

BADANIA PODATNOŚCI KŁOSÓW PSZENICY OZIMEJ
(*TRITICUM AESTIVUM* L.) NA PORAŻENIE PRZEZ
FUSARIUM AVENACEUM (FR.) SACC

Irena Kiecana, Elżbieta Mielniczuk, Małgorzata Cegiętło

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

Streszczenie. Badania przeprowadzono na poletkach doświadczalnych koło Zamościa, w latach 2001-2003, obejmowały one 9 genotypów pszenicy ozimej (Alba, Arina, Astron, Juma, Mobela, Sakwa, Tercja, Zorza i SZO – 195). W fazie kwitnienia 80 kłosów każdej odmiany i roku hodowlanego inokulowano zawiesiną konidiów *F. avenaceum* KF 203. W laboratorium wydzielano ziarniaki i określano liczbę ziarniaków w 40 kłosach (4x10), plon uzyskanego z nich ziarna oraz masę 1000 ziaren. Redukcja plonu ziarna, w wyniku sztucznego zakażenia kłosów przez badany *F. avenaceum* wynosiła od 26% (Astron) do 39% (ród hodowlany SZO – 195). Natomiast zmniejszenie MTZ wahało się od 6% (Alba, Sakwa) do 18% (ród hodowlany SZO – 195) zaś redukcja liczby ziarniaków w kłosie od 18,2 % (Tercja) do 27,7% (Mobela). Za najmniej podatną na porażenie kłosów przez *F. avenaceum* uznano odmianę Astron, w przypadku której zmniejszenie plonu wynosiło średnio, po 3 latach badań 26%, zaś do najbardziej podatnych genotypów można zaliczyć ród hodowlany SZO – 195 oraz odmiany Mobela i Juma, u których zanotowano odpowiednio 39 oraz 35 i 33 % obniżkę plonu ziarna.

Słowa kluczowe: *F. avenaceum*, fuzarioza kłosów, pszenica ozima, podatność

WSTĘP

Fuzarioza kłosów jest powszechną chorobą zbóż, w tym pszenicy uprawianych na całym świecie [2,9,12,14,21]. Szkodliwość infekcji kłosów przez grzyby z rodzaju *Fusarium* wiąże się z obniżką plonu oraz pogorszeniem jakości ziarna, głównie poprzez zanieczyszczanie go szkodliwymi dla organizmów stałocieplnych, mikotoksynami [12,13,17,18,22]. Epidemiczne występowanie fuzariozy kłosów pszenicy może być przyczyną znacznych strat ekonomicznych w uprawie tego zboża [9,10].

Fusarium avenaceum poraża kłosa i wiechy zbóż uprawianych w różnych strefach klimatycznych, gdyż wykazuje on wysoką tolerancję na temperaturę i wilgotność [4,12,14,15]. Dla pszenicy uprawianej w Polsce gatunek ten zajmował drugie miejsce po *F. culmorum* jako czynnik chorobotwórczy fuzariozy kłosów [28]. Poważną rolę w zakażeniu kłosów przez *F. avenaceum* odgrywają makrokonidia tworzące się w sporodochiach na resztkach po zbiorowych [1,25]. Ponadto gatunek ten wytwarza na dolnych międzywęzłach źdźbła stadium doskonałe *Gibberella avenacea*, którego askospory także mogą zakażać kłosa, głównie za pośrednictwem prądów powietrza [5]. W ziarnie uzyskanym z kłosów porażonych przez *F. avenaceum* mogą kumulować się znaczne ilości mikotoksyn, zwłaszcza moniliforminy (MON) [2,7,8,17], która występuje w postaci soli sodowej lub potasowej [6]. Związek ten wykazuje silne działanie fitotoksyczne powodując chlorozy i nekrozy liści oraz zaburzenia w procesach podziałów komórkowych [3,24]. Zootoksyczny charakter moniliforminy polega między innymi na wywoływaniu chorób serca i chorób nowotworowych [16]. Ponadto *F. avenaceum* odpowiedzialny jest za produkcję beauwerycyny i eniatyny- związków, które także wykazują szkodliwość w stosunku do organizmów stałocieplnych [18].

