

ZREALIZOWANO NA PODSTAWIE DECYZJI MINISTRA ROLNICTWA I ROZWOJU WSI

Nr: dec. DEJ.re.765.1.2024/2



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

Sprawozdanie z zadania badawczego pt.

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. Podolska Grażyna, dr hab. Alicja Sulek, 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

Główny Księgowy IUNG-PIB

Dyrektor IUNG – PIB

.....

.....

Puławy 2024

Spis treści

	Strony
Wprowadzenie i ważność podjętej tematyki badań	3
Lokalizacja i metodyka badań	5
Wyniki zadań badawczych	8
1. Ocena wpływu wybranych preparatów do stosowania w rolnictwie ekologicznym na kiełkowanie, wzrost, rozwój i produktywność jęczmienia jarego.	8
2. Skuteczność zastosowanych preparatów w ograniczaniu agrofagów jęczmienia jarego. Analiza aktywności mikrobiologicznej w ryzosferze jęczmienia jarego.	20
3. Ocena jakościowa ziarna jęczmienia jarego po zastosowaniu preparatów ekologicznych.	34
4. Analiza ekonomiczna zastosowanych preparatów.	58
5. Sporządzenie raportu końcowego i opracowanie ulotki z zaleceniami dla praktyki rolniczej, przeprowadzenie warsztatów on-line.	63
Upowszechnianie i promocja wyników badań w 2024 roku	66

WPROWADZENIE I WAŻNOŚĆ PODJĘTEJ TEMATYKI 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.

W ekologicznej uprawie roślin rolniczych, plon i jego jakość zależą od szeregu czynników takich jak: żyzność gleby, przedplon, przebieg pogody w okresie wegetacji roślin, właściwy dobór odmian, nasilenie występowania chorób i szkodników, a także poziomu agrotechniki oraz typu użytkowania ziarna (w przypadku zbóż np. jęczmienia – pastewny czy browarny).

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 w profilaktyce chorób cywilizacyjnych. Zbożowe produkty wysokobłonnikowe o wysokiej zawartości frakcji rozpuszczalnej stały się więc bardzo polecanym i pożądanym składnikiem żywności. Mogą one być pozyskiwane tylko z surowców o wysokiej zawartości błonnika pokarmowego jak np. jęczmień czy owies. Funkcjonalne właściwości produktów jęczmiennych wynikają głównie z ilości i jakości zawartego w ziarnie błonnika pokarmowego.

Celem badań była ocena działania dopuszczonych w rolnictwie ekologicznym preparatów zielowych, mikrobiologicznych, krzemowych do zaprawiania nasion i aplikacji dolistnej w aspekcie poprawy produktywności jęczmienia jarego i lepszej aktywności mikrobiologicznej gleby. Ponadto założono, że zastosowane pojedynczo lub łącznie preparaty wpłyną na aspekt ekonomiczny ekologicznej produkcji jęczmienia jarego.

Nowością zrealizowanego tematu badawczego była różnorodność biopreparatów stosowanych pojedynczo oraz łącznie. Zostały uwzględnione następujące strategie 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 7) dwukrotna aplikacja dolistna preparatu mikrobiologicznego 8) łączne stosowanie krzemu organicznego i preparatu mikrobiologicznego.

W 2024 roku zrealizowano następujące zadania szczegółowe:

- Zadanie 1. Ocena wpływu wybranych preparatów do stosowania w rolnictwie ekologicznym na kiełkowanie, wzrost, rozwój i produktywność jęczmienia jarego.**
- Zadanie 2. Skuteczność zastosowanych preparatów w ograniczaniu agrofagów jęczmienia jarego. Analiza aktywności mikrobiologicznej w ryzosferze jęczmienia jarego.**
- Zadanie 3. Ocena jakościowa ziarna jęczmienia jarego po zastosowaniu preparatów ekologicznych.**
- Zadanie 4. Analiza ekonomiczna zastosowanych preparatów.**
- Zadanie 5. Sporządzenie raportu końcowego i opracowanie ulotki z zaleceniami dla praktyki rolniczej, przeprowadzenie warsztatów on-line.**

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.

Tabela 1. Kombinacje biopreparatów zastosowanych do ochrony jęczmienia jarego w systemie ekologicznym w 2024 r.

Obiekty doświadczenia

Nr	Kombinacje	
	Stymulacja/zaprawianie nasion	Zabiegi dolistne
1	Kontrola bez stosowania preparatów	
2	Ekstrakt z cebuli	-
3	Mąka z gorczycy	-
4	Preparaty krzemowe: Adesil +Zumsil	-
5	Adesil+Zumsil	Aplikacja dolistna: dwa zabiegi Zumsil
6	Preparat mikrobiologiczny (zawierający bakterie z rodz. <i>Bacillus</i> i grzyby <i>Trichoderma</i> sp.)	-
7	-	Dwukrotna dolistna aplikacja preparatem mikrobiologicznym
8	Kompleksowa technologia: Adesil + Zumsil+ preparat mikrobiologiczny	Dwukrotna dolistna aplikacja: Zumsil i preparat mikrobiologiczny

Materiał badawczy: **dwie odmiany jęczmienia jarego jarej o różnej wrażliwości na patogeny grzybowe**, różniące się cechami morfologicznymi i fizjologicznymi - **Tilmor i Feedway** (Rys. 1).

IV POWTÓRZENIE															
1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
III POWTÓRZENIE															
1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
II POWTÓRZENIE															
1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
I POWTÓRZENIE															
1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Komb.: I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII	

Ryc. 1 Schemat doświadczenia z testowaniem zapraw i preparatów dolistnych na dwóch odmianach jęczmienia jarego w RZD w Grabowie.

Odmiany jęczmienia jarego: 1- Tilmor, 2 – Feedway.

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.

Dawki preparatów:

I – kontrola – ziarno nie zaprawiane

II – zaprawianie ziarna ekstraktem z cebuli – moczenie nasion w roztworze przygotowanym przez Autora

III - zaprawianie ziarna mąką z gorczycy – moczenie nasion w mące przygotowanej przez Autora

IV – zaprawianie nasion jęczmienia preparatami krzemowymi Adesil +Zumsil tj. Adesil 0,5 kg na 100 kg ziarna + lekkie zwilżenie nasion 1% roztworem Zumsilu w celu poprawy kleistości okrzemek 0,5 l/100 kg nasion (roztwór 1% Zumsil to 5 ml preparatu Zumsil na 0,5 l wody na 100 kg ziarna)

V - zaprawianie ziarna jęczmienia preparatami Adesil +Zumsil oraz dwa zabiegi dolistne Zumsil – zaprawianie nasion jak w kombinacji IV+ zabiegi nalistne Zumsil dwukrotnie:

- 1) 0,5 l/ha + 200 l wody na 1 ha w fazie krzewienia jęczmienia (BBCH 14) w celu stymulowania liczby kłosów
- 2) 0,5 l/ha + 200 l wody na 1 ha w fazie strzelania w źdźbło jęczmienia (BBCH 32) w celu stymulowania liczby ziaren w kłosie jęczmienia

VI. Preparat mikrobiologiczny do zaprawiania nasion (zawierający bakterie z rodz. Bacillus i grzyby Trichoderma sp.); 3ml/ 1 kg nasion

VII. Dwa zabiegi dolistne preparatem mikrobiologicznym (w uzgodnieniu z Autorem)

VIII. Kompleksowa technologia krzemowo-mikrobiologiczna: Adesil i Zumsil (jak w kombinacji IV) + preparat mikrobiologiczny (jak w kombinacji VI) do zaprawiania ziarna oraz zabiegi dolistne: Zumsil + preparat mikrobiologiczny

Zaprawianie nasion jęczmienia jak w kombinacji IV + dwukrotne zabiegi:

- a) Zumsil 0,5 l/ha + 200 l wody na 1 ha + preparat mikrobiologiczny (w uzgodnieniu z autorem) w fazie krzewienia BBCH 14 (do BBCH 22)
- b) Zumsil 0,5 l/ha + 200 l wody na 1 ha w fazie strzelania w źdźbło BBCH 31-32 (plus preparat mikrobiologiczny, jeśli będzie taka potrzeba np. słaba kondycja łanu jęczmienia, ale ze względów ekonomicznych można zrezygnować z tego zabiegu).

Jęczmień jary został wysiany 12 kwietnia 2024 roku w ilości 350 ziaren m⁻². 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.

Tab. 2. Średnie miesięczne sumy opadów i temperatury w RZD Grabów w okresie wegetacji jęczmienia jarego (2024 r.)

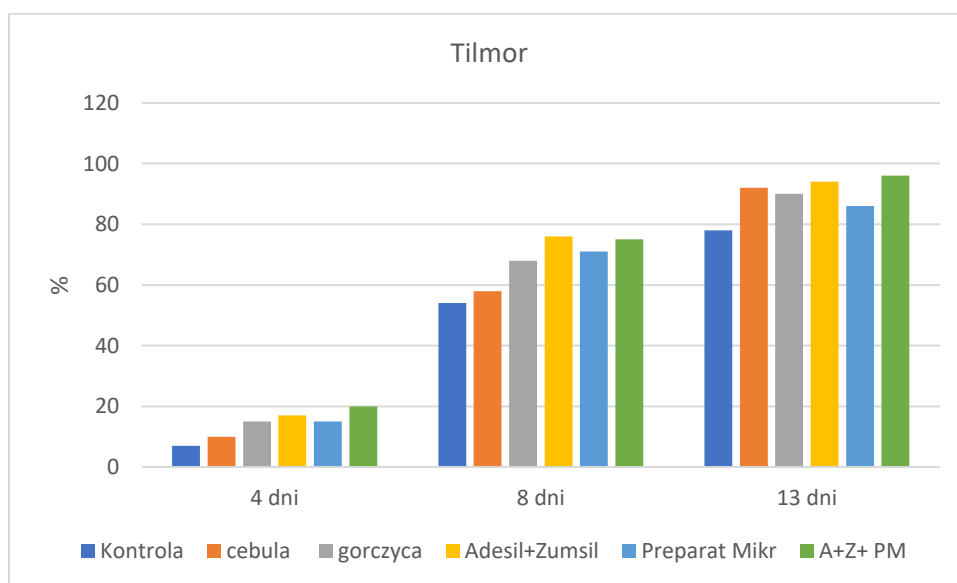
Miesiąc	Suma opadów w mm					Średnia temperatura w °C				
	I dekada	II dekada	III dekada	Σ opadów	Średnia z wielolecia 1951-2024	I dekada	II dekada	III dekada	średnia temperatura	średnia z wielolecia 1951-2024
marzec	20,7	4,9	13,1	38,7	32,0	4,4	4,3	9,5	6,2	0,8
kwiecień	16,1	7,5	4,3	27,9	42,0	13,4	8,8	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

*- na skutek awarii prądu 11 lipca na stacji w RZD w Grabowie nie został zarejestrowany opad około 30 mm deszczu. Średni opad miesiąca lipca powinien wynieść około 170 mm deszczu.

WYNIKI ZADAŃ BADAWCZYCH

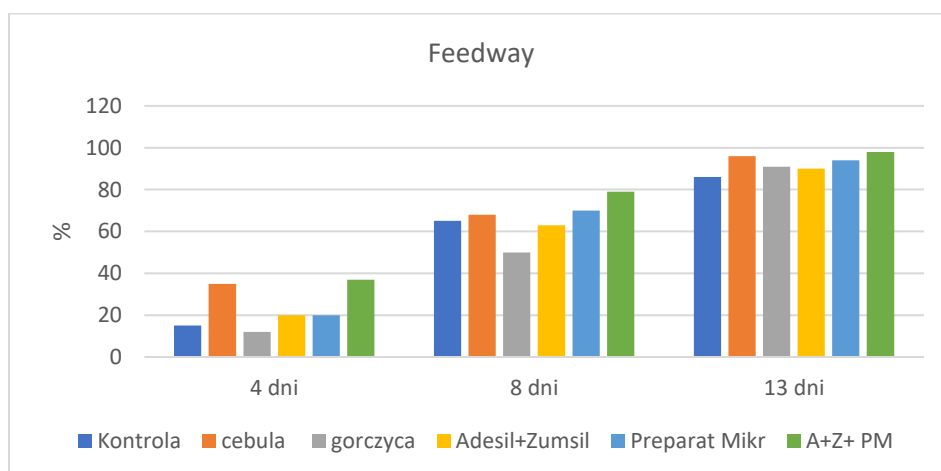
Zadanie 1. Ocena wpływu wybranych preparatów do stosowania w rolnictwie ekologicznym na kiełkowanie, wzrost, rozwój i produktywność jęczmienia jarego.

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



Rys. 2 Wpływ preparatów naturalnych do zaprawiania nasion jęczmienia jarego odmiany Tilmor na energię i zdolność kiełkowania (% skielkowanych nasion po 4, 8 i 13 dniach)

W warunkach laboratoryjnych stwierdzono stymulujące działanie zapraw, zwłaszcza zaprawy krzemowo-mikrobiologicznej w odniesieniu do kontroli u odmiany Tilmor jęczmienia.



Rys. 3 Wpływ preparatów naturalnych do zaprawiania nasion jęczmienia jarego odmiany

Feedway na siłę i zdolność kiełkowania (% skielkowanych nasion po 4, 8 i 13 dniach)

U odmiany Feedway ponadto stwierdzono stymulujący wpływ stosowania cebuli na energię i zdolność kiełkowania nasion jęczmienia.

Przeprowadzono analizę biometryczną roślin: świeżą i suchą masę części nadziemnej rośliny jęczmienia i korzeni z wazonu (g) - warunki szklarniowe.

Tab. 3 Analiza biometryczna roślin jęczmienia odmiany Feedway

Wariant ochrony	I termin (10 maja)				II termin (25 maja)			
	Świeża masa		Sucha masa		Świeża masa		Sucha masa	
	Cz. Nadz.	Korzeń	Cz. Nadz.	Korzeń	Cz. Nadz.	Korzeń	Cz. Nadz.	Korzeń
I	2,890	0,200	0,449	0,062	23,671	1,527	2,534	0,312
II	2,100	-	0,309	-	22,371	1,606	2,559	0,370
III	1,740	0,050	0,283	0,008	16,416	1,114	1,799	0,202
IV	2,100	0,120	0,381	0,029	16,943	1,392	2,062	0,466
V	3,260	0,180	0,558	0,048	20,559	1,146	2,534	0,265
VI	3,670	0,290	0,586	0,072	16,219	0,756	1,920	0,209
VII	2,590	0,210	0,417	0,031	15,858	0,796	1,914	0,214
VIII	2,800	0,380	0,413	0,091	15,297	1,045	1,961	0,326

Obiekty 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 (zawierający bakterie z rodz. Bacillus i grzyby Trichoderma sp.) , **VII.** Dwa zabiegi dolistne preparatem mikrobiologicznym, **VIII.** Kompleksowa technologia krzemowo-mikrobiologiczna: Adesil+ Zumsil+ preparat mikrobiologiczny do zaprawiania ziarna oraz zabiegi dolistne Zumsil + preparat mikrobiologiczny.

Tab.4 Analiza biometryczna roślin jęczmienia odmiany Tilmor

Wariant ochrony	I termin (10 maja)				II termin (25 maja)			
	Świeża masa		Sucha masa		Świeża masa		Sucha masa	
	Cz. Nadz.	Korzeń	Cz. Nadz.	Korzeń	Cz. Nadz.	Korzeń	Cz. Nadz.	Korzeń
I*	3,300	0,270	0,569	0,090	18,576	1,725	2,371	0,334
II	3,010	0,290	0,494	0,088	15,341	1,790	1,946	0,266
III	2,540	0,250	0,440	0,055	18,985	1,278	2,516	0,550
IV	3,470	0,170	0,533	0,044	16,406	1,041	2,013	0,245
V	3,430	0,240	0,576	0,065	22,032	1,763	2,178	0,255
VI	3,060	0,140	0,490	0,079	20,152	1,163	2,544	0,294
VII	3,110	0,180	0,472	0,038	25,693	1,520	2,941	0,421
VIII	2,750	0,290	0,406	0,072	28,749	2,599	3,245	0,789

*Objaśnienia jak wyżej

W warunkach polowych oceniono wschody, rozwój części nadziemnej jęczmienia (sucha i zielona masa) oraz zdrowotność roślin w obiektach badań.

Obsada roślin po wschodach u badanych odmian była zróżnicowana, niezależnie od sposobu ochrony roślin

Tab. 5 Liczba roślin jęczmienia (szt/m²) po wschodach w warunkach polowych u 2 odmian

Wariant ochrony	Tilmor	Feedway
I	480	560
II	512	432
III	400	592
IV	480	560
V	560	512
VI	528	528
VII	496	400
VIII	512	496

Obiekty 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 (zawierający bakterie z rodz. Bacillus i grzyby Trichoderma sp.) , **VII.** Dwa zabiegi dolistne preparatem mikrobiologicznym, **VIII.** Kompleksowa technologia krzemowo-mikrobiologiczna: Adesil+ Zumsil+ preparat mikrobiologiczny do zaprawiania ziarna oraz zabiegi dolistne Zumsil + preparat mikrobiologiczny.

Kształtowanie wzrostu i rozwoju roślin jęczmienia odmiany **Tilmor** przedstawiono w tabeli 6

Wariant ochrony	Data pobrania próby	Średnia długość rośliny (cm)	Średnia długość korzenia (cm)	Świeża masa (g/m ²)		Sucha masa (g/m ²)	
				pędów	korzeni	pędów	korzeni
I	07.05.2024	18,50	9,20	307,84	50,40	36,00	27,04
	21.05.2024	25,40	10,00	602,48	54,48	119,20	20,96
	05.06.2024	41,90	7,20	797,12	81,84	219,81	36,93
II	07.05.2024	19,80	9,20	307,84	50,40	36,00	27,04
	21.05.2024	30,80	11,30	602,48	54,48	119,20	20,96
	05.06.2024	43,00	7,00	797,12	81,84	219,81	36,93
III	07.05.2024	17,10	8,40	372,96	72,80	50,88	31,04
	21.05.2024	24,30	8,00	386,62	94,56	77,12	28,80
	05.06.2024	46,40	6,60	984,24	79,97	280,82	31,41
IV	07.05.2024	18,00	7,70	302,56	52,48	38,88	20,00
	21.05.2024	24,20	9,20	695,92	67,66	132,64	29,44
	05.06.2024	37,00	8,10	776,19	66,72	223,20	27,92
V	07.05.2024	14,70	7,60	352,16	53,60	44,64	20,80
	21.05.2024	24,20	8,60	664,64	133,50	117,44	35,84
	05.06.2024	37,70	6,70	897,44	79,09	264,98	36,18
VI	07.05.2024	15,60	9,50	253,92	89,92	40,80	50,88
	21.05.2024	22,80	9,70	683,36	68,94	131,52	24,96
	05.06.2024	40,50	6,40	642,24	69,07	178,62	30,13

VII	07.05.2024	15,30	7,30	285,92	77,44	41,12	37,60
	21.05.2024	22,30	9,20	822,51	88,67	145,60	30,88
	05.06.2024	42,80	7,80	778,24	84,69	195,98	32,74
VIII	07.05.2024	15,20	5,80	242,08	62,24	32,48	28,32
	21.05.2024	23,50	9,00	752,00	85,31	62,08	25,60
	05.06.2024	42,40	7,10	1040,19	113,06	264,94	42,56

Obiekty 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 (zawierający bakterie z rodz. Bacillus i grzyby Trichoderma sp.) , **VII.** Dwa zabiegi dolistne preparatem mikrobiologicznym, **VIII.** Kompleksowa technologia krzemowo-mikrobiologiczna: Adesil+ Zumsil+ preparat mikrobiologiczny do zaprawiania ziarna oraz zabiegi dolistne Zumsil + preparat mikrobiologiczny.

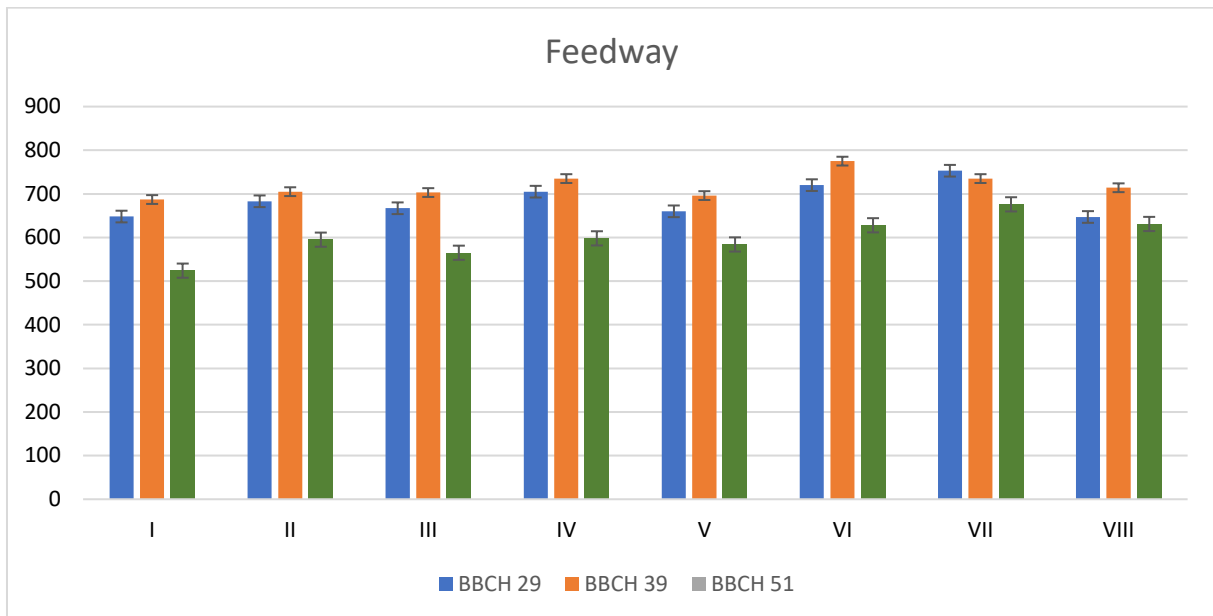
Kształtowanie wzrostu i rozwoju roślin jęczmienia odmiany **Feedway** przedstawiono w tabeli 7

Wariant ochrony	Data pobrania próby	Średnia długość rośliny (cm)	Średnia długość korzenia (cm)	Świeża masa (g/m ²)		Sucha masa (g/m ²)	
				pędów	korzeni	pędów	korzeni
I*	07.05.2024	13,40	7,10	217,92	48,48	31,68	17,60
	21.05.2024	24,30	9,50	437,44	72,96	99,52	26,24
	05.06.2024	41,20	7,80	968,85	110,72	291,78	55,12
II	07.05.2024	16,50	5,60	180,96	54,40	23,68	27,04
	21.05.2024	25,90	12,00	547,90	120,22	104,64	36,96
	05.06.2024	48,10	7,90	859,20	86,18	279,17	39,30
III	07.05.2024	15,60	8,20	231,68	57,60	35,20	27,84
	21.05.2024	25,10	8,30	453,63	67,87	124,00	25,12
	05.06.2024	47,10	7,80	917,92	108,35	296,59	48,69
IV	07.05.2024	15,30	6,30	228,80	4,9*16	32,16	39,84
	21.05.2024	26,90	8,40	605,34	112,53	132,98	41,12
	05.06.2024	40,80	7,10	692,34	87,42	193,25	37,54
V	07.05.2024	15,10	6,80	195,04	70,56	28,48	39,36
	21.05.2024	24,30	8,90	645,89	124,45	122,08	36,16
	05.06.2024	40,90	7,40	1002,40	107,33	284,06	28,67
VI	07.05.2024	13,20	6,80	199,20	72,00	28,32	30,56
	21.05.2024	24,60	11,70	683,94	71,06	138,08	25,60
	05.06.2024	41,80	7,40	626,38	75,36	174,35	32,61
VII	07.05.2024	14,70	7,90	138,40	130,40	19,20	85,92
	21.05.2024	23,60	8,40	586,74	93,34	114,56	31,52
	05.06.2024	43,60	7,10	732,40	84,75	210,32	38,91
VIII	07.05.2024	14,20	7,20	186,08	120,96	26,24	73,60
	21.05.2024	22,50	7,50	531,33	128,03	101,44	43,04
	05.06.2024	44,10	7,00	973,89	120,50	251,15	38,91

