

Bazując na jednorocznych doświadczeniach polowych na czarnej ziemi oraz glebie płowej typowej, które dostarczyły wiele pozytywnych, obiecujących dla praktyki wyników, zredagowano poniżej wstępne zalecenia dla plantatorów, zachęcające ich do wypróbowania nowoczesnego sprzętu do odchwaszczania buraka cukrowego, na wymienionych gatunkach gleb i w warunkach zachwaszczenia i pogody zbliżonych do tych z rejonu Kujaw.

W przedstawionych warunkach glebowych (gleba płowa typowa, czarna ziemia) i pogodowych zaleca się przeprowadzenie zwalczania chwastów w uprawie ekologicznej buraka cukrowego z zastosowaniem następujących zabiegów:

1. Użycie brony obrotowej – chwastownika, od momentu pojawienia się chwastów na polu obsianym burakiem cukrowym, gdy jeszcze nie ma widocznych wschodów buraka (stosujemy wtedy, gdy jest silne, wczesne zachwaszczenie; możliwe jest niekiedy niewielkie osłabienie wschodów buraka), aż do momentu 1-2 pary liści właściwych buraka (najkorzystniejszy moment - 1 para liści właściwych); działanie takie sprzyja także usunięciu zaskorupienia gleby i jej napowietrzeniu.
2. Użycie pielnika ze sterowaniem optycznym, od 2 pary liści właściwych buraka.
3. Użycie pielnika ze sterowaniem optycznym, po raz drugi (lub trzeci, przy nasilonym pojawianiu się chwastów) od 3 pary liści właściwych buraka, najpóźniej do zakrycia międzyrzędzi.

Wykonawcy doświadczenia planują kontynuację badań z precyzyjnym, nowoczesnym sprzętem odchwaszczającym w uprawie ekologicznej na stanowisku z glebą płową typową, na której najczęściej jest realizowana produkcja buraka cukrowego i warzyw korzeniowych, uprawianych w szerokich rzędach. Uzyskanie kolejnych wyników potwierdzających bardzo korzystne, precyzyjne działanie nowoczesnych maszyn, umożliwi przygotowanie opracowania z, uwzględniającymi różne warunki uprawy, zaleceniami prowadzącymi do skuteczniejszego w praktyce rolniczej, zwalczania chwastów.

## 6. CYTOWANE PIŚMIENNICTWO

- CHITWOOD D.J. 2002. Phytochemical based strategies for nematode control. *Annu. Rev. Phytopathol.*; 40: 221–249.
- DAUB M., WESTPHAL A. 2011. Integriertes Nematodenmanagement in Fruchtfolgesystemen mit Zuckerrüben. *Sugar Industry*; 9:41–50.
- HEIJBROEK W., MUNNING R.G., SWINKELS L.P.J.C. 1998. The effects of trap crops, flower mixtures and bare fallow, grown as a rotational set aside on nematodes and fungal pathogens in soil. In: 61st IIRB Congress, 11-12 February 1998, Brussels, Belgium. Abstract book: 71–85.
- KUNZ, C., WEBER, J. F., & GERHARDS, R. 2015. Benefits of precision farming technologies for mechanical weed control in soybean and sugar beet—comparison of precision hoeing with conventional mechanical weed control. *Agronomy*, 5(2), 130-142.
- KUNZ, C., WEBER, J. F., & GERHARDS, R. 2016. Comparison of different mechanical weed control strategies in sugar beets. *Julius-Kühn-Archiv*, (452), 446.
- KUNZ, C., WEBER, J. F., PETEINATOS, G. G., SÖKEFELD, M., & GERHARDS, R. 2018. Camera steered mechanical weed control in sugar beet, maize and soybean. *Precision Agriculture*, 19(4), 708-720.
- MACHLEB, J., PETEINATOS, G. G., SÖKEFELD, M., & GERHARDS, R. 2021. Sensor-based intrarow mechanical weed control in sugar beets with motorized finger weeders. *Agronomy*, 11(8), 1517.
- MELANDER, B. 2000. Mechanical weed control in transplanted sugar beet. In *Proceedings of the 4th EWRS Workshop on Physical Weed Control* Elspeet, the Netherlands (pp. 25-25).
- NOWAKOWSKI M. 2002. Proekologiczna technologia uprawy buraka cukrowego. W: *Wdrażanie nowych proekologicznych technologii w zakresie produkcji roślin uprawnych*. Mat. 84/02 IUNG Puławy; 41–84.
- NOWAKOWSKI M. 2013. Przydatność gorczycy białej i rzodkwi oleistej jako mulczu, nawozu i czynnika ochrony fitosanitarnej w uprawie buraka cukrowego. *Monografie i Rozprawy Naukowe IHAR-PIB* Nr 43, ISBN 83-891172-67-4: 150 ss.
- PASTUSZEWSKA T., FRANKE K., NOWAKOWSKI M. 2013. Badanie wpływu uprawy gorczycy białej na zagęszczenie populacji mątwika ziemniaczanego (*Globodera rostochiensis*) w glebie. *Biul. IHAR*; 269: 141–148.
- ROLAND, G., KOSTYANTYN, B., & HANS-JOACHIM, S. 2017. Sugar beet yield loss predicted by relative weed cover, weed biomass and weed density. *Plant Protection Science*, 53(2), 118-125.
- SOLTANI, N., DILLE, J. A., ROBINSON, D. E., SPRAGUE, C. L., MORISHITA, D. W., LAWRENCE, N. C., & SIKKEMA, P. H. 2018. Potential yield loss in sugar beet due to weed interference in the United States and Canada. *Weed Technology*, 32(6), 749-753.
- TILLET, N. D., HAGUE, T., & MILES, S. J. 2002. Inter-row vision guidance for mechanical weed control in sugar beet. *Computers and electronics in agriculture*, 33(3), 163-177.
- TYBURSKI J., SZYMCAK-NOWAK J., ŁADA M., NOWAKOWSKI M. 2004. *Ekologiczna uprawa buraka cukrowego*. Red. J. Tyburski. Wyd. Krajowe Centrum Rolnictwa Ekologicznego Radom. ISBN 83-89060-69-8: 63 ss.
- TYBURSKI J., SADOWSKI T. (red.) 2013. *Ograniczanie zachwaszczenia w rolnictwie ekologicznym*. Podręcznik akademicki, UWM w Olsztynie.
- TYBURSKI i in., 2016-2018. *Sprawozdania. Projekty ekologiczne*.
- VIG A.P., RAMPAL G., THIND T.S., ARORA S. 2009. Bio-protective effects of glucosinolates—A review. *LWT-Food Sci Technol*; 42:1561–1572.

## 7. POZOSTAŁE MATERIAŁY -ZDJĘCIA

Fot. 1. Efekt zabiegu przedwschodowego broną obrotową/chwastownikiem; Kołodziejewo k. Janikowa 2024



Fot. 2. Pielnik precyzyjny ze sterowaniem optycznym na polu w Kołodziejewie k. Janikowa 2024







Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowy Instytut Badawczy

#### STRESZCZENIE

z przeprowadzonych w 2024 r. badań podstawowych na rzecz rolnictwa ekologicznego  
w zakresie upraw polowych metodami ekologicznymi, pt.:

**Uprawy polowe metodami ekologicznymi: badania w zakresie możliwości zastosowania dopuszczonych w rolnictwie ekologicznym środków do celów zaprawiania nasion roślin rolniczych oraz jako nawozów o działaniu dolistnym. Dolistne stosowanie wyciągów roślinnych jako sposób ograniczający rozwój zarazy ziemniaka, stonki ziemniaczanej i poprawiający odżywienie roślin ziemniaka.**

Kierownik tematu: dr Piotr Barbaś

Wykonawcy:

dr hab. Krystyna Zarzyńska

dr Cezary Trawczyński

dr Milena Pietraszko

pracownicy inżynierjno-techniczni

robotnik

Wykonanie projektu oparte było na funkcjonującym od 17 lat ekologicznym polu doświadczalnym w IHAR-PIB Oddział w Jadwisinie. Zmianowanie 5-polowe obejmowało następujące gatunki roślin rolniczych: ziemniak, owies, mieszanka grochu pastewnego z pszenżytem jarym, mieszanka łubinu żółtego z owsem oraz żyto ozime jako rośliny zbioru głównego, a także na trzech polach wykonano wysiew gorczycy białej jako międzyplonu przeznaczanego na przyoranie. Ziemniaki uprawiane były po życie, po którym jesienią przed wykonaniem orki przedzimowej zastosowano obornik bydlęcy w dawce  $25 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ .

Szczegółowy schemat badań obejmował następujące obiekty:

I. Obiekt kontrolny – ochrona przed zarzą środkiem Miedzian 50 WP i ochrona przeciwko stoncy środkiem SpinTor 240 SC

II. Obiekt - ochrona przeciwko stoncy z wykorzystaniem wywaru z wrotyczu pospolitego (ochrona przed zarzą środkiem Miedzian 50 WP)

III. Obiekt – ochrona przed zarzą z wykorzystaniem wyciągu ze skrzypu polnego (ochrona przeciwko stoncy środkiem SpinTor 240 SC)

IV. Obiekt – poprawa stopnia odżywienia roślin z wykorzystaniem wyciągu z alg morskich (ochrona przed zarzą środkiem Miedzian 50 WP, ochrona przeciwko stoncy środkiem SpinTor 240 SC)

V. Obiekt – ochrona przed zarzą wyciągiem ze skrzypu polnego + ochrona przeciwko stoncy wywarem z wrotyczu pospolitego + dolistne dokarmianie wyciągiem z alg morskich.

W okresie wegetacji wykonano dwukrotnie oprysk preparatami Miedzian 50WP, SpinTor 240 SC oraz wyciągiem ze skrzypu polnego, zaś trzykrotnie wyciągiem z alg morskich i wywarem z wrotyczu pospolitego.

Badania przeprowadzono na dwóch odmianach ziemniaka: bardzo wczesnej Denar oraz średnio wczesnej Tajfun, różniących się odpornością na zarzę.

W ramach realizacji projektu zostały przeprowadzone 4 zadania.

### **Zadanie 1. Ocena wpływu dolistnego stosowania wyciągów roślinnych na cechy morfologiczne i wskaźniki fizjologiczne roślin ziemniaka.**

Celem zadania była ocena wpływu stosowania wyciągów roślinnych oraz wywaru na rozwój roślin ziemniaka. W zadaniu tym wykonana została ocena morfologiczno-fizjologicznych parametrów rozwoju roślin ziemniaka tj. określenie faz fenologicznych rozwoju roślin w skali BBCH, pomiary cech morfologicznych i wskaźników fizjologicznych roślin, takich jak: wysokość roślin, wielkość masy nadziemnej, powierzchnia asymilacyjna liści, wskaźnik pokrycia gleby przez liście (LAI) oraz wskaźnika zieloności liści SPAD.

## Wyniki

W przeprowadzonym eksperymencie parametry morfologiczno-fizjologiczne modyfikowane były przez wyciągi z roślin i wywar z wrotyczu pospolitego oraz uprawiane odmiany ziemniaka. W przypadku odmiany Denar zanotowano zwiększenie masy nadziemnej roślin (masa łodyg i liści) po zastosowaniu wyciągów z roślin i wywaru z wrotyczu pospolitego w porównaniu do obiektu kontrolnego (tab. 1). Zwiększyła się również powierzchnia asymilacyjna, wartości wskaźnika LAI oraz wskaźnika zieloności liści SPAD. Największy przyrost masy łodyg i liści w porównaniu do obiektu kontrolnego w przypadku odmiany Tajfun zaobserwowano po dolistnym odżywianiu roślin wyciągiem z alg morskich oraz zastosowaniem ochrony (wyciąg ze skrzypu polnego, alg morskich oraz wywaru z wrotyczu pospolitego) co przedstawia tabela 1. Zanotowano również zwiększenie powierzchni asymilacyjnej i wielkość wskaźnika LAI oraz wskaźnika zieloności liści SPAD. Mniejszą masę nadziemną roślin u odmiany Tajfun stwierdzono w przypadku zastosowania wyciągu ze skrzypu polnego oraz wywaru z wrotyczu pospolitego w porównaniu do obiektu kontrolnego. Wartości tej cechy na tych dwóch obiektach kształtowały się na zbliżonym poziomie. Zanotowano również zmniejszenie wartości powierzchni asymilacyjnej na tych obiektach oraz wskaźnika zieloności liści SPAD w porównaniu do ochrony prowadzonej na obiekcie kontrolnym (tab.1).

Tab. 1. Średnie wartości parametrów morfologiczno-fizjologicznych w przeliczeniu na roślinę.

| Cechy i wskaźniki         | Kombinacja       |              |                   |              |                                                |
|---------------------------|------------------|--------------|-------------------|--------------|------------------------------------------------|
|                           | Obiekt kontrolny | Skrzyp polny | Wrotycz pospolity | Algi morskie | Skrzyp polny+ wrotycz pospolity + algi morskie |
| Denar                     |                  |              |                   |              |                                                |
| Wysokość roślin (cm)      | 52,0             | 45,7         | 51,0              | 56,7         | 57,3                                           |
| Liczba łodyg (g)          | 5,7              | 6,0          | 4,7               | 5,3          | 3,3                                            |
| Masa łodyg (g)            | 87,3             | 97,3         | 98,7              | 124,0        | 121,3                                          |
| Masa liści (g)            | 114,7            | 120,7        | 150,0             | 173,3        | 143,3                                          |
| Powierzchnia asymilacyjna | 2201,1           | 2109,1       | 3031,6            | 3613,6       | 2762,6                                         |
| SPAD                      | 36,2             | 41,8         | 41,7              | 37,1         | 38,7                                           |
| LAI                       | 0,9              | 0,8          | 1,2               | 1,4          | 1,1                                            |
| Tajfun                    |                  |              |                   |              |                                                |
| Wysokość roślin (cm)      | 49,0             | 47,7         | 44,7              | 53,0         | 47,3                                           |
| Liczba łodyg (g)          | 6,0              | 4,0          | 4,0               | 5,0          | 5,3                                            |
| Masa łodyg (g)            | 116,0            | 90,7         | 75,3              | 135,3        | 122,0                                          |
| Masa liści (g)            | 176,0            | 141,3        | 150,0             | 254,7        | 250,0                                          |
| Powierzchnia asymilacyjna | 2472,1           | 2382,4       | 2509,2            | 4501,8       | 4260,8                                         |
| SPAD                      | 47,4             | 45,7         | 44,7              | 48,6         | 47,7                                           |
| LAI                       | 1,0              | 1,0          | 1,0               | 1,8          | 1,7                                            |

## Wnioski

W przeprowadzonym doświadczeniu uprawiane odmiany modyfikowały parametry morfologiczno-fizjologiczne roślin ziemniaka. Najbardziej korzystny wpływ na te cechy w porównaniu do obiektu kontrolnego uzyskano na obiektach, na których zastosowano wyciąg z alg morskich oraz połączono naturalne wyciągi z roślin oraz wywar z wrotyczu pospolitego.

**Zadanie 2. Ocena wpływu dolistnego stosowania wyciągu roślinnego na rozwój zarazy ziemniaka.**

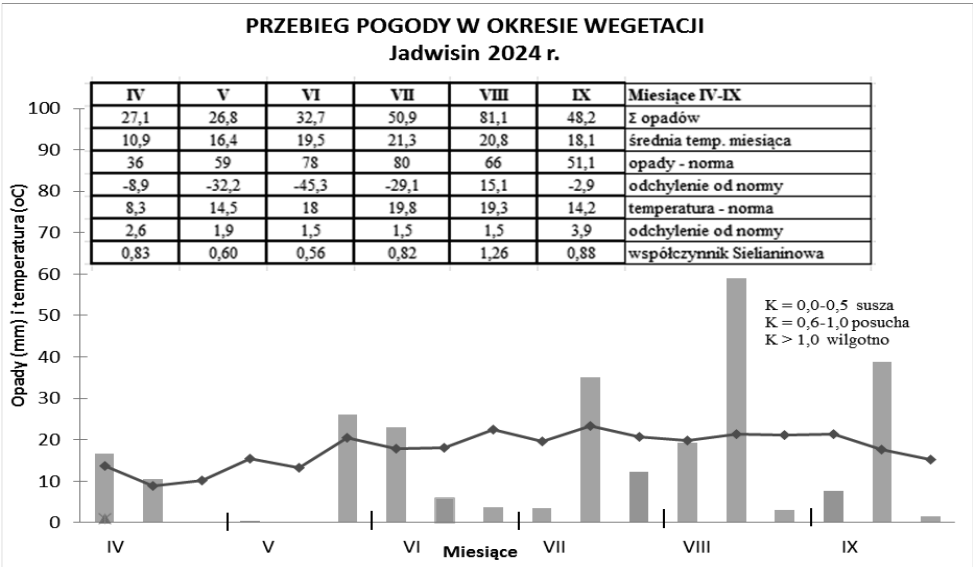
W doświadczeniu zastosowano 2 odmiany ziemniaka o różnej odporności na *Phytophthora infestans* sprawcę zarazy ziemniaka (tab.2.1). Doświadczenie obejmowało trzy kombinacje na których zastosowano: wyciąg ze skrzypu polnego, wyciąg ze skrzypu polnego, alg morskich i wywar z wrotyczu pospolitego oraz ochronę zalecanym preparatem przeciwko zarazie ziemniaka (kontrola). Obserwacje pod kątem porażenia roślin alternariozą i zarazą ziemniaka wykonano 13 i 21 czerwca oraz 3 lipca. W każdym terminie notowano wystąpienie objawów choroby w skali 9-stopniowej; gdzie 9- oznaczało brak objawów, 1- całkowite zniszczenie liści i łodyg.

Tabela 2.1. Charakterystyka odmian.

| Odmiana | Grupa wczesności | Odporność roślin na <i>Phytophthora infestans</i> |
|---------|------------------|---------------------------------------------------|
| Denar   | Bardzo wczesna   | 3                                                 |
| Tajfun  | Średnio wczesna  | 5                                                 |

**Wyniki badań**

Warunki meteorologiczne okresu wegetacji roślin wskazywały, że był to rok suchy i bardzo ciepły. Odnotowano bardzo wysokie średnie temperatury powietrza oraz znaczny deficyt opadów w okresie od początku maja do końca lipca (rys. 1). Warunki do rozwoju chorób grzybowych tj. zaraza ziemniaka i alternarioza były niekorzystne.



Rys. 1. Warunki termiczno-wilgotnościowe okresu wegetacji. Jadwisin 2024.

Porażenie roślin przez zarazę ziemniaka i alternariozę było niewielkie i kształtowało się na poziomie 7,5-9 stopni w przypadku zarazy ziemniaka i 7-9 stopni w przypadku alternariozy (tab.2.2). W warunkach małej presji infekcyjnej, efektem

zastosowania profilaktycznej ochrony przeciwko alternariozie i zarazie ziemniaka z wykorzystaniem wyciągu roślinnego ze skrzypu polnego, było zbliżone nasilenie porażenia tymi chorobami do porażenia odnotowanego na obiekcie kontrolnym, na którym zastosowano środek miedziowy.

Tabela 2.2. Wpływ zastosowanego wyciągu ze skrzypu polnego na porażenie roślin alternariozą i zarazą ziemniaka wykonane 3 lipca 2024.

| Kombinacja                                           | Odmiana | Alternarioza* | Średnia | Zaraza ziemniaka* | Średnia |
|------------------------------------------------------|---------|---------------|---------|-------------------|---------|
| Obiekt kontrolny                                     | Denar   | 7             | 7,5     | 8                 | 7,8     |
|                                                      | Tajfun  | 8             |         | 7,5               |         |
| Skrzyp polny                                         | Denar   | 7,5           | 7,7     | 8                 | 8       |
|                                                      | Tajfun  | 8             |         | 8                 |         |
| Skrzyp polny+<br>wrotycz pospolity +<br>algi morskie | Denar   | 8             | 8,5     | 9                 | 9       |
|                                                      | Tajfun  | 9             |         | 9                 |         |

\* skala 9-stopniowa; gdzie 9-oznacza brak objawów, 1- całkowite zniszczenie liści i łodyg

Wnioski

W warunkach pogodowych 2024 roku nie obserwowano na roślinach intensywnego rozwoju zarazy ziemniaka (*Phytophthora infestans*), zatem nie było możliwe sprawdzenie i jednoznaczne potwierdzenie hipotezy, że zastosowanie naturalnego wyciągu ze skrzypu polnego przyczynia się do opóźnienia wystąpienia choroby i jej wolniejszego rozwoju.

Niewielkie uszkodzenia blaszek liściowych roślin ziemniaka zanotowano również w przypadku alternariozy. Nasilenie objawów choroby na obiektach kształtowało się na zbliżonym poziomie, więc trudno było udowodnić jednoznacznie, która metoda ochrony była bardziej skuteczna.

Zadanie 3. Ocena wpływu dolistnego stosowania wywaru roślinnego na występowanie stonki ziemniaczanej

W zadaniu przeprowadzono ocenę zasiedlenia roślin ziemniaka przez stonkę ziemniaczaną. Obserwacje przeprowadzono na obiektach gdzie zastosowano wywar z wrotyczu pospolitego oraz na obiekcie, na którym do ochrony użyto zalecany w ekologicznym systemie uprawy preparat SpinTor 240 SC. Ocena liczby osobników stonki ziemniaczanej żerujących na liściach 10 roślin została przeprowadzona w okresie wegetacji w trzech terminach (17.06.2024; 27.06.2024; 08.07.2024).

Wyniki

Liczbę osobników stonki ziemniaczanej żerujących na liściach (średnia z 10 pomiarów) przedstawia tabela 3.

Tabela 3. Wpływ zastosowanego wywaru z wrotyczu pospolitego na zasiedlenie roślin ziemniaka przez stonkę ziemniaczaną.

| Kombinacja        | Termin obserwacji<br>17.06.2024 | Termin obserwacji<br>27.06.2024 | Termin obserwacji<br>08.07.2024 |
|-------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Denar             |                                 |                                 |                                 |
| Obiekt kontrolny  | 1,2                             | 3,1                             | 2,5                             |
| Wrotycz pospolity | 4,7                             | 7,2                             | 3,7                             |

|                                                   |     |     |     |
|---------------------------------------------------|-----|-----|-----|
| Skrzyp polny+ wrotycz<br>pospolity + algi morskie | 3,9 | 6,5 | 3,8 |
| Tajfun                                            |     |     |     |
| Obiekt kontrolny                                  | 0,8 | 2,3 | 2,9 |
| Wrotycz pospolity                                 | 3,6 | 6,1 | 3,9 |
| Skrzyp polny+ wrotycz<br>pospolity + algi morskie | 3,8 | 6,2 | 4,2 |

Analiza zasiedlenia roślin ziemniaka przez stonkę ziemniaczaną na odmianach ziemniaka Denar i Tajfun wykazała niższą skuteczność działania naturalnego wywaru z wrotyczu pospolitego w porównaniu do insektycydu SpinTor 240 SC zalecanego do ochrony w ekologicznej uprawie ziemniaka. Obserwacje wykonane w trzech terminach potwierdziły wyższą liczebność żerujących osobników stonki ziemniaczanej na obiektach gdzie do ochrony użyto wywar z wrotyczu pospolitego.

#### Wnioski

Przeprowadzona ocena zasiedlenia roślin ziemniaka przez stonkę ziemniaczaną wykazała niższą skuteczność działania wywaru z wrotyczu pospolitego w porównaniu z preparatem SpinTor 240 SC.

#### **Zadanie 4. Ocena wpływu dolistnego stosowania wyciągów roślinnych na wielkość plonu i jakość bulw ziemniaka.**

Celem zadania była ocena wpływu stosowania wyciągów roślinnych i wywaru na wielkość plonu bulw, jego strukturę, czyli udział w plonie bulw różnej wielkości oraz na jakość plonu tj. udział bulw z wadami.

#### Metodyka badań

W zadaniu dokonano porównania zastosowania działania wyciągów roślinnych i wywaru z wrotyczu pospolitego na plon i jakość bulw ziemniaka oceniając po zbiorze: plon ogólny z poszczególnych kombinacji; strukturę plonu, tj. udział bulw poszczególnych frakcji ze szczególnym uwzględnieniem frakcji handlowej; występowanie wad zewnętrznych bulw takich jak: parch zwykły, ospowatość, deformacje, spękania, uszkodzenia przez szkodniki, zazielenienia; wad wewnętrznych bulw takich jak: rdzawa plamistość miąższu i pustowatość. Wady zewnętrzne i wewnętrzne bulw ocenione zostały z pobranej próby z każdej kombinacji doświadczenia. W celu oznaczenia wad wewnętrznych tj. rdzawej plamistości miąższu i pustowatości z próby pobierano 20 bulw, które krojono. Ocenę struktury plonu przeprowadzono po zbiorze uwzględniając wielkość bulw w przedziale: <35mm; 35-50mm; 51-60mm; >60mm.

#### Wyniki

Plon ziemniaka w przeprowadzonym eksperymencie był uzależniony od uprawianych odmian i kształtował się w przypadku odmiany Denar na poziomie 14,0-17,9 t·ha<sup>-1</sup>, zaś odmiany Tajfun 7,4-14,5 t·ha<sup>-1</sup>. Najwyższe plonowanie badanych odmian w porównaniu do obiektu kontrolnego (Miedzian 50 WP+ SpinTor 240 SC) zanotowano na obiekcie gdzie, dodatkowo 3-krotnie w sezonie zastosowano dokarmianie dolistne roślin wyciągiem z alg morskich. Stymulujący dodatni wpływ na plon bulw działania alg morskich w przypadku odmiany Denar uzyskano również na obiekcie, na którym do ochrony użyto wyciągu ze skrzypu polnego oraz wywar

z wrotyczu pospolitego. Plonowanie na obiektach, na których zastosowano ochronę z wykorzystaniem skrzypu polnego kształtowało się na zbliżonym poziomie i w przypadku odmiany Denar wynosiło 15,0 t·ha<sup>-1</sup>, zaś odmiany Tajfun 14,5 t·ha<sup>-1</sup>.

W przeprowadzonym doświadczeniu procentowy udział bulw w plonie różnił się między kombinacjami doświadczenia i uprawianymi odmianami (tab. 4.1). Dla obu odmian najwyższy udział w plonie stanowiły bulwy o średnicy 35-50mm. W przypadku odmiany Denar na obiektach po aplikacji wyciągów z roślin i wywaru z wrotyczu pospolitego zanotowano wzrost bulw o tym kalibrażu w porównaniu do obiektu kontrolnego. W odmianie Tajfun bulwy o średnicy 35-50mm na analizowanych obiektach kształtowały się na zbliżonym poziomie, a niewielki wzrost bulw tej frakcji zaobserwowano po aplikacji wyciągu ze skrzypu polnego. Zwiększenie procentowego udziału bulw w plonie o średnicy 51-60mm w odmianie Denar w porównaniu do obiektu kontrolnego (19,8%) zostało zanotowane po aplikacji wyciągu z alg (27,5%) i obiektu, na którym do ochrony wykorzystano wyciągi roślinne oraz wywar z wrotyczu pospolitego (24,2%). W przypadku odmiany Tajfun sytuacja była odwrotna.

Tab. 4.1. Plonowanie i struktura plonu bulw ziemniaka badanych odmian.

| Kombinacja                                     | Plon<br>(t·ha <sup>-1</sup> ) | Procentowy udział bulw o średnicy |         |         |       |
|------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|---------|---------|-------|
|                                                |                               | <35mm                             | 35-50mm | 51-60mm | >60mm |
| Denar                                          |                               |                                   |         |         |       |
| Obiekt kontrolny                               | 14,0                          | 22,7                              | 55,4    | 19,8    | 2,1   |
| Skrzyp polny                                   | 14,7                          | 7,7                               | 83,7    | 8,5     | 0,0   |
| Wrotycz pospolity                              | 16,6                          | 11,7                              | 82,3    | 6,0     | 0,0   |
| Algi morskie                                   | 17,9                          | 8,1                               | 62,1    | 27,5    | 2,3   |
| Skrzyp polny+ wrotycz pospolity + algi morskie | 14,9                          | 6,9                               | 67,5    | 24,2    | 1,4   |
| Tajfun                                         |                               |                                   |         |         |       |
| Obiekt kontrolny                               | 11,0                          | 21,7                              | 65,0    | 10,8    | 2,5   |
| Skrzyp polny                                   | 14,5                          | 13,8                              | 66,2    | 20,0    | 0,0   |
| Wrotycz pospolity                              | 10,8                          | 31,7                              | 65,0    | 3,3     | 0,0   |
| Algi morskie                                   | 14,0                          | 25,1                              | 65,0    | 9,9     | 0,0   |
| Skrzyp polny+ wrotycz pospolity + algi morskie | 7,4                           | 49,8                              | 48,7    | 1,5     | 0,0   |

W przeprowadzonym doświadczeniu udział bulw z wadami uzależniony był od uprawianej odmiany oraz zastosowanej ochrony co ilustruje tab. 4.2. O procentowym udziale bulw z wadami zewnętrznymi decydowało w najwyższym stopniu porażenie parchem zwykłym. W przypadku odmiany Denar procentowy udział bulw z parchem zwykłym w zależności od zastosowanej ochrony kształtował się na poziomie 26,4-55,4%. Najniższe porażenie parchem zwykłym w porównaniu do obiektu kontrolnego (40,4%) zanotowano na obiekcie z dolistnym odżywianiem roślin wyciągiem z alg morskich (26,4%) oraz zastosowaniem wywaru z wrotyczu pospolitego (30,1%). W średnio wczesnej odmianie Tajfun procentowy udział bulw z parchem zwykłym był niższy i kształtował się na poziomie 14,0-22,0%. Zastosowanie

wyciągów roślinnych i wywaru z wrotyczu pospolitego zmniejszyło porażenie tą chorobą w porównaniu do obiektu kontrolnego, gdzie zastosowano ochronę z wykorzystaniem preparatów Miedzian 50 WP oraz SpinTor 240 SC. O procentowym udziale bulw z wadami wewnętrznymi w przeprowadzonym eksperymencie decydowały uszkodzenia przez szkodniki glebowe (tab. 4.2). W przypadku odmiany Denar udział bulw uszkodzonych przez szkodniki glebowe w zależności od zastosowanej ochrony kształtował się na poziomie 54,1-82,1%, zaś odmiany Tajfun 61,9-81,5%. Zastosowanie ochrony na obiekcie kontrolnym preparatami Miedzian 50 WP oraz SpinTor 240 SC ograniczyło uszkodzenia bulw przez szkodniki glebowe, a najwyższy procentowy udział bulw uszkodzonych przez szkodniki glebowe zanotowano na obiektach z aplikacją wywaru z wrotyczu pospolitego i wyciągu z alg morskich (tab. 4.2). Nie zaobserwowano w bulwach badanych odmian objawów rdzawej plamistości miąższu i pustowatości w żadnej z analizowanych kombinacji.

Tab. 4.2. Udział bulw z wadami w zależności od uprawianej odmiany i zastosowanej ochrony.

| Cechy bulw                          | Kombinacja       |              |                   |              |                                                |
|-------------------------------------|------------------|--------------|-------------------|--------------|------------------------------------------------|
|                                     | Obiekt kontrolny | Skrzyp polny | Wrotycz pospolity | Algi morskie | Skrzyp polny+ wrotycz pospolity + algi morskie |
| Denar                               |                  |              |                   |              |                                                |
| Parch zwykły (%)                    | 40,4             | 41,0         | 30,1              | 26,4         | 55,4                                           |
| Ospowatość (%)                      | 0,0              | 0,0          | 0,0               | 0,0          | 0,0                                            |
| Deformacje (%)                      | 12,5             | 4,7          | 1,9               | 6,1          | 13,2                                           |
| Spękania (%)                        | 19,3             | 2,8          | 9,8               | 17,6         | 17,6                                           |
| Zazielenienia (%)                   | 4,0              | 27,4         | 4,0               | 0,2          | 4,1                                            |
| Szkodniki glebowe (%)               | 64,1             | 65,0         | 82,1              | 76,0         | 64,9                                           |
| Rdzawa plamistość miąższu (20 bulw) | 0,0              | 0,0          | 0,0               | 0,0          | 0,0                                            |
| Pustowatość (20 bulw)               | 0,0              | 0,0          | 0,0               | 0,0          | 0,0                                            |
| Tajfun                              |                  |              |                   |              |                                                |
| Parch zwykły (%)                    | 22,0             | 15,6         | 17,6              | 14,0         | 16,3                                           |
| Ospowatość (%)                      | 0,0              | 0,0          | 0,0               | 0,0          | 0,0                                            |
| Deformacje (%)                      | 10,1             | 18,6         | 4,3               | 11,1         | 14,8                                           |
| Spękania (%)                        | 0,9              | 5,4          | 4,4               | 2,2          | 7,0                                            |
| Zazielenienia (%)                   | 25,3             | 25,7         | 9,7               | 6,9          | 6,3                                            |
| Szkodniki glebowe (%)               | 63,5             | 61,9         | 81,5              | 79,6         | 71,8                                           |
| Rdzawa plamistość miąższu (20 bulw) | 0,0              | 0,0          | 0,0               | 0,0          | 0,0                                            |
| Pustowatość (20 bulw)               | 0,0              | 0,0          | 0,0               | 0,0          | 0,0                                            |

## Wnioski

Plon bulw uzależniony był od uprawianej odmiany oraz zastosowanej metody ochrony. Średnio dla odmian, najwyższy plon uzyskano na obiekcie, na którym połączono dolistne odżywianie roślin wyciągiem z alg morskich i ochronę preparatami Miedzian 50 WP oraz SpinTor 240 SC. Udział bulw z wadami uzależniony był w największym stopniu od uszkodzeń przez szkodniki glebowe i porażenie parchem zwykłym.

## Podsumowanie realizowanych zadań

W doświadczeniu wykonanym w ekologicznym systemie gospodarowania przeprowadzono analizę skuteczności działania naturalnych preparatów sporządzonych z suszu roślin jako sposobów ograniczających rozwój zarazy ziemniaka, stonki ziemniaczanej i poprawiających odżywienie roślin ziemniaka. Uzyskane wyniki potwierdziły zakładaną hipotezę o dodatnim wpływie wyciągu sporządzonego z suszu alg morskich na cechy morfologiczno-fizjologiczne oraz plonowanie ziemniaka, co było zgodne z licznymi doniesieniami literaturowymi dotyczącymi tego zagadnienia. Ograniczenie rozwoju stonki ziemniaczanej jest możliwe dzięki aplikacji sporządzonych preparatów biologicznych (wyciągów, wywarów, ekstraktów) z roślin, jednak nie są one tak skuteczne jak insektycydy zalecane w ekologicznej uprawie, co potwierdziły nasze badania. Hipoteza mówiąca o skuteczności działania wyciągu z skrzypu polnego na ograniczenie rozwoju zarazy ziemniaka na roślinach nie została ostatecznie potwierdzona w przeprowadzonych badaniach z powodu niskiej presji infekcyjnej wynikającej z niekorzystnych do rozwoju choroby warunków pogodowych. Potrzebne są zatem dalsze badania w tym zakresie w celu uzyskania bardziej miarodajnych wyników. W odniesieniu do wszystkich analizowanych naturalnych preparatów sporządzonych z suszu roślin, wskazane byłoby powtórne ich przebadanie, z ukierunkowaniem tych badań na działanie prewencyjne, zapobiegające pojawieniu się agrofaga.

W ramach realizacji projektu napisany został poradnik dla rolników:

### ***Zalecenia dotyczące dolistnego stosowania wyciągów roślinnych w zwalczaniu agrofagów i poprawy odżywienia roślin ziemniaka w ekologicznym systemie uprawy – poradnik dla rolnika***

Rolnictwo ekologiczne to system zarządzania produkcją, wykorzystujący głównie środki pochodzenia naturalnego, nieprzetworzone. Ma to na celu prowadzenie produkcji przy jednoczesnym zachowaniu prawidłowej aktywności biologicznej gleby, a stosowane metody nie powodują degradacji środowiska. Głównym założeniem metod rolnictwa ekologicznego jest brak stosowania agrochemikaliów, a wysoka jakość biologiczna plonów oraz żyzność gleby mają być zapewnione dzięki aktywizacji naturalnych zasobów. Nawozy stosowane w tym systemie gospodarowania to obornik, kompost, nawozy zielone i naturalne nawozy uzupełniające. Do ostatniej grupy można zaliczyć nawozy oparte na naturalnych minerałach (np. mielone skały, nawozy potasowe, skały fosforytowe, popiół drzewny), nawozy organiczne (np. skorupy jaj, kora drzewna, trociny), nawozy na bazie suszonych glonów morskich, muł i osady z naturalnych zbiorników wodnych, torf oraz preparaty zawierające mikroorganizmy glebowe (tzw. efektywne mikroorganizmy). Dopuszczalne jest stosowanie środków pochodzenia naturalnego, takich jak preparaty wirusowe i bakteryjne lub feromony. W celu poprawy jakości preparatów niedozwolone jest stosowanie dodatków syntetycznych, takich jak np. stabilizatory, barwniki, emulgatory, przeciwutleniacze i konserwanty. W niektórych przypadkach używanie gleby nawozami podstawowymi i/lub uzupełniającymi może być niewystarczające. W związku z tym na potrzeby rolnictwa ekologicznego produkowane są preparaty dodatkowe. Przykładem takich preparatów dostępnych komercyjnie są preparaty na bazie suszonych glonów z dodatkiem mikroelementów i szczepów bakterii lub też gnojówki roślinne powstałe na bazie roślin, takich jak np. pokrzywa lub mniszek lekarski. Najczęściej wymienianym w literaturze surowcem naturalnym stosowanym w rolnictwie ekologicznym oraz do produkcji preparatów biostymulujących są algi, zwane potocznie glonami.

