

**TOMASZ WARZECHA**Katedra Hodowli Roślin i Nasiennictwa  
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

## Podatność wybranych odmian pszenicy i pszenżyta z hodowli DANKO na fuzaryjną zgorzel siewek powodowaną przez *Fusarium culmorum*

### Susceptibility of selected winter wheat and triticale cultivars from DANKO Plant Breeders Ltd. to *Fusarium* seedling blight caused by *Fusarium culmorum*

Celem badań było określenie zróżnicowania podatności na fuzaryjną zgorzel siewek 12 odmian pszenżyta ozimego oraz 6 odmian pszenicy ozimej pochodzących z Hodowli Roślin DANKO. Ziarniaki inokulowano *Fusarium culmorum*, izolatem IPO348-01 o średniej patogeniczności, pochodzącym z Instytutu Ochrony Roślin w Wageningen, w Holandii. Dokonano oceny stopnia porażenia korzeni i pierwszego liścia siewek w pięciostopniowej skali, opisanej przez Chełkowskiego i Mańkę (1983). W celu określenia redukcji przyrostów korzeni i pierwszego liścia siewki, wykonano pomiary masy roślin kombinacji kontrolnej oraz inokulowanej. Zarówno u pszenicy, jak i pszenżyta obserwowano znacznie bardziej destrukcyjny wpływ patogena na system korzeniowy niż na liście w ciągu 7 dni trwania testu. Wyrażało się to średnio 1,6-krotnie większą redukcją masy korzeni niż liści. Z przeprowadzonych badań wynika, że średnia masa względna liści pszenicy i pszenżyta była podobna i wynosiła odpowiednio 64,99% kontroli i 63,85% kontroli. Jednak u pszenżyta występowały odmiany mniej podatne niż u pszenicy np. Grenado (masa względna 86,72% kontroli), czy Disco (masa względna 83,92% kontroli). Średnia masa względna korzeni pszenżyta (38,58% kontroli) była niższa niż pszenicy (51,77% kontroli), co wskazuje na większe uszkodzenie systemu korzeniowego pszenżyta niż pszenicy. Wyniki te potwierdza również ocena porażenia korzeni w pięciostopniowej skali bonitacyjnej, gdzie średnie porażenie korzeni pszenicy wyniosło 2,89 a pszenżyta 3,61.

**Słowa kluczowe:** fuzarioza siewek, podatność, pszenica, pszenżyto

The aim of this study was determination of susceptibility of 12 winter triticale cultivars and 6 winter wheat cultivars originating from DANKO Plant Breeders Ltd. to *Fusarium* seedling blight. Germinating kernels were inoculated with *Fusarium culmorum*, medium pathogenic isolate IPO348-01, originating from Plant Protection Institute, Wageningen, Netherlands (Wojciechowski et al. 1997). Severity of root and leaf infection was evaluated with the 5-degree scale application described by Chełkowski and Mańka (1983). In order to determine reduction of root and leaf growth, the weight of inoculated and control plants was measured. Both triticale and wheat roots were more susceptible to pathogen infection than leaves in one week test. The root weight reduction was 1.6 times higher in relation to leaf weight reduction. Mean relative weight of wheat and triticale leaves were similar (respectively 64.99% and

63.85% of controls). However some triticale cultivars proved to be less susceptible as compared to mean for wheat e.g. Grenado (relative weight 86.72% of control) and Disco (relative weight 83.92% of control). Mean relative weight of triticale roots (38.58% of control) was lower when compared to wheat (51.77% of control), therefore infection affected triticale roots stronger than wheat roots. Mean root blight score in 5-degree scale was also lower for wheat (2.89) in comparison with triticale root blight score (3.61).

