

INSTYTUT OCHRONY ROŚLIN
Państwowy Instytut Badawczy
ul. Władysława Węgorka 20
60-318 Poznań
tel. (61) 864-90-00, fax (61) 867-63-01
Id. GUS 000080217, NIP 777-00-02-702



Instytut Ochrony Roślin - Państwowy Instytut Badawczy w Poznaniu

**UPRAWY POŁOWE METODAMI EKOLOGICZNYMI: BADANIA W ZAKRESIE OPTIMALIZACJI
WARUNKÓW EKOLOGICZNEJ UPRAWY ROŚLIN ROLNICZYCH, ZE SZCZEGÓLNYM
UWZGLĘDNIENIEM INNOWACYJNYCH ROZWIĄZAŃ PODNOSZĄCYCH ŻYZNOŚĆ I AKTYWNOŚĆ
GLEBY**

Podzadanie: *Innowacyjne łączne zastosowanie związków potasu oraz środków mikrobiologicznych w uprawie i ochronie ziemniaka*

Kierownik: dr hab. Jolanta Kowalska, prof. IOR- PIB

Wykonawcy: dr Dariusz Drożdżyński, mgr Joanna Krzywińska, dr Marcin Grobela, dr Rafała Motała, Lidia Łopatka, Rafał Nowaczyk, dr Paweł Sienkiewicz (UP Poznań), mgr Elżbieta Dryjańska (ODR Konin)

Dr hab. NATALISZA BORODYNKO-FILAS
prof. IOR - PIB
Natalisza Borodynko-Filas

Zrealizowano na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 26. maja 2017r.
HOR.re 027.26.2017.

Wstęp i cel badań

Jednym z najistotniejszych makroelementów obecnym w glebie niezbędnym dla prawidłowego rozwoju roślin jest potas. Większość roślin uprawnych pobiera więcej potasu niż azotu. Pierwiastek ten odgrywa kluczową rolę w szeregu różnych procesów metabolicznych oraz aktywacji enzymów w trakcie wegetacji rośliny i jest pozyskiwany oraz magazynowany w komórkach rośliny, szczególnie intensywnie w początkowej fazie wzrostu. 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 uprawianą roślinę. Należy pamiętać, że rola potasu w kształtowaniu wydajności fotosyntetycznej roślin jest istotna, gdyż niedobór potasu jest czynnikiem zakłócającym przebieg fotosyntezy. Pod wpływem potasu zwiększa się aktywność fotosyntezy, jak również szybkość odprowadzania asymilatów z liści do innych organów. Potas podnosi również odporność roślin na stresy zarówno biotyczne, jak i abiotyczne. Ponadto jon potasowy towarzyszy w transporcie innego kluczowego w fizjologii roślin związku, jakim jest azot. Potas jest także odpowiedzialny za gospodarkę wodną rośliny, a jego obecność podnosi odporność rośliny na suszę, jest również makroelementem wspomagającym naturalną obronę roślin, w tym ziemniaków, przed zagrażającymi im patogenami takimi jak *Phytophthora infestans*, *Alternaria* spp. Ostatnie badania wykazały, że pierwiastek ten jest również kluczowy w ochronie ziemniaka przed bakteriami wywołującymi mokrą zgniliznę z rodzajów *Erwinia* spp. W roślinach dobrze odżywionych potasem występuje mniej prostych związków azotu, które stanowią pożywkę dla grzybów. Jednym z mechanizmów obronnych rośliny przed wnikaniem bakterii przez uszkodzone tkanki roślinne jest tworzenie warstwy korka wokół ran, kontrolowane przez potas. Rola potasu polega również na aktywowaniu enzymów odpowiedzialnych za syntezę węglowodanów strukturalnych i lignin, stanowiących naturalną barierę dla patogenów. Jony K^+ zwiększają aktywność β -glukozydazy odpowiedzialnej za syntezę związków fenolowych, które z kolei są toksyczne dla grzybów, bakterii i wirusów. Wykazano także, że niska zawartość potasu w roślinach może zwielokrotnić populację mszyc żerujących na danej plantacji.

Celowe jest poszukiwanie optymalnej metody aplikowania związków potasu w sposób zapewniający odpowiednie warunki środowiska dla rozwoju roślin i docelowo podniesienie żyzności gleby poprzez zapewnienie stałej dostępności tego pierwiastka dla roślin. Niniejszy projekt zrealizował to założenie, gdyż zastosowanie przedsięwzięcia pełnej dawki lub w dawkach dzielonych nawozu potasowego pozwoli na ocenę najbardziej efektywnej strategii jego stosowania. Ziemniak jest uważany za roślinę potasolubną i w związku z tym należy mu dostarczyć znaczne ilości tego składnika. Uzyskane wyniki będą mogły być bezpośrednio wdrożone do praktyki przez producentów ekologicznych, w tym celu przygotowano ulotkę.

W projekcie podjęto także zadanie dotyczące wykorzystania potencjału bakterii z rodzaju *Bacillus* posiadającej szeroki zakres możliwości do wykorzystania w ochronie upraw. W licznych doniesieniach naukowych opisano antagonistyczny wpływ bakterii *Bacillus* spp. w stosunku do wielu gatunków patogenicznych grzybów i organizmów grzybopodobnych. Produkt 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, obecność *B. subtilis* powoduje śmierć komórek grzybów patogenicznych lub znaczne zmniejszenie tempa ich wzrostu. Ponadto utrudnia ona kontakt patogena z tkanką roślinną przez konkurencję o miejsce i składniki pokarmowe w ryzo- i fyllosferze. Obecność *B.*

subtilis na powierzchni organów roślinnych indukuje reakcje związane z nabytą odpornością roślin. Dodatkowo stwierdzono również że *B. subtilis* może być promotorem wzrostu, jest bardzo obiecującym obiektem badań, którego potencjał można wykorzystać w ochronie upraw ekologicznych mając na uwadze, że w Polsce zarejestrowany jest już środek ochrony roślin i rozszerzenie zakresu jego stosowania jest możliwe. We wcześniejszych badaniach własnych (w roku 2016) stwierdzono, że produkt mikrobiologiczny Serenade ASO jest efektywny w ograniczeniu zarazy ziemniaka, kiedy jest aplikowany 3 dni przed inokulacją *P. infestans* oraz w momencie jego aplikacji zaraz po inokulacji na roślinę patogena. Obecnie na liście środków ochrony dopuszczonych dla produkcji ekologicznej przeznaczonych do zwalczania zarazy ziemniaka są środki ochrony oparte na związkach miedzi. W przypadku zarazy stosowanie mikroorganizmów, jako środków ochrony biologicznej staje się coraz istotniejsze. Stanowią one potencjalne substytuty fungicydów na bazie miedzi, które są obecnie wykorzystywane głównie w rolnictwie ekologicznym, a których stosowanie jest powoli ograniczane. W badaniach oprócz *B. subtilis* wykorzystano również gotowy produkt zawierający drożdże również wykazujące efekt stymulujący system ochronny roślin oraz będące konkurentami w stosunku do patogenów.