Powszechnie stosowane do produkcji bionawozów i preparatów biostymulujących są ekstrakty oraz biomasa alg, z gatunku takich jak *Ascophyllum nodosum*, *Macrocystis pyrifera*, *Ecklonia maxima*, *Durvillea* spp., *Sargassum* spp. oraz *Laminaria* spp.

Ocenę skuteczności działania naturalnych wyciągów z wodorostów i chmielu przeciwko *Phytophthora infestans* w warunkach polowych przeprowadzili naukowcy z Czech. W badaniach tych skuteczność wyciągów roślinnych była porównywalna z konwencjonalnymi środkami grzybobójczymi, a ziemniaki traktowane naturalnymi wyciągami wykazały wyższy plon ogólny i handlowy bulw. Ekstrakty sporządzone z różnych gatunków chwastów w badaniach Phukana [2007] opóźniły pojawienie zarazy w porównaniu do obiektów kontrolnych, jak również, zmniejszyły procentowe porażenie tą chorobą. Ekstrakty sporządzone z suszu kilku gatunków roślin (bazylia, chili, eukaliptus, czosnek, trawa cytrynowa) testowali naukowcy z Egiptu pod względem ich działania przeciwko *Phytophthora infestans*, jak również *Alternaria solani*. Ekstrakty roślinne zmniejszyły wzrost grzybni i hamowały kiełkowanie zarodników obu gatunków grzybów. Wyciągi pozyskane z rośliny rabarbaru i nawłoci kanadyjskiej w badaniach naukowców z Niemiec i Wielkiej Brytanii wykazały dodatni wpływ na zmniejszenie porażenia *Phytophthora infestans*, jednak nie były tak skuteczne jak preparaty miedziowe.

### **Skrzyp polny**

Alternatywą dla fungicydów miedziowych zalecanych w ekologicznej uprawie ziemniaka może być stosowanie preparatów w formie wyciągów z roślin, których zaletą jest możliwość ich wielokrotnego użycia oraz brak toksyczności dla ludzi i żywych organizmów. Ponadto w przeciwieństwie do pestycydów syntetycznych ulegają w środowisku szybkiej degradacji pod wpływem światła i wilgoci.

Roślina skrzypu polnego jest wykorzystywana w formie ekologicznych oprysków, pomagając w zwalczaniu chorób grzybowych i niektórych szkodników takich jak przedziorki czy roztozca. Wśród chorób, na które pomaga oprysk sporządzony ze skrzypu polnego znajdują się mączniak, zgnilizna, rdza, parch, kędzierzawość liści, zaraza ziemniaka. Oprysk sporządza się z wyciągu ze skrzypu, który przygotowuje się zalewając 150 g suszu skrzypu polnego 10 litrami wody i odstawiając go na 12 godzin do fermentacji. Do takiego wyciągu można dodać również 0,03% mydła potasowego, co pozwoli zwiększyć skuteczność oprysku.

Działanie skrzypu od dawna wykorzystywane było w uprawie amatorskiej roślin. Wykazuje on działanie profilaktyczne w kierunku zapobiegania chorobom grzybowym roślin. Zawiera krzemionkę, która wysyca tkanki roślinne i utrudnia wnikanie patogenów oraz penetrację grzybni w roślinie. Ponadto ogranicza patogenom dostęp do wody i tym samym wpływa hamująco na wzrost grzybów.

Ocenę skuteczności działania naturalnych wyciągów z wodorostów i chmielu przeciwko *Phytophthora infestans* w warunkach polowych przeprowadzili naukowcy z Czech. W badaniach tych skuteczność wyciągów roślinnych była porównywalna z konwencjonalnymi środkami grzybobójczymi, a ziemniaki traktowane naturalnymi wyciągami wykazały wyższy plon ogólny i handlowy bulw. Ekstrakty sporządzone z różnych gatunków chwastów w badaniach Phukana [2007] opóźniły pojawienie zarazy w porównaniu do obiektów kontrolnych, jak również, zmniejszyły procentowe porażenie tą chorobą. Ekstrakty sporządzone z suszu kilku gatunków roślin (bazylia, chili, eukaliptus, czosnek, trawa cytrynowa) testowali naukowcy z Egiptu pod względem ich działania przeciwko *Phytophthora infestans*, jak również *Alternaria solani*. Ekstrakty roślinne zmniejszyły wzrost grzybni i hamowały kiełkowanie zarodników obu gatunków grzybów. Wyciągi pozyskane z rośliny rabarbaru i nawłoci kanadyjskiej w badaniach naukowców z Niemiec i Wielkiej Brytanii

wykazały dodatni wpływ na zmniejszenie porażenia *Phytophthora infestans*, jednak nie były tak skuteczne jak preparaty miedziowe.

### Wrotycz pospolity

Wrotycz pospolity (*Tanacetum vulgare* L.) jest ważną rośliną zielną zawierającą w swoim składzie cenne substancje biologicznie czynne, do których możemy zaliczyć między innymi: garbniki, kwasy organiczne i cukry, flawonoidy oraz olejki eteryczne [Zawiślak i Nurzyńska-Wierdak 2017]. Roślina ta jest wykorzystywana w formie ekologicznych oprysków, pomagając w zwalczaniu mszyc, jak również stonki ziemniaczanej, much, mrówek, komarów i kleszczy. Susz wrotyczu można wykorzystać również do ochrony przed molami, gdyż jego zapach bardzo skutecznie je odstrasza. Do walki z mszycami stosuje się wyciąg z wrotyczu, który sporządza się zalewając 30g suszu wrotyczu 10l zimnej wody, a potem odstawić na 24 h. Po tym czasie preparat jest gotowy do przedcedzenia i rozcieńczenia w proporcji 1:2 i tak przygotowanym roztworem można opryskiwać rośliny zaatakowane przez mszyce, gąsienice motyli, larwy owocówki i śmietki cebulanki. Wrotycz można wykorzystać do opryskiwania roślin zaatakowanych przez stonkę, ale wtedy należy zrobić wywar z wrotyczu. W tym celu należy wziąć 75g wrotyczu, zalać go 10l gorącej wody, a następnie odstawić na 24 h. Po tym czasie można wywar przedcedzić, a potem rozcieńczyć w proporcji 1:5 i użyć do opryskiwania roślin zaatakowanych przez stonkę ziemniaczaną.

Na plonowanie ziemniaka i jakość bulw, szczególnie na plantacjach ekologicznych duży wpływ ma występowanie szkodników, z których najgroźniejszym jest stonka ziemniaczana. Jej zwalczanie w uprawie ekologicznej jest możliwe głównie dzięki obecności na rynku środków opartych na substancji aktywnej spinosad oraz innych, takich jak: oleje parafinowe, sole potasowe i szare mydło. Te ostatnie są jednak stosowane na mniejszą skalę. Z uwagi więc na niewielki asortyment dostępnych preparatów coraz częściej w walce ze stonką ziemniaczaną wykorzystuje się wyciągi roślinne. Na rynku polskim w rolnictwie ekologicznym wykorzystuje się wyciągi z takich roślin jak: skrzyp polny, wrotycz pospolity, pokrzywa, krwawnik, czosnek. Wyciągi otrzymane z liści wrotyczu, szalwii, bazylii, kocimiętki, kopru i ruty jak podaje literatura odstraszają żerowanie larw stonki ziemniaczanej i osobników dorosłych. Skuteczność wyciągów roślinnych w zwalczaniu stonki ziemniaczanej badali uczeni z Turcji. Testowali wyciągi z bylicy pospolitej, komosy białej, bzu czarnego, szalwii lekarskiej, żywicy i chmielu. Większość badanych ekstraktów roślinnych powodowała jednak stosunkowo niską śmiertelność szkodnika.

### Algi morskie

Nowym produktem stosowanym w uprawie roślin, spełniającym wymagania ochrony środowiska są wyciągi glonowe. Przygotowanie wyciągu z suszu alg morskich polega na zalaniu 150 g suszu 10 litrami wody i odstawieniu na 12 godzin. Po przedcedzeniu wyciąg może być użyty do dokarmiania roślin ziemniaka. Przykładami gromad glonów, które najczęściej stosuje się przy uprawach roślin ze względu na ich biostymulacyjne działanie na rośliny są krasnorosty: *Corralina mediterranea*, *Jania rubens*, *Pterocladia pinnata*, zielenice: *Cladophora dalmatica*, *Enteromorpha intestinalis*, *Ulva lactuca* oraz brunatnice: *Ascophyllum nodosum*, *Ecklonia maxima*, *Saragassum* spp [Costa i in. 2019]. Wyciągi sporządzone z suszu z alg morskich bogate są w makroskładniki (Ca, K, P), mikroskładniki (Fe, Cu, Zn, B, Mn, Co, Mo) oraz aminokwasy, witaminy, cytokininy, gibereliny, auksyny i kwas abscysynowy. Badania przeprowadzone przez naukowców z Syrii wykazały również korzystny wpływ wyciągu z alg morskich na wzrost kiełkowania bulw ziemniaka, zwiększenie parametrów

wzrostu roślin takich jak: liczba liści, powierzchnia liści, liczba bulw. Poprawę wzrostu i parametrów fizjologicznych oraz plonowania ziemniaka zanotowali także naukowcy z Afryki używając do ochrony wyciąg z brunatnic *Ascophyllum nodosum*.

### Literatura:

Abd-El-Khair, H., & Haggag, W. M. (2007). Application of some Egyptian medicinal plant extracts against potato late and early blights. *Res. J. Agric. Biol. Sci.*, 3(3): 166-175.

Costa, J. A. V., Freitas, B. C. B., Cruz, C. G., Silveira, J., Morais, M. G. 2019. Potential of microalgae as biopesticides to contribute to sustainable agriculture and environmental development. *J. Environ. Sci. Health Part B*, 54, 366–375.

Gökçe, A., Whalon, M. E., Çam, H., Yanar, Y., Demirtaş, İ., & Gören, N. (2006). Plant extract contact toxicities to various developmental stages of Colorado potato beetles (Coleoptera: Chrysomelidae). *Annals of Applied Biology*, 149(2): 197-202.

Haldhar, S. M., Jat, G. C., Deshwal, H. L., Gora, J. S., & Singh, D. (2017). Insect pest and disease management in organic farming. *Towards Organic Agriculture*; Gangwar, B., Jat, NK, Eds, 359-390.

Kowalska, J., Roszkowski, S., & Krzywińska, J. (2021). Substancje podstawowe-efektywne uzupełnienie metod ochrony upraw. *Progress in Plant Protection*, 61(2): 139-146.

Mbuyisa, S., Bertling, I., Ngcobo, B. L. 2024. Impact of Foliar-Applied Plant Extracts on Growth, Physiological and Yield Attributes of the Potato (*Solanum tuberosum* L.). *Agronomy*, 14, 38. <https://doi.org/10.3390/agronomy14010038>

Phukan, S. N. (2007). Effect of climatic factors on the incidence of late blight disease of potato plants treated with weed extract. *Nature Environment and Pollution Technology*, 6(4), 681-684.

Procházka, P., Holejšovský, J., Řehoř, J., Vostřel, J., Brant, V., Poděbradská, M., & Frankova, A. (2023). Natural Substances to Protect Potatoes Against Potato Blight (Phytophthora Infestans). <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3484430/v1>

Sola P, Mvumi M B, Ogendo O J, Mponda O, Kamanula F J, Nyirenda P S, Belmain R S, Stevenson C P. 2014. Botanical pesticide production, trade and regulatory mechanisms in sub-saharan Africa: making a case for plant-based pesticidal products. *Food Security*, 6: 369–384.

Stephan, D., Schmitt, A., Carvalho, S. M., Seddon, B., & Koch, E. (2005). Evaluation of biocontrol preparations and plant extracts for the control of Phytophthora infestans on potato leaves. *European Journal of Plant Pathology*, 112: 235-246.

Xu, L., Geelen, D. (2018). Developing biostimulants from agro-food and industrial by-products. *Frontiers in Plant Science*, 9, 1567. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01567>

Zawiślak G., Nurzyńska-Wierdak R., 2017. Plon surowca uprawianych oraz dziko rosnących roślin krwawnika pospolitego (*Achillea millefolium* L.) i wrotyczu pospolitego (*Tanacetum vulgare* L.) *Ann. Hort.* 27(2), 27–35.



**I n s t y t u t   H o d o w l i   A k l i m a t y z a c j i   R o ś l i n -  
P a ń s t w o w y   I n s t y t u t   B a d a w c z y**

**S P R A W O Z D A N I E**

Uprawy polowe metodami ekologicznymi: Badania w zakresie produkcji ekologicznego materiału siewnego roślin rolniczych. Określenie dobrych praktyk produkcyjnych, z uwzględnieniem warunków glebowych i klimatycznych oraz odporności i tolerancji na choroby - wytyczne dla prowadzenia ekologicznych plantacji nasiennych roślin rolniczych pod kątem produkcji materiału siewnego. **Ekologiczna uprawa sadzeniaków ziemniaka.**

**Kierownik:**

dr inż. Katarzyna Franke

**Wykonawcy:**

dr hab. Mirosław Nowakowski prof. Instytutu,

dr hab. Józef Tyburski, prof. UWM (*Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie*),

dr inż. Grzegorz Gryń,

dr hab. Krzysztof Treder,

dr Piotr Lewandowski,

mgr Anna Pawłowska

Zrealizowano na podstawie decyzji Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi DEJ.re.765.7.2024 w sprawie przyznawania dotacji na pokrycie kosztów badań na rzecz rolnictwa ekologicznego

BYDGOSZCZ 2024

## SPIS TREŚCI

|                                  | str. |
|----------------------------------|------|
| 1. WPROWADZENIE I CEL BADAŃ..... | 3    |
| 2. METODY I WARUNKI BADAŃ .....  | 3    |
| 3. WYNIKI BADAŃ .....            | 6    |
| 4. PODSUMOWANIE I WNIOSKI .....  | 13   |
| 5. DOBRE PRAKTYKI.....           | 14   |

## 1. WPROWADZENIE I CEL BADAŃ

Ziemniak jest gatunkiem trudnym w uprawie. Narażony jest na porażenie chorobami powodowanymi przez patogeny grzybowe i grzybopodobne, wirusowe oraz bakteryjne. Produkcja nasienne ziemniaka ekologicznego obwarowana jest wieloma przepisami mającym na celu zachowanie najwyższej zdrowotności bulw. Powinna być prowadzona zgodnie z wytycznymi „Ustawy o nasennictwie” [Dz.U. 2021 poz. 129] i „Ustawy o rolnictwie ekologicznym [Dz.U. 2022 poz. 1370]”. Szczególnie trudne w produkcji nasiennej tego gatunku jest ograniczenie występowania wirusów, jak również mszyc, wektorów chorób wirusowych. Wśród dostępnych danych literaturowych w uprawie ziemniaka stosowane mogą być m. in. zabiegi ściółkowania słomą oraz zabiegi nalistne olejkami eterycznymi, czy krzemem. Olejki mają na celu odstraszanie mszyc, a związki krzemowe wspomagają odporność roślin na stresy powodowane czynnikami biotycznymi i abiotycznymi. Prowadzone w 2024 r. przez IHAR-PIB Oddział w Bydgoszczy badania polowe miały na celu określenie dobrych praktyk produkcyjnych w prowadzeniu ekologicznych plantacji nasiennej ziemniaka w zakresie ograniczania rozwoju chorób wirusowych ziemniaka. W badaniach oceniano wpływ ściółkowania słomą oraz dolistnych zbiegów dwoma preparatami (zawierającymi: I – preparat miętowy, II – związki krzemu) na liczebność mszyc na plantacji i porażenie bulw ziemniaka przez wirusy.

## 2. METODY I WARUNKI BADAŃ

Doświadczenia łanowe założono w dwóch, oddalonych od siebie lokalizacjach. W każdej z nich uprawiano po dwie odmiany ziemniaka, o różnej deklarowanej odporności na wirusy i zalecane do upraw w systemie ekologicznym: Denar i Catania – w eksperymencie w Bydgoszczy oraz Denar i Gala w Żmijewku. Zastosowano, zgodnie z założeniami projektu, trzy warianty ochrony: I – obiekt kontrolny - bez ochrony, II – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie miętą, III – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie krzemem. Do doświadczenia wybrano ziemniaki certyfikowane, jak również pochodzące z rozmnożeń w gospodarstwach ekologicznych (tab. 1).

Tabela 1. Rok rozmnożenia polowego ziemniaków uprawianych w eksperymentach polowych, Bydgoszcz, Żmijewko, 2024r.

| Miejscowość              | Bydgoszcz |                        | Żmijewko               |         |
|--------------------------|-----------|------------------------|------------------------|---------|
| Odmiana ziemniaka        | Catania   | Denar                  | Denar                  | Gala    |
| Rok rozmnożenia polowego | trzeci    | materiał kwalifikowany | materiał kwalifikowany | czwarty |

Ochrona przed zarazą ziemniaka i stonką na obu polach prowadzona była w sposób zgodny z założeniami rolnictwa ekologicznego. W początkowym okresie wegetacji prowadzono mechaniczną ochronę plantacji przed zachwaszczeniem, a po jej zakończeniu zgodnie z założeniami projektu, odpowiednie obiekty ściółkowano słomą. W całym sezonie wegetacyjnym 5-krotnie stosowano dolistnie zabiegi ochronne preparatem w postaci wodnego roztworu zawierającego 1% olejku eterycznego z mięty pieprzowej lub z krzemem w postaci preparatu ZumSil w dawce 0,5l/ha. W celu oszacowania wielkości populacji i składu gatunkowego mszyc, dwukrotnie, w odstępie 1 tygodnia, zakładano taśmy lepowe na owady [Müller, 1968]. W pełni wegetacji wykonywano obserwacje występowania objawów chorób wirusowych oraz ocenę biometryczną roślin. Po zbiorze określano liczbę i wagę strukturę plonu bulw dla każdego poletka oddzielnie. Ocenę porażenia bulw przez rizoktoniozę i parcha zwykłego wykonano wg skali [Roztropowicz, 1999]. Na podstawie wyników obserwacji porażenia bulw, określano indeks porażenia zgodnie ze wzorem Townsend'a-Heubergera [Ginter; 1981]. Wyznaczono zawartość suchej masy i skrobi w bulwach. Ocenę porażenia sadzeniaków i bulw potomnych przez wirusy wykonano

w Oddziale IHAR-PIB w Boninie. Oceniano reprezentatywne próby bulw dla sadzeniaków oraz po zbiorze bulw potomnych dla wszystkich kombinacji. Każdą próbę zbadano na obecność sześciu wirusów: PLRV, PVA, PVM, PVS, PVX i PVY [Dz. U. poz. 1651]. Do oceny zastosowano komercyjne testy DAS-ELISA firmy Bioreba. Na podstawie uzyskanych wyników obliczono procent bulw porażonych.

Doświadczenia polowe zlokalizowane były w dwóch miejscach oddalonych od siebie o ponad 100 km. Oba pola charakteryzowały odmienne warunki glebowe i pogodowe. Dla obu lokalizacji wykonano analizy agronomiczne gleby. Uprawę prowadzono w odmiennych warunkach siedliskowych obu pól różnicowanych przez pH, zawartość substancji organicznej, zasobność w makro i mikroelementy (tab. 2).

Tabela 2. Wyniki analiz agronomicznych gleby Bydgoszcz, Żmijewko 2024

| Parametr                                              | Bydgoszcz |               | Żmijewko |              |
|-------------------------------------------------------|-----------|---------------|----------|--------------|
| pH w KCl                                              | 6,8       | obojętne      | 6,0      | lekko kwaśne |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , mg · kg <sup>-1</sup> | 44,0      | bardzo wysoka | 7,2      | niska        |
| K <sub>2</sub> O, mg · kg <sup>-1</sup>               | 37,0      | bardzo wysoka | 9,2      | niska        |
| Mg, mg · kg <sup>-1</sup>                             | 12,2      | bardzo wysoka | 6,9      | średnia      |
| B, mg · kg <sup>-1</sup>                              | 0,65      | niska         | 0,5      | niska        |
| Mn, mg · kg <sup>-1</sup>                             | 83,8      | niska         | 126,5    | średnia      |
| Cu, mg · kg <sup>-1</sup>                             | 2,5       | średnia       | 3,1      | średnia      |
| Zn, mg · kg <sup>-1</sup>                             | 3,3       | niska         | 5,9      | średnia      |
| Fe, mg · kg <sup>-1</sup>                             | 1617      | średnia       | 1012     | średnia      |
| Substancja organiczna, %                              | 3,83      |               | 1,42     |              |

W omawianym okresie występowały korzystne warunki pogodowe dla przebiegu prac polowych przed sadzeniem ziemniaka. Rozkład temperatur sprzyjał uprawie ziemniaka w Bydgoszczy. Wielkość opadów i ich rozkład podczas okresu wegetacji znajdowały się na poziomie niższym niż sugerowane optymalne zapotrzebowania gatunku. W Żmijewku pomiaru opadów dokonano na terenie gospodarstwa przy pomocy przenośnej stacji pogodowej. Warunki pogodowe były mniej korzystne. Odnotowano niższe temperatury a po okresach posuchy następowały silne, krótkotrwałe opady, które nie zaspokoiły potrzeb wodnych ziemniaka.

### 3. WYNIKI BADAŃ

#### 3.1. Doświadczenia polowe w Bydgoszczy, 2024 r.

Ziemniaki sadzono 18 kwietnia 2024 r., obserwowano równomierne wschody roślin na całym polu i dla obu odmian. W początkowym okresie wzrostu i rozwoju nie notowano różnic w pokroju roślin ziemniaka. Eksperyment łanowy przeprowadzono zgodnie z założeniami projektu. Zabiegi preparatami zawierającymi miętę i krzem wykonano pięciokrotnie w okresie wegetacji, pierwszy zabieg po wyściółkowaniu słomą, a kolejne w odstępach 7-9 dniowych.

W sezonie wegetacyjnym nie obserwowano typowych objawów porażenia roślin ziemniaka przez wirusy. Dwukrotnie rozwieszono taśmy lepowe do odłowu mszyc. Różnice w liczebności i składzie gatunkowym owadów zestawiono tabelarycznie (fot. 1., tab. 3). Na polu doświadczalnym IHAR-PIB w Bydgoszczy obserwowano występowanie mszyc ziemniaczanych: *Myzus persicae* (SULZER) - mszycy brzoskwiowo-ziemniaczanej i *Aphis nasturtii* (KALTENBACH) - mszycy szklakowo-ziemniaczanej. We wszystkich obiektach doświadczalnych występowały w/w mszyce. Na poletkach ściółkowanych słomą i chronionych zabiegami dolistnymi z preparatem miętowym liczebność owadów i mszyc

ziemniaczanych była najmniejsza, a na obiektach kontrolnych – największa dla obu odmian ziemniaka.



Fot. 1. Poletko z uprawą ekologiczną ziemniaka w Bydgoszczy, 2024 r.

Tab. 3. Liczebność owadów i mszyc ziemniaczanych, pole doświadczalne z uprawą ziemniaka odmiany Catania i Denar, Bydgoszcz 2024

| Liczba<br>owadów/mszyc<br>ziemniaczanych | Powtó-<br>rzenie | I   |     |         | II  |     |         | III |     |         |
|------------------------------------------|------------------|-----|-----|---------|-----|-----|---------|-----|-----|---------|
|                                          |                  | A   | B   | średnia | A   | B   | średnia | A   | B   | Średnia |
| odmiana Catania                          |                  |     |     |         |     |     |         |     |     |         |
| wszystkie                                | 1                | 133 | 301 | 217     | 89  | 89  | 89      | 92  | 128 | 110     |
| ziemniaczane                             |                  | 10  | 14  | 12      | 4   | 9   | 6,5     | 7   | 9   | 8       |
| wszystkie                                | 2                | 138 | 272 | 205     | 117 | 125 | 121     | 154 | 189 | 172     |
| ziemniaczane                             |                  | 7   | 9   | 8       | 5   | 8   | 6,5     | 5   | 9   | 7       |
| wszystkie                                | 3                | 150 | 177 | 164     | 103 | 170 | 137     | 107 | 196 | 152     |
| ziemniaczane                             |                  | 9   | 11  | 10      | 6   | 8   | 7       | 8   | 8   | 8       |
| odmiana Denar                            |                  |     |     |         |     |     |         |     |     |         |
| wszystkie                                | 1                | 142 | 138 | 140     | 118 | 173 | 146     | 123 | 234 | 179     |
| ziemniaczane                             |                  | 7   | 11  | 9       | 5   | 7   | 6       | 7   | 9   | 8       |
| wszystkie                                | 2                | 162 | 177 | 170     | 103 | 154 | 129     | 121 | 112 | 117     |
| ziemniaczane                             |                  | 5   | 7   | 6       | 4   | 6   | 5       | 5   | 9   | 7       |
| wszystkie                                | 3                | 105 | 132 | 119     | 106 | 186 | 146     | 128 | 154 | 141     |
| ziemniaczane                             |                  | 7   | 11  | 9       | 5   | 8   | 6,5     | 6   | 9   | 7,5     |

I – obiekt kontrolny - bez ochrony, II – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie miętą, III – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie krzemem. A, B – termin oceny

W pełni okresu wegetacji wykonano ocenę biometryczną roślin ziemniaka. Uzyskane wyniki zestawiono w tabeli (tab. 4). Rośliny na poletkach chronionych preparatem krzemowym charakteryzowały się najdłuższymi łodygami, największą masą części nadziemnej i korzeni oraz liczbą i masą bulw u obu odmian. Mniejsze wartości ocenianych parametrów uzyskano dla roślin pochodzących z poletek ściółkowanych słomą i z zabiegami preparatem zawierającym olejek miętowy i były one zbliżone do uzyskanych z kombinacji kontrolnej, bez zastosowania dodatkowej ochrony.

Tabela 4. Morfometria ziemniaka, Bydgoszcz 2024

| Odmiana                | Catania |      |      |         | Denar |      |      |         |
|------------------------|---------|------|------|---------|-------|------|------|---------|
|                        | I       | II   | III  | średnia | I     | II   | III  | średnia |
| długość łodyg          | 54,0    | 56,5 | 64,9 | 58,5    | 55,5  | 57,0 | 62,0 | 58,2    |
| liczba łodyg           | 5,0     | 5,3  | 7,3  | 5,9     | 5,3   | 5,3  | 5,3  | 5,3     |
| masa części nadziemnej | 364     | 365  | 517  | 415     | 403   | 408  | 462  | 424     |
| masa korzeni           | 40,0    | 42,0 | 75,5 | 52,5    | 27,0  | 33,0 | 44,5 | 34,8    |
| LAI                    | 3,1     | 3,3  | 3,7  | 3,4     | 3,9   | 3,9  | 4,0  | 3,9     |
| liczba bulw            | 7,0     | 7,0  | 8,3  | 7,4     | 10,0  | 10,5 | 11,8 | 10,8    |
| masa bulw              | 798     | 665  | 828  | 763     | 533   | 542  | 698  | 591     |

I – obiekt kontrolny - bez ochrony, II – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie miętą, III – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie krzemem.

Zbiór ziemniaków w Bydgoszczy przeprowadzono 23 sierpnia 2024 r. Wydajność ziemniaka różnicowana była odmianą i stosowanymi zabiegami ochronnymi (tab. 5). Odmiana Catania, mimo, że sadzeniaki rozmnażano połowo już trzeci rok, plonowała wyżej niż Denar (materiał kwalifikowany). Odmianę Catania charakteryzuje bardzo wysoka deklarowana wydajność potwierdzona w praktyce rolniczej. Dodatkowa ochrona w zastosowanych kombinacjach wpłynęła na poprawę wydajności ziemniaka.

Tabela 5. Wydajność ziemniaka [t/ha], Bydgoszcz 2024

| Kombinacja | Catania | Denar |
|------------|---------|-------|
| I          | 30,9    | 26,5  |
| II         | 32,1    | 27,4  |
| III        | 34,6    | 32,5  |
| Średnia    | 31,8    | 28,8  |

I – obiekt kontrolny - bez ochrony, II – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie miętą, III – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie krzemem.

Po zbiorze bulwy dzielono na: plon handlowy i odpad. W plonie handlowym wyodrębniono frakcje sadzeniaka i bulw dużych. We wszystkich kategoriach bulwy liczono i ważono. Liczbowy udział bulw we frakcjach różnił się dla odmian i między obiektami doświadczalnymi (tab. 6). Dla obu odmian najwyższy liczbowy udział w plonie stanowiły bulwy duże, średnio 49,1 i 48,6% odpowiednio dla odmian Catania i Denar. Największy liczbowy udział bulw dużych zaobserwowano dla poletek ściółkowanych słomą i dodatkowo chronionych krzemem, odpowiednio 56,5 i 49,8 % dla odmian Catania i Denar. U odmiany Denar plon charakteryzował się większą liczbą bulw oraz większym liczbowym średnim udziałem bulw najdrobniejszych (średnio 13,6 %) o 2,6 pp większy niż w drugiej z badanych odmian. W analizie struktury wagowej u obu odmian dominowały bulwy duże i stanowiły średnio 78,8% u odmiany Catania i 82,3% u odmiany Denar. Dla odmiany Catania w kombinacji III udział ten był najwyższy i wynosił 84,6%.

Ocena zdrowotności bulw obejmowała przede wszystkim choroby skórki. Na bulwach ziemniaka, obserwowano porażenie przez parcha zwykłego oraz rizoktoniozę (tab. 7). Porażenie bulw przez parcha zwykłego nie było równomierne na wszystkich obiektach doświadczalnych i zróżnicowane w kolejnych powtórzeniach. Dla odmiany Catania indeks porażenia był najniższy i wynosił średnio 2,06% dla kombinacji, w której stosowano dolistne zabiegi z krzemem i ponad dwukrotnie wyższy równy 4,21% w obiekcie kontrolnym. Podobny trend zauważono dla bulw odmiany Denar od średnio 2,36 % w kombinacji z zastosowaniem krzemu do 4,85% dla poletek niechronionych. Rizoktonioza ziemniaka na bulwach występowała sporadycznie. Najniższe porażenie bulw wystąpiło w kombinacji trzeciej, ściółkowanej słomą i chronionej krzemem.

Tabela 6. Struktura plonu bulw – procentowy udział liczby i wagi bulw we frakcjach użytkowych, Bydgoszcz 2024

| Liczba bulw [%]        | Drobne  | Średnie | Duże | Razem | Drobne | Średnie | Duże | Razem |
|------------------------|---------|---------|------|-------|--------|---------|------|-------|
| Kombinacja             | Catania |         |      |       | Denar  |         |      |       |
| Udział liczby bulw [%] |         |         |      |       |        |         |      |       |
| I                      | 7,7     | 42,6    | 49,7 | 100   | 18,6   | 34,2    | 47,2 | 100   |
| II                     | 16,4    | 42,4    | 41,2 | 100   | 14,5   | 36,6    | 48,9 | 100   |
| III                    | 8,9     | 34,6    | 56,5 | 100   | 7,8    | 42,0    | 49,8 | 100   |
| Średnia                | 11,0    | 39,9    | 49,1 | 100   | 13,6   | 37,6    | 48,6 | 100   |
| Udział wagowy bulw [%] |         |         |      |       |        |         |      |       |
| I                      | 0,9     | 23,3    | 75,8 | 100   | 1,1    | 14,7    | 84,2 | 100   |
| II                     | 1,7     | 22,3    | 76,0 | 100   | 0,9    | 14,7    | 84,3 | 100   |
| III                    | 0,4     | 15,0    | 84,6 | 100   | 0,7    | 20,8    | 78,5 | 100   |
| Średnia                | 1,0     | 20,2    | 78,8 | 100   | 0,9    | 16,7    | 82,3 | 100   |

I – obiekt kontrolny - bez ochrony, II – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie miętą, III – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie krzemem.

Tabela 7. Porażenie bulw parchem zwykłym (*Streptomyces scabies*) i rizoktoniozą (*Rhizoctonia solani*) – indeksy porażenia [%] wg Towsenda - Haubergera, Bydgoszcz 2024

| Kombinacja/<br>powtórzenie | Porażenie parchem zwykłym ( <i>S. scabies</i> ) |      |      |       |      |      | Porażenie rizoktoniozą ( <i>R. solani</i> ) |      |      |       |      |      |
|----------------------------|-------------------------------------------------|------|------|-------|------|------|---------------------------------------------|------|------|-------|------|------|
|                            | Catania                                         |      |      | Denar |      |      | Catania                                     |      |      | Denar |      |      |
|                            | I                                               | II   | III  | I     | II   | III  | I                                           | II   | III  | I     | II   | III  |
| 1                          | 6,18                                            | 4,49 | 2,26 | 3,01  | 4,25 | 1,50 | 0,86                                        | 0,00 | 0,00 | 4,21  | 0,00 | 0,00 |
| 2                          | 6,44                                            | 3,38 | 0,00 | 5,82  | 2,94 | 2,80 | 1,36                                        | 0,68 | 0,00 | 1,71  | 3,49 | 0,00 |
| 3                          | 0,00                                            | 1,20 | 3,93 | 5,72  | 1,76 | 2,79 | 1,19                                        | 1,71 | 0,00 | 2,41  | 2,64 | 0,88 |
| Średnia                    | 4,21                                            | 3,02 | 2,06 | 4,85  | 2,98 | 2,36 | 1,14                                        | 0,8  | 0,00 | 2,78  | 2,04 | 0,29 |

I – obiekt kontrolny - bez ochrony, II – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie miętą, III – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie krzemem.

W ocenie parametrycznej plonu określono zawartość suchej masy i skrobi w bulwach (tab. 8). Wyższą zawartość skrobi charakteryzowały się bulwy ziemniaka odmiany Catania. Najwyższą zawartość skrobi odnotowano w bulwach pochodzących z poletek ściółkowanych słomą i pielęgnowanych preparatem powstałym na bazie mięty.

Tabela 8. Zawartość suchej masy i skrobi w bulwach ziemniaka, Bydgoszcz 2024

| Kombinacja/<br>powtórzenie | I          |         | II         |         | III        |         | I          |         | II         |         | III        |         |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
|                            | sucha masa | skrobia | sucha masa | skrobia | sucha masa | skrobia | sucha masa | skrobia | sucha masa | skrobia | sucha masa | skrobia |
| Odmiana                    | Catania    |         |            |         |            |         | Denar      |         |            |         |            |         |
| 1                          | 17,2       | 11,5    | 19,2       | 12,1    | 17,3       | 11,6    | 16,5       | 10,8    | 16,1       | 11,4    | 15,8       | 10,1    |
| 2                          | 17,8       | 11,4    | 18,3       | 12,0    | 17,9       | 12,3    | 15,3       | 9,51    | 16,2       | 10,9    | 15,6       | 10,4    |
| 3                          | 17,7       | 11,4    | 17,8       | 12,0    | 18,3       | 11,8    | 16,2       | 10,5    | 15,5       | 10,4    | 15,8       | 10,2    |
| Średnia                    | 17,6       | 11,4    | 18,4       | 12,0    | 17,8       | 11,9    | 16,1       | 10,3    | 15,9       | 10,9    | 15,7       | 10,6    |

I – obiekt kontrolny - bez ochrony, II – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie miętą, III – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie krzemem.

Ocenę porażenia bulw ziemniaka przez wirusy wykonano metodą ELISA w IHAR-PIB w Boninie. Wyniki zestawiono tabelarycznie (tab. 9). Spośród ocenianych prób bulw materiał sadzeniakowy odmiany Denar był mniej porażony przez wirusy, co należy tłumaczyć tym, że sadzeniaki tej odmiany pochodziły z zakupu kwalifikowanego, natomiast odmiana Catania była rozmnażana połowo już trzeci rok. Wirus A ziemniaka (PVA) i wirus X ziemniaka (PVX) nie wystąpiły w badanych bulwach. Niskie porażenie wirusem liściozwoju ziemniaka (PLRV) obserwowano jedynie u odmiany Catania w obiekcie kontrolnym i chronionym

preparatami z miętą. Mniejsze porażenie bulw potomnych przez wirusa S ziemniaka (PVS) wystąpiło w bulwach odmiany Denar oraz wirusa Y ziemniaka (PVY) u odmiany Catania w kombinacji ze ściółkowaniem i zabiegami preparatem miętowym. W kombinacji, gdzie oprócz ściółkowania stosowano zabiegi dolistne z krzemem obserwowano niższe porażenie bulw potomnych wirusem S i Y.

