

RYSZARD WEBER¹**DARIUSZ ZALEWSKI**²¹ Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach, Zakład Technik Uprawy Roli i Nawożenia, Jelcz-Laskowice² Katedra Hodowli Roślin i Nasiennictwa, Akademia Rolnicza, Wrocław

Wpływ interakcji genotypowo-środowiskowej na plonowanie pszenicy ozimej*

The effect of genotype-environment interaction on yielding of winter wheat

Analizowano zmienność plonowania 8 odmian pszenicy ozimej na Dolnym Śląsku w latach 2001–2003 na podstawie Krajowego Programu Porejstrowego doświadczeń Odmianowego. Plony odmian z pięciu miejscowości — środowisk Polski południowo-zachodniej porównywano w warunkach intensywniej i standardowej uprawy roli. Odmiany Kris, Jawa i Kobra odznaczały się istotnie wyższymi plonami w porównaniu do pozostałych obiektów zarówno w systemie intensywniej uprawy jak również w wariancie standardowym i powinny być zalecane do uprawy na terenie Dolnego Śląska. Natomiast znaczne obniżenie plonowania odnotowano u odmian Zyta i Soraja w systemie uprawy charakteryzującym się niższą dawką nawożenia azotowego i brakiem stosowania fungicydów. Analiza dyskryminacyjna wykazała zróżnicowany wpływ środowiska (miejscowości) na zmienność plonowania odmian pszenicy. Na kompleksach psennym bardzo dobrym i dobrym uzyskano istotnie wyższe plony w porównaniu do kompleksu psennego wadliwego i żytniego bardzo dobrego.

Słowa kluczowe: analiza dyskryminacyjna, interakcja $G \times E$, plony pszenicy ozimej

Yields of eight cultivars of winter wheat were evaluated in post-registration (recommended list) trials in Lower Silesia in the years 2001–2003. The experiments were conducted in standard and intensive cropping systems at five locations differing in weather and soil conditions. Wheat cultivars Kris, Jawa and Kobra were the best yields in both systems. A low level of nitrogen fertilization and no treatment with fungicides resulted in low yields of cvs Zyta and Soraja in a standard cropping system. Discriminatory analysis revealed the influence of environmental conditions (locations) upon yield variation. The cultivars yielded significantly higher on highly fertile very good or good wheat complexes (soils suitable for growing wheat and rye) than on defective wheat complex or very good rye complex.

Key words: discriminatory analysis, $G \times E$ interaction, winter wheat yields

* Praca wykonana w ramach Krajowego Programu Porejstrowego Doświadczeń Odmianowego koordynowanego przez COBORU

WSTĘP

Znaczna intensyfikacja uprawy zbóż oraz związane z nią duże nakłady na środki ochrony roślin i nawozy spowodowały, że obecnie w celu obniżenia kosztów produkcji wprowadza się przyjazne środowisku zróżnicowane metody gospodarowania. Programy rolno-środowiskowe jako instrument polityki rolnej w krajach Unii Europejskiej propagują stosowanie metod niskonakładowych — rolnictwo zrównoważone lub ekologiczne (Duer i in., 2004). Wysokie dawki nawożenia azotowego powodują nagromadzenie się mineralnych form azotu w glebie i przyczyniają się do zanieczyszczenia wód gruntowych i powierzchniowych (Chwil, 2004; Blankenau i in., 2002; Olness i in., 1998). Również stosowanie różnorodnych środków ochrony roślin może spowodować wyższe nagromadzenie się substancji aktywnych zarówno w glebie, jak i w ziarnie uprawianych odmian pszenicy (Domaradzki, 2004). Odmiany pszenicy ozimej wykazują zróżnicowaną reakcję na nawożenie azotem (Budzyński i in., 2004). Badania Podolskiej (2004) wyróżniły dwie grupy odmian pszenicy ozimej reagujących wysokim plonowaniem przy stosowaniu wysokich lub średnich dawek nawożenia azotowego. Wykazano również, że dawki powyżej 160 N/ha nie warunkowały istotnych wyżek plonów (Sieling i in., 1998). Plony odmian pszenicy ozimej w dużym stopniu uzależnione są od warunków środowiska. Stwierdzono, że odmiany różnią się odpornością na deficyt wody szczególnie w krytycznych fazach rozwoju (Gupta i in., 2001; Camara i in., 2003; Foulkes i in., 2001). Badania Jończyka (2002) wykazały zmienną reakcję odmian na intensywny i ekstensywny system produkcji. Istotność interakcji genotypowo-środowiskowej szczególnie w warunkach suszy stwierdzono również w innych doniesieniach (Domitruk i in., 2001; Vraga i in., 2000). Natomiast inni autorzy stwierdzili, że odmiany odznaczające się wysokim plonem w konwencjonalnym — płużnym systemie uprawy roli plonowały również na zadawalającym poziomie w warunkach stosowania bezpłużnych metod (Weisz i in., 1999). Celem było określenie zmienności plonowania i ocena interakcji genotypowo-środowiskowej wybranych odmian pszenicy ozimej w zróżnicowanych środowiskach Dolnego Śląska.

