

STANISŁAW JEDYŃSKI**JAN KACZMAREK****RYSZARD WEBER¹****DARIUSZ ZALEWSKI**

Katedra Hodowli Roślin i Nasiennictwa, Akademia Rolnicza, Wrocław

¹ IUNG, Zakład Techniki Uprawy Roli i Nawożenia, Jelcz-Laskowice

Plonowanie odmian pszenicy jarej w warunkach Dolnego Śląska*

Yields of spring wheat cultivars in Lower Silesia

Badano plonowanie siedmiu odmian pszenicy jarej (Eta, Jasna, Torka, Helia, Hezja, Nawra i Opatka) w ramach Porejestrowego Doświadczalnictwa Odmianowego na Dolnym Śląsku. Badania wykonano w latach 1999–2001 w czterech punktach doświadczalnych (Głubczyce, Kobierzyce, Tarnów i Tomaszów Bolesławiecki). Doświadczenia założono na dwóch poziomach intensywności. Poziom a1 odpowiada standardowym warunkom uprawy dostosowanym do odpowiedniej klasy gleby. Natomiast na poziomie a2 zastosowano wyższe o 40 kg/ha nawożenie azotowe, dolistne dokarmianie preparatem wieloskładnikowym oraz pełną chemiczną ochronę przed chorobami i wyleganiem. Obliczenia statystyczne wykonano stosując program Sergen 3 (Caliński i in., 1998) dla analizy serii doświadczeń odmianowych. Na podstawie przeprowadzonych analiz statystyczno-genetycznych stwierdzono, że do najwyższej plonujących na poziomie standardowym i intensywnym należą odmiany Jasna i Nawra, przy czym bardziej stabilną w plonowaniu okazała się odmiana Jasna. Niestety Torka zaliczana do grupy odmian elitarnych odznaczała się najniższym plonem i małą stabilnością w obu wariantach uprawy.

Słowa kluczowe: interakcja genotypowo-środowiskowa, pszenica jara, stabilność plonowania

Seven cultivars of spring wheat were evaluated in post-registration trials in Lower Silesia. The trials were conducted at four sites (Głubczyce, Kobierzyce, Tarnów and Tomaszów Bolesławiecki). The recently registered cultivars: Eta, Jasna, Torka, Helia, Hezja, Nawra and Opatka were grown at two variants of cultivation: standard and intensive. The intensive variant, in comparison with the standard one, differed by a 40 kg/ha higher level of nitrogen fertilisation, application of anti-lodging chemicals, foliar feeding of plants with microelements and complete control of fungal diseases. Statistical analysis was carried out according to computer program Sergen 3. Three-year investigations have shown that the cultivars Jasna and Nawra were the best yielders Jasna being more stable than Nawra. Torka, a cultivar of excellent baking quality was the poorest yielder of low stability.

Key words: genotype-environment interaction, spring wheat, yield stability

* Praca wykonana w ramach Krajowego Programu Porejestrowego Doświadczalnictwa Odmianowego koordynowanego przez COBORU

WSTĘP

W 2002 roku w rejestrze figurują 24 odmiany pszenicy jarej, w tym pięć nowo zarejestrowanych pochodzi z 2002 i cztery z 2001 roku. W latach 90. w Rejestrze były tylko odmiany krajowe. W 2000 i 2001 roku zarejestrowano 2 szwedzkie, a w 2002 jedną odmianę niemiecką. Szeroki zestaw odmian zalecanych do uprawy, różniących się wieloma cechami użytkowymi daje producentowi możliwość wyboru odmiany najbardziej przydatnej w danym gospodarstwie. Wyniki wieloletnich doświadczeń odmianowych realizowanych przez COBORU (Kaczyński i in., 1999) wykazały, że odmiany pszenicy jarej istotnie reagują na wiele czynników środowiska.

