

**Porażenie wiech przez *Fusarium poae* (Peck) Wollenw.
oraz zawartość mikotoksyn w ziarnie owsa**

**IRENA KIECANA¹, ELŻBIETA MIELNICZUK¹,
JULIUSZ PERKOWSKI², PIOTR GOLIŃSKI²**

¹Katedra Fitopatologii, Akademia Rolnicza,

ul. Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin, e-mail: elzbieta.mielniczuk@ar.lublin.pl

²Katedra Chemii, Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego,
ul. Wojska Polskiego 65, 60-625 Poznań

¹Department of Plant Pathology, Agricultural University,

ul. Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin, e-mail: elzbieta.mielniczuk@ar.lublin.pl

²Department of Chemistry, August Cieszkowski Agricultural University,
ul. Wojska Polskiego 65, 60-625 Poznań

Infection of panicles with *Fusarium poae* (Peck) Wollenw. and mycotoxin content in oat grain

(Otrzymano: 28.04.2005)

Summary

Field experiments were performed during three years (1999, 2000 and 2001) to study fusariosis on oat panicles. The percentage of panicles with fusariosis symptoms ranged from 0,5 to 6%. *Fusarium* panicle blight was caused mainly by *Fusarium avenaceum* and *F. poae*. The experiment with panicles artificial infection of 12 genotypes of oat was performed in 2001. The panicles of oat were inoculated with *F. poae* strain nr 37, which caused a reduction in yield by 37%. In the infected kernels the following toxins were detected: nivalenol (from 0.06 to 2.18 mg·kg⁻¹), deoxynivalenol (from 0.02 to 0.47mg/kg⁻¹), T-2 toxin (from 0.02 to 0.71 mg·kg⁻¹), HT-2 toxin (from 0.03 to 0.59 mg·kg⁻¹), scirpentriol (from 0.06 to 1.98 mg·kg⁻¹).

Key words: oat, *fusarium* panicle blight, *F. poae*, mycotoxins

WSTĘP

Fuzariozę wiech owsa, obok najczęściej wymienianych gatunków *Fusarium avenaceum*, *Fusarium culmorum* i *Fusarium graminearum* powodują, także

Fusarium poae i *Fusarium sporotrichioides* (Haave wg Langseth i in., 1995, Kiecana i Perkowski, 1998, Mielniczuk, 2001, Cromey i in., 2001). W Norwegii *F. poae* zajmował trzecie miejsce jako czynnik sprawczy fuzariozy wiech owsa, a za ważniejsze w powodowaniu tej choroby uznano *F. avenaceum* i *F. culmorum* (Haave 1985 wg Langseth i in., 1995). Dla owsa uprawianego w Kanadzie w latach 90-tych ubiegłego stulecia gatunek *F. poae* był wymieniany jako czwarty w powodowaniu fuzariozy owsa, po *F. avenaceum*, *F. culmorum* i *F. graminearum*, natomiast dla jęczmienia uprawianego w tym kraju był drugim co do ważności w powodowaniu fuzariozy kłosów (McCallum i in. 2001), podobnie jak w przypadku owsa uprawianego w tym kraju w latach 2002 i 2003 (Tekauz i in., 2004). *F. poae* powszechnie występował także na wiechach owsa w woj. lubelskim (Kiecana i Perkowski, 1998; Mielniczuk, 2001). Gatunek ten może być przyczyną fuzariozy kłosów innych gatunków zbóż uprawianych w Europie i na świecie, zwłaszcza w klimacie chłodniejszym (Kiecana, 1986, 1994, Sugiura i in., 1993, Salas i in., 1999, Cromey i in., 2001, McCallum i in. 2001, Tekauz i in. 2004) oraz zgnilizny kolb kukurydzy (Chełkowski i in. 1994). *F. poae* był również wyizolowywany z ziarna owsa (Clear i in., 2000, Kosiak i in. 1997), pszenicy (Łacicowa, 1964, Clear i Patric, 1990, Kosiak i in., 1997, Obst i in., 1997, Tóth, 1997), pszenżyta (Kiecana, 1988), jęczmienia (Clear i Patric, 1990, Kosiak i in., 1997) i żyta (Łacicowa, 1968).

F. poae porażając wiechy i kłosa zbóż ma zdolność syntetyzowania w porażonym ziarnie związków trichotecenowych takich jak: niwalenol (NIV), diacetoksyscirpenol (DAS), monoacetoksyscirpenol (MAS), scirpentriol (STO), fusarenon X (FUS-X) oraz T-2 toksyna, HT-2 toksyna i neosolaniol (NEO) (Sugiura i in., 1993, Chełkowski i in., 1994, Pat i in., 1995 wg Langseth i in., 1997, Langseth i in., 1997, Perkowski i in., 1997, Kiecana i Perkowski 1998, Salas i in., 1999).

