

¹Katedra Genetyki, Hodowli Roślin i Nasiennictwa, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
pl. Grunwaldzki 24a, 50-363 Wrocław
e-mail: henryk.bujak@up.wroc.pl

²Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań

HENRYK BUJAK¹, ANNA TRATWAL², FELICYTA WALCZAK²

Zmienność plonowania i cech użytkowych odmian pszenżyta ozimego w Winnej Górze

Winter triticale yielding and value traits variability in Winna Góra

Streszczenie. Przeprowadzono analizę interakcji odmian pszenżyta ozimego z latami badań. Zgodnie z metodyką przyjętą dla doświadczeń porejestrowych założono metodą pasów prostopadłych (split-block) doświadczenie polowe z 10 odmianami pszenżyta ozimego na dwóch poziomach agrotechniki – standardowym (a1) i intensywnym (a2) w trzech kolejnych sezonach wegetacyjnych w Winnej Górze. Analizowano plon ziarna, wysokość roślin oraz masę 1000 ziaren. Otrzymane wyniki z poszczególnych lat opracowano statystycznie zgodnie z metodyką dla analizy serii doświadczeń odmianowych oddzielnie dla każdego z poziomów agrotechniki. Średnie kwadraty z analiz wariacji wykazały istotne zróżnicowanie plonowania odmian pszenżyta ozimego w warunkach standardowej i intensywnej agrotechniki oraz ich zmienność w kolejnych latach. Najwyżej plonującą odmianą w standardowych warunkach agrotechniki był Trimester, a w intensywnych Algoso. Odmiany pszenżyta ozimego wykazały istotne zróżnicowanie wysokości roślin oraz masy tysiąca ziaren. W intensywnych warunkach dla masy 1000 ziaren wystąpiła interakcja odmian z latami. Większość odmian wykazała stabilność plonu ziarna, wysokości roślin i masy 1000 ziaren, a jedynie niektóre charakteryzowały się istotną interakcją z latami.

Słowa kluczowe: efekt główny, pszenżyto, stabilność plonowania

WSTĘP

Odmiany pszenżyta ozimego są mało poznane pod względem ich interakcji ze środowiskiem. Można spotkać wiele prac dotyczących interakcji odmian różnych gatunków ze środowiskiem i oceny ich stabilności [Bujak i in. 2006, 2008a, 2008b, 2008c, Dopie-

rała i in. 2003, Drzazga i in. 2009, Iwańska i in. 2009, Krystowiak i in. 2009, Rajfura i Mądry 2001, Weber i in. 2009]. Ocena zmienności i stabilności plonowania odmian i innych cech struktury plonu jest możliwa po co najmniej 3 latach badań. Wówczas mogą się ujawnić reakcje poszczególnych odmian na zmiany pogodowe występujące w trakcie prowadzonych doświadczeń. Odmiany zwykle specyficznie reagują na zmienne warunki pogodowe w poszczególnych latach. U jednych interakcja genotypowo-środowiskowa ($G \times E$) może być wysoce istotna, u innych mniejsza. Najbardziej dyskutowane problemy związane ze zmiennością i stabilnością odmian dotyczą stabilności biologicznej, inaczej statycznej, i stabilności dynamicznej, zwanej inaczej rolniczą [Bujak i in. 2008b, 2008c, Becker i Leon 1988, Lin i in. 1986, Mohammadi i in. 2007, Mohammadi i Amri 2008]. W przypadku stabilności statycznej odmiana wykazuje minimalną wariancję plonu w różnych środowiskach, czyli ma tendencję do utrzymywania stałego plonu niezależnie od warunków środowiskowych. Odmiany o tym typie stabilności mogą być uprawiane w ekstensywnych warunkach agrotechniki. Rolnicy natomiast poszukują odmian, które mają wysokie średnie plony i wyraźnie reagują na poziom agrotechniki. W tym przypadku mamy do czynienia ze stabilnością dynamiczną, która charakteryzuje odmiany wysoko plonujące, ale o dość dużej reakcji na zmienne warunki środowiska. Odmiany charakteryzujące się tego rodzaju stabilnością dynamiczną są przydatne do uprawy w intensywnym rolnictwie.

