

Zrealizowano na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi  
Nr: dec. DEJ.re.027.5.2022 (pozycja 2)



INSTYTUT UPRAWY NAWOŻENIA I GLEBOZNAWSTWA  
- PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY W PUŁAWACH

## **Sprawozdania z zadania badawczego 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.**

**(Wpływ preparatów dopuszczonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym jako zapraw nasiennych i nawozów dolistnych na zdrowotność i plon pszenicy oraz opłacalność ekonomiczną produkcji)**

**Kierownik zadania badawczego: dr hab. Beata Feledyn-Szewczyk, prof. IUNG-PIB**

Zespół badawczy:

IUNG – PIB Puławy – dr hab. Krzysztof Jończyk, dr hab. Jarosław Stalenga, dr Paweł Radzikowski, dr hab. Anna Gałązka, prof. dr hab Stefan Martyniuk, prof. dr hab. Stanisław Krasowicz, prof. dr hab. Adam Harasim, dr Karolina Gawryjołek, dr Anna Marzec-Grządziel, dr Andrzej Madej, dr hab. Jerzy Kopiński, dr Adam Berbeć, dr hab. Janusz Smagacz, mgr Paweł Wolszczak, Marek Woźniak, mgr Małgorzata Nakielska, mgr Ewa Markowska-Strzemska, mgr Andrzej Górnik, mgr Maja Kostrzewa-Kosiarska, mgr Andrzej Markowski, mgr Katarzyna Mikulska, mgr Marcin Brzeski

## WSTĘP

Wprowadzone w ostatnim czasie (2020-2021) nowe strategie UE, jak Europejski Zielony Ład, Strategia „Od pola do stołu” oraz Europejska Strategia Bioróżnorodności nakładają na państwa członkowskie obowiązek zwiększenia udziału powierzchni upraw w systemie ekologicznym do 25% do 2030 r. w skali UE. Wiąże się z tym konieczność rozwijania niechemicznych metod ochrony roślin, z użyciem preparatów biologicznych. Dodatkowym czynnikiem sprzyjającym zainteresowaniu rolników tym sposobem ochrony roślin jest wycofywanie wielu substancji aktywnych chemicznych środków ochrony oraz znaczący wzrost ich cen.

Przesłanką do realizacji tego tematu było poszukiwanie naturalnych preparatów zwiększających odporność roślin na patogeny, szkodniki i stresy abiotyczne, jak np. susza, co ma szczególne znaczenie w systemie ekologicznym, gdzie nie stosuje się chemicznych środków produkcji. Jednoroczne wyniki badań własnych z 2019 r., wykonanych z dotacji MRiRW na badania na rzecz rolnictwa ekologicznego wykazały pozytywne działanie ochronne zastosowanych preparatów z krzemem organicznym przed patogenem rdzy brunatnej (*Puccinia recondita*) oraz zwiększenie plonu ziarna (do 9%). Nowością zrealizowanego tematu było zwiększenie liczby testowanych biopreparatów oraz połączenie preparatów w technologii produkcji dla rolnictwa ekologicznego, co wynika z zapotrzebowania praktyki rolniczej (np. zaproponowana technologia z wykorzystaniem preparatów krzemowych i mikrobiologicznych).

Coraz więcej badań naukowych wskazuje na korzystny wpływ krzemu na wzrost i rozwój roślin, poprzez stymulację ich naturalnej odporności na stresy środowiskowe. Literatura donosi, że rośliny traktowane krzemem organicznym lepiej wykorzystują składniki mineralne z gleby, wytwarzają więcej biomasy nadziemnej, mają bardziej rozbudowany system korzeniowy i uzyskują większy plon wysokiej jakości. Udowodniono, że żywienie krzemem wpływa na wzmocnienie ścian komórkowych, dzięki czemu roślina mniej traci wody w procesie transpiracji. Wzmocnione ściany komórkowe stanowią naturalną barierę dla zarodników grzybów oraz owadów przenoszących choroby wirusowe roślin. Dostarczając roślinie przyswajalny krzem można ograniczyć ilość środków ochrony roślin, co przekłada się na zmniejszenie kosztów produkcji i obciążenia środowiska. Krzem wpływa także na zwiększenie wytrzymałości mechanicznej tkanek, co ma bezpośredni wpływ na stabilność łodyg, a tym samym na zwiększenie odporności na wyleganie (istotne w przypadku zbóż). Podjęte badania miały na celu sprawdzenie wpływu preparatów dopuszczonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym z krzemem organicznym na wzrost, rozwój i plonowanie roślin w warunkach produkcji ekologicznej. Oprócz preparatów krzemowych w badaniach zastosowano także wybrany preparat mikrobiologiczny, dopuszczony do stosowania w rolnictwie ekologicznym, który działa antagonistycznie w stosunku do

organizmów chorobotwórczych. Jednym z zabiegów umożliwiających ochronę roślin uprawnych, w tym zbóż na wczesnym etapie wzrostu i rozwoju jest zaprawianie nasion. W badaniach uwzględniono tradycyjne, niskokosztowe sposoby zaprawiania nasion poprzez moczenie nasion w roztworze nadmanganianu potasu oraz moczenie w naparze rumianku.

