

BARBARA WIEWIÓRA

Zakład Nasiennictwa i Nasionoznawstwa  
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Radzików

WYSTĘPOWANIE CHOROÓB W UPRAWIE JĘCZMIENIA JAREGO  
W LATACH 2000–2002 I ICH WPLYW NA PLON ZIARNA  
ORAZ JEGO ZDROWOTNOŚĆ

Diseases occurrence in crop of spring barley in the years 2000–2002 and their influence on yield  
and seed health

**ABSTRAKT:** Prowadzono obserwacje chorób występujących w uprawie jęczmienia jarego i ich wpływu na plon ziarna i jego zdrowotność. W doświadczeniu polowym stwierdzono występowanie mączniaka prawdziwego (*Blumeria graminis* f.sp. *hordei*), rdzy jęczmienia (*Puccinia hordei* Otth), plamistości liści (jako kompleks) oraz główki pyłkowej (*Ustilago nuda* (Jens.) Rostr.). Najkorzystniejsze warunki pogodowe dla rozwoju mączniaka i rdzy wystąpiły w roku 2000, a najsilniejsze objawy plamistości były widoczne na roślinach w 2002 roku. Obserwowano różnice w podatności badanych odmian na te choroby. Ponadto stwierdzono istotną zależność pomiędzy występowaniem mączniaka prawdziwego oraz rdzy jęczmienia a plonem ziarna. Porażenie roślin przez te patogeny wpływało na obniżenie plonu. Badania zdrowotności ziarniaków zebranych w doświadczeniu polowym wykazały liczne zasiedlenie przez grzyby i bakterie. Występowały zarówno saprotrofy (*Alternaria alternata* (Fr.) Keissler, *Aureobasidium pullulans* (de Bary) Arn., *Cladosporium* spp., *Epicoccum nigrum* (Link.), jak i grzyby patogeniczne (*Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem., *Fusarium* spp.). Analiza uzyskanych wyników wykazała, że im częściej obserwowano objawy plamistości na roślinach w polu, tym silniejsze było porażenie zebranego ziarna przez *Bipolaris sorokiniana* i grzyby z rodzaju *Fusarium*.

**słowa kluczowe – key words:**

mączniak prawdziwy – *powdery mildew*, plamistość liści – *leaf spot*, plon – *yield*, rdza jęczmienia – *leaf rust*, zdrowotność – *seed-health*

WSTĘP

Wzrost areалу zasiewów zbóż wywarł duży wpływ na skład gatunkowy i szkodliwość licznych gatunków patogenów, szkodników i chwastów w uprawach w ostatnim półwieczu w Europie, a także w Polsce (17). Relatywnie słaba zdrowotność upraw zbożowych i ich niskie plony w Polsce wynikają z nieodpowiedniej jakości materiału siewnego. Przykładowo w 1997 r. do siewu użyto tylko 14% kwalifikowanego ziarna, a pozostałe pochodziło z własnych zasobów (18). Do głównych

patogenów w uprawie jęczmienia należą *Blumeria graminis* f.sp. *hordei* sprawca mączniaka prawdziwego, *Puccinia hordei* wywołująca rdzę jęczmienia i przenoszone z nasionami *Bipolaris sorokiniana* i *Fusarium* spp., powodujące zgorzel siewek i plamistość liści. Patogeny przenoszone przez nasiona stanowią niebezpieczeństwo zarówno bezpośrednio dla siewki, jak również jako źródło infekcji dla innych roślin, z racji wprowadzania do gleby, gdzie w sprzyjających warunkach mogą rozwijać się i atakować rośliny. Szkodliwość zależy m.in. od stopnia zachowanej żywotności patogena oraz wzajemnego oddziaływania mikroflory nasion i gleby.

Choroby powodowane przez patogeny grzybowe w sprzyjających im warunkach klimatycznych są przyczyną znacznych strat w plonie. Z doniesień literaturowych wiadomo, że *B. sorokiniana* regularnie powoduje poważne straty w uprawach zbóż jarych. Straty są szacowane na około 10% plonu jęczmienia i około 5% – pszenicy, ale w niektórych regionach i latach mogą dochodzić do 30% (28).

Celem badań były ocena nasilenia chorób występujących w uprawie jęczmienia jarego oraz określenie ich wpływu na plon i zdrowotność ziarna.

#### MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań stanowiło pięć odmian jęczmienia jarego: dwie browarne Rasbet i Scarlett oraz trzy pastewne: oplewione Rataj, Rodion oraz odmiana o ziarnie nieoplewionym – Rastik. Doświadczenie polowe zostało założone metodą losowanych bloków, na polu doświadczalnym Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie w latach 2000–2002. Do wysiewu użyto ziarniaków zaprawianych dwoma zaprawami: Raxil (substancja aktywna tebukonazol) i Vitavax (karboksyna i tiuram) oraz niezaprawianych (kontrola). Powierzchnia poletek wynosiła 10 m<sup>2</sup>. W doświadczeniu zastosowano nawożenie zalecane dla jęczmienia jarego. Oceniano porażenie roślin w polu przez choroby oraz plon ziarna. Do oceny porażenia przez choroby zastosowano 9-stopniową skalę zalecaną przez COBORU, gdzie 9° oznacza brak objawów, a 1° to bardzo duże nasilenie choroby (50–60% powierzchni liści z objawami porażenia); (13). Diagnozę niektórych symptomów chorobowych, których identyfikacja była utrudniona lub niemożliwa w warunkach polowych, wykonywano w laboratorium. Na liściach, na których zauważono oznaki etiologiczne w postaci zarodnikowania, identyfikację grzybów przeprowadzano przy użyciu mikroskopu. Inne fragmenty chorych roślin, po powierzchniowym odkażeniu (10% NaClO przez 1 minutę) i opłukaniu sterylną wodą, wykładano do szalek z wilgotną bibułą oraz na pożywkę PDA. Szalki przetrzymywano w temperaturze pokojowej przez około 5 dni. Po tym okresie sprawdzano zarodnikowanie grzybów przy użyciu mikroskopu stereoskopowego i świetlnego.

Wielkość plonu z poletek określono bezpośrednio po zbiorze. W pracy plon podano jako masę ziarna w kilogramach przy wilgotności 15% z poletka o powierzchni 10 m<sup>2</sup>, z dokładnością do 0,1 kg.

