PROGRESS IN PLANT PROTECTION
55 (1): 49-57, 2015
ISSN 1427-4337

DOI: 10.14199/ppp-2015-009
Published online: 27.01.2015

Received: 16.04.2014 / Accepted: 05.11.2014

Effect of fungicide treatment performed at T1 (BBCH 30–32) on health and yield of winter wheat

Wpływ stosowania fungicydów w fazie T1 (BBCH 30–32) na zdrowotność i plonowanie pszenicy ozimej

Andrzej Brachaczek[1]*, Joanna Kaczmarek[2], Janetta Niemann[3], Małgorzata Jędryczka[2]

Summary

To reduce production costs and improve profitability of winter wheat some growers attempt to change the strategy of plant cultivation to semi-extensive farming, involving the usage of high yielding feed-industrial cultivars with improved tolerance to diseases and reducing the number of fungicide treatment. This strategy is profitable only if the growers choose resistant cultivars and correctly compose fungicides in the tank-mix for this single treatment. The aim of the study was to to evaluate severity of diseases occurring in winter wheat Rapsodia after a treatment at T1 (BBCH 30–32). The study was conducted at the Experimental Station for Variety Testing in Głubczyce (Opole Province) in the season of 2008/2009 and 2010/2011. Eleven tank mixtures of fungicides were tested. The least disease symptoms were observed after the use of tank mix composed of pikoksystrobin, tebuconazole, proqinazid and chlorotalonil. The results indicate that the selection of fungicides to a single treatment protection system is a very important factor determining high yields.

Key words: winter wheat; T1 fungicide spray; growth stage BBCH 30–32; yield

Streszczenie

W celu zmniejszenia kosztów produkcji i poprawy opłacalności uprawy pszenicy ozimej niektórzy plantatorzy podejmują próby zmiany strategii uprawy na półekstensywną, polegającą na wykorzystaniu wysokoplonujących odmian paszowo-przemysłowych o podwyższonej tolerancji na choroby i ograniczeniu liczby zabiegów ochrony z użyciem fungicydów. Taka strategia jest opłacalna tylko wtedy, kiedy rolnicy dysponują odpowiednią wiedzą z zakresu doboru odmian odpornych i dostosowania składu mieszaniny zbiornikowej fungicydów do jednokrotnego zabiegu. Celem badań była ocena nasilenia występowania chorób w pszenicy ozimej Rapsodia po wykonaniu zabiegu w terminie T1 (BBCH 30–32). Badania przeprowadzono w sezonach 2008/2009–2010/2011 w Stacji Doświadczalnej Oceny Odmian w Głubczycach (województwo opolskie). Testowano 11 mieszanin zbiornikowych fungicydów. Najmniej objawów chorobowych stwierdzono na pszenicy traktowanej mieszaniną składającą się z: pikoksystrobiny, tebukonazolu, proqinazidu i chlorotalonilu. Uzyskane wyniki wskazują, że dobór fungicydów do jednozabiegowego systemu ochrony jest bardzo ważnym czynnikiem warunkującym uzyskanie wysokiego plonu.

Słowa kluczowe: pszenica ozima; zabieg fungicydowy w terminie T1; stadium rozwojowe BBCH 30–32; plon

[1] DuPont Poland Sp. z o.o.
Postępu 17b, 02-676 Warszawa
*corresponding author: andrzej.brachaczek@dupont.com
[2] Instytut Genetyki Roślin Polskiej Akademii Nauk
Strzeszyńska 34, 60-479 Poznań
jkac@igr.poznan.pl; mjed@igr.poznan.pl
[3] Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
Katedra Genetyki i Hodowli Roślin
Dojazd 11, 60-632 Poznań
niemann@up.poznan.pl

The Polish Society of Plant Protection
Institute of Plant Protection – National Research Institute
The Committee of Plant Protection of the Polish Academy of Science

Wstęp / Introduction

Pszenicę uprawia się bardzo często w monokulturze, zwłaszcza w gospodarstwach wielkoobszarowych. Taka uprawa skutkuje zmniejszeniem poziomu plonowania, zwiększonym zachwaszczeniem i wzrostem porażenia roślin przez patogeny (Blecharczyk i wsp. 2004). Poza czynnikami siedliskowymi wielkość i jakość plonu pszenicy jest warunkowana potencjałem genetycznym poszczególnych odmian, oddziaływaniem czynników agrotechnicznych takich, jak stosowanie fungicydów (Budzyński i wsp. 2004), a także stopniem porażenia przez grzyby chorobotwórcze (Podolska i Sułek 2002). Częstotliwość występowania poszczególnych gatunków grzybów patogenicznych zależy od wielu czynników. Na tym samym obszarze stopień porażenia roślin przez wybrane patogeny może różnić się pomiędzy poszczególnymi sezonami wegetacyjnymi (Korbas i wsp. 2007).

Dane literaturowe wskazują, że jedną z metod zapobiegających obniżeniu plonu jest intensywna technologia produkcji (Smagacz i wsp. 1998). Nakłady finansowe związane z intensywną technologią uprawy są bardzo ważnym elementem decydującym o opłacalności uprawy pszenicy. Alternatywą dla systemu intensywnego mogą być systemy integrowane lub półintensywne, które mogą minimalizować poniesione koszty, zwiększyć efektywności poniesionych nakładów i ograniczyć oddziaływanie pestycydów na środowisko przyrodnicze, pod warunkiem umiejętnego ich zastosowania (Kuś i wsp. 2007). Jednym z takich rozwiązań jest uprawa wysokoplonujących odmian paszowo-przemysłowych o podwyższonej tolerancji na choroby i wykonanie tylko jednego zabiegu preparatem grzybobójczym. Celem takiego postępowania jest zmniejszenie kosztów produkcji i poprawa opłacalności uprawy pszenicy ozimej. Ponadto takie rozwiązanie dobrze wpisuje się w system integrowanej ochrony roślin.

