

Monitoring of *Fusarium* spores in an air as a support tool in protection of wheat against Fusarium ear blight

Monitorowanie występowania w powietrzu zarodników grzybów rodzaju *Fusarium* jako narzędzie wspierające ochronę pszenicy przed fuzariozą kłosów

Joanna Kaczmarek¹, Andrzej Brachaczek², Małgorzata Jędrzycka¹

Summary

The yield of winter wheat is on average the half of its genetic potential, what is mainly caused by plant pathogenic fungi. The fungi of the genus *Fusarium* are regarded as one of the most damaging, due to their high incidence and severity of infections they cause. The aim of this work was to optimize the protection of winter wheat against Fusarium ear blight, based on the presence and quantity of *Fusarium* spp. spores in air samples and the analysis of the effect of different fungicide programmes on yield and quality of collected wheat kernels. The field experiments were done over two vegetative seasons (2009/2010 and 2010/2011) in Radostowo (Pomerania). The analysis of the concentration of *Fusarium* spp. spores in air samples was done using the volumetric method, with the use of Hirst type spore samplers. The spores of *Fusarium* spp. were found in air samples and their concentration differed between days of study. Plant protection treatments significantly affected the infection of plants with Fusarium ear blight as well as the amount and quality of seed yield. This diversity allows wheat producers to find optimal protection programmes and plant treatment dates, based on the presence and concentration of the spores of *Fusarium* spp. in air samples.

Key words: decision support system, Fusarium head blight, *Fusarium* spp., monitoring, volumetric method, winter wheat

Streszczenie

Uzyskiwane plony pszenicy ozimej osiągają średnio połowę potencjału genetycznego, a jedną z głównych przyczyn tego zjawiska są choroby powodowane przez patogeniczne grzyby. Pod względem liczebnym oraz z uwagi na wysoką szkodliwość za szczególnie groźne uważane są patogeny należące do rodzaju *Fusarium*. Celem pracy była optymalizacja zwalczania fuzariozy kłosów poprzez określenie stężenia zarodników grzybów rodzaju *Fusarium* w powietrzu oraz analizę skuteczności ochrony pszenicy przed fuzariozą kłosów po zastosowaniu różnych programów ochrony z wykorzystaniem fungicydów. Badania polowe prowadzono przez dwa sezony wegetacyjne (2009/2010 i 2010/2011) w Radostowie (województwo pomorskie). Analizę stężenia zarodników grzybów rodzaju *Fusarium* w powietrzu przeprowadzono metodą wolumetryczną przy zastosowaniu pułapki typu Hirsta. W obu badanych sezonach stwierdzono w powietrzu zarodniki grzybów rodzaju *Fusarium*, a ich stężenie w poszczególnych dniach było zróżnicowane. W zależności od zastosowanego wariantu ochrony w badanym materiale roślinnym występowały różnice w wielkości porażenia przez grzyby rodzaju *Fusarium* oraz w wysokości i jakości plonu. Dzięki tej zmienności producenci pszenicy mogą wybrać odpowiednie programy ochrony i terminy wykonania zabiegów, uwzględniając obecność i stężenie zarodników rodzaju *Fusarium*.

Słowa kluczowe: system wspomagania decyzji, fuzarioza kłosów, *Fusarium* spp., monitorowanie, metoda wolumetryczna, pszenica ozima

¹ Instytut Genetyki Roślin Polskiej Akademii Nauk
Strzeszyńska 34, 60-479 Poznań
jkac@igr.poznan.pl; mjed@igr.poznan.pl

² DuPont Poland Sp. z o.o.
Postępu 17b, 02-676 Warszawa
andrzej.brachaczek@pol.dupont.com