Pszenica jara wykazuje znaczną wrażliwość na czynniki środowiskowe i agrotechniczne (Halvorson i in., 2001; McGuire i in., 1998; Olness i in., 1998; Podolska, 1997; Foulkes i in., 1998). Ujawnienie reakcji odmian na czynniki środowiskowe jest możliwe tylko w doświadczeniach ścisłych prowadzonych w różnych lokalizacjach i ciągłości badań w kolejnych sezonach. Powtarzanie się określonej reakcji odmian w latach pozwala na ich ocenę i ewentualną rekomendację. Szeroki zestaw odmian zalecanych do uprawy, różniących się wieloma cechami rolniczo użytkowymi daje duże możliwości wyboru odmiany najbardziej przydatnej w określonym gospodarstwie. Będzie to miało konkretny wymiar ekonomiczny. Respektowanie makro i mikroekonomicznej reakcji odmian pozwala uniknąć ryzyka znacznych strat plonu, nawet do kilkudziesięciu procent.

W doświadczeniach PDO na Dolnym Śląsku uczestniczyło 18 odmian pszenicy jarej w tym 7 przez trzy kolejne lata 1999–2001 w 4 miejscowościach. Te siedem odmian było przedmiotem analiz.

Za cel niniejszej pracy przyjęto zbadanie stabilności plonowania 7 odmian w doświadczeniach PDO na Dolnym Śląsku, a szczególnie poznanie genotypów stabilnych najkorzystniej reagujących na intensywne warunki uprawy, oraz odmian, które można zarekomendować do mniej korzystnych warunków środowiska.

MATERIAŁ I METODY

Badano plonowanie siedmiu odmian pszenicy jarej (tab. 1) w ramach Porejestrowego Doświadczalnictwa Odmianowego na Dolnym Śląsku przy uwzględnieniu reakcji odmian na dwa poziomy agrotechniki. Badania wykonano w latach 1999–2001 w czterech punktach doświadczalnych różniących się warunkami glebowymi i klimatycznymi:

- Kobierzyce — kompleks pszeniczny bardzo dobry AB1-1999; AB5-2000; AB9-2001
- Głubczyce — kompleks pszeniczny bardzo dobry AB2-1999; AB6-2000; AB10-2001
- Tarnów — kompleks żytni dobry AB3-1999 rok; AB7-2000 rok; AB11-2001 rok
- Tomaszów Bol. — kompleks żytni dobry AB4-1999 rok; AB8-2000 rok; AB12-2001 rok

Materiałem badawczym były aktualnie zarejestrowane odmiany pszenicy jarej: Eta, Jasna, Torka, Helia, Hezja, Nawra i Opatka. Doświadczenia założono na dwóch poziomach intensywności (a1, a2) metodą pasów prostopadłych w dwóch powtórzeniach. Poziom a1 odpowiada standardowym warunkom uprawy dostosowanym do odpowiedniej klasy

gleby. Poziom a2 różnił się od poziomu a1 wyższym o 40 kg/ha nawożeniem azotowym, dolistnym dokarmianiem preparatem wieloskładnikowym oraz pełną chemiczną ochroną przed chorobami i wyleganiem. Wielkość poletek do zbioru wynosiła 15 m². Otrzymane wyniki w poszczególnych latach i miejscowościach poddano obliczeniom statystycznym według programu Sergen 3 (Caliński i in., 1998) dla analizy serii doświadczeń odmianowych.

Tabela 1

Wartości średnie plonów poszczególnych genotypów w doświadczeniach (dt/ha)
Mean yields of the tested genotypes (dt/ha)

Genotyp Geenotype	Wariant standardowy Standard cultivation variant			
	Kobierzycze	Głubczyce	Tarnów	Tomaszów
	AB -1;5;9	AB-2;6;10	AB-3;7;11	AB-4;8;12
Eta	53,9	42,7	55,3	46,4
Jasna	63,9	48,8	60,5	47,6
Torka	51,5	40,5	54,7	44,8
Helia	53,1	44,4	60,3	45,1
Hezja	54,2	44,1	54,9	44,7
Nawra	61,4	52,1	62,9	49,9
Opatka	55,3	44,3	57,9	47,1
wariant intensywny intensive cultivation variant				
Eta	67,8	56,8	61,9	61,5
Jasna	75,7	62,8	63,9	57,5
Torka	64,7	56,5	63,9	54,9
Helia	71,3	60,9	67,6	59,3
Hezja	69,3	61,2	68,3	56,5
Nawra	73,1	67,1	68,7	60,5
Opatka	65,0	57,5	66,4	56,8