MATERIAŁ I METODY

W badaniach wykorzystano plony 8 odmian pszenicy ozimej uzyskane w doświadczeniach Porejstrowego Doświadczalnictwa Polowego (PDO) na Dolnym Śląsku (tab. 1). Spośród doświadczeń PDO wytypowano 5 miejscowości (środowisk) odznaczających się zróżnicowanymi warunkami glebowymi.

Kompleksy glebowo — rolnicze poszczególnych doświadczeń — środowisk:

- Jelcz Laskowice — kompleks żytni bardzo dobry,
- Krościna — kompleks pszeniczny dobry,
- Kobierzyce — kompleks pszeniczny bardzo dobry,
- Tarnów — kompleks pszeniczny dobry,
- Tomaszów Bolesławiecki — kompleks pszeniczny wadliwy.

Tabela 1

Sumy opadów (mm) i średnia dobową temperatura powietrza (°C) w okresie wegetacji
Rainfall (mm) and mean twenty-four hrs air temperature (°C) during the vegetation

Wyszczególnienie Specification	Miesiąc Month						Okres Period
	III	IV	V	VI	VII	VIII	
Opady — średnie z wielolecia Many-years mean precipitation	30,3	36,1	63,7	70,8	77,4	69,9	348,2
Odchylenia od średnich (mm) Deviation from means (mm)							
2001	+3,0	+4,8	+5,1	+0,4	+3,4	+10,1	+26,8
2002	-18,4	+22,1	+15,7	-17,1	-22,6	-13,4	-33,7
2003	-14,1	-16,5	+6,0	-43,2	+0,7	-10,5	-77,6
Temperatura — średnie z wielolecia Many-years mean temperature	3,1	8,0	13,3	16,6	17,8	17,3	+12,7
Odchylenia od średnich (°C) Deviation from means							
2001	+0,1	+0,3	+1,5	+1,5	+1,4	+1,3	+1,0
2002	+1,9	-0,3	+3,9	+1,5	+2,6	+2,8	+2,1
2003	+0,1	+0,5	+2,4	+3,1	+1,9	+2,6	+10,6

Analizowano 3-letni okres uprawy odmian pszenicy w latach 2001–2003. Powierzchnia poletka w każdym doświadczeniu wynosiła 15 m². Łagodne zimy w latach 2000/2001 i 2001/2002 wpłynęły na bardzo dobre przezimowanie badanych odmian. Natomiast niskie temperatury na przełomie roku 2002 i 2003, brak okrywy śnieżnej oraz mroźne wschodnie wiatry spowodowały wymarzenie roślin. Czynnikiem znacznie różnicującym plony badanych odmian były niewyrównane opady deszczu w analizowanych środowiskach. Rok 2001 odznaczał się w trakcie wegetacji pszenicy zbliżonymi średnimi temperaturami i opadami deszczu w porównaniu do średnich z wielolecia. W maju 2001 roku zanotowano jednak obniżone opady deszczu w miejscowościach Jelcz Laskowice, Tomaszów i Kobierzyce. Natomiast w 2002 roku w Jelczu Laskowicach i Tomaszowie wystąpiły niedobory opadów w okresie letnim (koniec czerwca — lipiec). Przejściowa susza w 2003 roku w fazie końca krzewienia i strzelania w źdźbło spowodowała również znaczne obniżenie plonów w Tomaszowie, Tarnowie i Jelczu Laskowicach w porównaniu do pozostałych miejscowości (tab. 1). Doświadczenia te założono w dwu powtórzeniach metodą pasów prostopadłych porównując wariant standardowy z intensywnym systemem uprawy roli. System intensywny różnił się od standardowego wyższym o 40 kg/ha nawożeniem azotowym, pełną ochroną chemiczną przed chorobami grzybowymi, stosowaniem antywylegacza oraz dolistnym dokarmianiem roślin preparatem wieloskładnikowym (tab. 2). Nawożenie pozostałymi makroelementami oraz inne zabiegi agrotechniczne wykonywano w jednakowym zakresie na wszystkich poletkach analizowanych doświadczeń. Wytypowane odmiany badano w dwu powtórzeniach rozważając oddzielnie wariant intensywny lub podstawowy jako metodę losowanych bloków. Obliczenia przeprowadzono biorąc za podstawę średni plon uzyskany z każdego poletka w 5 miejscowościach przez okres 3 lat. W celu oceny zmienności plonowania analizowanych odmian pszenicy wykorzystano wielozmienną analizę wariancji

