

**TOMASZ GÓRAL**Pracownia Chorób Roślin, Zakład Fitopatologii  
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików

## Odporność odmian pszenżyta ozimego na fuzariozę kłosów powodowaną przez grzyb *Fusarium culmorum*

### Resistance of winter triticale cultivars to *Fusarium* head blight caused by *Fusarium culmorum*

Odporność 28 odmian pszenżyta ozimego na fuzariozę kłosów badana była w doświadczeniach polowych w latach 2002–2004. Średnie nasilenie fuzariozy kłosów wyniosło 23,3%. Reakcja odmian mieściła się w zakresie 14,1–39,9%. Większość odmian porażana była słabo lub w średnim stopniu, natomiast 5 odmian porażanych było w stopniu istotnie wyższym od średniej. Współczynnik korelacji nasilenia fuzariozy kłosów z uszkodzeniem ziarniaków był istotny, natomiast nie obserwowano korelacji między nasileniem fuzariozy kłosów a redukcją komponentów plonu. Analiza stabilności wykazała stabilną reakcję 9 odmian na fuzariozę kłosów w ciągu 3 lat badań. Sześć odmian charakteryzowało się małą stabilnością reakcji, w tym jedna wykazała znaczny wzrost porażenia kłosa przy wzroście średniego nasilenia fuzariozy kłosów.

**Słowa kluczowe:** *Fusarium culmorum*, fuzarioza kłosów, odmiany, odporność, pszenżyto

Resistance of 28 winter triticale cultivars to *Fusarium* head blight (FHB) was studied under field conditions in the years 2002–2004. Average FHB severity was 23.3%. Cultivar reaction ranged from 14.1 to 39.9%. The majority of triticale cultivars was weakly or medium infected and did not differ significantly. Five cultivars were highly infected, significantly higher than the remaining ones. Coefficient of correlation between FHB severity and *Fusarium* kernel damage was significant. No correlation was found between FHB severity and reduction of yield components. Stability analysis showed stable reaction of nine cultivars to FHB over three experimental years. Six cultivars showed unstable reaction. One cultivar reacted with high increase of head infection to increased level of average FHB severity.

**Key words:** *Fusarium culmorum*, cultivars, head blight, resistance, triticale

#### WSTĘP

Fuzarioza kłosów jest chorobą zbóż powodowaną przez kompleks grzybów z rodzaju *Fusarium*. Najważniejszymi gatunkami występującymi na porażonych kłosach w Polsce są: *F. culmorum* (W.G. Smith) Sacc., *F. avenaceum* (Fr.) Sacc. i *F. graminearum* Schwabe (Wakuliński i Chełkowski, 1993). Powszechnie występuje również słabo patogeniczny

gatunek *F. poae* (Peck) Wollenw. Grzyby *Fusarium* wytwarzają toksyczne metabolity — mikotoksyny. Porażenie kłosa przez *Fusarium* prowadzi do zasiedlenia ziarniaków przez grzyb i akumulacji mikotoksyn w ziarnie. Stanowią one zagrożenie dla zdrowia ludzi i zwierząt w przypadku spożycia żywności lub paszy wytworzonej z porażonego ziarna. Najważniejszymi mikotoksynami ze względu na powszechność występowania w ziarnie zbóż (z wyłączeniem kukurydzy) są trichoteceny (przede wszystkim deoksyniwalenol [DON] i pochodne oraz niwalenol) i zearalenon. W związku stwierdzonym zagrożeniem dla zdrowia ludzi oraz zwierząt w roku 2005 wprowadzono, a w 2007 zaktualizowano, przepisy ustalające maksymalne dopuszczalne zawartości detoksyniwalenolu i zearalenonu w ziarnie i produktach zbożowych. Określa je Rozporządzenie Komisji (WE) Nr 1126/2007 z dnia 28 września 2007 r. Dopuszczalne zawartości mikotoksyn fuzaryjnych w produktach paszowych reguluje Zalecenie Komisji Nr 2006/576/WE z dnia 17 sierpnia 2006 r.

