

IRENA KIECANA
MAŁGORZATA CEGIELKO
ELŻBIETA MIELNICZUK
ALINA PASTUCHA
Katedra Fitopatologii i Mykologii
Uniwersytet Przyrodniczy, Lublin

Występowanie fuzariozy wiech owsa w 2013 roku oraz szkodliwość *Fusarium* *sporotrichioides* Sherb. dla wybranych odmian*

Incidence of oat scab in 2013 and pathogenicity of *Fusarium sporotrichioides* Sherb. to selected cultivars

W 2013 roku na polach Hodowli Roślin Strzelce, Sp. z o.o., grupa IHAR określono udział wiech z objawami fuzariozy dla 12 odmian owsa. W laboratorium przeprowadzono analizę mykologiczną ziarniaków i plew pochodzących z wiech z objawami chorobowymi z wykorzystaniem pożywki mineralnej. Procent wiech z objawami fuzariozy wahał się od 0,25% do 2,0%. Za główną przyczynę fuzariozy wiech owsa uznano gatunki *Fusarium culmorum* i *F. poae*. Ponadto z porażonych ziarniaków uzyskiwano gatunki *F. sporotrichioides* i *F. oxysporum*. Badania szkodliwości *F. sporotrichioides* dla owsa przeprowadzono w 2013 roku na polach doświadczalnych w okolicach Zamościa, na podstawie ścisłego doświadczenia polowego ze sztucznym zakażeniem wiech w fazie kwitnienia. Materiał infekcyjny stanowiła zawiesina zarodników *F. sporotrichioides* nr 88 o zagęszczeniu $5 \times 10^5 \times 1 \text{ ml}^{-1}$. Szkodliwość *F. sporotrichioides* dla analizowanych odmian owsa określano na podstawie ubytku liczby ziarniaków w wieszce, plonu ziarna z 40 wiech (4×10 wiech) oraz masy 1000 ziaren. Ubytek liczby ziarniaków w wieszce, w wyniku sztucznego zakażenia przez *F. sporotrichioides* wynosił od 0,5% (Arden) do 75,1% (Contender). W przypadku odmiany Arden nie zanotowano ubytku plonu ziarna w wyniku inokulacji wiech przez *F. sporotrichioides*, zaś u pozostałych odmian redukcja plonu ziarna wynosiła od 24,0% (Komfort) do 79,5% (Contender). Natomiast obniżka MTZ wynosiła od 0,1% (Arden) do 22,6% (Flämingsgold).

Słowa kluczowe: *Avena sativa* L., *Fusarium sporotrichioides*, fuzarioza wiech, odmiany, owies

The incidence of panicles with scab symptoms was assessed in 12 oat cultivars in the fields of Strzelce Plant Breeding Company IHAR group in 2013. The mycological analysis of grain and chaff separated from panicles with disease symptoms was made in the laboratory using a mineral medium.

* Praca przedstawiona na konferencji IHAR — PIB, Zakopane, 3 lutego 2015 roku

Redaktor prowadzący: Henryk J. Czembor

The percentage of panicles with scab symptoms ranged from 0.25% to 2.0%. The species *Fusarium culmorum* and *F. poae* were the main causal agents of *Fusarium* oat scab. *Fusarium sporotrichioides* and *F. oxysporum* were also isolated from infected kernels. A study of pathogenicity of *F. sporotrichioides* to oat was carried out in the experimental plots in Zamość region (southeastern Poland). Oat panicles were inoculated during flowering. The infectious material was a suspension of conidia of *F. sporotrichioides* no. 88 with a density of 5×10^5 spores per 1 ml. The pathogenicity of *F. sporotrichioides* to analyzed oat genotypes was determined on the basis of the reduction in the number of kernels per panicle, kernels yield from 40 panicles (4×10 panicles) and 1000 kernels weight. The reduction in the number of kernels in panicle as a result of inoculation of panicles with *F. sporotrichioides* ranged from 0.5% (Arden) to 75.1% (Contender). In the case of cv. Arden the reduction in kernels yield was not detected and in the case of other cultivars it ranged from 24.0% (Komfort) to 79.5% (Contender). The reduction in 1000 kernels weight ranged from 0.1% (Arden) to 22.6% (Flämingsgold).

Key words: *Avena sativa* L., cultivars, *Fusarium sporotrichioides* oat, scab

WSTĘP

Fuzarioza wiech owsa uprawianego w Polsce występuje powszechnie i w zależności od warunków pogodowych procent porażonych wiech jest różny (Kiecana i Perkowski, 1998; Mielniczuk, 2001; Kiecana i in., 2012). W warunkach południowo-wschodniej Polski przyczyną fuzariozy wiech okazały się gatunki *Fusarium avenaceum* i *F. poae*, natomiast w rejonie centralnej i zachodniej Polski wiechy owsa porażane były przez *F. poae*, *F. culmorum* i *F. avenaceum*. Spośród innych gatunków z rodzaju *Fusarium* na porażonych wiechach stwierdzono *F. crookwellense*, *F. graminearum*, *F. equiseti*, *F. sporotrichioides* i *F. oxysporum* (Kiecana i Perkowski, 1998; Mielniczuk, 2001; Mielniczuk i in., 2004; Kiecana i in., 2012).