Wstęp / Introduction

Pszenica ozima jest najważniejszą rośliną zbożową w Polsce, a jej powierzchnia zasiewu i produkcja mają stałą tendencję wzrostową. Zwiększający się areal uprawy, uproszczenia w agrotechnice, nieodpowiedni płodozmian, a także zachodzące zmiany klimatu, przyczyniają się do nasilenia chorób tych upraw, w tym szczególnie powodowanych przez grzyby. Wielu autorów podkreśla, że straty powodowane przez patogeny są znaczne i mogą wynosić od 10 do 50%, a w latach epidemii nawet więcej (Jaczewska-Kalicka 2000, 2002). Wśród patogenów pszenicy duże znaczenie odgrywiają grzyby rodzaju *Fusarium*. Do głównych sprawców fuzariozy kłosów należą gatunki: *F. culmorum*, *F. avenaceum*, *F. graminearum* i *F. poae*. Z porażonych kłosów pszenicy w Polsce izoluje się także gatunki: *F. tricinctum*, *F. verticillioides*, *F. subglutinans*, *F. crookwalsense* i *F. sporotrichioides*, lecz w kłosach pszenicy pojawiają się one zdecydowanie rzadziej.

Porażenie kłosów zbóż przez grzyby rodzaju *Fusarium* prowadzi często do ilościowych i jakościowych strat w plonie ziarna. Oprócz obniżenia masy ziarniaków, osłabienia ich zdolności kiełkowania z powodu porażenia przez patogeny, następuje często skażenie ziarna metabolitami wtórnymi grzybów tzw. mikotoksynami, wykazującymi działanie toksyczne dla ludzi, zwierząt oraz roślin (Chełkowski 1998; Korbas i Ławecki 2003; Korbas i Horoszkiewicz-Janka 2007). Toksyny te tworzą się w czasie występowania patogenu w roślinach. Z tego właśnie powodu szczególnie ważne jest zwalczanie grzybów w porę, zanim zasiedlą roślinę i wytworzą toksyczne substancje. Monitorowanie zarodników tworzonych przez grzyby rodzaju *Fusarium* pozwala na ustalenie terminu i stężenia inokulum pierwotnego w powietrzu w różnych okresach rozwoju pszenicy.

Celem badań była ocena możliwości wykorzystania pułapek na zarodniki dla określania zagrożenia zdrowotności roślin zbożowych przez grzyby rodzaju *Fusarium* w Polsce oraz analiza skuteczności ochrony pszenicy przed fuzariozą kłosów po zastosowaniu różnych programów ochrony fungicydowej.

Materiały i metody / Materials and methods

Badania wykonano w sezonach 2009/2010 oraz 2010/2011 w Zakładzie Doświadczalnym Oceny Odmian w Radostowie (N 53°59'27,0"; E 18°43'50,5"), w województwie pomorskim.

Oznaczenie zmian w dobowym stężeniu askospor patogenicznych grzybów *Fusarium* spp. w powietrzu prowadzono metodą wolumetryczną (objętościową) z wykorzystaniem chwytnicy zarodników działającej na podstawie prototypu Hirsta (Burkard Manufacturing Ltd., Wielka Brytania) w okresie od 1 maja do 10 lipca. Pułapkę ustawiono na wysokości gruntu. Konstrukcja aparatu umożliwiała zasysanie 10 litrów powietrza na minutę (14,4 m³/dzień) poprzez wlot o wymiarach 2 × 14 mm znajdujący się około 1 metra nad poziomem gruntu. Wewnątrz aparatu umieszczono bęben, który dzięki mechaniz-

mowi zegarowemu poruszał się z prędkością 2 mm/h. Co tydzień na bębnie montowano taśmę celofanową typu Melinex, którą pokrywano warstwą lepiku opartego na bazie wazeliny i heksanu. Taśmę zmieniano o stałą porzę w cyklu siedmiodniowym. Oznaczenia liczby askospor grzybów *Fusarium* spp. wykonano za pomocą mikroskopu świetlnego przy powiększeniu 200× (Zeiss Axiostar, Niemcy). Do wyznaczenia stężenia tych zarodników w 1 m³ powietrza zastosowano metodę przeliczania opisaną przez Lacey i Westa (2006).