Fuzarioza kłosów pszenicy badana jest od wielu lat w różnych krajach i dostępne są liczne dane dotyczące tego zboża (Mesterhazy, 1995; Snijders, 1990; Lemmens i in., 1993; Buerstmayr i in., 1996). Mniej natomiast wiadomo na temat odporności pszenżyta na tę chorobę (Arseniuk i in., 1993; Góral i in., 1995; Maier i Oettler, 1996; Miedaner i in., 2001; Góral i in., 2002 a; Buśko, 2005; Veitch i in., 2008). W większości publikowanych prac pszenżyto sytuje się pod względem odporności pomiędzy pszenicą i żytem. Mała liczba opracowań tematu wynika z faktu, że pszenżyto (*×Triticosecale* Wittm.) jest bardzo młodym rodzajem i powierzchnia jego uprawy na świecie jest niewielka w porównaniu z pszenicą. W Polsce jednakże powierzchnia uprawy pszenżyta stanowi około 50% powierzchni pszenicy, stąd ważne jest uzyskanie informacji o odporności tego zboża na fuzariozę kłosów. W 2002 roku w IHAR Radzików rozpoczęto doświadczenia infekcyjne z odmianami pszenżyta ozimego. Wyniki z trzyletniego cyklu doświadczalnego przedstawione są w niniejszej pracy.

#### MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiło 38 odmian pszenżyta ozimego. Z tej liczby 28 odmian badano w latach 2002–2004. Pozostałe 10 odmian badano w jednym roku lub w dwóch latach i nie zostały one włączone do syntezy wyników z 3 lat. Doświadczenia prowadzono na polach doświadczalnych IHAR Radzików. Obiekty wysiane zostały w trzech powtórzeniach w układzie losowanych bloków oraz w kombinacji kontrolnej na poletkach o powierzchni 1 m<sup>2</sup>. Rośliny chronione były fungicydem zwalczającym choroby liści — Tilt Plus 400 EC (1 l/ha). Kombinacja kontrolna, po wykłoszeniu roślin, chroniona była fungicydem zwalczającym fuzariozę kłosa Tilt CB 37,5 WP w dawce 1 kg/ha. Materiałem infekcyjnym była mieszanina zarodników konidialnych 5 izolatów *F. culmorum* wytwarzających DON *in vitro* (chemotyp DON) (Góral i in., 2002 b). Izolaty znajdują się w kolekcji izolatów *Fusarium* w Zakładzie Fitopatologii, Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie. Izolaty te były badane pod kątem patogeniczności wobec pszenicy i pszenżyta oraz są wykorzystywane do badań odporności na fuzariozę kłosów w warunkach polowych (Góral, 2006; Góral i Ochodzki, 2006, 2007).

Kłosa pszenżyta inokulowane były dwukrotnie w stadium kwitnienia oraz 2–3 dni później poprzez opryskiwanie zawiesiną o stężeniu ok.  $10^6$  zarodników/cm<sup>3</sup>. Stopień porażenia kłosów oceniany był od momentu ukazania się pierwszych objawów fuzariozy kłosów. Przeprowadzono 2–3 obserwacje w odstępach 7 dni. Określano procentowy udział porażonych kłosów w ogólnej liczbie kłosów na poletku oraz średnie porażenie kłosa Z wartości tych wyliczono indeks fuzariozy kłosów pokazujący udział porażonych kłosów na poletku. Po zbiorze kłosów określono względną redukcję komponentów plonu ziarna — masy ziarna z kłosa (MZK), masy tysiąca ziarniaków (MTZ), masy objętościowej ziarniaków (g/100 cm<sup>3</sup>). Udział ziarniaków uszkodzonych przez *Fusarium* w próbie (FDK) określono jedynie w roku 2004.

Analizę statystyczną wyników wykonano przy pomocy pakietu SAS 9.1 stosując procedurę GLM (SAS, 2004). W analizie wariancji zastosowano model losowy, w którym czynnikiem losowym był rok badań natomiast czynnikiem stałym odmiana. Przy pomocy programu SERGEN 3 przeprowadzono analizę stabilności reakcji odmian na fuzariozę kłosów. Środowiskiem w analizie były poszczególne lata badań (Caliński i in., 1998).

## WYNIKI

Średnie nasilenie fuzariozy kłosów dla 28 odmian pszenżyta ozimego w latach 2002–2004 wyniosło 23,3% (tab. 1). Różnice pomiędzy odmianami były istotne. Zakres reakcji odmian wynosił 14,1 — 39,9%. W poszczególnych latach średnie nasilenie fuzariozy kłosów wynosiło: 2002 — 29,1%; 2003 — 20,1%; 2004 — 17,9%, przy czym średnie z dwóch ostatnich lat nie różniły się istotnie. Genotypami słabo porażanymi przez fuzariozę kłosa były Lasko, Lamberto, Fidelio i Alzo. W grupie pozostałych odmian należy zwrócić uwagę na odmianę Sorento, która była porażana najsłabiej ze wszystkich odmian pszenżyta (wyniki z lat 2003 i 2004) (tab. 2). Większość z 28 odmian była porażana słabo lub w średnim stopniu, natomiast kilka odmian było porażanych w stopniu dużo powyżej średniej. Wskazują na to wyniki porównania średnich testem Tukeya (tab. 1). Większość odmian znalazła się w grupie “a”, natomiast odmiany Modus, Sekundo, Pronto, Woltario i Bogo w grupie “e”.