W innych rejonach uprawy fuzariozę wiech owsa najczęściej powodują: *F. avenaceum*, *F. culmorum*, *F. poae*, *F. tricinctum* i *F. graminearum* (Heave, 1985 wg Langseth i in., 1995; Tekauz i in., 2004; Desjardins, 2006; Tekle i in., 2012; Martinelli i in., 2014).

W porażaniu wiech owsa w Szwecji i Finlandii oraz Norwegii dużą rolę odgrywa *F. langsethiae* (Fredlund, 2009 wg Yli-Mattila, 2010; Nilsen i in., 2010).

Fusarium poae zasiedlając ziarniaki nie wpływa istotnie na zmianę wyglądu zewnętrznego ziarniaków oraz nie obniża ich zdolności kiełkowania, w warunkach epidemii może natomiast wpłynąć na zmniejszenie liczby ziarniaków i słabszy ich rozwój (Schipilova i Gagkaeva, 1997; Kiecana i in., 2005). Gatunek ten po raz pierwszy opisał w 1902 roku amerykański mykolog Charles H. Peck jako *Sporotrichum poae*, natomiast H. W. Wollenweber w 1913 roku włączył go do rodzaju *Fusarium*. W porażonych ziarniakach owsa *F. poae* produkuje związki trichotecenowe z grupy A: HT-2 toksynę, diacetoksyrcirpenol (DAS), T-2 tetraol, scirpentriol (STO) oraz trichoteceny z grupy B: niwalenol (NIV), deoksyniwalenol (DON), 3-AcDON i 15-AcDON (Langseth i in., 1997; Kiecana i Perkowski, 1998; Kiecana i in., 2012).

Na uwagę zasługuje gatunek *F. culmorum*, który po raz pierwszy został opisany w 1884 roku przez brytyjskiego mykologa Worthingtona G. Smitha jako *Fusisporium culmorum*, natomiast w roku 1895 włoski mykolog Piers A. Saccardo przeniósł tego grzyba do rodzaju *Fusarium*. Gatunek ten notowany był na ziarnie owsa uprawianym w rejonie centralnej i

zachodniej Polski (Mielniczuk i in., 2010). *Fusarium culmorum* w porażonym ziarnie wytwarza DON i jego acetylowe pochodne, NIV oraz zearalenon (ZEA). Grzyb ten może produkować również aurofuzarynę, butenolid, chlamydosporol, culmoryn, cyklonerodiol, fuzarynę C, chryzoginę i moniliforminę (Desjardins, 2006).

Fusarium sporotrichioides Sherb. po raz pierwszy opisał Constantine D. Sherbakoff w 1915 roku, po wyizolowaniu tego grzyba z bulw ziemniaka. Na wiechach i ziarnie owsa gatunek ten był notowany na Lubelszczyźnie (Kiecana i Perkowski, 1998; Mielniczuk, 2001; Mielniczuk i in., 2010; Kiecana i in., 2005; 2012). Gatunek *F. sporotrichioides* w optymalnych dla siebie warunkach może tworzyć toksyny należące do trichotecenów z grupy A, takie jak: diacetoksyscirpenol (DAS), 4-monoacetoksyscirpenol (4-MAS), HT-2 toksyna, T-2 toksyna, Ac T-2, 8-Ac T-2, 3-hydroxy T-2, 4-Ac tetraol i 15-Ac tetraol, scirpentriol (STO), T-2 triol, neosolaniol (NEO) (Kiecana, 2012; Perkowski i in., 2003; Nielsen i in., 2011; Wiśniewska i in., 2011). Ponadto gatunek ten wytwarza: aurofuzarynę, beauwerycyne, butenolid, culmoryn, enniatyny, fuzaryny i moniliforminę (Thrane i in., 2004 wg Desjardins, 2006; Desjardins, 2006).

Pierwotnymi źródłami inokulum grzybów wywołujących fuzariozę wiech są ziarno (Kiecana i Perkowski, 1998; Mielniczuk i in., 2010) oraz resztki pozbiiorowe (Sitton i Cook, 1981 wg Losa i in., 1994).

W związku z wprowadzaniem do uprawy nowych genotypów owsa, podjęto badania nad występowaniem fuzariozy wiech owsa uprawianego w centralnej Polsce oraz ustaleniem szkodliwości gatunku *Fusarium sporotrichioides* dla wybranych odmian.

MATERIAŁ I METODY

Udział wiech z objawami fuzariozy określono w 2013 roku na polach Hodowli Roślin Strzelce, Sp. z o.o., grupa IHAR. Wykaz odmian przedstawiono na rysunku 1. Występowanie fuzariozy badano w fazie dojrzałości pełnej ziarna (93 w skali Zadoksa wg Tottmana, 1987). Materiał do badań stanowiło 100 wiech zebranych z czterech miejsc na poletku, czyli razem analizowano po 400 wiech każdego genotypu. Określano liczbę wiech z objawami fuzariozy. Dla każdej odmiany pobierano do badań laboratoryjnych po 20 porażonych wiech. W laboratorium wydzielano z pobranych wiech ziarniaki i plewy, aby wyizolować grzyby sposobem opisanym wcześniej przez Kiecanę i współautorów (2012), używając pożywki mineralnej (Mielniczuk i in., 2010). Analizowano po 100 ziarniaków i 100 plew dla każdego genotypu.

