

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: optymalizacja sposobów zaprawiania materiału siewnego i nasadzeniowego stosowanego w rolnictwie ekologicznym.

Tytuł podzadania - Badania nad wykorzystaniem wybranych substancji naturalnych do zaprawiania nasion w kierunku ograniczenia chorób grzybowych pszenicy i pomidora w uprawie polowej.

Brianne Lorraine

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

Wykonawcy: Mgr Joanna Krzysińska, Dr Magdalena Jakubowska, Dr hab. Romuald Gwiazdowski, Lidia Łopatka, Hanna Ratajczak

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

Wstęp i cel badań

Jednym z ważnych problemów w rolnictwie jest brak możliwości skutecznego zaprawiania materiału siewnego. Poszukuje się nowych metod poprawy jakości nasion. Szczególnie interesujące są te, w których wykorzystywane są związki pochodzenia naturalnego. Zaprawianie nasion jest czasami jedynym sposobem zwalczania niektórych chorób przenoszonych przez nasiona. Zabieg ten może być niezwykle skuteczny w zwalczaniu wczesnosezonowych szkodników i chorób. W ostatnich latach opracowano nowe metody zaprawiania nasion, które mogą być akceptowane przez rolnictwo ekologiczne, w tym mleko w proszku, mąka z gorczycy i kwas octowy. Alternatywne metody chemicznego zaprawiania nasion (obróbka ciepłą i gorącą wodą, obróbka odtłuszczonego mlekiem w proszku, serwatka w proszku i mąką z żółtej odmiany nasion gorczycy) nasion pszenicy, jęczmienia i owsa, w celu ograniczenia patogenów grzybowych były testowane i w laboratorium i w warunkach polowych. Do grupy potencjalnych „kandydatów” wykorzystywanych do zaprawiania należą także oleje eteryczne i wyciągi pozyskane z roślin. Stwierdzono, że zaprawianie nasion sałaty w 5% alkoholowych roztworach olei eterycznych drzewa kamforowego (*Cinnamomum camphora* L.) i paczuli nie miało wpływu na kiełkowanie nasion sałaty, wzrost sadzonek oraz przyczyniło się do obniżenia zasiedlenia nasion przez *Alternaria alternata* i *Cladosporium sphaerospermum*. Z wysuszonej kory cynamonowca otrzymuje się jedną z najbardziej znanych przypraw. Sproszkowany cynamon można zastosować jako ukorzeniaacz. Pojedyncza aplikacja podczas sadzenia przyczynia się do stymulowania wzrostu korzeni. Sproszkowany cynamon może sprzyjać także rozkrzewieniu młodych roślin jednocześnie pomagając w zapobieganiu występowania patogenów grzybowych w glebie. Zaprawianie cynamonem sadzonek lub nasion sprzyja hamowaniu występowania zgnilizny łodyg siewek. Chroni również starsze rośliny (<https://www.gardeningknowhow.com/garden-how-to/info/using-cinnamon-on-plants.htm>). Także opylenie gleby cynamonem lub sproszkowanym węglem drzewnym jest sprzyjające w hamowaniu i rozwoju patogenów grzybowych w glebie i rekomendowane do prowadzenia procesu dezynfekcji gleby (<http://deeprootsathome.com/prevent-damping-off-in-seedlings-use-chamomile-tea/>).

Pszenica ozima jest jedną z najważniejszych roślin uprawianych roślin. Jednym z głównych jej patogenów jest *Fusarium* spp. Patogeny te są sprawcami kilku chorób: zgorzeli siewek, pleśni śniegowej, fuzaryjnej zgorzeli podstawy źdźbła oraz fuzarioz liści i kłosów. W okresie wschodów zbóż pojawia się zgorzel siewek, przyczyniająca się do zamierania siewek. Porażone korzenie i kielki brunatnieją i zamierają pod powierzchnią gleby, co skutkuje brakiem lub zmniejszeniem obsady roślin na polu. Wiosną rośliny osłabione długotrwałym zaleganiem okrywy śnieżnej mogą wykazywać objawy pleśni śniegowej. Sprawcą tej choroby jest głównie grzyb *Fusarium nivale* (syn. *Microdochium nivale*). Na roślinach pojawia się biało-różowy nalot złożony z grzybni i zarodników konidialnych patogenu. Oprócz bezpośredniego uszkodzenia kłosów fuzariozy są przyczyną produkcji mikotoksyn związanych z wysokim ryzykiem dla zdrowia ludzi i zwierząt.

Zasady prawne rolnictwa ekologicznego oraz zmieniające się trendy konsumenne i zapotrzebowanie na badania metod ochrony bez użycia chemii przyczyniają się do poszukiwania alternatywnych metod zaprawiania nasion i ograniczenia występowania fuzarioz i mikotoksyn. Oceniono kilka olejków eterycznych przeciw *Fusarium* spp., efekt wodnego ekstraktu mięty oraz esencji miętowej i cynamonu na wzrost grzybni *Fusarium* zostały ocenione w laboratorium. Olejek z cynamonu i mięty pieprzowej skutecznie hamował wzrost grzybni. Oleje były skuteczne w warunkach małej powierzchni, choroba była hamowana głównie poprzez olej cynamonowy stosowany jako zabieg interwencyjny. Olej cynamonowy może być odpowiednim kandydatem do badań nad alternatywnym zwalczaniem tej choroby.

