

ZBIGNIEW LAUDAŃSKI^{1,2}
DARIUSZ R. MAŃKOWSKI¹
LESZEK SIECZKO²

¹ Pracownia Ekonomiki Nasiennictwa i Hodowli Roślin
Zakład Nasiennictwa i Nasionoznawstwa, IHAR — Radzików

² Katedra Biometrii, Wydział Rolnictwa i Biologii
SGGW — Warszawa

Próba oceny technologii uprawy pszenicy ozimej na podstawie danych ankietowych gospodarstw indywidualnych Część II. Ocena technologii uprawy

Attempt to evaluate winter wheat cultivation technology on the basis of survey data from individual farms Part II. Evaluation of cultivation technology

Niniejsza praca wykorzystuje wyniki uzyskane w części pierwszej (Laudański i in., 2007), w której zastosowanie wielowymiarowej metody analizy czynnikowej pozwoliło na pogrupowanie technologii stosowanych w indywidualnych gospodarstwach rolniczych w grupy o podobnych tendencjach warunków siedliskowych oraz zabiegów agrotechnicznych. W ten sposób uzyskane warianty technologii uprawy zostały poddane analizie metodą regresji wielokrotnej plonów względem warunków siedliskowych i zabiegów agrotechnicznych. Zastosowano także metodę analizy skupień do oceny „bliskości” poszczególnych technologii ze względu na poziom ich poszczególnych składowych. W końcu, dla całościowej oceny technologii wykonano analizy statystyczne dla układów technologie × lata oraz odmiany × technologie z uwzględnieniem badania interakcji między nimi, wykorzystując metodę analizy interakcji genotypowo-środowiskowej.

Słowa kluczowe: agrotechnika, analiza czynnikowa, interakcja genotypowo-środowiskowa, materiał siewny, pszenica ozima, siedlisko, technologie uprawy

The results presented in first part (Laudański *et al.*, 2007) have been utilized in this paper. A multidimensional method of factor analysis was applied in the first part. The method made possible to classify technologies used in private farms into groups of similar trends of habitat conditions and agrotechnology. The combinations of cultivation technologies obtained in this way were analyzed using multiple regression of yields vs. habitat conditions and agrotechnology. Moreover, a cluster analysis was used to estimate the distances among different technologies considering the levels of particular components. Finally, statistical analyses for the relationships between technologies and years as

well as between and cultivars and technologies, taking into account a genotype-environment interaction were performed for the entire technology estimation.

Key words: agricultural technology, cultivation technology, factor analysis, genotype-environment interaction, habitat, seed material, winter wheat

WSTĘP

Zagadnienie reakcji odmian na zmienne warunki uprawy było już, w dość ogólnym stopniu poruszane w pracach badawczych (Oleksiak i Mańkowski, 2005, 2006, 2007). W pracach tych jednak ograniczano się jedynie do porównania reakcji odmian zbóż na różne warunki nawożenia mineralnego i ochrony chemicznej, jakości stanowiska i odczynu gleby oraz ze względu na różne położenie geograficzne pól uprawnych.

W części pierwszej niniejszej pracy (Laudański i in., 2007) przedstawiono sposób statystycznej identyfikacji technologii uprawy pszenicy ozimej na podstawie wyników badań ankietowych. Uzyskane, na podstawie badań ankietowych gospodarstw indywidualnych z lat 1992–2003, warianty grup technologii uprawy produkcyjnej pszenicy ozimej pozwoliły na pewną uogólnioną ocenę wpływu poszczególnych składowych tych technologii na poziom średniego plonu (Laudański i in., 2007). Każde pole ankietowanego gospodarstwa charakteryzowało się różnymi warunkami siedliskowymi (jakość gleby, odczyn, przedplon) oraz różnymi poziomami zabiegów agrotechnicznych (nawożenie mineralne, nawożenie organiczne, ochrona chemiczna, ilość wysiewu, termin siewu, materiał siewny). Można więc stwierdzić, że każde z tych pól przedstawiało inną technologię uprawy pszenicy ozimej.

W niniejszej pracy zostaną scharakteryzowane wyodrębnione grupy indywidualnych technologii uprawy poprzez ich ocenę wpływu na plon przy zachowaniu zmienności poszczególnych składników technologicznych. Zostanie także przedstawiona ocena stabilności tych grup technologii względem zmiennych warunków pogodowych w latach oraz reakcji odmian pszenicy ozimej uprawianych produkcyjnie przy tak określonych grupach technologii indywidualnych.