Różnice pomiędzy odmianami dla wszystkich redukcji komponentów plonu okazały się nieistotne. Mogło to wynikać z niskiego średniego porażenia odmian pszenżyta oraz istotnej interakcji redukcji komponentów plonu ze środowiskiem obserwowanej dla większości odmian. Zaobserwowano jedynie tendencję do wzrostu redukcji plonu przy rosnącym nasileniu fuzariozy. Uszkodzenie ziarniaków w roku 2004 wyniosło średnio 42,0%, a reakcja odmian zawierała się w zakresie 21,6%–77,0%. Współczynnik korelacji uszkodzenia ziarniaków z fuzariozą kłosów w roku 2004 był istotny wyniósł  $r = 0,403$ . Jednakże niska wartość tego współczynnika wskazuje, że jedynie 16% zmienności uszkodzenia ziarniaków wynikało z obserwowanego porażenia kłosów. Znaczne odstępstwa od zależności liniowej obserwowano np. dla odmian Woltario i Pronto o niskim porażeniu ziarniaków, mimo silnego porażenia kłosa oraz dla odmiany Fidelio o wysokim porażeniu ziarniaków, przy niskim porażeniu kłosa.

Tabela 1

**Reakcja odmian pszenżyta ozimego na fuzariozę kłosów powodowaną przez *Fusarium culmorum* — wyniki z lat 2002–2004**  
**Reaction of winter triticale cultivars to *Fusarium* head blight caused by *F. culmorum* — results from 2002–2004**

Lp. No	Odmiana Cultivar	Fuzarioza kłosów (%) Fusarium head blight (%)	Uszkodzenie ziarniaków (%) FDK (%) <sup>1</sup>	Redukcja MZK (%) Spike yield reduction (%)	Redukcja MTZ (%) TKW reduction (%)	Redukcja masy objętościowej (%) Test weight reduction (%)
1	Lasko	14,1 a <sup>3</sup>	25,7 ab <sup>3</sup>	43,9 <sup>4</sup>	21,5 <sup>4</sup>	5,3 <sup>4</sup>
2	Fidelio <sup>2</sup>	16,3 a	55,8 bcde	35,3	23,5	9,1
3	Lamberto	16,6 a	40,3 abcd	51,4	18,3	5,8
4	Alzo	16,7 a	37,4 abcd	48,3	22,2	4,4
5	Krakowiak	18,1 ab	36,2 abcd	51,6	20,0	8,0
6	Eldorado	18,8 abc	21,6 a	44,4	22,0	11,3
7	Hewo	18,9 abc	41,4 abcd	55,5	23,6	12,4
8	Prado	19,6 abcd	46,7 abcde	38,2	21,3	9,7
9	Kazo	19,9 abcd	42,6 abcd	54,5	23,9	10,1
10	Tewo	20,3 abcd	36,9 abcd	47,5	17,7	4,8
11	Malno	20,4 abcd	26,0 ab	42,0	17,9	5,5
12	Janko	20,9 abcd	37,1 abcd	50,1	24,5	13,5
13	Magnat <sup>2</sup>	21,2 abcd	50,3 abcde	44,5	23,2	12,7
14	Pawo	22,2 abcd	25,8 ab	46,7	25,4	6,2
15	Kitaro	22,8 abcd	32,6 abcd	48,0	25,1	9,6
16	Piano	23,2 abcd	52,7 abcde	52,0	29,2	9,6
17	Presto	24,0 abcd	28,1 abc	35,0	16,0	4,6
18	Mundo	24,1 abcd	41,4 abcd	42,1	20,5	5,7
19	Prego	24,2 abcd	46,7 abcde	53,8	28,3	8,0
20	Tornado	24,8 abcd	38,4 abcd	45,1	28,5	8,9
21	Marko	25,8 abcd	44,6 abcd	44,2	21,1	7,7
22	Disco	26,1 abcd	60,3 cde	54,7	28,2	10,5
23	Pinokio <sup>2</sup>	26,2 abcd	77,6 e	53,0	33,5	14,9
24	Modus	30,6 bcd	56,9 bcde	47,7	30,3	11,4
25	Sekundo	31,5 bcde	43,7 abcd	44,1	30,3	13,3
26	Pronto	32,0 cde	32,2 abc	38,7	16,8	6,4
27	Woltario <sup>2</sup>	32,6 de	30,3 abc	56,9	30,2	9,3
28	Bogo	39,9 e	65,3 de	52,8	17,9	10,1
Srednia Mean		23,3	42,0	47,2	24,3	8,9
Wsp. zmienności CV%		25,2	31,2	12,9	20,2	33,5