Również mleko w proszku może być używane do zwalczania chorób w zbożach np. do ograniczania śnieci cuchnącej powodowanej przez *Tilletia tritici*, ale w poprzednich badaniach podano, że pełen efekt może być osiągnięty tylko poprzez zastosowanie dawek które ograniczają kiełkowanie (80g/kg) i vigor nasion. Wykazano, że mechanizm działania mleka w proszku jest prawdopodobnie spowodowany mikroorganizmami saprotroficznymi wykorzystującymi mleko w proszku jako odżywkę, które poprzez swój rozwój utrudniają dostęp do tlenu, który jest czynnikiem krytycznym dla rozwoju *T. tritici*. Mleko w proszku (w odpowiedniej dawce) jest także traktowane jako stymulator uprawy.

Oprócz mleka, w literaturze są dane dotyczące wykorzystania mąki z gorczycy, która została już zakwalifikowana jako substancja podstawowa. Wykazano, że zaprawianie nasion za pomocą mąki z gorczycy ogranicza infekcje powodowane przez *T. tritici* w pszenicy bez zmniejszenia zdolności nasion do kiełkowania. Mąka z gorczycy (wykonana z *Brassica hirta* syn. *Sinapis alba*) posiada także potencjał jako materiał do zaprawiania nasion żyta przeciwko głównej źdźbłowej żyta (*Urocystis occulta*). Wszystkie powyżej wymienione produkty (zarówno olejki jak i mąka i mleko) posiadają potencjał, aby je wykorzystać w rolnictwie ekologicznym.

Nasiona można zaprawiać na sucho lub na mokro, np. moczenie nasion w roztworze nadmanganianu potasu (3g/10l wody) przez 20 minut – przeciwko chorobom grzybowym, moczenie w 3–5 % roztworze szkła wodnego przez 20 minut – skuteczny szczególnie przeciwko septoriozie selera, moczenie w wodzie o temperaturze 30° C przez 10 godzin i przez 10 minut w wodzie o temperaturze 50° C - przeciwko chorobom bakteryjnym, moczenie w naparze z rumianku (150 g suszu 10 l wody) przez 30 minut. Po tych zabiegach nasiona należy osuszyć na bibule, gazie itp. Zaprawianie na sucho – przez wymieszanie np. z popiołem drzewnym – skuteczny jest z drzew liściastych z wyjątkiem dębu, a najlepszy z czeremchy zwyczajnej, z mączką bazaltową – dobry efekt uzyskuje się wtedy, gdy wymiesza się nasiona na kilka dni przed planowanym wysiewem.

W ramach projektu nasiona pszenicy i pomidora zostały zaprawione wybranymi, powyżej omówionymi, produktami o pochodzeniu naturalnym. Celem projektu była ocena przydatności, ustalenie efektywnej dawki i sposobu wykorzystania produktów naturalnych do zaprawiania nasion pszenicy i pomidora w uprawie polowej przy zachowaniu zdolności kiełkowania oraz zdrowotności roślin.

Metody wykonania zadania

Zaplanowano badania laboratoryjne, szklarniowe i polowe. We wszystkich testach wykorzystano ekologiczne odtłuszczone mleko w proszku, mąkę z gorczycy, serwatkę oraz zmieszany cynamon (przyprawę).

Testy laboratoryjne

Zaprawianie nasion sztucznie zainokulowanych patogenem

Ziarno pszenicy i nasiona pomidora, odm. Ożarówski zostały sztucznie porażone patogenem *Fusarium culmorum*, a po upływie 24 godzin zaprawione dwoma metodami – na mokro i na sucho, w każdej wykorzystano 4 wymienione powyżej produkty. Wszystkie produkty wykorzystane do zaprawiania miały certyfikat ekologicznego pochodzenia. Nasiona i ziarniaki wykładano równomiernie po 10 sztuk na szalki o średnicy 90 mm zawierające po 10 ml PDA. Wykonano po 3 powtórzenia dla każdej kombinacji. Kontrolę stanowiły niezaprawione, ale sztucznie inokulowane ziarniaki i nasiona wyłożone na szalki.

Zaprawianie na sucho -dawki każdej z zapraw dla ziarna pszenicy 20, 30 i 50 g/l kg ziarna. Dawki każdej z zapraw dla nasion pomidora 200, 300 i 500 g/l kg nasion. Materiał siewny został lekko zwilżony wodą za pomocą atomizera ręcznego, a następnie obtoczony zaprawą w proszku poprzez energiczne wstrząśnięcie.

Zaprawianie na mokro – ustalone dawki dla zaprawiania na mokro w przeliczeniu na masę ziarna/nasion wymieszano dokładnie z 30 ml wody. Po 20 minutach ziarniaki i nasiona wyłożono na płytce z PDA.