**Celem badań** była ocena wpływu niechemicznych środków ochrony roślin, dopuszczonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym: preparatów ziołowych, mikrobiologicznych i krzemowych w formie zapraw nasiennych i oprysku dolistnego na zdrowotność i plonowanie pszenicy jarej oraz aktywność mikrobiologiczną gleby. Ponadto przeprowadzono ocenę ekonomiczną opłacalności stosowanych preparatów i całych technologii.

W 2022 roku realizowano 5 zadań szczegółowych:

1. Oddziaływanie wybranych preparatów dopuszczonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym na wzrost, rozwój i plonowanie pszenicy jarej,
2. Oddziaływanie preparatów na zdrowotność liści i kłosów pszenicy jarej,
3. Ocena aktywności mikroorganizmów w ryzosferze pszenicy jarej traktowanej różnymi preparatami ekologicznymi,
4. Opłacalność ekonomiczna stosowania preparatów i technologii,
5. Opracowanie raportu końcowego i ulotki dla praktyki rolniczej.

## LOKALIZACJA I METODYKA BADAŃ

Badania laboratoryjne przeprowadzono w Instytucie Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowym Instytucie Badawczym (IUNG-PIB) w Puławach, a doświadczenia polowe w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym IUNG-PIB w Grabowie n/Wisłą (woj. mazowieckie), na polu certyfikowanym w zakresie rolnictwa ekologicznego, na glebie brunatnej klasy III. Testowano różne kombinacje biopreparatów, zgodnie z tab. 1. Materiałem badawczym były 2 odmiany pszenicy jarej o różnej wrażliwości na patogeny grzybowe - Serenada (większa odporność) i Gratka (mniejsza odporność). Pszenica jara została wysiana 30 marca 2022 r. w ilości 500 ziaren m<sup>-2</sup>.

Tab. 1. Kombinacje biopreparatów zastosowane do ochrony pszenicy jarej w systemie ekologicznym w 2022 r.

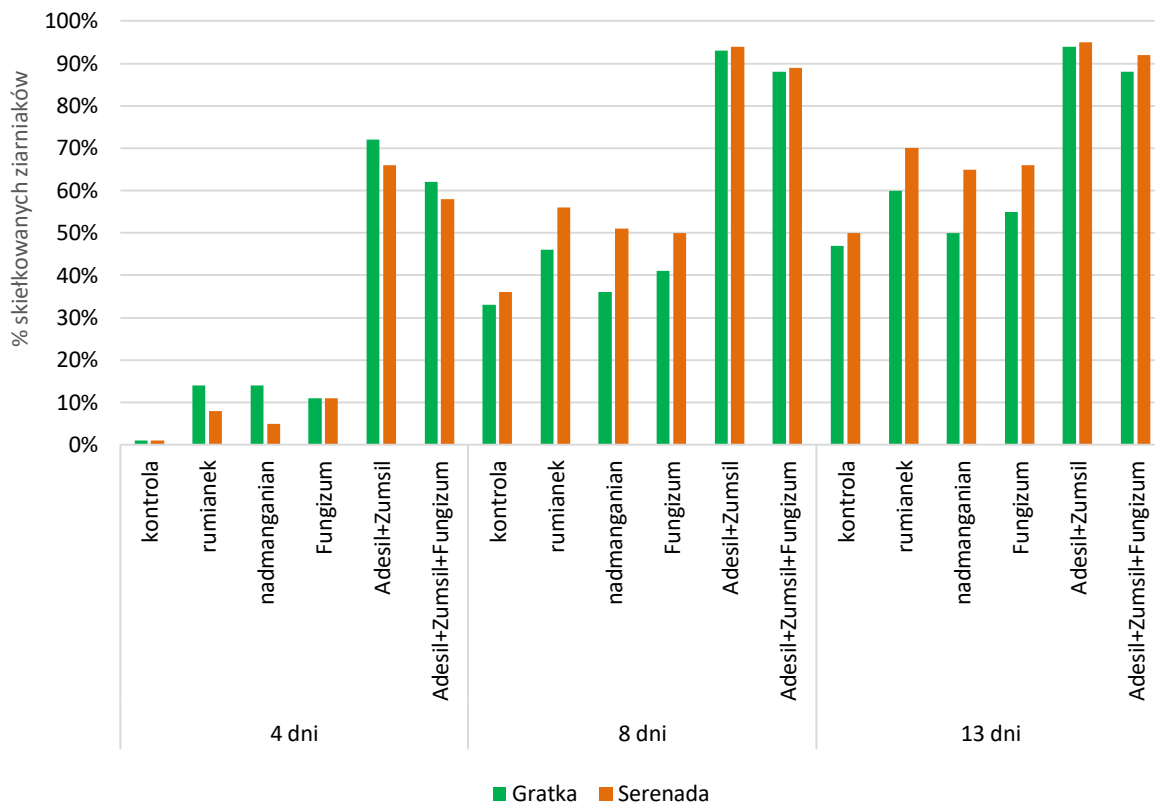
Nr kombinacji*	Kombinacje	
	stymulacja/zaprawianie nasion	zabiegi dolistne
I	Kontrola bez stosowania preparatów	
II	Roztwór nadmanganianu potasu	-
III	Napar z rumianku	-