W doświadczeniu polowym zabiegi wykonywano w terminach: T0 (BBCH 19–25), T1 (BBCH 31–32), T2 (BBCH 41) oraz T3 (BBCH 59) w następujących kombinacjach: T1 – zabieg środkiem Wirtuoz 520 EC 1,2 l/ha (prochloraz 320 g + tebukonazol 160 g + proquinazid 40 g), T1 + T2 – Wirtuoz 520 EC 1,2 l/ha + Reveller 280 SC 1,0 l/ha (pikoksystrobina 200 g + cyprokonazol 80 g), T1 + T2 + T3 – Wirtuoz 520 EC 1,2 l/ha + Reveller 280 SC 0,8 l/ha + chlorotalonil 500 SC 1 l/ha oraz T0 + T1 + T2 – Cerelux Plus 535 EC 0,8 l/ha (flusilazol 160 g + fenpropimorf 375 g) + Wirtuoz 520 EC 1,2 l/ha + Reveller 280 SC 1,0 l/ha. Zabieg w terminie T0 wykonano 3 grudnia 2009 roku i 29 listopada 2010, w T1 – 17 maja 2010 roku i 11 maja 2011 roku, w T2 – 4 czerwca 2010 roku i 1 czerwca 2011, natomiast w T3 – 17 czerwca 2010 roku i 14 czerwca 2011 roku. Doświadczenia prowadzono na pszenicy ozimej odmiana Bogatka (Danko Hodowla Roślin), której kłosa są podatne na grzyby rodzaju *Fusarium*. Doświadczenie założono w układzie bloków losowanych kompletnie zrandomizowanych w trzech powtórzeniach, na poletkach o powierzchni 15 m² każde. Skuteczność stosowanych kombinacji zabiegów chemicznych określano w fazie dojrzałości młecznej według skali 0–5, w której 0 – oznaczało kłosa bez objawów chorobowych, a 5 – objawy obejmujące ponad 50% powierzchni kłosa. Oceniono po 150 kłosów w każdym wariantcie doświadczalnym. Oznaczono także wielkość plonu oraz zawartość w nim białka i glutenu.

Przy pomocy programu statystycznego GenStat Release 12.1 (Payne i wsp. 2007) wykonano analizę wariancji dla doświadczeń jednoczynnikowych. W przypadku braku różnic między rozpatrywanymi wariantami, nie przeprowadzono kolejnych testów statystycznych. Szczegółowe wyniki statystycznie istotnych różnic pomiędzy obiektami badawczymi potwierdzano testem Tukeya. Wyniki uznawano za statystycznie istotne, jeśli różnice występowały na poziomie istotności $\alpha \leq 0,05$.

Wyniki i dyskusja / Results and discussion

Prowadzone badania wykazały powszechną obecność zarodników *Fusarium* w powietrzu. Na taśmach z pułapki Burkarda obserwowano liczne zarodniki *Fusarium* spp., w tym głównie gatunku *F. culmorum*. Liczebność zarodników rodzaju *Fusarium* i poszczególnych gatunków różniła się w czasie, zarówno pod względem terminu, jak i pory dnia. Najwcześniej zarodniki grzybów rodzaju *Fusarium* stwierdzono w próbach powietrza uzyskanych 6 maja 2011 roku, natomiast w 2010 roku pierwsze zarodniki obserwowano dziewięć dni później. W 2010 roku zarodniki *Fusarium* spp. były obecne w powietrzu

