



Instytut Ochrony Roślin - Państwowy Instytut Badawczy w Poznaniu

UPRAWY POŁOWE METODAMI EKOLOGICZNYMI:

BADANIA W ZAKRESIE INNOWACYJNYCH ROZWIĄZAŃ PRZY EKOLOGICZNEJ UPRAWIE ROŚLIN POŁOWYCH

Podzadanie I: *Innowacyjne zastosowanie związków potasu w uprawie ziemniaka w systemie ekologicznym.*

Kierownik: dr hab. Jolanta Kowalska, prof. IOR - PIB, Wykonawcy: dr hab. inż. Dorota Remlein-Starosta, dr Dariusz Drożdżyński, dr Marcin Grobela, dr Rafał Motała, mgr Tadeusz Hłyń, Lidia Łopatka, Rafał Nowaczyk, Hanna Ratajczak

Podzadanie II: *Wykorzystanie potencjału mikroorganizmów oraz określenie warunków ich stosowania w innowacyjnej strategii ochrony ekologicznej uprawy ziemniaka.*

Kierownik: dr hab. Jolanta Kowalska, prof. IOR - PIB, Wykonawcy: dr hab. inż. Dorota Remlein-Starosta, dr Dariusz Drożdżyński, dr Magdalena Jakubowska, mgr Katarzyna Nijak, Lidia Łopatka, mgr Elżbieta Dryjańska

Zrealizowano na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 30. maja 2016r.
HORre-msz-078/22/16 (244).

Pełniący obowiązki
DYREKTORA
Sosnowska
prof. dr hab. Danuta Sosnowska

Podzadanie I

Innowacyjne zastosowanie związków potasu w uprawie ziemniaka w systemie ekologicznym.

Wstęp i cel badań

Jednym z najistotniejszych makroelementów obecnym w glebie niezbędnym dla prawidłowego rozwoju roślin jest potas. Większość roślin uprawnych pobiera więcej potasu aniżeli azotu. Pierwiastek ten odgrywa kluczową rolę w szeregu różnych procesów metabolicznych oraz aktywacji enzymów w trakcie wegetacji rośliny. Dostępność jonów potasu K⁺ dla roślin, pomimo powszechności występowania w przyrodzie, jest silnie ograniczona ze względu na występowanie około 90% zasobów tego pierwiastka w formach nieprzyswajalnych bezpośrednio przez roślinę. Związki potasu są kluczowe dla kształtowania plonu, kontrolują ilość i szybkość produkcji asymilatów i wpływają na biomasa roślinną w krytycznych fazach wzrostu. Ponadto **potas podnosi również odporność roślin na stresy zarówno biotyczne i abiotyczne (w tym na suszę)**, jest odpowiedzialny za gospodarkę wodną rośliny. Wspomaga również **naturalną obronę roślin**, w tym ziemniaków, przed zagrażającymi im patogenami takimi jak *Phytophthora infestans*, *Alternaria* spp.

Projekt dotyczył zastosowania soli potasowych w celu wzmocnienia kondycji i odporności ziemniaka przeciwko zagrożeniu ze strony *P. infestans* i innych patogenów. Ziemniak jest uważany za roślinę potasolubną w związku z tym należy mu dostarczyć znaczne ilości tego składnika. **Celem szczegółowym było zatem określenie strategii stosowania związków potasu w celu poprawy dobrostanu roślin.**

Metody wykonania podzadania

Badania polowe wykonano w Polowej Stacji Doświadczalnej (PSD) IOR-PIB w Winnej Górze, gdzie znajdują się certyfikowane przez Jednostkę Certyfikującą „Agrobiotest” pola ekologiczne oraz w prywatnym gospodarstwie ekologicznym w Dąbrowie. Badania obejmowały odmiany Denar, Irga i Lord. Potas aplikowano jako ekologiczny nawóz potasowy Kalisop w formie siarczanu potasu. Zaplanowano kilka czynników badawczych – 1) doglebowa aplikacja nawozu potasowego lub jej brak, 2) nalistna lub jej brak aplikacja nawozu potasowego w formie dawek dzielonych (4 zabiegi lub 6) w odstępie 7-10 dni, 3) zabiegi ze środkiem ochrony roślin opartym na związkach miedzi dozwolonym dla upraw ekologicznych (do 3 kg czystej miedzi/ha) - dawka ta jest rekomendowana przez IFOAM i równocześnie wpisuje się w europejskie trendy ograniczania wpływu miedzi na środowisko, 4) kontrola bezwzględna. Maksymalna dawka nawozu Kalisop wynosiła 300 kg/ha/sezon, w zależności od kombinacji dawki nawozu były dzielone, np. doglebowo 140 kg/ha i 4 zabiegi nalistne w dawce 40kg/ha lub 6 zabiegów, każdy w dawce 50 kg/ha. Pierwszy zabieg w dąbrowie z nawozem wykonano 02.06, a ostatni 25.07.2016r. W Winnej Górze wykonano go 07.06., a ostatni 13.07. 2016r.

Efektywność zabiegów oceniano poprzez ocenę stopnia procentowego porażenia przez patogeny roślin ziemniaka w zależności od kombinacji doświadczenia. W każdej kombinacji oznakowano 15 roślin, które systematycznie oceniano. Jedna kombinacja obejmowała 6 redlin, o dł. 50 m. Układ doświadczeń powtórzono trzykrotnie. Brak występowania patogena *P. infestans* oraz obecność *Alternaria* spp. na polu w Dąbrowie potwierdzono w laboratorium w dn. 23.06. Obserwacje rozpoczęto od wystąpienia objawów chorób (13.07) i kontynuowano w jednodziennych odstępach czasu do momentu zaschnięcia roślin w obu lokalizacjach (02.08). W Winnej Górze (WG) pierwsza ocena wykonano została 19.07, a druga i jednocześnie ostatnia 26.07 (z uwagi na b. wysoki procent zasychania roślin).

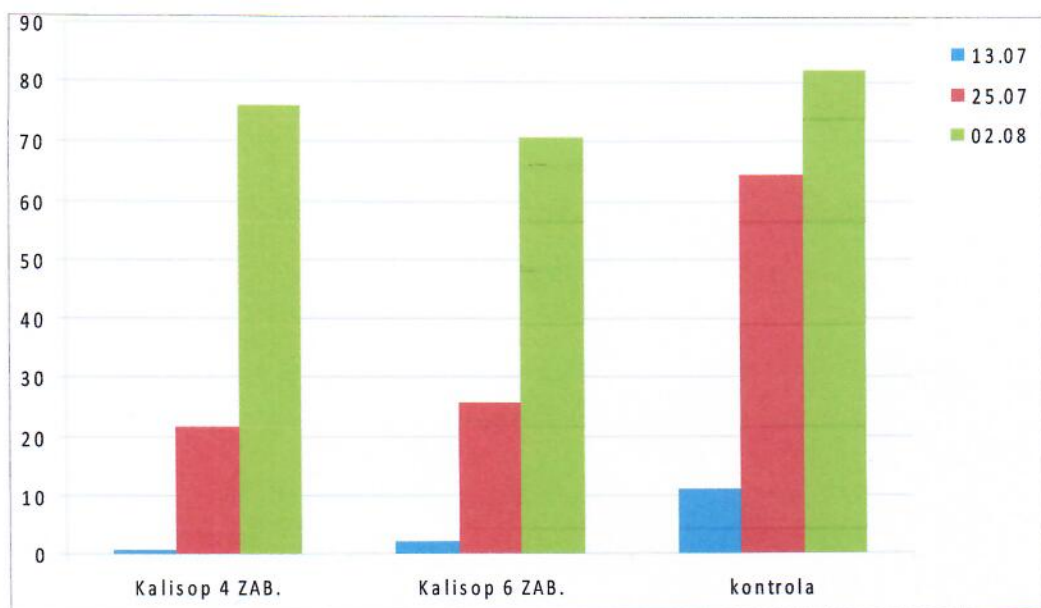
Do badań włączono analizy laboratoryjne zawartości azotu, potasu i węgla w materiale roślinnym i w glebie – materiał pobierano z obu lokalizacji w kilku terminach - przed rozpoczęciem doświadczeń i w trakcie ich realizacji.

W ramach oceny wpływu nalistnych zabiegów z nawozem potasowym wykonano badania bioróżnorodności, w ramach których oceniono obecności biedronek oraz głównie wielkość i różnorodność owadów biegaczowatych na powierzchniach doświadczalnych. Ocena wielkości plonu jest końcowym elementem badań.

Wyniki

I lokalizacja - gospodarstwo w Dąbrowie

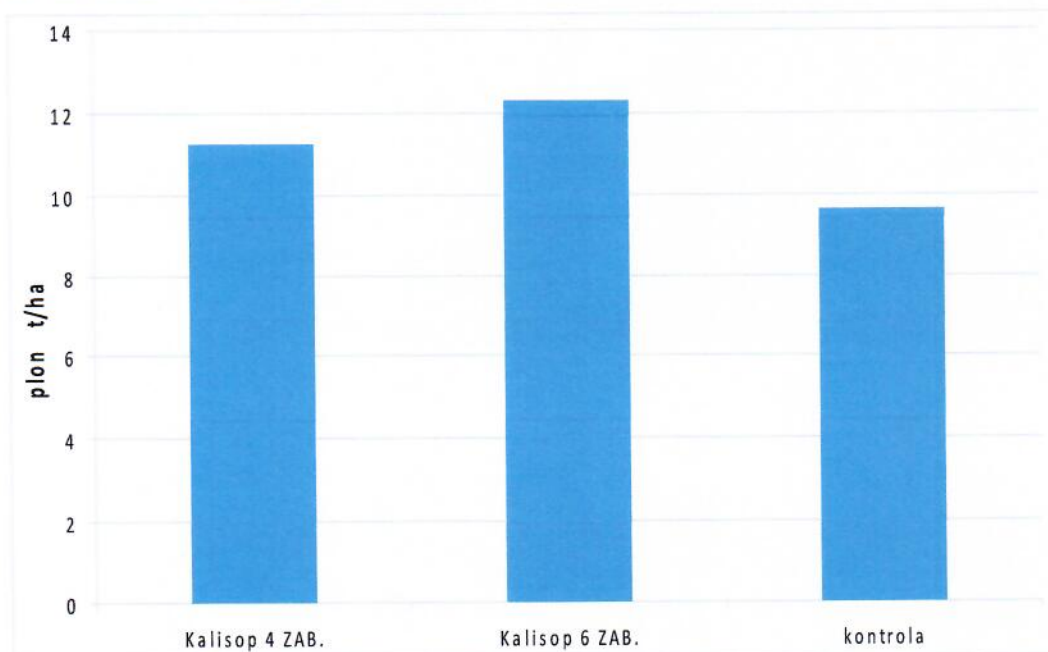
Z uwagi, że możliwość rozpoczęcia badań w prywatnym gospodarstwie pojawiła się dopiero po 30.maja, kiedy ziemniaki były już posadzone, dlatego w ramach kombinacji doświadczeń uwzględniono jedynie nalistne stosowanie nawozu potasu. Badania obejmowały dwie odmiany Irgę i Denar. Wschody zanotowano 16. maja. Objawy porażenia zarazą ziemniaka na odm. Irga (Dąbrowa) przedstawiono na rys 1.



