

PAWEŁ DOPIERAŁA¹**HENRYK BUJAK**²**JAN KACZMAREK**²**ANNA DOPIERAŁA**¹¹ Lochow-Petkus Polska Sp. z o.o.² Katedra Hodowli Roślin i Nasiennictwa, Akademia Rolnicza we Wrocławiu

Ocena interakcji genotypowo-środowiskowej plonu populacyjnych i mieszańcowych odmian żyta ozimego

Genotype-environment interaction in the yield of population and hybrid rye cultivars

W ramach Porejestrowego Doświadczalnictwa Odmianowego w Śląskim Okręgu Badania Odmian badano plonowanie populacyjnych i mieszańcowych odmian żyta ozimego z uwzględnieniem reakcji odmian na różne poziomy agrotechniczne. Materiałem badawczym były odmiany populacyjne: Wibro, Warko, Motto, Bosmo, Kier, Adar, Walet, Hegro, Zduno, Amilo, Dańkowskie Złote i mieszańcowe: Ursus, Nawid, Fernando Esprit, Luco, Klawo żyta ozimego. Doświadczenia polowe z badanymi odmianami zostały założone w latach 2000–2001 w ośmiu miejscowościach (Wrocikowo, Marianowo, Sulejów, Tomaszów Bolesławiecki, Pokój, Głodowo, Wyczechy i Lubliniec) na dwóch poziomach intensywności uprawy standardowym i intensywnym, tzn. z wyższym o 40 kg/ha nawożeniem azotowym, dolistnym dokarmianiem oraz pełną chemiczną ochroną roślin przed chorobami i wyleganiem. Wyniki otrzymane w poszczególnych latach i miejscowościach poddano obliczeniom statystycznym według programu Sergen 3 (Caliński i in., 1998) dla analizy serii doświadczeń odmianowych. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono istotne zróżnicowanie plonu badanych odmian żyta ozimego, zróżnicowanie środowisk oraz występowanie interakcji genotypowo-środowiskowej ($G \times E$) dla obydwu wariantów uprawy. Odmiany mieszańcowe Ursus, Fernando i Esprit zarówno w standardowym, jak i intensywnym wariancie uprawy odznaczały się wyższymi plonami w porównaniu do pozostałych obiektów oraz wykazywały istotną interakcję ze środowiskiem. W standardowych warunkach uprawy na uwagę zasługuje również odmiana mieszańcowa Klawo. Odmiany populacyjne plonują bardziej stabilnie niż mieszańcowe, ale na niższym poziomie.

Słowa kluczowe: interakcja genotypowo-środowiskowa, odmiany mieszańcowe, odmiany populacyjne, plon ziarna, porejestrowe doświadczenia odmianowe, Śląski Okręg Badania Odmian, program Sergen, stabilność plonowania, żyto ozime

Seventeen cultivars of winter rye from the Silesia recommended list were evaluated in post-registration trials. The trials were conducted at eight localities: Wrocikowo, Marianowo, Sulejów, Tomaszów Bolesławiecki, Pokój, Głodowo, Wyczechy and Lubliniec in the years 2000–2001. The

recently registered population cultivars: Wibro, Warko, Motto, Bosmo, Kier, Adar, Walet, Hegro, Zduno, Amilo and Dańkowskie Złote, and hybrid cultivars: Ursus, Nawid, Fernando, Esprit, Luco and Klawo were grown at two variants of cultivation: standard and intensive. The intensive variant, as compared with the standard one, included a higher level of nitrogen fertilization (by 40 kg/ha), application of anti-lodging chemicals, foliar feeding of plants with microelements and complete control of fungal diseases. Statistical analysis for a series of experiments was done based on the computer program Sergen 3. The three-year investigations have shown significant differentiation of yields and genotype-environment interactions at both variants of cultivation. The hybrid cultivars: Ursus, Fernando and Esprit produced the highest yields at both variants. The hybrid cv. Klawo proved to give satisfactorily high yield under standard cultivation conditions. The population cultivars of rye were found to be more stable in yielding than the hybrid ones, but produced lower yields.