Grzyby z rodzaju *Fusarium* identyfikowano według kluczy i monografii podanych w pracy Kiecana i Mielniczuk (2010).

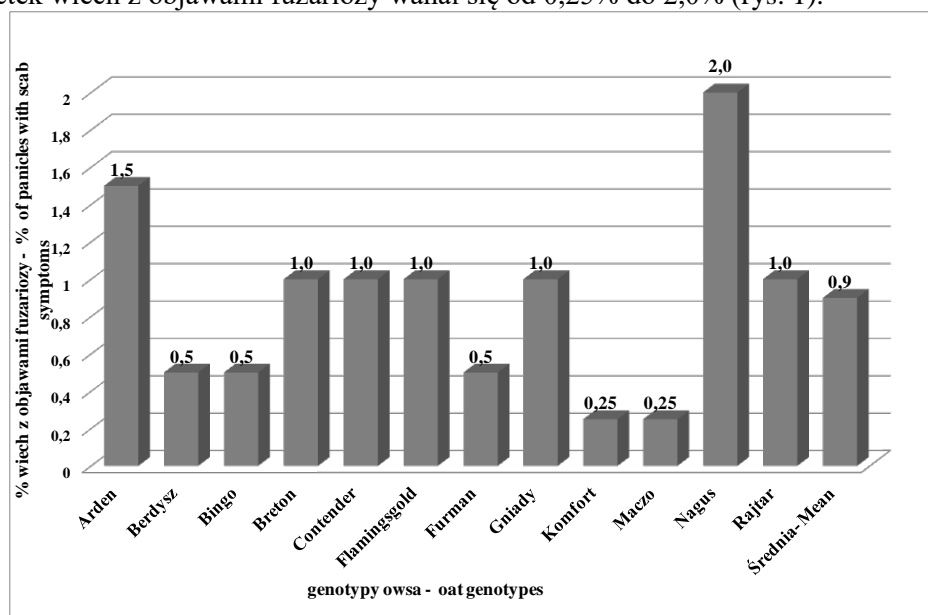
Ścisłe doświadczenie z inokulacją wiech przeprowadzono w 2013 roku na polach doświadczalnych k. Zamościa, na glebie brunatnej, wylugowanej, wytworzonej na utworach lessowych. Objęto nimi 12 odmian owsa (tab. 1) oraz szczep *F. sporotrichioides* nr 88 o chorobotwórczości sprawdzonej metodą Mishry i Behra (1976). Rośliny, których wiechy inokulowano oraz rośliny kontrolne wznosiły na poletkach o powierzchni 10 m². Pomiędzy poletkami znajdowały się pasy ochronne o szerokości 1 m oraz 50 cm ścieżki.

Materiał infekcyjny przygotowano wg Mesterházegego (1978), przy czym modyfikacją była hodowla grzyba na pożywce SNA, przygotowanej na wywarze z liści owsa (Kiecana i in., 2002). Sposób zakażenia wiech w polu był taki sam jak w przypadku owsa (Kiecana i in., 2012). Materiał infekcyjny stanowiła zawiesina zarodników *F. sporotrichioides* nr 88 o zagęszczeniu $5 \times 10^5 \times 1 \text{ ml}^{-1}$. Inokulacji wiech dokonano w fazie kwitnienia, co przypadało na 3 lipca 2013 r. Materiałem infekcyjnym grzyba zakażano po 80 wiech każdej odmiany, uznając za jedno powtórzenie 20 wiech. Inokulację przeprowadzono przy pomocy rozpylacza ogrodniczego, używając 4 ml materiału infekcyjnego na 1 wiechę. Kontrolę stanowiły wiechy opryskiwane tylko sterylną wodą destylowaną. Po zakażeniu wiechy okrywano osłonami foliowymi i tym sposobem przez 48 godzin chroniono materiał zakaźny przed prądami powietrza i wysychaniem.

W fazie dojrzałości pełnej ziarna wiechy zainokulowane i kontrolne ścinano, a następnie wydzielano ziarniaki. Określano liczbę ziarniaków w 40 wiechach (4×10 wiech), plon uzyskanego z nich ziarna oraz masę 1000 ziaren. Wyniki opracowano statystycznie przy pomocy analiz wariancji oraz wielokrotnych półprzedziałów ufności T-Tukeya. Najmniejsze istotne różnice T-Tukeya obliczono dla poziomu istotności $\alpha \leq 0,05$ (Żuk, 1989).

WYNIKI

Obserwacje polowe przeprowadzone w fazie dojrzałości pełnej ziarna na polach Hodowli Roślin Strzelce wykazały występowanie roślin z objawami fuzariozy wiech. Odsetek wiech z objawami fuzariozy wahał się od 0,25% do 2,0% (rys. 1).



Rys. 1. Procentowy udział wiech owsa z objawami fuzariozy w 2013 roku
Fig. 1. Percentage of oat panicles with scab symptoms in 2013

W wyniku analizy mikologicznej ziarniaków i plew, pochodzących z wiech z objawami fuzariozy uzyskano 2376 izolatów grzybów (tab. 1). Grzyby z rodzaju *Fusarium* uzyskane z ziarniaków i plew stanowiły 35,53% ogółu wyosobnień z ziarniaków i plew i były reprezentowane przez: *F. culmorum* (44,3% wszystkich *Fusarium* spp.), *F. poae* (44,1%), *F. sporotrichioides* (9,0%) i *F. oxysporum* (2,6%) (tab. 1). Kolonie innych grzybów należały do: *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea*, *Epicoccum nigrum* oraz form niezarodnikujących, których izolaty stanowiły odpowiednio: 48,82%, 0,67%, 14,39%, 0,59% wszystkich uzyskanych kolonii grzybów (tab. 1).