Rys.1. Średnie zasuszenie roślin ziemniaka (**Irga**) w wyniku porażenia *Aletnaria* spp. i przez *P. infestans* w zależności od liczby nalistnych zabiegów z nawozem Kalisop.

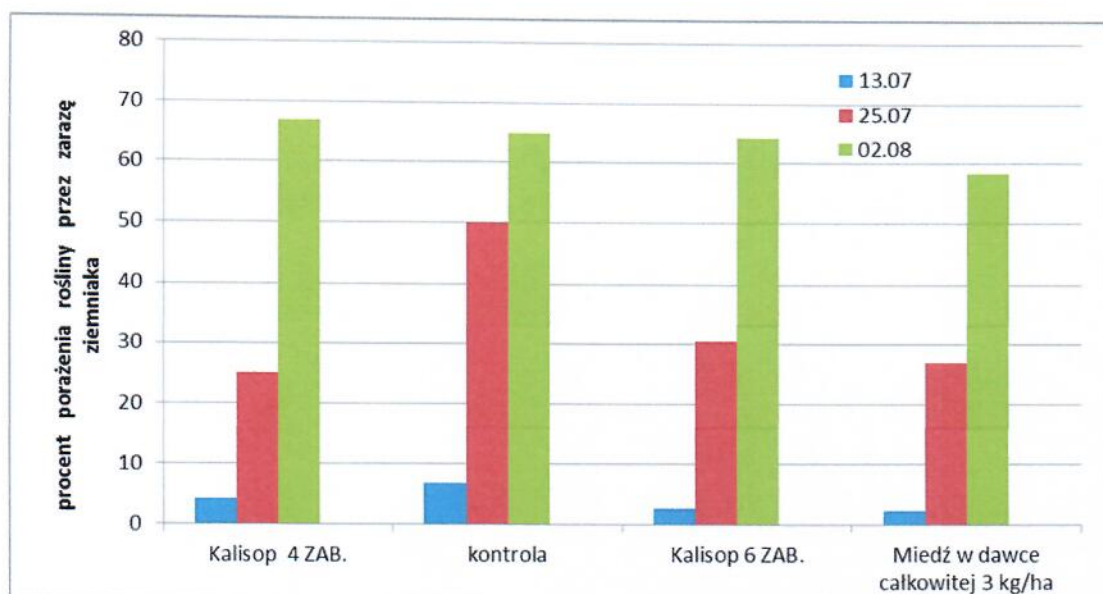
Różnice obserwowano jedynie do momentu drugiej oceny (25.07), w komb. kontrolnej rośliny były silniej porażone i wykazywały objawy zasychania (ponad 60%). W trakcie trzeciej oceny (02.08) wszystkie oceniane rośliny były zaschnięte w stopniu podobnym (od 70-82%). Różnice pomiędzy zabiegami i porażenia wzrastają z czasem. Brak istotnej różnicy w interakcji Zabieg:Czas oznacza, że zmiany te zachodzą w takim samym tempie.

Plon zilustrowano na rys.2 i kształtował się w zakresie 9,6 -12,3 t/ha, nie potwierdzono znaczących różnic, jedynie tendencję obniżenia plonu w kombinacji kontrolnej.



Rys.2. Plon odm. Irga w zależności od liczby nalistnych zabiegów z nawozem Kalisop.

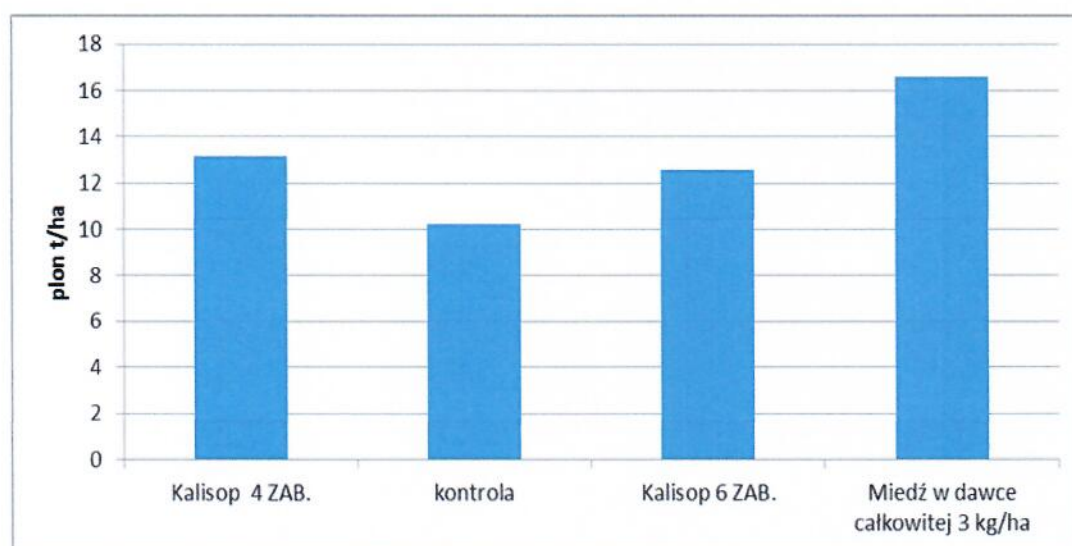
W gospodarstwie prywatnym wykonano badania także na drugiej odmianie **Denar**. Średni procent jest porażenia i zasychania przedstawiono na rys. 3.



Rys.3. Średnie zasuszenie roślin ziemniaka (**Denar**) w wyniku porażenia przez *Alternaria* spp. i *P. infestans* w zależności od zabiegów i terminu obserwacji

Podczas drugiej oceny niższe porażenie roślin obserwowano we wszystkich kombinacjach zabiegowych w porównaniu do kontroli. Podczas obserwacji w dn. 02.08 obserwowano najniższy stopień zasychania roślin jedynie w kombinacji z zabiegami z miedzią. Stwierdzono różnice w procencie zasychania roślin (od 58 -67%). Statystycznie istotne były one jedynie dla interakcji zabiegów - Kalisop 4ZAB*kontrola oraz Kalisop 6ZAB*kontrola. Istotne różnice w przypadku interakcji Zabieg:Czas oznaczają, że zmiany zachodzą w różnym tempie w zależności od zabiegu.

Plon odm. Denar zilustrowano na rys.4 i kształtował się w zakresie 10,2 – 16,6 t/ha, najniższy zanotowano w kontroli (10,25t/ha), najwyższy w komb. po zabiegach z miedzią (16,6t/ha), nie stwierdzono znaczących różnic w zależności od liczby zabiegów z nawozem Kalisop.

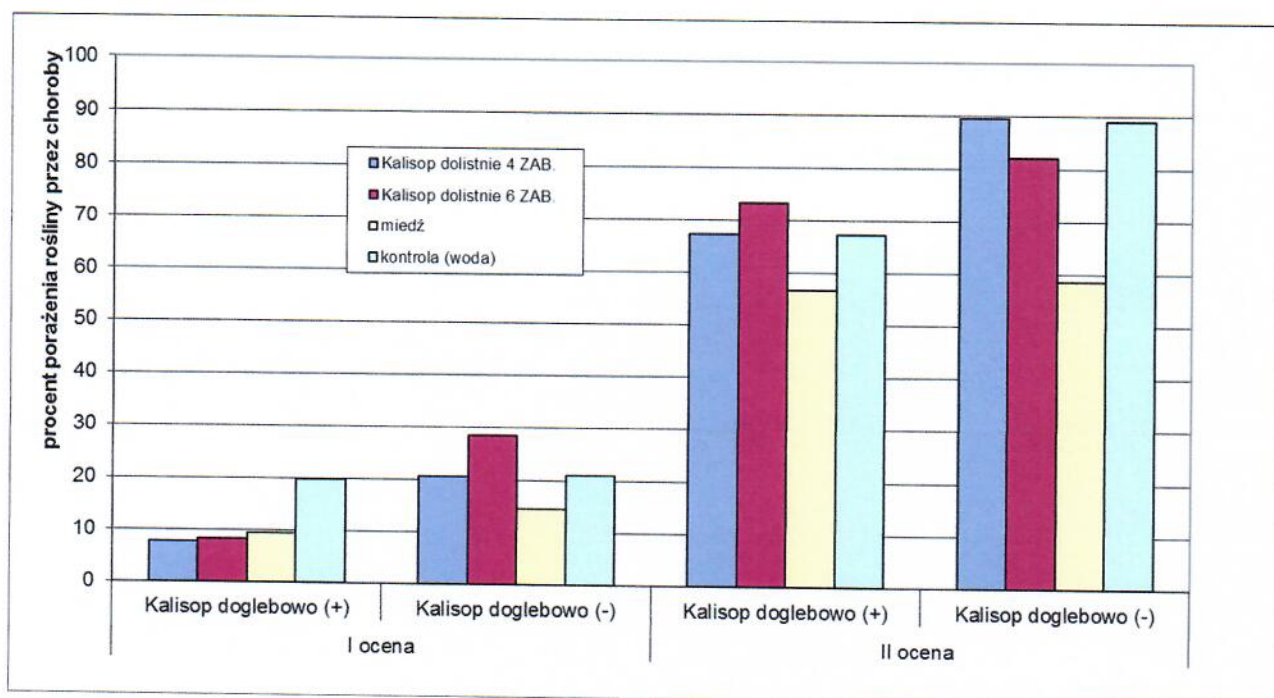


Rys. 4. Plon odm. Denar w zależności od liczby nalistnych zabiegów

II lokalizacja - PSD IOR-PIB w Winnej Górze

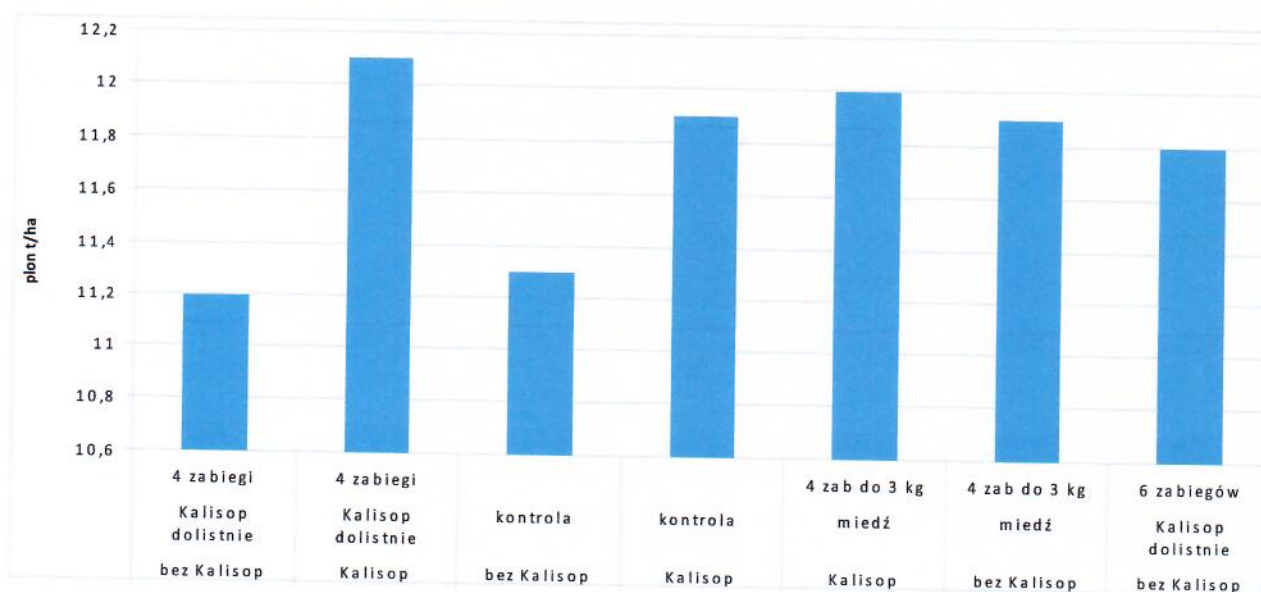
Badania prowadzono z odmianą Lord, wykonano przewidziane stosowanie doglebowe nawozu Kalisop oraz zgodnie z harmonogramem serii zabiegów dolistnych, uwzględniając 4 i 6 zabiegi.

