

FUSARIUM SPP. ON EARS AND KERNELS OF WINTER WHEAT IN DIFFERENT CROPPING SYSTEMS

Summary

*In years 2002-2004 there were carried out observations on the incidence of Fusarium Head Blight on two cultivars of winter wheat (Korweta and Mewa) grown in the organic, conventional, integrated system and monoculture. The per cent of heads with disease symptoms and their severity were assessed. Fusarium Head Blight occurred in a higher intensity in years 2002 and 2004. Organic system, where chemical treatments against pathogenic fungi are not allowed, FHB symptoms was not more often observed than in other systems with full chemical protection. Among fungi isolated from kernels *Fusarium poae*, *F. tricinctum*, *F. culmorum* dominated.*

FUZARIOZA KŁOSÓW I ZIARNA PSZENICY OZIMEJ (*FUSARIUM SPP.*) W RÓŻNYCH SYSTEMACH UPRAWY

Streszczenie

*W latach 2002-2004 przeprowadzono obserwacje dotyczące występowania fuzariozy na kłosach dwóch odmian pszenicy ozimej ('Korweta' i 'Mewa') uprawianej w systemie ekologicznym, konwencjonalnym, integrowanym i w monokulturze. Określano procent kłosów z symptomami choroby i stopień jej nasilenia. Fuzarioza kłosów w większym nasileniu wystąpiła w latach 2002 i 2004. W systemie ekologicznym, gdzie nie prowadzi się zabiegów chemicznych przeciwko patogenicznym grzybom, objawów fuzariozy nie było więcej aniżeli w systemach z prowadzoną ochroną fungicydową. Z ziarniaków izolowano głównie *Fusarium poae*, *F. tricinctum*, *F. culmorum*.*

1. Wprowadzenie

Pszenica ozima należy do najważniejszych roślin zbożowych uprawianych w Polsce i na świecie. Z licznych patogenicznych organizmów atakujących pszenicę, szczególną uwagę należy zwrócić na *Fusarium spp.* Choroby powodowane przez te grzyby takie jak: zgorzel przed i powszodowa, fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła, fuzarioza liści mogą prowadzić do znacznego spadku plonu, natomiast fuzarioza kłosów i zasiedlenie ziarna przez *Fusarium spp.* może przyczynić się nie tylko do spadku plonu ale również do pogorszenia jakości ziarna skażając go mikotoksynami [13, 20]. Chorobę może powodować kilkanaście gatunków *Fusarium* o zróżnicowanych wymaganiach klimatycznych i infekujących w różnych fazach kwitnienia pszenicy. W zależności od warunków pogodowych, w szczególności od opadów i wilgotności powietrza oraz temperatury, objawy fuzariozy kłosów mogą wystąpić w różnym nasileniu. Sprzyjającym czynnikiem epidemii fuzariozy jest wietrzna pogoda oraz częste opady deszczu, podczas której zarodniki są przenoszone z wiatrem na kłosy. Na nasilenie choroby, poza warunkami pogodowymi, znaczny wpływ mają zabiegi agrotechniczne oraz uprawiane odmiany [3, 4, 10, 15, 20].

Celem podjętych obserwacji było określenie nasilenia objawów fuzariozy kłosów dwóch odmian pszenicy ozimej

uprawianej w systemach: ekologicznym, integrowanym, konwencjonalnym oraz w monokulturze i sprawdzenie, czy uprawa w określonym systemie gospodarowania, a co się z tym ściśle wiąże ze zróżnicowanymi zabiegami agrotechnicznymi wpływa na wysokość porażenia kłosów i ziarniaków przez *Fusarium spp.*

2. Materiał i metody badań

Obserwacje prowadzono w latach 2002-2004 na polach doświadczalnych zlokalizowanych w Osinach k/Puław (51°28'N; 22°04'E), należących do Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa PIB w Puławach. Obiektem obserwacji były dwie odmiany pszenicy ozimej: 'Korweta' i 'Mewa' uprawiane w systemach: ekologicznym, integrowanym, konwencjonalnym oraz w monokulturze. Stosowane płodozmiany, nawożenie i zabiegi ochronne w poszczególnych systemach uprawy przedstawiono w tab. 1, 2 i 3.