IV	Preparat krzemowy Adesil+Zumsil	-
V	Preparat krzemowy Adesil+Zumsil	2 zabiegi dolistne preparatem krzemowym Zumsil
VI	Preparat mikrobiologiczny Fungizum	-
VII	-	2 zabiegi dolistne preparatem mikrobiologicznym Fungizum
VIII	Preparat krzemowy Adesil+Zumsil + mikrobiologiczny Fungizum	2 zabiegi dolistne preparatem krzemowym Zumsil + mikrobiologicznym Fungizum

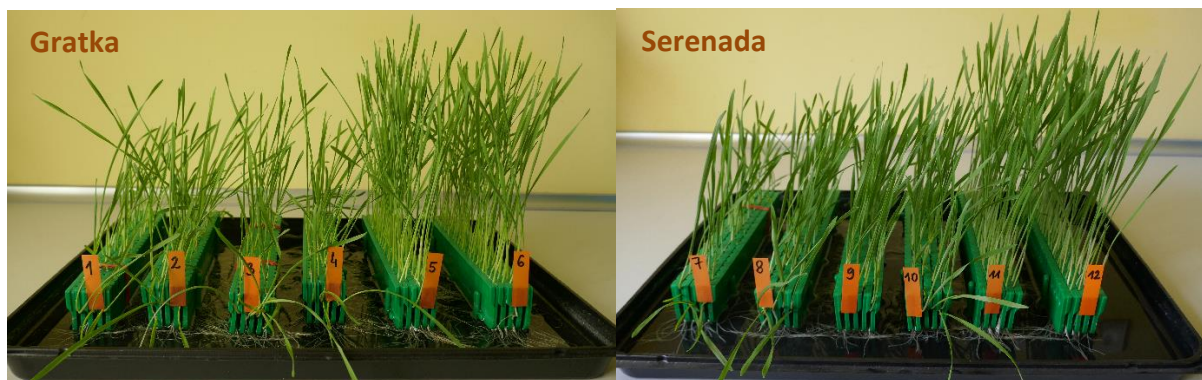
## WYNIKI ZADAŃ BADAWCZYCH

### **Zadanie 1. Oddziaływanie wybranych preparatów dopuszczonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym na wzrost, rozwój i plonowanie pszenicy jarej**

W warunkach laboratoryjnych, spośród stosowanych naturalnych środków i biopreparatów do zaprawiania nasion pszenicy jarej, największy pozytywny wpływ na siłę i zdolność kiełkowania wywarły preparaty z krzemem organicznym (Adesil+Zumsil) i łączne ich stosowanie z preparatem mikrobiologicznym (Fungizum) (rys. 1, fot. 1). W tych kombinacjach (Adesil+Zumsil oraz Adesil+Zumsil+Fungizum) stwierdzono większą energię kiełkowania i około dwukrotnie większą zdolność kiełkowania ziarniaków obu odmian pszenicy (Gratka i Serenada) w stosunku do kontroli po 8 i 13 dniach wschodów w kiełkownikach (rys. 1).