Analizy zdrowotności zebranego w doświadczeniu polowym ziarna przeprowadzano na 200 ziarniakach odkażanych powierzchniowo. Do odkażania stosowano 1% NaClO, w którym trzymano ziarno przez 10 minut, a następnie trzykrotnie płukano sterylną wodą. Odkażone ziarniaki wykładano po 10 sztuk na płytki Petriego z pożywką agarowo-ziemniaczną (PDA). Inkubację przeprowadzano w termostacie o stałej temperaturze 20°C i przy przemiennym oświetleniu NUV 360 nm 12 h/12 h ciemności. Wyrósłe kolonie grzybowe oznaczano po 15–20 dniach od przeszczepienia kultur na płytki plastikowe z pożywką agarowo-ziemniaczną i inkubacji w podanych wyżej warunkach – stymulujących zarodnikowanie. Wyosobnione grzyby identyfikowano do gatunku posługując się opracowaniami: Chidambaram i in. (5), Ellis (9), Kwaśna i in. (16), Malone i Muskett (24). Oznaczanie głównej pyłkowej (*Ustilago nuda*) w ziarnie jęczmienia przeprowadzono metodą ekstrahowania zarodków (12).

Obliczenia statystyczne obejmowały istotności różnic pomiędzy badanymi obiektami w analizowanych cechach. Wykonano analizę wariancji, porównano średnie stosując test Tukeya oraz określono współzależność cech za pomocą współczynników korelacji. Obliczenia statystyczne (współczynniki korelacji, analizy wariancji i regresji) wykonano w programach komputerowych Statgraphics 4.1 Plus i Statistica 5.5, analizy genotypowo-środowiskowe w programie Sergen 3 (4).

## WYNIKI

Podczas obserwacji polowych stwierdzono występowanie mączniaka prawdziwego (*Blumeria graminis* f.sp. *hordei*), rdzy jęczmienia (*Puccinia hordei* Otth), plamistości liści (kompleks grzybów) oraz głównej pyłkowej (*Ustilago nuda* (Jens.) Rostr.). Mączniak prawdziwy w największym nasileniu wystąpił w roku 2000. W pozostałych latach, szczególnie zaś w 2002 roku, chorobę rejestrowano sporadycznie (średni stopień porażenia odmian od 8,1 do 8,8). W każdym roku prowadzenia doświadczenia najbardziej podatna okazała się odmiana Rataj, a najmniej Rasbet. Grzyb *Puccinia hordei* Otth najsilniej porażał rośliny jęczmienia w 2000 roku, zaś w pozostałych latach badań obserwowano go rzadziej. Bardziej podatne na rdzę okazały się odmiany Rastik i Rasbet. Liście z objawami plamistości zasiedlały głównie *Bipolaris sorokiniana* i grzyby z rodzaju *Fusarium*. Najwyższe porażenie roślin obserwowano w 2002 roku – średnio od 5,6 do 6,4° w zależności od odmiany. W roku 2000 plamistość liści wystąpiła na średnim poziomie (od 6,4 do 8,0°), a w 2001 roku objawy chorobowe spowodowane przez kompleks grzybów *Bipolaris sorokiniana* i *Fusarium* spp. obserwowano najrzadziej (średnio od 7,5 do 8,9° w zależności od odmiany). Podobnie jak w przypadku rdzy najbardziej podatne okazały się odmiany Rastik i Rasbet. Najmniej podatna była odmiana Scarlett (tab. 1).

Na występowanie mączniaka i rdzy istotny wpływ miały zarówno właściwości odmianowe, jak i warunki środowiska, co potwierdziła istotna interakcja genoty-

Tabela 1

Choroby grzybowe występujące na roślinach jęczmienia jarego (porażenie w skali 9°; średnio dla odmian), Radzików 2000–2002  
 Occurrence of fungal diseases on spring barley (infection in scale 9°; mean for cultivars), Radzików 2000–2002

Choroba Disease	Rok badania Year	Odmiana; Cultivar						NIR; LSD ( $\alpha = 0,05$ )
		Rataj	Rodion	Rastik	Rasbet	Scarlett	średnio mean	
Mączniak prawdziwy Powdery mildew ( <i>Blumeria graminis</i> f.sp. <i>hordei</i> )	2000	5,7	7,0	7,8	8,8	8,2	7,5	NIR; LSD dla lat; for years = 0,370
	2001	6,7	7,6	7,9	8,6	8,5	7,9	
	2002	8,1	8,6	8,3	8,8	8,7	8,5	
	średnio; mean	6,8	7,7	8,0	8,7	8,5	-	
NIR dla odmian; LSD for cultivars = 0,559								
Rdza jęczmienia Leaf rust ( <i>Puccinia hordei</i> Otth)	2000	7,1	7,0	5,4	6,5	6,7	6,5	NIR; LSD dla lat; for years = 0,292
	2001	7,9	8,3	8,1	8,1	8,1	8,1	
	2002	8,1	7,7	7,2	6,1	7,2	7,3	
	średnio; mean	7,7	7,7	6,9	6,9	7,3	-	
NIR dla odmian; LSD for cultivars = 0,441								
Plamistość liści – kompleks Leaf spot – complex	2000	7,6	7,3	6,4	6,5	8,0	7,2	NIR; LSD dla lat; for years = 0,328
	2001	8,8	8,7	7,5	8,4	8,9	8,5	
	2002	6,1	6,3	5,8	5,6	6,4	6,0	
	średnio; mean	7,5	7,4	6,6	6,8	7,8	-	
NIR dla odmian; LSD for cultivars = 0,496								

1° – stan rolniczo najgorszy; the worst status

9° – stan rolniczo najlepszy; the best status

powo-środowiskowa (tab. 2). Oceniając przeciętne porażenie roślin jęczmienia przez *Blumeria graminis* f.sp. *hordei* i *Puccinia hordei* za pomocą wartości efektów głównych oraz odpowiednich wartości statystyk F można stwierdzić, że żadna z badanych odmian nie odznaczała się istotnie większą czy też istotnie mniejszą podatnością na te patogeny od przeciętnej środowiskowej (tab. 3 i 4). Przeprowadzone testowanie pozwoliło jednak na stwierdzenie, że gorszą stabilnością, czyli większym odstępstwem reakcji występowania mączniaka na środowisko od reakcji stabilnej rolniczo, charakteryzowały się odmiany Rataj i Rasbet, a w odniesieniu do rdzy także Rastik. Świadczą o tym istotne wartości F dla interakcji ze środowiskiem. Stwierdzone interakcje nie miały jednak charakteru liniowego – nieistotne statystyki dla współczynników regresji interakcyjnej. Pozostałe odmiany wykazały się lepszą stabilnością – nie obserwowano dla nich istotnej interakcji genotypowo-środowiskowej. Jednocześnie można przypuszczać, że na wystąpienie tych chorób wpływ miały nie tylko warunki klimatyczne w latach 2000–2002, lecz również inne czynniki, np. warunki siedliskowe czy zastosowane nawożenie, których w doświadczeniu nie badano.

