



**INSTYTUT OCHRONY ROŚLIN - PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY
W POZNANIU**

Zakład Rolnictwa Ekologicznego i Ochrony Środowiska

SPRAWOZDANIE

**Badania w zakresie możliwości zastosowania dopuszczonych w rolnictwie ekologicznym środków do celów
zaprawiania nasion rolniczych oraz jako nawozów o działaniu dolistnym**

*zadanie 1. Badania nad wykorzystaniem mikroorganizmów pożytecznych oraz substancji podstawowych do
zaprawiania ziarna pszenicy jarej w kierunku optymalizacji jej uprawy.*

Kierownik projektu:

Prof. dr hab. Jolanta Kowalska

Wykonawcy projektu:

Dr inż. Joanna Krzywińska

Dr inż. Magdalena Jakubowska

Dr Małgorzata Antkowiak

Dr inż. Przemysław Kardasz

Mgr Joanna Łukaszyk

St. technik Lidia Łopatka

Mgr inż. Rafał Nowaczyk

*Zrealizowano na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi DEJ.re.027.4.2022z dnia 12.04.2022r. w
sprawie przyznania dotacji na pokrycie kosztów badań na rzecz rolnictwa ekologicznego*

1. WSTĘP I CEL BADAŃ

Pszenica ozima jest jedną z najważniejszych uprawianych roślin. Jednym z głównych jej patogenów są grzyby z rodzaju *Fusarium spp.* i *Pythium spp.* Patogeny te są sprawcami licznych, ważnych gospodarczo 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. Oprócz bezpośredniego uszkodzenia siewek i dalszej vegetacji, także kłosa mogą wykazywać symptomy fuzariozy, które są przyczyną wystąpienia mykotoksyn. W ciągu vegetacji na roślinach mogą pojawiać się także objawy głowni i śnieci. Wszystkie te choroby są przenoszone z ziarnem lub mają pochodzenia odglebowe i znacząco mogą przyczynić się do obniżki ilości i jakości plonu. Nie bez znaczenia jest także zdolność rozkrzewiania młodych siewek, która determinuje siłę konkurencji zbóż z chwastami. Zdolność ta jest związana z cechami odmianowymi, ale także z ogólną kondycją (odżywieniem) siewki.

Jednym z ważnych problemów w rolnictwie ekologicznym jest niewielki asortyment środków do zaprawiania materiału siewnego oraz brak wiarygodnych informacji dotyczących ich przydatności i możliwości stosowania samodzielnego lub łączonego. Poszukuje się nowych metod poprawy wartości materiału siewnego. Szczególnie interesujące są te metody, w których wykorzystywane są mikroorganizmy pożyteczne oraz substancje podstawowe stosowane osobno lub łącznie. Zaprawianie nasion jest czasami jedynym sposobem zwalczania niektórych chorób przenoszonych przez nasiona lub patogeny odglebowe. Zabieg ten może być skuteczny także w zwalczaniu wczesnosezonowych szkodników. Stosowano różne metody i środki do zaprawiania. Testowano zaprawianie metodą „na sucho” i „na mokro”, wykorzystywano produkty naturalne i substancje podstawowe – np. mleko w proszku, serwatkę, mąkę z gorczycy i ocet – były one przedmiotem badań realizowanych także przez IOR-PIB w roku 2018 i 2019. Bardzo zadawalające wyniki uzyskano dla mąki z gorczycy oraz dla cynamonu, który autorzy z IOR-PIB stosowali do zaprawiania ziarna pszenicy oraz pomidora gruntowego. Inne krajowe zespoły badawcze wykorzystywały także ziarno pszenicy, ale i jęczmienia, owsa i gryki. Zastosowano następujące metody zaprawiania: moczenie w roztworze preparatu Biochikol 020 PC, moczenie w roztworze preparatu Biojodis, płukanie w gorącej wodzie oraz zaprawianie wapnem hydratyzowanym. Oceniano zdolność kiełkowania, średni czas kiełkowania i indeks kiełkowania ziaren. Poza tym oceniano wigor w oparciu o test wzrostowy siewki i suchą masę siewki oraz wschody polowe. Po zastosowaniu badanych sposobów zaprawiania zdolność kiełkowania, jak i inne parametry dotyczące kiełkowania nie uległy znacznemu polepszeniu. Nasiona zaprawiane niezależnie od metody nie wykazały większego wigoru mierzonego długością siewki oraz suchą masą siewki (Małuszyńska i Szydłowska, 2009). W innych badaniach wykorzystywano EM z wyciągami roślinnymi - nie stwierdzono jednak zdecydowanie pozytywnego wpływu na występowanie patogenów i mykotoksyn na kłosach i ziarnie (Solarska, 2004).

Zaprawianie mikrobiologiczne jest najbardziej obiecującą metodą, co potwierdziły także wyniki badań IOR-PIB w roku 2019. W literaturze można także znaleźć dane dot. stosowania do zaprawiania ziarna owsa lub innych gatunków zbóż i następujących środków - Biosept 33 SL (ekstrakt z grejpfruta), Bioczso Płynny (wyciąg z czosnku), Timorex Gold 24 EC (wyciąg z krzewu herbacianego), Polyversum (grzyb *Pythium oligandrum*) i Click Horto (grzybnia mikoryzalna – *Globus intraradix*, bakterie ryzosfery, grzyby). Analizowano zdrowotność siewek oraz świeżą masę części nadziemnej i korzeni. Zaprawiano ziarno poprzez jego moczenie w roztworach tych preparatów i wykazano ich korzystne działanie na wschody roślin, a w przypadku środków Bioczso, Biosept 33 SL i Polyversum poprawiła się także zdrowotność siewek wschodzącego owsa. Wykonane badania własne i opisane w literaturze dają informacje o tym, że niektóre z ocenianych preparatów mogą być przydatne do zaprawiania ziarna odmian owsa (Horoszkiewicz-Janka i in. 2015).

Substancje podstawowe są wymieniane jako jeden z kandydatów możliwych do zaprawiania, np. mąka z gorczycy (Spiep i Dutschke, 1991; Borgen i Kristensen 2001) i ocet (Borgen i Nielsen 2001). W dokumentacji EFSA dla tych substancji podano, że mają one zastosowanie jako zaprawy ziarna pszenicy. Przy zastosowaniu zapraw wymieniono głównie choroby powodowane przez *Tilletia spp.* Na podstawie badań własnych stwierdzono, że mąka z gorczycy działa ochronnie dla materiału siewnego i siewek pszenicy oraz znacząco ogranicza wzrost grzybni *Fusarium culmorum* oraz *Botrytis cinerae*. W literaturze są dane dotyczące wykorzystania mąki z gorczycy (wykonanej z *Brassica hirta* syn. *Sinapis alba*) jako materiału do zaprawiania nasion żyta przeciwko głowni źdźbłowej żyta (*Urocystis occulta*) (Winter et al., 2001, Borgen i Kristensen 2001). Alternatywne metody do chemicznego zaprawiania ziarna zbóż to także obróbka ciepłą i gorącą wodą, obróbka odtłuszczonym mlekiem w proszku, serwatką w proszku oraz wykorzystanie elicytorów, np. chitozanu.

Celem zadania - ocena przydatności mikroorganizmów pożytecznych i dwóch substancji podstawowych (chitozanu i mąki z gorczycy) do zaprawiania materiału siewnego trzech odmian pszenicy jarej w celu zachowania wysokiej zdrowotności roślin oraz określenie najefektywniejszej strategii zaprawiania.

2. METODY WYKONANIA ZADAŃ

Zadanie było realizowane z czterema odmianami pszenicy jarej - pszenica jara odmiana Jarlanka, Ostka Smolicka, Telimena i Arabella. Badania wykonano w warunkach: 1) laboratoryjnych, 2) szklarniowych

(doświadczenia kuwetowe) oraz 3) polowych - na poletkach w Polowej Stacji Doświadczalnej IOR-PIB w Winnej Górze, na powierzchni rolniczej prowadzonej zgodnie z zasadami rolnictwa ekologicznego. W zrealizowanych badaniach uwzględniono o jedną odmianę więcej niż planowano, ponieważ zrezygnowano (z powodów technicznych i organizacyjnych) z badań w drugiej lokalizacji – w prywatnym gospodarstwie ekologicznym. Badania z zaprawianiem obejmowały wykorzystanie mikroorganizmów pożytecznych takich jak: 1) *Trichoderma* spp., 2) *P. oligandrum*, oraz 3) *B. subtilis*. Z grupy substancji podstawowych wykorzystany był chitozan oraz mąka z gorczycy. Proponowane substancje podstawowe oraz mikroorganizmy były stosowane w różnych strategiach w ramach kombinacji doświadczalnych. W laboratorium i szklarni oceniona była zdolność i energia kiełkowania, rozwój roślin - części podziemnej oraz nadziemnej. W warunkach polowych ocenione były wschody oraz rozwój części nadziemnej, plon i zdrowotność roślin.

2a. Badania laboratoryjne/szklarniowe

W doświadczeniu szklarniowym wykorzystano 3 odmiany pszenicy jarej: 'Telimena', 'Jarlanka' i 'Ostka Smolicka'. Ziarno zaprawiono zgodnie z zaplanowanymi kombinacjami (poniżej tabela). W dniu 04.04.2022r. w kuwetach wypełnionych piaskiem drobnoziarnistym wysiano zaprawione ziarno - 4 powtórzenia/kombinacja, w każdej kombinacji doświadczanej wysiano po 100 szt. – 400 nasion/kombinacja). Ziarno zostało zwilżone zaprawą, a po 30 minut wysiane.