Do określenia stabilności odmian zaproponowano wiele metod parametrycznych i nieparametrycznych [Becker i Leon 1988, Bujak i in. 2008b, 2008c, Fox i in. 1990, Hühn 1990a, 1990b, 1996, Kang 1988, Mohammadi i in. 2007, Mohammadi i Amri 2008, Sabaghnia i in. 2006, Scapim i in. 2000, Shukla 1972]. Parametryczne metody oceny stabilności dostarczają dokładnych informacji o biologicznej stabilności plonowania. Są łatwe do stosowania do analizy wielokrotnych doświadczeń powtarzanych w czasie lub w miejscowościach, w których występują te same odmiany. Istnieje również szereg metod nieparametrycznych, opartych głównie na rangach genotypów w różnych środowiskach, które dają wyniki łatwe do interpretacji.

Celem pracy była ocena interakcji odmian pszenżyta ozimego na warunki pogodowe lat oraz ocena zmienności i stabilności plonowania, wysokości roślin i masy 1000 ziaren odmian pszenżyta ozimego w warunkach glebowo-klimatycznych Wielkopolski.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

W ramach Porejestrowego Doświadczalnictwa Odmianowego (PDO) w trzech sezonach wegetacyjnych (2007/08, 2008/09, 2009/10) zakładano ściśle doświadczenia polowe z kolejno 16, 18 i 17 odmianami pszenżyta ozimego. Doświadczenia, zgodnie z metodyką przyjętą dla PDO, były zakładane metodą pasów prostopadłych (split-block) w dwóch powtórzeniach na poletkach o wielkości 16,5 m² na dwóch poziomach agrotechniki – standardowym (a1) i intensywnym (a2). Poziom intensywnej agrotechniki różnił się od poziomu przeciętnego dodatkowym nawożeniem azotowym o 40 kg/ha N, pełną ochroną fungicydami, stosowaniem regulatorów wzrostu oraz dolistnym dokarmianiem mikroskładnikami. Badania przeprowadzono na terenie Polowej Stacji Doświadczalnej IOR-PIB Winna Góra.

W celu uzyskania ortogonalnego układu do analizy interakcji genotypowo-środowiskowej wybrano 10 odmian pszenżyta ozimego, które powtarzały się w kolejnych latach badań. Badane odmiany pochodziły w większości z polskich hodowli roślin: Algoso, Baltico, Grenado, Magnat, Moderato i Trismart z Hodowli Roślin Danko Sp. z o.o., Pawo, Todan i Witon z Hodowli Roślin Strzelce Sp. z o.o., a jedynie odmiana Trimestr pochodziła z hodowli zagranicznej KWS Lochow. Jako środowisko w opracowaniu przyjęto warunki klimatyczne panujące w poszczególnych latach w Winnej Górze. Wyniki pomiarów plonu ziarna, wysokości roślin i masy 1000 ziaren opracowano statystycznie zgodnie z metodyką opracowaną przez Calińskiego i in. [1987a, 1987b] dla wielokrotnych doświadczeń odmianowych. Do obliczeń wykorzystano program komputerowy Sergen 4.0. Hipotezy zerowe w analizach wariancji oraz istotność oszacowania efektów głównych dla odmian i ich interakcję z latami weryfikowano przy użyciu statystyki F. Efekty główne dla odmian obliczono jako różnice pomiędzy średnią wartością badanej cechy dla odmiany a średnią dla wszystkich odmian z poszczególnych lat badań. Wykonano także łączną trójkierunkową analizę wariancji z trzema błędami doświadczalnymi dla układu split-block. Łączna analiza wariancji dla wielokrotnej serii doświadczeń dwuczynnikowych w układzie split-block oparta została na modelu stałym.

WYNIKI I DYSKUSJA

W tabelach 1–3 przedstawione zostały średnie wartości plonowania, wysokości roślin oraz masy 1000 ziaren odmian pszenżyta ozimego z przeprowadzonych doświadczeń.

Tabela 1. Średnie plony (dt/ha) odmian pszenżyta ozimego w latach badań 2008–2010
Table 1. Average grain yield (dt/ha) of winter triticale varieties in 2008–2010

Odmiana Variety	Standardowy poziom agrotechniki Standard level of cultivation				Intensywny poziom agrotechniki Intensive level of cultivation			
	2008	2009	2010	średnia mean	2008	2009	2010	średnia mean
Moderato	51,90	73,17	78,75	67,94	61,68	79,35	90,75	77,26
Algoso	58,22	81,56	92,15	77,31	63,73	96,74	105,98	88,82
Magnat	59,10	63,99	92,07	71,72	71,76	85,08	98,97	85,27
Pawo	64,29	72,27	84,35	73,64	68,90	87,62	88,05	81,52
Witon	70,18	62,99	83,81	72,33	63,69	78,98	88,10	76,92
Todan	61,06	77,67	87,23	75,32	64,85	89,11	102,16	85,37
Baltiko	59,00	67,25	85,98	70,74	62,33	74,81	111,16	82,77
Grenado	64,78	73,38	75,25	71,14	73,91	96,55	96,49	88,98
Trismart	63,83	73,46	77,03	71,44	70,89	95,25	89,90	85,35
Trimester	62,69	76,76	89,54	76,33	67,28	81,13	100,25	82,89
Średnia – Mean	61,51	72,25	84,62		66,90	86,46	97,18	