Tabela 9. Porażenie bulw przez wirusy, odsetek porażonych bulw [%], Bydgoszcz 2024 r.

| Oceniana próba            | PVS         | PRLV       | PVM         | PVA        | PVY         | PVX        |
|---------------------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| <b>Denar sadzeniaki</b>   | <b>3,0</b>  | <b>0,0</b> | <b>0,0</b>  | <b>0,0</b> | <b>0,0</b>  | <b>0,0</b> |
| Denar I                   | 60,0        | 0,0        | 48,3        | 0,0        | 96,7        | 0,0        |
| Denar II                  | 0,0         | 0,0        | 52,5        | 0,0        | 100,0       | 0,0        |
| Denar III                 | 98,3        | 0,0        | 88,3        | 0,0        | 100,0       | 0,0        |
| <b>SREDNIA I-III</b>      | <b>52,8</b> | <b>0,0</b> | <b>63,0</b> | <b>0,0</b> | <b>98,9</b> | <b>0,0</b> |
| <b>Catania sadzeniaki</b> | <b>0,0</b>  | <b>0,0</b> | <b>0,0</b>  | <b>0,0</b> | <b>0,0</b>  | <b>0,0</b> |
| Catania I                 | 60,0        | 3,3        | 100,0       | 0,0        | 16,7        | 0,0        |
| Catania II                | 98,3        | 3,3        | 96,7        | 0,0        | 1,7         | 0,0        |
| Catania III               | 35,0        | 0,0        | 98,3        | 0,0        | 0,0         | 0,0        |
| <b>SREDNIA I-III</b>      | <b>64,4</b> | <b>2,2</b> | <b>98,3</b> | <b>0,0</b> | <b>6,1</b>  | <b>0,0</b> |

I – obiekt kontrolny - bez ochrony, II – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie miętą, III – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie krzemem.

3.2. Doświadczenia polowe w gospodarstwie ekologicznym w Żmijewku 2024 r.

Ziemniaki sadzono 25 kwietnia 2024 r.. Wschody roślin nastąpiły znacznie później niż w doświadczeniu prowadzonym w Bydgoszczy, niemniej zaplanowaną ochronę wykonano zgodnie z założeniami doświadczenia. Wyniki oceny liczebności mszyc wykonano dwukrotnie i zestawiono (tab. 10). Spośród wszystkich odłowionych gatunków owadów występowały następujące gatunki mszyc ziemniaczanych: mszyca brzoskwinowo – ziemniaczana (*Muzys persicae* Sulz), kruszynowo – ziemniaczana (*Aphis frangulae* Kalt.) i szakłakowo - ziemniaczana (*Aphis nasturtii* Kalt.). Na polu z uprawą ziemniaka odmiany

Tab. 10. Liczebność owadów i mszyc ziemniaczanych Denar, Żmijewko, 2024

| Liczba<br>owadów/mszyc<br>ziemniaczanych | Powtó-<br>rzenie | I   |     |         | II  |     |         | III |     |         |
|------------------------------------------|------------------|-----|-----|---------|-----|-----|---------|-----|-----|---------|
|                                          |                  | A   | B   | średnia | A   | B   | średnia | A   | B   | Średnia |
| odmiana Denar                            |                  |     |     |         |     |     |         |     |     |         |
| wszystkie                                | 1                | 127 | 102 | 115     | 113 | 114 | 114     | 147 | 91  | 119     |
| ziemniaczane                             |                  | 6   | 8   | 7       | 5   | 5   | 5       | 6   | 8   | 7       |
| wszystkie                                | 2                | 94  | 121 | 108     | 71  | 122 | 97      | 173 | 97  | 135     |
| ziemniaczane                             |                  | 6   | 7   | 6,5     | 4   | 5   | 4,5     | 9   | 11  | 10      |
| wszystkie                                | 3                | 116 | 141 | 129     | 163 | 104 | 134     | 97  | 78  | 88      |
| ziemniaczane                             |                  | 7   | 9   | 8       | 3   | 4   | 3,5     | 7   | 8   | 7,5     |
| odmiana Gala                             |                  |     |     |         |     |     |         |     |     |         |
| wszystkie                                | 1                | 257 | 141 | 199     | 93  | 190 | 142     | 163 | 108 | 136     |
| ziemniaczane                             |                  | 6   | 6   | 6       | 5   | 4   | 4,5     | 5   | 8   | 6,5     |
| wszystkie                                | 2                | 158 | 157 | 158     | 138 | 103 | 121     | 151 | 68  | 110     |
| ziemniaczane                             |                  | 4   | 5   | 4,5     | 3   | 3   | 3       | 6   | 4   | 5       |
| wszystkie                                | 3                | 241 | 138 | 190     | 100 | 112 | 106     | 183 | 59  | 121     |
| ziemniaczane                             |                  | 8   | 7   | 7,5     | 6   | 4   | 5       | 7   | 8   | 7,5     |

I – obiekt kontrolny - bez ochrony, II – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie miętą, III – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie krzemem, A, B – termin oceny

Gala liczba odłowionych owadów i mszyc ziemniaczanych była większa niż u odmiany Denar. Największa ich liczba wystąpiła w pasie kontrolnym. Podobnie jak w eksperymencie prowadzonym w Bydgoszczy, mniejszą liczbę mszyc ziemniaczanych zauważono na obiektach ściółkowanych i chronionych preparatem miętowym.

W początkowym okresie wzrostu i rozwoju roślin nie notowano różnic pomiędzy roślinami ziemniaka w obrębie jednej odmiany. Zaobserwowano natomiast znaczne różnice w pokroju roślin pomiędzy odmianami. Rośliny ziemniaka odmiany Gala były niższe i o słabszej kondycji (Fot. 2). Różnice te potwierdziła również ocena biometryczna łanu (tab. 11).



Fot. 2. Rośliny ziemniaka odmiany Denar (po lewej) i Gala (po prawej), Żmijewko, czerwiec, 2024 r.

Rośliny ziemniaka odmiany Denar charakteryzowała dużo wyższa wartość ocenianych parametrów. Spośród zastosowanych zabiegów ochronnych najkorzystniejszy wpływ na pokrój roślin obu badanych odmian ziemniaka miał preparat zawierający krzem. Już w pełni okresu wegetacji w kombinacji trzeciej rośliny charakteryzowały się dłuższymi łodygami, większą masą części nadziemnej i korzeni, masą i liczbą bulw. Dodatkowe ściółkowanie i zastosowanie wybranych substancji korzystnie wpłynęło na kondycję roślin.

Tabela 11. Morfometria ziemniaka, Żmijewko 2024

| Odmiana                | Denar |      |      |         | Gala |      |      |         |
|------------------------|-------|------|------|---------|------|------|------|---------|
| Kombinacja             | I     | II   | III  | średnia | I    | II   | III  | średnia |
| długość łodyg          | 46,9  | 48,6 | 56,4 | 52,0    | 26,9 | 28,6 | 34,5 | 31,0    |
| liczba łodyg           | 5,2   | 5,1  | 5,3  | 5,3     | 2,3  | 2,3  | 2,3  | 2,3     |
| masa części nadziemnej | 327   | 373  | 489  | 396     | 233  | 298  | 322  | 284     |
| masa korzeni           | 43,0  | 47,0 | 67,0 | 52,3    | 22,5 | 23,5 | 44,0 | 30,0    |
| LAI                    | 3,1   | 3,3  | 3,9  | 3,4     | 2,1  | 3,1  | 3,1  | 2,8     |
| liczba bulw            | 9,8   | 10,8 | 11,3 | 10,6    | 4,8  | 5,3  | 5,8  | 5,3     |
| masa bulw              | 406   | 438  | 597  | 480     | 335  | 373  | 436  | 381     |

I – obiekt kontrolny - bez ochrony, II – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie miętą, III – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie krzemem.

Zbiór plonu przeprowadzono 29 sierpnia 2024 r. zaobserwowano znaczne różnice w wydajności obu odmian ziemniaka. Średni plon bulw odmiany Gala wyniósł 14,1 t/ha i 31,3 t/ha dla odmiany Denar. Różnice te należy tłumaczyć m.in. pochodzeniem sadzeniaków (Denar – materiał kwalifikowany, Gala – czwarty rok rozmnożenia polowego). W badaniu obserwowano różnice w wydajności ziemniaka dla stosowanego zakresu ochrony (tab. 12). Najniższą wydajność ziemniaka odnotowano dla odmiany Gala w kombinacji kontrolnej,

średnio 13,5, a najwyższą dla kombinacji, w której stosowano ochronę dolistną preparatem z krzemem odpowiednio 14,6 i 33,9 t/ha dla odmian Gala i Denar.

Tabela 12. Wydajność ziemniaka [t/ha], Żmijewko 2024

| Kombinacja | Denar | Gala |
|------------|-------|------|
| I          | 30,3  | 13,5 |
| II         | 29,8  | 14,2 |
| III        | 33,9  | 14,6 |
| Średnia    | 31,3  | 14,1 |

I – obiekt kontrolny - bez ochrony, II – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie miętą, III – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie krzemem.

W ocenie struktury plonu również wystąpiły znaczne różnice pomiędzy odmianami (tab. 13). U odmiany Denar, gdzie stosowano sadzeniaki kwalifikowane frakcja bulw dużych stanowiła największą część dla wszystkich kombinacji doświadczenia i wynosiła średnio 59,6%. U odmiany Gala, rozmnażanej połowo już przez czwarty rok, średni udział frakcji bulw dużych i średnich były zbliżone (średnio 45,9 i 43,0%). Bulwy drobne stanowiły ok. 16 % dla kombinacji kontrolnej i z ochroną dolistną preparatem miętowym. W trzecim wariancie z zabiegami krzemowymi znacznie zmalał udział frakcji bulw najdrobniejszych w plonie całkowitym ocenianym zarówno liczbowo i wagowo. Największy wagowy udział bulw dużych wystąpił w kombinacji z ochroną krzemową dla obu odmian. Bulwy duże stanowiły średnio 86,3% i 79,1% plonu całkowitego odpowiednio u odmiany Denar i Gala. Najwyższe wartości dla obu odmian uzyskano z kombinacji chronionej krzemem, analogicznie 88,4 i 85,8% dla odmian Denar i Gala.

Tabela 13. Struktura plonu bulw - procentowy udział liczby i wagi bulw we frakcjach użytkowych, Żmijewko 2024

| Liczba bulw [%]        | Drobne | Średnie | Duże | Razem | Drobne | Średnie | Duże | Razem |
|------------------------|--------|---------|------|-------|--------|---------|------|-------|
| Kombinacja             | Denar  |         |      |       | Gala   |         |      |       |
| Udział liczby bulw [%] |        |         |      |       |        |         |      |       |
| I                      | 8,2    | 36,6    | 55,2 | 100   | 15,9   | 43,6    | 40,5 | 100   |
| II                     | 3,7    | 34,8    | 61,5 | 100   | 16,4   | 42,7    | 40,9 | 100   |
| III                    | 1,4    | 36,4    | 62,2 | 100   | 1,2    | 42,6    | 56,2 | 100   |
| Średnia                | 4,4    | 35,9    | 59,6 | 100,0 | 11,2   | 43,0    | 45,9 | 100,0 |
| Udział wagi bulw [%]   |        |         |      |       |        |         |      |       |
| I                      | 0      | 14,6    | 85,4 | 100   | 1,6    | 23      | 75,4 | 100   |
| II                     | 0,3    | 14,5    | 85,2 | 100   | 1,7    | 22,3    | 76   | 100   |
| III                    | 0,2    | 11,4    | 88,4 | 100   | 0,2    | 14      | 85,8 | 100   |
| Średnia                | 0,2    | 13,5    | 86,3 | 100,0 | 1,2    | 19,8    | 79,1 | 100,0 |

I – obiekt kontrolny - bez ochrony, II – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie miętą, III – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie krzemem.

Tabela 14. Porażenie bulw parchem zwykłym (*Streptomyces scabies*) i rizoktoniozą (*Rhizoctonia solani*) – indeks porażenia [%] wg Townsenda - Haubergera, Żmijewko 2024

| Kombinacja/<br>powtórzenie | Porażenie bulw parchem zwykłym<br>( <i>Streptomyces scabies</i> ) |      |      |      |      |      | Porażenie bulw rizoktoniozą<br>( <i>Rhizoctonia solani</i> ) |      |      |      |      |      |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|--------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|
|                            | Denar                                                             |      |      | Gala |      |      | Denar                                                        |      |      | Gala |      |      |
|                            | I                                                                 | II   | III  | I    | II   | III  | I                                                            | II   | III  | I    | II   | III  |
| 1                          | 1,68                                                              | 2,34 | 0,80 | 1,16 | 0,18 | 0,00 | 1,20                                                         | 1,31 | 0,80 | 0,46 | 0,00 | 0,00 |
| 2                          | 0,82                                                              | 1,54 | 0,83 | 1,72 | 0,75 | 1,88 | 3,12                                                         | 1,37 | 0,83 | 2,03 | 0,00 | 0,00 |
| 3                          | 1,25                                                              | 1,24 | 0,80 | 0,33 | 3,24 | 0,00 | 3,96                                                         | 2,01 | 0,38 | 1,32 | 0,00 | 3,21 |
| Średnia                    | 1,25                                                              | 1,71 | 0,81 | 1,07 | 1,39 | 0,63 | 2,76                                                         | 1,56 | 0,67 | 1,27 | 0,00 | 1,07 |

I – obiekt kontrolny - bez ochrony, II – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie miętą, III – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie krzemem.

Oceniono również zdrowotność zebranego plonu: porażenie przez parcha zwykłego oraz rizoktoniozę (tab. 14). Indeks porażenia bulw przez parcha zwykłego wahał się na średnim poziomie od 0,8 do 2,34 %, a w przypadku rizoktoniozy od 0,38 do 3,96% u odmiany Denar i odpowiednio od 0-3,24 i 0,0-3,21% u odmiany Gala. W kombinacji z zastosowaniem krzemu średnie porażenie parchem zwykłym było najniższe.

W ocenie parametrycznej bulw wykonano badanie zawartości suchej masy i skrobi (tab. 15). Nie zaobserwowano istotnych różnic pomiędzy obiektami doświadczalnymi.

Tabela 15. Zawartość suchej masy i skrobi w bulwach ziemniaka, Żmijewko 2024

| Kombinacja/<br>powtórzenie | I             |             | II            |             | III           |             | I             |             | II            |             | III           |             |
|----------------------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|
|                            | sucha<br>masa | skrobia     | sucha<br>masa | skrobia     | sucha<br>masa | skrobia     | sucha<br>masa | skrobia     | sucha<br>masa | skrobia     | sucha<br>masa | skrobia     |
| odmiana                    | Denar         |             |               |             |               |             | Gala          |             |               |             |               |             |
| 1                          | 18,2          | 10,8        | 17,7          | 11,4        | 15,2          | 10,0        | 15,6          | 9,7         | 15,8          | 10,1        | 16,2          | 10,4        |
| 2                          | 14,5          | 9,5         | 17,2          | 10,9        | 16,7          | 10,4        | 16,1          | 11,5        | 15,9          | 10,2        | 17,6          | 11,9        |
| 3                          | 16,2          | 10,5        | 17,5          | 9,94        | 17,7          | 9,99        | 15,9          | 10,1        | 16,6          | 10,8        | 16,4          | 10,6        |
| <b>Średnia</b>             | <b>16,3</b>   | <b>10,3</b> | <b>17,5</b>   | <b>10,7</b> | <b>16,5</b>   | <b>10,1</b> | <b>15,9</b>   | <b>10,4</b> | <b>16,1</b>   | <b>10,4</b> | <b>16,7</b>   | <b>10,9</b> |

I – obiekt kontroly - bez ochrony, II – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie miętą, III – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie krzemem.

W próbach bulw sadzeniaków i zebranych bulwach potomnych oceniono porażenie przez wirusy (tab. 16). W ocenianym materiale wirus A ziemniaka (PVA) oraz wirus X ziemniaka (PVX) nie wstąpiły. W bulwach potomnych porażenie wirusami było wyższe niż w sadzeniakach. U odmiany Denar mniejsze porażenie bulw wirusem M ziemniaka (PVM) wystąpiło w obu kombinacjach badanych w porównaniu do kontroli. Dla odmiany Gala uprawianej na poletkach gdzie stosowano zabiegi ochronne preparatami krzemowym i miętowym wystąpiło mniejsze porażenie przez wirusa Y ziemniaka (PVY).

Tabela 16. Porażenie bulw przez wirusy, odsetek porażonych bulw [%], Żmijewko 2024 r.

| Oceniana próba          | PVS         | PRLV        | PVM         | PVA        | PVY         | PVX        |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|------------|
| <b>Denar sadzeniaki</b> | <b>3,0</b>  | <b>0,0</b>  | <b>0,0</b>  | <b>0,0</b> | <b>0,0</b>  | <b>0,0</b> |
| Denar I                 | 5,3         | 1,8         | 26,3        | 0,0        | 87,7        | 0,0        |
| Denar II                | 3,4         | 3,4         | 17,2        | 0,0        | 86,2        | 0,0        |
| Denar III               | 0,0         | 1,9         | 1,9         | 0,0        | 100         | 0,0        |
| <b>SREDNIA I-III</b>    | <b>2,9</b>  | <b>2,4</b>  | <b>15,2</b> | <b>0,0</b> | <b>91,3</b> | <b>0,0</b> |
| <b>Gala sadzeniaki</b>  | <b>60,6</b> | <b>84,8</b> | <b>100</b>  | <b>0,0</b> | <b>0,0</b>  | <b>0,0</b> |
| Gala I                  | 41,4        | 94,8        | 98,3        | 0,0        | 25,9        | 0,0        |
| Gala II                 | 41,7        | 100         | 93,3        | 0,0        | 1,7         | 0,0        |
| Gala III                | 70,0        | 95,0        | 95,0        | 0,0        | 10,0        | 0,0        |
| <b>SREDNIA I-III</b>    | <b>51,0</b> | <b>96,6</b> | <b>95,5</b> | <b>0,0</b> | <b>12,5</b> | <b>0,0</b> |

I – obiekt kontroly - bez ochrony, II – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie miętą, III – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie krzemem.

#### 4. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Na podstawie prezentowanych wyników badań należy wnioskować, że zarówno ściółkowanie słomą pól z uprawą ziemniaka, zabiegi dolistne preparatami krzemowymi i miętowymi, korzystnie wpłynęły na uprawę ziemniaka przeznaczonego na sadzeniaki w warunkach ekologicznych. Wyniki nie są w pełni jednoznaczne. Wymagają powtórzeń w kolejnych latach w zmiennych warunkach pogodowych i przy innej presji owadów.

Ściółkowanie roślin słomą pozwoliło na zachowanie wilgoci w łanie przez dłuższy okres, jednocześnie zahamowało wzrost chwastów, których zwalczanie w uprawie ekologicznej jest utrudnione. Zastosowanie preparatu miętowego ograniczyło występowanie

owadów i mszyc ziemniaczanych. Zabiegi preparatem zawierającym krzem korzystnie wpłynęły na morfometrię i plon ziemniaka. Badania w tym układzie są zasadne, oparte o literaturę fachową, stanowią wstęp do dalszych badań. Na podstawie uzyskanych wyników sformułowano następujące wnioski:

1. Wydajność ziemniaka była różna i warunkowana miejscem uprawy, odmianą i zakresem stosowanej dodatkowej ochrony. Najwyższe plony bulw uzyskano dla odmiany Catania (uprawianej na polu doświadczalnym w Bydgoszczy), średnio 31,8 t/ha, a najniższe dla odmiany Gala (uprawianej w gospodarstwie ekologicznym w Żmijewku) 14,1 t/ha.
2. Ściółkowanie i ochrona roślin ziemniaka krzemem wpłynęła na poprawę wartości parametrów oceny morfometrycznej łanu ziemniaka w pełni okresy wegetacji.
3. Ściółkowanie i zabiegi dolistne miętą ograniczyły występowanie owadów i mszyc na roślinach ziemniaka w okresie wegetacji.
4. Zaobserwowano delikatne różnice w porażeniu bulw ziemniaka przez wirusy zależne od stosowanych dodatkowych zabiegów ochronnych.
5. Badania wymagają powtórzenia w kolejnym sezonie wegetacyjnym.

## **5. DOBRE PRAKTYKI PRODUKCYJNE W PROWADZENIU EKOLOGICZNEJ PLANTACJI NASIENNEJ ZIEMNIAKA W ZAKRESIE OGRANICZANIA ROZWOJU CHOROÓB WIRUSOWYCH ZIEMNIAKA**

Ekologiczna uprawa sadzeniaków ziemniaka jest zagadnieniem trudnym, obwarowanym wieloma wymogami i zaleceniami. Oprócz warunkowego dopuszczenia do sadzenia materiału sadzeniakowego pochodzącego z zakupu w komercyjnych przedsiębiorstwach nasiennych, stosowane są ziemniaki z własnych rozmnożeń prowadzonych w certyfikowanych gospodarstwach ekologicznych. Dobre praktyki produkcyjne służą poprawie zdrowotności roślin, jak również bulw potomnych, które w kolejnym sezonie wegetacyjnym stanowią materiał maticzny.

Wysoka jakość sadzeniaków warunkuje pozyskanie wysokiego i zdrowego plonu. Patogeny grzybowe i grzybopodobne, bakteryjne, wirusowe, jak również czynniki abiotyczne stanowią przyczynę wielu chorób ziemniaka. W warunkach ograniczonych możliwości stosowania chemicznych środków ochrony roślin odpowiedni stan fitosanitarny uprawy wymaga stosowania kilku podstawowych zasad, jak: właściwy płodozmian, prawidłowe przygotowanie gleby, uprawa odmian odpornych na patogeny, właściwa i terminowa pielęgnacja oraz selekcja negatywna (Nowacki 2013).

Właściwy płodozmian ma na celu nie tylko utrzymanie żyzności gleby (poprzez odpowiedni dobór gatunków), również pełni funkcję sanitarną. Ważne jest tu przede wszystkim zapobieganie występowaniu chorób, szkodników i chwastów. Ziemniak ma wysokie wymagania w tym zakresie, ze względu na występowanie wielu chorób pochodzenia bakteryjnego i grzybowego, które nasilają się przy częstym następstwie gatunku po sobie na tym samym polu. Zalecana jest uprawa ziemniaka nie częściej niż co 4-5 lat na tym samym stanowisku. Odpowiedni przedplon powinien wnieść do gleby znaczną masę organiczną i umożliwić właściwe przygotowanie pola. Dla utrzymania właściwej żyzności gleb w rolnictwie ekologicznym ważna jest poprawność wykonywania poszczególnych zabiegów uprawowych. Prace wykonywane latem i jesienią w roku poprzedzającym uprawę ziemniaka mają na celu przerwanie parowania wody, przykrycie resztek poźniwnych i zniszczenie kielkujących chwastów, spulchnienie i rozluźnienie gleby warstwy ornej i podornej (głębosz).

Wiosenne zabiegi zapobiegają stratom wody, niszczą kiełkujące chwasty oraz spulchniają i wyrównują glebę.

W uprawie ekologicznej najlepiej sprawdzają się odmiany bardzo wczesne i wczesne lub te o podwyższonej odporności na choroby, w szczególności na zarazę ziemniaka. Odmiany te charakteryzują niskie wymagania glebowe i nawozowe, szybki początkowy wzrost, dobra jakość bulw i wysoka odpornością na wirusy. U odmian wczesnych i bardzo wczesnych najważniejszą zaletą jest szybki przyrost plonu handlowego oraz podwyższona odporność na zarazę. W drugiej grupie, ważna jest wysoka plenność, jak również dobra trwałość przechowalnicza.

Powodzenie uprawy warunkowane jest również zachowaniem dobrej kultury pola. W uprawie ekologicznej chwasty mogą być zwalczane jedynie w sposób mechaniczny. Szybkie tempo wzrostu w początkowej fazie jest pożądane, ponieważ roślina ziemniaka staje się konkurencyjna w stosunku do chwastów. Ponadto szybki rozwój roślin sprzyja wiązaniu plonu i umożliwia uzyskanie nawet 75% plonu końcowego przed pojawieniem się zarazy ziemniaka.

Podkielkowywanie sadzeniaków jest zalecane nie tylko w ekologicznej uprawie ziemniaków. Zabieg ten jest szczególnie pożądany w produkcji ekologicznej ponieważ przyspiesza wschody o 1-2 tygodnie i wpływa na lepszy rozwój systemu korzeniowego. Przesunięcie wegetacji na okres lepszego nasłonecznienia wpływa na większe przyrosty plonu, a wcześniejszy zbiór, przypadający na okres wyższych temperatur powoduje zmniejszenie uszkodzeń mechanicznych, co z kolei sprzyja dobremu przechowywaniu bulw przez okres zimy.

Ograniczenia związane z zakazem stosowania chemicznych środków ochrony roślin wymuszają stosowanie w uprawie ekologicznej odmian ziemniaka odpornych na choroby. Szczególnie ważna jest odporność na zarazę ziemniaka. Choroba wywoływana przez łęgniowca *Phytophthora infestans*, powoduje straty w plonie bulw sięgające przypadku niechronionych plantacji do 70 %. Bardzo wczesne pojawienie się zarazy na roślinach ziemniaka, przy pierwszych objawach występujących już w maju, może skutkować całkowitym brakiem plonu bulw [FRY, 1994; KRYCZYŃSKI i WEBER, 2014; KAPSA i OSOWSKI, 2004].

Uprawa ekologicznych ziemniaków wymaga wyboru odmiany o odpowiednio wysokiej odporności na wirusy. Właśnie ta cecha decyduje o częstotliwości wymiany sadzeniaków. Nowy materiał sadzeniakowy jest obecnie jedynym sposobem na zapewnienie wystarczającej zdrowotności plantacji, który nie spowoduje spadku plonów wywołanych przez degenerację wirusową ziemniaka. W warunkach klimatycznych Polski największe znaczenie mają wirusy Y ziemniaka (PVY), wirus M ziemniaka (PVM) i wirus liściozwoju ziemniaka (PLRV) [Campos i Ortis, 2020]. Do 2014 r. urzędowe badania obejmowały tylko te wirusy. Obecnie kontrolowane jest porażenie wirusami PLRV, Y, A, M lub kombinacjami wirusa Y i X, Wirusa A i X oraz wirusa X i S [Dz. U. 2014 poz. 1651]. Patogeny te mogą obniżać plon nawet do 80%. Główne źródło rozprzestrzeniania wirusów stanowią porażone sadzeniaki oraz mszyce [Borecki 2001, Valkonen, 2015].

Produkcja sadzeniaków na własne potrzeby powinna uwzględniać zasady obowiązujące w certyfikowanej produkcji nasiennej. Stosowanie zdrowych bulw jest oczywiste. Zdrowotność bulw zależy od stopnia porażenia ich przez choroby, szczególnie wirusowe. Dobre praktyki w produkcji ziemniaka nasiennego powinny mieć na celu ograniczenie żerowania mszyc, wektorów chorób wirusowych. Wśród zaleceń wymieniane jest mulczowanie słomą, stosowanie olejów mineralnych i innych substancji tworzących barierę fizyczną dla owadów, czy olejków eterycznych, działających toksycznie lub pełniących rolę repelentów.

W badaniach Doring i Saucke [2002] mulczowanie słomą w uprawie ziemniaka spowodowało spadek inwazji mszyc bezskrzydłych na liściach ziemniaka i odłowionych form uskrzydłych. Jednocześnie porażenie bulw z poletek mulczowanych było znacznie niższe niż na obiektach kontrolnych. Mniejszą liczbę mszyc tłumaczono reakcją owadów na określoną długość fal świetlnych, które powstały po odbiciu promieni słonecznych od podłoża. W innych badaniach zastosowanie słomy w ilości  $4\text{--}5\text{ t ha}^{-1}$  znacznie zmniejszyło inwazję mszyc na liściach oraz występowanie wirusa Y w bulwach ziemniaka [Saucke i Döring, 2004]. Podobnie w badaniach Shah i in. [2021] mulczowanie ziemniaka słomą ograniczyło populację owadów. Natomiast po zastosowaniu zabiegów mulczowania słomą oraz zabiegów dolistnych olejem mineralnym odnotowano mniejsze porażenia ziemniaka przez PVY w badaniach Dupuis i współautorów [2017].

Działanie toksyczne olejków miętowych na różne gatunki mszyc wykazują wyniki licznych badań [Biniaś i in. 2017, Hossein i Tous 2021, Senjerehei 2023]. Olejek z mięty pieprzowej (*Mentha piperita*) w badaniach Górskiego i Piątka [2009] wykazał aż 100 % śmiertelność mszyc należących do gatunku *Aulacorthum solani* po 24h od jego zastosowania. Biniaś i współautorzy (2017) określali działanie wodnych ekstraktów z mięty (*Mentha piperita*) wykonanych z suszonych (o różnych stężeniach 2, 5, 10 %) oraz świeżych (10, 20 i 30 %) roślin na dwa gatunki owadów: *Sitona lineatus* i *Aphis fabae*. Wodne ekstrakty z mięty pieprzowej ograniczyły żerowanie *S. lineatus*. Bardziej skuteczne okazały się ekstrakty przygotowane z roślin suszonych. Śmiertelność larw *A. fabae* rosła wraz ze wzrostem stężenia mięty w preparatach, a ponadto była wyższa dla form bezskrzydłych. Dla samic tego gatunku skuteczne okazały się dopiero najwyższe stężenia z ocenianych ekstraktów: 10% dla suszu i 30% świeżych roślin. W badaniach własnych wykazano mniejszą liczebność owadów i mszyc ziemniaczanych na poletkach z zabiegami dolistnymi preparatem z miętą. Wyniki te potwierdzają działanie odstrasżające owadów. Stosowanie zabiegów preparatami zawierającymi miętę może przyczynić się do ograniczenia występowania mszyc, wektorów wirusów ziemniaka.

Innym sposobem na ograniczenie uszkodzeń roślin ziemniaka powodowanych przez mszycę jest stosowanie preparatów tworzących mechaniczną barierę na roślinach lub poprzez dodatkowe odżywienie, poprawę kondycji roślin, powodujących wzrost odporności lub tolerancji na choroby. Dobre rozwiązanie stanowią preparaty krzemowe. Mogą one być stosowane doglebowo i dolistnie. O zaletach krzemu w produkcji roślinnej informują dostępne wyniki badań. Stosowanie doglebowe korzystnie wpływa na rozwój systemu korzeniowego. Dobrze rozbudowany system korzeniowy umożliwia pobieranie wody oraz niezbędnych minerałów z głębszych warstw gleby. Pozwala to na ograniczenie niekorzystnego wpływ czynników stresowych związanych np. z suszą i poprawia wydajność [Bastacoti 2023, Sacala, 2009, Trawczyński, 2021, Zarag i in. 2019]. Krzem stymuluje wzrost i rozwój, a przez utwardzanie liści i łodyg roślina staje się bardziej odporna na inwazję szkodników. Krzem, jako preparat dolistny może być stosowany w różnej formie. Wzbogaca rośliny w dodatkową barierę mechaniczną chroniącą przed patogenami roślinnymi lub przez wzmocnienie ścian komórkowych wzrasta odporność na uszkodzenia mechaniczne [Kieloch i Kulon, 2019]. Ocena wpływu dolistnego stosowania kwasu krzemowego na rozwój, produktywność i poziom porażenia roślin ziemniaka przez chrząszcze i mszycę była tematem innych badań naukowych. Uzyskane wyniki nie były jednoznaczne ze względu na ogólne niskie zagęszczenie owadów występujących na uprawach ziemniaka, zmienne warunki klimatyczne

i wnioskowanie na podstawie jednego sezonu wegetacyjnego [Silva i in. 2010]. Podobne wnioski sformułowano na podstawie prowadzonych badań własnych. Nie zaobserwowano znacznego spadku liczebności mszyc ziemniaczanych pod wpływem stosowanego preparatu krzemowego. Ponadto w prezentowanych badaniach zakładano, że stosowane związki krzemowe wpłyną na poprawę kondycji roślin i utrudnią owadom żerowanie. Gomes i in. [2008] stosowali krzem jako induktor odporności ziemniaka na mszycę brzoskwiniowo-ziemniaczaną (*Myzus persicae* (Sulzer)). Autorzy nie stwierdzili również wpływu krzemu na preferencje mszyc, zaobserwowali natomiast spadek płodność i tempa wzrostu populacji owadów.

Na podstawie danych literaturowych i wyników własnych należy wnioskować, że zarówno ściółkowanie zabiegi dolistne preparatami krzemowymi i miętowymi, stanowiące temat realizowanych w 2024 r. badań będą wprowadzeniem do dalszych badań mających na celu doprecyzowanie dobrych praktyk produkcyjnych ziemniaka nasiennego w zakresie ograniczania występowania chorób wirusowych.

Opracowanie powstało w ramach dotacji na pokrycie kosztów badań na rzecz rolnictwa ekologicznego na podstawie decyzji Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju wsi DEJ.re.765.7.2024 027.10.2023; w temacie: Badania w zakresie produkcji ekologicznego materiału siewnego roślin rolniczych. Określenie dobrych praktyk produkcyjnych, z uwzględnieniem warunków glebowych i klimatycznych oraz odporności i tolerancji na choroby - wytyczne dla prowadzenia ekologicznych plantacji nasiennej roślin rolniczych pod kątem produkcji materiału siewnego. **Ekologiczna uprawa sadzeniaków ziemniaka.**



Zrealizowano na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi  
Nr decyzji: DEJ.re.765.1.2024 (punkt 1) z dnia 02.04.2024 r.



INSTYTUT UPRAWY NAWOŻENIA I GLEBOZNAWSTWA  
- PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY W PUŁAWACH

## **Sprawozdanie z zadania badawczego pt.**

**„Uprawy polowe metodami ekologicznymi: badania w zakresie podnoszenia efektywności i wydajności w ekologicznej uprawie roślin rolniczych, ze szczególnym uwzględnieniem innowacyjnych rozwiązań zastępujących praktyki i środki produkcji niedozwolone w produkcji ekologicznej.**

**Opracowanie narzędzia wsparcia decyzji dla ekologicznej uprawy zbóż  
(e-usługi dla rolnictwa ekologicznego)”**

**Kierownik zadania badawczego: prof. dr hab. Beata Feledyn-Szewczyk**

### Konsultanci merytoryczni:

Pracownicy IUNG – PIB: dr hab. Krzysztof Jończyk, dr hab. Jarosław Stalenga,  
prof. dr hab. Mariola Staniak, dr Agata Witorożec-Piechnik, dr Adam Berbeć,  
dr Paweł Radzikowski, dr Monika Kowalik

### Wykonawca zewnętrzny:

Firma komputerowa POLBAJT

## WSTĘP I ZNACZENIE PODJĘTEJ TEMATYKI

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowy Instytut Badawczy w Puławach posiada duży dorobek naukowy i praktyczny, zdobyty podczas realizacji tematów badawczych na rzecz rolnictwa ekologicznego z dotacji MRiRW w latach 2004-2023 oraz innych projektów. Jednak wyniki badań, zdaniem rolników i doradców, są często rozproszone w raportach, broszurach i publikacjach, a przez to trudno dostępne. Ponadto niektórzy rolnicy zwracają się bezpośrednio do IUNG-PIB z pytaniami dotyczącymi agrotechniki roślin uprawnych w systemie ekologicznym. Na rynku brak było kompleksowego narzędzia wsparcia dedykowanego dla rolnictwa ekologicznego, na wzór aplikacji dostępnych dla rolnictwa konwencjonalnego. Te przesłanki skłoniły autorów tematu do opracowania kompleksowego narzędzia - **aplikacji webowej EKO - ZBOŻE** do wsparcia decyzji w zakresie ekologicznej produkcji zbóż. Aplikacja dostępna jest on-line dla szerokiego grona użytkowników **pod adresem <https://ekozboze.iung.pl> oraz na stronie internetowej IUNG-PIB w serwisie „Rolnictwo ekologiczne” i „Oferta badań – Programy doradcze online”**.

Podstawą do zbudowania programu była wiedza zgromadzona przez pracowników IUNG-PIB podczas realizacji tematów z dotacji MRiRW na badania z zakresu rolnictwa ekologicznego, zawarta m.in. w raportach, broszurach i instrukcjach wdrożeniowych oraz inne dostępne bazy danych i serwisy dotyczące rolnictwa ekologicznego (np. listy nawozów, preparatów poprawiających żyzność gleby i biostymulatorów, które prowadzi IUNG-PIB oraz listy biopreparatów do ochrony roślin, prowadzone przez IOR-PIB). Zboża mają największy udział w strukturze zasiewów, w tym pszenica jako główne zboże konsumpcyjne, dlatego ten gatunek został wybrany jako modelowy do opracowania narzędzia.

## CEL BADAŃ

**Celem zadania było opracowanie kompleksowego narzędzia (programu komputerowego) do wsparcia decyzji rolników i doradców w zakresie ekologicznej produkcji zbóż.** Program jest dostępny on-line dla praktyki rolniczej, stanowiąc Internetowy System Wspomagania Decyzji w Rolnictwie Ekologicznym (<https://ekozboze.iung.pl>). **Stworzony program EKO-ZBOŻE sprzyja transferowi wiedzy z zakresu uprawy zbóż w rolnictwie ekologicznym do praktyki rolniczej oraz zwiększeniu udziału rolnictwa ekologicznego w kraju.**

## WYNIKI ZADAŃ BADAWCZYCH

W I etapie realizacji projektu stworzono koncepcję programu oraz zebrano obszerną wiedzę z zakresu agrotechniki uprawy zbóż w systemie ekologicznym i pogrupowano ją na poszczególne moduły wiedzy. Przygotowano 10 modułów wiedzy do wsparcia decyzji producentów w systemie ekologicznym:

1. Jak zostać rolnikiem ekologicznym?
2. Zmianowania i przedplony dla pszenicy jarej
3. Wybór odpowiedniej odmiany pszenicy jarej do uprawy w systemie ekologicznym
4. Materiał siewny
5. Uprawa roli
6. Wapnowanie
7. Nawożenie
8. Ochrona roślin
9. Zwalczenie chwastów
10. Biopreparaty

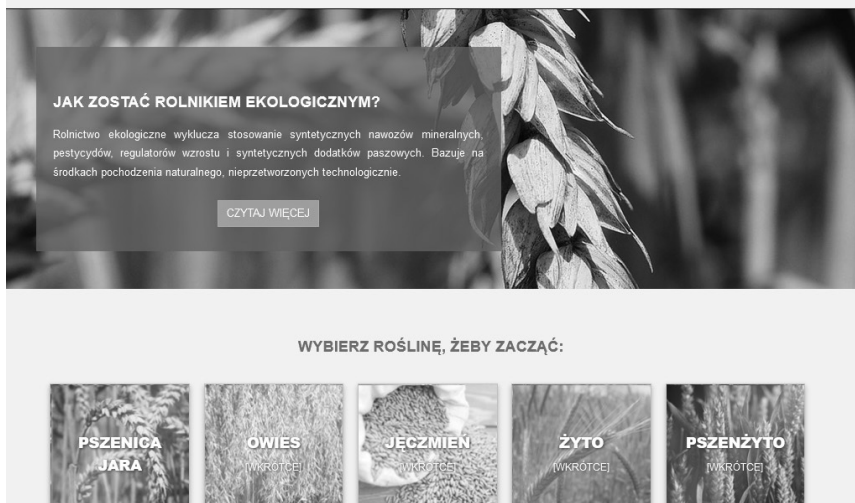
Treści zamieszczone w aplikacji pochodzą głównie z publikacji IUNG-PIB, ale aby zapewnić kompleksowość wiedzy skorzystano także z dostępnych opracowań IOR-PIB w Poznaniu, COBORU oraz CDR w Brwinowie i Radomiu.