Key words: genotype-environment interaction, hybrid cultivars, population cultivars, postregistration variety trial, Silesia, winter rye, yield stability

WSTĘP

Rynkowe podejście do odmiany, w tym także przemiany organizacyjno własnościowe w hodowli roślin i nasiennictwie oraz wejście do Unii Europejskiej stworzyły pilną potrzebę zmian w doświadczalnictwie odmianowym polegającym na stworzeniu systemu Porejstrowego Doświadczalnictwa Odmianowego (PDO). System ten ma chronić polską hodowlę poprzez rekomendację najlepszych zarejestrowanych w Polsce i UE odmian. W tym celu zorganizowano regularną sieć badań odmianowych i odmianowo-czynnikowych, która jest koordynowana przez COBORU. Badania PDO realizowane są bezpośrednio na potrzeby praktyki rolniczej. W niniejszej pracy wyniki pochodzą z punktów doświadczalnych zlokalizowanych w Śląskim Okręgu Badania Odmian.

Wyniki wieloletnich i licznych doświadczeń odmianowych ze zbożami prowadzonych przez COBORU wskazują na występowanie istotnej reakcji na warunki środowiskowe na dużych obszarach kraju. Przyczyną tych reakcji są genetyczne właściwości odmian oraz zmienne układy warunków pogodowych i glebowych (Kaczmarek, 1999; Kaczyński, 1999). Szczególnie w ostatnich latach, kiedy obserwuje się dynamiczny postęp hodowlany u żyta, objawiający się coraz częstszym rejestrowaniem nowych odmian mieszańcowych, poznanie zmienności genotypowo-środowiskowej w skali makroregionalnej nabiera większego znaczenia (Kadłubiec i in., 1998). W Polsce aktualnie w rejestrze znajduje się dwadzieścia odmian żyta ozimego, a wśród nich trzynaście odmian populacyjnych oraz siedem mieszańców, w tym trzy rodzimej hodowli. Odmiany mieszańcowe wyraźnie wyżej plonują i należy się spodziewać w najbliższej przyszłości wzrostu ich znaczenia na rynku nasiennym. Żyto posiada mniejsze wymagania glebowo-klimatyczne od innych zbóż, ale grupa odmian heterozyjnych wykazuje się wyższą wrażliwością na mniej sprzyjające warunki środowiska (Grabiński, 1998). Badanie reakcji odmian w środowiskowej makroskali przy różnych poziomach agrotechnicznej intensywności staje się ważnym elementem z poznawczego jak i użytecznego punktu widzenia. Istnieje wiele sposobów szacowania interakcji genotypowo-środowiskowej, a wśród nich często wykorzystywane są modele opisywane w pracach Eberhart i Russela (1966), Shukli (1972), Mądrego (2003 a, 2003 b).

Celem niniejszych badań było określenie interakcji genotypowo-środowiskowej genotypów z miejscowościami dla plonowania populacyjnych i mieszańcowych odmian żyta ozimego w warunkach standardowej i intensywnej uprawy w doświadczeniach Porejstrowego Doświadczalnictwa Odmianowego.

MATERIAŁ I METODY

Materiałem badawczym były przyjęte do programu PDO odmiany populacyjne: Wibro, Warko, Motto, Bosmo, Kier, Adar, Walet, Hegro, Zduno, Amilo, Dańkowskie Złote oraz mieszańcowe: Ursus, Nawid, Fernando Esprit, Luco, Klawo.

Doświadczenia polowe z badanymi odmianami zostały założone metodą pasów prostopadłych w dwóch powtórzeniach w latach 2000–2001 w ośmiu miejscowościach (Lubliniec, Wrocikowo, Marianowo, Sulejów, Tomaszów Bolesławiecki, Pokój, Głodowo, Wyczechy) na dwóch poziomach intensywności (a1 i a2). Poziom a1 odpowiada standardowym warunkom uprawy dostosowanym do odpowiedniej klasy gleby, poziom intensywny a2 różnił się od poziomu a1 wyższym o 40 kg/ha nawożeniem azotowym, dolistnym dokarmianiem oraz pełną chemiczną ochroną roślin przed chorobami i wyleganiem. Wielkość poletek do zbioru wynosiła 15 m². Otrzymane wyniki plonu ziarna w poszczególnych latach i miejscowościach opracowano statystycznie za pomocą programu Sergen 3 (Caliński i in., 1998) dla analizy serii doświadczeń odmianowych. Plony badanych odmian analizowano odrębnie dla standardowego i intensywnego poziomu uprawy. Rejon Śląski jest silnie zróżnicowany pod względem glebowo-klimatycznym, dlatego lata i lokacje doświadczeń połączono w jeden czynnik środowiskowy.

