

DARIUSZ ZALEWSKI¹**RYSZARD WEBER**²¹ Katedra Hodowli Roślin i Nasiennictwa, Uniwersytet Przyrodniczy, Wrocław² Zakład Technik Uprawy Roli, Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa, Jelcz-Laskowice

Ocena interakcji genotypowo-środowiskowej i stabilności plonowania odmian pszenicy ozimej*

Evaluation of genotype-environment interaction and yield stability of winter wheat varieties

W ramach Porejstrowego Doświadczalnictwa Odmianowego badano plonowanie 8 odmian pszenicy ozimej na Dolnym Śląsku przy różnych poziomach agrotechniki. Poziom 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. Doświadczenia polowe zostały założone w sześciu miejscowościach (Jelenia Góra, Kobierzyce, Wrocław, Tomaszów Bolesławiecki, Naroczyce, Jelcz-Laskowice) w latach 2001–2003. Materiałem badawczym były aktualnie zarejestrowane odmiany pszenicy ozimej: Jawa, Kobra, Korweta, Kris, Mewa, Sakwa, Soraja i Zyta. Obliczenia statystyczne wykonano stosując program Sergen 3 (Caliński i in., 1998) przeznaczonego do analizy serii doświadczeń odmianowych. Przeprowadzono analizę interakcji genotypów (odmian) z miejscowościami w latach, analizę regresji łącznej oraz analizę składowych głównych. Wyniki badań pozwalają zalecić do uprawy na Dolnym Śląsku odmiany Kris i Soraja w standardowych warunkach uprawy, natomiast w wariancie intensywnym najlepiej plonowały odmiany Kris i Jawa, przy czym odmiana Jawa wykazuje małą stabilność. W obydwu wariantach uprawy najniższym plonem wykazała się odmiana Korweta. Zróżnicowana reakcja odmian na zmiany środowiska potwierdza konieczność prowadzenia dalszych wieloletnich badań w różnych środowiskach ze względu na istotność interakcji genotypowo-środowiskowej.

Słowa kluczowe: interakcja genotypowo-środowiskowa, pszenica ozima, regresja łączna, składowe główne, stabilność

Yield stability of 8 winter wheat varieties was investigated in the region of Lower Silesia (Poland) in the years 2001–2003. The yields of six environments (Jelenia Góra, Kobierzyce, Wrocław, Tomaszów Bolesławiecki, Naroczyce, Jelcz-Laskowice), diverse in regard to soil conditions, were compared in the standard and intensive variants of cultivation. The intensive variant, in comparison with the standard one, differed by 40 kg/ha higher level of nitrogen fertilization, a complete chemical

* Pracę wykonano w ramach Krajowego Programu Doświadczalnictwa Odmianowego koordynowanego przez COBORU

protection against fungal diseases, application of anti-lodging agents, and foliar feeding of plants with a multi-component preparation. The recently registered cultivars: Jawa, Kobra, Korweta, Kris, Mewa, Sakwa, Soraja and Zyta were the objects of the study. Statistical analysis was carried out according to the computer program Sergen 3 (Caliński, 1998). Analyses of interaction $G \times E$, joint regression and principal components were applied. The cultivars Kris and Soraja were the best yielder in the standard system, whereas cultivars Kris and Jawa gave high yields in an intensive system. The cultivar Korweta gave low yield in both systems. The considerable differences in yields in some localities suggest the need of testing new varieties in many environments, because of the significant genotype \times environment interaction.

Key words: genotype \times environment interaction, joint stability, regression, principal components winter wheat