Tabela 1

Gatunki grzybów wyizolowane z ziarniaków i plew owsa w 2013 roku
Fungi species isolated from oat kernels and chaff in 2013

Gatunki grzybów Fungi species	Liczba izolatów Number of isolates		Ogółem (%) Total (%)
	ziarniaki — kernels	plewy — chaff	
<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissler	514	646	1160 (48,82)
<i>Botrytis cinerea</i> Pers.	16	-	16 (0,67)
<i>Epicoccum nigrum</i> Link	142	200	342 (14,39)
<i>Fusarium culmorum</i> (W. G. Sm.) Sacc.	146	228	374 (15,74)
<i>Fusarium oxysporum</i> Schl.	14	8	22 (0,93)
<i>Fusarium poae</i> (Peck) Wpplenw.	260	112	372 (15,66)
<i>Fusarium sporotrichioides</i> Sherb.	76	-	76 (3,20)
Formy niezarodnikujące	8	6	14 (0,59)
Razem	1176	1200	2376 (100)
Total			

Sztuczne zakażenie wiech szczepem *F. sporotrichioides* nr 88 było skuteczne i wiechy wykazywały objawy przedwczesnego zbielenia kłosek. Ziarniaki pochodzące z wiech inokulowanych były drobne, lekkie i miękkie. Pozyskane w tym czasie ziarniaki z wiech kontrolnych były normalnie zabarwione i wykształcone. Sztuczne zakażenie wiech przez *F. sporotrichioides* wpłynęło istotnie na obniżenie liczby ziarniaków w wiesze w porównaniu do kontroli u 10 odmian owsa, wyjątek stanowiły odmiany Arden i Flamingsgold (tab. 2). Istotne różnice w plonie ziarna zanotowano u 8 analizowanych genotypów owsa (tab. 2), natomiast istotną obniżkę masy 1000 ziaren w porównaniu do kontroli u 4 odmian owsa: Berdysz, Contender, Flamingsgold i Gniady (tab. 2).

Przeprowadzone badania wykazały, że procentowy ubytek liczby ziarniaków w wiesze w wyniku sztucznego zakażenia przez *F. sporotrichioides* wynosił od 0,5% (Arden) do 75,1% (Contender) (tab. 2). W przypadku odmiany Arden nie zanotowano ubytku plonu ziarna w wyniku inokulacji wiech przez badany gatunek grzyba, zaś u pozostałych odmian redukcja plonu ziarna wynosiła od 24,0% (Komfort) do 79,5% (Contender) (tab. 2). Natomiast obniżka masy 1000 ziaren w porównaniu do kontroli, kształtowała się na poziomie od 0,1% (Arden) do 22,6% (Flamingsgold) (tab. 2).

W okolicach Strzelec okres wegetacji 2013 charakteryzował się temperaturą wyższą w porównaniu ze średnią wieloletnią w kwietniu, czerwcu, lipcu i sierpniu od +0,1°C do +2,4°C. W maju 2013 roku temperatura powietrza była równa średniej wieloletniej, zaś w marcu tego roku była mniejsza od średniej wieloletniej o 6,5°C (tab. 3).

Tabela 2

Wpływ sztucznego zakażenia wiech owsa przez *Fusarium sporotrichioides* na liczbę ziarniaków w wiesze, plon ziarna z 10 wiech, masę 1000 ziaren
Effect of inoculation of oat panicles with *Fusarium sporotrichioides* on the number of kernels per panicle, grain yield per 10 panicles and 1000 grain weight

Genotypy owsa Oat genotypes	Średnia liczba ziarniaków w wiesze Average number of kernels per panicle		% kontroli % of the control	Średni plon ziarna z 10 wiech Average kernels yield per 10 panicles (g)		% kontroli % of the control	Średnia masa 1000 ziaren Average 1000 kernels weight (g)		% kontroli % of the control
	<i>F.</i>	kontrola		<i>F.</i>	kontrola		<i>F.</i>	kontrola	
	<i>sporotrichioides</i>	kontrola	<i>sporotrichioides</i>	kontrola	<i>sporotrichioides</i>	kontrola			
Arden	42,28	42,48	0,5	13,92	13,92	0,0	30,00	30,03	0,1
Berdysz	31,18*	69,25	55,0	8,47*	23,32	63,7	27,00*	33,68	19,8
Bingo	38,90*	59,10	34,2	12,42*	20,38	39,1	31,93	34,48	2,9
Breton	42,23*	66,10	36,1	13,01*	22,50	42,3	30,81	34,13	9,7
Contender	18,40*	73,83	75,1	5,64*	27,49	79,5	30,65*	37,24	17,7
Flamingsgold	48,58	54,83	11,4	16,35	23,83	31,4	33,66*	43,47	22,6
Furman	36,85*	67,43	45,4	10,32*	19,77	47,8	28,00	29,32	4,5
Gniady	15,00*	53,30	71,9	3,88*	16,40	76,3	25,87*	30,77	15,9
Komfort	38,75*	50,70	23,6	13,83	18,18	24,0	35,69	35,86	0,5
Maczo	30,48*	50,63	39,8	8,90	11,79	24,5	26,20	27,29	4,0
Nagus	32,03*	52,80	39,4	7,74*	13,16	41,2	24,17	24,92	3,0
Rajtar	32,08*	95,70	66,5	11,61*	33,72	65,6	36,20	36,75	1,5
Średnia Mean	33,89	61,34	41,6	10,51	20,24	44,6	30,02	33,16	8,5