WYNIKI BADAŃ

Średnie wartości plonów 17 odmian żyta, w tym 11 populacyjnych i 6 mieszańcowych, z doświadczeń przeprowadzonych w 8 miejscowościach oraz średnie dla odmian i miejscowości z obydwu lat badań w standardowym i intensywnym wariacie uprawy przedstawiono odpowiednio w tabeli 1 i 2. Z zestawień tych widać korzystną reakcję zarówno odmian populacyjnych jak i mieszańcowych na wyższy poziom nawożenia i ochrony roślin. W standardowych warunkach uprawy wyraźnie wyższym plonem charakteryzują się odmiany mieszańcowe Ursus, Fernando i Klawo, chociaż na uwagę zasługuje również fakt, że odmiany populacyjne plonują na poziomie słabszych odmian mieszańcowych lub nieznacznie im ustępują. W przypadku zwiększenia poziomu agrotechniki i intensyfikacji uprawy obserwuje się wyraźny wzrost plonu zarówno odmian populacyjnych jak i mieszańcowych. Wyraźnie na podniesienie poziomu agrotechniki zareagowały odmiany mieszańcowe Esprit, Fernando i Luco i Ursus, których plon przekroczył lub zbliżał się do 80 dt/ha. Porównując plony odmian populacyjnych na obydwu poziomach intensywności uprawy, zauważono bardzo wyraźny przekraczający (16 dt/ha) wzrost plonu tych odmian pod wpływem wyższego nawożenia i ochrony roślin. Można tu wyróżnić odmianę Bosmo, dla której poprawa warunków uprawy może poprawić jej plonowanie nawet o 18 dt/ha.

Tabela 1

Średnie wartości plonów (dt/ha) odmian żyta ozimego w standardowym wariacie uprawy w latach 2000, 2001

Mean yield values (dt/ha) for the analyzed winter rye cultivars at standard cultivation (2000, 2001)

Genotypy Genotypes	Wrociko- wo	Mariano- wo	Sulejów	Tomaszów Bol.	Pokój	Głódowo	Wyczechy	Lubliniec	Średnia Mean
Ursus (H)	76,54	67,72	69,89	71,98	72,15	75,74	65,41	62,27	70,21
Nawid (H)	66,69	57,16	64,25	66,45	54,28	69,04	58,09	52,60	61,07
Wibro (P)	66,17	59,05	66,11	59,63	61,18	64,89	54,96	51,52	60,31
Warko (P)	67,20	56,42	64,57	61,34	62,62	68,12	52,76	51,25	60,53
Fernando (H)	71,55	68,60	68,02	74,58	60,06	78,59	64,08	66,95	69,30
Motto (P)	67,28	61,66	63,85	62,24	59,29	65,79	53,40	59,76	61,59
Bosmo (P)	71,83	55,86	62,29	54,25	54,95	62,29	53,63	59,59	59,18
Kier (P)	70,66	59,92	65,15	60,88	60,78	62,66	57,41	53,01	61,31
Adar (P)	64,23	56,65	63,83	62,13	50,10	63,25	52,41	51,53	58,02
Esprit (H)	68,58	67,66	67,79	56,63	59,14	75,14	58,49	60,80	65,40
Luco (H)	66,78	62,25	65,28	67,74	59,19	68,05	52,23	53,83	61,92
Walet (P)	68,27	57,10	66,37	63,91	53,84	68,28	58,79	51,62	61,10
Hegro (P)	68,76	56,11	63,40	61,58	57,44	63,65	56,53	55,42	60,36
Zduno (P)	67,74	57,20	63,39	60,61	61,13	66,90	50,96	59,39	60,91
Klawo (H)	70,82	62,80	65,23	72,78	77,96	70,75	59,95	58,56	67,39
Amilo (P)	66,15	55,51	59,39	61,12	58,15	63,72	54,30	54,71	59,13
Dańkowskie Złote (P)	63,60	63,60	66,20	61,15	53,92	62,42	57,35	53,11	59,28
Średnia Mean	68,40	59,93	65,00	64,00	59,83	67,60	56,50	56,19	

P — Odmiana populacyjna; Population cultivar

H — Odmiana mieszańcowa; Hybrid cultivar

Tabela 2

Średnie wartości plonów (dt/ha) odmian żyta ozimego w intensywnym wariacie uprawy w latach 2000, 2001

Mean yield values (dt/ha) for the analyzed winter rye cultivars at intensive cultivation (2000, 2001)