WSTĘP

Wzrastające koszty uprawy pszenicy spowodowały, że w Polsce jak również w Europie Zachodniej poszukuje się odmian odznaczających się stabilnym i wysokim plonowaniem w warunkach ograniczonych nakładów (Vraga i in., 2000, 2001; Dao i Nguyen, 1989). W 2004 roku wpisano do rejestru dziewięć nowych odmian pszenicy ozimej, co spowodowało, że w krajowym rejestrze znalazły się 52 odmiany. W tej liczbie 16 odmian zaliczono do grupy technologicznej jakościowej (A), 19 — chlebowej (B), 1 — na ciastka (K) o 16 do pszenicy pozostałej (C). Stale zwiększa się liczba odmian zagranicznych i obecnie jest ich w Rejestrze 13 (Lista opisowa odmian, 2004). Tak szeroki zestaw różnorodnych odmian daje producentowi możliwość wyboru najbardziej przydatnej. Wyniki wieloletnich doświadczeń odmianowych realizowanych przez COBORU i inne jednostki wykazały, że odmiany pszenicy istotnie reagują na czynniki agrotechniczne i środowiskowe (Kaczyński i in., 1999; Domitruk i in., 2001; Drzazga i Krajewski, 2001; Podolska, 1999; McGuire i in., 1998; Olness, 1998; Foulknes, 1998). Bardzo istotnym zagadnieniem dla rekomendacji odmian jest ich indywidualna reakcja na zmienne warunki środowiska. Zależnie od rodzaju reakcji odmian na zmiany różnych czynników mówimy o mniejszej lub większej stabilności odmian. W produkcji rolniczej stabilność w sensie biologicznym, czyli utrzymywanie się stałej wartości cechy niezależnie od warunków środowiska, nie jest pożądana, ponieważ poprawa warunków agrotechnicznych nie wpływałaby na poprawę plonów (Galek i in., 2000).

U odmian rozpatruje się również stabilność w sensie rolniczym. O takiej stabilności możemy mówić, gdy średnia wartość obserwowanej cechy odmiany (np. plonu) zmienia się proporcjonalnie (ze wskaźnikiem proporcjonalności równym 1) do przeciętnej reakcji określanej na podstawie średniej środowiskowej tej cechy (Becker i Leon, 1988). Odmiany stabilne w sensie rolniczym nie podlegają efektom interakcji genotypowo-środowiskowej na badaną cechę. Analiza stabilności jest takim podejściem do oceny efektów interakcyjnych, które pozwalają identyfikować odmiany stabilne w sensie rolniczym i charakteryzować reakcję odmian niestabilnych.

Celem przeprowadzonych badań była analiza interakcji genotypowo-środowiskowej na plon ziarna odmian pszenicy ozimej, badanych w Porejestrowych Doświadczeniach Odmianowych na Dolnym Śląsku.

MATERIAŁ I METODY

W badaniach rozpatrywano plony 8 odmian pszenicy ozimej uzyskane z doświadczeń Porejstrowego Doświadczalnictwa Odmianowego (PDO) na Dolnym Śląsku. Spośród doświadczeń PDO wytypowano 6 miejscowości odznaczających się zróżnicowanymi warunkami glebowymi:

- Jelenia Góra — kompleks zbożowo-górski,
- Kobierzyce — kompleks pszeniczny bardzo dobry,
- Wrocław — kompleks żytni dobry,
- Tomaszów — kompleks pszeniczny wadliwy,
- Naroczyce — kompleks żytni bardzo dobry,
- Jelcz-Laskowice — kompleks żytni dobry.

Analizowano wyniki uzyskane w 3-letnim okresie uprawy odmian pszenicy w latach 2001–2003. Zróżnicowanie temperatury i opady w okresie wegetacji w badanym trójleciu przedstawia tabela 1.

Tabela 1

Wyszczególnienie Specification	Miesiące — Month						Okres Period
	III	IV	V	VI	VII	VIII	III–VIII
Opady — średnie z wielolecia (1960–2000) Many-years' mean precipitation (mm)	30,3	36,1	63,7	70,8	77,4	69,9	58,03
2001	60,3	40,9	58,8	71,0	140,8	46,7	61,42
2002	15,9	44,5	78,8	53,7	38,2	85,5	52,77
2003	16,2	19,6	57,7	27,6	77,7	59,4	43,03
Temperatura — średnie z wielolecia (°C) Many-years' mean temperature	3,1	8,0	13,3	16,6	17,8	17,3	12,68
2001	3,2	7,7	14,8	15,1	19,2	19,4	13,23
2002	5,0	8,3	17,2	18,1	20,5	20,4	14,92
2003	3,0	7,5	15,7	19,7	19,7	19,8	14,23