*średnie różnią się istotnie w porównaniu do kontroli przy $P \leq 0,05$

*compared to the control, the means differ significantly at $P \leq 0.05$

Procent normy opadów w 2013 roku był większy w porównaniu ze średnią wieloletnią w marcu, maju i czerwcu odpowiednio o: 20%, 90,9% i 85,7%. Natomiast w kwietniu, lipcu i sierpniu opady były mniejsze od średniej wieloletniej i wynosiły odpowiednio: 90%, 56,12% i 71,43% normy (tab. 3).

Tabela 3

Warunki pogodowe w Strzelcach w roku 2013
Weather conditions in Strzelce in the year 2013

Miesiąc Month	Średnie wieloletnie dla lat 1971–2000 Long term mean for 1971–2000		Odchylenia temperatury powietrza Air temperature deviation	Procent normy opadów Percentage of long term mean precipitation
	temperatura powietrza air temperature (°C)	opady precipitation (mm)		
III	3,5	35,0	-6,5	120,0
IV	7,2	40,0	+0,1	90,0
V	14,0	55,0	0,0	190,9
VI	16,0	70,0	+1,0	185,7
VII	17,6	98,0	+2,4	56,12
VIII	17,0	70,0	+1,5	71,43

DYSKUSJA

Wyniki badań przeprowadzonych w 2013 roku wykazują, że fuzarioza wiech owsa w centralnej Polsce na polach Hodowli Roślin Strzelce wystąpiła na każdej analizowanej

odmianie, przy czym udział porażonych wiech nie przekroczył 2,0%. W tych samych warunkach uprawy wykazano podobną częstotliwość w porażaniu przez grzyby z rodzaju *Fusarium* wiech owsa w 2006 roku, natomiast większy odsetek do 9% porażonych wiech owsa notowano w 2007 roku (Kiecana i in., 2012) oraz w latach 1996-1999 w uprawach owsa na Lubelszczyźnie (Mielniczuk, 2001).

Wyniki potwierdziły dotychczasowe krajowe doniesienia, że fuzariozę wiech owsa, podobnie jak i innych zbóż powodują *Fusarium culmorum* i *F. poae* (Kiecana, 1994; Mielniczuk, 2001; Wiśniewska i in., 2004; Wiśniewska, 2005; Kiecana i in., 2012). Te ustalenia są również zgodne z wynikami badaczy europejskich (Langseth i in., 1995; Parry i in., 1995; Bottalico i Perrone, 2002; Tekle i in., 2012), z Ameryki Północnej (Tekauz i in., 2004; Desjardins, 2006), Ameryki Południowej (Martinelli i in., 2014).

Udział poszczególnych gatunków z rodzaju *Fusarium* determinują warunki pogody. Według Kiecany (1994) ciepła pogoda z przelotnymi opadami deszczu jest szczególnie korzystna dla porażenia kłosów przez *Fusarium culmorum*. W przypadku prowadzonych badań takie warunki pogodowe wystąpiły w maju i czerwcu i nimi należy wyjaśnić największy udział wymienionego gatunku w porażaniu wiech owsa w tym sezonie wegetacji. W różnych warunkach uprawy *Fusarium culmorum* jest uznany za częstą przyczynę fuzariozy kłosów zbóż uprawianych w Europie (Parry i in., 1995; Goliński i in., 2002; Korbas i Ławecki, 2003; Vanco i in., 2007; Klix i in., 2008; Chełkowski i in., 2010; Kiecana i Mielniczuk, 2010; Yli-Mattila, 2010; Góral i in., 2012). W Polsce ustalono, że *Fusarium culmorum* ma ponadto znaczny udział w porażaniu korzeni i podstawy źdźbła owsa (Truszkowska i in., 1988; Kiecana i Mielniczuk, 2001; Kiecana i in., 2003; 2008).

Gatunkiem często izolowanym z wiech analizowanych odmian owsa okazał się *Fusarium poae*. Procentowy udział gatunku *Fusarium poae* w wywoływaniu fuzariozy kłosów i wiech oraz kolb kukurydzy ulega zmianie w zależności od warunków pogodowych (Mielniczuk, 2001; Arseniuk i Góral, 2005; Logrieco i in., 2003; Kiecana i Mielniczuk, 2010; Kiecana i in., 2012). *Fusarium poae* zwykle występuje w rejonach chłodniejszych (Doohan i in., 2003). Według doniesień z literatury wiadomo, że gatunek ten może także porażać kłosa zbóż uprawianych w rejonach o gorącym i suchym klimacie (Xu i in., 2008). Według Parrego i współautorów (1995) optymalną temperaturą dla infekcji kłosów przez *F. poae* jest 25°C, chociaż do zakażenia może dochodzić już w temperaturze 15°C i podwyższonej wilgotności. W przypadku prowadzonych badań temperatura ok. 20°C w fazie kwitnienia i podwyższona wilgotność sprzyjały rozwojowi tego grzyba na wiechach.