Tab.1. Kombinacje doświadczalne

1.	<i>Trichoderma</i> +chitozan (Trianum 5g płyn+45ml chitozanu 2%/1kg ziarna)
2.	<i>Pythium oligandrum</i> (Polyversum 25g+0,25l wody/45ml cieczy/1kg ziarna)
3.	Grzyby mykoryzowe, <i>Trichoderma</i> , <i>Bacillus</i> (Panoramix 4ml/1kg ziarna)
4.	<i>Trichoderma harzianum</i> (Trianum 5g płyn+45ml wody/1kg ziarna)
5.	<i>Pythium oligandrum</i> +chitozan (Polyversum 25g+45ml chitozanu/1kg ziarna)
6.	Chitozan 2% (45ml płynu/1kg ziarna)
7.	Mąka z gorczycy (15g/45ml wody/1 kg ziarna)
8.	Kontrola

Chitozan- chlorowodorek chitozanu znajdujący się w produkcie Phytotechikol

Cztery dni po wysiewie oceniono energię kiełkowania, a po kolejnych czterech dniach zdolność kiełkowania. W fazie 2-3 liści dokonano pomiarów: masę części nadziemnej i masę części podziemnej (razem z ziarniakiem) z dokładnością do 0,001g. Doświadczenie założono w układzie całkowicie losowym. Wyniki opracowano statystycznie za pomocą jednoczynnikowej analizy wariancji, a średnie porównano stosując test Tukey'a na poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Do obliczeń wykorzystano program FR-ANALWAR na bazie Microsoft Excel [Rudnicki 2011]. Założenia analizy wariancji wymagają normalności rozkładu badanych cech, dlatego przed przystąpieniem do analizy wykonywano test Shapiro-Wilka na normalność rozkładu [<https://www.statskingdom.com/shapiro-wilk-test-calculator.html>]. Dane ilościowe reprezentowały rozkład normalny, natomiast wartości procentowe (energia i zdolność kiełkowania) poddano transformacji, która zmienia skalę liczb, ale nie zmienia relacji między nimi, przez co pozwala na uzyskanie dla nich rozkładu bliskiego normalnemu. Zmienne wyrażone w procentach poddano transformacji danych, stosując przekształcenie kątowe Freemana-Tukeya [Jendryczak 1991]. Dane przeliczono w odpowiedniej skali, po czym przeprowadzono analizę wariancji i przetestowano średnie wyłącznie transformowane. Prezentacja wyników zawiera natomiast wyłącznie autentyczne średnie (wyrażone w %), bez wartości przekształconych, dla których przeprowadzono test istotności.

2b. Badania polowe

W Winnej Górze na pow. doświadczalnej wykonano następujące zabiegi agrotechniczne – zaprawianie ziarna – 28.marca, siew -29. marca, bronowanie w fazie 2-3 liści (25.04.22r.), kolejne bronowanie w fazie krzewienia (16.05.22r.). Na całej powierzchni doświadczalnej, w celu zachowania łanu w dobrej kondycji i zminimalizowania stresu suszy dokonano oprysku krzemem (ZumSil) w dawce 300 ml /ha/200 l wody – 26.05.22r. i wykonano opryskiwanie insektycydem zawierającym spinosad - przeciwko skrzypionkom (27.05.22.). Dla każdej z badanych odmian w zależności od kombinacji określono nasilenie cech: łamliwość podstawy źdźbła [%], liczba rozgałęzień (liści) [szt.], DTR [%] na liściach, septorioza paskowana [%] na liściach, rdza żółta [%] na liściach, dokonano również pomiaru wagi całej rośliny zebranej wraz z korzeniem po wykłoszeniu [g] oraz wykorzystując miernik PlantPen oznaczono N [g] oceniając liść flagowy. Badania wykonano w systemie poletek, bloków losowanych, każda kombinacja została powtórzona czterokrotnie. Z każdego poletka pobrano 10 roślin do oceny wybranych cech.

Przygotowanie cieczy do zaprawiania materiału siewnego:

Trichoderma spp. - wykorzystano produkt zawierający *Trichoderma harzianum* T-22 (Trianum)- 5 g produktu/ 45 ml wody /1kg ziarna

Chitozan – przygotowano 2% roztwór, z roztworu pobrano 45 ml /1kg ziarna

P. oligandrum - 25g produktu zawierającego mikroorganizm (Polyversum) /0,25 l wody, po odczekaniu 1 h pobrano z roztworu 45 ml/1kg ziarna

B. subtilis + grzyby mykoryzowe + *Trichoderma* spp. (preparat o nazwie Panoramix w postaci płynnej) – 4 ml /1kg ziarna

Mączka z gorczycy w jakości ekologicznej– 15g/45 ml wody /1kg ziarna

3. WYNIKI ZADAŃ

3a. Badania laboratoryjne/szklarniowe

Tab.2. Energia i zdolność kiełkowania poszczególnych odmian, w zależności od kombinacji doświadczalnej

Kombinacja	ENERGIA I ZDOLNOŚĆ KIEŁKOWANIA [%]					
	odmiana					
	JARLANKA		TELIMENA		OSTKA	
	E	Z	E	Z	E	Z
1. <i>Trichoderma</i> +chitozan 2%	31,00 a	82,50 bc	0,00 c	17,50 c	6,00 abc	75,50 a
2. <i>Pythium oligandrum</i>	21,50 ab	91,50 ab	0,00 c	19,50 c	17,50 a	79,00 a
3. Grzyby mykoryzowe, <i>Trichoderma</i> , <i>Bacillus</i>	4,50 bcd	44,50 d	0,50 c	17,50 c	0,00 c	26,50 c
4. <i>Trichoderma</i>	2,00 cd	86,50 ab	45,00 a	90,50 a	4,50 abc	90,00 a
5. <i>Pythium oligandrum</i> +chitozan 2%	6,00 bcd	93,50 ab	17,50 b	62,00 b	3,00 bc	79,00 a
6. Chitozan 2%	11,50 abc	95,00 a	16,00 b	90,00 a	15,50 ab	88,00 a
7. Mąka z gorczycy	14,00 abc	92,50 ab	44,50 a	95,00 a	0,00 c	23,00 c
8 KONTROLA	0,00 d	71,00 c	52,00 a	84,50 ab	0,00 c	54,50 b

*energia kiełkowania; ** zdolność kiełkowania

Energia kiełkowania poszczególnych odmian była zróżnicowana w zależności kombinacji:

- w odmianie Jarlanka stosowanie zaprawy *Trichoderma*+chitozan, *Pythium oligandrum*, mąki z gorczycy lub samego chitozanu istotnie zwiększyło **energię kiełkowania** w stosunku do nasion niezaprawianych.
- w odmianie Telimena zaobserwowano reakcję odwrotną – zaprawianie *Trichoderma*+chitozan, *Pythium oligandrum* oraz grzyby mykoryzowe, *Trichoderma*, *Bacillus* obniżyło energię kiełkowania w porównaniu do nasion niezaprawianych. Jednocześnie, łączne działanie chitozanu i *Trichodermy* okazało się mniej korzystne od samodzielnego ich stosowania, czego nie zaobserwowano w przypadku stosowania zaprawy z dodatkiem *Pythium oligandrum*.
- w odmianie Ostka Smolicka *Pythium oligandrum* i chitozan stosowane oddzielnie zwiększyły energię kiełkowania w porównaniu do kontroli (podobnie, jak u Jarlanki) i kombinacji nr 3 i 7.

Zdolność kiełkowania poszczególnych odmian także była zróżnicowana w zależności kombinacji:

- kombinacja nr 3 istotnie obniżyła **zdolność kiełkowania** u wszystkich odmian w porównaniu do kombinacji kontrolnej (nr 7), a zastosowanie *Trichoderma*, *Pythium oligandrum*+chitozan lub samego chitozanu wpłynęło korzystnie na tę zdolność.
- w przypadku odmiany Jarlanka zastosowanie zapraw (za wyjątkiem kombinacji *Trichoderma*+chitozan) spowodowało zwiększenie zdolności kiełkowania w porównaniu do kontroli, wynosząc od 86,50% (*Trichoderma*) do 93,50% (*Pythium oligandrum*+chitozan).
- w przypadku odmiany Telimena zastosowanie *Trichoderma*+chitozan oraz *Pythium oligandrum* znacząco obniżyło zdolność kiełkowania, natomiast pozostałe zaprawy nie wpłynęły na tę cechę w porównaniu z kontrolą.
- W przypadku odmiany Ostka Smolicka niekorzystne okazało się zaprawianie mąką z gorczycy, przy czym pozostałe zaprawy istotnie zwiększyły zdolność kiełkowania.

Analizując wpływ poszczególnych zapraw na energię i zdolność kiełkowania u badanych odmian można wyciągnąć następujące wnioski:

- u odmiany Jarlanka zastosowanie *Pythium oligandrum* zwiększa zarówno energię, jak i zdolność kiełkowania o ponad 20%

- u ‘Telimena’ zaprawianie nasion nie wpływa korzystnie zarówno na energię, jak i zdolność kiełkowania
- u ‘Ostka Smolicka’ *Pythium oligandrum* i chitozan stosowane samodzielnie zwiększają zarówno energię, jak i zdolność kiełkowania (*Pythium oligandrum* energię kiełkowania średnio o 17,5%, a zdolność o 24,5%, chitozan odpowiednio o 15,5% i 33,5%).

