

Zrealizowano na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi

Nr RRre - 029-26-23/11 (38)



INSTYTUT UPRAWY NAWOŻENIA I GLEBOZNAWSTWA
- PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY W PUŁAWACH

**Wpływ preparatów biologicznych (ProBio Emów) na plonowanie pszenicy
ozimej i jarej oraz ziemniaków w uprawie ekologicznej i konwencjonalnej**

Koordynator prowadzonych badań: prof. dr hab. Jan Kuś

Zespół badawczy:

IUNG – PIB Puławy - *dr Krzysztof Jończyk, prof. dr hab. Jeży Księżak, dr Beata Feledyn-Szewczyk,*
mgr Andrzej Madej

UTP Bydgoszcz - *prof. dr hab. Czesław Sadowski*

IHAR Oddział Jadwisin – *dr Krystyna Zarzyńska*

Dyrektor

IUNG – PIB w Puławach

.....

Puławy 2012

1. Wstęp

W ostatnim okresie pojawiło się w handlu wiele preparatów mikrobiologicznych, które reklamowane są jako środki poprawiające rzekomo nie tylko mikrobiologiczne właściwości gleb, ale także ich cechy chemiczne i fizyczne oraz podnoszące w dużym stopniu plonowanie roślin [2, 5, 25, 26]. Organizmy glebowe wywierają kompleksowy wpływ na właściwości gleby, a najważniejsze ich funkcje, to:

1. Rozkład i mineralizacja materii organicznej - resztki poźniwne, obornik i inne nawozy naturalne i organiczne - komposty, słoma, poplony –(6, 7, 9). Ponadto, różne produkty przemiany materii wytwarzane przez drobnoustroje również przyczyniają się do poprawy trwałości struktury gleby, zwiększając odporność gleb na erozję wodno-powietrzną.
2. Rozkład i detoksykacja różnych substancji zanieczyszczających gleby (ksenobiotyków) (3, 12).
3. Ograniczanie rozwoju szkodników i patogenów roślin, dzięki wzrostowi aktywności mikroorganizmów występujących w glebie, co ogranicza przeżywalność patogenów w glebie (1, 11, 13).
4. Tworzenie układów symbiotycznych z roślinami (14, 15, 22). Najlepiej znanym przykładem jest współżycie bakterii brodawkowych (rizobiów) z roślinami motylkowatymi. Innym rodzajem symbiozy jest mikoryza, w której współpraca z rośliną polega przede wszystkim na ułatwianiu partnerowi pobierania wody i soli mineralnych, a także na ochronie korzeni przed grzybami chorobotwórczymi.

Wzrastające zainteresowanie biopreparatami w ostatnich latach wiąże się z rozwojem proekologicznych metod produkcji oraz rolnictwa ekologicznego (1, 10, 13, 21). Szacuje się, że udział preparatów biologicznych wynosi 4,2–4,5% całkowitego rynku chemicznych środków ochrony roślin (20).

Obowiązująca w Polsce procedura rejestracji na potrzeby rolnictwa ekologicznego preparatów mikrobiologicznych oraz innych produktów określanych jako środki poprawiające właściwości gleby jest łagodna. W związku z tym producenci lub dystrybutorzy różnych biopreparatów wprowadzają na nasz rynek preparaty, bez dostatecznie naukowo udokumentowanych i wiarygodnych wyników badań. W tej sytuacji doradcy oraz rolnicy formułują wiele pytań dotyczących skuteczności działania tych preparatów i celowości ich

stosowania. W związku z tym istnieje potrzeba oceny skuteczności takich preparatów, aby sformułować miarodajne opinie odnośnie celowości stosowania tych preparatów.

Najbardziej znanym produktem w tej grupie są Efektywne Mikroorganizmy (EM) i różne ich modyfikacje (5, 25, 26). W badaniach zagranicznych (2, 16, 23) wykazuje się raczej małą skuteczność preparatów EM, tak w odniesieniu do plonowania roślin jak również właściwości mikrobiologicznych gleby. W publikacjach krajowych dotyczących EM-ów i innych biopreparatów mikrobiologicznych wskazuje się ich pozytywne oddziaływanie, chociaż różnice nie zawsze są potwierdzone statystycznie (4,17,24). Przedmiotem badań będą preparaty mikrobiologiczne z grupy **ProBio Emów**. Jest to grupa preparatów oparta na kompozycjach pożytecznych mikroorganizmów, które wprowadzono w 2006 r. i dotychczas brak jest ścisłych badań ich skuteczności działania (27).

Cel badań

- 1. Określenie wpływu preparatów biologicznych ProBio Emów (EmFarma, EmFarma Plus i Ema5) na zdrowotność roślin, stan odżywienia azotem, czynność enzymatyczną gleby oraz wielkość i wybrane parametry jakościowe plonu pszenicy ozimej, pszenicy jarej i ziemniaka.***
- 2. Określi efektywności działania i celowości stosowania preparatów biologicznych w uprawie ekologicznej, integrowanej i konwencjonalnej.***
- 3. Określenie reakcji odmian na stosowane preparaty.***

Do przeprowadzenia badań w 2012 r. wykorzystano pola z pszenicą ozimą, pszenicą jarą oraz ziemniakiem w doświadczeniu prowadzonym od 1994 r. w Stacji Doświadczalnej IUNG w Osinach (woj. lubelskie), w którym ocenia się różne systemy gospodarowania (ekologiczny, integrowany i konwencjonalny prowadzony w dwóch wersjach – uproszczone zmianowanie i monokultura pszenicy ozimej).

Doświadczenie założono na glebie płowej z niewielkimi fragmentami czarnej ziemi zdegradowanej o składzie granulometrycznym piasku gliniastego mocnego przechodzącego w glinę lekką. Na powierzchni pola dominuje kompleks 4 - żytni bardzo dobry z pewnymi powierzchniami kompleksu pszennego dobrego. Pole doświadczalne o powierzchni około 20 ha jest podzielone na części, z których każda reprezentuje inny system gospodarowania.

W każdym systemie stosuje się inny płodozmian i całokształt agrotechniki dostosowany do jego specyfiki:

System ekologiczny - obejmuje 5-polowy płodozmian: ***ziemniak – pszenica jara z wsiewką konicznej czerwonej z domieszką białej i z trawami, którą użytkuje się dwa lata – pszenica ozima + międzyplon ścierniskowy (mieszanek krzyżowych ze strączkowymi).***

1. Nawożenie ograniczone: kompost - 30 t/ha pod ziemniaki oraz biomasa międzyplonu ścierniskowego.
2. Nawożenie mineralne, w związku ze spadkiem zasobności gleby stosuje nawozy mineralne dopuszczone do stosowania w rolnictwie ekologicznym; potasowe w dawce około 50 kg K₂O/ha oraz fosforowe w dawce około 40 kg/ha P₂O₅.
3. Środki ochrony roślin – Nowodor do zwalczania stonki ziemniaczanej oraz w ostatnich latach preparaty miedziowe do zwalczania zarazy ziemniaczanej.
4. Odchwaszczanie zasiewów - zabiegi mechaniczne oraz dodatkowo w ziemniaku ręczne pielenie przed ostatnim obredlaniem.

System integrowany prowadzony jest w 4-polowym płodozmianie: *ziemniak – pszenica j. + międzyplon ścierniskowy z gorczycy białej – strączkowe (łubin wąskolistny) – pszenica ozima + międzyplon z gorczycy białej*.

1. Nawożenie ograniczone: kompost - 30 t/ha pod ziemniaki i biomasa międzyplonów ścierniskowych oraz słoma łubinu.
2. Nawożenie mineralne - dawki fosforu i potasu określone są według pobrania składnika z plonem średnio w rotacji zmianowania. Dawki azotu koryguje się na podstawie zawartości azotu mineralnego w glebie wczesną wiosną oraz stanu odżywienia pszenicy azotem (test SPAD).
3. Chemiczne środki ochrony roślin są stosowane w sytuacji przekroczenia przez agrofagi progów szkodliwości, w przypadku chwastów jako uzupełnienie pielęgnacji mechanicznej.

System konwencjonalny (uproszczone zmianowanie): *rzepak ozimy – pszenica ozima – pszenica jara*.

1. Nawożenie ograniczone – przyorywana słoma rzepaku i pszenicy ozimej.
2. Nawożenie mineralne, według zaleceń IUNG dla intensywnych technologii produkcji.
3. Chemiczne środki ochrony roślin – w dawkach niezbędnych dla skutecznego ograniczenia agrofagów i wylegania.

Monokultura pszenicy ozimej.

1. Nawożenie ograniczone – słoma przyorywana co 2 lata (w tym w 2011 r.).
2. Nawożenie mineralne, według zaleceń IUNG dla intensywnych technologii produkcji.
3. Chemiczne środki ochrony roślin – w dawkach niezbędnych do skutecznego ograniczenia agrofagów i wylegania. Stosuje się dodatkowo specjalistyczne zaprawy przeciwko *Gaeumannomyces graminis*.

Uwaga!

W okresie zimy 2011/2012 pszenica ozima całkowicie wymarzała na wszystkich obiektach, w związku z tym została przesiana pszenicą jara lub kukurydzą zbieraną na kiszonkę i na tych zasiewach dodatkowo prowadzono badania.