(MANOVA) oraz metodę analizy dyskryminacyjnej, którą opisano w opracowaniach Krzyński (1990), Mądrego (1993) oraz Calińskiego i Chudzik (1980).

Tabela 2

Warunki w analizowanych środowiskach w latach 2001–2003
Environmental conditions in 2001–2003

Wyszczególnienie Specificaion	Tarnów	Kobierzyce	Tomaszów	Krościna	Jelcz-Laskowice
Kompleks gleb Soil complex	2	1	3	2	4
Klasa bonitacyjna gleby Soil bonitation class	IIIa	II	Ivb	IIIb	Iva
Zasobność gleby P ₂ O ₅ P ₂ O ₅ content in soil	14,0	26,0	25,0	51,5	19,2
Zasobność gleby K ₂ O K ₂ O content in soil	24,5	32,0	16,0	24,8	17,6
Zasobność gleby Mg Mg content in soil	15,0	2,5	3,3	5,2	7,10
pH gleby pH of soil	5,9	6,8	7,0	6,6	5,7
Przedplon Forecrop	Rzepak ozimy	Kukurydza	Groch	Rzepak ozimy	Rzepak ozimy
Nawożenie N - a1 Nitrogen rates-a1(kg·ha ⁻¹)	110	94	120	102	90
Nawożenie N - a2 Nitrogen rates-a2(kg·ha ⁻¹)	150	134	160	143	130
Nawożenie P ₂ O ₅ Phosphate rates (kg·ha ⁻¹)	80	36	40	78	100
Nawożenie K ₂ O Potassium rates (kg·ha ⁻¹)	90	96	90	108	150
Zaprawa nasienna Seed dressing	Funaben T	Oxafun T	Oxafun T	FunabenT	Oxafun T
Herbicyd Herbicide	Huzar 0,2 l ha ⁻¹	Glean 25g ha ⁻¹	Quazar 1,5 l ha ⁻¹	Glean 25g ha ⁻¹	Glean 25g ha ⁻¹
Fungicydy a2 dawka l ha ⁻¹ Fungicide a2	Artel0,5l;Folicur-0,7l	Artel-0,5l; Folicur-0,7l	Juvel-1,5l, Tango-1,0l	Juvel-1,5l;Amistar- 0,5l	Juvel-1,5l, Tango-1,0l
Regulator wzrostu — a2 Plant growth regulant –a2	Cykocel 2 l ha ⁻¹	Stabilan 2 l ha ⁻¹	Cykocel 2 l ha ⁻¹	Cykocel 2 l ha ⁻¹	Cykocel 2 l ha ⁻¹
Nawóz dolistny na a2 Foliar fertilization –a2	Basfoliar 10 l ha ⁻¹	Siarczan Mg	Basfoliar 12 l ha ⁻¹	Plonovit 1 l ha ⁻¹	Basfoliar 10 l ha ⁻¹

W przedstawionej analizie wariancji (MANOVA) każda miejscowość jest centroidą — wektorem wartości średnich plonów badanych odmian z okresu trzech lat. Analiza ta pozwala na kompleksową ocenę obiektów z uwzględnieniem istotnych różnic między genotypami w przestrzeni utworzonej przez analizowane zmienne środowiska. Zastosowano również metodę analizy skupień (pełnego wiązania) w celu porównania rozmieszczenia plonów analizowanych odmian w przestrzeni euklidesowej z wynikami uzyskanymi przy pomocy analizy dyskryminacyjnej. Wymienione analizy statystyczne przeprowadzono przy pomocy programu komputerowego Statistica 6.

