

Received: 16.11.2018 / Accepted: 02.03.2019

## Effectiveness of fungicides in the protection of stem base of winter wheat against pathogenic fungi

## Skuteczność fungicydów w ochronie podstawy źdźbła pszenicy ozimej przed grzybami patogenicznymi

Ilona Świerczyńska\*, Katarzyna Pieczul, Agnieszka Perek, Marek Korbas

### Summary

The aim of the experiments was to analyze the effectiveness of fungicides in the protection of stem base of winter wheat against pathogenic fungi. The study was conducted on winter wheat variety Bogatka in 2012–2015. Eight fungicides were used in the experiment. Every year the degree of infection of the stem base with pathogens was evaluated at the growth stage of medium milk, grain content milky (BBCH 75) and the effectiveness of the applied fungicides was assessed as well. The presence of sharp eyespot, eyespot, fusarium stem rot was recorded, except for the year 2012 when no signs of eyespot were observed. The occurrence of symptoms of sharp eyespot was low in the following years (up to 17.7% of infected plants). The fungicides used in the experiment showed different effectiveness in controlling diseases of the wheat stem base.

**Key words:** *Fusarium* spp., *Oculimacula* spp., *Rhizoctonia cerealis*, fungicide, effectiveness

### Streszczenie

Celem przeprowadzonych doświadczeń była ocena skuteczności zastosowanych fungicydów w ochronie podstawy źdźbła pszenicy ozimej przed grzybami patogenicznymi. Badanie wykonano w latach 2012–2015 na pszenicy ozimej odmiany Bogatka. W doświadczeniu zastosowano osiem fungicydów. Każdego roku w fazie BBCH 75 (pełnej dojrzałości mleczonej ziarniaków) oceniano stopień porażenia podstaw źdźbeł przez patogeny oraz skuteczność działania zastosowanych środków grzybobójczych. Stwierdzono objawy ostrej plamistości oczkowej, łamliwości źdźbła zbóż i traw oraz fuzaryjnej zgorzeli podstawy źdźbła i korzeni, z wyjątkiem 2012 roku kiedy nie zaobserwowano występowania objawów łamliwości źdźbła zbóż i traw. Nasilenie symptomów ostrej plamistości oczkowej było w kolejnych latach niewielkie (maksymalnie 17,7% porażonych źdźbeł). Zastosowane w doświadczeniu fungicydy wykazały różnicowaną skuteczność w zwalczaniu chorób podstawy źdźbła pszenicy.

**Słowa kluczowe:** *Fusarium* spp., *Oculimacula* spp., *Rhizoctonia cerealis*, fungicyd, skuteczność

Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy  
Zakład Mykologii  
Władysława Węgorka 20, 60-318 Poznań  
\*corresponding author: i.swierczynska@iorpib.poznan.pl

## Wstęp / Introduction

Uprawa pszenicy zajmuje ważne miejsce w światowej produkcji zbóż (Ginter i Szarek 2010). Ochrona zasiewów pszenicy i świadomość aktualnych zagrożeń ze strony patogenów jest bardzo ważna, ponieważ silne porażenie roślin jest przyczyną strat w plonie i obniżenia jakości ziarna (Jaczevska-Kalicka 2000; Weber 2007; Suchorzyńska i Misiewicz 2009). Stopień zasiedlenia roślin przez grzyby patogeniczne zależy od wielu czynników, między innymi płodozmianu, zabiegów agrotechnicznych, nawożenia, odmiany oraz warunków pogodowych (Jaczevska-Kalicka 2002, 2009; Narkiewicz-Jodko i wsp. 2005).

Do najczęściej występujących patogenów podstawy źdźbła należą gatunki grzybów rodzajów *Fusarium* (fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła i korzeni) i *Oculimacula* (łamlliwość źdźbła zbóż i traw) oraz *Rhizoctonia cerealis* (ostra plamistość oczkowa) (Nicholson i Parry 1996; Wachowska 1998; Uhlig i wsp. 2007). Fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła i korzeni jest najczęściej występującą chorobą podstawy źdźbła pszenicy. Nasilenie jej występowania uzależnione jest przede wszystkim od przebiegu pogody (Narkiewicz-Jodko i wsp. 2005). Łamlliwość źdźbła zbóż i traw to groźna choroba podstawy źdźbła powodująca wyleganie i o za tym idzie straty w plonie (Fitt i wsp. 1988; Lucas i wsp. 2000; Crous i wsp. 2003). Choroba ta stanowi największe zagrożenie w polskich warunkach klimatycznych dla zbóż ozimych (Kryczyński i Weber 2011). W ostatnich latach zauważa się wzrost znaczenia sprawcy ostrej plamistości oczkowej w uprawach pszenicy (Clarkson i Cook 1983; Hamada i wsp. 2011; Lemańczyk i Kwaśna 2013).