Celem badań była ocena zdrowotności pszenicy ozimej Rapsodia w trzech sezonach wegetacyjnych po zastosowaniu jednego zabiegu w terminie T1 (BBCH 30–32), do którego zastosowano mieszaniny zbiornikowe fungicydów.

Materiały i metody / Materials and methods

Badania wykonano w trzech sezonach wegetacyjnych – od 2008/2009 do 2010/2011 w Stacji Doświadczalnej Oceny Odmian w Głubczycach (województwo opolskie) na pastewnej pszenicy ozimej odmiany Rapsodia (Plant Breeding International Cambridge Ltd.), która zgodnie z danymi Centralnego Ośrodka Badania Odmian Roślin Uprawnych (COBORU) jest odmianą pastewną odporną na rdzę brunatną, septoriozę liści, mączniaka prawdziwego, rdzę źdźbłową i choroby podstawy źdźbła. Doświadczenie założono w układzie bloków losowanych kompletnie zrandomizowanych w trzech powtórzeniach, na poletkach o powierzchni 15 m^2. Siew wykonano 30 września 2008 i 2009 roku oraz 24 września 2010 roku. Zastosowano 11 mieszanin substancji czynnych reprezentujących różne grupy chemiczne (tab. 1).

Tabela 1. Charakterystyka mieszanin substancji czynnych zastosowanych w doświadczeniu wykonanym w Stacji Doświadczalnej Oceny Odmian w Głubczycach (województwo opolskie) na pszenicy ozimej odmiany Rapsodia w sezonach 2008/2009–2010/2011

Table 1. Characteristic of active substance mixtures used in the field study at the Experimental Station for Variety Testing in Głubczyce (Opole Province) on winter wheat cv. Rapsodia in the seasons 2008/2009–2010/2011

Lp. No.	Substancje czynne fungicydów Active substances of fungicides	Grupa chemiczna Chemical group	Zawartość substancji czynnej Content of active substance [g/l]	Dawka fungicydu na 1 ha Fungicide dose per 1 ha	Formulacja* Formulation*
1	2	3	4	5	6
1	carbendazim flusilazole	benzimidazole triazole	125 250	0,8 l	EC
	proquinazid	quinazolinone	200	0,15 l	EC
2	carbendazim flusilazole	benzimidazole triazole	125 250	0,5 l	CS
	proquinazid	quinazolinone	200	0,15 l	EC
3	picoxystrobin	methoxy-acrylate	250	0,6 l	SC
	proquinazid	quinazolinone	200	0,15 l	EC
	carbendazim flusilazole	benzimidazole triazole	125 250	0,5 l	EC
4	prochloraz	imidazole	250	1,0 l	EC
	tebuconazole	triazole	160		
	proquinazid	quinazolinone	40		
5	prochloraz	imidazoles	250	0,75 l	EC
	tebukonazole	triazole	160		
	proquinazid	quinazolinone	40		
	picoxystrobin	methoxy-acrylate	250	0,6 l	SC

1	2	3	4	5	6
6	cyprodinil	anilinopyrimidine	300	1,5 kg	WG
	picoxystrobin	methoxy-acrylates	80		
7	cyprodinil	anilinopyrimidine	300	1,5 kg	WG
	picoxystrobin	methoxy-acrylate	80		
	proquinazid	quinazolinone	200	0,15 l	EC
8	cyprodynil	anilinopyrimidine	300	1,5 kg	WG
	picoxystrobin	methoxy-acrylate	80		
	flusilazole	triazole	250	0,5 l	EW
	proquinazid	quinazolinone	200	0,15 l	EC
9	cyprodinil	anilinopyrimidine	300	1,5 kg	WG
	picoxystrobin	methoxy-acrylate	80		
	tebuconazole	triazole	250	0,5 l	EW
	proquinazid	quinazolinone	200	0,15 l	EC
10	chlorothalonil	chloronitriles	500	1,6 l	SC
	picoxystrobin	methoxy-acrylate	100		
	tebukonazole	triazole	250	0,5 l	EW
	proquinazid	quinazolinone	200	0,15 l	EC
11	chlorothalonil	chloronitrile	500	1,6 l	SC
	picoxystrobin	methoxy-acrylate	100		
	prochloraz	imidazole	250	1,0 l	EC
	tebuconazole	triazole	160		
	proquinazid	quinazolinone	40		

*EC – koncentrat do sporządzania emulsji wodnej, CS – zawiesina kapsuł, SC – koncentrat w postaci stężonej zawiesiny, WG – forma użytkowa składająca się z granul do stosowania po ich wymieszaniu z wodą, EW – emulsja, olej w wodzie
*EC – emulsifiable concentrate, CS – capsule suspensions, SC – suspension concentrate, WG – water dispersible granules, EW – emulsion, oil in water

Zabiegi wykonano w terminie T1 – od fazy strzelania w źdźbło (BBCH 30) do fazy drugiego kolanka (BBCH 32), w dniach: 24 kwietnia 2009, 30 kwietnia 2010 oraz 27 kwietnia 2011. Obserwacje zdrowotności liści roślin pszenicy przeprowadzono w dniach wykonania zabiegu oraz 8–9 tygodni po zabiegu (24 czerwca 2009, 28 czerwca 2010 i 27 czerwca 2011 roku). Porażenie powierzchni blaszki liściowej przez *Zymoseptoria tritici* (Quaedvlieg i Crous 2011) oraz *Blumeria graminis* E.O. Speer oceniano według 9-stopniowej skali na 50 roślinach na każdym poletku. Ocenę występowania kompleksu chorób podstawy źdźbła pszenicy wykonano na 50 roślinach pobranych z każdego poletka w fazie dojrzałości woskowej (BBCH 85). Porażenie podstawy źdźbła roślin pszenicy oceniono stosując 4-stopniową skalę. Oznaczono także wielkość plonu przy 14% wilgotności oraz zawartość białka i glutenu w ziarnie. Wnioskowanie dotyczące istotności różnic pomiędzy obiektami badawczymi prowadzono na podstawie jednoczynnikowej analizy wariancji, a istotność różnic określono testem Tukeya przyjmując poziom istotności $\alpha = 0,05$. Obliczenia wykonano stosując pakiet statystyczny STATISTICA v. 9.0.