Genotypy Genotypes	Wrociko- wo	Mariano- wo	Sulejów	Tomaszów Bol.	Pokój	Głódowo	Wyczechy	Lubliniec	Średnia Mean
Ursus (H)	84,50	78,37	93,51	83,03	75,72	86,90	85,82	73,86	82,71
Nawid (H)	77,69	71,85	88,94	78,14	77,21	79,29	73,56	66,29	76,62
Wibro (P)	79,39	67,11	91,37	81,08	73,44	78,39	73,84	66,39	76,38
Warko (P)	81,07	67,54	91,26	77,33	76,26	78,66	75,48	69,47	77,13
Fernando (H)	83,11	78,94	91,07	86,63	87,49	83,51	77,70	76,51	83,12
Motto (P)	78,82	76,47	94,73	77,07	72,22	82,45	73,64	71,31	78,34
Bosmo (P)	85,56	67,16	91,31	74,04	76,38	83,99	76,25	68,22	77,86
Kier (P)	82,54	71,65	96,70	78,50	73,41	76,41	75,96	66,60	77,76
Adar (P)	80,55	69,53	90,30	76,54	74,61	77,29	72,95	64,05	75,73
Esprit (H)	79,57	82,43	96,49	78,22	82,05	89,35	80,89	76,81	83,23
Luco (H)	77,62	71,56	89,51	80,88	84,41	86,29	75,99	69,03	79,41
Walet (P)	83,28	73,03	92,11	78,58	73,99	79,28	76,34	71,59	78,52
Hegro (P)	81,41	70,75	94,13	80,31	75,31	79,00	76,56	63,77	77,65
Zduno (P)	80,44	71,74	90,36	76,39	71,50	78,95	73,52	66,10	76,12
Klawo (H)	86,09	73,94	95,11	81,50	80,33	85,99	86,04	71,14	72,52
Amilo (P)	78,57	67,86	90,78	78,53	66,05	77,11	75,90	67,91	75,34
Dańkowskie Złote (P)	80,35	66,32	90,43	79,63	74,45	82,69	75,79	67,05	77,09
Średnia Mean	81,23	72,13	92,24	79,20	76,17	81,50	76,84	69,18	

P — Odmiana populacyjna; Population cultivar

H — Odmiana mieszańcowa; Hybrid cultivar

W tabeli 3 przedstawiono średnie kwadraty z łącznej analizy wariancji, które pozwoliły na weryfikację hipotez ogólnych dotyczących braku zróżnicowania efektów środowisk (E), genotypów (G) oraz interakcji genotypowo-środowiskowej ($G \times E$). Jak wynika z rezultatów przedstawionych w tej tabeli wszystkie hipotezy zerowe zarówno w standardowym jak i intensywnym wariancie uprawy, zostały odrzucone.

Tabela 3

Średnie kwadraty dla źródeł zmienności w łącznej analizie wariancji
Mean squares in the combined analysis of variance

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	1	6181,40*	332,49
Miejscowości — Station	7	768,07**	1658,16
Środowiska — Environments	7	1018,09**	1670,50**
Genotypy — Genotypes	16	211,47**	115,26**
Genotypy $\times$ lata — Genotypes $\times$ years	16	38,02**	82,15**
Genotypy $\times$ miejscowości Genotypes $\times$ station	112	18,84**	16,35**
Genotypy $\times$ środowiska Genotypes $\times$ environments	112	14,38**	15,28**
Regresja względem środowiska Regression on environments	16	16,66**	11,36
Odchylenie od regresji Regression deviation	96	14,00**	15,94**
Błąd doświadczeń — Experimental error	256	5,22	10,54

* Istotność na poziomie $\alpha = 0,05$

* Significant at the level $\alpha = 0,05$

** Istotność na poziomie $\alpha = 0,01$

** Significant at the level $\alpha = 0,01$

Analizy dotyczące poszczególnych odmian i ich współdziałania ze środowiskami glebowo-pogodowymi przedstawiono w tabeli 4. Oceniając przeciętną wysokość plonowania genotypów żyta ozimego za pomocą wartości efektów głównych oraz odpowiednich wartości statystyki F, można stwierdzić, że zarówno w standardowym, jak i intensywnym wariancie uprawy odmiany mieszańcowe Ursus, Fernando, Klawo i Esprit odznaczały się wyższymi plonami w porównaniu do pozostałych analizowanych obiektów. Odmiany te w standardowych warunkach uprawy charakteryzowały się jednak gorszą stabilnością plonowania, czyli większym odstępstwem reakcji plonu na środowiska od reakcji stabilnej rolniczo (Beckas i Leom, 1986), o czym świadczą istotne wartości F dla interakcji ze środowiskiem (tab. 4). W intensywnym wariancie uprawy odmiany Ursus i Esprit wykazały się lepszą stabilnością, ponieważ nie stwierdzono dla nich istotnej interakcji genotypowo-środowiskowej. Dalszą analizę stabilności plonowania badanych odmian żyta przeprowadzono za pomocą regresji łącznej interakcji poszczególnych genotypów względem efektów środowiska. Niskie i nieistotne współczynniki regresji zarówno w standardowym, jak i intensywnym wariancie uprawy świadczą o braku regresyjnej zależności między efektami interakcyjnymi plonowania analizowanych odmian a efektami środowiska (tab. 5).