W II etapie realizacji projektu przy współpracy z firmą informatyczną stworzono prototyp programu (aplikacji webowej) EKO-ZBOŻE do wsparcia decyzji rolnika w zakresie ekologicznej uprawy zbóż. Został stworzony projekt graficzny aplikacji, interfejs użytkownika, wygląd ekranów i układ menu. Następnie wsad merytoryczny opracowany przez pracowników IUNG-PIB został przeniesiony do programu komputerowego.

Program jest intuicyjny w obsłudze, a zarazem zawiera kompleksową i praktyczną wiedzę podaną w przystępny, logicznie ułożony sposób. Aplikacja EKO-ZBOŻE spełnia wymogi dostępności dla użytkowników z niepełnosprawnościami. Jest również responsywna, przystosowana do korzystania na różnych urządzeniach (komputer, tablet, telefon).

Poniżej przedstawiono zrzuty ekranu opracowanego programu komputerowego (aplikacji webowej) EKO-ZBOŻE - <https://ekozboze.iung.pl>, dostępnej ze strony IUNG-PIB [www.iung.pl](http://www.iung.pl), serwis „Rolnictwo ekologiczne” oraz „Oferta badań – Programy doradcze online” (fot. 1).

## SYSTEM WSPARCIA DECYZJI W ZAKRESIE EKOLOGICZNEJ UPRAWY ZBÓŻ

Fot. 1 Główny interfejs programu EKO-ZBOŻE (<https://ekozboze.iung.pl>)

Kolejne moduły programu EKO-ZBOŻE kryją w sobie kompleksową wiedzę przekazaną w przystępny sposób na temat, jak zostać rolnikiem ekologicznym (fot. 2). W zakładce „Kolejne kroki przejścia na ekologię” rolnik dowie się, od czego zacząć proces przestawiania gospodarstwa z konwencjonalnego na ekologiczne i zostanie poinformowany, jakie są jednostki certyfikujące, do których może zgłosić się o objęcie opieką i certyfikacją (fot. 3).

## TEORIA

### DEFINICJA ROLNICTWA EKOLOGICZNEGO

**System ekologiczny** oznacza sposób gospodarowania przyjazny dla środowiska, oparty na wykorzystaniu naturalnych procesów zachodzących w gospodarstwie rolnym, o zrównoważonej produkcji roślinnej i zwierzęcej w obrębie gospodarstwa.

**Rolnictwo ekologiczne** wyklucza stosowanie syntetycznych nawozów mineralnych, pestycydów, regulatorów wzrostu i syntetycznych dodatków paszowych. Bazuje na środkach pochodzenia naturalnego, nieprzetworzonych technologicznie.



### PODSTAWOWE ZASADY PRODUKCJI ROLNEJ W SYSTEMIE EKOLOGICZNYM

### PRZEPISY PRAWNE DOT. ROLNICTWA EKOLOGICZNEGO

## PRAKTYKA

### KOLEJNE KROKI PRZEJŚCIA NA EKOLOGIĘ

### SYSTEM KONTROLI I CERTYFIKACJI W POLSCE

Fot. 2. Moduł: Jak zostać rolnikiem ekologicznym?

## PRAKTYKA

### KOLEJNE KROKI PRZEJŚCIA NA EKOLOGIE

1. Podejmij decyzję. Pamiętaj, że rolnictwo ekologiczne to nie tylko produkcja wysokiej jakości żywności, ale także ochrona środowiska w Twoim gospodarstwie. Przyczyniasz się tym samym do wytwarzania dóbr publicznych dla całego społeczeństwa, za co przysługuje Ci dopłata do rolnictwa ekologicznego.
2. Zdobądź przynajmniej podstawową wiedzę ekologiczną, zarówno teoretyczną, jak i praktyczną. Możesz to zrobić poprzez szkolenia, filmy edukacyjne, pokazy praktyczne oraz wizyty w innych gospodarstwach ekologicznych.
3. Podejmij kontakt z wybranym ośrodkiem doradztwa rolniczego, doradcą lub wybraną **JEDNOSTKĄ CERTYFIKACYJNĄ**, która pomoże wypełnić odpowiednie dokumenty.
4. Pamiętaj, że uzyskanie certyfikatu ekologicznego poprzedzone jest **OKRESEM PRZESTAWIANIA** podczas którego bądź przygotowany na kontrole jednostki certyfikującej. Coroczne kontrole odbywać się będą także po uzyskaniu certyfikatu ekologicznego.

#### Jednostki certyfikujące w rolnictwie ekologicznym (13 jednostek)

Certyfikacja produkcji ekologicznej pozwala na potwierdzenie prowadzenia upraw zgodnie z wymaganiami rolnictwa ekologicznego. Pozytywne zakończenie procesu jest równoznaczne z wydaniem certyfikatu poświadczającego stosowanie tej metody produkcji.

- Ekogwarancja PTRE Sp. z o.o. - <https://ekogwarancja.pro/>
- PNG Sp. z o.o. - <https://certyfikacja.co>
- Kiwa COBICO Sp. z o.o. - <https://www.cobico.pl>
- BIOEKSPERT Sp. z o.o. - <https://bioekspert.pl>
- Biocert Małopolska Sp. z o.o. - <https://www.biocert.pl>
- Polskie Centrum Badań i Certyfikacji S.A. - <https://www.pcbc.gov.pl>
- "AGRO BIO TEST" Sp. z o.o. - <https://agrobiotest.pl>
- TÜV Rheinland Polska Sp. z o.o. - <https://www.tuv.com/poland/pl>
- Centrum Jakości AgroEko Sp. z o.o. - <https://www.agroeko.com.pl>
- DQS Polska Sp. z o.o. - <https://www.dqsglobal.com/pl-pl>
- Bureau Veritas Polska Sp. z o.o. - <https://www.bureauveritas.pl>
- Krajowe Centrum Badań i Certyfikacji „Gwarantowana Jakość” Sp. z o.o. - <http://www.kcbc.pl>
- eCO2 Sp. z o.o. - <https://eco2cert.pl/>

### SYSTEM KONTROLI I CERTYFIKACJI W POLSCE

Fot. 3. Moduł: Jak zostać rolnikiem ekologicznym? Praktyka.

Moduły wiedzy dotyczące uprawy pszenicy jarej zawierają niezbędną wiedzę o agrotechnice pszenicy jarej w ekologicznym systemie gospodarowania (fot. 4).

## PSZENICA JARA - JAK UPRAWIAĆ W SYSTEMIE EKOLOGICZNYM?

WYBIERZ OPCJE:

|                                                |
|------------------------------------------------|
| ZMIANOWANIA I PRZEDPLONY DLA PSZENICY JAREJ    |
| CHCĘ WYBRAĆ ODPOWIEDNIĄ ODMIANĘ PSZENICY JAREJ |
| JAKI MATERIAŁ SIEWNY MOGĘ UŻYĆ?                |
| UPRAWA ROLI                                    |
| CZY POWINIENEM WAPNOWAĆ?                       |
| NAWOŻENIE                                      |
| OCHRONA ROŚLIN                                 |
| ZWALCZANIE CHWASTÓW                            |
| BIOPREPARATY                                   |

Fot. 4. Moduły wiedzy dotyczące uprawy pszenicy jarej w systemie ekologicznym.

W zakładce „Zmianowania i przedplony dla pszenicy jarej” rolnik znajdzie podpowiedzi poprawnych zmianowań, jakie może zastosować w swoim gospodarstwie, w zależności od rodzaju gleby i profilu gospodarstwa. Dowie się także, jakie przeciętne plony pszenicy jarej osiąga się w gospodarstwach ekologicznych w zależności od typu gleby (fot. 5).

## DOBÓR PRZEDPŁONÓW DLA PSZENICY JAREJ

Dobór przedplonów dla pszenicy jarej

| Dobre                                                                                                                   | Średnie                                                                                            | Złe                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| bobowate i ich mieszanki z trawami, późne odmiany ziemniaka, burak pastewny, warzywa korzeniowe i kapustne <sup>1</sup> | zboża, po których uprawiane są międzyplony ścierniskowe lub wsiewki na zielone nawozy <sup>2</sup> | pszenica, żyto, jęczmień, pszenżyto |

<sup>1</sup> przedplony nawożone obornikiem lub kompostem;<sup>2</sup> udane wsiewki z dużym udziałem bobowatych (konieczny czerwona lub biała albo lucerna chmielowa) lub międzyplony ścierniskowe z dużym udziałem strączkowych (peluska, wyka, bobik itp.)

Pszenica – najsilniej reaguje na przedplon, powinna następować po dobrych przedplonach: bobowate drobnonasienne, strączkowe, rzepak, okopowe na oborniku. Pszenica orkisz ma nieco mniejsze wymagania niż pszenica zwyczajna.

Po przedplonach średniej wartości plony pszenicy jarej będą o około 10-15%, a po przedplonach złych nawet o 25-35% mniejsze niż w dobrych stanowiskach.

## PROPONOWANE ZMIANOWANIA Z UPRAWĄ PSZENICY JAREJ W ZALEŻNOŚCI OD TYPU GLEBY

## WYBIERZ GLEBĘ

## PROPONOWANE ZMIANOWANIA Z UPRAWĄ PSZENICY JAREJ W ZALEŻNOŚCI OD PROFILU GOSPODARSTWA

## WYBIERZ PROFIL GOSPODARSTWA

## PLONY PSZENICY JAREJ EKOLOGICZNEJ NA RÓŻNYCH GLEBACH

|                                       | Kompleksy przydatności rolniczej gleb* |             |     |          |       |
|---------------------------------------|----------------------------------------|-------------|-----|----------|-------|
|                                       | 1, 2, 10                               | 3, 4, 8, 11 | 5   | 6, 9, 12 | 7, 13 |
| Przeciętny plon pszenicy jarej (t/ha) | 4,4                                    | 3,9         | 2,8 | 0        | 0     |

\* 1 – pszeniczny bardzo dobry, 2 – pszeniczny dobry, 3 – pszeniczny wadliwy, 4 – żytni bardzo dobry, 5 – żytni dobry, 6 – żytni słaby, 7 – żytni bardzo słaby, 8 – zbożowo-pastewny mocny, 9 – zbożowo-pastewny słaby, 10 – pszeniczny górski, 11 – zbożowy górski, 12 – owsiano-ziemniaczany górski, 13 – owsiano-pastewny górski. Źródło: K. Jorczyk (IUNG-PIB)

Fot. 5. Moduł wiedzy dotyczący płodozmianu i przedplonów dla pszenicy jarej.

Moduł wiedzy dotyczący doboru odmiany pszenicy jarej zawiera charakterystykę poszczególnych odmian, z uwzględnieniem ich przydatności dla rolnictwa ekologicznego. Po kliknięciu na zdjęcie odmiany rozwija się jej opis (fot. 6).



Fot. 6. Moduł „Wybór odmiany pszenicy jarej”

Moduł wiedzy „Materiał siewny” zawiera informacje o możliwym źródle nasion do produkcji ekologicznej, przygotowaniu materiału siewnego wraz z metodami ekologicznego zaprawiania, terminie i ilości wysiewu oraz technice siewu (fot. 7).

## JAKI MATERIAŁ SIEWNY MOGĘ UŻYĆ?

- Materiał siewny** i rozmnożeniowy powinien pochodzić z reprodukcji w rolnictwie ekologicznym. Wykaz dostępnego materiału siewnego, nasion i wegetatywnego materiału nasadzeniowego wyprodukowanego metodami ekologicznymi prowadzi Państwowa Inspekcja Ochrony Roślin i Nasiennictwa pod adresem:

<https://www.gov.pl/web/gov/wykaz-materiału-ekologicznego>

- Jeśli jest niedostępny na rynku, konieczne jest wnioskowanie o urzędową zgodę do właściwego Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Roślin i Nasiennictwa na zastosowanie materiału konwencjonalnego, niezaprawianego chemicznie.

Uzyskaj pozwolenie na zastosowanie konwencjonalnego materiału siewnego:

<https://www.gov.pl/web/gov/uzyskaj- pozwolenia-na-konwencjonalny-materiał-siewny>

### PRZYGOTOWANIE MATERIAŁU SIEWNEGO

### TERMIN SIEWU

### IŁOŚĆ WYSIEWU

### TECHNIKA SIEWU

#### IŁOŚĆ WYSIEWU

Pszenvica jara krzewi się słabo, z tego względu norma jej wysiewu jest większa niż pszenicy ozimej. Zdecydowana większość odmian pszenicy jarej znajdujących się w rejestrze odmian wymaga wysiewu w granicach 400-450 szt./m<sup>2</sup>. Wystarczająca liczba roślin dla pszenicy jarej po wschodach wynosi od około 400 szt./m<sup>2</sup> na glebach dobrych do 450 szt./m<sup>2</sup> na słabszych.

**Orientacyjne ilości wysiewu pszenicy jarej w kg/ha w zależności od masy 1000 ziaren (g) materiału siewnego**

| Liczba ziaren <sup>1</sup> na 1 m <sup>2</sup> | Masa 1000 ziaren (g)  |     |     |
|------------------------------------------------|-----------------------|-----|-----|
|                                                | 35                    | 40  | 45  |
|                                                | Ilość wysiewu w kg/ha |     |     |
| 400                                            | 147                   | 168 | 189 |
| 450                                            | 166                   | 189 | 213 |

<sup>1</sup> przyjęto zdolność kiełkowania - 95%.

Masę wysiewanego ziarna w kg/ha wylicza się ze wzoru:

$$\text{Ilość wysiewu w kg} = N \times \text{MTZ} \times 100/W$$

N - gęstość wysiewu w szt./m<sup>2</sup> MTZ - masa 1000 ziaren (g)  
W - wartość użytkowa nasion (zdolność kiełkowania x czystość)

Zwiększenie ilości wysiewu o około 10% jest uzasadnione przy opóźnionym terminie lub uprawie pszenicy jarej na słabszej glebie.

W rolnictwie ekologicznym pszenica jara może być również rośliną ochronną dla wsiewki. Wówczas należy zmniejszyć normę jej wysiewu o 15-20%. Pszenica jara ma duże wymagania wilgotnościowe (większe niż jęczmień) i z tego powodu jako roślina ochronna może stosowana w rejonach o większej ilości opadów (np. Podkarpacie, Suwalszczyzna). Z reguły wsiewki wysiewa się łącznie z rośliną zbożową, rozwiązanie to nie jest jednak najlepszym ze względu na głębokość siewu. Rośliny zbożowe wymagają głębszego siewu niż wsiewki i z tego powodu korzystniej jest wysiewać roślinę ochronną i wsiewkę oddzielnie.

Fot. 7. Moduł „Materiał siewny” zawiera informacje m.in o zalecanych normach wysiewu pszenicy w systemie ekologicznym.

Moduł „Nawożenie” zawiera kompendium wiedzy o nawożeniu zbóż w rolnictwie ekologicznym. Wskazuje rolnikowi produkty nawozowe, środki poprawiające żyzność gleby i stymulatory wzrostu dopuszczone do stosowania w rolnictwie ekologicznym w postaci listy i wyszukiwarki opracowanej przez IUNG-PIB (fot. 8).

|                                                           |
|-----------------------------------------------------------|
| ŻYŻNA GLEBA JEST KLUCZEM DO SUKCESU                       |
| NA POCZĄTKU ZBADAJ SWOJĄ GLEBĘ                            |
| AZOT - PODSTAWOWY SKŁADNIK POKARMOWY                      |
| MATERIA ORGANICZNA GLEBY                                  |
| POTRZEBY NAWOŻENIA ROŚLIN                                 |
| NAWOZY I ŚRODKI POPRAWIAJĄCE WŁAŚCIWOŚCI GLEBY            |
| PRODUKTY O KORZYSTNYM DZIAŁANIU NA WZROST I ROZWÓJ ROŚLIN |
| WYKAZ NAWOZÓW I ŚRODKÓW UPRAWIAJĄCYCH WŁAŚCIWOŚCI GLEBY   |

Fot. 8. Moduł „Nawożenie”

Aplikacja EKO-ZBOŻE wskazuje producentom wykazy środków ochrony roślin dopuszczonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym w postaci listy preparatów i ich wyszukiwarki opracowanej przez IOR-PIB (fot. 9). Zwraca uwagę rolnika na znaczenie bioróżnorodności w kształtowaniu równowagi ekologicznej na polu, która zapewnia naturalną, biologiczną ochronę przed patogenami i szkodnikami. W module „Ochrona roślin” rolnik uzyskuje informację, jakie biologiczne środki ochrony roślin są dopuszczone do stosowania w rolnictwie ekologicznym w uprawie danego gatunku.

## OCHRONA ROŚLIN

### OCHRONA PRZED CHOROBYMI I SZKODNIKAMI

Zapobieganie szkodom wyrządzanym przez choroby i szkodniki polega przede wszystkim na:

- ochronie ich naturalnych wrogów,
- wyborze odpowiednich gatunków, odmian i heterogenicznego materiału,
- zróżnicowaniu płodozmianu,
- zastosowaniu metod mechanicznych, biologicznych, fizycznych i termicznych.



Różnorodność upraw jako narzędzie ochrony roślin

W przypadku gdy odpowiednia ochrona roślin przed chorobami i szkodnikami nie jest możliwa z wykorzystaniem w/w metod lub w przypadku stwierdzonego zagrożenia dla uprawy, można stosować jedynie produkty i substancje dopuszczone do stosowania w produkcji ekologicznej na podstawie art. 9 i 24 Rozp. 2018/848 i tylko w zakresie, w jakim jest to niezbędne.

### LISTA ŚRODKÓW OCHRONY ROŚLIN

których stosowanie jest zgodne z wymogami przepisów dotyczących rolnictwa ekologicznego znajduje się po adresem:

<https://www.gov.pl/web/rolnictwo/ochrona-roslin-w-rolnictwie-ekologicznym/> →

Wykaz obejmuje środki ochrony roślin zawierające substancje czynne wymienione w Załączniku I do Rozporządzenia Wykonawczego Komisji (UE) 2021/1165, oraz ich stosowanie jest zgodne z warunkami stosowania określonymi w zezwoleniach na produkty, które je zawierają, udzielonych Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

[www.ior.poznan.pl/1631,środki-ochrony-roslin-do-upraw-ekologicznych/](http://www.ior.poznan.pl/1631,środki-ochrony-roslin-do-upraw-ekologicznych/) →

### WYBIERZ PREPARAT NA PATOGENY GRZYBOWE I SZKODNIKI:

<https://rolnictwo-ekologiczne.ior.poznan.pl/> →

METODY AGROTECHNICZNE MAJĄCE ZASTOSOWANIE W OCHRONIE PSZENICY

METODY BIOLOGICZNE MAJĄCE ZASTOSOWANIE W OCHRONIE PSZENICY

## Fot. 9. Moduł „Ochrona roślin”

Moduł „Zwalczania chwastów” w aplikacji EKO-ZBOŻE informuje rolnika o strategii regulacji zachwaszczenia w rolnictwie ekologicznym, nie chemicznych metodach zwalczania chwastów oraz sposobach radzenia sobie z uciążliwymi gatunkami (fot. 10).

## CEL: ZWIĘKSZANIE KONKURENCYJNOŚCI ROŚLINY UPRAWNEJ W STOSUNKU DO CHWASTÓW

- Zwalczanie chwastów w pszenicy w rolnictwie ekologicznym ma na celu nie całkowite zwalczanie chwastów, ale takie sterowanie zachwaszczeniem, aby nie powodowało ono istotnego spadku plonu, tzn. nie przekraczało **PROGÓW SZKODLIWOŚCI**
- Chwastów nie należy traktować wyłącznie jako czynnika ograniczającego plony roślin uprawnych, ale z drugiej strony ich ekologiczne znaczenie w środowisku (zwiększanie bioróżnorodności, pokarm i ostoję dla zwierząt, w tym zapylaczy i in.) nie może usprawiedliwiać ich nadmiernego występowania.
- Strategia regulacji zachwaszczenia w rolnictwie ekologicznym polega na tworzeniu warunków sprzyjających uzyskaniu dominacji przez łan rośliny uprawnej nad chwastami. Jest to osiągnięte za pomocą metod pośrednich (agrotechnicznych) i bezpośrednich



METODY REGULACJI ZACHWASZCZENIA W PSZENICY W SYSTEMIE EKOLOGICZNYM



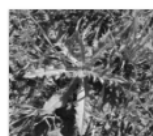
### UCIĄŻLIWE GATUNKI CHWASTÓW I ICH EKOLOGICZNE ZWALCZANIE



Perz włosiwy



Skrzyp polny



Ostrożeń polny

#### PERZ WŁAŚCIWY

- jeden z najbardziej uciążliwych chwastów wieloletnich,
- z każdego odciętego w czasie wykonywania kawałka rozłogu z pączkiem może rozwinąć się nowa roślina,
- metoda agrotechniczna „zmęczenia” – pocięcie w okresie lato/jesień systemu korzeniowego/rozłogów, wydobycie na powierzchnię, przesuszenie i usunięcie z pola lub poddanie działaniu mrozu. Kilkakrotne cięcie rozłogów, powtarzane, gdy perz zaczyna odrastać, prowadzi do wyczerpania składników pokarmowych zgromadzonych w rozłogach.
- Niechemiczna likwidacja perzu polega na powtarzaniu zabiegów uprawowych przez okres 4-6 tygodni. Najlepszym terminem do rozpoczęcia walki z nim jest lipiec-sierpień, po sprężeniu roślin. Im wcześniej zostaną podjęte działania, tym większa jest ich efektywność.

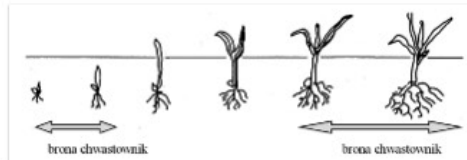
Chwasty są najbardziej konkurencyjne w pierwszym okresie rozwoju rośliny uprawnej. Dlatego należy starannie przygotować pole do siewu i szybko reagować, gdy pojawiają się pierwsze wschody chwastów (przeprowadzić bronowanie zbóż 1-2 krotnie). Należy też pamiętać, że najskuteczniejsze jest połączenie wielu zabiegów, nieraz rozłożonych w czasie. Nie wolno być niecierpliwym! Aby zaznaczyć się efekt płodazianu, musi upłynąć kilka lat, prawidłowa uprawa roli natomiast da efekty już w następnym roku.

Fot. 10. Moduł „Zwalczania chwastów” w aplikacji EKO-ZBOŻE informuje rolnika o strategii regulacji zachwaszczenia w rolnictwie ekologicznym, nie chemicznych metodach zwalczania chwastów oraz sposobach radzenia sobie z uciążliwymi gatunkami.

## MECHANICZNE METODY REGULACJI ZACHWA SZCZENIA - BRONOWANIE



- Najbardziej uniwersalną metodą zwalczania chwastów stosowaną w zbożach, ale także kukurydzy, w warzywach jest bronowanie. Wykorzystanie brony chwastownika pozwala na niszczenie chwastów zarówno w rzędach, jak i międzyrzędziach. Zwalczanie chwastów w przypadku bronowania odbywa się przez zagrzebywanie części naziemnej chwastów i wrywanie korzeni.
- W zbożach, zwłaszcza jarych, skutecznym sposobem niszczenia chwastów jest 2–3-krotne zastosowanie brony chwastownika, co pozwala ograniczyć występowanie chwastów nawet o 70%.
- Bronowanie może zostać wykonane przed wschodami oraz po wschodach w momencie osiągnięcia fazy 3 liści do początku fazy strzelania w źdźbło. Nie można bronować zbóż od fazy szpilkowania do fazy 2 liści ze względu na duże ryzyko uszkodzenia!



## JAK PRZEPROWADZIĆ POPRAWNIE BRONOWANIE PSZENICY JAREJ?

- W zależności od przebiegu pogody i stanu zachwaszczenia pola bronowanie można wykonać 2-3-krotnie. Ostatni zabieg może przypadać na koniec fazy krzewienia - początek strzelania w źdźbło.
- Pierwsze bronowanie pszenicy jarej można wykonać przed samym ukazaniem się jej wschodów. W sprzyjających warunkach pogodowych, kiedy zboża szybko kielkują, możliwości wykonania tego zabiegu są ograniczone. Natomiast jeżeli z powodu chłódów wschody są opóźnione, bronowanie przedwschodowe jest bardziej wskazane, a dodatkowo likwiduje ono zaskorupienie gleby. Głębokość pracy brony powinna być w tym terminie mała (1,5-2,0 cm).
- W okresie od wschodów zbóż do fazy 3-go liścia zboża są bardzo wrażliwe na mechaniczne uszkodzenia i nie należy wykonywać w tym czasie żadnych mechanicznych zabiegów pielęgnacyjnych.
- Od fazy 3-go liścia do końca fazy krzewienia/początku strzelania w źdźbło można wykonać 1 lub 2-krotne bronowanie. Pierwsze powinno być mniej intensywne, na głębokość 1,5-2,0 cm, natomiast drugie może być intensywniejsze i na głębokość 2-3 cm.
- Skuteczność bronowania zwiększa się wraz ze wzrostem prędkości roboczej, osiągając optimum przy prędkości 6-9 km/h oraz w warunkach suchej i słonecznej pogody. Dodatkowo lepsze efekty odchwaszczenia uzyskuje się broniąc zasiewy w poprzek lub na ukos rzędów.
- Mechaniczne zabiegi pielęgnacyjne wykonywane w okresie wegetacji, obok niszczenia chwastów, likwidują skorupę na powierzchni gleby, ograniczają parowanie wody oraz pobudzają zboża do krzewienia i rozwoju systemu korzeniowego.
- Wadą bronowania jest uzależnienie możliwości jego wykonania od wilgotności gleby, niebezpieczeństwo uszkodzenia roślin i zwiększenie ich wrażliwości na przymrozki. Nie należy wykonywać bronowania pszenicy przed spodziewanymi przymrozkami.

## RÓŻNE PRZYKŁADY BRON UŻYWANYCH DO PIELĘGNACJI ZASIEWÓW W GOSPODARSTWACH EKOLOGICZNYCH



Fot. 11. Moduł „Zwalczania chwastów” w aplikacji EKO-ZBOŻE informuje rolnika o tym, jak poprawnie wykonać bronowanie zbóż.

W III etapie realizacji programu zostały przeprowadzone testy wewnętrzne i zewnętrzne programu. Pierwsze opinie testerów i użytkowników są bardzo pozytywne. Ponadto zostały zgłoszone uwagi i sugestie od testujących użytkowników w celu ulepszenia programu. Po pomyślnym zakończeniu testów i naniesieniu poprawek, w IV etapie realizacji programu aplikacja webowa EKO-ZBOŻE została umieszczona na serwerze i stronie internetowej IUNG-PIB, jako narzędzie wsparcia decyzji w zakresie ekologicznej produkcji zbóż, pod adresem: <https://ekozboze.iung.pl>. Na koniec realizacji tego tematu, w V etapie, został opracowany raport końcowy dla MRiRW dokumentujący prace nad programem wsparcia decyzji dla rolnictwa ekologicznego.

### **PODSUMOWANIE WYNIKÓW BADAŃ I ZALECENIA DLA PRAKTYKI**

- Efektem finalnym realizacji tematu jest stworzenie całościowego, kompleksowego elektronicznego poradnika dla rolnika i narzędzia wsparcia jego decyzji w gospodarowaniu ekologicznym, w postaci aplikacji webowej EKO-ZBOŻE, dostępnej online dla szerokiego grona odbiorców pod adresem: <https://ekozboze.iung.pl>.
- Aplikacja jest dostępna także ze strony [www.iung.pl](http://www.iung.pl), w serwisie: „Rolnictwo ekologiczne” oraz „Oferta badań – Programy doradcze online”.
- Aplikacja EKO-ZBOŻE to bezpłatne narzędzie cyfrowe wspierające rolników i doradców w zakresie prawidłowej uprawy zbóż w systemie ekologicznym oraz pomagające w przejściu z konwencjonalnego na ekologiczny sposób gospodarowania. Nowe rozwiązanie ma służyć lepszemu transferowi wiedzy od nauki do praktyki oraz zwiększeniu udziału rolnictwa ekologicznego w kraju (e-usługi dla rolnictwa ekologicznego).
- **Zachęcamy do wypróbowania aplikacji EKO-ZBOŻE:** <https://ekozboze.iung.pl>

#### **Opracowanie:**

Prof. dr hab. Beata Feledyn-Szewczyk  
Zakład Agroekologii i Ekonomiki  
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy  
ul. Czartoryskich 8, 24 100 Puławy  
e- mail: [bszewczyk@iung.pulawy.pl](mailto:bszewczyk@iung.pulawy.pl)





## **Instytut Ogrodnictwa – Państwowy Instytut Badawczy w Skierniewicach**

**Sadownictwo metodami ekologicznymi: badania w celu usprawnienia ekologicznej produkcji sadowniczego materiału rozmnożeniowego w systemie rolnictwa ekologicznego, polegające na określeniu dobrych praktyk, standardów postępowania oraz opracowanie przewodnika wraz z wytycznymi w zakresie prowadzenia produkcji materiału rozmnożeniowego upraw sadowniczych w systemie rolnictwa ekologicznego;**

**Badania nad możliwością towarowej produkcji sadzonek maliny w mateczniku prowadzonym metodami ekologicznymi – drugi rok prowadzenia plantacji matecznej**

Kierownik projektu:

**dr Paweł Bielicki**

**Wykonawcy:**

dr Paweł Bielicki, dr Paweł Trzciniński, dr Monika Michalecka, dr Wojciech Piotrowski, dr Anna Poniatowska, mgr Dorota Chałat, mgr Marcin Pąsko, mgr inż. Krzysztof Weszczak, inż. Jakub Zbądzki, Izabella Belc, Anna Dziąg, Halin Frątczak, Maria Rosińska, Maryla Malinowska, Krzysztof Malinowski, Izabela Popek, Andrzej Walas, Piotr Zasowski

**Celem badań prowadzonych w 2024 r. była ocena towarowej produkcji sadzonek na plantacji matecznej maliny prowadzonej metodami ekologicznymi. Szczegółowe badania dotyczyły porównania produkcji sadzonek korzeniowych 6 odmian maliny ('Laszka', 'Poemat', 'Polesie', 'Polana', 'Poranek' i 'Sokolica') uzyskanych z plantacji matecznej prowadzonej konwencjonalnie i uzyskanych z plantacji prowadzonej zgodnie z zasadami produkcji ekologicznej w drugim roku prowadzenia plantacji.**

Maliny, po truskawkach i porzeczkach są trzecim pod względem powierzchni i wielkości zbiorów gatunkiem owoców jagodowych uprawianych w kraju. Polska jest największym producentem malin w Unii Europejskiej oraz piątym – po Federacji Rosyjskiej, Meksyku, Serbii i Stanach Zjednoczonych – producentem malin na świecie. Udział Polski w światowej produkcji malin wynosi około 13%, a w produkcji unijnej przekracza 50%.

Duża popularność uprawy malin w kraju jest wynikiem ich właściwości zdrowotnych, walorów smakowych oraz popytu ze strony przemysłu przetwórczego. Maliny spożywane są w postaci świeżej oraz przetworzonej jako mrożonki, konfitury, dżemy, kompoty oraz soki.

W ostatnich latach areał uprawy malin w Polsce jest względnie stabilny i wynosi 27–29 tys. ha, a zbiory w zależności od warunków pogodowych osiągają od 105 tys. ton do 129 tys. ton. Uprawa malin prowadzona jest przede wszystkim w województwie lubelskim, na obszarze którego zlokalizowane jest około 70% krajowych plantacji.

Znaczna część krajowych zbiorów malin jest przeznaczona na eksport w postaci malin mrożonych, co stanowiło 42% wolumenu produkcji krajowej. Odbiorcami zagranicznymi malin mrożonych były głównie Niemcy, Belgia, Wielka Brytania i Francja. Eksport malin świeżych był znacznie mniejszy i wyniósł 11 tys. ton.

Obecnie świeże maliny są obecne na polskim rynku od czerwca do jesiennych przymrozków. Dzieje się to za sprawą wyhodowania i wdrożenia do szerokiej uprawy odmian owocujących na pędach jednorocznych (tegorocznych). Te genotypy nazywane są malinami jesiennymi. Dziś te tradycyjne odmiany uprawia się w mniejszym zakresie. Znacznie częściej występują w uprawie odmiany jesienne, zawiązujące owoce na pędach tegorocznych lub powtarzające, tj. owocujące i na dwuletnich, i na tegorocznych pędach. To tym właśnie odmianom zawdzięczamy wydłużenie podaży malin na rynku.

W Polsce towarowa produkcja malin metodami ekologicznymi nie jest jeszcze bardzo rozwinięta. Założenia produkcji ekologicznej nakładają na producenta określone wymagania. Przede wszystkim duży reżim odnośnie stosowania zasad produkcji ekologicznej na każdym jej etapie. Przestrzegając tych zasad z czasem osiąga się równowagę biologiczną i łatwiej uzyskuje plony o jakości akceptowanej przez rynek. Wielkość plonów i jakość owoców są podstawowymi kryteriami wszelkiej produkcji. Najlepszym rozwiązaniem dla uzyskania w przyszłości tej równowagi biologicznej na plantacjach owocujących maliny prowadzonych metodami ekologicznymi staje się zakładanie plantacji owocujących z sadzonek wyprodukowanych w matecznikach prowadzonych metodami ekologicznymi. Mateczniki te, będące pod stałym nadzorem jednostek PIORiN i jednostek certyfikujących w rolnictwie ekologicznym powinny być głównym dostawcą materiału nasadzeniowego przeznaczonego do zakładania plantacji towarowych malin „bio”.

### **Szczegółowy opis badań w 2024 roku**

Badania zostały podzielone na dwa podzadania:

1. Porównanie wydajności oraz jakości sadzonek maliny uzyskanych z matecznika prowadzonego metodami ekologicznymi i matecznika konwencjonalnego – drugi rok badań.
2. Badania mikrobiocenozy gleby w mateczniku maliny prowadzonym metodami ekologicznymi i mateczniku konwencjonalnym – drugi rok badań.

## **Podzadanie 1. Porównanie wydajności oraz jakości sadzonek maliny uzyskanych z matecznika prowadzonego metodami ekologicznymi i matecznika konwencjonalnego – drugi rok badań.**

### **METODYKA BADAŃ**

Do założenia obu plantacji matecznych zostało wytypowanych 6 odmian maliny, polecanych do zakładania towarowych plantacji produkcyjnych, zarówno tych prowadzonych zgodnie z zasadami IPO oraz tych prowadzonych z zasadami rolnictwa ekologicznego. Są to odmiany polskie, wyhodowane w SZD Brzezna Sp. z o.o. Cztery z nich to odmiany jesienne ‘Polesie’, ‘Polana’, ‘Poemat’ oraz ‘Poranek’. Dwie pozostałe odmiany to również polskie odmiany letnie ‘Laszka’ i ‘Sokolica’, należące do odmian tradycyjnych, tj. zawiązujących owoce głównie na pędach dwuletnich. Wymienione odmiany polecane są do upraw ekologicznych.

Charakterystyka odmian maliny wytypowanych do badań szkółkarskich.

#### Odmiany jesienne

**‘Polesie’** - ta letnio-jesienna odmiana wpisana do Krajowego Rejestru (KR) odmian w 2006 r. Dotychczas wśród producentów jest mniej znana niż ‘Polana’ i ‘Polka’, choć jest również bardzo wartościowa, szczególnie w warunkach uprawy ekologicznej. Krzewy rosną średnio silnie, tworzą umiarkowaną liczbę pędów, które są stosunkowo wyrównane. Wykazują małą podatność na choroby grzybowe, zarówno na zamieranie pędów jak i gnicie owoców. Owoce odmiany ‘Polesie’ są duże, sercowatego kształtu, ciemnoczerwone z niewielkim omszeniem. Są one wspaniałe jako deserowe, ale są też przydatne do mrożenia i do przetwarzania. Okres ich dojrzewania trwa zwykle od III dekady lipca do początku października. Owoce zaczynały dojrzewać znacznie wcześniej niż owoce ‘Polany’ i także wcześniej niż ‘Polki’.