Rys. 1. Wpływ stosowanych preparatów naturalnych do zaprawiania nasion pszenicy jarej na siłę i zdolność kiełkowania (% skielkowanych ziarniaków po 4, 8 i 13 dniach)



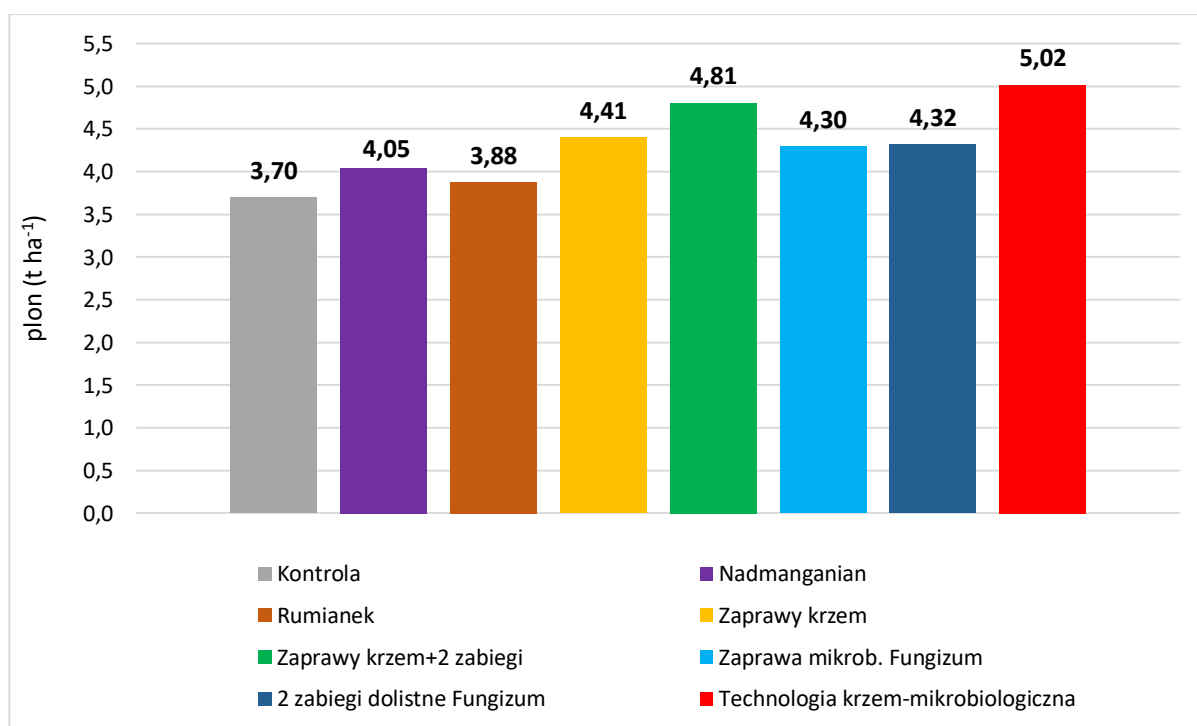
Fot. 1. Wpływ preparatów biologicznych na kiełkowanie nasion pszenicy jarej - obserwacja wschodów w kiełkownikach po 13 dniach od zaprawiania ziarna

Kombinacje: 1,7-kontrola, 2,8-zaprawianie rumiankiem, 3,9-zaprawianie nadmanganianem potasu, 4,10-stymulacja Fungizum, 5,11-stymulacja Adesil+Zumsil, 6,12-Stymulacja Adesil+Zumsil + Fungizum

Preparaty z krzemem organicznym i łączna kombinacja tych preparatów z preparatem mikrobiologicznym stymulowały w największym stopniu wzrost pędu u obu testowanych odmian pszenicy jarej. Preparaty te nie wpływały natomiast pobudzająco na wzrost korzeni. Początkowy wzrost korzeni pszenicy jarej w największym stopniu stymulowało zastosowanie rumianku i nadmanganianu potasu jako zaprawy.

W warunkach polowych zastosowanie preparatu mikrobiologicznego Fungizum w formie dwukrotnych zabiegów dolistnych spowodowało zwiększenie masy części nadziemnych roślin pszenicy w stosunku do kontroli nie traktowanej biopreparatami. Zastosowanie tego preparatu, zwłaszcza w formie dwukrotnych zabiegów dolistnych wpłynęło na zwiększenie masy korzeni. Pozostałe biopreparaty wpływały ograniczająco na masę korzeni w warunkach polowych.