Podobnie jak w przypadku innych zbóż, na ziarnie i plewach owsa spotykano często gatunek *Alternaria alternata* (Kiecana, 1994; Muthomi i in., 2008; Mielniczuk i in., 2010). Grzyb ten produkuje różne wtórne metabolity o działaniu zootoksycznym i fitotoksycznym, między innymi kwas tenauzonowy i tentoksynę (Thomma, 2003).

Epicoccum nigrum jest często izolowany z ziarniaków różnych zbóż, w tym owsa (Kiecana, 1994; Kurowski i Wysocka, 2009; Mielniczuk i in., 2010). Gatunek ten wykazuje działanie antagonistyczne w stosunku do grzybów rozprzestrzeniających się z materiałem siewnym, takich jak np. *Botrytis cinerea* i *Colletotrichum gloeosporioides* (Pascual i in., 2002). *Epicoccum nigrum* jest antagonistą wielu patogenów, między innymi *B. cinerea*,

Rhizoctonia solani, czy *Bipolaris sorokiniana* (Zhou i Reeleder, 1989). Obecność na ziarnie owsa gatunku polifagicznego, jakim jest *Botrytis cinerea*, była prawdopodobnie spowodowana stymulującym działaniem pyłku na kiełkowanie zarodników, co umożliwiło zakażenie wiech w fazie kwitnienia. Do takiej interpretacji upoważniają badania Pokackiej (1987) dotyczące żyta. W zainfekowanych tkankach roślin *B. cinerea* wytwarza fitotoksynę o nazwie botrydial (Deighton i in., 2001 wg Elad i in., 2007).

Do badań różnych aspektów fuzariozy kłosów i wiech dobiera się najbardziej skuteczne sposoby zakażenia (Takeda i Heta, 1989; Mielniczuk i in., 2004; Kiecana i in., 2006). W prezentowanych badaniach wiechy owsa opryskiwano zawiesiną mikrokonidiów *Fusarium sporotrichioides*, uznając ten sposób za najbardziej odpowiadający naturalnej infekcji. Uwzględniając zróżnicowaną wirulencję szczepów w obrębie populacji testowanego gatunku (Kiecana, 1994), materiał infekcyjny przygotowano ze szczepu *F. sporotrichioides* o sprawdzonej chorobotwórczości metodą Mishry i Behra (1976).

Z przeprowadzonych testów w warunkach doświadczenia polowego wynika, że zakażenie wiech przez *F. sporotrichioides* w fazie kwitnienia wpływa na zmniejszenie liczby i słabsze wykształcanie ziarniaków. Zmniejszenie plonu z obsianej powierzchni zależy od procentowego udziału drobnych ziarniaków w wieszce oraz udziału porażonych wiech w łanie. W przypadku porażenia wiech przez *F. sporotrichioides* plon ziarna z wiech z objawami fuzariozy obniżył się przeciętnie o 44,6%. Okazało się, że fuzarioza wiech owsa, powodowana przez *F. sporotrichioides* w większym stopniu wpłynęła na zmniejszenie plonu ziarna aniżeli w przypadku tej choroby powodowanej przez *F. culmorum* (Perkowski i Kiecana, 1997) oraz fuzariozy kłosów jęczmienia jarego powodowanej przez *F. sporotrichioides* (Kiecana, 1994).

WNIOSKI

1. Duże zagrożenie dla wiech owsa uprawianego w warunkach centralnej Polski stanowią gatunki *F. culmorum* i *F. poae*.
2. Ze względu na uznaną dużą szkodliwość *F. culmorum* i *F. poae* dla zbóż, należy uwzględnić te patogeny w hodowli odmian owsa przygotowywanych do uprawy w Polsce.
3. Toksynotwórczy gatunek *F. sporotrichioides* zasługuje na uwagę ze względu na występowanie na materiale siewnym owsa i zdolność do obniżania plonu ziarna.

LITERATURA

- Arseniuk E., Góral T. 2005. Mikotoksyny fuzaryjne w ziarnie zbóż i kukurydzy. / *Fusarium* mycotoxins in cereal and maize grain. Hodowla Roślin i Nasiennictwo 3: 27 — 33.
- Bottalico A., Perrone G. 2002. Toxigenic *Fusarium* species and mycotoxins associated with head blight in small-grain cereals in Europe. Eur. J. Plant Pathol. 108: 611 — 624.
- Chelkowski J., Stępień Ł., Gromadzka K., Kostecki M., Sadowski C. 2010. *Fusarium* head blight of wheat in 2009 - species frequencies and metabolites in grain. Book of abstracts. 11th European *Fusarium* seminar- *Fusarium* – Mycotoxins, Taxonomy, Pathogenicity and Host Resistance: 153 — 154.
- Doohan F. M., Brennan J., Cook B. M. 2003. Influence of climatic factors on *Fusarium* species pathogenic to cereal. Eur. J. Plant Pathol. 109: 755 — 768.