**‘Polana’** – wpisana do KR w 1991 r. Siła wzrostu ‘Polany’ jest średnia – jej dość sztywne, proste pędy osiągają zazwyczaj długość 1,5 m. Owoce są szeroko stożkowate, dość jędrne, osiągają średnią wielkość. Mają jasnoczerwony kolor i cechują się wysokimi walorami smakowymi, choć maliny zbierane późną jesienią są mniej słodkie. Należy do grupy odmian powtarzających owocowanie. Późnym latem, od połowy sierpnia, na górnych częściach pędów pojawiają się zawiązki owoców na zbiór jesienny. Kończy się on dopiero w listopadzie, po pierwszych przymrozkach.

**‘Poemat’** - odmiana wpisana do KR w 2012 r. Rośliny charakteryzują się silnym wzrostem i sztywnymi pędami z nielicznymi kolcami. Ze względu na silny wzrost i obfite plonowanie krzewy wymagają podpór. Ich dojrzewanie zaczyna się w drugiej połowie sierpnia i trwa do pierwszych jesiennych przymrozków. Owoce są duże, o stożkowym kształcie i jasnoczerwonej barwie, z połyskiem. Krzewy kwitną i owocują obficie, bardziej obficie niż rośliny odmiany Polka.

**‘Poranek’** - jedna z najnowszych odmian wyhodowanych w Brzeźnej. Do KR wpisana niedawno, w 2020 r. Krzewy charakteryzują się dość silnym wzrostem i dobrym stanem zdrowotnym. Dorastają do wysokości 1,20m i nie potrzebują podpór. Wytwarzają po kilkanaście średnio wyrównanych, sztywnych pędów z nielicznymi, mało agresywnymi kolcami. Krzewy bardzo dobrze plonują. Początek dojrzewania owoców przypada w pierwszej dekadzie sierpnia. Owoce mają stożkowaty kształt, są duże, jasnoczerwone, jędrne, zwarte, łatwo odchodzą od dna kwiatowego i nie kruszą się podczas zbioru. Odmiana jeszcze mało poznana przez producentów, ale perspektywiczna, zwłaszcza na plantacjach ekologicznych.

#### Odmiany letnie

**‘Laszka’** - odmiana tradycyjna, owocująca na dwuletnich pędach wyhodowana w SZD w Brzeźnej. Do Krajowego Rejestru odmian wpisana w 2006 r. Krzewy rosną silnie. Pędy są sztywne, pokryte licznymi, ale mało agresywnymi kolcami. Owoce są duże, a nawet bardzo duże, jasnoczerwone, wydłużone. Dojrzewają wcześniej. Początek ich dojrzewania przypada na koniec czerwca, początek lipca.

**‘Sokolica’** - odmiana tradycyjna, zawiązująca owoce na dwuletnich pędach. Do Krajowego Rejestru odmian wpisana w 2010 r. Wzrost roślin jest silny, pędy sztywne, pokryte nielicznymi kolcami. Sokolica, podobnie jak Laszka, jest odmiana wczesnej pory dojrzewania. Jej owoce są duże, stożkowatego kształtu, mocno wydłużone, jasnoczerwone, z połyskiem. Dojrzewać zaczynają w końcu

czerwca. W warunkach uprawy ekologicznej zaletą tej odmiany jest dobry stan zdrowotny krzewów i ich wysoka mrozoodporność.

Badania rozpoczęto wiosną 2023 r. na dwóch doświadczalnych plantacjach matecznych maliny. Pierwsze doświadczenie założono na terenie Ekologicznego Sadu Doświadczalnego Instytutu Ogrodnictwa w Nowym Dworze Parceli, w powiecie skierniewickim. Jest to obiekt doświadczalny z zakresu badań sadowniczych metodami ekologicznymi. Sad w Nowym Dworze Parceli jest corocznie kontrolowany przez AGRO BIO TEST Sp. z o.o. z Warszawy – jednostkę certyfikującą w rolnictwie ekologicznym PL-EKO-07.

W Nowym Dworze Parceli i w Prusach mateczniki doświadczalne założono według jednakowego schematu. Rośliny mateczne zostały posadzone w systemie pasowo-rzędowym, w rozstawie  $4 \times (0,5 + 0,5) \times 0,5\text{m}$ . Pasy stanowiły dwa rzędy, odległe od siebie 0,5m. W rzędach rośliny mateczne posadzono naprzemiennie w odległości od siebie co 0,5 m. Odległość między pasami wyniosła 4,0m. Długość rzędów w NDP wynosiła 75 metrów, co umożliwiło posadzenie w jednym rzędzie 150 szt. roślin matecznych, a w pasie było to łącznie 300 roślin. Powierzchnia plantacji matecznej założonej w obiekcie ekologicznym wynosi ok. 0,2ha. Matecznik na terenie Ośrodka Elitarnego Materiału Szkółkarskiego Instytutu Ogrodnictwa w Prusach, został założony na nieco większej powierzchni. Wynikało to z długości kwatery, na której posadzono rośliny. W wyniku tego, w Prusach długość rzędów matecznika wyniosła 100m, co w przeliczeniu na liczbę sadzonek w pasie dwurzędowym dało 400 szt. ( $2 \times 100 \text{ m} \times 0,5 \text{ szt./m}$ ). Powierzchnia tej plantacji matecznej wynosi ok. 0,25 ha.

#### Pielęgnacja matecznika w drugim roku

Pielęgnacja mateczników w drugim roku rozpoczęła się wczesną wiosną od usunięcia resztek pędów maliny i chwastów, wyrównania pola i zastosowania herbicydu w międzyrzędziach. Ten zabieg, z oczywistych względów wykonano jedynie w mateczniku konwencjonalnym na terenie OEMS w Prusach. Przez cały sezon istotne było utrzymywanie gleby wolnej od chwastów. W trakcie sezonu wegetacyjnego chwasty w międzyrzędziach niszczone mechanicznie za pomocą agregatu uprawowego lub glebogryzarki sadowniczej. W obu matecznikach, w pasach roślin matecznych, stosowano odchwaszczanie ręczne.

#### Nawożenie.

Nawożenie matecznika konwencjonalnego rozpoczęto wczesną wiosną. Zastosowano do tego celu bezchlorkowy nawóz wieloskładnikowy (NPK) z mikroskładnikami, zawierający w przeliczeniu na 1 ha około 50 kg azotu (N), 50 kg fosforu ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) i 80 kg potasu ( $\text{K}_2\text{O}$ ). Od połowy maja do końca czerwca w mateczniku w Prusach wysiano dwukrotnie nawozy azotowe, w dawce po 50 kg N/ha. W obu zabiegach zastosowano saletrę amonową. W mateczniku prowadzonym metodami ekologicznymi, wiosną wysiano obornik granulowany, BIO – OBORNIK NPK 4-3-3 + 9 CaO + 1 MgO, w dawce około 2 t/ha. Jest to nawóz dopuszczony do stosowania w uprawach ekologicznych, posiadający certyfikat z IUNG w Puławach. Nawożenie tym obornikiem powtórzono w maju. Ponadto w mateczniku zastosowano nawożenie preparatem EmFarma, w dawce 20 l/ha. Zaliczany jest on do grupy nawozowych produktów mikrobiologicznych.

#### Ochrona roślin przed chorobami i szkodnikami

W 2024 roku przeprowadzono lustracje dwóch mateczników malin na obecność szkodników i uszkodzeń przez nie powodowanych zlokalizowanych w Nowym Dworze i Prusach. W obu lokalizacjach uprawiane są następujące odmiany malin: 'Polesie', 'Poemat', 'Polana', 'Poranek', 'Laszka' i 'Sokolica'. Na pierwszej i drugiej plantacji ocen entomologicznych dokonano dwukrotnie tj. 19 czerwca i 2 sierpnia.

W mateczniku ekologicznym, w Nowym Dworze, w obu terminach lustracji zaobserwowano na liściach krzewów chrząszcze kwieciaka malinowca (*Anthonomus (Anthonomus) rubi*), mszyce malinową (*Aphis (Aphis) idaei*) i pluskwiaki zmienika lucernowca (*Lygus rugulipennis*). Ponadto, na wierzchołkach pędów znaleziono objawy żerowania gąsienic zwójkówek, a u podnóża pędów uszkodzenia spowodowane przez larwy przyszcarka namalinka łodygowego (*Resseliella theobaldi*). Poziom zasiedlenia roślin przez szkodniki był wyższy jak w roku poprzednim i wyniósł około 3%, mimo to nie było konieczności wykonywania opryskiwań zwalczających szkodniki. W mateczniku konwencjonalnym, w Prusach na pędach roślin stwierdzono występowanie uszkodzeń spowodowanych przez larwy przyszcarka namalinka łodygowego oraz mszyce malinowej, zaś na liściach objawy żerowania i liczną populację przędziorka chmielowca (*Tetranychus urticae*). Przędziorki zostały ograniczone kilkukrotnymi zabiegami środkami owadobójczymi, dzięki czemu ich populacja obniżyła się do niskiego poziomu. Podczas wykonywania lustracji w jednym i drugim mateczniku nie zaobserwowano różnic w zasiedleniu roślin przez szkodniki w zależności od odmiany.



W drugiej połowie czerwca przeprowadzono lustrację obu plantacji matecznych maliny pod kątem występowania chorób na pędach maliny. Szczegółnej obserwacji poddawano podstawę pędów oraz rośliny wykazujące objawy zamierania, pojedynczych pędów oraz całych krzewów. W przypadku zaobserwowanych zmian chorobowych na pędach, pobierano materiał do badań laboratoryjnych. Pobrano także próbę gleby do badania na obecność łęgniowców z rodzaju *Phytophthora* – sprawców zgnilizny korzeni maliny, która często skutkuje zamieraniem pojedynczych pędów, a nawet całych roślin.

W przypadku widocznych nekroz na pędach, od jasnobrązowych (Fot. 3) do ciemnobrunatnych lub czarnych, zlokalizowanych w różnych partiach pędów, także wokół pąków, pobierano fragmenty pędów do badań laboratoryjnych. W warunkach wysokiej wilgotności powietrza, jaka zwykle utrzymywana jest w dolnych partiach krzewów, w obrębie spękanych, brunatnych nekroz obserwowano wycieki zarodników o lekko pomarańczowym zabarwieniu (typowe dla grzybów z rodzaju *Fusarium*), zaś w przekroju poprzecznym lub po usunięciu epidermy widoczne były brązowe smugi porażonych wiązek przewodzących – typowe objawy fuzariozy naczyń maliny (Fot 4 i 5). W kilku przypadkach, po usunięciu skórki pędu, widoczne były smugi zbrązowiałych wiązek przewodzących. W każdym przypadku, z pograniczna zdrowej i chorobowo zmienionej tkanki przeprowadzono izolację czynników sprawczych na pożywki do wzrostu mikroorganizmów patogenicznych dla roślin. W badanym materiale stwierdzono:

- plantacja mateczna w OEMS Prusy - obecność grzybów z rodzajów: *Paraconiothyrium* sp. (grzyby te powodują zamieranie podstawy pędów maliny), *Fusarium* spp. (choroba – fuzarioza naczyń maliny), *Alternaria* (grzyby te są słabymi patogenami maliny, jednak w sprzyjających warunkach pogodowych, na osłabionej roślinie lub uszkodzonym pędzie mogą powodować nekrozy, prowadzące niekiedy do zamierania pojedynczych pędów). W badanej glebie nie stwierdzono obecności łęgniowców *Phytophthora* spp.
- plantacja mateczna w ESD Nowy Dwór Parcela- obecność grzybów z rodzajów: *Verticillium* spp. (sprawcy wertycyliozy maliny; *Fusarium* spp., *Alternaria* spp. oraz grzyba *Botrytis cinerea* (grzyb ten jest także sprawcą szarej pleśni owoców maliny). W badanej glebie nie stwierdzono obecności łęgniowców *Phytophthora* spp.

Jesienią zdrowotność roślin na obu plantacjach była bez zastrzeżeń. Nie zaobserwowano nekroz na pędach, ani zamierania/zasychania pojedynczych pędów. Na nielicznych owocach (odmian jesiennych) widoczne były objawy szarej pleśni maliny.



W mateczniku prowadzonym metodami ekologicznymi ochrona młodych pędów maliny przed chorobami i szkodnikami była mocno ograniczona, z powodu małej ilości środków ochrony roślin dopuszczonych do stosowania na sadowniczych plantacjach ekologicznych. W 2024 roku do zwalczania i ograniczania chorób grzybowych zastosowano trzykrotny zabieg preparatem miedziowym Miedzian 350 SC w dawce 3 kg/ha. Do zwalczania szkodników, przede wszystkim mszyc, wykorzystano dwukrotnie preparat NeemAzaI-T/S w dawce 1,5 kg/ha i jednokrotne opryski preparatami Lepinox Plus, w dawce 1kg /ha oraz Madex Max, w dawce 100 ml/ha.

#### Nawadnianie

W trakcie sezonu wegetacyjnego 2024 r., w okresach braku opadów, konieczne było nawadnianie plantacji matecznych. Obie plantacje mateczne były nawadniane. Przebieg warunków pogodowych panujących w roku sprawozdawczym był sprzyjający rozwojowi roślin, pod warunkiem dostarczenia roślinom wody. W okresie od marca do października sumy opadów w Nowym Dworze Parceli, jak i w Prusach były wyraźnie mniejsze od średnich wieloletnich, w każdym miesiącu. Praktycznie przez cały okres zaopatrzenie roślin w wodę było niedostateczne.

W mateczniku ekologicznym w Ekologicznym Sadzie Doświadczalnym na początku maja zamontowano zakupione w ubiegłym roku, linie kroplujące. W każdym pasie rozłożono po jednej linii, z emiterami zamontowanymi co 0,5m. Matecznik ten był systematycznie nawadniany, przy zachowaniu orientacyjnej jednorazowej dawki wody 20-30mm.

#### Wykopywanie i sortowanie sadzonek

W 2024 r. odbieranie sadzonek z plantacji matecznych rozpoczęto w III dekadzie października, po zakończeniu wegetacji przez wszystkie odmiany. Dotyczyło to zwłaszcza odmian owocujących na tegorocznych pędach, u których zbyt wczesny termin odbioru sadzonek mógłby spowodować, że byłyby niepełnowartościowe, ponieważ nie zgromadziły wystarczającej ilości materiałów zapasowych w korzeniach. W ubiegłym roku termin odbioru sadzonek był opóźniony przez duże opady deszczu w październiku. W tym roku sytuacja była nieco inna. Długotrwały brak opadów zmusił do nawadniania plantacji matecznej w Prusach. Dopiero po „przejściu deszczowni” przystąpiono do odbierania sadzonek, było to 21 października.

W 2024 r. sadzonki wykopywano mechanicznie, za pomocą wyorywacza szkółkarskiego. Najmniejszych odrostów nie odbierano, pozostawiając je w ziemi.

Przed wykopywaniem sadzonek wszystkie odrosty zostały skrócone mechanicznie na wysokość około 30-40 cm za kosiarki bijakowej zamontowanej na ciągniku sadowniczym.



Wykopane sadzonki zostały zebrane i złożone do plastikowych skrzyniopalet typu „big box”. Każda odmiana była zebrana do oddzielnych skrzyniopalet. Taki sposób postępowania uniemożliwiał zamieszanie odmian w trakcie ich składowania i transportu, a w późniejszym czasie – ich sortowaniu. Skrzyniopalety zostały załadowane na przyczepy i zwiezione do chłodni szkółkarskiej w OEMS, gdzie przystąpiono do sortowania sadzonek na wybory. Posortowane sadzonki były wiązane w pęczki (wiązki) po 25 sztuk, zaetykietowane i złożone do skrzyniopalet. Skrzynie z sadzonkami zostały umieszczone w komorze chłodniczej, o dużej wilgotności, co zabezpieczy rośliny przed wysychaniem!

Zgodnie z obowiązującymi przepisami sadzonki maliny można sortować według obowiązujących wymagań ujętych w Rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 31 marca 2017 r w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących wytwarzania i jakości materiału szkółkarskiego (Dz. U. 757). Ustawodawca umożliwia szkółkarzom możliwość, w sposób zgodny z w/w wymaganiami, ustalać własne klasy jakości dla materiału szkółkarskiego wprowadzanego do obrotu. W 2024 roku sadzonki sortowano w oparciu o opracowany w roku ubiegłym podział na 3 wybory jakościowe sadzonek.

Na początku maja z obu mateczników zostały pobrane próbki gleby, z warstwy 0 – 20 cm. Analizy wykazały, że wartości pH gleby w mateczniku ekologicznym były na granicy wartości minimalnej. Natomiast w mateczniku konwencjonalnym wartości pH w próbkach gleby pobranych w rzędach odmian były wyraźnie poniżej wartości minimalnej. Zastosowane jesienią ubiegłego roku wapnowanie gleby w tym mateczniku okazało się niewystarczające. Jesienią tego roku konieczne będzie powtórzenie wapnowania gleby.

Wyniki analizy próbek gleby pod kątem zawartości składników P, K i Mg wykazały, że na plantacji ekologicznej w Nowy Dworze Parceli zawartość tych składników była na wysokim poziomie. W przypadku potasu (K), zawartość tego składnika znacznie przewyższała wartości optymalne. Wyniki dla próbek z matecznika konwencjonalnego w OEMS Prusy były zbliżone do wartości optymalnych (K i Mg), z wyjątkiem zawartości fosforu (P), którego zawartość w glebie była na granicy wartości minimalnej. Dla próbek pobranych z trzech odmian zawartość fosforu była poniżej granicy minimalnej. Wyniki uzyskane dla próbek gleby pobranych we wrześniu wykazały, że zawartość składników była na dobrym poziomie. Zastosowanie w mateczniku konwencjonalnym nawozów mineralnych, wieloskładnikowych, minimalnie wpłynęło na podniesienie zawartości fosforu.

## WYNIKI 2024

Wyniki szczegółowych pomiarów odebranych z obu mateczników doświadczalnych sadzonek tradycyjnej (letniej) odmiany ‘Laszka’ wykazały, że podobnie jak w ubiegłym roku, w mateczniku prowadzonym metodami ekologicznymi (ESD Nowy Dwór Parcela) uzyskano większą wydajność sadzonek w przeliczeniu na 1 metr bieżący matecznika w porównaniu do matecznika konwencjonalnego. Dla tej odmiany, wydajność ogólna, jak i handlowa sadzonek ekologicznych, były o około 25% większe niż w mateczniku prowadzonym metodami konwencjonalnymi. Podobnie jak w 2023 r. mogło to wynikać z zamontowanych linii kroplujących w rzędach roślin matecznych. Rośliny przez cały sezon były lepiej nawadniane, co przy wysokich temperaturach w miesiącach letnich sprzyjało lepszemu wzrostowi roślin matecznych, w wyniku czego uzyskano większą liczbę sadzonek.

Na podstawie pomiarów grubości i stopnia ukorzenienia wykazano, że rośliny pozyskane z matecznika konwencjonalnego były lepiej wyrośnięte i lepiej ukorzenione w porównaniu do sadzonek z plantacji prowadzonej metodami ekologicznymi (tab. 1).

Tabela 1. Jakość oraz wydajność sadzonek maliny odm. ‘Laszka’ w zależności od sytemu uprawy.

| Lokalizacja    | Średnia grubość [mm] | Śr. liczba korzeni [szt.] | Sadzonki nie-ukorzenione [%] | Wydajność* ogólna szt./m.b. | Wydajność* handlowa szt./m.b. | Materiał handlowy [%] | Udział w klasach wyboru [%] |         |       |
|----------------|----------------------|---------------------------|------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------|-----------------------------|---------|-------|
|                |                      |                           |                              |                             |                               |                       | 2 - 3,9                     | 4 - 6,9 | ≥7    |
| <b>ESD</b>     | 6,13                 | 3,61                      | 1,75                         | 114,00                      | 106,00                        | 92,98                 | 21,70                       | 37,74   | 40,57 |
| <b>OEMS</b>    | 7,60                 | 4,55                      | 3,41                         | 88,00                       | 85,00                         | 96,59                 | 2,35                        | 30,59   | 67,06 |
| <b>Średnia</b> | 6,86                 | 4,08                      | 2,58                         | 101,00                      | 95,50                         | 94,79                 | 12,03                       | 34,16   | 53,81 |

\* - wydajność ogólną i handlową podano w przeliczeniu na 1 metr bieżący (m.b.) matecznika

Podobne wyniki uzyskano sortując szczegółowo sadzonki drugiej, tradycyjnej odmiany ‘Sokolica’. W 2024 roku wzrost roślin matecznych odmiany ‘Sokolica’ był podobny w obu matecznikach. Jednak, tak jak dla odmiany ‘Laszka’, tak i dla odmiany ‘Sokolica’ większą wydajność ogólną i handlową uzyskano z plantacji ekologicznej. Również sadzonki pochodzące z matecznika konwencjonalnego były nieznacznie lepiej wyrośnięte i lepiej ukorzenione.

Analizując wyniki pomiarów jakościowych uzyskanych dla odm. ‘Poemat’ (tab. 2) można stwierdzić, że sadzonki uzyskane z matecznika konwencjonalnego były nieco lepiej wyrośnięte i lepiej ukorzenione niż te z matecznika ekologicznego. Również większą wydajność zarówno ogólną, jak i handlową uzyskano dla roślin matecznych prowadzonych konwencjonalnie. Udział sadzonek w trzech klasach wyboru był podobny w obu matecznikach, zwłaszcza dla sadzonek w klasie 4-6,9 mm.

Tabela 2. Jakość oraz wydajność sadzonek maliny odm. ‘Poemat’ w zależności od sytemu uprawy.

| Lokalizacja | Średnia grubość [mm] | Śr. liczba korzeni [szt.] | Sadzonki nie-ukorzenione [%] | Wydajność* ogólna szt./m.b. | Wydajność* handlowa szt./m.b. | Udział w klasach wyboru [%] |         |       |       |
|-------------|----------------------|---------------------------|------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|---------|-------|-------|
|             |                      |                           |                              |                             |                               | 2 - 3,9                     | 4 - 6,9 | ≥7    |       |
| ESD         | 6,61                 | 3,70                      | 0,00                         | 60,00                       | 60,00                         | 100,00                      | 11,67   | 46,67 | 41,67 |
| OEMS        | 6.94                 | 4,86                      | 1.28                         | 78,00                       | 77,00                         | 98,72                       | 5,19    | 46,75 | 48,05 |
| Średnia     | 6,78                 | 4,28                      | 0,64                         | 69,00                       | 68,50                         | 99,36                       | 8,43    | 46,71 | 44,86 |

\* - wydajność ogólną i handlową podano w przeliczeniu na 1 metr bieżący (m.b.) matecznika

W 2024 r. wydajności sadzonek odmiany ‘Polana’ uzyskanych z plantacji matecznej prowadzonej metodami ekologicznymi, jak i metodami konwencjonalnymi były prawie takie same. Dotyczyło to zarówno wydajności ogólnej, jak i handlowej (tab. 3). Ponadto jakość sadzonek z obu plantacji była podobna. Rośliny miały zbliżoną grubość i były tak samo ukorzenione. Dla tej odmiany nie zaobserwowano korzystnego wpływu nawadniania matecznika na wydajność i jakość sadzonek.

Tabela 3. Jakość oraz wydajność sadzonek maliny odm. ‘Polana’ w zależności od sytemu uprawy.

| Lokalizacja    | Średnia grubość [mm] | Śr. liczba korzeni [szt.] | Sadzonki nie-ukorzone [%] | Wydajność* ogólna szt./m.b. | Wydajność* handlowa szt./m.b. | Materiał handlowy [%] | Udział w klasach wyboru [%] |         |       |
|----------------|----------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------|-----------------------------|---------|-------|
|                |                      |                           |                           |                             |                               |                       | 2 - 3,9                     | 4 - 6,9 | ≥7    |
| <b>ESD</b>     | 6,11                 | 3,75                      | 0,00                      | 64,00                       | 63,00                         | 98,44                 | 25,40                       | 41,27   | 33,33 |
| <b>OEMS</b>    | 6,44                 | 4,32                      | 4,88                      | 41,00                       | 39,00                         | 95,12                 | 2,56                        | 56,41   | 41,03 |
| <b>Średnia</b> | 6,27                 | 4,03                      | 2,44                      | 52,50                       | 51,00                         | 96,78                 | 13,98                       | 48,84   | 37,18 |

\* - w 2024 r. wydajność ogólną i handlową podano w przeliczeniu na 1 metr bieżący (m.b.) matecznika

W przypadku odmiany ‘Polesie’ grubość i stopień ukorzenia sadzonek była podobna w obu matecznikach (tab. 4). Jednak nieznacznie większą wydajność sadzonek z metra bieżącego matecznika uzyskano z matecznika ekologicznego. Mogło to być wynikiem wpływu nawadniania kropłowego zamontowanego w tym mateczniku.

Tabela 4. Jakość oraz wydajność sadzonek maliny odm. ‘Polesie’ w zależności od sytemu uprawy, w roku 2023 i 2024.

| Lokalizacja    | Średnia grubość [mm] | Śr. liczba korzeni [szt.] | Sadzonki nie-ukorzone [%] | Wydajność* ogólna szt./m.b. | Wydajność* handlowa szt./m.b. | Materiał handlowy [%] | Udział w klasach wyboru [%] |         |       |
|----------------|----------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------|-----------------------------|---------|-------|
|                |                      |                           |                           |                             |                               |                       | 2 - 3,9                     | 4 - 6,9 | ≥7    |
| <b>ESD</b>     | 9,02                 | 3,54                      | 8,45                      | 71,00                       | 64,00                         | 90,14                 | 0,00                        | 18,75   | 81,25 |
| <b>OEMS</b>    | 7,35                 | 5,14                      | 9,23                      | 65,00                       | 59,00                         | 90,77                 | 3,39                        | 45,76   | 50,85 |
| <b>Średnia</b> | 8,19                 | 4,34                      | 8,84                      | 68,00                       | 61,50                         | 90,46                 | 1,69                        | 32,26   | 66,05 |

\* - w 2024 r. wydajność ogólną i handlową podano w przeliczeniu na 1 metr bieżący (m.b.) matecznika

Rośliny mateczne odmiany ‘Poranek’ zostały posadzone do obu mateczników dość późno, bo na początku czerwca. Jakość sadzonek tej odmiany uzyskanych ubiegłej jesieni była zbliżona na obu plantacjach. Jednak wydajność roślin matecznych na plantacji ekologicznej była czterokrotnie większa w porównaniu do roślin konwencjonalnych (tab. 5). W 2024 r. podobnie jak w ub. roku parametry jakościowe sadzonek z obu plantacji miały zbliżone wartości, jednak zaobserwowano widoczne różnice w wydajności mateczników z zależności od systemu produkcji. W mateczniku konwencjonalnym na terenie OEMS uzyskano prawie dwukrotnie większą wydajność sadzonek odmiany ‘Poranek’ w porównaniu do matecznika ekologicznego.

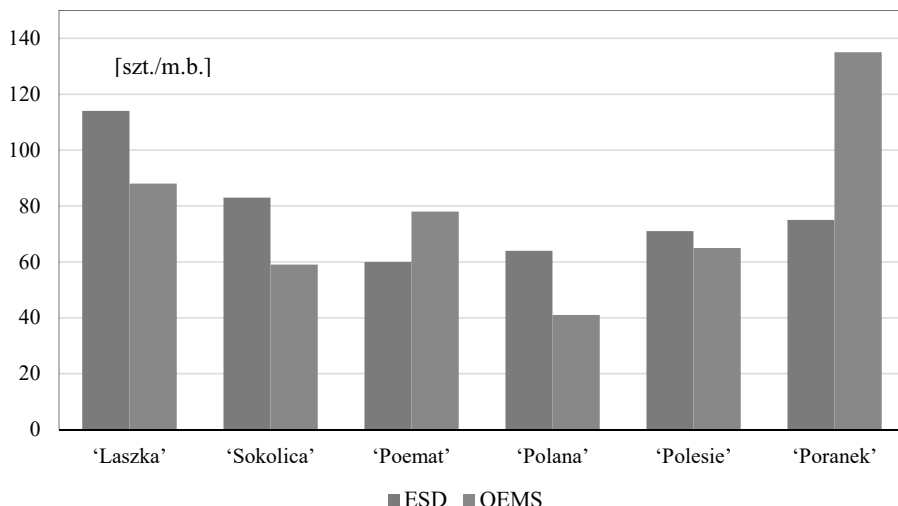
Tabela 5. Jakość oraz wydajność sadzonek maliny odm. ‘Poranek’ w zależności od sytemu uprawy.

| Lokalizacja    | Średnia grubość [mm] | Śr. liczba korzeni [szt.] | Sadzonki nie-ukorzone [%] | Wydajność* ogólna szt./m.b. | Wydajność* handlowa szt./m.b. | Materiał handlowy [%] | Udział w klasach wyboru [%] |         |       |
|----------------|----------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------|-----------------------------|---------|-------|
|                |                      |                           |                           |                             |                               |                       | 2 - 3,9                     | 4 - 6,9 | ≥7    |
| <b>ESD</b>     | 5,43                 | 3,88                      | 0,00                      | 75,00                       | 71,00                         | 94,67                 | 19,72                       | 59,15   | 21,13 |
| <b>OEMS</b>    | 5,30                 | 3,28                      | 1,46                      | 137,00                      | 133,00                        | 97,08                 | 19,55                       | 64,66   | 15,79 |
| <b>Średnia</b> | 5,36                 | 3,58                      | 0,73                      | 106,00                      | 102,00                        | 95,87                 | 19,63                       | 61,91   | 18,46 |

\* - w 2024 r. wydajność ogólną i handlową podano w przeliczeniu na 1 metr bieżący (m.b.) matecznika

W drugim roku prowadzenia plantacji matecznej zaobserwowano wyraźne różnice w wydajności sadzonek w zależności od odmiany i metody prowadzenia (wyk.1). Dla czterech odmian: ‘Laszka’, ‘Sokolica’, ‘Polana’ i ‘Polesie’ wykazano większą wydajność ogólną sadzonek odebranych z 1 metra bieżącego dla matecznika prowadzonego metodami ekologicznymi. Dla pozostałych dwóch odmian zależność ta była odwrotna. W przypadku jednej z tych odmian ‘Poranka’ różnice te były bardzo duże.

Wykres 5. Wydajność ogólna sadzonek 6 odmian maliny z metra bieżącego matecznika (m.b.) w zależności od systemu prowadzenia plantacji matecznej w drugim roku.



## WNIOSKI

1. Założenie plantacji matecznej maliny z roślin matecznych pochodzących bezpośrednio z kultur *in vitro* ma wpływ na jakość sadzonek i ich wydajność w drugim roku prowadzenia plantacji matecznej.
2. Wyniki uzyskane dla sadzonek roślin matecznych 4 odmian maliny wskazują na korzystny wpływ nawadniania kropłowego roślin matecznych na wydajność sadzonek.
3. Jakość sadzonek uzyskanych w drugim roku prowadzenia plantacji matecznej prowadzonej metodami ekologicznymi jest zbliżona do jakości sadzonek pozyskanych z plantacji konwencjonalnej.
4. Według przepisów dopuszcza się prowadzenie plantacji reprodukcyjnej maliny do 8 lat. W przypadku badań dla uzyskania wiarygodnych wyników mateczniki winne być prowadzone przez 3-4 lat. Dopiero wtedy wnioski będą miały wymiar praktycznych i będą mogły zostać w pełni upowszechniane.

## **Podzadanie 2. Badania mikrobiocenozy gleby w mateczniku maliny prowadzonym metodami ekologicznymi i mateczniku konwencjonalnym – drugi rok badań**

Celem badań mikrobiologicznych było określenie zmiany składu mikroflory gleby w mateczniku sadzonek maliny założonym i prowadzonym metodami ekologicznymi oraz w mateczniku maliny założonym i prowadzonym metodami konwencjonalnymi. Na tej podstawie będzie można wskazać najbardziej optymalny sposób nawożenia plantacji matecznej sadzonek maliny, przy obu sposobach produkcji, z uwzględnieniem specyfiki różnych odmian.

### **METODYKA BADAŃ**

Glebę do badań pobierano z obu mateczników doświadczalnych. Próbkę pobrano dwukrotnie – wiosną oraz w jesieni, po zakończeniu wegetacji, przed wykopywaniem sadzonek z matecznika, ze strefy rizosfery, oddzielnie dla każdej odmiany, w ilości co najmniej 0,5 kg gleby. Badania gleby były wykonane w laboratorium zakładu Mikrobiologii i Ryzosfery Instytutu Ogrodnictwa - PIB.

W laboratorium próbki gleby zostały przesiane przez sito, o średnicy oczek - 1 mm, a następnie zawieszone w jałowej wodzie destylowanej, tak aby uzyskać rozcieńczenie 1 : 9. Tak przygotowane próbki zhomogenizowano na wytrząsarce, przez 30 minut. Z uzyskanych w ten sposób roztworów sporządzono serie kolejnych rozcieńczeń (10-2, 10-3, 10-4, 10-5, 10-6). W celu oszacowania liczby mikroorganizmów odpowiednie rozcieńczenia były wysiewane na płytki z pożywkami: 10% agar tryptonowo sojowego (dla oszacowania ogólnej populacji bakterii oraz ogólnej populacji bakterii formujących formy przetrwalnikowe), Rose Bengal Chloramphenicol Agar (oszacowanie ogólnej populacji grzybów), pożywkę S1 (oszacowanie populacji bakterii rodzaju *Pseudomonas* produkujących fluoresceiny) oraz płynną pożywkę wg Burka (oszacowanie najbardziej prawdopodobnej liczby bakterii wiążących azot atmosferyczny). W celu oszacowania liczby przetrwalników bakteryjnych oraz bioróżnorodności i aktywności bakterii wytwarzających formy przetrwalnikowe, zawiesina glebowa była inkubowana przez 25 minut w temperaturze 80°C.

Do oznaczenia różnorodności funkcjonalnej i aktywności bakterii glebowych został wykorzystany system BIOLOG wyposażony w płytki do charakteryzacji populacji mikroorganizmów Ecoplate.

Zainokulowane pożywki były inkubowane przez 168 godzin w temperaturze 26°C (ogólna populacja bakterii), 48-72 godziny w temperaturze 30°C (bakterie z rodzaju *Pseudomonas* oraz diazotrofy) oraz 120-168 godzin w temperaturze 26°C (bakterie wytwarzające formy przetrwalnikowe, grzyby). Przy obliczaniu liczby bakterii pod uwagę brano płytki, na których liczba kolonii była w granicach 30-300, a przy obliczaniu liczby grzybów - płytki zawierające 10-50 kolonii. Każda próbka była badana w 4 powtórzeniach, a wyniki końcowe stanowiły średnie JTK (jednostki tworzące kolonie) lub w przypadku diazotrofów jako NPL (najbardziej prawdopodobna liczba). Końcowe wyniki zostały przeliczone na 1g suchej masy gleby.

W celu oszacowania suchej masy dla próbki gleby, były one umieszczane w suszarce i przetrzymywane w temperaturze 80°C, po czym została wyliczona różnica masy odpowiednich próbek i obliczony został współczynnik.

Aktywność enzymów w glebie szacowana przy użyciu metody kolorymetrycznej przy użyciu zestawów komercyjnych lub wg metod opisanych przez Wyczółkowski i Dąbek-Szreniawska (2005)<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Wyczółkowski A. I., Dąbek-Szreniawska M. (2005) Enzymy biorące udział w mineralizacji azotu organicznego. *Acta Agrophysica, Rozprawy i Monografie*, 200 5(3), 37-61.

## WYNIKI BADAŃ LABORATORYJNYCH

Nie odnotowano istotnego wpływu lokalizacji na aktywność (wskaźnik AWCD) oraz aktywność funkcjonalną bakterii (wskaźnik Index H). Zaobserwowano, natomiast, istotny wpływ odmian roślin uprawianych w obydwu lokalizacjach na aktywność i różnorodność bakterii (tab. 6) W czerwcu, istotnie mniejszą aktywność bakterii odnotowano w próbkach spod roślin odmiany ‘Laszka’ w porównaniu od pozostałych odmian. W przypadku różnorodności funkcjonalnej, najmniejszą wartość wskaźnika Index H odnotowano w próbkach spod roślin odmiany ‘Laszka’, a największe spod roślin odmian ‘Poranek’, ‘Polana’ i ‘Sokolica’. We wrześniu, największą aktywność bakterii zaobserwowano w glebie spod odmian ‘Poranek’ oraz ‘Poemat’ i ‘Polana’, natomiast najmniejszą w glebie spod odmiany ‘Sokolica’. Istotnie mniejszą różnorodnością bakterii glebowych cechowały się próbki spod roślin odmian ‘Sokolica’ oraz ‘Polesie’.

Tabela 6. Wpływ odmiany roślin na aktywność i bioróżnorodność wybranych grup mikroorganizmów zasiedlających glebę rizosferową.

| Odmiana    | Czerwiec 2024 |         | Wrzesień 2024 |         |
|------------|---------------|---------|---------------|---------|
|            | AWCD          | Index H | AWCD          | Index H |
| ‘Laszka’   | 1,03 a        | 2,92 a  | 1,06 bc       | 3,07 b  |
| ‘Poemat’   | 1,16 b        | 3,04 b  | 1,28 cd       | 3,09 b  |
| ‘Polana’   | 1,25 b        | 3,11 bc | 1,22 cd       | 3,13 b  |
| ‘Polesie   | 1,22 b        | 3,08 b  | 0,86 ab       | 2,86 a  |
| ‘Poranek’  | 1,23 b        | 3,16 c  | 1,35 d        | 3,15 b  |
| ‘Sokolica’ | 1,25 b        | 3,09 bc | 0,8 a         | 2,86 a  |

Metoda analizy: metoda kolorymetryczna, pomiar absorbancji, dł fali 590 nm; Typ testów – EcoPlate; temperatura inkubacji: 26°C; czas inkubacji: 72 godziny; rozcieńczenie zawiesiny glebowej do pomiaru aktywności i bioróżnorodności bakterii – 10<sup>-3</sup>, AWCD – Average well color development; Index H – Wskaźnik Shannona-Wienera.