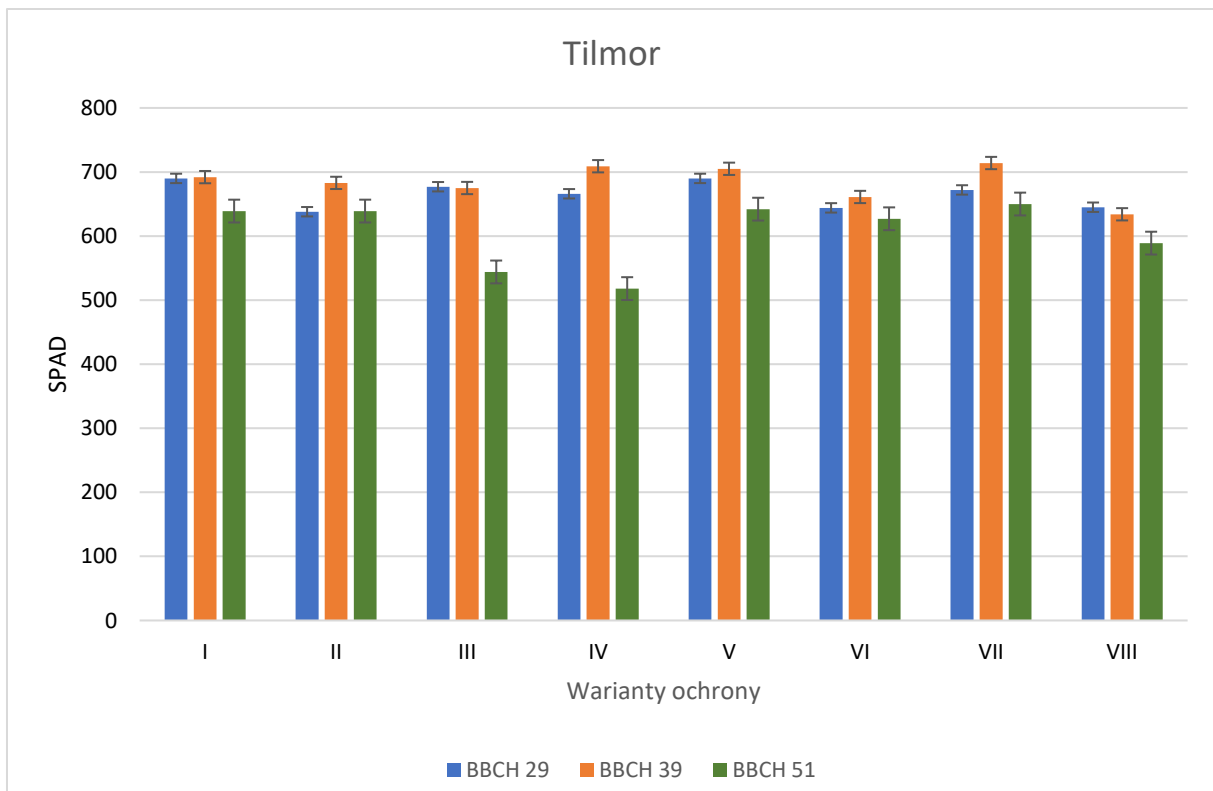
*Objaśnienia jak wyżej

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

Pomiary fizjologiczne roślin w łanie wykonano za pomocą przyrządu optycznego zwanego chlorofilometrem (N-tester HYDRO), określono stan odżywienia roślin azotem w jednostkach SPAD. Stwierdzono zróżnicowanie w zawartości chlorofilu na obiektach badań.



Rys.4 Indeks zieloności liścia (SPAD) odmiany Feedway w różnych fazach rozwojowych jęczmienia (BBCH 29, BBCH 39, BBCH 51) w zależności od wariantu ochrony w badaniach wazonowych



Rys.5 Indeks zieloności liścia (SPAD) odmiany Tilmor w różnych fazach rozwojowych jęczmienia (BBCH 29, BBCH 39, BBCH 51) w zależności od wariantu ochrony w badaniach wazonowych

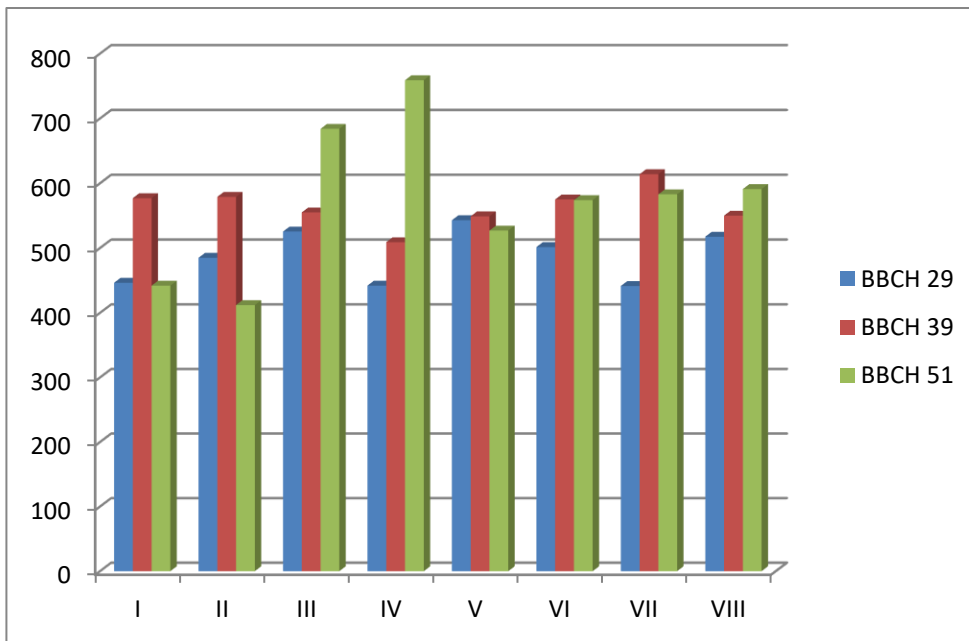
Dokonano **oceny plonowania i elementów struktury plonu jęczmienia** jarego według badanych strategii ochrony w **warunkach uprawy ekologicznej**.

Tab. 8 Struktura plonu ziarna jęczmienia odmiany **Feedway** z badń wazonowych

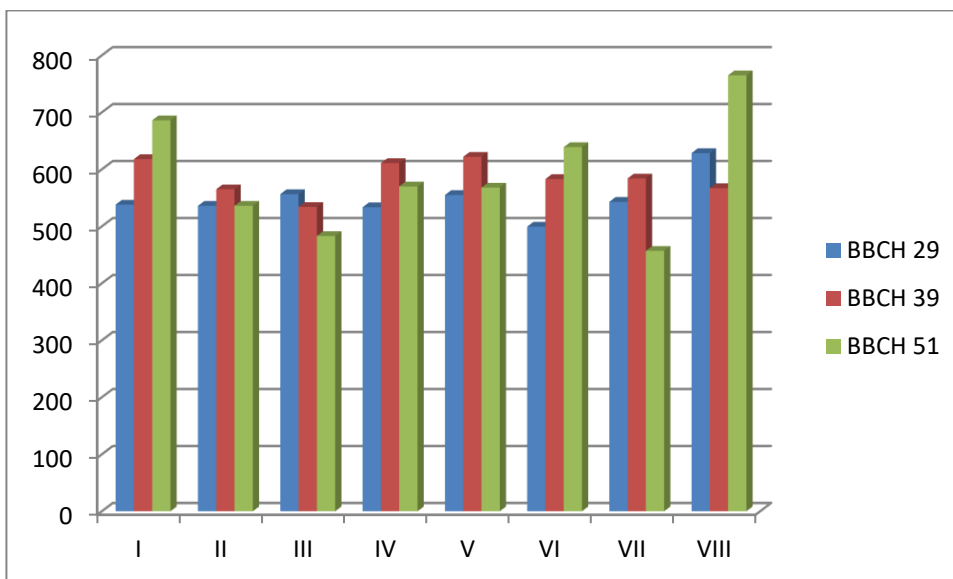
Wariant	Liczba kłosów (szt)	Plon ziarna z rośliny (g)	Rozkrzewienie produkcyjne	Liczba ziaren z rośliny (szt)	Liczba ziaren z kłosa (szt)	Plon ziarna z kłosa (g)	Masa słomy (g/1m ²)
I	37,27	3,132	3,727	61,680	16,550	0,840	29,348
II	42,52	3,482	4,252	70,120	16,490	0,819	32,264
III	42,47	3,333	4,247	64,217	15,120	0,785	33,622
IV	40,68	3,050	4,068	59,639	14,660	0,750	27,308
V	41,19	2,898	4,119	60,403	14,666	0,704	26,177
VI	41,32	3,252	4,132	64,345	15,573	0,787	23,586
VII	41,38	3,003	4,138	57,324	13,852	0,726	19,959
VIII	42,59	3,003	4,259	64,773	15,207	0,786	22,370

Tab.9 Struktura plonu ziarna jęczmienia odmiany **Tilmor** z badń wazonowych

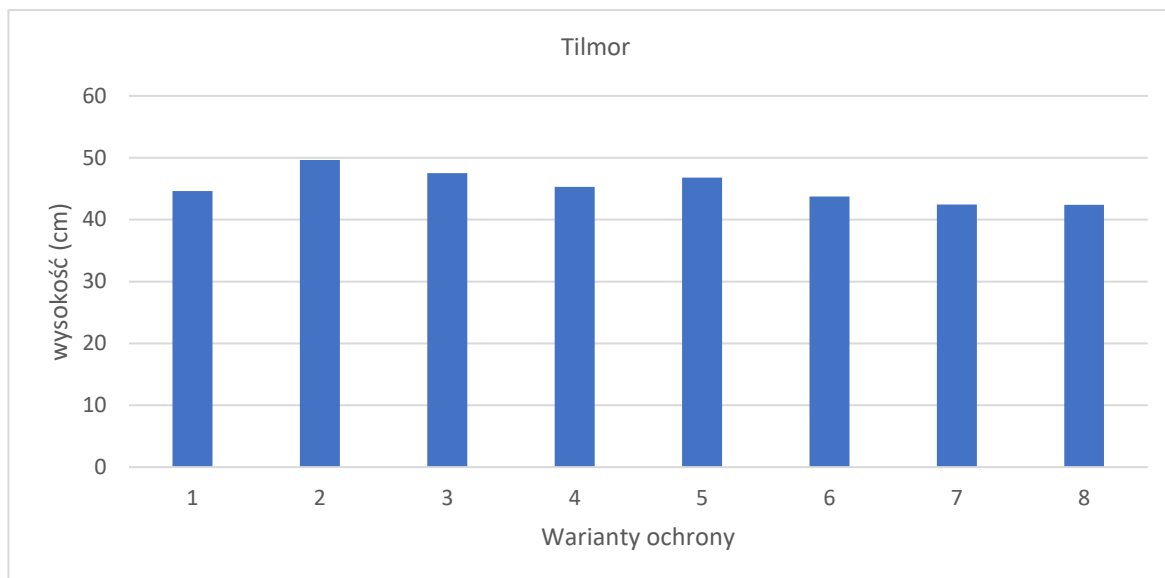
Wariant	Liczba kłosów (szt)	Plon ziarna z rośliny (g)	Rozkrzewienie produkcyjne	Liczba ziaren z rośliny (szt)	Liczba ziaren z kłosa (szt)	Plon ziarna z kłosa (g)	Masa słomy (g/1m ²)
I	29,43	2,873	2,943	51,113	17,367	0,976	18,86
II	33,33	3,097	3,333	57,001	17,100	0,929	20,47
III	32,53	2,824	3,253	52,814	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



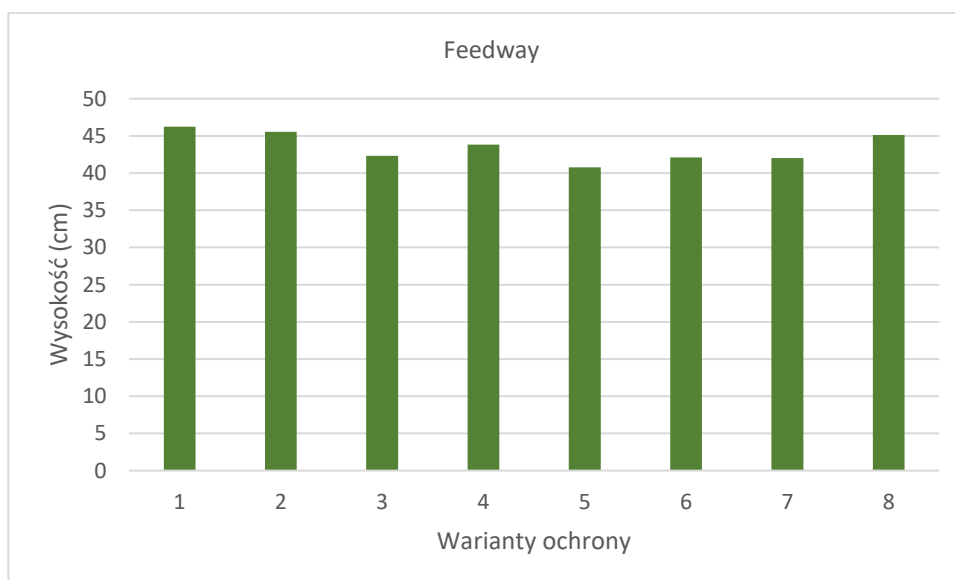
Rys.6 Indeks zieloności liścia (SPAD) odmiany **Tilmor** w różnych fazach rozwojowych jęczmienia (BBCH 29, BBCH 39, BBCH 51) w zależności od wariantu ochrony



Rys.7 Indeks zieloności liścia (SPAD) odmiany **Feedway** w różnych fazach rozwojowych jęczmienia (BBCH 29, BBCH 39, BBCH 51) w zależności od wariantu ochrony w badaniach polowych



Rys.8 Wysokość rośliny jęczmienia (cm) odmiany Tilmor w badanych wariantach ochrony



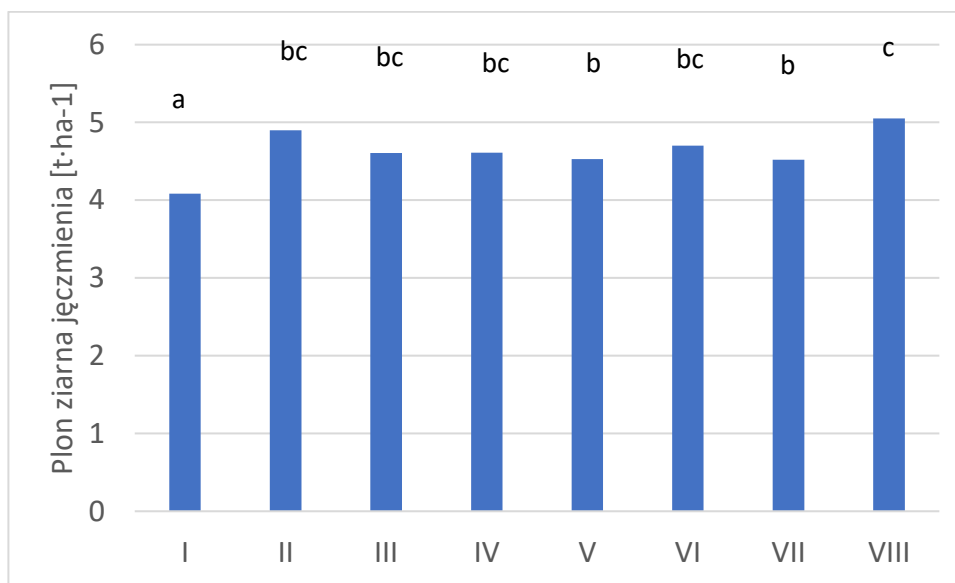
Rys.9 Wysokość rośliny jęczmienia (cm) odmiany Feedway w badanych wariantach ochrony

Na poziomie plonowania odmian jęczmienia duży wpływ ma obsada roślin na jednostce powierzchni. Obsada roślin była modyfikowana poprzez warunki pogodowe.

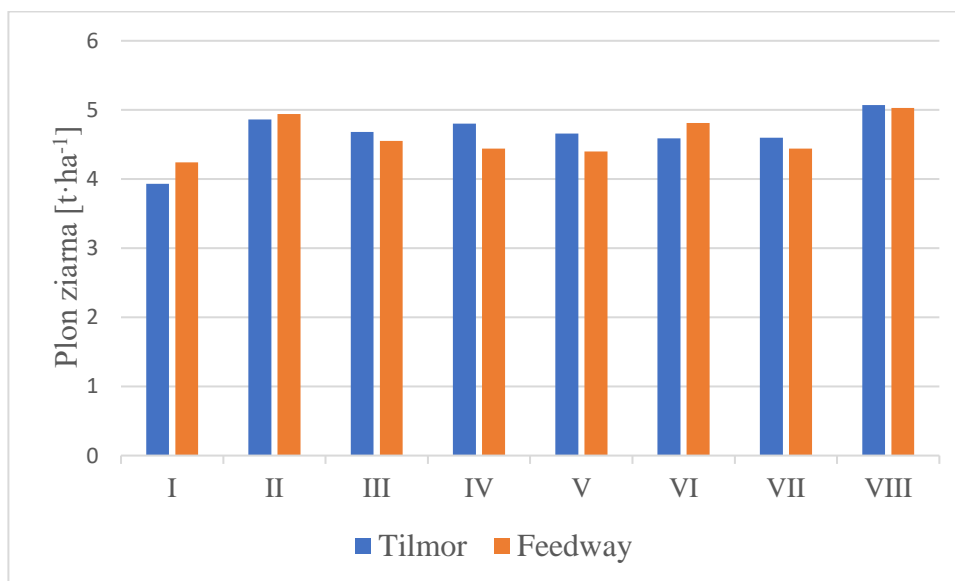
Plon ziarna jęczmienia jarego w zależności od strategii ochrony.

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 $4,60 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. W przeprowadzonym doświadczeniu niezależnie od porównywanych odmian, jęczmień uzyskał istotną zwyżkę plonu ziarna po zastosowaniu

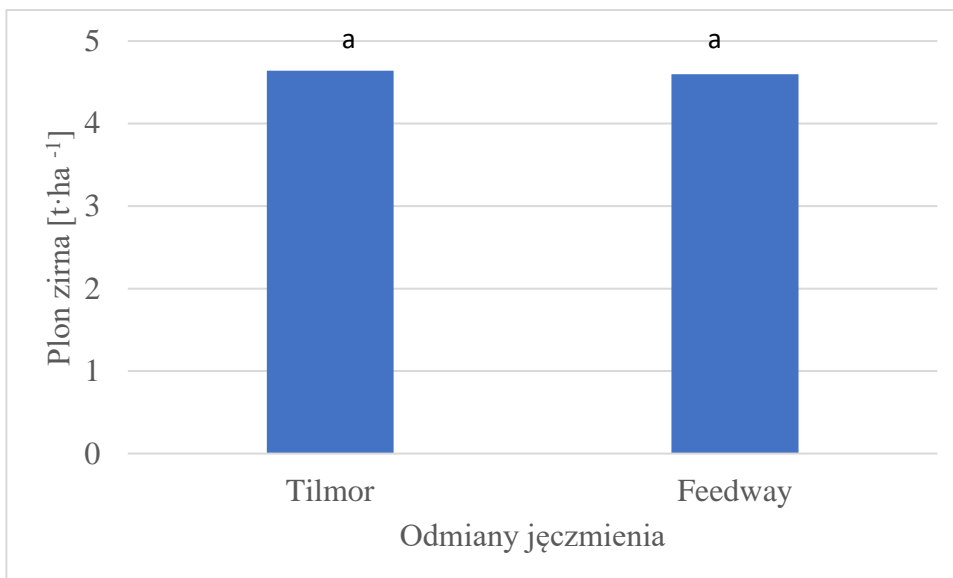
badanych preparatów. Najlepiej plonował jęczmień na obiekcie 8 (kompleksowa technologia krzemowo-mikrobiologiczna) i 2, gdzie zastosowano zaprawę z cebuli. W stosunku do obiektu kontrolnego wystąpiła zwyżka plonu odpowiednio o 0,97 i 0,82 t·ha⁻¹, co stanowiło 17,0 i 12 % Nieco niższą efektywność plonotwórczą stwierdzono po zastosowaniu preparatu mikrobiologicznego do zaprawiania (6). Zwyżka plonu jęczmienia w odniesieniu do kontroli wynosiła 13,0 %. Na obiekcie 3 i 4 plony jęczmienia wynosiły odpowiednio 4,61 i 4,61 co stanowiło zwyżkę plonu ziarna w porównaniu do obiektu kontrolnego o 11,0%. Spośród badanych preparatów najmniejszą efektywność plonotwórczą jęczmień uzyskał na obiekcie 5 i 7, gdzie zwyżka plonu w odniesieniu do kontroli wynosiła 10,0%.



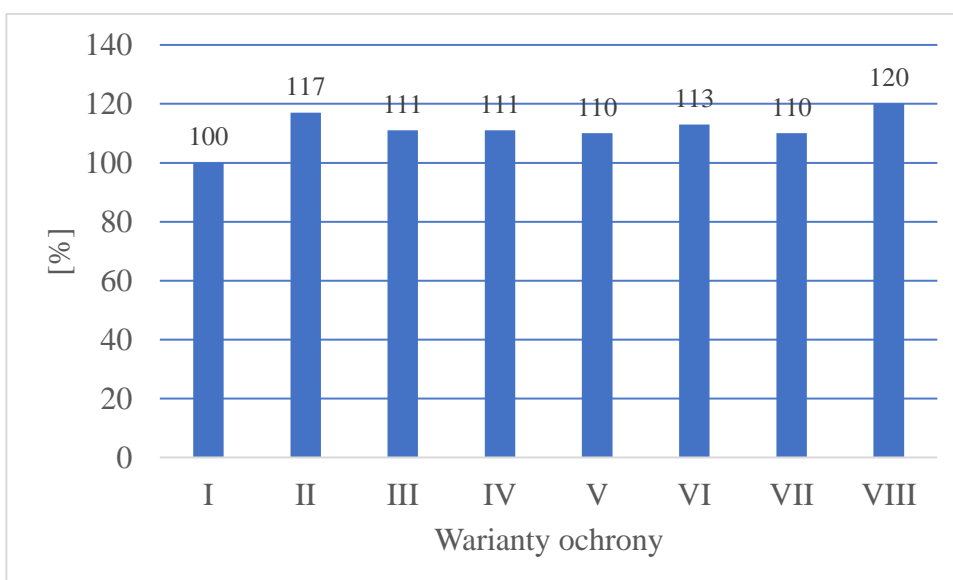
Rys. 10. Plonowanie jęczmienia jarego w zależności od wariantu ochrony (średnio z odmian) w warunkach polowych



Rys. 11. Plonowanie odmian jęczmienia jarego w zależności od wariantu ochrony w warunkach polowych u odmiany Tilmor i Feedway

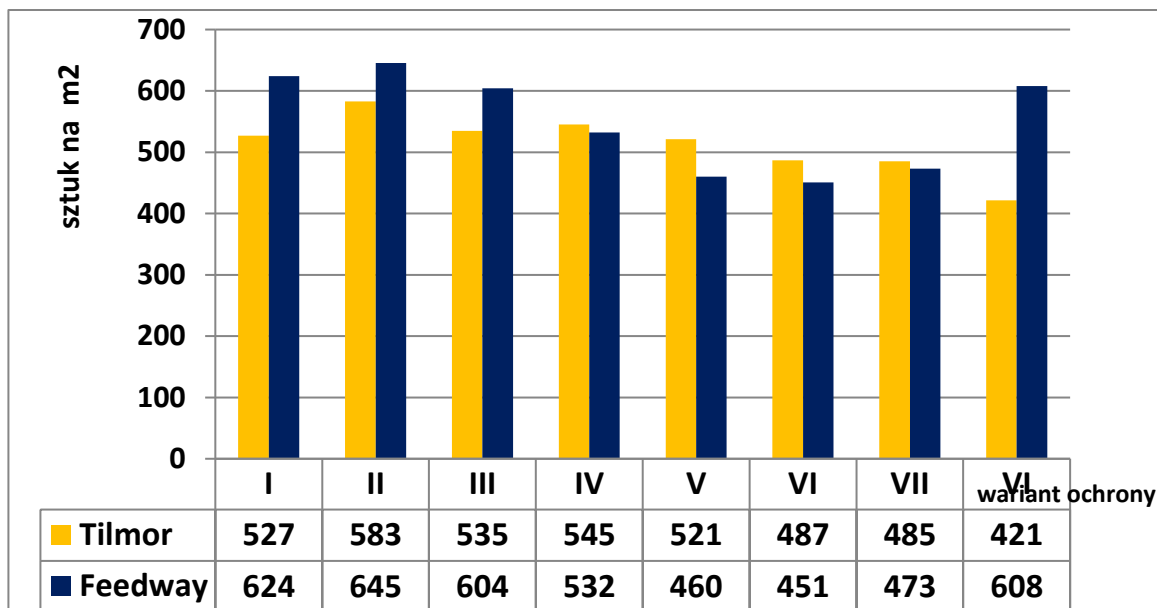


Rys.12 Plonowanie odmian jęczmienia jarego



Rys. 13. Wpływ wariantu ochrony na plonowanie jęczmienia jarego w odniesieniu do kontroli (I) przyjętej za 100%.