Biorąc pod uwagę powszechność występowania *F. poae* na kłosach zbóż, a także właściwości toksynotwórcze tego gatunku, podjęto badania nad jego występowaniem na owsie oraz zanieczyszczeniem ziarna szkodliwymi metabolitami tego grzyba. Problem uznano za ważny zwłaszcza dlatego, że zboże to coraz częściej wykorzystywane jest w produkcji zdrowej żywności oraz w przemyśle farmaceutycznym i kosmetycznym.

MATERIAŁ I METODY

Badania dotyczące występowania fuzariozy wiech owsa przeprowadzono na polach Stacji Doświadczalnej Oceny Odmian w Uhninie, w latach 1999–2001. W każdym sezonie wegetacji, w fazie dojrzałości pełnej ziarna analizowano wiechy 12 genotypów owsa, łącznie we wszystkich latach doświadczeń przeanalizowano 24 genotypy tego zboża (ryc. 1).

Każdy z genotypów wzrastał na 4 poletkach o pow. 10m². Podczas lustracji uwzględniano po 400 wiech każdej odmiany i rodu hodowlanego (z każdego poletka

po 100 wiech), a następnie określano udział wiech z objawami fuzariozy. Dla każdego genotypu pobierano do badań laboratoryjnych po 20 wiech uznanych za porażone przez grzyby z rodzaju *Fusarium*. Sposób prowadzenia analizy laboratoryjnej i mikologicznej były takie same jak w przypadku badań pszenżyta (K i e c a n a , 1986).

Doświadczenie polowe ze sztucznym zakażaniem wiech 12 genotypów owsa (tab. 2) przez *F. poae* szczep nr 37 przeprowadzono w 2001 roku, na polach doświadczalnych koło Zamościa. Ocenę chorobotwórczości użytego do inokulacji wiech izolatu *F. poae* przeprowadzono wg metody opisanej przez M i s h r ę i B e h r a (1976), a materiał infekcyjny przygotowano wg M e s t e r h a z e g o (1978), przy czym modyfikacją była hodowla grzyba na pożywce SNA przygotowanej na wywarze z liści owsa (K i e c a n a i i n . 2002). Sposób zakażenia roślin owsa w polu był taki sam jak w przypadku jęczmienia (K i e c a n a 1994). Materiał infekcyjny stanowiła zawiesina *F. poae* zawierająca ok. 5×10^5 konidiów. Rośliny, których wiechy zakażano oraz rośliny kontrolne wznosiły na poletkach o pow. 10 m². Inokulacji wiech (80 wiech każdego genotypu) dokonywano w fazie kwitnienia. Kontrolę stanowiły wiechy opryskiwane tylko sterylną wodą destylowaną. Po zbiorze dla każdego genotypu ustalano plon ziarna z 10 wiech, masę 1000 ziaren oraz liczbę ziarniaków w wiesze, a następnie porównywano z kontrolą.

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie przy pomocy analizy wariancji oraz wielokrotnych przedziałów ufności T-Tukey'a. Najmniejsze istotne różnice T-Tukey'a obliczono przy poziomie istotności 0.05 (O k t a b a , 1972).

Analiza chemiczna zawartości trichotecenów:

Próby ziarna ekstrahowano mieszaniną acetonitryl – woda 82 : 18 (v/v), a następnie oczyszczano przy użyciu kolumniek wypełnionych (5 cm³) mieszaniną węgla aktywnego (Draco G 60, 100 mesh), celitu (Celite 545) i obojętnego tlenku glinu (70-230 mesh) zmieszanych w stosunku wagowym 1:1:1.

Trichoteceny grupy A analizowano jako pochodne trifluoroacetylowe, natomiast trichoteceny grupy B jako pochodne trimetylosililowe. Analiza wykonywana była w trybie szukania wybranych jonów (SIM). Dla trichotecenów grupy A były to: STO 456 i 555; T-2 tetraol 455 i 568; T-2 triol 455 i 569; DAS 402 i 374; HT-2 455 i 327; T-2 327 i 401 oraz Mirex 332 i 509. Czas retencji dla tych toksyn wynosił odpowiednio: 14,71; 15,18; 18,23; 18,62; 19,54; 21,56 i 21,32 minut.

Do oznaczania trichotecenów grupy B również wykonana była analiza wybranych jonów (SIM). Były to dla DON 103 i 512; 3-AcDON 117 i 482; 15-AcDON 193 i 482; FUS 103 i 570; NIV 191 i 600. Czas retencji dla tych toksyn wynosił odpowiednio: 19,53; 20,88; 21,07; 21,01; 21,25 minut.

