

Przesłano: 21-09-2021

Zaakceptowano do druku: 10-11-2021

OCENA SKUTECZNOŚCI DZIAŁANIA WYBRANYCH FUNGICYDÓW W OCHRONIE PODSTAWY ŻDŹBŁA PSZENICY OZIMEJ

Ilona Świerczyńska¹

Abstrakt: Celem badań była ocena skuteczności wybranych fungicydów w ochronie podstawy źdźbła pszenicy ozimej przed grzybami patogenicznymi. Badania przeprowadzono na poletkach z pszenicą ozimą odmiany Platin w trzech sezonach wegetacyjnych. Zastosowano osiem fungicydów, wykonując zabieg opryskiwania roślin w fazie pierwszego kolanka. Próbkę źdźbeł roślin pobierano w fazie mleczej dojrzałości ziarna, a następnie oceniano procent porażenia podstaw źdźbeł przez patogeny oraz skuteczność działania zastosowanych środków grzybobójczych. W poszczególnych latach badań zaobserwowano zmienne nasilenie występowania chorób podstawy źdźbła pszenicy ozimej. Stwierdzono obecność *Fusarium spp.* – sprawców fuzaryjnej zgorzeli podstawy źdźbła i korzeni, *Oculimacula spp.* – sprawców łamliwości źdźbła zbóż i traw oraz *Rhizoctonia cerealis* – sprawcy ostrej plamistości oczkowej. Zastosowane w badaniach fungicydy wykazały zróżnicowaną skuteczność w zwalczaniu chorób podstawy źdźbła pszenicy ozimej.

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

ASSESSMENT OF FUNGICIDE EFFICACY IN THE PROTECTION OF STEM BASE OF WINTER WHEAT

Ilona Świerczyńska¹

Abstract: The aim of the study was to assess the efficiency of selected fungicides in protecting the stem base of winter wheat against pathogenic fungi. The study was carried out on plots of winter wheat, variety Platin, in three growing seasons. Eight fungicides were applied to the plants at first node stage. Samples of wheat stems were collected at the stage of medium milk (grain content milky), and then the percentage of the stem bases infected by pathogens and the efficiency of the applied fungicides were assessed. In individual years of research, a variable intensity of the occurrence of diseases of the base of winter wheat stalk was observed. The presence of *Fusarium spp.* – fusarium stem rot, *Rhizoctonia cerealis* –

¹ Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy (Institute of Plant Protection – National Research Institute) | ORCID 0000-0002-2922-5962 | e-mail: i.swierczynska@iiorpib.poznan.pl

sharp eyespot and *Oculimacula* spp. - eyespot, was recorded. The fungicides used in the experiment showed different effectiveness in controlling diseases of the wheat stem base.

Keywords: *Fusarium* spp., *Oculimacula* spp., *Rhizoctonia cerealis*, fungicide, efficacy

1. Wstęp i cel badań

Pszenica zwyczajna (*Triticum aestivum* L.) jest jedną z najważniejszych roślin uprawnych w Polsce (Jarecki, 2020). Zajmuje największy areał spośród zasiewów zbóż, który w 2019 roku obejmował ponad 2,5 mln ha (FAOSTAT, 2020). Uzyskanie wysokich, dobrych jakościowo plonów jest możliwe między innymi dzięki odpowiednio stosowanej ochronie chemicznej. Porażenie przez grzyby chorobotwórcze może spowodować znaczne straty plonu (Jaczevska-Kalicka, 2000; Weber, 2007; Damszel i in., 2010) i skażenie ziarna mykotoksynami (Suchorzyńska i Misiewicz, 2009; Kowalska i Kowalski, 2020), dlatego istotne jest przeprowadzanie właściwych zabiegów fungicydowych. Rośliny pszenicy mogą być infekowane na wszystkich etapach wzrostu. Poważnym problemem są choroby podstawy źdźbła, które znacznie przyczyniają się do obniżenia ilości i jakości plonu. Do najważniejszych patogenów wywołujących tzw. choroby podsuszkowe, należą gatunki grzybów z rodzaju *Fusarium* (fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła i korzeni), *Oculimacula* (łamliwość źdźbła zbóż) oraz *Rhizoctonia cerealis* (ostra plamistość oczkowa) (Nicholson i Parry, 1996; Wachowska, 1998; Uhlig i in., 2007; Paulovska i in., 2017).