Celem pracy była ocena skuteczności fungicydów z różnych grup chemicznych w ochronie podstawy źdźbła pszenicy ozimej przed grzybami patogenicznymi w latach 2012–2015.

## Materiały i metody / Materials and methods

Badania przeprowadzono w latach 2012–2015 na poletkach o powierzchni 16,5 m<sup>2</sup> (11 × 1,5 m) z pszenicą ozimą odmiany Bogatka, zlokalizowanych w Polowej Stacji Doświadczalnej Instytutu Ochrony Roślin – Państwowego Instytutu Badawczego w Winnej Górze. Materiał nasienny zaprawiono w 2012 i 2013 roku zaprawą nasienną Vitavax 200 FS, a w 2014 i 2015 roku zaprawą nasienną Kinto Duo 080 FS. Doświadczenie obejmowało dziewięć kombinacji w czterech powtórzeniach. W zabiegach ochrony roślin zastosowano osiem fungicydów w fazie pierwszego kolanka – BBCH 31 (Meier i wsp. 2009) w dawkach zalecanych przez producenta (tab. 1). Kontrolę stanowiła kombinacja, w której nie zastosowano zabiegu ochrony roślin przed patogenami. Termin pobierania prób przypadł w fazie młeczej dojrzałości ziarna – BBCH 75. Każdego roku z poszczególnych obiektów pobierano 100 źdźbeł (4 × 25 z poletka), które stanowiły materiał do dalszych badań. Oceniano procent porażenia powierzchni źdźbeł przez patogeny oraz skuteczność działania zastosowanych środków grzybobójczych według wzoru Abbotta (Abbott 1925). Uzyskane wyniki opracowano statystycznie za pomocą analizy wariancji przy użyciu testu Duncana, na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ .

Tabela 1. Charakterystyka zastosowanych w doświadczeniu środków ochrony roślin  
Table 1. Characteristics of plant protection products used in the experiment

Fungicyd Fungicide	Substancja czynna – Active substance [g]	Grupa chemiczna Substance group	Dawka – Dose [l/ha]
Yamato 303 SE	tiofanat metylowy – thiophanate-methyl (233) tetrakonazol – tetraconazole (70)	benzimidazole – benzimidazoles triazole – triazoles	1,5
Mirage 450 EC	prochloraz – prochloraz (450)	imidazole – imidazoles	1,0
Karben 500 SC*	karbendazym – carbendazim (500)	benzimidazole – benzimidazoles	0,4
Alert 375 SE*	flusilazol – flusilazole (125) karbendazym – carbendazim (250)	triazole – triazoles benzimidazole – benzimidazoles	1,0
Capalo 337,5 SE	epoksykonazol – epoxiconazole (62,5) fenpropimorf – fenpropimorph (200) metrafenon – metrafenone (75)	triazole – triazoles morfoliny – morpholines ketony difenyłowe – diphenyl ketones	2,0
Duett Ultra 497 SC	tiofanat metylowy – thiophanate-methyl (310) epoksykonazol – epoxiconazole (187)	benzimidazole – benzimidazoles triazole – triazoles	0,6
Opera Max 147,5 SE	piraklostrobina – pyraclostrobin (85) epoksykonazol – epoxiconazole (62,5)	strobiluryny – strobilurins triazole – triazoles	1,5
Capitan 250 EW*	flusilazol – flusilazole (250)	triazole – triazoles	0,75

Źródło: etykiety fungicydów (<http://www.bip.minrol.gov.pl/>) – Source: fungicide labels (<http://www.bip.minrol.gov.pl/>)

\*środki obecnie wycofane z rejestru – fungicides currently withdrawn from the register

Po wykonaniu obserwacji makroskopowych pobierano fragmenty podstawy źdźbła z objawami porażenia w celu identyfikacji sprawców choroby w warunkach laboratoryjnych. Każdego roku wykładano 360 fragmentów tkanek wyciętych z podstawy źdźbła z wyraźnymi objawami chorób, pochodzących z 36 poletek doświadczalnych. Wytypowany materiał pocięto na kilkumilimetrowe skrawki, odkażono powierzchniowo przez 2 minuty w 5% podchlorynie sodu i następnie wyłożono na pożywkę PDA (Potato Dextrose Agar, Oxoid). Inkubację prowadzono w temperaturze 20°C. Wyrosłe kultury grzybów przeszczepiano na pożywkę PDA i hodowano w tych samych warunkach. W badaniu mikroskopowym identyfikowano patogeny na podstawie cech morfologicznych w oparciu o klucze mykologiczne (Booth 1971; Kwaśna i wsp. 1991).