Objawy porażenia chorobami powodowanymi przez *P. infestans* i *Alternaria* spp. na odm. Lord (WG, pow. A) przedstawiono na rys. 5.



Rys. 5. Średni procent zasychania roślin odm. Lord (WG) w zależności od zabiegów i terminu obserwacji (I ocena – 19.07, II ocena 26.07).

Uzyskane plony odm. Lord w zależności od strategii stosowania nawozu Kalisop zamieszczono na rys. 6. Powierzchnia doświadczalna (A) była dodatkowo nawożona jesienią nawozem Bioilsa Fertil NC w dawce 300kg/ha.



Rys. 6. Plon odm. Lord w zależności od strategii stosowania nawozu Kalisop.

Najniższy plon uzyskano w kombinacji kontrolnej, bez jakichkolwiek zabiegów z nawozem (11,3 t/ha). Stwierdzono, że zastosowanie doglebowe nawozu przed sadzeniem bulw ziemniaków podwyższa plon w porównaniu do braku doglebowego nawożenia z nawozem Kalisop. W kombinacji, gdzie zastosowano strategię stosowania dzielonych dawek nawozu uzyskano najwyższy plon w doświadczeniu (12,1 t/ha) - zastosowano doglebowo 140 kg/ha, a następnie wykonano 4 zabiegi dolistnie, każdy w dawce 40 kg/ha. Statystycznie nie potwierdzono różnic w wielkościach plonu, prawdopodobnie z uwagi na ogólnie dość niski plon.

**Dane dotyczące wykonania obserwacji biegaczowatych i wpływu zabiegów ochronnych
na populację owadów pożytecznych.**

Nie stwierdzono efektów fitotoksycznych na roślinach po stosowaniu związków potasu w kilku strategiach. Dodatkowo w ramach oceny liczebności populacji owadów pożytecznych w gospodarstwie ekologicznym wykonano analizę jakościową i ilościową owadów biegaczowatych. Owady te z uwagi na swoje wymagania ekologiczne stanowią ważną grupę owadów stosowanych w bioindykacji. W niniejszym podzadaniu zastosowano biegaczowate jako owady wskaźnikowe, które w szybki sposób mogą reagować na stosowanie dolistnego nawożenia roślin opartego na związkach potasu. Za podstawową metodę przyjęto odłow żywych osobników podczas 2 godzinnych pobytów na powierzchni poddanej zabiegom oraz na powierzchni kontrolnej. Materiał badawczy oznaczano głównie przyżyciowo i wypuszczano z powrotem na polu. Jedynie gatunki trudne do identyfikacji oznaczane były w laboratorium. Odłow chrząszczy dokonano podczas trzech wizyt: przed zastosowaniem środków ochrony roślin (29.05.2016) w trakcie stosowania zabiegów (27.06.2016) oraz po zakończeniu doświadczenia przed zbiorem plonów (30.08.2016). Porównywano liczbę gatunków, liczbę zaobserwowanych chrząszczy (osobników) oraz wskaźnik różnorodności H' . Zwracano też uwagę na martwe osobniki jednak było ich zbyt mało by mogły stanowić podstawę wnioskowania (zaobserwowano 1 taki osobnik).

Wykaz odłowionych chrząszczy na powierzchniach kontrolnych (K) oraz traktowanych związkami potasu (P) przedstawiono w tabeli. Ogółem wykazano 265 osobników biegaczowatych zaliczonych do 20 gatunków.

Tabela.1. Wykaz gatunków oraz ich liczebności odłowionych w trakcie doświadczenia z zastosowaniem związków potasu (P-powierzchnia gdzie stosowano preparat, K- powierzchnia kontrolna)

Gatunek/termin	29.05. 2016		27.06. 2016		30.08.2016	
	P	K	P	K	P	K
<i>Amara aenea</i>	4	2	3	2	2	2
<i>Amara bifrons</i>	5	4	6	8	2	1
<i>Amara plebeja</i>	5	7	5	1	2	8
<i>Amara similata</i>	1	1	0	1	0	0
<i>Bembidion lampros</i>	6	5	9	4	5	1
<i>Bembidion quadrimaculatus</i>	2	1	3	2	3	1
<i>Calathus fuscipes</i>	10	9	5	12	5	6
<i>Calathus melanocephalus</i>	2	1	1	3	0	1
<i>Carabus cancellatus</i>	0	0	1	0	0	1
<i>Dolichus halensis</i>	0	0	1	2	1	0
<i>Harpalus affinis</i>	2	4	3	1	1	4
<i>Harpalus rubripes</i>	0	0	0	2	1	0
<i>Harpalus rufipes</i>	2	2	1	3	3	2
<i>Harpalus tardus</i>	0	0	0	0	1	1
<i>Idiochroma dorsalis</i>	1	0	0	2	1	0
<i>Poecilus cupreus</i>	2	4	6	4	2	1
<i>Poecilus lepidus</i>	1	1	1	2	1	1
<i>Poecilus versicolor</i>	4	5	3	2	1	4
<i>Pterostichus melanarius</i>	1	2	3	1	0	0
<i>Zabrus tenebrionides</i>	0	0	0	0	1	0
Razem	48	48	51	52	32	34
H'	2,46	2,40	2,48	2,53	2,58	2,31

**Wybrane analizy zawartości węgla, azotu i potasu (lokalizacja Winna Góra)
w zależności od stosowania nawozu Kalisop**

Tabela 2. Średnie zawartości badanych pierwiastków w materiale roślinnym i w glebie w zależności od strategii nawożenia i terminu poboru próbek

Winna Góra, pow. A ziemniaki Lord Pow. A - po jesiennym nawożeniu nawozem Bioilsa,		Rodzaj próbki	C [%]	N [%]	K ₂ O przyswajalny [mg/100g]	K całkowity [%]
1.	21.04.2016 I pobór pow. A bez potasu doglebowo	gleba	0,662	0,066	10,57	-
2.	21.04.2016 pow. A z potasem doglebowo	gleba	0,617	0,066	10,94	-
3.	05.07.2016 II pobór bez kalisopu doglebowo po 4 zab. dolistnych kalisopem	gleba	0,697	0,058	7,73	-
4.	05.07.2016 bez kalisopu doglebowo po 4 zab. dolistnych	materiał roślinny nać ziemniak	38,42	4,262	-	4,19
5.	05.07.2016 kalisop doglebowo po 4 z dolistnych	gleba	0,656	0,054	12,69	-
6.	05.07.2016 kalisop doglebowo po 4 dolistnych	materiał roślinny nać ziemniak	39,87	4,188	-	4,55
7.	03.08.2016 16 Kalisop III pobór doglebowo kalisop – 4 zabiegi dolistne	gleba	0,679	0,067	12,72	-
8.	03.08.2016 kalisop – 4 zabiegi dolistne	gleba	0,729	0,073	8,20	-
9.	03.08.2016 Kalisop doglebowo woda (bez dolistnych)	gleba	0,631	0,068	11,55	-
10.	03.08.2016 kontrola bezwzględna bez doglebowych i dolistnych	gleba	0,664	0,071	8,32	-

Podzadanie II

*Wykorzystanie potencjału mikroorganizmów oraz określenie warunków ich stosowania w
innowacyjnej strategii ochrony ekologicznej uprawy ziemniaka*

Wstęp i cel badań

Głównym zadaniem świadomie stosowanych mikroorganizmów jest szybka poprawa kondycji roślin i gleby. Skład pożytecznych mikroorganizmów zawarty w produktach handlowych jest zróżnicowany w zależności od producenta i przeznaczenia produktu. W projekcie podjęto zadanie dotyczące wykorzystania potencjału bakterii z rodzaju *Bacillus* spp. oraz grzyba *Pythium oligandrum* posiadających szeroki zakres możliwości do wykorzystania w ochronie upraw ekologicznych. W ochronie wielu gatunków roślin uprawnych podejmuje się badania nad wykorzystaniem środków pochodzenia naturalnego, wykorzystywanie antagonistycznych bakterii w stosunku do niektórych gatunków patogenów jest coraz bardziej powszechne w badaniach krajowych i zagranicznych. Opisano antagonistyczny wpływ bakterii *Bacillus* spp. w stosunku do wielu gatunków patogenicznych grzybów i organizmów grzybobodobnych w tym: *Alternaria alternata* i *Phytophthora* spp..

Środek ochrony roślin zakwalifikowany do ochrony wybranych upraw o nazwie handlowej Serenade ASO jest biofungicydem, który w najnowszych badaniach wykazał potencjał możliwy do wykorzystania w ograniczaniu

wielu chorób w uprawach ziemniaka których sprawcami są *Rhizoctonia solani*, *Alternaria solani* i *Phytophthora infestans*. *Bacillus subtilis* znajdujący się w Serenade ASO można stosować zarówno w czasie uprawy jak i wykorzystywać do zaprawiania bulw. *B. subtilis* jest to bakteria występująca naturalnie w przyrodzie i konkuruje z patogenem o miejsce i składniki pokarmowe w rizo- i fyllosferze, ale niestety słabo przeżywa ona w fyllosferze. Obecność *B. subtilis* na powierzchni organów roślinnych indukuje także reakcje związane z nabytą odpornością roślin. Bakteria ta produkuje iturynę, która wspomaga oddziaływania antagalistyczne *B. subtilis* w stosunku do innych mikroorganizmów. Ponadto potwierdzono jej aktywność w hamowaniu rozwoju *Alternaria solani* (sprawca alternariozy) i *Phytophthora infestans* (sprawca zarazy ziemniaka).