WYNIKI I DYSKUSJA

Wstępna analiza wariancji dla każdego środowiska wykazała znaczne różnice w plonowaniu badanych odmian (tab. 3). Stwierdzono wyższe plony pszenicy w wariancie intensywnym w porównaniu do standardowego systemu uprawy niezależnie od warunków glebowych i atmosferycznych panujących w analizowanych miejscowościach. W środowiskach bardziej sprzyjających odmianom pszenicy ozimej (Tarnów, Kobierzyce, Krościna) w obu systemach uprawy uzyskano istotnie wyższe plony odmian niż w miejscowościach Jelcz Laskowice i Tomaszów. Szczególnie niskie plonowanie pszenicy w Tomaszowie Bolesławieckim było związane ze znacznymi niedoborami opadów w analizowanych latach w okresie końca krzewienia i początku strzelania w źdźbło. Kris, Jawa i Kobra odznaczały się istotnie wyższymi plonami w porównaniu do pozostałych obiektów zarówno w systemie intensywnej uprawy jak również w wariancie standardowym i powinny być zalecane do uprawy na terenie Dolnego Śląska. Wymienione odmiany wykazywały także dobre przystosowanie do gorszych warunków środowiskowych w miejscowościach Jelcz Laskowice (kompleks żytni bardzo dobry) i Tomaszów Bolesławiecki (kompleks pszeniny wadliwy). Natomiast szczególne znaczne spadki plonów w środowisku charakteryzującym się niższą dawką nawożenia azotowego i brakiem stosowania fungicydów odnotowano u odmian Zyta i Soraja.

Tabela 3

Wartości średnie plonów w (kg/poletko) poszczególnych genotypów w doświadczeniach
Mean yields of the tested genotypes (kg/plot)

Środowiska; wariant standardowy — Standard cultivation variant						
Genotyp Genotype	Jelcz-Laskowice	Krościna	Kobierzyce	Tarnów	Tomaszów	Średnia Mean
Kris	10,67	15,78	12,50	12,15	8,52	11,92
Zyta	8,81	12,66	11,41	11,44	6,83	10,23
Kobra	9,22	12,86	12,58	12,07	8,13	10,97
Jawa	9,77	15,37	11,87	13,41	8,52	11,79
Sakwa	9,49	13,94	10,58	11,71	6,72	10,48
Soraja	10,08	14,11	12,28	12,31	7,63	11,28
Mewa	9,34	13,43	10,96	11,84	7,80	10,67
Korweta	9,02	13,35	11,52	11,19	6,83	10,38
Średnia — Mean	9,55	13,94	11,71	12,02	7,62	10,97
NIR /LSD odmiany / cultivars = 0,71; NIR / LSD środowiska / environments = 2,43 NIR / LSD odmiany / cultivars × środowiska / environments = 3,28						
Środowiska; Wariant intensywny — Intensive cultivation variant						
Genotyp Genotype	Jelcz-Laskowice	Krościna	Kobierzyce	Tarnów	Tomaszów	Średnia Mean
Kris	11,87	17,47	13,46	13,64	8,19	12,93
Zyta	11,42	15,26	14,55	12,14	6,93	12,06
Kobra	11,07	15,28	16,09	13,94	9,78	13,23
Jawa	12,46	17,03	14,98	15,31	9,10	13,78
Sakwa	11,72	15,53	13,95	12,60	7,12	12,18
Soraja	11,39	15,37	14,05	13,40	8,00	12,44
Mewa	11,79	15,51	13,08	12,14	7,72	12,05
Korweta	10,64	15,70	12,69	11,87	6,94	11,57
Średnia — Mean	11,55	15,89	14,11	13,°13	7,97	12,53
NIR/LSD odmiany / cultivar = 1,05; NIR/LSD — środowiska / environments = 2,78 NIR/LSD odmiany / cultivars × środowiska/ environments = 3,46						

Weryfikację wielowymiarowej hipotezy zerowej o braku różnic w plonach badanych odmian w pięciu zróżnicowanych środowiskach w warunkach intensywnego i standardowego systemu uprawy przeprowadzono przy pomocy analizy wariancji MANOVA. Statystyka lambda Wilksa całkowitej dyskryminacji obliczona jako stosunek wyznacznika macierzy wariancji i kowariancji wewnątrz grupowej do wyznacznika macierzy wariancji i kowariancji całkowitej wykazała istotną zmienność plonowania odmian w wariancie standardowym (tab. 4). Znaczny wpływ na zmienność plonów wywarły środowiska — miejscowości Tarnów i Krościna. Mniejsze zróżnicowanie plonów badanych odmian stwierdzono w wariancie intensywnym (tab. 5). Po wyeliminowaniu z analizy dwu miejscowości — środowisk wykazujących mniejszą zmienność plonowania odmian, uzyskano istotne różnice pomiędzy środowiskami Krościna, Tarnów i Tomaszów (tab. 5).