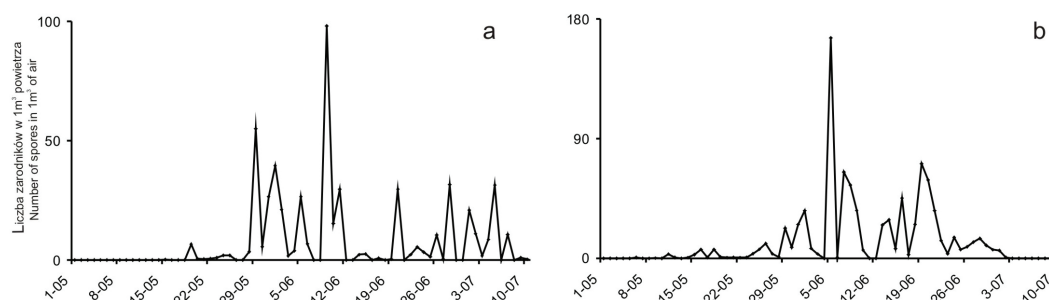
przez 41 dni, co oznacza, iż wykrywano je w powietrzu przez 58% okresu czasu objętego monitoringiem. W 2011 roku obecność zarodników grzybów rodzaju *Fusarium* trwała aż 51 dni, a zatem przez 72% długości okresu badawczego. Od 1 maja do 10 lipca 2010 roku w każdym metrze sześciennym badanych prób powietrza zgromadziły się 523 zarodniki. Najwyższe stężenie konidiów stwierdzono 9 czerwca i wynosiło ono 98 zarodników w 1 m³. W 2011 roku łączna liczba zarodników zgromadzonych w 1 m³ była wyższa i wynosiła 879 spor. Maksymalne stężenie konidiów odnotowano 5 czerwca i wynosiło ono 166 zarodników w 1 m³ powietrza (rys. 1). W obu latach maksymalne stężenie zarodników rodzaju *Fusarium* przypadało na koniec pierwszej dekady czerwca, czyli na okres kwitnienia pszenicy, a więc na czas najbardziej sprzyjający zakażeniu roślin przez te patogeny (Sadowski i wsp. 2009).

Doświadczenie prowadzono w Radostowie, w województwie pomorskim, ponieważ warunki meteorologiczne i przedłużający się w tym regionie okres przedziwny sprzyjają porażeniu kłosów przez grzyby rodzaju *Fusarium*. Zastosowane programy przewidywały ochronę pszenicy przed głównymi patogenami grzybowymi: *Blumeria graminis*, *Puccinia graminis*, *Pseudocercospora herpotrichoides*, *Septoria nodorum*, *Septoria tritici*, nie stosowano ich tylko w celu zwalczania grzybów rodzaju *Fusarium* spp. Wszystkie warianty przyczyniały się do wzrostu zdrowotności roślin i powodowały zmniejszenie nasilenia fuzariozy kłosów. W 2010 roku w wariacie

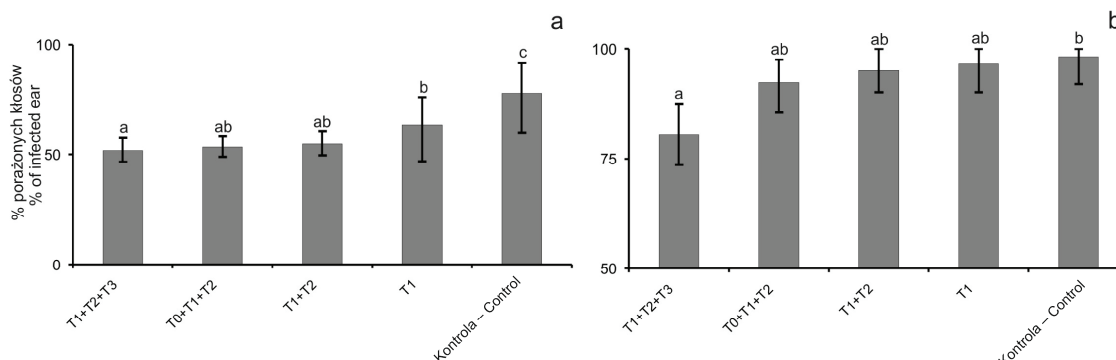
kontrolnym, w którym nie zastosowano jakiegokolwiek ochrony z użyciem fungicydów stwierdzono średnio 78% porażonych kłosów przez grzyby rodzaju *Fusarium*. W tej samej kombinacji w 2011 roku odsetek porażonych kłosów był wyższy i stanowił aż 98%. W sezonie 2009/2010 porażenie kłosów w każdym z testowanych wariantów było istotnie niższe niż w kontroli. Rok później istotnie statystycznie mniejszy odsetek porażonych kłosów niż w 2010 roku stwierdzono w kombinacji z trzema zabiegami T1 + T2 + T3 (rys. 2). W tym sezonie nasilenie fuzariozy było zdecydowanie największe, a ponadto uzyskano niższy plon ziarna pszenicy.