WYNIKI

Wstępna analiza wariancji dla każdego środowiska (miejscowości) wykazała istotne zróżnicowanie plonów odmian zarówno w wariancie intensywnym jak i standardowym. Średnie wartości plonów w standardowym i intensywnym wariancie uprawy przedstawia tabela 1. Spośród 4 miejscowości najwyższe plony uzyskano w Kobierzycach na kompleksie pszennym bardzo dobrym i Tarnowie na glebie żytniej dobrej. Nieco niższe wydajności uzyskano w Tomaszowie Bolesławieckim i Głubczycach. Najwyższy średni plon na obydwu poziomach intensywności dała odmiana Nawra. Najślabiej plonowała Torka zaliczana do grupy odmian elitarnych.

Istotna zmienność plonów odmian w każdym doświadczeniu umożliwiła przeprowadzenie syntezy w postaci łącznej analizy wariancji (tab. 2). Wyniki tej analizy pozwoliły na weryfikację hipotez ogólnych dotyczących zróżnicowania środowisk oraz istotności interakcji $G \times E$. Obie hipotezy zostały odrzucone na poziomie istotności $\alpha = 0,01$ zarówno dla wariantu intensywnego jak i standardowego systemu uprawy roślin. Na podstawie przybliżonego testu opartego na ilorazie odpowiednich średnich kwadratów dla genotypów

i interakcji ($G \times E$) odrzucono hipotezę o braku różnic między plonami odmian. Istotna wartość odchyleń od regresji w wariantach intensywnym i standardowym wskazuje na małą zależność regresyjną efektów interakcji ($G \times E$) względem efektu środowiska.

Tabela 2

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

Źródło zmienności Source of variation	Liczba stopni swobody Number of degrees of freedom	Średni kwadrat Mean square	
		wariant standardowy standard cultivation variant	wariant intensywny intensive cultivation variant
Lata Years	2	56,05*	62,01
Miejscowości Stations	3	20,27	12,30
Środowiska Environments	6	8,77	16,09**
Genotypy Genotypes	6	2,75	1,64
Genotypy $\times$ lata Genotypes $\times$ years	12	0,84	1,12
Genotypy $\times$ miejscowości Genotypes $\times$ station	18	0,22	0,38
Genotypy $\times$ środowiska Genotypes $\times$ environments	36	0,22**	0,42**
Regresja względem środowisk Regression on explanatory variable	6	0,20	0,68
Odchyl. od regresji Regression deviation	30	0,22**	0,37*
Błąd doświadczeń Experimental error	84	0,06	0,190

* — Istotne na poziomie istotności $\alpha = 0,05$; Significant at the level $\alpha = 0.05$

** — Istotne na poziomie istotności $\alpha = 0,01$; Significant at the level $\alpha = 0.01$

Analizę poszczególnych odmian i ich współdziałania ze środowiskiem przedstawia tabela 3. Oceniając przeciętną wysokość plonowania genotypów wyrażoną efektami głównymi oraz odpowiednią wartością statystyki F można stwierdzić, że w wariancie standardowym odmiany Jasna i Nawra odznaczały się istotnie wyższymi plonami w porównaniu do pozostałych obiektów. Odmiana Nawra wykazywała się niższą stabilnością plonowania o czym świadczy istotna wartość statystyki F dla interakcji ze środowiskami (tab. 3). Genotyp ten podobnie zachowywał się w wariancie intensywnym.