W ochronie zbóż przed fuzariozą ważną rolę odgrywa hodowla odpornościowa [20]. Mając na uwadze zróżnicowaną reakcję genotypów na porażenie przez *F. avenaceum* [7,8,11,12,14], a także częste uzyskiwanie tego gatunku z kłosów i wiech zbóż naturalnie porażonych, podjęto badania nad szkodliwością *F. avenaceum* w stosunku do wybranych genotypów pszenicy ozimej.

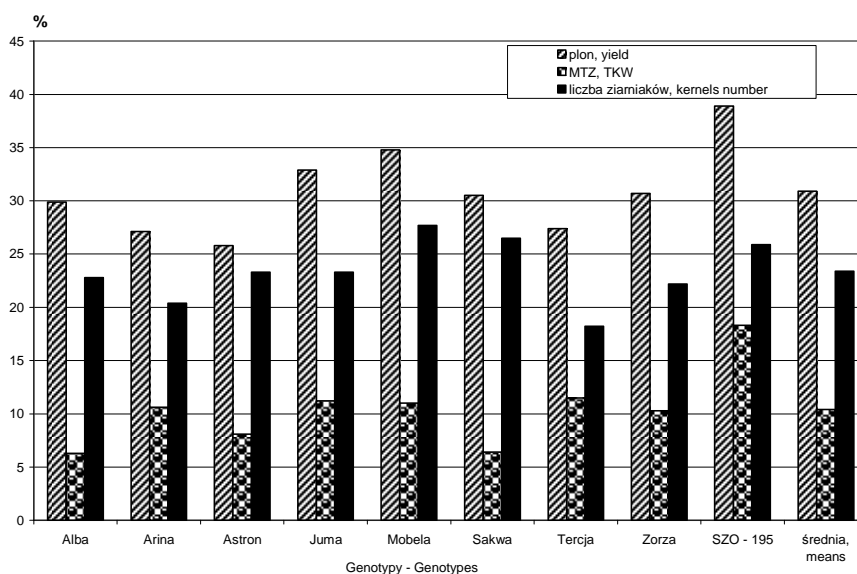
MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie polowe ze sztucznym zakażeniem kłosów 9 genotypów pszenicy ozimej (Alba, Arina, Astron, Juma, Mobela, Sakwa, Tercja, Zorza, SZO – 195) przez *F. avenaceum* przeprowadzono w latach 2001, 2002 i 2003, na polach doświadczalnych koło Zamościa, na glebie brunatnej wylugowanej, wytworzonej na utworach lessowatych. Do sztucznego zakażenia kłosów używano inokulum przygotowanego z izolatu *F. avenaceum* KF 203, uzyskanego z Instytutu Genetyki Roślin PAN w Poznaniu. Materiał infekcyjny przygotowano wg Mesterhazego [19], przy czym modyfikacją była hodowla grzyba na pożywce SNA sporządzonej na wywarze z liści pszenicy, takim sposobem jak z liści pszenżyta [11]. Sposób zakażenia w polu był taki jak w przypadku owsa [14]. Materiał infekcyjny stanowiła zawiesina konidiów *F. avenaceum* KF 203, o gęstości ok. $5 \cdot 10^5$ zarodników na 1 ml. Rośliny, których kłosa zakażano wznosiły na poletkach o powierzchni 10 m^2 . Pomiędzy poletkami znajdowały się jednometrowe pasy ochronne oraz 20 cm ścieżki. W fazie kwitnienia 80 kłosów każdej odmiany i rodu hodowlanego sztucznie zakażano, uznając za jedno powtórzenie 20 kłosów. Inoku-

lacji dokonywano przy użyciu rozpylacza ogrodniczego, stosując na jeden kłos ok. 2 ml zawiesiny infekcyjnej. Kontrolę stanowiły wiechy opryskiwane tylko sterylną wodą destylowaną. Po zbiorze kłosów, w każdym roku badań, w laboratorium wydzielano ziarniaki i określano ich liczbę w 40 kłosach (4x10), plon uzyskanego z nich ziarna oraz masę 1000 ziaren. Wyniki uzyskane z kombinacji ze sztuczną infekcją porównywano z kontrolą i następnie średnie z 3 lat badań 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 [23].