Liczba kłosów jęczmienia jest głównym elementem składowym plonu. Zwarcie ładu zależy od czynników siedliskowych i agrotechnicznych ale także od genetycznie uwarunkowanej zdolności danej odmiany do rozkrzewienia produkcyjnego.



Rys.14 Liczba kłosów (szt·m⁻²) odmian jęczmienia jarego w zależności od wariantu ochrony

Analizy struktury plonu dokonano po zbiorach jęczmienia. Dorodność ziarna (MTZ) została omówiona przy ocenie jakościowej.

Tab. 10 .Struktura plonu ziarna jęczmienia odmiany **Tilmor**

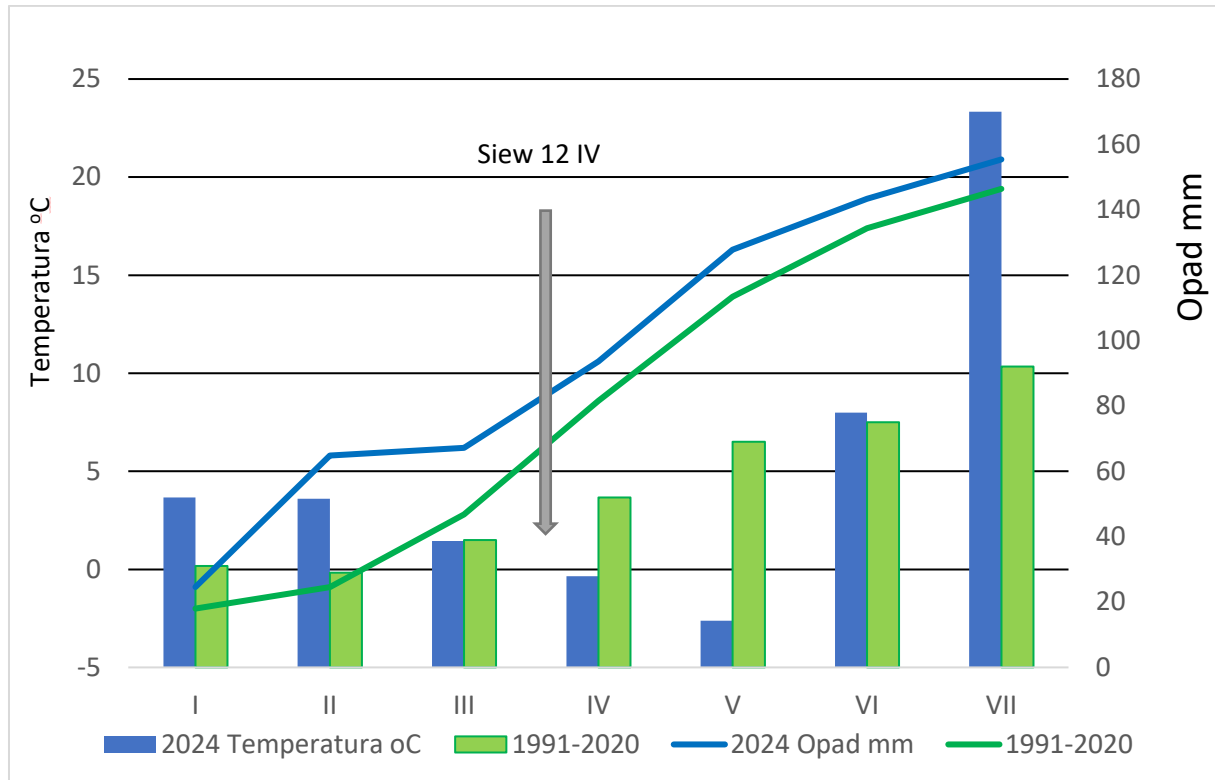
Wariant ochrony	Liczba roślin (szt/1m ²)	Plon ziarna z rośliny (g)	Rozkrzewienie produkcyjne	Liczba ziaren z rośliny (szt)	Liczba ziaren z kłosa (szt)	Plon ziarna z kłosa (g)	Masa słomy (g/1m ²)
I	302,67	0,69	1,74	18,01	10,33	0,40	281,15
II	328,00	0,69	1,77	17,67	9,95	0,39	272,33
III	321,33	0,65	1,66	17,97	10,79	0,39	243,93
IV	346,67	0,63	1,57	16,01	10,10	0,39	303,44
V	294,67	0,79	1,78	20,81	11,89	0,45	257,37
VI	281,33	0,75	1,71	19,69	11,51	0,44	232,88
VII	256,00	0,80	1,90	21,10	11,14	0,42	255,40
VIII	258,67	0,77	1,66	19,29	11,42	0,45	260,77

Tab. 11 Struktura plonu ziarna jęczmienia odmiany **Feedway**

Wariant ochrony	Liczba roślin (szt/1m ²)	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/1m ²)
I	348,00	0,65	1,80	17,45	9,72	0,36	309,49
II	342,67	0,73	1,92	19,32	10,05	0,38	263,23
III	282,67	0,80	2,16	20,35	9,27	0,37	218,84
IV	274,67	0,73	1,96	20,01	10,10	0,37	215,35
V	240,00	0,74	1,92	20,01	10,68	0,39	213,17
VI	229,33	0,80	1,99	22,17	11,19	0,40	188,59
VII	242,67	0,79	2,00	21,89	10,92	0,40	235,93
VIII	296,00	0,78	2,06	21,40	10,43	0,38	246,92

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

Na skuteczność zastosowanych preparatów miał wpływ przebieg pogody (rys. 15)



Opóźnienie siewu było spowodowane nadmiernym uwilgotnieniem gleby w marcu. Wschody roślin były wyrównane i równomierne. Niestety niskie opady od 10 kwietnia do 31 maja (51 dni), opad w tym okresie wyniósł zaledwie 26,1 mm, przyczynił się do ograniczenia krzewienia roślin. Jednocześnie niewielkie zagęszczenie ładu oraz występująca susza znacząco ograniczyło presję chorób. Ocenę zdrowotności roślin wykonywano na każdym obiekcie, poziomie ochrony.

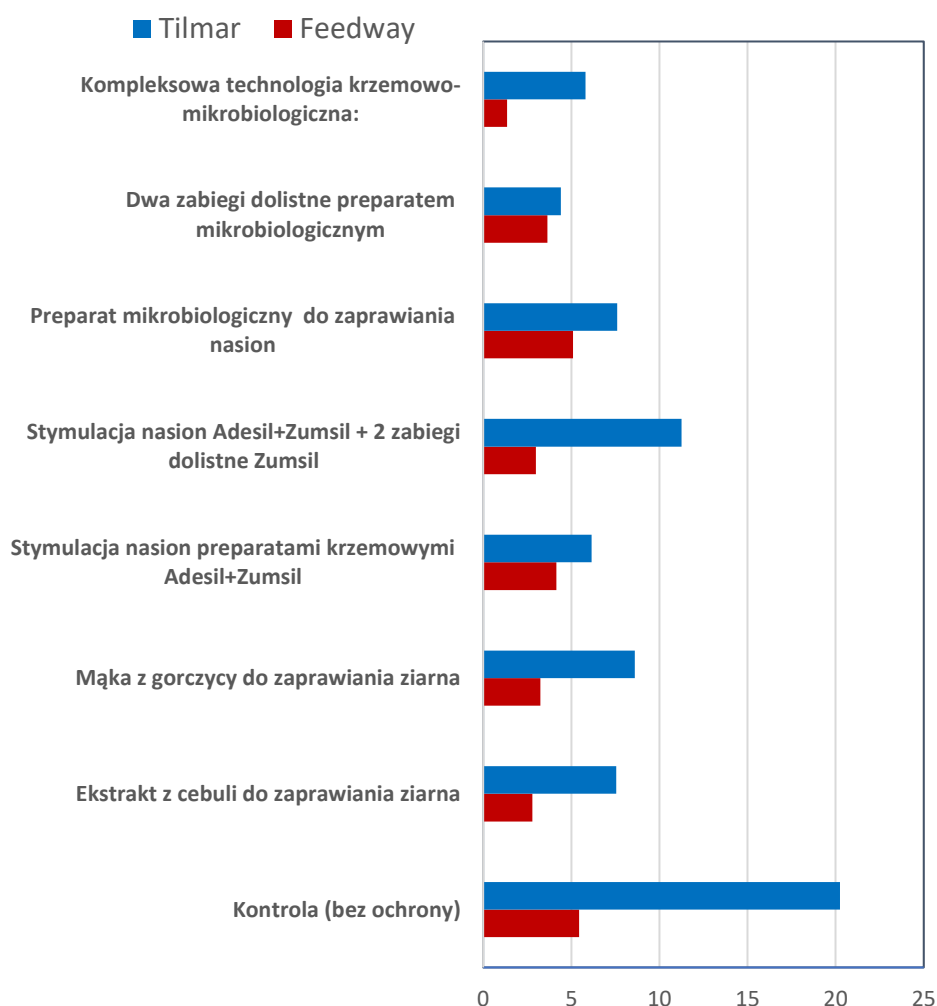
Szczegółową ocenę chorób wykonywano 27 czerwca 2024r. w fazie BBCH 75. Ocenę porażenia liści wykonano dla każdego poletka na liściach podflagowych, określając procent porażonej powierzchni liści przez choroby i szkodniki (EPPO 1998).

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 na odmianie Tilmor. Natomiast w przypadku odmiany Feedway - do fazy kłoszenia nie obserwowano oznak chorobowych. W czerwcu po wykłoszeniu jęczmienia zauważono

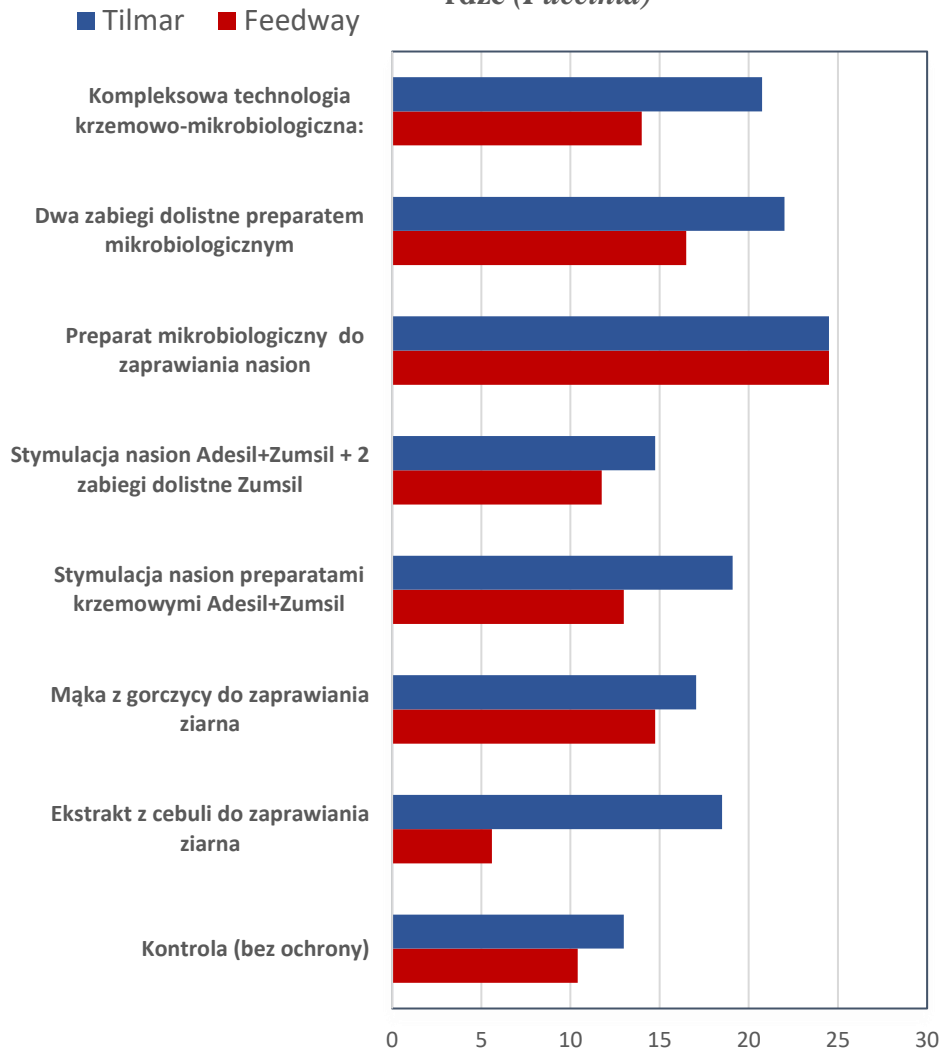
pojedyncze objawy występowania rdzy na liściach. Wykonana ocena 27 czerwca wskazuje, że presja tej choroby była znacząca gdyż notowano na niektórych poletkach porażenie liści podflagowych do 24,5 %.

Skrzypionka stanowiąca potencjalne zagrożenia dla zbóż, w bieżącym roku została znacząco ograniczona przez przebieg pogody, który zmniejszył jej **szkodliwość**. **Nasilenie tego szkodnika obserwowano w III dekadzie maja, a występujące intensywne opady deszczu w I dekadzie czerwca (61 mm) znacznie zredukowały jej występowanie i szkodliwość**. Natomiast duże opady w lipcu sprzyjały występowaniu grzybów saprofitycznych, czerni kłosów.

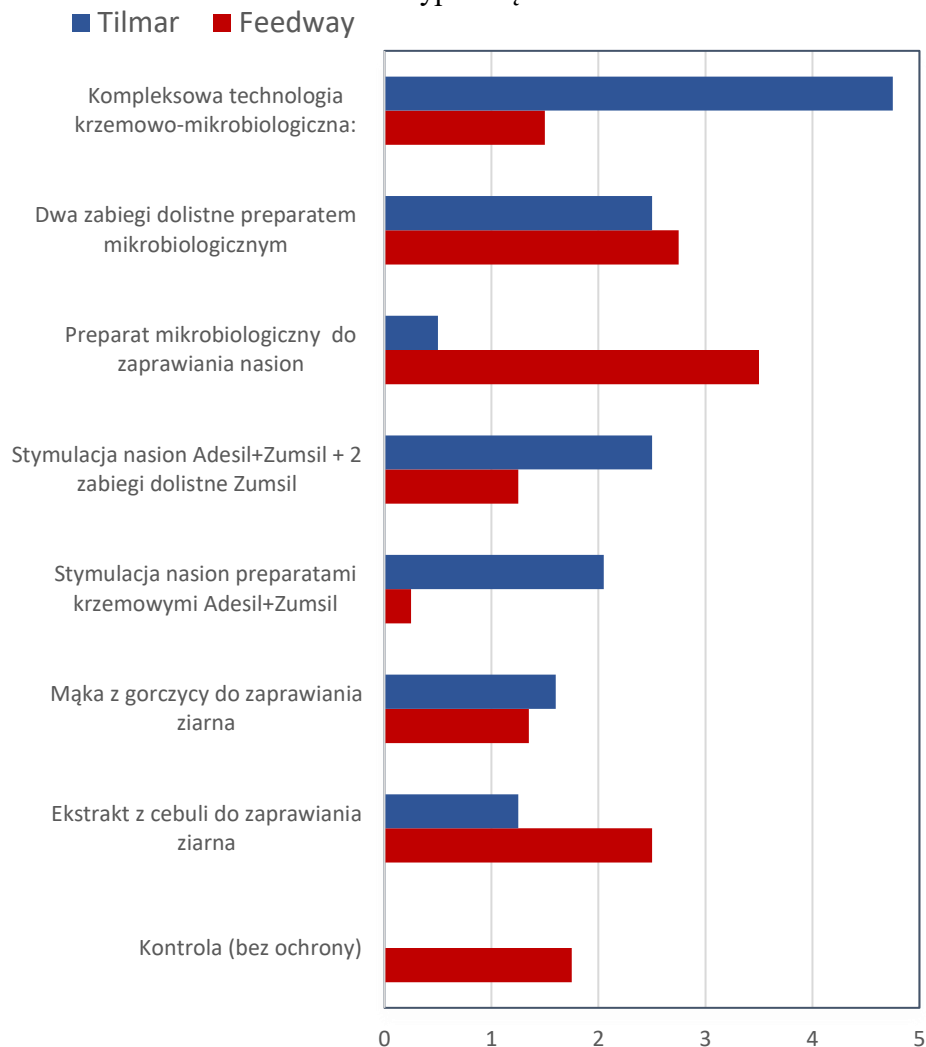
Rys. 16. Procent porażenia liści podflagowych przez plamistość siatkową jęczmienia *Helminosporium teres*



Rys. 17 Procent porażenia liści podflagowych przez rdze (*Puccinia*)



Rys.18 Procent uszkodzeń liści podflagowych przez skrzypionkę



Podsumowanie

- 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) Zastosowanie ekologicznych środków ochrony roślin przyczyniło się do wzrostu plonu jęczmienia jarego w porównaniu do obiektu kontrolnego. Najwyżej plonował jęczmień na obiekcie 8 (kompleksowa technologia krzemowo-mikrobiologiczna). W stosunku do obiektu kontrolnego wystąpiła zwyżka plonu odpowiednio o $0,97 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$.
- 3) Niewielka różnica pomiędzy badanymi obiektami wynikała przede wszystkim z niskiego nasilenia chorób grzybowych (zwłaszcza plamistości siatkowej). Generalnie występująca susza oraz mniejsze zagęszczenie ładu ograniczało presję chorób.
- 4) Dodatkowo przebieg pogody ograniczył szkodliwość skrzypionki, która pojawiła się w III dekadzie maja a występujące intensywne opady deszczu w I dekadzie czerwca (61 mm) znacznie zredukowały jej występowanie i szkodliwość. W obiekcie kontrolnym uszkodzenia liścia flagowego przez skrzypionkę –wyniosło maksymalnie 4,75% liścia.

Ocena profilu metabolicznego mikroorganizmów glebowych

Ocenę profilu metabolicznego mikroorganizmów w ryzosferze dwóch odmian jęczmienia uprawianego w rolnictwie ekologicznym przeprowadzono na podstawie oceny **profilu metabolicznego populacji mikroorganizmów** z wykorzystaniem EcoPlates Biolog.

Omówienie oceny różnorodności funkcjonalnej zbiorowisk mikroorganizmów glebowych (microbial functional diversity) przy użyciu systemu Biolog (EcoPlate), czyli tzw. określenie profilu metabolicznego gleby (community level physiological profiles)

W strefie korzeniowej roślin obserwuje się zwiększoną aktywność i liczebność mikroorganizmów, co przyczynia się do efektywniejszego uruchamiania składników mineralnych zawartych w glebie przykorzeniowej, a tym samym do lepszego odżywiania roślin. W dotychczasowych badaniach nad mikroorganizmami ryzosferowymi koncentrowano się na określaniu ich liczebności i identyfikacji najważniejszych gatunków. Aktualnie w wyniku dużego postępu w rozwoju metod badawczych możliwe także analizowanie aktywności metabolicznej ogólnej populacji mikroorganizmów zasiedlających różne środowiska, w tym także ryzosferę roślin. Jedną z takich nowoczesnych metod jest System Biolog, w którym przy użyciu płytek Biolog EcoPlates możliwe jest badanie zdolności drobnoustrojów ryzosferowych do rozkładu i wykorzystywania różnych substratów, np. takich jak zróżnicowane źródła węgla i energii (węglowodany), czy różne źródła (mineralne i organiczne) azotu.

Badania przeprowadzone z wykorzystaniem tego systemu dostarczają cennych informacji o funkcjonalnej różnorodności zbiorowisk mikroorganizmów i mogą być zastosowane do monitorowania zmian środowiska w kontekście oceny aktywności mikroorganizmów w ryzosferze różnych odmian jęczmienia uprawianych w systemie ekologicznym.

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

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

Wartość indeksu Shannona w glebie ryzosferowej jęczmienia odmiany Tilmor była istotnie wyższa względem kontroli we wszystkich obiektach badanych oprócz zastosowanego ekstraktu z cebuli (Fig. 1). W przypadku odmiany Feedway nie stwierdzono istotnych różnic w wartości

wskaźnika Shannona pomiędzy badanymi wariantami a kontrolą. Analogiczne wyniki uzyskano w ocenie wskaźnika AWCD (average well-colour development, AWCD590), (Fig 2).

Fig. 1. Wartość indexu Shannona w glebie ryzosferowej jęczmienia.

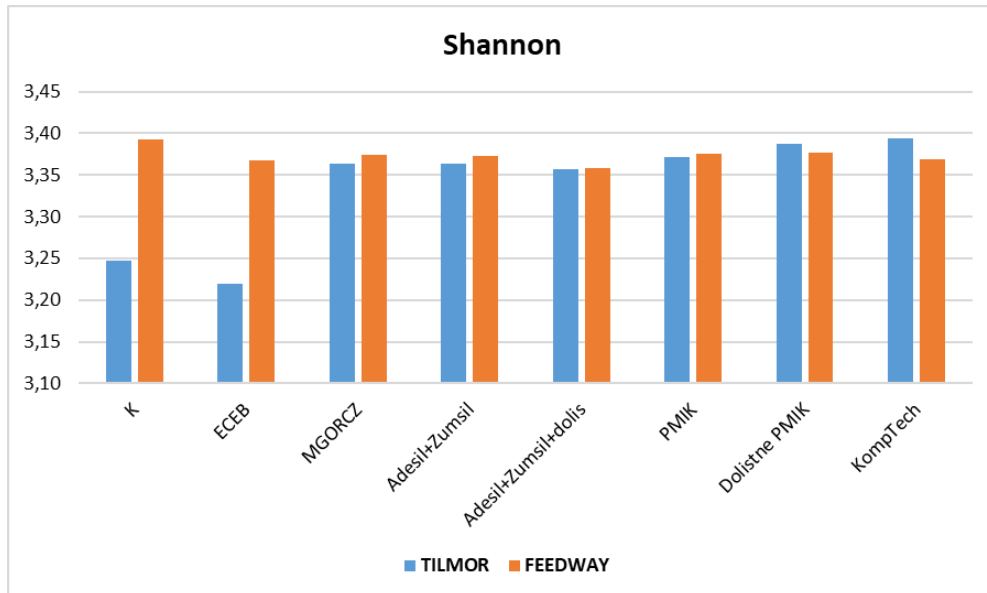


Fig. 2. Wartość wskaźnika AWCD w glebie ryzosferowej jęczmienia.