Celem badań była ocena skuteczności wybranych fungicydów w ochronie podstawy źdźbła pszenicy ozimej odmiany Platin przed grzybami patogenicznymi w trzech sezonach wegetacyjnych.

2. Materiał i metody

Badania przeprowadzono na poletkach z pszenicą ozimą odmiany Platin w Połowej Stacji Doświadczalnej IOR-PIB w Winnej Górze w latach 2016, 2017 i 2019. Doświadczenie obejmowało dziewięć kombinacji w czterech powtórzeniach. Zastosowano osiem fungicydów, wykonując zabieg opryskiwania roślin pszenicy w fazie pierwszego kolanka (BBCH 31), w dawkach zalecanych przez producentów (tabela 1). Kontrolę stanowiła kombinacja, w której nie przeprowadzono zabiegu ochrony fungicydami. Próbkę do badań pobierano w fazie mlecznej dojrzałości ziarna (BBCH 75). Oceniono procent porażonych roślin przez patogeny oraz obliczono skuteczność działania zastosowanych środków grzybobójczych według

wzoru Abbotta (Abbott, 1925)². Uzyskane wyniki opracowano statystycznie stosując jednoczynnikową analizę wariancji. Istotność różnic pomiędzy wartościami średnimi oceniano testem Duncana. Wyniki uzyskane w procentach przekształcono przed analizą na stopnie kątowe Bliss³.

Tabela 1

Charakterystyka środków ochrony roślin zastosowanych w doświadczeniu

Fungicyd	Substancja czynna (g)	Grupa chemiczna	Dawka (l/ha), (kg/ha)*
Mondatak 450 EC	prochloraz (450)	imidazole	1,0
Capalo 337,5 SE	epoksykonazol (62,5) fenpropimorf (200) metrafenon (75)	triazole morfoliny ketony difenylowe	2,0
Adexar Plus	epoksykonazol (41,6) fluksapyroksad (41,6) piraklostrobina (66,6)	triazole karboksamidy strobiluryny	2,0
Aviator Xpro 225 EC	biksafen (75) protiokonazol (150)	karboksamidy triazole	1,0
Boogi Xpro 400 EC	biksafen (50) protiokonazol (100) spiroksamina (250)	karboksamidy triazole ketoaminy	1,5
Unix 75 WG*	cyprodynil (750)	anilinopirimidyny	1,0*
Matador 303 SE	tetrakonazol (70) tiofanat metylu (233)	triazole benzimidazole	1,5
Topsin M 500 SC	tiofanat metylu (500)	benzimidazole	1,4

Źródło: Opracowanie własne na podstawie etykiet fungicydów (<https://www.gov.pl/web/rolnictwo/etykiety-srodkow-ochrony-roslin>).

Pomiary wysokości temperatury i opadów w czasie wegetacji roślin były rejestrowane przez stację meteorologiczną Polowej Stacji Doświadczalnej IOR-PIB w Winnej Górze (tabela 2). Po wykonaniu obserwacji wizualnej pobierano fragmenty źdźbeł z widocznymi objawami porażenia przez patogeny w celu określenia sprawców chorób w warunkach laboratoryjnych. Małe skrawki tkanki o wymiarach 3x3 mm, wycięte z podstawy źdźbła skalpelem, odkażano powierzchniowo przez 2 minuty w 5% podchlorynie sodu, a następnie wykładano na sterylną pożywkę PDA (Potato-Dextrose Agar, Oxoid) i inkubowano w temperaturze 20°C.

² Skuteczność stosowanej ochrony w % jest wyliczana zgodnie ze wzorem $S=(A-B)/A \cdot 100\%$, gdzie: S – skuteczność

A – porażenie w kombinacji kontrolnej

B – porażenie w kombinacji chronionej

³ Przekształcenie wyników wyrażonych w procentach na stopnie kątowe (transformacja Bliss) jest wykonywana zgodnie ze wzorem: $y = \arcsin \sqrt{x}$, gdzie x oznacza procent obiektów mających lub nie badaną cechę.