Zadanie 1. Ocena oddziaływania preparatów biologicznych (ProBio Emów) na zdrowotność oraz plonowanie wybranych odmian pszenicy jarej w systemie ekologicznym, integrowanym, konwencjonalnym oraz monokulturze.

Schemat planowanych doświadczeń z pszenicą jara uwzględnia trzy czynniki:

I czynnik: cztery stanowiska (systemy gospodarowania):

- a) system ekologiczny – pszenica po koniczynie z trawą (po przesianej pszenicy oz.);
- b) system integrowany – pszenica po ziemniakach;
- c) system konwencjonalny – pszenica jara po pszenicy ozimej;
- d) pszenica jara w monokulturze (po przesianej pszenicy ozimej).

II czynnik: cztery odmiany pszenicy jarej, które reprezentują różne grupy wartości technologicznej ziarna (**Katoda**, **Hewilla i Brawura** - grupa A oraz **Trappe** - grupa B), a ponadto różnią się długością źdźbła i podatnością na niektóre choroby.

III czynnik: stosowanie preparatów ProBio Emów:

- a) kontrola bez stosowania preparatów biologicznych;
- b) dwa opryski - pierwszy w fazie krzewienia preparat EmFarma Plus – 15 l/ ha (oprysk wykonano 07 maja), drugi zabieg w fazie strzelania w źdźbło preparat EmFarma Plus - 12 l/ha (oprysk wykonano 1 czerwca). W systemie ekologicznym dodatkowo w fazie kłoszenia wykonano trzeci oprysk - 10 litrów EmFarma Plus/ha + Ema5 – 2 l/ha (oprysk wykonano 18 czerwca).

Tabela 1.

Charakterystyka agrotechniki pszenicy jarej

Wyszczególnienie	System produkcji			
	ekologiczny* Z**-Pj - Kc – Kc – Po (Pj)***	monokultura pszenicy oz. Po (Pj)	konwencjonalny Rz -Po.- Pj	integrowany Z**- Pj – S - Po
Pszenica jara				
Nawożenie N kg/ha	-	122	122	90
Herbicydy	-	Mustang Forte 0,8l/ha		
Fungicydy	-	Tilt Turbo 1,0l/ha		
Bronowanie	2	brak	brak	1

*/ Z – ziemniak, Pj – pszenica jara, Kc – koniczyna z trawami, Po – pszenica ozima, Rz – rzepak ozimy, S – strączkowe (bobik lub łubin biały),

**/ kompost 30 t/ha

*** pszenica jara po pszenicy ozimej

Przebieg pogody w 2012 r. był korzystny dla wzrostu i rozwoju pszenicy jarej. Miesięczne sumy opadów, tak w okresie wegetacji pszenicy jarej jak również w okresie zimy, były zbliżone do średnich z wielolecia, natomiast średnie dobowe temperatury powietrza były ewidentnie wyższe (tab. 2). Średnie dobowe temperatury powietrza w kwietniu i maju były o 1,8°C , a w lipcu aż o 2,3°C wyższe, w porównaniu do średniej z wielolecia. Pszenicę wysiano na wszystkich obiektach 12. kwietnia. Wysokie temperatury przy dostatecznej ilości opadów sprzyjały uzyskaniu szybkich i wyrównanych wschodów oraz właściwemu rozwojowi roślin. Z kolei wysokie temperatury w drugiej połowie czerwca, a przede wszystkim w lipcu ograniczały nasilenie chorób grzybowych liści i kłosa pszenicy. W tych warunkach na obiektach chronionych fungicydami jeden zabieg skutecznie ograniczał rozwój chorób grzybowych na liściach. W systemie ekologicznym, pomimo korzystnego przebiegu pogody, nasilenie tych chorób było jednak duże, szczególnie w okresie dojrzewania pszenicy.

Tabela 2.

Miesięczne sumy opadów oraz średnie dobowe temperatury powietrza

Miesiąc	Temperatura (°C)		Opad (mm)	
	1871-2008*	2012	1871-2008*	2012
kwiecień	7,8	9,6	40	35,5
maj	13,5	15,3	57	39,0
czerwiec	16,8	17,1	70	80,0
lipiec	18,5	20,8	84	77,4
sierpień	17,4	18,7	75	84,0

*/ średnie wieloletnie z Puław

Plon ziarna pszenicy jarej i cechy struktury plonu. W 2012r. uzyskano stosunkowo duże plony pszenicy jarej (tab. 3). Jej plon, niezależnie od odmiany i stosowania preparatu EM, wahał się od 4,2 t/ha w uprawie ekologicznej do 5,8 – 6,3 t/ha na pozostałych obiektach. Bardzo duży jej plon (6,1 t/ha) zebrano w monokulturze, gdzie pszenica ozima była systematycznie uprawiana po sobie od 1992 r., a w 2012 r. została przesiana pszenicą jarą. Duży plon w monokulturze należy wiązać z wyjątkowo korzystnym przebiegiem pogody, w poprzednich latach plony pszenicy ozimej na tym obiekcie wahały się od 2,1 do 7,5 t/ha.

Stosowanie w okresie wegetacji pszenicy jarej preparatu EmFarma Plus, niezależnie od systemu gospodarowania i odmiany, wywierało tylko nieznaczny dodatni wpływ na jej plonowanie (tab. 3). Na obiekcie tym uzyskano większy plon ziarna średnio o 0,21 t/ha, czyli o 3,8%. Stwierdzono istotne współdziałanie stosowania preparatu EM z systemem produkcji (stanowiskiem w jakim wysiewano pszenicę). Znikome było oddziaływanie tego preparatu w

systemie ekologicznym i integrowanym, gdzie stosowano poprawne płodozmiany a pszenicę wysiewano po dobrych (niezbożowych) przedplonach. W systemie konwencjonalnym, przy uprawie pszenicy jarej po pszenicy ozimej, zaznaczyła się tendencja wzrostu plonu pszenicy jarej (3,5%). W przypadku monokultury różnica ta wyniosła (0,51 t/ha – 8,6%) i interakcja ta została potwierdzona statystycznie.

Spośród porównywanych odmian pszenicy jarej, niezależnie od pozostałych badanych czynników, niżej plonowała Brawura, zaś plony trzech pozostałych odmian były zbliżone.

Tabela 3.

Wpływ preparatów biologicznych (ProBio Emów) na plonowanie odmian pszenicy jarej uprawianej w różnych systemach produkcji

Odmiana	System gospodarowania										
	ekologiczny		integrowany		konwencjonalny		monokultura		Średnio		
	kontr.	EM	kontr.	EM	kontr.	EM	kontr.	EM	<i>kontr.</i>	<i>EM</i>	<i>ogółem</i>
Brawura	3,68	3,74	6,18	6,42	5,78	6,18	4,73	5,27	5,09	5,40	5,25
Hewilla	4,16	4,38	6,27	6,08	5,69	6,03	6,08	6,89	5,55	5,85	5,70
Katoda	4,43	4,57	6,15	6,17	6,06	5,93	6,13	6,59	5,69	5,82	5,75
Trappe	4,30	3,99	6,43	6,71	5,24	5,41	6,60	6,85	5,64	5,74	5,69
Średnio dla EM	4,14	4,17	6,26	6,35	5,69	5,89	5,89	6,40	5,49	5,70	5,60
Średnio dla syst.	4,16		6,30		5,79		6,14		5,60		
NIR dla: EM – r,n. Systemu - 0,28 Interakcji - EM x system - 0,36											

Mniejszy plon ziarna pszenicy jarej w systemie ekologicznym, w porównaniu do integrowanego był spowodowany niższą obsadą kłosów o około 16% (tab. 4) oraz mniejszą masą 1000 ziaren o około 6 % (tab. 5). Wyjątkowo duży plon ziarna pszenicy jarej w monokulturze był spowodowany przede wszystkim bardzo dobrym wypełnieniem ziarna i o ponad 10% większą masą 1000 ziaren niż w systemie integrowanym.

Stosowanie preparatów EM, niezależnie systemu gospodarowania i odmiany, praktycznie nie różnicowało zwartości łanu i dorodności ziarna (tab. 4 i 5). Jedynie w monokulturze zabiegi te wyraźnie poprawiły obie analizowane cechy struktury plonu.

Tabela 4.

Wpływ preparatów biologicznych (ProBio Emów) na obsadę kłosów (szt./m²) odmian pszenicy jarej uprawianej w różnych systemach produkcji

Odmiana	System gospodarowania										
	ekologiczny		integrowany		konwencjonalny		monokultura		Średnio		
	kontr.	EM	kontr.	EM	kontr.	EM	kontr.	EM	kontr.	EM	ogółem
Brawura	433	405	477	487	443	490	383	441	434	456	445
Hewilla	502	487	437	475	426	486	437	520	451	492	471
Katoda	442	419	624	638	675	656	407	431	537	536	537
Trappe	434	427	559	534	502	524	642	585	534	518	526
Średnio	453	435	524	534	512	539	467	494	489	501	495
<i>Średnio dla syst.</i>	444		529		525		481		495		

Tabela 5.