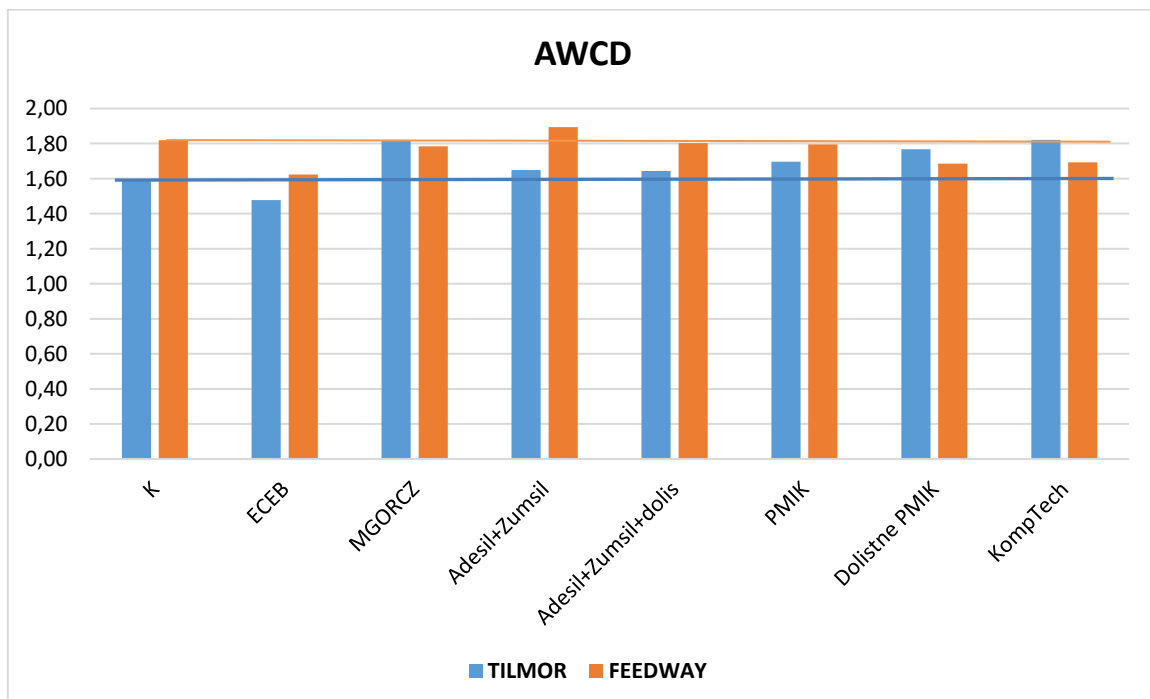
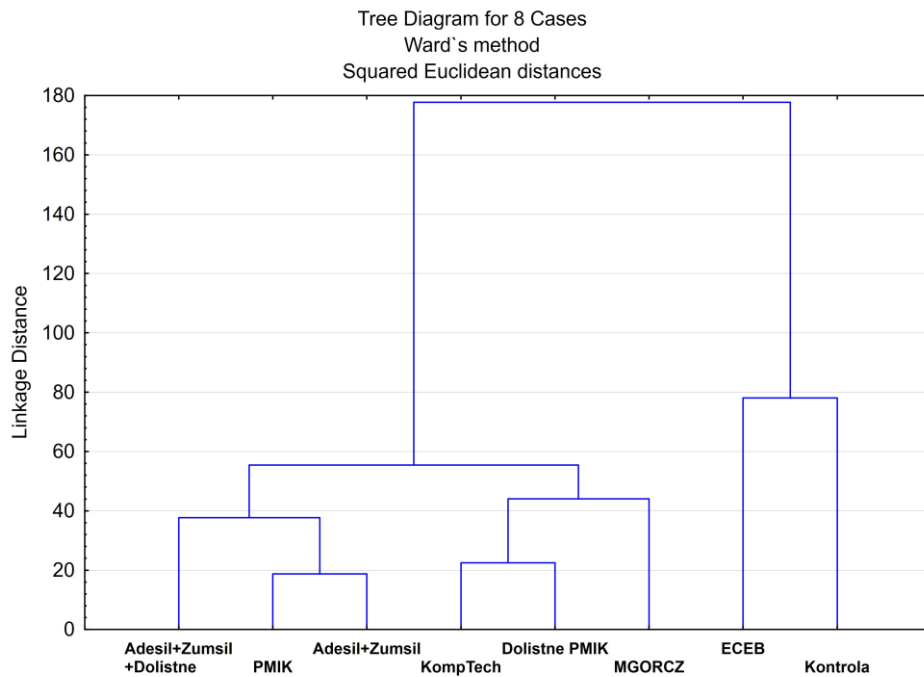
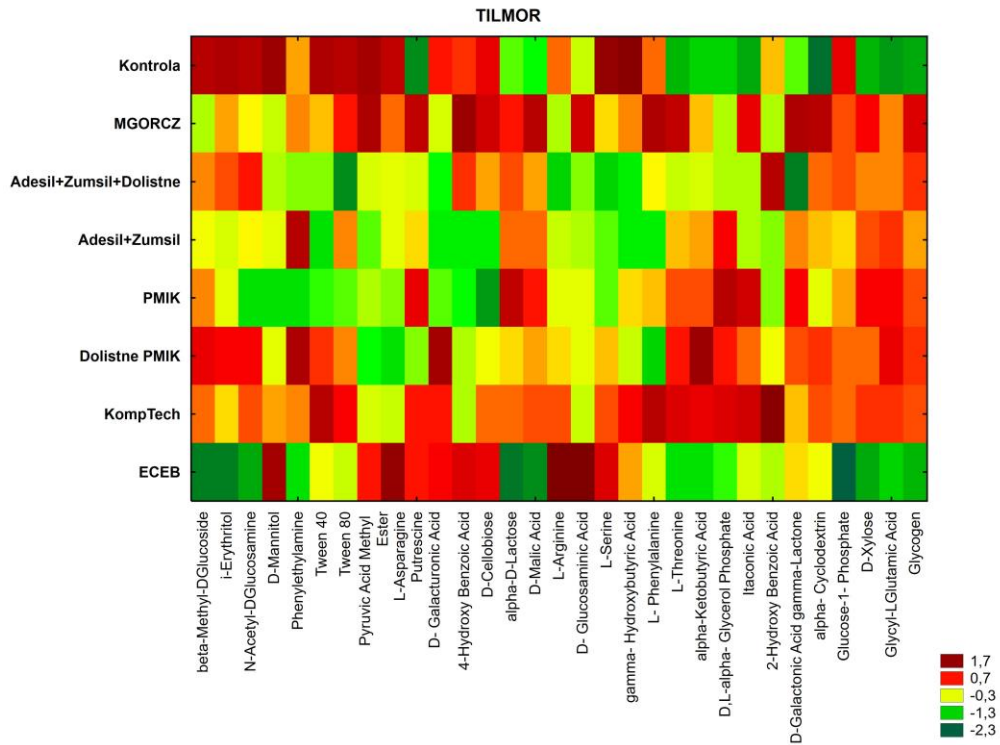


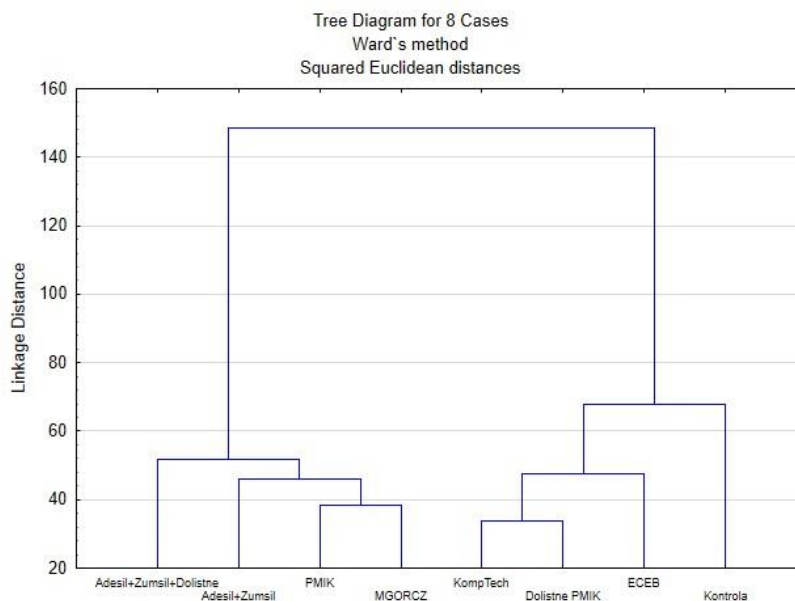
Tabela 1. Wartości współczynnika Shannona oraz procent wykorzystania przez mikroorganizmy w strefie ryzosferowej jęczmienia odmiany Tilmor oraz Feedway amin, aminokwasów, kwasów węglowodanów, polimerów.

Wariant ochrony	AWCD_72h	Shannon	Aminy/amidy [%]	Aminokwasy [%]	Kwasy karboksylowe [%]	Węglowodany [%]	Polimery [%]
TILMOR							
K	1,593	3,247	7,027	19,293	26,189	35,659	11,831
ECEB	1,477	3,220	8,071	21,407	30,080	27,291	13,152
MGORCZ	1,821	3,364	7,324	19,101	27,341	31,849	14,385
Adesil+Zumsil	1,650	3,364	8,016	19,292	26,054	32,994	13,644
Adesil+Zumsil+dolis	1,645	3,356	6,995	18,847	26,399	34,360	13,399
PMIK	1,697	3,371	7,069	19,540	27,752	32,913	12,725
Dolistne PMIK	1,769	3,387	7,235	18,598	27,812	32,470	13,884
Kompl. Tech.	1,821	3,394	7,125	19,391	28,090	31,653	13,740
FEEDWAY							
K	1,819	3,393	7,556	18,344	26,040	34,636	13,424
ECEB	1,624	3,367	6,246	19,506	27,897	33,544	12,807
MGORCZ	1,785	3,374	6,956	19,436	27,305	32,439	13,864
Adesil+Zumsil	1,893	3,373	7,195	17,913	28,012	32,583	14,298
Adesil+Zumsil+dolist.	1,803	3,358	4,910	19,335	27,782	33,476	14,497
PMIK	1,795	3,375	7,001	17,967	27,841	33,100	14,092
Dolistne PMIK	1,686	3,377	6,474	18,226	28,342	33,242	13,716
Kompl. Tech.	1,693	3,369	6,876	19,023	26,213	33,786	14,101

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 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 (Fig 3).

Fig. 3. Mapa ciepła obrazująca profil metaboliczny mikroorganizmów w ryzosferze jęczmienia odmiany Tilmor na płytce Biolog Eco Plates po 72h inkubacji.





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. Wyniki tych analiz pozwoliły na pełniejszą charakterystykę potencjału metabolicznego mikroorganizmów w ryzosferze badanych odmian i ich przydatności do uprawy w warunkach rolnictwa ekologicznego.

W próbach glebowych pobranych po zbiorze jęczmienia określono skład glebowej materii organicznej.

METODYKA OZNACZANIA ILOŚCIOWEJ ZAWARTOŚCI SUBSTANCJI HUMUSOWYCH W GLEBIE

Do oznaczenia zawartości frakcji substancji humusowych w próbkach gleb zaadaptowano metodę rekomendowaną przez IHSS (<http://humic-substances.org/isolation-of-ihss-soil-fulvic-and-humic-acids/>). Procedura obejmuje wydzielenie w ściśle zdefiniowanych warunkach pH frakcji kwasów fulwowych (FA) i kwasów huminowych (HA) oraz oznaczenie potencjalnej zawartości humin (HN) w pozostałości nieekstrahowalnej.

Mieszaninę kwasów humusowych (FA+HA) wydzielano z gleby z użyciem 0.1 M NaOH przy stosunku masy gleby do objętości roztworu wynoszącej 1:10 i $\text{pH} \geq 12$. Pozostałość osadu glebowego analizowano na zawartość humin (HUM). Otrzymany ekstrakt zakwaszono 6M HCl i pozostawiono na 12h w celu wytrącenia HA. FA znajdujące się w supernatancie zdekantowano, natomiast HA odwirowano i rozpuszczono w 1M KOH. Ilościową zawartość poszczególnych frakcji wyrażono poprzez stężenie węgla w wydzielonych ekstraktach FA, HA (analyzer TOC/TN Multi N/C 2100/2100S Analytik Jena) oraz pozostałości w osadzie glebowym HN (TC/TN Vario Macro Cube).

Tab. 1. Analizy wykonano w trzech powtórzeniach dla każdej próbki. Rozrzut wyników nie przekraczał RSD=5%

Wariant ochrony	Odczyn pH w KCl	Węgiel organiczny C org	Próchnica – subst. org.	Azot całkowity	Węgiel całkowity	FA	HA	HUM	HA:FA	(HA+FA)/HUM
		%	%	%	%	g/kg				
Gleba po uprawianej odmianie Tilmor										
I	5,88	0,98	1,70	0,098	1,156	1,10	3,27	12,85	2,40	0,76
II	5,86	0,96	1,65	0,107	1,077	1,57	4,36	24,56	2,62	0,81
III	5,88	0,97	1,67	0,101	1,107	1,11	4,04	26,93	2,70	0,74
IV	5,75	0,93	1,61	0,108	1,153	2,82	4,74	46,23	3,27	0,97
V	6,15	1,03	1,78	0,109	1,164	0,71	3,91	12,42	1,83	0,59
VI	6,41	1,09	1,87	0,102	1,266	0,59	4,13	10,93	1,62	0,49
VII	6,49	1,04	1,79	0,115	1,197	3,96	11,20	41,25	1,77	0,52
VIII	6,13	1,01	1,74	0,108	1,189	1,60	4,30	9,45	1,89	0,59
Gleba po uprawianej odmianie Feedway										
I	5,89	0,95	1,64	0,106	1,095	1,09	3,19	12,30	2,54	0,79
II	5,93	0,91	1,56	0,101	1,045	1,58	4,82	23,73	1,94	0,68
III	5,76	0,88	1,52	0,108	1,040	1,12	4,55	26,35	3,05	0,88
IV	6	1,12	1,94	0,121	1,271	2,81	4,85	44,94	3,31	0,90
V	6,43	1,05	1,81	0,117	1,210	0,71	3,78	12,40	1,56	0,48
VI	6,42	0,99	1,71	0,111	1,126	0,59	4,22	10,96	1,63	0,51
VII	6,42	1,00	1,72	0,104	1,147	3,97	11,20	42,23	1,79	0,56
VIII	6,16	0,97	1,67	0,103	1,108	1,49	4,90	11,75	2,05	0,66

FA kwasy fulwowe

HA kwasy huminowe

HUM huminy

HA:FA współczynnik humifikacji

(HA+FA)/HUM współczynnik (de)polimeryzacji materii organicznej

Badania nad wykrywaniem *Fusarium spp.* w ziarniakach jęczmienia

1. Metodyka

Izolacja genomowego DNA bezpośrednio z ziarna

W celu izolacji DNA z ziarna zastosowano zestaw DNeasy Plant Pro Kit (Qiagen GmbH, Hilden, Germany). Izolację DNA prowadzono w 3 powtórzeniach dla każdej z 16 dostarczonych próbek. W tym celu ucierano wstępnie po 50g ziarniaków jęczmienia w moździerz w ciekłym azocie, a następnie przenoszono do probówek Eppendorfa po 100 mg rozdrobnionych nasion i poddawano docelowej homogenizacji w TissueLyser II (Qiagen GmbH, Germany) przez 3 min przy szybkości oscylacji 30 Hz. Po homogenizacji do próbek dodawano 500 µl buforu CD1 i ponownie homogenizowano kolejne 3 min. Po homogenizacji próbki wirowano przy 12 000 x g przez 2 min. Supernatant przenoszono do nowej probówki, dodawano 250 µl buforu CD2 i worteksowano. Następnie próbki wirowano przy 12 000 x g przez 1 min w temperaturze 20°C, a supernatant przenoszono do czystej probówki. Do roztworu dodawano 500 µl buforu APP i worteksowano, a lizat przenoszono w porcjach po 600 µl na mikrokolumnienki MB spin i każdorazowo wirowano przy 12 000 x g przez 1 min. Następnie na

mikrokolumnkę nanoszono 650 µl buforu AW1 i wirowano przy 12 000 x g przez 1 min. Następnie na mikrokolumnkę nanoszono 650 µl buforu AW2 i wirowano przy 12 000 x g przez 1 min. Elucję DNA prowadzono przez naniesienie na membranę mikrokolumnki 60 µl buforu elucyjnego EB i wirowanie przy 12 000 x g przez 1 min.

W uzyskanym DNA oznaczono stężenia metodą spektrofotometryczną z wykorzystaniem spektrofotometru kropelkowego NanoDrop (ThermoFisher Scientific, USA). Na podstawie uzyskanych wyników normalizowano stężenia wszystkich próbek DNA do 20ng/µl.

Identyfikacja molekularna na podstawie Real-Time PCR

Do identyfikacji molekularnej gatunków z rodzaju *Fusarium* wykorzystano zestaw 24 starterów reakcji PCR (Tab. 1).

Tabela 1. Startery reakcji PCR wykorzystane do identyfikacji gatunków *Fusarium spp.* w ziarnie jęczmienia

L.p.	Starter	Sekwencja 5' → 3'	Długość (nt)	Literatura
1	JiAF	GCTAATTCTTAACTTACTAGGGGCC	25	Turner i in., 1998
2	JiAR	CTGTAATAGGTTATTTACATGGGCG	25	
3	Fc01F	ATGGTGAACCTCGTCGTGGC	19	Nicholson i in., 1998
4	Fc01R	CCCTTCTTACGCCAATCTCG	20	
5	Fg16NF	ACAGATGACAAGATTCAGGCACA	23	Nicholson i in., 1998
6	Fg16NR	TTCTTTGACATCTGTTCAACCCA	23	
7	Fp82F	CAAGCAAACAGGCTCTTCACC	21	Parry i Nicholson 1996
8	Fp82R	TGTTCCACCTCAGTGACAGGTT	22	
9	FspIT2K	CTTGGTGTGGGATCTGTGTGCAA	24	Kulik i in., 2004
10	P28SL	ACAAATTACAACCTCGGGCCCGAGA	24	
11	Ftri573 F	TTGGTATGTTGTCCTGTCTCACACTAT	28	Nicolaisen i in., 2009
12	Ftri630 R	TGACAGAGATGTTAGCATGATGCA	24	
13	FlangA29 F	CAAGTCGACCACTGTGAGTACCTCT	25	Nicolaisen i in., 2009
14	FlangA95 R	TGTCAAAGCATGTCAGTAAAGATGAC	26	
15	FgramB379 F	CCATTCCTGGGCGCT	16	Nicolaisen i in., 2009
16	FgramB411 R	CCTATTGACAGGTGGTTAGTGACTGG	26	
17	FculC561 F	CACCGTCATTGGTATGTTGTCCT	24	Nicolaisen i in., 2009
18	FculC614 R	CGGGAGCGTCTGATAGTCG	19	
19	FpoaeA51 F	ACCGAATCTCAACTCCGCTTT	21	Nicolaisen i in., 2009
20	FpoaeA98 R	GTCTGTCAAGCATGTTAGCACAAGT	25	
21	FspoA18 F	GCAAGTCGACCACTGTGAGTACA	23	Nicolaisen i in., 2009
22	FspoA85 R	CTGTCAAAGCATGTCAGTAAAAATGAT	27	
23	Fave574 F	TATGTTGTCCTGTCTCACACCACC	25	Nicolaisen i in., 2009
24	Fave627 R	AGAGGGATGTTAGCATGATGAAG	23	

Reakcję real-time PCR prowadzono w objętości końcowej 12,5 µl w mieszaninie o składzie: 6,25 µl 2× SYBR Green PCR Master Mix (Applied Biosystems), 250nM każdego ze starterów,

0,5 µg/µl albuminy surowicy bydlęcej (BSA) i 20 ng DNA. Reakcje PCR przeprowadzono w dwóch powtórzeniach dla wszystkich próbek. PCR prowadzono na aparacie QuanStudio 5 (Applied Biosystems) przy użyciu następującego protokołu: 95°C 10 min; 40 cykli w 95°C przez 15 s i 60°C przez 1 min, a następnie końcowa elongacja w 60°C przez 30 sek.

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.

2. Wyniki

Zastosowana metoda izolacji DNA bezpośrednio z ziarniaków jęczmienia umożliwiła uzyskanie wystarczającej ilości DNA 80-350 ng/µl przy jednoczesnym zachowaniu wysokiej czystości – stosunek 260/280 w zakresie 1,85-2,95.

Na podstawie przeprowadzonych badań specyficzności zastosowanych starterów stwierdzono niepełną specyficzność starterów (Tab. 2). 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*.

Tabela 2. Specyficzność zastosowanych starterów

Starter	<i>Fusarium tricinatum</i>	<i>Fusarium langsethiae</i>	<i>Fusarium graminearum</i>	<i>Fusarium culmorum</i>	<i>Fusarium poae</i>	<i>Fusarium sporotrichioides</i>	<i>Fusarium avenaceum</i>
Ftri 573/630	+	nd	-	-	nd	+	-
Flang A29/A95	-	nd	-	-	nd	-	+
Fgram B379/B411	-	nd	+	+	nd	-	-
Fcul C561/C614	-	nd	+	+	nd	-	-
Fpoae A51/A98	-	nd	-	-	nd	-	-
Fspo A18/A85	-	nd	-	-	nd	+	-
Fave 574/627	-	nd	-	-	nd	-	+
JiAF/ JiAR	-	nd	-	-	nd	-	+
Fc01F/ Fc01R	+	nd	-	+	nd	-	-
Fg16NF/ Fg16NR	+	nd	+	-	nd	-	-
Fp82F/ Fp82R	+	nd	-	-	nd	-	-
FspIT2K/ P28SL	-	nd	-	-	nd	+	+

nd – brak danych, kolorem różowym oznaczono reakcje niespecyficzne.