<sup>1</sup> Wyniki z 2004r.; <sup>2</sup> Odmiany krótkosłome; <sup>3</sup> Odmiany oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie według testu Tukey'a dla  $\alpha = 0,05$ ; <sup>4</sup> Różnice statystycznie nie istotne

<sup>1</sup> Results of 2004; <sup>2</sup> Semi-dwarf cvs; <sup>3</sup> Cultivars marked with the same letter do not differ significantly according to Tukey test at  $P = 0.05$ ; <sup>4</sup> Differences statistically insignificant

Analiza stabilności wykazała istotność efektu głównego dla odmian: Lasko, Fidelio, Lamberto, Eldorado, Hewo, Janko, Tornado, Pronto i Bogo (tab. 3). Przy braku istotności interakcji wskazuje to na wysoką stabilność reakcji tych odmian w kolejnych latach (rys. 1). Ich pozycja w rankingu była taka sama bez względu na nasilenie choroby w danym roku, np. Lasko było odmianą najslabiej porażaną w kolejnych latach, Bogo odmianą porażaną najsilniej. Reakcja pozostałych odmian była mniej stabilna. Interakcję ze środowiskiem wykazały odmiany: Mundo, Prego, Pinokio, Modus, Sekundo, Woltario. Należy zauważyć, że są to odmiany o wyższej od średniej podatności na fuzariozę kłosa.

Tabela 2

**Reakcja 10 odmian pszenżyta ozimego na fuzariozę kłosów (*Fusarium culmorum*) — wyniki z lat 2002–2004**

**Reaction of 10 winter triticale cultivars to *Fusarium* head blight (*F. culmorum*) — results from 2002–2004**

Lp. No	Odmiana Cultivar	Fuzarioza kłosów (%) Fusarium head blight (%)	Uszkodzenie ziemiaków (%) FDK (%)	Redukcja MZK (%) Spike yield reduction (%)	Redukcja MTZ (%) TKW reduction (%)	Redukcja masy objętościowej (%) Test weight reduction (%)
1	Sorento <sup>1</sup>	9,4	34,8	43,7	20,6	9,2
2	Todan <sup>2</sup>	15,2	35,1	48,0	17,1	20,0
3	Zorro <sup>2,3</sup>	15,3	25,2	b.d n.a	b.d n.a	b.d n.a
4	Almo <sup>1</sup>	16,4	b.d n.a	44,5	20,4	5,5
5	Moreno <sup>1</sup>	18,4	b.d n.a	41,6	21,7	5,3
6	Nemo <sup>1</sup>	21,6	b.d n.a.	43,4	18,2	1,1
7	Vero <sup>1</sup>	23,2	b.d n.a	45,8	26,3	7,0
8	Witon <sup>1</sup>	26,0	52,7	56,0	16,4	7,3
9	Salvo <sup>1</sup>	31,0	b.d n.a.	58,7	24,6	5,5
10	Dagro <sup>1</sup>	36,4	b.d n.a.	57,4	33,2	9,1
Średnia Mean		21,3	36,9	48,8	22,1	7,8

<sup>1</sup> Wyniki z 2 lat; <sup>2</sup> Wyniki z 2004r.; <sup>3</sup> Odmiana krótkosłoma; b.d. — Brak danych

<sup>1</sup> 2-Year results; <sup>2</sup> Results from 2004; <sup>3</sup> Semi-dwarf cultivar; n.a.— Data not available

Tabela 3

**Wyniki analizy stabilności reakcji odmian pszenżyta ozimego na fuzariozę kłosa powodowaną przez *Fusarium culmorum* w latach 2002–2004**