Wyniki i dyskusja / Results and discussion

Pszenica ozima jest zbożem podatnym na choroby grzybowe. Straty plonów spowodowane ich występowaniem, mogą sięgać 20–30%, a nawet 50% (Jaczewska-Kalicka 2002). Zgodnie z wynikami uzyskanymi przez różnych autorów (Korbas 1998; Kurowski i Hruszka 2004) zastosowanie właściwej ochrony zbóż, odpowiednie dobranie terminu zabiegu, a także użycie skutecznych fungicydów pozwala zapewnić wysoki plon oraz poprawę parametrów ziarna. W sytuacji braku lub niewielkiej opłacalności w intensywnej uprawie korzystne jest umiejętne wykonanie systemu jednozabiegowego, który stwarza szerokie możliwości ograniczania rozwoju sprawców chorób podstawy źdźbła i patogenów liści. Obok warunków glebowych i agrotechniki pogoda panująca w okresie wegetacji może mieć także istotny wpływ na rozwój i plonowanie pszenicy (Radzka i wsp. 2007).

Układ warunków pogody w poszczególnych sezonach wegetacyjnych był odmienny. Sezon wegetacyjny 2008/2009 był najcieplejszy, natomiast najchłodniejszy 2009/2010. W każdym z sezonów, ciepły październik zapewnił dobre warunki dla wzrostu roślin z tym, że ze względu na ilość opadów najbardziej sprzyjający rozwojowi roślin był październik w sezonach 2008/2009 i 2009/2010. Największą miesięczną sumę opadów stwierdzono w maju 2010 (222,2 mm); były to warunki sprzyjające rozwojowi grzybów chorobotwórczych. W tym samym okresie w pozostałych dwóch sezonach, miesięczna suma opadów wynosiła odpowiednio 70 i 68,8 mm (tab. 2). W okresie od 3 do 6 maja 2011 roku wystąpiły przymrozki. Zgodnie z badaniami prowadzonymi przez

Tabela 2. Warunki pogodowe w czasie doświadczenia z pszenicą ozimą odmiany Rapsodia, prowadzone w Stacji Doświadczalnej Oceny Odmian w Głubczycach w sezonach 2008/2009–2010/2011
Table 2. Weather conditions during the growing period of winter wheat cultivar Rapsodia at the Experimental Station for Variety Testing in Głubczyce in the seasons 2008/2009–2010/2011

Miesiąc Month	Miesięczna suma opadów Monthly sum of precipitation [mm]			Średnia miesięczna temperatura Average monthly temperature [°C]		
	2008/2009	2009/2010	2010/2011	2008/2009	2009/2010	2010/2011
Październik October	64,4	94,8	7	9,7	7,4	6,4
Listopad November	29,4	74,4	48,6	6,3	6,7	6,1
Grudzień December	33,2	28,4	19,2	1,8	–1,2	–5,4
Styczeń January	35,6	15,2	21,6	–2,8	–6,3	–0,7
Luty February	40,6	12,2	13,4	–0,9	–3	–2,7
Marzec March	105,6	9,4	30,6	3,3	–2,1	4,4
Kwiecień April	22	72,4	59,2	11,1	8,9	10,3
Maj May	70	222,2	68,8	13,1	11,6	13
Czerwiec June	172,8	110,8	57,2	14,1	15,9	17,2
Lipiec July	102,6	59,2	209,6	19.0	19,1	17,0

Doroszewskiego i wsp. (2013) nagłe spadki temperatury mogą powodować osłabienie roślin, polegające na zwiększeniu ich podatności na choroby i na działanie niekorzystnych warunków środowiska.

W latach badań mączniak prawdziwy nie występował na liściach pszenicy lub obserwowano go w śladowym nasileniu jedynie w kombinacji kontrolnej.

W dużym nasileniu obserwowano zmiany chorobowe w postaci plamistości na liściach. Przeprowadzone analizy mikroskopowe i mikologiczne wykazały, że ich przyczyną był głównie grzyb *Zymoseptoria tritici* (w zależności od roku od 70 do 95% izolatów), a pozostałe kultury grzybów zidentyfikowano jako *Stagonospora nodorum*, *Pyrenophora tritici-repentis* oraz grzyby z rodzaju *Fusarium*. Mirzwa-Mróz i wsp. (1999) stwierdzili, że masowe występowanie patogenów liści pszenicy odnotowuje się od fazy BBCH 69–71, mimo iż sporadycznie występują one wcześniej w sezonie wegetacyjnym. Taką samą zależność obserwowano w niniejszej pracy. Patogeny powodujące plamistości liści przyczyniają się do ograniczenia powierzchni asymilacyjnej blaszek liściowych, co w konsekwencji prowadzi do uzyskania drobnego ziarna i obniżenia plonu (Korbas 1998). Jak podaje Patterson i wsp. (1990), największe straty w plonie powodują choroby występujące na liściach, przy czym wielkość strat jest wprost proporcjonalna do wielkości objawów chorobowych na blaszkach liściowych.

