

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

Sprawozdanie

Uprawy polowe metodami ekologicznymi: badania w zakresie wykorzystania substancji podstawowych w ochronie upraw polowych w uprawie ekologicznej.

Tytuł podzadania – Badania nad oceną potencjału cynamonu stosowanego w kierunku ochrony upraw pomidora w uprawie polowej przed szkodnikami i chorobami

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

Wykonawcy: dr Marcin Grobela, mgr Joanna Krzymińska, Lidia Łopatka, dr Paweł Sienkiewicz (UP Poznań)

Borise Lronde

Zrealizowano na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi nr HOR.re.027.3.2018
otrzymał dotację na pokrycie kosztów badań na rzecz rolnictwa ekologicznego

Wstęp i cel badań

Cynamon jest rodzajem bardzo aromatycznej przyprawy uzyskiwanej z kory cynamonowca cejlońskiego (*Cinnamomum zeylanicum*) lub cynamonowca wonnego – kasji (*Cinnamomum cassia*). Sproszkowana kora cynamonowca jest stosowana, jako przyprawa, a zarazem ze względu na swoje właściwości antyseptyczne, grzybo- i bakteriobójcze jest popularnym elementem medycyny naturalnej. Powszechnie znane są również właściwości repelentne i owadobójcze cynamonu, za które odpowiada zawarty w nim nienasycony aldehyd trans-cynamonowy (cynamal). Szczególnie duże stężenie tej substancji czynnej (około 80%) zawiera olejek cynamonowy.

Obecnie na liście środków ochrony dopuszczonych dla produkcji ekologicznej przeznaczonych do zwalczania szarej pleśni, zarazy ziemniaka i mączniaka prawdziwego w ochronie roślin pomidora są głównie środki ochrony roślin oparte na nieorganicznych związkach miedzi i siarki. Prowadzone są także badania nad wykorzystaniem mikroorganizmów i polisacharydów w uprawie pomidora, wyniki są obiecujące. Na całym świecie prowadzi się intensywne badania nad wykorzystaniem substancji naturalnych i podstawowych, które nie są substancjami potencjalnie niebezpiecznymi i nie są stosowane głównie do celów ochrony roślin, ale mimo to są przydatne w ochronie roślin, bezpośrednio lub w środku składającym się z substancji podstawowej i prostego rozpuszczalnika. Substancje podstawowe nie są wprowadzane do obrotu jako środek ochrony roślin (nie wymagają udzielenia zezwolenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi). Wykaz zatwierdzonych w Unii Europejskiej substancji podstawowych znajduje się w serwisie internetowym Komisji Europejskiej <http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/public/?event=activesubstance.selection&language=EN>

Wszystkie dotychczas zaaprobowane substancje podstawowe znajdują się także w załączniku II Rozporządzenia wykonawczego Komisji (UE) 2016/673 z dnia 29 kwietnia 2016 r. zmieniającego rozporządzenie (WE) nr 889/2008 ustanawiające szczegółowe zasady wdrażania rozporządzenia Rady (WE) nr 834/2007 w sprawie produkcji ekologicznej i znakowania produktów ekologicznych w odniesieniu do produkcji ekologicznej, znakowania i kontroli. Substancje podstawowe w rozumieniu art. 23 ust. 1 rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1107/2009 1) są objęte definicją »środka spożywczego« zawartą w art. 2 rozporządzenia (WE) nr 178/2002 Parlamentu Europejskiego i Rady 2) oraz są pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego. Nie są stosowane jako środki chwastobójcze, lecz tylko do zwalczania szkodników i chorób. Spośród substancji kandydujących do objęcia ich definicją substancji podstawowej do badań w niniejszym projekcie wytypowano *Cinnamomum zeylanicum*. Obecnie cynamon nie jest zatwierdzony, lecz jest kandydatem do wprowadzenia go na listę substancji podstawowych zgodnie z „Draft list of possible candidates for basic substances” SANCO 10069/2013 Rev.3. **Niniejszy projekt koncentrował się wokół prac przeglądowych i doświadczalnych zmierzających do zatwierdzenia nowej substancji podstawowej na bazie sproszkowanej kory cynamonowca cejlońskiego.**

Cynamon jest od dawna stosowany w rolnictwie tradycyjnym krajów Azji południowo-wschodniej. Stosowanie cynamonu w formie sproszkowanej oraz przygotowanego na jego bazie wyciągu zostało skutecznie zastosowane w ograniczaniu suchej plamistości liści wywoływanej przez grzyby *Alternaria* spp., jak również chorób grzybowych wywołanych przez *Fusarium* spp. Działanie akaricydowe i insektycydowe ekstraktów z cynamonu zostało zaobserwowane i opisane dla roztoczy z grupy przędziorków (*Tetranychus urticae*), jak i wciornastków (*Thrips Tabaci* Lind) oraz mączlików (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood).

W ramach realizacji celu szczegółowego w ramach przeprowadzonych doświadczeń określono potencjał sproszkowanego cynamonowca cejlońskiego (*Cinnamomum zeylanicum*) uprawianego w systemie ekologicznym oraz strategii jego stosowania w celu ochrony roślin pomidora przed chorobami i szkodnikami w uprawach polowych i szklarniowych. Dodatkowo w badaniach uwzględniono także rośliny pszenicy w celu określenia potencjału cynamonu do ograniczania kompleksu *Fusarium* spp. Ponadto w ramach projektu wykonano przegląd dostępnej literatury naukowej i popularno-naukowej w kierunku oceny nowej substancji podstawowej opartej na cynamonie i przygotowanie stosownej dokumentacji dla zakwalifikowania jako substancji podstawowej cynamonu w postaci proszku.