**Key words:** *Fusarium* seedling blight, susceptibility, triticale, wheat

#### WSTĘP

Fuzariozy zbóż powodują straty ilościowe plonu, oraz obniżenie jakości ziarna ze względu na zmniejszenie masy i rozmiarów ziarniaka jak również z powodu akumulacji metabolitów wtórnych, wytwarzanych przez patogeniczne gatunki *Fusarium* spp. (McMullen i in., 1997; Jones i Mirocha, 1999; Wiśniewska i Kowalczyk, 2005). *Fusarium culmorum* należy do grupy patogenów pszenicy, pszenżyta, jęczmienia i innych zbóż, wywołujących zgorzel siewek oraz zgniliznę korzeni (Grey i Mathre, 1988). Gatunek ten powoduje ponadto fuzariozę kłosów (FHB), będącą ogromnym zagrożeniem dla większości zbóż drobnoziarnistych. Epidemiczne występowanie fuzariozy kłosów jęczmienia miało miejsce w środkowozachodniej części USA w latach 1993–1996 (Prom i in., 1997; Salas i in., 1997), również w Polsce w 1998 roku obserwowano wystąpienie epidemii fuzariozy pszenicy w północno-wschodniej części kraju (Tomczak i in., 2002). Inokulum tego patogena może znajdować się w zainfekowanym ziarnie lub pochodzić z gleby (Wakuliński i Chełkowski, 1993; Łacicowa i in., 1990). Substancje syntetyzowane przez grzyby z rodzaju *Fusarium* posiadają działanie fito-, zoo-, cytotoksyczne i antybiotyczne. Z punktu widzenia ochrony roślin największe zainteresowanie wzbudzają związki o charakterze fitotoksycznym, do których zalicza się: antybiotyki (enniatyny, likommarazmina), kwasy (fuzariowy, dehydrofuzariowy, pikolinowy), barwniki (fuzarubina, marticyna, izomarticyna, nowarubina), mikotoksyny (trichoteceny, zearalenon i pochodne, moniliformina) (Packa, 1994, 2005). Efekty działania fitotoksyn przejawiają się poprzez hamowanie kiełkowania, hamowanie wzrostu korzeni i pędów, redukcję świeżej masy korzeni i pędów, nekrozy i chlorozy, więdnienia, obniżenie aktywności enzymów, zmiany w przepuszczalności błon cytoplazmatycznych (Packa, 1994; Wojciechowski i in., 1995, 1996). Toksyny fuzaryjne z grupy trichotecyn bardzo silnie oddziałują na przebieg mitozy u zbóż i bobiku powodując obniżenie indeksu mitotycznego, wywołując zmiany w morfologii chromosomów, oraz zakłócenia w rozdziale chromosomów do komórek potomnych. Trichotecyny wywołują silne efekty toksyczne u zwierząt powodując zapalenia skóry, efekty wymiotne i brak łaknienia oraz choroby serca. Wpływają na obniżenie przyrostów masy ciała, ponadto są blokerami enzymów łańcucha oddechowego (van Egmond, 1995; Harvey i in., 1997). Posiadają one właściwości immunosupresyjne, a ich dodatkowe niekorzystne działanie polega na zdolności łączenia się z podjednostką rybosomalną komórek eukariotycznych i blokowaniu elongacji łańcuchów polipeptydowych. Spektrum syntetyzowanych substancji zależy od gatunku grzyba porażającego ziarno. *Fusarium culmorum* tworzy głównie deoksyniwalenol (DON) i jego pochodne (3-AcDON, 15-AcDON) oraz niwalenol (NIV) (Perkowski i Kiecana, 1998).

Patogen ten jest groźny również ze względu na jego dużą odporność na niekorzystne warunki klimatyczne. Jest on odporny na wahania wilgotności oraz zdolny do zarodnikowania również w warunkach niskiego potencjału wodnego (Łacicowa i in., 1990). Obserwuje się zróżnicowaną reakcję roślin na porażenie przez *Fusarium* ssp. co świadczy o występowaniu genetycznej zmienności podatności roślin na fuzariozy. Odporność ma charakter ilościowy i jest warunkowana przez wiele genów, co znacznie utrudnia prace selekcyjne (Arseniuk, 1983; Bruins, 1993; Chełkowi, 1995; Sundheim i in., 1997; Wiśniewska i Kowalczyk, 2005).

Celem badań było określenie zróżnicowania podatności kilku odmian pszenicy i pszenżyta ozimego wytworzonych w firmie Danko Hodowla Roślin Sp. z o.o. na zgorzel siewek wywoływaną przez *Fusarium culmorum*.

#### MATERIAŁ I METODY

Materiałem do badań było 6 odmian pszenicy ozimej: Batuta, Bogatka, Finezja, Korweta, Mewa, Smuga oraz 12 odmian pszenżyta ozimego: Baltiko, Disco, Fidelio, Grenado, Kitaro, Lamberto, Magnat, Moderato, Presto, Sorento, Woltario i Zorro. Odmiany pochodziły z DANKO Hodowla Roślin Sp. z o.o.