## Wyniki i dyskusja / Results and discussion

W makroskopowym badaniu materiału roślinnego stwierdzono porażenie podstaw źdźbeł pszenicy przez grzyby. Odnotowano występowanie objawów chorobowych wywołanych przez trzy grupy patogenów: *Fusarium* spp. – sprawców fuzaryjnej zgorzeli podstawy źdźbła i korzeni, *Oculimacula* spp. – sprawców łamliwości źdźbła zbóż i traw oraz *Rhizoctonia cerealis* – sprawcy ostrej plamistości oczkowej. Ocena zdrowotności roślin, przeprowadzona w 2012 roku w fazie BBCH 75 wykazała niewielkie porażenie podstawy źdźbła pszenicy przez sprawcę ostrej plamistości oczkowej, od 0 do 9% porażonych roślin. Wyższe natomiast w tym roku było porażenie przez sprawcę fuzaryjnej zgorzeli podstawy źdźbła i korzeni (19–48% porażonych roślin). Nie stwierdzono w tym czasie występowania objawów łamliwości źdźbła zbóż i traw. W 2013 roku odnotowano porażenie podstawy źdźbła pszenicy przez *R. cerealis* na poziomie 0,3–10,8%, *Oculimacula* spp. 0–15,3% oraz *Fusarium* spp. 40,5–68,1% porażonych roślin. Badania przeprowadzone w 2014 roku wykazały porażenie przez *R. cerealis* sprawcę ostrej plamistości oczkowej od 4,2 do 16,8%. Porażenie źdźbeł przez *Oculimacula* spp. wynosiło od 0 do 12,7%. W tym roku badań stwierdzono natomiast wysoki procent porażonych źdźbeł badanych roślin przez sprawców fuzaryjnej zgorzeli podstawy źdźbła i korzeni, od 57 do 76,9%. Ocena porażenia podstawy źdźbła pszenicy w 2015 roku wykazała niewielkie nasilenie występowania objawów ostrej plamistości oczkowej, które wynosiło od 4,4 do 7,7%. Podczas tej oceny stwierdzono porażenie podstawy źdźbła badanych roślin przez grzyby rodzaju *Oculimacula* – od 7,4 do 31,8% oraz *Fusarium* – od 24,1 do 36,9% (tab. 2).

W latach 2012–2014 obserwowano wzrost porażenia badanych roślin przez *Fusarium* spp. do 76,9% w 2014 roku. W ostatnim sezonie wegetacyjnym, występowanie fuzaryjnej zgorzeli podstawy źdźbła i korzeni było najniższe

i wynosiło maksymalnie 36,9% porażonych roślin. *Fusarium* spp. powodował największe porażenie roślin, spośród wszystkich obserwowanych patogenów, w każdym sezonie objętym doświadczeniem (tab. 2). Na dominację fuzaryjnej zgorzeli podstawy źdźbła i korzeni wśród chorób podstawy źdźbła zbóż wskazywali też inni badacze (Stompor-Chrzan 1999; Majchrzak i wsp. 2005; Wachowska i Borawska 2005; Damszel i wsp. 2010; Kurowski i wsp. 2015). *Fusarium* spp. dobrze przystosowuje się do zmieniających się warunków pogodowych, dlatego porażenie przez te patogeny jest obserwowane w każdym sezonie wegetacyjnym, choć w różnym stopniu (Korbas i wsp. 2007; Płaskowska 2010). Czynnikiem sprzyjającym rozprzestrzenianiu się tych grzybów jest pogoda z wyższymi temperaturami (średnio 18–20°C) i obfitymi opadami (Płaskowska 2010). Największe nasilenie fuzaryjnej zgorzeli podstawy źdźbła i korzeni odnotowano w 2014 roku, co zbiegło się z wysokimi temperaturami w pierwszych czterech miesiącach tego roku, znacznie przekraczającymi średnie wieloletnie oraz dużą ilością opadów w marcu, kwietniu i maju (tab. 2, 5). Skuteczność zastosowanych środków była w ciągu czterech lat badań zmienna. W sezonach wegetacyjnych prowadzonego doświadczenia żaden z badanych fungicydów nie ograniczył nasilenia objawów fuzaryjnej zgorzeli podstawy źdźbła i korzeni w stopniu zadowalającym. Do zastosowanych fungicydów o zwiększonej skuteczności można zaliczyć Alert 375 SE (najwyższa skuteczność w 2013 i 2015 roku), Capalo 337,5 SE (najwyższa skuteczność w 2012 roku) i Duett Ultra 497 SC (najwyższa skuteczność w 2013 roku). Skuteczność fungicydu Alert 375 SE w zwalczaniu fuzaryjnej zgorzeli podstawy źdźbła i korzeni stwierdziły również Wachowska i Borawska (2005). Najslabiej działającym środkiem był fungicyd Yamato 303 SE (tab. 3).