Łagodne zimy w latach 2000–2002 wpłynęły na dobre przezimowanie badanych odmian. Natomiast niskie temperatury i brak okrywy śnieżnej w zimie roku 2003 spowodowały zwiększone wymarznienie roślin. Zmniejszone opady w maju roku 2001 ograniczyły plonowanie odmian pszenicy szczególnie na glebach lżejszych. Natomiast znaczne opady deszczu w lipcu tego roku spowodowały zwiększone wyleganie pszenicy na glebach kompleksu pszenicznego dobrego i żytniego bardzo dobrego. Plony pszenicy w 2002 roku uległy również znacznemu obniżeniu z powodu suszy w okresie końca czerwca i lipca. W 2003 roku znacznie niższa suma opadów w okresie wegetacji w porównaniu do średniej wielolecia spowodowała niższe plony odmian pszenicy w porównaniu do lat 2001–2002. Powierzchnia poletka w każdym doświadczeniu wynosiła 15 m². Doświadczenia te założono w dwu powtórzeniach metodą pasów prostopadłych, z dwoma czynnikami, tj. odmianami oraz standardowym i intensywnym wariantem uprawy. Wariant 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. Nawożenie pozostałymi makroelementami oraz inne zabiegi agrotechniczne wykonywano w jednakowym zakresie na wszystkich poletkach rozpatrywanych doświadczeń. Analizy danych wykonano oddzielnie dla wariantu intensywnego i podstawowego w każdej miejscowości i roku doświadczenia. Zastosowano analizę wariancji jednoczynnikowej w układzie losowanych bloków. W celu oceny plonowania badanych odmian pszenicy w zróżnicowanych środowiskach wykonano analizę statystyczną dla serii doświadczeń odmianowych zaproponowaną przez Calińskiego, Czajkę i Kaczmarka (1987). W pracy oceniano stabilność plonowania odmian w sensie rolniczym oddzielnie w wariancie standardowym i intensywnym testując interakcję efektów głównych z środowiskami oraz przeprowadzając analizę regresji łącznej. Interakcję genotypowo-środowiskową poddano dodatkowo ocenie z pomocą analizy składowych głównych. Wyniki zilustrowano graficznie przedstawiając rolę środowisk i genotypów w interakcji GE uwzględniając dwa pierwsze kontrasty mające największy udział w statystyce F. Obliczenia wykonano przy pomocy programu Sergen 3 (Caliński i in., 1998) dla analizy serii doświadczeń odmianowych.

WYNIKI BADAŃ

Średnie wartości plonów odmian w miejscowościach z 3-letnich badań w standardowym i intensywnym wariancie uprawy zestawiono w tabeli 2. Wykonano łączną analizę wariancji (tab. 3) w celu weryfikacji hipotez ogólnych o zerowych efektach głównych genotypów, środowisk (miejscowości i lat badań) oraz interakcji $G \times E$.

Tabela 2

Średnie z trzech lat plonów (dt/ha) odmian w poszczególnych miejscowościach
Average wheat yield in particular environments (dt/ha)

Genotypy Genotypes	Wariant standardowy Standard variant						Średnia Mean
	Jelenia Góra	Kobierzyce	Wrocław	Tomaszów	Naroczyce	Jelcz- Laskowice	
1	2	3	4	5	6	7	8
Jawa	66,04	75,23	57,11	48,95	67,30	87,86	67,08
Kobra	64,30	80,55	55,41	47,56	79,77	57,86	64,24
Korweta	62,29	71,90	52,87	40,19	64,42	57,34	58,17
Kris	74,57	79,37	65,22	49,83	82,89	58,52	68,40
Mewa	63,73	72,62	56,90	45,00	70,71	65,91	62,48
Sakwa	65,44	68,85	56,64	40,13	68,94	61,92	60,32
Soraja	67,87	79,16	55,89	44,16	74,80	65,53	64,57
Zyta	62,21	74,20	53,42	40,85	71,55	65,87	61,35
Srednia; Mean	65,81	75,23	56,68	44,58	72,54	65,10	63,33

NIR odmiany = 5,61; NIR środowiska = 13,46; NIR odmiany \times środowiska = 19,58
LSD cultivars = 5.61; LSD environments = 13.46; LSD cultivars \times environments = 19.58

Wariant intensywny Intensive variant							
1	2	3	4	5	6	7	8
Jawa	83,84	98,62	65,11	52,98	82,95	64,91	74,74
Kobra	77,29	105,38	56,27	57,88	82,45	60,07	73,22
Korweta	73,15	81,22	58,02	41,10	74,36	65,31	65,53
Kris	83,60	95,06	76,19	49,54	85,63	66,08	76,02
Mewa	78,55	87,39	67,81	43,61	87,35	66,89	71,93
Sakwa	80,71	89,46	69,27	43,07	80,03	69,37	71,99
Soraja	76,89	94,01	62,05	46,60	82,68	59,96	70,37
Zyta	79,11	95,42	65,18	42,64	81,43	68,48	72,04
Srednia; Mean	79,14	93,32	64,99	47,18	82,11	65,13	71,98