W roku 2017 wykonano także badania nad zasiedleniem plantacji ziemniaka chronionej przez produkty mikrobiologiczne (wskazane powyżej) przez biegaczowate (owady drapieżne są elementem bioróżnorodności i wiodącym czynnikiem biologicznej walki w warunkach naturalnych), gdyż zdrowe rośliny mogą stanowić miejsce bytowania zarówno dla owadów szkodliwych (np. mszyce,) jak i dla pożytecznych. **W ramach realizacji celu szczegółowego w tym projekcie ocenie podlegało wykorzystanie potencjału bakterii *Bacillus subtilis* oraz drożdży wraz z określeniem warunków ich stosowania w ramach rozszerzenia zakresu dostępnych metod i środków ochrony plantacji ekologicznych i optymalizacji ich nawożenia wykorzystując nawozy potasowe.**

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 Daninowie. Badania prowadzono na odmianie Ditta. W trakcie badań polowych wykorzystano dwa ekologiczne nawozy potasowe w formie siarczanu potasu np. Kalisop i Solusop oraz środki mikrobiologiczne oparte na *B. subtilis* (Serenade ASO) i na drożdżach (Mycosin). Nawozy stosowano w dwóch strategiach – 1) doglebowa aplikacja danego nawozu potasowego w dawce maksymalnej 300 kg/ha nawozu (150 kg K₂O), 2) maksymalna dawka dzielona w trzech aplikacjach (3 x 100 kg/ha nawozu) przed sadzeniem. Ochronę prowadzono poprzez stosowania dwóch środków – 1) mikrobiologicznego ś.o.r. opartego na *B. subtilis* (Serenade ASO) oraz 2) biostymulatora zawierającego drożdże (Mycosin). Oba produkty stosowano jako opryskiwanie, 6 zabiegów w odstępie 7-10 dni. Ponadto wykonano zabiegi ze środkiem ochrony roślin opartym na związkach miedzi dozwolonym dla upraw ekologicznych, wykonano je zgodnie z etykietą do momentu wykorzystania 3 kg czystej miedzi. Dawka ta jest rekomendowana przez IFOAM i równocześnie wpisuje się w europejskie trendy ograniczania wpływu miedzi na środowisko.

Zabiegi oparte na mikroorganizmach i na miedzi rozpoczęto 22.06.2017r. w Winnej Górze i 23.06.2017r. w Daninowie. Jako kontrolę bezwzględną założono kombinację z brakiem nawożenia doglebowego, brak zabiegów z miedzią i z mikroorganizmami. Układ doświadczalny zakładał stosowanie jednego czynnika badawczego oraz ich łączenie. W trakcie realizacji doświadczeń prowadzono obserwacje polowe stanu zdrowotnego roślin ziemniaków, które w Daninowie rozpoczęto 11.07.2017, występowanie pierwszych sporangiów *P. infestans* potwierdzono w

laboratorium 4.07.2017. W Winnej Górze obserwacje rozpoczęto 18.07.2017r. Obserwacje prowadzono w odstępach tygodniowych. W trakcie doświadczeń polowych pobrano materiał roślinny i próbki gleby i wykonano analizy zawartości potasu. Analizy wykonano w Laboratorium Analiz Środowiskowych IOR-PIB.

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 10 redlin, o dł. 50 m. Układ doświadczeń powtórzono trzykrotnie. W ramach oceny wpływu nalistnych zabiegów ochronnych wykonano badania bioróżnorodności, w ramach których oceniono wielkość i różnorodność populacji owadów biegaczowatych na powierzchniach doświadczalnych. Ocena wielkości plonu jest końcowym elementem badań.

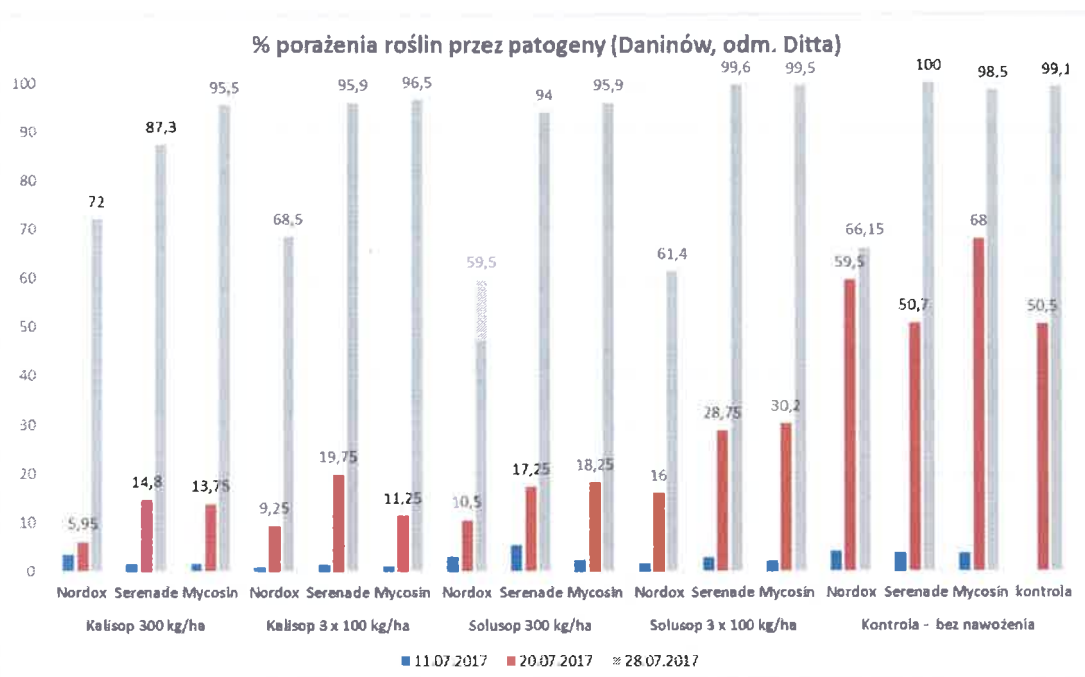
Metodyka wykonania obserwacji biegaczowatych i wpływu zabiegów ochronnych na populacje owadów pożytecznych w Daninowie.