Głównia pyłkowa występowała w niewielkim nasileniu – średnio od 0 do 2,25 porażonych kłosów/obiekt w zależności od roku, odmiany i zastosowanego zapra-

Tabela 2

Analiza wariancji dla mączniaka prawdziwego, rdzy jęczmienia i plamistości liści obserwowanych na roślinach jęczmienia jarego oraz plonu ziarna  
Analysis of variance for powdery mildew, leaf rust and leaf spot observed on spring barley and grain yield

Wskaźnik Indicator	Choroba; Disease			Plon Yield
	mączniak prawdziwy powdery mildew	rdza jęczmienia leaf rust	plamistość liści leaf spot	
F <sub>emp.</sub> dla roku zbioru (A) F value for year of harvest (A)	19,41**	79,47**	145,65**	1507,79**
F <sub>emp.</sub> dla odmiany B F value for cultivar (B)	25,67**	12,83**	16,11**	29,21**
F <sub>emp.</sub> dla zaprawiania C F value for treatments (C)	0,73	2,88	1,28	3,82*
F <sub>emp.</sub> dla A×B F value for A×B	4,19**	7,75**	1,71	6,51**
F <sub>emp.</sub> A×C F value for A×C	0,39	0,47	0,53	0,43
F <sub>emp.</sub> B×C F value for B×C	0,47	0,98	0,81	0,42
F <sub>emp.</sub> A×B×C F value for A×B×C	0,67	0,49	0,35	0,85

\* istotne dla  $\alpha = 0,05$ ; \*\* istotne dla  $\alpha = 0,01$

\* significant for  $\alpha = 0,05$ ; \*\* significant for  $\alpha = 0,01$

Tabela 3

Reakcja genotypowo-środowiskowa dla mączniaka prawdziwego  
The genotype-environment interaction for powdery mildew

Testowanie poszczególnych genotypów i ich interakcji ze środowiskami Testing of genotypes and their interaction with environments					
Genotyp Genotype	Ocena efektu głównego Estimation of main effect	Statystyka F dla efektu głównego F-statistic for main effect	Statystyka F dla interakcji F-statistic for interaction	Współczynnik regresji interakcyjnej Coefficient of regression	Statystyka F dla regresji interakcyjnej F-statistic for regression
Rataj	-1,100	6,71	11,95**	1,491	43,59
Rodion	-0,211	1,74	1,69	0,565	86,64
Rastik	0,039	0,09	1,14	-0,434	6,36
Rasbet	0,761	6,51	5,90**	-1,027	15,66
Scarlett	0,511	8,78	1,97	-0,595	16,86

\*\* istotne dla  $\alpha = 0,01$ ; significant for  $\alpha = 0.01$

Tabela 4

Reakcja genotypowo-środowiskowa dla rdzy jęczmienia  
The genotype-environment interaction for leaf rust

Testowanie poszczególnych genotypów i ich interakcji ze środowiskami Testing of genotypes and their interaction with environments					
Genotyp Genotype	Ocena efektu głównego Estimation of main effect	Statystyka F dla efektu głównego F-statistic for main effect	Statystyka F dla interakcji F-statistic for interaction	Współczynnik regresji interakcyjnej Coefficient of regression	Statystyka F dla regresji interakcyjnej F-statistic for regression
Rataj	0,406	1,60	10,53**	-0,558	1,57
Rodion	0,378	17,25	0,85	-0,198	20,47
Rastik	-0,400	1,08	15,15**	0,733	2,77
Rasbet	-0,428	1,40	13,38**	0,096	0,01
Scarlett	0,044	0,43	0,47	-0,074	0,32

\*\* istotne dla  $\alpha = 0,01$ ; significant for  $\alpha = 0,01$

wiania. Jedynie w przypadku odmiany Rastik nie obserwowano kłosów porażonych przez *Ustilago nuda* (tab. 5).

Plon jęczmienia uzależniony był w dużej mierze od warunków pogodowych. W roku 2000, który był ciepły i suchy, plon ziarna był większy niż w pozostałych latach prowadzenia doświadczenia (rys. 1). W roku 2001 zanotowano niższą temperaturę i wyższe opady w stosunku do roku 2002, szczególnie w czasie kwitnienia

Tabela 5

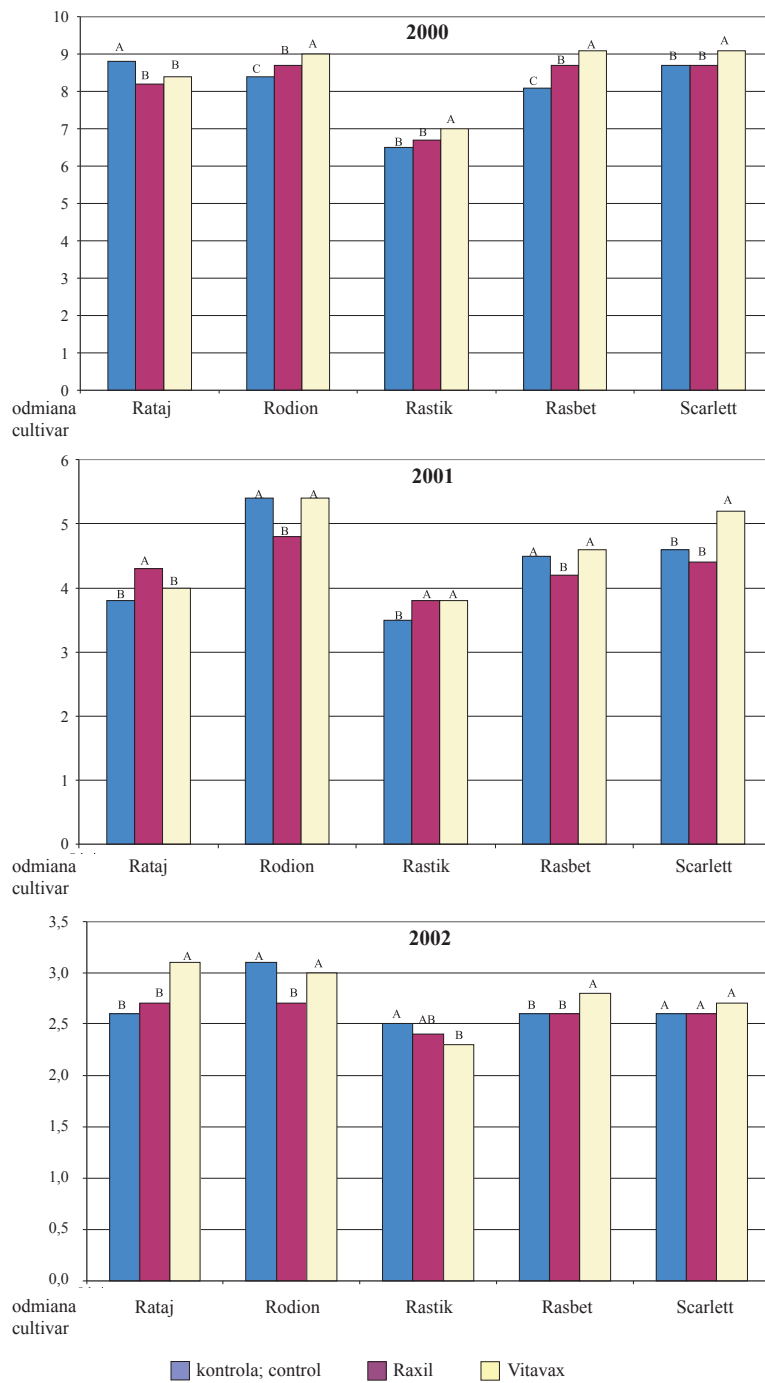
Występowanie głowni pyłkowej (*Ustilago nuda* (Jens.) Rostr.) na roślinach jęczmienia jarego w czasie wegetacji (śr. liczba porażonych kłosów/poletko), Radzików 2000–2002  
Occurrence of loose smut (*Ustilago nuda* (Jens.) Rostr.) on spring barley during vegetation (mean number of infected ears/plot), Radzików 2000–2002