NIR odmiany = 5,65; NIR środowiska = 16,18; NIR odmiany × środowiska = 27,51
LSD cultivars = 5.65; LSD environments = 16.18; LSD cultivars × environments = 27.51

Tabela 3

Średnie kwadraty w łącznej analizie wariancji
Mean square variation in the overall analysis of variances

Źródło zmienności Source of variation	Liczba stopni swobody Degrees of freedom	Średnie kwadraty Mean squares	
		wariant standardowy standard variant	wariant intensywny intensive variant
Lata Years (L)	2	475,75	402,42
Miejscowości Stations (M)	5	3031,29*	6349,57*
Lata × Miejscowości Years × Stations (M × L) = (E)	10	1977,76**	3018,74**
Regresja względem interakcji Regression / interaction (E)	7	2623,60	3313,34
Odchyl. od regresji Deviation from regression	3	470,80	2331,34
Genotypy Genotypes (G)	7	173,66*	180,35*
Genotypy × lata (L × G) Genotypes × years	14	29,12	81,21
Genotypy × lata × miejscowości (G × Y × M) Genotypes × years × stations	35	36,24	65,60
Genotypy × środowiska (G × E) Genotypes × environments	70	26,14*	27,22*
Regresja względem środowisk Regression on explanatory variability	7	28,99	27,00
Odchylenie od regresji Deviation from regression	63	25,83	27,42*
Błąd doświadczeń Experimental error	126	20,79	17,02

* Wartość istotna przy p = 0,05 Significant at p = 0.05

** Wartość istotna przy p = 0,01 Significant at p = 0.01

W rozważanych wariantach standardowym i intensywnym hipotezy o równości efektów miejscowości i genotypów oraz o braku interakcji lat × miejscowości i interakcji

genotypy \times lata \times miejscowości zostały odrzucone na poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Zróżnicowaną reakcję odmian na zmiany warunków środowiska można by tłumaczyć ich regresją liniową względem efektów środowiskowych. Jednak hipotezę o braku regresji efektów interakcji względem środowisk przyjęto w obu wariantach uprawy (tab. 3). Istotne odchylenie od regresji w wariancie intensywnym wskazuje, że interakcja genotypów z badanymi środowiskami podlega innym układom niż prosta zależność regresyjna.

Ocenę istotności efektów głównych odmian i ich współdziałania ze środowiskami przedstawiono w tabeli 4. Efekty główne odmian w tej tabeli przedstawiają odchylenia średnich plonów analizowanych odmian od średniej ogólnej, uzyskanej z plonów wszystkich badanych genotypów. Stwierdzono, że w wariancie standardowym odmiany Soraja i Kris odznaczyły się istotnie wyższymi plonami od średniej ogólnej. Odmiana Kris niestety nie była stabilną w sensie rolniczym w plonowaniu, o czym świadczy istotna wartość statystyki F dla interakcji tej odmiany ze środowiskami. W wariancie intensywnym istotnie lepiej od średniej ogólnej plonowały odmiany Kris i Jawa (obie były stabilne), natomiast odmiana Korweta plonowała istotnie gorzej od średniej ogólnej (w obu wariantach uprawy) (tab. 4).

Tabela 4

Testowanie hipotez dla efektów głównych odmian pszenicy ozimej i ich i ich interakcji z środowiskami
Testing the hypotheses for the main effects on the winter wheat cultivars and interactions with environments

Genotyp Genotype	Wariant standardowy Standard variant			Wariant intensywny Intensive variant		
	ocena efektu głównego estimate of main effect	stat. F dla efektu głównego F-stat. for main effect	stat. F dla interakcji z środowiskami F-stat. for interactions with environments	ocena efektu głównego estimate of main effect	stat. F dla efektu głównego F-stat. for main effect	stat. F dla interakcji z środowiskami F-stat. for interactions with environments
Jawa	-0,60	0,56	0,62	2,74	5,69*	1,59
Kobra	1,54	2,77	0,84	1,39	1,00	2,35*
Korweta	-4,51	20,77*	0,97	-6,47	29,94*	1,69
Kris	5,72	15,24*	2,13*	4,02	16,75*	1,17
Mewa	-0,20	0,02	1,87	-0,07	0,00	1,58
Sakwa	-2,52	4,98*	1,26	-0,02	0,00	1,23
Soraja	1,89	4,98	0,71	-1,64	3,45	0,94
Zyta	-1,33	1,06	1,65	0,04	0,00	2,26*
Wartości krytyczne 0,05 Critical values $\alpha = 0.05$		4,96	1,91		4,96	1,91