Wyrosłe kolonie grzybów zidentyfikowano mikroskopowo na podstawie cech morfologicznych przy użyciu kluczy mykologicznych (Booth, 1971; Kwaśna i in., 1991).

Tabela 2

Przebieg pogody w latach 2015-2019

Rok	Miesiąc											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Średnia temperatura powietrza (°C)												
2016	-1,82	3,86	4,31	9,33	15,91	19,08	19,49	18,32	16,90	8,31	2,49	1,87
2017	-2,32	0,89	6,82	7,96	14,21	18,13	18,57	19,70	13,91	11,06	5,69	2,11
2018	2,10	-2,66	1,16	13,74	17,47	19,02	20,93	21,62	16,28	11,35	5,51	2,76
2019	0,07	3,48	6,57	10,73	12,40	22,77	19,53	21,17	14,65	11,20	6,68	3,79
Suma opadów (mm)												
2016	25,90	36,30	25,00	25,70	27,30	32,50	115,90	18,50	15,20	36,40	20,50	39,70
2017	10,40	22,70	27,70	38,20	64,30	51,10	77,10	76,80	54,20	44,10	32,90	37,70
2018	57,00	2,80	36,40	28,90	37,20	48,00	112,80	18,70	30,80	31,10	10,90	40,60
2019	25,60	12,60	32,90	6,10	83,40	2,10	4,70	4,80	5,40	1,00	0,80	0,80

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych stacji meteorologicznej Połowej Stacji Doświadczalnej IOR-PIB w Winnej Górze.

3. Wyniki

W poszczególnych latach badań zaobserwowano zmienne nasilenie występowania chorób podstawy źdźbła pszenicy ozimej. Stwierdzono obecność *Fusarium* spp., *Oculimacula* spp. oraz *R. cerealis*, jednak nie wszystkie te patogeny występowały każdego roku. W 2016 roku nie stwierdzono symptomów występowania *R. cerealis* oraz *Oculimacula* spp. Porażenie przez sprawców fuzaryjnej zgorzeli podstawy źdźbła i korzeni było natomiast bardzo duże i wynosiło od 90,5 do 99,7% porażonych roślin na poletkach chronionych oraz 100% w kontroli (każde badane źdźbło spośród próbki 100 roślin było zainfekowane w różnym stopniu). Badania przeprowadzone w kolejnym roku wykazały duże porażenie przez sprawców fuzaryjnej zgorzeli podstawy źdźbła i korzeni - od 66,9 do 82,3% porażonych roślin na poletkach chronionych oraz 98,5% w kontroli. Stwierdzono umiarkowane nasilenie występowania *R. cerealis* na poziomie 23,7% w kontroli i do 24% w kombinacjach, w których wykonano opryskiwanie fungicydami. Łamliwość źdźbła powodowana przez grzyby z rodzaju *Oculimacula* wystąpiła w bardzo niewielkim nasileniu i tylko na niektórych poletkach, sięgając do 3% porażonych

roślin w kontroli. W 2019 roku odnotowano występowanie dwóch sprawców chorób – *Fusarium* spp. oraz *R. cerealis*. Fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła i korzeni wystąpiła w bardzo małym nasileniu osiągając do 5,8% porażonych roślin na poletkach chronionych oraz 6,1% na poletkach kontrolnych. Spośród badanych kombinacji dwie były wolne od tych patogenów. Sprawca ostrej plamistości oczkowej zainfekował rośliny w znacznym stopniu. Porażenie przez *R. cerealis* na poletkach chronionych sięgało od 55 do 72,9% oraz 72,9% w kontroli (tabela 3). Nie stwierdzono występowania łamliwości źdźbła zbóż i traw. Poziom porażenia roślin przez patogeny jest związany z przebiegiem pogody w okresie wegetacji (Jaczevska-Kalicka, 2007). Na skuteczność zastosowanych zabiegów fungicydowych istotny wpływ ma również dobór odpowiedniej odmiany, która w mniejszym stopniu będzie podatna na porażenie przez grzyby (Kuś i in., 2010; Płonka i Roj, 2012; Rachoń i in., 2018).

Fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła i korzeni wystąpiła w bardzo dużym nasileniu w pierwszych dwóch latach badań, osiągając 100 i 98,5% porażonych roślin na poletkach kontrolnych. W trzecim roku badań zasiedlenie przez *Fusarium* spp. było bardzo niskie – do 6,1% w kontroli. Zróżnicowane nasilenie występowania patogenów ma związek z przebiegiem pogody kształtującej warunki do infekcji (Majchrzak i in., 2005; Narkiewicz-Jodko i in., 2005; Małecka i in., 2014; Sułek i in., 2016). Rozwojowi fuzaryjnej zgorzeli podstawy źdźbła i korzeni sprzyja pogoda z wyższymi temperaturami i obfitymi opadami (Płaskowska, 2010).

Tabela 3

Procent porażonych roślin przez patogeny w poszczególnych latach doświadczenia (%)

Fungicyd	Fusarium spp.				Rhizoctonia cerealis		
	2016	2017	2019	średnia	2017	2019	średnia
Kontrola	100,0 c	98,5 b	6,1 b	78,6 b	23,7 c	72,9 a	48,1 b
Mondatak 450 EC	95,1 abc	76,2 a	4,9 ab	59,2 a	11,1 bc	55,0 a	30,7 ab
Capalo 337,5 SE	90,5 a	72,7 a	1,0 ab	50,8 a	0,0 a	69,8 a	22,5 a
Adexar Plus	99,5 bc	82,3 a	0,3 ab	60,9 a	0,0 a	70,9 a	23,0 a
Aviator Xpro 225 EC	99,7 bc	73,6 a	0,0 a	56,5 a	0,5 ab	72,9 a	27,1 ab
Boogi Xpro 400 EC	94,7 abc	73,9 a	1,5 ab	54,6 a	4,8 abc	64,3 a	29,7 ab
Unix 75 WG	94,2 ab	66,9 a	0,0 a	47,6 a	24,0 c	62,1 a	42,5 ab
Matador 303 SE	98,5 abc	67,1 a	5,8 b	59,8 a	0,3 ab	58,8 a	19,9 a
Topsin M 500 SC	93,7 ab	76,6 a	0,3 ab	52,5 a	9,5 abc	56,0 a	30,0 ab

Srednie oznaczone w kolumnach tą samą literą nie różnią się istotnie przy poziomie $\alpha = 0,05$.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie wyników badań laboratoryjnych.

Bardzo niska suma opadów w 2019 roku wpłynęła na poziom porażenia przez grzyby z rodzaju *Fusarium* (tabela 2 i 3). Skuteczność zastosowanych preparatów

w pierwszych dwóch latach badań, cechujących się dużym nasileniem fuzaryjnej zgorzeli podstawy źdźbła i korzeni, była niska. W 2019 roku najefektywniej ograniczał rozwój tych patogenów biksafen + protiokonazol oraz cyprodynil (tabela 4). W badaniach Brachaczka i in. (2015) najskuteczniejszymi w ograniczaniu występowania patogenów postawy źdźbła okazały się mieszaniny, które zawierały cyprodynil. Edwards i Godley (2010) wskazują na skuteczność protiokonazolu stosowanego we wczesnych fazach rozwojowych pszenicy.

Tabela 4

**Skuteczność stosowanej ochrony według Abbotta (%)
w poszczególnych latach doświadczenia**

Fungicyd	Fusarium spp.			Rhizoctonia cerealis		
	2016	2017	2019	2016	2017	2019
Mondatak 450 EC	5	23	20	–	53	25
Capalo 337,5 SE	10	26	84	–	100	4
Adexar Plus	1	16	95	–	100	3
Aviator Xpro 225 EC	-	25	100	–	98	-
Boogi Xpro 400 EC	5	25	75	–	80	12
Unix 75 WG	6	32	100	–	-	15
Matador 303 SE	2	32	5	–	99	19
Topsin M 500 SC	6	22	95	–	60	23

Źródło: Opracowanie własne na podstawie wyników badań laboratoryjnych.