W prowadzonych badaniach stosowane zabiegi fungicydowe wpływały istotnie na plon ziarna (tab. 1). W pierwszym roku badań wykonanie zabiegów w trzech terminach – T1 + T2 + T3 wpływało statystycznie istotnie na wzrost plonu w porównaniu do pozostałych kombinacji doświadczalnych. W drugim sezonie obserwowano podobną tendencję. Istotnie wyższą wielkość plonu odnotowano w obu wariantach trójzabiegowych. Ponadto plon uzyskany w każdej z kombinacji doświadczalnych różnił się istotnie statystycznie od kontroli.

W obu sezonach stwierdzono statystycznie istotnie różną zawartość białka ogółem w ziarnie. Zawartość białka w ziarnie zebranym w 2011 roku była średnio wyższa o 1,4% niż w 2010 roku. Taką samą tendencję stwierdzili Cacak-Pietrzak i wsp. (2010), wykazując zwiększenie zawartości białka w roku o małej ilości opadów i dużym nasłonecznieniu. W obu sezonach największą procentową



Rys. 1. Dynamika uwalniania zarodników grzybów *Fusarium* spp. w Radostowie (województwo pomorskie) w roku 2010 (a) i 2011 (b)
Fig. 1. Spore release profile of *Fusarium* spp. in Radostowo (Pomerania) in 2010 (a) and 2011 (b)



Rys. 2. Wpływ terminu zabiegu grzybobójczego na występowanie grzybów rodzaju *Fusarium* na kłosach pszenicy ozimej w Radostowie, w sezonach 2009/2010 (a) i 2010/2011 (b)

Fig. 2. The effect of the fungicide application time on the incidence of fungi from *Fusarium* genus on winter wheat ears in Radostowo, in the season 2009/2010 (a) and 2010/2011 (b)

Tabela 1. Plon oraz zawartość białka i glutenu w ziarnie pszenicy zebranym w Radostowie, w latach 2010 i 2011, w zależności od terminu zastosowania zabiegu fungicydowego

Table 1. Yield and the content of protein and gluten in grain of winter wheat collected, in 2010 and 2011 depending on the time of the fungicide application

Wariant Treatment	Plon – Yield [q/ha]		Białko – Protein [%]		Gluten – Gluten [%]	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
T1	97,1 a	94,3 ab	12,3 ab	13,6 a	25,0 a	27,9 bc
T1 + T2	97,4 a	96,7 bc	12,1 a	13,7 a	27,4 a	26,9 a
T0 + T1 + T2	97,4 a	98,4 c	12,6 bc	13,9 a	24,8 c	27,7 b
T1 + T2 + T3	104,1 b	98,7 c	13,5 c	14,3 b	27,4 c	28,5 c
Kontrola – Control	97,3 a	93,9 a	12,3 ab	13,6 a	25,8 b	27,3 ab

Wartości w tych samych kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie ($p \leq 0,05$)

Values in the same column followed by different letters are significantly different ($p \leq 0,05$)

zawartość białka stwierdzono w kombinacji T1 + T2 + T3, co wskazuje na wpływ zabiegu w fazie T3 na zwiększenie tego parametru. Z kolei brak oddziaływania fungicydu Amistar 250 SC na ogólną zawartość białka wykazano w doświadczeniu przeprowadzonym przez Catedra-Ceron i Solis-Martel (2003), Wang i wsp. (2004) oraz Sułek i wsp. (2007). Wariant T1 + T2 + T3 charakteryzował się również większą ilością wmywanego glutenu (tab. 1). Powyższe badania wykazały, że w tej lokalizacji termin T3 – po wykłoszeniu ma istotny wpływ na wielkość plonu i zawartość glutenu oraz białka. W latach 2010 i 2011 w Radostowie termin T3 przypadał zawsze tuż po stwierdzeniu maksymalnego stężenia konidiów w powietrzu. W związku z powyższym wiedza na temat okresu uwalniania zarodników i maksymalnego ich stężenia może być pomocnym narzędziem wspierającym podejmowanie decyzji o konieczności i terminie wykonania zabiegu.