Korzystne warunki pogodowe dla rozwoju choroby panujące w czasie trwania obserwacji, wystąpiły w latach 2002 i 2004 (tab. 4). Stosunkowo duża ilość i częstotliwość opadów przed i w czasie kwitnienia pszenicy zapewniała odpowiednią wilgotność powietrza i zwilżenie kłosów, co sprzyjało rozwojowi patogenów.

Tab. 1. Nastęstwo roślin na polach doświadczalnych w Osinach
 Table 1. Sequence of plants on experimental fields in Osiny

System ekologiczny /Organic system	System integrowany /Integrated system	System konwencjonalny /Conventional system	Monokultura /Monoculture
1. pszenica ozima 2. ziemniak 3. jęczmień jary 4. koniczyna z trawami 5. koniczyna z trawami	1. pszenica ozima 2. ziemniak 3. jęczmień jary 4. bobik	1. pszenica ozima 2. jęczmień jary 3. rzepak	1. pszenica ozima

Tab. 2. Nawożenie pól doświadczalnych w latach prowadzenia obserwacji
 Table 2. Fertilization of experimental fields in years of observations

	Miesiąc /Month	2001/2002	2002/2003	2003/2004
System ekologiczny /Organic system	X	pod uprawę ziemniaka - obornik w ilości 30 t/ha		
System integrowany /Integrated system	IX	15 N+50 P ₂ O ₅ +75 K ₂ O	15 N+50 P ₂ O ₅ +75 K ₂ O	15 N+50 P ₂ O ₅ +75 K ₂ O
	III	60 N	50 N	30 N
	V	30 N [kg/ha]	30 N [kg/ha]	35 N
System konwencjonalny /Conventional system	VI	-	-	20 N [kg/ha]
	IX	18 N+60 P ₂ O ₅ +90 K ₂ O	18 N+60 P ₂ O ₅ +90 K ₂ O	24 N+72 P ₂ O ₅ +72 K ₂ O
	III	51 N	50 N	50 N
Monokultura /Monoculture	V	50 N	50 N	50 N
	VI	30 N [kg/ha]	50 N [kg/ha]	40 N [kg/ha]
	VIII	40 N	40 N	40 N
Monokultura /Monoculture	IX	18 N+60 P ₂ O ₅ +90 K ₂ O	24 N+72 P ₂ O ₅ +72 K ₂ O	24 N+72 P ₂ O ₅ +72 K ₂ O
	III	51 N	51 N	40 N
	V	60 N	50 N	50 N
Monokultura /Monoculture	VI	50 N [kg/ha]	50 N [kg/ha]	40 N [kg/ha]

Tab. 3. Zabiegi ochronne w latach prowadzenia obserwacji
 Table 3. Protective treatments in years of observations

	2001/2002	2002/2003	2003/2004
System ekologiczny /Organic system	Bronowanie broną chwastownik Ręczne odchwaszczanie		
System integrowany /Integrated system	H* pendimetalina, izoproturon F karbendazym, triadimefon R chlorek chloromekwatu F tebukonazol, spiroksamina, triadimenol	H pendimetalina, izoproturon H MCPA w formie soli dimetyloaminowej F tebukonazol, triadimenol F tebukonazol, spiroksamina, triadimenol	H odosulfuron metylosodowy R chlorek chloromekwatu R chlorek chloromekwatu, etefon F tebukonazol, triadimenol F pikoksystrobina
System konwencjonalny /Conventional system	H pendimetalina, izoproturon F karbendazym, triadimefon R chlorek chloromekwatu F tebukonazol, triadimenol F tebukonazol, spiroksamina, triadimenol	H pendimetalina izoproturon H MCPA w formie soli dimetyloaminowej H fenoksaprop F tebukonazol, triadimenol F tebukonazol, spiroksamina, triadimenol	H diflufenikan, izoproturon R chlorek chloromekwatu F karbendazym, tiuram R chlorek chloromekwatu, etefon F propikonazol + propikonazol, fenpropidyna F tebukonazol, spiroksamina, triadimenol
Monokultura /Monoculture	H pendimetalina, izoproturon H MCPA w formie soli dimetyloaminowej F benomyl R chlorek chloromekwatu F tebukonazol, triadimenol F tebukonazol, spiroksamina, triadimenol	H pendimetalina izoproturon H MCPA w formie soli dimetyloaminowej F karbendazym, triadimefon F tebukonazol, triadimenol F tebukonazol, spiroksamina, triadimenol	H diflufenikan, izoproturon R chlorek chloromekwatu F karbendazym, tiuram R chlorek chloromekwatu, etefon F tebukonazol, spiroksamina, triadimenol F pikoksystrobina H glifosat w postaci soli izopropiloaminowej