Reasumując jest to bardzo obiecujący obiekt badań, którego potencjał można wykorzystać w ochronie upraw ekologicznych mając na uwadze, że jest to zarejestrowany już w Polsce środek ochrony roślin i rozszerzenie zakresu jego stosowania jest możliwe.

Badania nad wykorzystaniem mikroorganizmów w uprawie ziemniaka były prowadzone, m.in. z *Pythium oligandrum*. Jednak wnioski odnoszące się do ograniczania *P. infestans* przez środek Polyversum pozostają niejednoznaczne. Celem tego podzadania była ocena potencjału *Bacillus subtilis* oraz *Pythium oligandrum* wraz z określeniem warunków ich stosowania w innowacyjnej strategii ochrony ekologicznej uprawy ziemniaka.

Metody wykonania podzadania

Badania polowe

Badania polowe wykonano w Polowej Stacji Doświadczalnej (PSD) IOR-PIB w Winnej Górze, gdzie znajdują się certyfikowane przez Jednostkę Certyfikującą „Agrobiotest” pola ekologiczne oraz w prywatnym gospodarstwie ekologicznym w Dąbrowie. W badaniach wykorzystano odm. Lord i Denar. Jako prewencję zastosowano środek Serenade ASO i Polyversum WP w postaci drobnokropelkowego opryskiwania nalistnego w dawkach 8l/ha i 5 g/10 l wody, odpowiednio.

Wykonano 6 zabiegów w odstępie 7 dni. Pierwszy zabieg w Dąbrowie wykonano 13.06, a w Winnej Górze 07.06 (fazy BBCH 11). Ostatni zabieg wykonano w Dąbrowie 25.07, a w Winnej Górze 13.07. 2016r. Na obu powierzchniach w tym momencie nie zanotowano obecności *P. infestans* i *A. solani*, *A. alternata*. Jako referencję zastosowano zabiegi z fungicydem opartym na miedzi, liczba zabiegów adekwatna do momentu wykorzystania miedzi jak substancji aktywnej w dawce całkowitej do 3 kg Cu/ha/sezon. Ponadto w doświadczeniach uwzględniono element dodatkowego nawożenia z nawozem Bioilsa Fertil NC.

W trakcie całego sezonu prowadzono obserwacje dotyczące występowania objawów chorób (zaraza ziemniaka, alternarioza) powodujących zasychanie roślin, wielkości plonu oraz wpływu zabiegów na populację biegaczowatych. Doświadczenie w Dąbrowie zrealizowano w gospodarstwie demonstracyjnym, gdzie zaplanowano i wykonano szkolenie dotyczące założeń i wyników w ramach ochrony ziemniaka. Cel ten wykonano wspólnie z doradcą rolno-środowiskowym z ODR Konin.

Efektywność zabiegów oceniano poprzez ocenę stopnia procentowego porażenia przez patogeny roślin ziemniaka w zależności od kombinacji doświadczenia. W każdej kombinacji oznakowano 15 roślin, które systematycznie oceniano. W Dąbrowie obserwacje rozpoczęto od wystąpienia objawów chorób (13.07) i kontynuowano w jednotygodniowych odstępach czasu do momentu zaschnięcia roślin w obu lokalizacjach (02.08). W Winnej Górze (WG) pierwsza ocena wykonano została 19.07, a druga i jednocześnie ostatnia 26.07 (z uwagi na b. wysoki procent zasychania roślin).

Badania laboratoryjne i szklarniowe

W warunkach laboratoryjnych, równoległe do badań polowych, realizowano testy dotyczące: 1) przeżywalności *B. subtilis* i *P. oligandrum* w na liściach ziemniaka i pomidora, 2) określenie wpływu temperatur na przeżywalność *B. subtilis* i *P. oligandrum* w testach in vitro – szalkowych, 3) ocena możliwości zastosowania prewencyjnego lub interwencyjnego *B. subtilis* i *P. oligandrum* poprzez zastosowanie różnych terminów sztucznej infekcji patogenem i inokulacji mikroorganizmem pożytecznym na roślinach ziemniaka rosnących w wazonach w szklarni.

Badanie zastosowania prewencyjnego i interwencyjnego w stosunku do *P. infestans* na roślinach ziemniaka w warunkach szklarniowych

Rośliny ziemniaka (BBCH 15) zostały umieszczone pojedynczo w doniczkach wazonowych w szklarni. Zabiegi z patogenem i mikroorganizmem pożytecznym wykonano w odstępie 3 dni. Zastosowano stężenia: *P. infestans* (izolat 2295) 1×10^6 /1ml (3ml na roślinę), *P. oligandrum* (Polyversum) 0,5g/ l (5ml na roślinę), *B. subtilis*

(Serenade) 38 ml/l (0,15ml na roślinę) oraz tlenek miedzi (Nordox) 2,5g/l (8 ml na roślinę). Oceny stopnia porażenia dokonano dwukrotnie: po tygodniu oraz po dwóch tygodniach od pierwszego zabiegu za pomocą skali procentowego uszkodzenia powierzchni rośliny wg zaleceń EPPO.

Przeżywalność *P. oligandrum* oraz *B. subtilis* na liściach ziemniaka i pomidora w warunkach szklarniowych

Rośliny ziemniaka (BBCH 15) oraz pomidora (BBCH 15) zostały umieszczone pojedynczo w doniczkach w warunkach szklarniowych. Rośliny zostały opryskane preparatami w stężeniach jak powyżej. Ilość CFU/ ml (jednostki tworzące kolonie) oceniono po 3, 7 i 10 dniach za pomocą komory Thoma.

Wpływ temperatury na przeżywalność *P. oligandrum* oraz *B. subtilis* – badania laboratoryjne

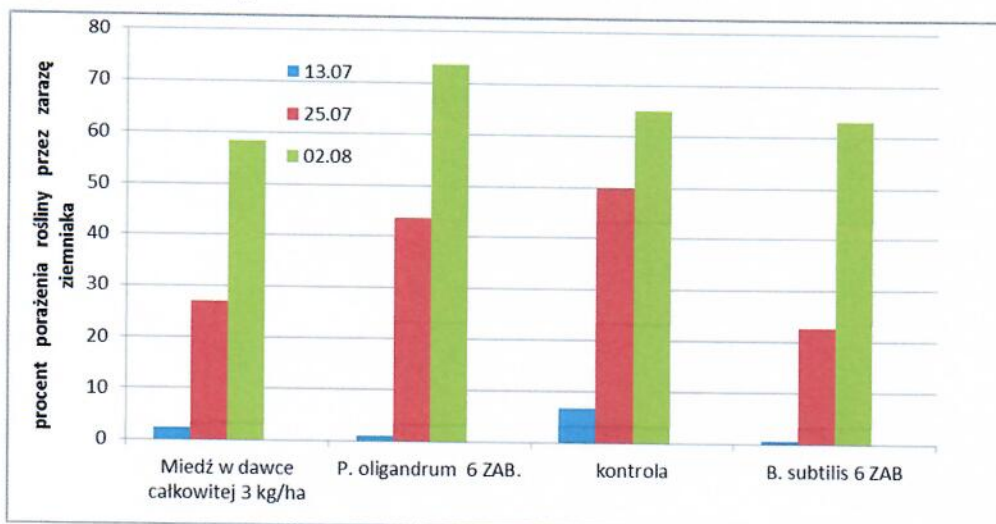
Z roślin pomidora pobrano po 3 liście i umieszczono w szklanych szalkach Petriego o średnicy 90 ml, zapewniając im odpowiednią wilgotność. Liście zostały opryskane preparatami w stężeniach: *P. oligandrum* (0,3ml na liść) oraz *B. subtilis* (0,01ml na liść) zachowując stałą ich koncentrację jako 1×10^6 /1ml i umieszczone w stałych kontrolowanych temperaturach: 4, 12 i 23 °C. Ilość CFU/ ml (jednostki tworzące kolonie) oceniono po 3, 7 i 10 dniach za pomocą komory Thoma.

Wyniki

Badania polowe

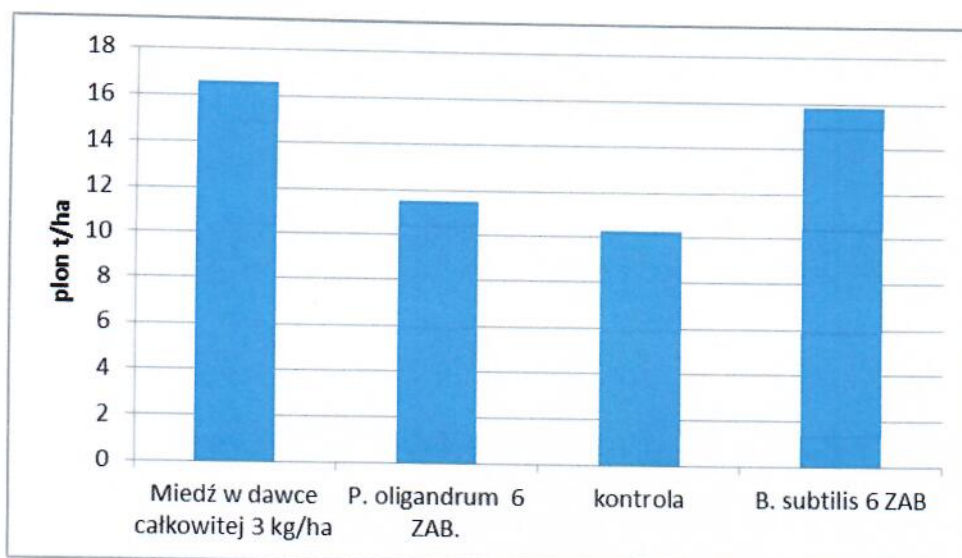
I lokalizacja - prywatne gospodarstwo ekologiczne w Dąbrowie

W gospodarstwie prywatnym wykonano badania na odmianie **Denar**. Średni procent jest porażenia i zasychania przedstawiono na rys. 1.



Rys.1. Średni procent zasychania roślin (Denar) w zależności od liczby zabiegów i rodzaju mikroorganizmu dla poszczególnych terminów obserwacji.

W trakcie dwóch pierwszych terminów obserwacji (13 i 25.07) zanotowano więcej zaschniętych roślin w kontroli w porównaniu do kombinacji zabiegowych, bez względu na rodzaj zabiegu ochronnego. Podczas ostatniej obserwacji (02.08). stwierdzono najwyższe porażenie roślin w kombinacji, gdzie stosowano *P. oligandrum* (73%). Ostatecznie rośliny ziemniaka były efektywnie chronione poprzez zabiegi z *B. subtilis*, gdzie obserwowano średnie porażenie roślin jako 63%, w porównaniu do kontroli (65%) i zabiegów z miedzią (58%). Różnice statystyczne zostały potwierdzone jedynie dla interakcji zabiegów- *B. subtilis* 6ZAB**P. oligandrum* 6ZAB (statystycznie istotnie efektywniejszy był *B. subtilis*) oraz dla interakcji kontrola**P. oligandrum* 6 ZAB (statystycznie efektywniejszy w ochronie był *P. oligandrum* w porównaniu do kontroli). W ślad za oceną efektywności zabiegów ochronnych wykonano ocenę plonu. Został on ilustrowany na rys.2.