Odmiana Cultivar	2000			2001			2002		
	kontrola control	Raxil	Vitavax	kontrola control	Raxil	Vitavax	kontrola control	Raxil	Vitavax
Rataj	0	1,0	0	0,25	0,75	0	0	0	0
Rodion	0	0,5	1,0	0,75	0,5	0	1,0	0,75	1,0
Rastik	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasbet	0	1,0	0	0,75	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Scarlett	2,25	1,75	0	0,75	0,75	0,25	0	0	0

i dojrzewania zbóż. Rok 2002 charakteryzował się wprawdzie wysokimi temperaturami, ale czerwiec był mokry, a lipiec zbyt suchy dla uzyskania wysokich plonów (tab. 6). W roku 2000 prawie wszystkie odmiany plonowały na podobnym poziomie (średnio od 8,5 kg dla odmiany Rataj do 8,8 kg dla odmiany Scarlett). Tylko odmiana Rastik plonowała słabiej – średnio od 6,5 do 7,0 kg z poletka w zależności od użytej przed siewem zaprawy. Mniejszy plon uzyskano w roku 2001 (średnio od 3,7 do 5,2 kg) i 2002 (średnio od 2,4 do 2,9 kg w zależności od odmiany). W roku 2000 najlepiej plonowała odmiana Scarlett (średnio 8,8 kg), a w 2001 i 2002 odmiana Rodion (odpowiednio 5,2 i 2,9 kg). Najmniejszym plonem ziarna w każdym roku badań odznaczała się nieopiewiona odmiana Rastik (średnio od 2,3 do 7,0 kg w zależności od roku i zaprawiania). Stwierdzono istotny wzrost plonowania na poletkach, gdzie było wysiane zaprawiane ziarno, zwłaszcza gdy użyto zaprawy Vitavax. Po zastosowaniu tej zaprawy uzyskano najwyższy plon spośród badanych kombinacji – średnio od 2,8 kg w 2002 do 8,5 kg w 2000 roku (zwyżka plonu wyniosła średnio od 3,7 do 6,8%). Plon ziarna zebranego z poletek kontrolnych, na których wysiewano niezaprawiane nasiona, wyniósł średnio od 2,7 kg w roku 2002 do 7,3 kg w roku 2000. Stwierdzono, że przedsięwzięte zaprawianie nasion zaprawą Raxil tylko w roku 2000 wpłynęło na wzrost plonu – średnio o 4,1% w stosunku do kontroli. W pozostałych latach prowadzenia doświadczenia plon ziarna z tych poletek był o 2,3–3,7% mniejszy w stosunku do poletek kontrolnych i wyniósł średnio od 2,6 w 2002 do 4,3 kg w 2001.

Analiza korelacji wykazała istotną zależność pomiędzy występowaniem mączniaka prawdziwego oraz rdzy jęczmienia a plonem ziarna. Porażenie roślin przez te patogeny wpłynęło na obniżenie plonu, co potwierdzają współczynniki korelacji (dla mączniaka  $r = -0,34^{**}$ , dla rdzy  $r = -0,25^{**}$ ).

Badania zdrowotności ziarna jęczmienia po zbiorze wykazały liczne zasiedlenie przez grzyby i bakterie (tab. 7). Liczba mikroorganizmów w przeliczeniu na 100 ziar-



NIR; LSD ( $\alpha = 0,05$ ) dla kombinacji; for combination = 0,24  
 grupy jednorodne dla kombinacji od A do C; homogenous groups for combination from A to C

Rys. 1. Plon jęczmienia jarego (kg/10 m<sup>2</sup>) w zależności od odmiany i zastosowanej zaprawy nasiennej  
 Yield of spring barley (kg/10 m<sup>2</sup>) as dependent on cultivar and treatments



Tabela 6

Średnia temperatura i suma opadów w czasie wegetacji jęczmienia jarego w latach 2000–2002 na tle danych z wielolecia  
 Mean temperature and sums of precipitation during vegetation of spring barley in 2000–2002 in comparison to long-term averages

Miesiące Months	Średnia dobowa temperatura (°C) Mean daily temperatures (°C)			Suma opadów (mm) Precipitation sums (mm)				
	2000	2001	2002	wielolecie long-term 1976–2005	2000	2001	2002	wielolecie long-term 1976–2005
Kwiecień; April	14,9	9,0	10,2	8,4	0,5	66,7	21,2	30,9
Maj; May	17,0	16,6	19,4	14,4	33,2	32,0	33,4	45,0
Czerwiec; June	20,0	17,0	19,4	17,1	14,4	57,8	57,6	59,9
Lipiec; July	18,1	22,7	23,0	18,9	77,0	134,0	19,1	74,4
Sierpień; August	19,7	21,5	22,8	18,4	36,0	27,0	39,5	51,3
Kwiecień–sierpień; April–August	17,9	17,4	19,0	15,4	161,1	317,5	170,8	261,5

Tabela 7

Zdrowotność ziarniaków jęczmienia jarego zebranych w doświadczeniu połowym (średnia liczba kolonii/100 ziarniaków), Radzików 2000–2002  
Health status of spring barley seeds harvested in field experiments (mean number of colonies/100 seeds), Radzików 2000–2002