Metody wykonania zadania

Zaplanowano badania laboratoryjne i szklarniowe w warunkach kontrolowanych oraz polowe w ekologicznym gospodarstwie produkcyjnym.

Prowadzono kontrolowaną hodowlę wybranych patogenów pomidora *Phytophthora infestans* – zaraza ziemniaka, *Botrytis cinerea* – szara pleśń) oraz jednego ze sprawców fuzariozy *Fusarium culmorum*. **Testy laboratoryjne** na płytkach Petrie'go obejmowały określenie wpływu wyciągu wodnego *C. zeylanicum* na ograniczenie rozwoju grzybni *Fusarium culmorum* i *B. cinerea*. *F. culmorum* zostało wprowadzone do badań dodatkowo, aby określić potencjał cynamonu do ograniczenia rozwoju popularnego patogenu upraw zbożowych. Badania wykonano z wodnym roztworem cynamonu i jego przesączem (czyli roztworem, który zebrali się na osadem cynamonu rozpuszczonego *C. zeylanicum* w wodzie po 30 minutach). Do przygotowania wodnych roztworów cynamonu zastosowano dawki identyczne, jakie stosowano do oprysków w szklarni i w polu, tj. 5 g i 10 g/ 1 litr wody. Do agarowej pożywki PDA dodano ustaloną objętość roztworu lub przesączu. Po stężeniu agaru na płytkach Petriego w centralnym polu płytki umieszczono po jednym krążku przerośniętym grzybnią *B. cinerea* lub *F. culmorum*. Płytki były inkubowane w temp. 21°C, po upływie 2, 3, 6 i 7 dni oceniano stopień wzrostu patogenu (poprzez mierzenie dwóch średnic rozrastającej się grzybni) na zmodyfikowanej pożywce. Doświadczenie zakończono, kiedy płytki kontrolne zostały całkowicie przerośnięte grzybnią.

Testy wazonowe w szklarni wykonano z pomidorem, odm. Ożarowska. Przygotowano rozsadę, którą wysadzono, a w fazie 3-4 liści sztucznie zainokulowano ją wodnymi roztworami szarej pleśni i zarazy ziemniaka (każdy patogen osobno), *Botrytis cinerea* (zawiesina $3,1 \times 10^5$ / ml) oraz *Phytophthora infestans* (2×10^4 /ml) po 1ml zawiesiny na roślinę. Po upływie trzech dni wykonano oprysk wodnym roztworem cynamonu w dawce 10 g/ 1 l wody. Przeprowadzono ocenę stopnia porażenia roślin przez patogeny, po upływie 9. dnia od inokulacji wykonano drugi zabieg interwencyjny, a po kolejnych 5 dniach wykonano ocenę zdrowotności roślin.

Przygotowanie roztworu cynamonu opracowano na podstawie własnych doświadczeń i danych przeglądowych – dawkę 10 g należy dokładnie rozmieszać w podgrzanej lekko wodzie (1 litr), można dodać kroplę emulgatora, np. alkoholu. Mocno wytrząsnąć, a następnie przecedzić przez sito, a kolejne dwa razy przez gazę młyńską lub podwójnie złożoną gazę lekarską.

Testy szklarniowe obejmowały także pszenicę jara, odm. Arabelle. W doniczkach umieszczono ziemię ogrodniczą, którą zakażono patogenem *F. culmorum* poprzez zmieszanie jej z przerośniętym *F. culmorum* ziarnem. W doniczkach z zakażoną ziemią wysiano po 10 ziarniaków. Jedna kombinacja testu obejmowała 3 doniczki. Do „ziemi zakażonej” dodano także cynamon w dawkach 1, 5 i 10 g/kg ziemi. Kontrolę stanowiły doniczki z zakażoną ziemią bez dodania cynamonu oraz z ziemią czystą (kontrola bezwzględna). Ponadto oceniono wpływ cynamonu (w trzech dawkach) na rozwój pszenicy wysianej do „czystej ziemi”. Dodatkowo wprowadzono kombinacje testu, gdzie wykonano jedynie 4 oprysków co 3-4 dni, dogłębowo wodnym roztworem cynamonu w dawce 10g/ 1 litr wody. W innej kombinacji zabiegi z cynamonem połączono, tzn. wykonano dogłębową aplikację i aplikowano regularnie opryskiwanie gleby. W kontrolnej partii doniczek dokonano jedynie opryskiwania gleby wodą. W obu testach oceniano liczbę wschodów oraz rozwój nadziemnej części roślin (długość łodygi).

W szklarni przeprowadzono również ocenę skuteczności działania insektycydowego cynamonu w odniesieniu do mączlika szklarniowego. W kwaterze ziemnej wysadzono rozsadę pomidora, odm. Sonka. Test obejmował dwie kombinacje – jedna z opryskiwaniem wodnym roztworem cynamonu (10 g/ 1 litr wody), druga z opryskiem roślin jedynie wodą. Każda kombinacja obejmowała 24 rośliny. Przed pierwszym opryskiem z cynamonem zebrano liście, aby ocenić wyjściową liczebność populacji mączlika szklarniowego. Z każdej kombinacji zebrano po 5 liści, na każdym liściu wybrano 5 miejsc o pow. 1cm^2 i oceniano liczebność stadiów rozwojowych L1-L4 szkodnika i liczbę złożonych jaj. Wykonano 7 oprysków wodnym roztworem w odstępie 3-4 dni. Przed każdym opryskiem zbierano liście, aby ocenić efektywność poprzedniego oprysku.