*/ H – herbicyd /herbicide, F – fungicyd /fungicide, R – retardant /retardant

Tab. 4. Warunki meteorologiczne w okresie prowadzenia badań, Osiny 2002-2004
 Table 4. Weather conditions during experiment, Osiny 2002-2004

Miesiąc /Month	Dekada /Decade	Temperatura [°C] /Temperature [°C]			Opady [mm] /Rainfalls [mm]			Liczba dni z opadami /Days with rainfalls		
		2002	2003	2004	2002	2003	2004	2002	2003	2004
Czerwiec /June	I	16,1	20,1	16,5	39,8	1,6	13,0	5	1	4
	II	19,1	17,7	16,3	36,4	27,6	31,8	3	6	6
	III	18,8	16,9	16,6	12,2	17,2	7,3	5	8	6
	I-III	18,0	18,2	16,5	88,4	46,4	52,1	13	15	16
Lipiec /July	I	21,8	18,0	17,6	14,6	25,9	9,7	2	4	5
	II	22,7	19,9	17,7	62,8	10,4	47,7	5	4	5
	III	20,3	22,9	20,0	1,4	17,9	35,6	1	3	6
	I-III	21,6	20,4	18,5	78,8	54,2	93,0	8	11	16

Ocenę występowania fuzariozy kłosów wykonano w fazie dojrzałości mleczno-woskowej. Z każdej kombinacji doświadczalnej analizowano 4 x 100 losowo pobranych kłosów, a nasilenie objawów chorobowych określano w skali 6-stopniowej, gdzie 0 oznaczało brak objawów chorobowych, a 5 – objawy obejmujące powyżej 50% powierzchni kłosa. Na podstawie otrzymanych wyników określono procent porażonych kłosów oraz obliczono indeks porażenia (IP) według wzoru Townsenda i Heubergera [19]:

$$IP(\%) = \frac{\sum_0^i (n \cdot v)}{i \cdot N} \cdot 100,$$

gdzie:

- n – liczba roślin w danym stopniu porażenia,
- v – stopień porażenia (od 0 do i),
- i – najwyższy stopień skali porażenia,
- N – całkowita liczba badanych roślin.

Dane określające procent porażonych kłosów przekształcono na stopnie kątowe Bliss'a. Uzyskane wyniki poddano obliczeniom statystycznym stosując analizę wariancji i test Tukey'a.

Analizę mikologiczną ziarna wykonano na losowo pobranych z każdej kombinacji doświadczalnej 4 x 100 ziarniakach. Po opłukaniu pod bieżącą wodą ziarniaki odkażano powierzchniowo przez 2,5 minuty w 1% NaOCl, a następnie trzykrotnie płukano w sterylnej wodzie destylowanej. Odkażone ziarniaki wykładano na płytki Petriego z zestaloną pożywką PDA zakwaszoną kwasem cytrynowym do pH = 5,5. Szalki umieszczono w stałej temperaturze 20°C i pojawiające się kolonie przeszczepiano na skosy z pożywką PDA. Grzyby oznaczono wg kluczy mikologicznych.

3. Wyniki badań i dyskusja

Duże nasilenie objawów fuzariozy kłosów wystąpiło w dwóch latach obserwacji (tab. 5.). Było to związane z warunkami pogodowymi panującymi w okresie kłoszenia i kwitnienia pszenicy (I dekada czerwca). Jak podają [6, 13] wysokie porażenie występuje w warunkach częstych opadów i związanej z tym wysokiej wilgotności powietrza w okresie końca kłoszenia i kwitnienia roślin.