W przypadku malin uprawianych w NDP ESD odnotowano wpływ odmiany na aktywność i różnorodność funkcjonalną bakterii. W próbkach pobranych w czerwcu najmniejszą wartość wskaźnika AWCD zanotowano w glebie spod roślin odmiany ‘Laszka’ a największą spod odmiany ‘Sokolica’. Najmniejszą różnorodnością funkcjonalną cechowały się bakterie zasiedlające glebę spod roślin odmiany ‘Laszka’, a największą spod odmian ‘Poranek’ i ‘Sokolica’. W próbkach pobranych we wrześniu najmniejszą aktywność zanotowano w glebie spod roślin odmiany ‘Polesie’ a największą spod odmian ‘Poranek’ i ‘Sokolica’. W porównaniu do próbek spod roślin odmiany ‘Polesie’, odmiany ‘Laszka’, ‘Poemat’, ‘Polana’, ‘Poranek’ i ‘Sokolica’ cechowały się istotnie większą różnorodnością funkcjonalną bakterii glebowych. W przypadku malin uprawianych w OEMS Prusy odnotowano wpływ odmiany na aktywność i różnorodność funkcjonalną bakterii. W próbkach pobranych w czerwcu, najmniejszą aktywność bakterii glebowych zaobserwowano w próbkach spod odmian ‘Laszka’ i ‘Sokolica’ a największą spod odmian ‘Poemat’, ‘Polana’ i ‘Poranek’. Największą różnorodność bakterii glebowych odnotowano w próbkach spod malin odmian ‘Poemat’, ‘Polana’ i ‘Poranek’ a najmniejszą spod odmiany ‘Laszka’. W próbkach pobieranych we wrześniu, istotnie mniejszą aktywność bakterii zaobserwowano w glebie spod odmiany ‘Poemat’, w porównaniu do próbek spod pozostałych odmian malin.

Zaobserwowano, wpływ lokalizacji na liczebność wybranych grup mikroorganizmów. W czerwcu, w porównaniu do próbek pochodzących z NDP ESD, gleba z OEMS Prusy posiadała istotnie większą populację grzybów mikroskopowych. Natomiast, w próbkach z pochodzących z NDP ESD, we wrześniu 2024, odnotowano istotnie większą liczebność bakterii z rodzaju *Pseudomonas* w porównaniu do gleby pochodzącej z OEMS Prusy (tab. 7).

Tabela 7. Wpływ lokalizacji na liczebność wybranych grup mikroorganizmów zasiedlających glebę rizosferową (wrzesień 2024).

| Lokalizacja | Ogólna liczebność bakterii<br>[x 10 <sup>6</sup> jtk x g <sup>-1</sup><br>s.m.g.] | Ogólna liczebność przetrwalników bakteryjnych<br>[x 10 <sup>5</sup> jtk x g <sup>-1</sup><br>s.m.g.] | Ogólna liczebność <i>Pseudomonas</i> spp<br>[x 10 <sup>3</sup> jtk x g <sup>-1</sup><br>s.m.g.] | Ogólna liczebność bakterii <i>Pseudomonas</i> spp wytwarzających fluorescencyjny pigment<br>[x 10 <sup>3</sup> jtk x g <sup>-1</sup><br>s.m.g.] | Ogólna liczebność grzybów mikroskopowych<br>[x 10 <sup>4</sup> jtk x g <sup>-1</sup><br>s.m.g.] | Miano diazotrofów<br>[NPL x g <sup>-1</sup> ] |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| NDP ESD     | 20 b                                                                              | 11,16 a                                                                                              | 43,49 b                                                                                         | *                                                                                                                                               | 19,85 a                                                                                         | 2812,5 a                                      |
| OEMS Prusy  | 13,73 a                                                                           | 12,39 a                                                                                              | 9,93 a                                                                                          | *                                                                                                                                               | 17,92 a                                                                                         | 2854,17 a                                     |

Metoda analizy: posiew powierzchniowy kolejnych seryjnych rozcieńczeń na pożywki agarowe; użyte pożywki: 10% TSA (Tryptic Soy Agar 4 g, agar bakteriologiczny 13,5 g, woda destylowana 1000 g); *Pseudomonas* Isolation Agar (BTL, nr. kat. P-0526); Rose Bengal Lab Agar (BTL, nr kat. P-0527); spory uzyskano poprzez pasteryzację próbek w 80°C przez 15 minut; temperatura inkubacji 26°C; czas inkubacji 72-168 godzin; jtk – jednostki tworzące kolonie. s.m.g. – suchej masy gleby; \* – poniżej poziomu detekcji. Wyniki analiz zweryfikowano testem Duncana dla α=0.05, przy użyciu programu Statistica 13. Średnie oznaczone tą samą literą nie różniły się statystycznie.

W 2024 r. odnotowano wpływ odmian malin na liczebność wybranych grup mikroorganizmów w zależności od terminu poboru próbek. W czerwcu, istotnie większą populację przetrwalników bakteryjnych zaobserwowano w glebie spod odmiany ‘Polesie’. Z kolei, najmniejszą populację przetrwalników bakteryjnych odnotowano w próbkach spod malin odmian ‘Laszka’, ‘Poemat’, ‘Polesie’ i ‘Sokolica’. W przypadku grzybów mikroskopowych, największą ich populację odnotowano w glebie spod odmian ‘Polana’ i ‘Polesie’, a najmniejszą w próbkach pochodzących spod odmiany ‘Poemat’, ‘Poranek’ i ‘Sokolica’. Nie odnotowano różnic statystycznych w przypadku ogólnej liczebności bakterii i mianie diazotrofów. We wrześniu, istotnie większą liczebność przetrwalników bakteryjnych zaobserwowano w próbkach spod odmiany ‘Poranek’ w porównaniu do gleb spod odmian ‘Laszka’, ‘Poemat’, ‘Polesie’ i ‘Sokolica’. W przypadku, grzybów mikroskopowych, istotnie większą ich populację odnotowano w glebie spod odmian ‘Sokolica’ oraz ‘Poemat’ w porównaniu do odmian ‘Laszka’, ‘Polana’, ‘Polesie’ oraz ‘Poranek’. Nie zanotowano istotnych statystycznie różnic w ogólnej populacji bakterii, bakterii *Pseudomonas* oraz diazotrofów pomiędzy odmianami. Populacja bakterii *Pseudomonas* wytwarzających fluorescencyjny pigment była poniżej poziomu umożliwiającego oszacowanie ich liczebności.

W przypadku lokalizacji NDP ESD odnotowano istotny wpływ odmian na liczebność wybranych grup mikroorganizmów w zależności od terminu poboru próbek. W czerwcu, zaobserwowano istotnie większą ogólną populację bakterii w glebie spod odmiany ‘Sokolica’, w porównaniu do gleby spod odmiany ‘Polesie’. Istotnie mniejszą liczebność przetrwalników bakteryjnych zaobserwowano w glebie spod odmiany ‘Polana’, w porównaniu do pozostałych odmian. W przypadku bakterii z rodzaju *Pseudomonas*, istotnie mniejszą ich populację odnotowano w glebie spod odmian ‘Poemat’ i ‘Polesie’ w porównaniu do próbek spod odmian ‘Laszka’, ‘Poranek’ i ‘Sokolica’. Nie zaobserwowano różnic w liczebności grzybów mikroskopowych oraz mianie diazotrofów. We wrześniu 2024r., odnotowano istnie mniejszą liczebność przetrwalników bakteryjnych w próbkach spod roślin odmiany ‘Poranek’ w porównaniu do pozostałych odmian. Populacja bakterii z rodzaju *Pseudomonas* była istotnie większa w glebie spod odmian ‘Polana’ i ‘Polesie’, a najmniejsza w glebie spod odmiany ‘Poranek’. W przypadku grzybów mikroskopowych największą populację zaobserwowano w próbkach spod odmiany ‘Poranek’ a najmniejsza spod odmian ‘Laszka’, ‘Poemat’ i ‘Sokolica’. Nie odnotowano różnic w ogólnej liczebności bakterii oraz mianie diazotrofów pomiędzy odmianami. Populacja bakterii *Pseudomonas* wytwarzających fluorescencyjny pigment była poniżej poziomu umożliwiającego oszacowanie ich liczebności.

W przypadku lokalizacji OEMS Prusy odnotowano istotny wpływ odmian na liczebność wybranych grup mikroorganizmów w zależności od terminu poboru próbek. W czerwcu, zanotowano istotnie większą ogólną liczebność bakterii w glebie spod odmian ‘Polana’

i ‘Polesie’’, w porównaniu do próbek spod odmian ‘Poemat’, i ‘Sokolica’ (tab. 8). Populacja przetrwalników bakteryjnych była istotnie większa w glebie spod roślin odmian ‘Polana’, ‘Polesie’ i ‘Poranek’ w porównaniu do odmian ‘Laszka’, ‘Poemat’ i ‘Sokolica’. Ogólna populacja w glebie spod odmiany ‘Poranek’ była istotnie mniejsza w porównaniu do próbek spod odmian ‘Laszka’, ‘Poemat’, ‘Polana’, ‘Polesie’ i ‘Sokolica’. W przypadku grzybów mikroskopowych, istotnie większą ich populacji zaobserwowano w glebie spod roślin odmian ‘Polana’ i ‘Polesie’ w porównaniu do próbek spod odmian ‘Laszka’, ‘Poemat’, ‘Poranek’ i ‘Sokolica’. Nie zanotowano różnic statystycznych w mianie diazotrofów.

Tabela 8. Wpływ odmiany roślin na liczebność wybranych grup mikroorganizmów zasiedlających glebę rizosferową (OEMS Prusy, czerwiec 2024).

| Odmiana    | Ogólna liczebność bakterii<br>[x 10 <sup>6</sup> jtk x g <sup>-1</sup> s.m.g.] | Ogólna liczebność przetrwalników bakteryjnych<br>[x 10 <sup>5</sup> jtk x g <sup>-1</sup> s.m.g.] | Ogólna liczebność <i>Pseudomonas</i> spp<br>[x 10 <sup>3</sup> jtk x g <sup>-1</sup> s.m.g.] | Ogólna liczebność bakterii <i>Pseudomonas</i> spp wytwarzających fluorescencyjny pigment<br>[x 10 <sup>3</sup> jtk x g <sup>-1</sup> s.m.g.] | Ogólna liczebność grzybów mikroskopowych<br>[x 10 <sup>4</sup> jtk x g <sup>-1</sup> s.m.g.] | Miano diazotrofów<br>[NPL x g <sup>-1</sup> ] |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| ‘Laszka’   | 7,7 ab                                                                         | 9,68 a                                                                                            | 6,95 b                                                                                       | *                                                                                                                                            | 2,8 a                                                                                        | 2750 a                                        |
| ‘Poemat’   | 6,92 a                                                                         | 15,65 b                                                                                           | 9,57 b                                                                                       | *                                                                                                                                            | 1,56 a                                                                                       | 2750 a                                        |
| ‘Polana’   | 9,33 b                                                                         | 21,12 c                                                                                           | 9,04 b                                                                                       | *                                                                                                                                            | 6 b                                                                                          | 2750 a                                        |
| ‘Polesie’  | 9,39 b                                                                         | 20,18 c                                                                                           | 8,09 b                                                                                       | *                                                                                                                                            | 5,89 b                                                                                       | 2625 a                                        |
| ‘Poranek’  | 8,94 ab                                                                        | 20,78 c                                                                                           | 3,92 a                                                                                       | *                                                                                                                                            | 2,74 a                                                                                       | 2750 a                                        |
| ‘Sokolica’ | 6,96 a                                                                         | 8,61 a                                                                                            | 8,87 b                                                                                       | *                                                                                                                                            | 1,81 a                                                                                       | 3125 a                                        |

Opis jak w tabeli 7.

We wrześniu 2024 roku zaobserwowano istotnie mniejszą ogólną populację bakterii w glebie spod odmiany ‘Polesie’ w porównaniu do odmian ‘Laszka’, ‘Poemat’, ‘Polana’, ‘Poranek’ i ‘Sokolica’. Największą ogólną populację bakterii odnotowano w próbkach spod odmiany ‘Sokolica’. Najmniejszą liczebność przetrwalników bakteryjnych zanotowano w próbkach spod odmiany ‘Poranek’ a największą spod odmian ‘Laszka’ i ‘Poemat’. W przypadku bakterii z rodzaju *Pseudomonas*, istotnie większą ich liczbę zaobserwowano w glebie spod roślin odmiany ‘Laszka’, w porównaniu do próbek spod odmian ‘Poemat’, ‘Polana’, ‘Polesie’, ‘Poranek’ i ‘Sokolica’. Istotnie mniejszą populację grzybów mikroskopowych odnotowano w próbkach spod roślin odmian ‘Laszka’, ‘Polana’, ‘Polesie’ i ‘Sokolica’ w porównaniu do gleby spod odmian ‘Poranek’ i ‘Poemat’. Populacja bakterii *Pseudomonas* wytwarzających fluorescencyjny pigment była poniżej poziomu umożliwiającego oszacowanie ich liczebności (tab. 9).

Tabela 9. Wpływ odmiany roślin na liczebność wybranych grup mikroorganizmów zasiedlających glebę rizosferową (OEMS Prusy, wrzesień 2024).

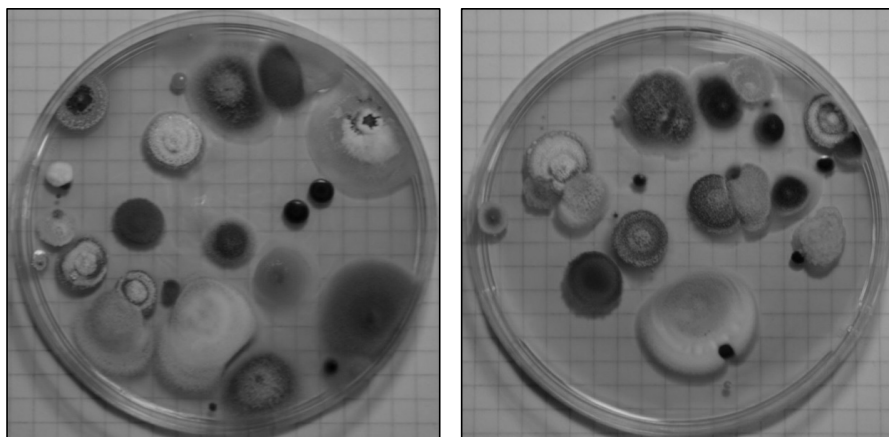
| Odmiana    | Ogólna liczebność bakterii<br>[x 10 <sup>6</sup> jtk x g <sup>-1</sup> s.m.g.] | Ogólna liczebność przetrwalników bakteryjnych<br>[x 10 <sup>5</sup> jtk x g <sup>-1</sup> s.m.g.] | Ogólna liczebność <i>Pseudomonas</i> spp<br>[x 10 <sup>3</sup> jtk x g <sup>-1</sup> s.m.g.] | Ogólna liczebność bakterii <i>Pseudomonas</i> spp wytwarzających fluorescencyjny pigment<br>[x 10 <sup>3</sup> jtk x g <sup>-1</sup> s.m.g.] | Ogólna liczebność grzybów mikroskopowych<br>[x 10 <sup>4</sup> jtk x g <sup>-1</sup> s.m.g.] | Miano diazotrofów<br>[NPL x g <sup>-1</sup> ] |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| ‘Laszka’   | 14,71 c                                                                        | 12,4 d                                                                                            | 49,72 b                                                                                      | *                                                                                                                                            | 6,67 a                                                                                       | 3125 a                                        |
| ‘Poemat’   | 13,98 c                                                                        | 12,19 d                                                                                           | 3,19 a                                                                                       | *                                                                                                                                            | 46,6 c                                                                                       | 3000 a                                        |
| ‘Polana’   | 10,84 b                                                                        | 11,92 cd                                                                                          | 5,36 a                                                                                       | *                                                                                                                                            | 6,69 a                                                                                       | 2750 a                                        |
| ‘Polesie’  | 8,35 a                                                                         | 9,36 bc                                                                                           | 6,68 a                                                                                       | *                                                                                                                                            | 9,09 a                                                                                       | 2625 a                                        |
| ‘Poranek’  | 16,46 d                                                                        | 5,33 a                                                                                            | 1,33 a                                                                                       | *                                                                                                                                            | 32,65 b                                                                                      | 2625 a                                        |
| ‘Sokolica’ | 18,01 e                                                                        | 8,37 b                                                                                            | 8,04 a                                                                                       | *                                                                                                                                            | 5,83 a                                                                                       | 3000 a                                        |

Opis jak w tabeli 7.

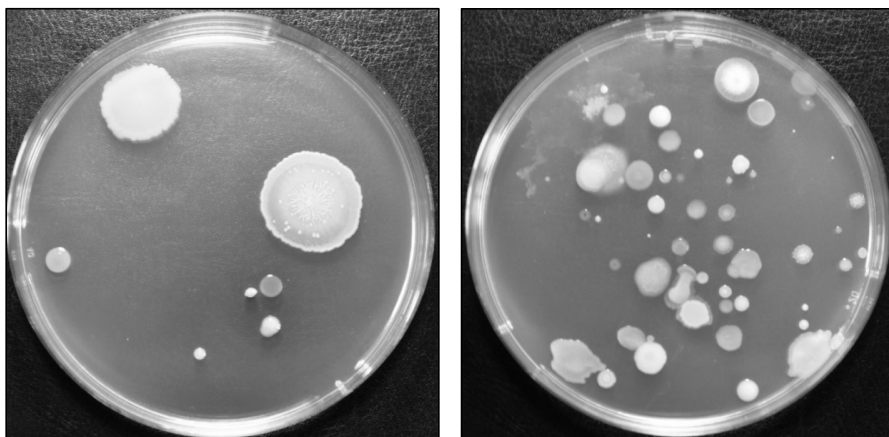
## Wnioski

1. W 2024r. nie odnotowano istotnych różnic dotyczących wpływu lokalizacji uprawy na aktywność i różnorodność funkcjonalną bakterii glebowych.
2. Najkorzystniejszy wpływ na mikrobiom glebowy miała odmiana ‘Poranek’ oraz ‘Poemat’ i ‘Polana’ (aktywność i różnorodność funkcjonalna bakterii glebowych badana w czerwcu i wrześniu).
3. Odnotowano wpływ lokalizacji na liczebność bakterii z rodzaju *Pseudomonas* (wrzesień) oraz grzybów mikroskopowych (czerwiec). Wpływ ten był zależny od terminu poboru próbek.
4. Zaobserwowano wpływ odmiany roślin na populację badanych grup mikroorganizmów. Wpływ ten zależał od terminu poboru próbek.
5. W 2024r. populacja bakterii *Pseudomonas* wytwarzających fluorescencyjny pigment była poniżej poziomu umożliwiającego oszacowanie ich liczebności.

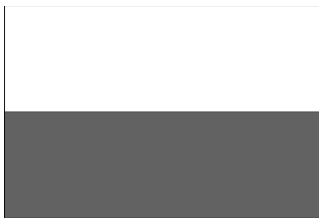
**Fot. 1 – 2. Kolonie grzybów strzępkowych (Rose Bengal Chloramphenicol Agar)**



**Fot. 3 – 4. Kolonie bakterii (10% TSA)**







## Streszczenie

*z przeprowadzonych w 2024 r. badań podstawowych  
na rzecz rolnictwa ekologicznego, pt.:*

„Badania w zakresie optymalizacji przetwórstwa produktów roślinnych i zwierzęcych metodami ekologicznymi, ze szczególnym uwzględnieniem przetwarzania produktów na bazie zbóż.”

Realizowanych przez:

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

*w związku z decyzją Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi nr DEJ.re.765.8.2024, z dnia 03.04.2024 r., wydaną na podstawie § 8 ust. 1 pkt 1, ust. 2 i ust. 10 rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 29 lipca 2015 r. w sprawie stawek dotacji przedmiotowych dla różnych podmiotów wykonujących zadania na rzecz rolnictwa (Dz. U. poz. 1170, z 2016 r. poz. 1614 oraz z 2017r. poz. 1470).*

Kierownik tematu: *dr hab. Józef Tyburski, prof. UWM*

Główni wykonawcy:

- *dr hab. Józef Tyburski, prof. UWM*
  - *dr hab. Kazimierz Obremski, prof. UWM*
  - *dr Paweł Wojtacha*
- Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie*

OLSZTYN, 2024 r.

## 1. WPROWADZENIE

W ramach projektu badawczego „*Badania w zakresie optymalizacji przetwórstwa produktów roślinnych i zwierzęcych metodami ekologicznymi, ze szczególnym uwzględnieniem przetwarzania produktów na bazie zbóż*”, przeprowadzono badania nad doskonaleniem odplewiania ekologicznie uprawianych niewymłacalnych pszenic: samopszy (formy ozimej i jarej) oraz jarej pszenicy płaskurki. Podczas odplewiania pszenicy samopszy, które można wykonać jedynie za pomocą profesjonalnej łuszcarki, ok. 40% masy kłosek zostaje odrzucone w postaci plew, a straty są tym większe, im kłosa są drobniejsze. Pszenicę płaskurkę można odplewiać zarówno za pomocą odpowiednio przerobionego bukownika (jest to maszyna tania, a przez to łatwiej dostępna), jak i profesjonalnej łuszcarki (maszyna bardzo droga). Zastosowanie tej drugiej maszyny znacząco ogranicza straty ziarna podczas odplewiania. Dorodność kłosek i ziarna wpływa na wielkość strat podczas odplewiania, a także na wielkość wyciągu mąki.

### **Pszenica samopsza**

Samopsza (*Triticum monococcum*), zwana też jednoziarnową (gdyż ma po jednym ziarniaku w kłosku), to najwcześniej udomowiony gatunek pszenicy. Po zbiorze kombajnem ziarno pozostaje niewymłócone, pozostając w kłoskach (plewach). W Polsce najstarsze stanowiska samopszy pochodzą z wczesnego neolitu. Ceniono ją głównie za ziarno bogate w białko. Jeszcze w 1990r. w Rumunii znaleziono dziesięć stanowisk uprawy samopszy.

Samopszę charakteryzuje niska zawartość glutenu, który jest przy tym złej jakości. Z mąki samopszy nie można uzyskać dobrej porowatości miększu w większej objętości chleba. Samopsza bogata jest w lekkostrawne białko, o odpowiednim składzie aminokwasowym. Korzystne proporcje węglowodanów, tłuszczów, białek i błonnika są gwarancją wysokiej wartości odżywczej. Błonnik stymuluje perystaltykę jelit i reguluje poziom cukru we krwi oraz cholesterolu. Ponadto wysoka zawartość przeciwutleniaczy powoduje, że samopsza jest zbożem o walorach wybitnych, nadającym się do produkcji żywności funkcjonalnej oraz naturalnych przeciwutleniaczy dla przemysłu spożywczego.

Intensywnie żółty kolor ziarna i mąki wskazuje na wysoką koncentrację karotenu i karotenoidów. Karotenoidy mają właściwości ochronne, jak antyoksydanty. Luteina, główny żółty pigment w ziarnie pszenic, zmniejsza ryzyko zwyrodnienia plamki żółtej i zaćmy i ma działanie ochronne przed chorobami serca i rakiem - występuje w samopszy w większym stężeniu, niż u innych gatunków pszenic. Ponadto korzystny wpływ żywności z samopszy na zdrowie ludzi wynika również z jej zdolności do stymulacji układu odpornościowego.

Podsumowując - pszenica samopsza jest zbożem o wybitnych walorach pro-zdrowotnych dla wszystkich grup wiekowych.

Pszenica samopsza jest jednak produktem bardzo drogim. Jej mąka (podobnie jak inne produkty – makaron, kasza, płatki) jest dużo droższa niż wyroby z pszenicy zwyczajnej, a także droższa od innych gatunków pszenic niewymłacalnych, w tym orkiszu i płaskurki. Na jej wysoką cenę wpływa niska wydajność kłosków, koszty związane z odplewianiem i straty ziarna podczas odplewiania (najdrobniejsze kłoski są albo tracone podczas czyszczenia kłosków z nasion chwastów, albo nie mogą być pozbawione plew, gdyż są one zbyt silnie zrosnięte z chudym ziarniakiem).

W praktyce wydajność ozimej formy pszenicy samopszy wynosi od 1,5 do 2,5 tony kłosków z hektara, jednak na najlepszych glebach i stanowiskach może wzrosnąć do 4 t z ha.

Przed przystąpieniem do odplewiania najpierw kłoski oczyszcza się z nasion chwastów oraz ości, a dopiero potem kieruje na łuszczarkę. Gdy wilgotność kłosków jest zbyt wysoka, trzeba je uprzednio dosuszyć – zbyt wilgotne kłoski blokują pracę łuszczarki. Ostatecznie z 1 tony oczyszczonych kłosków uzyskuje się ok. 600 kg odplewionego ziarna.

### **Pszenica płaskurka**

Pszenica płaskurka (*Triticum dicococcum*), inaczej dwuziarnowa, to jeden z najwcześniej udomowionych, niewymłacalnych gatunków pszenic. Ziarno płaskurki odkryto w wykopaliskach sprzed 10 tysięcy lat p.n.e., a jej uprawa rozpoczęła się w rejonie tzw. Żyznego Półksiężycza. W Europie najdłużej jako główne zboże uprawiana była w północno-wschodniej części kontynentu. Obecnie wciąż jest ważnym zbożem w Etiopii, stanowiąc ok. 7% powierzchni zasiewów. Na znaczną skalę uprawiana jest również w Indii, we Włoszech i w Turcji. Uprawiana była w Europie Środkowej, głównie w Białych Karpatach.

Powrót pszenicy orkisz, samopszy i płaskurki do uprawy w Polsce dokonał się za sprawą rolnictwa ekologicznego, z inicjatywy Mieczysława Babalskiego. Przełomem były doświadczenia mikropoletkowe prowadzone przez M. Babalskiego, na których wysiewał on kłoski z przechowalni długoterminowej Krajowego Centrum Roślinnych Zasobów Genowych IHAR-PIB w Radzikowie. Obecnie dwa jare genotypy samopszy oraz płaskurki uprawiane są lokalnie przez rolników ekologicznych i przetwarzane na mąki, kasze, makarony oraz płatki.

Pszenicę płaskurkę wyróżnia wysoka zawartość białka, związków mineralnych, a także semoliny, zbliżona do tej w pszenicy twardej. Płaskurka wykorzystywana jest do wytwarzania makaronu, gdyż cechuje ją niska kleistość, wystarczająca twardość i ciemny kolor. Używana jest także do wypieku „gorszej jakości” chleba (o małej objętości bochenka). Wskutek dużego

stężenia cukrów nieredukujących, kasza z płaskurki jest sypka, ma atrakcyjny zapach i smak. W krajach bliskiego wschodu niektórzy konsumenci wciąż używają jej do wyrobu tradycyjnych potraw, w tym „płaskiego” chleba, ceniąc jego aromat i smak. We Włoszech służy do wypieku chleba (focaccia), produkcji makaronu, płatków, kaszy, a także używana jest jako dodatek do zup. Współcześnie w Etiopii jest wykorzystywana na placek chlebowy, płaski chleb na parze, makaron, kaszę, gotowane i pieczone ziarno, piwo i alkohol. W USA i w Kanadzie wzięcie ma pieczywo z płaskurki.

Płaskurka cechuje się wysoką zawartością błonnika, przeciwutleniaczy i skrobi odpornej. Spowolnione trawienie węglowodanów opóźnia wchłanianie glukozy, a ponadto długo odczuwana sytość czyni płaskurkę odpowiednią dla diabetyków.

Pszenica płaskurka może być uprawiana na glebach bardzo dobrych i trochę słabszych, kompleksu żytniego bardzo dobrego i dobrego [Codianni i in. 1993]. Płaskurka wydaje o ok. 25% mniejsze plony od orkisz. Założono, że lepsze zaopatrzenie pszenic niewymłacalnych w składniki pokarmowe (zwiększone nawożenie) ograniczy ich zachwaszczenie oraz podniesienie wydajność [Tyburski i in., 2023]. Dzięki temu zmaleją również koszty zbioru oraz straty plonu w postaci wywiewania (razem z nasionami chwastów) drobnych kłosek w czasie doczyszczania zebranego plonu.

Płaskurkę można odplewiał na bukowniku, co jest procesem trudnym i prowadzącym do uszkodzenia większości ziaren. Drobne i uszkodzone ziarniaki, zmniejszają wyciąg mąki.

Wobec powyższego, uznano, że dla zwiększenia dostępności i obniżenia ceny mąki i innych produktów z ekologicznych pszenic niewymłacalnych, potrzebne są działania dwukierunkowe, a mianowicie:

- działania skierowane na poprawę wydajności i dorodności ziaren (zwiększone nawożenie z zastosowaniem nawozów dozwolonych w rolnictwie ekologicznym),
- zastosowanie doskonalszych maszyn do odplewiania ziarna (profesjonalnej łuszczarki w miejsce bukownika).

## **2. METODYKA BADAŃ POŁOWYCH I LABORATORYJNYCH**

W ramach realizacji w/w celów przeprowadzono dwa doświadczenia polowe z uprawą ozimej i jarej formy pszenicy samopszy oraz jarej pszenicy płaskurki (genotyp Jasna i Żłota). Doświadczenie ściśle przeprowadzono w Zakładzie Doświadczalnym w Bałcynach k. Ostródy, natomiast łanowe w gospodarstwie ekologicznym Mieczysława Babalskiego w Pokrzydowie k/Brodnicy.

## **Doświadczenia łanowe z pszenicą samopszą oraz płaskurką w Pokrzydowie k. Brodnicy**

### I. Czynniki doświadczalne – dobór gatunków i genotypów pszenic niewymłaczalnych

W skali produkcyjnej uprawiano:

- ozimą formę pszenicy samopszy (genotyp “Dobra”)
- jarą formę pszenicy płaskurki (genotyp “Jasna”)

### II. Czynniki doświadczalne – nawożenie azotem

A – obiekt kontrolny, nienawożony

B – nawożenie organicznym nawozem azotowym (Bioilsą), w dawce 600 kg na 1 ha<sup>1</sup>

## **Doświadczenia z pszenicą samopszą oraz płaskurką w Bałcynach k. Ostródy**

### I. Czynniki doświadczalne – dobór gatunków i genotypów pszenic niewymłaczalnych

Przeprowadzono uprawę następujących pszenic niewymłaczalnych:

- ozima forma pszenicy samopszy (genotyp “Dobra”)
- jara forma pszenicy samopszy (genotyp “Sina”)
- jare formy pszenicy płaskurki (genotyp “Jasna” i “Złota”)

### II. Czynniki doświadczalne – nawożenie azotem

Jesienne nawożenie azotem:

- system ekologiczny ekstensywny – 0 kg na 1 ha
- system ekologiczny intensywny – 500 kg Bioilsy na 1 ha

Wiosenne nawożenie azotem:

- system ekologiczny ekstensywny – 0 kg na 1 ha
- system ekologiczny intensywny – 750 l ASL na 1 ha

Dodatkowo w Bałcynach, w celach porównawczych, prowadzono uprawę konwencjonalną w/w gatunków i genotypów pszenic niewymłaczalnych, w systemie niskonakładowym (K 1) i integrowanym (średnio-nakładowym) (K 2).

Ponadto zarówno w doświadczeniu łanowym w gospodarstwie ekologicznym, jak i poletkowym, w Zakładzie Doświadczalnym UWM w Bałcynach, zastosowano uzupełniające nawożenie K, Mg i P, z uwagi na niewystarczającą zasobność gleby w te składniki.

## **Zakres i metody badań gleby**

W trakcie agrochemicznej analizy gleby określono jej odczyn (pH) oraz zasobność w przyswajalne makroelementy: pH i zasolenie – potencjometrycznie; N-NO<sub>3</sub> z zastosowaniem elektrody jonoselektywnej; P kolorymetrycznie; K, Na, Mg i Ca z zastosowaniem AAS.

---

<sup>1</sup> Bioilsa nawóz dopuszczony w rolnictwie ekologicznym, o powolnym uwalnianiu azotu.

## **Odplewianie kłosek**

Odplewianie kłosek przeprowadzono na maszynach stosowanych w praktyce:

A/ odplewianie płaskurki na bukowniku wykonano w gospodarstwie ekologicznym

B/ odplewianie samopszy i płaskurki zostało wykonane również na profesjonalnej łuszczarce w ekologicznej Wytwórni Makaronu BIO, w Pokrzydowie k/Brodnicy.

Po zbiorze i odplewieniu, przeprowadzono przemiał ziarna.

## **Ocena jakości mąki i otręb**

W ramach badania jakości pszenicy samopszy i płaskurki przeprowadzono ocenę jakości mąki z określeniem następujących parametrów: wyciągu mąki, wilgotności, zawartości białka, zawartości glutenu, liczby opadania.

Ponadto w mące oraz w otrębach (będących ważnym artykułem żywnościowym o walorach pro-zdrowotnych) określono występowanie mikotoksyn. Analizy zawartości mikotoksyn w mące i otrębach (aflatoksyny, deoksyniwalenol, fumonizyny B1 i B2, toksyna T-2 i H-T-2, ochratoksyna i zearalenon) wykonano metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej z detekcją podwójnie masową – HPLC MS/MS.

## **Właściwości chemiczne gleby**

Próbki gleb analizowano metodą ogrodniczą. W Bałcynach i w Pokrzydowie odczyn gleby był odpowiedni dla uprawy pszenic, a zasolenie bardzo niskie lub niskie. Zasobność gleby w N azotanowy w Bałcynach była niska do średniej, a w Pokrzydowie zróżnicowana: na polu pod samopszę bardzo niska, natomiast na polu pod płaskurkę - średnia. Zasobność gleb w przyswajalny P była niska do średniej, natomiast w K niska. Ponadto w glebach tych stwierdzono średnią zasobność w Mg. Generalnie analizy badanych próbek gleb potwierdziły potrzebę uzupełniającego nawożenia azotem, potasem i fosforem.

## **3. WYNIKI BADAŃ**

### **Wydajność pszenic niewymłaczalnych w gospodarstwie w Pokrzydowie k. Brodnicy**

W gospodarstwie M. Babalskiego uzyskano raczej niskie plony, głównie z powodu suszy, a także słabej zasobności gleby przeznaczonej pod ozimą formę pszenicy samopszy.

Pszenicę samopszą uprawiano na gorszej glebie, stąd silniej rośliny na niej uprawiane odczuły suszę, a także wykazano gorszą ich reakcję na zwiększoną intensywność uprawy – dodatkowe nawożenie azotem. Plony kłosek rzędu 1,4 – 1,7 tony z ha oraz odplewionego ziarna od 0,9 do 1,07 t z ha nie zapewniają opłacalności uprawy.

Samopszy nie da się odplewić na bukowniku, a jedynie na profesjonalnej łuszczarce. Efektywność odplewiania zależy od dorodności kłosek i zawartych w nich ziarniaków. Na słabych glebach, po gorszych przedplonach i w warunkach suszy, ziarno jest drobne, a plewy silnie do niego przylegają, co utrudnia odplewianie. Efektywność odplewiania mieści się w szerokich granicach: od ok. 55% dla ziarna drobnego do 75% dla ziarna dorodnego. Warto więc zadbać o dobry przedplon i nawożenie, by poprawić efektywność uprawy samopszy.

Dla kłosek z plantacji w Pokrzydowie efektywność odplewiania wyniosła 60,1% (dla ekstensywnej uprawy) i wzrosła zaledwie do 62,2% w warunkach dodatkowego nawożenia (tab. 2). Tak niska efektywność nawożenia to głównie efekt suszy.

Tabela 2. Wydajności pszenicy samopszy i płaskurki uzyskane w gospodarstwie ekologicznym M. Babalskiego w Pokrzydowie k. Brodnicy

| Wyszczególnienie              | Metoda uprawy |       |
|-------------------------------|---------------|-------|
|                               | Eko 1         | Eko 2 |
| Samopsza ozima, genotyp Dobra |               |       |
| Plon kłosek, t z ha           | 1,43          | 1,72  |
| Plon ziarna**, t z ha         | 0,86          | 1,07  |
| Efektywność odplewiania, %    | 60,1          | 62,2  |
| Płaskurka jara, genotyp Jasna |               |       |
| Plon kłosek, t z ha           | 2,19          | 2,52  |
| Plon ziarna*, t z ha          | 1,11          | 1,31  |
| Efektywność odplewiania, %    | 50,6          | 52,0  |
| Plon ziarna**, t z ha         | 1,53          | 1,77  |
| Efektywność odplewiania, %    | 69,9          | 70,1  |

\* Odplewianie na bukowniku; \*\* odplewianie na łuszczarce profesjonalnej; Eko 1 i Eko 2 – odpowiednio ekstensywny i intensywny sposób uprawy ekologicznej

W gospodarstwie ekologicznym w Pokrzydowie płaskurkę uprawiano na zwięźlejszej i zasobniejszej glebie niż samopszę. Dzięki temu uzyskano większą, ale wciąż niezbyt dużą wydajność, zbliżoną do wartości plonów przeciętnych. Dodatkowe nawożenie również okazało się mało efektywne.