Wnioski / Conclusions

Monitoring aerobiologiczny zarodników *Fusarium* spp. powinien znaleźć zastosowanie w systemach wspierania decyzji w ochronie pszenicy przed fuzariozą kłosów, jako składowa część integrowanej ochrony pszenicy.

Podziękowanie / Acknowledgements

Autorzy składają serdeczne podziękowania Bartłomiejowi Świtalle (Zakład Doświadczalny Oceny Odmian Radostowo) za prowadzenie doświadczeń polowych, a także Stanisławowi Pękale i Rafałowi Śliwiakowi (DuPont Poland) za pomoc techniczną podczas oceny porażenia kłosów pszenicy.

Literatura / References

- Cacak-Pietrzak G., Leszczyńska D., Ceglińska A. 2010. Wpływ wybranych fungicydów na cechy jakościowe ziarna pszenicy jarej odmiany Torka. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 50 (2): 989–993.
- Catedra-Ceron M.M., Solis-Martel I. 2003. Effect of a fungicide treatment on yield and quality parameters of new varieties of durum wheat and bread wheat in western Andalusia. Spanish J. Agric. Res. 1 (3): 19–26.
- Chełkowski J. 1998. Aktualne prace genetyczno-hodowlane i fitopatologiczne nad chorobami fuzaryjnymi zbóż. Hod. Roślin Nasien. 1: 30–32.
- Jaczewska-Kalicka A. 2000. Zmienność strat plonu pszenicy ozimej powodowanych przez choroby grzybowe w latach 1996–1999. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 40 (2): 623–625.
- Jaczewska-Kalicka A. 2002. Grzyby patogeniczne dominujące w uprawie pszenicy ozimej w latach 1999–2001. Acta Agrobot. 55 (1): 89–96.
- Korbas M., Horoszkiewicz-Janka J. 2007. Znaczenie i możliwości ograniczenia szkodliwych metabolitów pochodzenia grzybowego. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 47 (2): 141–148.
- Korbas M., Ławecki T. 2003. Możliwości ograniczania fuzariozy kłosów w Polsce i Unii Europejskiej. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 43 (1): 200–207.
- Lacey M., West J.S. 2006. The Air Spora: A Manual for Catching and Identifying Airborne Biological Particles. Springer-Verlag GmbH, 156 pp.
- Payne R.W., Harding S.A., Murray D.A., Soutar D.M., Baird D.B., Welham S.J., Kane A.F., Gimour A.R., Thompson R., Webster R., Tunnicliffe-Wilson G. 2007. The Guide to GenStat Release 10, Part 2: Statistics. VSN International, Oxford, UK, 423 pp.
- Sadowski Cz., Lenc L., Lemańczyk G., Pańka D. 2009. Występowanie fuzariozy kłosów pszenicy ozimej (*Fusarium culmorum* – chemotyp DON) w zależności od programu ochrony. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 49 (3): 1344–1348.
- Sulek A., Podolska G., Cacak-Pietrzak G., Ceglińska A. 2007. Wpływ terminu stosowania fungicydu Amistar 250 SC na plon i cechy jakościowe ziarna pszenicy jarej odmiany Nawra. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 47 (2): 352–355.
- Wang J., Pawelzik E., Weinert J., Zhao Q., Wolf G.A. 2004. Effect of fungicide treatment on the quality of wheat flour and breadmaking. J. Agricul. Food Chem. 52 (25): 7593–7600.