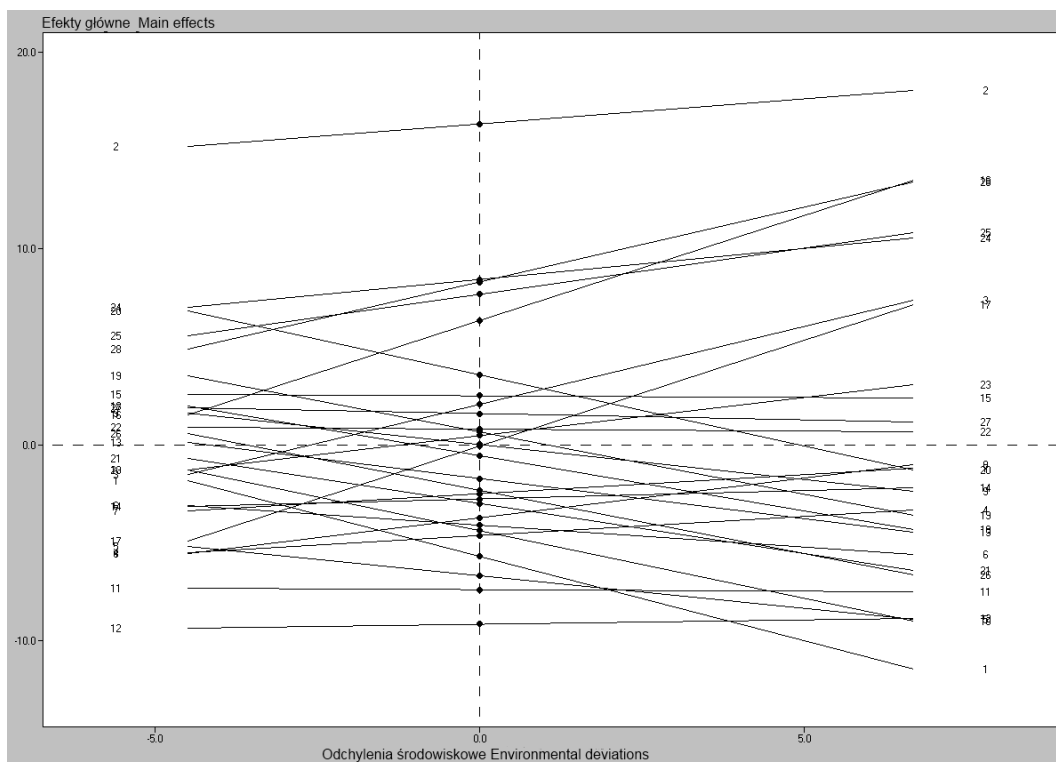
**Stability analysis of winter triticale reaction to *Fusarium* head blight caused by *Fusarium culmorum* over years 2002–2004**

Nr No.	Odmiana Cultivar	Fuzarioza kłosa (%) Fusarium head blight (%)	Ocena efektu głównego Main effect	Statystyka F dla efektu głównego F-statistics for main effect	Statystyka F dla interakcji F-statistics for interaction	Statystyka F dla regresji interakcji F-statistics for regression interaction	Statystyka F dla odchylenia od regresji interakcji F-statistics for deviation from regression interaction
1	2	3	4	5	6	7	8
12	Lasko	14,1	-9,133	512,21**	0,04	—	—
5	Fidelio	16,3	-6,688	25,24**	0,38	—	—
11	Lamberto	16,6	-7,392	13,89*	0,85	—	—
1	Alzo	16,7	-5,688	3,39	2,06	—	—
10	Krakowiak	18,1	-4,373	2,51	1,64	—	—
4	Eldorado	18,8	-4,633	47,92**	0,10	—	—
6	Hewo	18,9	-4,096	15,58*	0,23	—	—
21	Prado	19,6	-3,003	0,92	2,13	—	—
8	Kazo	19,9	-3,725	4,56	0,66	—	—
26	Tewo	20,3	-2,318	1,11	1,04	—	—
14	Malno	20,4	-2,762	1,15	1,43	—	—
7	Janko	20,9	-2,503	13,09*	0,10	—	—
13	Magnat	21,2	-1,725	1,06	0,61	—	—
18	Pawo	22,2	-0,559	0,08	0,87	—	—
9	Kitaro	22,8	0,016	0,00	1,25	—	—
19	Piano	23,2	0,664	0,07	1,35	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8
23	Presto	24,0	0,460	0,03	1,57	—	—
17	Mundo	24,1	-0,059	0,00	3,40**	6,10	0,96
22	Prego	24,2	0,784	0,05	2,70*	0,00	5,39**
27	Tornado	24,8	1,590	14,82*	0,04	—	—
15	Marko	25,8	2,497	3,66	0,37	—	—
3	Disco	26,1	2,053	0,57	1,61	—	—
20	Pinokio	26,2	3,553	1,13	2,41*	1,21	2,18
16	Modus	30,6	6,312	2,92	2,95*	41,68*	0,14
25	Sekundo	31,5	7,664	5,48	2,32*	0,31	3,53*
24	Pronto	32,0	8,423	26,40**	0,58	—	—
28	Woltario	32,6	8,293	1,97	7,57**	0,24	12,20**
2	Bogo	39,9	16,349	335,33**	0,17	—	—

\* Istotne na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ ; \*\* Istotne na poziomie istotności  $\alpha = 0,01$