WYNIKI

W wyniku sztucznego zakażenia kłosów pszenicy ozimej przez *F. avenaceum* zaobserwowano przedwczesne bielenie wszystkich kłosek oraz nekrozę ości. Ponadto na plewach kłosek, głównie w miejscu stykania się z osadką kłosową, widoczne były pomarańczowe sporodochia badanego gatunku. Ziarniaki uzyskane z kłosów inokulowanych były szare, drobne, lekkie i o luźnej konsystencji, niektóre z nich były pokryte grzybnią oraz skupieniami zarodników konidialnych. Ziarniaki z kłosów kontrolnych były normalnie wykształcone i zabarwione.



Rys. 1. Ubytki plonu, MTZ oraz liczby ziarniaków w kłosie w wyniku sztucznego zakażenia kłosów pszenicy przez *F. avenaceum*

Fig. 1. Decreases of yield, TKW, and number of kernels per head resulting from artificial infection of wheat heads with *F. avenaceum*

Tabela 1. Wpływ inokulacji kłosów pszenicy ozimej przez *Fusarium avenaceum* na plon ziarna, MTZ oraz liczbę ziarniaków w kłosie, średnio po 3 latach badań

Table 1. Influence of winter wheat heads inoculation with *Fusarium avenaceum* on kernels yield, TKW, and number of kernels per head; means after 3 years of studies

Genotypy Genotypes	Plon ziarna – Kernels yield		MTZ – TKW		Liczba ziarniaków w kłosie Number of kernels per head	
	<i>Fusarium avenaceum</i>	Kontrola Control	<i>Fusarium avenaceum</i>	Kontrola Control	<i>Fusarium avenaceum</i>	Kontrola Control
Alba	11,22	16,23	45,92	49,07	25,43	33,58
Arina	11,79	15,49	40,88*	45,73	29,17	36,67
Astron	10,74	14,77	37,52	40,76	27,20*	35,99
Juma	10,51*	15,93	38,15	41,82	29,07*	38,07
Mobela	10,95*	17,06	38,44	43,51	28,67*	39,77
Sakwa	9,99*	15,08	38,60	41,71	26,23*	36,51
Tercja	10,23	14,63	39,59*	45,73	25,83	32,09
Zorza	12,81	19,02	43,09	45,07	30,40*	39,53
SZO – 195	10,77*	18,26	38,24*	46,98	28,63*	39,40

* Średnie różnią się istotnie w porównaniu z kontrolą przy $p < 0,05$

* Means differ significantly with the control at $p < 0.05$.

Analizując średnią po 3 latach badań, liczbę ziarniaków w kłosie, istotne różnice w porównaniu do kontroli, w wyniku sztucznego zakażenia kłosów przez *F. avenaceum*, zanotowano w przypadku 6 badanych genotypów (Astron, Juma, Mobela, Sakwa, Zorza i SZO-195) (tab. 1). Ubytek liczby ziarniaków w kłosie wynosił od 18,2% (Tercja) do 27,7% (Mobela) – rysunek 1.

Na podstawie średniej z 3 lat badań stwierdzono, że sztuczne zakażenie kłosów przez *F. avenaceum* wpłynęło istotnie na obniżkę plonu ziarna u 4 genotypów – Juma, Mobela, Sakwa i SZO – 195 (tab. 1). Procentowy ubytek plonu ziarna w przypadku tych genotypów wahał się od 33 (Juma) do 39 (SZO – 195). Najniższą obniżkę plonu w wyniku inokulacji kłosów przez *F. avenaceum* zanotowano u odmiany Astron – 26%. Średni ubytek plonu ziarna dla wszystkich analizowanych genotypów wynosił 31% (rys. 1).