Ziarniaki inokulowano izolatem *Fusarium culmorum* IPO348-01, pochodzącym z Instytutu Ochrony Roślin w Wageningen w Holandii. *Fusarium culmorum* hodowano na pożywce PDA (Potatoe Dextrose Agar-Sigma) na płytkach Petriego. Inkubację grzyba prowadzono w cieplarni mikrobiologicznej (Heraeus B 6060), w temperaturze 22°C, w ciemności przez 7 dni.

Ziarniaki dezynfekowano powierzchniowo 20% roztworem preparatu Domestos przez 15 minut, przemywano sterylną wodą, a następnie moczone przez 24 godziny w wodzie sterylnej. Po tym czasie wykładano je na krążki pożywki PDA o średnicy 4 mm przerośniętej kulturą grzyba. Szalki z inokulowanymi oraz nieinokulowanymi ziarniakami, stanowiącymi kontrolę, przenoszono do szafy fitotronowej, gdzie pozostawały przez siedem dni w temperaturze 22°C/20°C (dzień/noc), oświetleniu 130  $\mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ , fotoperiodzie 12h/12h i wilgotności 100% RH (Relative Humidity). Po tym czasie dokonano oceny stopnia porażenia korzeni i pierwszego liścia siewek w pięciostopniowej skali, opisanej przez Chełkowskiego i Mańkę (1983), gdzie 1 oznacza bardzo słabe porażenie, 2 — słabe, 3 — średnie, 4 — duże, 5 — bardzo duże. Dodatkowo wykonano pomiary masy liści i korzeni siewek kontrolnych oraz inokulowanych w celu oszacowania redukcji przyrostów korzeni i pierwszego liścia. Redukcja została wyrażona jako względna masa wyżej wymienionych organów, w procentach kontroli zgodnie z formułą:

$$MW = \frac{MI}{MK} \times 100\%$$

*MW* — masa względna,

*MI* — masa kombinacji inokulowanej,

*MK* — masa kombinacji kontrolnej.

Doświadczenie założono w układzie całkowicie losowym w trzech powtórzeniach. Badano 50 siewek w każdym powtórzeniu. Wyniki poddano jednoczynnikowej analizie wariancji z zastosowaniem programu Statistica 7.0 StatSoft, a porównania średnich dokonano w oparciu o test NIR.

## WYNIKI I DYSKUSJA

Siewki pszenicy i pszenżyta oceniano na podstawie występowania typowych dla fuzariozy siewek objawów jak: przebarwienia, nekrozy, skracanie długości korzenia i liścia oraz zmniejszenia masy tych organów w kombinacji inokulowanej w stosunku do nieinokulowanej kontroli (Grey i Mathre, 1988; Jones i Mirocha, 1999; Miedaner, 1988; Wiśniewska i Chełkowski, 1997). Analiza wariancji przeprowadzona dla porażenia liści pszenicy nie wykazała istotnego zróżnicowania badanych odmian (tab. 1). Średnie porażenie liści oceniane w skali pięciostopniowej wyniosło 0,63 (tab. 2). Poziom podatności na porażenie korzenia w istotny sposób różnicował odmiany (tab. 1). Najbardziej podatna na infekcję okazała się odmiana Batuta, a najmniej odmiany Bogatka i Korweta. Porażenie tych odmian wynosiło odpowiednio 3,27 oraz 2,67 i 2,67 w skali pięciostopniowej (tab. 2).

Tabela 1

**Analiza wariancji stopnia porażenia liści i korzeni odmian pszenicy**  
**Analysis of variance of root and leaf blight score of wheat cultivars**

Źródło Source	Stopnie swobody Degrees of freedom	Średni kwadrat Mean squares	
		liść leaf	korzeń root
Całkowita Total	17	—	—
Odmiana Cultivar	5	0,018 ni/ns	0,17 *
Błąd Error	12	0,03	0,04

