



nego ziarna lub atakujące pszenicę z gleby, gdzie mogą przetrwać na gromadzących się resztkach poźniwnych [Majchrzak 1985; Łacicowa, Kiecana 1987]. Wywołują one wraz z *Gaumannomyces graminis*, *Pseudocercospora herpotrichoides* i *Rhizoctonia* ssp. tzw. kompleks chorób podsuszkowych. Szkodliwość chorób podsuszkowych polega na obniżeniu zdolności krzewienia się roślin, zmniejszaniu rozmiarów kłosa, masy ziarna z jednej rośliny i w konsekwencji masy 1000 ziaren [Majchrzak, Mikołajska 1982]. W zapobieganiu występowania chorób pszenicy największe znaczenie ma zaprawianie nasion, stosowanie fungicydów w okresie wegetacji i wprowadzanie do uprawy odmian odpornych. W kompleksowej ochronie upraw polowych przed patogenami wprowadza się także elementy biologicznego zwalczania, które mogą stymulować rozwój organizmów pożytecznych, ograniczając jednocześnie aktywność patogenów [Łacicowa 1989]. Wśród szeregu możliwych biologicznych metod ochrony roślin wykorzystanie saprofitycznych bakterii ryzosferowych, a w szczególności bakterii z rodzaju *Pseudomonas*, uznaje się za obiecującą alternatywę dla chemicznych środków ochrony roślin [Weller 1988; O'Sullivan, O'Gara 1992; Pietr, Sobiczewski 1993]. Nasze wcześniejsze badania nad szeregiem bakterii ryzosferowych pozwoliły na wyselekcjonowanie szczepu *Pseudomonas fluorescens* PSR21, zdolnego do intensywnego zasiedlania korzeni pszenicy [Gottlieb i in. 2002].

Celem przeprowadzonych badań było określenie możliwości zastosowania szczepu bakterii *Pseudomonas fluorescens* PSR21 jako biologicznego środka ochrony roślin w postaci zaprawy nasiennej oraz w postaci oprysku w porównaniu z tradycyjną ochroną z zastosowaniem fungicydów oraz jej wpływ na plonowanie pszenicy ozimej.

#### METODY

Badania polowe prowadzono w latach 2002 i 2003 na glebie brunatnej wytworzonej z gliny lekkiej na glinie średniej, klasy bonitacyjnej IIIb, kompleksu pszennego dobrego. Gleba wykazywała bardzo wysoką zasobność w przyswajalny fosfor, wysoką w potas i średnią w magnez oraz lekko kwaśny odczyn. Doświadczenie założono metodą losowanych bloków w czterech powtórzeniach. Badanymi czynnikami były dwie odmiany pszenicy ozimej, Kobra i Zyta, oraz różne sposoby ochrony w następującym układzie: kontrola bez ochrony, zaprawianie materiału siewnego zawiesiną bakterii *P. fluorescens* PSR21 ( $10^{11}$  jtk  $\text{cm}^{-3}$ ) w ilości 30 ml  $1 \text{ kg}^{-1}$  ziarna, zaprawianie materiału siewnego oraz dodatkowo oprysk w fazie strzelania w źdźbło zawiesiną bakterii *P. fluorescens* PSR21 ( $10^9$  jtk  $\text{cm}^{-3}$ ) w dawce  $50 \text{ cm}^3 1 \text{ m}^{-2}$ , ochrona chemiczna polegająca na zapra-

wianiu materiału siewnego fungicydem Vitavax<sup>®</sup> 200FS 3,5 ml 1 kg<sup>-1</sup> ziarna oraz dodatkowo oprysk fungicydem Tango<sup>®</sup> 500SC 0,8 l ha<sup>-1</sup> w fazie strzelania w źdźbło.