Dalszą analizę badanych odmian przedstawiono za pomocą testowania regresji poszczególnych genotypów i ich interakcji względem środowiska (tab. 4). Niskie, nieistotne współczynniki regresji w standardowym i w większości wypadków w intensywnym wariancie uprawy świadczą o braku regresyjnej zależności między plonami analizowanych odmian a środowiskami. Jedynie w intensywnym systemie uprawy Eta i Helia odznaczały się istotnymi wartościami tych współczynników oraz niskimi odchyleniami od regresji. Wyniki te świadczą o większej stabilności w trzyletnim okresie badań. Jednak niskie oceny efektów głównych tych genotypów wskazują, że nie powinny być

rekomendowane do uprawy na Dolnym Śląsku. W wariancie standardowym odmiana Jasna odznaczała się wysokim efektem głównym i wysoką stabilnością. Wysoki plon tej odmiany rekomenduje ją do uprawy na terenie Polski południowo-zachodniej.

Tabela 3

Testowanie poszczególnych genotypów i ich interakcji
Testing of genotypes and their interaction with environments

Genotyp Genotype	Wariant standardowy Standard cultivation variant			Wariant intensywny Intensive cultivation 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 interaction 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 interaction with environments
Eta	-0,294	8,47	2,44	-0,211	0,76	4,25
Jasna	0,553	37,16	1,96	0,178	1,39	1,67
Torka	-0,542	10,87	6,45	-0,513	11,81	1,62
Helia	-0,116	0,48	6,70	0,206	3,91	0,79
Hezja	-0,309	10,08	2,26	0,058	0,12	1,96
Nawra	0,760	31,32	4,41	0,585	7,49	3,33
Opatka	-0,052	0,33	2,01	-0,303	3,91	1,70
Wartości krytyczne $\alpha = 0,05$		5,99	2,21			5,99
Critical values $\alpha = 0,05$						2,21

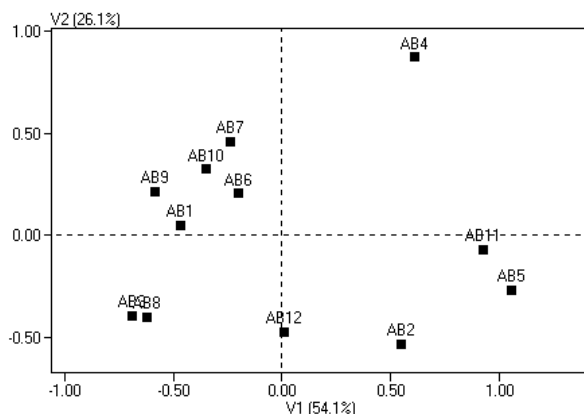
Tabela 4

Testowanie regresji interakcji poszczególnych genotypów
Regression coefficients and Fstatistics for genotype interaction

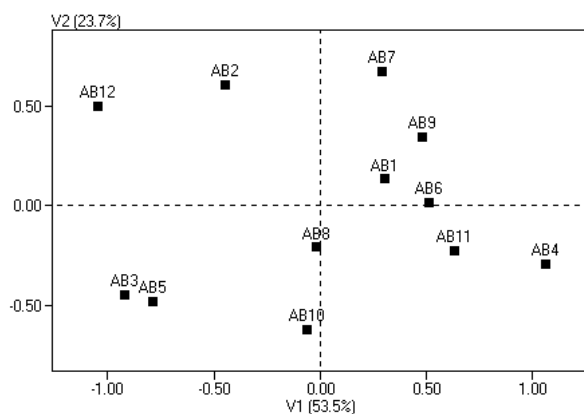
Genotyp Genotype	Wariant standardowy Standard cultivation variant				Wariant intensywny Intensive cultivation variant			
	współczynnik coefficient of		stat. F dla F-stat		współczynnik coefficient of		stat. F dla F-stat	
	regresji regression	determinacji determination %	regresji of regression	odchyleń for deviations	regresji regression	determinacji determination %	regresji of regression	odchyleń for deviations
Eta	-0,175	31,42	2,29	2,00	-0,480	75,68	15,56	1,24
Jasna	0,157	31,35	2,28	1,62	0,063	3,33	0,17	1,93
Torka	-0,157	9,54	0,53	7,00	-0,001	0,00	0,00	1,95
Helia	0,209	16,32	0,98	6,73	0,200	70,55	11,98	0,28
Hezja	-0,046	2,31	0,12	2,65	0,077	4,25	0,22	2,26
Nawra	0,134	10,24	0,57	4,75	0,114	5,40	0,29	3,78
Opatka	-0,123	18,75	1,15	1,96	0,027	0,61	0,03	2,03
Wartości krytyczne $\alpha = 0,05$			6,61	2,32				6,61
Critical values $\alpha = 0,05$								2,32