MATERIAŁ I METODY

Materiał do analiz stanowiły wyniki badań ankietowych indywidualnych gospodarstw rolnych, przeprowadzane w latach 1992–2003 przez Pracownię Ekonomiki Nasiennictwa i Hodowli Roślin IHAR w Radzikowie. Do analiz wybrano dane z pól, na których uprawiano pszenicę ozimą. Dane te obejmowały łącznie 4141 pól uprawnych.

W części pierwszej (Laudański i in., 2007) wyodrębniono na podstawie tych danych 16 wariantów technologii uprawy (od „0” do „15”). Dla scharakteryzowania wyodrębnionych technologii produkcji przeprowadzono dla każdej z nich analizę regresji wielokrotnej z jednoczesnym uwzględnieniem wpływu lat. Wyznaczono, na podstawie cech plonotwórczych wyodrębnionych technologii uprawy, macierz odległości D^2 Mahalanobisa, by następnie wykonać analizę skupień metodą najbliższego sąsiedztwa (pojedynczego wiązania). Przeprowadzono także analizę interakcji genotypowo-środowiskowej z zastosowaniem modelu mieszanego Sheffégo-Calińskiego oraz modelu regresji łącznej

Calińskiego-Kaczmarka (Caliński, 1967; Caliński i in., 1997; Mądry i Rajfura, 2003), w układach: technologia uprawy × lata oraz odmiany × technologia uprawy.

Obliczenia wykonano w pakiecie statystycznym SPSS w wersji 12.0 (SPSS Inc., 2003), w Systemie SAS® w wersji 9.1 (SAS Institute Inc., 2004 a, 2004 b) oraz w programie SERGEN 3 (Caliński i in., 1998).

OMÓWIENIE WYNIKÓW I DYSKUSJA

Wyniki analiz metodą regresji wielokrotnej (tab. 1) wybranych cech plonotwórczych dla każdej z wyodrębnionych technologii uprawy, pozwalają na identyfikację podstawowych przyczyn warunkujących poziom średniego plonu dla każdej z technologii. Poszczególne lata, wyrażone średnimi plonami pszenicy w danym roku, reprezentowały różne, losowe układy warunków klimatycznych.

- W przypadku technologii „0” istotny wpływ na plon miały: NPK, przedplon oraz jakość stanowiska.
- W przypadku technologii uprawy „1” — obornik, NPK, termin siewu, pestycydy, odmiana i warunki klimatyczne (lata uprawy).
- Dla technologii „2” — NPK, termin siewu, pestycydy, odczyn gleby, jakość stanowiska, warunki klimatyczne (lata uprawy).
- Dla technologii „3” — ilość wysiewu, NPK, pestycydy, materiał siewny, odmiana oraz warunki klimatyczne (lata uprawy).
- W przypadku technologii „4” — NPK, przedplon i jakość stanowiska.
- Dla technologii „5” — obornik, pestycydy, odczyn gleby, jakość stanowiska oraz warunki klimatyczne (lata uprawy).
- Dla technologii „6” — ilość wysiewu, pestycydy, odczyn gleby, jakość stanowiska i warunki klimatyczne (lata uprawy).
- W przypadku technologii „7” — NPK, pestycydy, materiał siewny, odczyn gleby, jakość stanowiska i warunki klimatyczne (lata uprawy).
- W przypadku technologii „8” — przedplon, materiał siewny, jakość stanowiska i warunki klimatyczne (lata uprawy).
- Dla technologii „9” — NPK, przedplon, jakość stanowiska oraz warunki klimatyczne (lata uprawy).
- W przypadku technologii „10” — pestycydy, jakość stanowiska, warunki klimatyczne (lata uprawy).
- Dla technologii „11” — ilość wysiewu, jakość stanowiska, warunki klimatyczne (lata uprawy).
- W przypadku technologii „12” — termin siewu, pestycydy, przedplon, odczyn gleby, jakość stanowiska i warunki klimatyczne (lata uprawy).
- Dla technologii „13” — pestycydy, przedplon, materiał siewny, odczyn gleby, jakość stanowiska oraz warunki klimatyczne (lata uprawy).
- Dla technologii „14” — przedplon, odmiana, jakość stanowiska i warunki klimatyczne (lata uprawy).
- W przypadku technologii „15” były to NPK, przedplon, oraz odmiana.