ni /ns — Nieistotne; Not significant

\*,\*\* Istotne odpowiednio przy  $\alpha = 0,05$  i  $0,01$

\*,\*\* Significant at  $P = 0.05$  and  $0.01$ , respectively

Podatność na fuzaryjną zgorzel siewek badana była przez różnych autorów w oparciu o ocenę uszkodzenia systemu korzeniowego (Miedaner, 1988), lub w oparciu o nasilenie nekrozy liści (Grey i Mathre, 1998; Arseniuk, 1993). Porównywano również ocenę porażenia pszenicy ozimej przez *Fusarium culmorum* i *Fusarium avenaceum* na podstawie nekroz korzeni i nekroz liści siewek (Chełkowski i in., 1997). Chełkowski i współautorzy stwierdzili, że w przypadku badanych genotypów porażenie korzeni było bardziej wiarygodne z dwóch powodów, po pierwsze u pewnych genotypów nie obserwowano porażenia liści lub było niewielkie, a uszkodzenie korzeni było znaczne, po drugie — nekrozy korzeni były znacznie większe zwłaszcza po infekcji *F. avenaceum*. Według tych autorów właśnie ocena porażenia korzeni pozwala na bardziej precyzyjną ocenę różnic w podatności genotypów na fuzaryjną zgorzel siewek.

Tabela 2

**Stopień porażenia korzeni i liści siewek odmian pszenicy (1 — słabe porażenie, 5 — całkowita nekroza)**  
**Root blight score of seedlings of wheat cultivars (1 — weak damage, 5 — total damage)**

Odmiana Cultivar	Stopień porażenia Blight score	
	liść leaf	korzeń root
Batuta	0,60	3,27
Bogatka	0,57	2,67
Finezja	0,73	2,90
Korweta	0,53	2,67
Mewa	0,68	2,77
Smuga	0,68	3,07
Srednia Mean	0,63	2,89
NIR <sub>0,05</sub>	ni/ns	0,36
LSD <sub>0,05</sub>		

ni /ns — Nieistotne; Not significant

Dla odmian pszenicy przeprowadzono również analizę wariancji masy względnej liści i korzeni wyrażoną w procentach masy kombinacji kontrolnej. W obu przypadkach wykazano istotne zróżnicowanie badanych odmian na poziomie  $\alpha = 0,05$  i  $0,01$  (tab. 3). Największą redukcję masy liści obserwowano u odmiany Finezja, posiadającej średnią podatność (2,9) w ocenie bonitacyjnej. Odmiana Korweta charakteryzowała się najmniejszą redukcją masy liści i korzeni (tab. 4). Wykazywała ona również najmniejszą podatność w ocenie bonitacyjnej (tab. 2). W przypadku redukcji masy korzenia najbardziej podatna okazała się odmiana Batuta (tab. 4).

Tabela 3

**Analiza wariancji względnej masy liści i korzeni siewek odmian pszenicy**  
**Analysis of variance of root and leaf relative weight of wheat cultivars**

Źródło Source	Stopnie swobody Degrees of freedom	Średni kwadrat Mean squares	
		liść leaf	korzeń root
Całkowita Total	17	—	—
Odmiana Cultivar	5	299,34*	576,77**
Błąd Error	12	64,95	30,33

\*, \*\* Istotne odpowiednio przy  $\alpha = 0,05$  i  $0,01$

\*,\*\* Significant at  $P = 0.05$  and  $0.01$ , respectively

Podobne objawy chorobowe jak nekrozy, skrócenie długości korzeni i liści, obserwować można było w przypadku porażenia siewek pszenżyta. Analiza wariancji przeprowadzona dla porażenia liścia i korzenia wykazała wysoce istotne ( $\alpha = 0,01$ ) zróżnicowanie badanych odmian (tab. 5).

Tabela 4

**Masa względna liści i korzeni siewek odmian pszenicy (% kontroli) inokulowanych *Fusarium culmorum***  
**Relative weight of root and leaf of wheat cultivars (% of control) inoculated with *Fusarium culmorum***

Odmiana Cultivar	Masa względna (% kontroli) Relative weight (% of control)	
	liść leaf	korzeń root
Batuta	59,26	34,77
Bogatka	64,93	55,32
Finezja	49,49	40,00
Korweta	76,21	73,73
Mewa	74,98	57,50
Smuga	65,09	49,28
Średnia Mean	64,99	51,77
NIR <sub>0,05</sub>	14,338	9,798
LSD <sub>0,05</sub>		

Tabela 5

**Analiza wariancji stopnia porażenia liści i korzeni odmian pszenżyta**  
**Analysis of variance of root and leaf blight score of triticale cultivars**

Źródło Source	Stopnie swobody Degrees of freedom	Średni kwadrat Mean squares	
		liść — leaf	korzeń — root
Całkowita Total	35	—	—
Odmiana Cultivar	11	1,07**	0,41**
Błąd Error	24	0,21	0,09