Wszystkie szalki pozostawiono na 72h w temperaturze pokojowej. Wyniki odczytano po kolejnych dwóch dniach. Liczono ziarniaki porośnięte grzybnia patogenu, co stanowiło dowód o nieskuteczności zaprawy. Wykonano test jednoczynnikowej analizy wariancji (ANOVA) z testem post hoc Tukey-Kramera.

Zdolność kiełkowania i rozwój roślin w zależności od zaprawiania.

Kolejny test laboratoryjny wykonano na dużych (140 mm średnicy) płytkach Petriego z wyłożoną bibułą lekko zwilżoną. Nasiona pomidora zaprawiane na sucho i ziarniaki pszenicy zaprawiane na sucho i na mokro każdą z zapraw w trzech dawkach, jak w poprzednim teście lab. Dla każdej kombinacji wykonano 4 powtórzenia, w każdym po 50 sztuk nasion/ziaren. Liczbę skielkowanych nasion pomidora oceniono po upływie 3, 7 i 14 dniach, ziarna pszenicy po upływie 4 i 8 dni na podstawie ISTA: International Rules for Seed Testing. Międzynarodowe Przepisy Oceny Nasion, Polska Wersja wydania 2012. International Seed Testing Association (ISTA) 2013. Rozdział 5 – Oznaczanie Zdolności Kiełkowania: 1-88.

Testy wazonowe w szklarni wykonano z pszenicą jarą i pomidorem. Przeprowadzono zaprawianie na sucho -dawki każdej z zapraw dla ziarna pszenicy – 20, 30 i 50 g/l kg ziarna pszenicy i 200, 300 i 500 g/nasion pomidora. Materiał siewny został lekko zwilżony wodą za pomocą atomizera ręcznego, a następnie obtoczony zaprawą w proszku poprzez energiczne wstrząśnięcie. Zaprawianie na mokro – ustalone dawki dla zaprawiania suchego (w przeliczeniu na masę ziarna/nasion) wymieszano dokładnie z 30 ml wody. Po 20 minutach od zaprawiania ziarniaki i nasiona wysiano do doniczek wypełnionych ziemią ogrodniczą. Jedną kombinacją obejmowała 10 doniczek. Każda z 10 roślinami. Oceniano liczbę wschodów i wypadów siewek po upływie ok. 28 od wysiewu pomidora oraz 24 i 26 dni dla pszenicy. Rozwój roślin oceniono w momencie osiągnięcia przez rośliny pszenicy fazy 3-6 liści, a dla pomidora w fazie 5-7 liści (długość części nadziemnej, liczba liści) w zależności od zaprawy i dawki.

Badania polowe wykonano z odmianami Country, Agro, Hamlet przeznaczonymi do uprawy polowej. Zaprawianie przeprowadzono w sposób suchy i mokry z dawką 500 g/kg nasion, zaprawione nasiona pomidora wysiano do rozsadnika. Liczono wschody. Następnie rozsade wysadzono do doniczek, a po upływie 2 tyg. wysadzono do gruntu. Liczono stopień rozwoju rozsady na podstawie liczby liści lub rozkrzewienia poszczególnych roślin w zależności od dawki i zaprawy.

4) Wyniki

Testy laboratoryjne

Zdrowotność nasion sztucznie zainokulowanych patogenem w zależności od zaprawiania

Tabela 1. Średnia ilość ziarniaków pszenicy zaprawianych (g zaprawy/ 1 kg ziarna) na mokro oraz na sucho, sztucznie inokulowanych *Fusarium culmorum* porośniętych patogenem w warunkach *in vitro*, po upływie 72 godzin.

Zaprawa	Mleko			Mąka z gorczycy			Serwatka			Cynamon			Kontrola
Dawka zaprawy	20	30	50	20	30	50	20	30	50	20	30	50	Bez zaprawy
Zaprawa na mokro	10,0a	10,0a	10,0a	3,33b	2,33c	0,0d	10,0a	10,0a	10,0a	10,0a	10,0a	10,0a	10,0a
Zaprawa na sucho	10,0a	10,0a	10,0a	9,67a	8,0ab	5,0b	10,0a	10,0a	10,0a	9,33a	10,0a	10,0a	10,0a

Wartości w rzędach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy $p=0,05$.

Zaprawianie na mokro z mąką z gorczycy we wszystkich dawkach statystycznie istotnie ograniczyło wzrost patogena na sztucznie zainokulowanych ziarniakach i wykazywała wyższą efektywność zabezpieczenia ziarna w porównaniu do zaprawiania na sucho. Jedynie 20-30 % ziarniaków zaprawionych na mokro mąka w dawce 10 i 30 g/ kg ziarna pokrytych było grzybnia fuzarium. W przypadku dawki 50 g mąki obserwowano całkowite z zahamowanie wzrostu *Fusarium culmorum*. W przypadku zaprawiania na sucho jedynie dla dawek wyższych mąki z gorczycy stwierdzono statystycznie istotnie silne ograniczenia wzrostu fuzarium, stwierdzono, że jedynie 50-80% ziarniaków porośniętych było grzybnia w zależności od dawki mąki z gorczycy.