\* Significant for P = 0.05; \*\* Significant for P = 0.01



**Rys. 1. Efekty główne i proste regresji efektów interakcyjnych indeksu fuzariozy kłosa dla odmian pszenżyta ozimego względem środowiska. Numery odmian zgodne numerami w tabeli 3**  
**Fig. 1. Main effects and regression lines of environmental interactions of *Fusarium* head blight index for winter triticale cultivars. Cultivar numbers in accordance with table 3**

Spśród tych odmian Modus wykazała istotną zależność regresyjną interakcji od średniej środowiskowej, czyli nasilenia choroby. Dodatni współczynnik regresji i wysoki

współczynnik determinacji (97,7%) pokazuje, że odmiana Modus bardzo silnie reagowała na wzrost średniego nasilenia fuzariozy kłosów. Natomiast odmiany Prego, Sekundo i Woltario wykazujące istotność odchyleń od regresji były niestabilne i mało przewidywalne. Rysunek 1 przedstawia syntetycznie efekty główne dla wszystkich odmian, czyli ich średnią podatność na fuzariozę kłosa oraz ich reakcję na zmieniające się warunki środowiska (zmiana nasilenia choroby w danym roku).

#### DYSKUSJA

Średnie porażenie odmian pszenżyta było o 30% niższe niż średnie porażenie odmian pszenicy ozimej badanych w tych samych latach z zastosowaniem tej samej metodyki (Góral, 2006). Większość badanych odmian wykazała wysoką odporność na fuzariozę kłosów i nie różniły się one istotnie pod względem porażenia kłosa. Porażenie 5 najbardziej podatnych odmian było zbliżone do średniego porażenia odmian pszenicy (34,6%) (Góral, 2006). Wskazuje to, że odmiany pszenżyta jest z pochodzące z polskich programów hodowlanych mają wyższą odporność na fuzariozę kłosów niż pszenica. Można przypuszczać, że pszenżyto odziedziczyło odporność na fuzariozę kłosów przede wszystkim od odporniejszego rodzica — żyta (Arseniuk i in., 1993; Góral i in., 1995; Perkowski i in., 1995). Stwierdzenie to jest jednakże prawdziwe jedynie dla badanej w tej pracy populacji polskich odmian. Dane pochodzące z innych badań pokazują, że podatność pszenżyta na fuzariozę kłosów może być wyższa (Miedaner i in., 2001; Oettler i Wahle, 2001; Buśko, 2005; Comeau i in., 2008). W pracy Buśko (2005) rody hodowlane pszenżyta były porażane w stopniu zbliżonym do pszenicy i akumulowały w ziarnie bardzo wysokie ilości DON. Również w niniejszej pracy kilka odmian wykazało niską odporność zbliżoną do średniej dla pszenicy np. Bogo, Woltario. Oettler i Wahle (2001) stwierdzili, że redukcja plonu ziarna pszenżyta spowodowana porażeniem kłosów przez *F. culmorum* była zbliżona do obserwowanej dla pszenicy. Równocześnie obserwowali szeroki zakres zmienności badanych cech. Najmniejszą zmiennością charakteryzowała się redukcja masy 50 ml ziarna i porażenie kłosa przez *F. culmorum* najsłabiej wpływało na tę cechę. W znacznie większym stopniu zredukowana była natomiast masa 1000 ziarniaków. Porównywalne wyniki uzyskano w niniejszej pracy. Redukcja masy 1000 ziarniaków była około 3-krotnie wyższa niż redukcja masy objętościowej. Veitch i wsp. (2008) badali w trzyletnich doświadczeniach odporność na fuzariozę kłosów kanadyjskich odmian pszenżyta ozimego i jarego. Autorzy porównywali stopień uszkodzenia ziarniaków oraz zawartość DON w ziarnie pszenżyta i pszenicy. Zarówno odmiany pszenżyta ozimego, jaki i jarego okazały się bardziej podatne na fuzariozę kłosów niż odmiany pszenicy. Na wysoką podatność kanadyjskich odmian pszenżyta wskazują również inni autorzy (Comeau i in., 2008; Francois Langevin — inf. ustna) Tak duże różnice w średniej odporności polskich i kanadyjskich odmian pszenżyta wydają się wynikać z całkowicie różnego rodowodu obu grup odmian. Dokładne prześledzenie pochodzenia byłoby interesujące dla stwierdzenia, jakie są źródła podatności lub odporności tego zboża na fuzariozę kłosów.