Tab. 3. Masa części nadziemnej i podziemnej poszczególnych odmian, w zależności od kombinacji doświadczalnej (faza 2-3 liści)

MASA CZĘŚCI NADZIEMNEJ I PODZIEMNEJ [g]						
Kombinacja	odmiana					
	JARLANKA		TELIMENA		OSTKA	
	N*	P**	N	P	N	P
Trichoderma+chitozan	0,18 ^{ab}	0,05 ^a	0,15 ^a	0,06 ^a	0,28 ^{ab}	0,05 ^a
<i>Pythium oligandrum</i>	1,14 ^a	0,35 ^a	0,68 ^a	0,25 ^a	1,01 ^a	0,31 ^a
Grzyby mykoryzowe, Trichoderma, Bacillus	0,16 ^b	0,10 ^a	0,10 ^a	0,05 ^a	0,11 ^b	0,06 ^a
Trichoderma	0,17 ^{ab}	0,07 ^a	0,13 ^a	0,03 ^a	0,15 ^b	0,07 ^a
<i>Pythium oligandrum</i> +chitozan	0,19 ^{ab}	0,05 ^a	0,15 ^a	0,03 ^a	0,14 ^b	0,06 ^a
Chitozan 2%	0,17 ^{ab}	0,06 ^a	0,12 ^a	0,02 ^a	0,15 ^b	0,06 ^a
Mąka z gorzycy	0,16 ^b	0,04 ^a	0,19 ^a	0,05 ^a	0,17 ^b	0,09 ^a
Kontrola	0,31 ^{ab}	0,13 ^a	0,62 ^a	0,15 ^a	0,15 ^b	0,18 ^a
NIR α =0,05	A=0,971	A=n.i.***	A=n.i.	A=n.i.	A=0,796	A=n.i.

* masa części nadziemnej; ** masa części podziemnej ***różnica nieistotna przy α =0,05

Zaprawianie ziarna nie wpłynęło na **masę części nadziemnej i podziemnej** u odmiany Jarlanka i Telimena, w stosunku do kontroli. Jednakże, u odmiany Jarlanki zastosowanie *Pythium oligandrum* przyczyniło się (ale nie było to potwierdzone statystycznie) do lepszego rozwoju części nadziemnej. W przypadku odmiany Ostka zastosowanie *Pythium oligandrum* przyczyniło się statystycznie istotnie zwiększenia masy części nadziemnej w porównaniu do kontroli. Zaprawianie nie wpłynęło na **masę części podziemnej** u żadnej z odmian (Tabela), być może tych różnic nie udało się zaobserwować, ponieważ warunki doświadczenia kuwetowego nie w pełni pozwalają na dłuższy okres obserwacji.

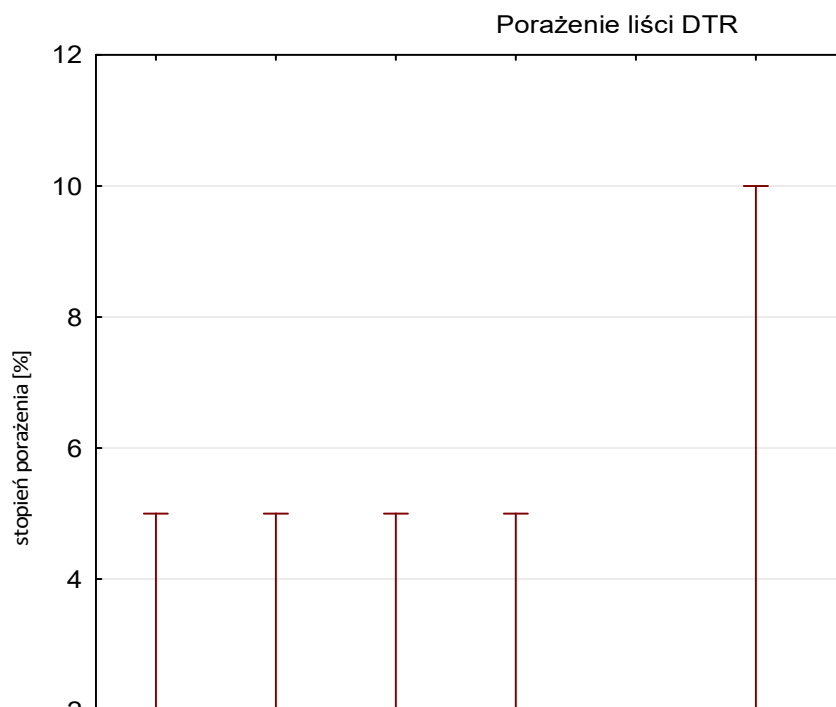
3b. Badania polowe

Tab. 4. Wschody - średnie w sztukach roślin, (1mb x 3) w obrębie każdego poletka, faza krzewienia

Odmiana	Kombinacja doświadczalna							
	Trichoderma +chitozan	<i>Pythium oligandrum</i>	Grzyby mykoryzowe, Trichoderma, Bacillus	Trichoderma	<i>Pythium oligandrum</i> +chitozan	Chitozan 2%	Mąka z gorzycy	Kontrola
Arabella	32,3	32,4	29,2	27,5	26,4	26,5	24,5	31,9
Telimena	24,5	26,7	30,1	32,1	27,2	28,2	31,4	27,8
Ostka	24,8	21,8	22,6	17	23,1	19,7	22,1	23,8
Jarlanka	29,5	31	28,2	30,7	30	28,2	29,5	32,7

Na zaprawianie najkorzystniej reagowała odmiana Telimena, nie stwierdzono zdecydowanego efektu stymulującego wschody ani fitotoksycznego dla siewek po zastosowaniu zapraw.

Doświadczenie polowe założono w układzie losowanych bloków. Wyniki opracowano statystycznie, wykorzystując program Statistica 12.0. Założenia analizy wariancji wymagają normalności rozkładu badanych cech, dlatego przed przystąpieniem do analizy wykonywano test Shapiro-Wilka na normalność rozkładu. Analizowane dane nie reprezentowały rozkładu normalnego, zatem wykonano test Kruskala-Wallisa, nieparametryczny odpowiednik jednoczynnikowej ANOVA (Kruskal-Wallis one-way analysis of variance by ranks), oparty na rangach. Wykonano testy porównań wielokrotnych oraz wykres dla danych, gdzie uzyskano różnice istotne statystycznie. Pozostałe wyniki przedstawiono w tabeli w postaci średnich. W doświadczeniu wykorzystano 4 odmiany pszenicy jarej: Arabella, Telimena, Ostka oraz Jarlanka oraz 8 kombinacji doświadczalnych – identycznych jak zamieszczono w tabelach.



Rycina 1. Porażenie liście pszenicy 'Ostka' DTR [%], w zależności od kombinacji doświadczalnych

Wyniki przeprowadzonej analizy statystycznej pozwoliły ($p < 0,05$) wyciągnąć wniosek, że zaprawianie ziarna pszenicy jarej istotnie obniżyło porażenia liści [%] przez patogeny powodujące DTR w porównaniu do kontroli, ale jedynie u odmiany OSTKA (ryc.), ocena w pierwszej połowie czerwca: 09.06.2022., po wykłoszeniu.

Wyniki szczegółowe z badań polowych

ODMIANA ARABELLA						
PODSTAWA ŻDZBŁA						
Łamliwość podstawy żdźbła [%]	Kombinacje doświadczalne	ŚREDNIE dla powtórzeń				średnia dla kombinacji
	Trichoderma+chitozan	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>P. oligandrum</i> + chitozan	0,28	0,14	0,14	0,00	0,14
	Bacillus, Trichoderma, grzyby mykoryzowe	7,28	0,00	0,14	0,42	1,96
	Trichoderma	0,00	0,14	0,00	0,00	0,04
	<i>P. oligandrum</i>	0,00	0,00	0,00	0,14	0,04
	Chitozan	2,28	0,42	0,28	0,14	0,78
	Mączka z gorczycy	0,42	0,28	0,14	0,14	0,25
	Kontrola	0,00	0,00	0,28	7,42	1,93
CAŁA ROŚLINA						
Rozgałęzienia/liczba liści	Kombinacje doświadczalne	ŚREDNIE dla powtórzeń				średnia dla kombinacji
	Trichoderma+chitozan	2,00	6,43	2,29	3,71	3,61
	<i>P. oligandrum</i> + chitozan	1,57	3,14	5,57	4,57	3,71
	Bacillus, Trichoderma, grzyby mykoryzowe	5,71	3,57	3,00	3,71	4,00
	Trichoderma	3,86	3,86	2,57	3,43	3,43
	<i>P. oligandrum</i>	4,14	3,86	1,86	3,57	3,36
	Chitozan	1,71	5,29	3,43	4,86	3,82