Występowanie objawów łamliwości źdźbła zbóż i traw było w kolejnych latach trwania doświadczenia zróżnicowane. W pierwszym sezonie nie stwierdzono występowania objawów *Oculimacula* spp. W roku 2013 i 2014 nasilenie objawów choroby było niewielkie i wynosiło odpowiednio do 15,3 i 12,7% porażonych roślin. Dopiero w 2015 roku stwierdzono silniejsze porażenie źdźbeł w granicach 7,4–31,8% (tab. 2). Spośród zastosowanych fungicydów najwyższą skuteczność wykazał Mirage 450 EC (2013 r. – 100%, 2015 r. – 77% zahamowania nasilenia objawów chorób obliczone według wzoru Abbotta). Inni autorzy również donoszą o skuteczności prochlorazu w zwalczaniu *Oculimacula* spp. (Jones 1994; Bateman i wsp. 2000). Najslabiej działał Capitan 250 EW (2013 r. – brak skuteczności, 2014 r. – 17% i 2015 r. – 14% zahamowania wzrostu) (tab. 3). Rozwojowi choroby sprzyja wilgotna pogoda ze stosunkowo niskimi temperaturami w okresie jesieni i wiosny (Korbas i wsp. 2007). Ciepłejsze niż przeciętnie lata mogą wpływać ujemnie na rozwój tego patogena (tab. 2, 5).

Tabela 2. Procent porażonych źdźbeł przez patogeny w poszczególnych latach doświadczenia [%]  
Table 2. Percent of infected stems by pathogens in particular years of the experiment [%]

Rok Year	Fungicyd – Fungicide								
	kontrola control	Yamato 303 SE	Mirage 450 EC	Karben 500 SC	Alert 375 SE	Capalo 337,5 SE	Duett Ultra 497 SC	Opera Max 147,5 SE	Capitan 250 EW
<i>Fusarium</i> spp.									
2012	48,0 b	37,0 ab	23,0 a	26,0 a	28,0 a	19,0 a	20,0 a	24,0 a	24,0 a
2013	68,1 b	61,6 ab	46,8 ab	50,1 ab	40,5 a	41,2 a	40,8 a	47,9 ab	48,8 ab
2014	76,9 a	59,2 a	71,5 a	63,2 a	73,4 a	74,2 a	72,1 a	76,3 a	57,0 a
2015	36,9 a	25,9 a	30,4 a	24,7 a	24,1 a	36,5 a	34,9 a	27,3 a	28,9 a
Średnia Mean	58,1 b	45,7 a	42,6 a	40,5 a	41,2 a	42,4 a	41,6 a	43,7 a	39,3 a
<i>Oculimacula</i> spp.									
2012	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2013	5,1 bc	0,3 ab	0,0 a	0,5 ab	4,1 abc	2,9 ab	2,3 ab	4,4 abc	15,3 c
2014	12,7 c	11,9 c	4,4 abc	6,3 bc	4,0 abc	2,0 abc	0,0 a	1,5 ab	10,6 bc
2015	31,8 b	24,5 b	7,4 a	27,0 b	24,5 b	29,1 b	26,6 b	18,0 ab	27,3 b
Średnia Mean	14,9 bc	9,1 abc	2,6 a	8,2 abc	9,2 abc	8,5 abc	5,2 ab	6,5 abc	17,2 c
<i>Rhizoctonia cerealis</i>									
2012	3,0 ab	8,0 b	0,0 a	4,0 ab	9,0 b	5,0 ab	4,0 ab	3,0 ab	5,0 ab
2013	2,3 ab	9,9 b	2,9 ab	4,4 ab	10,8 b	1,0 ab	0,5 a	7,4 ab	0,3 a
2014	16,8 a	9,0 a	12,7 a	4,2 a	7,4 a	7,7 a	5,7 a	6,1 a	14,7 a
2015	11,7 a	8,5 a	5,3 a	17,7 a	10,4 a	6,1 a	15,9 a	4,4 a	7,5 a
Średnia Mean	7,3 a	8,8 a	3,7 a	6,7 a	9,3 a	4,5 a	5,2 a	5,1 a	5,5 a