Stosowanie biopreparatów zielonych, mikrobiologicznych oraz krzemowych zwiększyło plon ziarna pszenicy jarej uprawianej w systemie ekologicznym. Szczególnie pozytywny efekt w postaci 35% wyżki plonu w stosunku do kontroli przyniosło zastosowanie **kompleksowej technologii krzemowo-mikrobiologicznej: Adesil+ Zumsil i Fungizum do stymulacji ziarna + 2 zabiegi dolistne preparatami Zumsil+Fungizum (5,02 t/ha)** (rys. 2). Również dużą wyżkę plonu (4,81 t/ha; 30% w stosunku do kontroli) stwierdzono po **stymulacji nasion Adesil +Zumsil + 2 zabiegi dolistne preparatem Zumsil**. Najmniejszy przyrost plonu ziarna w stosunku do kontroli dało zastosowanie naparu rumianku do zaprawiania ziarna.



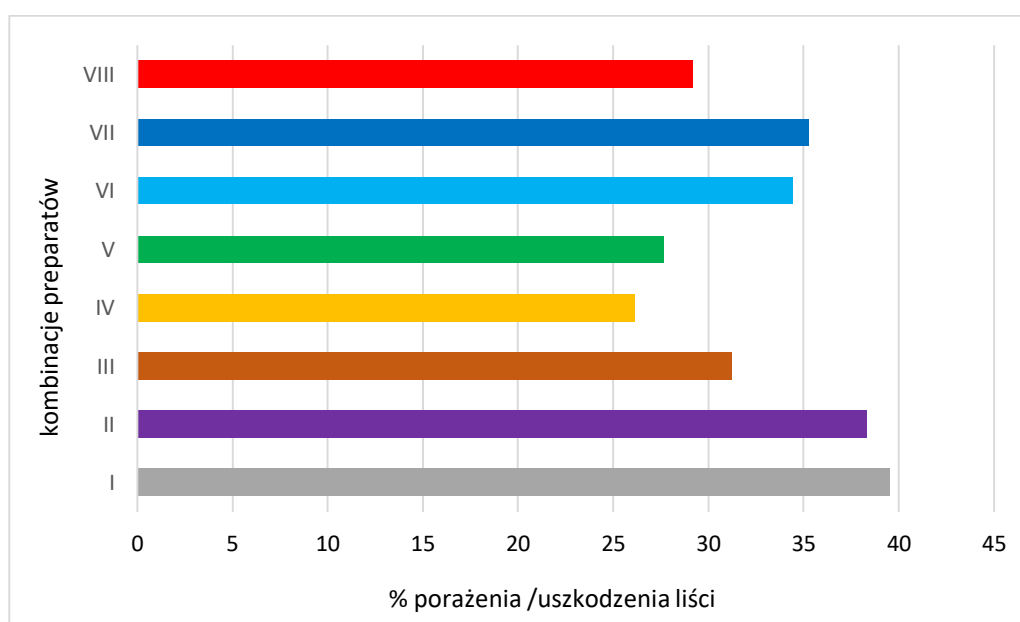
Rys. 2. Wpływ preparatów biologicznych na plon ziarna pszenicy jarej (t ha<sup>-1</sup>) w 2022 r. (średnia z 2 odmian)

Stosowanie kompleksowej technologii krzemowo-mikrobiologicznej stymulowało rozkrzewienie pszenicy jarej u obu odmian. Preparaty krzemowe w formie zapraw w połączeniu z dwoma zabiegami dolistnymi oraz zaprawa mikrobiologiczna wpływały na