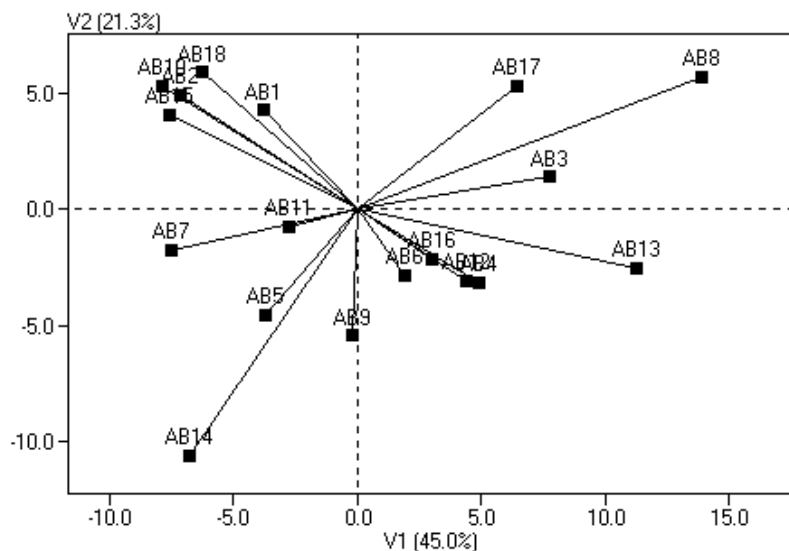
* Wartość istotna przy $p = 0,05$; Significant at $p = 0.05$

Wyniki analizy regresji łącznej, podane w tabeli 5 wskazują, że liniowa regresja plonu niestabilnych odmian od średnich środowiskowych w małym stopniu wyjaśnia nieproporcjonalną reakcję tych odmian na zmienne warunki środowiskowe. Dotyczy to odmiany Kris w standardowym wariancie uprawy oraz Kobra i Zyta w intensywnym wariancie uprawy. Zatem analiza regresji łącznej nie okazała się skuteczna w opisie niestabilnego trendu (nieproporcjonalnego) reakcji plonu odmian na warunki środowiska.

Testowanie odmian pszenicy ozimej i ich interakcji ze środowiskami
 Testing regression of interaction on environments for the winter wheat cultivars

Genotyp Genotype	Wariant standardowy Standard variant				Wariant intensywny Intensive variant				
	współczynnik coefficient of		stat. F dla stat F		współczynnik coefficient of		stat. F dla stat F		
	regresji regression	determinacji determination %	regresji of regression	odchyleń for deviation	regresji regression	determinacji determination %	regresji of regression	odchyleń for deviation	
Jawa	-0,159	54,82	10,92*	0,31	-0,076	9,18	0,91	1,60	
Kobra	-0,026	1,12	0,10	0,93	0,070	5,30	0,50	2,47*	
Korweta	-0,063	5,61	0,54	1,01	-0,148	33,00	4,43	1,26	
Kris	-0,105	7,01	0,68	2,20*	0,057	7,19	0,70	1,20	
Mewa	0,172	21,51	2,47	1,63	-0,013	0,27	0,02	1,75	
Sakwa	0,061	3,99	0,37	1,35	0,097	19,39	2,16	1,10	
Soraja	0,042	3,33	0,31	0,76	-0,041	4,52	0,43	0,99	
Zyta	0,078	5,06	0,48	1,74	0,054	3,22	0,30	2,43*	
Wartości krytyczne $\alpha = 0,05$			5,12	1,95	Wartości krytyczne $\alpha = 0,05$			5,12	1,95
Critical values $\alpha = 0,05$			5,12	1,95	Critical values $\alpha = 0,05$			5,12	1,95