Kolejnym etapem badań było wykrycie obecności DNA *F. tricinatum*, *F. langsethiae*, *F. graminearum*, *F. culmorum*, *F. poae*, *F. sporotrichioides*, i *F. avenaceum* w 16 próbkach jęczmienia. Uzyskane wyniki przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. **Zakażenie ziarniaków jęczmienia grzybami z rodzaju *Fusarium*.**

Próbka	Gatunek / starter											
	F. tricinctum	F. langsethiae	F. graminearum		F. culmorum		F. poae		F. sporotrichioides		F. avenaceum	
	573/ 630	A29/ A95	B379/ B411	Fg16NF/ Fg16NR	C561/ C614	Fc01F/ Fc01R	A51/ A98	<i>Fp82F/ Fp82R</i>	A18/ A85	FspIT2K/ P28SL	574/ 627	JiAF/ JiAR
1	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+
3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+
5	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+
6	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
7	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
8	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
9	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
10	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+
11	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+
12	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
13	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
14	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
15	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
16	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

+ wynik pozytywny, - wynik negatywny

3. Literatura

- Kulik, T., Fordoński, G., Pszczółkowska, A., Płodzień, M., Łapiński, M. (2004). Development of PCR assay based on *ITS2* rDNA polymorphism for the detection and differentiation of *Fusarium sporotrichioides*. FEMS Microbiol. Lett., 239, 181–186. <https://doi.org/10.1016/j.femsle.2004.08.037>
- Nicholson, P., Simpson, D.R., Weston, G., Rezanoor, H.N., Less, A.K., Parry, D.W. (1998). Detection and quantification of *Fusarium culmorum* and *Fusarium graminearum* in cereals using PCR assays. Physiol. Mol. Plant P., 53, 17–37. <https://doi.org/10.1006/pmpp.1998.0170>
- Nicolaisen, M., Supronienė, S., Kærgaard, N., Lazzaro, I., Spliid, N.H., Justesen, A.F. (2009). Real-time PCR for quantification of eleven individual *Fusarium* species in cereals. J. Microbiol. Meth., 76, 234–240. <https://dx.doi.org/10.1016/j.mimet.2008.10.016>
- Parry, D.W., Nicholson, P. (1996). Development of PCR assay to detect *Fusarium poae* in wheat. Plant Pathol., 45, 383–391. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3059.1996.d01-133.x>
- Turner, A.S., Lees, A.K., Rezanoor, H.N., Nicholson, P. (1998). Refinement of PCR-detection of *Fusarium avenaceum* and evidence from DNA marker studies for phenetic relatedness to *Fusarium tricinctum*. Plant Pathol., 47, 278–288. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3059.1998.00250.x>

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

Ocena składu chemicznego i wartości pokarmowej ziarna jęczmienia z badań prowadzonych w warunkach ekologicznych

Ocenie składu chemicznego poddano 16 prób ziarna jęczmienia. Analizy laboratoryjne wykonano w Laboratorium Analizy Pasz i Materiału Biologicznego Instytutu Żywienia Zwierząt i Bromatologii. Zawartość podstawowych składników pokarmowych (sucha masa, białko surowe, włókno surowe, tłuszcz surowy, popiół surowy) w próbach oznaczono zgodnie z obecnie obowiązującymi normami [AOAC, 2011]. Wszystkie analizy przeprowadzono w powtórzeniach, przyjmując dopuszczalną wartość odchylenia pomiędzy powtórzeniami $\pm 5\%$. Matematycznie wyliczono zawartość związków bezazotowych wyciągowych (BAW). Na podstawie składu chemicznego przy użyciu programu obliczono wartość pokarmową poszczególnych komponentów paszowych i dawek pokarmowych. Wyceny wartości pokarmowej jęczmienia dla świń i drobiu dokonano w oparciu o system NRC (NRC ang. Nutrient Requirements of Swine: Eleventh Revised Edition, 2012 oraz Nutrient requirements of Poultry). Wyceny pokarmowej jęczmienia dla bydła dokonano w oparciu o system INRA (IZ PIB-INRA, 2014) przy wykorzystaniu programu komputerowego Winwar.

Tabela 1. Skład chemiczny oraz zawartość energii w ziarnie jęczmienia odmiany Tilmor poddawanego różnym zabiegom ochronnym*

JĘCZMIENŃ ODMIANY <u>TILMOR</u>	SM %	PS %	BO %	TS %	WS %	BAW %	EM trzoda [MJ/kg]	EM drób [MJ/kg]	JPM bydło	JPŻ bydło
Jęczmień odmiany Tilmor: Kontrola	89,12	2,11	10,49	1,28	4,48	70,76	12,98	12,21	0,98	0,98
Jęczmień odmiany Tilmor: ekstrakt z cebuli do zaprawiania ziarna	89,22	2,04	12,04	2,95	4,65	67,56	13,32	12,20	1,00	1,00
Jęczmień odmiany Tilmor: mąka z gorczycy do zaprawiania ziarna	89,57	2,10	12,50	1,37	4,52	69,08	13,16	12,09	0,98	0,98
Jęczmień odmiany Tilmor: stymulacja nasion preparatami krzemowymi Adesil+Zumsil	89,07	2,24	12,34	1,66	5,03	67,80	12,95	12,08	0,98	0,98
Jęczmień odmiany Tilmor: stymulacja nasion Adesil+Zumsil + 2 zabiegi dolistne Zumsil	89,90	2,14	11,85	1,14	4,52	70,26	13,15	12,12	0,98	0,98
Jęczmień odmiany Tilmor: preparat mikrobiologiczny do zaprawiania nasion	89,45	2,25	12,01	1,27	5,17	68,76	12,84	11,95	0,97	0,97
Jęczmień odmiany Tilmor: dwa zabiegi dolistne preparatem mikrobiologicznym	90,17	2,34	11,88	1,31	4,98	69,66	13,02	12,08	0,98	0,98
Jęczmień odmiany Tilmor: kompleksowa technologia krzemowo-mikrobiologiczna: Adesil + Zumsil + preparat mikrobiologiczny do zaprawiania	89,91	2,34	12,23	1,47	4,88	69,00	13,05	12,07	0,98	0,98

Objaśnienia: *wartości wyrażone w kg paszy brutto; SM – sucha masa; PS – popiół surowy; BO – białko ogólne; TS – tłuszcz surowy; WS - włókno surowe; BAW – bezazotowe związki wyciągowe; EM – energii metaboliczna [MJ/kg]; JPM - jednostka paszowa produkcji mleka; JPŻ – jednostka paszowa produkcji żywca

Tabela 2. Skład chemiczny oraz zawartość energii w ziarnie jęczmienia odmiany Feedway poddawanego różnym zabiegom agrotechnicznym*

JĘCZMIENŃ ODMIANY Feedway	SM %	PS %	BO %	TS %	WS %	BAW %	EM trzoda [MJ/kg]	EM drób [MJ/kg]	JPM bydło	JPŻ bydło
Jeczmiień odmiany Feedway: Kontrola	89,25	2,16	10,69	1,78	4,69	69,93	13,05	12,09	0,97	0,97
Jeczmiień odmiany Feedway: ekstrakt z cebuli do zaprawiania ziarna	89,18	2,19	13,46	3,62	3,83	66,09	13,77	12,33	1,02	1,02
Jeczmiień odmiany Feedway: mąka z gorczycy do zaprawiania ziarna	89,60	2,11	12,14	1,27	4,67	69,42	13,08	12,07	0,98	0,98
Jeczmiień odmiany Feedway: stymulacja nasion preparatami krzemowymi Adesil+Zumsil	89,29	2,22	12,84	1,66	4,90	67,68	13,07	12,00	0,98	0,98
Jeczmiień odmiany Feedway: stymulacja nasion Adesil+Zumsil + 2 zabiegi dolistne Zumsil	89,84	2,29	10,94	1,31	4,83	70,48	13,01	12,08	0,97	0,97
Jeczmiień odmiany Feedway: preparat mikrobiologiczny do zaprawiania nasion	89,93	2,29	11,59	1,34	5,61	69,11	12,74	11,97	0,97	0,97
Jeczmiień odmiany Feedway: dwa zabiegi dolistne preparatem mikrobiologicznym	89,82	2,40	11,85	1,19	4,88	69,51	12,89	12,02	0,97	0,97
Jeczmiień odmiany Feedway: kompleksowa technologia krzemowo-mikrobiologiczna: Adesil+Zumsil+ preparat mikrobiologiczny do zaprawiania	90,09	2,33	12,09	1,37	5,21	69,10	12,94	12,04	0,97	0,98

Objaśnienia: *wartości wyrażone w kg paszy brutto; SM – sucha masa; PS – popiół surowy; BO – białko ogólne; TS – tłuszcz surowy; WS - włókno surowe; BAW – bezazotowe związki wyciągowe; EM – energii metaboliczna [MJ/kg]; JPM - jednostka paszowa produkcji mleka; JPŻ – jednostka paszowa produkcji żywca

Jęczmień, jako najstarsze zboże uprawne, jest wartościową paszą dla zwierząt gospodarskich. Mimo pewnych ograniczeń związanych z obecnością w ziarnie jęczmienia polisacharydów nie skrobiowych, stanowi ono bardzo wartościowe zboże dla zwierząt, szczególnie dla zwierząt przeżuwających dla których może stanowić główny materiał energetyczny. Jest to szczególnie istotne w warunkach chowu ekologicznego. 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 [Grela i Skomiał, 2020; Smulikowska i Rutkowski, 2018; IZ PIB-INRA, 2009]. Przy czym odnotowano różnice w składzie w poszczególnych odmianach poddanych różnym zabiegom agrotechnicznym. Średnia zawartość suchej masy (SM) w odmianach Tilmor i Feedway była zbliżona i wynosiła odpowiednio $89,55 \pm 0,38\%$ oraz $89,63 \pm 0,32\%$. Ziarno jęczmienia nie poddawane żadnym zabiegom (kontrola) zawierało 89,12% suchej masy w przypadku odmiany Tilmor, zaś odmiana Feedway zawierała 89,25% suchej masy. Na zwiększenie udziału składników odżywczych w jęczmieniu obydwu odmian szczególnie wpłynęły takie zabiegi agrotechniczne jak stymulacja nasion preparatami Adesil oraz Zumsil połączona z zabiegami dolistnymi preparatem Zumsil, zastosowanie preparatu mikrobiologicznego do zaprawiania nasion, zabiegi dolistne preparatem mikrobiologicznym oraz kompleksowa technologia krzemowo-mikrobiologiczna łącząca zastosowanie preparatów Adesil oraz Zumsil wraz z preparat mikrobiologicznym do zaprawiania ziarna oraz zabiegami dolistnymi Zumsil i preparatem mikrobiologicznym. W ziarnach jęczmienia obydwu odmian poddanych tym zabiegom zawartość suchej masy wzrosła do ok. 90%.

Zawartość składników nieorganicznych wyrażonych zawartością popiołu surowego (PS), nie różniła się istotnie pomiędzy grupami i wynosiła średnio $2,20 \pm 0,11\%$ w odmianie Tilmor oraz $2,25 \pm 0,09\%$ w odmianie Feedway. Przy czym, zaobserwowano wyraźny wzrost zawartości związków mineralnych w ziarnie jęczmienia obydwu odmian o 11%, w odniesieniu do jęczmienia kontrolnego, po zastosowaniu dwóch zabiegów ochronnych tj. zabiegów dolistnych preparatem mikrobiologicznym oraz kompleksowej technologii krzemowo-mikrobiologicznej łączącej zastosowanie preparatów Adesil oraz Zumsil wraz z preparatem mikrobiologicznym do zaprawiania ziarna oraz zabiegami dolistnymi Zumsil i preparatem mikrobiologicznym.

Zawartość białka ogólnego (BO) w badanych próbach jęczmienia niepoddanych żadnym zabiegom odmiany Tilmor wynosiła 10,49%, zaś odmiany Feedway 10,69%. Co ważne z punktu widzenia wartości pokarmowej pasz, każdy z zastosowanych zabiegów

agrotechnicznych 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 (średnia zawartość białka wynosiła 12,34%) oraz po zastosowaniu kompleksowej technologii krzemowo-mikrobiologicznej łączącej zastosowanie preparatów Adesil oraz Zumsil wraz z preparat mikrobiologicznym do zaprawiania ziarna oraz zabiegami dolistnymi Zumsil i preparatem mikrobiologicznym (średnia zawartość białka wyniosła 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 (TS) w ziarnie jęczmienia była zbliżona i wynosiła 1,28% w odmianie Tilmor oraz 1,78% w odmianie Feedway. Natomiast zauważono znaczący 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 (WS) w ziarnie jęczmienia mieści się w zakresie 4,8-5,2%. W badanych ziarnach jęczmienia odmiany Tilmor niepoddanego żadnym zabiegom agrotechnicznym 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.

Związki bezazotowe wyciągowe (BAW) wyrażają zawartość wielocukrów zapasowych (w przypadku zbóż głównie skrobi), dwucukrów i cukrów prostych oraz niektórych kwasów

organicznych. Są one więc przede wszystkim miarą potencjalnie dostępnej energii dla organizmu zwierzęcia. Ich średnia zawartość w ziarnie odmiany Tilmor wynosiła $69,11 \pm 1,04\%$, a w ziarnie odmiany Feedway $68,9 \pm 1,31\%$.

Oceniono także zawartość wartość energetyczną badanych ziaren dwóch odmian poddanych różnym zabiegom agrotechnicznym 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 jak 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 $12,98 \text{ MJ/kg}$ a po zastosowaniu zabiegu z ekstraktu z cebuli wzrosła do $13,32 \text{ MJ/kg}$. Wartość energetyczna jęczmienia odmiany Feedway niepoddanego zabiegom wyniosła $13,05 \text{ MJ/kg}$, zaś po zabiegu aż $13,77 \text{ MJ/kg}$. Z uwagi na wzrost udziału włókna po zastosowaniu preparatu mikrobiologicznego do zaprawiania nasion w przypadku obydwu odmian wartość energetyczna ziarna jęczmienia w tym wariantcie była najniższa i niższa niż ziarna niepoddanego obróbce. W przypadku drobiu jęczmień może być paszą problematyczną, szczególnie dla ptaków młodych. Średnia zawartość energii metabolicznej dostępnej dla drobiu w ziarnie obydwu odmian nie różniła się znacząco i wyniosła $12,09 \text{ MJ/kg}$, przy najwyższej zawartości $12,33 \text{ MJ/kg}$ w przypadku ziarna odmiany Feedway zaprawianego ekstraktem z cebuli. Zawartość energii w ziarnie jęczmienia wyrażona energią netto w zależności od kierunku produkcji w JPM (jednostkach produkcji mleka) lub JPŻ (jednostka produkcji żywca) wg danych tabelarycznych wynosi średnio $0,95 \text{ JPM}$ oraz $0,93 \text{ JPŻ}$. W przypadku badanych odmian jęczmienia uprawianych w warunkach ekologicznych wartość energetyczna była wyższa i wynosiła średnio $0,98 \text{ JP}$ w kg paszy brutto. Najwyższą wartością energetyczną cechował się jęczmień obydwu odmian po zastosowaniu ekstraktu z cebuli do zaprawiania ziarna i wynosiła 1 JP .

Podsumowując wstępna analiza otrzymanych wyników składu chemicznego i wartości pokarmowej analizowanych odmian jęczmienia Tilmor i Feedway poddawanych różnym zabiegom agrotechnicznym wskazuje na możliwość modyfikacji wartości pokarmowej jęczmienia w warunkach uprawy ekologicznej. Szczególnie ważnym parametrem jest zawartość białka ogólnego. Każdy z zastosowanych zabiegów agrotechnicznych wpłynął korzystnie na ten parametr, podnosząc zawartość białka w porównaniu do grupy kontrolnej, niepoddanej żadnym zabiegom. Warto podkreślić, iż najkorzystniejsze zmiany w składzie

chemicznym i wartości pokarmowej, w tym wartości energetycznej pasz dla różnych gatunków zwierząt, miał jęczmień obydwu odmian poddanych zabiegowi zaprawiania ziarna ekstraktem z cebuli.

Literatura:

1. AOAC., Official Methods of Analysis of AOAC International. 18th Edition, AOAC International, Gaithersburg, 2090, (2011).
2. Grela E.R. i Skomiał J. (2020), Zalecenia żywieniowe i wartość pokarmowa pasz dla świń. Normy żywienia świń.
3. IZ PIB-INRA (2014), Strzetelski J., Brzóska F., Kowalski Z.M., Osieglowski S.: Zalecenia żywieniowe dla przeżuwaczy i tabele wartości pokarmowej pasz, Kraków.
4. National Research Council. 2012. Nutrient Requirements of Swine: Eleventh Revised Edition. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13298>.
5. Smulikowska S. i Rutkowski A. (2018): Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt im. Jana Kielanowskiego Polskiej Akademii Nauk Polski Oddział Światowego Towarzystwa Wiedzy Drobiarskiej(WPSA); Normy Żywienia Drobiu Wydanie piąte zmienione i uzupełnione.

Określono dorodność badanego ziarna (MTZ) i masę ziarna w stanie zsypanym

Tabela. 3 Wpływ ochrony na masę 1000 ziaren i wagę ziarna w stanie zsypanym u odmian jęczmienia jarego

Cechy	Warianty ochrony							
	Kontrola	1	2	3	4	5	6	7
	Tilmor							
Masa 1000 ziaren [g]	40,44	39,83	40,90	39,8	39,11	39,35	39,18	38,30
Waga ziarna w stanie zsypanym [kg·hl ⁻¹]	61,95	61,58	60,85	59,43	60,10	57,35	57,80	58,05
	Feedway							
Masa 1000 ziaren [g]	36,7	36,8	37,5	37,49	36,20	35,86	35,30	36,21
Waga ziarna w stanie zsypanym [kg·hl ⁻¹]	62,55	61,90	61,25	61,25	59,0	58,80	58,05	58,6

Tab. 4. Analizowano wyrównanie ziarna (%) u odmiany **Tilmor**

Wariant ochrony	Frakcje			
	> 2,5mm	2,2-2,5mm	1,65-2,2mm	<1,65mm
I	73,977	18,103	7,947	0,287
II	71,730	18,490	9,476	0,304
III	72,437	18,878	8,535	0,149
IV	68,515	19,771	11,232	0,482
V	68,913	21,129	9,725	0,232
VI	65,626	22,729	11,471	0,428
VII	66,390	23,026	10,392	0,192
VIII	64,911	24,054	10,759	0,276

Tab. 5. Wyrównanie ziarna (%) u odmiany **Feedway**

Wariant ochrony	Frakcje			
	> 2,5mm	2,2-2,5mm	1,65-2,2mm	<1,65mm
I	75,041	15,959	8,571	0,433
II	72,826	17,983	8,746	0,448
III	70,676	18,910	9,914	0,499
IV	70,758	19,644	9,146	0,452
V	64,916	24,154	10,535	0,395
VI	65,271	23,956	10,348	0,424
VII	62,312	25,653	11,495	0,555
VIII	65,177	24,447	10,064	0,311

Określenie zawartości mykotoksyn

Do grupy grzybów z rodzaju *Fusarium*, wytwarzających najwięcej mykotoksyn na świecie, zalicza się *Fusarium culmorum* i *Fusarium graminearum*. Istotne znaczenie mają *Fusarium sporotrichioides*, *Fusarium poae* oraz *Fusarium oxysporum*. Najważniejsze mykotoksyny fuzaryjne to te należące do trichotecenów i które obejmują około 200 związków o zbliżonej budowie cząsteczkowej, jednak różniących się właściwościami. Wyróżnia się trichoteceny typu A do których zalicza się toksynę T-2 i HT-2 oraz trichoteceny typu B zawierające: deoksyniwalenol (DON) i jego pochodne oraz niwalenol (NIV). Grzyby z rodzaju *Fusarium* ponadto tworzą między innymi zearalenon, Ze względu na relatywnie wysoką częstość i zawartość toksyn stwierdzanych w ziarnie zbóż, najważniejszymi toksynami fuzaryjnymi są DON i ZEN. DON należy do najczęściej występujących mykotoksyn w zbożach, w Europie Środkowej. Produkowany jest głównie przez *F. culmorum*, *F. graminearum*. ZEN tworzony jest głównie przez *F. culmorum* i *F. graminearum*. Toksyny T-2 i HT-2 produkowane są

głównie przez *F. poae*, *F. sporotrichoides*, *F. langsethiae*. Na terenie Polski występują grzyby produkujące wszystkie rodzaje mykotoksyn fuzaryjnych (tab.1).

Tabela 1. Główne gatunki *Fusarium* występujące na kłosach pszenicy w Polsce i najważniejsze mykotoksyny przez nie produkowane (<http://pw.ihar.edu.pl>).

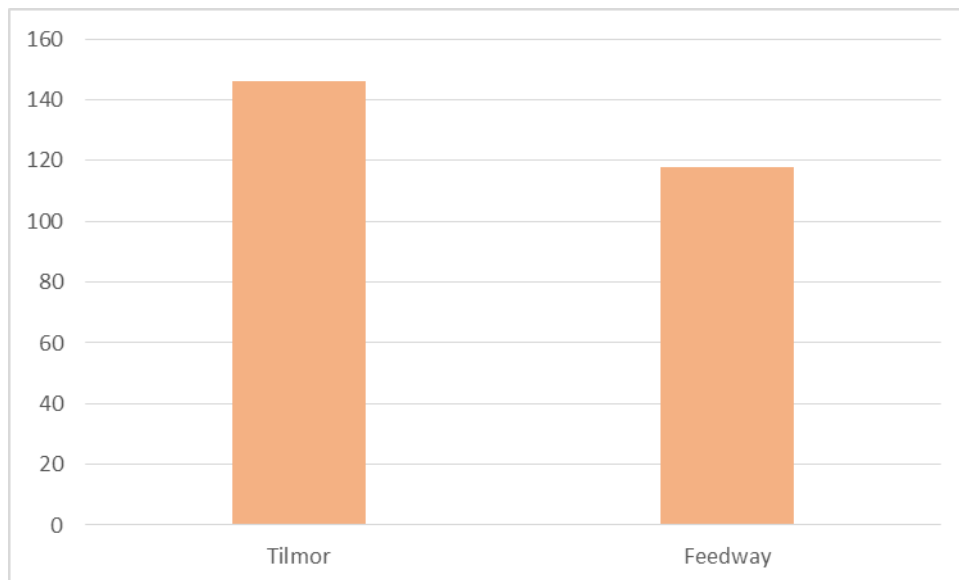
Gatunek <i>Fusarium</i>	Znaczenie w Polsce	Mykotoksyna
<i>F. graminearum</i> (chemotypy DON)	+++	DON, ZEN
<i>F. graminearum</i> (chemotyp NIV)	+	NIV, ZEN
<i>F. avenaceum</i>	+++	moniliformina
<i>F. culmorum</i> (chemotyp DON)	+++	DON, ZEN
<i>F. culmorum</i> (chemotyp NIV)	+	NIV, ZEN
<i>F. poae</i>	+++	NIV, bewerycyna, T-2, H-T2
<i>F. langsethiae</i>	+++	T-2, H-T2, diacetoksyscirpenol
<i>F. sporotrichoides</i>	+	T-2, H-T2, diacetoksyscirpenol, bewerycyna

W doświadczeniu oznaczono poziom mikotoksyn fuzaryjnych. Do oznaczenia zawartości deoksyniwalenolu (DON), zearalenonu (ZEN), T2/HT-2 toksyny w ziarnie jęczmienia zastosowano metodę immunoenzymatyczną ELISA (rys.4), z wykorzystaniem testu AgraQuant firmy RomerLabs®. Odczyt gęstości optycznej prób wykonano, stosując czytnik mikroplótkowy (fotometr) Stat Fax 303 Plus, przy długości fali 650 nm. Zgodnie z zaleceniem wyniki odczytano w ciągu 20 min od momentu dodania roztworu Red Stop. Gęstość optyczna wzorców tworzyła krzywą standardową (zależność absorbancji od stężenia mykotoksyny), z którą porównywano wyniki prób badanych i na tej podstawie obliczano właściwe stężenie badanej mykotoksyny. Dla każdej przeprowadzonej analizy, oprócz wyników absorbancji i stężenia, uzyskano obliczoną wartość współczynnika korelacji R (zależność absorbancji od stężenia A/c). Zgodnie z zaleceniem producenta wyniki uznaje się za wiarygodne, gdy wartość współczynnika R nie jest mniejsza niż 0,996.