Do odłowu biegaczowatych (Coleoptera, Carabidae) wykorzystano pułapki ziemne (3 szt./komb) typu Barbera z glikolem etylenowym jako płynem konserwującym. Pierwszego zbioru materiałów badawczych dokonano w czerwcu, przed zastosowaniem środków ochrony roślin. Drugiego zbioru dokonano miesiąc po zastosowaniu w/w środków pozostawiając część pola bez ich użycia w ramach kontroli. Zebrany materiał pod względem ilościowym i jakościowym porównano ze stanem wyjściowym oraz kontrolą w drugim terminie w celu uwzględnienia zmian parametrów zgrupowań chrząszczy spowodowanych późniejszym terminem odłowu. Oszacowano również wskaźnik różnorodności biologicznej H' .

Wyniki

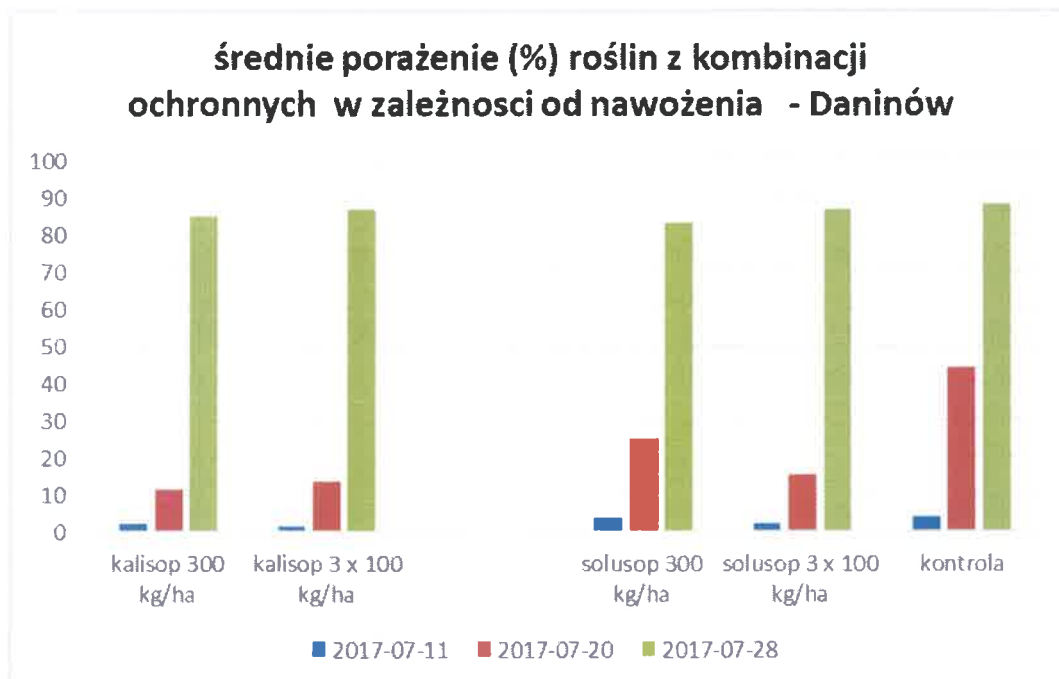
I. lokalizacja - gospodarstwo ekologiczne w Daninowie

Wyniki jednostkowe uwzględniające stosowanie nawożenia potasowego oraz stosowanie zabiegów ochronnych w zależności od daty obserwacji na roślinach odmiany Ditta zamieszczono na rys.1.



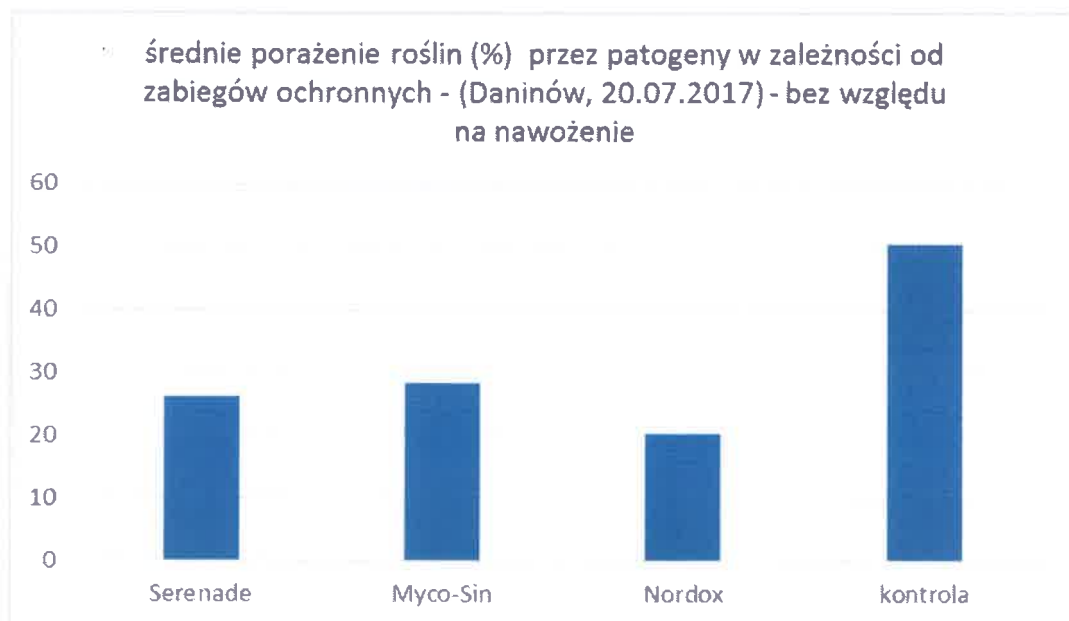
Rys. 1 . Zdrowotność roślin w lokalizacji Daninów w trakcie eksperymentu.