* Wartość istotna przy $p = 0,05$; Significant at $p = 0,05$



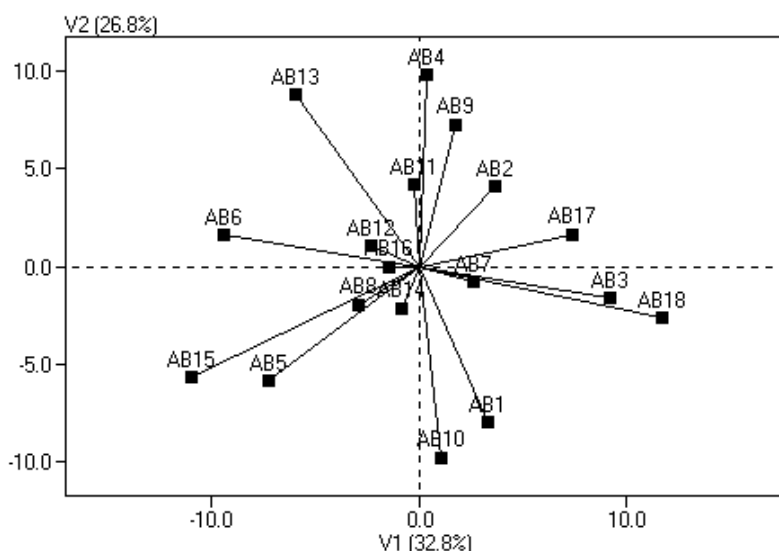
Legenda: Jelenia Góra – AB1-2001 rok; AB7-2002 rok; AB13-2003 rok; Kobierzyce – AB2-2001 rok; AB8-2002 rok; AB14-2003 rok; Wrocław – AB3 2001 rok; AB9-2002 rok; AB15-2003 rok; Tomaszów – AB4-2001 rok; AB10-2002 rok; AB16-2003 rok; Naroczyce – AB5-2001 rok; AB11-2002 rok; AB17-2003 rok, Jelcz-Laskowice - AB6-2001 rok; AB12-2002 rok; AB18-2003 rok. Dotyczy rysunków 1–2.

Legends: Jelenia Góra – AB1-2001 rok; AB7-2002 rok; AB13-2003 rok; Kobierzyce – AB2-2001 rok; AB8-2002 rok; AB14-2003 rok; Wrocław – AB3 2001 rok; AB9-2002 rok; AB15-2003 rok; Tomaszów – AB4-2001 rok; AB10-2002 rok; AB16-2003 rok; Naroczyce – AB5-2001 rok; AB11-2002 rok; AB17-2003 rok, Jelcz-Laskowice – AB6-2001 rok; AB12-2002 rok; AB18-2003 rok. Concerns Figures 1–2.

Rys. 1. Wykres wartości środowiskowych parametrów interakcyjnych dwóch pierwszych składowych głównych — wariant standardowy

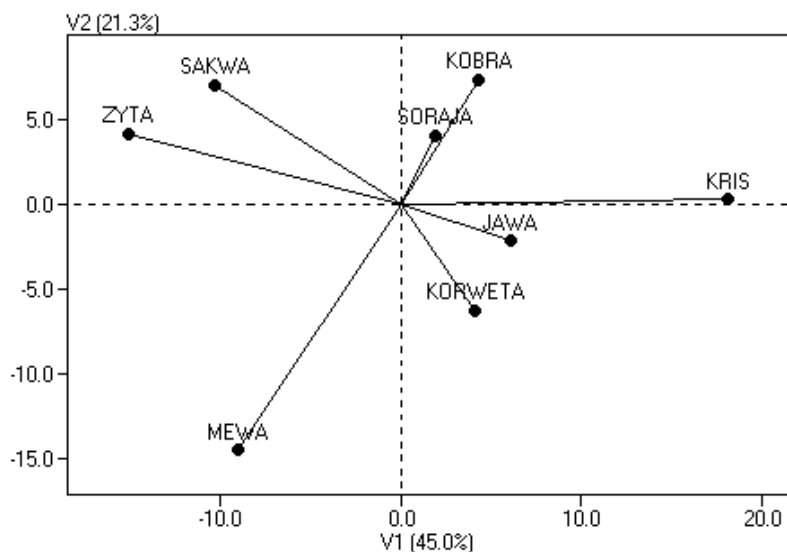
Fig. 1. Representation of environments “Station” in the system of principal components — standard variant of cultivation