Tabela 4

Zestawienie analizy funkcji dyskryminacyjnej – poziom ekstensywny
Discriminant function analysis – standard cultivation variant

Środowiska Environments	Lambda Wilksa Wilk's lambda	Częstkowa Lambda Wilksa Partial Wilk's lambda	F	Poziom p Level p
Jelcz Laskowice	0,084	0,537	1,47	0,26
Krościna	0,217	0,209	6,46	0,02
Kobierzyce	0,052	0,875	0,24	0,96
Tarnów	0,141	0,322	3,59	0,02
Tomaszów	0,085	0,535	1,48	0,25

Lambda Wilksa: 0,045; Przybliżone F: 1,64; $p < 0,05$

Wilk's lambda: 0,045; Approximation F: 1.64; $p < 0.05$

Tabela 5

Zestawienie analizy funkcji dyskryminacyjnej — poziom intensywny
Discriminant function analysis — intensive cultivation variant

Zmienne w modelu — Variables in the model				
środowiska environments	lambda Wilksa Wilk's lambda	częstkowa lambda Wilksa partial Wilk's lambda	F	poziom p level p
Krościna	0,201	0,680	0,939	0,507
Tarnów	0,404	0,338	3,901	0,014
Tomaszów	0,242	0,568	1,534	0,234
Zmienne poza modelem — Variables out of model				
Jelcz Laskowice	0,121	0,889	0,230	0,970
Kobierzyce	0,108	0,789	0,494	0,822

Lambda Wilksa: 0,136; przybliżone F: 1,93; $p < 0,34$

Wilk's lambda: 0.136; Approximation F: 1.93; $p < 0.34$

Największe zróżnicowanie plonów w systemie standardowym wykazano w miejscowości Tarnów. Dalsza analiza pozwoliła uzyskać 5 liniowo niezależnych funkcji w wariancie standardowym i 3 w intensywnym systemie uprawy, które określają wielo cechowe zróżnicowanie plonów odmian w przestrzeni zmiennych kanonicznych (tab. 6). Dwie pierwsze zmienne kanoniczne wyjaśniają w 97,2% (system standardowy) i 98,8% (system intensywny) całkowitą zmienność między odmianami. Na podstawie testu χ^2 -kwadrat stwierdzono, że rzeczywisty wymiar przestrzeni dyskryminacyjnej dla systemu standardowego i intensywnego określa pierwszy pierwiastek kanoniczny.

Tabela 6

Współczynniki standaryzowane zmiennych kanonicznych
Standardized coefficients for canonical variables

Zmienne Variables	Pierwiastek — Root							
	wariant standardowy standard cultivation variant					wariant intensywny intensive cultivation variant		
	1	2	3	4	5	1	2	3
Krościna	-1,636	0,705	0,214	0,044	-0,321	0,156	-1,104	-0,522
Tarnów	-1,213	-0,036	-0,760	-0,109	0,096	0,963	-0,328	0,341
Tomaszów	-0,112	-1,320	0,432	0,199	-0,020	0,603	0,947	-0,415
Jelcz Laskowice	-0,778	1,288	0,112	-0,95	0,840	—	—	—
Kobierzyce	-0,225	-0,321	0,604	-0,856	-0,422	—	—	—
Wartość własna Eigen value	7,687	1,013	0,209	0,021	0,015	3,38	0,59	0,047
Skumulowany % Cumulating percent	0,859	0,972	0,995	0,998	1,000	0,841	0,988	1,000

Tabela 7

Kwadraty odległości Mahalanobisa pomiędzy plonami odmian pszenicy ozimej
Squared Mahalanobis distances between cultivars