Tabela 1. Średnie miesięczne temperatury powietrza (°C) oraz sumy opadów (mm) za okres wegetacji pszenicy

Table 1. Average monthly air temperatures (°C) and sum of precipitation for wheat growing season (mm)

Wyszczególnienie Specification	Miesiąc Month											X-VIII
	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
Średnia temperatura Average temperature, °C												
2001/2002	11,4	3,2	-2,4	0,8	4,9	5,5	9,0	17,4	18,5	20,5	20,9	10,0
2002/2003	8,2	5,2	-3,0	-1,1	-3,2	3,9	8,3	16,1	20,0	19,9	20,5	8,7
Średnio za lata 1961-2000 Multiyear means for 1961-2000	9,0	3,8	0,1	-1,5	-0,2	3,4	8,3	13,6	16,8	18,3	17,6	8,2
Suma opadów Sum of precipitation, mm												
2001/2002	10,5	50,8	19,2	23,8	59,2	15,5	32,9	39,5	82,4	26,8	103,1	463,7
2002/2003	62,3	46,9	17,8	34,4	2,9	15,2	15,0	75,5	33,1	57,5	53,8	414,4
Średnio za lata 1961-2000 Multiyear means for 1961-2000	38,0	39,0	36,1	29,5	26,6	32,5	34,8	57,4	65,8	74,8	69,4	503,9

Tabela 2. Skala porażenia źdźbeł pszenicy przez grzyby wywołujące zgorzel podstawy źdźbła

Table 2. Scale of culm damage of wheat by phytopathogenic fungi causing take-all

Źdźbła Culms	Klasa Class	Objawy chorobowe Disease symptoms	Stopień uszkodzeń Degree of damage
Zdrowe Healthy	0	brak objawów chorobowych without symptoms	0%
Słabo porażone Slightly damaged	1	1 plama lub smuga 1 spot or smudge	0–5%
	2	2–3 plamy lub smugi 2–3 spots or smudges	5–10%
	3	rozległe plamy, nie obejmują źdźbła dookoła widespread spots, not around the whole culm smugi biegną wzdłuż źdźbła, pękające smudges along culm, they crack	10–25%
Silnie porażone Strongly damaged	4	plamy obejmują źdźbło dookoła spots around the whole culm smugi powstają na całym obwodzie, pękające smudges around the whole culm, they crack	25–75%
	5	całkowicie zniszczona podstawa źdźbła culm totally damaged	100%

Lata badań cechowały się zdecydowanie różnym przebiegiem pogody (tab. 1). W porównaniu ze średnimi z wielolecia w okresie wegetacji średnie miesięczne temperatury były nawet o kilka stopni wyższe. Ponadto w okresie badań wystąpiły niedobory opadów w porównaniu z sumami z wielolecia (tab. 1). Do badań zdrowotności pobrano losowo rośliny wzdłuż przekątnej każdego poletka (po 10 źdźbeł z 10 miejsc). W obrębie każdego poletka źdźbła zostały podzielone w zależności od nasilenia zmian chorobowych na zdrowe, słabo porażone (w stopniu 1, 2 i 3) i silnie porażone (w stopniu 4 i 5) zgodnie z 5-stopniową skalą porażenia Poncheta [1959] w modyfikacji Mackiewicza i Drath [1972]. Oprócz objawów w postaci plam uwzględniono smugi i szczerzenia na podstawie źdźbła według skali podanej w tabeli 2.