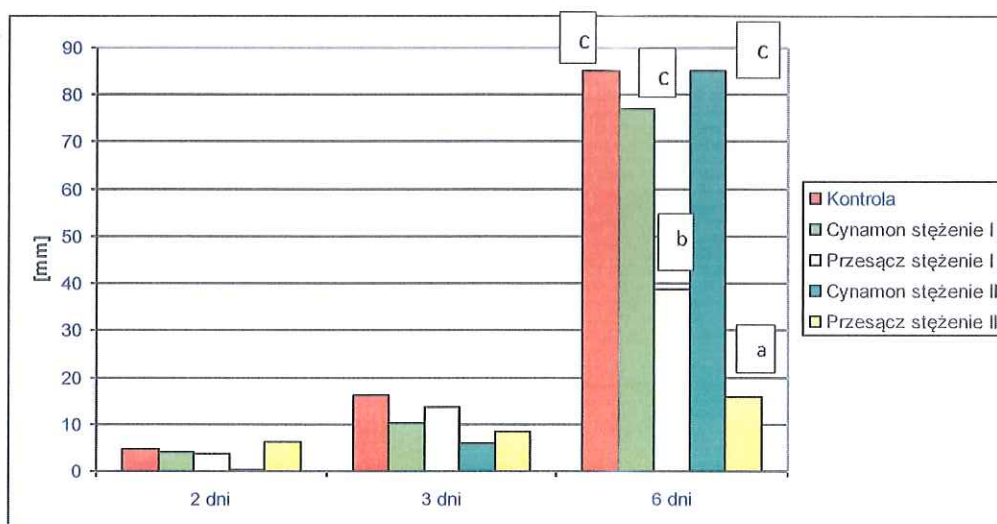
Badania polowe – wykonano w prywatnym gospodarstwie ekologicznym. W polu wysadzono trzy odmiany pomidora – Agro, Country, Hamlet przeznaczone do uprawy polowej. Wykonano 6 oprysków w odstępie 4 dni w dawce 5 g cynamonu/1 l wody. Oceniono liczbę liści oraz liczbę rozgałęzień – ten parametr pozwolił na ocenę rozwoju roślin. Rośliny kontrolne nie były traktowane cynamonem.

Badania nad wpływem na środowisko – wykonano badania nad wpływem oprysków z wodnym roztworem cynamonu na populacje owadów biegaczowatych. Na ekologicznej uprawie koniczyny czerwonej rozmieszczono losowo pułapki Barbera, po jednej w każdej kwaterze. Jedna kwatera wynosił 100 m². Oprysk wykonano opryskiwaczem plecakowym wodnym roztworem cynamonu 10 g/1 l wody. Na jedną kwaterę zużywano 10 l cieczy. Wykonano 3 opryski w odstępie 7 dni, przed rozpoczęciem 1. zabiegu i przed każdym kolejnym zebrano owady i umieszczano nowe pułapki. Owady biegaczowate zebrano i zidentyfikowano. Pierwszy zabieg wykonano 18. maja.

4) Wyniki

Testy laboratoryjne – płytki Petriego, wpływ na rozwój patogenów

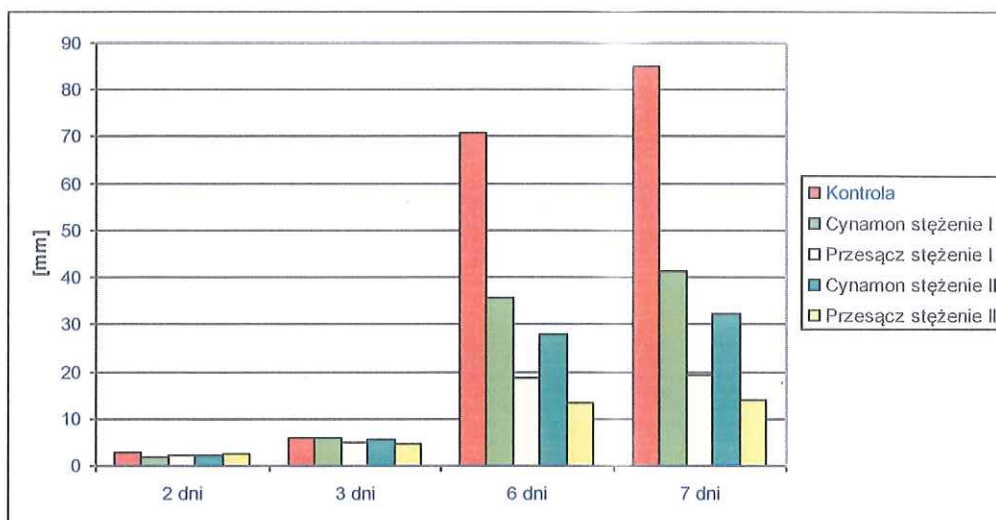
Zastosowano dwa stężenia – 5 i 10 g/ litr wody.



Wykres 1. Średni wzrost liniowy grzybni *Botrytis cinerea* w warunkach *in vitro* [mm]

Stężenie I – 5 g cynamonu w proszku/ 1 l wody, stężenie II – 10 g/ 1 l wody

Przesącz wykazał wyższą zdolność (statystycznie potwierdzoną) ograniczania wzrostu grzybni *B. cinerea* na PDA w porównaniu do roztworu cynamonu. Przesącz z roztworu w dawce 10 g/ 1 l wody okazał się najefektywniejszym inhibitorem dla rozwoju *B. cinerea*.