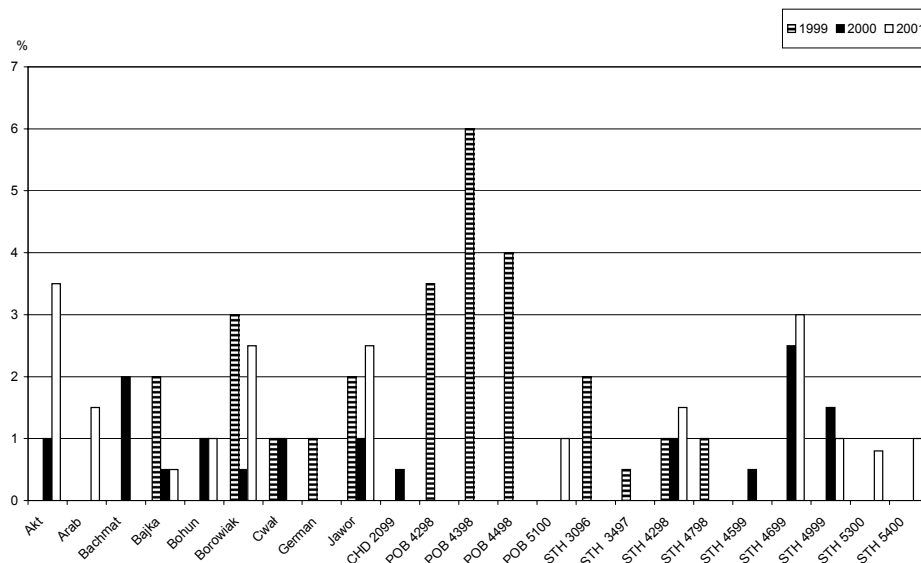
Celem potwierdzenia obecności w próbie oznaczanych toksyn wykonana została analiza w pełnym zakresie mas (od 100–700 amu) dostarczająca widmo masowe, które porównywano z analogicznie otrzymanym widmem dla standardu. Widmo to wraz z porównywaniem czasów retencji analizowanego związku ze standardem jest podstawą do identyfikacji toksyn. Obok analizy jakościowej oznaczano stężenie badanych

toksyn poprzez porównanie względnych wysokości wybranych jonów. Otrzymane wyniki poddane były obróbce w programie Chem Station.

Odzysk dla analizowanych toksyn wynosił: T-2 $86\pm 3,8\%$; T-2 tetraol $88\pm 4,0\%$; HT-2 $91\pm 3,3\%$; DAS $84\pm 4,6\%$; DON $84\pm 3,8\%$; 3AcDON $78\pm 4,8\%$; 15 AcDON $74\pm 2,2\%$; NIV $81\pm 3,8\%$. Natomiast limit detekcji dla analizowanych toksyn wynosił $0,01\text{ mg/kg}$.

WYNIKI

Przeprowadzone badania wykazały obecność wiech z objawami fuzariozy w każdym sezonie wegetacji. Procent takich wiech wahał się w 1999 roku od 0,5 (STH 3497) do 6 (POB 4398), w 2000 r. od 0,5 (Bajka, Borowiak, CHD 2099, STH 4599) do 2,5 (STH 4699) natomiast w 2001 r. od 0,5 (Bajka) do 3,5 (Akt) (ryc. 1). W wyniku analizy mikologicznej plew i ziarniaków, w każdym roku badań otrzymywano grzyby z rodzaju *Fusarium*. Największy udział izolatów *F. poae* wśród ogółu *Fusarium* spp., zanotowano w 2000 roku i wynosił on 38% (344 izolaty, w tym 268 z ziarniaków i 76 z plew). W latach 1999 i 2001 izolaty należące do tego gatunku stanowiły odpowiednio 26,8 % (141 izolatów) i 35,4% (194 izolaty) wyosobnień wszystkich *Fusarium* spp. Przy czym częściej uzyskiwano *F. poae* z ziarniaków aniżeli z plew (tab. 1). Inne gatunki *Fusarium* spp. były reprezentowane przez *F. avenaceum*, *F. crookwellense*, *F. culmorum* i *F. sporotrichioides*.