Średnie oznaczone w wierszach tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie  $\alpha = 0,05$   
Mean values marked in lines with the same letters were not statistically significant  $\alpha = 0.05$

Tabela 3. Skuteczność stosowanej ochrony w poszczególnych latach trwania doświadczenia [%]  
Table 3. Effectiveness of the applied protection in particular years of the experiment [%]

Fungicyd Fungicide	<i>Fusarium</i> spp.				<i>Oculimacula</i> spp.				<i>Rhizoctonia cerealis</i>			
	2012	2013	2014	2015	2012	2013	2014	2015	2012	2013	2014	2015
Yamato 303 SE	23	10	23	30	–	94	6	23	–	–	46	27
Mirage 450 EC	52	31	7	18	–	100	65	77	100	–	24	55
Karben 500 SC	46	26	18	33	–	90	50	15	–	–	75	–
Alert 375 SE	42	41	5	35	–	20	69	23	–	–	56	11
Capalo 337,5 SE	60	40	4	1	–	43	84	8	–	57	54	48
Duett Ultra 497 SC	58	40	6	5	–	55	100	16	–	78	66	–
Opera Max 147,5 SE	50	30	1	26	–	14	88	43	–	–	64	62
Capitan 250 EW	50	28	26	22	–	–	17	14	–	87	13	36

W czasie czteroletnich badań zaobserwowano niewielkie nasilenie objawów ostrej plamistości oczkowej. W pierwszych dwóch sezonach wegetacyjnych wynosiło ono do 11%, a w kolejnych dwóch do 19% porażonych roślin (tab. 2). Zastosowane fungicydy działały w poszczególnych latach ze zmienną skutecznością. W roku

2012 jedynym skutecznym środkiem (100%) był Mirage 450 EC, który w kolejnych latach ograniczał występowanie ostrej plamistości oczkowej z dużo niższą efektywnością (0, 24 i 55%). Nieskuteczny okazał się Karben 500 SC, który zadziałał jedynie w 2014 roku ze skutecznością 75%, a w pozostałych latach nie ograniczał rozwoju tego pato-

Tabela 4. Grzyby wyizolowane z podstawy źdźbła pszenicy w latach 2012–2015

Table 4. Fungi isolated from stem base of wheat in the years 2012–2015

Izolaty Isolate	2012		2013		2014		2015	
	liczba kolonii number of colonies	procent percent	liczba kolonii number of colonies	procent percent	liczba kolonii number of colonies	procent percent	liczba kolonii number of colonies	procent percent
<i>Fusarium</i> spp.	19	10,0	113	31,7	80	23,3	35	14,8
<i>Oculimacula</i> spp.	4	2,1	128	36,0	114	33,1	67	28,4
<i>Rhizoctonia cerealis</i>	36	18,9	39	11,0	85	24,7	56	23,7
<i>Helminthosporium</i> spp.	26	13,7	0	0	1	0,3	0	0
Kultury niezarodnikujące Non-sporulating cultures	42	22,1	29	8,1	36	10,5	60	25,4
Saprotrofy – Saprotophs	63	33,2	47	13,2	28	8,1	18	7,7
Razem – Total	190	100	356	100	344	100	236	100

Tabela 5. Przebieg pogody w latach 2012–2015 (stacja meteorologiczna: Polowa Stacja Doświadczalna – Winna Góra)

Table 5. The weather conditions in the years 2012–2015 (weather station: Field Experimental Station – Winna Góra)