W celu uzyskania dalszych informacji odnośnie zachowania się poszczególnych odmian pszenicy jarej w różnych środowiskach przeprowadzono badanie struktury interakcji ($G \times E$) za pomocą analizy składowych głównych. Analiza ta jest poprzedzona podziałem statystyki F ($G \times E$) na składowe odpowiadające odpowiednim kontrastom między genotypami. Uwzględniając dwa pierwsze kontrasty o największym udziale w statystyce F, przedstawiono graficzne rozmieszczenie środowisk na płaszczyźnie. Środowiska o wysokim udziale w interakcji ($G \times E$) odznaczają się największą odległością

od początku układu współrzędnych (rys. 1). Analizując środowiska wariantu standardowego stwierdzono, że Tarnów i Kobierzyce cechowały się dużym wkładem w wielkość interakcji ($G \times E$). Odmiany w tych lokalizacjach wykazywały wyższy plon w stosunku do pozostałych dwóch miejscowości. Znaczne odległości między punktami AB4, AB8 i AB12 dotyczące Tomaszowa Bolesławieckiego świadczą o dużej zmienności plonowania w tej miejscowości. Duży udział w interakcji wykazywały również Kobierzyce, szczególnie w 2000 i 2001 roku. Na uwagę zasługuje duża stabilność plonowania pszenicy jarej w Głubczycach. Niższe plony w tej miejscowości wskazują na mało opłacalną uprawę pszenicy jarej w warunkach standardowych.



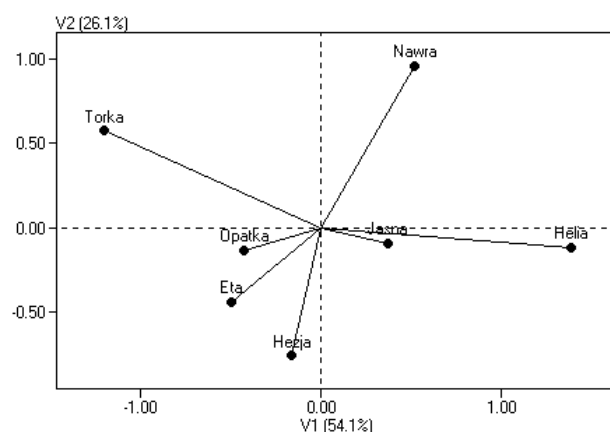
Rys. 1. Przedstawienie środowisk w układzie składowych głównych — wariant standardowy
Fig. 1. Distribution of environments in the system of principal components — standard variant of cultivation



Rys. 2. Przedstawienie środowisk w układzie składowych głównych — wariant intensywny
Fig. 2. Representation of environments in the system of principal components — Intensive variant of cultivation