Ryc. 1 Procentowy udział wiech owsa z objawami fuzariozy w latach 1999–2001

Fig. 1 Percentage of oat panicles with fusariosis symptoms in 1999–2001

Tabela 1
Grzyby wyosobnione z ziarniaków i plew owsa w latach 1999–2001

Table 1
Fungi isolated from kernels and chaffs of oat in 1999–2001

Gatunek grzyba Fungi species	Liczba izolatów Isolates numbers								
	1999		2000		2001		1999 – 2001		Ogólna liczba izolatów Total number of isolates
	ziarniaki kernels	plewy chaffs	ziarniaki kernels	plewy chaffs	ziarniaki kernels	plewy chaffs	ziarniaki kernels	plewy chaffs	
<i>Fusarium poae</i>	122	19	268	76	132	62	522	157	679
Inne <i>Fusarium</i> spp. other <i>Fusarium</i> spp.	308	78	340	216	277	99	925	393	1318
Inne grzyby other fungi	606	289	532	128	363	118	1501	535	2036
Razem Total	1036	386	1140	420	772	279	2948	1085	4033

Sztuczne zakażenie wiech owsa przez *F. poae* okazało się skuteczne. Wiechy te nie wykazywały typowych dla fuzariozy oznak etiologicznych w postaci pomarańczowych sporodochiów, jednak były one mniejsze od wiech kontrolnych i wykazywały objawy zbielenia kłosek. Ziarniaki pochodzące z wiech inokulowanych *F. poae* były lekkie i miękkie, często także wewnątrz przerośnięte grzybnią patogena. Pozyskane w tym czasie ziarniaki z wiech kontrolnych były normalnie wykształcone.

Analiza statystyczna wykazała istotne różnice w plonie ziarna uzyskanego z wiech sztucznie zakażanych przez *F. poae*, w przypadku 4 badanych genotypów (CHD 894, CHD 1607, STH 2393 i Sławko (tab. 2). Procentowa obniżka plonu ziarna dla tych genotypów wynosiła od 44 (STH 2393) do 63 (Sławko) (ryc.2).

Inokulacja wiech owsa spowodowała także istotną redukcję masy 1000 ziaren u większości badanych genotypów. Wyjątek stanowiły rody hodowlane CHD 1607, STH 2292, STH 2393. (tab. 2). Największą procentową obniżkę MTZ zanotowano w przypadku rodu hodowlanego CHD 894 – 63,7%, zaś najniższą u rodu CHD 1692

– 11.6% (ryc. 2). Średnia liczba ziarniaków w wieszce zmniejszyła się istotnie, w wyniku inokulacji analizowanym gatunkiem grzyba, w przypadku 4 genotypów owsa (tab. 2). Największym ubytkiem liczby ziarniaków charakteryzowała się odmiana Sławko – 54%, natomiast w przypadku rodu hodowlanego CHD 1653 nie zanotowano redukcji liczby ziarniaków (ryc. 2).

Tabela 2

Wpływ sztucznego zakażenia wiech owsa przez *F. poae* na plon ziarna, masę 1000 ziaren i liczbę ziarniaków w wieszce

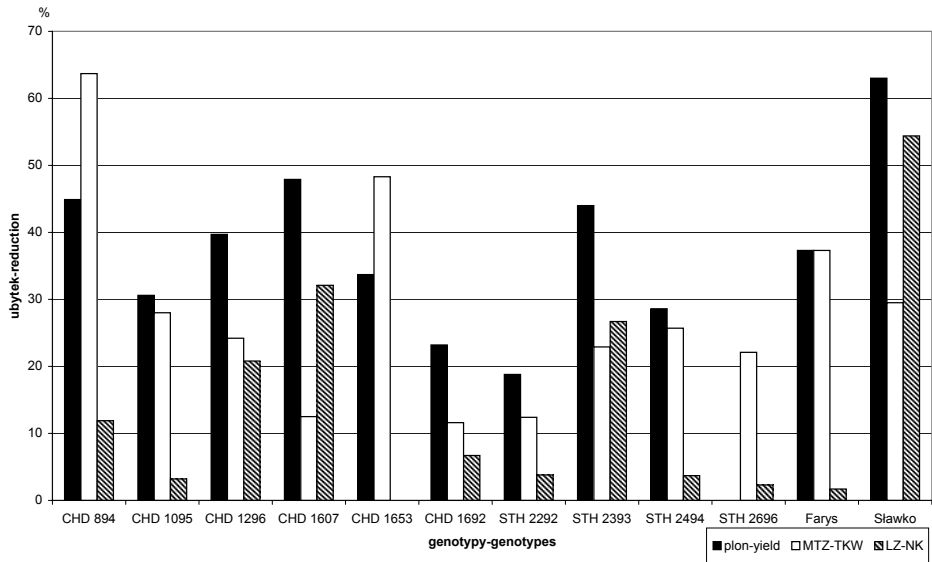
Table 2

Influence of oat panicles artificial infection with *F. poae* on kernels yield, 1000 kernels weight and kernels number per panicles