Wpływ preparatów biologicznych (ProBio Emów) na masę 1000 ziaren (g) odmian pszenicy jarej uprawianej w różnych systemach produkcji

Odmiana	System gospodarowania										
	ekologiczny		integrowany		konwencjonalny		monokultura		Średnio		
	kontr.	EM	kontr.	EM	kontr.	EM	kontr.	EM	kontr.	EM	ogółem
Brawura	33,0	31,6	36,8	36,8	36,8	37,7	38,8	37,0	36,3	35,8	36,1
Hewilla	35,0	34,7	35,4	34,2	36,7	37,7	40,1	43,2	36,8	37,5	37,1
Katoda	33,3	32,1	35,9	36,8	36,7	37,8	38,5	40,0	36,1	36,7	36,4
Trappe	28,8	28,7	28,0	30,3	30,2	31,7	35,3	36,6	30,5	31,8	31,2
Średnio	32,5	31,8	34,0	34,5	35,1	36,2	38,2	39,2	34,9	35,4	35,2
<i>Średnio dla syst.</i>	32,1		34,3		35,6		38,7		35,2		

Ocena stanu odżywienia roślin pszenicy jarej azotem. Oceny dokonano na podstawie indeksu zieloności liścia (SPAD) oznaczonego w fazie w pełni rozwiniętego liścia flagowego i po wykłoszeniu się pszenicy (tab. 6 i 7). Wpływ badanych czynników na indeks zieloności liści był znikomy, co wskazuje na mały ich wpływ na stan odżywienia roślin azotem. W pierwszym terminie oznaczeń (faza rozwiniętego liścia flagowego) najwyższe wartości indeksu stwierdzono w systemie ekologicznym (tab. 6). Na tym obiekcie pszenicę jarą wysiano po przemarzniętej pszenicy ozimej, dla której przedplonem była koniczyna czerwona z trawami użytkowana dwa lata. Można zakładać, że spulchnienie gleby wiosną i korzystny przebieg pogody sprzyjały szybkiej mineralizacji resztek poźniwnych koniczyny i dobremu zaopatrzeniu pszenicy w azot.

Tabela 6.

Wpływ badanych czynników na indeks zieloności liścia –SPAD
(faza rozwiniętego liścia flagowego)

Odmiana	System gospodarowania										
	ekologiczny		integrowany		konwencjonalny		monokultura		Średnio		
	kontr.	EM	kontr.	EM	kontr.	EM	kontr.	EM	kontr.	EM	ogółem
Brawura	579	616	557	540	530	553	546	579	553	572	563
Hewilla	615	612	562	529	558	537	591	593	582	568	575
Katoda	607	622	559	540	574	519	598	578	592	555	573
Trappe	661	623	565	542	574	549	655	655	614	592	603
Średnio	616	618	548	532	559	540	598	601	585	572	578
Średnio dla syst.	617		548		549		599		578		

Tabela 7.

Wpływ badanych czynników na indeks zieloności liścia –SPAD
(po wykłoszeniu się pszenicy)

Odmiana	System gospodarowania										
	ekologiczny		integrowany		konwencjonalny		monokultura		Średnio		
	kontr.	EM	kontr.	EM	kontr.	EM	kontr.	EM	kontr.	EM	ogółem
Brawura	634	652	649	625	658	636	626	655	642	642	642
Hewilla	659	644	682	641	714	662	642	659	674	652	663
Katoda	649	639	652	657	661	618	644	634	652	637	644
Trappe	591	576	613	605	630	602	603	615	609	600	604
Średnio	633	628	649	632	666	630	629	641	644	633	638
Średnio dla syst.	631		641		648		635		638		

W tym terminie również dobre zaopatrzenie roślin w azot odnotowano w monokulturze, gdzie pszenicę jara wysiano w miejsce przemarzniętej pszenicy ozimej. W tym stanowisku mogło również ujawniać się działanie azotu stosowanego na przyorywaną słomę oraz przedsięwna dawka azotu zastosowana pod pszenicę ozimą. W drugim terminie oznaczeń różnice w stanie odżywienia roślin azotem pomiędzy systemami były znikome (tab. 7).

Stosowanie preparatów biologicznych (ProBio Emów) nie różnicowało w żadnym z systemów stanu odżywienia roślin azotem (tab. 6 i 7). Stwierdzone różnice pomiędzy odmianami trudno jest interpretować, gdyż indeks zieloności liścia jest cechą odmianową.

Spośród cech jakościowych oznaczono gęstość ziarna w stanie zsywowym (tab. 8). Cecha ta była wyraźnie różnicowane przez system gospodarowania, a zdecydowanie najniższe wartości stwierdzono w systemie konwencjonalnym. Na obiektach traktowanych

preparatem EM zaznaczyła się tendencja wzrostu wartości tej cechy, szczególnie w systemie konwencjonalnym i monokulturze, czyli na obiektach z uprawą pszenicy po sobie.

Tabela 8.

Wpływ preparatów biologicznych (ProBio Emów) na masę hektolitra (kg/hl) odmian pszenicy jarej uprawianej w różnych systemach produkcji

Odmiana	System gospodarowania										
	ekologiczny		integrowany		konwencjonalny		monokultura		Średnio		
	kontr.	EM	kontr.	EM	kontr.	EM	kontr.	EM	kontr.	EM	ogółem
Brawura	82,5	83,6	90,9	88,9	77,0	83,7	87,7	87,0	84,5	85,8	85,2
Hewilla	78,7	81,4	82,3	82,1	76,6	79,9	84,1	88,5	80,4	83,0	81,7
Katoda	83,5	83,9	85,1	84,2	76,2	77,1	82,6	88,0	81,9	83,3	82,6
Trappe	80,4	80,0	81,5	84,3	74,1	78,1	82,5	84,9	79,6	81,8	80,7
Średnio	81,3	82,2	85,0	84,9	76,0	79,7	84,2	87,1	81,6	83,5	82,5
Średnio dla syst.	81,8		84,9		77,8		85,7		82,5		

Nasilenie chorób grzybowych liści. Ocenę porażenia liści pszenicy jarej przez patogeny grzybowe wykonano na wszystkich obiektach w fazie dojrzałości mleczno-woskowej. Ocena dotyczyła liścia flagowego i podflagowego, gdyż liście niżej położone w uprawie ekologicznej były już silnie uszkodzone i identyfikacja poszczególnych patogenów była utrudniona. Do analizy fitopatologicznej pobierano po 40 roślin w czterech powtórzeniach z każdej kombinacji. Na liściu flagowym i podflagowym określono procent uszkodzonej powierzchni blaszki liściowej przez poszczególne patogeny: *Septoria spp.*, *Puccinia recondita*, *Drechslera tritici-repentis* oraz *Erysiphe graminis*.

Metoda oceny chorób, zapisu wyników obserwacji i skala porażenia liści była zgodna z zaleceniami EPPO Standards - 1999-vol.1:187-195 (Guidelines for the efficacy evaluation of plant protection products : PP 1/26(3), PP 1/28(3)). Wyniki opracowano statystycznie przy zastosowaniu analizy wariancji wraz z testem Tukey`a.

Septorioza (*Septoria spp.*) - objawy tej choroby obserwowano w małym nasileniu w monokulturze -1,2% i w nieco większym nasileniu w uprawie ekologicznej - 4,1% uszkodzonej powierzchni blaszki liścia flagowego i podflagowego (tab. 9). W systemie integrowanym i konwencjonalnym nie zanotowano objawów występowania tego patogena.

Stwierdzono istotną różnicę pomiędzy odmianami, gdyż Hewilla była istotnie silniej porażona w porównaniu z odmianami Trape oraz Brawura. Zarówno w systemie ekologicznym jak i w monokulturze stwierdzono istotnie niższe porażenie na obiektach ze zastosowaniem preparatów EM, w porównaniu do kontroli.

Tabela 9.

Porażenie liści (% uszkodzonej powierzchni) pszenicy jarej przez *Septoria spp* w fazie BBCH 77-83 (mleczno-woskowa) – łącznie liścia flagowego i podflagowego

Odmiana	System gospodarowania										
	ekologiczny		integrowany		konwencjonalny		monokultura		Średnio		
	kontr.	EM	kontr.	EM	kontr.	EM	kontr.	EM	kontr.	EM	ogółem
Brawura	2,3	2,0	0	0	0	0	1,5	0,8	1.0	0,7	0,8
Hewilla	8,3	5,0	0	0	0	0	1,7	0,2	2,5	1,3	1,9
Katoda	3,5	2,4	0	0	0	0	1,5	0,5	1,2	0,7	1,0
Trappe	5,4	3,8	0	0	0	0	1,4	0,4	1.7	1,1	1,4
Średnio	4,9	3,3	0	0	0	0	1,5	0,5	1,6	1,0	1,3
Średnio dla syst.	4,1		0		0		1,0		-		
NIR _{0,05} dla systemów = 0,561											

Rdza brunatna (*Puccinia recondita*) wystąpiła we wszystkich systemach uprawy, jednak na obiektach z ochroną chemiczną jej nasilenie było nieznaczne (1-3%), natomiast w systemie ekologicznym porażenie było znaczne, gdyż średnio 25% powierzchni blaszki liścia flagowego i podflagowego było zniszczone przez tego patogena (tab. 10).