NIR_{0,05} = 1,03 (dla odmian – for varieties)

NIR_{0,05} = 0,55 (dla lat – for years)

NIR_{0,05} = r.n. (dla interakcji – for interaction)

r.n. – różnice nieistotne – no significant differences

NIR_{0,05} = 0,77 (dla odmian – for varieties)

NIR_{0,05} = 0,42 (dla lat – for years)

NIR_{0,05} = r.n. (dla interakcji – for interaction)

Tabela 2. Średnia wysokość roślin (cm) odmian pszenżyta ozimego w latach badań 2008–2010
Table 2. Average plant height (cm) of winter triticale varieties in 2008–2010

Odmiana Variety	Standardowy poziom agrotechniki Standard level of cultivation				Intensywny poziom agrotechniki Intensive level of cultivation			
	2008	2009	2010	średnia mean	2008	2009	2010	średnia mean
Moderato	115,0	112,5	126,8	118,1	123,50	110,00	134,75	122,75
Algoso	110,0	115,0	124,5	116,5	120,00	112,50	124,25	118,92
Magnat	96,5	97,5	118,5	104,2	100,00	95,00	116,25	103,75
Pawo	111,0	107,5	121,0	113,2	116,00	110,00	118,25	114,75
Witon	107,5	105,0	106,8	106,4	107,50	97,50	118,25	107,75
Todan	120,0	112,5	129,3	120,6	123,00	112,50	136,00	123,83
Baltiko	90,0	87,5	99,0	92,2	92,50	82,50	94,50	89,83
Grenado	87,5	89,5	95,0	90,7	92,50	87,50	93,25	91,08
Trismart	120,0	110,0	126,5	118,8	123,00	115,00	129,50	122,50
Trimester	102,5	99,0	105,0	102,2	112,50	95,00	106,00	104,50
Średnia – Mean	106,0	103,6	115,5		111,10	101,80	117,10	

NIR_{0,05} = 4,43 (dla odmian – for varieties)

NIR_{0,05} = 3,93 (dla odmian – for varieties)

NIR_{0,05} = 2,43 (dla lat – for years)

NIR_{0,05} = 2,15 (dla lat – for years)

NIR_{0,05} = r.n. (dla interakcji – for interaction)

NIR_{0,05} = r.n. (dla interakcji – for interaction)

r.n. – różnice nieistotne – no significant differences

Tabela 3. Średnia masa tysiąca ziaren (g) odmian pszenżyta ozimego w latach badań 2008–2010
Table 3. Average thousand kernels weight (g) of winter triticale varieties in 2008–2010

Odmiana Variety	Standardowy poziom agrotechniki Standard level of cultivation				Intensywny poziom agrotechniki Intensive level of cultivation			
	2008	2009	2010	średnia mean	2008	2009	2010	średnia mean
Moderato	35,20	41,57	47,85	41,54	36,95	43,38	33,75	38,03
Algoso	48,25	55,50	44,45	49,40	42,15	51,99	53,20	49,11
Magnat	46,70	47,48	44,75	46,31	43,45	48,19	44,05	45,23
Pawo	34,35	43,74	40,50	39,53	38,20	43,38	43,80	41,79
Witon	40,60	40,58	38,40	39,86	39,50	39,78	41,10	40,13
Todan	34,95	49,01	40,70	41,55	38,65	45,89	49,80	44,78
Baltiko	39,15	45,09	45,20	43,15	41,70	44,15	48,80	44,88
Grenado	38,80	41,06	33,95	37,94	37,75	37,90	34,30	36,65
Trismart	40,30	54,86	53,95	49,70	47,70	55,84	53,70	52,41
Trimester	42,00	47,13	50,75	46,63	41,45	47,39	49,85	46,23
Średnia – Mean	40,03	46,60	44,05		40,75	45,79	45,24	

NIR_{0,05} = 3,95 (dla odmian – for varieties)

NIR_{0,05} = 2,41 (dla odmian – for varieties)