Genotypy owsa Oat genotypes	Plon ziarna z 10 wiech Kernels yield from 10 panicles (g)		Masa 1000 ziaren 1000 kernels weight (g)		Liczba ziarniaków w wieszce Number of kernels per panicle	
	<i>F. poae</i>	Kontrola control	<i>F. poae</i>	Kontrola control	<i>F. poae</i>	Kontrola control
CHD 894	6.47*	11.75	18.10*	49.93	36.75	41.73
CHD 1095	9.72	14.00	22.25*	30.90	43.75	45.20
CHD 1296	8.80	14.58	25.40*	33.50	34.70*	43.80
CHD 1607	9.10*	17.45	26.44	30.25	34.25*	50.45
CHD 1653	7.77	11.73	16.96*	32.81	45.75	45.60
CHD 1692	9.87	12.85	19.06*	30.63	39.25	42.05
STH 2292	8.32	10.25	21.69	24.75	39.25	40.78
STH 2393	6.85*	12.23	19.00	24.63	36.00*	49.13
STH 2494	9.42	13.20	21.91*	28.16	45.00	46.75
STH 2696	11.92	9.30	20.36*	26.13	45.75	46.85
Farys	7.25	11.57	18.81*	30.00	48.00	48.83
Sławko	7.95*	23.12	23.81*	33.75	32.75*	71.82

* średnie różnią się istotnie w porównaniu z kontrolą, przy $P \leq 0.05$

* means differ significantly compared to the control ($P \leq 0.05$)



Ryc. 2 Procentowy ubytek plonu ziarna, masy 1000 ziaren (MTZ) oraz liczby ziarniaków w wieże (LZ) w wyniku sztucznego zakażenia wiech owsa przez *F. poae*

Fig. 2 Percentage reduction of kernels yield, 1000 kernels weight (TKW) and number of kernels (NK) after inoculation with *F. poae*

Analiza chemiczna ziarniaków, pozyskanych z wiech sztucznie zakażanych przez *F. poae*, wykazała obecność u wszystkich analizowanych genotypów niwalenolu (NIV), jego zawartość wynosiła od 0.06 do 2.18 mg·kg. Oprócz NIV w analizowanych ziarniakach stwierdzono także obecność deoksyniwalenolu, wyjątek stanowiły ziarniaki rodów hodowlanych CHD 894, CHD 1607 oraz STH 2293 i STH 2393. Średni poziom DON wynosił 0.27 mg·kg⁻¹. W ziarnie analizowanych genotypów owsa, oprócz związków trichotecenowych z grupy B stwierdzono również trichoteceny z grupy A: toksyny T-2 i HT-2 oraz scirpentriol (STO). Średnia zawartość tych metabolitów w ziarnie analizowanych odmian i rodów hodowlanych wynosiła odpowiednio 0.22, 0.39 oraz 0.55mg·kg⁻¹ (tab.3).

Tabela 3
Zawartość mikotoksyn w ziarnie owsa pochodzącym z wiech sztucznie zakażanych *F. poae*

Table 3
Concentration of mycotoxins (mg/kg) in kernels of oat after inoculation with *F. poae*

Genotypy owsa Genotypes of oat	NIV	DON	T-2	HT-2	STO
CHD 894	0,18	--	0,08	--	---
CHD 1095	0,14	0,07	0,36	0,52	0,50
CHD 1296	2,18	0,19	0,12	--	1,98
CHD 1607	0,45	--	--	--	0,28
CHD 1653	1,34	0,35	0,02	0,59	0,58
CHD 1692	0,37	0,30	0,22	--	0,36
STH 2293	0,06	--	--	--	0,78
STH 2393	0,59	--	0,71	--	0,31
STH 2494	0,39	0,39	0,08	0,43	0,19
STH 2694	0,58	0,47	0,26	0,39	0,11
Farys	0,49	0,22	0,21	0,03	0,38
Sławko	0,04	0,13	0,06	--	0,06
Średnia Mean	0,57	0,27	0,22	0,39	0,55

DYSKUSJA

Przedstawione wyniki badań wskazują na znaczny udział *F. poae* w powodowaniu fuzariozy wiech owsa. Gatunek ten już wcześniej został uznany za jedną z głównych przyczyn tej choroby na owsie uprawianym w warunkach południowo-wschodniej Polski (Kiecana i Perkowski, 1998; Mielniczuk, 2001). W latach 90-tych XX wieku *F. poae* został uznany za jedną z głównych przyczyn fuzariozy kłosów pszenicy na Węgrzech (Tóth, 1997). Wzrastające znaczenie tego gatunku w powodowaniu fuzariozy kłosów i wiech zbóż potwierdzają doniesienia Bottalico (1998) oraz Tekauz i wsp. (2004).

F. poae uzyskiwany był również z siewek oraz podstawy źdźbła owsa (Kiecana, 1998; Kiecana i Mielniczuk, 2001). O szkodliwości tego gatunku w stosunku do siewek pszenicy donoszą Łacicowa (1964) oraz Fernandez i Chen (2005).