	Mączka z gorzycy	5,71	2,14	8,29	3,29	4,86
	Kontrola	5,00	2,57	5,29	3,29	4,04
LIŚĆ FLAGOWY/PODFLAGOWY						
DTR [%]	Kombinacje doświadczalne	ŚREDNIE dla powtórzeń				średnia dla kombinacji
	Trichoderma+chitozan	0,29	2,57	1,43	0,71	1,25
	<i>P. oligandrum</i> + chitozan	1,86	1,14	2,00	1,43	1,61
	Bacillus, Trichoderma, grzyby mykoryzowe	3,29	3,29	1,57	0,43	2,15
	Trichoderma	1,57	1,14	1,29	1,43	1,36
	<i>P. oligandrum</i>	3,29	0,57	0,29	2,71	1,72
	Chitozan	0,57	0,43	1,86	0,71	0,89
	Mączka z gorzycy	1,29	0,71	2,00	3,86	1,97
	Kontrola	2,29	0,29	3,86	1,71	2,04
LIŚĆ FLAGOWY /PODFLAGOWY						
Septorioza paskowana liści [%]	Kombinacje doświadczalne	ŚREDNIE dla powtórzeń				średnia dla kombinacji
	Trichoderma+chitozan	0,14	0,00	0,00	0,14	0,07
	<i>P. oligandrum</i> + chitozan	0,43	0,57	0,14	0,29	0,36
	Bacillus, Trichoderma, grzyby mykoryzowe	0,43	0,43	0,00	0,57	0,36
	Trichoderma	0,14	0,14	0,29	0,14	0,18
	<i>P. oligandrum</i>	0,00	0,29	0,43	0,00	0,18
	Chitozan	0,00	0,43	0,14	0,29	0,22
	Mączka z gorzycy	2,14	0,43	0,29	0,00	0,72
	Kontrola	1,00	0,43	0,00	0,00	0,36
LIŚĆ FLAGOWY/PODFLAGOWY						
Rdza żółta [%]	Kombinacje doświadczalne	ŚREDNIE dla powtórzeń				średnia dla kombinacji
	Trichoderma+chitozan	0,14	0,14	0,00	0,29	0,14
	<i>P. oligandrum</i> + chitozan	0,00	0,14	1,00	0,29	0,36
	Bacillus, Trichoderma, grzyby mykoryzowe	0,00	0,00	0,14	0,00	0,04
	Trichoderma	0,00	0,29	0,00	0,14	0,11
	<i>P. oligandrum</i>	0,14	0,00	0,00	0,86	0,25
	Chitozan	0,00	0,14	0,14	0,00	0,07
	Mączka z gorzycy	0,14	0,00	0,14	0,43	0,18
	Kontrola	0,14	0,00	0,29	0,00	0,11
LIŚĆ FLAGOWY/PODFLAGOWY						
Liczebność występowanie skrzypionek/uszkodzeń	Kombinacje doświadczalne	ŚREDNIE dla powtórzeń				średnia dla kombinacji
	Trichoderma+chitozan	0,14	0,00	0,29	0,14	0,14
	<i>P. oligandrum</i> + chitozan	0,00	0,00	0,14	0,57	0,18
	Bacillus, Trichoderma, grzyby mykoryzowe	0,43	0,00	0,00	0,43	0,22
	Trichoderma	0,00	0,57	0,14	0,14	0,21
	<i>P. oligandrum</i>	0,14	0,71	0,29	0,29	0,36
	Chitozan	0,00	0,43	0,57	0,14	0,29

	Mączka z gorczycy	0,43	0,14	0,29	0,14	0,25
	Kontrola	2,29	0,00	0,14	0,14	0,64
CAŁA ROŚLINA						
N [%] Ocena liścia flagowego	Kombinacje doświadczalne	ŚREDNIE dla powtórzeń				średnia dla kombinacji
	Trichoderma+chitozan	3,56	3,59	2,66	3,33	3,29
	<i>P. oligandrum</i> + chitozan	2,95	2,74	3,22	2,94	2,96
	Bacillus, Trichoderma, grzyby mykoryzowe	3,71	2,95	2,61	3,29	3,14
	Trichoderma	3,05	2,65	3,23	3,33	3,07
	<i>P. oligandrum</i>	3,57	3,74	3,42	3,33	3,52
	Chitozan	2,51	2,73	2,69	2,95	2,72
	Mączka z gorczycy	3,00	2,83	2,59	3,01	2,86
	Kontrola	2,65	2,91	2,68	3,04	2,82
CAŁA ROŚLINA						
Waga [g]	Kombinacje doświadczalne	ŚREDNIE dla powtórzeń				średnia dla kombinacji
	Trichoderma+chitozan	16,10	19,12	16,80	19,60	17,91
	<i>P. oligandrum</i> + chitozan	16,50	12,37	20,06	14,55	15,87
	Bacillus, Trichoderma, grzyby mykoryzowe	17,10	16,50	15,39	19,06	17,01
	Trichoderma	13,33	28,57	20,18	14,51	19,15
	<i>P. oligandrum</i>	18,27	12,63	15,30	17,54	15,94
	Chitozan	13,02	17,44	11,93	24,46	16,71
	Mączka z gorczycy	14,51	13,03	16,70	20,10	16,09
	Kontrola	15,18	22,53	17,55	15,57	17,71

ODMIANA TELIMENA						
PODSTAWA ŻDZBŁA						
Łamliwość podstawy żdźbła [%]	Kombinacje doświadczalne	ŚREDNIE dla powtórzeń				średnia dla kombinacji
	Trichoderma+chitozan	0,00	0,00	0,00	0,14	0,04
	<i>P. oligandrum</i> + chitozan	0,14	0,14	0,28	0,00	0,14
	Bacillus, Trichoderma, grzyby mykoryzowe	0,28	0,28	0,00	0,14	0,18
	Trichoderma	0,00	0,00	0,42	0,14	0,14
	<i>P. oligandrum</i>	0,14	0,00	0,42	0,00	0,14
	Chitozan	1,28	0,14	0,14	0,28	0,46
	Mączka z gorczycy	0,00	0,14	14,42	0,00	3,64
	Kontrola	14,42	0,00	0,14	7,14	5,43
CAŁA ROŚLINA						
Rozgałęzienia/liście	Kombinacje doświadczalne	ŚREDNIE dla powtórzeń				średnia dla kombinacji
	Trichoderma+chitozan	1,14	2,14	1,71	1,86	1,71
	<i>P. oligandrum</i> + chitozan	1,71	2,71	2,29	1,29	2,00
	Bacillus, Trichoderma, grzyby mykoryzowe	1,29	1,29	1,00	1,14	1,18
	Trichoderma	2,00	1,57	2,14	1,43	1,79

	<i>P. oligandrum</i>	1,29	1,14	1,43	2,57	1,61
	Chitozan	1,14	1,86	1,43	1,43	1,47
	Mączka z gorczycy	1,14	3,57	1,57	2,57	2,21
	Kontrola	2,14	2,86	1,14	1,43	1,89
LIŚĆ FLAGOWY/PODFLAGOWY						
DTR [%]	Kombinacje doświadczalne	ŚREDNIE dla powtórzeń				średnia dla kombinacji
	Trichoderma+chitozan	0,71	0,14	0,29	0,71	0,46
	<i>P. oligandrum</i> + chitozan	0,43	0,14	0,43	1,43	0,61
	Bacillus, Trichoderma, grzyby mykoryzowe	0,14	0,43	0,57	0,71	0,46
	Trichoderma	1,43	0,43	1,57	0,14	0,89
	<i>P. oligandrum</i>	0,71	0,29	1,86	0,29	0,79
	Chitozan	0,14	0,00	0,29	1,00	0,36
	Mączka z gorczycy	0,86	1,57	0,43	0,00	0,71
	Kontrola	0,43	0,14	0,43	2,00	0,75
LIŚĆ FLAGOWY/PODFLAGOWY						
Septorioza paskowana liści [%]	Kombinacje doświadczalne	ŚREDNIE dla powtórzeń				średnia dla kombinacji
	Trichoderma+chitozan	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>P. oligandrum</i> + chitozan	0,00	0,00	0,86	0,00	0,22
	Bacillus, Trichoderma, grzyby mykoryzowe	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Trichoderma	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>P. oligandrum</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Chitozan	0,00	0,29	0,00	0,00	0,07
	Mączka z gorczycy	0,00	0,14	0,00	0,14	0,07
	Kontrola	0,00	0,29	0,00	0,14	0,11
LIŚĆ FLAGOWY/PODFLAGOWY						
Rdza żółta [%]	Kombinacje doświadczalne	ŚREDNIE dla powtórzeń				średnia dla kombinacji
	Trichoderma+chitozan	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>P. oligandrum</i> + chitozan	0,00	0,00	0,14	0,14	0,07
	Bacillus, Trichoderma, grzyby mykoryzowe	0,00	0,14	0,14	0,71	0,25
	Trichoderma	0,00	0,00	0,57	0,00	0,14
	<i>P. oligandrum</i>	0,14	0,00	0,00	0,00	0,04
	Chitozan	0,14	0,57	0,00	0,00	0,18
	Mączka z gorczycy	0,00	0,29	0,00	1,00	0,32
	Kontrola	0,86	0,43	0,00	0,14	0,36
LIŚCIE						
Uszkodzenia, liczebność skrzypionek	Kombinacje doświadczalne	ŚREDNIE dla powtórzeń				średnia dla kombinacji
	Trichoderma+chitozan	0,14	0,14	0,00	0,14	0,11
	<i>P. oligandrum</i> + chitozan	0,43	0,29	0,43	0,00	0,29
	Bacillus, Trichoderma, grzyby mykoryzowe	0,29	0,00	0,00	0,57	0,22
	Trichoderma	0,14	0,14	0,57	0,00	0,21