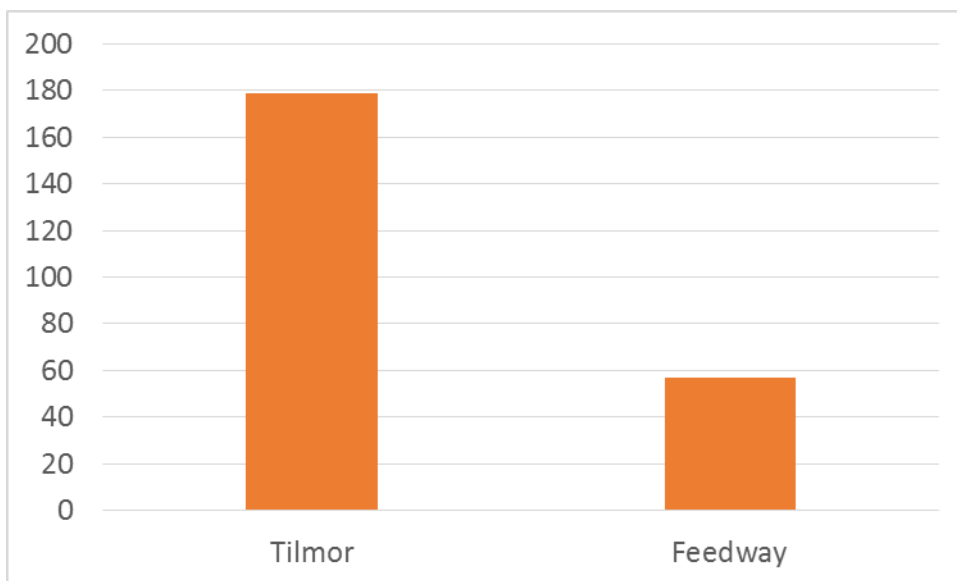
Próby reprezentatywne ziarna rozdrobniono w młynku laboratoryjnym Laboratory Mill 3100 firmy Perten i do momentu ekstrakcji przechowywano w temperaturze 2-8°C. Do ekstrakcji prób do oznaczenia zawartości DON w ziarnie pszenicy użyto wodę destylowaną, natomiast do oznaczania ZEN 70% roztwór metanolu (v/v). Po dodaniu ekstrahenta próby intensywnie wytrząsano przez 3 minuty. Ekstrakty przefiltrowano przez przepuszczenie przynajmniej 5 ml

przez filtr Whatman 1. Przefiltrowane ekstrakty do oznaczania DON zebrano jako próbki a do oznaczania ZEN rozcieńczono 1:5. Oznaczenie przeprowadzono zgodnie z normami AgraQuant w dwóch powtórzeniach.

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 (rys. 1, 2) i zastosowanymi metodami ochrony. U odmiany Tilmor stwierdzono istotnie wyższe ilości oznaczonych mikotoksyn.

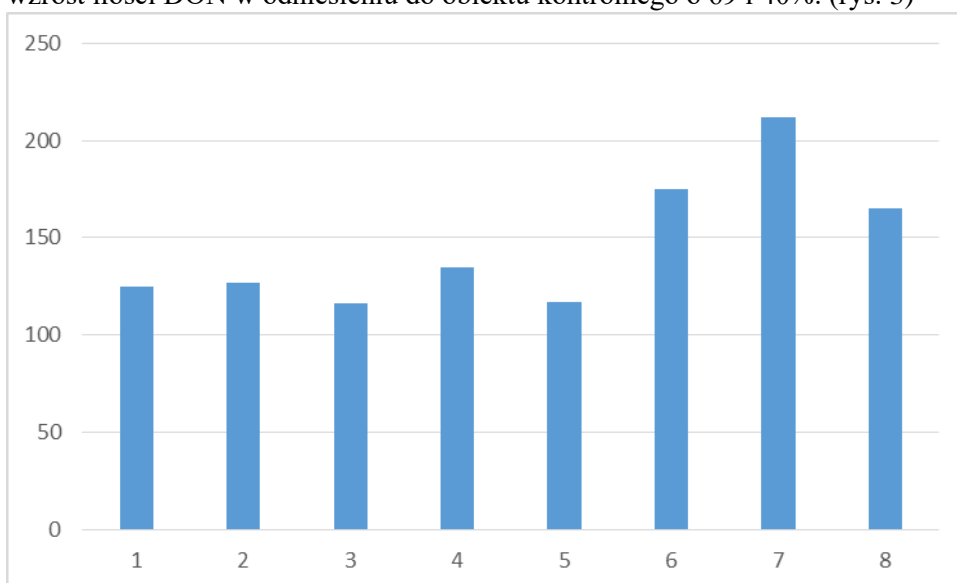


Rys. 1. Ilość DON w ziarnie jęczmienia w zależności od odmiany



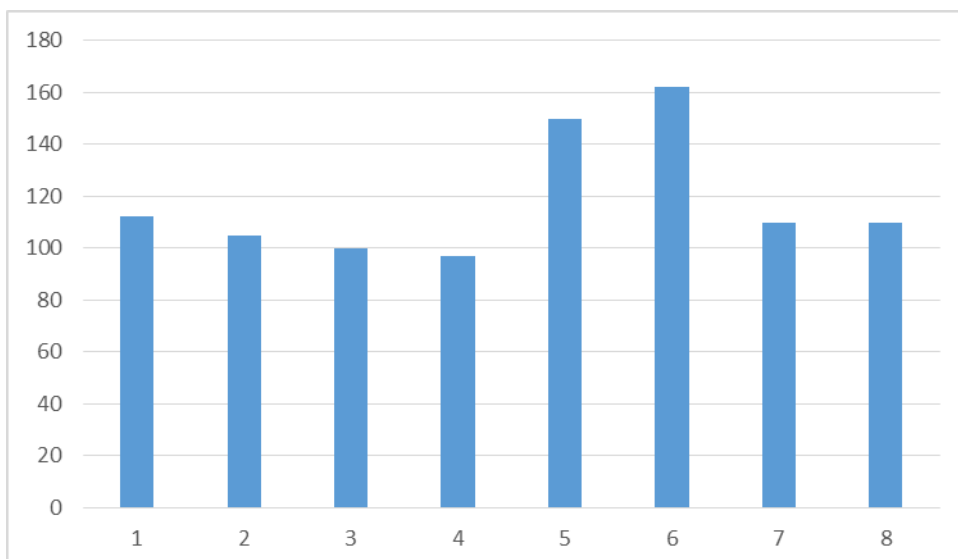
Rys. 2. Ilość T2/HT- 2 toksyny w ziarnie jęczmienia w zależności od odmiany

Zastosowanie ochrony wg wariantu 3 i 5 powodowało zmniejszenie o 7% ilości DON w ziarnie odmiany Tilmor w odniesieniu do obiektu kontrolnego. Zastosowanie ochrony 7 i 6 powodowało wzrost ilości DON w odniesieniu do obiektu kontrolnego o 69 i 40%. (rys. 3)

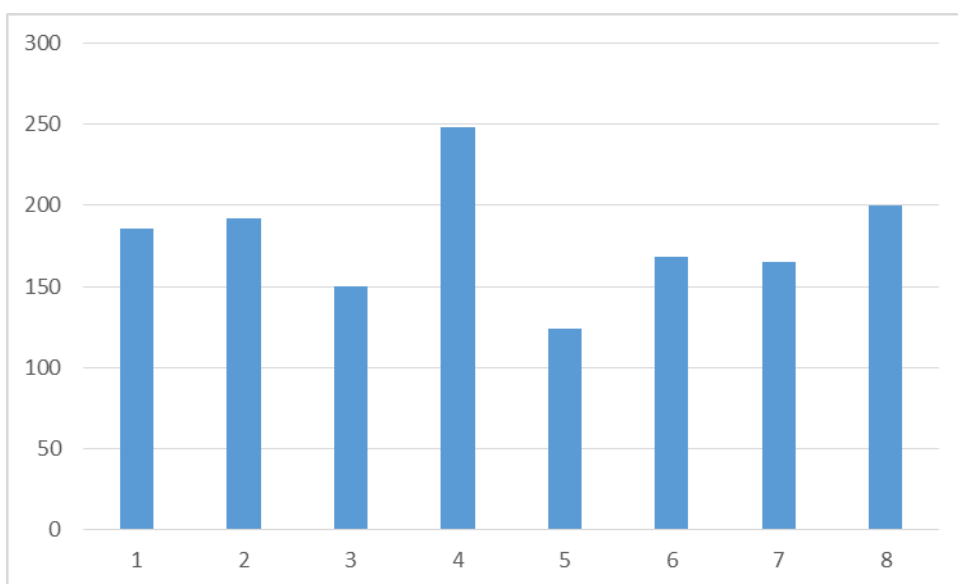


Rys. 3 Wpływ na zawartość DON deoksyniwalenolu w nasionach odmiany Tilmor

Stymulacja nasion preparatami krzemowymi Adesil+Zumsil (wariant 4) powodowała mniejszą o 14% zawartość DON w odniesieniu do kontroli, podobnie mniejszą o 11% mąka z gorczycy do zaprawiania ziarna (wariant 3). Większą ilość DON stwierdzono w nasionach z obiektów , na których zastosowano stymulację nasion Adesil+Zumsil + 2 zabiegi dolistne Zumsil (wariant 5) oraz preparat mikrobiologiczny do zaprawiania nasion (wariant 6). Ilość mikotoksyn była wyższa o 33% i 44%. (rys. 4)

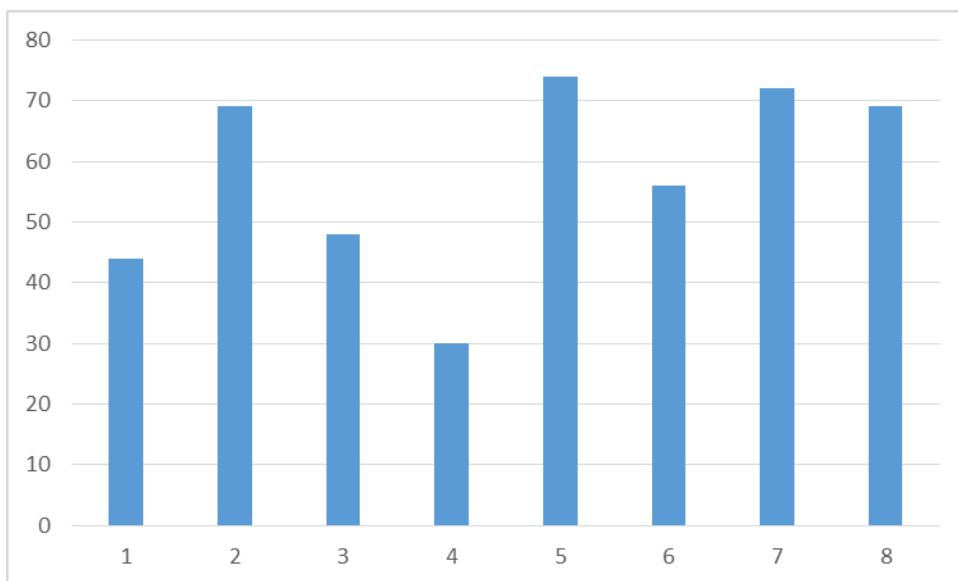


Rys. 4. Wpływ wariantów ochrony na zawartość DON deoksyniwalenolu w nasionach odmiany Feedway



Rys. 5. Wpływ wariantów ochrony na zawartość T2/HT- 2 toksyny w nasionach odmiany Tilmor

Poziom T2/HT- 2 toksyny u odmiany Tilmor na każdym wariacie ochrony oraz obiekcie kontrolnym był wyższy niż najwyższa dopuszczalna ilość. Jednak jak widać na rysunku nr 5 zależał od wariantu ochrony. Warianty ochrony 5, 3, 7, 6 powodowały zmniejszenie ilości omawianej mikotoksyny o 34%, 20%, 12% i 10% w odniesieniu do obiektu kontrolnego. Natomiast wariant ochrony nr 4 powodował 33% wzrost zawartości omawianej mikotoksyny.



Rys. 6. Wpływ wariantów ochrony na zawartość T2/HT- 2 toksyny w nasionach odmiany Feedway

Poziom T2/HT- 2 toksyny u odmiany Feedway na każdym wariantcie ochrony oraz obiekcie kontrolnym był niższy niż najwyższa dopuszczalna ilość, poziom toksyny wahał się od 30 do 74 µg·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.

1. Materiały i metody

1.1. Odczynniki chemiczne

Metanol, acetonitryl i kwas mrówkowy, w klasie czystości LC-MS, zostały zakupione w firmie Merck (Darmstadt, Niemcy). Standard odniesienia (4-dodecylrezorcynol) oraz DPPH (2,2-difenylo-1-pikrylohydrazyl) pochodziły z firmy Sigma-Aldrich (St. Louis, Milwaukee, USA), natomiast kwas m-hydroksybenzoesowy, toluen i octan etylu z firmy POCH S.A. (Gliwice, Polska). Aceton, n-heksan, octan etylu i 2-propanol zostały sprowadzone od firmy Fisher Chemical (Niemcy). Stałe odczynniki, takie jak wodorotlenek sodu i kwas askorbinowy, zakupiono w firmie Sigma-Aldrich (St. Louis, Milwaukee, USA), a roztwór kwasu solnego (35-38%) pochodził z firmy Chempur (Pieczary Śląskie, Polska). Płytki chromatograficzne pokryte żelazem krzemionkowym (płytki TLC SiO₂ 60F254, 10 x 10 cm) zakupiono w firmie Merck (Darmstadt, Niemcy). Ultra-czysta woda została przygotowana w Zakładzie, przy użyciu laboratoryjnego systemu oczyszczania Milli-Q-Simplicity-185 (Millipore Corp., Molsheim, Francja).

1.2. Analizy kwasów fenolowych

1.2.1. Ekstrakcja kwasów fenolowych

Drobno zmielony materiał roślinny odtłuszczono w aparacie Soxhleta przy użyciu n-heksanu. Każdą z próbek przygotowano zgodnie ze zmodyfikowaną metodą Żuchowskiego i in. (2009). Wszystkie próbki poddano hydrolizie przy użyciu 3 mL 4M NaOH oraz 3 mL 2% roztworu kwasu askorbinowego przez 4 godziny w temperaturze pokojowej. Proces prowadzono z dodatkiem standardu wewnętrznego - 20 µg kwasu m-hydroksybenzoesowego. Po hydrolizie próbki schłodzono w lodzie i zakwaszono przy użyciu 6M HCl do uzyskania pH około 2. Otrzymane preparaty odwirowano przy 8000 obr./min (Sigma 2-16) przez 20 minut. Supernatanty ekstrahowano trzykrotnie przy użyciu octanu etylu. Fazę organiczną zebrano, przefiltrowano i odparowano do sucha w temperaturze 35 °C na wyparce rotacyjnej. Ekstrakty rozpuszczono w 4 mL 30% metanolu i przechowywano w zamrażarce.

1.2.2. Oznaczanie składu kwasów fenolowych

Kwasy fenolowe z uzyskanych hydrolizatów oznaczono za pomocą systemu ACQUITY UPLC, wyposażonego w detektor PDA oraz detektor masowy (Xevo TQ-XS typu potrójny kwadrupol, Waters, Milford, MA, USA). Próbki rozdzielono na kolumnie Waters Acquity UPLC HSS C18 (100×2,1 mm, 1,8 µm) w temperaturze 30°C. Fazą ruchomą był rozpuszczalnik A (zakwaszona woda, 0,1% kwasu mrówkowego) oraz rozpuszczalnik B (zakwaszony acetonitryl, 0,1% kwasu mrówkowego). Gradient rozpuszczalników ustawiono następująco: 8% do 20% B w ciągu 10,6 min; 20% do 95% B w ciągu 2,9 min; 95% do 8% B w ciągu 2 min, z przepływem 0,45 mL/min. Objętość próbki do wstrzykiwania wynosiła 2,5 µL. Interpretację związków oparto na danych z widm UV i MS. Przetwarzanie danych przeprowadzono za pomocą oprogramowania MassLynx V4.2 (Waters Corp., Milford, USA).

1.2.3. Ilościowe oznaczanie poszczególnych kwasów fenolowych

Oznaczenie ilościowe kwasów fenolowych przeprowadzono w trybie jonizacji ujemnej, wykorzystując monitorowanie wybranych reakcji (MRM). Stężenia analitów (µg/g suchej masy) obliczono na podstawie krzywych kalibracyjnych (**Tabela 1**). Zawartość poszczególnych kwasów fenolowych w badanych próbkach przedstawiono w **Tabeli 2**.

1.2.4. Oznaczanie aktywności antyoksydacyjnej kwasów fenolowych

Do analizy aktywności antyoksydacyjnej kwasów fenolowych próbek jęczmienia zastosowano metodę TLC-DPPH• z graficzną obróbką obrazu za pomocą programu ImageJ. Próbki analizowano pod kątem obecności oraz aktywności związków o właściwościach antyoksydacyjnych. Stężenie próbek użytych do analizy wynosiło 50 mg/mL. Jako wzorzec zastosowano kwas kawowy o stężeniu 1 mg/mL. Próbki (po 50 µL) i wzorzec (2 µL) nanoszono na płytki chromatograficzne pokryte żelazem krzemionkowym (płytki TLC SiO₂ 60F254, 10 x

10 cm, Merck, Darmstadt, Niemcy), w postaci plamek z 8 mm odstępem między poszczególnymi próbkami, w odległości 10 mm od dolnego i 15 mm od lewego i prawego brzegu płytki. Płytki rozwijano w komorze chromatograficznej wysyconej parami eluentu: acetonitryl-chloroform-woda-kwas mrówkowy (60:10:15:5/ v/v/v/v), na dystansie 90 mm. Po rozwinięciu i wysuszeniu zanurzano je na 5 s w 0,2% metanolemowym roztworze DPPH. Oceny uzyskanych wyników dokonano skanując płytki co 10 minut (do 80 minuty) od wywołania jej roztworem DPPH. Badania wykonano w trzech niezależnych powtórzeniach.

1.3. Analizy alkilorezorcynoli

1.3.1. Ekstrakcja alkilorezorcynoli z ziaren jęczmienia

Alkilorezorcynole z ziaren jęczmienia ekstrahowano zgodnie z metodą Kowalskiej i in. (2022) z drobnymi modyfikacjami. Dwa gramy zmielonego, nieodtłuszczonego materiału roślinnego ekstrahowano w 40 mL acetonu. Następnie do każdej próbki dodano standard wewnętrzny - 20 μ L 4-dodecylrezorcynolu o stężeniu 4 mg/mL. Po 24-godzinnym procesie ekstrakcji z czterokrotną sonikacją, ekstrakty odwirowano przy 11 000 obr./min przez 5 minut. Zebrany supernatant odparowano pod zmniejszonym ciśnieniem. Suche próbki w kolbach rozpuszczono w 2 mL 2-propanolu i ilościowo przeniesiono do probówek Eppendorfa. Odpowiednio przygotowane próbki przechowywano w zamrażarce.

1.3.2. Oznaczanie składu alkilorezorcynoli

Próbki jęczmienia analizowano za pomocą systemu ACQUITY UPLC, wyposażonego w detektor PDA oraz potrójny kwadropolowy detektor masowy (TQD, Waters, Milford, MA, USA). Rozdział związków przeprowadzono na kolumnie ACQUITY BEH C8 (100 \times 2,1 mm, 1,8 μ m; Waters) utrzymywanej w temperaturze 50°C. Gradientowa faza ruchoma składała się z rozpuszczalnika B (metanol z 0,1% kwasu mrówkowego) i rozpuszczalnika A (woda Milli-Q z 0,1% kwasu mrówkowego): 0,00–1,00 min, 75% B; 1,00–15,00 min, 75–96% B; 15,00–15,10 min, 96–100% B; 15,10–17,00 min, 100%; 17,00–17,05 min, 100–75% B; 17,05–20,00 min, 75% B, przy przepływie 0,40 mL/min. Objętość próbki do wstrzykiwania wynosiła 2,5 μ L. Piki analitów interpretowano na podstawie widm UV przy długości fali 280 nm. Detektor PDA działał w zakresie 210–450 nm, a rozdzielczość ustawiono na 3,6 nm. Przetwarzanie danych przeprowadzono przy użyciu oprogramowania Waters MassLynx 4.2 (Waters Corp., Milford, USA).

1.3.3. Ilościowe oznaczanie poszczególnych alkilorezorcynoli

Ilościowe oznaczanie poszczególnych alkilorezorcynoli przeprowadzono na podstawie danych z widm UV przy długości fali około 280 nm. Ilościowa analiza poszczególnych analitów opierała się na metodzie wzorca wewnętrznego (4-dodecylrezorcynol) oraz powierzchni

pików obliczonych z chromatogramów UV. Jako standard grupowy zastosowano 5-heneikozylorezorcynol, dla którego krzywa kalibracyjna wynosiła $y = 21,774x - 1,5669$. Krzywą kalibracyjną przygotowano przy użyciu 8 stężeń, wykazując liniowość odpowiedzi ($R^2=0,9998$) w testowanym zakresie (2,5-250,0 $\mu\text{g/mL}$). Zawartość poszczególnych alkilorezorcynoli w badanych próbkach przedstawiono w **Tabeli 3**.

1.3.4. Oznaczanie aktywności antyoksydacyjnej alkilorezorcynoli

Do analizy aktywności antyoksydacyjnej alkilorezorcynoli zastosowano metodę TLC-DPPH• z graficzną obróbką obrazu za pomocą programu ImageJ. Próbkę analizowano pod kątem obecności oraz aktywności związków o właściwościach antyoksydacyjnych. Stężenie próbek użytych do analizy wynosiło 1 g/mL. Jako wzorzec zastosowano α -tokoferol (ekwiwalent witaminy E) o stężeniu 5 mg/mL. Próbkę (po 10 μL) i wzorzec α -tokoferol (2 μL) nanoszono na płytki chromatograficzne pokryte żelazem krzemionkowym (płytki TLC SiO₂ 60F254, 10 x 10 cm, Merck, Darmstadt, Niemcy), w postaci plamek z 8 mm odstępem między poszczególnymi próbkami, w odległości 10 mm od dolnego i 15 mm od lewego i prawego brzegu płytki. Płytki rozwijano w komorze chromatograficznej wysyconej parami eluentu: toluen-octan etylu-kwas mrówkowy (70:5:5/ v/v/v), na dystansie 90 mm. Po rozwinięciu i wysuszeniu zanurzano je na 5 s w 0,2% metanolemowym roztworze DPPH. Oceny uzyskanych wyników dokonano skanując płytki co 10 minut (do 80 minuty) od wywołania jej roztworem DPPH. Badania wykonano w trzech niezależnych powtórzeniach.

2. Wyniki

2.1. Analizy kwasów fenolowych

W badanych próbkach ziarna jęmienia zidentyfikowano 9 kwasów fenolowych (kwas protokatechowy, *p*-OH-benzoowy, wanilinowy, kawowy, syringowy, *p*-kumarowy, ferulowy, synapinowy i salicylowy). Parametry krzywych kalibracyjnych dla tych kwasów zamieszczono w **Tabeli 1**, natomiast ich struktury chemiczne przedstawiono na **Rys. 1**.

Tabela 1. Parametry krzywej kalibracyjnej dla dziewięciu kwasów fenolowych.