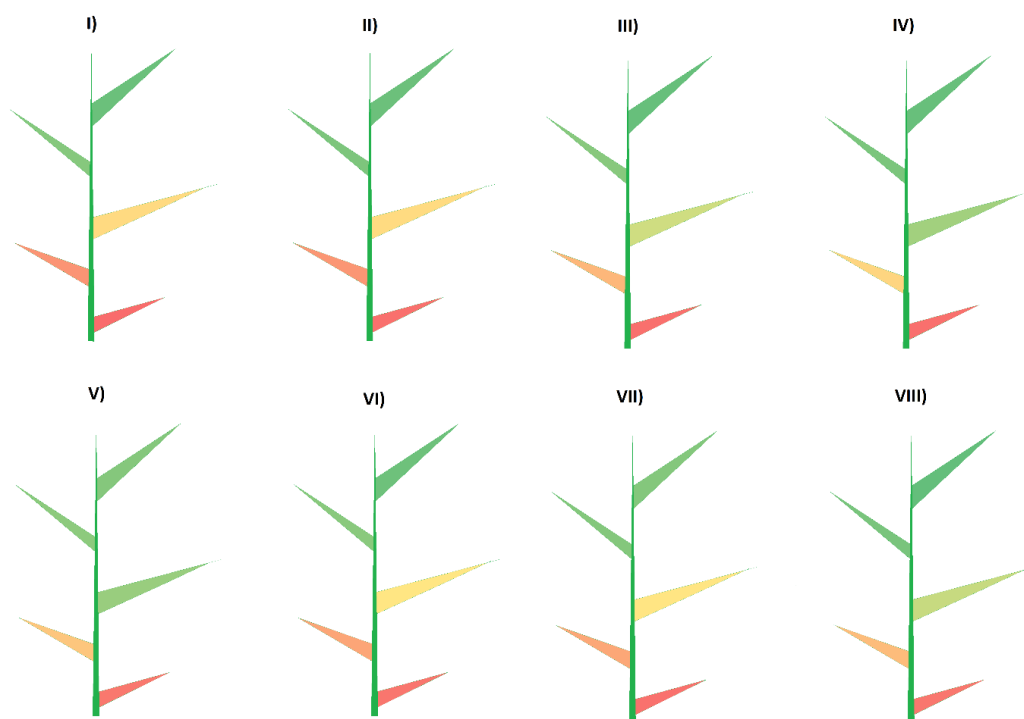
zwiększenie masy tysiąca ziaren pszenicy jarej. Preparaty te stosowane łącznie w formie zintegrowanej technologii krzemowo-mikrobiologicznej zwiększały także obsadę kłosów w łanie odmiany Gratka. Pszenica jara traktowana zaprawą krzemową i zabiegami dolistnymi z zastosowaniem krzemu organicznego i uprawiana w zintegrowanej technologii krzemowo-mikrobiologicznej cechowała się największą długością i masą kłosa. Te elementy struktury plonu wpłynęły na większy plon ziarna w kombinacjach z krzemem organicznym i technologii krzemowo-mikrobiologicznej.

## Zadanie 2. Oddziaływanie biopreparatów na zdrowotność liści i kłosów pszenicy jarej

Wyższe plonowanie pszenicy jarej po zastosowaniu niektórych preparatów biologicznych było związane z **mniejszym porażeniem liści przez patogeny grzybowe, szczególnie w wariantach: zaprawianie nasion preparatami Adesil +Zumsil, zaprawianie nasion Adesil +Zumsil + 2 zabiegi dolistne Zumsil i kompleksowa technologia krzemowo-mikrobiologiczna: Fungizum + Adesil i Zumsil do zaprawiania ziarna + 2 zabiegi dolistne Fungizum + Zumsil** (rys. 3, 4). Najbardziej porażone były liście na obiekcie kontrolnym, gdzie nie stosowano preparatów biologicznych, w którym uzyskano również najniższe plony. Objawy fuzariozy kłosów w 2022 r. były sporadyczne (poniżej 1% porażonych kłosów) i przy tak małym stopniu porażenia trudno wyciągać wnioski na temat wpływu biopreparatów na porażenie kłosów przez grzyby z rodzaju Fusarium.



Rys. 3. Porażenie liści pszenicy przez patogeny i uszkodzenia przez szkodniki (łącznie % porażenia przez *Septoria* sp., *Drechslera tritici-repentis*, *Puccinia recondita*, *Fusarium* sp., skrzyplonka i ploniarka), 7 czerwca 2022; I-VIII - kombinacje preparatów jak w tab. 1.



Rys. 4. Wpływ biopreparatów zielonych, mikrobiologicznych oraz krzemowych na porażenie 5 górnych liści pszenicy przez patogeny i uszkodzenia przez szkodniki, 7 czerwca 2022; I-VIII - kombinacje preparatów jak w tab. 1.

W warunkach laboratoryjnych najskuteczniejsza w ochronie ziarniaków zbóż przed zakażeniem *Fusarium* sp. była kombinacja: preparat mikrobiologiczny Fungizum + preparaty krzemowe Adesil+Zumsil w przypadku odmiany pszenicy odmiany Gratka, natomiast w przypadku odmiany Serenada preparat mikrobiologiczny Fungizum, a w następnej kolejności kompleksowa technologia krzemowo-mikrobiologiczna.