W badanych latach stwierdzono zróżnicowane nasilenie objawów ostrej plamistości oczkowej. W 2016 roku choroba nie wystąpiła. W kolejnym roku porażenie przez *R. cerealis* wynosiło do 24% na poletkach chronionych i 23,7% w kontroli. W ostatnim roku badań ostra plamistość oczkowa była chorobą dominującą, sięgającą 72,9% zainfekowanych roślin. Zróżnicowanie w nasileniu porażenia przez *R. cerealis* zbiegło się z odmiennymi warunkami pogodowymi w poszczególnych latach doświadczenia. Rozwojowi tego patogenu sprzyja sucha jesień (Jordan i Hutcheon, 2003; Hamada i in., 2011). Wyjątkowo niska suma opadów w 2019 roku pokrywała się z wyraźnie większym porażeniem przez *R. cerealis*. Można przypuszczać, że niedobór opadów przyczynił się do podwyższenia poziomu infekcji tym patogenem (tabela 2 i 3).

W ostatnich latach zauważa się nasilenie występowania ostrej plamistości oczkowej, która staje się jedną z ważniejszych chorób pszenicy, powodujących znaczne straty ekonomiczne (Hamada i in., 2011; Lemańczyk i Kwaśna, 2013; Brown, 2016; Liu i Mundt, 2020). Zastosowane w doświadczeniu fungicydy wykazały dużą skuteczność w 2017 roku i słabą w 2019 roku, kiedy nasilenie ostrej plamistości oczkowej było znacznie większe. W pierwszym analizowanym sezonie najlepiej ograniczał rozwój tego patogenu epoksykonazol + fenpropimorf +

metrafenon, epoksykonazol + fluksapyroksad + piraklostrobina, biksafen + protriokonazol oraz tetrakonazol + tiofanat metylu. Wszystkie te preparaty zawierają w swoim składzie substancję z grupy triazoli (tabela 1 i 4). W pracach innych badaczy wykazano wrażliwość *R. cerealis* na inne substancje z grupy triazoli takie jak difenokonazol (Hamada i in., 2011) i heksakonazol (Park i in., 2012). Xu i in. (2018) potwierdzili natomiast skuteczność epoksykonazolu w ograniczaniu wzrostu *R. cerealis* w badaniach *in vitro*. W 2019 roku nie stwierdzono istotnych różnic w skuteczności zastosowanych preparatów.

W 2016 i 2019 roku nie zaobserwowano objawów występowania *Oculimacula* spp. na badanych próbkach. Łamliwość źdźbła zbóż i traw stwierdzono tylko w 2017 roku. Porażenie przez *Oculimacula* spp. było wówczas incydentalne i wynosiło do 3% na poletkach kontrolnych i na poletkach poddanych zabiegom fungicydowym. Tak niewielkie nasilenie infekcji nie daje podstaw do oceny skuteczności zastosowanych preparatów. Rozwój tej choroby ma związek z przebiegiem pogody (Majchrzak i in., 2005). Występowanie okresów suszy, zwłaszcza w miesiącach wiosennych, nie sprzyja rozwojowi tego patogenu. Według Kurowskiego (2002) duże nasilenie łamliwości źdźbła zbóż i traw obserwuje się jedynie w niektórych sezonach wegetacyjnych.

Tabela 5

Kultury grzybów wyizolowane z podstawy źdźbła pszenicy

Izolat	2016		2017		2019	
	liczba kolonii	(%)	liczba kolonii	(%)	liczba kolonii	(%)
<i>Fusarium</i> spp.	189	53,2	45	26,9	36	6,8
<i>Oculimacula</i> spp.	3	0,8	15	9,0	0	0
<i>Rhizoctonia cerealis</i>	0	0	32	19,2	462	87,7
Kultury niezarodnikujące	68	19,2	42	25,1	10	1,9
Saprotrofy	95	26,8	33	19,8	19	3,6
Razem	355	100	167	100	527	100

Źródło: Opracowanie własne na podstawie wyników badań laboratoryjnych.

W wyniku badań populacji grzybów zasiedlających podstawy źdźbeł pszenicy w warunkach *in vitro* otrzymano w kolejnych latach: 355, 167 i 527 izolatów. W 2016 roku ponad połowę izolowanych kultur stanowiły grzyby z rodzaju *Fusarium*. Najczęściej identyfikowano gatunki: *F. avenaceum*, *F. culmorum*, *F. graminearum*, *F. oxysporum*, *F. poae*, *F. sporotrichioides*. Grzyby z rodzaju *Fusarium* były również dominującą grupą patogenów w 2017 roku. W ostatnim roku badań 88% izolatów stanowiły kultury *R. cerealis*. Otrzymano 1% izolatów *Oculimacula* spp. w 2016 roku oraz 9% w 2017 roku (tabela 5). Skład badanych populacji grzybów

na sztucznej pożywce potwierdza wyniki otrzymane podczas oceny makroskopowej objawów chorób podstawy źdźbła pszenicy. Najliczniej izolowane patogeny, szczególnie w 2016 i 2019 roku, były sprawcami dominujących chorób stwierdzanych w doświadczeniach polowych.