Wykres 2. Średni wzrost liniowy grzybni *Fusarium culmorum* w warunkach *in vitro* [mm]

Stężenie I – 5 g cynamonu w proszku/ 1 l wody, stężenie II – 10 g/ 1 l wody

Po upływie 3 dni stwierdzono istotne różnice we wzroście grzybni *F. culmorum* w zależności od zastosowanego „dodatku” do pożywki i jego stężenia. Stwierdzono, że przesącz był statystycznie skuteczniejszy w porównaniu do roztworu cynamonu. W porównaniu do kontroli zarówno roztwór jak i przesącz był skuteczny, efektywność hamownia wzrostu grzybni *F. culmorum* wyniosła ok. 50 %. Dawka 10 g cynamonu/ 1 l wody była najskuteczniejsza.

Testy wazonowe w szklarni

Tab.1 Średnie porażenie roślin pomidora [%] po sztucznej inokulacji *B. cinerea* i dwukrotnym oprysku cynamonem. Kontrolę stanowią rośliny sztucznie inokulowane *B. cinerea*.

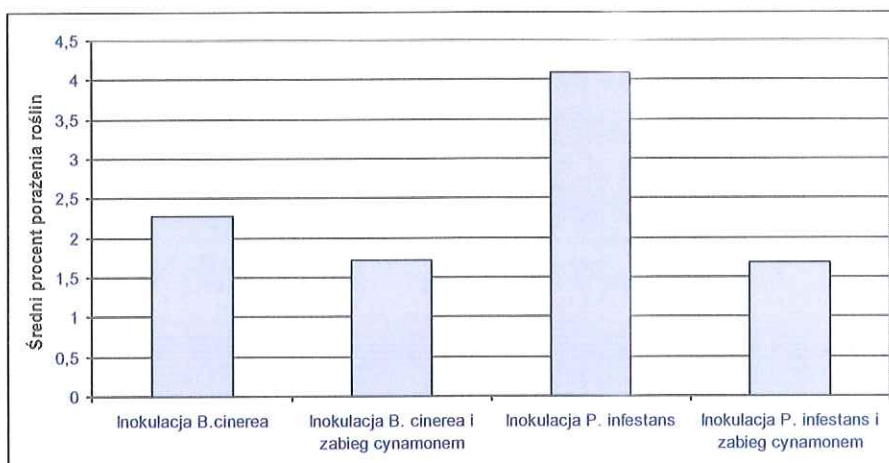
Kontrola	Cynamon
2,28a	1,72b

Dwukrotne opryski wodnym roztworem cynamonu w dawce 10 g/ 1 litr wody statystycznie ograniczyły objawy szarej pleśni na roślinach pomidora.

Tab.2. Średnie porażenie pomidora [%] po sztucznej inokulacji *P. infestans* i dwukrotnym oprysku cynamonem. Kontrolę stanowią rośliny sztucznie inokulowane *P. infestans*.

Kontrola	Cynamon
4,08a	1,68b

Dwukrotne opryski wodnym roztworem cynamonu w dawce 10 g/ 1 litr wody statystycznie ograniczyły objawy zarazy ziemniaka na roślinach pomidora.



Wykres 3. Średni procent porażenia roślin pomidora odm. Ożarówski po sztucznej inokulacji *B. cinerea* i *P. infestans* oraz po dwukrotnym zabiegu roztworem wodnym cynamonu – różnice statystyczne zamieszczono w tabeli 1 i 2.

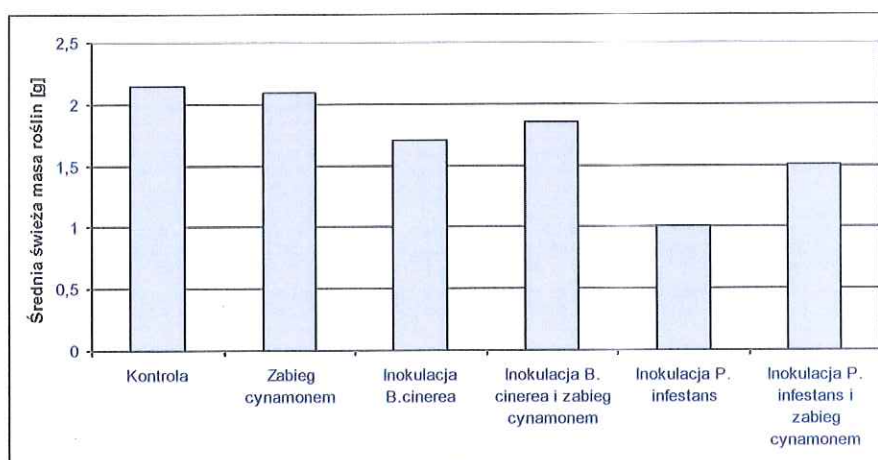
Opryski cynamonem potwierdziły przydatność cynamonu do ograniczania objawów chorób na roślinach pomidora.

Tab. 3. Średnia świeża masa roślin pomidora [g] w zależności od patogenu i aplikacji cynamonu.

Kontrola	Oprysk Cynamon	Inokulacja <i>B. cinerea</i>	Inokulacja <i>Ph. infestans</i>	Inokulacja <i>B. cinerea</i> i oprysk cynamon	Inokulacja <i>Ph. infestans</i> i oprysk cynamon
2,14a	2,09a	1,71ab	1,0c	1,85ab	1,51b

Rośliny były ważone w fazie 9 liści

Oprysk cynamonem roślin zdrowych nie wykazał efektów niekorzystnych dla rozwoju roślin. Ponadto zanotowano lepszy wzrost roślin sztucznie porażonych patogenem *P. infestans*, które były traktowane cynamonem (1,51 g) w porównaniu do roślin z objawami zarazy ziemniaka nie traktowanych cynamonem (1,0 g).



Wykres 4. Średnia świeża masa roślin pomidora [g] odm. Ożarówski po sztucznej inokulacji *B. cinerea* i *P. infestans* oraz po dwukrotnych zabiegach roztworem wodnym cynamonu- różnice statystyczne zamieszczono w tabeli 3.