### **Zadanie 3. Ocena aktywności mikroorganizmów w ryzosferze pszenicy jarej traktowanej różnymi preparatami ekologicznymi**

Aktywność enzymatyczna w ryzosferze roślin pszenicy jarej, mierzona ilością fosfatazy zasadowej dla obu odmian pszenicy jarej była największa po zastosowaniu kompleksowej technologii krzemowo-mikrobiologicznej. Najwyższą aktywność biologiczną (metaboliczną)



w glebie z ryzosfery pszenicy uprawianej w systemie ekologicznym, wyrażoną stopniem wykorzystania przez mikroorganizmy 31 różnych źródeł węgla, stwierdzono w kombinacjach IV, V, VI, VII, VIII (IV. Stymulacja nasion preparatami krzemowymi; V. Technologia z wykorzystaniem krzemu organicznego jako stymulacja nasion + 2 zabiegi dolistne; VI. Preparat mikrobiologiczny do zaprawiania nasion; VII. 2 zabiegi dolistne preparatem mikrobiologicznym; VIII. Technologia kompleksowa mikrobiologiczno-krzemowa), przy czym występowały różnice w zależności od odmiany i terminu pobrania gleby. Duża aktywność mikrobiologiczna gleby w strefie przykorzeniowej roślin może przyczynić się do efektywniejszego uruchamiania składników mineralnych zawartych w glebie, a tym samym do lepszego odżywiania roślin.

#### **Zadanie 4. Opłacalność ekonomiczna stosowania biopreparatów i technologii**

W przeprowadzonej analizie ekonomicznej opłacalności stosowanych zapraw i preparatów dolistnych zastosowanych w uprawie pszenicy jarej w gospodarstwie ekologicznym IUNG-PIB w Grabowie w 2022 r., wykorzystując wartość plonu (przychody ze sprzedaży ziarna) oraz koszty bezpośrednie i elementy kosztów pośrednich (koszty stosowania preparatu), obliczono standardową nadwyżkę bezpośrednią oraz wskaźnik opłacalności.

Dla porównania poszczególnych wariantów pod względem opłacalności produkcji, obliczono również wskaźnik opłacalności, będący stosunkiem wartości produkcji do wartości poniesionych kosztów bezpośrednich i wyrażony w procentach.

Średnio dla obu testowanych odmian najwyższe plony, a tym samym najwyższą wartość produkcji (odpowiednio 9822 zł/ha) odnotowano w kombinacji VIII (kompleksowa technologia krzemowo-mikrobiologiczna: Fungizum + Adesil i Zumsil do zaprawiania ziarna + 2 zabiegi dolistne Fungizum + Zumsil) (tab. 2). Najwyższymi kosztami bezpośrednimi w obydwu analizowanych odmianach charakteryzował się wariant VIII (kompleksowej technologii krzemowo-mikrobiologicznej).

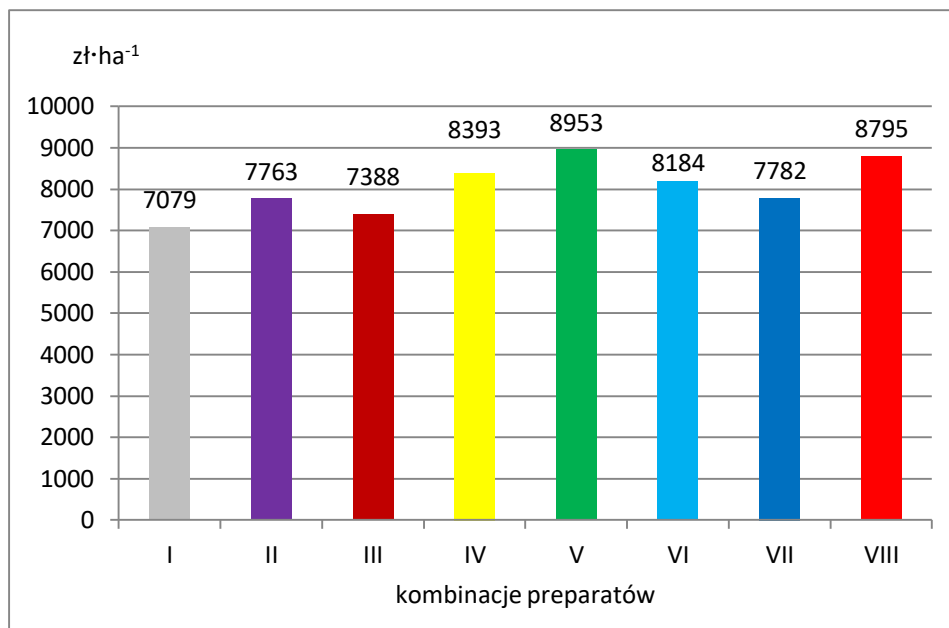
Tabela 2.