NIR_{0,05} = 2,16 (dla lat – for years)

NIR_{0,05} = 1,32 (dla lat – for years)

NIR_{0,05} = r.n. (dla interakcji – for interaction)

NIR_{0,05} = 4,18 (dla interakcji – for interaction)

r.n. – różnice nieistotne – no significant differences

Średnie kwadraty z analiz wariancji dla badanych cech pszenżyta ozimego wykazały zróżnicowanie lat badań i odmian pszenżyta ozimego dla plonu ziarna, wysokości roślin i masy 1000 ziaren na obydwu poziomach agrotechniki. Interakcja odmian z latami badań wystąpiła jedynie dla masy 1000 ziaren w przypadku zastosowania intensywnego poziomu uprawy (tab. 4). Interakcji odmian względem środowiska nie można tłumaczyć regresyjną zależnością, ponieważ wystąpiło istotne odchylenie od regresji. Brak interakcji dla plonu ziarna i wysokości roślin świadczy o podobnej reakcji badanych odmian na zmieniające się warunki klimatyczne w poszczególnych latach badań. Na obydwu poziomach agrotechniki najwyższe plony ziarna uzyskano w roku 2010, a najniższe w 2008. Nieco inne reakcje odmian na warunki pogodowe poszczególnych lat obserwowano dla wysokości roślin. Badane odmiany pszenżyta były najwyższe w 2010 r., natomiast w roku 2009 ich średnia wysokość była najniższa. W przypadku masy 1000 ziaren obserwowano największe wartości tej cechy w drugim i trzecim roku badań, natomiast w roku 2008 ziarno było drobniejsze i średnia dla tego roku na obu poziomach agrotechniki roku różniła się od pozostałych lat.

Tabela 4. Średnie kwadraty dla źródeł zmienności w łącznej analizie wariancji
Table 4. Mean squares for variability sources at the variance analysis

Źródło zmienności Variability sources	Liczba stopni swobody No of degrees of freedom	Plon ziarna Grain yield		Wysokość roślin Plant height		Masa tysiąca ziaren Thousand kernels weight	
		a1	a2	a1	a2	a1	a2
Lata – Years	2	17,40**	13,42**	5,98**	3,77**	109,69**	76,29**
Odmiany – Varieties	9	1,62*	2,92**	4,84**	3,59**	52,89**	71,44**
Odmiany × lata Varieties × years	18	1,51	0,69	0,18	0,16	16,57	9,68*
Regresja względem środowiska Regression on explanatory variable	9	0,51	0,66	0,2	0,21	14,04	8,83
Odchylenie od regresji Regression deviation	9	1,51	0,71	0,16	0,1	19,09	10,53*
Błąd – Error	27	0,75	0,42	0,14	0,11	11,12	4,15

*istotność na poziomie $\alpha = 0,05$ – significance at the $\alpha = 0.05$ level

**istotność na poziomie $\alpha = 0,01$ – significance at the $\alpha = 0.01$ level

Ocenę poziomu plonowania i wartości pozostałych cech dla badanych odmian przeprowadzono, obliczając efekty główne oraz interakcję tych efektów z latami badań. Efekt główny dla odmiany to różnica między średnią wartością np. plonu danej odmiany (bądź też innej cechy – wysokości, masy tysiąca ziaren itd.) a średnią całkowitą ze wszystkich

odmian i lat w doświadczeniu. Dodatni efekt główny oznacza, że odmiana plonuje lepiej od średniej ogólnej. Istotność efektów głównych i ich interakcji z latami testowano z wykorzystaniem statystyki F. Analizując wartości efektów głównych dla plonu ziarna, można wyróżnić na standardowym poziomie agrotechniki odmianę Trimester, a na intensywnym Algosu, które plonowały istotnie wyżej od średniej wszystkich badanych odmian. Dla odmiany Pawo w warunkach przeciętnej agrotechniki stwierdzono istotnie ujemny efekt główny, co wskazuje na najniższe plonowanie tej odmiany ze wszystkich biorących udział w doświadczeniu. Pozostałe odmiany nie wykazywały istotnych odchyleń od średniej ogólnej doświadczenia. W warunkach intensywnej agrotechniki istotnie ujemną wartość efektu głównego dla plonu wykazano dla odmian Moderato i Witon. Plon pozostałych odmian na tym poziomie uprawy nie odbiega istotnie od średniej wszystkich badanych odmian. Na poziomie a1 wszystkie badane odmiany poza odmianą Witon wykazały stabilność plonowania, to znaczy ich reakcja na zmieniające się warunki klimatyczne w kolejnych latach badań była podobna. Na poziomie intensywnej agrotechniki a2 jedynie odmiana Baltiko wykazała istotną interakcję z latami badań (tab. 5).