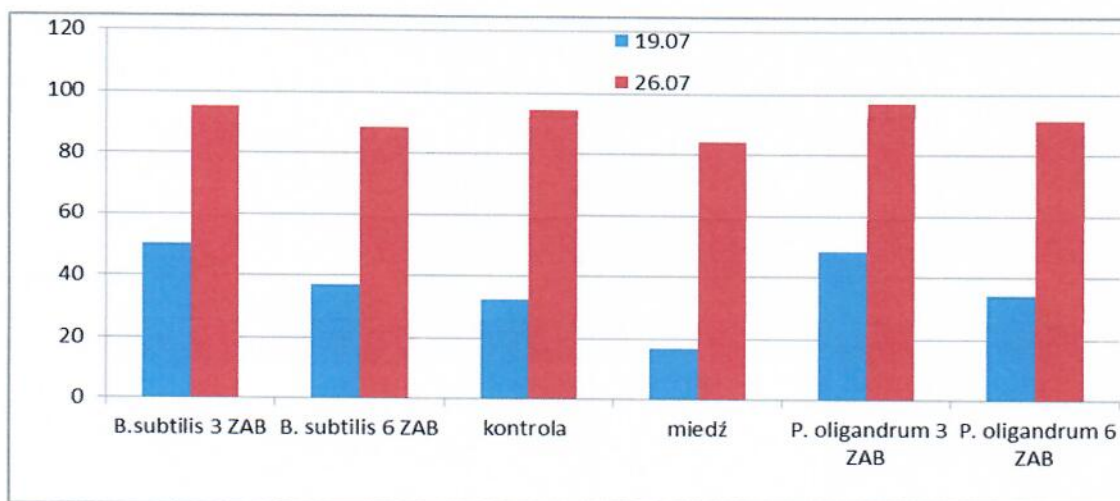
Rys. 2. Plonu uzyskane w prywatnym gospodarstwie, odm. Denar, w zależności od stosowanych mikroorganizmów.

Najwyższe plony uzyskano w kombinacji, gdzie stosowano miedź oraz *B. subtilis*, 16,6 t/ha i 15,8 t/ha, odpowiednio.

II lokalizacja - PSD Winna Góra,

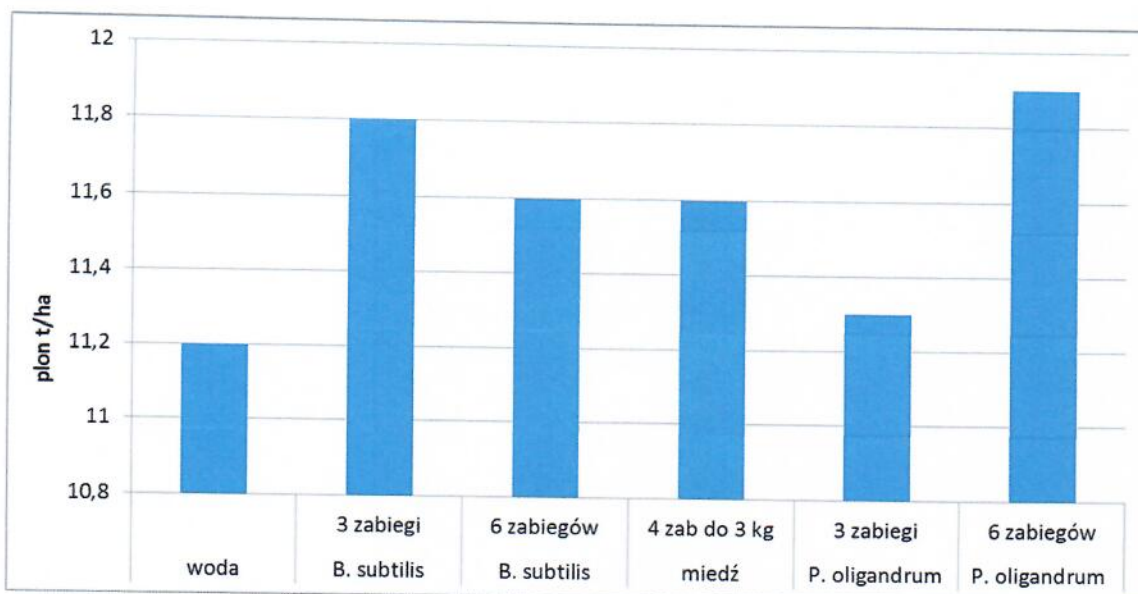
Badania prowadzono z odmianą Lord, wykonano zabiegi z mikrobiologicznymi środkami ochrony roślin zgodnie z harmonogramem, uwzględniając strategię 3 i 6 zabiegów dolistnych wykonanych w odstępie 7 dni. Powierzchnia nie była nawożona jesienią nawozem azotowym dozwolonym dla ekologii.

Objawy porażenia zarzą ziemniaka na odm. **Lord** (WG, pow. D) przedstawiono na rys.3.



Rys.3. Średni procent zasychania roślin odm. Lord (WG) w zależności od strategii zabiegów i terminu obserwacji (I ocena – 19.07, II ocena 26.07) bez jesiennego nawożenia nawozem Bioilsa Fertil NC.

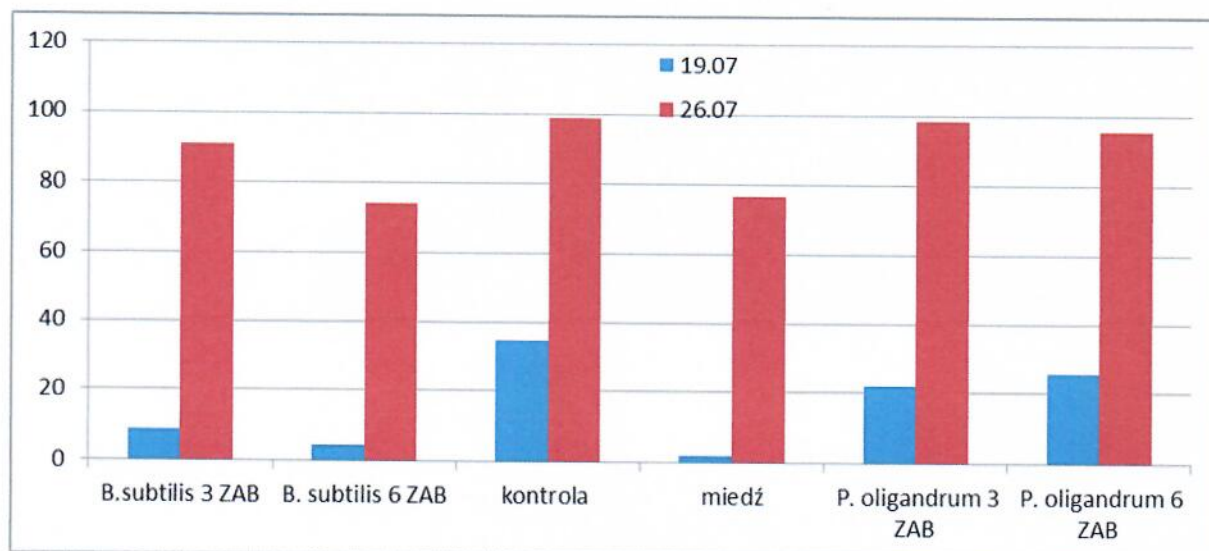
Zabiegi z miedzią, w całkowitej jej dawce 3 kg/ha, chroniły plantację najefektywniej. Zwiększenie liczby zabiegów mikrobiologicznych z 3 do 6 spowodowało, że stopień zasychania roślin był niższy, szczególnie podczas pierwszego terminu obserwacji. Plon przedstawiono na rys.4.



Rys. 4. Plon odmiany Lord (WG, pow. D), bez jesiennego nawożenia nawozem Bioilsa Fertil NC i w zależności od ochronnych zabiegów mikrobiologicznych.

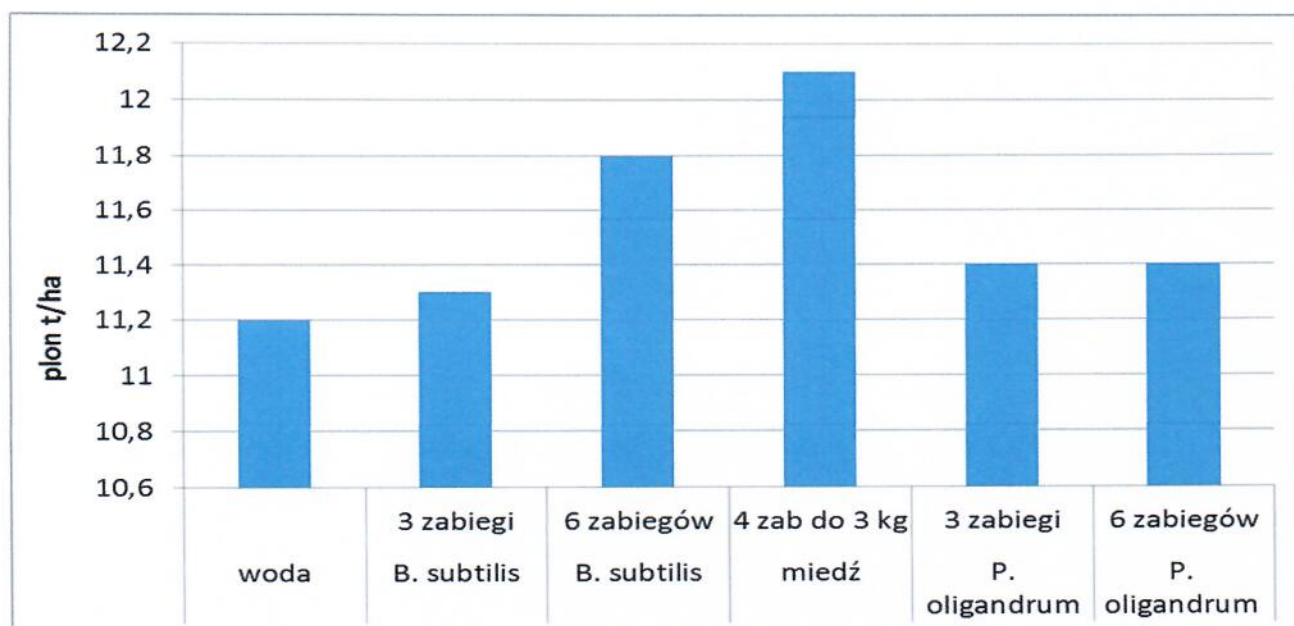
Plon był zbyt niski, a różnice w zależności od zabiegów były tak niewielkie, że nie można wnioskować o wpływie zabiegów na uzyskany plon. Nie stwierdzono różnic w wielkości plonu pomiędzy 3 i 6 zabiegami, podobnie w przypadku kombinacji z miedzią.