Tabela 2. Średnia ilość nasion pomidora zaprawianych (g zaprawy/ 1 kg nasion) na mokro oraz na sucho, sztucznie inokulowanych *Fusarium culmorum* porośniętych patogenem w warunkach *in vitro*, po upływie 72 godzin.

Zaprawa	Mleko		Mąka z gorczycy		Serwatka		Cynamon		Kontrola
Dawka zaprawy	200	500	200	500	200	500	200	500	Bez zaprawy
Zaprawa na mokro	10,0a	9,0ab	4,0c	4,0c	10,0a	9,67ab	8,0ab	5,0bc	10,0a
Zaprawa na sucho	10,0a	10,0a	9,33a	5,67b	10,0a	10,0a	10,0a	10,0a	10,0a

Wartości w rzędach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy $p=0,05$.

Podobnie, jak w przypadku ziaren pszenicy, dla nasion pomidora stwierdzono, że zaprawianie mąką z gorczycy jest najefektywniejszą metodą zabezpieczenia nasion przed fuzarium. Zaprawianie na mokro było skuteczniejsze niż na sucho. W przypadku zaprawy na mokro obie dawki mąki z gorczycy efektywnie hamowały wzrost patogenu, w przypadku zaprawy na sucho jedynie dawka najwyższa mąki z gorczycy wykazywała statystycznie istotny silny efekt hamujący wzrost patogenu, również cynamon w dawce najwyższej stosowany na mokro wykazał efekt inhibicji dla fuzarium.

Zdolność kiełkowania w zależności od zaprawiania.

Tabela 3. Średnia zdolność kiełkowania [%] ziarniaków pszenicy po 4 i 8 dniach od wyłożenia na bibułę w zależności od zaprawy (g zaprawy/ 1 kg ziarna) przy zaprawianiu na mokro.

Zaprawa	Mleko			Mąka z gorczycy			Serwatka			Cynamon			Kontrola
Dawka	20	30	50	20	30	50	20	30	50	20	30	50	Bez zaprawy
Po 4 dniach	98,6a	98,0a	96,6a	98,6a	94,0a	94,0a	92,6a	98,6a	98,0a	90,6a	90,0a	18,6b	100,0a
Po 8 dniach	100,0	99,34	98,0	98,6	95,3	94,6	97,3	99,3	99,3	92,6	92,0	33,3	100,0
	a	ab	abc	abc	abc	abc	abc	ab	ab	bc	c	d	a

Wartości w rzędach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy $p=0,05$

Po upływie 4 dni stwierdzono, że najwyższa dawka cynamonu silnie hamuje zdolność kiełkowania ziarna pszenicy zaprawianego na mokro, jedynie 18% ziarniaków skielkowało. Po 8 dniach dla wszystkich dawek cynamonu po zaprawianiu na mokro stwierdzono istotnie silne ograniczenia kiełkowania w porównaniu do kontroli i innych zapraw.

Tabela 4. Średnia zdolność kiełkowania [%] ziarniaków pszenicy po 4 i 8 dniach od wyłożenia na bibułę w zależności od zaprawy (g zaprawy/ 1 kg ziarna) przy zaprawianiu na sucho.

Zaprawa	Mleko			Mąka z gorczycy			Serwatka			Cynamon			Kontrola
Dawka	20	30	50	20	30	50	20	30	50	20	30	50	Bez zaprawy
Po 4 dniach	92,6	95,3	95,3	88,6	90,0	41,3	98,0	95,3	82,6	98,0	63,3	36,6	100,0a
	ab	ab	ab	ab	ab	d	ab	ab	b	ab	c	d	
Po 8 dniach	93,3	96,0	96,0	90,0	92,0	44,6	100,0	96,0	86,6	100,0	72,0	53,3	100,0a
	a	a	a	a	a	c	a	a	ac	a	b	c	

Wartości w rzędach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy $p=0,05$

Zaprawa na sucho silniej ogranicza kiełkowanie ziarna pszenicy w porównaniu do zaprawiania na mokro. Cynamon w dawce 30 i 50 g/ kg ziarna już po 4 dniach silnie ograniczył kiełkowanie, podobnie jak najwyższa dawka mąki z gorczycy, która wykazała najsilniejsze działania hamujące kiełkowanie spośród wszystkich zapraw na sucho.

Tabela 5. Średnia zdolność kiełkowania [%] nasion pomidora po 3, 7 i 14 dniach od wyłożenia na bibułę w zależności od zaprawy (g zaprawy/ 1 kg nasion) przy zaprawianiu na sucho.