#### WYNIKI

Plony ziarna badanych odmian pszenicy przedstawiono w tabeli 3, a wyniki oceny porażenia podstawy źdźbła przedstawiono w tabeli 4. Średni plon ziarna odmiany Kobra był istotnie mniejszy niż odmiany Zyta, na co miał wpływ istotnie większy plon tej odmiany w roku 2003. Jedynie odmiana Kobra plonowała średnio na poletkach chronionych chemicznie istotnie lepiej w porównaniu z pozostałymi poletkami. Wyraźnie większe średnie porażenie nastąpiło w roku 2002 i wynosiło na poletkach kontrolnych 69,5% oraz 60,7% odpowiednio dla Kobry i Zyty. W roku 2003 średni stopień porażenia był mniejszy i wynosił dla Kobry 39,5% oraz dla Zyty 32,4%. Równocześnie stwierdziliśmy wyraźnie mniejszy udział roślin z objawami silnego porażenia podstawy źdźbła w roku 2003 (9,3% Kobra, 8,8% Zyta) w porównaniu z rokiem 2002 (55,5% Kobra, 41,3% Zyta) – tab. 4. Mniejsze porażenie w roku 2003 bezpośrednio przełożyło się na średni wzrost plonowania o 26,1% w przypadku odmiany Kobra oraz o 56,1% w przypadku odmiany Zyta w porównaniu z rokiem 2002 (tab. 3). Większe porażenie podstawy źdźbła w roku 2002 można wiązać z odmiennym przebiegiem pogody (wyższe temperatury i wyższe opady) w okresie zimowym i wiosennym. Porażanie roślin przez kompleks chorób podsuszkowych zależy zdaniem wielu autorów od przebiegu pogody [Majchrzak, Mikołajska 1982; Płaskowska 1996].

Badany szczep bakterii zastosowany do zaprawiania ziarna przed siewem nie wpłynął w znaczący sposób na zmniejszenie średniego stopnia porażenia podstawy źdźbła i udziału roślin silnie porażonych (tab. 4). Jedynie w przypadku odmiany Kobra w roku 2002 stwierdziliśmy wyraźne obniżenie o 10,7% udziału roślin silnie porażonych przez zgorzel podstawy źdźbła. Dwukrotne zastosowanie preparatu biologicznego znacznie zmniejszyło średnie porażenie podstawy źdźbła u odmiany Kobra 9,5% i Zyta o 14% w porównaniu z obiektem kontrol-

Tabela 3. Plon ziarna pszenicy ozimej t ha<sup>-1</sup>  
 Table 3. Yield of grain of winter wheat t ha<sup>-1</sup>

Odmiana Cultivar	Sposób ochrony Treatments	Sezon wegetacyjny Vegetation season		Średnie Means
		2001 / 2002	2002 / 2003	
Kobra	Kontrola Control	3,96 c*	5,36 bc	4,66 b
	PSR21	4,10 c	5,27 bc	4,69 b
	PSR21 (2×)	3,96 c	5,03 c	4,50 b
	Fungicydy Fungicides	4,93 a	5,71 b	5,34 a
	Średnio Mean	4,23 bc	5,34 bc	4,79 b
Zyta	Kontrola Control	4,03 c	6,54 a	5,29 a
	PSR21	4,21 bc	6,32 a	5,27 a
	PSR21 (2×)	4,13 c	6,61 a	5,37 a
	Fungicydy Fungicides	4,56 ab	6,22 a	5,39 a
	Średnio Mean	4,24 bc	6,42 a	5,33 a

\*Wartości w kolumnach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie według testu t-Studenta (P=0,05)

\*Values in the same columns followed by the same letter are not significantly different according to t-Student test (P=0.05)

Tabela 4. Stopień porażenia podstawy źdźbła przez grzybów wywołujące zgorzel podstawy źdźbła w %

Table 4. The degree of base culm damage by phytopathogenic fungi causing take-all in %

Odmiany Cultivars	Sposób ochrony Treatments	Sezon wegetacyjny Vegetation season			
		2001 / 2002		2002 / 2003	
		średni stopień porażenia* mean degree of culm damage	suma silnie porażonych (4 + 5) sum of heavily damaged	średni stopień porażenia mean degree of culm damage	suma silnie porażonych (4 + 5) sum of heavily damaged
Kobra	kontrola control	69,5	55,5	39,5	9,3
	PSR21	65,2	44,8	41,6	10,5
	PSR21 (2×)	60,0	31,5	42,5	12,3
	fungicydy fungicides	51,2	14,3	45,0	16,3
Zyta	kontrola control	60,7	41,3	32,4	8,8
	PSR21	60,7	38,5	32,4	4,0
	PSR21 (2×)	46,7	14,0	32,2	5,5
	fungicydy fungicides	43,0	10,0	32,1	4,0