Testy szklarniowe z „czystą” ziemią

Tab. 4. Średni procent zdolności kiełkowania ziarna pszenicy w ziemi niezakażonej tzw. „czystej” po wymieszaniu cynamonu z ziemią.

Dni po wysiewie/ Kombinacja	Cynamon wymieszany z czystą ziemią przed wysiewem			Cynamon wymieszany z czystą ziemią przed wysiewem i zabieg opryskiwania cynamonem na 3 dniowe siewki			Czysta ziemia, zabieg opryskiwania cynamonem na 3 dniowe siewki	Kontrola (czysta ziemia)
	10	5	1	10	5	1		
Dawka doglebowa cynamonu [g/ kg ziemi]								
4*	96,7a	90,0a	96,7a	96,7a	90,0a	96,7a	96,7a	93,3a
5	96,7a	90,0a	86,7a	96,7a	96,7a	96,7a	100,0a	100,0a
8*	100,0a	90,0a	90,0a	96,7a	100,0a	100,0a	100,0a	100,0a
11*	100,0a	83,3b	93,3a	96,7a	100,0a	100,0a	100,0a	100,0a
13*	96,7a	80,0b	93,3a	96,7a	100,0a	100,0a	100,0a	100,0a
15	93,3a	76,7b	93,3a	96,7a	100,0a	100,0a	100,0a	100,0a
18	93,3a	76,7b	90,0a	96,7a	100,0a	100,0a	100,0a	100,0a
20	93,3a	76,7b	90,0a	96,7a	100,0a	100,0a	100,0a	100,0a
22	93,3a	76,7b	90,0a	96,7a	100,0a	100,0a	100,0a	100,0a

*oprysk zawiesiną wodną cynamonu;

Cynamon w dawce 5g /kg ziemi ograniczył procent skielkowanych ziarniaków i liczbę siewek – trudne do interpretacji, tym bardziej, że w kombinacji, gdzie również zastosowano doglebowo cynamon oraz wprowadzono opryskiwanie powierzchni gleby nie zauważono efektu inhibicji kiełkowania ziarniaków pszenicy.

Tab. 5. Wpływ cynamonu na rozwój roślin pszenicy w niezakażonej ziemi

Kombinacja	Cynamon do czystej ziemi			Cynamon do czystej ziemi + oprysk			Oprysk, czysta ziemia	Kontrola
	10	5	1	10	5	1		
Dawka doglebowa cynamonu [g/ kg ziemi]								
Część nadziemna [g]	3,07c	3,50bc	2,70c	5,47a	2,87c	3,17c	5,17ab	5,47a
Część podziemna [g]	2,27ab	2,23b	1,97b	2,57ab	2,43ab	2,67ab	2,80ab	3,1a
Długość [cm]	63,50ab	49,33b	58,00b	67,00ab	49,33ab	58,00ab	64,67ab	79,33a

Dawka sproszkowanego cynamonu 5 i 1 g/ kg ziemi statystycznie istotnie ograniczyła rozwój siewek i młodych roślin pszenicy w porównaniu do kontroli oraz do kombinacji, gdzie wykonywano jedynie opryski jednodniowych siewek.

Testy szklarniowe z „ziemią zakażoną”

Tab. 6. Średni procent zdolności kiełkowania ziarna pszenicy w ziemi sztucznie inokulowanej patogenem *F. culmorum*.

Dni po wysiewie	Cynamon wymieszany z zakażoną ziemią przed wysiewem			Kontrola (zakażona ziemia)	Kontrola (czysta ziemia)
Dawka doglebowa cynamonu [g/ kg ziemi]	10	5	1		
4	56,7b	70,0ab	63,3b	13,3c	93,3a
5	63,3bc	86,7ab	76,7b	53,3c	100,0a
8	73,3b	86,7a	76,7b	70,0b	100,0a
11	83,3ab	90,0a	76,7ab	70,0b	100,0a
13	83,3abc	90,0ab	76,7bc	66,7c	100,0a
15	76,7bc	90,0ab	73,3bc	63,3c	100,0a
18	76,7abc	90,0ab	73,3bc	53,3c	100,0a
20	76,7abc	90,0ab	73,3bc	56,7c	100,0a
22	76,7abc	90,0ab	73,3bc	56,7c	100,0a

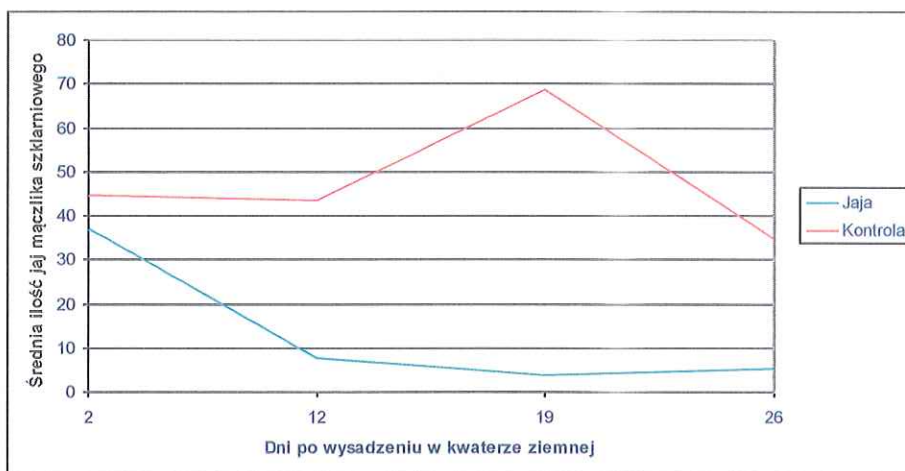
Wprowadzenie *F. culmorum* do gleby statystycznie istotnie silnie ograniczyło kiełkowanie pszenicy w porównaniu do kontroli. Wprowadzenie różnych dawek sproszkowanego cynamonu do zakażonej gleby przyczyniło się do zwiększenia liczby skielkowanych ziarniaków.