Zarówno na wiekach pochodzących z naturalnej infekcji, jak i na kłoskach wiech sztucznie zakażanych przez *F. poae* nie obserwowano typowych dla fuzariozy

oznak etiologicznych w postaci sporodochiów. Ziarniaki z wyżej wymienionych wiech nie wykazywały także istotnych zmian w wyglądzie zewnętrznym. W badaniach Schipilowej i Gagkaevej (1997) ziarniaki pochodzące z kłosów pszenicy inokulowanych przez *F. poae*, nie wykazywały także widocznych objawów chorobowych. Według Lacicowej (1963) *F. poae* porażając ziarno pszenicy nie powoduje zmian w ich wyglądzie zewnętrznym i nie wpływa na zdolność kiełkowania. Na ziarnie kukurydzy porażonym przez *F. poae* także nie obserwowano znacznych różnic w pokroju, przy czym na jego powierzchni obserwowano biały nalot złożony z grzybni tego gatunku (Chełkowski i in. 1994).

Z przeprowadzonych badań wynika, że sztuczne zakażenie wiech przez *F. poae* w fazie kwitnienia wpływa na zmniejszenie liczby ziarniaków i hamuje ich rozwój, przez co są one słabiej wykształcone.

Plon ziarna z wiech sztucznie zakażanych przez *F. poae* obniżył się przeciętnie o 37%. Można zatem wnioskować, że grzyb ten wpływa na zmniejszenie wielkości plonu owsa w podobnym stopniu jak *F. avenaceum* oraz w wyższym stopniu jak *F. sporotrichioides* (Mielniczuk i in. 2000, Kiecana i in., 2002). Za bardziej szkodliwe w stosunku do kłosów zbóż uznano *F. culmorum* i *F. graminearum* (Kiecana, 1994, Fernandez i Chen, 2005).

W próbach ziarna uzyskanego z wiech owsa sztucznie zakażanych przez *F. poae* stwierdzono obecność trichotecenów grupy A i B. Spośród trichotecenów z grupy A, T-2 toksynę wykryto w 10 próbach, HT-2 toksynę w 6, a scirpentriol w 11 próbach ziarna badanych genotypów. We wszystkich 12 badanych próbach stwierdzono natomiast obecność niwalenolu, w 8 zaś deoksyniwalenolu. Skład wytwarzanych toksyn w ziarniakach genotypów owsa pochodzących z wiech sztucznie zakażanych przez *F. poae* w warunkach polowych jest podobny do profilu drugorzędowych metabolitów tego grzyba wytwarzanych w warunkach laboratoryjnych (Thrane i in., 2004). Dotyczy to głównie grupy A trichotecenów, z której stwierdzono przedstawione powyżej metabolity – T- toksynę, HT-2 toksynę oraz scirpentriol. W ziarnie owsa nie odnotowano natomiast pozostałych, typowych dla *F. poae*, metabolitów takich jak: 15-MAS, DAS, T-2 tetraolu oraz NEO (Liu i in., 1998, Thrane i in., 2004). W porażonych ziarniakach owsa wykryto niwalenol, który także uważany jest za metabolit charakterystyczny dla profilu mikotoksyn wytwarzanych przez *F. poae* (Thrane i in., 2004). Podobny skład drugorzędowych metabolitów stwierdzao w ziarnie innych gatunków zbóż, w tym kukurydzy, porażanych przez *F. poae* (Sugiura i in., 1993; Chełkowski i in. 1994; Bottalico, 1998; Kiecana, i Perkowski, 1998; Cromey i in., 2001).

W ostatnich latach izolaty *F. poae* wytwarzające toksyny T-2 i HT-2, neosolaniol, diacetoksyscirpenol oraz scinpentriol wydzielono jako odrębny gatunek o nazwie *F. langsethiae*. (Torp i Langseth, 1999). Według Thrane i współautorów (2004) żaden z izolatów *F. langsethiae* nie wytwarzał NIV ani FUS-X, uznanych za metabolity właściwe dla *F. poae*.

Obecność w ziarnie owsa deoksyniwalenolu, może sugerować wtórne zakażenie wiech w okresie wegetacji przez inne gatunki z rodzaju *Fusarium*, w tym *F. culmorum* i *F. graminearum*, na co wskazują także badania S a l a s i in. (1999), dotyczące zawartości metabolitów wtórnych w porażonym ziarnie jęczmienia.