\*Oznaczenia przeprowadzono na 4 × 100 roślinach i stopień porażenia źdźbeł wyrażono po przekształceniu wyników według wzoru Townsenda-Heubergera

\*Observations were performed using 4 × 100 plants and the degree of culm damage was estimated using Townsenda-Heubergera formula

nym oraz w porównaniu z obiektem, gdzie zastosowano jedynie zaprawienie ziarna badaną bakterią (tab. 4). W większym stopniu nastąpiło ograniczenie liczby roślin z objawami silnego porażenia u odmiany Kobra o 24% i Zyta o 27,3% w wyniku dwukrotnego zastosowanie *P. fluorescens* PSR21 w roku 2002. W przypadku odmiany Zyta silne porażenie podstawy źdźbła po dwukrotnym zastosowaniu biologicznej ochrony było na poziomie zbliżonym do ochrony chemicznej (tab. 4), co organicznie wyraziło się pewną, lecz statystycznie nieistotną zwyżką plonu ziarna (2,5%) – tab. 3. Silne porażenie podstawy źdźbła, które powoduje zniżkę plonu ziarna [Ponchet 1959; Glynn 1963; Mackiewicz i Drath 1972], nie było prawdopodobnie jedynym czynnikiem ograniczającym plonowanie pszenicy w roku 2002. Jednak w roku 2003 podobnego ograniczenia porażenia przez badaną bakterie nie obserwowaliśmy. Brak wyraźnego ochronnego działania szczepu *P. fluorescens* PSR21 w uprawach pszenicy ozimej w odróżnieniu od obserwowanego oddziaływania ochronnego tego szczepu w uprawach jęczmienia jarego (Pietr i in.) można wiązać z odmiennymi warunkami panującymi w ryzosferze tych dwóch roślin. Zróżnicowane oddziaływanie ochronne tych samych szczepów bakterii w ryzosferze nawet różnych odmian roślin opisywali Weller [1988] oraz Roberts i in. [1999]. Ponadto bakterie wprowadzone jako zaprawa nasienna pszenicy w odróżnieniu do jęczmienia jarego mogły nie przetrwać w ryzosferze na poziomie zapewniającej efekt ochronny przez wystarczająco długi okres.

Po zastosowaniu fungicydów w 2002 roku badane odmiany były najzdrowsze, średni stopień porażenia był niższy o 18,3% w przypadku odmiany Kobra oraz o 17,7% w przypadku odmiany Zyta, a silne porażenie zostało ograniczone odpowiednio o 41,2% i o 31,3% (tab. 3). Ograniczenie kompleksu chorób zgorzelowych korelowało ze wzrostem plonowania na poletkach chronionych chemicznie w roku 2002 o 24,5% w przypadku odmiany Kobra oraz o 13,2% w przypadku odmiany Zyta w porównaniu z poletkami kontrolnymi. W roku 2003 nie zaobserwowano różnic średniego stopnia porażenia podstawy źdźbła pszenicy we wszystkich kombinacjach doświadczenia (tab. 3), co wyraziło się również z reguły brakiem zróżnicowania wysokości plonu. Ponadto w roku 2003 w przypadku odmiany Kobra obserwowaliśmy pewien wzrost udziału roślin z objawami silnego porażenia podstawy źdźbła (4 + 5 klasa) po zastosowaniu fungicydów z 9,3% do 16,3%. W przypadku odmiany Zyta obserwowaliśmy udział rośliny z objawami silnego porażenia podstawy źdźbła na poletkach kontrolnych (8,8%) jak w przypadku odmiany Kobra, a zastosowanie fungicydów spowodowało na podobnym poziomie spadek tego wskaźnika do poziomu 4,0%. Pomimo braku ograniczenia kompleksu chorób podsuszkowych w wyniku zastosowania ochrony chemicznej plon nie był istotnie wyższy.