W badanym zestawie odmian obserwowano słabą korelację pomiędzy nasileniem objawów choroby na kłosie a uszkodzeniem ziarniaków i redukcją plonu. Przykładowo

odmiana Fidelio wykazała wysoki stopień uszkodzenia ziarniaków, mimo słabego porażenia kłosa. W pewnym stopniu mogło to wynikać z późnego terminu kwitnienia tej odmiany i rozwoju choroby w okresie przedzmiwnym. Można również brać pod uwagę niską odporność Fidelio na porażenie ziarniaków (typ III) przy wysokiej odporności typu II powodującej spowolnienie rozwoju objawów na kłosie. Odmiana Fidelio charakteryzowała się również akumulacją dużej ilości DON (Góral i Ochodzki, 2006), co pozostaje w zgodności z obserwowanym silnym uszkodzeniem ziarniaków. W przypadku pszenżyta przewidywanie uszkodzenia ziarniaków lub możliwego skażenia mikotoksynami na podstawie wizualnych symptomów choroby na kłosie wydaje się trudniejsze niż w przypadku pszenicy (Veitch i in., 2008). W większości publikowanych prac dotyczących pszenicy obserwowano silną zależność pomiędzy powyższymi cechami (Mesterhazy, 1995; Miedaner, 1997; Góral i Ochodzki, 2007). Natomiast współczynniki korelacji między stopniem porażenia kłosa a redukcją MTZ i zawartością toksyn były dla pszenżyta niższe i często nieistotne (Perkowski i in., 1995; Chełkowski i in., 2000; Góral i Ochodzki, 2006; Veitch i in., 2008). Uzyskiwano natomiast wyższe współczynniki korelacji pomiędzy stopniem uszkodzenia ziarniaków a zawartością DON (Góral i Ochodzki, 2006; Veitch i in., 2008). Ze względu na bardzo zróżnicowany obraz fenotypowy fuzariozy kłosów u pszenżyta stopień uszkodzenia ziarniaków jest bardziej wiarygodnym wskaźnikiem odporności u tego zboża.

#### WNIOSKI

1. Większość badanych odmian wykazała wysoką odporność na fuzariozę kłosów.
2. Najbardziej odporne na fuzariozę kłosa były odmiany Lasko, Lamberto, Fidelio, Alzo, Krakowiak i Eldorado. Najbardziej podatne — Bogo, Woltario, Pronto, Sekundo i Modus.
3. Współczynnik korelacji między fuzariozą kłosów a uszkodzeniem ziarniaków był istotny, Jego wartość wskazuje, że jedynie 16% zmienności uszkodzenia ziarniaków wynikało z obserwowanego porażenia kłosów.
4. Nie wystąpiła korelacja między fuzariozą kłosów a redukcją komponentów plonu.
5. Najbardziej stabilną reakcję w kolejnych latach wykazały odmiany: Lasko, Fidelio, Lamberto, Eldorado, Hewo, Janko, Tornado, Pronto i Bogo. Najmniej stabilne były odmiany Mundo, Prego, Pinokio, Modus, Sekundo, Woltario.

#### LITERATURA

- Arseniuk E., Góral T., Czembor H. J. 1993. Reaction of triticale, wheat and rye accessions to graminaceous *Fusarium* spp. at the seedling and adult plant stages. *Euphytica* 70: 175 — 183.
- Buerstmayr H., Lemmens M., Grausgruber H., Ruckenbauer P. 1996. Scab resistance of international wheat germplasm. *Cereal Res. Commun.* 24: 195 — 202
- Buśko M. 2005. Badanie zawartości metabolitów grzybowych w ziarnie pszenicy i pszenżyta po inokulacji kłosów *Fusarium culmorum* (W.G.Sm.) Sacc. Praca Doktorska. Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu: 116 ss.