	<i>P. oligandrum</i>	0,43	0,00	0,29	0,14	0,22
	Chitozan	0,29	0,14	0,14	0,71	0,32
	Mączka z gorczycy	0,14	0,29	0,00	0,14	0,14
	Kontrola	0,14	0,43	0,00	0,14	0,18
CAŁA ROŚLINA						
N [%] Ocena liścia flagowego	Kombinacje doświadczalne	ŚREDNIE dla powtórzeń				średnia dla kombinacji
	Trichoderma+chitozan	5,12	5,97	4,25	4,00	4,84
	<i>P. oligandrum</i> + chitozan	3,89	3,55	2,92	5,11	3,87
	Bacillus, Trichoderma, grzyby mykoryzowe	3,20	4,21	6,84	3,85	4,53
	Trichoderma	3,47	3,95	5,77	3,84	4,26
	<i>P. oligandrum</i>	3,28	3,88	3,18	4,30	3,66
	Chitozan	3,79	4,57	4,64	3,40	4,10
	Mączka z gorczycy	3,73	3,50	6,42	3,91	4,39
	Kontrola	3,22	3,81	4,88	3,56	3,87
CAŁA ROŚLINA						
Waga_[g]	Kombinacje doświadczalne	ŚREDNIE dla powtórzeń				średnia dla kombinacji
	Trichoderma+chitozan	13,00	18,55	12,30	16,82	15,17
	<i>P. oligandrum</i> + chitozan	19,14	27,60	16,87	16,05	19,92
	Bacillus, Trichoderma, grzyby mykoryzowe	9,65	10,25	11,70	17,05	12,16
	Trichoderma	14,05	13,20	16,56	17,08	15,22
	<i>P. oligandrum</i>	13,92	12,10	10,55	17,40	13,49
	Chitozan	18,20	18,93	21,23	15,70	18,52
	Mączka z gorczycy	17,80	17,03	23,90	15,60	18,58
	Kontrola	19,15	16,44	12,65	12,20	15,11

ODMIANA OSTKA						
PODSTAWA ŻDZBŁA						
Łamliwość podstawy żdzibła [%]	Kombinacje doświadczalne	ŚREDNIE dla powtórzeń				średnia dla kombinacji
	Trichoderma+chitozan	0,00	7,57	0,42	7,14	3,78
	<i>P. oligandrum</i> + chitozan	0,28	0,14	0,14	7,28	1,96
	Bacillus, Trichoderma, grzyby mykoryzowe	0,28	7,42	0,00	0,14	1,96
	Trichoderma	7,42	0,42	7,14	0,00	3,75
	<i>P. oligandrum</i>	0,42	0,28	7,28	0,28	2,07
	Chitozan	0,14	0,14	0,28	0,14	0,18
	Mączka z gorczycy	0,57	7,28	7,28	0,00	3,78
	Kontrola	0,14	7,28	0,00	0,71	2,03
CAŁA ROŚLINA						
Rozgałęzienia/liście	Kombinacje doświadczalne	ŚREDNIE dla powtórzeń				średnia dla kombinacji
	Trichoderma+chitozan	2,00	2,57	2,00	2,00	2,14
	<i>P. oligandrum</i> + chitozan	1,71	2,29	2,00	1,29	1,82

	Bacillus, Trichoderma, grzyby mykoryzowe	3,14	2,29	2,71	1,57	2,43
	Trichoderma	2,29	2,00	2,29	1,71	2,07
	<i>P. oligandrum</i>	2,43	1,86	1,29	2,00	1,90
	Chitozan	1,43	5,00	1,14	0,29	1,97
	Mączka z gorzycy	1,57	1,86	2,71	2,14	2,07
	Kontrola	1,57	1,29	4,14	1,14	2,04
LIŚĆ FLAGOWY/PODFLAGOWY						
DTR [%]	Kombinacje doświadczalne	ŚREDNIE dla powtórzeń				średnia dla kombinacji
	Trichoderma+chitozan	0,00	0,29	0,00	0,43	0,18
	<i>P. oligandrum</i> + chitozan	2,00	0,14	2,00	1,29	1,36
	Bacillus, Trichoderma, grzyby mykoryzowe	0,71	0,00	0,00	0,43	0,29
	Trichoderma	0,00	2,71	0,00	0,86	0,89
	<i>P. oligandrum</i>	0,29	0,00	0,71	0,14	0,29
	Chitozan	3,57	0,71	1,71	0,29	1,57
	Mączka z gorzycy	0,29	1,71	0,29	0,00	0,57
	Kontrola	0,86	2,00	0,14	1,86	1,22
LIŚĆ FLAGOWY/PODFLAGOWY						
Septorioza paskowana liści [%]	Kombinacje doświadczalne	ŚREDNIE dla powtórzeń				średnia dla kombinacji
	Trichoderma+chitozan	0,00	0,14	0,00	0,29	0,11
	<i>P. oligandrum</i> + chitozan	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Bacillus, Trichoderma, grzyby mykoryzowe	0,00	0,00	1,43	0,00	0,36
	Trichoderma	0,00	0,00	0,71	0,00	0,18
	<i>P. oligandrum</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Chitozan	0,00	0,14	1,00	0,00	0,29
	Mączka z gorzycy	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Kontrola	0,00	0,00	0,43	0,00	0,11
LIŚĆ FLAGOWY/PODFLAGOWY						
Rdza żółta [%]	Kombinacje doświadczalne	ŚREDNIE dla powtórzeń				średnia dla kombinacji
	Trichoderma+chitozan	0,86	3,86	4,57	6,57	3,97
	<i>P. oligandrum</i> + chitozan	0,86	3,71	1,57	3,00	2,29
	Bacillus, Trichoderma, grzyby mykoryzowe	2,00	3,29	6,43	0,29	3,00
	Trichoderma	3,71	2,29	8,00	0,00	3,50
	<i>P. oligandrum</i>	6,43	5,14	0,86	4,43	4,22
	Chitozan	2,86	0,00	1,00	2,71	1,64
	Mączka z gorzycy	5,71	2,29	3,14	3,29	3,61
	Kontrola	3,00	2,29	3,86	3,00	3,04
LIŚCIE						
Liczebność/ uszkodzenia przez skrzypionki	Kombinacje doświadczalne	ŚREDNIE dla powtórzeń				średnia dla kombinacji
	Trichoderma+chitozan	0,14	0,29	0,14	0,14	0,18
	<i>P. oligandrum</i> + chitozan	0,14	0,00	0,00	0,00	0,04

	Bacillus, Trichoderma, grzyby mykoryzowe	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Trichoderma	0,00	0,00	0,14	0,14	0,07
	<i>P. oligandrum</i>	0,00	0,00	0,00	0,43	0,11
	Chitozan	0,00	0,14	0,00	0,00	0,04
	Mączka z gorczycy	0,00	0,00	0,29	0,00	0,07
	Kontrola	0,00	0,00	0,43	0,00	0,11
CAŁA ROŚLINA						
N [%] Ocena liścia flagowego	Kombinacje doświadczalne	ŚREDNIE dla powtórzeń				średnia dla kombinacji
	Trichoderma+chitozan	3,16	3,87	3,20	2,95	3,30
	<i>P. oligandrum</i> + chitozan	2,96	2,89	3,89	4,70	3,61
	Bacillus, Trichoderma, grzyby mykoryzowe	3,94	3,98	3,03	3,93	3,72
	Trichoderma	2,75	3,20	4,09	3,26	3,33
	<i>P. oligandrum</i>	3,85	3,23	4,68	2,91	3,67
	Chitozan	2,82	4,11	3,34	3,28	3,39
	Mączka z gorczycy	3,31	2,87	5,44	3,73	3,84
	Kontrola	2,75	3,76	3,00	4,70	3,55
CAŁA ROŚLINA						
Waga [g]	Kombinacje doświadczalne	ŚREDNIE dla powtórzeń				średnia dla kombinacji
	Trichoderma+chitozan	16,37	17,55	18,76	17,31	17,50
	<i>P. oligandrum</i> + chitozan	14,96	16,00	12,24	13,99	14,30
	Bacillus, Trichoderma, grzyby mykoryzowe	14,27	16,21	17,78	12,35	15,15
	Trichoderma	15,29	15,68	15,02	14,76	15,19
	<i>P. oligandrum</i>	17,11	19,45	17,35	17,27	17,80
	Chitozan	16,72	17,25	17,02	13,92	16,23
	Mączka z gorczycy	12,22	12,90	17,69	17,05	14,97
	Kontrola	7,60	20,55	18,82	13,99	15,24

ODMIANA JARLANKA						
PODSTAWA ŻDZBŁA						
Łamliwość podstawy żdźbła [%]	Kombinacje doświadczalne	ŚREDNIE dla powtórzeń				średnia dla kombinacji
	Trichoderma+chitozan	0,00	0,14	0,57	0,14	0,21
	<i>P. oligandrum</i> + chitozan	21,57	0,14	0,42	0,00	5,53
	Bacillus, Trichoderma, grzyby mykoryzowe	0,00	7,42	0,14	0,14	1,93
	Trichoderma	0,14	0,14	0,00	14,28	3,64
	<i>P. oligandrum</i>	0,00	0,14	7,42	0,28	1,96
	Chitozan	0,14	0,00	0,14	0,28	0,14
	Mączka z gorczycy	0,28	0,00	0,28	14,71	3,82
	Kontrola	0,14	0,28	0,14	7,28	1,96
CAŁA ROŚLINA						
Rozgałęzienia/liczba liści	Kombinacje doświadczalne	ŚREDNIE dla powtórzeń				średnia dla kombinacji