Mikroorganizm Microorganism	Odmiana: Cultivar														
	Rataj			Rodion			Rastik			Rasbet			Scarlett		
	2000	2001	2002	2000	2001	2002	2000	2001	2002	2000	2001	2002	2000	2001	2002
<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissler	68,8	29,3	64,7	57,8	19,2	61,0	73,2	34,2	75,8	64,0	21,7	73,5	60,5	16,0	66,0
<i>Aureobasidium pullulans</i> (de Bary) Arn.	0,0	0,2	8,7	0,0	0,3	9,0	0,0	0,2	11,7	0,2	0,5	11,7	0,0	0,0	13,7
<i>Bipolaris sorokiniana</i> (Sacc.) Shoem.	31,0	45,8	43,8	37,7	68,0	48,5	19,3	41,0	33,7	35,0	58,3	37,8	35,5	68,2	36,8
<i>Cladosporium</i> spp.	0,0	0,8	6,3	0,2	0,0	6,8	2,8	0,8	12,2	0,3	0,5	3,5	0,2	0,2	5,2
<i>Epicoccum nigrum</i> Link.	1,2	0,2	3,5	0,5	0,0	3,0	2,3	0,0	5,7	1,2	0,5	7,7	1,2	0,0	3,5
<i>Fusarium avenaceum</i> (Fr.) Sacc.	0,0	0,0	1,7	0,0	0,3	0,3	0,0	0,8	0,5	0,5	0,3	0,2	0,3	0,3	0,5
<i>Fusarium culmorum</i> (W.G. Smith) Sacc.	3,0	16,7	2,0	5,0	8,6	1,9	2,8	16,3	0,9	3,5	14,8	0,3	6,2	17,8	2,2
<i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc.	6,3	7,8	21,5	4,3	8,2	12,0	4,5	19,5	16,0	5,8	10,3	14,7	5,3	13,5	21,7
<i>Fusarium graminearum</i> Schwabe	0,7	2,5	5,7	0,7	5,7	1,0	0,8	6,8	0,7	0,8	2,2	0,3	2,0	4,2	2,0
<i>Fusarium moniliforme</i> Sheldon (W&R:B,J)	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Fusarium oxysporum</i> Schlecht. emend. Snyd et Hans.	2,0	4,0	4,2	1,8	5,3	2,0	1,8	5,8	4,7	2,7	6,5	4,0	1,2	5,2	5,2
<i>Fusarium poae</i> (Peck) Wollenw.	16,5	9,2	8,7	14,5	6,2	9,2	16,2	9,5	10,8	15,3	11,5	12,2	16,2	4,5	13,7
<i>Fusarium semitectum</i> Berk. et Rav.	0,3	3,8	1,2	2,0	2,2	1,3	0,7	2,3	1,2	2,2	2,7	0,3	0,8	2,2	0,0
<i>Fusarium solani</i> (Mart.) Sacc. (G,B,J)	0,5	3,0	4,3	0,5	6,3	1,7	0,2	2,0	3,2	0,0	14,7	2,7	0,5	17,7	5,0
<i>Fusarium sporotrichioides</i> Sherb.	0,2	1,3	1,2	0,5	0,5	1,7	0,3	2,8	2,2	0,5	1,3	0,7	0,0	0,2	4,8
<i>Fusarium tricinatum</i> (Corda) Sacc.	11,7	5,5	1,7	14,5	4,0	1,3	5,7	10,3	0,2	13,2	4,5	0,7	14,5	2,5	6,7
Razem; Total <i>Fusarium</i> spp.	41,4	53,8	52,2	43,8	47,3	32,4	33,2	76,1	40,6	44,5	68,8	36,1	47,0	68,1	61,8
<i>Mucor</i> spp.	0,7	10,3	1,7	0,2	3,3	0,5	0,3	1,2	2,2	1,0	1,8	3,8	1,3	5,3	1,0
<i>Papularia arundinis</i> (Corda) Fr.	0,0	0,5	0,2	0,0	0,2	0,2	4,8	0,0	1,7	0,5	0,0	0,3	0,0	0,0	0,3
<i>Penicillium</i> spp.	0,0	1,3	0,0	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,0	0,0	0,7	0,3	0,0	0,0	0,2
<i>Rhizoctonia solani</i> Kuhn.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	0,2	0,2	0,5	0,0
<i>Stemphylium</i> spp.	1,2	0,9	3,5	1,0	0,3	4,5	1,6	0,5	3,7	2,0	0,2	3,5	0,8	0,3	3,5
Inne; Other	18,2	27,0	15,1	17,5	23,8	11,8	16,8	17,6	10,7	20,8	31,5	5,0	17,3	20,3	10,4
Bakterie; Bacteria	19,2	25,0	32,7	14,8	33,0	32,7	10,5	44,3	27,2	15,7	20,8	39,0	19,5	35,2	37,7
Ogółem mikroorganizmy Total microorganisms	181,5	195,2	232,2	174,0	195,8	211,3	165,0	216,2	224,7	185,0	207,2	222,3	183,3	213,8	240,0

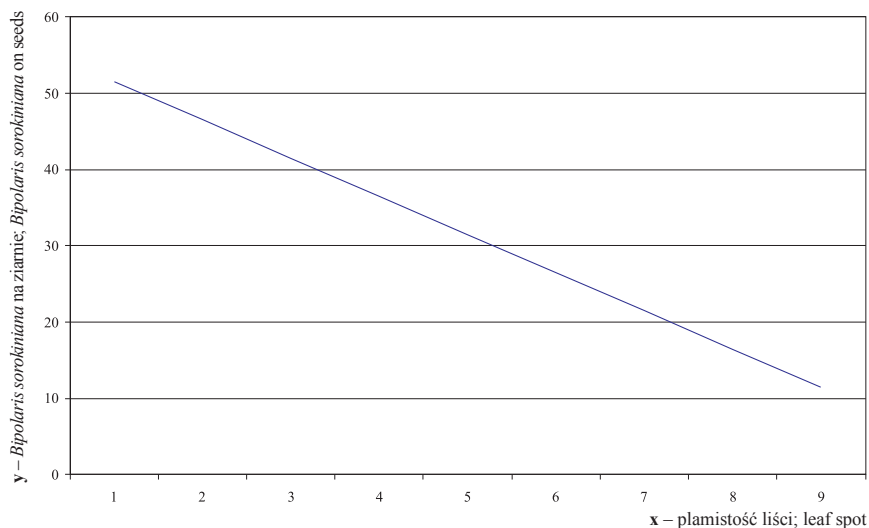
niaków wahała się średnio od 165,0 dla odmiany Rastik ze zbioru w roku 2000 do 240,0 dla ziarna odmiany Scarlett zebranego w 2002 roku. Obserwowano różnice w zasiedleniu nasion przez mikroorganizmy pomiędzy odmianami i latami zbioru. Najmniej mikroorganizmów wyizolowano z ziarniaków zebranych w 2000 roku, najwięcej zaś obserwowano na ziarnie ze zbioru w roku 2002. Liczniej zasiedlone były odmiany browarne niż pastewne. Występowały zarówno saprotrofy (*Alternaria alternata* (Fr.) Keissler, *Aureobasidium pullulans* (de Bary) Arn., *Cladosporium* spp., *Epicoccum nigrum* (Link.), jak i grzyby patogeniczne (*Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem., *Fusarium* spp.). Zebrane w doświadczeniu polowym ziarniaki były licznie zasiedlone przez patogeny, na co niewątpliwie miały wpływ warunki pogodowe w czasie wegetacji.

