

Znaczenie mieszanek międzyodmianowych w ograniczaniu porażenia pszenicy ozimej przez mączniaka prawdziwego

¹Anna Tratwał, ¹Beata Wielkopolan, ²Jan Bocianowski

¹Zakład Metod Prognozowania Agrofagów i Ekonomiki Ochrony Roślin – Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy
ul. Władysława Węgorka 20, 60-318 Poznań, Polska

²Katedra Metod Matematycznych i Statystycznych – Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
ul. Wojska Polskiego 23, 60-952 Poznań, Polska

Abstrakt. Od roku 2014 integrowany system ochrony i produkcji roślin będzie powszechnie obowiązywał na obszarze krajów członkowskich UE, w tym Polski. Dużą rolę odgrywają w nim zasiewy mieszane. W Polsce około 17% areалу zbóż stanowią mieszanki międzygatunkowe i międzyodmianowe. Celem badań było określenie wpływu uprawy odmian pszenic ozimych w formie międzyodmianowych zasiewów mieszanych na ograniczanie nasilenia występowania mączniaka prawdziwego i wielkość plonu. W sezonach wegetacyjnych 2009/10 i 2010/11 przeprowadzono ściśle doświadczenie z trzema odmianami pszenicy ozimej Bogatka, Sława i Nutka, różniącymi się poziomem odporności na mączniaka prawdziwego, uprawianymi w siewach czystych oraz we wszystkich możliwych kombinacjach ich mieszanek. Doświadczenie zlokalizowano w Bąkowie (woj. opolskie) i Kościelnej Wsi (woj. wielkopolskie). Zostało założone w układzie bloków losowanych kompletnych w czterech powtórzeniach. Nie stosowano w nim zabiegów chemicznych przeciwko chorobom grzybowym i szkodnikom.

W ciągu sezonu wegetacyjnego co 7–10 dni przeprowadzano ocenę nasilenia występowania chorób w skali 9-stopniowej. Po osiągnięciu pełnej dojrzałości ziarna pszenicy ozimej określono plon. W opracowaniu wyników wykorzystano trójczynnikową analizę wariancji, obliczono wartości średnie i odchylenia standardowe oraz oszacowano najmniejsze istotne różnice (NIR 0,05). Przeanalizowano zróżnicowanie wyników między odmianami i ich mieszankami.

W obydwu miejscowościach w latach badań odmianą najbardziej porażoną przez mączniak prawdziwy (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*) w siewach czystych była Nutka. Odnotowano redukcję nasilenia występowania mączniaka prawdziwego w mieszankach odmian pszenic ozimych o 5–73%. Przyrosty plonu mieszanek w porównaniu do siewów czystych wyniosły od 0,3 do 4,7 dt·ha⁻¹.

słowa kluczowe: pszenica ozima, *Blumeria graminis* f. sp. *tritici*, mieszanki odmian, integrowana produkcja i ochrona roślin

Autor do korespondencji:

Anna Tratwał
e-mail: A.Tratwal@iorpib.poznan.pl
tel. +48 61 8649120

Praca wpłynęła do redakcji 15 maja 2012 r.

WSTĘP

Nowoczesne systemy ochrony roślin muszą być zgodne z ideą rolnictwa zrównoważonego i z założenia powinny być korzystne ekonomicznie, przyjazne środowisku i akceptowane społecznie. Systemy ochrony roślin powinny integrować dostępne metody zwalczania agrofagów (Finckh i in., 2000; Finckh, Wolfe, 1998; Gacek, 2000; Gacek i in., 1997; Gacek, Nadziak, 2000; Tratwał, Walczak, 2010). Praktyczne stosowanie integrowanej ochrony roślin wiąże się z wykorzystaniem, na ile to możliwe, wszelkich alternatywnych dla ochrony chemicznej metod zwalczania agrofagów. Duże znaczenie mają między innymi: wprowadzenie odmian odpornych na choroby, właściwa agrotechnika i zmianowanie, sterowane, tzn. wykonane w odpowiednim czasie, zabiegi chemiczne oraz zasiewy mieszane. Najważniejszą zaletą zasiewów mieszanych jest zwiększenie bioróżnorodności w obrębie ładu (Gaj i in., 2011; Michalski i in., 2004; Tratwał, 2008).