W prowadzonych badaniach w 2002 roku procent porażonych kłosów wynosił średnio 21,0% (w zależności od kombinacji od 7,5 do 34,0%), a w 2004 – średnio 14,2%

(7,0-20,5%). Obliczenia statystyczne wykazały duże zróżnicowanie nasilenia choroby zarówno w zależności od systemu uprawy, jak i odmiany. W 2002 roku najczęściej objawów obserwowano na pszenicy uprawianej w monokulturze (26,3%), natomiast w 2004 roku w monokulturze i systemie integrowanym (19,8%) i były to statystycznie istotne różnice w stosunku do pozostałych systemów. Na silniejsze porażenie pszenicy przez *Fusarium* przy uprawie pszenicy po sobie zwraca uwagę wielu autorów [11, 12, 17].

Różnice obserwowano również na poszczególnych odmianach uprawianych w różnych systemach. W pierwszym roku badań istotnie mniej kłosów z objawami fuzariozy na odmianie 'Korweta' wystąpiło w uprawie konwencjonalnej (24,8%), a w trzecim roku w ekologicznej (8,0%) i konwencjonalnej (12,0%). Na kłosach odmiany 'Mewa' zarówno w 2002, jak i w 2004 roku mniej objawów chorobowych obserwowano w uprawie ekologicznej (7,0%) i konwencjonalnej (7,8%) aniżeli w pozostałych. Nie większe nasilenie fuzariozy kłosów pszenicy uprawianej w systemie organicznym aniżeli w pozostałych zaobserwowali również Sadowski i in. [14]. Analiza statystyczna wykazała również, że w 2002 roku bez względu na system uprawy, na odmianie 'Mewa' obserwowano istotnie mniej objawów fuzariozy kłosów aniżeli na odmianie 'Korweta', natomiast w 2004 roku ta istotność wystąpiła jedynie w uprawie konwencjonalnej. Wprawdzie Kiecana i in. [7] podaje, że warunki pogodowe mają większy wpływ na nasilenie fuzariozy aniżeli różnice odmianowe, to jednak przy uprawie mniej podatnych odmian istnieje możliwość zebrania zdrowszego ziarna. Zróżnicowanie w występowaniu fuzariozy kłosów na różnych odmianach uprawianej pszenicy wykazali także [5, 15].

Analiza mikologiczna ziarna pszenicy zebranego z uprawy w systemie ekologicznym i konwencjonalnym nie wykazała istotnych różnic w zasiedleniu przez grzyby rodzaju *Fusarium* (tab. 6). Z ziarniaków izolowano głównie *Fusarium poae*, *F. tricinctum*, *F. culmorum*.

Ważnym sposobem ograniczania fuzariozy kłosów jest prowadzenie zabiegów powodujących niszczenie bądź ograniczenie źródła infekcji. Podstawowym zabiegiem zapobiegającym powstawaniu i rozprzestrzenianiu się patogena w glebie, są zabiegi agrotechniczne m.in. staranna uprawa gleby, odpowiedni płodozmian, stosowanie zdrowego materiału siewnego. Ponadto, szczególnie w uprawie ekologicznej, istotną rolę odgrywać będzie dobór odmian mniej podatnych na fuzariozę kłosów. Wielu autorów podkreśla negatywny wpływ uproszczonej uprawy gleby na porażenie roślin przez gatunki z rodzaju *Fusarium* [1, 2, 8].

Niezwykle ważną rolę odgrywa również chemiczna ochrona roślin polegająca na stosowaniu fungicydów bezpośrednio zwalczających patogeny oraz herbicydów, które pośrednio mogą wpłynąć na ograniczenie rozwoju choroby (zwiększona przewiewność ładu, zmniejszona wilgotność). Stosując zabiegi fungicydowe w ochronie pszenicy w standardowych terminach tj. początek strzelania w żdźbło

(BBCH 31-33) i początek do pełni kłoszenia (BBCH 51-55) uzyskuje się wysoką skuteczność przeciwko innym patogenom natomiast niższa jest na ogół efektywność w stosunku do fuzariozy kłosów [16]. Ochrona pszenicy przed *Fusarium* spp. może dać zadowalające efekty, jeżeli zabiegi wykonane będą w okresie kwitnienia, a więc krótko przed lub po infekcji [9, 13, 18].