Tabela 4

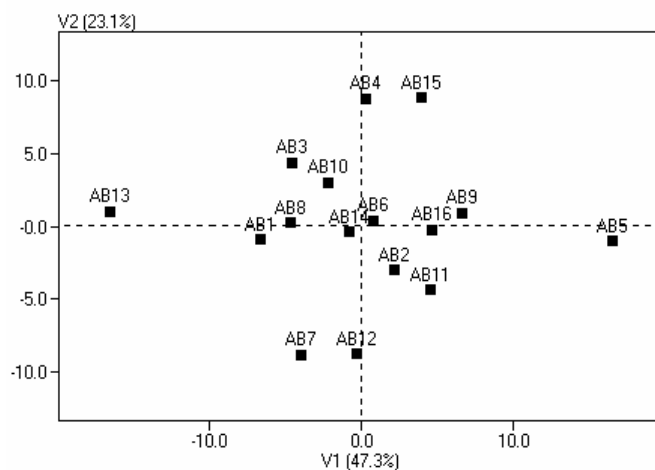
Testowanie odmian żyta ozimego i ich interakcji ze środowiskami
Testing of winter rye cultivars and their interactions with environments

Genotypy Genotypes	Wariant standardowy Standard variant			Wariant intensywny Intensive variant		
	ocena efektu głównego main effect estimation	statystyka F dla: statistic F for:		ocena efektu głównego main effect estimation	statystyka F dla: statistic F for:	
		efektu głównego main effect	interakcji ze środowiskami interaction with environments		efektu głównego main effect	interakcji ze środowiskami interaction with environments
Ursus (H)	8,03	77,25*	2,72*	4,15	17,31*	1,61
Nawid (H)	-1,11	5,67	0,71	-1,94	4,01	1,52
Wibro (P)	-1,87	6,92*	1,65	-2,19	3,34	2,31*
Warko (P)	-1,65	7,34*	1,21	-1,43	3,39	0,97
Fernando (H)	7,12	40,86*	4,04*	4,56	15,10*	2,22*
Motto (P)	-0,52	0,57	1,58	-0,22	0,06	1,33
Bosmo (P)	-3,00	10,20	2,88*	-0,70	0,45	1,74
Kier (P)	-0,87	1,71*	1,45	-0,80	0,06	1,72
Adar (P)	-4,17	44,77*	1,26	-2,83	11,86*	1,09
Esprit (H)	3,22	6,11*	5,53*	4,67	141,06*	0,25
Luco (H)	-0,26	0,04	5,71*	0,85	1,67	0,70
Walec (P)	-1,08	1,93	1,99	-0,04	0,00	0,84
Hegro (P)	-1,82	7,44*	1,45	-0,91	1,06	1,25
Zduno (P)	-1,27	4,00	1,31	-2,44	5,36	1,79
Klawo (H)	5,21	8,00*	11,06*	3,96	7,02*	3,59*
Amilo (P)	-3,05	22,30*	1,36	-3,22	16,79*	1,00
Dańkowskie Złote (P)	-2,90	29,49*	0,93	-1,47	4,80	0,73
Wartość krytyczna dla $\alpha = 0,05$ Critical value at $\alpha = 0.05$		5,59	2,05		5,59	2,05

* Istotność na poziomie $\alpha = 0,05$ * Significant at the level $\alpha = 0.05$

Wyniki te świadczą o stabilności plonowania tych badanych odmian żyta ozimego, dla których nie stwierdzono istotnej interakcji. Istotne odchylenia od regresji zaobserwowano dla pięciu odmian mieszańcowych (Ursus, Fernando, Esprit, Luco i Klawo) i jednej populacyjnej (Walec) w warunkach standardowych. W intensywnych warunkach uprawy istotne odchylenia od regresji wystąpiły dla dwóch odmian mieszańcowych (Fernando i Klawo) i jednej populacyjnej (Wibro). Odmiany, dla których stwierdzono istotne wariacje odchyleń regresyjnych wobec nieistotnych współczynników regresji są odmianami nieprzewidywalnymi, o nieregularnej reakcji na środowisko.