W latach 2000–2002 temperatura powietrza w czasie wegetacji była podobna. Jednak w 2001 i 2002 roku początek wegetacji przebiegał w niższej temperaturze niż w roku 2000. Ponadto w latach 2001 i 2002 w czerwcu obserwowano wyższe opady (odpowiednio 57,8 mm i 57,6 mm) niż w tym samym okresie w 2000 roku (14,4 mm); (tab. 6). Opady w czasie kłoszenia miały znaczący wpływ na rozwój mikroflory, zwłaszcza grzyba *B. sorokiniana*, którego występowaniu sprzyja ciepła i wilgotna pogoda. Patogen ten najczęściej był obserwowany na ziarniakach badanych odmian zebranych w roku 2001. We wszystkich latach prowadzenia doświadczenia najwyższe porażenie ziarna przez *Bipolaris sorokiniana* obserwowano u odmiany Rodion i Scarlett, a najniższe w przypadku nieoplewionych ziarniaków odmiany Rastik.

Grzyby z rodzaju *Fusarium* występowały dość powszechnie zarówno na ziarniakach odmian browarnych, jak i pastewnych. Stwierdzono, że najkorzystniejsze warunki dla ich rozwoju panowały w roku 2001, gdyż z ziarniaków wyizolowano największą liczbę kolonii grzybów należących do tego rodzaju. Ponadto obserwowano różnice odmianowe w porażeniu ziarniaków przez te grzyby. Najsilniej porażane były zazwyczaj ziarniaki odmiany Scarlett, a najslabiej odmiany Rodion. Na badanym ziarnie występowało 11 gatunków z tego rodzaju, wśród których dominowały *F. culmorum*, *F. equiseti*, *F. poae* i *F. tricinctum* (tab. 7).

Analizy statystyczne wykazały zależność pomiędzy porażeniem ziarna przez *Bipolaris sorokiniana* i grzyby z rodzaju *Fusarium* a występowaniem plamistości liści w doświadczeniu polowym (rys. 2 i 3). Im więcej objawów chorobowych plamistości obserwowano na roślinach w polu, tym silniej porażone przez *Bipolaris sorokiniana* i grzyby z rodzaju *Fusarium* było zebrane ziarno.

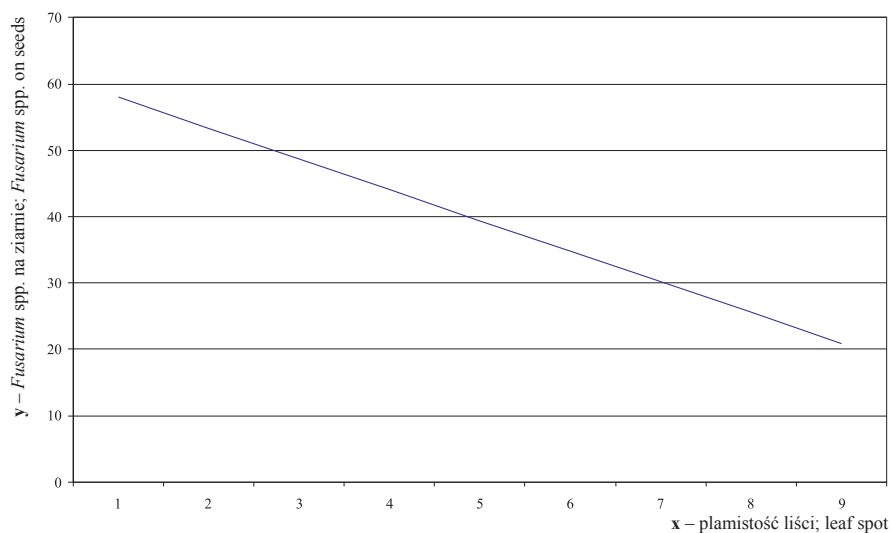
Nasiona zebrane w doświadczeniu polowym poddano analizie na obecność grzybni głównej pyłkowej (*Ustilago nuda*). Stwierdzono, że najczęściej porażonych ziarniaków występowało u odmian Rataj, Rodion i Rastik (średnio od 0 do 0,2% w zależności od roku i zastosowanej zaprawy). Najmniejsze porażenie obserwowano w materiale zebranym w roku 2001, kiedy grzybnię wykryto tylko w 0,1% ziarniaków odmiany Rodion i Rasbet.



$$y = 56,55 - 5,01x$$

współczynnik korelacji; correlation coefficient = 0,42\*\*

Rys. 2. Zależność między występowaniem plamistości liści na roślinach w polu a porażeniem przez *Bipolaris sorokiniana* zebranego ziarna  
Relationship between occurrence of leaf spot in field experiment and infection of harvested seeds by *Bipolaris sorokiniana*



$$y = 62,60 - 4,63x$$

współczynnik korelacji; correlation coefficient = 0,33\*\*

Rys. 3. Zależność między występowaniem plamistości liści na roślinach w polu a porażeniem przez *Fusarium* spp. zebranego ziarna  
Relationship between leaf spot occurrence in field experiment and infection of harvested seeds by *Fusarium* spp.

## DYSKUSJA

W czasie obserwacji polowych stwierdzono występowanie na roślinach jęczmienia: mączniaka prawdziwego (*Blumeria graminis* f.sp. *hordei*), rdzy jęczmienia (*Puccinia hordei* Otth), plamistości liści (jako kompleks) oraz głównej pyłkowej (*Ustilago nuda* (Jens.) Rostr.). Według Czembora i Czembora (8) mączniak prawdziwy i rdza jęczmienia należą zarówno w Polsce, jak i w innych krajach Europy do najważniejszych chorób liściowych tego gatunku. Ponadto mączniak obniża istotnie wielkość i jakość uzyskiwanego plonu z porażonych roślin (7), co potwierdziły wyniki niniejszej pracy.

Liście z objawami plamistości były zasiedlone głównie przez *Bipolaris sorokiniana* i grzyby z rodzaju *Fusarium*. Wyniki takie uzyskała także Łacicowa i in. (21), która z porażonych fragmentów roślin jęczmienia jarego izolowała głównie *Bipolaris sorokiniana* i *Fusarium culmorum*.

Głównia pyłkowa na poletkach w czasie trzyletnich badań występowała w niewielkim nasileniu. Brak porażenia przez *Ustilago nuda* obserwowano na poletkach z odmianą Rastik, co dowodzi zróżnicowania podatności odmian. Lipa i Korbas (18) stwierdzili, że w 2001 roku średnie porażenie kłosów jęczmienia jarego, podobnie jak w 2000 roku nie przekraczało 2%, co oznacza niewielkie nasilenie choroby w uprawach jęczmienia jarego i potwierdza wyniki uzyskane w czasie prowadzenia doświadczenia polowego.