	Trichoderma+chitozan	1,57	1,71	1,00	2,57	1,71
	<i>P. oligandrum</i> + chitozan	1,43	1,86	1,00	1,57	1,47
	Bacillus, Trichoderma, grzyby mykoryzowe	1,29	1,14	1,29	2,57	1,57
	Trichoderma	3,00	1,57	1,57	1,43	1,89
	<i>P. oligandrum</i>	1,71	2,71	1,29	1,29	1,75
	Chitozan	1,00	1,86	1,14	1,71	1,43
	Mączka z gorczycy	2,57	1,14	1,57	1,14	1,61
	Kontrola	2,29	1,57	1,57	1,14	1,64
LIŚĆ FLAGOWY/PODFLAGOWY						
DTR [%]	Kombinacje doświadczalne	ŚREDNIE dla powtórzeń				średnia dla kombinacji
	Trichoderma+chitozan	0,43	1,14	0,29	0,14	0,50
	<i>P. oligandrum</i> + chitozan	0,14	0,43	0,57	0,43	0,39
	Bacillus, Trichoderma, grzyby mykoryzowe	0,43	0,29	0,29	0,29	0,33
	Trichoderma	0,14	0,43	0,29	0,14	0,25
	<i>P. oligandrum</i>	0,00	0,57	0,29	0,14	0,25
	Chitozan	0,29	0,43	0,29	0,43	0,36
	Mączka z gorczycy	0,43	0,00	0,43	0,14	0,25
	Kontrola	0,14	0,43	0,71	1,29	0,64
LIŚĆ FLAGOWY/PODFLAGOWY						
Septorioza paskowana liści [%]	Kombinacje doświadczalne	ŚREDNIE dla powtórzeń				średnia dla kombinacji
	Trichoderma+chitozan	0,00	0,00	0,00	0,29	0,07
	<i>P. oligandrum</i> + chitozan	0,00	0,14	0,00	0,00	0,04
	Bacillus, Trichoderma, grzyby mykoryzowe	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Trichoderma	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>P. oligandrum</i>	0,00	0,00	0,29	0,00	0,07
	Chitozan	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Mączka z gorczycy	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Kontrola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LIŚCIE						
Rdza żółta [%]	Kombinacje doświadczalne	ŚREDNIE dla powtórzeń				średnia dla kombinacji
	Trichoderma+chitozan	0,14	0,00	0,00	0,00	0,04
	<i>P. oligandrum</i> + chitozan	0,29	0,14	0,00	0,00	0,11
	Bacillus, Trichoderma, grzyby mykoryzowe	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Trichoderma	0,14	0,00	0,14	0,14	0,11
	<i>P. oligandrum</i>	0,00	0,00	0,14	0,00	0,04
	Chitozan	0,00	0,00	0,00	0,14	0,04
	Mączka z gorczycy	0,14	0,00	0,00	0,00	0,04
	Kontrola	0,00	0,00	0,00	0,71	0,18
LIŚĆ FLAGOWY						
Liczebność skrzypionek/uszkodzenia	Kombinacje doświadczalne	ŚREDNIE dla powtórzeń				średnia dla kombinacji

	Trichoderma+chitozan	0,43	0,00	0,00	0,00	0,11
	<i>P. oligandrum</i> + chitozan	0,14	0,14	0,00	0,14	0,11
	Bacillus, Trichoderma, grzyby mykoryzowe	0,00	0,14	0,43	0,00	0,14
	Trichoderma	0,29	0,00	0,14	0,14	0,14
	<i>P. oligandrum</i>	0,00	0,57	0,43	0,14	0,29
	Chitozan	0,00	0,14	0,14	0,14	0,11
	Mączka z gorzycy	0,29	0,00	0,00	0,00	0,07
	Kontrola	0,14	0,29	0,00	0,00	0,11
CAŁA ROŚLINA						
N [%] Ocena liścia flagowego	Kombinacje doświadczalne	ŚREDNIE dla powtórzeń				średnia dla kombinacji
	Trichoderma+chitozan	3,19	3,43	2,64	4,08	3,34
	<i>P. oligandrum</i> + chitozan	3,06	10,80	3,19	2,93	5,00
	Bacillus, Trichoderma, grzyby mykoryzowe	2,81	2,84	4,25	3,12	3,26
	Trichoderma	2,83	3,24	3,08	3,50	3,16
	<i>P. oligandrum</i>	3,80	3,50	2,71	3,62	3,41
	Chitozan	3,68	2,76	3,30	2,59	3,08
	Mączka z gorzycy	3,82	2,87	3,68	2,64	3,25
	Kontrola	2,90	2,88	3,77	3,45	3,25
CAŁA ROŚLINA						
Waga [g]	Kombinacje doświadczalne	ŚREDNIE dla powtórzeń				średnia dla kombinacji
	Trichoderma+chitozan	14,60	20,35	14,22	14,36	15,88
	<i>P. oligandrum</i> + chitozan	15,70	10,80	21,56	8,20	14,07
	Bacillus, Trichoderma, grzyby mykoryzowe	11,21	13,63	17,00	15,46	14,33
	Trichoderma	9,79	16,03	12,20	14,15	13,04
	<i>P. oligandrum</i>	15,65	11,70	14,25	15,27	14,22
	Chitozan	12,96	9,00	12,05	13,95	11,99
	Mączka z gorzycy	9,29	12,90	17,97	14,22	13,60
	Kontrola	8,75	12,30	10,15	13,45	11,16

We wszystkich odmianach porażenie mączniakiem prawdziwym zbóż było na znikomym poziomie procentowym, dlatego w tabelach nie umieszczono zebranych danych.

Plonowanie [kg/ha]

JEDNOCZYNNIKOWE ANOVA

ANALIZA POMIĘDZY KOMBINACJAMI – KAŻDA ODMIANA ODDZIELNIE

Post – hoc: **NIR Fishera** (jednorodne grupy, dla $\alpha = 0,05$)

ODMIANA ARABELLA	powtórzenie				średnia
Kombinacje doświadczalne	1	2	3	4	
Trichoderma+chitozan	2448,485	3151,515	3090,909	1951,515	2660,61
<i>Pythium oligandrum</i> + chitozan	2557,576	3545,455	3121,212	2333,333	2889,39
Grzyby mykoryzowe, Trichoderma, Bacillus	2375,758	2969,697	3303,03	2060,606	2677,27
Trichoderma	2515,152	2733,333	2848,485	2030,303	2531,82

<i>Pythium oligandrum</i>	2375,758	3006,061	2606,061	2090,909	2519,70
Chitozan 2%	2436,364	3060,606	2575,758	2412,121	2621,21
Mąka z gorzycy	2333,333	2612,121	3121,212	2072,727	2534,85
Kontrola	2387,879	2787,879	2175,758	2151,515	2375,76
NIR _{0,05}	n.i.				

W przypadku odmiany Arabella nie zanotowano istotnych różnic pomiędzy kombinacjami i wielkością otrzymanego plonu, aczkolwiek we wszystkich kombinacjach zebrane plony były wyższe w porównaniu do kombinacji kontrolnej.

ODMIANA TELIMENA	powtórzenie				średnia
Kombinacje doświadczalne	1	2	3	4	
Trichoderma+chitozan	5090,909	6193,939	3515,152	4400,000	4800,00
<i>Pythium oligandrum</i> + chitozan	4581,818	6090,909	3830,303	4400,000	4725,76
Grzyby mykoryzowe, Trichoderma, Bacillus	3727,273	4781,818	3545,455	4606,061	4165,15
Trichoderma	4860,606	5333,333	3151,515	4054,545	4350,00
<i>Pythium oligandrum</i>	4606,061	3393,939	3284,848	4606,061	3972,73
Chitozan 2%	4248,485	3606,061	4212,121	4212,121	4069,70
Mąka z gorzycy	4393,939	5727,273	4006,061	4636,364	4690,91
Kontrola	3727,273	3575,758	3369,697	3818,182	3622,73
NIR _{0,05}	n.i.				

W przypadku odmiany Telimena nie zanotowano istotnych różnic pomiędzy kombinacjami i wielkością otrzymanego plonu, aczkolwiek we wszystkich kombinacjach zebrane plony były wyższe w porównaniu do kombinacji kontrolnej.

ODMIANA JARLANKA	powtórzenie				średnia
Kombinacje doświadczalne	1	2	3	4	
Trichoderma+chitozan	4121,212	4672,727	5424,242	3484,848	4425,76a
<i>Pythium oligandrum</i> + chitozan	4060,606	5242,424	5393,939	3060,606	4439,39a
Grzyby mykoryzowe, Trichoderma, Bacillus	4121,212	5393,939	4818,182	3484,848	4454,55a
Trichoderma	3969,697	4454,545	4187,879	2733,333	3836,36ab
<i>Pythium oligandrum</i>	4121,212	4654,545	4878,788	3606,061	4315,15ab
Chitozan 2%	3848,485	3424,242	4757,576	3303,03	3833,33ab
Mąka z gorzycy	3703,03	5206,061	4733,333	4006,061	4412,12a
Kontrola	2969,697	3363,636	3242,424	3581,818	3289,39b
NIR _{0,05}	1126,859				

W przypadku odmiany Jarlanka zanotowano istotne różnice w plonie pomiędzy kombinacjami – dla kombinacji 1, 2, 3 oraz 7 (plony były istotnie wyższe (4,4 t/ha) niż w kontroli (3,3 t/ha). W porównaniu do kontroli także w innych kombinacjach również uzyskano wyższe plony, choć nie były to różnice statystycznie potwierdzone.