- Desjardins A. E. 2006. *Fusarium* mycotoxins, chemistry, genetics, and biology. The American Phytopathological Society St. Paul, Minnesota, U.S.A.
- Elad Y., Williamson B., Tudzynski P., Delan N. 2007. *Botrytis*: Biology, Pathology and Control. Netherlands, Springer.
- Goliński P., Kaczmarek Z., Kiecana I., Wiśniewska H., Kapturek P., Kostecki M., Chełkowski J. 2002. *Fusarium* head blight of common Polish winter wheat cultivars comparison of effects of *Fusarium avenaceum* and *Fusarium culmorum* on yield components. J. Phytopathology 150: 135 — 141.
- Góral T., Ochodzki P., Bulińska-Radomska Z. 2012. Odporność na fuzariozę kłosów powodowaną przez *Fusarium culmorum* i zawartość mikotoksyn fuzaryjnych w ziarnie gatunków zbóż jarych przeznaczonych do upraw ekologicznych. Biul. IHAR 263: 43 — 54.
- Kiecana I. 1994. Badania nad fuzariozą jęczmienia jarego (*Hordeum vulgare* L.) z uwzględnieniem podatności odmian i zawartości mikotoksyn w ziarnie. Seria Wydaw. – Rozpr. Nauk. AR Lublin 161: 1 — 49.
- Kiecana I. 2012. Szkodliwość wybranych gatunków grzybów dla zbóż z uwzględnieniem ich właściwości toksynotwórczych. Warsztaty Naukowe – Patogeny roślinne problemem rolnictwa i przetwórstwa. IUNG PIB Puławy. 21.06. 2012: 29 — 31.
- Kiecana I., Perkowski J. 1998. Zasadzenie ziarna owsa (*Avena sativa* L.) przez toksynotwórcze grzyby *Fusarium poae* (Peck) Wr. i *Fusarium sporotrichioides* Sherb. Zesz. Nauk. AR im. H. Kołłątaja. Kraków 333: 881 — 884.
- Kiecana I., Mielniczuk E. 2001. Występowanie *Fusarium culmorum* (W.G.Sm.) Sacc., *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc. oraz *Fusarium crookwellense* Burges, Nelson & Toussoun na rodach hodowlanych owsa (*Avena sativa* L.). Acta Agrobot. 54, 1: 83 — 93.
- Kiecana I., Mielniczuk E. 2010. *Fusarium* head blight of winter rye (*Secale cereale* L.). Acta Agrobot. 63, 1: 129 — 135.
- 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. Eur. J. Plant Pathol. 108: 245 — 251.
- Kiecana I., Mielniczuk E., Cegiełko M., Pszczółkowski P. 2003. Badania nad chorobami podsuszkowymi owsa (*Avena sativa* L.) z uwzględnieniem temperatury i opadów. Acta Agrobot. 56, 1-2: 95 — 107.
- Kiecana I., Mielniczuk E., Perkowski J., Goliński P. 2005. Porażenie wiech przez *Fusarium poae* (Peck) Wollenw. oraz zawartość mikotoksyn w ziarnie owsa. Acta Agrobot. 58, 2: 91 — 102.
- Kiecana I., Mielniczuk E., Cegiełko M. 2006. Badania podatności kłosów pszenicy ozimej (*Triticum aestivum* L.) na porażenie przez *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc. Acta Agrophysica 8, 3: 629 — 636.
- Kiecana I., Mielniczuk E., Cegiełko M., Szolkowska A. 2008. Grzyby porażające korzenie i podstawę źdźbła owsa (*Avena sativa* L.). Biul. IHAR 247: 73 — 79.
- Kiecana I., Cegiełko M., Mielniczuk E., Perkowski J. 2012. The occurrence of *Fusarium poae* (Peck) Wollenw. on oat (*Avena sativa* L.) panicles and its harmfulness. Acta Agrobot. 65, 4: 169 — 178.
- Klix M. B., Beyer M., Verreet J. A. 2008. Effects of cultivar, agronomic practices, geographic location, and meteorological conditions on the composition of selected *Fusarium* species on wheat heads. Can. J. Plant Pathol. 30: 46 — 57.
- Korbas M., Ławecki T. 2003. Możliwości ograniczania fuzariozy kłosów w Polsce i Unii Europejskiej. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin 43: 200 — 207.
- Kurowski T. P., Wysocka U. 2009. Fungi colonizing grain of winter spelt grown under two production systems. Phytopathologia 54: 45 — 52.
- Langseth W., Hoike 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.
- Logrieco A., Botalico A., Mule G., Moretti A., Perrone G. 2003. Epidemiology of toxigenic fungi and their associated mycotoxins for some Mediterranean crops. Eur. J. Plant Pathol. 109: 645 — 667.
- Los O., Bard S. W., Marasas W. F. O., Burgess S. A. 1994. The effect of crop rotation with wheat and oats the incidence of *Fusarium* crown rot of wheat. S. Afr. J. Plant Soil 11, 4: 170 — 177.