Zaprawa	Mleko			Mąka z gorczycy			Serwatka			Cynamon			Kontrola
Dawka	200	300	500	200	300	500	200	300	500	200	300	500	Bez zaprawy
Po 3 dniach	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Po 7 dniach	98,6	95,4	94,6	90,0	68,0	71,4	86,0	93,4	80,0	92,0	80,0	58,6	88,6
	a	ab	ab	ab	d	d	abc	ab	bcd	ab	cd	e	ab
Po 14 dniach	98,6	96,0	96,0	90,0	70,0	71,4	89,4	93,4	84,0	94,0	80,6	60,0d	91,4ab
	a	ab	ab	ab	cd	cd	ab	ab	abc	ab	bc		

Wartości w rzędach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy $p=0,05$

Podobnie jak w przypadku pszenicy zaprawianie na sucho dość silnie ograniczyło kiełkowanie nasion pomidora. Efekt hamujący zaobserwowano również dla mąki z gorzycy i cynamonu. Pierwszy efekt inhibicji kiełkowania zaobserwowano po 7 dniach, natomiast po 14 dniach stwierdzono istotnie silny efekt hamujący kiełkowania dla cynamonu w dawce najwyższej oraz dla dwóch dawek (300 i 500 g) dla mąki z gorzycy. Zjawisko hamowania kiełkowania przez cynamon i mąkę z gorzycy jest powtarzalnym efektem zarówno dla pomidora, jak i pszenicy.

Testy wazonowe w szklarni dotyczące kiełkowania i rozwoju pomidora

Tabela 6. Średnia zdolność [%] kiełkowania nasion pomidora w doniczkach w zależności od zaprawy (g zaprawy/ kg nasion) przy zaprawianiu na mokro

	Zaprawa	Mleko			Mąka z gorzycy			Serwatka			Cynamon			Kontrola
	Dawka/dni po wysiewie	200	300	500	200	300	500	200	300	500	200	300	500	Bez zaprawy
Dni po wysiewie	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	7	15b	4c	12b	19b	1,7b	1,1b	19b	23b	17b	17b	27b	19b	89a
	9	35bcd	16de	20cde	9e	26bcde	21cde	29bcde	47b	28bcde	40bc	44b	38bc	94a
	10	40bc	32cd	40cd	11d	32cd	32cd	40bc	55bc	43bc	50bc	58	47bc	93a
	12	38bcde	34bcde	37bcde	13e	28cde	27de	39bcd	54bc	37bcde	46bcd	56b	36bcde	91a
	14	41cde	40bcde	43bcd	17e	34cde	34cde	52bcd	56bc	28de	55bc	61b	52de	91a
	17	50bcd	42bcd	43bcd	17e	34de	37cde	60bc	65b	28e	62b	61bc	49bcd	90a
	21	47bcde	42bcde	38cdef	16f	34def	37def	59bc	63b	23ef	59bc	61bc	51bcd	89a
	24	40bcdef	40bcdef	33cdef	16f	29def	36cdef	54bcd	57bc	23ef	67ab	60bc	50bcde	88a
	28	40bcdf	40bcdef	33cdef	16f	29def	36cdef	54bcd	57bc	23ef	67ab	60bc	50bcde	88a

Wartości w rzędach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy $p=0,05$

Stwierdzono, że w ziemi ogrodniczej, w doświadczeniach szklarniowych wszystkie zaprawy na mokro, bez względu na dawkę wpłynęły statystycznie istotnie na obniżenie procentu skielkowanych nasion pomidora oraz na liczbę zdrowych siewek. Zjawisko to obserwowano już po upływie 7 dni. Ostatecznie, po upływie 28 dni zanotowano najwięcej zdrowych siewek w kombinacji z cynamonem w dawce najniższej (67 % w porównaniu do kontroli, gdzie zanotowano 88%). **Wszystkie pozostałe dawki i zaprawy okazały się silnym inhibitorem kiełkowania i wzrostu roślin w porównaniu do kontroli.**

Tabela 7. Średnia zdolność [%] kiełkowania nasion pomidora w zależności od zaprawy przy zaprawianiu na sucho

	Dawka	Mleko			Mąka z gorczycy			Serwatka			Cynamon			Kontrola
		200	300	500	200	300	500	200	300	500	200	300	500	Bez zaprawy
Dni po wysiewie	8	12abc	4abc	3bc	11abc	0c	5abc	6abc	7abc	5abc	16ab	17a	4abc	9abc
	13	76b	79ab	80ab	95ab	87ab	76b	94ab	93ab	91ab	99a	95ab	89ab	95ab
	15	76a	79a	80a	95a	87a	76a	94a	93a	91a	99a	95a	89a	95a
	17	77a	81a	76a	93a	87a	71a	90a	91a	91a	96a	93a	90a	93a
	20	77ab	81ab	76ab	91ab	87ab	70b	90ab	91ab	90ab	96a	93ab	90ab	93ab
	24	74ab	81ab	76ab	91ab	87ab	70b	89ab	91ab	90ab	96a	93ab	90ab	91ab
	27	72ab	79ab	76ab	91ab	87ab	68b	89ab	90ab	90ab	96a	93ab	90ab	90ab

Wartości w rzędach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy $p=0,05$

Brak różnic w kiełkowaniu pomidora zaprawianego na sucho w porównaniu do kontroli.