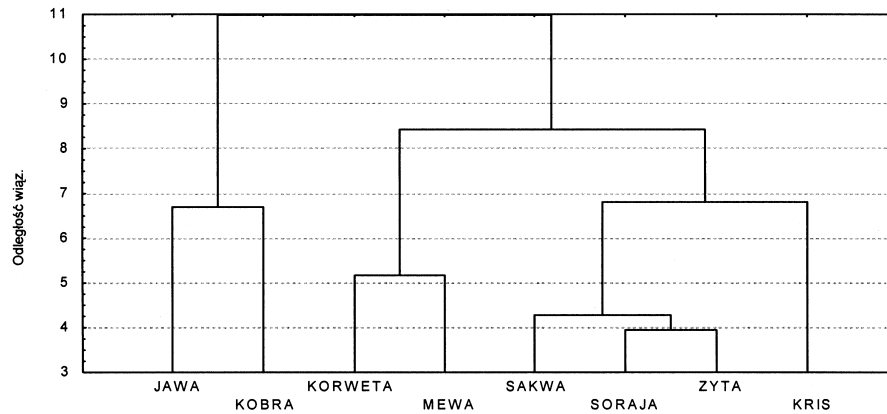
Odmiany Cultivars	Wariant intensywny — Intensive cultivation variant						
	Kris	Zyta	Kobra	Jawa	Sakwa	Soraja	Mewa
Krys	—	—	—	—	—	—	—
Zyta	8,82	—	—	—	—	—	—
Kobra	8,44	16,94*	—	—	—	—	—
Jawa	6,60	27,70**	7,76	—	—	—	—
Sakwa	5,15	0,53	12,97*	20,67**	—	—	—
Soraja	2,59	4,64	4,65	10,53*	2,32	—	—
Mewa	7,58	0,60	12,20*	24,20**	0,74	3,06	—
Korweta	9,90	0,18	19,67**	30,59**	1,05	6,19	1,02
Odmiany Cultivars	Wariant standardowy — Standard cultivation variant						
	Kris	Zyta	Kobra	Jawa	Sakwa	Soraja	Mewa
Krys	—	—	—	—	—	—	—
Zyta	51,98**	—	—	—	—	—	—
Kobra	33,84**	7,56	—	—	—	—	—
Jawa	5,01	68,34**	43,06**	—	—	—	—
Sakwa	23,39*	9,38	13,60	36,51**	—	—	—
Soraja	8,27	20,26*	12,77	15,72	4,93	—	—
Mewa	26,29*	5,64	1,87	36,85**	5,76	6,79	—
Korweta	41,78**	1,07	8,25	59,31**	5,12	14,70	1,87

*Odległość istotna na poziomie $\alpha = 0.05$; Distance — significant level $\alpha = 0.05$

** Odległość istotna na poziomie $\alpha = 0.01$; Distance — significant level $\alpha = 0.01$

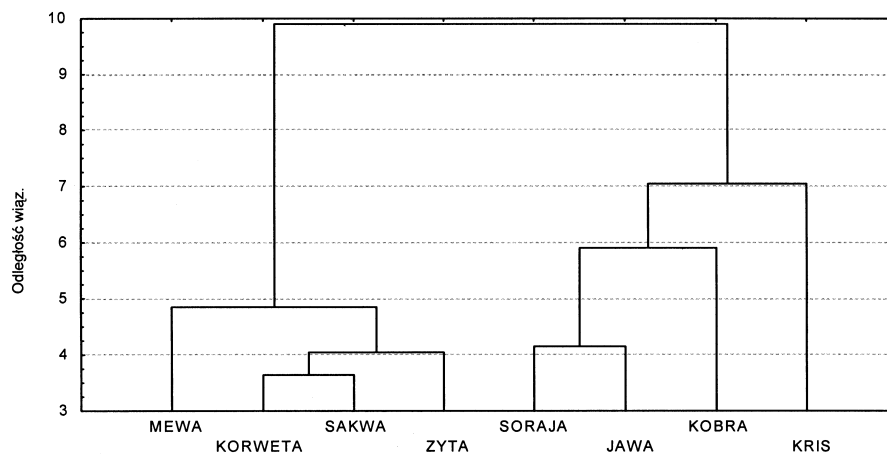
Pierwiastki te różnią się istotnie od zera na poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Wysokie bezwzględne wartości współczynników kanonicznych oraz znaczące korelacje pomiędzy badanymi środowiskami i zmiennymi kanonicznymi wskazują, że miejscowości Tarnów i Kobierzyce wykazywały największą moc dyskryminacyjną w różnicowaniu plonów badanych odmian w wariancie standardowym. Natomiast w środowisku intensywnej uprawy roli największy wkład w tworzeniu pierwszej zmiennej kanonicznej miały Tarnów i Tomaszów. Zróżnicowane opady deszczu w badanym trzyleciu w wymienionych środowiskach były główną przyczyną zmienności plonów zarówno w wariancie

standardowym jak i intensywnym sposobie uprawy. W tabeli 7 przedstawiono kwadraty odległości Mahalanobisa, które stanowią miary odległości pomiędzy plonami poszczególnych odmian w przestrzeni utworzonej przez pięć miejscowości.