Tab. 7. Wpływ cynamonu na rozwój roślin pszenicy w ziemi sztucznie inokulowanej patogenem *F. culmorum*

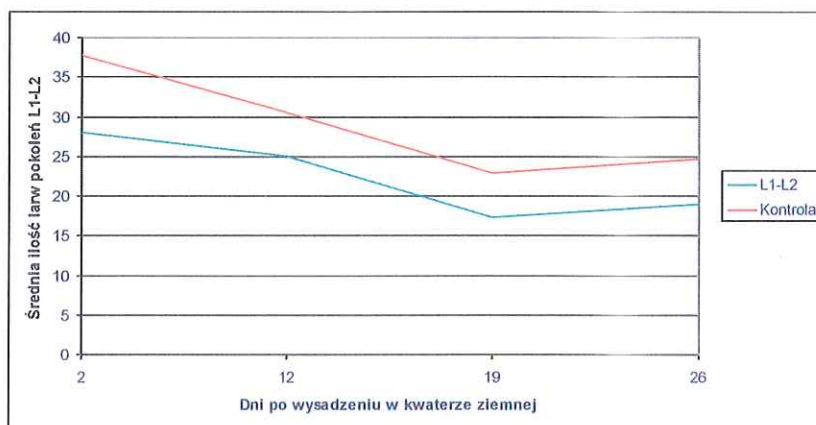
Kombinacja	Cynamon do czystej ziemi			Kontrola (zakażona ziemia)	Kontrola (czysta ziemia)
	10 g/ 1 kg ziemi	5 g/ 1 kg ziemi	1 g/ 1 kg ziemi		
Część nadziemna [g]	2,97cd	4,23b	3,80bc	2,63d	5,47a
Część podziemna [g]	1,43cd	2,87b	1,33bc	1,67d	3,1a
Wysokość siewek [cm]	47,50b	56,67b	48,50b	42,50b	79,33a

Przy stosowaniu cynamonu do gleby masa części nadziemnej i podziemnej roślin była istotnie niższa w porównaniu do roślin pochodzących z kontroli, ale istotnie wyższa w porównaniu do zakażonej kontroli. Natomiast wysokość roślin dla wszystkich dawek cynamonu była istotnie mniejsza w porównaniu do kontroli czystej.

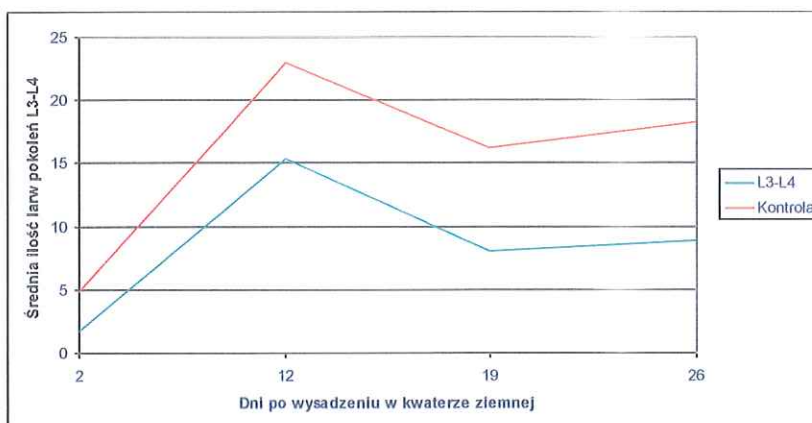
Testy szklarniowe- wpływ cynamonu na mączlika szklarniowego w uprawie pomidora



Wykres 5. Średnia ilość jaj mączlika szklarniowego na liściach pomidora odmiany Sonka po zabiegach roztworem wodnym cynamonu.



Wykres 6. Średnia ilość larw mączlika szklarniowego pokoleń L1-L2 na liściach pomidora odmiany Sonka po zabiegach roztworem wodnym cynamonu



Wykres 7. Średnia ilość larw mączlika szklarniowego pokoleń L1-L2 na liściach pomidora odmiany Sonka po zabiegach roztworem wodnym cynamonu.

Zabiegi (7 oprysków) z wodnym roztworem cynamonu (10g/ 1 l wody) skutecznie ograniczyły liczbę złożonych jaj oraz w dalszym okresie liczbę kolejnych stadiów rozwojowych mączlika szklarniowego.

Testy polowe

Tab. 8. Rozwój części wegetatywnej roślin pomidora w gruncie w zależności od oprysku z cynamonem i odmiany

Wysadzenie w grunt 18. czerwca

Obserwacja	Kontrola bez oprysków z cynamonem			Rośliny opryskiwane wodnym roztworem cynamonu		
	Agro	Country	Hamlet	Agro	Country	Hamlet
10. lipca Średnia liczba liści	9,6	8,3	9,0	9,8	9,1	10,0
23. lipca Średnia liczba liści	12,6	11,6	11,0	11,3	12,2	14,0
21. września Średnia liczba rozgałęzień	14,3	17,8	12,7	16,5	18,0	15,2

Wszystkie rośliny pomidora gruntowego traktowane cynamonem (6 oprysków co 3-4 dni, 5 g/l l wody) wykazywały lepsze parametry rozwoju wegetatywnego, w porównaniu do kontroli, bez względu na odmianę.