Tabela 1

Analiza regresji wielokrotnej plonów względem czynników w wyodrębnionych szesnastu technologiach uprawy
Multiple regression analysis for yields versus chosen factors of 16 separated cultivation technologies

Technologia uprawy Cultivation technology	Ocena parametrów Parameter estimation	Stała Intercept	obornik manure	Ilość wysiewu Sowing amount	NPK N, P, K fertilization	Termin siewu Sowing date	Pestycydy Pesticides	Przedplon Forecrop	Materiał siewny Seed material
0	stała/wsp.***	16,34575	0,32894	0,96716	3,29557	-1,76719	1,60445	1,99191	1,83455
	statystyka t t-statistics	3,10**	0,13	0,83	3,45**	-1,30	1,24	2,40*	1,96
1	stała/wsp.***	30,25551	-3,84045	1,10713	2,18783	-3,44115	2,63766	0,60491	0,14741
	statystyka t t-statistics	5,34**	-3,35**	1,06	2,25*	-2,94**	1,97*	1,17	0,17
2	stała/wsp.***	21,85902	4,49122	-0,81559	2,18569	-3,98165	3,75361	-1,42944	1,88785
	statystyka t t-statistics	3,42**	1,46	-0,70	2,03*	-2,84**	2,70**	-1,46	1,86
3	stała/wsp.***	13,35038	-0,34909	2,18825	2,36974	-0,75523	4,16764	0,63177	2,56636
	statystyka t t-statistics	1,88	-0,18	2,53*	2,39*	-0,71	3,27**	1,11	3,62**
4	stała/wsp.***	13,97552	3,33211	1,93859	3,66175	0,56659	-0,79381	2,25395	0,51148
	statystyka t t-statistics	2,92**	1,22	1,75	4,08**	0,42	-0,62	2,87**	1,11
5	stała/wsp.***	16,2627	6,55622	1,38554	1,48894	-1,79826	6,90042	1,71073	0,05912
	statystyka t t-statistics	2,45*	2,59*	1,06	1,34	-1,07	3,93**	2,53*	0,12
6	stała/wsp.***	1,51854	-2,70893	3,64457	2,25550	1,03161	3,68498	0,85117	0,80504
	statystyka t t-statistics	0,20	-0,74	2,91**	1,85	0,60	2,37*	0,78	1,06
7	stała/wsp.***	8,40486	-0,33134	0,78692	2,58256	-0,63241	4,00802	0,54546	1,07920
	statystyka t t-statistics	1,28	-0,17	0,81	2,72**	-0,49	2,61**	0,99	2,14*
8	stała/wsp.***	8,67617	0,94828	-2,34202	2,57737	-0,80551	1,52499	2,32953	2,34830
	statystyka t t-statistics	1,07	0,44	-1,45	1,93	-0,44	1,44	3,43**	3,18**
9	stała/wsp.***	-2,34414	-0,09085	-0,43454	7,42109	-0,21877	0,81047	2,74122	0,71487
	statystyka t t-statistic	-0,30	-0,08	-0,39	5,92**	-0,17	0,92	5,07**	1,35
10	stała/wsp.***	31,12485	-1,86873	-0,93003	1,63862	-2,49399	2,91108	-0,09103	0,09606
	statystyka t t-statistics	5,04**	-0,76	-0,97	1,50	-1,89	3,37**	-0,16	0,20
11	stała/wsp.***	18,86701	0,01248	-2,32139	1,58313	0,10337	0,89032	0,79495	0,55634
	statystyka t t-statistics	2,15*	0,01	-2,38*	1,58	0,08	0,84	1,37	1,04
12	stała/wsp.***	16,35558	3,11787	-1,48103	2,02545	-4,93549	2,54214	1,70745	0,7441
	statystyka t t-statistics	2,19*	1,24	-0,89	1,66	-2,64**	2,93**	2,71**	1,59
13	stała/wsp.***	-3,96582	3,49653	0,62261	1,11859	0,00421	1,94385	2,17391	1,55611
	statystyka t t-statistics	-0,50	1,96	0,47	0,96	0,00	2,29*	4,62**	3,84**
14	stała/wsp.***	31,68615	-5,72606	1,93011	0,87722	-1,52579	1,19864	1,55003	0,61595
	statystyka t t-statistics	4,45**	-1,99	1,62	0,76	-1,08	1,10	2,30*	1,29
15	stała/wsp.***	13,73361	0,27475	1,41600	2,78862	1,51660	0,39839	2,12389	-0,9663
	statystyka t t-statistics	1,61	0,13	1,29	2,21*	1,08	0,38	3,49**	-0,19