Rok Year	Miesiąc – Month											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Średnia temperatura powietrza – Mean air temperature [°C]												
2012	0,20	–4,38	5,60	8,90	16,00	16,71	19,91	19,08	14,51	8,61	5,21	–1,46
2013	–2,35	–0,17	–1,96	8,67	15,10	17,93	19,99	20,07	13,01	11,09	5,05	3,12
2014	3,12	4,41	7,08	10,98	13,73	16,78	21,99	18,12	15,79	11,18	5,87	2,02
2015	2,16	1,84	5,62	8,71	13,73	16,53	19,99	22,84	15,16	8,07	6,47	5,92
Suma opadów – Total rainfall [mm]												
2012	66,0	36,1	9,2	21,3	31,5	94,0	98,9	36,3	66,9	7,9	15,0	27,9
2013	47,8	39,5	27,4	21,6	89,2	82,5	42,7	9,7	106,3	17,6	44,1	19,6
2014	36,7	6,3	48,4	40,6	119,3	41,7	71,9	58,8	61,4	25,8	14,6	29,8
2015	37,7	8,5	48,3	20,1	31,9	54,8	99,5	18,5	18,0	30,4	49,5	26,3
Średnia wilgotność powietrza – Mean air humidity [%]												
2012	88,99	83,69	78,54	68,57	64,55	77,64	78,04	76,26	80,67	88,73	89,76	95,39
2013	94,32	95,28	80,19	71,44	72,95	80,11	78,30	72,33	81,78	82,02	94,80	88,76
2014	88,76	80,78	77,07	74,46	75,18	72,94	68,69	74,92	80,62	88,97	95,49	90,23
2015	88,88	86,69	76,06	69,08	68,65	72,27	67,31	57,97	74,95	81,89	87,94	87,75

gena (tab. 3). Wang i wsp. (2007) również wskazują szereg fungicydów skuteczniejszych niż karbendazym w zwalczaniu tego grzyba. Ponadto uważa się, że wzrost nasilenia objawów ostrej plamistości oczkowej na pszenicy może być związany ze zwiększonym stosowaniem karbendazyumu (Clarkson i Cook 1983; Lemańczyk 2012). *Rhizoctonia cerealis* uważany jest za słabego patogena, jednak w sprzyjających warunkach pogodowych jego zagrożenie dla roślin rośnie. Rozwojowi patogena sprzyjają okresy chłodu oraz mała ilość opadów (Hamada i wsp. 2011). Przebieg pogody w czasie trwania doświadczenia nie sprzyjał porażeniu źdźbeł przez *R. cerealis* (tab. 5).

W latach badań izolowano kolejno 190, 356, 344 i 236 kolonii grzybów. Najliczniej izolowane były patogeny rodzajów *Fusarium*, *Oculimacula* i *Rhizoctonia*, a w pierwszym roku badań również *Helminthosporium* spp. Część uzyskanych izolatów stanowiły saprotrofy, między innymi *Alternaria* spp., *Epicoccum* spp., *Nigrospora* spp., *Penicillium* spp. oraz kultury niezarodnikujące. Najwięcej izolatów grzybów z rodzaju *Fusarium* (*F. avenaceum*, *F. culmorum*, *F. graminearum*, *F. oxysporum*, *F. poae*, *F. sporotrichioides*) otrzymano w latach 2013 i 2014, wtedy też odnotowano największe porażenie podstawy źdźbła przez te patogeny. *Rhizoctonia cerealis* został stwierdzony w większym nasi-

leniu w 2014 roku, był wtedy często izolowany z zainfekowanych fragmentów podstawy źdźbła. Zwiększony udział *Oculimacula acufiformis* i *Oculimacula yallundae* w puli izolowanych grzybów w 2013 roku, nie pokrywał się z małym nasileniem łamliwości źdźbła zbóż i traw w tym samym roku w doświadczeniu polowym (tab. 4).

## Wnioski / Conclusions

1. Zastosowane w doświadczeniu fungicydy wykazały różnicowaną skuteczność w zwalczaniu fuzaryjnej

zgorzeli podstawy źdźbła i korzeni oraz ostrej plamistości oczkowej pszenicy ozimej w latach 2012–2015.

2. Najwyższą skuteczność w zwalczaniu łamliwości źdźbła zbóż i traw w przeprowadzonych badaniach wykazał fungicyd Mirage 450 EC.
3. Zastosowane środki o zwiększonej skuteczności w odniesieniu do jednego patogena nie wykazywały jednocześnie skuteczności w stosunku do pozostałych stwierdzonych sprawców chorób.