W badaniach własnych stwierdzono, że zaprawianie nasion przed siewem, szczególnie zaprawą Vitavax, w istotny sposób zwiększa plonowanie. Ponadto wykazano, że nieoplewiona odmiana Rastik plonuje gorzej od pozostałych. Khan i Young (14) w badaniach nad głównymi sprawcami chorób liściowych jęczmienia, oraz Martin i in. (25) analizując porażenie ziarna pszenicy i jęczmienia przez grzyby z rodzaju *Fusarium* także stwierdzili wzrost plonów po zastosowaniu zaprawiania nasion. Według danych literaturowych w warunkach kanadyjskich średni plon jęczmienia nagego dla 93 stacji doświadczalnych wynosił 88% plonu jęczmienia oplewionego. Podobny plon z jednostki uprawy jęczmienia nagego osiągnięto w 193 miejscowościach w USA (11).

Przeprowadzone analizy mikologiczne wykazały liczne zasiedlenie ziarniaków przez grzyby i bakterie. Zidentyfikowano około 20 gatunków grzybów należących do 15 rodzajów. Wśród obserwowanych grzybów najczęściej występowały: *Alternaria alternata*, *Aureobasidium pullulans*, *Bipolaris sorokiniana*, *Epicoccum nigrum* i *Fusarium* spp. Podobne wyniki uzyskała Narkiewicz-Jodko (26) analizując materiał siewny zbóż, Błaszowski i Piech (3) u jęczmienia i owsa oraz Łacicowa (19) i Clear i in. (6) w badaniach jęczmienia. W badanych próbach ziarna najczęściej izolowanym grzybem saprotroficznym był *Alternaria alternata*, co potwierdza rezultaty uzyskane przez Knudsen i in. (15). Grzyb ten jest uznawany za potencjalnie niebezpieczny ze względu na możliwość produkowania toksyn, które mogą powodować nadmierne wydłużanie się korzeni i opóźnianie rozwoju siewek (2). Prokinova (27) stwierdziła, że obfite opady były przyczyną dominacji na ziarnie

grzybów z rodzaju *Alternaria*, zaś w czasie suchej pogody częściej obserwowano grzyb *Bipolaris sorokiniana*. Badane w pracy ziarno jęczmienia było w dużym stopniu porażone również przez *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem. i grzyby z rodzaju *Fusarium*. Patogeny te są główną przyczyną chorób podsuszkowych w Polsce (29). Grzyb *Bipolaris sorokiniana* atakuje jęczmień w każdej fazie wzrostu. Według Eng-Chong-Pua i in. (10) redukcja plonu ziarna może dochodzić nawet do 30%, w konsekwencji porażenia korzeni, dolnych międzywęźli, liści, kłosów i ziarna. Knudsen i in. (15) obserwowali bardzo wysokie porażenie jęczmienia jarego przez tego patogena dochodzące nawet do 76%. Badania ziarniaków zebranych w doświadczeniu polowym potwierdziły doniesienia o wysokim porażeniu przez *Bipolaris sorokiniana*, które kształtowało się na poziomie 19–68%. Jednocześnie stwierdzono różnice w porażeniu ziarna w zależności od roku zbioru. Niższy stopień infekcji obserwowano w roku 2000 w porównaniu z latami 2001 i 2002. Opady i wysoka temperatura w czerwcu, w czasie kłoszenia, miały znaczący wpływ na rozwój mikroflory, zwłaszcza grzyba *B. sorokiniana*, na co zwrócili wcześniej uwagę także Agarwal i Sinclair (1). Autorzy ci podkreślili, że wysoka temperatura w maju oraz wilgotna i chłodna pogoda pod koniec maja i na początku czerwca sprzyjają dużemu porażeniu ziarniaków. Zróżnicowane wyniki uzyskiwanych wyosobnień tego grzyba z ziarna w różnych latach zbioru i różnych okręgach rolniczych uzyskała Łacicowa (20), tłumacząc to również warunkami pogodowymi i glebowymi, a także niejednakową ilością materiału infekcyjnego znajdującego się w otoczeniu podczas kwitnienia zbóż. W związku z dużą szkodliwością *B. sorokiniana* zachodzi potrzeba uwzględnienia odporności na tego patogena w hodowli odmian jęczmienia jarego, przygotowywanych do uprawy w Polsce oraz kontrolowanie podatności sprowadzanych do kraju odmian zagranicznych (23).

Dosyć licznie występowały w badanym materiale także grzyby z rodzaju *Fusarium*. Spośród 11 gatunków najczęściej obserwowano *F. graminearum*, *F. equiseti*, *F. culmorum* i *F. poae*. Łacicowa (20) stwierdziła, że ze względu na dużą szkodliwość i częste występowanie w materiale roślinnym największe znaczenie mają *F. avenaceum*, *F. culmorum* i *F. graminearum*. Jednakże niejednolite warunki klimatyczne w Polsce stwarzają zróżnicowane zagrożenie zbóż przez choroby powodowane przez grzyby z rodzaju *Fusarium* (22).

## WNIOSKI

1. Choroby grzybowe występujące na roślinach w polu powodowane przez *Blumeria graminis* f.sp. *hordei*, *Puccinia hordei*, *B. sorokiniana* i *Fusarium* spp. oraz *Ustilago nuda* istotnie zmniejszały plon jęczmienia.
2. Stwierdzono różnice w odporności odmian w stosunku do mączniaka prawdziwego, rdzy jęczmienia i plamistości liści.
3. Zebrane w doświadczeniu polowym ziarno było zasiedlone przez liczne grzyby i bakterie. Stwierdzono występowanie grzybów patogenicznych z rodzaju *Fusa-*

rium i grzyba *Bipolaris sorokiniana* oraz powszechną obecność saprotrofów: *Alternaria alternata*, *Cladosporium* spp., *Aureobasidium pullulans* i *Epicoccum nigrum*.

4. Zdrowotność ziarna uzależniona była głównie od warunków pogodowych panujących w czasie wegetacji oraz od podatności odmian na choroby powodowane przez patogeny przenoszone z nasionami, tj. *Fusarium* spp. i *Bipolaris sorokiniana*.