ODMIANA OSTKA	powtórzenie				średnia
Kombinacje doświadczalne	1	2	3	4	
Trichoderma+chitozan	3151,515	4909,091	4909,091	4030,303	4250,00
<i>Pythium oligandrum</i> + chitozan	4042,424	4545,455	4375,758	3096,97	4015,15
Grzyby mykoryzowe, Trichoderma, Bacillus	3648,485	4818,182	4539,394	4187,879	4298,48
Trichoderma	3545,455	4666,667	4545,455	3890,909	4162,12
<i>Pythium oligandrum</i>	3727,273	4393,939	5060,606	3951,515	4283,33

Chitozan 2%	3787,879	4515,152	4551,515	3787,879	4160,61
Mąka z gorczycy	3969,697	4715,152	4939,394	3606,061	4307,58
Kontrola	3606,061	3454,545	3406,061	3484,848	3487,88
NIR _{0,05}	n.i.				

W przypadku odmiany Ostka nie zanotowano istotnych różnic pomiędzy kombinacjami i wielkością otrzymanego plonu, aczkolwiek we wszystkich kombinacjach zebrane plony były wyższe w porównaniu do kombinacji kontrolnej.

PLONY [KG/HA] ANALIZA POMIĘDZY ODMIANAMI – KAŻDA KOMBINACJA ODDZIELNIE

Kombinacja – Trichoderma + chitozan	powtórzenie				średnia
Odmiana	1	2	3	4	
Arabela	2448,485	3151,515	3090,909	1951,515	2660,61b
Telimena	5090,909	6193,939	3515,152	4400,000	4800,00a
Jarlanka	4121,212	4672,727	5424,242	3484,848	4425,76a
Ostka	3151,515	4909,091	4909,091	4030,303	4250,00a
NIR _{0,05}	1667,837				

Kombinacja - <i>Pythium oligandrum</i> + chitozan	powtórzenie				średnia
Odmiana	1	2	3	4	
Arabela	2557,576	3545,455	3121,212	2333,333	2889,39b
Telimena	4581,818	6090,909	3830,303	4400	4725,76a
Jarlanka	4060,606	5242,424	5393,939	3060,606	4439,39a
Ostka	4042,424	4545,455	4375,758	3096,97	4015,15ab
NIR _{0,05}	1260,566				

Grzyby mykoryzowe, Trichoderma, Bacillus	powtórzenie				średnia
Odmiana	1	2	3	4	
Arabela	2375,758	2969,697	3303,03	2060,606	2677,27b
Telimena	3727,273	4781,818	3545,455	4606,061	4165,15a
Jarlanka	4121,212	5393,939	4818,182	3484,848	4454,55a
Ostka	3648,485	4818,182	4539,394	4187,879	4298,48a
NIR _{0,05}	1114,984				

Kombinacja- Trichoderma	powtórzenie				średnia
Odmiana	1	2	3	4	
Arabela	2515,152	2733,333	2848,485	2030,303	2531,82b
Telimena	4860,606	5333,333	3151,515	4054,545	4350,00a
Jarlanka	3969,697	4454,545	4187,879	2733,333	3836,36a
Ostka	3545,455	4666,667	4545,455	3890,909	4162,12a
NIR _{0,05}	1321,291				

Kombinacja- <i>P. oligandrum</i>	powtórzenie				średnia
Odmiana	1	2	3	4	

Arabela	2375,758	3006,061	2606,061	2090,909	2519,70 ^b
Telimena	4606,061	3393,939	3284,848	4606,061	3972,73 ^a
Jarlanka	4121,212	4654,545	4878,788	3606,061	4315,15 ^a
Ostka	3727,273	4393,939	5060,606	3951,515	4283,33 ^a
NIR0,05	1416,833				

Chitozan	powtórzenie				średnia
Odmiana	1	2	3	4	
Arabela	2436,364	3060,606	2575,758	2412,121	2621,21 ^b
Telimena	4248,485	3606,061	4212,121	4212,121	4069,70 ^a
Jarlanka	3848,485	3424,242	4757,576	3303,03	3833,33 ^a
Ostka	3787,879	4515,152	4551,515	3787,879	4160,61 ^a
NIR0,05	945,681				

Mączka z gorczycy	powtórzenie				średnia
Odmiana	1	2	3	4	
Arabela	2333,333	2612,121	3121,212	2072,727	2534,85 ^b
Telimena	4393,939	5727,273	4006,061	4636,364	4690,91 ^a
Jarlanka	3703,03	5206,061	4733,333	4006,061	4412,12 ^a
Ostka	3969,697	4715,152	4939,394	3606,061	4307,58 ^a
NIR0,05	1048,868				

Kontrola	powtórzenie				średnia
Odmiana	1	2	3	4	
Arabela	2387,879	2787,879	2175,758	2151,515	2375,76 ^b
Telimena	3727,273	3575,758	3369,697	3818,182	3622,73 ^a
Jarlanka	2969,697	3363,636	3242,424	3581,818	3289,39 ^a
Ostka	3606,061	3454,545	3406,061	3484,848	3487,88 ^a
NIR0,05	492,639				

Odmiany Jarlanka, Ostka oraz Telimena pozytywnie reagowały na większość stosowanych zapraw, odmiana Arabela plonowała najniżej we wszystkich kombinacjach, bez względu na stosowaną zaprawę.

DWUCZYNNIKOWA ANOVA

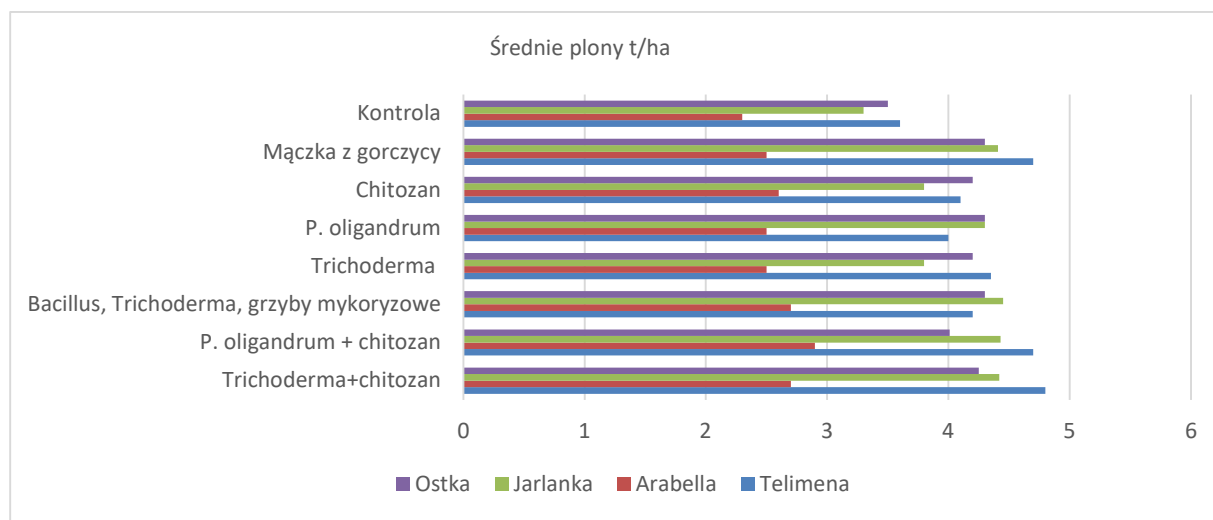
A – ODMIANA, a=4 (odmiany), B – kombinacja doświadczalna, b=8 (kombinacje)

Post – hoc: NIR Fishera (jednorodne grupy, dla $\alpha = 0,05$)

kombinacja doświadczalna	Odmiana				Średni plon kg/ha
	ARABELLA	TELIMENA	JARLANKA	OSTKA	
Trichoderma+chitozan 2%	2660,61 ^a	4800,00 ^a	4425,76 ^a	4250,00 ^a	4034,09 A
<i>P. oligandrum</i> + chitozan	2889,39 ^a	4725,76 ^{ab}	4439,39 ^a	4015,15 ^a	4017,42 A
Bacillus, Trichoderma, grzyby mykoryzowe	2677,27 ^a	4165,15 ^{ab}	4454,55 ^a	4298,48 ^a	3898,86 A
Trichoderma	2531,82 ^a	4350,00 ^{ab}	3836,36 ^{ab}	4162,12 ^a	3720,08 AB
<i>P. oligandrum</i>	2519,70 ^a	3972,73 ^{ab}	4315,15 ^{ab}	4283,33 ^a	3772,73 AB
Chitozan 2%	2621,21 ^a	4069,70 ^{ab}	3833,33 ^{ab}	4160,61 ^a	3671,21 AB
Mączka z gorczycy	2534,85 ^a	4690,91 ^{ab}	4412,12 ^a	4307,58 ^a	3986,36 B
Kontrola	2375,76 ^a	3622,73 ^b	3289,39 ^b	3487,88 ^b	3193,94 B
Średnia	2601,33 B	4299,62 A	4125,76 A	4120,64 A	

ZESTAWIENIE PLONÓW t/ha

Kombinacja/odmiana	Telimena	Arabella	Jarlanka	Ostka
Trichoderma+chitozan	4,8	2,7	4,42	4,25
<i>P. oligandrum</i> + chitozan	4,7	2,9	4,43	4,01
Bacillus, Trichoderma, grzyby mykoryzowe	4,2	2,7	4,45	4,3
Trichoderma	4,35	2,5	3,8	4,2
<i>P. oligandrum</i>	4,0	2,5	4,3	4,3
Chitozan	4,1	2,6	3,8	4,2
Mączka z gorczycy	4,7	2,5	4,41	4,3
Kontrola	3,6	2,3	3,3	3,5



PODSUMOWANIE - INSTRUKCJA WDROŻENIOWA SKIEROWANA DO PRODUCENTÓW EKOLOGICZNYCH

W celu zaprawiania materiału siewnego pszenicy jarej można zastosować następujące strategie