Badania nad wpływem na środowisko

Lista gatunków biegaczowatych i liczba odłowionych, bez względu na opryski cynamonem lub ich brak

<i>Amara aenea</i>	21 osobników
<i>Amara bifrons</i>	9
<i>Amara communis</i>	1
<i>Amara familiaris</i>	40
<i>Amara similata</i>	277
<i>Amara tibialis</i>	1
<i>Asaphidion flavipes</i>	1
<i>Bembidion lampros</i>	3
<i>Bembidion properans</i>	1
<i>Calathus ambiguus</i>	12
<i>Calathus erratus</i>	18
<i>Calathus fuscipes</i>	34
<i>Calathus melanocephalus</i>	7
<i>Calosoma auropunctatum</i>	2
<i>Carabus nemoralis</i>	1
<i>Clivina fossor</i>	2
<i>Dolichus halensis</i>	151
<i>Harpalus affinis</i>	38
<i>Harpalus froelichii</i>	1
<i>Harpalus griseus</i>	32
<i>Harpalus latus</i>	1
<i>Harpalus luteicornis</i>	1
<i>Harpalus psittaceus</i>	5
<i>Harpalus rufipes</i>	882
<i>Harpalus signaticornis</i>	4
<i>Harpalus smaragdinus</i>	1

<i>Harpalus tardus</i>	1
<i>Idiochroma dorsalis</i>	31
<i>Loricera pilicornis</i>	1
<i>Microlestes minutulus</i>	12
<i>Nebria brevicollis</i>	1
<i>Poecilus cupreus</i>	2
<i>Poecilus lepidus</i>	27
<i>Poecilus versicolor</i>	8
<i>Pterostichus diligens</i>	14
<i>Pterostichus melanarius</i>	1
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	405
<i>Pterostichus vernalis</i>	1
<i>Trechus quadristriatus</i>	1
<i>Zabrus tenebrioides</i>	3

Średni wskaźnik niepodobieństwa wynosi 40,43 co oznacza, że zgrupowana owadów w zależności od cynamonu lub kontroli są do siebie podobne. Wartości procentowe skumulowanego udziału gatunków w ogólnej liczbie odłowionych zawarto w tabeli.

Taxon	Wskaźnik niepodobieństwa	Contrib. %	Kumulacja %	Średnia liczebność/ cynamon	Średnia liczebność/ kontrola
<i>Harpalus rufipes</i>	13,8	34,12	34,12	44,4	43,8
<i>Pterostichus melanarius</i>	7,925	19,6	53,73	20,6	19,9
<i>Amara similata</i>	4,353	10,77	64,49	15,9	11,8
<i>Dolichus halensis</i>	2,81	6,949	71,44	8,5	6,6
<i>Amara familiaris</i>	1,437	3,555	75	3,3	0,7
<i>Harpalus affinis</i>	1,386	3,428	78,42	3,1	0,7
<i>Calathus fuscipes</i>	0,9931	2,456	80,88	1,8	1,6
<i>Idiochroma dorsalis</i>	0,8897	2,2	83,08	1,4	1,7
<i>Harpalus griseus</i>	0,8509	2,104	85,19	2,2	1
<i>Poecilus cupreus</i>	0,7766	1,921	87,11	1,6	1,1
<i>Amara aenea</i>	0,7052	1,744	88,85	1,3	0,8
<i>Calathus erratus</i>	0,5453	1,349	90,2	1,1	0,7
<i>Poecilus versicolor</i>	0,4858	1,201	91,4	0,7	0,7
<i>Loricera pilicornis</i>	0,4172	1,032	92,43	0,6	0,6
<i>Calathus ambiguus</i>	0,3562	0,8809	93,31	0,7	0,5
<i>Amara bifrons</i>	0,3303	0,8168	94,13	0,6	0,3

<i>Poecilus lepidus</i>	0,3012	0,745	94,87	0,6	0,2
<i>Calathus melanocephalus</i>	0,2808	0,6944	95,57	0,3	0,4
<i>Harpalus psittaceus</i>	0,2155	0,5329	96,1	0,3	0,2
<i>Zabrus tenebrioides</i>	0,1702	0,4209	96,52	0,2	0,2
<i>Harpalus signaticornis</i>	0,1437	0,3554	96,88	0,1	0,3
<i>Trechus quadristriatus</i>	0,1427	0,353	97,23	0,1	0,2
<i>Clivina fossor</i>	0,1168	0,2888	97,52	0	0,2
<i>Bembidion lampros</i>	0,1034	0,2556	97,78	0,2	0,1
<i>Calosoma auropunctatum</i>	0,084	0,2077	97,98	0,2	0
<i>Bembidion properans</i>	0,08341	0,2063	98,19	0,1	0
<i>Nebria brevicollis</i>	0,08264	0,2044	98,39	0,1	0,1
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	0,06958	0,1721	98,57	0,1	0
<i>Carabus nemoralis</i>	0,06317	0,1562	98,72	0	0,1
<i>Leistus ferrugineus</i>	0,06102	0,1509	98,87	0,1	0
<i>Pterostichus vernalis</i>	0,06025	0,149	99,02	0	0,1
<i>Amara tibialis</i>	0,04768	0,1179	99,14	0,1	0
<i>Harpalus latus</i>	0,04768	0,1179	99,26	0,1	0
<i>Amara communis</i>	0,04736	0,1171	99,38	0	0,1
<i>Microlestes minutulus</i>	0,03659	0,09049	99,47	0,1	0
<i>Asaphidion flavipes</i>	0,03659	0,09049	99,56	0,1	0
<i>Harpalus froelichii</i>	0,03659	0,09049	99,65	0,1	0
<i>Harpalus tardus</i>	0,03568	0,08825	99,74	0	0,1
<i>Harpalus smaragdinus</i>	0,03568	0,08825	99,82	0	0,1
<i>Harpalus luteicornis</i>	0,03568	0,08825	99,91	0	0,1
<i>Pterostichus diligens</i>	0,03568	0,08825	100	0	0,1