Rys. 1. Dendrogram analizy skupień plonów odmian pszenicy ozimej w sześciu miejscowościach.
Wariant intensywny

Fig. 1. Dendrogram of the cluster analysis for yields of winter wheat cultivars in different environments



Rys. 2. Dendrogram analizy skupień plonów odmian pszenicy ozimej w sześciu analizowanych miejscowościach. Wariant standardowy

Fig. 2. Dendrogram of the cluster analysis for yields of winter wheat cultivars in different environments

Znaczne odległości Mahalanobisa w wariancie standardowym pomiędzy grupą odmian Kris i Jawa, a pozostałymi obiektami wskazują na odmienną reakcję tych genotypów na

zróznicowane środowiska w latach 2001–2003. Kris i Jawa charakteryzowały się istotnie wyższym plonem w porównaniu do pozostałych badanych odmian. Również w intensywnym systemie uprawy porównanie plonowania w przestrzeni pięciowymiarowej wykazało duże odległości Mahalanobisa między grupą odmian Jawa i Kobra, a pozostałymi analizowanymi obiektami. Wymienione genotypy odznaczały się istotnie wyższym plonem w tym wariancie uprawy niż odmiany Sakwa, Mewa, Soraja, Zyta, i Korweta. Porównując zmienność plonowania odmian określoną poprzez odległości Mahalanobisa z wynikami uzyskanymi na podstawie dendrogramów (rys. 1 i 2), można zauważyć pewne rozbieżności. Różnice są spowodowane innym sposobem obliczeń. Odległości Mahalanobisa uwzględniają korelację między zmiennymi określającymi przestrzeń 5-wymiarową. Natomiast przedstawione dendrogramy ujmujące odległości euklidesowe pomiędzy odmianami nie zakładają zależności korelacyjnych pięciu analizowanych środowisk. Pomimo tych rozbieżności można stwierdzić, że w systemie intensywnym Jawa i Kobra tworzą grupę o znacznej odległości euklidesowej w stosunku do pozostałych odmian. Znaczne odległości euklidesowe pomiędzy odmianami Jawa i Kobra a innymi badanymi obiektami wykazano również w systemie standardowym. Na uwagę zasługuje odmiana Kris, która zarówno na dendrogramie systemu standardowego jak również intensywnego tworzy odrębną jednoelementową grupę. Genotyp ten jest niemiecką odmianą zarejestrowaną w kraju, która pomimo wysokich plonów, charakteryzuje się inną reakcją na zmienne środowiska Dolnego Śląska w porównaniu do pozostałych polskich odmian.

Przedstawione wyniki badań wskazują na znacznie zróznicowaną reakcję badanych odmian na zmienne warunki środowiskowe. Powyższy wniosek potwierdzają publikacje innych autorów (Kulig i in., 2001). Głównym powodem niższych plonów odmian pszenicy na glebach lekkich był deficyt wody w okresie wegetacji pszenicy, co wykazał również w swych badaniach Mittler (2000). Stwierdzono jednak, że odmiany pszenicy bardziej tolerancyjne na stres wodny w krytycznych fazach rozwoju odznaczają się istotnie wyższym plonem w porównaniu do innych genotypów (Gupta i in., 2001; Foulkes i in., 2001). Analizując stabilność fenotypową pszenic kanadyjskich w różnych środowiskach wykazano szczególny wpływ zróznicowanych opadów deszczu na ujawnianie się zmienności plonowania badanych odmian (Domitruk i in., 2001).

WNIOSKI

1. Analizowane odmiany wykazywały istotnie wyższe plonowanie w środowiskach zaliczanych do kompleksów pszennego bardzo dobrego i dobrego. Znaczny wpływ na zmienność plonowania odmian wywarły niewyrównane opady w okresie wegetacji w miejscowości Tarnów i Krościna.
2. Jawa i Kobra odznaczały się wyższymi plonami w porównaniu do pozostałych odmian zarówno w wariancie intensywnym jak i standardowym.
3. Kris pomimo wysokich plonów w środowisku intensywnej i standardowej uprawy odznaczała się odmienną reakcją na zmienność warunków środowiskowych na obszarze Dolnego Śląska w porównaniu do pozostałych odmian. Uprawa odmian

wywodzących się z ósrodków hodowlanych Zachodniej Europy może nastroczać większe trudnoŹci z powodu mniejszego przystosowania tych genotypów do zmien-
nych warunków glebowo-klimatycznych Polski.