Tabela 10

Porażenie liści (% uszkodzonej powierzchni) pszenicy jarej przez *Puccinia recondita* w fazie BBCH 77-83 (mleczno-woskowa) – łącznie liścia flagowego i podflagowego

Odmiana	System gospodarowania										
	ekologiczny		integrowany		konwencjonalny		monokultura		Średnio		
	kontr.	EM	kontr.	EM	kontr.	EM	kontr.	EM	kontr.	EM	ogółem
Brawura	17,2	17,2	3,6	2,2	0,2	0,2	1,9	1,3	5,7	5,2	5,5
Hewilla	40,0	37,4	0,1	0,2	5,6	5,5	6,0	3,5	12,9	11,4	12,2
Katoda	24,3	15,9	0,2	0,2	3,4	2,1	3,8	1,4	8,3	4,9	6,6
Trappe	28,6	21,0	0,2	0,1	2,6	2,2	1,5	0,8	8,2	6,0	7,1
Średnio	27,5	22,8	1,4	0,7	3,0	2,2	3,3	1,7	8,8	6,9	7,8
Średnio dla syst.	25,2		1,0		2,6		2,5		-		
NIR _{0,05} dla systemów = 1,584 NIR _{0,05} dla odmian = 1,584											
NIR _{0,05} dla interakcji systemy*odmiany = 1,701 NIR _{0,05} dla interakcji systemy*zabieg = 1,403											

Spośród uprawianych odmian Hewilla była najsilniej uszkodzana przez tego patogena. W systemie ekologicznym istotnie najsilniej porażoną odmianą okazała się Hewilla (39,2%), Trape (25%), Katoda (20%) i Brawura (17%). Między odmianami Katoda i Brawura nie stwierdzono istotnej różnicy. W obrębie systemu integrowanego Hewilla była istotnie

Odmiana	System gospodarowania										
	ekologiczny		integrowany		konwencjonalny		monokultura		Średnio		
	kontr.	EM	kontr.	EM	kontr.	EM	kontr.	EM	kontr.	EM	ogółem
Brawura	7,7	6,5	6,2	5,9	0,6	0,2	3,5	2,9	4,5	3,9	4,2
Hewilla	9,8	7,6	1,0	0,2	3,3	2,2	7,1	5,4	5,3	3,4	4,4
Katoda	8,2	4,9	0,5	0,2	4,4	4,2	4,2	3,7	4,3	3,3	3,8
Trappe	10,4	13,6	0,2	0,1	1,2	2,0	5,1	2,2	4,2	5,3	4,8
Średnio	9,1	9,0	2,0	1,6	2,4	2,2	5,0	3,1	4,6	4,0	4,3
Średnio dla syst.	9,1		1,8		2,3		4,0		-		
NIR _{0,05} dla systemów = 1,502					NIR _{0,05} dla interakcji systemy*odmiany = 1,612						

Podsumowując wyniki analiz nasilenia chorób na liściach pszenicy jarej (liść flagowy i podflagowy) należy stwierdzić, że zastosowanie dwóch oprysków preparatem EmFarma Plus (15 l/ ha w dniu 7 maja oraz 12 l/ha w dniu 1 czerwca) na obiektach ze stosowaniem chemicznej ochrony roślin przed chorobami grzybowymi (systemy: integrowany,

konwencjonalny i monokultura) nieznacznie obniżało porażenie liści przez septoriozę, rdzę brunatną, brunatną plamistość liści oraz mączniaka prawdziwego, jednak nasilenie chorób było na tych obiektach znikome. Więc trudno oczekiwać wzrostu plonów pszenicy pod ewentualnym ochronnym działaniem tych preparatów.

W przypadku systemu ekologicznego, gdzie stosowanie syntetycznych fungicydów jest wykluczone, zastosowanie trzech oprysków pszenicy jarej preparatami biologicznymi ((EmFarma Plus 15 l/ha w dniu 7 maja, następnie EmFarma Plus 12 l/ha w dniu 1 czerwca oraz 18 czerwca mieszkanką dwóch preparatów EmFarma Plus - 10 l/ha + Ema5 - 2 l/ha) również ograniczyło nasilenie chorób grzybowych liści pszenicy, a głównie rdzy brunatnej i mączniaka prawdziwego. W systemie ekologicznym nasilenie chorób było jednak duże, gdyż w fazie dojrzałości mleczno-woskowej pszenicy w sumie na obiekcie kontrolnym zniszczone przez omawiane patogeny było około 65% powierzchni liścia flagowego i podflagowego, zaś na obiektach traktowanych preparatami biologicznymi około 54%. Uszkodzenie tak dużej powierzchni liści na obu obiektach spowodowało słabe wypełnienie ziarna (masa 1000 ziaren około 32 g).

Nasilenia fuzariozy kłosów oraz zasiedlenie ziarna przez poszczególne gatunki grzybów z rodzaju *Fusarium*. Obserwacje polowe nad występowaniem fuzariozy kłosów przeprowadzono w fazie dojrzałości mleczno-woskowej. Z każdej kombinacji doświadczalnej analizowano 100 losowo wybranych kłosów. Określono procent roślin z objawami fuzariozy i stopień porażenia (w skali 0 – 5) a następnie obliczano indeks porażenia (IP w %) według wzoru Townsenda i Heubergera,

$$IP(\%) = \frac{\sum_{i=0}^i (n \cdot v)}{i \cdot N} \cdot 100$$

w którym:

n – liczba roślin w danym stopniu porażenia

v – stopień porażenia (od 0 do i)

i – najwyższy stopień porażenia

N – całkowita liczba badanych roślin

W celu oznaczenia gatunków grzybów z rodzaju *Fusarium* zasiedlających ziarniaki pszenicy w laboratorium wykonano analizę mikologiczną. Po zbiorach z każdej kombinacji doświadczalnej pobrano losowo 4 x 100 ziarniaków. Odkazano je w 1% NaOCl przez 2,5 minuty i płukano trzykrotnie w sterylnej wodzie destylowanej. Następnie układano po 6 na szalki Petriego z zestaloną pożywką PDA zakwaszoną kwasem cytrynowym do pH 5,5.

Wszystkie czynności wykonano przy stole z laminarnym przepływem powietrza z zachowaniem warunków sterylności. Po 6 dniach hodowli w termostacie w temperaturze 20°C wyrastające kolonie grzybów odszczepiono na skosy agarowe. Następnie oznaczono do gatunku wg kluczy mikologicznych.

Wykonane zostaną również w późniejszym terminie oznaczenia zawartości mikotoksyn w ziarnie z wybranych obiektów.

Fuzarioza kłosów (*Fusarium spp.*). W 2012 r. nasilenie fuzariozy kłosów na wszystkich obiektach było znikome (tab. 13). Średni udział kłosów porażonych wynosił około 4,5%, zaś przeciętny indeks porażenia nie przekraczał 1,5%. Stosowanie preparatów biologicznych, tak w systemie ekologicznym jak i monokulturze niezależnie od odmiany, nie różnicował udziału kłosów porażonych przez grzyby z rodzaju *Fusarium* ani indeksu porażenia. Spośród czterech ocenianych odmian nieco większą podatną na porażenie przez grzyby z rodzaju *Fusarium* wyróżniała się Katoda.

Tabela 13.

Udział oraz indeks porażenia pszenicy jarej przez grzyby z rodzaju *Fusarium*

Odmiana	Sytst. ekologiczny			Monokultura		
	Kontrola	„EM”	Śr.	Kontrola	„EM”	Śr.
Udział (%) porażonych kłosów						
Brawura	4,5 a a	4,0 a a	4,25 ab	2,0 a a	2,0 a a	2,00 c
Hewilla	7,5 a a	7,0 a a	7,25 a	6,0 a a	3,5 a a	4,75 b
Katoda	6,0 a a	4,0 a a	5,00 ab	9,5 a a	7,5 a a	8,50 a
Trappe	1,5 a a	2,5 a a	2,00 b	3,0 a a	3,0 a a	3,00 bc
Średnio	4,88 a	4,38 a	4,63	5,13 a	4,00 a	4,56
Indeks porażenia [%]						
Brawura	1,1 a a	0,9 a a	1,00 bc	0,7 a a	0,5 a a	0,60 b
Hewilla	2,0 a a	1,8 a a	1,90 a	1,4 a a	1,1 a a	1,25 b
Katoda	1,9 a a	0,9 a a	1,40 ab	3,6 a a	2,4 a a	3,00 a
Trappe	0,5 a a	0,5 a a	0,50 c	0,9 a a	1,2 a a	1,05 b
Średnio	1,38 a	1,03 a	1,20	1,65 a	1,30 a	1,48
NIR $\alpha=0,05$	I ¹ = n.i. II ² = 0,704		II/I = n.i. I/II = n.i.		I ¹ = II ² =	
					II/I = I/II =	

¹/ czynnik I – zabieg (Kontrola-EM) ²/ czynnik II – odmiana

Zasiedlenie ziarna pszenicy przez grzyby z rodzaju *Fusarium* spp. Zasiedlenie ziarniaków pszenicy jarej przez grzyby z rodzaju *Fusarium* spp. zależało głównie od systemu gospodarowania (tab. 14a i 14b). Największy udział ziarniaków zasiedlonych, niezależnie od odmiany oraz stosowania preparatów biologicznych, odnotowano w systemie integrowanym – 43,7% (tab. 14a). W systemie konwencjonalnym udział ten wynosił 26,6%, zaś w uprawie ekologicznej i monokulturze około 21%. Dominującym gatunkiem grzybów zasiedlającym ziarniaki pszenicy jarej było *F. graminearum*. Grzyb ten zasiedlał od 56% porażonych ziarniaków w monokulturze do 93% w systemie integrowanym. Drugim częściej izolowanym gatunkiem grzybów z tego rodzaju było *F. avenaceum*. Pozostałe gatunki grzybów z rodzaju *Fusarium* stwierdzano sporadycznie.