## Literatura / References

- Abbott W.S. 1925. A method for computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology* 18 (2): 265–267. DOI: 10.1093/jee/18.2.265a.
- Bateman G.L., Edwards S.G., Marshall J., Morgan L.W., Nicholson P., Nuttall M., Parry D.W., Scrancher M., Turner A.S. 2000. Effects of cultivar and fungicides on stem-base pathogens, determined by quantitative PCR, and on diseases and yield of wheat. *Annals of Applied Biology* 137 (3): 213–221. DOI: 10.1111/j.1744-7348.2000.tb00062.x.
- Booth C. 1971. *The Genus Fusarium*. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England, 237 ss.
- Clarkson J.D.S., Cook R.J. 1983. Effect of sharp eyespot (*Rhizoctonia cerealis*) on yield loss in winter wheat. *Plant Pathology* 32 (4): 421–428. DOI: 10.1111/j.1365-3059.1983.tb02856.x.
- Crous P.W., Groenewald J.Z., Gams W. 2003. Eyespot of cereals revisited: ITS phylogeny reveals new species relationships. *European Journal of Plant Pathology* 109 (8): 841–850. DOI: 10.1023/A:1026111030426.
- Damszel M.M., Czajka W., Kosewska A., Laszczak-Dawid A. 2010. Zdrowotność podstawy źdźbła pszenicy ozimej w zależności od sposobu nawożenia azotem i chemicznej regulacji zachwaszczenia. [Health of winter wheat stem base depending on methods of nitrogen fertilization and weed control]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 50 (2): 625–628.
- Fitt B.D.L., Goulda A., Polley R.W. 1988. Eyespot (*Pseudocercospora herpotrichoides*) epidemiology in relation to prediction of disease severity and yield loss in winter wheat – a review. *Plant Pathology* 37 (3): 311–328. DOI: 10.1111/j.1365-3059.1988.tb02081.x.
- Ginter A., Szarek S. 2010. Sytuacja dochodowa producentów zbóż na przykładzie uprawy pszenicy. [Income situation of cereal producers on the example of wheat producers]. *Journal of Agribusiness and Rural Development* 4 (18): 29–39.
- Hamada M.S., Yin Y., Chen H., Ma Z. 2011. The escalating threat of *Rhizoctonia cerealis*, the causal agent of sharp eyespot in wheat. *Pest Management Science* 67 (11): 1411–1419. DOI: 10.1002/ps.2236.
- Jaczewska-Kalicka A. 2000. Zmienność strat plonu pszenicy ozimej powodowanych przez choroby grzybowe w latach 1996–1999. [Variability of yield losses in winter wheat caused by fungal diseases during 1996–1999]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 40 (2): 623–626.
- Jaczewska-Kalicka A. 2002. Grzyby patogeniczne dominujące w uprawie pszenicy ozimej w latach 1999–2001. [The dominant pathogenic fungi on winter wheat in 1999–2001]. *Acta Agrobotanica* 55 (1): 89–96.
- Jaczewska-Kalicka A. 2009. Efektywność ekonomiczna zwalczania chorób grzybowych pszenicy ozimej w latach 2000–2008. [Economic effectiveness of fungal diseases control of winter wheat in 2000–2008]. *Journal of Agribusiness and Rural Development* 2 (12): 67–73.
- Jones D.R. 1994. Evaluation of fungicides for control of eyespot disease and yield loss in winter wheat. *Plant Pathology* 43 (5): 831–846. DOI: 10.1111/j.1365-3059.1994.tb01628.x.
- Korbas M., Pieczul K., Horoszkiewicz-Janka J. 2007. Patogeny podstawy źdźbła zbóż izolowane z odmian pszenicy ozimej w 2006 roku. [Stem base pathogens isolated from winter wheat in 2006 year]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 47 (2): 149–152.
- Kryczyński S., Weber Z. 2011. *Fitopatologia. Choroby roślin uprawnych*. Tom 2. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Poznań, 464 ss.
- Kurowski T.P., Sądej W., Kacprzak-Siuda K., Kwiatkowska E., Kowalska E. 2015. Zdrowotność zbóż w zależności od nawożenia organicznego. [Health status of cereals in dependence on the organic fertilization]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 55 (2): 147–153. DOI: 10.14199/ppp-2015-024.
- Kwaśna H., Chełkowski J., Zajkowski P. 1991. *Flora Polska. Grzyby (Mycota)*. Tom XXII. Sierpik (*Fusarium*). Instytut Botaniki Polska Akademia Nauk, Warszawa-Kraków, 136 ss.
- Lemańczyk G. 2012. Effects of farming system, chemical control, fertilizer and sowing density on sharp eyespot and *Rhizoctonia* spp. in winter wheat. *Journal of Plant Protection Research* 52 (4): 381–396. DOI: 10.2478/v10045-012-0063-y.
- Lemańczyk G., Kwaśna H. 2013. Effects of sharp eyespot (*Rhizoctonia cerealis*) on yield and grain quality of winter wheat. *European Journal of Plant Pathology* 135 (1): 187–200. DOI: 10.1007/s10658-012-0077-3.
- Lucas J.A., Dyer P.S., Murray T.D. 2000. Pathogenicity, host-specificity, and population biology of *Tapesia* spp., causal agents of eyespot disease of cereals. *Advances in Botanical Research* 33: 225–258. DOI: 10.1016/S0065-2296(00)33044-0.
- Majchrzak B., Chodorowski B., Okorski A. 2005. Choroby podstawy źdźbła pszenicy ozimej uprawianej po roślinach przedplonowych z rodziny Brassicaceae. [Stem base diseases of winter wheat grown after forecrops of the family Brassicaceae]. *Acta Agrobotanica* 58 (2): 307–318.