- Martinelli J. A., Chaves M. S., Graichen F. A. S., Federizzi L. C., Dresch L.F. 2014. Impact of *Fusarium* head blight in reducing the weight of oat grains. *J. Agric. Science* 6, 5: 188 — 198.
- Mestercházý Á. 1978. Comparative analysis of artificial inoculation methods with *Fusarium* spp. on winter wheat varieties. *Phytopathol. Z.* 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. 2004. Susceptibility of oat genotypes to *Fusarium crookwellense* Burges, Nelson, Toussoun infection and mycotoxin accumulation in kernels. *Biologia Bratislava* 59, 6: 809 — 816.
- Mielniczuk E., Kiecana I., Cegiélko M., Werwińska K. 2010. Grzyby zasiedlające materiał siewny owsa (*Avena sativa* L.). *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 556, 879 — 890.
- 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.
- Muthomi J. W., Ndung U. J., Gathumbi J. K., Mutitu F. W., Wagacha J. M. 2008. The occurrence of *Fusarium* species and mycotoxins in Kenyan wheat. *Crop Protection* 27, 98: 1215 — 1219.
- Nielsen L. K., Jensen J. D., Justesen A. F., Jørgensen L. N. 2010. Cereal species preferences of the FHB complex in Denmark. 11th European *Fusarium* Seminar “*Fusarium* – Mycotoxins, Taxonomy, Pathogenicity and Host Resistance”. 20-23 September, Radzików, Poland: 189.
- Nielsen L. K., Jensen J. D., Nielsen G. C., Jensen J. E., Spliid N. H., Thomsen I.K., Justesen A. F., Collinge D. B., Jørgensen L. N. 2011. *Fusarium* Head Blight of Cereals in Denmark: Species Complex and Related Mycotoxins. *Phytopathology* 101, 8: 960 — 969.
- Parry D. W., Jenkinson P., McLeod L. 1995. *Fusarium* ear blight (scab) in small grain cereals – a review. *Plant Pathol.* 44: 207 — 238.
- Pascual S., Melgajero P., Magan N. 2002. Water availability affects the growth, accumulation of compatible solutes and the viability of the biocontrol agent *Epicoccum nigrum*. *Mycopathologia* 156: 93 — 100.
- Perkowski J., Kiecana I. 1997. Reduction of yield and mycotoxins accumulation in oats cultivars after *Fusarium culmorum* inoculation. *Cer. Res. Comm.* 25, 3/2: 801 — 803.
- Perkowski J., Kiecana I., Kaczmarek Z. 2003. Natural occurrence and distribution of *Fusarium* toxins in contaminated barley cultivars. *European J. Plant Pathol.* 109: 331 — 339.
- Pokacka Z. 1987. Badania nad mikoflorą ziarna żyta roślin opryskiwanych i nie opryskiwanych fungicydami. *Pr. Nauk. Inst. Ochr. Rośl.* 29, 1: 93 — 108.
- Schipilova N.P., Gagkaeva T. Y. 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.
- Takeda K., Heta H. 1989. Establishing the testing method and a search for the resistant varieties to *Fusarium* head blight in barley. *Jap. J. Bread.* 39: 209 — 216.
- 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.
- Tekle S., Dill-Macky R., Skinnies H., Tronsmo A. M., Bjørnstad Á. 2012. Infection process of *Fusarium graminearum* in oats (*Avena sativa* L.). *J. Plant Pathol.* 132: 431 — 442.
- Thomma P. H. J. 2003. *Alternaria* spp.: from general saprophyte to specific parasite. *Mol. Plant Pathol.* 4, 4: 225 — 236.
- Truszkowska W., Dąbkowska I., Dorenda M., Kita W., Płaskowska E. 1988. Choroby powodowane przez grzyby, występujące w mieszance pastewnej owsa (*Avena sativa* L.) z peluszką (*Pisum arvense* L.). *Rocz. Nauk Rol. Ser. E, T.* 18, 2: 95 — 106.
- Tottman D. R. 1987. The Decimal code for the growth stages of cereals with illustrations. BCPC Publications Reprinted from *Annals of Applied Biology*. 110. Occasional Publication 4: 441 — 454.
- Vanco B., Slikova S., Sudyova V. 2007. Influence of localities and winter wheat cultivars on deoxynivalenol accumulation and disease damage by *Fusarium culmorum*. *Biologia Bratislava* 62/1: 62 — 66.
- Wiśniewska H., Perkowski J., Kaczmarek Z. 2004. Scab response and deoxynivalenol accumulation in spring wheat kernels of different geographical origins following inoculation with *Fusarium culmorum*. *J. Phytopathol.* 152: 613 — 621.

- Wiśniewska H. 2005. Fuzarioza kłosów pszenicy. Post. Nauk Rol. 4: 15 — 30.
- Wiśniewska H., Basiński T., Chełkowski J., Perkowski J. 2011. *Fusarium sporotrichioides* Sherb. toxins evaluated in cereal grain with *Trichoderma harzianum*. J. Plant Prot. Research. 51, 2: 134 — 139.
- Yli-Mattila T. 2010. Ecology and evolution of toxigenic *Fusarium* species in cereals in northern Europe and Asia. J. Plant Pathol. 92, 1: 7 — 18.
- Xu X., Nicholson P., Thomsett M. A., Simpson D., Cooke B. M., Doohan F. M., Brennan J., Monaghan S., Moretti A., Mule G., Hornok L., Beki E., Tatnell J., Ritieni A., Edwards S. G. 2008. Relationship between the fungal complex causing *Fusarium* head blight of wheat and environmental conditions. Phytopathology 98: 69 — 78.
- Zhou T., Reeleder R. D. 1989. Application of *Epicoccum purpurascens* spores to control white mold of snap bean. Plant Dis. 73: 639 — 642.
- Żuk B. 1989. Biometria stosowana. PWN, Warszawa.