Tabela 5. Testowanie plonu odmian pszenżyta ozimego i ich interakcji ze środowiskami
Table 5. Testing of yield of winter triticale varieties and their interaction with environments

Odmiany Varieties	Wariant standardowy Standard level			Wariant intensywny Intensive level		
	ocena efektu głównego estimate for main effect	statystyka F dla: – F statistics for:		ocena efektu głównego estimate for main effect	statystyka F dla: – F statistics for:	
		efektu głównego main effect	interakcji z latami interaction with years		efektu głównego main effect	interakcji z latami interaction with years
Moderato	-1,09	4,13	1,28	-1,64	103,97**	0,2
Algosu	0,65	2,67	0,69	1,23	26,4*	0,45
Magnat	-0,45	0,36	2,5	0,30	18,12	0,04
Pawo	-1,04	28,24*	0,17	-1,16	7,2	1,48
Witon	0,25	0,07	3,72*	-0,99	452,98**	0,02
Todan	0,18	0,08	1,73	0,26	0,65	0,81
Baltiko	0,04	0,02	0,31	-0,17	0,04	5,39*
Grenado	-0,34	2,03	0,25	0,76	2,09	2,19
Trismart	0,65	0,68	2,77	1,19	3,67	3,03
Trimester	1,16	86,38**	0,07	0,24	0,16	2,66
Wartość krytyczna dla $\alpha = 0,05$ Critical value for $\alpha = 0.05$		18,51	3,35		18,51	3,35

*istotność na poziomie $\alpha = 0,05$ – significance at the $\alpha = 0.05$ level

**istotność na poziomie $\alpha = 0,01$ – significance at the $\alpha = 0.01$ level

Tabela 6. Testowanie wysokości roślin plonu odmian pszenżyta ozimego i ich interakcji ze środowiskami

Table 6. Testing of plant height of winter triticale varieties and their interaction with environments

Odmiany Varieties	Wariant standardowy Standard level			Wariant intensywny Intensive level		
	ocena efektu głównego estimate for main effect	statystyka F dla: – F statistics for:		ocena efektu głównego estimate for main effect	statystyka F dla: – F statistics for:	
		efektu głównego main effect	interakcji z latami interaction with years		efektu głównego main effect	interakcji z latami interaction with years
Moderato	12,78	22,11*	1,80	9,81	130,43**	0,23
Algoso	8,95	74,17*	0,26	8,23	13,98	1,52
Magnat	-6,22	4,42	2,12	-4,11	1,16	4,59*
Pawo	4,78	5,44	1,02	4,89	80,87*	0,09
Witon	-2,22	1,71	0,70	-1,86	0,32	3,44*
Todan	13,87	29,79*	1,57	12,31	52,16*	0,91
Baltiko	-20,13	259,52**	0,38	-16,11	253,92**	0,01
Grenado	-18,88	46,26*	1,87	-17,61	93,25*	1,05
Trismart	12,53	1081,27**	0,04	10,56	22,56*	1,55
Trimester	-5,47	2,21	3,29*	-6,11	8,60	1,36
Wartość krytyczna dla $\alpha = 0,05$ Critical value for $\alpha = 0,05$		18,51	3,35		18,51	3,35

*istotność na poziomie $\alpha = 0,05$ – significance at the $\alpha = 0.05$ level**istotność na poziomie $\alpha = 0,01$ – significance at the $\alpha = 0.01$ level

Istotną redukcję wysokości roślin zanotowano dla odmian Baltiko i Grenado na obydwu poziomach agrotechniki (tab. 6). Na standardowym poziomie uprawy istotną dodatnią wartość efektu głównego dla wysokości roślin stwierdzono dla czterech odmian Moderato, Algoso, Todan i Trismart. Istotna interakcja efektu głównego z latami badań dla wysokości roślin wystąpiła jedynie dla odmiany Trimester. W wariancie intensywnej agrotechniki istotnie dodatnie wartości efektów głównych dla tej cechy wykazano dla odmian Moderato, Pawo, Todan i Trismart. U odmian Magnat i Witon wystąpiła istotna interakcja efektów głównych z latami.