## WNIOSKI

1. Porażenie pszenicy ozimej przez kompleks chorób podsuszkowych było wyraźnie większe w roku 2002 o wyższej temperaturze i opadach w okresie zimowym i wiosennym, niż w roku 2003.

2. Odmiana Zyta plonowała w sezonie wegetacyjnym 2002/2003 (o niższej sumie opadów) istotnie lepiej niż odmiana Kobra.

3. Zastosowanie chemicznego zaprawiania ziarna oraz ochrona chemiczna w fazie strzelania w źdźbło pozwoliły na istotne ograniczenie porażania podstawy źdźbła oraz zapewniły większy plon przy silnym natężeniu chorób podsuszkowych w roku 2002.

4. Dwukrotne zastosowanie szczepu *P. fluorescens* PSR21 wyraźnie ograniczyło udział roślin wykazujących symptomy silnego porażenia przez kompleks chorób podsuszkowych w roku 2002.

## PIŚMIENNICTWO

- Glyne M.D. 1963. Eyespot (*Cercospora herpotrichoides*) and others factors influencing yield of wheat in the six course rotation experiment at Rothamsted (1930–1960), Ann. Appl. Biol. 51, 189–214.
- Gottlieb M., Lewicka T., Pietr S.J. 2002. The interrelationship between the ability of wheat seedling colonisation and certain properties of *Pseudomonas*. OILB wprs Bulletin 25, 337–340.
- Łacicowa B., Kiecana J. 1987. Występowanie *Fusarium culmorum* (W.G. Smitch) Sacc., *F. avenaceum* (Fries.) Sacc. na pszenzycie oraz podatność rodów hodowlanych na porażenie. Rocz. Nauk Rol., Ser. E 17, 1, 161–177.
- Łacicowa B. 1989. Systemy ochrony roślin rolniczych przed chorobami. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol. 374, 21–29.
- Mackiewicz S., Drath M. 1972. Wpływ zmianowania na stopień porażenia pszenicy przez łamliwość podstawy źdźbła oraz na jej plonowanie, Biul. Ochrony Rośl. 54, 153–168.
- Majchrzak B., Mikołajska J. 1982. Badania nad zgorzelami podstawy źdźbła i korzeni pszenicy ozimej w Polsce północno-wschodniej. Rocz. Nauk Rol., Ser. E 12, 1/2, 191–201
- Majchrzak B. 1985. Wpływ zespołów grzybów na patogenny powodujące zgorzele podstawy źdźbła i korzeni pszenicy ozimej. Rocz. Nauk Rol., Ser. E 15, 1/2, 39–50.
- O'Sullivan D.J., O'Gara F. 1992. Traits of fluorescent *Pseudomonas* spp. involved in suppression of plant root pathogens. Microbiol. Rev. 56, 662–676.
- Pietr S.J., Sobiczewski P. 1993. Możliwości i ograniczenia zastosowania bakterii do ochrony roślin przed chorobami. [W] Mikołajska, J. i in. (red.). Materiały z Sympozjum „Biotyczne środowisko uprawne a zagrożenie chorobowe roślin”, Polskie Towarzystwo Fitopatologiczne – ART w Olsztynie. Olsztyn, 47–57.
- Pląskowska E. 1996. Badania zdrowotności pszenicy ozimej w zależności od zastosowanego przedplonu. Zesz. Naukowe AR we Wrocławiu, Rolnictwo 300, 67–91.

- 
- Ponchet J. 1959. La maladie du piétin-verse des céréales: *Cercospora herpotrichoides* Fron. Importance agronomique, biologie, épiphytologie. Ann. des Épiphyties 1, 45–98.
- Roberts D.P., Stromberg E.L., Lacy G.H., Buyer J.S. 1999. Biological disease control: Considerations for seed treatment and stand establishment. Acta Horticulturae 504, 69–74.
- Weller D.M. 1988. Biological control of soilborne plant pathogens in the rhizosphere with bacteria. Annu. Rev. Phytopathol. 26, 379–407.

*Praca finansowana w ramach grantu KBN nr 3PO6 R 035 22*