Nie stwierdzono jednoznacznego wpływu stosowanych preparatów biologicznych (EmFarma Plus) na zasiedlenie ziarniaków przez grzyby z rodzaju *Fusarium*. Stosowanie tych preparatów w systemie i integrowanym i ekologicznym sprzyjało większemu porażeniu ziarniaków pszenicy jarej przez grzyby fuzaryjne, a głównie przez *F. graminearum* (tab. 14a i 14b). Z kolei w systemie konwencjonalnym i monokulturze zależności takiej nie stwierdzono.

Spośród czterech porównywanych odmian pszenicy jarej we wszystkich systemach silniej porażane przez grzyby z rodzaju *Fusarium* były ziarniaki odmian Katoda i Hewilla.

Tabela 14 a. Grzyby wyizolowane z ziarna pszenicy jarej w systemie ekologicznym i integrowanym
(% porażonych ziarniaków)

Grzyby/odmiana/EM	EKOLOGICZNY										INTEGROWANY									
	Katoda		Brawura		Trappe		Hewilla		Średnio		Katoda		Brawura		Trappe		Hewilla		Średnio	
	K	EM	K	EM	K	EM	K	EM	K	EM	K	EM	K	EM	K	EM	K	EM	K	EM
<i>Fusarium avenaceum</i>	5	7		2	5	7	9	7	4,8	5,8	4	1	3	2	1	3	1		2,3	1,5
<i>Fusarium culmorum</i>		1							0,0	0,3								1	0,0	0,3
<i>Fusarium graminearum</i>	14	30	13	11	4	10	14	17	11,3	17,0	52	66	18	27	32	28	45	59	36,8	45,0
<i>Fusarium poae</i>		1				3	1		0,3	1,0		4			1				0,3	1,0
<i>Fusarium sporotrichioides</i>	1		1					2	0,5	0,5	1								0,3	0,0
<i>Fusarium tricinctum</i>			1						0,3	0,0									0,0	0,0
<i>Razem Fusarium spp.</i>	20	39	15	13	9	20	24	26	17,0	24,5	57	71	21	29	34	31	46	60	39,5	47,8
<i>Acremoniella fusca</i>						1			0,0	0,3		1							0,0	0,3
<i>Alternaria alternata</i>	53	43	63	56	66	67	62	37	61,0	50,8	41	30	51	60	47	37	29	37	42,0	41,0
<i>Arthrinium phaeospermum</i>									0,0	0,0						1	3		0,8	0,3
<i>Bipolaris sorokiniana</i>	19	20	19	29	4	5	14	29	14,0	20,8	1	1	2	2	1		5	3	2,3	1,5
<i>Botrytis cinerea</i>		1		1		2			0,0	1,0	1		1	1	1	2			0,8	0,8
<i>Cladosporium herbarum</i>		2						1	0,0	0,8									0,0	0,0
<i>Epicoccum nigrum</i>	17	10	20	14	30	21	16	24	20,8	17,3	17	14	41	23	24	33	31	12	28,3	20,5
<i>Gonatobotrys simplex</i>									0,0	0,0	1			2	2				0,8	0,5
<i>Mucor mucedo</i>							1		0,3	0,0		1						1	0,0	0,5
<i>Penicillium spp.</i>			1						0,3	0,0		1							0,0	0,3
<i>Trichoderma spp.</i>									0,0	0,0	1								0,3	0,0

Tabela 14 b. Grzyby wyizolowane z ziarna pszenicy jarej we systemie konwencjonalnym i w monokulturze (% porażonych ziarniaków)

Grzyby/odmiana/EM	KONWENCJONALNY										MONOKULTURA									
	Katoda		Brawura		Trappe		Hewilla		Średnio		Katoda		Brawura		Trappe		Hewilla		Średnio	
	K	EM	K	EM	K	EM	K	EM	K	EM	K	EM	K	EM	K	EM	K	EM	K	EM
<i>Fusarium avenaceum</i>	10	11	4	3	3	3	3	8	5,0	6,3	7	6	10	8	4	9	11	5	8,0	7,0
<i>Fusarium culmorum</i>						1			0,0	0,3					1				0,3	0,0
<i>Fusarium graminearum</i>	32	37	10	19	11	12	28	10	20,3	19,5	14	19	2	3	15	10	21	17	13,0	12,3
<i>Fusarium poae</i>					1	2		1	0,3	0,8	3	2		2	2	2			1,3	1,5
<i>Fusarium sporotrichioides</i>	1				2				0,8	0,0	2		1						0,8	0,0
<i>Fusarium tricinctum</i>	1								0,3	0,0								2	0,0	0,5
Razem <i>Fusarium</i> spp.	44	48	14	22	17	18	31	19	26,5	26,8	26	27	13	13	22	21	32	24	23,3	21,3
<i>Alternaria alternata</i>	48	49	56	65	56	61	48	70	52,0	61,3	67	31	61	64	51	63	51	62	57,5	55,0
<i>Aureobasidium bolleyi</i>									0,0	0,0					1				0,3	0,0
<i>Arthrinium phaeospermum</i>					1				0,3	0,0					2			1	0,5	0,3
<i>Bipolaris sorokiniana</i>	1	7	5	4	5	6	5	3	4,0	5,0	1	2	1	2	1	1	2	1	1,3	1,5
<i>Botrytis cinerea</i>		1	2		2		2		1,5	0,3								1	0,0	0,3
<i>Cladosporium herbarum</i>									0,0	0,0					1				0,3	0,0
<i>Epicoccum nigrum</i>	23	13	40	14	36	27	31	29	32,5	20,8	19	24	40	41	30	29	28	27	29,3	30,3
<i>Gonatobotrys simplex</i>									0,0	0,0				1		2			0,0	0,8
<i>Mucor mucedo</i>			1						0,3	0,0									0,0	0,0
<i>Nigrospora oryzae</i>	1							1	0,3	0,3		1							0,0	0,3
<i>Trichoderma</i> spp.	1								0,3	0,0	1								0,3	0,0
<i>Trichoderma viride</i>				1					0,0	0,3									0,0	0,0
Kolonie niezarodnikujące					1				0,3	0,0		1							0,0	0,3

**Zadanie 2. Ocena oddziaływania preparatów biologicznych (ProBio Emów) na plonowanie
wybranych odmian ziemniaka w systemie ekologicznym i integrowanym oraz
wybrane cechy jakościowe bulw.**

Badania z ziemniakiem, podobnie jak z pszenicą ozimą i jarą, prowadzono w układzie trzech czynników:

I czynnik: dwa stanowiska (systemy gospodarowania):

- **system ekologiczny** –ziemniak po pszenicy (nawożenie organiczne – kompost- 30 t/ha oraz międzyplon, nawozy fosforowe i potasowe dopuszczone do stosowania w rolnictwie ekologicznym, zwalczanie stonki preparatem *Nowodor* oraz zarazy preparatami miedziowymi) ;
- **system integrowany** – ziemniak po pszenicy (nawożenie organiczne – kompost- 30 t/ha oraz międzyplon, nawożenie NPK) oraz chemiczna ochrona przed chwastami, chorobami i szkodnikami dostosowana do potrzeb.

II czynnik: 8 odmian ziemniaka należących do różnych grup wczesności :

- Flaming, Viviana – bardzo wczesne
- Vineta , Eugenia - wczesne
- Finezja, Romula, średnio wczesne
- Gustaw- średnio późne
- Medea- późne

III czynnik: stosowanie preparatów ProBio Emów:

a) kontrola (bez preparatów biologicznych);

b) stosowanie preparatów biologicznych, obejmujące oprysk gleby, zaprawianie bulw oraz trzykrotne opryskiwanie ziemniaków w okresie wegetacji:

1. Oprysk gleby przed sadzeniem ziemniaków - EmaFarma Plus – 30 l/ha (28.04).
2. Zaprawianie bulw (moczenie) roztworem preparatu EmaFarma (10 litr preparatu/100 litrów wody (30.04).
3. Trzykrotny oprysk roślin ziemniaka w okresie wegetacji mieszanką preparatów (EmFarma Plus 10 l/ha + Ema5 – 2 l/ha) :a- przed zwarciem łanu – 08.06, b- 3 tygodnie po pierwszym zabiegu – 27. 06. i c - w pełni fazy kwitnienia – 12.07.