LITERATURA

- Blankenau K., Olfs H. W., Kuhlmann H. 2002. Strategies to improve the use efficiency of mineral fertilizer nitrogen applied to winter wheat. *J. Agronomy Crop Sci.* 188: 146 — 154.
- Budzyński W., Borysiewicz J., Bielski S. 2004. Wpływ poziomu nawożenia azotem na plonowanie i wartoŹ technologiczną ziarna pszenicy ozimej. *Pam. Puł.* 135: 33 — 44.
- Caliński T., Chudzik H. 1980. Grupowanie populacji na podstawie wyników wielozmiennej analizy wariancji. *Algorytmy Biometryczne i Statystyczne.* 9: 139 — 167.
- Camara K. M., Payne W. A., Rasmussen P. E. 2003. Long-term effects of tillage, nitrogen and rainfall on winter wheat yields in the Pacific Northwest. *Agron. J.* 95: 828 — 835.
- Chwil S. 2004. Ocena skutków nawożenia azotem pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.* 1 (81): 19 — 28.
- Domaradzki K. 2004. Wpływ terminu, dawki i sposobu stosowania herbicydów na stężenie pozostałości substancji aktywnych w ziarnie zbóż. *Pam. Puł.* 135: 45 — 54.
- Domitruk D. R., Duggan B. L., Fowler D. B. 2001. Genotype-environment interaction of no-till winter wheat in Western Canada. *Can. J. Plant. Sci.* 81: 7 — 16.
- Duer I., Faber A., Feledyn-Szewczyk B., Gałazka R. 2004. Programy rolno środowiskowe jako instrument wsparcia rolników. *Warsztaty szkoleniowe Puławy 18.11.2004:* 2 — 69.
- Foulkes M. J., Scott R. K., Sylvester-Bradley R. 2001. The ability of wheat cultivars to withstand drought in UK conditions: resource capture. *J. Agric. Sci., Cambride* 137: 1 — 16.
- Gupta N. K., Gupta S., Kumar A. 2001. Effect of water stress on physiological attributes and their relationship with growth and yield of wheat cultivars at different stages. *J. Agron. Crop Sci.* 186: 55 — 61.
- Jończyk K. 2002. Reakcja wybranych odmian pszenicy ozimej na uprawę w różnych systemach produkcji roślinnej. *Pam. Puł.* 130 (1): 339 — 345.
- Kulig B., Kania S., Szafrński W., Zajac T. 2001. Reakcja wybranych odmian pszenicy ozimej na intensywnoŹ uprawy. *Biul. IHAR* 218/219: 117 — 126.
- KrzyŹko M. 1990. *Analiza Dyskryminacyjna.* Wydawnictwa Naukowo-Techniczne Warszawa.
- Mądry W. 1993. *Studia statystyczne nad wielowymiarową oceną zróżnicowania cech ilościowych w kolekcjach zasobów genowych zbóż.* Wydawn. SGGW, Warszawa.
- Mittler S. 2000. *Ökovariabilität von Winterweizen unter Standortbedingungen Nordostdeutschlands.* Dissertation Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät der Humboldt Universität zum Berlin, 4 — 155.
- Olness A., Evans S. D., Alderfer R. 1998. Calculation of optimal fertilizer rates: A comparison of three response models. *J. Agron. Crop Sci.* 180: 215 — 222.
- Podolska G. 2004. EfektywnoŹ agrotechnicznych oddziaływań w wykorzystaniu potencjału plonowania pszenicy ozimej. *Biul. IHAR* 231: 55 — 64.
- Sieling K., Schröder H., Finck M., Hanns H. 1998. Yield, N uptake and apparent N — use efficiency of winter wheat and winter barley grown in different cropping systems. *J. Agric. Sci. Cambridge* 131: 375 — 387.
- Vraga B., Svecjak Z., Pospisil A. 2000. Grain yield and yield components of winter wheat grown in two management systems. *Die Bodenkultur* 3: 145 — 150.
- Weisz R., Bowman D.T. 1999. Influence of tillage system on soft red winter wheat cultivar selection. *J. Prod. Agric.* 12 (3): 415 — 418.