\*,\*\* Istotne odpowiednio przy  $\alpha = 0,05$  i  $0,01$

\*,\*\* Significant at  $P = 0,05$  and  $0,01$ , respectively

W ocenie bonitacyjnej najbardziej podatne na infekcje liści okazały się odmiany Presto (2,14) i Sorento (1,98) a najmniej podatne były odmiany Zorro (0,30) i Grenado (0,45) (tab. 6). U odmiany Sorento zaobserwowano również największe porażenie korzeni wynoszące 4,27 w skali pięciostopniowej. Na infekcje korzeni najmniej podatne były odmiany Zorro i Magnat (tab. 6). W ocenie bonitacyjnej średnie porażenie korzeni pszenżyta było większe niż pszenicy, odpowiednio 3,61 i 2,89. Również średnie porażenie liści pszenżyta (0,96) było wyższe niż pszenicy (0,63). Podobne wyniki otrzymano porównując podatność na fuzaryjną zgorzel siewek wybranych polskich odmian pszenicy, pszenżyta i żyta. W badaniach tych wykazano, że odmiany pszenżyta ozimego były bardziej podatne na fuzaryjną zgorzel siewek niż odmiany pszenicy ozimej (Arseniuk i in., 1993).

Zmniejszenie przyrostu masy liści i korzeni zaobserwowano w przypadku wszystkich badanych odmian, a różnice występujące pomiędzy nimi były statystycznie wysoce istotne (tab. 7). Największą redukcję masy korzeni i liści obserwowano w przypadku odmiany Sorento, u której masa względna stanowiła odpowiednio 22,46% i 33,83% kontroli (tab. 8).

Tabela 6

**Stopień porażenia liści i korzeni siewek odmian pszenżyta (1 — słabe porażenie, 5 — całkowita nekroza)**  
**Leaf and root blight score of triticale cultivars (X *Triticosecale*) (1 — weak damage, 5 — total damage)**

Odmiana Cultivar	Stopień porażenia Blight score	
	liść — leaf	korzeń — root
Baltiko	1,40	3,70
Disco	1,10	3,48
Fidelio	0,65	4,01
Grenado	0,45	3,92
Kitaro	0,74	3,68
Lamberto	1,00	3,87
Magnat	0,51	3,10
Moderato	0,58	3,28
Presto	2,14	3,46
Sorento	1,98	4,27
Woltario	0,66	3,52
Zorro	0,30	3,07
Srednia Mean	0,96	3,61
NIR <sub>0,05</sub>	0,781	0,520
LSD <sub>0,05</sub>		

Tabela 7

**Analiza wariancji względnej masy liści i korzeni odmian pszenżyta**  
**Analysis of variance of root and leaf relative weight of triticale cultivars**

Źródło Source	Stopnie swobody Degrees of freedom	Średni kwadrat Mean squares	
		liść — leaf	korzeń — root
Całkowita Total	35	—	—
Odmiana Cultivar	11	885,5**	415,35**
Błąd Error	24	153,7	71,08

\*, \*\* Istotne odpowiednio przy  $\alpha = 0,05$  i  $0,01$

\*, \*\* Significant at P = 0.05 and 0.01, respectively

Na uwagę zasługuje fakt, że odmiana Grenado mimo bardzo dużej infekcji korzeni (masa względna 27,60% kontroli) wykształciła mocne i dobrze rozwinięte liście, których masa względna osiągnęła 86,72% kontroli. Do grupy odmian o stosunkowo wysokiej masie względnej, mniej podatnych na infekcję liści można zaliczyć odmiany: Magnat (74,60% kontroli), Baltico (78,27% kontroli), Fidelio (81,56% kontroli), Disco (83,92% kontroli). Spośród tych odmian niską podatność na porażenie korzeni wykazała odmiana Magnat, posiadająca najmniej zredukowany system korzeniowy (masa względna 58,42% kontroli) oraz odmiana Fidelio (masa względna 53,01% kontroli) (tab. 8).

Średnia redukcja masy liści pszenicy i pszenżyta jest podobna, masa względna wynosi odpowiednio 64,99% i 63,85% kontroli (tab. 4, 8). Średnia redukcja masy korzeni była znacznie większa u pszenżyta niż u pszenicy. Pomimo tego pszenżyto znacznie lepiej

wykształciło liście. Na przykład odmiany Disco i Grenado miały większą masę względną liści niż najlepsze pod tym względem odmiany pszenicy Korweta i Mewa (tab. 4, 8). Test prowadzony był w takich samych stałych warunkach dla pszenicy i dla pszenżyta. Powyższy wynik może świadczyć, że pomimo dużego porażenia korzeni pszenżyto potrafi efektywniej wykorzystywać składniki pokarmowe i wodę nawet mocno zredukowanymi korzeniami.