Celem badań było określenie wpływu uprawy odmian pszenic ozimych w formie międzyodmianowych zasiewów mieszanych na ograniczanie nasilenia występowania mączniaka prawdziwego i wielkość plonu.

MATERIAŁ I METODY

W ciągu dwóch sezonów wegetacyjnych (2009/10 i 2010/11) założono ściśle doświadczenie z trzema odmianami pszenicy ozimej w siewach czystych oraz ze wszystkimi możliwymi kombinacjami ich mieszanek.

Doświadczenie zlokalizowano w dwóch miejscowościach zróżnicowanych pod względem warunków glebowych i meteorologicznych, tj. w Bąkowie – oddział „Hodowli Roślin Smolice – Grupa IHAR” (woj. opolskie), i w Kościelnej Wsi – Zakład Doświadczalny Oceny Odmian (woj. wielkopolskie).

Do badań użyto trzech odmian pszenicy ozimej różniących się między innymi poziomem odporności na mącz-

niaka prawdziwego – Bogatka (B), Sława (S), Nutka (N), oraz ich mieszanek (Bogatka/Sława – B/S, Bogatka/Nutka – B/N, Sława/Nutka – S/N i Bogatka/Sława/Nutka – B/S/N). Udział komponentów mieszanek wynosił 1:1 lub 1:1:1.

Doświadczenia zostały założone na poletkach o powierzchni 10 m² (Bąków) i 15 m² (Kościelna Wieś), w układzie bloków losowanych kompletnych, w czterech powtórzeniach.

W doświadczeniu nie stosowano zabiegów chemicznych przeciwko chorobom grzybowym i szkodnikom.

W ciągu sezonu wegetacyjnego co 7–10 dni przeprowadzano ocenę nasilenia występowania chorób, stosując 9-stopniową skalę podatności roślin, gdzie 1 oznacza pełną podatność, a 9 pełną odporność (brak objawów choroby). Uzyskane wyniki przekształcano na wartości procentowe porażenia przez chorobę poszczególnych roślin odmian i mieszanek, a następnie wyliczano wartość AUDPC – powierzchnię pod krzywą rozwoju choroby wg wzoru:

$$\text{AUDPC} = [x_1 \cdot y_0 + x_1 \cdot ((y_1 - y_0)/2)] + [x_2 \cdot y_1 + x_2 \cdot ((y_2 - y_1)/2)] + \dots + [x_n \cdot y_{n-1} + x_n \cdot ((y_n - y_{n-1})/2)]$$

gdzie:

AUDPC – powierzchnia pod krzywą rozwoju choroby (area under disease progress curve),

x_i – liczba dni pomiędzy obserwacjami,

y_n – powierzchnia porażona przez mączniaka prawdziwego podczas kolejnych ocen.

Procent redukcji nasilenia mączniaka w mieszankach (RAUDPC) wyliczano, porównując średnie porażenie mieszanki ze średnim porażeniem odmian (komponentów tej mieszanki) w siewie czystym.

Po osiągnięciu pełnej dojrzałości ziarna i zbiorze kombajnem poletkowym określono plon z każdego poletka, który został przeliczony na dt·ha⁻¹.

Uzyskane wyniki analizowano statystycznie. Trójczynnikowa analiza wariancji (ANOVA) została przeprowadzona w celu weryfikacji hipotez zerowych o braku wpływu lokalizacji, lat i odmian/mieszanek oraz hipotez o braku wpływu interakcji lokalizacje × lata, lokalizacje × odmiany/mieszanki, lata × odmiany/mieszanki i lokalizacje × lata × odmiany/mieszanki na występowanie mączniaka prawdziwego oraz plon ziarna. Obliczono wartości średnie i odchylenia standardowe. Oszacowano najmniejsze istotne różnice (NIR_{0,05}) i na ich podstawie utworzono grupy jednorodne. W celu oceny zróżnicowania między odmianami a ich mieszankami, jak również między mieszanką a odmianami w siewie czystym oraz pomiędzy mieszankami podwojnymi i potrójną pod względem badanych cech wykonano odpowiednie analizy kontrastów. Ocena współzależności obserwowanych cech dokonana została w oparciu o odpowiednie współczynniki korelacji (Kozak i in., 2010), w każdej lokalizacji i w każdym roku osobno. Wszystkie analizy statystyczne wykonano z użyciem pakietu statystycznego GenStat Release 10.1 (Genstat, 2007).