W przypadku masy 1000 ziaren nie obserwowano dużych odchyłeń odmian od średniej ogólnej. W standardowych warunkach uprawy jedynie odmiana Pawo wykazała istotnie ujemną wartość efektu głównego. Odmianą pszenżyta ozimego o istotnie większej masie 1000 ziaren na poziomie $\alpha = 0,05$ była Trismart, natomiast dla odmiany Pawo stwierdzono istotnie ujemną wartość efektu głównego (tab. 7). Istotna interakcja z latami badań wystąpiła jedynie dla odmiany Grenado.

W całkowitej zmienności plonu oraz wysokości roślin i masy 1000 ziaren badanych odmian pszenżyta stwierdzono znaczny udział wariancji lat badań, podobnie jak w przypadku analiz struktury zmienności plonu i innych cech przeprowadzonych na podstawie

wyników doświadczeń porejestrowych w innych gatunkach [Bujak i in. 2006a, 2006b, 2007, 2008c, Drzazga i in. 2009, Derejko i in. 2009, Mądry 2003, Mądry i in. 2006, Weber i in. 2009, 2011a, 2011b]. Można zatem stwierdzić, iż w kształtowaniu wysokości plonu dużą rolę odegrały warunki pogodowe, a zwłaszcza ilość opadów atmosferycznych.

Tabela 7. Testowanie masy tysiąca ziaren odmian pszenżyta ozimego i ich interakcji ze środowiskami

Table 7. Testing of thousand kernels weight of winter triticale varieties and their interaction with environments

Odmiany Varieties	Wariant standardowy Standard level			Wariant intensywny Intensive level		
	ocena efektu głównego estimate for main effect	statystyka F dla: – F statistics for:		ocena efektu głównego estimate for main effect	statystyka F dla: – F statistics for:	
		efektu głównego main effect	interakcji z latami interaction with years		efektu głównego main effect	interakcji z latami interaction with years
Moderato	-2,02	0,48	2,54	-5,90	4,37	6,40
Algozo	5,84	4,59	2,23	5,19	7,00	3,09
Magnat	2,75	1,96	1,15	1,31	1,09	1,25
Pawo	-4,03	22,61*	0,22	-2,13	36,94*	0,10
Witon	-3,70	3,00	1,37	-3,80	7,53	1,54
Todan	-2,01	0,79	1,54	0,86	0,19	3,09
Baltiko	-0,42	0,27	0,19	0,96	0,41	1,82
Grenado	-5,63	4,82	1,97	-7,27	9,91	4,29*
Trismart	6,14	4,27	2,65	8,49	89,98*	0,64
Trimester	3,07	2,70	1,04	2,31	3,79	1,13
Wartość krytyczna dla $\alpha = 0,05$ Critical value for $\alpha = 0,05$		18,51	3,35		18,51	3,35

*istotność na poziomie $\alpha = 0,05$ – significance at the $\alpha = 0,05$ level

**istotność na poziomie $\alpha = 0,01$ – significance at the $\alpha = 0,01$ level

W pracy oceniono stabilność plonowania odmian pszenżyta ozimego w ciągu kilku lat, wykorzystując metody parametryczne. Oceniono istotność efektów głównych i ich interakcji ze środowiskami oraz obliczono wartości współczynników regresji liniowej odmian według metody Eberhata i Russela [1966]. W badaniach struktury interakcji odmian z warunkami lat badań zmienną niezależną jest środowisko (w tym przypadku rok badań) wyrażone w postaci odchyłań średnich dla danego roku od średniej ogólnej, a zmienną zależną ocena efektów interakcyjnych tej odmiany w poszczególnych latach. Takie podejście nie zawsze pozwala jednak na wyróżnienie odmian charakteryzujących się szeroką i wąską adaptacją do różnych warunków klimatycznych. Włączenie do analiz struktury interakcji odmian ze środowiskami glebowo-klimatycznymi metod nieparametrycznych w znacznym stopniu ułatwia taki podział [Scapim i in., 2000, Rajfura i Mądry

2001, Mądry 2002, 2003, Sabaghania i in. 2006, Moammadi i in. 2007, 2008]. Ważnym zagadnieniem dla praktyki rolniczej staje się wszechstronna wiedza o interakcji odmian zarówno z warunkami glebowymi, jak i pogodowymi. Daje to możliwość oceny stabilności plonowania odmian roślin rolniczych oraz ułatwia producentom wybór odmian o określonej reakcji na zmienne warunki środowiska glebowo-klimatycznego.

WNIOSKI

1. Wykazano istotne zróżnicowanie plonowania odmian pszenżyta ozimego w warunkach standardowej i intensywnej agrotechniki oraz zmienność w kolejnych latach. Badane odmiany nie wykazały dla plonu istotnej interakcji z latami, czyli ich reakcja na zmieniające się warunki pogodowe w tych latach była podobna.

2. Najwyżej plonującą odmianą w standardowych warunkach agrotechniki był Tri-mester, a w intensywnych Algoso.

3. Odmiany pszenżyta ozimego wykazały istotne zróżnicowanie wysokości roślin oraz masy tysiąca ziaren. W intensywnych warunkach dla masy 1000 ziaren wystąpiła interakcja odmian z latami.

4. Większość odmian wykazała stabilność plonu ziarna, wysokości roślin i masy 1000 ziaren, a jedynie niektóre charakteryzowały się istotną interakcją z latami.

PIŚMIENNICTWO

- Becker H.C., Leon J., 1988. Stability analysis in plant breeding. *Plant Breed.* 101, 1–23.
- Bujak H., Dopierała A., Dopierała P., Nowosad K., 2006. Analiza interakcji genotypowo-środowiskowej plonu odmian żyta ozimego. *Biul. IHAR* 240/241, 151–160.
- Bujak H., Jedyński S., Kaczmarek J., 2008a. Ocena stabilności plonowania odmian żyta ozimego na podstawie parametrycznych i nieparametrycznych metod. *Biul. IHAR* 250, 189–201.
- Bujak H., Jedyński S., Kaczmarek J., 2008b. Zastosowanie metody rang grup jednorodnych i współczynnika zmienności do badania stabilności plonowania odmian żyta. *Biul. IHAR* 250, 217–224.
- Bujak H., Jedyński S., Kaczmarek J., Kotecki A., 2008c. Ocena stabilności plonowania populacyjnych i mieszańcowych odmian rzepaku ozimego. *Biul. IHAR* 250, 261–271.
- Caliński T., Czajka S., Kaczmarek Z., 1987a. A model for the analysis of series of experiments repeated at several places over a period of years. I. Theory. *Biul. Oceny Odm.* 10, 35–71.
- Caliński T., Czajka S., Kaczmarek Z., 1987b. A model for the analysis of series of experiments repeated at several places over a period of years. II. Exemple. *Biul. Oceny Odm.* 10, 35–71.
- Derejko A., Mądry W., Gozdowski D., Rozbicki J., Golba J., Piechociński M., Studnicki M., 2011. Wpływ odmian, miejscowości i intensywności uprawy oraz ich interakcji na plon pszenicy w doświadczeniach PDO. *Biul. IHAR* 259, 131–146.
- Dopierała P., Bujak H., Kaczmarek J., Dopierała A., 2003. Ocena interakcji genotypowo-środowiskowej plonu populacyjnych i mieszańcowych odmian żyta ozimego. *Biul. IHAR* 230, 243–253.
- Drzazga T., Paderewski J., Mądry W., Krajewski P., 2009. Ocena rodzajów reakcji plonowania odmian pszenicy ozimej w doświadczeniach PDO na przestrzennie zmienne warunki przyrodnicze w kraju. *Biul. IHAR* 253, 71–82.
- Eberhart S.A., Russell W.A., 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 6, 36–40.