4. Podsumowanie

Przebieg pogody w okresie prowadzenia doświadczeń wpływał na poziom nasilenia występowania patogenów. Zastosowane w badaniach fungicydy wykazały zróżnicowaną skuteczność w zwalczaniu fuzaryjnej zgorzeli podstawy źdźbła i korzeni oraz ostrej plamistości oczkowej pszenicy ozimej w latach 2016, 2017 i 2019. Przy dużym nasileniu porażenia przez *Fusarium* spp. i *R. cerealis*, skuteczność zastosowanych preparatów była niska. Najefektywniejsze w ograniczaniu rozwoju fuzaryjnej zgorzeli podstawy źdźbła i korzeni były biksafen + protiokonazol oraz ciprodynil. Najwyższą skuteczność w zwalczaniu ostrej plamistości oczkowej wykazały preparaty zawierające w swoim składzie substancję z grupy triazoli.

Ochrona zasiewów zbóż przed patogenami jest szczególnie ważnym elementem roślinnej produkcji rolniczej. Zastosowanie chemicznych środków ochrony roślin pozwala na uniknięcie wysokich strat w jakości i ilości plonu, jakie może spowodować porażenie przez grzyby. Uzyskane wyniki pozwalają stwierdzić, które z badanych substancji czynnych wykazują najwyższą skuteczność w zwalczaniu podstawowych sprawców chorób podstawy źdźbła i mogą przyczynić się do opracowania aktualnych programów ochrony pszenicy.

LITERATURA

1. Abbott, W.S. (1925). A method for computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology* 18 (2): 265–267.
2. Booth, C. (1971). *The Genus Fusarium*. Commonwealth Mycological Institute. Kew, Surrey, England. 237 ss.
3. Brachaczek, A., Kaczmarek, J., Niemann, J., Jędrzycka, M. (2015). Wpływ stosowania fungicydów w fazie T1 (BBCH 30–32) na zdrowotność i plonowanie pszenicy ozimej. [Effect of fungicide treatment performed at T1 (BBCH 30–32) on health and yield of winter wheat]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 55 (1): 49–57.
4. Brown, M. (2016). Elucidating crop losses and control of *Rhizoctonia solani* and *Rhizoctonia cerealis* in winter wheat. PhD thesis. University of Nottingham.
5. 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.
6. Edwards, S.G., Godley, N.P. (2010). Reduction of *Fusarium* head blight and deoxynivalenol in wheat with early fungicide applications of prothioconazole. *Food Additives and Contaminants. Part A.* 27(5): 629–635.
 7. FaoStat. The Food and Agriculture Organization. www.fao.org/faostat/en/#data/QC.
 8. 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.
 9. Jaczewska-Kalicka, A. (2000). Zmienność strat plonu pszenicy ozimej powodowanych przez choroby grzybowe w latach 1996–1999. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 40 (2): 623–625.
 10. Jaczewska-Kalicka, A. (2007). The influence of pathogenic fungi and weather conditions on winter wheat yield. *Journal of Plant Protection Research* 47 (2): 147–160.
 11. Jarecki, W. (2020). Production of selected crop plants in Poland over the period of 2010-2019. *Acta Agrophysica* 27: 39–45.
 12. Jordan, V.W.L., Hutcheon, J.A. (2003). Influence of cultivation practices on arable crop diseases. p. 187–206. In: “Soil Tillage in Agroecosystems” (A. El Titi ed.). CRC Press. Boca Raton. USA. 535 pp.
 13. Kowalska, G., Kowalski, R. (2020). Kontrola obecności mykotoksyn w produktach rolniczych i żywności. Cz. I. Praca przeglądowa. [Control of the presence of mycotoxins in agricultural products and food. Part I. A review]. *Agronomy Science* 75 (3): 19–42.
 14. Kurowski, T.P. (2002). Studia nad chorobami podsuszkowymi zbóż uprawianych w wieloletnich monokulturach. Wydawnictwo UWM w Olsztynie. Rozprawy i monografie 56: 86 ss.
 15. Kuś, J., Jończyk, K., Stalenga, J., Feledyn-Szewczyk, B., Mróz, A. (2010). Plonowanie wybranych odmian pszenicy ozimej w uprawie ekologicznej i konwencjonalnej. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering* 55(3): 219–223.
 16. Kwaśna, H., Chelkowski, J., Zajkowski, P. (1991). *Flora Polska. Grzyby (Mycota). Tom XXII. Sierpik (Fusarium)*. Instytut Botaniki. Polska Akademia Nauk. Warszawa-Kraków. 136 ss.
 17. 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.
 18. Liu, J., Mundt, C.C. (2020). Genetic structure and population diversity in the wheat sharp eyespot pathogen *Rhizoctonia cerealis* in the Willamette Valley. Oregon, USA. *Plant Pathology* 69: 101–111.
 19. 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.
 20. Małecka, I., Sawinska, Z., Blecharczyk, A., Dytman-Hagedorn, M. (2014). Zdrowotność pszenicy ozimej w różnych wariantach uprawy roli. [Winter wheat health in different tillage methods]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 54 (2): 246–250.