Analiza statystyczna MTZ wykazała istotne różnice w porównaniu do kontroli w przypadku odmian Arina i Tercja oraz rodu hodowlanego SZO – 195 (tab. 1). Procentowa obniżka MTZ dla wszystkich badanych genotypów wahała się od 6 w przypadku odmiany Alba do 18,3 w przypadku rodu hodowlanego SZO 195. Średnie obniżenie MTZ dla wszystkich odmian i rodu hodowlanego wynosiło, po 3 latach badań, 10,5% (rys. 1).

DYSKUSJA

Do określania podatności zbóż na fuzariozę kłosów stosuje się różne sposoby zakażenia [21,26,27]. Wzorując się na badaniach prowadzonych przez Mesterhazego [19] i Kiecanę [11] kłosy opryskiwano zawiesiną konidiów testowanego szczepu *F. avenaceum*, uznając ten sposób inokulacji za najbardziej odpowiadający naturalnej infekcji. Sztuczne zakażenie kłosów przy użyciu wybranej metody okazało się skuteczne. Zarówno kłosy inokulowane, jak i uzyskane z nich ziarniaki wykazywały typowe dla fuzariozy objawy chorobowe oraz oznaki etiologiczne [12,14]. Z przeprowadzonych badań wynika, że zakażenie kłosów przez *F. avenaceum* w fazie kwitnienia wpływa na zmniejszenie liczby i zahamowanie rozwoju zakażonych ziarniaków. Od procentowego udziału takiego ziarna w puli nasiennej zależy zmniejszenie plonu. W analizowanych warunkach, w wyniku porażenia kłosów pszenicy przez *F. avenaceum*, plon ziarna obniżył się średnio o 31%, czyli w podobny sposób jak we wcześniejszych badaniach fuzariozy kłosów tego zboża [7,8,13] oraz fuzariozy wiech owsa [14]. Natomiast w badaniach podatności kłosów jęczmienia jarego na porażenie przez *F. avenaceum* grzyb ten w większym stopniu obniżył plon ziarna [12].

Genotypy różnych gatunków zbóż wykazują zróżnicowaną podatność na porażenie kłosów i wiech przez grzyby z rodzaju *Fusarium*, w tym *F. avenaceum* [7,8,12,14,21]. Według Mesterhazego [20] można wyróżnić pięć różnych typów

aktywnej odporności pszenicy na fuzariozę kłosów, a ponadto mechanizmy odporności pasywnej związane między innymi z fazą wzrostu rośliny.

Przyjmując za kryterium oceny: plon ziarna, masę 1000 ziaren oraz liczbę ziarniaków w kłosie, za najbardziej podatne na porażenie kłosów pszenicy przez *F. avenaceum* uznano odmiany Juma, Mobela i Sakwa oraz ród hodowlany SZO – 195, zaś najmniej podatną była odmiana Astron.