Odplewianie na bukowniku pozwoliło uzyskać plon czystego ziarna stanowiący od 50,6% do 52,0% masy kłosek. Odplewianie na profesjonalnej łuszczarce było dużo bardziej efektywne, zwiększając uzysk ziarna do ok. 70%. Lepsze odżywienie roślin płaskurki nie tylko zwiększyło ich plon, ale również poprawiło wymłalność ziarna z kłosek.

## Wydajność pszenic w Zakładzie Doświadczalnym w Bałczynach k. Ostródy

Plon kłosków ozimej pszenicy samopszy, uzyskany na typowo pszenicznej glebie w Bałczynach, był ponad dwukrotnie większy od uzyskanego na dużo słabszej glebie w Pokrzydowie i zbliżył się do 4 ton z ha, co jest wynikiem bardzo dobrym. Oznacza to zarazem, że kłoski i ziarno było dorodne, co skutkowało bardzo wysoką ich wymłacalnością rzędu 74 – 76% (tab. 3). Natomiast efektywność nawożenia uzupełniającego nie była zbyt duża, co jest cechą tego gatunku, słabo reagującego na nawożenie.

Tabela 3. Wydajności pszenicy samopszy uzyskane w gospodarstwie zakładzie doświadczalnym w Bałczynach k. Ostródy

| Wyszczególnienie              | Metoda uprawy |       |       |       |
|-------------------------------|---------------|-------|-------|-------|
|                               | Eko 1         | Eko 2 | Kon 1 | Kon 2 |
| Samopsza ozima, genotyp Dobra |               |       |       |       |
| Plon kłosków, t z ha          | 3,62          | 3,93  | 3,53  | 3,91  |
| Plon ziarna**, t z ha         | 2,70          | 2,98  | 2,62  | 2,98  |
| Efektywność odplewiania, %    | 74,7          | 75,8  | 74,1  | 76,2  |
| Samopsza jara, genotyp Sina   |               |       |       |       |
| Plon kłosków, t z ha          | 2,66          | 2,80  | 1,89  | 2,19  |
| Plon ziarna**, t z ha         | 2,04          | 2,15  | 1,28  | 1,51  |
| Efektywność odplewiania, %    | 76,7          | 76,9  | 67,6  | 68,8  |

\* Odplewianie na bukowniku; \*\* Odplewianie na łuszczarce profesjonalnej; Kon 1 i Kon 2 – odpowiednio ekstensywny i intensywny sposób uprawy konwencjonalnej

Samopsza jara wydała dużo mniejszy (o ok. 1 t z ha) plon kłosków niż forma ozima. W szczególności dotyczy to uprawy konwencjonalnej – samopsza jara jest bardzo wrażliwa na odchwaszczanie chemiczne. Dlatego też uzyskano dużą mniejszą wydajność samopszy jarej w uprawie konwencjonalnej. Podobnie było z efektywnością odplewiania – bardzo wysoka w uprawie ekologicznej, a o ok. 10% mniejsza w uprawie konwencjonalnej.

Dosyć nieoczekiwanie płaskurka jara plonowała niżej od ozimej samopszy. Najprawdopodobniej wynika to z faktu, że forma ozima (samopszy), mogła skorzystać z zapasów wody pozimowej, w przeciwieństwie do zbóż jarych (tab. 4).

Tabela 4. Wydajności pszenicy płaskurki uzyskane w gospodarstwie zakładzie doświadczalnym w Bałczynach k. Ostródy

| Wyszczególnienie              | Metoda uprawy |       |       |       |
|-------------------------------|---------------|-------|-------|-------|
|                               | Eko 1         | Eko 2 | Kon 1 | Kon 2 |
| Płaskurka jara, genotyp Złota |               |       |       |       |
| Plon kłosków, t z ha          | 2,57          | 2,84  | 2,88  | 3,11  |
| Plon ziarna*, t z ha          | 1,35          | 1,55  | 1,51  | 1,70  |
| Odpl. na bukowniku, %         | 52,7          | 54,7  | 52,3  | 54,8  |
| Plon ziarna**, t z ha         | 1,82          | 2,06  | 2,03  | 2,29  |
| Odpl. na łuszczarce, %        | 70,8          | 72,4  | 70,6  | 73,5  |
| Płaskurka jara, genotyp Jasna |               |       |       |       |
| Plon kłosków, t z ha          | 2,71          | 2,86  | 2,97  | 3,08  |
| Plon ziarna*, t z ha          | 1,43          | 1,53  | 1,54  | 1,67  |
| Odpl. na bukowniku, %         | 52,8          | 53,6  | 52,0  | 54,1  |
| Plon ziarna**, t z ha         | 1,88          | 2,02  | 2,06  | 2,19  |
| Odpl. na łuszczarce, %        | 69,4          | 70,7  | 69,5  | 71,0  |

\* Odplewianie na bukowniku; \*\* odplewianie na łuszczarce profesjonalnej

Wydajność płaskurki jarej obydwu genotypów (Jasna i Złota) była zbliżona. Większą efektywnością odplewiania charakteryzowała się płaskurka Złota. Zastosowanie lepszej jakości maszyn do odplewiania pozwoliło dodatkowo wyłuskać ok. 0,5 t ziarna z ha.

### Wyciąg i właściwości technologiczne mąki

Mąkę z pszenicy samopszy uprawianej w gospodarstwie w Pokrzydowie cechowało intensywnie żółte zabarwienie, natomiast zawierała niezbyt dużo białka (tab. 5). Nie udało się wyflukać glutenu, którego zawartość była bardzo mała.

Tabela 5. Właściwości mąki z pszenicy samopszy uprawianej w gospodarstwie ekologicznym M. Babalskiego w Pokrzydowie k. Brodnicy

| Wyszczególnienie     | Metoda uprawy |       |
|----------------------|---------------|-------|
|                      | Eko 1         | Eko 2 |
| Wyciąg mąki, %       | 62,1          | 64,7  |
| Zawartość białka, %  | 13,6          | 14,4  |
| Zawartość glutenu, % | N*            | N*    |
| Liczba opadania, s   | 608           | 548   |

\* nie udało się wymyć glutenu

Tabela 6. Właściwości mąki z pszenicy płaskurki uprawianej w gospodarstwie ekologicznym M. Babalskiego w Pokrzydowie k. Brodnicy

| Wyszczególnienie     | Metoda uprawy |       |
|----------------------|---------------|-------|
|                      | Eko 1         | Eko 2 |
| Wyciąg mąki, %       | 63,2          | 67,0  |
| Zawartość białka, %  | 14,3          | 15,1  |
| Zawartość glutenu, % | N*            | N*    |
| Liczba opadania, s   | 485           | 444   |

\* nie udało się wymyć glutenu

Mąkę z płaskurki jarej (genotyp Jasna) z gospodarstwa ekologicznego cechowała niezbyt duża zawartość białka (tab. 6). Nie udało się z niej wypłukać glutenu.

Mąka z samopszy ozimej z Bałcyn miała więcej białka od mąki z Pokrzydowa (tab. 7). Zwiększone nawożenie poprawiało jakość mąki, w szczególności zawartość białka.

Tabela 7. Właściwości maki z pszenicy samopszy uzyskane w gospodarstwie zakładzie doświadczalnym w Bałcynach k. Ostródy

| Wyszczególnienie              | Metoda uprawy |       |       |       |
|-------------------------------|---------------|-------|-------|-------|
|                               | Eko 1         | Eko 2 | Kon 1 | Kon 2 |
| Samopsza ozima, genotyp Dobra |               |       |       |       |
| Wyciąg mąki, %                | 63,8          | 66,9  | 64,9  | 65,1  |
| Zawartość białka, %           | 13,8          | 15,2  | 13,8  | 16,0  |
| Zawartość glutenu, %          | N*            | N*    | N*    | N*    |
| Liczba opadania, s            | 489           | 374   | 444   | 358   |
| Samopsza jara, genotyp Sina   |               |       |       |       |
| Wyciąg mąki, %                | 63,6          | 66,6  | 63,6  | 65,8  |
| Zawartość białka, %           | 17,6          | 18,2  | 19,8  | 20,3  |
| Zawartość glutenu, %          | N*            | N*    | N*    | N*    |
| Liczba opadania, s            | 302           | 317   | 326   | 321   |

\* nie udało się wymyć glutenu

Lepsze parametry miała mąka uzyskana z samopszy jarej, a głównie bardzo wysoką zawartość białka, która w przypadku plantacji konwencjonalnej przekroczyła 20% (tab. 7).

Jakość mąk z płaskurki uprawianej na dobrej glebie w Bałcynach była lepsza od tej z Pokrzydowa. Mąkę o lepszych parametrach uzyskano z genotypu Złota (tab. 8). Uwagę zwraca bardzo wysoka zawartość białka, na którą korzystnie wpłynęło zwiększone nawożenie azotem – tak w ekologicznej, jak i konwencjonalnej metodzie uprawy.

Tabela 8. Właściwości mąki z pszenicy płaskurki uprawianej w Zakładzie Doświadczalnym w Bałczynach k. Ostródy

| Wyszczególnienie              | Metoda uprawy |       |       |       |
|-------------------------------|---------------|-------|-------|-------|
|                               | Eko 1         | Eko 2 | Kon 1 | Kon 2 |
| Płaskurka jara, genotyp Złota |               |       |       |       |
| Wyciąg mąki, %                | 61,7          | 62,1  | 67,6  | 68,0  |
| Zawartość białka, %           | 17,5          | 17,7  | 18,7  | 21,0  |
| Zawartość glutenu, %          | N*            | N*    | N*    | N*    |
| Liczba opadania, s            | 384           | 382   | 277   | 263   |
| Płaskurka jara, genotyp Jasna |               |       |       |       |
| Wyciąg mąki, %                | 62,3          | 67,4  | 64,3  | 68,1  |
| Zawartość białka, %           | 16,4          | 16,8  | 17,5  | 19,9  |
| Zawartość glutenu, %          | N*            | N*    | N*    | N*    |
| Liczba opadania, s            | 358           | 347   | 305   | 222   |

\* nie udało się wymyć glutenu

### Właściwości otrąb

Otręby z pszenic niewymłaczalnych stosowane są nie tylko w żywieniu zwierząt. Dodawane są również do różnych potraw, stanowiąc cenny składnik prozdrowotny w żywieniu człowieka. Z cech określanych w niniejszym projekcie przedstawiono dane dotyczące zawartości wody (wilgotność) oraz białka (tab. 9, 10, 11 i 12).

Tabela 9. Właściwości otrąb z pszenicy samopszy uprawianej w gospodarstwie ekologicznym M. Babalskiego w Pokrzydowie k. Brodnicy

| Wyszczególnienie    | Metoda uprawy |       |
|---------------------|---------------|-------|
|                     | Eko 1         | Eko 2 |
| Wilgotność, %       | 12,5          | 12,6  |
| Zawartość białka, % | 15,3          | 16,1  |

Tabela 10. Właściwości otrąb z pszenicy płaskurki uprawianej w gospodarstwie ekologicznym M. Babalskiego w Pokrzydowie k. Brodnicy

| Wyszczególnienie    | Metoda uprawy |       |
|---------------------|---------------|-------|
|                     | Eko 1         | Eko 2 |
| Wilgotność, %       | 12,4          | 12,1  |
| Zawartość białka, % | 16,2          | 17,2  |

Ogólnie rzecz biorąc zawartość białka w otrębach była większa niż w mące. Większa koncentracja białka występowała w otrębach z ziarna uprawianego na lepszej glebie oraz dodatkowo nawożonego azotem. Szczególnie wysokie zawartości białka stwierdzono w otrębach z samopszy jarej (genotyp Sina) oraz płaskurki jarej (genotyp Jasna) (tab. 11 i 12)..

Tabela 11. Właściwości otrąb z pszenicy samopszy uzyskane w Zakładzie Doświadczalnym w Bałcynach k. Ostródy

| Wyszczególnienie              | Metoda uprawy |       |       |       |
|-------------------------------|---------------|-------|-------|-------|
|                               | Eko 1         | Eko 2 | Kon 1 | Kon 2 |
| Samopsza ozima, genotyp Dobra |               |       |       |       |
| Wilgotność, %                 | 11,8          | 12,3  | 12,4  | 12,3  |
| Zawartość białka, %           | 14,4          | 17,3  | 16,1  | 18,5  |
| Samopsza jara, genotyp Sina   |               |       |       |       |
| Wilgotność, %                 | 12,5          | 12,8  | 12,5  | 12,5  |
| Zawartość białka, %           | 22,1          | 23,1  | 23,3  | 23,6  |

Tabela 12. Właściwości otrąb z pszenicy płaskurki uprawianej w zakładzie doświadczalnym w Bałcynach k. Ostródy

| Wyszczególnienie              | Metoda uprawy |       |       |       |
|-------------------------------|---------------|-------|-------|-------|
|                               | Eko 1         | Eko 2 | Kon 1 | Kon 2 |
| Płaskurka jara, genotyp Złota |               |       |       |       |
| Wilgotność, %                 | 12,4          | 12,5  | 13,1  | 12,4  |
| Zawartość białka, %           | 17,9          | 18,9  | 20,0  | 21,8  |
| Płaskurka jara, genotyp Jasna |               |       |       |       |
| Wilgotność, %                 | 12,7          | 12,6  | 11,5  | 12,4  |
| Zawartość białka, %           | 20,3          | 20,8  | 22,5  | 23,6  |

### Zanieczyszczenie mąki mikotoksynami

Zanieczyszczenie mąk z samopszy ozimej oraz jarej przez mikotoksyny było bardzo małe (tab. 13). Większość z analizowanych mikotoksyn w ogóle w mące nie wystąpiła. W dwóch z sześciu próbek oznaczono niskie stężenia mikotoksyny DON, w jednej HT-2, a w pięciu ZEN. Stopień zanieczyszczenia mąk mikotoksynami nie zależał ani od sposobu uprawy (ekologiczny, konwencjonalny), ani intensywności nawożenia, ani siedliska. Stężenie żadnej z tych toksyn nawet nie zbliżyło się do wartości dopuszczonych we Wspólnocie Europejskiej.

Tabela 13. Średnia zawartość mikotoksyn w mące z samopszy [ $\mu\text{g kg}^{-1}$ ]

| Gatunek i genotyp pszenicy | Rodzaj mikotoksyny |      |     |     |        |     |       |       |
|----------------------------|--------------------|------|-----|-----|--------|-----|-------|-------|
|                            | AB1                | DON  | FB1 | FB2 | HT - 2 | OTA | T - 2 | ZEN   |
| Samopsza, Dobra, B         | NS                 | 6,37 | NS  | NS  | NS     | NS  | NS    | 8,34  |
| Samopsza, Dobra, E1        | NS                 | WŚ   | NS  | NS  | NS     | NS  | NS    | 5,75  |
| Samopsza, Dobra, E2        | NS                 | WŚ   | NS  | NS  | NS     | NS  | NS    | 16,88 |
| Samopsza, Dobra, K2        | NS                 | NS   | NS  | NS  | NS     | NS  | NS    | 8,34  |
| Samopsza, Sina E2          | NS                 | WŚ   | NS  | NS  | 10,26  | NS  | NS    | WŚ    |
| Samopsza, Sina K2          | NS                 | 8,43 | NS  | NS  | NS     | NS  | NS    | 16,48 |

Limit detekcji powyżej  $2 \mu\text{g/kg}$  ( $LOD > 2 \mu\text{g/kg}$ ) i limicie oznaczalności  $5 \mu\text{g/kg}$  ( $LOQ > 5 \mu\text{g/kg}$ )

Zanieczyszczenie mąk z płaskurki przez mikotoksyny również było bardzo małe. Większości z analizowanych mikotoksyn w ogóle nie znaleziono w mące (tab. 14). W pięciu z sześciu próbek oznaczono niskie stężenia mikotoksyny DON, ale w jednej z próbek (z wylęgniętego łanu) było ono większe, jednak dalekie od dopuszczalnej normy. Podobnie jak w przypadku samopszy, zanieczyszczenie mąk z płaskurki mikotoksynami nie zależało ani od sposobu uprawy (ekologiczny, konwencjonalny), ani od intensywności nawożenia, ani od siedliska. Stężenie żadnej z toksyn nie zbliżyło się do wartości dopuszczonych w UE.

Tabela 14. Średnia zawartość mikotoksyn w mące z płaskurki [ $\mu\text{g kg}^{-1}$ ]

| Gatunek i genotyp pszenicy | Rodzaj mikotoksyny |       |     |     |        |     |       |       |
|----------------------------|--------------------|-------|-----|-----|--------|-----|-------|-------|
|                            | AB1                | DON   | FB1 | FB2 | HT - 2 | OTA | T - 2 | ZEN   |
| Płaskurka, Jasna E2        | NS                 | 7,42  | NS  | NS  | WŚ     | NS  | WŚ    | WŚ    |
| Płaskurka, Jasna K2        | NS                 | 17,54 | NS  | NS  | WŚ     | NS  | WŚ    | 30,52 |
| Płaskurka, Jasna B         | NS                 | 129,6 | NS  | NS  | 10,63  | NS  | WŚ    | NS    |
| Płaskurka, Złota E1        | NS                 | 5,93  | NS  | NS  | WŚ     | NS  | WŚ    | WŚ    |
| Płaskurka, Złota E2        | NS                 | 6,72  | NS  | NS  | 6,81   | NS  | WŚ    | WŚ    |
| Płaskurka, Złota K2        | NS                 | WŚ    | NS  | NS  | 5,03   | NS  | WŚ    | 14,51 |

Limit detekcji powyżej  $2 \mu\text{g/kg}$  ( $LOD > 2 \mu\text{g/kg}$ ) i limicie oznaczalności  $5 \mu\text{g/kg}$  ( $LOQ > 5 \mu\text{g/kg}$ )

### Zanieczyszczenie otręb mikotoksynami

Uważa się, że stężenie mikotoksyn w otrębach jest większe niż w mące, co mogłoby zagrażać wykorzystaniu otręb w diecie. W badaniach własnych większości z analizowanych toksyn albo w ogóle nie stwierdzono, albo wystąpiły one w małym stężeniu (tab. 15). Jednak w przypadku toksyny ZEN, w co drugiej próbce otręb z samopszy wystąpiło niewielkie przekroczenie jej dopuszczalnej normy. Należy jednak pamiętać, że nikt nie spożywa samych otręb, więc w całej diecie uśrednione stężenie mikotoksyn nie powinno być problemem.

Tabela 15. Średnia zawartość mikotoksyn w otrębach z samopszy [ $\mu\text{g kg}^{-1}$ ]

| Gatunek i genotyp pszenicy | Rodzaj mikotoksyny |      |     |     |        |     |       |       |
|----------------------------|--------------------|------|-----|-----|--------|-----|-------|-------|
|                            | AB1                | DON  | FB1 | FB2 | HT - 2 | OTA | T - 2 | ZEN   |
| Samopsza, Dobra            | NS                 | WŚ   | NS  | NS  | NS     | NS  | NS    | 38,83 |
| Samopsza, Dobra, E1        | NS                 | WŚ   | NS  | NS  | NS     | NS  | NS    | 32,82 |
| Samopsza, Dobra, E2        | NS                 | 7,01 | NS  | NS  | NS     | NS  | NS    | 137,2 |
| Samopsza, Dobra, K2        | NS                 | NS   | NS  | NS  | NS     | NS  | NS    | 37,8  |
| Samopsza, Sina E2          | NS                 | 5,06 | NS  | NS  | NS     | NS  | NS    | 96,01 |
| Samopsza, Sina K2          | NS                 | WŚ   | NS  | NS  | NS     | NS  | NS    | 80,61 |

Limit detekcji powyżej 2  $\mu\text{g/kg}$  (LOD > 2  $\mu\text{g/kg}$ ) i limicie oznaczalności 5  $\mu\text{g/kg}$  (LOQ > 5  $\mu\text{g/kg}$ )

W większości analizowanych toksyn w otrębach z płaskurki w ogóle nie stwierdzono ich obecności, albo wystąpiły one w niewielkim stężeniu (tab. 15). Dosłownie w jednej próbce w przypadku toksyny ZEN wystąpiło niewielkie przekroczenie dopuszczalnej normy.

Tabela 16. Średnia zawartość mikotoksyn w otrębach z płaskurki [ $\mu\text{g kg}^{-1}$ ]

| Gatunek i genotyp pszenicy | Rodzaj mikotoksyny |       |     |     |        |     |       |       |
|----------------------------|--------------------|-------|-----|-----|--------|-----|-------|-------|
|                            | AB1                | DON   | FB1 | FB2 | HT - 2 | OTA | T - 2 | ZEN   |
| Płaskurka, Jasna E2        | NS                 | 6,22  | NS  | NS  | NS     | NS  | NS    | 41,72 |
| Płaskurka, Jasna K2        | NS                 | 22,62 | NS  | NS  | 8,29   | NS  | NS    | 11,39 |
| Płaskurka, Jasna B         | NS                 | 147,3 | NS  | NS  | 28,48  | NS  | WŚ    | 43,26 |
| Płaskurka, Złota E1        | NS                 | 5,63  | NS  | NS  | 8,94   | NS  | WŚ    | 25,13 |
| Płaskurka, Złota E2        | NS                 | 6,61  | NS  | NS  | 8,41   | NS  | NS    | 35,80 |
| Płaskurka, Złota K2        | NS                 | 10,40 | NS  | NS  | 12,21  | NS  | NS    | 96,78 |

Limit detekcji powyżej 2  $\mu\text{g/kg}$  (LOD > 2  $\mu\text{g/kg}$ ) i limicie oznaczalności 5  $\mu\text{g/kg}$  (LOQ > 5  $\mu\text{g/kg}$ )

#### 4. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Przeprowadzone badania koncentrowały się na doborze metod odplewiania pszenicy samopszy i płaskurki) oraz nad oceną jakości mąki i otrąb, w tym ich zanieczyszczenia mikotoksynami. Badania te pozwalają na wyciągnięcie następujących wniosków:

1/Istotne znaczenie dla wydajności pszenicy samopszy oraz płaskurki ma odpowiednia jakość i zasobność gleby;

2/ Nawożenie uzupełniające pszenic niewymłaczalnych pozwala osiągnąć większe plony oraz dorodność ziarna, ułatwić jego odplewianie i zwiększyć zawartość białka;

3/ Z porównania efektywności odplewiania płaskurki za pomocą bukownika (łatwo dostępna, tania maszyna) oraz profesjonalnej łuszcarki (bardzo droga maszyna), jednoznacznie wynika możliwość zwiększenia stopnia odplewienia ziarna za pomocą maszyny profesjonalnej, w skali z ok. 50% uzysku ziarna z kłosek do nawet 76%;

4/ Mąki z samopszy i płaskurki charakteryzowały się wysoką zawartością białka, która rosła wskutek uprawy na lepszej glebie oraz zwiększonego nawożenia. Mąki te z uwagi na bardzo niską zawartość glutenu są złym surowcem do wypieku chleba;

5/ Otręby z samopszy oraz płaskurki miały większą zawartość białka niż mąki. Dzięki niskiej wilgotności można je przechowywać bez obaw o zawilgocenie i zanieczyszczenie;

6/ Zarówno w mące z samopszy jak i płaskurki większość analizowanych mikotoksyn w ogóle nie występowała, a zawartość tych, które dały się oznaczyć była niska lub bardzo niska;

7/ Stężenie mikotoksyn w otrębach jest większe niż w mące, co mogłoby zagrażać wykorzystaniu otrąb w diecie. Większość z analizowanych toksyn w ogóle nie wystąpiła, lub wystąpiła w niewielkim stężeniu. Wyjątkiem była toksyna ZEN – w co drugiej próbce otrąb z samopszy wystąpiło niewielkie przekroczenie jej dopuszczalnej normy.

8/ W większości analizowanych toksyn w otrębach z płaskurki w ogóle nie stwierdzono ich obecności, albo wystąpiły one w niewielkim stężeniu. W jednej próbce otrąb wystąpiło niewielkie przekroczenie dopuszczalnej normy dla toksyny ZEN.

## PIŚMIENNICTWO

Babalski M. 2020. Dokumentacja wyjściowa mikropoletek zbóż pochodzących z Banku genów IHAR, prowadzonych w latach 1994-2020 (manuskrypt).

Castagna R., Minoia C., Porfiri O., Rocchetti G. 1996. Nitrogen level and seeding rate effects on the performance of hulled wheats (*Triticum monococcum* L., *T. diococcum* Schubler and *T. spelta*) evaluated in contrasting agronomic environments. J. Agron. Crop Sci. 176. 173–181.

Codianni P., Paoletta G., Castagna R., Li Destri Nicosia O., Di Fonzo N. 1993. Agronomical performance of farro in southern Italy environments (in Italian) L'Informatore Agrario: 38; 45–48.

Malinowski E. 1918–1919. Studya nad mieszańcami pszenicy. Prace Towarzystwa Naukowego Warszawskiego. III Wydz. Nauk Matematycznych i Przyrodniczych. ss. 220.

Marino S., Tognetti R., Alvino A. 2009. Crop yield and grain quality of emmer populations grown in central Italy, as affect by nitrogen fertilization. Europ. J Agron., 31; 233–240

Podyma W., Kuszewska K., Tyburski J. 2013. Charakterystyka oraz możliwości wykorzystania wspólnie niedocenianych zbóż. W: Biologiczna różnorodność ekosystemów rolnych oraz możliwości jej ochrony w gospodarstwach ekologicznych (red. Tyburski J., Kostrzevska M.), UWM w Olsztynie: 17–41.

Troccoli A., Codianni P. 2005. Appropriate seeding rate for einkorn, emmer, and spelt grown under rainfed condition in southern Italy. Europ. J of Agron. 22; 293–300

Tyburski J., Sienkiewicz S. (red.) 2013. Chemiczne uwarunkowania żyzności gleby w rolnictwie ekologicznym. UWM w Olsztynie, ss. 174.

Tyburski J., Marks M., Franke K. 2023. Nawożenia azotem ekologicznie uprawianej pszenicy zwyczajnej, jako czynnik ograniczający jej zachwaszczenie i zwiększający wydajność ziarna. Frag. Agron.



## INSTYTUT ŻYWIENIA ZWIERZĄT I BROMATOLOGII

### *Streszczenie*

zrealizowanych w roku 2024 badań nt.

***„Badania w zakresie optymalizacji produkcji ekologicznej pasz,  
z uwzględnieniem wykorzystania odpadów z przetwórstwa ekologicznego.  
Opracowanie przewodnika dobrych praktyk”.***

**Zadanie w roku 2024: Wykorzystanie objętościowych produktów ubocznych  
z roślinnej produkcji ekologicznej skarmianych na bieżąco lub po ich zakiszeniu  
w żywieniu tuczników. Opracowanie przewodnika dobrych praktyk**

Zrealizowano na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi

Nr DEJ.re.765.12.2024

#### ***Kierownik tematu:***

Prof. dr hab. Eugeniusz R. Grela

#### ***Wykonawcy:***

*Dr hab. prof. uczelni Wioletta Samolińska, prof. dr hab. Renata Klebaniuk, prof.  
dr hab. Mariusz Florek, dr inż. Edyta Kowalczyk-Vasilev, mgr inż. Julia  
Fabjanowska, dr Mateusz Ossowski, mgr inż. Szymon Milewski, mgr inż.  
Magdalena Moczulska, mgr Agata Bielak, mgr inż. Justyna Widz, Sławomir  
Homeja*

Lublin, 2025

## 1. Wstęp i cel badań

Żywnienie trzody chlewnej w chowie ekologicznym powinno być zasadniczo realizowane paszami pozyskanymi z produkcji organicznej, najlepiej z własnego gospodarstwa oraz z naturalnych substancji nierolniczych. Oprócz pasz podstawowych mogą też być stosowane produkty uboczne pochodzące z przetwarzania nasion roślin oleistych (makuchy) lub z produkcji soków (wytloki). Obok produktów ubocznych, powstałych po przetworzeniu zbóż, nasion oleistych, owoców i warzyw, sporą część stanowią tzw. dyskwalifikaty spożywcze, a więc produkty niewymiarowe, nieco uszkodzone lub nieodpowiadające oczekiwaniom konsumentów. Mogą one stanowić bardzo dobry składnik diety dla świń w ekologicznym chowie i mogą być skarmiane na bieżąco w postaci rozdrobnionej i/lub poddane obróbce termicznej, jak też przy większej ich ilości zakonserwowane poprzez zakiszenie (Grela i in., 2023). Obok podstawowych składników odżywczych, zawierają one także wiele substancji biologicznie czynnych, które poprawiać mogą wartość dietetyczną produktów zwierzęcych, przyczyniając się jednocześnie do polepszenia bilansu paszowego (Correddu i in., 2020; Grela i in., 2023) i obniżenia kosztów żywienia (Panouillé i in., 2007). W każdym gospodarstwie ekologicznym należy zadbać o bilans paszowy, dotyczący zaopatrzenia zwierząt w podstawowe składniki pokarmowe, w tym białko, aminokwasy, energię oraz składniki biologicznie czynne, zgodnie ze stosownymi zaleceniami. Dotyczyć to powinno zarówno upraw polowych (zielonki, zboża, bobowate) jak i wykorzystania produktów ubocznych z przetworzenia nasion roślin oleistych oraz owoców i warzyw.

Celem badań było określenie składu chemicznego i wartości pokarmowej produktów ubocznych wybranych warzyw i owoców oraz ich wykorzystanie w tuczu ekologicznym świń ras rodzimych: puławskiej i złotnickiej pstra (doświadczenie A). W trakcie badań na zwierzętach określono efekty produkcyjne, oceniono strawność składników pokarmowych, profil metaboliczny krwi, wartość rzezną tusz i ocenę fizyko-chemiczną mięsa tuczników w zależności od rodzaju stosownego żywienia: mieszanki treściwe (grupa kontrolna), mieszanki treściwe z udziałem rozdrobnionej mieszaniny warzyw i owoców podawanych na świeżo (grupa II) oraz mieszanki treściwe z udziałem zakiszonej mieszaniny warzyw i owoców (grupa III). Dokonano oceny organoleptycznej wyrobów wędliniarskich: szynki, polędwicy, boczku

i kielbasy z wieprzowiny tuczników doświadczalnych obu ras. Wykonano także badania mikrobiologiczne kiszzonek stosowanych w żywieniu tuczników oraz ich kałów. W innym gospodarstwie specjalizującym się w tuczu świń rasy złotnicka pstra (doświadczenie B)

oceniono wpływ wykorzystania makuchów pochodzących z nasion rzepaku i słonecznika z dodatkiem wybranych ziół na efekty produkcyjne oraz jakość rzeźną tusz.

## **2. Zakres i metody badań**

### **2.1. Lokalizacja badań i materiał roślinny**

Próbki materiałów roślinnych, stanowiących komponent dawki pokarmowej zwierząt eksperymentalnych, pozyskiwano z gospodarstw ekologicznych specjalizujących się w ekologicznej produkcji owoców i warzyw. Materiał badawczy stanowiły produkty owocowo-warzywne z lat 2023 i 2024. Pobrano także próbki zbóż, nasion bobowatych i makuchów do analiz chemicznych z obydwu gospodarstw (A i B).

W pierwszym etapie badań analizom chemicznym poddano produkty uboczne, tzw. dyskwalifikaty, niespełniające wymagań odbiorcy (sklepy, markety) i inne materiały paszowe pochodzące z gospodarstw ekologicznych. Na podstawie analizy składu chemicznego i wartości pokarmowej oceniono ich jakość oraz przydatność do praktycznego stosowania w ekologicznym tuczu świń. Analizy i ocena wartości pokarmowej dotyczyły następujących pasz: ziarno zbóż (jęczmień, owies, pszenica, pszenżyto, żyto, żyto hybrydowe), kolby kukurydzy, otrąb pszennych i żytnich, nasion bobowatych (bobik, groch i soja ekstrudowana), makuchów (rzepakowy i słonecznikowy) oraz warzyw i owoców: buraki ćwikłowe, cukinia, dynie bez pestek, kalafior, kapusta biała i czerwona, marchew, pietruszka oraz jabłka, gruszki i wytloki owocowe z agrestu. Z uwagi na wysoką zawartość wody w większości produktów objętościowych soczystych, posłużyły one do żywienia na bieżąco w formie surowej (świeżej), a część produktów (m.in. burak ćwikłowy, cukinia, marchew, wytloki z agrestu) po rozdrobnieniu poddano procesowi zakiszania w kistenach. Przygotowano kiszonki z buraków ćwikłowych; buraków ćwikłowych i cukinii; buraków ćwikłowych, cukinii, marchwi i wytlóków z agrestu. Próby kiszonek po 6-tygodniowym i 18-tygodniowym zakiszaniu poddano analizie składu chemicznego i mikrobiologicznego. Badania analityczne i laboratoryjne wykonano w Uniwersytecie Przyrodniczym w Lublinie.

### **2.2. Zwierzęta i schemat badań**

Badania produkcyjne na zwierzętach, w tym przygotowanie pasz, przeprowadzono w okresie marzec – listopad 2023 w gospodarstwie ekologicznym na terenie województwa lubelskiego (doświadczenie A) oraz kujawsko-pomorskiego (doświadczenie B). Badania przeprowadzono na tucznikach rasy puławska i złotnicka pstra (doświadczenie A) i tylko złotnicka pstra (doświadczenie B). Zwierzęta żywiono zgodnie z zaleceniami stosowanymi w żywieniu świń (Grela i Skomiał, 2020). Wiodące badania zlokalizowane były

w gospodarstwie ekologicznym na terenie województwa lubelskiego (dośw. A), gdzie utworzono dla rasy puławska i złotnicka pstra po 3 grupy żywieniowe, liczące po 6 tuczników w każdej grupie:

- grupa I - kontrolna, żywiona mieszankami treściwymi pełnoporcjowymi, stosowanymi w dotychczasowym postępowaniu żywieniowym w gospodarstwie,
- grupa II – doświadczalna, w której dawce pokarmowej uwzględniono udział świeżych warzyw i owoców oraz wyłoków owocowych, które rozdrobniono i podawano do skarmiania bezpośrednio do koryt w połączeniu z mieszanką treściwą,
- grupa III – doświadczalna, w której dawce pokarmowej uwzględniono udział kiszonych warzyw i owoców oraz wyłoków owocowych, które zadawano w połączeniu z mieszanką treściwą.

W drugiej lokalizacji gospodarstwa ekologicznego na terenie województwa kujawsko-pomorskiego (doświadczenie B) utworzono 2 grupy tuczników po 12 sztuk w każdej. W tym obiekcie analizowano efekty produkcyjne oraz wykonano badania strawnościowe i pomiary dysekcyjne oraz określono profil kwasów tłuszczowych w słoninie. Grupa I stanowiła kontrolę, w której tuczniki od masy ciała 25-115 kg żywione były mieszanką stosowaną w gospodarstwie, zaś grupa II doświadczalna, w której zwierzęta otrzymywały makuchy z nasion rzepaku i słonecznika jako pasze białkowe. Skład i wartość pokarmową mieszanek treściwych oraz pasz objętościowych soczystych zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Skład recepturowy (g/kg) pasz stosowanych w żywieniu tuczników

|                      | Doświadczenie A |      |                        |                         | Doświadczenie B |       |       |       |
|----------------------|-----------------|------|------------------------|-------------------------|-----------------|-------|-------|-------|
|                      | PT-1            | PT-2 | Warzywa i owoce świeże | Warzywa i owoce kiszone | PT-1G           | PT-1D | PT-2G | PT-2D |
| Pszennica            | 200             | 100  | 0                      | 0                       | 200             | 300   | 0     | 100   |
| Jęczmień             | 200             | 420  | 0                      | 0                       | 300             | 300   | 400   | 400   |
| Pszennyżyto          | 50              | 200  | 0                      | 0                       | 100             | 0     | 250   | 250   |
| Kukurydza            | 250             | 0    | 0                      | 0                       | 100             | 100   |       | 0     |
| Żyto hybrydowe       | 55              | 100  | 0                      | 0                       | 0               | 0     | 100   | 0     |
| Otręby pszenne       | 0               | 50   | 0                      | 0                       | 0               | 0     | 100   | 100   |
| Makuch rzepakowy     | 100             | 50   | 0                      | 0                       | 100             | 150   | 50    | 50    |
| Makuch słonecznikowy | 0               | 0    | 0                      | 0                       | 0               | 100   | 0     | 70    |
| Groch                | 100             | 50   | 0                      | 0                       | 150             | 0     | 70    | 0     |
| Kreda + fosforan Ca  | 15              | 10   | 0                      | 0                       | 20              | 20    | 10    | 10    |
| Mieszanka Dolfos*    | 30              | 20   | 0                      | 0                       | 30              | 30    | 20    | 20    |
| Buraki ćwikłowe      | 0               | 0    | 300                    | 200                     | 0               | 0     | 0     | 0     |
| Cukinia              | 0               | 0    | 300                    | 200                     | 0               | 0     | 0     | 0     |
| Marchew              | 0               | 0    | 200                    | 200                     | 0               | 0     | 0     | 0     |
| Wyłoki z agrestu     | 0               | 0    | 200                    | 400                     | 0               | 0     | 0     | 0     |
| Razem                | 1000            | 1000 | 1000                   | 1000                    | 1000            | 1000  | 1000  | 1000  |

\*Mieszanka mineralno-witaminowa; PT-1 – mieszanka treściwa skarmiana w pierwszym okresie tuczu (25 – 70 kg); PT-2 - mieszanka treściwa skarmiana w końcowym okresie tuczu (71 – 130 kg); PT-1G - mieszanka treściwa wg składu recepturowego stosowanego w gospodarstwie skarmiana w pierwszym okresie tuczu (25 – 70 kg); PT-1D – mieszanka doświadczalna skarmiana w pierwszym okresie tuczu (25 – 70 kg); PT-2G - mieszanka treściwa wg składu recepturowego stosowanego w gospodarstwie skarmiana w końcowym okresie tuczu (71 – 130 kg); PT-1D – mieszanka doświadczalna skarmiana w końcowym okresie tuczu (71 – 130 kg)

### **2.3. Czynności badawcze**

W pobranym materiale paszowym (zboża, makuchy, warzywa, owoce i mieszanki treściwe) wykonano analizy składu chemicznego celem określenia zawartości składników odżywczych oraz wyliczenia wartości pokarmowej, w tym:

- zawartości podstawowych składników pokarmowych wg postępowania AOAC (2012),
- zawartości składników mineralnych (Ca, Mg, K, Na, Cu, Fe, Mn i Zn) w próbkach oznaczono metodą płomieniową AAS, zaś ogólną zawartość P oznaczono metodą spektrometryczną.
- zawartość lizyny ogólnej oznaczono metodą chromatografii jonowymiennej w analizatorze aminokwasów 119 CI Beckman,
- zawartości substancji biologicznie czynnych w niektórych komponentach paszowych, m.in. polifenole, karotenoidy i witaminę C. Zawartość witaminy C oznaczono metodą spektrofotometryczną, zawartości polifenoli przeprowadzono metodą Folina-Ciocalteu’a.