- Fox P.N., Skovmand B., Thompson B., Braun H.J., Cormier R., 1990. Yield and adaptation of hexaploid spring triticale. *Euphytica* 47, 57–64.
- Hühn M., 1990a. Non parametric measures of phenotypic stability. Part. 1 Theory. *Euphytica* 47, 189–194.
- Hühn M., 1990b. Non parametric measures of phenotypic stability. Part. 2 Application. *Euphytica* 47, 195–201.
- Hühn M., 1996. Non-parametric analysis of genotype \times environment interaction by ranks. W: Kang M.S., Gauch H.G. (red.), *Genotype by environment interaction*. CRC press, Boca Raton, FL, USA, 213–228.
- Iwańska M., Mądry W., Rajfura A., Drzazga T., 2009. Porównanie wskaźników stopnia szerokiej adaptacji odmian na przykładzie serii doświadczeń przedrejstrowych z pszenicą ozimą. *Biuletyn IHAR* 253, 31–45.
- Kang M.S., 1988. A rank sum method for selecting high yielding and stable crop genotypes. *Cereal Res. Commun.* 16, 113–115.
- Krystowiak K., Adamski T., Surma M., Karczmarek Z., Kuczyńska A., 2009. Ocena zróżnicowania odmian pszenicy pod względem cech użytkowych z wykorzystaniem jedno- i wielowymiarowych metod statystycznych. *Biul. IHAR* 253, 11–19.
- Lin C.S., Binns M.R., Levkowitz L.P., 1986. Stability analysis, were do we stand? *Crop Sci.* 26, 894–900.
- Mądry W., 2002. Skuteczność kryterium YS Kanga, opartego na średniej stabilności plonu w wyborze genotypów zbóż o szerokiej adaptacji w rejonie uprawnym. *Rocz. Nauk Roln., Seria A* 116, 11–24.
- Mądry W., 2003. Analiza statystyczna miar stabilności na podstawie danych w klasyfikacji genotypy \times środowiska. Część II. Model mieszany Shukli i model regresji łącznej. *Coll. Biom.* 33, 207–220.
- Mądry W., Talbot M., Ukalski K., Drzazga T., Iwańska M., 2006. Podstawy teoretyczne znaczenia efektów genotypowych i interakcyjnych w hodowli roślin na przykładzie pszenicy ozimej. *Biul. IHAR* 240/241, 13–32.
- Mohammadi R., Abdulahi A., Haghparast R., Armian M., 2007. Interpreting genotype \times environment interactions for durum wheat grain yields using nonparametric methods. *Euphytica* 157, 239–251.
- Mohammadi R., Amri A., 2008. Comparison of parametric and non-parametric methods for selecting stable and adapted durum wheat genotypes in variable environments. *Euphytica* 159, 419–432.
- Rajfura A. Mądry W., 2001. Metoda wyboru genotypów o szerokiej adaptacji wykorzystująca zarówno ich średnie w rejonie, jak i stabilność plonowania. *Coll. Biometr.* 31, 169–182.
- Sabaghania N., Dehghani H., Sabaghpour H., 2006. Nonparametric methods for interpreting genotype \times environment interaction of lentil genotypes. *Crop Sci.* 46, 1100–1106.
- Scapim C.A., Oliveira V.R., Braccinil A., Cruz C.D., Andrade C.A.B., Vidigal M.C.G., 2000. Yield stability in maize (*Zea mays* L.) and correlations among the parameters of the Eberhart and Russell, Lin and Binn and Huehn models. *Genet. Mol. Biol.* 23, 387–393.
- Shukla G.K., 1972. Some statistical aspects of partitioning genotype-environmental components of variability. *Heredity* 29, 237–245.
- Weber R., Zalewski D., Karczmarek J., 2009. Analiza zmienności masy tysiąca ziaren odmian pszenicy ozimej w seriach doświadczeń PDO na Dolnym Śląsku. *Biul. IHAR* 253, 59–70.
- Weber R., Bujak H., Karczmarek J., Gacek E., 2011a. Analiza zmienności plonowania odmian pszenicy ozimej w Polsce południowo-zachodniej. *Biul. IHAR* 260/261, 121–133.
- Weber R., Zalewski D., Bujak H., Karczmarek J., Śmiełek E., 2011b. Interakcja odmian pszenicy ozimej z warunkami środowiska w kształtowaniu plonowania na podstawie wyników PDO na Dolnym Śląsku. *Annales UMCS, Sec. E, Agricultura*, 1–10.

Praca wykonana w ramach Krajowego Programu Porejstrowego Doświadczalnictwa Odmianowego koordynowanego przez COBORU.

Summary. An analysis of the interaction of winter triticale varieties with the years was made in Winna Góra (wielkopolskie region). The results of the analysis are obtained from post-registration variety trials from three successive vegetation seasons (2008–2010) of field experiments. The experiment was set up according to the post-registration variety trials split-block method, with two levels of cultivation – standard (a1) and intensive (a2) ones. In order to receive the orthogonal system, 10 varieties which were repeated every year were chosen for the statistical analysis. The yield, plant height, the weight of a thousand of kernels were analyzed statistically according to the methods for analysis of variety trials series, separately for the cultivation level. Moreover, three-direction variance analysis with three experimental errors was carried out. Mean squares from variance analysis indicate significant differences for winter triticale yields at standard and intensive cultivation levels and variability in years. The highest yield at the standard cultivation level is shown by variety Trimester, whereas at the intensive level it is Algoso. Winter triticale varieties display significant differences for the plant height and the weight of a thousand of kernels. At the intensive cultivation level, an interaction of varieties \times years for the weight of a thousand of grains was observed. Many varieties show no interaction with years for grain yielding, plant height and the weight of a thousand of kernels.

Key words: main effect, interaction $G \times E$, triticale, yielding stability