Poziom porażenia ziemniaka przez patogeny w trzecim terminie obserwacji nie był zróżnicowany w zależności od kombinacji w związku ze zbyt wysokim stopniem zasuszenia roślin. Na rys.2. przedstawiono średni stopień porażenia roślin przez patogeny w zależności od nawożenia. Stwierdzono, że nawożenie potasem przyczyniło się do zwiększenia zdrowotności roślin w porównaniu do roślin kontrolnych, nie nawożonych. Najkorzystniejszy efekt osiągnięto kiedy zastosowano nawóz pylisty potasowy w trzech dawkach przed sadzeniem.



Rys. 2 . Zdrowotność roślin w zależności od nawożenia potasem w Daninowie

Zdrowotność roślin w zależności od wykonanych zabiegów ochronnych bez względu na stosowane nawożenie potasem przedstawiono na rys.3. Stwierdzono, że najefektywniejsza była ochrona z wykorzystaniem miedzi w dawce obniżonej, natomiast preparat Serenade ASO i biostymulator MycoSin wykazały się podobną efektywnością. Różnica w efektywności tych preparatów a kontrolą wynosiła ok. 20% stopnia porażenia przez patogeny, na niekorzyść kontroli, podczas drugiego terminu obserwacji.

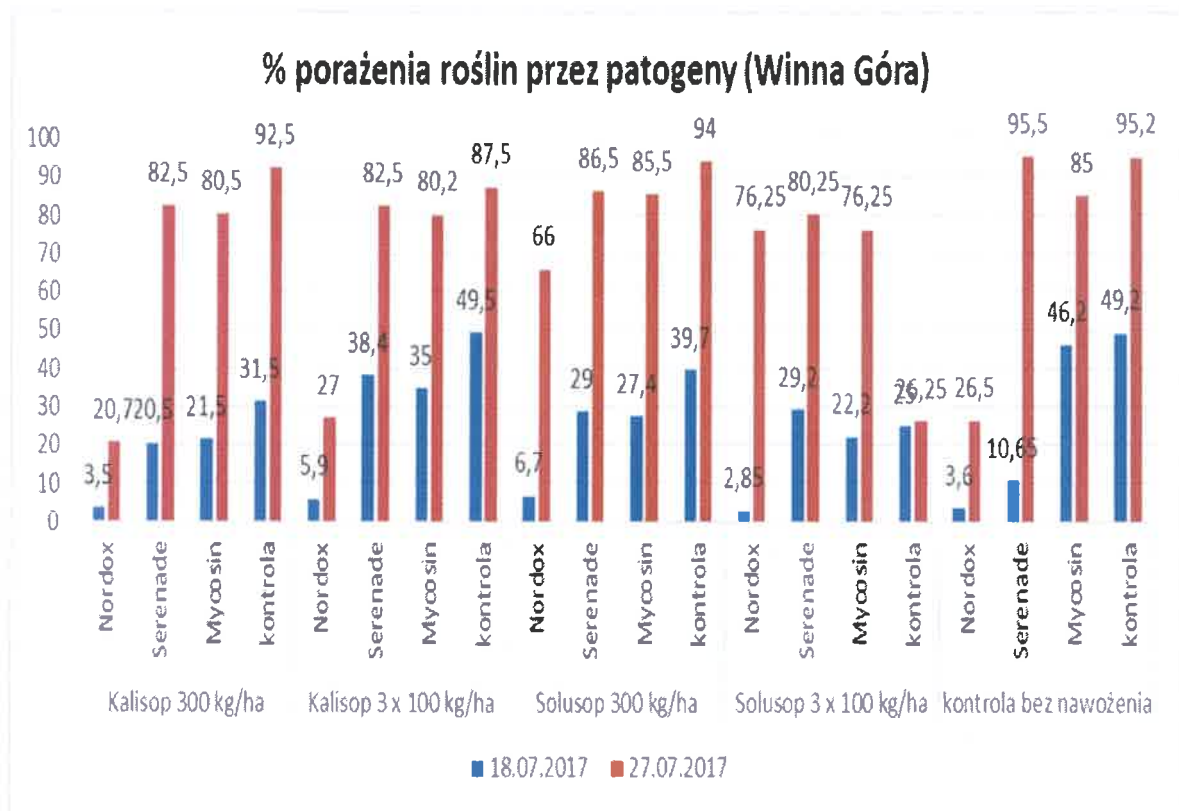


Rys. 3. Zdrowotność roślin w zależności od wykonanych zabiegów ochronnych bez względu na stosowane nawożenie potasem w Daninowie

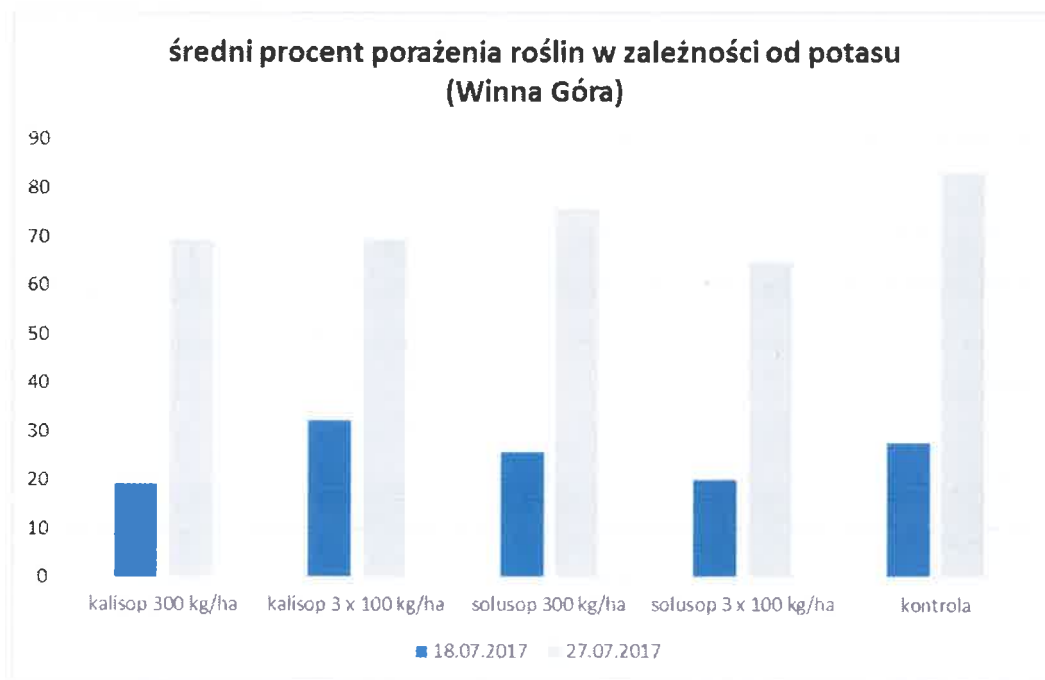
Plon w Daninowie określono na poziomie 9 t/ha w kombinacji kontrolnej, w kombinacji gdzie stosowano nawóz potasowy granulowany zwiększony był o 10%, natomiast w kombinacji gdzie stosowano Solusop – nawóz pylisty plon był zwiększony o kolejne 10-15% .