Nr	Kwas fenolowy	Krzywa kalibracyjna	R ²
1.	protokatechowy (PRO)	$y = -0,0254426x^2 + 1,46612x + 0,0137605$	0,992
2.	<i>p</i> -OH-benzoowy (POH)	$y = -0,0116753x^2 + 1,43904x + 0,164956$	0,998
3.	wanilinowy (VAN)	$y = 0,000116384x^2 + 0,194029x - 0,00311$	0,999
4.	kawowy (CAF)	$y = -0,0182712x^2 + 2,42109x + 0,436786$	0,997
5.	syringowy (SYR)	$y = -0,00005634x^2 + 0,259824x - 0,00264$	0,999
6.	<i>p</i> -kumarowy (PCO)	$y = -0,0165714x^2 + 2,05818x + 2,05818$	0,980

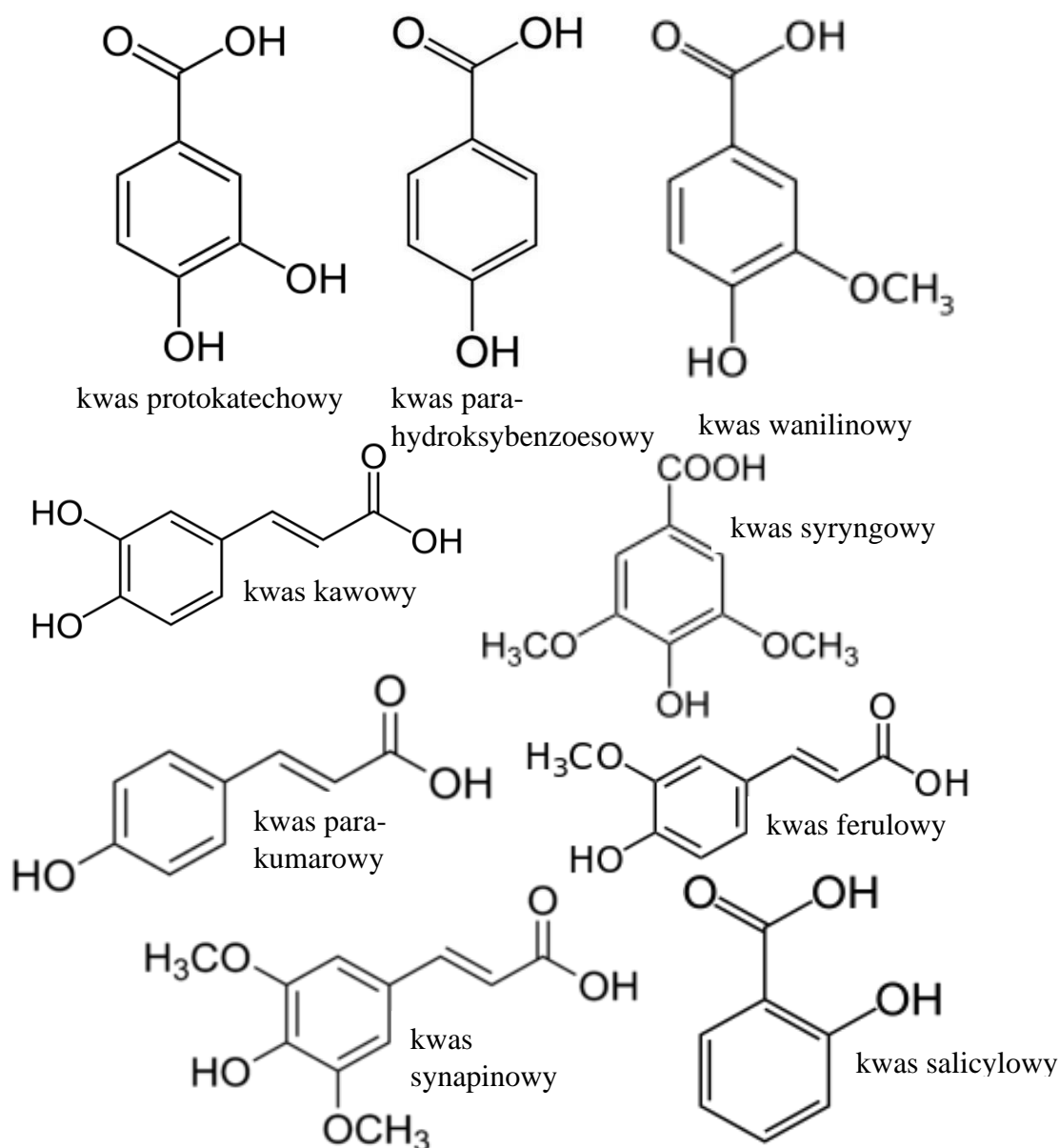
7.	ferulowy (FER)	$y = -0,00040732 x^2 + 0,380126 x + 3,30005$	0,980
8.	synapinowy (SIN)	$y = -0,00315979 x^2 + 0,55236 x - 0,062038$	0,996
9.	salicylowy (SAL)	$y = -0,0338427 x^2 + 3,26378 x + 0,82676$	0,996

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.). Kwas salicylowy znajdował się poniżej limitu oznaczalności. Sumaryczna zawartość kwasów fenolowych w badanych próbkach wynosiła od 3114 (próbka nr 2) do 4470 $\mu\text{g/g}$ s.m. (próbka nr 13) (**Tabela 2**).

Tabela 2. Ilościowa zawartość ($\mu\text{g/g}$ s.m.) kwasów fenolowych oraz ich sumaryczna aktywność antyoksydacyjna, w przeliczeniu na wzorzec kwasu kawowego (aktywność=1), w 80 minucie od wywołania roztworem DPPH.

Numer próbki	Kwasy fenolowe									Suma	Aktywność antyoksydacyjna
	PRO	POH	VAN	CAF	SYR	PCO	FER	SIN	SAL		
1	0,92±0,05	9,96±2,70	50,76±4,99	166,13±7,91	15,71±1,74	507,35±78,17	2501,17±198,59	131,47±21,58	LOQ	3252,00±254	0,734
2	0,99±0,04	10,37±1,65	49,53±2,21	167,43±14,12	18,37±1,24	469,61±49,42	2272,25±370,96	125,29±33,63	LOQ	3113,84±212	0,703
3	0,99±0,13	9,60±2,13	51,31±13,30	170,85±27,44	19,42±5,87	438,57±17,41	2695,99±186,55	153,57±46,30	LOQ	3540,30±242	0,800
4	1,01±0,01	12,37±3,43	49,21±10,12	169,42±2,09	17,26±2,14	502,77±42,96	2506,69±377,95	118,17±17,23	LOQ	3376,90±123	0,763
5	1,05±0,06	11,29±2,64	60,75±8,25	180,50±8,13	18,49±1,53	572,01±69,73	2694,51±380,02	136,87±18,32	LOQ	3675,47±212	0,830
6	1,13±0,03	15,81±4,46	51,93±7,67	182,25±7,70	20,91±4,63	552,43±40,25	3046,55±106,08	134,54±26,90	LOQ	4005,55±134	0,905
7	1,10±0,04	10,63±4,33	57,54±12,40	202,96±11,81	17,86±3,61	745,77±79,33	2606,41±175,11	134,99±37,88	LOQ	3777,26±313	0,853
8	1,15±0,12	12,43±0,66	53,82±10,10	178,62±19,83	17,87±2,03	501,22±79,18	2479,45±755,04	127,50±22,12	LOQ	3372,06±112	0,761
9	1,13±0,08	14,13±1,56	56,51±7,51	165,37±9,93	20,01±1,40	540,81±60,51	2990,61±403,01	138,49±13,91	LOQ	3927,06±256	0,887
10	1,35±0,08	15,29±3,34	53,95±7,12	209,89±13,74	19,77±2,14	723,62±59,16	2755,61±391,09	142,90±40,54	LOQ	3922,38±167	0,886
11	1,15±0,12	12,27±2,20	52,87±7,34	187,53±31,92	18,79±2,41	588,71±54,36	2589,89±414,17	132,52±16,00	LOQ	3583,73±198	0,809
12	1,24±0,05	15,68±4,27	51,70±9,68	190,51±2,85	21,67±2,40	582,78±53,41	2860,51±101,33	139,38±36,74	LOQ	3863,47±212	0,873
13	1,11±0,01	15,25±1,24	59,82±6,81	201,93±7,31	19,73±2,02	750,37±49,76	3264,91±374,21	157,23±20,99	LOQ	4470,35±234	1,010
14	1,23±0,03	18,68±2,13	50,28±10,58	237,11±8,56	22,24±2,33	732,79±40,79	3235,39±335,51	169,91±24,62	LOQ	4467,63±256	1,010
15	1,07±0,03	13,09±2,83	62,02±9,59	209,58±13,96	19,35±2,77	695,23±72,47	2894,35±181,60	157,10±30,06	LOQ	4051,79±276	0,915
16	1,10±0,02	14,17±7,22	54,15±29,59	212,79±12,15	16,24±10,81	581,06±35,30	2977,00±186,54	158,11±76,65	LOQ	4014,62±289	0,907

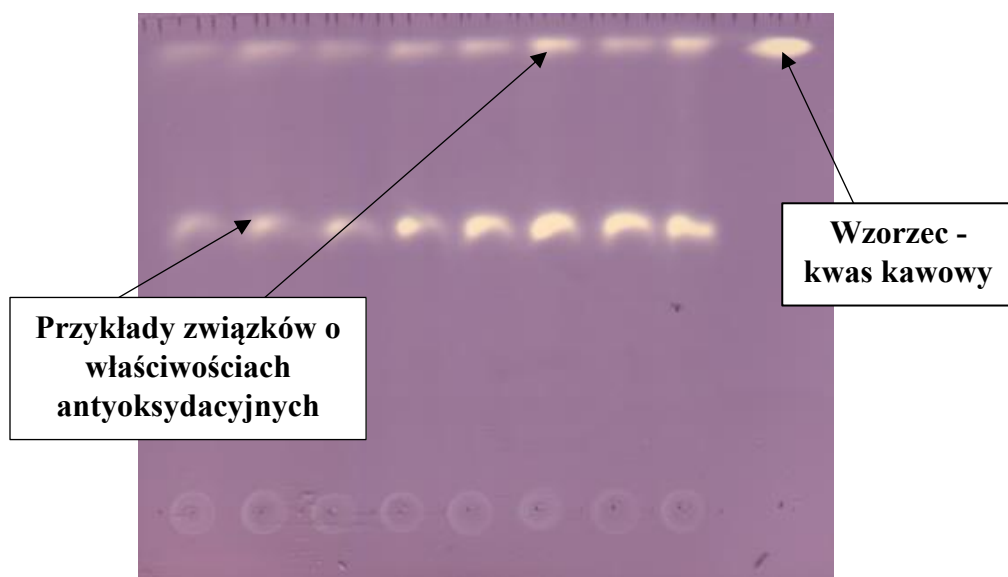
LOQ - poniżej limitu oznaczalności



Rys. 1. Struktury chemiczne badanych kwasów fenolowych.

Aktywność antyoksydacyjną kwasów fenolowych oceniano za pomocą testu TLC-DPPH•. Dla ilościowego porównania wyników badań wykorzystana została graficzna obróbka obrazu z zastosowaniem programu komputerowego ImageJ. Jest to program do komputerowego przetwarzania obrazu. Program wyświetla, edytuje, analizuje, przetwarza obrazy o 8, 16 i 32 bitowej głębi kolorów. Obsługiwane są m.in. następujące formaty plików graficznych – TIFF, GIF, JPEG, BMP, PNG, PGM, FITS, DICOM, a także obrazy RAW. Oprócz typowych zastosowań, narzędzie to jest wykorzystywane także w celach naukowych. Przydatność proponowanej techniki badania bezpośrednich właściwości antyoksydacyjnych roślinnych metabolitów wtórnych została potwierdzona na licznych przykładach próbek pochodzenia naturalnego (Kowalska i in., 2013a i 2013b; Cieśla i in., 2013, Kowalska i in. 2019; Kowalska i in. 2020; Kowalska i in. 2022; Kowalska i in., 2024).

Stosując omawianą procedurę we wszystkich badanych próbkach zidentyfikowano związki wykazujące właściwości antyoksydacyjne. Związki posiadające zdolność zmiatania wolnych rodników pojawiły się jako żółte pasma na purpurowym tle (**Rys. 2**).



Rys. 2. Płytką TLC obrazująca aktywność antyoksydacyjną kwasów fenolowych 8 próbek (od 9 do 16) ziarna jęczmienia i wzorca kwasu kawowego.

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 nr 13 i 14 (**Tabela 2**).

2.2. Analizy alkilorezorcynoli

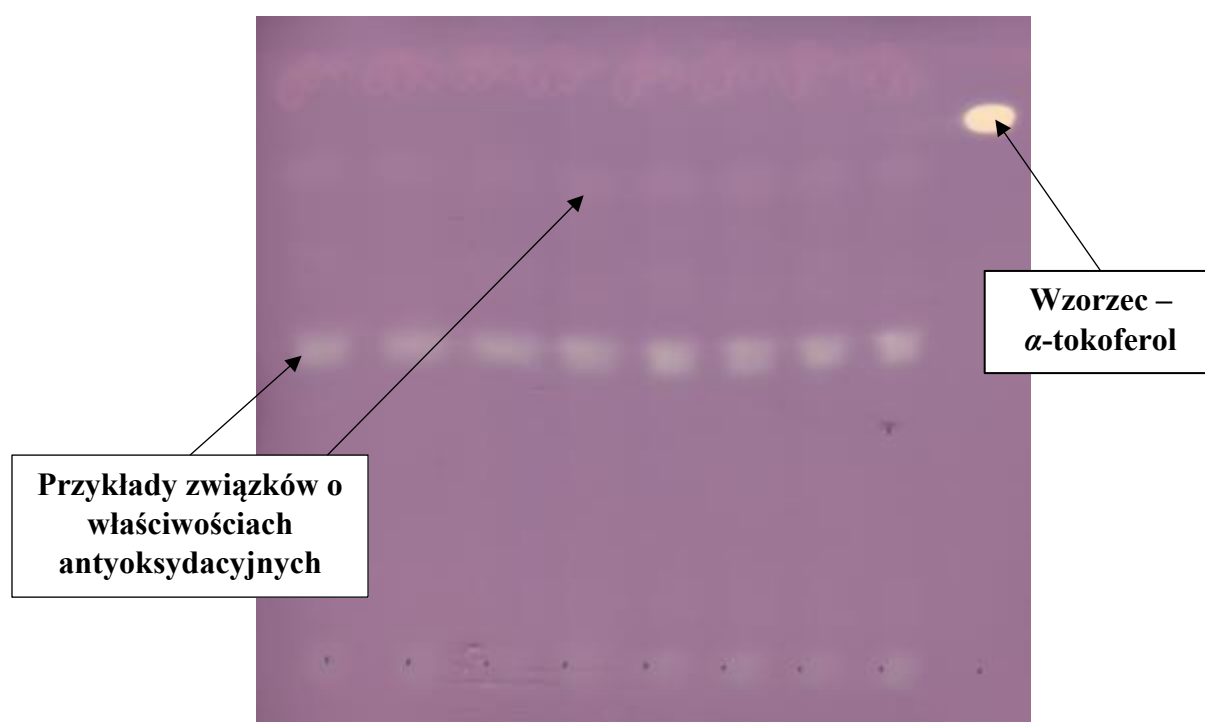
W badanych próbkach ziarna jęczmienia zidentyfikowano 3 alkilorezorcynole: 5-*n*-nonadecylrezorcynol (C19:0), 5-*n*-heneicosenylrezorcynol (C21:1) oraz 5-*n*-heneicosylrezorcynol (C21:0). W największych ilościach występował C19:0, od 44 $\mu\text{g/g}$ s.m. (próbka nr 2) do 81 $\mu\text{g/g}$ s.m. (próbka nr 15). Najwyższą sumaryczną zawartością alkilorezorcynoli charakteryzował się próbka nr 15 (154 $\mu\text{g/g}$ s.m.), natomiast najniższa zawartość tych związków została wykazana w próbce nr 6 (89 $\mu\text{g/g}$ s.m.) (**Tabela 3**).

Tabela 3. Ilościowa zawartość ($\mu\text{g/g}$ s.m.) alkilorezorcynoli oraz ich sumaryczna aktywność antyoksydacyjna, w przeliczeniu na wzorzec α -tokoferolu (aktywność=1), w 80 minucie od wywołania roztworem DPPH.

Numer próbki	Alkilorezorcynole			Suma	Aktywność antyoksydacyjna
	C19:0	C21:1	C21:0		
1	58,35±7,12	24,60±4,87	59,27±20,16	142,22±32,15	0,047
2	44,34±1,01	14,60±0,82	28,88±1,85	87,83±1,39	0,029
3	58,31±2,11	23,74±1,50	49,03±2,47	131,08±3,17	0,043
4	48,88±2,29	14,75±0,55	29,56±1,67	93,19±4,28	0,031

5	67,95±0,78	22,9±0,33	52,17±0,42	143,02±0,57	0,047
6	45,80±0,61	15,03±0,07	28,27±1,49	89,10±1,57	0,030
7	66,18±4,03	22,51±1,12	51,82±1,68	140,51±2,66	0,047
8	50,79±1,22	14,80±0,40	35,19±1,27	100,78±2,73	0,033
9	63,47±5,07	23,86±1,59	51,25±4,94	138,58±11,45	0,046
10	48,45±0,76	15,66±0,3	29,73±1,45	93,83±1,49	0,031
11	65,82±4,17	23,42±1,76	50,41±1,09	139,65±6,45	0,046
12	66,11±0,66	16,24±0,52	31,50±0,30	113,85±1,22	0,037
13	66,30±0,53	23,51±1,01	51,37±1,68	141,18±1,86	0,047
14	63,62±0,63	15,18±0,12	29,94±0,21	108,74±0,68	0,036
15	81,48±2,04	22,21±1,47	50,02±2,22	153,72±5,56	0,051
16	72,54±1,88	15,26±0,33	31,59±0,71	119,39±2,07	0,040

Aktywność antyoksydacyjną alkilorezorcynoli oceniano za pomocą testu TLC-DPPH•. Dla ilościowego porównania wyników badań wykorzystana została graficzna obróbka obrazu z zastosowaniem programu komputerowego ImageJ. Stosując omawianą procedurę we wszystkich badanych próbkach zidentyfikowano związki wykazujące właściwości antyoksydacyjne. Związki posiadające zdolność zmiatania wolnych rodników pojawiły się jako żółte pasma na purpurowym tle (**Rys. 3**).



Rys. 3. Płytką TLC obrazująca aktywność antyoksydacyjną alkilorezorcynoli 8 próbek (od 9 do 16) ziarna jęczmienia i wzorca α -tokoferolu.

Wykazano, że aktywność antyoksydacyjna alkilorezorcynoli była skorelowana z ich zawartością w badanych próbkach ziarna jęczmienia. Najwyższą sumaryczną aktywność alkilorezorcynoli wykazano w próbce nr 15 (**Tabela 3**).

Literatura:

- Cieśla Ł., Kowalska I., Oleszek W., Stochmal A. (2013). Free Radical Scavenging Activities of Polyphenolic Compounds Isolated from *Medicago sativa* and *Medicago truncatula* Assessed by Means of Thin-layer Chromatography DPPH[•] Rapid Test. *Phytochemical Analysis*, 24(1), 47-52.
- Kowalska I., Jędrejek D. (2020). Benzoxazinoid and alkylresorcinol content, and their antioxidant potential, in a grain of spring and winter wheat cultivated under different production systems. *Journal of Cereal Science*, <http://doi.org/10.1016/j.jcs.2020.103063>
- Kowalska I., Cieśla Ł., Oniszczyk T., Waksmundzka-Hajnos M., Oleszek W., Stochmal A. (2013b). Comparison of two TLC-DPPH[•] image processing procedures for studying free radical scavenging activity of compounds from selected varieties of *Medicago sativa*. *Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies*, 36,1–8.
- Kowalska I., Jędrejek D., Cieśla Ł., Pecio Ł., Masullo M., Piacente S., Oleszek W., Stochmal A. (2013a). Isolation, Chemical and Free Radical Scavenging Characterization of Phenolics from *Trifolium scabrum* L. Aerial Parts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61, 4417-4423.
- Kowalska I., Jędrejek D., Jończyk K., Stochmal A. (2019). UPLC–PDA–ESI–MS analysis and TLC–DPPH[•] activity of wheat varieties. *Acta Chromatographica* 31, 2, 151–156.
- Kowalska I., Pawelec S., Pecio Ł., Feledyn-Szewczyk B. (2024). The effects of a cultivar and production system on the qualitative and quantitative composition of bioactive compounds in spring wheat (*Triticum* sp.). *Molecules*, 29, 4106. <https://doi.org/10.3390/molecules29174106>
- Kowalska, I., Mołdoch, J., Pawelec, S., Podolska, G., Von Cossel, M., Derycke, V., Haesaert, G., Lana, A., M., Da Silva Lopes, M., Riche A., B., Stützel, H., Hackett R., Oleszek, W., (2022). Environmental and cultivar variability in composition, content and biological activity of phenolic acids and alkylresorcinols of winter wheat grains from a multi-site field trial across Europe. *Journal of Cereal Science*, 107, 103527. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2022.103527>
- Żuchowski, J., Kapusta, I., Szajwaj, B., Jończyk, K., Oleszek, W., (2009). Phenolic acid content of organic and conventionally grown winter wheat. *Cereal Res. Commun.* 37:189–197.

Ocena ziarna jęczmienia na cele spożywcze – oznaczenie zawartości błonnika w wybranych próbach ziarna z doświadczenia polowego prowadzonego w warunkach ekologicznych

Metody Badań

Oznaczenie zawartości całkowitego błonnika pokarmowego (TDF- Total Dietary Fibre) w tym frakcji nierozpuszczalnej błonnika (IDF - Insoluble Dietary Fibre) oraz frakcji rozpuszczalnej (SDF - Soluble Dietary Fibre) [Metody: AACC 32-05, AACC 32 – 21, AOAC 991.43, AACC 32-21, AOAC 985.29]

Całkowity błonnik pokarmowy (TDF), frakcję nierozpuszczalną (IDF) oraz frakcję rozpuszczalną (SDF) oznaczano stosując enzymy i procedury Firmy Megazyme. Poprawność oznaczeń błonnika pokarmowego metodą enzymatyczną weryfikowano przy pomocy „Zestawu kontrolnego TDF” firmy Megazyme. Zasada metody polega na hydrolizie enzymatycznej odpowiednio przygotowanej próby jęczmienia. Do hydrolizy wykorzystywano termostabilną alfa-amylazę, proteazę i amyloglukozydazę. Po hydrolizie próby sączono na tyglach Shotta. Pozostałość na tyglu stanowił nierozpuszczalny błonnik pokarmowy (IDF). Do przesącza, w celu wytrącenia rozpuszczalnego błonnika pokarmowego, dodawano alkohol etylowy w ilości umożliwiającej uzyskanie stężenia alkoholu w roztworze na poziomie 78 % (v/v). Po precypitacji roztwór ponownie sączono na tyglach Shotta. Osad pozostały na tyglu stanowił rozpuszczalny błonnik pokarmowy (SDF). Całkowity błonnik pokarmowy (TDF) wyliczano sumując frakcję błonnika IDF i SDF.

Wszystkie oznaczenia zawartości składników chemicznych wykonano dla każdej próby.

Wyniki badań

Skład frakcyjny błonnika pokarmowego [%m.m.]

SDF- błonnik pokarmowy rozpuszczalny; IDF- błonnik pokarmowy nierozpuszczalny

TDF – całkowity błonnik pokarmowy

Tab. 4. Oznaczenie zawartości całkowitego błonnika pokarmowego (TDF- Total Dietary Fibre) w tym frakcji nierozpuszczalnej błonnika (IDF - Insoluble Dietary Fibre) oraz frakcji rozpuszczalnej (SDF - Soluble Dietary Fibre)

L.p.	Numer próby	IDF [% m.m.]	SDF [% m.m.]	TDF [% m.m.]
1.*	Jęczmień jary 1	21,47	5,63	27,10
2.**	Jęczmień jary 2	20,83	5,18	26,00
3.	Jęczmień jary 3	19,25	5,45	24,70
4.	Jęczmień jary 4	16,10	4,22	20,32
5.	Jęczmień jary 5	21,81	5,12	26,93
6.	Jęczmień jary 6	19,52	5,34	24,86
7.	Jęczmień jary 7	21,17	4,64	25,81
8.	Jęczmień jary 8	20,52	4,75	25,27

9.	Jęczmień jary 9	21,50	5,22	26,73
10.	Jęczmień jary 10	21,98	4,68	26,66
11.	Jęczmień jary 11	19,59	4,18	23,76
12.	Jęczmień jary 12	22,46	4,84	27,29
13.	Jęczmień jary 13	20,69	5,04	25,72
14.	Jęczmień jary 14	27,19	4,48	31,68
15.	Jęczmień jary 15	20,75	4,98	25,73
16.	Jęczmień jary 16	23,46	5,05	28,51

*Numery 1,3,5,7,9,11, 13,15 dotyczą odmiany Tilmor i dotyczą ochrony 1-8.