W warunkach korzystnego przebiegu pogody w 2012 r. w uprawie ekologicznej uzyskano zbliżonej wielkości plon bulw ziemniaka, w porównaniu do systemu integrowanego, w którym stosowano nawozy mineralne oraz systemiczne fungicydy i insektycydy (tab. 15). Korzystny przebieg pogody w 2012 r. ograniczał rozwój zarazy

ziemniaka oraz stonki ziemniaczanej i warunkach stosunkowo małej presji powodowanej przez te agrofagi preparaty stosowane w uprawie ekologicznej, czyli Nowodor do zwalczania stonki oraz preparaty miedziowe do zwalczania zarazy, wykazały zadawalającą skuteczność.

Rozbudowany system stosowania preparatów biologicznych, obejmujący szczepienie gleby, zaprawianie bulw oraz trzykrotne opryskiwanie roślin ziemniaka w okresie wegetacji, zwiększył plon bulw ziemniak w uprawie ekologicznej, średnio dla 8 uprawianych odmian, o około 7%. Odmiany bardzo wczesne i wczesne reagowały mniejszym przyrostem plonu na stosowanie preparatów biologicznych, natomiast przyrost plonu odmian późniejszych wynosił około 10%. W systemie integrowanej zastosowane preparaty biologiczne nie różnicowały plonu bulw ziemniaka.

Spośród porównywanych odmian szczególnie dużym przyrostem plonu na stosowanie preparatów biologicznych reagowały odmiany Finezja i Gustaw, ale tylko w uprawie ekologicznej.

Tabela 15

Wpływ stosowania preparatów biologicznych na plonowanie ziemniaka w uprawie ekologicznej i integrowanej

Odmiana	System gospodarowania				Średnio		
	ekologiczny		integrowany				
	Kontr.	EM	Kontr.	EM	Kontr.	EM	ogółem
Odmiany bardzo wczesne							
Flaming	31,0	33,5	32,3	32,8	31,6	33,1	32,3
Viviana	30,0	28,2	30,5	29,6	30,2	28,9	29,5
Średnio	30,5	30,8	31,4	31,2	30,9	31,0	30,9
Odmiany wczesne							
Vineta	31,1	32,0	31,1	27,1	31,1	29,5	30,3
Eugenia	28,6	32,2	27,3	30,4	27,9	31,3	29,6
Średnio	29,9	32,1	29,2	28,7	29,5	30,4	30,0
Odmiany średnio wczesne							
Finezja	33,8	38,4	48,9	46,4	41,3	42,4	41,9
Romula	26,2	28,5	33,2	31,5	29,7	30,0	29,9
Średnio	30,0	33,4	41,1	39,0	35,5	36,2	35,9
Odmiany średnio późne i późne							
Gustaw	29,9	34,3	33,3	32,0	31,6	33,1	32,3
Medea	36,3	38,0	35,2	37,8	35,7	37,9	36,8
Średnio	33,1	36,1	34,2	34,9	33,6	35,5	34,5
Ogółem	30,9	33,1	34,0	33,4	32,4	33,3	32,8

Ocena jakości handlowej bulw ziemniaka z uprawy ekologicznej. Jakość handlową bulw określano bezpośrednio po zbiorze roślin oceniając strukturę plonu, czyli udział bulw różnej

wielkości oraz występowanie wad zewnętrznych i wewnętrznych bulw, takich jak : porażenie parchem zwykłym i ospowatością, deformację, spękania, zazielenienia, uszkodzenia przez szkodniki, rdzawa plamistość miąższu i pustowatość serc.

Zastosowane efektywne mikroorganizmy wpłynęły w sposób istotny na wielkość plonu bulw z uprawy ekologicznej oraz jego strukturę. Udział bulw najmniejszych, to jest o średnicy do 35 mm zmniejszył się, a udział bulw dużych (o średnicy powyżej 60 mm) wzrósł z 23 do 32 % (tab. 16).

Podobne zależności odnotowano w przypadku plonu poszczególnych frakcji bulw (tab. 17). Istotnych różnic nie stwierdzono tylko w przypadku plonu bulw średnich. Mniejszy udział tej frakcji bulw i większy plon ogólny spowodowały, że plon tej frakcji pozostawał na zbliżonym poziomie. Średnia masa 1 bulwy wzrosła pod wpływem zastosowanych preparatów biologicznych o ponad 10 %.

Tabela 16.

Struktura plonu bulw (średnio dla 8 odmian)

Kombinacja	Plon ogólny (t/ha)	Udział (%) frakcji bulw o średnicy		
		małe (< 35 mm)	średnie (35- 60 mm)	duże(> 60 mm)
EM	33,2	0,6	67,2	32,2
Kontrola	30,9	1,1	75,9	23,0
NIR	1,6	0,4	5,3	5,1
Różnica (%)	6,9	45	- 11,5	28,6

Tabela 17.

Plon bulw poszczególnych frakcji (t/ha) - średnio dla 8 odmian

Kombinacja	Plon bulw małych (< 35 mm)	Plon bulw średnich (35- 60 mm)	Plon bulw dużych (>60 mm)	Średnia masa 1 bulwy (g)
EM	0,2	22,4	10,6	115,0
Kontrola	0,33	23,2	7,3	102,6
NIR	0,13	-	1,9	6,3
Różnica (%)	- 39,5	- 3,4	31,1	10,8

Tabela 18.

Udział (%) różnych frakcji bulw ziemniaka w zależności od odmiany i stosowania preparatów biologicznych

Odmiana	Udział bulw małych <35 mm		Udział bulw średnich (35-60)		Udział bulw dużych (>60 mm)	
	EM	Kontrola	EM	Kontrola	EM	Kontrola
Flaming	0,8	1,7	90	89,9	9,7	8,5
Viviana	1,8	1,6	82,0	86,9	15,5	11,5
Eugenia	1,7	4,3	82,6	87,0	15,7	8,7
Vineta	0,1	0,4	55,0	54,2	44,9	45,4
Finezja	0,3	0,1	48,2	69,4	51,9	30,5
Romula	0,2	0,6	53,0	73,2	46,8	25,9
Gustaw	0,2	0,4	69,1	83,1	30,6	16,5
Medea	0	0	64,1	63,2	35,9	36,8
Średnio	0,6	1,1	67,2	75,9	32,1	23,0
NIR	0,4		5,3		5,1	

Tabela 19.

Plon (t/ha) bulw poszczególnych frakcji w zależności od odmiany i stosowania preparatów biologicznych

Odmiana	Plon bulw małych <35 mm		Plon bulw średnich (35-60)		Plon bulw dużych (>60 mm)		Średnia masa 1 bulwy (g)	
	EM	Kontrola	EM	Kontrola	EM	Kontrola	EM	Kontrola
Flaming	0,3	0,5	30,1	27,8	3,1	2,7	110,8	87,4
Viviana	0,5	0,5	23,3	25,8	4,4	3,4	87,6	85,7
Eugenia	0,5	0,5	26,6	24,9	5,1	2,5	99,4	79,8
Vineta	0	0,1	17,5	16,9	14,5	14,2	113,7	101,9
Finezja	0,1	0	18,6	23,4	19,7	10,3	157,3	131,7
Romula	0,1	0,2	14,8	19,3	13,6	6,8	124,0	94,3
Gustaw	0,1	0,1	23,7	24,7	10,5	5,0	120,0	106,5
Medea	0	0	24,1	22,9	13,9	13,4	136,6	130,3
Średnio	0,2	0,33	22,4	23,2	10,6	7,3	115,0	102,6
NIR	0,13		-		1,9		6,3	

Udział bulw małych w plonie, niezależnie od odmiany był znikomy, gdyż stanowiły one średnio około 1% plonu, a jedynie w przypadku odmian wczesnych wielkość ta

dochodziła do 2-4% (tab. 18). Z kolei udział bulw dużych istotnie zależał od odmiany, a głównie jej wczesności oraz od stosowania preparatów biologicznych. W przypadku odmian bardzo wczesnych i wczesnych udział bulw dużych wynosił od 10 do 15%, a jedynie odmiana Vineta wyróżniała się większym udziałem tej frakcji bulw. U odmian późniejszych bulwy duże stanowiły już 30-50% plonu.

Stosowanie preparatów biologicznych, niezależnie od odmiany, zwiększało udział bulw dużych plonie, a szczególnie duże różnice stwierdzono dla odmian: Eugenia, Finezja, Romula i Gustaw. Stosowanie tych preparatów istotnie zwiększyło plon pojedynczej bulwy ziemniaka, średnio o 12 % (tab. 19). W przypadku poszczególnych odmian różnica ta wahała się od 2% dla odmiany Viviana do 32% dla odmiany Romula.

Zastosowane preparaty biologiczne w istotny sposób ograniczyły występowanie parcha zwykłego i rdzawej plamistości miąższu bulw ziemniaka, które zalicza się do poważniejszych wad bulw (tab. 20). Negatywny wpływ tych preparatów odnotowano w przypadku ospowatości, będącej jednym z objawów rizoktoniozy. Ta wada skórki (czarne sklerocja) nie ma jednak większego znaczenia. W przypadku pozostałych wad bulw, to jest: deformacji, spękań, bulw zielonych, uszkodzeń przez szkodniki, pustowatości serc nie odnotowano istotnych różnic pomiędzy porównywanymi obiektami (tab. 20).

Tabela 20.