Tab. 5. Objawy fuzariozy kłosów, Osiny 2002-2004
Table 5. Occurrence of *Fusarium* Head Blight, Osiny 2002-2004

I czynnik – system; II czynnik – odmiana

Odmiana /Cultivar	% porażonych kłosów /% of infected ears					Indeks porażenia [%] /Disease index [%]				
	E*	I	K	M	Śr.	E	I	K	M	Śr.
2002										
Korweta	31,2 a a	30,8 a a	24,8 a b	34,0 a a	30,2 a	5,6 a a	5,2 a ab	4,3 a b	6,0 a a	5,3 a
Mewa	7,5 b c	11,0 b b	10,3 b bc	18,5 b a	11,8 b	1,3 b b	2,0 b b	1,8 b b	3,2 b a	2,1 b
Śr.	19,4 b	20,9 b	17,6 b	26,3 a	21,0	3,5 b	3,6 b	3,1 b	4,6 a	3,7
NIR _{α=0,05} dla IP	I=0,72			II=0,38		II/I=0,77		I/II=1,02		
2003										
Korweta	1,5	1,5	0,5	1,5	1,3	0,25	0,33	0,08	0,25	0,2
Mewa	0,5	1,5	0,5	2,0	1,1	0,08	0,25	0,08	0,42	0,2
Śr.	1,0	1,5	0,5	1,8	1,2	0,2	0,3	0,1	0,3	0,2
NIR _{α=0,05} dla IP	I=n.i.			II=n.i.		II/I=n.i.		I/II=n.i.		
2004										
Korweta	8,0 a b	19,5 a a	12,0 a b	19,0 a a	14,6 a	1,4 a c	3,4 a a	2,2 a b	3,4 a a	2,6 a
Mewa	7,0 a b	20,0 a a	7,8 b b	20,5 a a	13,8 a	1,2 a b	3,4 a a	1,5 b b	3,6 a a	2,4 a
Śr.	7,5 c	19,8 a	9,9 b	19,8 a	14,2	1,3 c	3,4 a	1,9 b	3,5 a	2,5
NIR _{α=0,05} dla IP	I=0,41			II=n.i.		II/I=0,43		I/II=1,02		

* / E – ekologiczny /organic; I – integrowany /integrated; K – konwencjonalny /conventional; M – monokultura /monoculture

Tab. 6. Grzyby z rodzaju *Fusarium* wyizolowane z ziarniaków (w %), Osiny 2004
Table 6. Fungi of genera *Fusarium* isolated from kernels (in %), Osiny 2004

System, odmiana /System, cultivar	% ziarniaków zasiedlonych przez <i>Fusarium</i> spp.						
	<i>Fusarium graminearum</i>	<i>Fusarium culmorum</i>	<i>Fusarium poae</i>	<i>Fusarium sporotrichioides</i>	<i>Fusarium tricinctum</i>	Razem	
E*	Korweta	-	2,2	6,0	-	2,2	10,4
	Mewa	-	1,2	6,8	-	5,5	13,5
K	Korweta	1,0	1,2	4,0	2,5	2,8	11,5
	Mewa	3,5	1,0	2,8	2,2	3,0	12,5

4. Podsumowanie

Występowanie fuzariozy kłosów zależy przede wszystkim od warunków pogodowych panujących w fazie kłoszenia i kwitnienia pszenicy. Często występujące w tym okresie opady i związana z nimi wysoka wilgotność powietrza sprzyjają rozwojowi *Fusarium* spp.

Stosowanie zabiegów fungicydowych w standardowych terminach (BBCH 31-33 i BBCH 51-55) nie wpływa znacząco na ograniczenie fuzariozy kłosów. W ekologicznym systemie uprawy gdzie nie stosuje się chemicznych środków ochrony roślin nasilenie objawów chorobowych nie było wyższe aniżeli w systemie integrowanym, konwencjonalnym i monokulturze.