- Caliński T., Czajka S., Kaczmarek Z., Krajewski P., Siatkowski I. 1998. SERGEN. Analiza serii doświadczeń odmianowych i genetyczno-hodowlanych. Program komputerowy, Wersja 3, Poznań.
- Comeau A., Langevin F., Savard M. E., Gilbert J., Dion Y., Rioux S., Martin R. A., Haber S., Voldeng H., Fedak G., Somers D., Eudes F. 2008. Improving *Fusarium* head blight resistance in bread wheat and triticale for Canadian needs. *Cereal Res. Commun.* 36, Supl. B: 91 — 92.
- Chełkowski J., Kapturek P., Tomkowiak M., Kostecki M., Goliński P., Ponitka A., Ślusarkiewicz-Jarzina A., Bocianowski A. 2000. Moniliformin accumulation in kernels of triticale accessions inoculated with *Fusarium avenaceum* in Poland. *J. Phytopathology* 148: 322 — 328.
- Góral T. 2006. Odporność odmian pszenicy ozimej na fuzariozę kłosów powodowaną przez *Fusarium culmorum* (W. G. Smith) Sacc. *Biul. IHAR* 242: 63 — 78.
- Góral T., Buśko M., Cichy H., Jackowiak H., Perkowski J. 2002 a. Resistance of winter triticale lines and cultivars to *Fusarium* head blight and deoxynivalenol accumulation in kernels. *J. Appl. Genet* 43A: 237 — 248.
- Góral T., Foremska E., Chełkowski J., Arseniuk E. 1995. Charakterystyka odmian pszenżyta, pszenicy i żyta pod względem odporności i tolerancji na porażenie kłosa przez *Fusarium* spp. *Biul. IHAR* 195/196: 251 — 259.
- Góral T., Ochodzki P. 2006. Resistance of Polish winter triticale cultivars to *Fusarium* head blight and accumulation of *Fusarium*-mycotoxins in grain. *Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Triticale Symposium, September 3–7, 2002, Stellenbosch, South Africa*: 140 — 143.
- Góral T., Ochodzki P. 2007. Wpływ porażenia kłosa i ziarniaków odmian pszenicy ozimej przez *Fusarium culmorum* na akumulację mikotoksyn fuzaryjnych w ziarnie. Konferencja naukowa „Nauka dla hodowli roślin uprawnych”. Streszczenia. Zakopane, 29. 01–02.02.2007 r: 153.
- Góral T., Perkowski J., Arseniuk E. 2002 b. Study on *Fusarium* head blight of winter triticale. In: E. Arseniuk, editor. *Proceedings of the 5<sup>th</sup> International Triticale Symposium, June 30–July 5, 2002, Radzików, Poland, Vol. I*: 179 — 184.
- Lemmens M., Buerstmayr H., Ruckebauer P. 1993. Variation in *Fusarium* head blight susceptibility of international and Austrian wheat breeding material. *Die Bodenkultur* 44: 65 — 78.
- Maier F., Oettler G. 1996. Genetic variation for head blight resistance in triticale caused by *Fusarium graminearum* isolates of different deoxynivalenol production. *Euphytica* 89: 387 — 394.
- Mesterhazy A. 1995. Types and components of resistance to *Fusarium* head blight of wheat. *Plant Breed.* 114: 377 — 386.
- Miedaner T. 1997. Breeding wheat and rye for resistance to *Fusarium* diseases. *Plant Breeding* 116: 201 — 220.
- Miedaner T., Reinbrecht C., Lauber U., Schollenberger M., Geiger H. H. 2001. Effects of genotype and genotype-environment interaction on deoxynivalenol accumulation and resistance to *Fusarium* head blight in rye, triticale, and wheat. *Plant Breeding* 120: 97 — 105.
- Oettler G., Wahle G. 2001. Genotypic and environmental variation of resistance to head blight in triticale inoculated with *Fusarium culmorum*. *Plant Breeding* 120: 297 — 300.
- Perkowski J., Miedaner T., Geiger H. H., Müller H. M., Chełkowski J. 1995. Occurrence of deoxynivalenol (don), 3-acetyl-DON, zearalenone, and ergosterol in winter rye inoculated with *Fusarium culmorum*. *Cereal Chem.* 72: 205 — 209.
- SAS Institute. 2004. The SAS system for Windows. Release 9.1.3. SAS Inst., Cary, NC.
- Schinkel B. 2002. Triticale — still healthy crop? In: E. Arseniuk, editor. *Proceedings of the 5<sup>th</sup> International Triticale Symposium, June 30–July 5, 2002, Radzików, Poland, Vol. I*: 157 — 162.
- Snijders C. H. A. 1990. Genetic variation for resistance to *Fusarium* head blight in bread wheat. *Euphytica* 50: 171 — 179.
- Veitch R. S., Caldwell C. D., Martin R. A., Lada R., Salmon D., Anderson, D. M., MacDonald D. 2008. Susceptibility of winter and spring triticales to fusarium head blight and deoxynivalenol accumulation. *Can. J. Plant Sci.* 88: 783 — 788.
- Wakuliński W., Chełkowski J. 1993. *Fusarium* species causing scab of wheat, rye and triticale in Poland. *Hod. Rośl. Aklim. (Special Edition)* 37 (4):137 — 142.

Strony internetowe:

Rozporządzenie Komisji (WE) Nr 1126/2007 z dnia 28 września 2007 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1881/2006 ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych w odniesieniu do toksyn *Fusarium* w kukurydzy i produktach z kukurydzy.  
[<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:255:0014:0017>].