WYNIKI I DYSKUSJA

W latach badań spośród chorób obserwowanych na pszenicy ozimej w większym nasileniu notowano występowanie mączniaka prawdziwego zbóż (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*). Inne choroby jak septorioza plew (*Septoria nodorum*), rdza brunatna (*Puccinia trititina*) czy rynchosporioza (*Rhynchosporium secalis*) obserwowano jedynie w niewielkim nasileniu, nie mającym znaczenia gospodarczego.

Uzyskane wyniki analizy wariancji wskazują na istotny statystycznie wpływ lokalizacji ($F_{1,77} = 32,79$, $P < 0,001$), lat ($F_{1,77} = 59,85$, $P < 0,001$), odmian/mieszanek ($F_{6,77} = 22,89$, $P < 0,001$) oraz interakcji lokalizacje × odmiany/mieszanki ($F_{6,77} = 6,52$, $P < 0,001$) na występowanie mączniaka

Tabela 1. Występowanie mączniaka prawdziwego (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*) na odmianach pszenicy ozimej w siewach czystych i mieszanych w sezonie wegetacyjnym 2009/10

Table 1. Powdery mildew (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*) occurrence on winter wheat pure stands and mixtures in the growing season of 2009/10.

Odmiana/mieszanka Variety/mixtures	Bąków		Kościelna Wieś	
	AUDPC ±SD	RAUDPC [%]	AUDPC ±SD	RAUDPC [%]
Bogatka (B)	404,48bc ±165,2	-	359,26abc ±161,1	-
Sława (S)	363,46bc ±173,5	-	485,30ab ±103,0	-
Nutka (N)	1151,44a ±289,9	-	544,40a ±194,0	-
B/S	311,44c ±165,4	17,94	259,17c ±100,2	38,35
B/N	669,79b ±354,3	17,90	433,91abc ±200,3	4,72
S/N	499,38bc ±174,4	33,61	299,39bc ±180,6	42,92
B/S/N	294,18c ±11,4	51,44	283,16bc ±90,8	33,80
NIR; LSD (0,05)	316,7		225,9	

AUDPC – powierzchnia pod krzywą rozwoju choroby; area under disease progress curve

RAUDPC – procentowa redukcja nasilenia mączniaka; powdery mildew reduction

SD – odchylenie standardowe; standard deviation

Wartości w kolumnach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie; Values in columns signed with the same letters do not differ significantly

Tabela 2. Występowanie mączniaka prawdziwego (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*) na odmianach pszenicy ozimej w siewach czystych i mieszanych w sezonie wegetacyjnym 2010/11

Table 2. Powdery mildew (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*) occurrence on winter wheat pure stands and mixtures in the growing season of 2010/11 (\pm standard deviation).

Odmiana/mieszanka Variety/mixtures	Bąków		Kościelna Wieś	
	AUDPC \pm SD	RAUDPC [%]	AUDPC \pm SD	RAUDPC [%]
Bogatka (B)	176,29c \pm 29,5		151,35c \pm 48,9	
Sława (S)	239,12c \pm 22,2		223,71b \pm 4,0	
Nutka (N)	748,56a \pm 164,6		392,94a \pm 92,4	
B/S	187,93c \pm 33,2	9,88	103,38cd \pm 11,4	43,89
B/N	374,13b \pm 82,9	19,19	100,18cd \pm 13,4	61,05
S/N	386,01b \pm 70,0	21,76	83,89d \pm 13,7	72,60
B/S/N	170,47c \pm 33,2	56,11	79,82d \pm 12,3	68,57
NIR; LSD (0,05)	118,1		59,82	

AUDPC, RAUDPC, SD – patrz tab. 1; see Table 1

Wartości w kolumnach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie; Values in columns signed with the same letters do not differ significantly