#### LITERATURA

1. Agarwal V.K., Sinclair J.B.: Principles of seed pathology. Second edition CRC Press Inc., Lewis 1997.
2. Batur A.: Head healthiness and fungus composition of spring barley harvested grain cultivated under organic, integrated and conventional farming system. *Phytopathol. Pol.*, 2002, **26**: 73-83.
3. Błaszczkowski J., Piech M.: Comparison of seed-borne fungal communities of naked and husked oats and barley. *Phytopathol. Pol.*, 2002, **24**: 73-76.
4. Caliński T., Czajka S., Kaczmarek Z., Krajewski P., Siatkowski I.: SERGEN – Analiza serii doświadczeń odmianowych i genetyczno hodowlanych. Program komputerowy, wersja 3, 1998.
5. Chidambaram S.B., Matur S.B., Neergaard P.: Handbook on seed health testing. The International Seed Testing Association As-NLH. Norway, 1972.
6. Clear R.M., Patrick S.K., Gaba D.: Prevalence of fungi and fusariotoxins on barley seed from western Canada, 1995 to 1997. *Can. J. Plant Sci.*, 2000, **22(1)**: 44-50.
7. Czembor J.H., Czembor E.: Odporność Młó jęczmienia na mączniaka prawdziwego (*Blumeria graminis* f.sp. *hordei*). Cz. I. Genetyka, fenotyp, mechanizm i badania molekularne. *Biul. IHAR*, 2003, **230**: 335-354.
8. Czembor J.H., Czembor H.J.: Miejsce odporności jęczmienia na mączniaka i rdzę karłową w ochronie jęczmienia przed chorobami liściowymi. XLIII Sesja Naukowa IOR; Poznań 13-14 luty 2003, 41.
9. Ellis M.B.: „Dematiaceous Hyphomycetes”. Commonwealth Mycological Institute. Kew, Surrey, England, 1971.
10. Eng-Chong-Pua R.R., Pelletier H.R., Klinck H.R.: Seedling blight, spot blotch and common root rot in Quebec and their effect on grain yield in barley. *Can. J. Plant Pathol.*, 1985, **7**: 395-401.
11. Gąsiorowski H. (red.): Jęczmień – chemia i technologia. PWRiL, Poznań, 1997.
12. International Rules for Seed Testing. Edition. Published by The International Seed Testing Association (ISTA), P. O. BOX 308, 8303 Bassersdorf, CH-Switzerland, 2004.
13. Kaczyński L., Zych J., Behnke M., Lewandowska B., Szymczyk R.: Metodyka badania wartości gospodarczej odmian (WGO) roślin uprawnych. Rośliny rolnicze. Zbożowe. Jęczmień, owies, pszenica zwyczajna, pszenżyto, żyto. COBORU, Wyd. 1, Słupia Wielka, 1998.
14. Khan T.N., Young K.J.: Effect of fungicide seed dressing and fungicide - treated fertiliser on the severity of leaf diseases and yield of barley in Western Australia. *J. Experiment. Agric.*, 1989, **29(4)**: 565-568.
15. Knudsen I.B.M., Hockenhuil J., Jensen D.F.: Biocontrol of seedling disease of barley and wheat caused by *Fusarium culmorum* and *Bipolaris sorokiniana*: Effects of selected fungal antagonists on growth and yield components. *Plant Pathol.*, 1995, **44**: 467-477.
16. Kwaśna H., Chełkowski J., Zajkowski P.: Flora Polska T. XXII. Grzyby niedoskonałe. Strzępczakowe. Gruźelkowate. Sierpik (*Fusarium*). PAN Warszawa-Kraków, 1991.
17. Lipa J.J.: Nowoczesna ochrona zbóż. *Pam. Puł.*, 1999, **114**: 241-259.
18. Lipa J.J., Korbas M.: Nowoczesna ochrona zbóż przed chorobami i szkodnikami. *Wiś Jutra*, 2002, **5(46)**: 40-44.

19. Łacicowa B.: Badania mikoflory materiału siewnego jęczmienia jarego uprawianego na obszarze województwa lubelskiego. Ann. UMCS, 1967, Sect. C, **18(14)**: 207-219.
20. Łacicowa B.: Mikoflora ziarna jęczmienia jarego (*Hordeum vulgare* L.) wzrastającego w warunkach zagrożenia chorobowego przez *Drechslera sorokiniana* (Sacc.) Subram. et Jain. (= *Helminthosporium sativum* P.K. et B.). Roczn. Nauk Rol., 1990, E, T. **20(1/2)**: 17-23.
21. Łacicowa B., Kiecana I., Pięta D.: Health status of spring barley in crop rotation of different share of cereals with regard to chemical protection. Phytopathol. Pol., 1991, **1(XIII)**: 50-53.
22. Łacicowa B., Orlikowski L.: Próba oceny zagrożenia chorobowego zbóż przez grzyby z rodzaju *Fusarium* w niektórych województwach Polski – na podstawie analizy ziarna. Biul. IHAR, 1973, **3-4**: 29-38.
23. Łacicowa B., Pięta D.: Podatność różnych odmian jęczmienia jarego na porażenie przez *Drechslera sorokiniana* (Sacc.) Subram. et Jain. Hod. Rośl. Aklim. i Nas., 1991, **35(5/6)**: 53-59.
24. Malone J.P., Muskett A.E.: Seed-borne fungi. Description of 77 fungus species. 3rd Edition. Sheppard J.W. (ed.). ISTA, Zurich, 1997.
25. Martin R.J., Rea M.B., Cromey M.G.: Effect of *Fusarium* seed infection and fungicide seed treatment on wheat and barley establishment and yield. Proceedings Annual Conference – Agronomy Society of New Zealand, 1998, **28**: 71-79.
26. Narkiewicz-Jodko M.: Wpływ wilgotności na zdolność kiełkowania i mikoflorę ziarna zbóż przechowywanego bez wymiany powietrza oraz w atmosferze dwutlenku węgla. Biul. IHAR, 1979, **135**: 133-141.
27. Prokinova E.: Necrosis of barley grains, the germination and fungi isolated from grains. Rostl. Vyroba, 1999, **45(3)**: 133-144.
28. Stack R.W.: Yield losses in barley to common root rot in North Dakota. Proc. Int. Conf. On Common Root Rot., Saskatoon, Sask, 1991.
29. Truszkowska W., Dorenda M., Janiak M., Kutrzeba M., Milewska M.: Badania zagrożenia jęczmienia (*Hordeum sativum* L.) zgorzelą podstawy źdźbła w zależności od uprawy. Roczn. Nauk Rol., 1983, E **13(1-2)**: 85-99.

#### DISEASES OCCURRENCE IN CROP OF SPRING BARLEY IN THE YEARS 2000–2002 AND THEIR INFLUENCE ON YIELD AND SEED HEALTH

##### Summary

The aim of this study was the incidence of barley diseases on plant in a field experiment and their influence on yield and seed-health. It was observed occurrence of powdery mildew (*Blumeria graminis* f.sp. *hordei*), leaf rust (*Puccinia hordei* Otth), leaf spot (as complex) and loose smut (*Ustilago nuda* (Jens.) Rostr.) during field observations. The most favourable weather conditions for the development of powdery mildew and leaf rust were found in 2000, and the strongest plants infection by leaf spot complex was observed in 2002. Differences in susceptibility to these diseases among cultivars were also found. There was found to be a significant correlation between the occurrence of powdery mildew and leaf rust and yield. Plant infection by these pathogens decreased the yield. The studies showed that barley seeds harvested in the field experiment were infected by numerous fungi. Among them the saprophytic fungi: *Alternaria alternata*, *Aureobasidium pullulans* (de Bary) Arn., *Cladosporium* spp., *Epicoccum nigrum* (Link.) and the pathogens: *Bipolaris sorokiniana* and *Fusarium* spp. The analysis also showed that plant infection by leaf spot influenced the frequency of seed infection by *Bipolaris sorokiniana* and *Fusarium* spp.

Praca wpłynęła do Redakcji 23 XI 2005 r.