Udział bulw (%), średnio dla wszystkich odmian, z wadami
zewnątrznymi i wewnętrznymi

Wada bulw	EM	Kontrola	NIR
Parch zwykły (%)	17,1	11,7	3,7
Ospowatość (%)	16,4	10,0	4,2
Deformacje (%)	8,2	6,7	-
Spękania (%)	3,7	4,0	-
Bulwy zielone (%)	4,0	4,7	-
Uszkodzenia przez szkodniki (%)	0,9	0,7	-
Rdzawość miąższu (szt /20 bulw dużych)	0,6	1,4	0,7
Pustowatość (szt / 20 bulw dużych)	0	0,1	-

Badane odmiany różniły się udziałem poszczególnych wad bulw. Największe porażenie parchem wystąpiło u odmiany Medea w przeciwieństwie do odmian Vineta i Eugenia. Najwięcej bulw z ospowatością stwierdzono u odmian Romula, Viviana i Gustaw. U odmiany Eugenia zanotowano najwięcej bulw zdeformowanych. Najwyższy procent bulw

spękanych i zielonych miała odmiana Finezja. Odmianą najbardziej uszkodzoną przez szkodniki była odmiana Viviana. Rdzawa plamistość miąższu wystąpiła tylko u dwóch odmian (Eugenia i Medea), a pustowatość serc tylko u odmiany Vineta (tab. 21).

Tabela 21.

Wpływ stosowania preparatów biologicznych na występowanie wad zewnętrznych i wewnętrznych badanych odmian ziemniaka

Odmiana	Komb.	Parch	Ospowatość	Defor macje	Spę kania	Bulwy zielone	Szko dniki	Rdza wość	Pusto watość
Flaming	EM	16,6	8,0	11,5	0	0,3	0,5	0	0
	Kontr	18,4	4,2	7,9	1,8	0,2	2,5	0	0
	Średnio	17,5	6,1	9,7	0,9	0,3	1,8	0	0
Viviana	EM	18,4	27,9	4,2	1,9	1,9	1,9	0	0
	Kontr	20,0	11,6	2,9	6,6	3,7	3,7	0	0
	Średnio	19,2	19,8	3,6	4,3	2,8	2,2	0	0
Eugenia	EM	3,2	11,5	14,2	0	8	0,7	4	0
	Kontr	6,4	14,0	11,4	0	13	0,7	8	0
	Średnio	4,8	12,7	12,8	0	10,4	0,7	6	0
Vineta	EM	2,2	6,5	3,4	5,5	4,0	1,0	0	0
	Kontr	5,3	5,7	3,3	1,3	4,0	0,5	0	2
	Średnio	3,7	6,1	3,4	3,4	4,0	0,7	0	1
Finezja	EM	3,6	11,7	10,6	9,2	5,3	0	0	0
	Kontr	13,2	5,2	7,9	5,4	11,1	0	0	0
	Średnio	8,4	8,5	9,2	7,3	8,1	0	0	0
Romula	EM	13,9	21,3	6,1	4,8	8,6	0,5	0	0
	Kontr	17,3	18,6	2,6	8,7	3,4	1,5	0	0
	Średnio	15,6	19,9	4,3	6,8	4,3	0,9	0	0
Gustaw	EM	17,9	17,5	6,4	3,4	5,2	0,6	0	0
	Kontr	24,4	20,9	3,7	5,8	2,2	0	0	0
	Średnio	21,1	19,2	5,0	4,6	4,6	0,3	0	0
Medea	EM	18,4	26,1	9,1	4,9	0,3	0	0	0
	Kontr	32,4	0	14,0	4,7	0,4	0	2,8	0
	Średnio	25,4	13,1	11,5	4,8	0,4	0	1,5	0

W przypadku większości cech nie stwierdzono współdziałania odmian z kombinacjami. Największe ograniczenie parcha pod wpływem EM uzyskano u odmian Finezja i Medea. Rdzawa plamistość miąższu została zredukowana u odmiany Eugenia pod wpływem zastosowanych preparatów biologicznych o 100%. Największy wzrost porażenia ospowatością pod wpływem EM zaobserwowano u odmian Medea, Flaming, Viviana (tab. 21).

Podsumowując, należy stwierdzić, że stosowanie preparatów biologicznych w uprawie ekologicznej zwiększyło plon ziemniaka, średnio dla 8 odmian, o około 7%. Reakcja odmian bardzo wczesnych i wczesnych na ten zabieg była mała, natomiast przyrost plonu odmian późniejszych wynosił około 10%. Przyrost plonu był przede wszystkim efektem wzrostu i udziału frakcji bulw dużych oraz przeciętnej masy pojedynczej bulwy. Nie stwierdzono natomiast wpływu tych preparatów na plonowanie ziemniak w uprawie integrowanej, gdzie stosowano nawozy mineralne i ochronę ziemniaka przed chorobami i szkodnikami. Odnotowano pozytywne oddziaływanie tych preparatów na ograniczenie występowania niektórych wad bulw, a w szczególności parcha zwykłego i rdzawej plamistości miąższu.

Zadanie 3. Ocena oddziaływania preparatów biologicznych (ProBio Emów) na plonowanie kukurydzy zbieranej na kiszonkę w systemie ekologicznym i integrowanym.

Kukurydza jest uprawiana na tych samych polach płodozmianowych co ziemniak (pola dzielone): w systemie ekologicznym i integrowanym.

Badania z kukurydzą prowadzono w układzie dwu czynnikowym:

I czynnik: dwa stanowiska (systemy gospodarowania):

- **system ekologiczny** –kukurydza po pszenicy (nawożenie organiczne – kompost- 30 t/ha oraz międzyplon, nawozy fosforowe i potasowe dopuszczone do stosowania w rolnictwie ekologicznym;
- **system integrowany** – kukurydza po pszenicy (nawożenie organiczne – kompost- 30 t/ha oraz międzyplon), nawożenie NPK oraz chemiczna ochrona przed chwastami i szkodnikami dostosowana do potrzeb.

II czynnik: stosowanie preparatów ProBio Emów:

- kontrola (bez stosowania preparatów biologicznych);
- stosowanie preparatów biologicznych EM, obejmujące oprysk gleby oraz dwukrotne opryskiwanie kukurydzy w okresie wegetacji:(oprysk gleby przed siewem kukurydzy - EmaFarma Plus – 30 l/ha, pierwszy oprysk w fazie 5 – 6 liści kukurydzy (EmFarma Plus 10 l/ha + Ema5 – 2 l/ha, drugi oprysk w fazie 14-16 liści (wysokość łanu kukurydzy około 60 cm) -(EmFarma Plus 10 l/ha + Ema5 – 2 l/ha).

Tabela 22.

Wpływ stosowania preparatów biologicznych na plon kukurydzy w systemie ekologicznym i integrowanym

Wyszczególnienie	System ekologiczny		System integrowany	
	kontrola	EM	kontrola	EM
Plon zielonej masy t/ha	48,5	55,1	61,8	60,1
Zawartość suchej masy w całych roślinach (%)	33,6	31,6	32,8	32,5
Plon suchej masy t/ha	16,2	17,4	20,3	19,6
Udział kolb w plonie s.m. (%)	57,3	56,2	60,8	59,7

Wyniki zestawione w tabeli 22 wskazują, że stosowanie preparatów biologicznych zależało od systemu gospodarowania. W systemie ekologicznym uzyskano pod wpływem ich działania około 7% wzrost plonu suchej masy, natomiast w uprawie integrowanej preparaty te nie różnicowały plonu. Również jakość plonu określana na podstawie udziału kolb i ziarna w plonie nie ulegała pod ich wpływem zróżnicowaniu.

Aktywność enzymatyczna gleby. Przeprowadzone badania dotyczą dwóch ważnych grup enzymów, tj. fosfataz - kwaśnej i zasadowej, które uczestniczą w przemianach fosforu w glebie oraz dehydrogenazy, świadczącej o aktywności i liczebności mikroorganizmów glebowych.

Próbki gleby do badań pobierano z warstwy ornej (0-20 cm) z trzech różnych miejsc na powierzchni pól spod wczesne (Flaming) i średnio późnej odmiany ziemniaka (Gustwa), z obiektu kontrolnego i traktowanego preparatami biologicznymi. W laboratorium próbki gleby przesiano przez sita 2 mm i następnego dnia wykonano oznaczenia. Aktywność wymienionych enzymów oznaczono powszechnie używanymi metodami, w których substratem dla fosfataz był fosforan *para*-nitrofenolu, a dla dehydrogenazy chlorek tetrazoliowy (TTC).

Uzyskane wyniki wskazują, że aktywności badanych enzymów były podobne we wszystkich próbkach badanej gleby (tab. 23). Niewielkie różnice stwierdzono tylko w przypadku enzymu dehydrogenaza, którego aktywność była większa w glebie obiektu kontrolnego niż w glebie obiektu traktowanego preparatami biologicznymi. Aktywność enzymu fosfataza kwaśna była nieznacznie większa w glebie pod wczesną odmianą ziemniaka (Eugenia) z preparatami biologicznymi, natomiast pod późną odmianą ziemniaka (Gustaw) zależności takiej nie stwierdzono.

Tabela 23.