Tabela 8. Długość części nadziemnej pomidora [cm] oraz ilość liści w zależności od sposobu zaprawiania oraz zaprawy i dawki po upływie 34 dni dla jednej rośliny

Sposób zaprawiania	Zaprawa	Mleko			Mąka z gorczycy			Cynamon			Serwatka			Kontrola
		200	300	500	200	300	500	200	300	500	200	300	500	Bez zaprawy
Na mokro	Część nadziemna [cm]	31	33,3	31,2	54,8	40,4	17,6	37,3	84	48,5	42,1	55	51,7	188,4
		bc	bc	bc	bc	bc	c	bc	b	bc	bc	bc	bc	a
	Ilość liści	9	10,2	9,6	14	10	4	9,6	22	14	11	13,8	14,2	49,2
		bc	bc	bc	bc	bc	c	bc	b	bc	bc	bc	bc	a
Na sucho	Część nadziemna [cm]	13,25	15,37	15,79	20,37	16,55	12,04	18,98	20,25	17,29	20,05	20,12	18,52	19,11
		ab	ab	ab	a	ab	b	ab	a	ab	a	ab	ab	ab
	Ilość liści	3,56	4,20	4,16		4,64	3,26	4,68				5,18	4,40	5,40
		bc	abc	abc	5,36ab	abc	c	abc	5,54a	4,42abc	5,18ab	ab	abc	ab

Ilość liści u roślin pomidora z kombinacji gdzie zastosowano zaprawę na sucho i najwyższą dawkę mąki z gorczycy oraz najniższą dawkę mleka w proszku była statystycznie istotnie niższa w porównaniu do kontroli i pozostałych kombinacji. Zaprawa na mokro wpłynęła na statystycznie mniejszą liczbę liści oraz słabiej rozwiniętą część nadziemną

Tabela 9. Średnia zdolność kiełkowania [%] ziarna pszenicy w zależności od rodzaju i dawki zaprawy [g/ kg ziarna) przy zaprawianiu na mokro

	Zaprawa	Mleko			Mąka z gorczycy			Serwatka			Cynamon			Kontrola
	Dawka	20	30	50	20	30	50	20	30	50	20	30	50	Bez zaprawy
Dni po wysiewie	4	0b	1b	0b	0b	0b	1b	7ab	7ab	7ab	4ab	0b	0b	11a
	9	95a	92a	93a	78b	65bc	63c	97a	95a	96a	95a	95a	94a	92a
	12	96a	97a	96a	87ab	80b	82b	97a	95a	98a	97a	95a	96a	81a
	14	96a	98a	96a	88ab	80c	82bc	93ab	96a	98a	95a	94ab	96a	94ab
	16	94a	93a	94a	86ab	77b	80b	91ab	98a	95a	95a	94a	96a	90ab
	19	92a	91a	91a	84ab	76b	76b	90a	95a	94a	95a	94a	96a	85ab
	21	92a	91a	91a	84ab	76b	76b	90a	92a	94a	95a	94a	96a	81b
	23	92a	91a	91a	84ab	76b	76b	90a	92a	94a	95a	94a	96a	81b
	26	92a	91a	91a	84ab	76b	76b	90a	92a	94a	95a	94a	96a	97b

Wartości w rzędach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy $p=0,05$

W doświadczeniach wazonowych, z ziemią ogrodniczą i pszenicą w przypadku mokrego zaprawiania stwierdzono, wszystkie dawki mleka w przysku, serwatki i cynamonu przyczyniły się do obniżenia zdolności kiełkowania w porównaniu do kontroli.

Tabela 10. Średnia zdolność kiełkowania [%] nasion pszenicy w zależności od rodzaju i dawki zaprawy [g/ kg nasion) przy zaprawianiu na sucho

	Zaprawa	Mleko			Mąka z gorczycy			Serwatka			Cynamon			Kontrola
	Dawka	20	30	50	20	30	50	20	30	500	20	30	50	Bez zaprawy
Dni po wysiewie	3	19d	27abc de	21cd e	33abc d	38abc d	40ab c	27abc de	45abc de	39abc d	42a b	23bcd e	26abc de	11e
	7	95ab	93abc	94ab	89abc	83abc	81c	89abc	93abc	97a	95a b	94a	98a	92abc
	10	94a	93a	95a	95a	89a	86a	93a	93a	98a	96a	95a	98a	97a
	12	95a	94a	95a	96a	90a	87a	97a	94a	93a	99a	95	95a	94a
	15	94a	93a	93a	91a	87a	85a	91a	92a	89a	98a	94a	95a	90a
	17	92a	92a	93a	91a	85a	85a	89a	92a	89a	98a	93a	95a	85a
	19	92ab c	92abc	93ab c	90bc	83abc	85ab c	86abc	91abc	89abc	98a	93abc	95ab	81c
	21	92ab c	92abc	93ab c	90bc	83abc	85ab c	86abc	91abc	89abc	98a	93abc	95ab	81c
	24	92ab c	92abc	93ab c	90bc	83abc	85ab c	86abc	91abc	89abc	98a	93abc	95ab	81c

Wartości w rzędach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy $p=0,05$

W doświadczeniach wazonowych, z ziemią ogrodniczą i pszenicą oraz zaprawianiem na sucho stwierdzono stymulowanie kiełkowania w kombinacji z cynamonem.