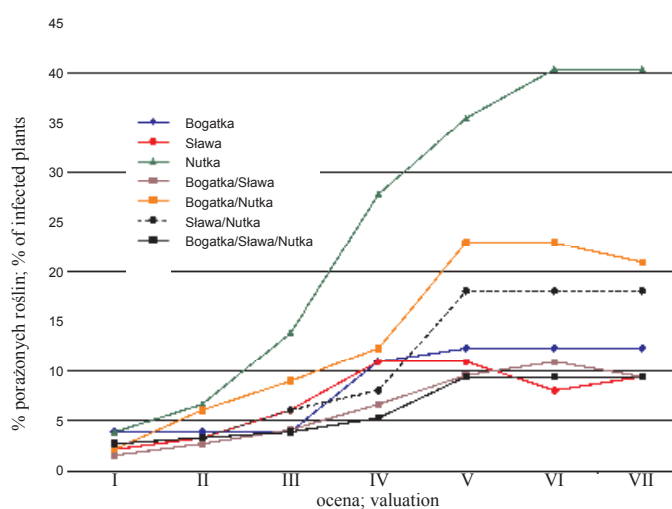
prawdziwego. W sezonie 2009/10 w obydwu miejscowościach notowano zbliżone nasilenie występowania mączniaka prawdziwego na pszenicy ozimej, większe różnice w nasileniu porażenia notowano jedynie na odmianie Nutka, która została mocniej porażona w Bąkowie (tab. 1). W obydwu miejscowościach odmiana Nutka wykazała się najwyższym porażeniem przez mączniaka prawdziwego spośród siewów czystych. W obydwu miejscowościach notowano redukcję nasilenia występowania choroby w mieszankach na poziomie 17,90–51,44% (Bąków) oraz 4,72–42,92% (Kościelna Wieś) w porównaniu do siewów czystych (tab. 1).

W sezonie wegetacyjnym 2010/11, w porównaniu do sezonu 2009/10, w Bąkowie i Kościelnej Wsi stwierdzono na wszystkich odmianach pszenic ozimych w siewie czystym mniejsze porażenie przez grzyba *Blumeria graminis* f. sp. *tritici*. W obydwu miejscowościach notowano zbliżone nasilenie występowania mączniaka prawdziwego na pszenicy ozimej, większe różnice w nasileniu porażenia wystąpiły jedynie na odmianie Nutka – w Bąkowie było ono prawie dwukrotnie silniejsze niż w Kościelnej Wsi (tab. 2).

Ponownie odmiana Nutka wykazała się największym porażeniem przez mączniaka prawdziwego spośród siewów czystych. W obydwu miejscowościach notowano redukcję nasilenia występowania choroby w mieszankach na poziomie 9,88–56,11% (Bąków) oraz 43,89–72,60% (Kościelna Wieś) w porównaniu do siewów czystych (tab. 2).

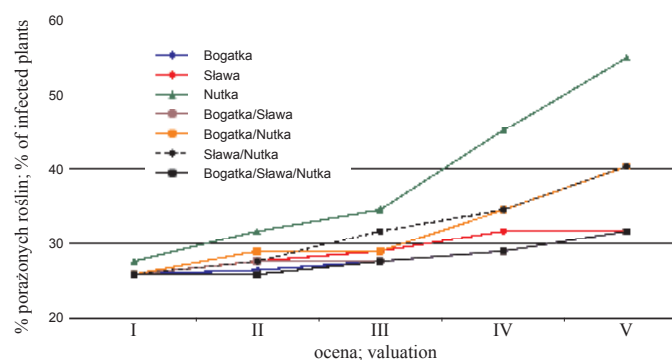
Porażenie pszenicy ozimej w siewach czystych i mieszankach w ciągu sezonów wegetacyjnych podczas kolejnych ocen przedstawiono na rysunkach 1-4.

W sezonie wegetacyjnym 2009/10 w Bąkowie najwyższe porażenie notowano w okresie wykonywania piątej i szóstej, w przypadku odmiany Nutka, oceny (koniec maja/początek czerwca 2010 r.),



Rys. 1. Występowanie mączniaka prawdziwego (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*) na pszenicy ozimej w siewach czystych i mieszanych w Bąkowie w sezonie wegetacyjnym 2009/10

Fig. 1. Powdery mildew (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*) occurrence on winter wheat pure stands and mixtures in Bąków in the growing season of 2009/10.



Rys. 2. Występowanie mączniaka prawdziwego (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*) na pszenicy ozimej w siewach czystych i mieszanych w Bąkowie w sezonie wegetacyjnym 2010/11

Fig. 2. Powdery mildew (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*) occurrence on winter wheat pure stands and mixtures in Bąków in the growing season of 2010/11.

a w drugim sezonie badań podczas ostatnich ocen (półowa czerwca 2011 r.).