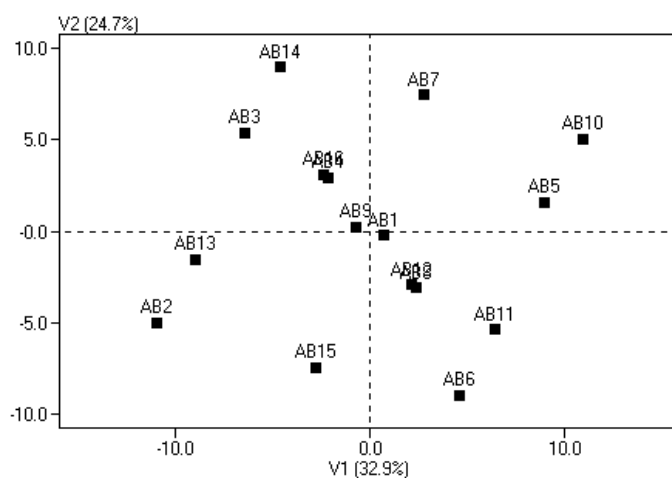
Przeprowadzono badanie struktury interakcji genotypowo-środowiskowej ($G \times E$) za pomocą analizy składowych głównych w celu uzyskania większej ilości informacji o zachowaniu się odmian żyta w zróżnicowanych warunkach glebowo-pogodowych. Uwzględniając dwa pierwsze kontrasty o najwyższym udziale w statystyce F, przedstawiono rozmieszczenie środowisk w układzie składowych głównych (rys. 1 i 2). W standardowym wariancie uprawy znaczne odległości między punktami obrazującymi plonowanie odmian w Tomaszowie Bolesławieckim (punkty AB4, AB12 na rysunku 1), Wyczechach (AB7, AB15) i Pokoju (AB5, AB13) świadczą o dużym zróżnicowaniu plonowania odmian żyta ozimego w tych miejscowościach w 2001 i 2002 roku (rys. 1).



Środowiska; Environments:

AB1 — Wroclikowo	2001	AB9 — Wroclikowo	2002
AB2 — Marianowo	2001	AB10 — Marianowo	2002
AB3 — Sulejów	2001	AB11 — Sulejów	2002
AB4 — Tomaszów Bol.	2001	AB12 — Tomaszów Bol.	2002
AB5 — Pokój	2001	AB13 — Pokój	2002
AB6 — Głodowo	2001	AB14 — Głodowo	2002
AB7 — Wyczechy	2001	AB15 — Wyczechy	2002
AB8 — Lubliniec	2001	AB16 — Lubliniec	2002

Rys. 1. Przedstawienie środowisk w układzie składowych głównych — wariant standardowej uprawy
Fig. 1. Representation of environments „Station” in the system of principal components — standard cultivation variant



Rys. 2. Przedstawienie środowisk w układzie składowych głównych — wariant intensywnej uprawy
Fig. 2. Representation of environments „Station” in the system of principal components — intensive cultivation variant

Natomiast doświadczenia przeprowadzone w Głuchowie (AB6, AB14) w obydwu latach badań charakteryzowały się dużą stabilnością plonowania badanych odmian żyta. Analizując uzyskane wyniki dla intensywnego wariantu uprawy można zauważyć znaczne zróżnicowanie plonowania odmian żyta w poszczególnych latach (rys. 2). Świadczą o tym duże odległości od początku układu współrzędnych oraz między sobą punktów obrazujących miejscowości. Na uwagę zasługuje duża stabilność plonów badanych odmian żyta ozimego w miejscowości Wrocikowo w obydwu latach badań (punkty AB1 i AB9 na rysunku 2).

Tabela 5

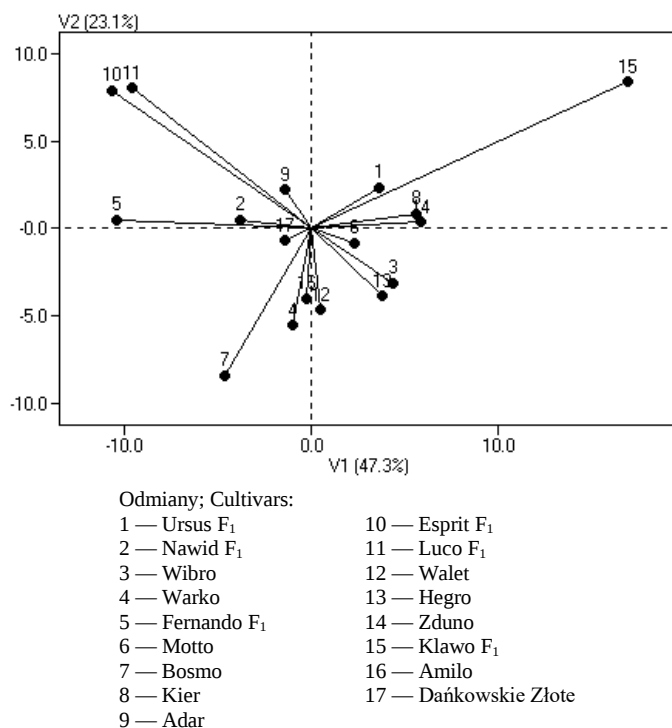
Testowanie regresji interakcji odmian żyta ozimego względem środowiska
Testing of the regression of interaction for winter rye cultivars