W pracy analizowano porażenie liścia flagowego (F), podflagowego (F-1), trzeciego (F-2) i czwartego (F-3). W każdym sezonie w dniu oceny czwarty liść był zaschnięty lub całkowicie porażony. Niezależnie od sezonu statystycznie istotne najintensywniejsze porażenie stwierdzano w kombinacji kontrolnej (tab. 3). W 2009 roku liście flagowe były porażone jedynie w kontroli, natomiast porażenie liścia podflagowego wynosiło średnio 2,4%. W tym przypadku objawów chorobowych nie stwierdzono w kombinacjach, w których zastosowano mieszaniny fungicydów strobilurynowych (kombinacje 6–10). Z kolei średnie porażenie powierzchni trzeciego liścia wahało się od 8,3% (kombinacja 8) aż do 51,7% (kombinacja 1 i kontrola).

W 2010 roku powierzchnia liści porażonych przez *Z. tritici* była większa niż w roku poprzednim i po zastosowaniu fungicydów wahała się od 2 do 16,7% na liściu flagowym, od 32,5 do 68,3% na liściu podflagowym i od 90 do 100% na trzecim liściu (tab. 3). Podobnie jak w roku poprzednim, najmniej skuteczna w ograniczaniu występowania septorioz liści okazała się kombinacja, w której zastosowano mieszaninę karbendazymu, flusilazolu i proquinazidu (kombinacja 1, tab. 1). W warunkach tak silnej presji infekcyjnej najskuteczniejsze były kombinacje, w których zastosowano mieszaninę zbiornikową składającą się z: pikoksystrobiny, tebukonazolu i proquinazidu (kombinacja 11) oraz tej samej mieszaniny z dodatkiem chlorotalonilu (kombinacja 10) czy cyprodynilu (kombinacja 8).

W 2011 roku średnie porażenie liści przez *Z. tritici* było mniejsze niż w roku poprzednim i wahało się od

Tabela 3. Powierzchnia liści pszenicy ozimej [%] odmiany Rapsodia z objawami porażenia przez *Z. tritici* w latach 2009–2011
Table 3. Area of leaves [%)] of winter wheat cultivar Rapsodia with the symptoms of infection by *Z. tritici* in 2009–2011

Wariant Treatment	2009			2010			2011		
	liść flagowy flag leaf F	liść podflagowy subflag leaf F-1	trzeci liść third leaf F-2	liść flagowy flag leaf F	liść podflagowy subflag leaf F-1	trzeci liść third leaf F-2	liść flagowy flag leaf F	liść podflagowy subflag leaf F-1	trzeci liść third leaf F-2
1	0,00 a*	1,96 ab	51,70 f	16,70 e	68,30 de	100,00 c	1,70 cd	35,00 f	83,30 e
2	0,00 a	4,00 b	36,70 e	10,00 d	61,70 de	100,00 c	1,30 bc	25,00 def	66,70 d
3	0,00 a	3,18 ab	31,70 de	3,70 bc	56,70 cd	98,30 bc	2,3 ef	23,30 cde	38,30 a
4	0,00 a	1,94 ab	30,00 de	4,54 bc	43,30 b	98,30 bc	1,3 bc	21,70 bcd	66,70 d
5	0,00 a	0,30 ab	16,70 abc	3,70 bc	48,30 bc	97,30 b	2,7 fg	17,33 abcd	70,00 d
6	0,00a	0,00 a	10,00 ab	5,00 c	45,00 b	100,00 c	1,7 cd	12,86 ab	56,70 bc
7	0,00 a	0,00 a	16,70 abc	3,70 bc	45,00 b	98,60 bc	2 de	16,70 abcd	68,30 d
8	0,00 a	0,00 a	8,30 a	2,00 a	26,70 a	90,00 a	0,3 a	17,00 abcd	56,70 bc
9	0,00 a	0,00 a	21,70 bcd	3,00 ab	50,00 bc	98,30 bc	1 b	14,30 abc	53,30 b
10	0,00 a	0,00 a	23,30 cd	5,00 c	26,70 a	100,00 c	0,3 a	10,00 a	50,00 b
11	0,00 a	0,00 a	23,30 cd	3,00 ab	32,50 a	100,00 c	0,3 a	18,30 abcd	63,30 cd
Kontrola Control	0,30 b	15,00 c	51,70 f	25,00 f	75,00 e	100,00 c	3 g	33,30 ef	86,90 e

*jednakowymi literami oznaczono obiekty nieróżniące się istotnie na poziomie α = 0,05 – values within each column, followed by the same letter are not significantly different α = 0.05

0,3 do 3% na liściu flagowym, od 10 do 33,3% na liściu podflagowym i od 50 do 86,9% na trzecim liściu (tab. 3). Niezależnie od badanej grupy liści, najmniej objawów chorobowych stwierdzono na pszenicy traktowanej mieszaniną składającą się z: pikoksystrobiny, tebukonazolu, proqinazidu i chlorotalonilu (kombinacja 10). Tiedmann i Yuexuan (2001) wykazali, że stosowanie fungicydów z grupy strobiluryn hamuje proces starzenia się zielonych organów roślin, wydłużając go średnio o kilkanaście dni. Dimmock i Gooding (2002) stwierdzili, że skuteczna ochrona liścia flagowego przynosi w Wielkiej Brytanii wzrost plonowania o ponad połowę w porównaniu do kontroli.