PIŚMIENNICTWO

1. **Booth C.:** The genus *Fusarium*. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England, 1971.
2. **Chełkowski J., Kaptur P., Tomkowiak M., Kostecki M., Golinski P., Ponitka A., Ślusarkiewicz-Jarzina A., Bocianowski J.:** Moniliformin Accumulation in Kernels of Triticale Accessions Inoculated with *Fusarium avenaceum*, in Poland. J. Phytopathology, 148, 433-439, 2000.
3. **Cole J.R., Kirksey J.W., Cuter H.G., Dupnik B.L., Peckham J.C.:** Toxin from *Fusarium moniliforme*: Effects on Plants and Animals. Science, 179, 1324-1326, 1973.
4. **Duben J., Fehrman H.:** Vorkommen und Pathogenität von *Fusarium* Arten an Winterweizen in der Bundesrepublik Deutschland. I. Artenspektrum und jahreszeitliche Sukzession an der Halmbasis. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, 86, 1, 1-12, 1979.
5. **Gjaerum H.B., Tjamos E.C., Viranyi E.:** European hand book of plant diseases. Ed. Smith I. M., Blackwell Sci. Publ. Oxford, London, Edynburg, Boston, Palo Alto, Melbourne, 1988.
6. **Goliński P., Kostecki M., Lasocka I., Wiśniewska H., Chełkowski J., Kaczmarek Z.:** Moniliformin accumulation and other effects of *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc. on kernels of winter wheat cultivars. Journal of Phytopathology, 144, 495-499, 1996
7. **Goliński P., Kiecana I., Kaczmarek Z., Kostecki M., Kaptur P., Wiśniewska H., Chełkowski J.:** Scab response of selected winter wheat cultivars after inoculation with *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc. J. Phytopathology, 147, 717-723, 1999.
8. **Goliński P., Kaczmarek Z., Kiecana I., Wiśniewska H., Kaptur P., Kostecka M., Chełkowski J.:** 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, 2002.
9. **Inch S.A., Gilbert J.:** Survival of *Gibberella zeae* in *Fusarium*-Damaged Wheat Kernels. Plant Disease, 87, 3, 282-287, 2003.
10. **Johnson D.D., Flaskerud G.K., Taylor R.D., Satyanarayana V.:** Quantifying Economic Impacts of Fusarium Head Blight in Wheat. In: Leonard K. J., Bushnell W. R.: Fusarium Head Blight of Wheat and Barley. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA, 461-483, 2003
11. **Kiecana I.:** Badania podatności kłosów pszenżyta na porażenie przez *Fusarium* spp. Roczn. Nauk Roln. Ser. E, 18, 2, 17-41, 1988.
12. **Kiecana I.:** Badania nad fuzariozą kłosów jęczmienia jarego (*Hordeum vulgare* L.) z uwzględnieniem podatności odmian i zawartości mikotoksyn w ziarnie. Seria Wydaw. – Rozprawy Naukowe, AR, Lublin, 161, 1-49, 1994.
13. **Kiecana I., Wojciechowski S., Chełkowski J.:** Reaction of Winter Wheat Cultivars to *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc. and *Fusarium culmorum* (W. G. Sm.) under Different Localities. Polish Agricultural Annual, Ser. E, 26, 1-2, 61-65, 1997.