5. Literatura

- [1] Anken T., Irla E., Amman H., Heusser J., Scherrer C.: Soil management and tillage. Winter wheat is highly suitable for minimum tillage. FAT Berichte Switzerland, 1999, 534: 8 ss.
- [2] Bateman G.L., Murray G., Guteridge R.J., Coskun H.: Effects of method of straw disposal and depth of cultivation on populations of *Fusarium* spp. in soil and on brown foot rot in continuous winter wheat. Annals of Applied Biology, 1998, 132 (1): 35-47.
- [3] Bottalico A., Perrone G.: Toxicogenic *Fusarium* species and mycotoxins associated with head blight in small-grain cereals in Europe. European Journal of Plant Pathology, 2002, 108: 611-624.
- [4] Goliński P., Kaczmarek Z., Kiecana I., Wiśniewska H., Kaptur P., Kostecki M., Chełkowski J.: *Fusarium* head blight of common Polish winter wheat cultivars – comparison of

- effects of *Fusarium avenaceum* and *Fusarium culmorum* on yield components. J. Phytopathology, 2002, 150: 135-141.
- [5] Jaczewska-Kalicka A.: Stan fitosanitarny pszenicy ozimej uprawianej w systemie konwencjonalnym i ekologicznym, Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wrocławiu, Rolnictwo, LXXXXVII, 2006, nr 540: 187-193.
- [6] Jennings P., Turner J.A.: Towards the prediction of fusarium ear blight epidemics in the UK- the role of humidity in disease development. Brighton Crop Protection Conference: Pest & Diseases 3D-12: 233-238. 1996.
- [7] Kiecana I., Wojciechowski S., Chelkowski J.: Reaction of winter wheat cultivars to *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc. and *F. culmorum* (W. G. Sm.) Sacc. at different localities. Roczniki Nauk Rolniczych Seria E, Ochrona Roślin, 1997, 26 (1-2): 61-65.
- [8] Krebs H., Dubois D., Kulling C., Forrer HR.: Effect of preceding crop and tillage on the incidence of *Fusarium* spp. and mycotoxin deoxynivalenol content in winter wheat grain. Agrarforschung, 2000, 7 (6): 264-268.
- [9] Ławecki T.: Znaczenie doświadczeń z prowokowaną infekcją dla oceny skuteczności fungicydów w zwalczaniu fuzariozy kłosów. Progress in Plant Protection, 2000, 40 (2): 717-721.
- [10] Lenc L., Wyczling D., Sadowski Cz.: Colonization of winter wheat kernels by fungi from genus *Fusarium* as dependent on the forecrop, cultivar and fungicide application. Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych, 2009, 41: 563-571.
- [11] Mielke H., Weinert J.: Untersuchungen zur Wirkung verschiedener Fungizide gegenüber dem Erreger der Partiellen Taubahrigkeit (*Fusarium culmorum* (W.G.Sm.) Sacc.). Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes, 1996, 48 (5): 93-95.
- [12] Odorfer A., Obst A., Pommer G.: The effects of different leaf crops in long lasting monoculture with winter wheat. 2nd communication: disease development and effects of phytosanitary practices. Agribiological Research, 1994, 47 (1): 56-66.
- [13] Parry D.W., Jenkinson P., Mcleod L.: Fusarium ear blight (scab) in small grain cereals: a review. Plant Pathology, 1995, 44(2): 2007-238.
- [14] Sadowski Cz., Lenc L., Baturó A., Łukanowski A.: Z badań nad zdrowotnością roślin uprawianych w systemie ekologicznym. Monografia „Poszukiwanie nowych rozwiązań w ochronie upraw ekologicznych”. Instytut Ochrony Roślin, 2008: 89-105.
- [15] Sadowski Cz., Lenc L., Kuś J.: Fusarium head blight and *Fusarium* spp. on grain of winter wheat, a mixture of cultivars and spelt grown in organic system. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering, 2010, Vol. 55 (4): 79-83.
- [16] Sadowski Cz., Lenc L., Lemańczyk G., Pańka D.: Występowanie fuzariozy kłosów pszenicy ozimej (*Fusarium culmorum* – chemotyp DON) w zależności od programu ochrony. Progres In Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin, 2009, Vol. 49 (3): 1344-1348.
- [17] Schonberger H.: Ährenbehandlung im Weizen. Getreide Magazin 6-2000. 2000.
- [18] Sirranidou E., Buchenauer H. Chemical control of fusarium head blight on wheat. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, 2000, 107 (5): 484-493.
- [19] Wenzel H.: Zur Erfassung des Schadenausmasses in Pflanzenschutzversuchen. Pflanzenschutz – Ber., 1948: 15: 81-84.
- [20] Wiśniewska H. Fuzarioza kłosów pszenicy. Postępy Nauk Rolniczych, 2005, 4: 15-30.