Tabela. 11. Wybrane parametry rozwoju roślin pszenicy w zależności od rodzaju i dawki [g/ kg ziaren] zaprawy przy zaprawianiu na mokro

Zaprawa	Mleko			Mąka z gorczycy			Cynamon			Serwatka			Kontrola
Dawka zaprawy	20	30	50	20	30	50	20	30	50	20	30	50	Bez zaprawy
Część nadziemna [g]	6,83a	6,67ab	6,07abc	4,23cdef	4,67bcde	3,43ef	4,60cde	3,90def	4,03cdef	5,17abcde	4,03cdef	2,53f	5,83abcd
Część podziemna [g]	2,4bcde	2,30bcdef	2,90abcde	2,37bcde	1,90ef	2,00cdef	3,03abcd	3,37abh	3,27abc	2,80abcde	1,27f	1,97ef	3,60a
Długość [cm]	8,53a	8,43a	7,88a	7,93a	7,32a	5,92a	8,68a	7,48a	7,80a	8,37a	7,55a	7,32a	7,68a

Wartości w rzędach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy $p=0,05$

W doświadczeniach wazonowych z ziemią ogrodniczą, przy zaprawianiu na mokro mąką z gorczycy i serwatką w dawkach najwyższych zanotowano najniższą masę świeżej części nadziemnych. Wszystkie zaprawy na mokro przyczyniły się mniejszej masy części podziemnej. Brak różnic w wysokości roślin.

Tabela 12. Wybrane parametry rozwoju roślin pszenicy w zależności od rodzaju i dawki [g/ kg ziaren] zaprawy przy zaprawianiu na sucho

Zaprawa	Mleko			Mąka z gorczycy			Cynamon			Serwatka			Kontrola
Dawka zaprawy	20	30	50	20	30	50	20	30	50	20	30	50	Bez zaprawy
Część nadziemna [g]	5,77ab	5,83ab	6,93b	4,70ab	4,40ab	3,70a	6,13ab	3,40a	5,13ab	5,33ab	4,60ab	3,87a	5,77ab
Część podziemna [g]	4,27a	3,60a	4,67a	3,13a	3,07a	4,03a	3,13a	3,03a	2,73a	3,60a	3,30a	4,37a	4,27a
Długość [cm]	7,52a	7,68a	8,43a	8,15a	7,33a	7,12a	9,12a	6,48a	8,72a	7,93a	6,75a	6,85a	7,52a

Wartości w rzędach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy $p=0,05$

W doświadczeniach wazonowych z ziemią ogrodniczą brak różnic w rozwoju roślin w zależności od dawek i zaprawiania na sucho.

Badania szklarniowe

Tab.13. Rozsadnik– prywatne gospodarstwo ekologiczne w Daninowie,

	Wschody pomidora [%] 24 maja 218			
Zaprawa 500g/kg nasion	Country	zaprawa	Agro	Hamlet
Cynamon/na sucho	70	Cynamon/na mokro	50	20
Mleko w proszku/na sucho	30	Mleko w proszku/na mokro	80	30
Mąka z gorczyca/ na sucho	66	Mąka z gorczyca/ na mokro	10	10
Serwatka/ na sucho	20	Serwatka/ na mokro	40	10
Kontrola/ na sucho	30	Kontrola/ na mokro	30	60
Średnia liczba liści właściwych/rozsada 24 maj				
	Country		Agro	Hamlet
Cynamon/na sucho	1,6	Cynamon/na mokro	2,6	2,0
Mleko w proszku/na sucho	2,5	Mleko w proszku/na mokro	2,0	1,6
Mąka z gorczyca/ na sucho	1,1	Mąka z gorczyca/ na mokro	2,0	2,0
Serwatka/ na sucho	2,0	Serwatka/ na mokro	1,2	3,0
Kontrola/ na sucho	1,6	Kontrola/ na mokro	2,6	1,6
Wysokość siewek [cm] rozsada 24 maj				
	Country		Agro	Hamlet
Cynamon/na sucho	5,71	Cynamon/na mokro	6,0	3,0
Mleko w proszku/na sucho	5,16	Mleko w proszku/na mokro	7,5	3,6
Mąka z gorczyca/ na sucho	3,08	Mąka z gorczyca/ na mokro	5,0	6,0
Serwatka/ na sucho	3,25	Serwatka/ na mokro	3,62	4,0
Kontrola/ na sucho	3,0	Kontrola/ na mokro	5,3	2,1

Zaobserwowano, że liczba wschodów była najwyższa w kombinacji, gdzie zastosowano zaprawę na sucho i mokro z cynamonu (70% i 50%, odpowiednio), na sucho mąki z gorzycy (66%) oraz mleka w proszku w zaprawie na mokro (80%). Ogólnie zanotowano bardzo słabe wschody wśród nasion pomidora w kombinacji kontrolnej. Średnia liczba właściwych siewek na rozsadniку nie była zdecydowanie różna w kombinacji nasion zaprawianych i kontrolnych. Wysokość siewek była najwyższa w kombinacji z odmianą Agro i Contry, gdzie zaprawiano cynamonem na sucho i na mokro.