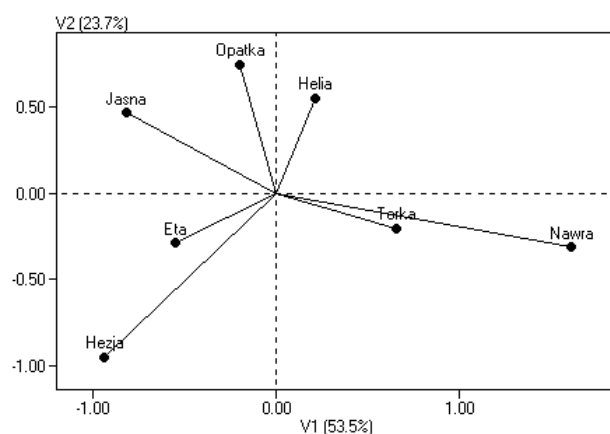
Analizując wariant intensywny (rys. 2) można wykazać również znaczną zmienność plonowania badanych odmian w zależności od środowiska. Duże różnice w plonowaniu odmian stwierdzono w latach 1999 i 2000 o czym świadczą znaczne odległości od początku układu współrzędnych oraz między sobą punktów obrazujących miejscowości Tomaszów Bol. (AB4, AB-12), Tarnów (AB-3, AB-7) lub Głubczyce w latach 1999 i 2001 (Ab-2, AB-10).

Wektorowe rozmieszczenie genotypów w układzie dwu pierwszych składowych głównych przedstawiono na rysunku 3. Znaczne oddalenie odmian Nawra, Torka i Helia od początku układu wskazuje na znaczną interakcję tych odmian z badanymi środowiskami.



Rys. 3. Wektorowe przedstawienie genotypów w układzie składowych głównych — wariant standardowy

Fig. 3. Vectors of genotypes in the system of principal components — standard variant of cultivation



Rys. 4. Wektorowe przedstawienie genotypów w układzie składowych głównych — wariant intensywny

Fig. 4. Vectors of genotypes in the system of principal components — Intensive variant of cultivation

Genotypy te odznaczają się większym zróżnicowaniem plonowania w analizowanych środowiskach w porównaniu do pozostałych obiektów. Niższą i zbliżoną interakcją $G \times E$ charakteryzują się odmiany Opatka, Eta i Hezja. Intensywny wariant uprawy (rys. 4) w badanych środowiskach spowodował znaczne różnice w plonowaniu odmian Opatka i Hezja, o czym świadczą duże odległości odpowiednich punktów od początku układu współrzędnych. Odmiany Jasna i Opatka odznaczały się również w tym wariancie uprawy zbliżoną reakcją pod względem plonowania na zmiany środowiska glebowo-klimatycznego.

Znaczne odległości między punktami obrazującymi badane genotypy w obu wariantach uprawy wskazują na duże różnice w plonowaniu odmian w zależności od warunków środowiska.

WNIOSKI

1. Wyniki trzyletnich badań pozwalają na rekomendację odmian Jasna i Nawra do standardowych i intensywnych warunków uprawy, przy czym bardziej stabilną w plonowaniu okazała się odmiana Jasna.
2. Odmiana Torka zaliczana do grupy pszenic elitarnych odznaczała się najniższym plonem i niską stabilnością
3. Zróżnicowana reakcja odmian na zmiany środowiska wskazuje na konieczność prowadzenia dalszych badań w celu określenia optymalnej liczby lat badań i liczby doświadczeń dla uzyskania najwyższej wiarygodności wyników.

LITERATURA

- Caliński T., Czajka S., Kaczmarek Z., Krajewski P., Siatkowski I. 1998. Podręcznik użytkownika programu Sergen 3. Poznań 1998: 5 — 59.
- Foulkes M. J., Sylvester-Bradley R., Scott R. K. 1998. Evidence for differences between winter wheat cultivars in acquisition of soil mineral nitrogen and uptake and utilization of applied fertilizer nitrogen. *J. Agric. Sci., Cambridge*, 130: 29 — 44.
- 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.
- McGuire A.M., Bryant D. C., Denison R. F. 1998. Wheat yields, nitrogen uptake and soil following winter legume cover crop vs. fallow. *Agron. J.* 90: 404 — 410.
- Olness A., Evans S. D., Alderfer R. 1998. Calculation of optimal fertiliser 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.