14. **Kiecana I., Mielniczuk E., Kaczmarek Z., Kostecki M., Goliński P.:** Scab Response and Moniliformin Accumulation in Kernels of Oat Genotypes Inoculated with *Fusarium avenaceum* in Poland. *Europ. J. Plant Pathol.* 108, 245 – 251, 2002.
15. **Kiecana I., Mielniczuk E., Cegiełko M., Pszczółkowski P.:** Badania nad chorobami podsuszkowymi owsa (*Avena sativa* L.) z uwzględnieniem temperatury i opadów. *Acta Agrobotanica*, 56, 1-2, 95-107, 2003.
16. **Kriek N.P.J., Marasas W.F.O., Steyn P.S., Rensburg S.J., van Styen M.:** Toxicity of a moniliformin – producing strain of *F. moniliforme* var. *subglutinans* isolated from maize. *Food and Cosmetic Toxicology*, 15, 579-585, 1977.
17. **Lemmens M., Krska R., Buerstmayr H., Josephs R., Schumacher R., Grausgruber H., Ruckebauer P.:** Fusarium head blight reactions and accumulation of deoxynivalenol, moniliformin and zearalenone in wheat grains. *Cereal Research Communications*, 31, 3-4, 407-411, 2003.
18. **Logrieco A., Rizzo A., Ferracane R., Ritiene A.:** Occurrence of Beauvericin and Enniatins in Wheat Affected by *Fusarium avenaceum* Head Blight. *Applied and Environmental Microbiology*, 68, 1, 82-85, 2002.
19. **Mesterhazy A.:** Comparative analysis of artificial inoculation methods with *Fusarium* spp. on winter wheat varieties. *Phytopathol. Z.* 93,1, 12-25, 1978.
20. **Mesterhazy A.:** Breeding Wheat for Fusarium Head Blight Resistance in Europe. In: Leonard K. J., Bushnell W. R.: *Fusarium Head Blight of Wheat and Barley*. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA, 211-240, 2003.
21. **Miedaner T., Moldvan M., Ittu M.:** Comparison of Spray and Point Inoculation To Assess Resistance to Fusarium Head Blight in a Multienvironment Wheat Trial. *Phytopathology*, 93, 1068-1072, 2003.
22. **Mirocha C.J., Yu Hui, Evans C.K. Kolaczowski E.K., Dillmacky R.:** Chemistry and physiology of deoxynivalenol in pathogenesis. *Cereal Research Communication*, 25, 3/1, 309-313, 1997.
23. **Oktaba W.:** *Metody statystyki matematycznej w doświadczałnictwie*. PWN, Warszawa, 1972.
24. **Packa D.:** Cytogenetic effects of *Fusarium* mycotoxins on tip cells of rye (*Secale cereale* L.), wheat (*Triticum aestivum* L.) and field bean (*Vicia faba* L. var. *minor*). *J. Appl. Genet.*, 38 (3), 259-272, 1997.
25. **Parry D.W., Jenkinson P., Mc Leoad L.:** *Fusarium* ear blight (scab) in small grain cereals – a review. *Plant Pathol.* 44, 207-238, 1995.
26. **Stack R.W., McMullen M. P. :** Head blighting potentiation of *Fusarium* species associated with spring wheat heads. *Can. J. Plant Pathol.*, 7, 79-82, 1985.
27. **Takeda K., Heta H.:** Establishing the testing method and a search for the resistant varieties to *Fusarium* head blight in barley. *Jap. J. Breed.* 39, 203-216, 1989.
28. **Wakuliński W., Chelkowski J.:** *Fusarium* species transmitted with seed of wheat, rye, barley, oats and triticale. *Hod. Rośl. Aklim.*, 4, 131-136, 1993.

INVESTIGATIONS OF WINTER WHEAT (*TRITICUM AESTIVUM* L.)
HEADS SUSCEPTIBILITY TO INFECTION WITH
FUSARIUM AVENACEUM (FR.) SACC

Irena Kiecana, Elżbieta Mielniczuk, Małgorzata Cegiełko

Department of Phytopathology, Agricultural University
ul. Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin
e-mail: elzbieta.mielniczuk@ar.lublin.pl

Abstract. The investigations were carried out on experimental plots in the Zamość region, during 2001-2003. They involved winter wheat genotypes: Alba, Arina, Astron, Juma, Mobela, Sakwa, Tercja, Zorza and SZO – 195. During the flowering phase, 80 heads of each cultivar and the line were inoculated with conidial suspension of *F. avenaceum* KF 203. In the laboratory, kernels were detached and the number of kernels in 40 heads (4 x 10), kernels yield, and 1000 kernels weight were calculated. Kernels yield reduction compared to the control, resulting from artificial infection of winter wheat heads with *F. avenaceum*, oscillated from 26% (Astron) to 39% (SZO – 195). However, reduction of TKW was from 6% (Alba) to 18% (SZO – 195), and the reduction of kernels number per head from 18.2% (Tercja) to 27.7% (Mobela). The cultivar Astron, in the case of which the mean kernels yield reduction after 3 years of investigations amounted to 26%, was recognized as the least susceptible to infection with *F. avenaceum*. The most susceptible genotypes were line SZO – 195 and cultivars Mobela and Juma, in the case of which kernels yield reduction amounted to 39% and 35% and 33%, respectively.

Key words: *F. avenaceum*, fusarium head blight, winter wheat, susceptibility