Na rys.5 zaprezentowano wyniki dot. porażenia roślin przez patogeny i procent zasychania uprawy ziemniaka, odm. Lord gdzie wykonano zabiegi z mikrobiologicznymi środkami ochrony roślin zgodnie z harmonogramem, uwzględniając strategię 3 i 6 zabiegów dolistnych wykonanych w odstępie 7 dni, z nawożeniem jesiennym nawozem azotowym dozwolonym dla ekologii.



Rys. 5. Średni procent zasychania roślin odm. Lord (WG, pow. G) w zależności od strategii zabiegów i terminu obserwacji (I ocena – 19.07, II ocena 26.07) z jesiennym nawożeniem nawozem Bioilsa Fertil NC.

W trakcie pierwszej oceny zanotowano niższe porażenie roślin w porównaniu do tych samych kombinacji na powierzchni bez nawożenia. W kombinacjach doświadczalnych obserwowano wysoki procent porażenia roślin, najniższy obserwowano na powierzchni, gdzie stosowano *B. subtilis* - 6x i miedź, 74 i 77%, odpowiednio.



Rys.6. Plon odmiany Lord (WG, pow. G), z jesiennym nawożeniem nawozem Bioilsa Fertyl NC i w zależności od ochronnych zabiegów mikrobiologicznych.

Najwyższe plony uzyskano z powierzchni chronionej miedzią oraz po wykonaniu 6 zabiegów z preparatem Seranade ASO (*B. subtilis*), 12,1 i 11,8 t/ha, odpowiednio. Plon był zbyt niski, a różnice w zależności od zabiegów były tak niewielkie, że nie można wnioskować o wpływie zabiegów na uzyskany plon. Nie stwierdzono różnic w wielkości plonu pomiędzy 3 i 6 zabiegami. Plony zebrane z pow. nawożonej i nienawożonej jesienią nawozem Bioilsa Fertyl NC były zaskakująco zbliżone. W poprzednich doświadczeniach udowodniono, że zabieg nawożenia wiosennego z nawozem Bioilsa Fertyl NC może zwiększać porażenia roślin ziemniaka przez patogeny, ale przy ich niskiej presji zapewnia także podwyższony plon. W przypadku jesiennego stosowania tego nawozu tej tendencji nie potwierdzono, dlatego konieczne są dalsze badania.

Badania laboratoryjne

Przeżywalność czynników biologicznych w zależności od temperatury

Doświadczenie na płytkach Petri'ego umieszczonych w różnych temperaturach - posiew wykonano z liścia pomidora umieszczonego na płytce z zachowaniem wilgotności. Przed zbiorem liści rośliny opryskano wodnymi zawiesinami mikroorganizmów. Zawiesiny przygotowano zgodnie z rekomendacją producentów, a następnie wykorzystując komorę Thoma liczono jednostki tworzące kolonię (CFU).

CFU / <i>P. oligandrum</i>		Temperatura 4°C	Temperatura 12°C	Temperatura 23°C
po 3 dniach	średnia	5,1x10 ³	3,7x10 ³	3,5x10 ⁴
po 7 dniach	średnia	6,9	76,7	6,1x10 ²
po 10 dniach	średnia	0	3,4	73,3

CFU/ <i>B. subtilis</i>		Temperatura 4°C	Temperatura 12°C	Temperatura 23°C
po 3 dniach	średnia	1,8x10 ³	1,2x10 ⁴	4,6x10 ⁵
Po 7 dniach	średnia	0	5,4x10 ³	2,1x10 ⁴
Po 10 dniach	średnia	0	1,1x10 ²	1,4x10 ³

Temperatura 4°C jest zabójcza dla obu mikroorganizmów i ich liczebność drastycznie spada. Bakteria *B. subtilis* wykazuje wyższą tolerancję na temperaturę 12°C niż *P. oligandrum*, a w temperaturze 23°C zanotowano wyższą liczbę komórek tworzących kolonie dla *B. subtilis* niż dla *P. oligandrum*.

Badania szklarniowe

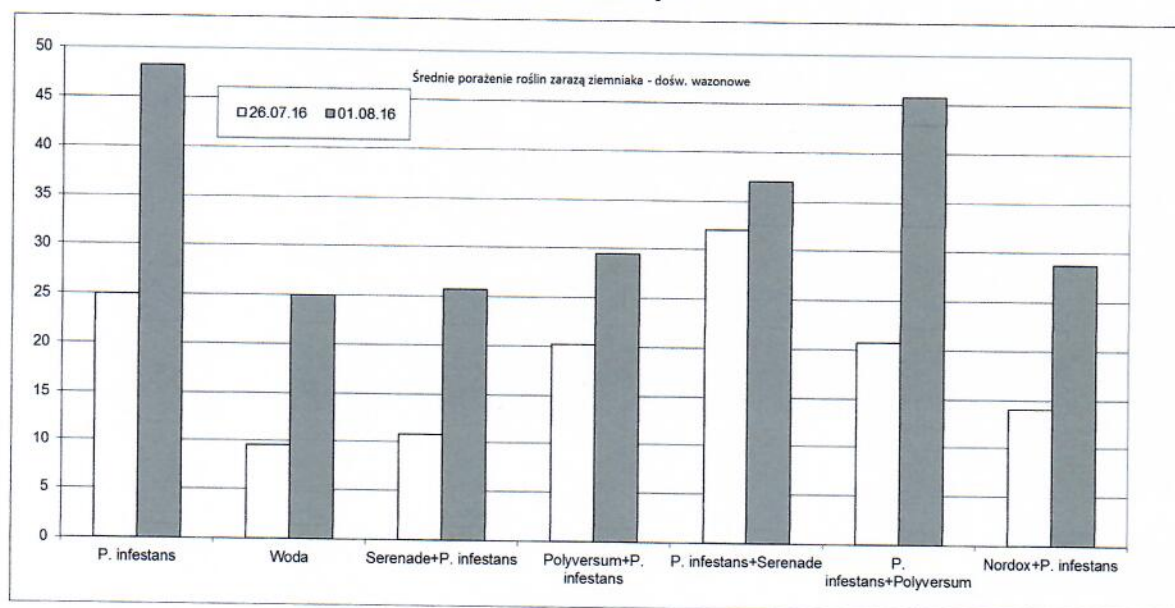
Przeżywalność mikroorganizmów na roślinach rosnących w szklarni - liście pobierano po 3, 7 i 10 dniach od momentu opryskania roślin w doniczkach - testy wazonowe

przeżywalność	ziemniak	pomidor	ziemniak	pomidor
	<i>P. oligandrum</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>P. oligandrum</i>
po 3 dniach	$3,0 \times 10^4$	$2,7 \times 10^5$	$3,9 \times 10^5$	$3,0 \times 10^4$
po 7 dniach	$1,4 \times 10^4$	$4,0 \times 10^4$	$4,9 \times 10^4$	$1,0 \times 10^3$
po 10 dniach	$3,0 \times 10^3$	$5,3 \times 10^2$	$1,5 \times 10^4$	$2,5 \times 10^2$

Oba mikroorganizmy wykazują wyższą przeżywalność na liściach ziemniaka w porównaniu do przeżywalności na liściach pomidora. Bakteria *B. subtilis* lepiej przeżywa na liściach ziemniaka i pomidora w porównaniu do grzyba *P. oligandrum* po upływie 10 dni.

Testy laboratoryjne oraz szklarniowe potwierdzają potencjał *B. subtilis* do przetrwania w awrunkach polowych do 10 dni, po ich upływie zalecane jest powtórzyć zabieg aby podtrzymać na uprawie populację tej bakterii. W przypadku *P. oligandrum* ponowny zabieg należałoby wykonać już po upływie 7 dni.

Badanie zastosowania prewencyjnego i interwencyjnego w stosunku do *P. infestans* na roślinach ziemniaka w warunkach szklarniowych



Rys. 7. Porażenie zarazą ziemniaka roślin ziemniaka w zależności od terminu sztucznej infekcji z *P. infestans* i czynnika biologicznego (odstęp pomiędzy dwoma aplikacjami wynosił 3 dni) – dośw. wazonowe

Stwierdzono, że oba mikroorganizmy wykazują potencjał ochronny w momencie ich prewencyjnego aplikowania, przy czym działanie zabezpieczające po zastosowaniu Serenade ASO było wyższe niż w przypadku Polyversum.

**Dane dot. obserwacji biegaczowatych i wpływu zabiegów dolistnych
na populację owadów pożytecznych.**

Nie stwierdzono efektów fitotoksycznych na roślinach po stosowaniu mikrobiologicznych środków ochrony roślin oraz ich wpływu na populację biedronek. Dodatkowo w ramach oceny liczebności populacji owadów pożytecznych wykonano analizę jakościową i ilościową owadów biegaczowatych występujących na powierzchniach doświadczalnych i kontrolnych. Chrząszcze z rodziny biegaczowatych (Coleoptera, Carabidae) stanowią ważne ogniwo w obiegu materii i energii w niemal każdym środowisku lądowym. Z uwagi na swoje wymagania ekologiczne stanowią też ważną grupę owadów stosowanych w bioindykacji i ocenie wpływu działalności człowieka na przyrodę. W niniejszym zadaniu zastosowano biegaczowate jako owady wskaźnikowe, które w szybki sposób mogą reagować na stosowanie mikrobiologicznych zabiegów ochrony roślin w ekologicznych uprawach ziemniaka. Materiał badawczy oznaczano głównie przyżyciowo i wypuszczano z powrotem na polu. Jedynie gatunki trudne do identyfikacji oznaczane były w laboratorium. Odłowów chrząszczy dokonano podczas trzech wizyt: przed zastosowaniem środków ochrony roślin (28.05.2016) w trakcie stosowania zabiegów (26.06.2016) oraz po zakończeniu doświadczenia przed zbiorem plonów (30.08.2016). Porównywano liczbę gatunków, liczbę zaobserwowanych chrząszczy (osobników) oraz wskaźnik różnorodności H' . Zwracano też uwagę na martwe osobniki jednak było ich zbyt mało by mogły stanowić podstawę wnioskowania (zaobserwowano 3 takie osobniki).

Wykaz odłowionych chrząszczy na powierzchniach kontrolnych (K) oraz traktowanych mikroorganizmami (P) przedstawiono w tabeli. Ogółem wykazano 230 osobników biegaczowatych zaliczonych do 16 gatunków.