II. lokalizacja – pola ekologiczne w PSD IOR-PIB w Winnej Górze

Wyniki jednostkowe uwzględniające stosowanie nawożenia potasowego oraz stosowanie zabiegów ochronnych w zależności od daty obserwacji na roślinach odmiany Ditta zamieszczono na rys.4.



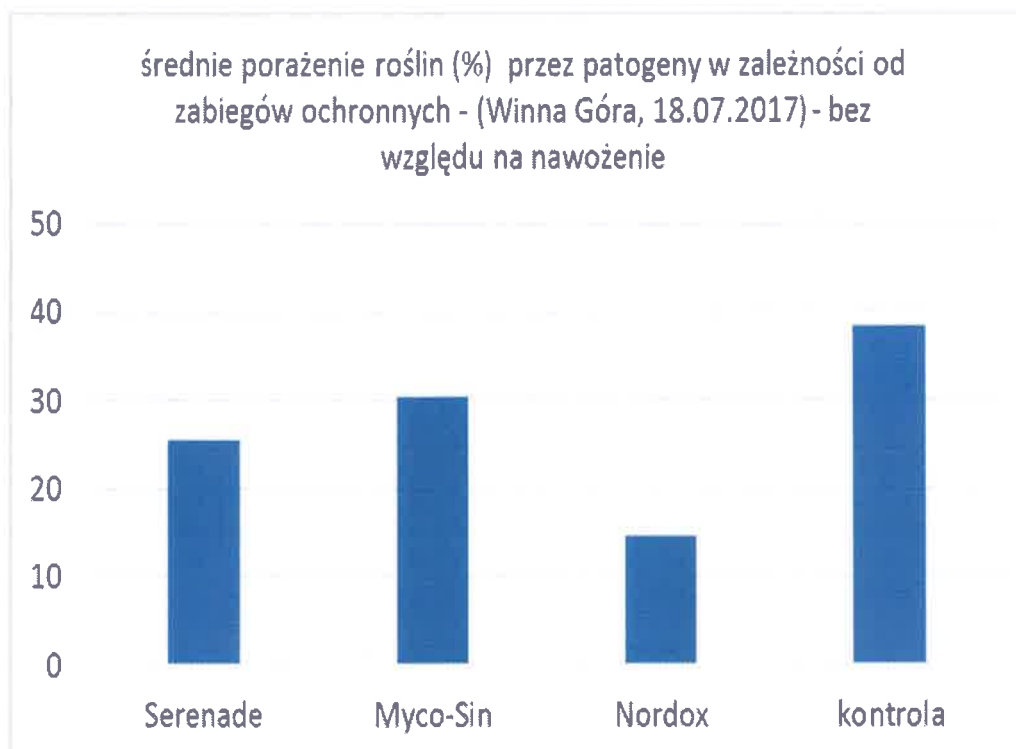
Rys. 4. Zdrowotność roślin w lokalizacji Winna Góra w trakcie eksperymentu.



Rys. 5. Zdrowotność roślin w zależności od nawożenia potasem w Winnej Górze

Na rys. 5. przedstawiono średni stopień porażenia roślin przez patogeny w zależności od nawożenia w Winnej Górze. Stwierdzono, że nawożenie potasem przyczyniło się do zwiększenia zdrowotności roślin, choć nie w tak oczywisty sposób jak w Daninowie. Najkorzystniejszy efekt również

osiągnięto kiedy zastosowano nawóz pylisty potasowy w trzech dawkach przed sadzeniem. Średni stopień porażenia roślin nawożonych potasem był niższy o ok. 10-15% w porównaniu do kontroli.



Rys. 6. Zdrowotność roślin w zależności od wykonanych zabiegów ochronnych bez względu na stosowane nawożenie potasem w Winnej Górze.

Zdrowotność roślin w zależności od wykonanych zabiegów ochronnych bez względu na stosowane nawożenie potasem w Winnej Górze przedstawiono na rys.6. Podobnie jak w Daninowie stwierdzono, że najefektywniejsza była ochrona z wykorzystaniem miedzi w dawce obniżonej, gdzie stwierdzono porażenie roślin na poziomie 15% w trakcie drugiej obserwacji – zbliżony do wartości w Daninowie. Preparat Serenade ASO i biostymulator MycoSin wykazały się podobną efektywnością – różnica w ich efektywności wynosiła 5%. W porównaniu do kontroli oba preparaty były efektywniejsze o ok. 10%

Tab. 1. Plony uzyskane z kombinacji w zależności od nawożenia i zabiegów ochronnych w Winnej Górze

	nawożenie	skrobia	Bulwy duże	Bulwy średnie	Bulwy małe	tony z hektara
Serenade ASO	kontrola a	11,7	11,64	6,18	5,74	6,6
MysoSin	kontrola b	12,0	12,15	7,66	5,82	7,2
Miedź	kontrola c	11,8	18,36	8,65	6,21	9,4
kontrola	kontrola d	11,1	10,22	5,28	6,82	6,3
Serenade ASO	Kalisop 300 kg/ha	11,3	17,55	7,4	8,34	9,4
MycoSin	Kalisop 300 kg/ha	12,0	16,64	6,88	7,41	8,7
Miedź	Kalisop 300 kg/ha	11,5	19,93	6,68	4,71	8,8
kontrola	Kalisop 300 kg/ha	11,8	14,84	4,78	3,46	6,5