Tabela 8

**Masa względna liści i korzeni siewek odmian pszenżyta (% kontroli) inokulowanych *Fusarium culmorum***

**Relative weight of root and leaf of triticale cultivars(% of control) inoculated with *Fusarium culmorum***

Odmiana Cultivar	Masa względna (% kontroli) Relative weight (% of control)	
	liść — leaf	korzeń — root
Baltiko	78,27	24,32
Disco	83,92	42,61
Fidelio	81,56	53,01
Grenado	86,72	27,60
Kitaro	57,37	34,03
Lamberto	53,26	32,27
Magnat	74,60	58,42
Moderato	60,39	46,45
Presto	42,79	50,27
Sorento	33,83	22,46
Woltario	62,78	40,55
Zorro	50,74	30,94
Średnia Mean	63,85	38,58
NIR <sub>0,05</sub> LSD <sub>0,05</sub>	20,89	14,21

U wszystkich badanych odmian, zarówno pszenicy jak i pszenżyta, obserwować można było znacznie bardziej destrukcyjny wpływ patogena na system korzeniowy niż na liście. W przypadku pszenżyta wyrażało się to średnio 1,6 krotnie większą redukcją masy korzeni niż liści (tab. 8). Podobne tendencje obserwowano badając podatność jarych i ozimych odmian pszenicy inokulowanych *Fusarium culmorum*, w których wykazano uszkodzenie korzeni średnio 1,5 razy większe niż liści (Chełkowski i in., 1997). Konsekwencje uszkodzenia systemu korzeniowego mogą być widoczne również w dalszym rozwoju rośliny ze względu na zaburzenia procesów fizjologicznych związanych z pobieraniem i transportem wody i soli mineralnych oraz dystrybucją asymilatów. Pszenżyto jako mieszańiec międzyrodzajowy może być porażane przez patogenny specyficzne dla obu form rodzicielskich. *Fusarium culmorum* może porażać pszenicę, żyto i pszenżyto, chociaż początkowo był on większym zagrożeniem dla pszenicy (Zamorski i in., 1997). Świadczy o tym również fakt wprowadzenia w Kanadzie już na początku lat 90 –tych obowiązku oceny podatności pszenicy na fuzariozę kłosów przy rejestracji odmian i przyznawaniu licencji na produkcję materiału siewnego (Chełkowski, 1995). W Polsce od 1998 roku COBORU włączyło do badań rejestrowych odmian pszenicy odporność na fuzariozę kłosów (Behnke, 1998).

Jak dotychczas, niewiele jest prac porównujących skuteczność selekcji roślin odpornych na fuzariozę kłosów w oparciu o ocenę podatności na fuzaryjną zgorzel siewek, głównie ze względu na brak korelacji między tymi cechami (Bruins i in., 1993; Ruckebauer i in., 2001; Gosman i in., 2005). Ocena podatności na fuzaryjną zgorzel siewek mogłaby pomóc w selekcji form odpornych na fuzariozę kłosa pod warunkiem istnienia istotnej korelacji między tymi cechami. Dało by to możliwość skringingu dużej populacji roślin, a następnie wyboru odporniejszych genotypów i dalszego ich testowania. Taką możliwość sugerował Masterhazy, który badał 101 genotypów pszenicy w kierunku odporności na fuzariozę kłosów oraz fuzaryjną zgorzel siewek. Autor wykazał wysoce istotną korelację pomiędzy fuzaryjną zgorzelą siewek a wizualną oceną porażenia kłosów (Masterhazy, 1987). Badano również korelację pomiędzy wpływem jednej z toksyn produkowanych przez *Fusarium spp.* (DON — deoksyniwalenol) na kiełkowanie ziarniaków pszenicy i rozwój siewek a fuzariozą kłosa. Wszystkie genotypy których rozwój siewek był zahamowany z powodu obecności DON w pożywce, były wysoce podatne na fuzariozę kłosa. Natomiast z pięciu genotypów najlepiej tolerujących obecność DON trzy okazały się również najbardziej odporne na fuzariozę kłosa (Lemmens i in., 1994). Badania populacji 91 linii pszenicy wykazały brak korelacji pomiędzy fuzariozą siewek, fuzariozą kłosa a zawartością DON, jednak jedna z linii (HC 450) posiadała największą odporność na fuzariozę siewek i fuzariozę kłosów oraz znalazła się w grupie 10 linii o najniższej zawartości DON (Tamburini-Illincic i in., 2009). Wyniki te sugerują możliwość testowania dużej liczby genotypów w warunkach laboratoryjnych w celu wstępnej selekcji i ograniczenia inokulacji w warunkach polowych. Jednak selekcja ta nie może całkowicie zastąpić oceny podatności na fuzariozę kłosów.