Badania polowe – prywatne gospodarstwo

Tab. 14. Średnia liczba liści jednej rozsady wysadzonej w grunt w zależności od odmiany i zaprawy

Obserwacja 18.06	Agro, na mokro	Hamlet, na mokro	Country, na sucho
Cynamon	6,2	6,0	6,4
Mleko w proszku	6,1	5,0	6,5
Mąka z gorzycy	7,0	6,0	6,0
Serwatka	6,5	6,0	6,0
Kontrola	6,0	5,5	6,0

Obserwacja 21.09	Agro, na mokro	Hamlet, na mokro	Country, na sucho
Cynamon	16,0	14,0	14,7
Mleko w proszku	13,6	12,0	19,1
Mąka z gorzycy	20,0	18,0	19,6
Serwatka	16,5	17,0	18,0
Kontrola	14,3	12,7	18,0

Ocena stopnia rozwoju roślin na podstawie liczby liści lub rozgałęzień roślin pomidora rosnących w gruncie wykazała, że większość roślin po zaprawieniu lepiej się rozwijała w porównaniu do kontrolnych roślin. Zdecydowanie wyróżniają się rośliny (oceniane zarówno wkrótce po wysadzeniu w grunt jak i po upływie 3 miesięcy od wysadzenia) z kombinacji, gdzie zaprawiano cynamonem, mąką z gorzycy i serwatka. Cynamon okazał się efektywnym stymulatorem rozwoju młodych siewek i rozsady zarówno w zaprawianiu suchym i mokrym.

Podsumowanie

1. Zaprawianie na mokro wpłynęło na obniżenie zdolności kiełkowania nasion pomidora i rozwój siewek. Zaprawianie na sucho nasion pomidora nie wpłynęło na ich kiełkowanie.
2. Zaprawianie na mokro ziarna pszenicy większością zapraw wpłynęło na obniżenie zdolności kiełkowania ziarniaków. Zaprawianie na sucho nasion pszenicy z cynamonem w dawkach 20 i 50 g/kg ziarna stymulowało kiełkowanie.
3. Rozwój części podziemnej siewek pszenicy był słabszy przy zaprawianiu na mokro. Zaprawiane na sucho pszenicy nie wpłynęło na rozwój siewek.
4. Zaprawienie cynamonem na sucho i na mokro przyczyniło się do lepszych wschodów nasion pomidora gruntowego. Podobną tendencję zauważono dla mąki z gorzycy stosowanej w zaprawie na sucho.
5. Po wysadzeniu w grunt rozsady pomidora stwierdzono, że rozsada pochodząca z nasion zaprawianych na sucho i na mokro cynamonem lepiej się rozwijała i była wyższa.
6. Po trzech miesiącach obserwacji roślin pomidora w gruncie stwierdzono, że rośliny pochodzące z rozsady z nasion zaprawianych, bez względu na rodzaj zaprawy, były lepiej rozwinięte (posiadały większą liczbę liści) niż kontrolne dla wszystkich odmian, tj. Agro, Country,

Hamlet. Spośród wszystkich zapraw najkorzystniejszy efekt stymulujący rozwój roślin w gruncie obserwowano dla cynamonu i mąki gorzycy.

7. Działanie ochronne dla materiału siewnego i siewek poprzez inhibicję rozwoju wybranego patogenu wykazano dla pszenicy pomidora zaprawianych mokro i na sucho mąką z gorzycy, wszystkie dawki efektywne hamowały wzrost grzybni *Fusarium culmorum*. Podobne działanie wykazał cynamon w dawce najwyższej (500g/kg) dl nasion pomidora.

Instrukcja dla producentów

Zaprawianie ziaren pszenicy oraz nasion pomidora jest efektywnym narzędziem stymulującym kiełkowanie i rozwój młodych roślin. Skutecznie również chroni przed patogenami, szczególnie doglebowymi, ograniczając ich wzrost. Na podstawie wstępnych badań można rekomendować zaprawianie metodą suchą w trakcie której materiał siewny po delikatnym zwilżeniu wodą jest obtoczony proszkiem zaprawy, którą może być sproszkowany cynamon lub mąka z gorzycy. Właśnie te dwa produkty okazały się najefektywniejsze w porównaniu do stosowanego także odłuszczonego mleka w proszku i serwatki. Zarówno mąka z gorzycy jak i cynamon można stosować w dawce 20-50 g/kg ziarna oraz 200-500g/ kg nasion pomidora.