Serenade ASO	Kalisop 3x100 kg/ha	10,5	22,16	9,32	4,48	10,2
MycoSin	Kalisop 3x100 kg/ha	11,5	23,19	8,16	6,26	10,6
Miedź	Kalisop 3x100 kg/ha	10,7	22,64	8,92	5,96	10,6
kontrola	Kalisop 3x100 kg/ha	11,0	17,32	7,04	5,06	8,3
Serenade ASO	Solusop 300 kg/ha	11,2	26,27	7,34	5,26	11,0
MycoSin	Solusop 300 kg/ha	11,2	31,14	8,48	6,45	13,0
Miedź	Solusop 300 kg/ha	11,0	34,14	6,52	6,42	13,3
kontrola	Solusop 300 kg/ha	11,4	18,66	6,46	6,30	8,9
Serenade ASO	Solusop 3x100 kg/ha	10,6	16,88	6,87	5,12	8,2
MycoSin	Solusop 3x100 kg/ha	12,6	20,40	5,26	3,79	8,3
Miedź	Solusop 3x100 kg/ha	11,5	23,15	5,65	4,71	9,5
kontrola	Solusop 3x100 kg/ha	11,0	13,16	4,96	3,70	6,2

Nawożenie potasem oraz zabiegi oparte na miedzi przyczyniły się do zwiększenia plonów. Najwyższe plony (13,3 t) uzyskano w kombinacji chronionej miedzią i nawożonej nawozem pylistym w dawce 300 kg/ha. Stosowanie biostymulatora MycoSin również przyczyniło się do uzyskania satysfakcjonujących plonów.

Wyniki dotyczące wykonania obserwacji biegaczowatych i wpływu zabiegów ochronnych na populacje owadów pożytecznych w Daninowie.

Ogółem zebrano niezbyt bogaty materiał badawczy złożony z 217 osobników Carabidae zaliczonych do 19 gatunków. Wszystkie odłowione chrząszcze zaliczają się do fauny agrocenoz i użytków zielonych (Tab 2.). Biorąc pod uwagę liczebność chrząszczy oraz gatunków na powierzchniach niepoddawanych i poddawanych zabiegom ochrony roślin daje się zauważyć nieznaczny negatywny wpływ stosowania tych środków na zgrupowania biegaczowatych (Tab. 2, 3). Obserwujemy spadek liczby gatunków i liczebności na powierzchniach kontrolnych w odniesieniu do stanu sprzed zabiegów oraz w odniesieniu do powierzchni zabiegowych (Rys.7.). Gatunek *Poecilus lepidus* został odłowiony na wszystkich stanowiskach, najliczniej odłowiony w na kontroli w terminie zakończenia zabiegów (Tab. 2, Rys. 8). Na powierzchniach zabiegowych niższy jest też współczynnik różnorodności biologicznej H' (Rys.7.). Najmniejszy negatywny wpływ na aspekt ilościowy i jakościowy zgrupowań Carabidae obserwowano przy zastosowaniu miedzi oraz przy zastosowaniu preparatu Serenade ASO.

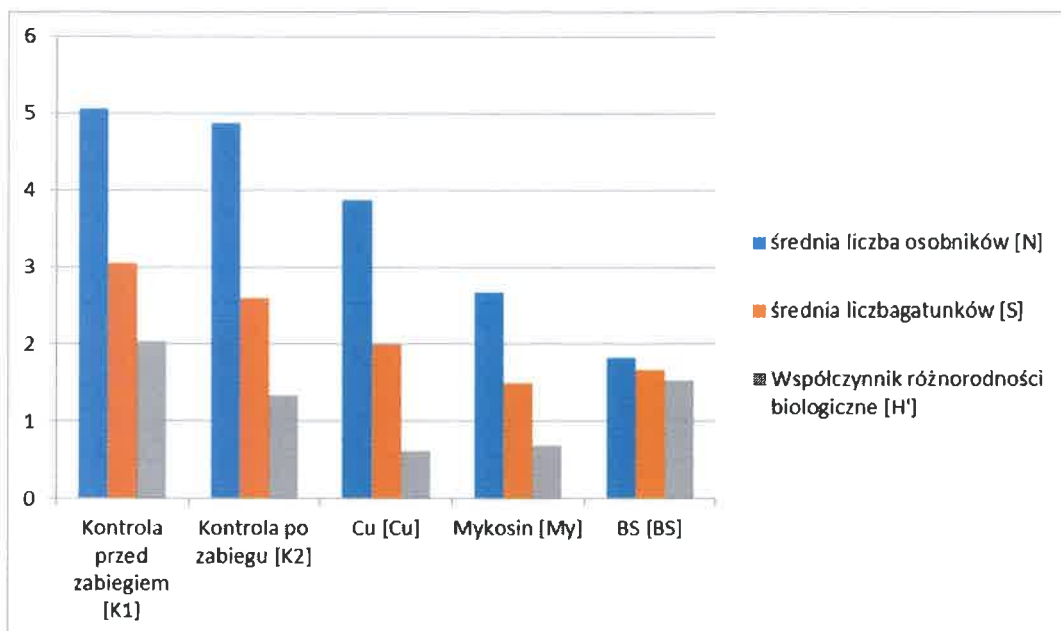
Uzyskanie wyniki badań mogą stanowić pewna wskazówkę co do wpływu stosowania w/w środków ochrony roślin lecz rozstrzygnięcie tego problemu wymaga dalszych badań w większej skali.

Tab.2. Alfabetyczny wykaz chrząszczy z rodziny biegaczowatych (Carabidae) odłowionych przed zastosowaniem środków ochrony roślin oraz po ich zastosowaniu w roku 2017