#### WNIOSKI

1. Wykazano istotne zróżnicowanie podatności badanych odmian na fuzaryjną zgorzel siewek wywołaną przez *Fusarium culmorum*.
2. Porażenie korzeni w przypadku odmian pszenicy i pszenżyta było znacznie silniejsze niż porażenie liści zarówno w ocenie bonitacyjnej oraz przy porównaniu masy względnej liści i korzeni.
3. Pszenżyto pomimo silniejszego uszkodzenia systemu korzeniowego wykształciło większe liście.

#### LITERATURA

- Arseniuk E. 1983. Genetyczne uwarunkowanie odporności roślin na choroby. Biul. IHAR 150: 191 — 203.
- Arseniuk E., Góral T., Czembor H. J. 1993. Reaction of triticale, wheat, and rye accessions to *graminaceous Fusarium spp.* infection at the seedling and adult plant growth stages. Euphytica 70: 175 — 183.
- Behnke M., 1998. Syntezy wyników doświadczeń odmianowych. COBORU.
- Bruins M. B. M., Karsai I., Schepers J., Snijders C. H. A. 1993. Phytotoxicity of deoxynivalenol to wheat tissue with regard to in vitro selection for *Fusarium* head blight resistance. Plant Science, 94: 195 — 206.
- Chełkowski J., Mańka M. 1983. The ability of *Fusaria* pathogenic to wheat, barley and corn to produce zearalenone. Phytopath. Z., 106: 354 — 359.