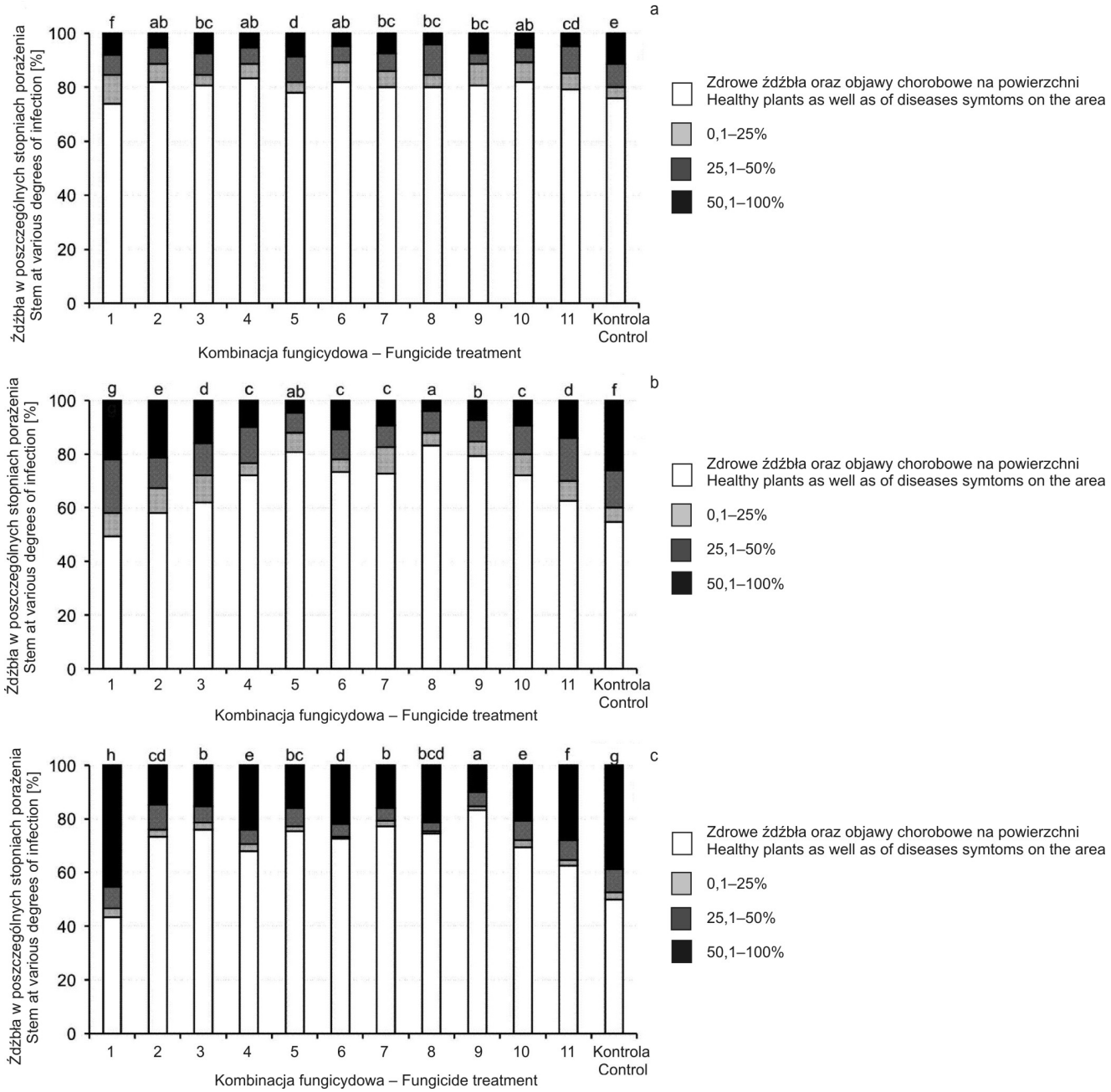
W niniejszej pracy, w każdym badanym sezonie stwierdzono występowanie objawów chorobowych na podstawie źdźbła z tym, że ich intensywność różniła się w latach (rys. 1). W kombinacji kontrolnej odsetek roślin o zdrowej podstawie źdźbła wynosił od 50 (2011) do 76% (2009). W latach 2009–2011 z wyjątkiem kombinacji 1 (karbendazym + flusilazol + proquinazid), we wszystkich kombinacjach notowano istotnie mniej porażonych roślin niż w kontroli (rys. 1). Największa różnica pomiędzy kontrolą a obiektami traktowanymi fungicydami w liczbie porażonych podstaw źdźbeł wynosiła od 6 w roku 2009 do 27% w roku 2011. W roku 2009 najskuteczniejszą w ograniczaniu występowania patogenów postawy źdźbła okazała się mieszanina cyprodynilu i pikoksystrobiny (kombinacja 6), w 2010 roku mieszanina cyprodynilu, pikoksystrobiny, flusilazolu i proquinazidu (kombinacja 8), a w 2011 roku mieszanina cyprodynilu, pikoksystrobiny, tebukonazolu i proqinazidu (kombinacja 9) (rys. 1). W skład każdej z tych mieszanin wchodził cyprodynil i pi-koksystrobina (tab. 1).

Poglądy na temat roli poszczególnych sprawców chorób podstawy źdźbła w ograniczeniu plonowania są zróżnicowane. Mróz i wsp. (1990), Dawson i Bateman (2000) oraz Smagacz (2005) wskazują, że największy ujemny wpływ na plon ma porażenie roślin przez *Gaeumannomyces graminis*. Parylak i Wojtala (2007) dodatkowo podkreślają szkodliwość *P. herpotrichoides* (*Oculimacula yallundae* i *O. acuformis*), a Korbas (2004) zauważa istotne zagrożenie ze strony grzybów należących do rodzaju *Fusarium*. Straty plonu ziarna spowodowane przez te patogeny mogą sięgać nawet do 50% (Werker i wsp. 1991).

Wielkość tych strat można ograniczyć stosując umiejętnie dobrane środki ochrony roślin. Szczególnie istotny jest wybór substancji czynnych do mieszaniny zbiornikowej gdy tak, jak w przypadku badań przeprowadzonych w niniejszej pracy, wybiera się jednozabiegowy system ochrony.