<i>Trichoderma</i> +chitozan (Trianum 5g płyn+45ml chitozanu 2%/1kg ziarna)
<i>Pythium oligandrum</i> (Polyversum 25g+0,25l wody/45ml cieczy/1kg ziarna)
Grzyby mykoryzowe, <i>Trichoderma</i> , <i>Bacillus</i> (Panoramix 4ml/1kg ziarna)
<i>Trichoderma</i> (Trianum 5g płyn+45ml wody/1kg ziarna)
<i>Pythium oligandrum</i> +chitozan (Polyversum 25g+45ml chitozanu/1kg ziarna)
Chitozan 2% (45ml płynu/1kg ziarna)
Mąka z gorczycy (15g/45ml wody)

Po zastosowaniu poszczególnych zapraw stwierdzono, że w większości kombinacji doświadczalnych energia i zdolność kiełkowania była zwiększona aczkolwiek zróżnicowana w zależności kombinacji i odmiany. Zaobserwowano:

- u odmiany Jarlanka zastosowanie *Pythium oligandrum* zwiększa zarówno energię, jak i zdolność kiełkowania o ponad 20%
- u odmiany 'Telimena' zaprawianie nasion nie wpływa korzystnie zarówno na energię, jak i zdolność kiełkowania
- u 'Ostka Smolicka' *Pythium oligandrum* i chitozan stosowane samodzielnie zwiększają zarówno energię, jak i zdolność kiełkowania (*Pythium oligandrum* energię kiełkowania średnio o 17,5%, a zdolność o 24,5%, chitozan odpowiednio o 15,5% i 33,5%).

Zastosowanie z wykorzystaniem *Pythium oligandrum* może przyczynić się do lepszego rozwoju części nadziemnej roślin, aczkolwiek jest to zróżnicowane w zależności od odmiany. Zaprawianie nie przyczyniło się

do zdecydowanego polepszenia wschodów, aczkolwiek najkorzystniej zareagowała odmiana Telimena. Nie obserwowano efektu fitotoksycznego po zastosowaniu wymienionych strategii zaprawiania.

Zdrowotność podstawy źdźbła oraz liści dla poszczególnych odmian była zróżnicowana w zależności od stosowanej zaprawy oraz odmiany. **W większości przypadków stosowane zaprawy przyczyniły się do poprawy zdrowotności roślin w porównaniu do kontroli, aczkolwiek ich efekt był zróżnicowany w zależności od odmiany. Zaprawianie ziarna znalazło swój odzwierciedlenie przede wszystkim w zmniejszonym porażeniu podstawy źdźbła oraz nasileniu symptomów DTR na liściach.** Także inne symptomy chorób takich jak septorioza paskowana liści i rdza żółta liści mogą wykazywać mniejsze nasilenie u roślin po wcześniejszym zaprawianiu ziarna. Dla wszystkich badanych odmian pszenicy jarej (Jarlanka, Telimena, Ostka Smolicka, Arabella) stwierdzono, że zastosowanie **Trichodermy i chitozanu samodzielnie lub łącznie** znacząco obniża symptomy porażeniu podstawy źdźbła. W przypadku DTR stwierdzono, że u roślin po zastosowaniu zaprawiania, (bez względu na jego rodzaj) symptomy tej choroby były słabsze w porównaniu do roślin kontrolnych, aczkolwiek najkorzystniejszy efekt uzyskano po zastosowaniu **chitozanu 2%, który także przyczyniał się do ograniczania symptomów rdzy żółtej.**

W przypadku plonowania wszystkich odmian zaobserwowano, że po zastosowaniu wszystkich zapraw plonowanie zawsze było wyższe w porównaniu do roślin nie zaprawianych, aczkolwiek statystycznie istotnie wyższe plony uzyskano po zastosowaniu dwóch strategii - Trichoderma+chitozan lub *Pythium oligandrum* +chitozan. W odniesieniu do poszczególnych odmian obserwowano:

- w przypadku odmiany Arabella, Telimena oraz Ostka Smolicka nie zanotowano istotnych różnic pomiędzy rodzajami zapraw, aczkolwiek we wszystkich kombinacjach zebrane plony były wyższe w porównaniu do kombinacji kontrolnej.
- w przypadku odmiany Jarlanka zanotowano istotne różnice w plonie pomiędzy zaprawami – dla kombinacji 1, 2, 3 oraz 7 (plony były istotnie wyższe (4,4 t/ha) niż w kontroli (3,3 t/ha). W porównaniu do kontroli także w przypadku innych zapraw również uzyskano wyższe plony, choć nie były to różnice statystycznie potwierdzone.

Bez względu na zaprawianie najniższe plonowanie zanotowano dla odmiany Arabella (2,6t/ha), natomiast pozostałe odmiany plonowały podobnie na poziomie 4,1-4,2t/ha.

Literatura

- Borgen A., Kristensen L. 2001. Effect of seed treatment with milk powder and mustard flour in control of common bunt (*Tilletia tritici*) in wheat and stem smut (*Urocystis occulta*) in rye. <http://orgprints.org/1115/>
- Borgen A; Nielsen B J (2001). Effects of acetic acid in control of seed borne diseases. In: Proceedings of the BCPC symposium Seed treatment - challenges and opportunities 26-27: 2, 2001.
- Final Review report for the basic substance chitosan hydrochloride finalised in the Standing Committee on the Food Chain and Animal Health at its meeting on 20 March 2014 in view of the approval of chitosan hydrochloride as basic substance in accordance with Regulation (EC) No 1107/2009 and amended in the Standing Committee on Plants, Animals, Food and Feed at its meeting on 25 January 2021 and corrected on 5 July 2021
- Horoszkiewicz-Janka A. Jajor E., Danielewicz J., Korbas M. 2015. Przydatność środków biotechnicznych do zaprawiania owsa. Zagadnienia Doradztwa Rolniczego nr 1:73-82
- Horoszkiewicz-Janka A., Jajor E. 2007. Wpływ wybranych biopreparatów do zaprawiania jęczmienia na zasiedlenie ziarna przez grzyby. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering, Vol. 52(3):61-66
- Horváth A., Kovács B., Nagy G. (2013). Application of mint and cinnamon against fusarium disease of winter wheat. Episteme 18/2013, t. 3 s. 297-304
- Jendrzeczak E., 1991. Statystyczne opracowanie wyników doświadczeń (w) Doświadczalnictwo rolnicze (red.) Rudnicki F., ATR, Bydgoszcz: 99 - 194.
- Kowalska J, Tyburski J, Matysiak K, Tylkowski B and Malusá E 2020. Field Exploitation of Multiple Functions of Beneficial Microorganisms for Plant Nutrition and Protection: Real Possibility or Just a Hope? Frontiers in Microbiology. 11:1904. doi: 10.3389/fmicb.2020.01904
- Kowalska J. 2019. Optymalizacja sposobów zaprawiania ziarna pszenicy wykorzystując substancje podstawowe i mikroorganizmy. Konferencja dotycząca dalszych kierunków badań na rzecz rolnictwa ekologicznego organizowana przez CDR Brwinów i MRiRW, Warszawa, 27-28.11.2019

- Kowalska J., Tyburski J. Krzyżmińska J. Jakubowska M. 2019. Cinnamon powder: an in vitro and in vivo evaluation of antifungal and plant growth promoting activity. European Journal Plant Pathology <https://doi.org/10.1007/s10658-019-01882-0>
- Kowalska Jolanta, Józef Tyburski, Joanna Krzyżmińska, Magdalena Jakubowska 2020. Effects of seeds treatment with mustard meal in control of *Fusarium culmorum* Sacc. and the growth of common wheat (*Triticum aestivum* ssp. vulgare). DOI: 10.1007/s10658-020-02165-9 European Journal of Plant Pathology
- Małuszyńska E., Szydłowska A. 2009. Wstępna ocena skuteczności wybranych metod zaprawiania nasion do stosowania w rolnictwie ekologicznym. Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin nr 252:27-33
- Nadia Morin-Crini, Eric Lichtfouse, Giangiacomo Torri, Grégorio Crini 2019. Applications of chitosan in food, pharmaceuticals, medicine, cosmetics, agriculture, textiles, pulp and paper, biotechnology. Environmental Chemistry Letters 17:1667–1692 <https://doi.org/10.1007/s10311-019-00904-x> and environmental chemistry
- Rudnicki F., 2011. FR-ANALWAR na bazie Microsoft Excel, Bydgoszcz.
- Shapiro-Wilk test calculator [Internet] Statistics Kingdom 2017 [cited 21 April 2022]. Available from: <https://www.statskingdom.com/shapiro-wilk-test-calculator.html>.
- Solarska E. i wsp. 2004. Sprawozdanie z badań na rzecz rolnictwa ekologicznego pt.: Uprawy polowe metodami ekologicznymi: Określenie dobrych praktyk w uprawach polowych metodami ekologicznymi. Zadanie realizowane przez: Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
- Spieg H; Dutschke J (1991). Bekiimpfung des Weizensteinbrandes (*Tilletia caries*) im biologisch-dynamischen Landbau unter experimentellen und praktischen Bedingungen. Gesunde Pflanzen 43, 264-270.
- Winter W., Bänziger I., Rügger A., Schachermayr G., Krebs H., Frei P., Gindrat D.(2001). Skim milk powder and yellow mustard-meal treatment: Alternatives to the chemical seed-dressing for the control of common bunt in wheat. Agrarforschung Schweiz 8(3), 118-123