- Chełkowi J. 1995. Prace genetyczno-hodowlane z zakresu odporności zbóż na fuzariozy. *Hod. Rośl. i Nasien.* 4: 26 — 27.
- Egmond van H. P. 1995. Mycotoxins: regulations, quality assurance and reference materials. *Food Add. Cont.* 12: 331 — 330.
- Gosman N., Chandler E., Thomsett M., Draeger R., Nicholson P. 2005. Analysis of the relationship between parameters of resistance to *Fusarium* head blight and in vitro tolerance to deoxynivalenol of the winter wheat cultivar WEK0609H. *Eur J Plant Pathol* 111:57 — 66.
- Grey W., Mathre D. E. 1988. Evaluation of spring barley for reaction to *Fusarium culmorum* seedling blight and root rot. *Can. J. Plant Sci.* 68: 23 — 30.
- Harvey R. B., Kubena L. F., Rottinghaus G. E., Turk J. R., Buckley S. A. 1997. Effects of fumonisin and moniliformin from culture materials to growing swine. *Cereal Res. Commun.* 25: 415 — 417.
- Jones R. K., Mirocha C. J. 1999. Quality parameters in small grains from Minnesota affected by *Fusarium* head blight. *Plant Disease* 83: 506 — 511.
- Lemmens M., Reisinger A., Buerstmayr H., Ruckebauer P. 1994. Breeding for head blight (*Fusarium* spp.) resistance in wheat: development of a mycotoxin-based selection method of seedlings. *Acta Horti* 355: 223 — 232.
- Łalicowa B., Kiecana I., Piętka D. 1990. Choroby podsuszkowe jęczmienia jarego (*Hordeum sativum* L.) uprawianego w Lubelskiem. *Rocz. Nauk Roln. Seria E, T. 20, Z. 1/2*: 7 — 15.
- Mesterhazy A. 1987. Selection of head blight resistant wheat through improved seedling resistance. *Plant Breed* 98: 25 — 36.
- McMullen M. P., Enz J., Lukach J., Stover R. 1997. Environmental conditions associated with *Fusarium* head blight epidemics of wheat and barley in the Northern Great Plains, North America. *Cereal Res. Commun.* 25, 2/3: 777 — 778.
- Miedaner T., Gang G., Reinbrecht C., Geiger H. H. 1997. Lack of association between *Fusarium* root rot and head blight resistance in winter rye. *Crop Sci.* 37: 327 — 331.
- Miedaner T. 1988. The development of host-pathogen system for evaluating *Fusarium* resistance in early growth stages of wheat. *J. Phytopathol.* 121: 23 — 30.
- Packa D. 1994. Wpływ toksyn fuzaryjnych na przebieg mitozy u zbóż i bobiku. *Hod. Rośl. i Nasien.* Nr 1: 3 — 7.
- Packa D. 2005. Fitotoksyczna aktywność patogenów nekrotroficznych z rodzaju *Fusarium*. *Rozprawy i monografie* 106. Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego.
- Perkowski J., Kiecana I. 1998. Biosynteza toksyn fuzaryjnych w ziarnie jęczmienia jarego (*Hordeum vulgare* L.) po inokulacji kłosów *Fusarium crookwellense* Burges, Nelson, Toussoun, *Fusarium culmorum* (W.G.Sm) Sacc. i *Fusarium graminearum* Schwabe. *Biul. IHAR* 207: 69 — 80.
- Prom L. K., Steffenson B. J., Salas B., Fetch T.G.jr, Casper H.H. 1997. Barley accessions resistant to *Fusarium* head blight and the accumulation of deoxynivalenol. *Cereal Res. Commun.* 25, 3/2:807 — 808.
- Ruckebauer P., Buerstmayr H., Lemmens M. 2001. Present strategies in resistance breeding against scab (*Fusarium* spp.). *Euphytica* 119: 121–127.
- Salas B., Steffenson B. J., Casper H.H., Prom L. K. 1997. *Fusarium* species pathogenic to barley and their associated toxins. *Cereal Res. Commun.* 25, 3/1: 483 — 487.
- Sundheim L., Longseth W., Ellen O., Skinnes H., and Liu W. 1997. Methods for assessment of resistance and deoxynivalenol production in cereals inoculated with *Fusarium culmorum*. *Cereal Res. Commun.* 25: 689 — 691.
- Tamburic-Ilicinc L., Somers D., Fedak G., Schaafsma A. 2009. Different quantitative trait loci for *Fusarium* resistance in wheat seedlings and adult stage in the Wuhan/Nyubai wheat population. *Euphytica* 165: 453 — 458.
- Tomczak M., Wiśniewska H., Stępień Ł., Kosteczki M., Chełkowski J., Soliński P. 2002. Deoxynivalenol, nivalenol and moniliformin occurrence in wheat samples with scab symptoms in Poland (1998–2000). *Eur. J. Plant Pathol.* 108 (7): 625 — 630.
- Wakuliński W., Chełkowski J. 1993. *Fusarium* species transmitted with seed of wheat, rye, barley, oats and triticale. *Hod. Rośl. Aklim.* Vol. 37, No 4: 131 — 136.

- Wiśniewska H., Chełkowski J. 1997. Comparison of barley cultivars tolerance to frost and seedling blight. *J. Appl. Genet.* 38 B: 134 — 140.
- Wiśniewska H., Kowalczyk K. 2005. Resistance of cultivars and breeding lines of spring wheat to *Fusarium culmorum* and powdery mildew. *J. Appl. Genet.* 46 (1): 35 — 40.
- Wojciechowski S., Chełkowski J., Kostecki M. 1995. Influence of deoxynivalenol on electrolyte leakage in cereal seedling leaves. *Acta Physiol. Plant.* Vol. 17, No 4: 357 — 360.
- Wojciechowski S., Wiśniewska H., Chełkowski J. 1996. Influence of *Fusarium culmorum* infection and its metabolite deoxynivalenol on membrane stability in barley seedlings. *Acta Physiol. Plant.* Vol. 18, No 1: 3 — 6.
- Wojciechowski S., Chełkowski J., Ponitka A., Ślusarkiewicz-Jarzina A. 1997. Evaluation of spring and winter wheat reaction to *Fusarium culmorum* and *Fusarium avenaceum*. *J. Phytopathology* 145: 99 — 103.
- Zamorski Cz., Schollenberger M., Nowicki B. 1997. Nasilenie ważniejszych chorób pszenżyta i jego roślin rodzicielskich. *Zesz. Nauk. AR Szczec.* 175, *Rolnictwo* 65: 533 — 537.