Genotypy Genotypes	Wariant standardowy Standard variant				Wariant intensywny Intensive variant			
	współczynnik coefficient of:		statystyka F dla: statistic F for:		współczynnik coefficient of:		statystyka F dla: statistic F for:	
	regresji regression	determinacji % determination	regresji regression	odchyleń deviations	regresji regression	determinacji % determination	regresji regression	odchyleń deviations
Ursus (H)	0,046	0,94	0,06	3,14*	0,085	4,44	0,28	1,79
Nawid (H)	0,012	0,23	0,01	0,83	-0,011	0,08	0,00	1,77
Wibro (P)	-0,101	7,62	0,05	1,78	0,183	14,38	1,01	2,30*
Warko (P)	-0,138	19,33	1,44	1,14	-0,096	9,45	0,63	1,02
Fernando (H)	-0,035	0,38	0,02	4,70*	0,032	0,46	0,03	2,58*
Motto (P)	-0,151	17,64	1,29	1,52	-0,074	4,10	0,26	1,49
Bosmo (P)	-0,319	43,16	4,56	1,91	0,010	0,06	0,00	2,03
Kier (P)	-0,021	0,38	0,02	1,69	-0,217	27,17	2,24	1,46
Adar (P)	0,189	34,68	3,18	0,96	0,159	22,87	1,78	0,98
Esprit (H)	0,263	15,30	1,08	5,47*	0,031	3,76	0,23	0,28
Luco (H)	0,230	11,30	0,76	5,91*	-0,060	5,08	0,32	0,77
Walec (P)	-0,088	4,80	0,30	2,21*	-0,165	32,09	2,84	0,66
Hegro (P)	-0,171	24,44	1,94	1,28	0,230	41,90	4,33	0,85
Zduno (P)	-0,010	0,10	0,01	1,53	-0,104	5,97	0,38	1,96
Klawo (H)	0,498	27,30	2,25	9,38*	-0,163	7,36	0,48	3,89*
Amilo (P)	-0,185	30,67	2,65	1,10	0,083	6,82	0,44	1,08
Dańkowskie Złote (P)	-0,017	0,37	0,02	1,08	0,077	8,13	0,53	0,78
Wartość krytyczna $\alpha = 0,05$				5,99	2,13	5,99 2,13		
Critical value at $\alpha = 0.05$								

* Istotność na poziomie $\alpha = 0,05$

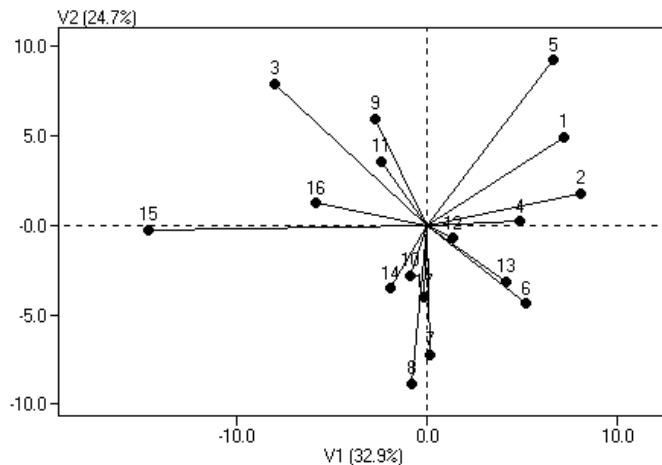
* Significant at the level $\alpha = 0.05$

Wektorowe rozmieszczenie odmian żyta ozimego w układzie dwóch pierwszych składowych głównych dla standardowych i intensywnych warunków uprawy przedstawiono odpowiednio na rysunkach 3 i 4. Znaczne oddalenie od środka układu współrzędnych odmian mieszańcowych Esprit, Luco, Klawo, Fernando i populacyjnej Bosmo wskazuje na dużą interakcję tych odmian z badanymi środowiskami w standardowych warunkach uprawy (rys. 3). Odmiany te charakteryzują się większym od pozostałych obiektów odstępstwem reakcji plonów na poszczególne warunki glebowo-pogodowe od reakcji stabilnej.