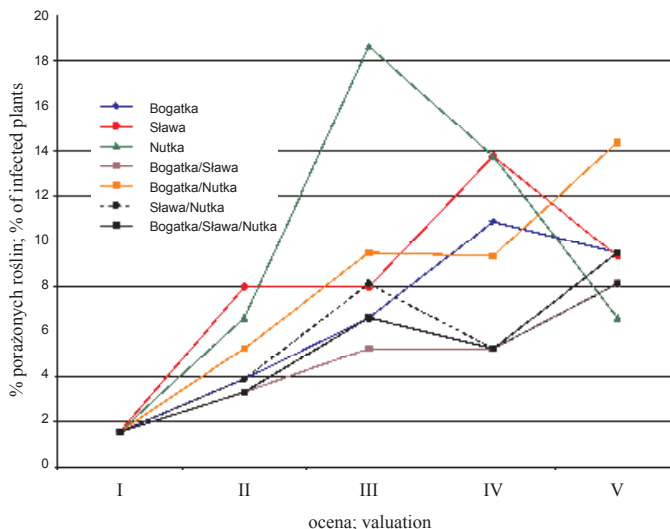
W sezonie wegetacyjnym 2009/10 w Kościelnej Wsi w większości obiektów najwyższe porażenie pszenicy ozimej przez mączniaka prawdziwego notowano w okresie wykonywania trzeciej i czwartej oceny (maj 2010 r.), a w drugim sezonie badań podczas trzeciej oceny.

Na plon ziarna badanych obiektów pszenicy istotny statystycznie wpływ miały lokalizacja ($F_{1,77} = 13,43$, $P < 0,001$), lata ($F_{1,77} = 70,93$, $P < 0,001$), odmiany/mieszanki ($F_{6,77} = 3,49$, $P = 0,010$) oraz interakcja lokalizacja \times lata ($F_{6,77} = 32,49$, $P < 0,001$). Plon ziarna w mieszankach przedstawiono wyliczając wartość plonu oczekiwanego – średni plon z siewów czystych (komponentów danej mieszanki) w porównaniu do plonu uzyskanego z mieszanki. W sezonie 2009/10 niższe plony odmian pszenicy ozimej uzyskano z poletek w Bąkowie niż w Kościelnej Wsi. Pomimo obserwowanej redukcji nasilenia występowania mączniaka prawdziwego, w przypadku trzech kombinacji (Sława/Nutka – Bąków oraz Bogatka/Sława i Bogatka/Nutka – Kościelna Wieś) nie odnotowano przyrostu plonu w porównaniu do siewów czystych. W pozostałych kombinacjach zwiększa plonu wahała się od 0,30 do 2,90 dt·ha⁻¹; istotna była w kombinacjach Bogatka/Nutka i Bogatka/Sława/Nutka uprawianych w Bąkowie (tab. 3).

W sezonie wegetacyjnym 2010/11 uzyskano niższe plony niż w sezonie 2009/10 zarówno w Bąkowie, jak i w Kościelnej Wsi. W sezonie 2010/11 niżej plonowały odmiany pszenicy ozimej w Bąkowie niż w Kościelnej Wsi. Pomimo obserwowanej redukcji nasilenia występowania mączniaka prawdziwego, w przypadku trzech kombinacji (Sława/Nutka i Bogatka/Nutka – Bąków oraz Bogatka/Sława – Kościelna Wieś) nie odnotowano przyrostu plonu w mieszankach w porównaniu do siewów czystych. W pozostałych kombinacjach zwiększa plonu wahała się od 0,30 do 4,72 dt·ha⁻¹, istotna była w kombinacji Bogatka/Sława w Kościelnej Wsi (tab. 4).