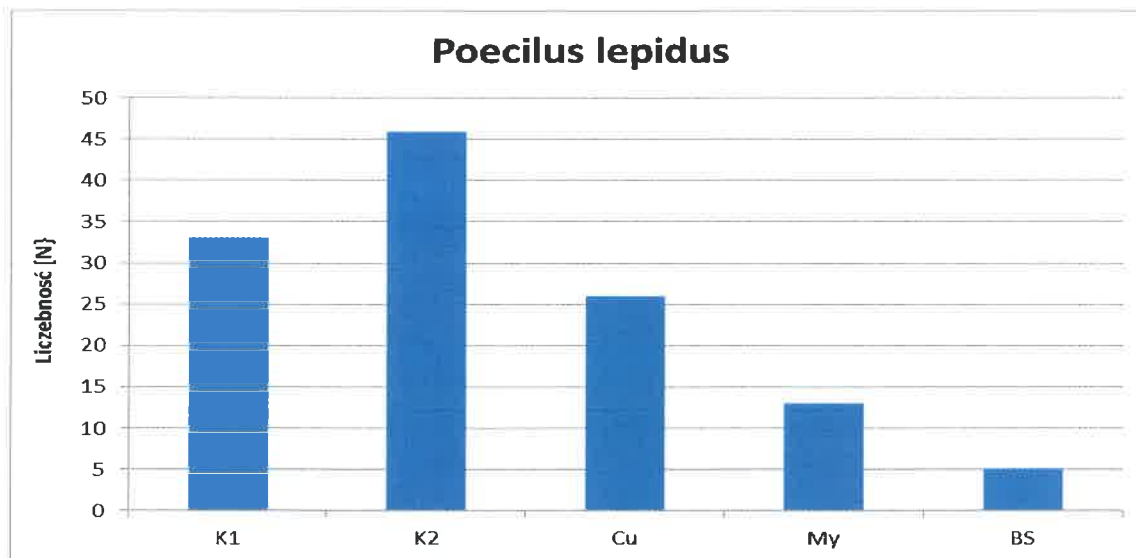
Gatunek/powierzchnia	Kontrola przed zabiegiem	Kontrola po zabiegu	Cu	MycoSin	BS	Razem
<i>Amara communis</i>		1				1
<i>Amara consularis</i>	1					1
<i>Bembidion cruciatus</i>		1				1
<i>Bembidion femoratum</i>	1					1
<i>Bembidion lampros</i>	4	1		1		6
<i>Bembidion quadrimaculatum</i>	5	3			1	9
<i>Bembidion tetracolum</i>	5					5
<i>Calathus erratus</i>				1		1
<i>Calathus fuscipes</i>		1				1
<i>Cicindela hybrida</i>	8	5		2	2	17
<i>Harpalus froelichii</i>	1	1				2
<i>Harpalus rufipes</i>	5	11	2		1	19
<i>Harpalus smaragdinus</i>	1	2			1	4
<i>Harpalus tardus</i>	4					4
<i>Microlestes minutulus</i>	1	1				2
<i>Poecilus cupreus</i>	14		1			15
<i>Poecilus lepidus</i>	33	46	26	13	5	123
<i>Poecilus versicolor</i>	3				1	4
<i>Syntomus foveatus</i>			2			2
Razem	86	73	31	16	11	217
Liczba gatunków	14	11	4	4	6	39

Tab. 3. Średnia liczba gatunków (N) i osobników (S) na pułapkę odłowionych przed i po zabiegu oraz współczynnik różnorodności biologicznej (H')

	średnia liczba osobników [N]	średnia liczba gatunków [S]	Współczynnik różnorodności biologicznej [H']
Kontrola przed zabiegiem [K1]	5,06	3,06	2,042
Kontrola po zabiegu [K2]	4,87	2,60	1,342
Miedź [Cu]	3,88	2,00	0,612
MycoSin [My]	2,67	1,50	0,689
Bacillus subtilis [BS]	1,83	1,67	1,54



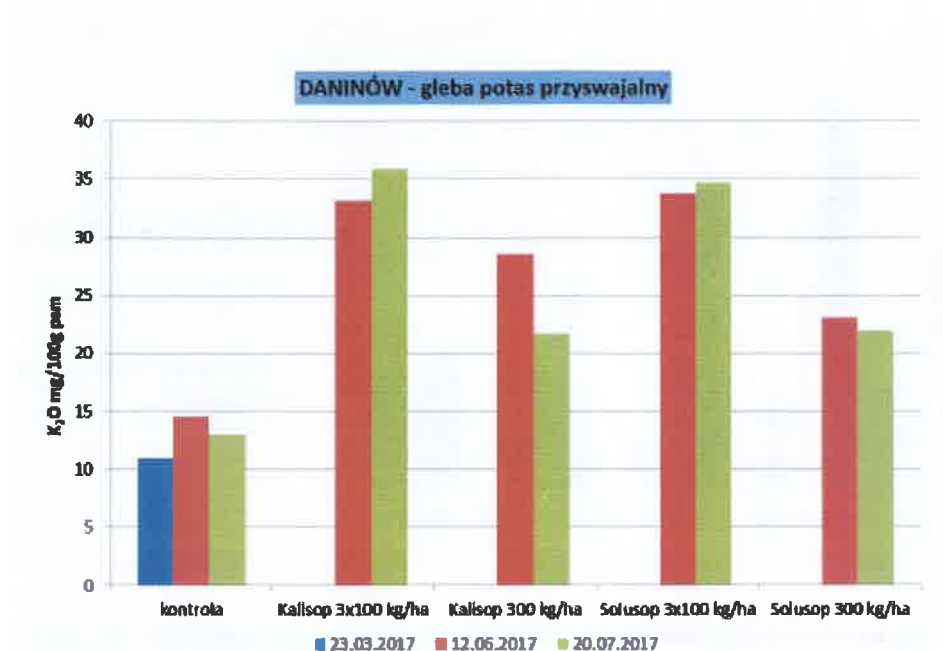
Rys. 7. Średnia liczba gatunków (N) i osobników (S) na pułapkę odłowionych przed i po zabiegu oraz współczynnik różnorodności biologicznej (H') (skrót jak w Tabeli 3)



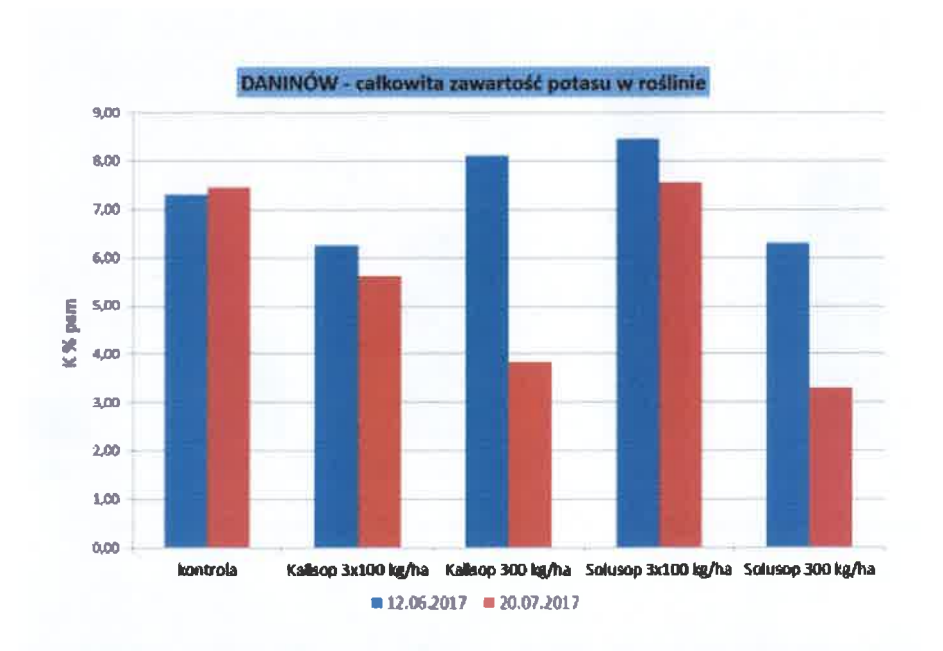
Rys. 8. Występowanie *Poecilus lepidus* na badanych powierzchniach (skrót jak w Tabeli 2)