Przeprowadzono analizę składowych głównych macierzy efektów interakcyjnych. Dwie pierwsze składowe główne łącznie wyjaśniały w wariancie standardowym i intensywnym odpowiednio 66,3% i 59,6% efektów interakcyjnych, dlatego na wykresach przedstawiono wartości środowiskowych parametrów interakcyjnych dla dwóch pierwszych składowych głównych, zarówno dla środowisk jak i genotypów w wariancie standardowym i intensywnym. W obydwu wariantach można zaobserwować znaczne zróżnicowanie wektorów tych parametrów dla środowisk i miejscowości. W wariancie standardowym największym wkładem w wielkość interakcji ($G \times E$) cechowała się miejscowość Kobierzyce (środowiska AB2, AB8, AB14), na co wskazuje największa odległość tych punktów od środka układu współrzędnych (rys. 1). Znaczne zróżnicowanie plonowania odmian pszenicy ozimej w tej miejscowości w poszczególnych latach wskazuje, że na glebach kompleksu pszennego czynnikiem limitującym plonowanie przy obniżonych nakładach środków produkcji są równomierne opady w okresie wegetacji. Natomiast w wariancie intensywnym w tym środowisku plonowanie odmian jest podobne (rys. 2). W tym systemie uprawy duże różnice w plonowaniu stwierdzono dla miejscowości Tomaszów w latach 2001 i 2002 (AB4, AB10) oraz w 2003 roku dla środowiska AB 13 (Jelenia Góra), AB 15 (Wrocław) i AB 18 (Jelcz-Laskowice). W wymienionych latach w środowiskach tych występowały niedobory opadów w krytycznych fazach rozwoju pszenicy ozimej.



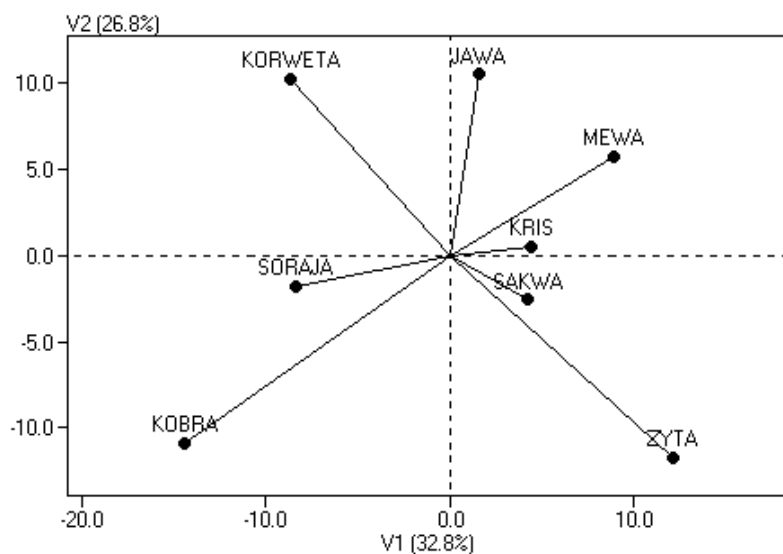
Rys. 2. Wykres wartości środowiskowych parametrów interakcyjnych dwóch pierwszych składowych głównych — wariant intensywny. Oznaczenia jak na rys. 1.

Fig. 2. Representation of environments "Station" in the system of principal components — intensive variant of cultivation. Designations as in the Fig. 1



Rys. 3. Wykres wartości odmianowych parametrów interakcyjnych dwóch pierwszych składowych głównych — wariant intensywny

Fig. 3. Representation of genotypes in the system of principal components — intensive variant of cultivation



Rys. 4. Wykres wartości odmianowych parametrów interakcyjnych dwóch pierwszych składowych głównych — wariant intensywny

Fig. 4. Representation of genotypes in the system of principal components — intensive variant of cultivation

Natomiast w pozostałych analizowanych latach badań w wyniku zwiększonych opadów deszczu (w fazach końca krzewienia i początku strzelania w źdźbło, oraz w fazie wypełniania ziarna) wariant intensywny warunkował na glebach słabszych istotne zwiększenie plonów.

Rysunki 3 i 4 przedstawiają wektorowe rozmieszczenie parametrów interakcyjno-genotypowych w układzie dwu pierwszych składowych głównych. Znaczne oddalenie odmian Zyta, Mewa, Kris i Sakwa w wariancie standardowym wskazuje na dużą odmienność reakcji tych odmian w badanych środowiskach (rys. 3). Kobra, Soraja, Jawa i Korweta są relatywnie stabilniejsze w plonowaniu (ich reakcja jest bliższa proporcjonalnej niż pozostałe odmiany. Natomiast wyższą stabilnością plonowania charakteryzują się Jawa i Soraja. W wariancie intensywnym (rys. 4) stwierdzono znaczną zmienność plonów dla odmian Zyta, Kobra i Korweta. Natomiast Kris i Sakwa wykazywały bardziej stabilne rolniczo plony w badanych miejscowościach w tym wariancie uprawy.