LITERATURA

- Bottallico A., 1998. *Fusarium* disease of cereals: species complex and related mycotoxin profiles, in Europe. J. Plant Pathol. 80(2): 85–103.
- Chełkowski J., Lew H., Petterson H., 1994. *Fusarium poae* (Peck) Wollenw. – Occurrence in maize ears, nivalenol production and mycotoxin accumulation in oats. Mycotoxin Res., 10: 116–120.
- Clear R.M., Patrick S. K., 1990 *Fusarium* species isolated from wheat samples containing tombstone (scab) kernels from Ontario, Manitoba and Saskatchewan. Can. J. Plant Sci. 70: 1057-1069.
- Clear R.M., Patrick S.K., Gaba D., 2000. Prevalence of fungi fusariotoxins on oat seed from western Canada, 1995-1997. Can. J. Plant Pathol. 22: 310–314.
- Cromey M. G., Parkes R. A., Fraser P. M., 2001. *Fusarium* levels grain harvested from New Zealand wheat and barley crops in 2000. New Zealand Plant Prot., 54: 193–197.
- Fernandez M. R., Chen Y., 2005. Pathogenicity of *Fusarium* species on different plant parts of spring wheat under controlled conditions. Plant Dis., 89, 2: 164–169.
- Kiecana I., 1986. Fuzarioza kłosów pszenżyta. Roczn. Nauk Rol., Ser.E Ochr. Rośl., 16, 2:59–68.
- Kiecana I., 1988. Badania podatności kłosów pszenżyta na porażenie przez *Fusarium* spp. Roczn. Nauk Rol. Ser. E, Ochr. Rośl., 18, 2: 17–41.
- Kiecana I., 1994. Badania nad fuzariozą kłosów jęczmienia jarego (*Hordeum vulgare* L.) z uwzględnieniem podatności odmian i zawartość mikotoksyn w ziarnie. Seria Wydaw. – Rozpr. Nauk. Akad. Rol. , Lublin, 161: 1–49.
- Kiecana I. 1998. Występowanie *Fusarium* spp. na owsie (*Avena sativa* L.). Prog. Plant Prot. Postępy Ochr. Rośl., Poznań 38, 2: 541–543.
- Kiecana I., Perkowski J. 1998. Zasiadlenie ziarna owsa (*Avena sativa* L.) przez toksynotwórcze grzyby *Fusarium poae* (Peck.) Wr. i *Fusarium sporotrichioides* Sherb. Zesz. Nauk. Akad. Rol. im. H. Kołłątaja Krak., 333: 881–884.
- Kiecana I., Mielniczuk E., 2001. Występowanie *Fusarium culmorum* (W.G.Sm.) Sacc., *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc. oraz *Fusarium crookwellense* Burgess, Nelson, Toussoun na rodach hodowlanych owsa (*Avena sativa* L.). Acta Agrobot., 54, 1: 83–93.
- Kiecana I., Mielniczuk E., Kaczmarek Z., Kostecki M., Goliński P. 2002. Scab Response and Moniliformin Accumulation in Kernels of Oat Genotypes Inoculated with *Fusarium avenaceum* in Poland. Europ. J. Plant Pathol. 108: 245–251.
- Kosiak B., Torp M., Thrane U., 1997. The occurrence of *Fusarium* spp. in Norwegian grain – a survey. Cer. Res. Comm. 25, 3/2: 595–596.