Wpływ biopreparatów ziołowych, mikrobiologicznych oraz krzemowych na wartość nadwyżki bezpośredniej z dopłatą i wskaźnik opłacalności w uprawie pszenicy jarej – przy założeniu sprzedaży ziarna w jakości ekologicznej i zakupu ziarna kwalifikowanego (średnio dla odmian)

Wyszczególnienie	Kombinacje preparatów							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
<b>Plon [t/ha]</b>	3,70	4,05	3,88	4,41	4,81	4,53	4,32	5,02
<b>Wartość produkcji [zł/ha]</b>	7237	7923	7590	8628	9421	8422	8461	9822
<b>Koszty bezpośrednie [zł/ha]</b>	1349	1350	1391	1425	1658	1428	1870	2218
<b>Nadwyżka bezpośrednia [zł/ha]</b>	<b>7079</b>	7763	7388	8392	<b>8953</b>	8184	7782	<b>8795</b>
<b>Wskaźnik opłacalności [%]</b>	537	587	546	606	568	590	453	443
<b>Plon równoważący koszty bezpośrednie [t]</b>	0,90	0,90	0,93	0,95	1,10	0,95	1,24	1,47

I-VIII - Kombinacje preparatów jak w tab. 1.

Przy założeniu sprzedaży ziarna w jakości ekologicznej (z premią 30%) najwyższą wartością nadwyżki bezpośredniej z dopłatami do uprawy pszenicy jarej w rolnictwie ekologicznym po okresie konwersji (różnica pomiędzy wartością plonu, a wartością poniesionych kosztów bezpośrednich i kosztów zużytego paliwa na zabiegi dolistnego stosowania preparatów + dopłata) charakteryzowała się kombinacja (V) zaprawianie nasion preparatami krzemowymi Adesil + Zumsil + 2 zabiegi dolistne Zumsil - 8953 zł/ha (rys. 5). W wariacie tym koszty poniesione na zaprawianie i zabiegi dolistnego stosowania preparatów zostały z nadwyżką zrekompensowane wzrostem wartości produkcji uzależnionym bezpośrednio od wzrostu plonu. Nieco mniejszą wartość nadwyżki bezpośredniej (o 158 zł) osiągnięto w kombinacji (VIII) kompleksowej technologii krzemowo-mikrobiologicznej. Natomiast w wariacie kontrolnym, bez stosowania biopreparatów uzyskano najmniejszą wartość nadwyżki bezpośredniej z uwzględnieniem dopłat, wynoszącą 7079 zł/ha.



Rys. 5. Wpływ biopreparatów zielonych, mikrobiologicznych oraz krzemowych na wartość nadwyżki bezpośredniej z dopłatą w uprawie pszenicy jarej; I-VIII - kombinacje preparatów jak w tab. 1.

Najwyższą wartość wskaźnika opłacalności dla średniej z 2 testowanych odmian pszenicy jarej odnotowano w kombinacji IV (zaprawianie nasion Adesil +Zumsil) i wynosiła ona odpowiednio 606% (tab. 2). Natomiast najmniej opłacalną pod względem tego wskaźnika okazała się kombinacja VIII (kompleksowa technologia krzemowo-mikrobiologiczna), gdzie wskaźnik opłacalności przyjmował wartości 444%.

## PODSUMOWANIE WYNIKÓW BADAŃ I ZALECENIA DLA PRAKTYKI

Na podstawie przeprowadzonych badań najbardziej skuteczne w ograniczaniu porażenia liści pszenicy jarej przez patogeny oraz zwiększaniu plonowania były kombinacje preparatów z krzemem organicznym:

- **zaprawianie nasion preparatami z krzemem organicznym, np. Adesil +Zumsil,**
- **zaprawianie nasion preparatami z krzemem organicznym, np. Adesil +Zumsil + 2 zabiegi dolistne preparatami krzemowymi, np. Zumsil,**
- **kompleksowa technologia krzemowo-mikrobiologiczna: np. Adesil + Zumsil i Fungizum do zaprawiania ziarna + 2 zabiegi dolistne Zumsil + Fungizum.**

Pod względem efektywności ekonomicznej najkorzystniejsza była kombinacja – zaprawianie nasion preparatami krzemowymi w połączeniu 2 zabiegami dolistnymi preparatami krzemowymi.

**Opracowanie:**

Dr hab. Beata Feledyn-Szewczyk, prof. IUNG-PIB  
Zakład Systemów i Ekonomiki Produkcji Roślinnej  
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy  
ul. Czartoryskich 8, 24 100 Puławy  
e- mail: bszewczyk@iung.pulawy.pl

**Kierownik zadania badawczego**

Dr hab. Beata Feledyn-Szewczyk

*Beata Feledyn-Szewczyk*  
.....