21. 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.
22. 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: 872–883.
23. Park, J.C., Lee, E.S., Cho, K.M., Lee, M.J., Kang, C.S., Choi, J.S. (2012). Effects of different seeding rates on disease incidences of wheat sharp eyespot and selection of fungicides. *Research in Plant Disease* 18 (1): 10–16.
24. Paulovska, L., Bankina, B., Roga, A., Fridmanis D. (2017). The incidence of wheat crown rot depending on agronomic practices. *Research for Rural Development* 2: 13–18.
25. Płaskowska, E. (2010). Charakterystyka i taksonomia grzybów z rodzaju *Fusarium*. [Characteristics and taxonomy of *Fusarium* fungi]. *Mikologia Lekarska* 17 (3): 172–176.
26. Płonka, K.J., Roj, J. (2012). Wrażliwość pięciu odmian pszenicy ozimej na *Rhizoctonia cerealis* i *R. solani*. [Susceptibility of five winter wheat cultivars to *Rhizoctonia cerealis* and *R. solani*]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 52 (3): 657–662.
27. Rachoń, L., Szumiło, G., Bobryk-Mamczarz, A. (2018). Podatność na choroby grzybowe wybranych genotypów pszenicy ozimej w zależności od poziomu agrotechniki. [Susceptibility of selected winter wheat genotypes to fungal diseases in relation to the level of cultivation technology]. *Agronomy Science* 73(1): 29–39.
28. Suchorzyńska, 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.
29. Sułek, A., Podolska, G., Jaśkiewicz, B. (2016). Plonowanie i zdrowotność dwóch podgatunków pszenicy w zależności od udziału zbóż w strukturze zasiewów w warunkach integrowanej produkcji. [The yield and healthiness of winter wheat depending on the share of cereals in crop structure under the condition of integrated production]. *Polish Journal of Agronomy* 27: 118–125.
30. Uhlig, S., Jestoi, M., Parikka, P. (2007). *Fusarium avenaceum* - The North European situation. *International Journal of Food Microbiology* 119: 17–24.
31. Wachowska, U. (1998). Fungi communities colonizing the stem base of winter wheat. *Acta Mycologica* 33 (2): 287–297.
32. Weber, R. (2007). Zagrożenie i sposoby ograniczania chorób fuzaryjnych pszenicy. [Treat and the ways of reducing fusariosis in wheat]. *Postępy Nauk Rolniczych* 59 (2): 19–31.
33. Xu, J.Q., Zhao, J.J., Hu, X.H., Wu, Y.Y., Yang, G.F., Fan, Q.Q. (2018). Biological characteristics of *Rhizoctonia cerealis* isolates with different sensitivities to triadimefon and their sensitivity to different fungicides. *Journal of Plant Protection* 45 (2): 359–366.