W kiszonkach pobranych 3-krotnie po 6 i 18 tygodniach od zakiszenia oznaczono podstawowy skład chemiczny, zawartość azotu  $\text{NH}_3$ , pH i zawartość lotnych kwasów tłuszczowych.

Badania na tucznikach rasy puławskiej i złotnickiej pstrej pozwoliły na ocenę przydatności paszowej tych produktów i ich wpływ na:

- efekty produkcyjne tuczników – zmiany masy ciała od rozpoczęcia tuczu (około 25 kg) do uboju (115-130 kg), przyrosty dzienne, pobranie dzienne pasz i zużycie paszy na 1 kg przyrostu;
- strawność składników pokarmowych dawki paszowej;
- profil metaboliczny krwi (doświadczenie A),
- ocenę poubojową tusz oraz cechy fizyko-chemiczne mięsa szynki i polędwicy wraz z oceną organoleptyczną wyrobów wędliniarskich z mięsa tuczników doświadczalnych (dośw. A),
- skład bakteriologiczny flory przewodu pokarmowego na podstawie badania mikrobiologicznego kału tuczników (dośw. A).

### **2.4. Określenie współczynników strawności pozornej składników pokarmowych**

Badania strawności prowadzono przez 6 kolejnych dni przy użyciu wskaźnika endogennego (popiół nierozpuszczalny w HCl, tzw. AIA ang. acid insoluble ash). Obliczenia współczynników strawności składników pokarmowych dokonano w następujący sposób:

Pozorna strawność składników pokarmowych w całym przewodzie pokarmowym =  $100 - 100 \times (\text{zawartość wskaźnika w diecie} \times \text{zawartość składnika pokarmowego w kale}) / (\text{zawartość wskaźnika w kale} \times \text{zawartość składnika pokarmowego w diecie})$ .

## **2.5. Określenie profilu metabolicznego krwi zwierząt**

W okresie trwania doświadczenia A od tuczników pobrano krew do analiz hematologicznych i biochemicznych. W pełnej krwi oznaczono wskaźniki czerwonych i białych krwinek przy użyciu analizatora hematologicznego Abacus Junior Vet (Diatron, Wiedeń, Austria), zaś w osoczu oznaczono zawartość albuminy, białka całkowitego, kreatyniny, kwasu moczowego, mocznika, glukozy, cholesterolu całkowitego (CHOL), frakcji lipoproteinowej cholesterolu o wysokiej gęstości (HDL), triacylogliceroli oraz aktywność enzymów profilu metabolicznego - aminotransferazy alaninowej (ALT), asparaginianowej (AST), fosfatazy alkalicznej (ALP), dehydrogenazy mleczanowej (LDH) i gamma-glutamylotranspeptydazy (GGT). Oznaczono również poziom wybranych pierwiastków: fosforu, wapnia, magnezu, żelaza, cynku oraz miedzi. Do oznaczeń witaminy D zastosowano test immunoenzymatyczny, który mierzy całkowity poziom metabolitu witaminy D (25(OH)D) w osoczu krwi. Frakcję lipoproteinową cholesterolu o niskiej gęstości (LDL) obliczono ze wzoru Friedewalda i in. (1972):  $\text{LDL-chol. (mmol l}^{-1}\text{)} = \text{cholesterol całkowity} - \text{HDL-cholesterol} - (\text{triacyloglicerole}/2,2)$ . Obliczono również udział procentowy frakcji HDL w cholesterolu całkowitym oraz stosunek cholesterolu całkowitego do frakcji HDL.

## **2.6. Określenie profilu kwasów tłuszczowych w tkankach tuczników**

W pobranych tkankach (mięsień grzbietowy, słonina i wątroba w doświadczeniu A i słonina w doświadczeniu B) od tuczników rasy puławska i złotnicka pstra oznaczono skład kwasów tłuszczowych. Obliczono także wskaźniki lipidowe, tj. wskaźnik aterogenności (AI) i wskaźnik trombogenności (TI) oraz stosunek kwasów tłuszczowych hipcholesterolemicznych do kwasów tłuszczowych hipercholesterolemicznych (h/H).

## **2.7. Oznaczenia właściwości fizykochemicznych mięśni szkieletowych oraz ocena organoleptyczna i analiza sensoryczna produktów wędliniarskich**

Zawartość podstawowych składników chemicznych oznaczono metodami referencyjnymi zgodnie z Polskimi Normami:

- wody metodą suszenia według PN-ISO 1442:2000;
- popiołu metodą spoielenia według PN-ISO 936:2000;
- białka ogólnego (N $\times$ 6,25) metodą Kjeldahla według PN-A-04018:1975/Az3:2002;

- tłuszczu wolnego metodą Soxhleta według PN-ISO 1444:2000.

#### 2.7.1. *Badania właściwości fizykochemicznych mięsa obejmowały oznaczenie:*

- pH za pomocą pH-metru Elmetron CP-401 waterproof i elektrod zespolonych (ERH-12-6 i ERPt-13)
- aktywność wody (aw) z wykorzystaniem aparatu HygroLab C1 (Rotronic, Bassersdorf, Switzerland),
- wyróżników barwy ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$ ), zgodnie z systemem CIE (2004) za pomocą spektrofotometru Konica Minolta CM-600d,
- wyróżników wodochłonności: wyciek naturalny i wyciek termiczny według Honikel (1998);
- tekstura mięsa po obróbce termicznej oceniona na podstawie testu szerometrycznego W-B za pomocą maszyny Zwick/Roell Proline B0.5.

#### 2.7.2. *Oznaczenie wyróżników biochemicznych*

- określono stabilność oksydacyjną lipidów (mg aldehydu malonowego (MDA) w 1 kg mięsa) na podstawie wskaźnika TBARS według Witte i in. [(1970).

#### 2.7.3. *Ocena organoleptyczna i analiza sensoryczna 5-cio punktowa*

Badanie miało na celu określenie stopnia pożądalności przez konsumentów badanych produktów wędliniarskich pozyskanych od tuczników objętych badaniami żywieniowymi w chlewni ekologicznej (doświadczenie A). Obejmowało ono ocenę cech zewnętrznych, przekroju badanego produktu, a także zapachu, smaku i konsystencji. Do wykonania oznaczenia użyto plasterki wędlin o grubości 3 mm. Oceny dokonano przy udziale 6 osobowego zespołu o sprawdzonej wrażliwości organoleptycznej. Oceny przeprowadzano w pomieszczeniach wolnych od obcych zapachów, z jednolitym oświetleniem i minimalizacją hałasu. W badaniach uczestniczyli przeszkoleni w zakresie stosowanej metody pracownicy.

### 2.8. **Badanie mikrobiologiczne kału i kiszzonek**

W celu określenia składu mikrobiologicznego kału (doświadczenie A), próbki pobrano od 4 tuczników z każdej grupy obydwu ras (puławska i złotnicka pstra) bezpośrednio z odbytu do jałowego pojemnika o pojemności 50 ml. W materiale oznaczono:

- ogólną liczbę bakterii tlenowych mezofilnych na podłożu agar wzbogacony, które inkubowano 48 godzin w temperaturze 37°C (BTL Polska Sp. z o.o.);
- ogólną liczbę grzybów na podłożu Sabouraud'a, które inkubowano 5–7 dni w temperaturze 25°C (BTL Polska Sp. z o.o.);

- ogólną liczbę bakterii z grupy coli na podłożu Endo-Les, które inkubowano 24 godziny w temperaturze 37°C (BTL Polska Sp. z o.o.);
- ogólną liczbę bakterii *Escherichia coli* typu kałowego na podłożu m-Faecal Coliform (mFC), które inkubowano 18–24 godzin w 44°C (BTL Polska Sp. z o.o.);
- ogólną liczbę bakterii *Clostridioides perfringens*, na podłożu Tryptose Sulphite Cycloserine (TSC), które inkubowano 48 godzin w temperaturze 37°C (Biomerieux Polska Sp. z o.o.) w generatorach atmosfery GENbag anaer (Biomerieux Polska Sp. z o.o.);
- ogólną liczbę bakterii kwasu mlekowego z rodzaju *Lactobacillus*, na podłożu De Man, Rogosa i Sharpe (MRS), które inkubowano 3–5 dni w temperaturze 30°C (BTL Polska Sp. z o.o.);
- obecność pałeczek z rodzaju *Salmonella* – na podłożu Xylose Lysine Deoxycholate (XLD) po uprzednim namnożeniu próbek w buforowanej wodzie peptonowej i bulionie Rappaport–Vassiliadis (BTL Ltd., Łódź, Polska) i inkubowano 24 godziny w temperaturze 37°C (BioMerieux Polska Ltd.).
- określano ogólną liczbę bakterii z rodzaju *Campylobacter* oraz obecność bakterii z rodzaju *Listeria* na podłożach selektywnych, które inkubowano odpowiednio przez 2-7 dni w temperaturze 42°C i przez 48 godzin w temperaturze 37°C w generatorach atmosfery GENbag microaer (Biomerieux Polska Sp. z o.o.).

## 2.9. Opracowanie statystyczne

Wyniki badań zostały poddane analizie statystycznej za pomocą programu Statistica wersja 13.3.721.0 (StatSoft Poland Sp. z o.o., Kraków, Polska, 2024). Normalność danych i jednorodność wariancji określono odpowiednio testami Shapiro–Wilka i Browna–Forsythe’a. Wyniki analizowano przy użyciu analizy wariancji (ANOVA) lub korzystano z nieparametrycznego odpowiednika ANOVA - testu rang Kruskala-Wallisa. Istotność różnic między grupami określono testem post hoc Duncana. Efekty uznawano za istotne statystycznie, gdy  $p \leq 0,05$ .

## 3. Omówienie wyników

### 3.1. Skład chemiczny i wartość pokarmowa analizowanych pasz treściwych

W tabeli 2 podano zawartość suchej masy i składników odżywczych w ziarnie zbóż, nasionach roślin bobowatych oraz produktach ubocznych ze zbóż i nasion roślin oleistych. Zestawione wartości dla suchej masy i popiołu surowego są zbliżone do podawanych w różnych normach (NŻŚ, 2020; Sauvant i in., 2004), natomiast nieco niższe wartości stwierdzono dla białka ogólnego, a wyższe dla włókna surowego.

Tabela 2. Zawartość składników pokarmowych w g/kg ziarna zbóż, nasion roślin bobowatych i produktów ubocznych ze zbóż i nasion roślin oleistych

| Pasze                                         | Składniki pokarmowe, g/kg |               |               |                |               |       |
|-----------------------------------------------|---------------------------|---------------|---------------|----------------|---------------|-------|
|                                               | Sucha masa                | Popiół surowy | Białko surowe | Tłuszcz surowy | Włókno surowe | BAW   |
| <b><i>Ziarna i produkty uboczne zbóż</i></b>  |                           |               |               |                |               |       |
| Jęczmień                                      | 865,4                     | 26,1          | 108,6         | 19,7           | 50,4          | 660,6 |
| Kukurydza                                     | 873,4                     | 13,4          | 83,8          | 39,2           | 24,7          | 712,3 |
| Owies oplewiony                               | 888,2                     | 25,7          | 98,6          | 33,8           | 114,6         | 615,5 |
| Pszenica                                      | 869,3                     | 18,4          | 117,4         | 21,2           | 31,6          | 680,7 |
| Pszenżyto                                     | 872,4                     | 17,6          | 121,5         | 13,4           | 26,3          | 693,6 |
| Żyto                                          | 888,1                     | 17,5          | 92,7          | 15,3           | 26,2          | 736,4 |
| Żyto hybrydowe                                | 887,5                     | 18,2          | 98,3          | 16,8           | 23,9          | 730,3 |
| Kolby kukurydzy, dojrzałość mleczna           | 262,6                     | 9,3           | 41,2          | 25,6           | 30,4          | 156,1 |
| Kolby kukurydzy, dojrzałość woskowa           | 543,8                     | 16,1          | 50,7          | 38,6           | 46,2          | 392,2 |
| Otręby pszenne                                | 883,7                     | 49,2          | 132,5         | 33,1           | 83,4          | 585,5 |
| Otręby żytnie                                 | 881,8                     | 35,4          | 133,8         | 25,7           | 55,8          | 631,1 |
| <b><i>Nasiona roślin bobowatych</i></b>       |                           |               |               |                |               |       |
| Bobik                                         | 873,6                     | 36,7          | 245,8         | 12,3           | 76,2          | 502,6 |
| Groch                                         | 869,4                     | 33,6          | 215,8         | 12,4           | 62,1          | 545,5 |
| Soja ekstrudowana                             | 892,3                     | 54,3          | 328,7         | 194,3          | 49,2          | 265,8 |
| <b><i>Makuchy nasion roślin oleistych</i></b> |                           |               |               |                |               |       |
| Rzepak                                        | 884,6                     | 59,6          | 289,4         | 92,3           | 122,4         | 320,9 |
| Słonecznik                                    | 894,7                     | 58,7          | 292,7         | 88,5           | 195,8         | 259,0 |

### 3.2. Skład chemiczny i wartość pokarmowa analizowanych warzyw i owoców

Zestawiona w tabeli 3 zawartość podstawowych składników odżywczych w wybranych warzywach i owocach, które nie trafiły na rynek żywnościowy (dyskwalifikaty konsumenckie) była zbliżona do wartości podawanych przez innych autorów dla produktów spożywczych (Kunachowicz i in., 2018) lub ubocznych (Grela i in., 2023; Kasapidou i in., 2015; Schieber i in., 2001). Do produkcji kiszonek w kistenach wykorzystywano pojedyncze komponenty (buraki ćwikłowe) lub mieszaniny warzyw, będących w dyspozycji gospodarstwa (buraków ćwikłowych i cukinii; dyni, marchwi i wyłoków z agrestu). Kiszonki komponowano w różnych proporcjach poszczególnych komponentów (buraki ćwikłowe z cukinią w proporcji 50:50; buraki ćwikłowe, cukinia, marchew i wyłoki z agrestu w proporcji 20:20:20:40). Zawartość suchej masy w kiszonkach wahała się od 11,86% (buraki ćwikłowe z cukinią) do 13,28% (buraki ćwikłowe). Kiszonki cechowały się niewielką zawartością tłuszczu (0,1 - 0,24%) przy udziale białka ogólnego od 1,63 do 1,72% (Tab. 3). Znacznie więcej w wyprodukowanych

kiszonkach odnotowano włókna surowego, gdyż jego poziom wahał się od 2,46% w burakach z cukinią do 2,98% w kiszonce z buraków, cukinii, marchwi i wytlóków z agrestu (Tab. 3).

Tabela 3. Zawartość składników pokarmowych w g/kg wybranych owoców i warzyw

| Gatunek                                                 | Sucha masa | Popiół surowy | Białko surowe | Tłuszcz surowy | Włókno surowe | BAW    |
|---------------------------------------------------------|------------|---------------|---------------|----------------|---------------|--------|
| <b>Produkty świeże</b>                                  |            |               |               |                |               |        |
| Buraki ćwikłowe                                         | 124,62     | 9,54          | 17,74         | 1,23           | 22,42         | 73,69  |
| Cukinia                                                 | 96,09      | 8,23          | 18,13         | 1,64           | 19,61         | 48,48  |
| Dynia bez pestek                                        | 123,61     | 7,33          | 12,14         | 2,81           | 28,24         | 73,09  |
| Kalafior                                                | 84,80      | 9,42          | 23,83         | 1,92           | 24,73         | 22,49  |
| Kapusta biała                                           | 96,94      | 8,02          | 15,64         | 2,22           | 25,71         | 45,35  |
| Kapusta czerwona                                        | 97,20      | 8,41          | 17,62         | 2,14           | 27,14         | 41,89  |
| Marchew                                                 | 103,23     | 4,22          | 10,81         | 2,21           | 34,56         | 51,43  |
| Pietruszka                                              | 145,62     | 11,23         | 26,50         | 4,34           | 43,12         | 60,43  |
| Gruszki                                                 | 157,40     | 3,45          | 5,34          | 2,12           | 22,43         | 124,06 |
| Jabłka                                                  | 133,81     | 3,24          | 4,11          | 4,21           | 19,74         | 102,51 |
| Wytloki z agrestu                                       | 145,64     | 12,83         | 22,64         | 4,21           | 41,43         | 64,53  |
| Wytloki z pestek porzeczki                              | 923,34     | 38,82         | 221,81        | 144,63         | 290,71        | 227,37 |
| <b>Produkty zakiszone</b>                               |            |               |               |                |               |        |
| Buraki ćwikłowe                                         | 132,8      | 8,84          | 16,56         | 1,11           | 28,36         | 77,93  |
| Buraki ćwikłowe + cukinia                               | 118,6      | 8,03          | 17,21         | 1,33           | 24,62         | 67,41  |
| Buraki ćwikłowe + cukinia + marchew + wytloki z agrestu | 130,7      | 6,58          | 16,34         | 2,38           | 29,82         | 75,58  |

Wyniki oceny chemicznej kiszonek wykazały, że zawartość suchej masy po 18 tygodniach przechowywania kiszonek była nieznacznie mniejsza niż po 6 tygodniach kiszenia. Zawartość azotu amoniakalnego do ogólnego po 6 tygodniach kiszenia była stosunkowo niska i wahała się w granicach 3,8-4,0%, zaś znacznie zwiększyła się po 18 tygodniach przechowywania (9,8-10,0%). Kwasowość kiszonek po 6 tygodniach mieściła się w wartościach przewidzianych dla dobrych kiszonek przy zawartości suchej masy poniżej 15% (Dorszewski, 2021). Poziom lotnych kwasów tłuszczowych był prawidłowy dla tego rodzaju kiszonek, przy czym najwięcej było kwasu mlekowego, a najmniej kwasu masłowego, co stanowiło odpowiednie proporcje w kiszonkach dobrej jakości (Dorszewski, 2021).

### 3.2. Zawartość składników biologicznie czynnych w wybranych warzywach i owocach

Najwięcej beta-karotenu stwierdzono w marchwi i dyni, a najmniej w kalafiorze i gruszkach. Beta-karoten w żywieniu świń wpływa na poprawę wskaźników rozrodu, działa immunostymulująco, wspiera układ odpornościowy oraz posiada właściwości antyoksydacyjne, czyli pełni funkcję ochronną przed działaniem wolnych rodników. Z tego

związku tworzą się akseroftole. Polifenole to liczna grupa związków występujących w produktach roślinnych, zwłaszcza w owocach i warzywach. Wykazują działanie przeciwpalne, przeciwutleniające, antynowotworowe, antycukrzycowe czy przeciwmiażdżycowe (Li i in., 2014). Za wskazane uważa się dostarczenie świom w dziennej dawce od 1 do 2 g polifenoli. Największe ilości tych związków stwierdzono w dyni, gruszkach i burakach ćwikłowych, a najmniejsze w kapuście białej, kalafiorze i cukinii. Zawartość witaminy C wahała się od 3 - 8 mg/kg w marchwi, gruszkach, dyni i cukinii, do około 50 mg/kg i więcej w pietruszce, kapuście i kalafiorze. Witamina C (kwas askorbinowy) jest niezbędna w diecie świń, ponieważ pełni w organizmie wiele ważnych funkcji, m.in. bierze udział w procesie tworzenia kolagenu, pomaga w przyswajaniu żelaza.

### **3.3. Zawartość składników mineralnych w świeżych produktach ubocznych**

Ogólna zawartość związków mineralnych (tj. popiołu surowego) wahała się od 3 g w jabłkach i gruszkach, do prawie 11,2 g w 1 kg korzeni pietruszki i 12,8 g w wyłokach z agrestu (Tab. 3). Z wyników zestawionych w tabeli 4 można wnosić, że zawartość makroelementów (Ca, P, Na, K i Mg) była zbliżona do wartości podanych przez Kunachowicz i in. (2018) dla produktów przeznaczonych do konsumpcji dla ludzi.

Tabela 4. Zawartość makroelementów w g/kg suchej masy świeżych warzyw i owoców

| Produkt          | Sucha masa | P    | Ca   | Na   | K    | Mg   |
|------------------|------------|------|------|------|------|------|
| Buraki ćwikłowe  | 124,6      | 0,14 | 0,35 | 0,44 | 2,98 | 0,14 |
| Cukinia          | 96,1       | 0,71 | 0,21 | 0,04 | 3,97 | 0,27 |
| Dynia bez pestek | 123,6      | 0,32 | 0,44 | 0,39 | 2,38 | 0,14 |
| Kalafior         | 84,9       | 0,32 | 0,14 | 0,33 | 2,57 | 0,13 |
| Kapusta biała    | 96,9       | 0,35 | 0,62 | 0,19 | 2,18 | 0,15 |
| Kapusta czerwona | 97,2       | 0,32 | 0,48 | 0,13 | 2,76 | 0,14 |
| Marchew          | 103,2      | 0,31 | 0,37 | 0,07 | 2,12 | 0,16 |
| Pietruszka       | 145,6      | 0,53 | 0,31 | 0,36 | 2,87 | 0,18 |
| Gruszki          | 157,4      | 0,10 | 0,07 | 0,02 | 0,79 | 0,05 |
| Jabłka           | 133,8      | 0,09 | 0,04 | 0,02 | 1,05 | 0,04 |
| Wyłoki z agrestu | 145,64     | 0,98 | 0,64 | 0,14 | 4,25 | 0,15 |

W tabeli 5 zestawiono wyniki zawartości mikroelementów w mg/kg suchej masy świeżych warzyw i owoców oraz wyłoków z agrestu. Zawartość mikroelementów (Fe, Zn, Cu i Mn) była zbliżona do wartości podanych przez Kunachowicz i in. (2018) dla produktów przeznaczonych do konsumpcji dla ludzi. Uwagę zwraca wysoka zawartość żelaza i cynku w wyłokach z agrestu, zaś manganu w pietruszce. Można więc stwierdzić, że analizowane produkty uboczne owoców i warzyw z produkcji ekologicznej stanowią dobre źródło związków mineralnych w żywieniu zwierząt.

Tabela 5. Zawartość mikroelementów w 1 kg suchej masy świeżych warzyw i owoców

| Produkt           | Sucha masa | Fe    | Zn   | Cu   | Mn   |
|-------------------|------------|-------|------|------|------|
| Buraki ćwikłowe   | 124,6      | 14,3  | 4,65 | 0,12 | 0,78 |
| Cukinia           | 96,1       | 5,85  | 3,24 | 0,19 | 1,45 |
| Dynia bez pestek  | 123,6      | 6,98  | 3,01 | 0,12 | 0,34 |
| Kalafior          | 84,9       | 7,14  | 2,79 | 0,48 | 2,67 |
| Kapusta biała     | 96,9       | 2,94  | 3,35 | 0,29 | 2,31 |
| Kapusta czerwona  | 97,2       | 5,23  | 4,47 | 0,65 | 2,52 |
| Marchew           | 103,2      | 5,06  | 3,29 | 0,09 | 1,82 |
| Pietruszka        | 145,6      | 7,63  | 4,18 | 0,14 | 3,83 |
| Gruszki           | 157,4      | 2,11  | 1,05 | 0,39 | 0,43 |
| Jabłka            | 133,8      | 2,32  | 1,14 | 0,31 | 0,64 |
| Wytłoki z agrestu | 145,64     | 10,14 | 5,78 | 0,52 | 2,74 |

### 3.4. Wartość pokarmowa pasz stosowanych w żywieniu tuczników

W tabeli 6 zestawiono wartość pokarmową pasz stosowanych w żywieniu tuczników rasy puławskiej i złotnickiej pstrej (dośw. A) oraz złotnickiej pstrej (dośw. B).

Tabela 6. Wartość pokarmowa 1 kg pasz stosowanych w żywieniu tuczników

|                      | Doświadczenie A |       |                        |                         | Doświadczenie B |       |       |       |
|----------------------|-----------------|-------|------------------------|-------------------------|-----------------|-------|-------|-------|
|                      | PT-1            | PT-2  | Warzywa i owoce świeże | Warzywa i owoce kiszone | PT-1G           | PT-1D | PT-2G | PT-2D |
| Energia metabol., MJ | 13,16           | 12,97 | 1,78                   | 1,83                    | 12,84           | 12,96 | 12,56 | 12,68 |
| Sucha masa, g        | 875,3           | 872,8 | 123,8                  | 129,7                   | 880,9           | 881,4 | 875,4 | 878,5 |
| Popiół surowy, g     | 28,21           | 24,56 | 7,12                   | 6,58                    | 27,48           | 27,63 | 23,69 | 23,72 |
| Białko ogólne, g     | 149,6           | 138,3 | 11,95                  | 11,44                   | 138,5           | 142,8 | 123,2 | 134,3 |
| Włókno surowe, g     | 39,23           | 47,23 | 21,37                  | 29,82                   | 39,44           | 41,53 | 46,53 | 48,72 |
| Tłuszcz surowy, g    | 29,41           | 25,95 | 2,41                   | 2,38                    | 26,47           | 28,43 | 23,12 | 24,91 |
| Wapń, g              | 6,82            | 4,89  | 0,28                   | 0,21                    | 5,84            | 5,82  | 4,65  | 4,79  |
| Fosfor ogólny, g     | 5,48            | 3,95  | 0,42                   | 0,38                    | 5,37            | 5,35  | 4,59  | 4,52  |
| Lizyna ogólna, g     | 7,42            | 5,91  | 0,52                   | 0,54                    | 6,49            | 6,47  | 5,79  | 5,83  |
| Metionina + cyst., g | 5,84            | 4,73  | 0,26                   | 0,27                    | 6,18            | 6,32  | 5,21  | 5,28  |

PT-1 – mieszanka treściwa skarmiana w pierwszym okresie tuczu (25 – 70 kg); PT-2 - mieszanka treściwa skarmiana w końcowym okresie tuczu (71 – 130 kg); PT-1G - mieszanka treściwa wg składu recepturowego stosowanego w gospodarstwie skarmiana w pierwszym okresie tuczu (25 – 70 kg); PT-1D – mieszanka doświadczalna skarmiana w pierwszym okresie tuczu (25 – 70 kg); PT-2G - mieszanka treściwa wg składu recepturowego stosowanego w gospodarstwie skarmiana w końcowym okresie tuczu (71 – 130 kg); PT-1D – mieszanka doświadczalna skarmiana w końcowym okresie tuczu (71 – 130 kg);

### **3.5. Efektywność analizowanych wskaźników w tuczu świń w doświadczeniu A i B**

Masa ciała zwierząt na początku tuczu była zbliżona we wszystkich trzech grupach żywieniowych w doświadczeniu A ( $26,55 \pm 0,15$  kg), nieco większe różnice odnotowano dla ras. Najwyższą masę przy uboju osiągnęły tuczniki grupy III otrzymujące w dawce pokarmowej kiszone warzywa i owoce oraz wytloki owocowe, zaś wyniki w grupach I i II były zbliżone. Wyższą masą ciała legitymowały się loszki oraz rasa puławska. Dzielne spożycie mieszanki treściwej przez tuczniki rasy puławskiej w grupie I (kontrolnej) w okresie grower wyniosło 2,84 kg, a w okresie finisz - 3,45 kg. W grupach doświadczalnych (II i III) dzielne spożycie mieszanki treściwej było mniejsze o około 0,3 kg w okresie grower i o 0,55-0,64 w okresie finisz. Zmniejszone pobranie mieszanki treściwej było rekompensowane pobraniem pasz objętościowych: świeżych w grupie II i zakiszonych w grupie III na poziomie 3,1-3,45 kg dziennie w okresie grower oraz 4,1-4,8 kg w okresie finisz. Współczynniki wykorzystania paszy (FCR) dla rasy puławskiej w grupie I wyniosły 3,57 w okresie grower i 4,95 w okresie finisz. Dla tuczników żywionych dodatkiem pasz objętościowych (grupa II i III) odnotowano zmniejszony FCR, który kształtował się na poziomie 3,22 i 3,05 w okresie grower oraz 4,17 i 3,99 w okresie finisz, odpowiedni dla grupy II i III. Tuczniaki rasy złotnickiej pstrej pobierały nieco mniejsze ilości mieszanki treściwej, średnio o 0,09 kg dziennie w grupie I w okresie grower, a nieznacznie więcej (0,04 kg) w okresie finisz, przy czym tendencje wykorzystania mieszanki treściwej i pasz objętościowych soczystych były zbliżone dla obu ras. Podkreślić też należy nieco większe pobranie pasz objętościowych zakiszonych niż świeżych. Z przeprowadzonych badań wynika, że mieszaniną produktów ubocznych z warzyw skarmianych na świeżo lub po zakiszeniu można zastąpić 13-16% mieszanki treściwej w okresie grower oraz 15-18% w okresie finisz. W doświadczeniu B stwierdzono, że tuczniaki rasy złotnickiej pstrej lepiej przyrastały i wykorzystywały mieszankę treściwą w grupie z udziałem makuchu ze słonecznika i większej ilości makuchu z nasion rzepaku niż nasion grochu z mniejszym udziałem makuchu z rzepaku, zwłaszcza w okresie growerowym. Odzwierciedleniem efektów produkcyjnych były współczynniki strawności składników pokarmowych, które były nieznacznie wyższe w grupie II (dośw. A i B), zaś wyższe wskaźniki strawności obserwowano u tuczników rasy złotnicka pstra niż puławskiej oraz u loszek w porównaniu do wieprzków. Profil metaboliczny krwi tuczników (dośw. A) mieścił się w granicach wartości referencyjnych dla tego gatunku zwierząt i grupy technologicznej (Friendship i Henry 1996; Jackson i Cockcroft, 2002; Winnicka, 2004; Reece i in., 2015).

Uzyskane w doświadczeniu A wyniki poubojowe tuczników, obejmujące mięsność, pomiary słoniny grzbietowej oraz masy nerek i wątroby wskazały na nieznaczne różnice

w zależności od stosowanej dawki (mieszanka treściwa – grupa I), mieszanka treściwa z dodatkiem rozdrobnionych warzyw i owoców skarmianych na świeżo (grupa II) oraz mieszanka treściwa z dodatkiem zakiszonych warzyw i owoców (grupa III). Nieco mniejszą grubością słoniny grzbietowej charakteryzowały się tuczniki grupy II. Nieznacznie także lepszymi wskaźnikami mięsności a mniejszym odtuszczeniem cechowały się tusze tuczników rasy puławskiej w porównaniu do złotnickiej pstraj. Większą mięsnością przy jednoczesnym niższym odtuszczeniu cechowały się tusze wieprzków w porównaniu do loszek. Wyższą twardość (większa siła i energia cięcia) schabów i szynek stwierdzono u tuczników rasy puławskiej żywionych paszą z dodatkiem kiszonki. Ocena stopnia pożądalności badanych produktów wędliniarskich pozyskanych od tuczników objętych badaniami żywieniowymi była wysoka i mieściła się w wartościach przyjmowanych za dopuszczalne (Grześkowiak i in., 2010). Także w doświadczeniu B nie odnotowano istotnych różnic między grupą I a II, przy czym uwidoczniły się tendencje zmniejszenia grubości słoniny grzbietowej, a zwiększenia mięsności w tuszach tuczników otrzymujących makuchy zamiast nasion grochu (grupa II).

W doświadczeniu A oznaczono profil kwasów tłuszczowych w tłuszczu polędwicy, słoniny i wątroby, zaś w doświadczeniu B tylko słoniny. Stwierdzono korzystne oddziaływanie udziału mieszaniny owoców i warzyw na skład kwasów tłuszczowych w słoninie w kierunku zwiększenia zawartości kwasów nienasyconych, zwłaszcza jednonienasyconych oraz poprawy wskaźników AI i h/H. Słonina świń rasy złotnickiej pstra zawierała więcej kwasów PUFA, zwłaszcza z rodziny n-3 w odniesieniu do rasy puławskiej. Także tłuszcz słoniny loszek cechował się bardziej korzystnym profilem kwasów wielonienasyconych (PUFA, n-3) oraz wskaźnikami AI oraz h/H. Dodatek pasz objętościowych soczystych (grupa II i III) do dawek pokarmowych dla tuczników przyczynił się do zmniejszenia udziału kwasów nasyconych (SFA) a zwiększenia jednonienasyconych (MUFA). Odnotowano także zwiększenie udziału kwasów PUFA n-3 przy zmniejszonej proporcji kwasów PUFA n-6, co jest tendencją korzystną dla konsumentów mięsa wieprzowego (Kolanowski i Świdorski, 1997). Podobnie jak w słoninie także w tłuszczu polędwicy stwierdzono korzystniejszy profil kwasów nienasyconych dla rasy złotnicka pstra w odniesieniu do rasy puławskiej. Także w tłuszczu polędwicy loszek odnotowano więcej kwasów nienasyconych niż u wieprzków. W słoninie tuczników rasy złotnicka pstra (dośw. B) stwierdzono korzystny wpływ udziału makuchów (grupa II) na udział kwasów PUFA i MUFA a także korzystne wskaźniki AI, TI oraz h/H. Ten korzystny wpływ na profil kwasów tłuszczowych w słoninie był następstwem udziału oleju zawartego w makuchach z rzepaku i słonecznika w odniesieniu do nasion grochu (Cheng i in., 2022; Schönet i in., 2002; Sousa i in. 2010; Václavková i in., 2011).

#### 4. Podsumowanie i wnioski

Uzyskane wyniki badań wykazały, że w żywieniu tuczników rasy puławskiej i złotnickiej pstręj można z powodzeniem stosować produkty uboczne z produkcji warzyw oraz wytloki z agrestu, zarówno w formie świeżej jak i poddanej zakiszeniu. Z badań wykonanych w ramach tego projektu, a zwłaszcza obserwacji pracowników ферmy świń należy wnioskować, że w dziennej dawce pokarmowej, oprócz mieszanki pasz treściwych można stosować około 15-20% suchej masy dawki w postaci owoców i warzyw, stanowiących pełnowartościowy produkt uboczny pozyskiwany jako dyskwalifikaty spożywcze dla ludzi. Do takiego wnioskowania i sugestii dla praktyki upoważniają uzyskane wyniki produkcyjne (spożycie i zużycie paszy, przyrostyienne tuczników), strawność składników pokarmowych, wartość rzeźna tusz i parametry oceny mięsa, profil kwasów tłuszczowych w słoninie, polędwicy i wątrobie, profil metaboliczny krwi oraz ocena organoleptyczna wędlin pozyskanych z mięsa tuczników obu ras. Włączenie do żywienia tuczników dyskwalifikatów i ubocznych produktów z ekologicznej produkcji roślinnej (warzyw i owoców w formie świeżej i kiszonej) nie wpłynęło negatywnie na poziom parametrów biochemicznych i hematologicznych krwi, które świadczą o kondycji zdrowotnej oraz dobrostanie zwierząt. Odnotowano natomiast modyfikujący wpływ zastosowanych dyskwalifikatów z przetwórstwa ekologicznego na profil lipidowy, białkowy oraz mineralny krwi zwierząt, co dostarcza nowych i cennych informacji na temat możliwości ich wykorzystania w ekologicznym tuczu świń. Badania wykazały, że wyniki uzyskiwane dla obu ras: puławskiej i złotnickiej pstra, mimo drobnych różnic dla niektórych analizowanych cech i wskaźników, powinny być uwzględniane w ekologicznym tuczu świń.

Z badań przeprowadzonych w innym obiekcie tylko na rasie złotnickiej pstra wynika, że w mieszankach dla tuczników można z powodzeniem wykorzystywać makuchy rzepakowe w połączeniu z makuchami z nasion obłuszczonego słonecznika w ilości 10-15% składu recepturowego mieszanki treściwej.

*Piśmiennictwo jest dostępne u autorów opracowania, zaś całość Raportu ze szczegółowymi wynikami badań i piśmiennictwem dostępna jest na stronie internetowej UP w Lublinie pod linkiem:*

<https://up.lublin.pl/nauka/dzial-nauki/realizowane-projekty/#mrirw>