Wybrane analizy zawartości potasu (lokalizacja - Daninów) w zależności od stosowania nawozu Kalisop i Solusop

Zawartość potasu w glebie, przyswajalnego (K_2O) dla roślin był najwyższy w kombinacjach gdzie stosowano nawożenie w strategii dawek dzielonych, zarówno dla nawozu w formie granulowanej jak i pylistej (rys.9).



Rys. 9. Zawartość potasu przyswajanego dla roślin (K_2O mg/100 g powietrznie suchej masy) w glebie w zależności od nawożenia i terminu poboru próbek w Daninowie



Rys. 10. Zawartość całkowita potasu w materiale roślinnym w zależności od nawożenia i terminu poboru próbek w Daninowie.

Najwyższą zawartość całkowitą potasu K% w roślinie zanotowano w próbkach pobranych z kombinacji gdzie stosowano nawóz pylisty, Solusop w dawkach dzielonych (rys.10).

Wybrane analizy zawartości potasu (lokalizacja – Winna Góra) w zależności od stosowania nawozu Kalisop i Solusop

W Winnej Górze, podobnie jak w Daninowie po wykonaniu analiz laboratoryjnych stwierdzono najwyższą zawartość potasu przyswajalnego dla roślin w glebie (40,39 mg) po zastosowaniu nawozu pylistego - Solusop w dawkach dzielonych (tab.4.).

Tab. 4. Potas przyswajalny w glebie, K₂O mg/100 g psm - Winna Góra

nawożenie/data poboru próbek	12.03.2017 (przed sadzeniem)	07.06.2017 (po wschodach)	31.08.2017 (po zakończeniu wegetacji)
Kontrola-bez nawożenia potasem	12,5	18,04 mg	28,84 mg
Kalisop 3x100 kg/ha		30,38 mg	39,47 mg
Kalisop 300 kg/ha		31,06 mg	39,19 mg
Solusop 3x100 kg/ha		29,9 mg	40,39 mg
Solusop 300 kg/ha		28,7 mg	37,81 mg

Podsumowanie

1. W roku 2017 zastosowano na plantacji ziemniaka dwie strategie doglebowego nawożenia oraz dwa nawozy potasowe, jeden w formie granulowanej, drugi w formie pylistej, **Kalisop i Solusop**, odpowiednio. Oba zawierają tlenek potasu i trójtlenek siarki. Pierwsza strategia obejmowała zastosowanie jednorazowo dawki doglebowej, przed sadzeniem dawce 150 kg K₂O, druga polegała na zastosowaniu trzykrotnej doglebowej aplikacji (np. co 7 dni) przed sadzeniem, każda w dawce 50 kg K₂O. Niestety ta druga strategia wiąże się ze zwiększonym nakładem pracy fizycznej. Stwierdzono, że w przypadku pylistej formy nawozu stosowanie zarówno jednorazowe jak i trzykrotne jest efektywne w zaopatrzeniu roślin w potas w trakcie wzrostu. Forma pylista nawozu zapewniła także wyższy plon oraz większą odporność roślin na porażenie przez patogeny. Dodatkowo zaobserwowano, że pylista forma nawozu szybciej była uwalniana do gleby w porównaniu do formy granulowanej i pozwoliła na zwiększenie planu handlowego. Natomiast w przypadku granulowanej formy nawozu trzykrotne stosowanie jest bardziej efektywne niż jednokrotne i pozwoliło na utrzymanie zawartości potasu w glebie na stałym poziomie oraz na stopniowe jego pobieranie przez rośliny w trakcie wegetacji.
2. Stwierdzono, że słabiej w porównaniu do zabiegów miedziowych, aczkolwiek przy niskiej presji chorób był to zadawalający poziom ochrony, chroniły zabiegi oparte na *B. subtilis* i drożdżach, które pomiędzy sobą nie wykazywały różnic w efektywności. Rośliny ziemniaka były znacznie słabiej porażone, po regularnie wykonanych zabiegach opartych na Serenade ASO i MycoSin, w porównaniu do kombinacji kontrolnej.
3. Stwierdzono, że rozpoczęcie zabiegów przed wystąpieniem objawów chorobowych, w dawce maksymalnej do 3 kg miedzi/sezon/ha jest w stanie zabezpieczyć rośliny i plon.
4. Obserwowano spadek liczby gatunków i liczebności na powierzchniach zabiegowych w porównaniu do powierzchni kontrolnych. Gatunek *Poecilus lepidus* został odłowiony na wszystkich stanowiskach, najliczniej odłowiony w na kontroli w terminie zakończenia zabiegów. Na powierzchniach zabiegowych niższy był współczynnik różnorodności biologicznej H'. Najmniejszy negatywny wpływ na aspekt

ilościowy i jakościowy zgrupowań Carabidae obserwowano przy zastosowaniu miedzi oraz preparatu Serenade ASO.

Prezentowane wyniki zostały zaprezentowane na spotkaniu szkoleniowym w gospodarstwie ekologicznym „Eko-Raj” w Daninowie, zorganizowanym przy współpracy z WODR w Poznaniu w zakresie ekologicznej uprawy ziemniaka i warzyw w dn. 03.09.2017r.

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

Przygotowano i wydano ulotkę informacyjną dostępną na stronie <https://www.ior.poznan.pl/430,badania-w-zakresie-ochrony-ekologicznych-upraw-rolniczych.html>. Sprawozdanie z etapu badań zrealizowanego w roku 2017 znajduje się pod tym samym linkiem 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