- Meier U., Bleiholder H., Buhr L., Feller C., Hack H., Hess M., Lancashire P.D., Schnock U., Stauss R., van den Boom T., Weber E., Zwirger P. 2009. The BBCH system to coding the phenological growth stages of plants – history and publications. *Journal für Kulturpflanzen* 61 (2): 41–52.
- Narkiewicz-Jodko M., Gil Z., Urban M. 2005. Porażenie podstawy źdźbła pszenicy ozimej przez *Fusarium* spp. – przyczyny i skutki. [Stem base rot of winter wheat by *Fusarium* spp. – causes and effects]. *Acta Agrobotanica* 58 (2): 319–328.
- Nicholson P., Parry D.W. 1996. Development and use of a PCR assay to detect *Rhizoctonia cerealis*, the cause of sharp eyespot in wheat. *Plant Pathology* 45 (5): 872–883. DOI: 10.1111/j.1365-3059.1996.tb02898.x.
- Pląskowska E. 2010. Charakterystyka i taksonomia grzybów z rodzaju *Fusarium*. *Mikologia Lekarska* 17 (3): 172–176.
- Stompor-Chrzan E. 1999. Odporność polowa odmian pszenicy ozimej na choroby podstawy źdźbła w uprawie na glebach skażonych metalami ciężkimi. [Field resistance of winter wheat cultivars grown on soil polluted with heavy metals to stalk base diseases]. *Chemia i Inżynieria Ekologiczna* 6 (7): 639–644.
- Suchorzynska M., Misiewicz A. 2009. Mikotoksynotwórcze grzyby fitopatogeniczne z rodzaju *Fusarium* i ich wykrywanie technikami PCR. [Mycotoxigenic phytopathogenic fungi of *Fusarium* genus and their identification by PCR techniques]. *Postępy Mikrobiologii* 48 (3): 221–230.
- Uhlig S., Jestoi M., Parikka P. 2007. *Fusarium avenaceum* – The North European situation. *International Journal of Food Microbiology* 119 (1–2): 17–24. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2007.07.021.
- Wachowska U. 1998. Fungi communities colonizing the stem base of winter wheat. [Zbiorowiska grzybów zasiedlających podstawę źdźbła pszenicy ozimej]. *Acta Mycologica* 33 (2): 287–297. DOI: 10.5586/am.1998.025.
- Wachowska U., Borawska M. 2005. Influence of plant protection products on the decrease of *Fusarium* foot-rot (*Fusarium* spp.) of winter wheat. [Wpływ środków ochrony roślin na ograniczenie występowania fuzaryjnej zgorzeli podstawy źdźbła (*Fusarium* spp.) pszenicy ozimej]. *Journal of Plant Protection Research* 45 (1): 25–35.
- Wang W.Q., Han X.Y., Zhang X.F., Ma Z.Q., Li H.X. 2007. Selection of fungicides in controlling wheat sharp eyespot caused by *Rhizoctonia cerealis*. *Acta Agriculturae Boreali-Sinica* 22 (S2): 230–234. DOI: 10.7668/hbxb.2007.S2.054.
- Weber R. 2007. Zagrożenie i sposoby ograniczania chorób fuzaryjnych pszenicy. [Threat and the ways of reducing fusariosis in wheat]. *Postępy Nauk Rolniczych* 59 (2): 19–31.