We wszystkich latach, w których przeprowadzono doświadczenia najniższy plon uzyskano w wariancie kontrolnym, a ich średnia wielkość wahała się od 56 dt/ha (2010) do 98 dt/ha (2011) (rys. 2). Średni plon w wariantach, w których uzyskano najmniejszy wzrost w stosunku do kontroli wynosił od 60 dt/ha (2010) do 98,9 dt/ha (2012) i w latach 2010 i 2011 nie różnił się istotnie statystycznie od kontroli. Z kolei maksymalny plon wahał się od 83,5 dt/ha (2009) do 106,4 dt/ha (2011).

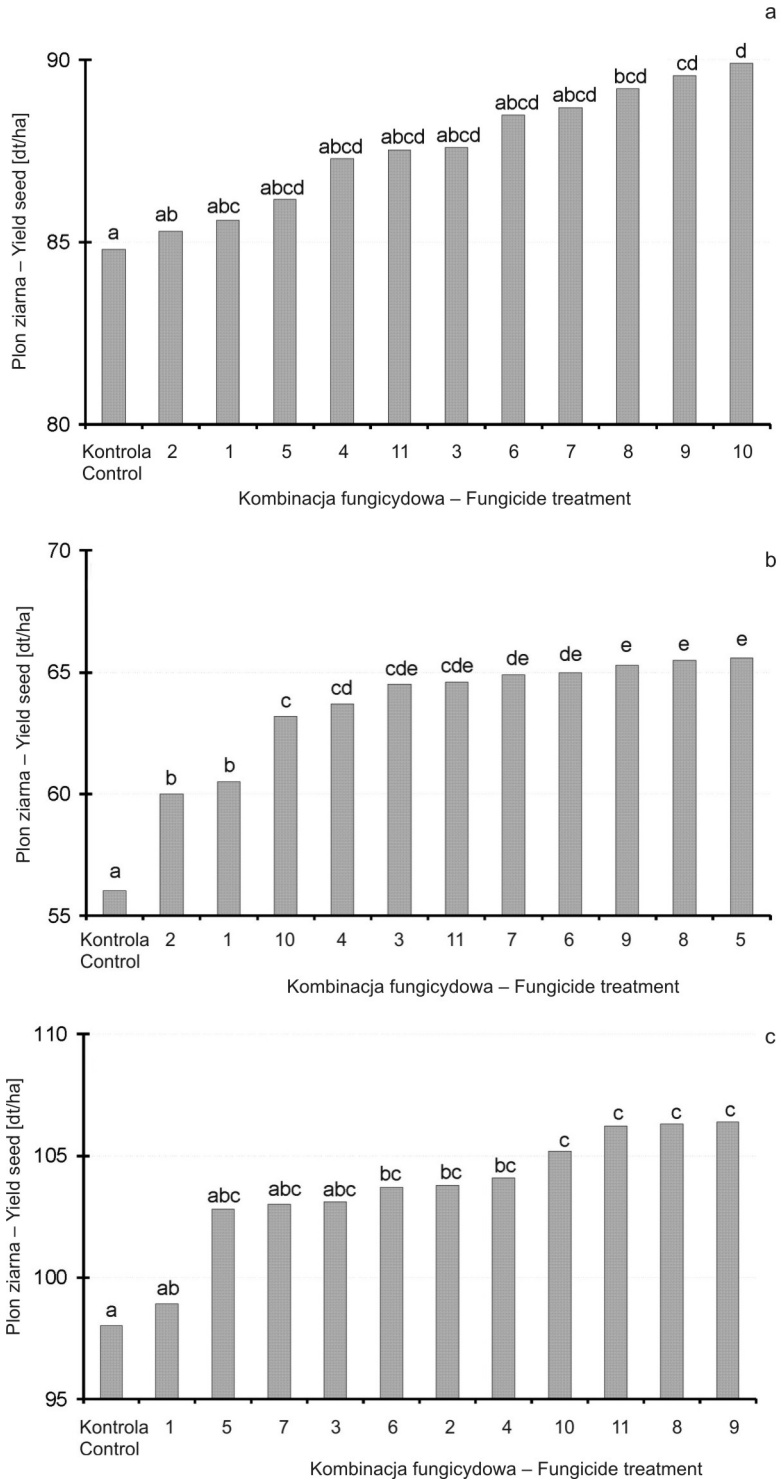
W 2009 roku mieszaniny zawierające związki benzimidazolowe i triazolowe nie wpłynęły na istotne zwiększenie plonu ziarna (rys. 2). Istotny statystycznie wzrost plonu wobec kontroli odnotowano w kombinacji 8–10 (tab. 1), w których zastosowano mieszaninę składającą się z: pikoksystrobiny, tebukonazolu, proquinazidu oraz chlorotalonilu (wariant 10) oraz podobnych mieszanin, w których zamiast chlorotalonilu zastosowano cyprodynil (warianty 8–9).