Tabela. 1. Wykaz gatunków oraz ich liczebności odłowionych w trakcie doświadczenia z zastosowaniem preparatów mikrobiologicznych (P-powierzchnia gdzie stosowano preparat, K- powierzchnia kontrolna)

Gatunek/termin	28.05. 2016		26.06. 2016		30.08.2016	
	P	K	P	K	P	K
<i>Amara aenea</i>	3	2	5	7	0	1
<i>Amara bifrons</i>	1	3	3	3	2	1
<i>Amara plebeja</i>	5	4	2	3	4	4
<i>Amara similata</i>	2	3	1	0	2	1
<i>Bembidion lampros</i>	7	11	10	9	4	0
<i>Bembidion quadrimaculatus</i>	3	4	0	0	1	2
<i>Broscus cephalotes</i>	0	0	1	0	0	0
<i>Calathus fuscipes</i>	6	8	5	6	4	3
<i>Calathus melanocephalus</i>	0	2	3	1	5	2
<i>Calosoma auropunctatum</i>	0	0	0	1	0	0
<i>Carabus cancellatus</i>	1	0	0	0	0	2
<i>Harpalus affinis</i>	3	3	4	3	5	4
<i>Harpalus rufipes</i>	2	1	3	6	2	3
<i>Idiochroma dorsalis</i>	2	2	0	0	1	0
<i>Poecilus versicolor</i>	3	2	4	5	3	1
<i>Pterostichus melanarius</i>	2	1	1	1	0	0
Razem	40	46	42	45	33	24
H'	2,31	2,26	2,21	2,13	2,27	2,27

Nie zaobserwowano istotnych różnic w składzie gatunkowym, liczebnościach czy różnorodności obserwowanych chrząszczy na powierzchniach P i K. Oznacza to, że na obecnym etapie badań nie stwierdza się ani korzystnego ani negatywnego oddziaływania zabiegów na chrząszcze z rodziny biegaczowatych (Carabidae).

Podsumowanie

1. Irga - Różnice obserwowano jedynie do momentu drugiej oceny (25.07), w komb. kontrolnej rośliny były silniej porażone i wykazywały objawy zasychania (ponad 60%). W trakcie trzeciej oceny (02.08) wszystkie oceniane rośliny były zaschnięte w stopniu podobnym (od 70-82%). **Różnice pomiędzy zabiegami i porażenia wzrastają z czasem. Brak istotnej różnicy w interakcji Zabieg:Czas oznacza, że zmiany te zachodzą w takim samym tempie. Plon kształtował się w zakresie 9,6 -12,3 t/ha.**
2. Denar - Podczas obserwacji w dn. 02.08 obserwowano najniższy stopień zasychania roślin jedynie w kombinacji z zabiegami z miedzią. Stwierdzono różnice w procencie zasychania roślin (od 58-67%). Statystycznie istotne były one jedynie dla interakcji zabiegów - Kalisop 4ZAB*kontrola oraz Kalisop 6ZAB*kontrola. Istotne różnice w przypadku interakcji Zabieg:Czas oznacza, że zmiany zachodzą w różnym tempie w zależności od zabiegu. Plon odm. Denar kształtował się w zakresie 10,2 – 16,6 t/ha, najniższy zanotowano w kontroli (10,25t/ha), najwyższy w komb. po zabiegach z miedzią (16,6t/ha).
3. WG - Najniższy plon uzyskano w kombinacji kontrolnej, bez jakichkolwiek zabiegów z nawozem (11,3 t/ha). Stwierdzono, że **zastosowanie doglebowe nawozu przed sadzeniem bulw ziemniaków podwyższa plon w porównaniu do braku doglebowego nawożenia z nawozem Kalisop. W kombinacji, gdzie zastosowano strategię stosowania dzielonych dawek nawozu uzyskano najwyższy plon w doświadczeniu (12,1 t/ha) - zastosowano doglebowo 140 kg/ha, a następnie wykonano 4 zabiegi dolistnie, każdy w dawce 40 kg/ha. Statystycznie nie potwierdzono różnic w wielkościach plonu, prawdopodobnie z uwagi na ogólnie dość niski plon.**
4. W trakcie dwóch pierwszych terminów obserwacji (13 i 25.07) zanotowano więcej zaschniętych roślin odm. Denar w kontroli w porównaniu do kombinacji zabiegowych (zabiegi mikrobiologiczne), bez względu na rodzaj zabiegu ochronnego. Podczas ostatniej obserwacji (02.08). stwierdzono **najwyższe porażenie roślin w kombinacji, gdzie stosowano *P. oligandrum* (73%)**. Różnice statystyczne zostały potwierdzone jedynie dla interakcji zabiegów- *B. subtilis* 6ZAB**P. oligandrum* 6ZAB (statystycznie istotnie efektywniejszy był *B. subtilis*) oraz dla interakcji kontrola**P. oligandrum* 6 ZAB (statystycznie efektywniejszy w ochronie był *P. oligandrum* w porównaniu do kontroli).
5. Ostatecznie rośliny ziemniaka były **efektywnie chronione poprzez zabiegi z *B. subtilis***, gdzie obserwowano średnie porażenie roślin jako 63%, w porównaniu do kontroli (65%) i zabiegów z miedzią (58%). Różnice te nie zostały jeszcze potwierdzone statystycznie. **Najwyższe plony uzyskano w kombinacji, gdzie stosowano miedź oraz *B. subtilis*, 16,6 t/ha i 15,8 t/ha, odpowiednio.**
6. WG – dla odm. Lord zabiegi z miedzią, w całkowitej jej dawce 3 kg/ha, **chroniły plantację najefektywniej**, aczkolwiek nie stwierdzono różnic statystycznych pomiędzy stopniem zasychania roślin w różnych kombinacjach. **Zwiększenie liczby zabiegów mikrobiologicznych z 3 do 6 spowodowało, że stopień zasychania roślin był niższy.** Plon był zbyt niski, a różnice w zależności od zabiegów były tak niewielkie, że nie można wnioskować o wpływie zabiegów na uzyskany plon.
7. Z nawozem Bioilsa - W trakcie pierwszej oceny zanotowano niższe porażenie roślin w porównaniu do tych samych kombinacji na powierzchni bez nawożenia. W kombinacjach doświadczalnych obserwowano wysoki **procent porażenia roślin, najniższy obserwowano na powierzchni gdzie stosowano *B. subtilis* - 6x i miedź, 74 i 77%, odpowiednio.** Nie potwierdzono różnic statystycznych pomiędzy wielkościami porażenia/zasychania roślin w zależności od rodzaju zabiegu ani liczby zabiegów mikrobiologicznych.
8. **Najwyższe plony uzyskano z powierzchni chronionej miedzią oraz po wykonaniu 6 zabiegów z preparatem Seranade ASO (*B. subtilis*)**, 12,1 i 11,8 t/ha, odpowiednio. Plony zebrane z pow. nawożonej i nienawożonej jesienią nawozem Bioilsa Fertil NC były zaskakująco zbliżone. W poprzednich doświadczeniach udowodniono, że zabieg nawożenia wiosennego z nawozem Bioilsa Fertil NC może zwiększać porażenia roślin ziemniaka przez patogeny, ale przy ich niskiej presji zapewnia także podwyższony plon. W przypadku jesiennego stosowania tego nawozu tej tendencji nie potwierdzono, dlatego konieczne są dalsze badania.
9. Temperatura 4°C jest zabójcza dla obu mikroorganizmów i ich liczebność drastycznie spada. Bakteria *B. subtilis* wykazuje wyższą tolerancję na temperaturę 12°C niż *P. oligandrum*, a w temperaturze 23°C zanotowano **wyższą liczbę komórek tworzących kolonie dla *B. subtilis* niż dla *P. oligandrum*.**
10. Oba mikroorganizmy wykazują wyższą przeżywalność na liściach ziemniaka w porównaniu do przeżywalności na liściach pomidora. Bakteria *B. subtilis* **lepiej przeżywa na liściach ziemniaka i pomidora w porównaniu do grzyba *P. oilgandrum* po upływie 10 dni.**

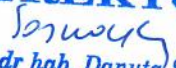
11. Testy laboratoryjne oraz szklarniowe potwierdzają **potencjał *B. subtilis* do przetrwania w warunkach polowych do 10 dni**, po ich upływie zalecane jest powtórzyć zabieg aby podtrzymać na uprawie populację tej bakterii. W przypadku *P. oligandrum* ponowny zabieg należałoby wykonać już po upływie 7 dni.
12. Stwierdzono, że **oba mikroorganizmy wykazują potencjał ochronny w momencie ich przewencyjnego aplikowania**, przy czym działanie zabezpieczające po zastosowaniu Serenade ASO było wyższe niż w przypadku Polyversum.
13. Nie stwierdzono znaczącego wpływu na różnorodność gatunkową ani liczebność owadów pożytecznych (biedronek i biegaczowatych) po stosowanych zabiegach z mikroorganizmami i związkami potasu.

Prezentowane wyniki zostały zaprezentowane na spotkaniu szkoleniowym „Z ziemniakiem w roli głównej” dla rolników ekologicznych zoorganizowanym przez Ośrodek Edukacji Ekologiczno-Turystycznej "Bliżej Natury" przy współpracy z WODR w Poznaniu w dn. 11.09.2016r.

**Instrukcja wdrożeniowa skierowana do producentów ekologicznych dotycząca uprawy ziemniaka
w systemie ekologicznym przygotowana w oparciu o prowadzone badania**

Załączono pdf przygotowanej i wydanej ulotki informacyjnej

Sprawozdanie z etapu badań zrealizowanego w roku 2016 znajduje się na stronie internetowej www.ior.poznan.pl
Sporządziła: dr hab. Jolanta Kowalska, prof. nadzw., Zakład Ekologii i Ochrony Środowiska, IOR-PIB w Poznaniu.
W przypadku pytań: J.Kowalska@iorpib.poznan.pl, tel. 61-864-90-77

Pełniący obowiązki
DYREKTORA

prof. dr hab. Danuta Sosnowska

WYBRANE WYNIKI BADAŃ W UPRAWIE ZIEMNIAKA NA RZECZ ROLNICTWA EKOLOGICZNEGO

Źródło finansowania: MRiRW – na podstawie decyzji nr HORre-msz-078/22/16(244) z 30.05.2016 r. W roku 2016 realizowano zadanie: Uprawy polowe metodami ekologicznymi. Badania w zakresie innowacyjnych rozwiązań przy ekologicznej uprawie roślin polowych.

Wyniki zamieszczono na stronie:

<https://www.ior.poznan.pl/430,badania-w-zakresie-ochrony-ekologicznych-upraw-rolniczych.html>

Stosowanie **EM Farma Plus** lub **UGmax** w postaci zabiegów doglebowych (40 l/ha i 1 l/ha, odpowiednio) przed sadzeniem oraz 4-krotnie nalistnie w trakcie wegetacji (15 l/ha i 1 l/ha, odpowiednio) znacząco przyczyniło się do zwiększenia plonów ziemniaka i udziału w plonie bulw handlowych.

Przedsięwzięcie nawożenia plantacji ziemniaka nawozem Bioilsa Fertil w dawce 300 kg/ha przyczyniło się do zwiększenia plonowania ziemniaka, jednocześnie obserwowano nasilenie objawów *P. infestans* na roślinach nawożonych, co jednak przy niskiej presji choroby nie spowodowało istotnego spadku plonu. Ponadto włączenie zabiegów dolistnych z **EM Farma Plus** oraz **UGmax** dodatkowo zwiększało plon.