Aktywność enzymatyczna gleby w końcu fazy kwitnienia ziemniaka

Obiekt	Aktywność fosfatazy kwaśnej μg PNP/1g s.m.	Aktywność fosfatazy zasadowej μg PNP/1g s.m.	Dehydrogenaza μg formazanu/g s.m. gleby
Odm. Flaming			
1. EM	139*	66	166
2. EM	134	48	142
3. EM	125	49	140
4. 0	120	64	146
5. 0	117	67	175
6. 0	119	67	169
Odm. Gustaw			
7. EM	118	49	122
8. EM	112	45	118
9. EM	112	43	118
10. 0	122	39	134
11. 0	116	48	134
12. 0	115	47	116

* Każdy z podanych wyników jest średnią z 3 powtórzeń (nawážek gleby)

Podsumowanie.

Badania na ten temat podjęto w 2012 r. na wyraźne zapotrzebowanie praktyki rolniczej zgłaszane podczas licznych szkoleń i seminariów a także w formie pytań kierowanych bezpośrednio przez rolników do IUNG.

Uzyskane wyniki nie upoważniają do formułowania zaleceń i uogólnień o charakterze praktycznym, ponieważ w 2012r. nie uzyskano jednoznacznych wyników, a ponadto są to wyniki tylko jednorocznych doświadczeń.

W systemie ekologicznym nawet trzykrotny oprysk łanu pszenicy jarej preparatem **EmFarma Plus** nie różnicował plonu ziarna, żadnej z czterech porównywanych odmian. Stosowanie preparatów biologicznych nieco obniżało nasilenie chorób grzybowych na liściach pszenicy, jednak nie skutkowało to wzrostem plonów, gdyż w uprawie ekologicznej presja tej grupy patogenów była zbyt duża i częściowe ograniczenie ich nasilenia nie zapewniało istotnego wzrostu plonu.

Uzyskano natomiast istotny (o 0,51 t/ha – średnio dla 4 odmian) przyrost plonu ziarna pod wpływem preparatów biologicznych (EmFarma Plus) pszenicy wysiewanej w monokulturze (od 1992r.). Na tym obiekcie odnotowano wzrost zwartości łanu oraz lepsze

wypełnienie ziarna, a w konsekwencji większy plon po dwukrotnym zastosowaniu preparatu (EmFarma Plus).

Nie stwierdzono również istotnego wpływu preparatów biologicznych na zasiedlanie ziarna pszenicy jarej przez grzyby z rodzaju *Fusarium* oraz zagrożenie mykotoksynami, tak w uprawie ekologicznej jak i konwencjonalnej.

Stosowanie preparatów biologicznych w uprawie ziemniaka (opryskiwanie gleby, zaprawianie sadzeniaków oraz 3 opryski roślin w okresie wegetacji) zwiększyło plon bulw w uprawie ekologicznej średnio o około 7%, dla 8 porównywanych odmian. Reakcja odmian bardzo wczesnych i wczesnych na ten zabieg była mała, natomiast przyrost plonu odmian późniejszych wynosił około 10%. Przyrost plonu był przede wszystkim efektem wzrostu udziału frakcji bulw dużych oraz przeciętnej masy pojedynczej bulwy. Odnotowano także pozytywne oddziaływanie tych preparatów na ograniczenie występowania niektórych wad bulw, a w szczególności parcha zwykłego i rdzawej plamistości miąższu ziemniaka.

W przypadku kukurydzy zbieranej na kiszonkę w systemie ekologicznym stosowanie preparatów biologicznych (opryskiwanie gleby i dwukrotny oprysk roślin w okresie wegetacji) zwiększyło plon suchej masy o około 10%, średnio dla 4 uprawianych odmian.

Nie stwierdzono natomiast wpływu tych preparatów na plonowanie ziemniaka ani kukurydzy w uprawie integrowanej, gdzie stosowano nawozy mineralne i chemiczną ochronę roślin przed chorobami i szkodnikami.

Z uwagi na jednoroczne badania a także niejednoznaczne ich wyniki nie kwalifikują się one do przekazania praktyce rolniczej.

Wykonawca tematu

Prof. dr hab. Jan Kuś

Literatura

1. Compant S., Duffy B., Nowak J., Clement Ch., Barka A.: Use of plant growth-promoting bacteria for biocontrol of plant diseases: principles, mechanisms of action, and future prospects. *Appl. Environ. Microbiol.* **71**, 4951–4959 (2005).
2. Condor A.F., Perez P.G., Lokare Ch.: Effective Microorganisms: Myth or reality *Rev. Peru. Biol.*, 315–320 (2006) <http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVrevistas/biologia/14n2/pdf>.
3. Czaban J., Wróblewska B.: Microbial transformation of cadmium in two soils differing in organic matter content and texture. *Pol. J. Environ. Stud.* **14**, 727–737 (2005).
4. Fałtyn U., Miszkiele T.: Wpływ efektywnych mikroorganizmów (EMR) na zdolność kiełkowania ziarna pszenicy jarej. *Zesz.Nauk. Uniw. Przyrod. Wrocław, Rolnictwo*, **568**, 31–35 (2008).
5. Higa T.: Rewolucja w ochronie naszej planety. Fundacja – Rozwój SGGW, Warszawa, 2003, s. 1–152.

6. Kandele E., Murer E.: Aggregate stability and soil microbial processes in a soil with different cultivation. *Geoderma*, **56**, 503–513 (1993).
7. Kobus J., Czaban J., Gajda A., Masiak D., Książniak A.: Wheat rhizosphere microflora and its effect on plant nutrition and some pathogenic fungi. Part I. Changes of rhizobacterial populations with development of winter wheat. *Rocz. Glebozn.* **44**, 45–53 (1993).
8. Kucharski J., Jastrzębska E.: Rola efektywnych mikroorganizmów w kształtowaniu właściwości mikrobiologicznych gleby. *Inżynieria Ekologiczna*, **12**, 295–296 (2005).
9. Kurek E., Kobus J.: Korzystne i szkodliwe oddziaływanie mikroflory ryzosferowej na wzrost roślin. *Post. Mikrobiol.* **29**, 103–123 (1990).
10. Kuś J., Jończyk K.: Rozwój rolnictwa ekologicznego w Polsce. *J. Res. Appl. Agricult. Eng.* **54**, 178–182 (2009).
11. Lipa J., Pruszyński S.: Stan wykorzystania metod biologicznych w ochronie roślin w Polsce i na świecie. *Prog. Pl. Prot./Post. Ochr. Roślin*, **50**, 1033–1043 (2010).
12. Lynch J.M.: Resilience of the rhizosphere to anthropogenic disturbance. *Biodegradation*, **13**, 21–27 (2002).
13. Mańka M.: Stan i perspektywy biologicznej ochrony drzew przed chorobami w leśnictwie. *Prog. Pl. Prot./Post. Ochr. Roślin*, **50**, 1089–1094 (2010).
14. Martyniuk S.: Systemy biologicznego wiązania azotu. *Nawozy i Nawożenie/Fertilizers and Fertilization*, **1**, 264–277 (2002).
15. Martyniuk S., Oroń J., Martyniuk M.: Diversity and numbers of root-nodule bacteria (rhizobia) in Polish soils. *Acta. Soc. Bot. Polon.* **74**, 83–86 (2005).
16. Mayer J., Scheid S., Oberholzer H-R.: How effective are “Effective microorganisms”? Results from an organic farming field experiment. (w) 16th JFOAM Organic World Congress, Modena, Italy, 2008, s. 40–43. <http://orgprints.org/>.
17. Okorski A., Majchrzak B.: Grzyby zasiedlające nasiona grochu siewnego po zastosowaniu preparatu mikrobiologicznego EM 1. *Prog. Pl. Prot./Post. Ochr. Roślin*, **48**, 1315–1318 (2008).
18. Piskier T.: Reakcja pszenicy jarej na stosowanie biostymulatorów i absorbentów glebowych. *J. Res. Appl. Agrict. Eng.* **51**, 136–138 (2006).
19. Sulewska H., Ptaszyńska G.: Reakcja kukurydzy uprawianej na ziarno na stosowanie preparatów mikrobiologicznych. *Pam. Puł.* **140**, 271–285 (2005).
20. Tomalak M.: Rejestracja biologicznych środków ochrony roślin w Europie – nowe perspektywy. *Prog. Pl. Prot./Post. Ochr. Roślin*, **47**, 233–240 (2007).
21. Tomalak M., Sosnowska D., Lipa J.J.: Tendencje rozwoju metod biologicznych w ochronie roślin. *Prog. Pl. Prot./Post. Ochr. Roślin*, **50**, 1650–1660 (2010).
22. Tompson J.A.: Legume inoculant production and control. (w) Report on expert consultation on legume inoculants production and control, FAO, Rome, Italy, 1991 s. 15–32.
23. Van Vliet P.C.J., Bloem J., de Goede R.G.M.: Microbial diversity, nitrogen loss and grass production after addition of Effective Microorganisms (EM) to slurry manure. *Appl. Soil Ecol.* **32**, 188–198 (2006).
24. Wielgosz E., Dziamba Sz., Dziamba J.: Effect of application of EM spraying on the populations and activity of soil microorganisms occurring in the root zone of spring barley. *Pol. J. Soil Sci.* **43**, 65–72 (2010).
25. <http://www.emy.com.pl/mikroorganizmy>
26. <http://www.emgreen.pl>
27. <http://www.probiotics.pl>