- Langseth W., Hoie R., Gullord M., 1995. The influence of cultivars, location and climate on deoxynivalenol contamination in Norwegian oats 1985–1990. *Acta Agric., Scand. sect. B, Soil and Plant Sci.* 45: 63–67.
- Langseth W., Sundheim L., Liu W., 1997. Vegetative compatibility groups and trichothecene production in *Fusarium poae*. *Cer. Res. Comm.* 25, 3/2: 561–563.
- Liu W.Z., Sundheim L., Langseth W., 1998. Trichothecene production and the relationship to vegetative compatibility groups in *Fusarium poae*. *Mycopathologia*, 140: 105–114.
- Łacicowa B., 1963. Badania nad morfologią i biologią *Fusarium poae* (Peck) Wr. oraz patogeniczności tego gatunku względem siewek pszenicy. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, Sect. C Biol.*, XVIII, 17: 419–439.
- Łacicowa B., 1964. Badania mikoflory materiału siewnego pszenicy uprawianej na obszarze województwa lubelskiego, uwzględniając szczególnie grzyby patogeniczne. *Ann. UMCS, Ser. E, XIX*, 18: 381–406.
- Łacicowa B., 1968. Badania mikoflory materiału siewnego żyta uprawianego na obszarze województwa lubelskiego. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, Sect. E Agric.*, XXIII, 18: 225–239.
- McCallum B. D., Tekauz A., Gilbert J., 2001. Vegetative compatibility among *Fusarium graminearum* (*Gibberella zeae*) isolates from barley spikes in Southern Manitoba. *Can. J. Pathol.* 23: 83–87.
- Mesterhazy A., 1978. Comparative analysis of artificial inoculation methods with *Fusarium* spp. on winter wheat varieties. *Phytopathol.* 93,1: 12–25.
- Mielniczuk E., 2001. The occurrence of *Fusarium* spp. on panicles of oat (*Avena sativa* L.). *J. Plant Prot. Res.*, 41, 2: 173–180.
- Mielniczuk E., Kiecana I., Perkowski J., 2000. Reduction of yield and mycotoxin accumulation in oat cultivars and lines after *Fusarium culmorum* (W.G.Sm.) Sacc. and *F. sporotrichioides* Sherb. inoculation. 6th European Fusarium Seminar and Third COST 835 Workshop (Agriculturally Important Toxigenic Fungi) At the BBA and FU Berlin, Germany, 11–16 September 2000: 67.
- Mishra C.B.P., Behr L., 1976. Der Einfluss von Kulturfiltraten von *Fusarium culmorum* (W.G.Sm.) Sacc., *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc. und *Fusarium nivale* (Fr.) Ces., *Griphosphaeria nivalis* Müller et v. Arx auf die Keimung des Weizen. *Arch. Phytopathol. Pflanzenschutz*, 12, 6: 373–377.
- Obst A., Lepschy-von Gleissenthal J., Beck R., 1997. On the etiology of *Fusarium* head blight of wheat in South Germany-preceding crops, weather conditions for inoculum production and head infection, proneness of the crop to infection and mycotoxin production. *Cer. Res. Comm.*, 25, 2/3: 699–703.
- Oktaba W., 1972. *Metody statystyki matematycznej w doświadczalnictwie*. PWN, Warszawa.
- Perkowski J., Jeleń H., Kiecana I., Goliński P., 1997. Natural contamination of spring barley with group A trichothecene mycotoxins in South-Eastern Poland. *Food Add. and Contam.* 14, 4: 321–325.
- Salas B., Steffenson B.J., Casper H.H., Tacke B., Prom L.K., Fetch T.G. Jr., Schwarz P.B., 1999. *Fusarium* species pathogenic to barley and their associated mycotoxins. *Plant Dis.* 83: 667–674.

- Schipilova N. P., Gagkaeva T. Yu., 1997. The forms of manifestation of *Fusarium* head blight on the seeds and heads of cereal crops. *Cer. Res. Comm.* 25, 2/3: 815–816.
- Sugiura Y., Fukasaku K., Tanaka T., Matsui Y., Ucho Y., 1993. *Fusarium poae* and *Fusarium crookwellense*, Fungi Responsible for the Natural Occurrence of Nivalenol in Hokkaido. *Appl. Environ. Microbiol.* 59, 10: 3334–3338.
- Tekauz A., McCallum B., Ames N., Mitchell Fetch J., 2004. *Fusarium* head blight of oat – current status in western Canada. *Can. J. Plant Pathol.* 26, 4: 473–479.
- Thrane U., Adler A., Clasen P-E., Galvano F., Langseth W., Lew H., Logrieco A., Nielsen K. F., Ritieni A., 2004. Diversity in metabolite production by *Fusarium langsethiae*, *Fusarium poae*, and *Fusarium sporotrichioides*. *International J. Food Microbiol.*, 95: 257–266
- Torp M., Langseth W., 1999. Production of T-2 toxin by a *Fusarium* resembling *Fusarium poae*. *Mycopathologia*, 147: 89–96.
- Tøth A., 1997. Dominance condition of *Fusarium* species occurring in winter wheat kernels in pest country. *Cer. Res. Comm.* 25, 3/2: 625–627.

Streszczenie

Przeprowadzone w latach 1999–2001 badania wykazały obecność w każdym sezonie wegetacji, wiech z objawami fuzariozy. Odsetek takich wiech wahał się od 0,5 do 6%. Główną przyczyną fuzariozy wiech owsa były gatunki *Fusarium avenaceum* i *F. poae*. W 2001 roku przeprowadzono także ściśle doświadczenie polowe obejmujące 12 genotypów owsa, w którym wiechy sztucznie zakażano *F. poae*. W wyniku tych badań stwierdzono, że średnia obniżka plonu ziarna wynosiła 37%. Analiza chemiczna ziarniaków pozyskanych ze sztucznie zakażanych wiech, wykazała obecność w nich niwalenolu (od 0,06 do 2,18 mg·kg⁻¹), deoksyniwalenolu (od 0,02 do 0,47 mg·kg⁻¹), T-2 toksyny (od 0,02 do 0,71 mg·kg⁻¹), HT-2 toksyny (od 0,03 do 0,59 mg·kg⁻¹) oraz scirpentriolu (od 0,06 do 1,98 mg·kg⁻¹).