Zabiegi z EM Farma Plus, bez względu na formę ich aplikacji, przyczyniły się do ograniczenia objawów porażenia przez *P. infestans* na roślinach nawożonych, w porównaniu do roślin ziemniaka z obiektu kontrolnego.

W 2016 r. stosowano nawóz **Kalisop** (zawierający związki potasu), który wprowadzono do gleby przed sadzeniem bulw w dawce 140 kg/ha,

następnie wykonano 4 zabiegi opryskiwania (Kalisop pylisty, 40 kg/ha/ zabieg) w odstępie 10 dni. Pierwszy zabieg wykonano w fazie 9 liści. Wyniki są zadowalające w porównaniu do wariantu kontrolnego. Ponadto jesienne zastosowanie nawozu Bioilsa Fertil w dawce 300 kg/ha przyczyniło się do uzyskania wyższych o 20–30% plonów.

W 2016 r. IOR – PIB prowadził badania nad wykorzystaniem bakterii *Bacillus subtilis* oraz grzyba *Pythium oligandrum*. *B. subtilis* znajdujący się w Serenade ASO, który był stosowany w dawce 8 l/ha w odstępach 7–10 dni zapewnił dobrą ochronę plantacji oraz wysoki plon (średnio 14–15 t/ha). Konieczne było wykonanie 6 zabiegów, pierwszy wykonano w 1. połowie czerwca, zanim wystąpiły objawy choroby.

P. oligandrum, w pierwszym roku badań, był nieznacznie mniej skuteczny niż *B. subtilis*, aczkolwiek porażenie chorobą było niższe niż w kontroli. Ponadto stosowano środek zawierający miedź (w dawce 3 kg czystej miedzi/kg/sezon), który wystarczająco chronił oraz zapewnił plony zbliżone dla wariantu z Serenade ASO.

Opracowanie: dr hab. Jolanta Kowalska, prof. nadzw. IOR – PIB, Zakład Ekologii i Ochrony Środowiska IOR – PIB, dr Magdalena Jakubowska, Zakład Metod Prognozowania Agrofagów i Ekonomiki Ochrony Roślin IOR – PIB

Fotografie: dr hab. Jolanta Kowalska, prof. nadzw. IOR – PIB

Korekta redakcyjna: mgr inż. Hanna Kazikowska, **Oprawa graficzna, skład i łamanie:** mgr inż. Dominik Krawczyk

INSTYTUT OCHRONY ROŚLIN – PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

Zakład Transferu Wiedzy i Innowacji

ul. Władysława Węgorka 20, 60-318 Poznań

tel.: 61 864 90 27, e-mail: upowszechnianie@iorpib.poznan.pl, www.ior.poznan.pl

Nakład: 1000 egz.



**INSTYTUT OCHRONY ROŚLIN
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY**

ZAKŁAD EKOLOGII I OCHRONY ŚRODOWISKA

ul. Władysława Węgorka 20, 60-318 Poznań

ZWALCZANIE

ZARAZY ZIEMNIAKA

(*Phytophthora infestans*)

W PRODUKCJI EKOLOGICZNEJ

Phytophthora infestans zimuje w porażonych bulwach ziemniaka w postaci grzybni oraz w glebie, w formie zarodników przetrwalnikowych. Przy wilgotności względnej powietrza powyżej 90% oraz temperaturze powyżej 18°C następuje infekcja liści, łodyg i bulw.

Jest chorobą najsilniej obniżającą plon bulw ziemniaka. Wpływa zarówno na jego jakość, jak i ilość. *P. infestans* niszczy powierzchnię asymilacyjną liści i łodyg, przez co hamuje wzrost bulw i obniża plon lub nawet całkowicie wstrzymuje jego przyrost (przy zniszczeniu powyżej 50–60% powierzchni asymilacyjnej roślin).

Pojawia się w końcu czerwca lub na początku lipca, a w latach wilgotnych w drugiej dekadzie czerwca.

Punktem krytycznym w rozwoju zarazy ziemniaka jest osiągnięcie przez bulwy 80% masy docelowej, później rozwój choroby na liściach i łodygach jest już mniej groźny. Niemniej bulwy ziemniaka, zwłaszcza znajdujące się płytko, wskutek bezpośredniej infekcji zarazy ziemniaka są porażane przez inne grzyby i bakterie. W rezultacie zainfekowane bulwy nie nadają się do przechowywania.

OBJAWY CHOROBOWE

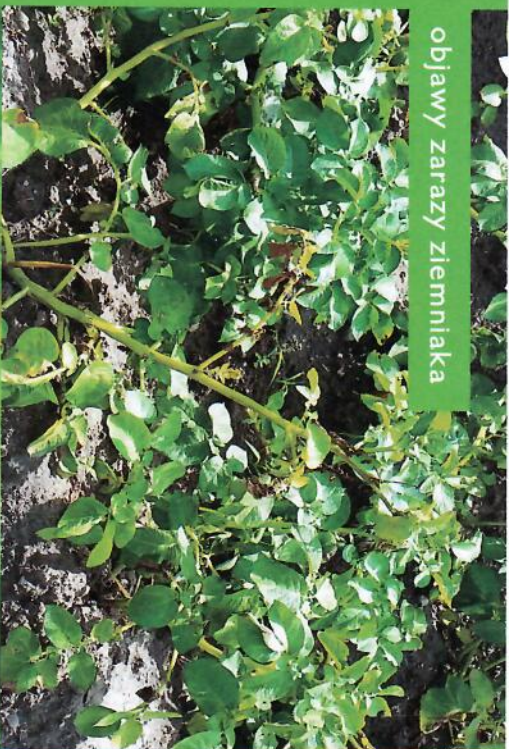
Pierwsze objawy to niewielkie, nieregularne, jasnozielone plamki występujące przede wszystkim na dolnych, najniższej położonych liściach, gdzie panuje największa wilgotność. Następnie na brzegach liści pojawiają się żółtawobrunatne, a później brunatne, powiększające się plamy. W ciągu kilku dni wszystkie liście mogą zacząć gnić. Podczas suchej pogody zjawisko to ulega zahamowaniu, a porażone części zasychają. W okresach deszczowych na dolnej stronie chorych liści, na pograniczu zdrowej i chorej części, występuje biały nalot. Porażeniu liści może towarzyszyć występowanie brunatnych plam i białego nalotu na łodygach. Ostatnio obserwuje się wzrost liczby masowych zakażeń łodyg, w postaci wydłużonych brunatnych plam. Jest to tzw. zaraza łodygowa. Objawy zarazy mogą być mylone z objawami alternariozy.

W czasie zbioru, niekiedy dopiero podczas przechowywania, na bulwach ziemniaka występują szarosiwe, wgłębne i niekształtne plamy. Od miejsca przebarwienia bulwy na powierzchni, mięsz, stopniowo coraz głębiej, staje się rdzawobrunatny. Gnijąca część bulwy jest twarda.

SZKODLIWOŚĆ CHOROBY

Szkodliwość zarazy ziemniaka polega na spadku uzyskiwanego plonu. Stwierdzono, że zniszczenie 50–60% powierzchni liści hamuje całkowicie przyrost plonu. Bulwy porażone zarazą gniją w czasie przechowywania.

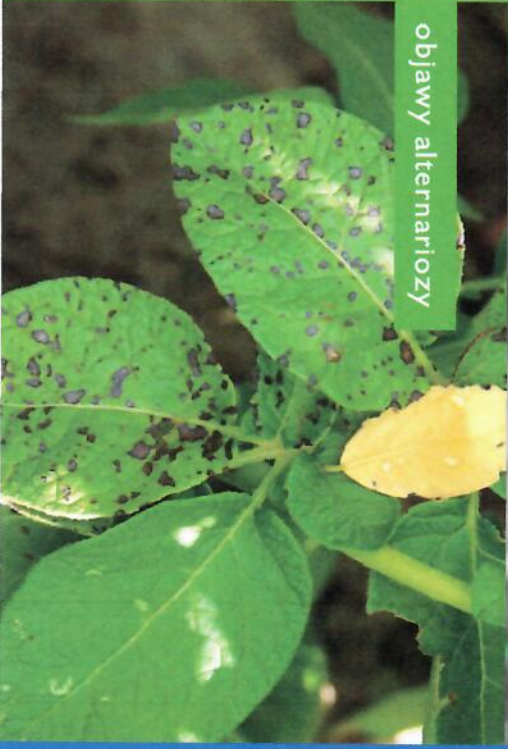
objawy zarazy ziemniaka



objawy zarazy ziemniaka



objawy alternariozy



DZIAŁANIA PROFILAKTYCZNE

- 1) niszczenie źródeł zakażenia (przykrywanie stert odpadowych czarnymi plastikowymi plachtami, usuwanie samosiewów),
- 2) sadzenie zdrowych sadzeńiaków,
- 3) niszczenie gnijących bulw suchych łętów,
- 4) uprawianie odmian mniej podatnych na chorobę (np. Ditta),
- 5) sadzenie bulw zdrowych i podkiełkowanych – w przypadku odmian wrażliwych jest niewystarczające,
- 6) wysokie obsypywanie roślin w celu zmniejszenia możliwości zakażenia bulw,
- 7) profilaktyczne stosowanie opryskiwania środkami miedziowymi.

CHEMICZNE ZWALCZANIE

Pierwsze zabiegi należy wykonać tuż przed wystąpieniem warunków umożliwiających zaistnienie infekcji lub najpóźniej, z chwilą pojawienia się pierwszych objawów chorobowych. Podczas zwalczania zarazy ziemniaczanej termin pierwszego zabiegu na plantacjach odmian wczesnych przypada na początek zwierrania roślin w międzyrzędziach, a na plantacjach odmian późnych na moment, w którym na ziemniakach wczesnych występują pierwsze objawy chorobowe.

Opryskiwanie roślin powinno być bardzo dokładnie wykonane, aby pokryć jak największą powierzchnię rośliny. Należy wykonać kilka zabiegów środkami na bazie związków miedzi, w odstępie 7–10 dni. Zaleca się nie przekraczać limitu 3 kg czystej miedzi stosowanej w całym sezonie/ha.

Miedź jest szkodliwa dla owadów zapylających, dlatego zabiegi powinno się wykonywać po wieczornym oblocie pszczoł i po usunięciu kwitnących chwastów z plantacji. Obowiązuje okres karencji (okres od dnia ostatniego zabiegu do dnia zbioru roślin przeznaczonych do konsumpcji), który wynosi siedem dni. W przypadku bulw uprawianych na wczesny zbiór, zazwyczaj zabiegów z miedzią nie wykonuje się.

Zgodnie z wykazem środków ochrony roślin zakwalifikowanych dla rolnictwa ekologicznego przeciwko zarazie ziemniaka w uprawach ziemniaka dozwolone są preparaty: Copper Max New 50 WP, Cuproxat 345 SC, Funguran-OH 50 WP, Funguran A Plus New 50 WP, Funguran Forte New 50 WP.

Wykaz środków zamieszczono na stronie:

<https://www.ior.poznan.pl/19,wyzkaz-so-w-rolnictwie-ekologicznym.html?trasc=42>