WNIOSKI

1. Wyniki trzyletnich badań pozwalają zalecić do uprawy na Dolnym Śląsku odmiany Kris i Soraja w standardowych warunkach uprawy, natomiast w wariancie intensywnym najlepiej plonowały Kris i Jawa. Kris odznaczał się również w wariancie intensywnym wyższą stabilnością plonowania w sensie rolniczym, to znaczy plony tej odmiany reagowały proporcjonalnie do średnich plonów środowiskowych.
2. W obydwu wariantach uprawy najniższym plonem wykazała się odmiana Korweta.
3. Zróżnicowana reakcja odmian na zmienne środowiska w tych badaniach potwierdza konieczność prowadzenia dalszych wielokrotnych i wieloletnich badań przy ocenie odmian pszenicy ozimej.

LITERATURA

- Becker H. C., Leon J. 1988. Stability analysis in plant breeding. *Plant Breeding* 101: 1 — 23.
- Caliński T., Czajka S., Kaczmarek Z., Krajewski P., Siatkowski I. 1998. Podręcznik użytkownika programu Sergen 3. Poznań 1998: 5 — 59.
- Caliński T., Czajka S., Kaczmarek Z. 1987. A model for the analysis of a series of experiments repeated at several places over a period of years. I. Theory. *Biuletyn Oceny Odmian* 1–2 (17–18): 7 — 33.
- Dao T. H., Nguyen H. T. 1989. Growth response of cultivars to conservation tillage in a continuous wheat cropping system. *Agron. J.* 81 (6): 923 — 929.
- 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.
- Drzazga T., Krajewski P. 2001. Zróżnicowanie środowisk pod względem stopnia interakcji w seriach doświadczeń z pszenicą. *Biul. IHAR* 218/219: 111 — 115.
- Galek R., Bujak H., Kaczmarek J., 2000. Ocena stabilności cech bonitacyjnych i technologicznych w kolekcji żyta jarego na podstawie pięciu parametrów statystycznych. *Biul. IHAR* 216: 69 — 77.
- Kaczyński L. 1999. Reakcja odmian roślin rolniczych na czynniki środowiska, niezbędny zakres doświadczeń PDO na Dolnym Śląsku. Podstawy organizacji i planowania doświadczalnictwa z zarejestrowanymi odmianami roślin uprawnych na Dolnym Śląsku. Zesz. 1: 35 — 46.
- Lista Opisowa Odmian. 2004. Praca zbiorowa COBORU, Słupia Wielka.

- McGuire A. M., Bryant D. C., Denison R. F. 1998. Wheat yields, nitrogen uptake and soil following winter legume cover crop vs. fallow. *Agron. Crop. Sci.* 180: 215 — 222.
- 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. 1997. Reakcja odmian i rodów pszenicy ozimej na wybrane czynniki agrotechniczne. Część III. Wpływ nawożenia azotem na plon i strukturę plonu nowych odmian i rodów pszenicy ozimej. *Biul. IHAR* 204: 169 — 180.
- Podolska G. 2004. Efektywność agrotechnicznych oddziaływań w wykorzystaniu potencjału plonowania pszenicy ozimej. *Biul. IHAR* 231: 55 — 64.
- Sieling K., Schröder H., Finck M., Hanus H. 1998. N uptake and apparent N-use efficiency of winter wheat and winter barley grown in different cropping systems. *J. Agricul. Sci. Cambridge*, 131: 375 — 387.
- Stankowski S., Podolska G., Pacewicz K. 2004. Wpływ nawożenia azotem na plonowanie i jakość ziarna odmian pszenicy ozimej. *Annales UMCS, Sec. E*, 59, 3: 1363 — 1671.
- Varga B., Svecnjak Z., Pospisil A. 2001. Winter wheat cultivar performance as affected by production systems in Croatia. *Agron. J.* 93: 961 — 966.
- Varga B., Svecnjak Z., Pospisil A. 2000. Grain yield and yield components of winter wheat grown in two management systems. *Bodenkultur* 3: 145 — 150.