Suma odłowionych biegaczowatych w zależności od kombinacji

Nr poletka kontrolnego	Suma odłowionych	Nr poletka po oprysku	Suma odłowionych
2	180	1A	176
4	114	1	37
7	142	3	122
8	65	5	184
10	113	6	78
2A	72	9	186
3A	58	10A	51
5A	34	7A	144
8A	98	6A	70
9A	75	4A	59
suma	951 osobników	suma	1107 osobników

W trakcie doświadczeń polowych z zastosowaniem wodnego roztworu cynamonu nie stwierdzono negatywnego efektu zabiegów z cynamonem na liczebność populacji biegaczowatych.

Podsumowanie

1. Wodny roztwór cynamon oraz płyn (przesącz) zebrany z nad osadu cynamonu z wodnego roztworu wykazały zdolność ograniczania wzrostu grzybní *B. cinerea* i *P. infestans*. Przesącz z roztworu w dawce 10 g/ l wody okazał się najefektywniejszym inhibitorem dla szarej pleśni i fuzarium.
2. W doświadczeniach wazonowych dwukrotne opryski wodnym roztworem cynamonu w dawce 10 g/ l wody znacznie ograniczyły objawy szarej pleśni oraz zarazy ziemniaka sztucznie wprowadzonych na roślinach pomidora.
3. Oprysk cynamonem roślin zdrowych nie wykazał efektów niekorzystnych dla rozwoju roślin. Ponadto zanotowano lepszy wzrost roślin sztucznie porażonych patogenem *P. infestans*, które były traktowane cynamonem w porównaniu do roślin z objawami zarazy ziemniaka nie traktowanych cynamonem.
4. Cynamon sproszkowany wymieszany z glebą może powodować niewielki problem z kiełkowaniem nasion, sproszkowany cynamon może przyczynić się do ograniczenia rozwoju siewek i młodych roślin pszenicy w porównaniu do kontroli. Wprowadzenie *F. culmorum* do gleby statystycznie istotnie silnie ograniczyło kiełkowanie pszenicy w porównaniu do kontroli, ale wprowadzenie sproszkowanego cynamonu do zakażonej gleby przyczyniło się do zwiększenia liczby skielkowanych ziarników, co sugeruje hamujący wpływ cynamonu na rozwój *Fusarium* spp.
5. Przy dawce cynamonu 5 i 1 g / kg ziemi masa części nadziemnej i podziemnej roślin była istotnie wyższa w porównaniu do roślin pochodzących z zakażonej kontroli, ale istotnie mniejsza w porównaniu do czystej kontroli – niezakażonej ziemi. Natomiast wysokość roślin dla wszystkich dawek cynamonu była istotnie mniejsza w porównaniu do kontroli czystej.
6. Zabiegi opryskiwania wodnym roztworem cynamonu roślin pomidora w szklarni skutecznie ograniczyły liczbę złożonych jaj, a w dalszym okresie liczbę kolejnych stadiów rozwojowych mączlika szklarniowego.
7. Wszystkie rośliny pomidora gruntowego traktowane cynamonem (3 opryski co 7 dni, 5 g/l wody) wykazywały lepsze parametry rozwoju wegetatywnego, w porównaniu do kontroli, bez względu na odmianę.
8. W trakcie doświadczeń polowych i celowych zabiegów z wodnym roztworem cynamonu nie stwierdzono negatywnego efektu zabiegów z cynamonem na liczebność populacji biegaczowatych.

Instrukcja wdrożeniowa skierowana do producentów ekologicznych

Zastosowanie sproszkowanego cynamonu bezpośrednio do gleby w dawce 5 i 1 g/ kg ziemi może przyczynić się do ograniczania szkodliwości patogenów glebowych oraz pozytywnie wpłynąć na liczbę zdrowych siewek pszenicy i pomidora. Rośliny rosnące w glebie, w której występują patogeny glebowe, po dodaniu do gleby cynamonu lepiej się rozwijają. Także rośliny wykazujące już objawy choroby np. szarej pleśni lub zarazy ziemniaka po dwukrotnym opryskiwaniu wodnym roztworem cynamonu w dawce 10 g/ l wody lepiej się rozwijają, a objawy choroby są minimalizowane. Ponadto w uprawach szklarniowych pomidora można rekomendować wykonywanie regularnych zabiegów, co 3-4 dni z wodnym roztworem cynamonu w dawce 10g/ l wody, co sprzyja ograniczaniu populacji mączlika szklarniowego i ogranicza liczbę składanych przez szkodnika jaj. W uprawie pomidora

gruntowego rekomenduje się wykonanie 6 oprysków nalistnych, co 3-4 dni w dawce co najmniej 5 g/ 1 litr wody, co przyczynia się do lepszego rozwoju roślin i ich zdrowotności.

Przygotowanie roztworu cynamonu - dawkę 5 - 10 g należy dokładnie rozmieszać w podgrzanej lekko wodzie (1 litr), można dodać kroplę emulgatora, np. alkoholu. Mocno wytrząsnąć, a następnie przecedzić przez sito, a kolejne dwa razy przez gazę młyńską lub podwójnie złożoną gazę lekarską. Można również wykorzystać przesącz, czyli pozostawić wodny roztwór proszku cynamonu na około 30 minut, a kiedy na dnie pojemnika pojawi się osad można delikatnie zlać płyn z nad osadu.