Rys. 1. Odsetek źdźbeł w poszczególnych stopniach porażenia przez patogeny powodujące choroby podstawy źdźbła obserwowany na pszenicy ozimej Rapsodia w latach 2009 (a), 2010 (b) i 2011 (c) w poszczególnych kombinacjach fungicydowych (tab. 1). Jednakowymi literami oznaczono warianty nie różniące się istotnie na poziomie $\alpha = 0,05$

Fig. 1. The percentage of stem at various degrees of infection by pathogens causing stem base diseases observed on winter wheat Rapsodia in 2009 (a), 2010 (b) and 2011 (c) in individual fungicide treatment (Table 1). Values within each column, followed by the same letter are not significantly different $\alpha = 0.05$

W 2010 i 2011 roku plon ziarna z każdego zabiegu fungicydowego był istotnie wyższy niż w kontroli. Świadczy to o tym, że w warunkach dużej presji infekcyjnej ze strony chorób jaką obserwowano w 2010 roku, nawet w tych wariantach, w których zastosowano mniej skutecznie działające mieszaniny zawierające substancje aktywne z grupy benzimidazoli i triazoli (warianty 1 i 2), uzyskano istotnie wyższy plon niż w kontroli. W 2010 roku największą zwyżkę plonu stwierdzono w wariantach 5, 8 i 9, a w 2011 roku w wariantach 8–11 (rys. 2). Biorąc pod uwagę wszystkie trzy badane sezony wegetacyjne najwyższy plon uzyskano w kombinacjach 8 i 9, w których zastosowano mieszaninę składającą się z: cyprodynilu (grupa anilinopirimidyn), pikoksystrobiny 38 WG (grupa strobiluryn), flusilazolu 250 EW lub tebukonazolu 250 EW (grupa triazoli) oraz proquinazidu 200 EC (grupa quinozoliny).



Rys. 2. Plon ziarna przy 14% wilgotności uzyskany w poszczególnych kombinacjach fungicydowych (tab. 1) w badaniach wykonanych w Stacji Doświadczalnej Oceny Odmian w Głubczycach (województwo opolskie) na pszenicy ozimej odmiany Rapsodia w latach 2009 (a), 2010 (b) i 2011 (c). Jednakowymi literami oznaczono warianty nie różniące się istotnie na poziomie α = 0,05

Fig. 2. The seed yield at 14% humidity obtained for individual fungicide treatment in the field studies carried out at the Experimental Station for Variety Testing in Głubczyce (Opole Province) on winter wheat cultivar Rapsodia in 2009 (a), 2010 (b) and 2011 (c). Values within each column, followed by the same letter are not significantly different α = 0.05

W każdym sezonie stwierdzono statystycznie istotnie różną zawartość białka ogółem w ziarnie w zależności od zastosowanej kombinacji. Zawartość białka w ziarnie zebranym w 2011 roku była średnio wyższa o 9% niż w 2009 roku i o 0,9% wyższa niż w ziarnie z 2010 roku (tab. 4). Taką samą tendencję stwierdzili także Cacak-Pietrzak i wsp. (2010), wykazując zwiększenie zawartości białka w roku o małej ilości opadów i dużym nasłonecznieniu. W 2010 roku procentowa zawartość glutenu była istotnie mniejsza w ziarnie zebranym z obiektów

Tabela 4. Zawartość białka i glutenu w ziarnie pszenicy zebranym w Głubczycach w latach 2009–2011 w zależności od zastosowanych mieszanin fungicydów
Table 4. The content of protein and gluten in grain of winter wheat collected in 2009–2011 depending on the applied mixtures of fungicides

Wariant Treatment	Białko – Protein* [%]			Gluten – Gluten* [%]		
	2009	2010	2011	2009	2010	2011
1	11,5 ab	10,5 a	12,33 a	28,8 b	27,3 ab	26,5 a
2	11,1 a	11,4 a	13,1 cde	28,9 b	27,1 ab	26,9 a
3	11,8 bc	11,5 ab	13,01 bcde	28,9 b	28,1 ab	26,9 a
4	11,9 bc	12,4 cd	13,06 cde	29,6 b	27,9 ab	26,9a
5	12,4 c	12,6 cd	13,14 cde	28,8 b	28,5 b	27,1 a
6	11,9 bc	12,4 cd	13,44 de	26,9 a	28,4 b	27,1 a
7	12,1 bc	12,6 cd	13,54 e	26,8 a	27,4 ab	27,2 a
8	12 bc	12,3 cd	12,99 abcde	28,8 b	27,8 ab	27,2 a
9	12,2 c	12,7 d	12,87 abcd	30,1b	28,2 ab	27,2 a
10	12,3 c	11,9 abc	12,98 abcde	30,1 b	27,9 ab	27,4 a
11	12,4 c	12,2 bcd	12,77 abc	28,8 b	27,9 ab	27,4 a
Kontrola Control	11,1 a	11,5 ab	12,36 ab	27,2 b	26,9 a	27,8 a

*wartości w tych samych kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie (p = 0,05) – values in the same columns, followed by different letters are significantly different (p = 0.05)

kontrolnych od ziarniaków uzyskanych z roślin traktowanych fungicydami. Takiej zależności nie stwierdzono w 2011 roku, a w 2009 roku w dwóch kombinacjach z zastosowaniem fungicydów zanotowano istotnie mniejszą zawartość glutenu niż w kontroli.

Wnioski / Conclusions

1. Mieszaniny zawierające substancje czynne należące do grup chemicznych: anilinopirimidyn, imidazoli, ftalanów, quinozolin oraz triazoli umożliwiają skuteczną ochronę pszenicy ozimej przed chorobami w programach jednozabiegowych wykonanych w terminie T1.
2. Właściwy dobór preparatów o działaniu grzybobójczym może w istotny sposób ograniczyć porażenie roślin pszenicy przez grzyby chorobotwórcze i zmniejszyć straty plonu.

Podziękowanie / Acknowledgements

Autorzy składają serdeczne podziękowania dr. Kazimierzowi Pyziakowi oraz Ryszardowi Kozikowi (Stacja Doświadczalna Oceny Odmian Głubczyce) za prowadzenie doświadczeń polowych, a także Waldemarowi Kamińskiemu i Jarosławowi Trytkowi za pomoc techniczną podczas ocen porażenia.

Literatura / References

Blecharczyk A., Małecka I., Sawinska Z. 2004. Reakcja pszenicy ozimej na wieloletnie stosowanie siewu bezpośredniego. Fragmenta Agronomica 2 (82): 125–137.