**Numery 2,4,6,8,10,12,14,16 dotyczą odmiany Feedway i odpowiadają ochronie 1-8.

Wiele badań naukowych wskazuje na pozytywny wpływ błonnika pokarmowego w profilaktyce chorób cywilizacyjnych. Zbożowe produkty wysokobłonnikowe o wysokiej zawartości frakcji rozpuszczalnej stały się polecanym i pożądanym składnikiem żywności. Mogą one być pozyskiwane tylko z surowców o wysokiej zawartości błonnika pokarmowego jak np. jęczmień czy owies. Funkcjonalne właściwości produktów jęczmiennych wynikają głównie z ilości i jakości zawartego w ziarnie błonnika pokarmowego.

Zadanie 4. Analiza ekonomiczna zastosowanych preparatów.

Metodyka badań

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).

Do obliczenia pierwszej kategorii wynikowej uzyskiwanej w gospodarstwie rolnym (nadwyżki bezpośredniej), wykorzystano formułę zaproponowaną przez Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej-PIB:

WARTOŚĆ PRODUKCJI – KOSZTY BEZPOŚREDNIE = NADWYŻKA BEZPOŚREDNIA

NADWYŻKA BEZPOŚREDNIA + DOPLATY = NADWYŻKA BEZPOŚREDNIA Z DOPLATAMI

W przypadku ocenianych technologii produkcji roślinnej (łączne bądź rozdzielne stosowanie preparatów krzemowych i mikrobiologicznych) do kosztów bezpośrednich zakwalifikowano: koszt zakupu kwalifikowanego, niezaprawionego materiału siewnego, koszt nawozów naturalnych (obornika), koszt zastosowanych środków do zaprawiania i oprysku dolistnego roślin.

Poniesione koszty bezpośrednie (koszty nawożenia organicznego obornikiem oraz koszty materiału siewnego) obliczono na podstawie zużycia środków produkcji według arkusza dokumentacyjnego doświadczenia. W przypadku nawożenia organicznego uwzględniono 1/4 kosztów poniesionych na obornik. W obliczeniach uwzględniono ceny nawozów organicznych obowiązujące w obrocie międzysąsiedzkim (obornik – 70 zł/t). Cenę preparatów zastosowanych do zaprawiania i oprysków dolistnych, przyjęto na podstawie ofert sprzedaży dostępnych w internecie (ekstrakt z cebuli – 60 zł/ha; zaprawa mąką z gorczycy – 1 kg/100 kg ziarna=2,5 zł; AdeSil –55,56zł/kg; ZumSil – 111,11 zł/0,5l; preparat mikrobiologiczny – 294,4 zł/l).

W obliczeniach wartości uzyskanej produkcji ekologicznej wykorzystano zwiększoną o 30% cenę skupu dla zbóż produkowanych w systemie konwencjonalnym publikowaną przez GUS, która w przypadku jęczmienia wynosiła 550 zł/t. W ten sposób uwzględniono dodatkową premię, którą rolnik może uzyskać za sprzedaż ziarna jako produkt ekologiczny. Ponadto w obliczeniach uwzględniono dopłaty do ekologicznych upraw rolniczych po okresie konwersji w wysokości 1571 zł/ha.

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

Wartość wykorzystanych w doświadczeniu środków produkcji przedstawiono w cenach z pierwszego półrocza 2024 r.

Wyniki badań

Dla dwóch analizowanych odmian jęczmienia jarego (Tilmor i Feedway), **najwyższe plony** (odpowiednio 5,07 i 5,03 dt/ha), a tym samym najwyższą wartość produkcji (odpowiednio 3625

i 3596 zł/ha) odnotowano w kombinacji VIII (kompleksowa technologia krzemowo-mikrobiologiczna: Preparat mikrobiologiczny + Adesil i Zumsil do zaprawiania ziarna + 2 zabiegi dolistne Preparatem mikrobiologicznym + Zumsil) (tab. 1, 2). Nieznacznie wyższą wartością plonu charakteryzowała się odmiana Tilmor.

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.

Tabela 1

Wpływ biopreparatów ziołowych, mikrobiologicznych oraz krzemowych na wartość nadwyżki bezpośredniej z dopłatą i wskaźnik opłacalności w uprawie jęczmienia jarego **odmiany Feedway**

	Kombinacje preparatów odmiana Feedway							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Plon t/ha	4,24	4,94	4,55	4,44	4,40	4,81	4,44	5,03
Wartość produkcji zł/ha	3031,6	3532,1	3253,2	3174,6	3146,0	3439,15	3174,6	3596,45
Koszty bezpośrednie zł/ ha	1164,5	1224,5	1168,75	1400,6	1678,38	1314,65	1458,65	2122,7
Nadwyżka bezpośrednia zł/ha *	1867,1 3438,1*	2307,6 3878,6*	2084,5 3655,5*	1774 3345*	1467,62 3038,62*	2124,5 3695,5*	1715,95 3286,95*	1473,75 3044,75*
Wskaźnik opłacalności %	260	288	278	227	187	262	218	169
Plon równoważący koszty bezpośrednie w t	1,63	1,71	1,63	1,96	2,34	1,84	2,04	2,96

*plus dopłata do ekologii 1571 zł/ha

I-VIII - Kombinacje preparatów:

I – kontrola

II – zaprawianie ziarna ekstraktem z cebuli

III - zaprawianie ziarna mąką z gorczycy

IV – zaprawianie nasion preparatami krzemowymi Adesil +Zumsil

V - zaprawianie nasion Adesil +Zumsil + 2 zabiegi dolistne Zumsil

VI. Preparat mikrobiologiczny do stymulacji nasion

VII. dwa zabiegi dolistne preparatem mikrobiologicznym

VIII. Kompleksowa technologia krzemowo-mikrobiologiczna: Preparat mikrobiologiczny + Adesil i Zumsil do zaprawiania ziarna + 2 zabiegi dolistne Preparatem mikrobiologicznym + Zumsil.

Tabela 2

Wpływ biopreparatów ziołowych, mikrobiologicznych oraz krzemowych na wartość nadwyżki bezpośredniej z dopłatą i wskaźnik opłacalności w uprawie jęczmienia jarego odmiany **Tilmor**

	Kombinacje preparatów odmiana Tilmor							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Plon t/ha	3,93	4,83	4,66	4,78	4,66	4,59	4,6	5,07
Wartość produkcji zł/ha	2809,95	3453,45	3331,9	3417,7	3331,9	3281,85	3289,0	3625,05
Koszty bezpośrednie zł/ ha	1231,5	1291,5	1236,25	1495,39	1773,17	1399,31	1525,65	2235,13
Nadwyżka bezpośrednia zł/ha *	1578,45 3149,45*	2161,95 3732,95*	2095,65 3666,65*	1922,31 3493,31*	1558,73 3129,73*	1882,54 3453,54*	1763,35 3334,35*	1389,92 2960,92*
Wskaźnik opłacalności %	228	267	270	229	188	235	216	162
Plon równoważący koszty bezpośrednie w t	1,72	1,81	1,73	2,09	2,48	1,96	2,13	3,13

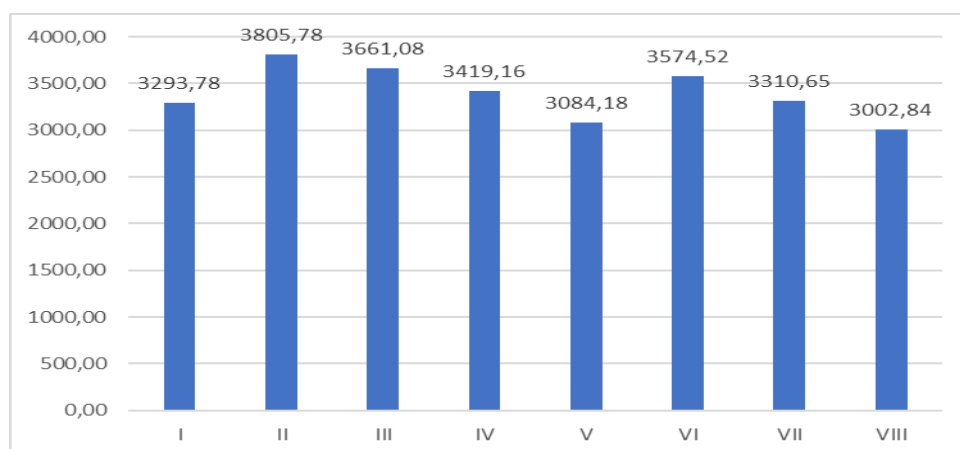
*plus dopłata do ekologii 1571 zł/ha

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 (tab. 1, 2).

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 wariacie III i II (odpowiednio 270 i 267 % (tab. 1 i 2). 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.

W uprawie jęczmienia jarego, średnio dla obu testowanych odmian, najwyższą wartością nadwyżki bezpośredniej z dopłatami do upraw rolnych w rolnictwie ekologicznym po okresie konwersji charakteryzowała się kombinacja II i III (rys. 1)

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



Założenie: Sprzedaż ziarna po cenie dla upraw konwencjonalnych z wykorzystaniem własnego materiału siewnego

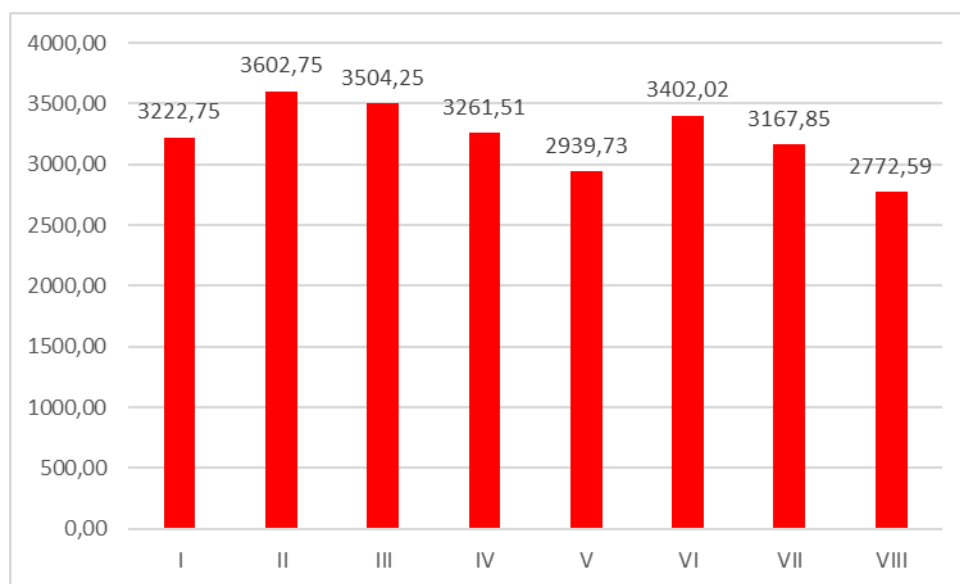
W analizie tej założono, że cena zbytu produktu ekologicznego jest równa cenie sprzedaży ziarna konwencjonalnego (cena skupu ziarna za pierwsze półrocze 2024 roku wynosiła dla jęczmienia 550 zł/t) i rolnik używa do wysiewu własnego materiału siewnego. Ponadto założono, że rolnik zużyje wyprodukowane ziarno we własnym gospodarstwie rolnym jako paszę do produkcji zwierzęcej lub sprzeda je na rynku jako zboże paszowe w jednostkach prowadzących skup zbóż, uzyskując cenę skupu dla zbóż produkowanych w systemie konwencjonalnym.

Średnio dla analizowanych odmian, jęczmień jary najwyżej plonował w wariacie VIII (kompleksowej technologii krzemowo-mikrobiologicznej); (5,05 t/ha), co zarazem wpływało na najwyższą wartość produkcji – 2777,5 zł/ha (tab. 3). Koszty bezpośrednie kształtowały się w przedziale od 595 zł/ha w kontroli do 1575 zł/ha w najdroższym wariacie VIII, a na ich pokrycie należało przeznaczyć od 1,08 do 2,87 t/ha uzyskanego plonu. Jednak najwyższą wartość nadwyżki bezpośredniej z dopłatami uzyskano w wariacie II (tab. 3, rys. 2).

Tabela 3. Wpływ biopreparatów zielonych, mikrobiologicznych oraz krzemowych na wartość nadwyżki bezpośredniej z dopłatą i wskaźnik opłacalności w uprawie jęczmienia jarego (średnio dla odmian)

	Kombinacje preparatów							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Plon t/ha	4,085	4,885	4,605	4,61	4,53	4,7	4,52	5,05
Wartość produkcji zł/ha	2246,75	2686,75	2532,75	2535,5	2491,5	2585	2486	2777,5
Koszty bezpośrednie zł/ha	595,0	655,0	599,5	844,99	1122,77	753,98	889,15	1575,91
Nadwyżka bezpośrednia zł/ha *	3222,75	3602,75	3504,25	3261,51	2939,73	3402,02	3167,85	2772,59
Wskaźnik opłacalności %	378	410	422	300	222	343	280	176
Plon równoważący koszty bezpośrednie w t	1,08	1,19	1,09	1,54	2,04	1,37	1,62	2,87

Rys. 3. Wpływ biopreparatów zielonych, mikrobiologicznych oraz krzemowych na wartość nadwyżki bezpośredniej z dopłatą w uprawie jęczmienia jarego, obliczonej na podstawie cen dla produkcji konwencjonalnej I-VIII - kombinacje preparatów jak w tab. 1.



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 zielonych, krzemowych i mikrobiologicznych na plonowanie oraz zdrowotność jęczmienia jarego w produkcji ekologicznej”.

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

W czasie wegetacji roślin organizowano spotkania na polu i w hali wegetacyjnej.

Przeprowadzono warsztaty on-line pt. „Biopreparaty w rolnictwie ekologicznym” 13 grudnia 2024r.

IUNG Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa Państwowy Instytut Badawczy

Wpływ biopreparatów zielonych, krzemowych i mikrobiologicznych na plonowanie oraz zdrowotność jęczmienia jarego w produkcji ekologicznej

Ulotka dla praktyki rolniczej

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.**

W Instytucie Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa-PIB w Puławach przeprowadzono badania finansowane z dotacji MRIRW na rzecz rolnictwa ekologicznego. Dotyczyły one sprawdzenia wpływu preparatów zielonych, krzemowych i mikrobiologicznych do zaprawiania nasion i aplikacji dolistnych na plonowanie i zdrowotność jęczmienia jarego.

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 wyleganie.

Badania dotyczyły testowania zapraw i preparatów dolistnych na dwóch odmianach jęczmienia jarego.

Odmiany jęczmienia jarego: 1- Tilmor, 2 – Feedway.

Treatment	Tilmor [t/ha]	Feedway [t/ha]
I	4.0	4.0
II	4.8	4.8
III	4.5	4.5
IV	4.8	4.5
V	4.5	4.5
VI	4.8	4.8
VII	4.5	4.5
VIII	4.8	4.8

Odmiany jęczmienia jarego: 1- Tilmor, 2 – Feedway.

Objekty doświadczenia:

- Kontrola bez stosowania preparatów
- Ekstrakt z cebuli do zaprawiania ziarna,
- Młka z gorczyczy do zaprawiania ziarna,
- Stymulacja nasion preparatami krzemowymi Adesil+Zumsil,
- Stymulacja nasion preparatami krzemowymi Adesil+Zumsil + 2 zabieg dolistne Zumsil,
- Preparat mikrobiologiczny do zaprawiania nasion (zawierający bakterie z rodzaju Bacillus i grzyby Trichoderma sp.),
- Młka z gorczyczy do zaprawiania ziarna,
- Ekstrakt z cebuli do zaprawiania ziarna

W okresie wegetacji obserwowano niewielkie nasilenie chorób na jęczmieniu we wczesnych fazach rozwojowych, notowano występowanie plamistości siatkowej jęczmienia. W okresie wegetacji stwierdzono wyraźne różnice pomiędzy odmianami. W fazie kłoszenia było widoczne nasilenie plamistości siatkowej jęczmienia na odmianie Tilmor. Natomiast w przypadku odmiany Feedway - do fazy kłoszenia nie obserwowano żadnych oznak chorobowych; zastosowane biopreparaty miały pozytywny wpływ na zdrowotność tej odmiany jęczmienia. Presja porażenia rdzą była większa, gdyż notowano porażenie liści podługowych: od 0 do 24,5 %.

Najwyższą wartość nadyżki 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 kombinacją II, VI i III, a u odmiany Tilmor- wariant III III ochrony).

Badania naukowe wskazują na pozytywny wpływ błonnika pokarmowego w profilaktyce chorób cywilizacyjnych. Zbożowe produkty wysokobłonnikowe o wysokiej zawartości frakcji rozpuszczalnej stały się polecanych i pożądanym składnikiem żywności. Funkcjonalne właściwości produktów jęczmiennych wynikają głównie z ilości i jakości zawartego w ziarnie błonnika pokarmowego.

Opracowanie:
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
tel. 81 47 86 815
e-mail: iung@iung.pulawy.pl; leszcz@iung.pulawy.pl
www.iung.pl

Podsumowanie i zalecenia dla praktyki

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.

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, niezależnie od porównywanych odmian, jęczmień uzyskał istotnąwyżkę plonu ziarna po zastosowaniu badanych preparatów. Najlepiej plonował jęczmień uprawiany według kompleksowej technologii krzemowo-mikrobiologicznej (8) oraz na obiekcie, gdzie zastosowano zaprawę z cebuli (2). Na obiekcie 8 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 $3,9 \text{ t/ha}$ i $4,6 \text{ t/ha}$ (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 ładu 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 wariantcie 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 gorzycy 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 cebuli i mąki z gorzycy.

UPOWSZECHNIANIE I PROMOCJA WYNIKÓW BADAŃ W 2024 ROKU

I. Publikacje i ulotki:

- 1) Ulotka pt. „Wpływ biopreparatów ziolowych, krzemowych i mikrobiologicznych na plonowanie oraz zdrowotność jęczmienia jarego w produkcji ekologicznej” IUNG-PIB, 2024
- 2) Publikacja
Leszczyńska D.: **Dobre praktyki uprawy wybranych roślin zbożowych w warunkach ekologicznych i zmieniającego się klimatu. Przegląd Zbożowo - Młynarski. 2024, 5: 45-48.**
- 3) Streszczenie posteru na konferencję: Leszczyńska Danuta „**Wpływ metod ochrony na produktywność jęczmienia w badaniach ekologicznych**”. NAUKA DLA ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU I BIOGOSPODARKI – problemy i wyzwania XXI wieku. UP Lublin, 16-17 października 2024r.
- 4) Streszczenie referatu na konferencję: Leszczyńska Danuta „**Metody ochrony jęczmienia w badaniach ekologicznych**” IV Konferencja naukowa - Nauka o zbożach *Współczesne trendy w produkcji i przetwórstwie zbóż*, Trzebnica, 19-20 września 2024, wyd. UP Wrocław, s 41.

II. Referaty na konferencjach i warsztatach:

1. Leszczyńska D.: „**Metody ochrony jęczmienia w badaniach ekologicznych**” IV Konferencja naukowa - Nauka o zbożach. *Współczesne trendy w produkcji i przetwórstwie zbóż*, Trzebnica, 19-20 września 2024.
2. Leszczyńska D.: „**Możliwości stosowania różnych środków do celów zaprawiania wybranych nasion roślin rolniczych oraz nawozów o działaniu dolistnym w rolnictwie ekologicznym**”. Dni Otwartych Drzwi IUNG-PIB Puławy, 20-24 maja 2024r.
3. Leszczyńska D.: „**Przegląd szkodników roślin zbożowych**” Studia Podyplomowe IP, CDR Radom, 4.10.2024r i 18.10.2024 r.
4. Leszczyńska D. „**Niechemiczne metody ochrony roślin uprawnych**” XX Lubelski Festiwal Nauki. Puławy, 17 wrzesień 2024 r.
5. Referat zgłoszony na Konferencję organizowaną przez Politechnikę Wrocławską „**Wpływ wybranych metod ochrony zbóż na cechy jakościowe ziarna**” 25 listopada 2024r.

Kierownik zadania badawczego

Leszczyńska Danuta

dr hab. Danuta |Leszczyńska, prof. IUNG-PIB

III. Opracowanie i zamieszczanie Plakatu informacyjnego o prowadzonych badaniach.

IV. Strona Internetowa:

<https://www.iung.pl/badania-na-rzecz-rolnictwa-ekologicznego-z-dotacji-mrirw/>

Strona internetowa:

<https://www.iung.pl/badania-na-rzecz-rolnictwa-ekologicznego-z-dotacji-mrirw/>

The screenshot displays the IUNG website's 'Projekty badawcze' (Research Projects) section. At the top, there is a navigation bar with the IUNG logo and contact information. Below the navigation bar, a list of 15 research projects is provided, including grants from MEIN/NCN, NCBIR, HORYZONT 2020, and the European Union. A row of logos for funding partners follows: Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, Narodowe Centrum Nauki, European Commission, HORYZONT 2020, and Fundusze Europejskie.

Informacja o zadaniach prowadzonych w IUNG – PIB na rzecz rolnictwa ekologicznego w roku 2024

Na mocy decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi (DEI.re.765.1.2024 z dnia 02.04.2024 r.) Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach w roku 2024 będzie realizował zadania badawcze finansowane ze środków budżetu państwa na badania na rzecz rolnictwa ekologicznego:

- 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).**
Wartość dofinansowania: 178 500 zł
Kierownik: prof. dr hab. Beata Feledyn-Szewczyk
Cele wspieranego projektu:
 - opracowanie programu komputerowego do wsparcia decyzji w zakresie ekologicznej produkcji zbóż
 - program będzie dostępny on-line dla praktyki rolniczej
- 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).**
Wartość dofinansowania: 193 200 zł
Kierownik: dr hab. Danuta Leszczyńska, prof. IUNG-PIB
Cele wspieranego projektu:
 - ocena działania dopuszczonych w rolnictwie ekologicznym preparatów mikrobiologicznych, krzemowych i ziołowych do zaprawiania nasion i aplikacji dolistnej w aspekcie poprawy produktywności jęczmienia jarego i lepszej aktywności mikrobiologicznej gleby;
 - analiza ekonomiczna zastosowanych strategii ochrony;
 - przekazywanie wyników badań do praktyki rolniczej i przeprowadzenie warsztatów on-line

Publikowania oczekiwanych rezultatów wspieranego projektu: 15.11.2024r.

Miejsce opublikowania w internecie oczekiwanych rezultatów wspieranego projektu:
<https://www.iung.pl/badania-na-rzecz-rolnictwa-ekologicznego-z-dotacji-mrirw/>

Rezultaty wspieranego projektu będą dostępne nieodpłatnie dla wszystkich przedsiębiorstw działających w sektorze rolnym.

Rezultaty projektów:

Ad. 1 – Aplikacja do wsparcia decyzji w zakresie ekologicznej produkcji zbóż EKO-ZBOŻE: <https://ekozboze.iung.pl>

Link do oficjalnego profilu na portalu facebook Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa
<https://www.facebook.com/iungpib/posts/pfbid0XF679ut4ehW5uZG9RBCxpPo7wRgSp2518TDG4d4dMcbriH5RV7EJQXDu2wqT1>

Post Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państ...



Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowy Instytut Badawczy

17 maja · 🌐

👉 Nasz Instytut prowadzi badania w zakresie możliwości zastosowania dopuszczonych w rolnictwie ekologicznym środków do 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" - decyzja MRiRW nr DEJ.re.765.1.2024 (pozycja 2), kierowany przez dr hab. Danutę Leszczyńską.

Pierwsze wyniki projektu będą dostępne dla szerokiego grona użytkowników od 15 listopada 2024 r.

#nawozyekologiczne #rolnictwoekologiczne #zaprawianienasion

Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi