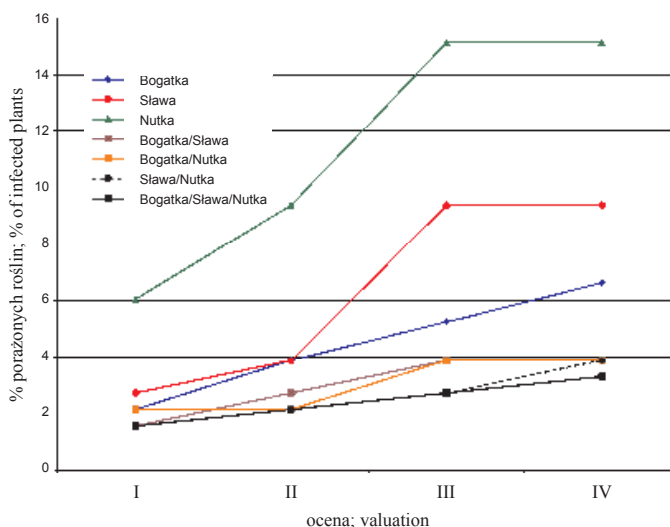
Jak donoszą Gacek i in. (1997), przyrosty plonu w mieszankach wynoszą nawet do 6,80 dt·ha⁻¹ w porównaniu do siewów czystych. Mahmood i in., (1991) uzyskali 11–26% wzrost plonów w mieszankach odmian pszenic ozimych w porównaniu do siewów czystych, a Manthey i Fehrmann (1993) 2–5%.

Ocenę różnic między odmianami a ich mieszankami pod względem analizowanych cech w poszczególnych lokalizacjach i latach wyrażono wartościami odpowiedniego kontrastu (tab. 5). Istotnie większe występowanie mączniaka prawdziwego w mieszankach z odmianą Bogatka w porównaniu do Bogatki w siewie czystym zaobserwowano w drugim roku badań. W przypadku odmiany Sława zdecydowanie



Rys. 3. Występowanie mączniaka prawdziwego (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*) na pszenicy ozimej w siewach czystych i mieszanych w Kościelnej Wsi w sezonie wegetacyjnym 2009/10

Fig. 3. Powidery mildew (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*) occurrence on winter wheat pure stands and mixtures in Kościelna Wieś in the growing season 2009/10.



Rys. 4. Występowanie mączniaka prawdziwego (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*) na pszenicy ozimej w siewach czystych i mieszanych w Kościelnej Wsi w sezonie wegetacyjnym 2010/11

Fig. 4. Powidery mildew (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*) occurrence on winter wheat pure stands and mixtures in Kościelna Wieś in the growing season 2010/11.

większe wartości dla odmiany w siewie czystym w kontraście do mieszank ją zawierających zaobserwowano w Bąkowie (tab. 5). Porównując występowanie mączniaka dla odmiany Nutka z mieszankami tej odmiany, brak istotnych statystycznie

Tabela 3. Plon ziarna odmian pszenicy ozimej i ich mieszanek w Bąkowie i Kościelnej Wsi w sezonie wegetacyjnym 2009/10
Table 3. Yield of winter wheat pure stands and mixture in Bąków and Kościelna Wieś in the growing season 2009/10.

Wyszczególnienie Specification	Plon ziarna; Grain yield (dt·ha ⁻¹)	
	Bąków	Kościelna Wieś
Średnia z siewów czystych B i S Average from pure stands B and S	60,51	69,91
Plon – mieszanka B/S Yield – B/S mixture	60,53	69,71
Przyrost plonu Yield increase	+0,3	-0,2
Średnia z siewów czystych B i N Average from pure stands B and N	65,00	71,17
Plon – mieszanka B/N Yield – B/N mixture	67,90	70,62
Przyrost plonu Yield increase	+2,90**	-0,55
Średnia z siewów czystych S i N Average from pure stands S and N	59,64	69,03
Plon – mieszanka S/N Yield – S/N mixture	59,63	69,86
Przyrost plonu Yield increase	-0,1	+0,83
Średnia z siewów czystych B, S i N Average from pure stands B, S and N	61,72	70,04
Plon – mieszanka B/S/N Yield – B/S/N mixture	64,38	71,30
Przyrost plonu Yield increase	+2,66*	+1,26

* P < 0,05, ** P < 0,01

B – Bogatka, S – Sława, N – Nutka (odmiany; cultivars)

Tabela 4. Plon ziarna odmian pszenicy ozimej i ich mieszanek w Bąkowie i Kościelnej Wsi w sezonie wegetacyjnym 2010/11
Table 4. Yield of winter wheat pure stands and mixture in Bąków and Kościelna Wieś in the growing season 2010/11.

Wyszczególnienie Specification	Plon ziarna; Grain yield (dt·ha ⁻¹)	
	Bąków	Kościelna Wieś
Średnia z siewów czystych B i S Average from pure stands B and S	46,03	57,81
Plon – mieszanka B/S Yield – B/S mixture	46,33	62,53
Przyrost plonu Yield increase	+0,30	+4,72**
Średnia z siewów czystych B i N Average from pure stands B and N	46,36	58,83
Plon – mieszanka B/N Yield – B/N mixture	47,23	56,02
Przyrost plonu Yield increase	+0,87	-2,81*
Średnia z siewów czystych S i N Average from pure stands S and N	44,91	56,82
Plon – mieszanka S/N Yield – S/N mixture	42,65	59,61
Przyrost plonu Yield increase	-2,26*	+2,79*
Średnia z siewów czystych B, S i N Average from pure stands B, S and N	45,77	57,82
Plon – mieszanka B/S/N Yield – B/S/N mixture	42,90	58,50
Przyrost plonu Yield increase	-2,87*	+0,68

* P < 0,05, ** P < 0,001

B – Bogatka, S – Sława, N – Nutka (odmiany; cultivars)

Tabela 5. Ocena zróżnicowania między odmianami pszenicy ozimej a ich mieszankami dla badanych cech
Table 5. Evaluation of diversity between pure stands and mixtures of winter wheat for analyzed traits.

Kontrast Contrast	Mączniak prawdziwy (<i>B. graminis</i> f. sp. <i>tritici</i>) Powdery mildew (<i>B. graminis</i> f. sp. <i>tritici</i>)				Plon ziarna Grain yield			
	Bąków		Kościelna Wieś		Bąków		Kościelna Wieś	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Bogatka – jej mieszanki Bogatka and its mixtures	-199	-210***	-78	-81**	4,7	4,3*	2,3	2,4
Sława – jej mieszanki Sława and its mixtures	284*	109*	78	-29	8,2**	5,1**	1,0	-2,0
Nutka – jej mieszanki Nutka and its mixtures	-360**	-270***	-184	-130***	0,9	2,9	0,4	4,8
Odmiany – ich wszystkie mieszanki Varieties – all mixtures	-115	-140***	-52	-77***	3,9*	4,2**	1,0	1,5
Podwójne mieszanki – potrójna mieszanka Two- and three-ways mixtures	104	0	138	148***	1,6	2,1	-0,1	-2,2

* P < 0,05, ** P < 0,01, *** P < 0,001

różnic zaobserwowano jedynie w Kościelnej Wsi w 2010 roku. Analizując plon ziarna, istotne statystycznie kontrasty zaobserwowano jedynie w Bąkowie (tab. 5).

WNIOSKI

1. W obydwu miejscowościach w latach badań panowały zbliżone warunki meteorologiczne, sprzyjające rozwojowi *Blumeria graminis* f. sp. *tritici*.

2. Mieszanki z udziałem odmiany Nutka, najbardziej podatnej na mączniaka prawdziwego, wykazały mniejsze porażenie przez *B. graminis* f. sp. *tritici* niż odmiana Nutka w siewie czystym.

3. W mieszankach odmian pszenic ozimych odnotowano redukcję nasilenia występowania mączniaka prawdziwego w porównaniu do siewów czystych (4,72–51,44% w sezonie 2009/10 oraz 9,88–72,60% w sezonie 2010/11).

4. Dzięki uprawie odmian pszenicy ozimej w formie zasiewów mieszanych uzyskano przyrost plonu w porównaniu do siewów czystych o 0,30–2,66 dt·ha⁻¹ w sezonie 2009/10 i o 0,30–4,72 dt·ha⁻¹ w sezonie 2010/11.

PIŚMIENNICTWO

- Finckh M.R., Gacek E.S., Goyeau H., Lannou Ch., Merz U., Mundt C.C., Munk L., Nadziak J., Newton A.C., de Vallavieille – Poppe C., Wolfe M.S., 2000.** Cereal variety and species mixtures in practice, with emphasis on disease resistance. *Agronomie*, 20: 813-837.
- Finckh M.R., Wolfe M.S., 1998.** Diversification strategies. W: The epidemiology of Plant Diseases; red. D.G. Jones, Chapman and Hall, London, ss. 231-259.
- Gaj R., Grzebisz W., Horoszkiewicz-Janka J., Igras J., Jajor E., Korbas M., Matysiak K., Michalski T., Mrówczyński M., Olejarski P., Paradowski A., Podolska G., Pruszyński G., Pruszyński S., Rutkowska A., Sulek A., Tratwal A., Wachowiak H., Zielińska W., Zych J., 2011.** Metodyka integrowanej produkcji pszenicy ozimej i jarej. Państwowa Inspekcja Ochrony Roślin i Nasiennictwa, Warszawa, październik 2011, 90 ss.
- Gacek E., Czembor H.J., Nadziak J., 1997.** Zastosowanie mieszanin odmian do poprawy zdrowotności oraz wysokości plonowania pszenicy ozimej. *Biul. IHAR*, 201: 81-93.
- Gacek E., 2000.** Wykorzystanie różnorodności genetycznej roślin w zwalczaniu chorób roślin uprawnych. *Post. Nauk Rol.*, 5: 17-25.
- GenStat, 2007. GenStat Release 10 Reference Manual. Lawes Agricultural Trust, Rothamsted, UK.
- Kozak, M., Bocianowski, J., Sakwojć, S., Wnuk, A., 2010.** Call for more graphical elements in statistical teaching and consultancy. *Biometric. Lett.*, 47(1): 57-68.
- Mahmood T., Marshall D., Mc Daniel M.E., 1991.** Effect of winter wheat cultivar mixtures on leaf rust severity and grain yield. *Phytopathology*, 81(4): 470-474.
- Manthey R., Fehrmann H., 1993.** Effects of cultivar mixtures in wheat on fungal diseases, yield and profitability. *Crop Protect.*, 12: 63-68.

Michalski T., Kowalik I., Idziak R., Horoszkiewicz-Janka J., 2004. Mieszanki jako ekologiczna metoda uprawy zbóż. 28-36. W: Wybrane zagadnienia ekologiczne we współczesnym rolnictwie. Monografia, Wyd. PIMR, Poznań.

Tratwal A., 2008. Mieszanki odmian w integrowanej ochronie pszenicy. 16-18. W: Integrowana ochrona pszenicy. Poznań, 2008, ISBN 978-83-89867-37-7, 118 ss.

Tratwal A., Walczak F., 2010. Powdery mildew (*Blumeria graminis*) and pest occurrence reduction in spring cereals mixtures. *J. Plant Protect. Res.*, 50(3): 372-377.

A. Tratwal, B. Wielkopolan, J. Bocianowski

THE IMPORTANCE OF INTER-VARIETAL WINTER WHEAT MIXTURES IN REDUCING THE INFESTATION OF POWDERY MILDEW (*BLUMERIA GRAMINIS* f. sp. *TRITICI*)

Summary

Integrated pest control and crop production will be commonly required in European Union countries, including Poland, starting from 2014. Mixed crops are of great importance in integrated crop protection and production schemes. Every year in Poland about 17% of cereal area are cropped to inter-species and inter-variety mixtures.

The aim of the study was to determine the effect of mixed crops of winter wheat cultivars on the occurrence of the powdery mildew and yield. In the growing seasons of 2009/10 and 2010/11 field experiments with three winter wheat varieties with differing levels of resistance to powdery mildew (Bogatka, Sława, Nutka) were sown in pure stands and as mixture combinations. Experiments were located at two sites, Bąków (province of Opole) and Kościelna Wieś (province of Great Poland). The experiment was set up as completely randomized blocks in four replications. There was no chemical treatment against diseases or pests.

During the growing seasons, the crops were rated for powdery mildew infestation using a 9-grade scale at 7 to 10-day intervals. Grain yield of winter wheat was determined after reaching full maturity.

The three-way analysis of variance (ANOVA) was carried out to analyse the data. Mean values and standard deviations were calculated. Least significant differences (LSD 0.05) for observed traits were estimated and LSD-based homogeneous groups were determined.

Averaged across locations and years of the experiment, cv Nutka sown as a pure stand showed the highest infestation by powdery mildew (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*). Compared to the pure stands, winter wheat mixtures showed 5–73% reduction in infestation rate by powdery mildew. There were increases in grain yield ranging from 0.3 to 4.7 dt ha⁻¹ in winter wheat intervarietal mixtures vs. mono-varietal stands of that crop.

key words: winter wheat, *Blumeria graminis* f. sp. *tritici*, inter-varietal mixtures, integrated pest control and crop production