Budzyński W., Borysewicz J., Bielski S. 2004. Wpływ poziomu nawożenia azotem na plonowanie i jakość technologiczną ziarna pszenicy ozimej. Pamiętnik Puławski 135: 33–44.

Cacak-Pietrzak G., Leszczyńska D., Ceglińska A. 2010. Wpływ wybranych fungicydów na cechy jakościowe ziarna pszenicy jarej odmiany Torka. [The influence of choosen fungicides on baking value of the spring wheat cultivar Torka]. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 50 (2): 989–993.

Dawson W.A.J.M., Bateman G.L. 2000. Sensitivity of fungi from cereal roots to fluquinconazole and their suppressiveness towards take-all on plants with or without fluquinconazole seed treatment in a controlled environment. Plant Pathology 49: 477–486.

Dimmock J.P., Gooding M.I. 2002. The effects of fungicides on rate and duration of grain filling in winter wheat in relation to maintenance of flag leaf green area. Journal of Agricultural Science 138: 1–16.

Doroszewski A., Wróblewska E., Jóźwicki T., Mizak K. 2013. Ocena szkód w roślinach sadowniczych i ogrodniczych powodowanych przez przymrozki w maju 2011 roku. Acta Agrophysica 20 (2): 269–281.

Jaczewska-Kalicka A. 2002. Występowanie i szkodliwość najważniejszych chorób pszenicy ozimej w Polsce centralnej. [Occurrence and harmfulness of the most important diseases of winter wheat in Central Poland]. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 42 (1): 93–101.

Jończyk K. 1999. Efektywność chemicznego zwalczania chorób grzybowych w uprawie pszenicy ozimej i żyta. Pamiętnik Puławski 114: 151–158.

Korbas M. 1998. Choroby i szkodniki zbóż. Multum, Poznań, 88 ss.

Korbas M. 2004. Choroby podstawy źdźbła – możliwości i perspektywy zwalczania. [Culm base diseases – possibilities and perspective of their control]. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 44 (1): 147–154.

Korbas M., Pieczul K., Horoszkiewicz-Janka J. 2007. Patogeny podstawy źdźbła zbóż izolowane z odmian pszenicy ozimej. [Stem base pathogens isolated from winter wheat in 2006 year]. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 47 (2): 149–152.

Kurowski T.P., Hruszka M. 2004. Zdrowotność i plonowanie pszenżyta ozimego w łanie chronionym zabiegami chemicznymi i pro-ekologicznymi. [Effects of the economical profotability of chemical control of pests in cereals]. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 44 (2): 896–899.

Kuś J., Jończyk K., Kawalec A. 2007. Czynniki ograniczające plonowanie pszenicy ozimej w różnych systemach gospodarowania. Acta Agrophysica 10 (2): 407–417.

Mirzwa-Mróz E., Nowicki B., Zamorski Cz., Myszkiewicz D. 1999. Reakcje rodów pszenicy ozimej na porażenie przez *Mycosphaerella graminicola* w warunkach polowych w latach 1997–1998. [Reaction of winter wheat genotypes to infection by *Mycosphearella graminicola* in field conditions, in 1997–1998]. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 39 (2): 763–766.

Mróz A., Jelinowski S., Kuś J. 1990. Wpływ zmianowania na porażenie pszenicy ozimej przez *Gaeumannomyces graminis* oraz *Pseudocercosporella herpotrichoides*. Pamiętnik Puławski 97: 55–63.

Parylak D., Wojtala L. 2007. Stosowanie zmniejszonych dawek zaprawy nasiennej Latitude 125 FS (siltiofam) w uprawie pszenicy po sobie. [Application of reduced dose of seed treatment product Latitude 125 FS (silthiofam) in winter wheat continuous cropping]. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 47 (2): 240–243.

Patterson F.L., Shaner G.E., Ohm H.W., Foster J.E. 1990. A historical perspective for the establishment of research goals for wheat improvement. Journal of Production Agriculture 3 (1): 30–38.

Podolska G., Sułek A. 2002. Główne elementy technologii produkcji decydujące o wysokiej jakości ziarna pszenicy. Pamiętnik Puławski 130: 597–605.

Quaedvlieg W., Kema G.H.J., Groenewald J.Z.,Verkley G.J.M., Seifbarghi S., Razavi M., Gohari A.M., Mehrabi R., Crous P.W. 2011. *Zymoseptoria* gen. nov.: A new genus to accommodate *Septoria*-like species occurring on graminicolous hosts. Persoonia. Molecular Phylogenetics and Evolution 26: 57–69.

Radzka E., Koc G., Rak J., Jankowska J. 2007. Niedobór i rozkład opadów w Siedlcach w latach 1971–2005. Przegląd Naukowy. Inżynieria i Kształtowanie Środowiska 16 (3): 33–38.

Smagacz J. 2005. Występowanie zgorzeli podstawy źdźbła i plonowanie pszenicy ozimej uprawianej po sobie w zależności od zaprawy nasiennej oraz częstotliwości nawożenia słomą. [Efficiency of two seed dressings against *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* in winter wheat monoculture in dependence on method of straw fertilization]. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 45 (1): 441–447.

Smagacz J., Kuś J., Martyniuk S., Duer I., Krasowicz S., Mróz A. 1998. Agrotechniczne metody ograniczania ujemnych następstw zwiększonego udziału zbóż w płodozmianie. Materiały Szkoleniowe Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa 70/98, 82 ss.

Tiedmann A., Yuexuan W.M. 2001. Physiologishe Effekte von Azolen und Strobilurinen bei Weizen und Gerste. Getreide Magazin 7: 78–82.

Werker A.R., Gilligan C.A., Horny D. 1991. Analysis of disease-progress curves for take-all in consecutive crops of winter wheat. Plant Pathology 40 (1): 8–24.