Rys. 3. Wektorowe przedstawienie odmian żyta ozimego w układzie składowych głównych — wariant standardowej uprawy

Fig. 3. Vector representation of winter rye cultivars in the system of principal components — standard cultivation variant



Rys. 4. Wektorowe przedstawienie odmian żyta ozimego w układzie składowych głównych — wariant intensywnej uprawy

Fig. 4. Vector representation of winter rye cultivars in the system of principal components — intensive cultivation variant

Najniższym poziomem interakcji genotypowo-środowiskowej wykazała się odmiana Dańkowskie Złote, natomiast pozostałe charakteryzowały się nieco wyższą, ale zbliżoną do siebie wielkością interakcji $G \times E$. Intensywny wariant uprawy spowodował znaczne zróżnicowanie plonowania odmian mieszańcowych Fernando i Klawo oraz populacyjnych Wibro i Kier w badanych środowiskach, o czym świadczą znaczne odległości od początku układu współrzędnych (rys. 2). Najniższą interakcję genotypowo-środowiskową zaobserwowano u odmiany Walet. Znaczne odległości pomiędzy punktami obrazującymi badane odmiany żyta ozimego w obu wariantach uprawy wskazują, że różnice w ich plonowaniu są modyfikowane warunkami glebowo-klimatycznymi.

WNIOSKI

1. Stwierdzono istotne zróżnicowanie plonu badanych odmian żyta ozimego we wszystkich doświadczeniach. Wykazano istotne zróżnicowanie efektów środowisk (kombinacji miejscowości z latami) oraz występowanie interakcji genotypowo-środowiskowej ($G \times E$) dla obydwu wariantów uprawy.
2. Reakcja plonowania odmian mieszańcowych w stosunku do populacyjnych jest niepodobna do reakcji stabilnej rolniczo w standardowych warunkach uprawy. Wzrost stopnia intensywności uprawy wpływa na większe podobieństwo reakcji plonowania na środowiska do reakcji stabilnej.
3. Odmiany populacyjne plonują bardziej stabilnie niż mieszańcowe, ale na wyraźnie niższym poziomie.
4. Stwierdzono, że obok wpływu poziomu agrotechniki istotne znaczenie na plonowanie odmian żyta ozimego miały również warunki glebowo-klimatyczne.
5. Na podstawie dwuletnich doświadczeń nie można jeszcze rekomendować odmian do uprawy, ale wstępne preferencje w standardowych i intensywnych warunkach uprawy otrzymać mogą odmiany Ursus, Fernando, Esprit i Klawo.

LITERATURA

- Caliński T., Czajka S., Kaczmarek Z., Krajewski P., Siatkowski I. 1998. Podręcznik użytkownika programu Sergen 3. IGR Poznań.
- Eberhart S. A., Russel W. A. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop. Sci.* 6: 36 — 40.
- Grabiński J. 1998. Przydatność odmian żyta do uprawy przy małym zużyciu środków produkcji. *Biul. IHAR* 205/206: 125 — 129.
- Kaczmarek J. 1999. Warunki przyrodnicze na Dolnym Śląsku i charakterystyka punktów doświadczalnych. Podstawy organizacji i planowania doświadczalnictwa z zarejestrowanymi odmianami roślin rolniczych na Dolnym Śląsku. *Zesz.* 1: 25 — 33.
- 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 rolniczych na Dolnym Śląsku. *Zesz.* 1: 35 — 46.
- Kadłubiec W., Bujak H., Kaczmarek J., Grochowski L. 1998. Ocena podobieństwa populacyjnych i mieszańcowych odmian żyta ozimego. *Biul. IHAR* 205/206: 23 — 29.
- Mądry W. 2003 a. Zastosowanie modeli mieszanych Shukli i regresji łącznej do analizy stabilności i adaptacji genotypów. Cz. I. Podstawy teoretyczne. *Biul. IHAR* 226/227: 7 — 14.

- Mądry W. 2003 b. Zastosowanie modeli mieszanych Shukli i regresji łącznej do analizy stabilności i adaptacji genotypów. Cz. II. Przykład dla pszenicy jarej. Biul. IHAR 226/227: 15 — 23.
- Shukla G. K. 1972. Some statistical aspects of partitioning genotype-environmental components of variability. Heredity 89: 327 — 345.