Technologia uprawy Cultivation technology	Ocena parametrów Parameter estimation	Odczyn gleby Soil pH	Odmiana Cultivar	Jakość stanowiska Soil quality	Lata Years	Model regresji wielokrotnej Multiple regression model			
						statystyka F F-statistics	R modelu R for model	R ² modelu R ² for model	poprawiony R ² adjusted R ²
0	stała/wsp.*** statystyka t t-statistics	0,87298 1,04	0,77564 1,71	2,43627 2,61**	0,69921 1,94	4,57**	0,3545	0,1257	0,0982
1	stała/wsp.*** statystyka t t-statistics	1,09808 1,44	1,32993 2,86**	0,82493 0,80	0,82723 2,30*	5,94**	0,4281	0,1833	0,1524
2	stała/wsp.*** statystyka t t-statistics	4,26221 4,40**	0,74881 1,47	4,03086 3,47**	1,17015 2,85**	7,25**	0,5068	0,2568	0,2214
3	stała/wsp.*** statystyka t t-statistics	0,41456 0,49	1,49033 3,29**	1,78265 1,27	0,71145 1,99*	5,68**	0,4696	0,2205	0,1817
4	stała/wsp.*** statystyka t t-statistics	-0,44636 -0,95	0,31062 0,66	2,40527 2,46*	0,66241 1,96	4,33**	0,3797	0,1442	0,1109
5	stała/wsp.*** statystyka t t-statistics	-0,28083 -0,57	-0,75080 -1,42	2,21411 1,65	0,93191 2,31*	5,40**	0,4346	0,1889	0,1539
6	stała/wsp.*** statystyka t t-statistics	0,94225 2,07*	1,29096 1,94	2,56506 2,11*	1,02270 2,33*	3,41**	0,3861	0,1491	0,1054
7	stała/wsp.*** statystyka t t-statistics	0,86259 2,19*	-0,24597 -0,53	3,49890 3,20**	2,35055 6,63**	8,24**	0,4588	0,2105	0,1850
8	stała/wsp.*** statystyka t t-statistics	0,74327 0,63	0,54598 0,76	4,85713 4,07**	2,28377 3,57**	8,26**	0,6093	0,3712	0,3263
9	stała/wsp.*** statystyka t t-statistic	1,05074 1,21	0,17265 0,26	4,17666 3,01**	1,63515 3,21**	11,92**	0,5804	0,3369	0,3087
10	stała/wsp.*** statystyka t t-statistics	0,76806 1,07	0,22721 0,34	1,96410 2,08*	2,48897 6,12**	7,94**	0,5014	0,2514	0,2198
11	stała/wsp.*** statystyka t t-statistics	0,32279 0,44	-0,71001 -0,90	4,98453 3,33**	2,10276 4,82**	5,34**	0,4382	0,1920	0,1560
12	stała/wsp.*** statystyka t t-statistics	2,10847 4,55**	-0,32302 -0,43	6,14064 4,75**	1,39942 2,58*	10,80**	0,5905	0,3487	0,3164
13	stała/wsp.*** statystyka t t-statistics	1,13180 2,36*	0,36318 0,51	6,02224 4,05**	0,97777 2,00*	11,31**	0,5650	0,3501	0,3192
14	stała/wsp.*** statystyka t t-statistics	0,83681 1,68	-2,79218 -3,42**	2,77040 2,11*	1,21329 2,45*	3,84**	0,4165	0,1735	0,1283
15	stała/wsp.*** statystyka t t-statistics	-0,68614 -1,38	2,63773 3,02**	1,81636 1,13	0,71937 1,34	3,75**	0,4215	0,1777	0,1303

* Istotne przy $\alpha = 0,05$; ** Istotne przy $\alpha = 0,01$; *** Estymowana wartość stałej i cząstkowych współczynników regresji
* Significant at $\alpha = 0.05$; ** Significant at $\alpha = 0.01$; *** Estimated value of intercept and regression partial coefficients

Należy zauważyć, iż w przypadku technologii „0”, „4” i „15” nie stwierdzono istotnego wpływu warunków klimatycznych reprezentowanych przez lata uprawy na średni poziom osiągniętych plonów. Technologie „0” i „4” należą do grupy technologii najsłabszych, natomiast technologia „15” jest technologią zdecydowanie najlepszą (Laudański i in., 2007).

Macierz odległości D^2 Mahalanobisa (tab. 2) oraz dendrogram (rys. 1) pozwalają stwierdzić, iż najbardziej zbliżone do siebie, pod względem zróżnicowania cech plonotwórczych, są technologie „2” i „3” ($D^2 = 5,17$), „0” i „1” ($D^2 = 5,45$), „4” i „5” ($D^2 = 5,51$), „14” i „15” ($D^2 = 6,37$), „12” i „13” ($D^2 = 6,38$) oraz „10” i „11” ($D^2 = 7,70$).

Tabela 2

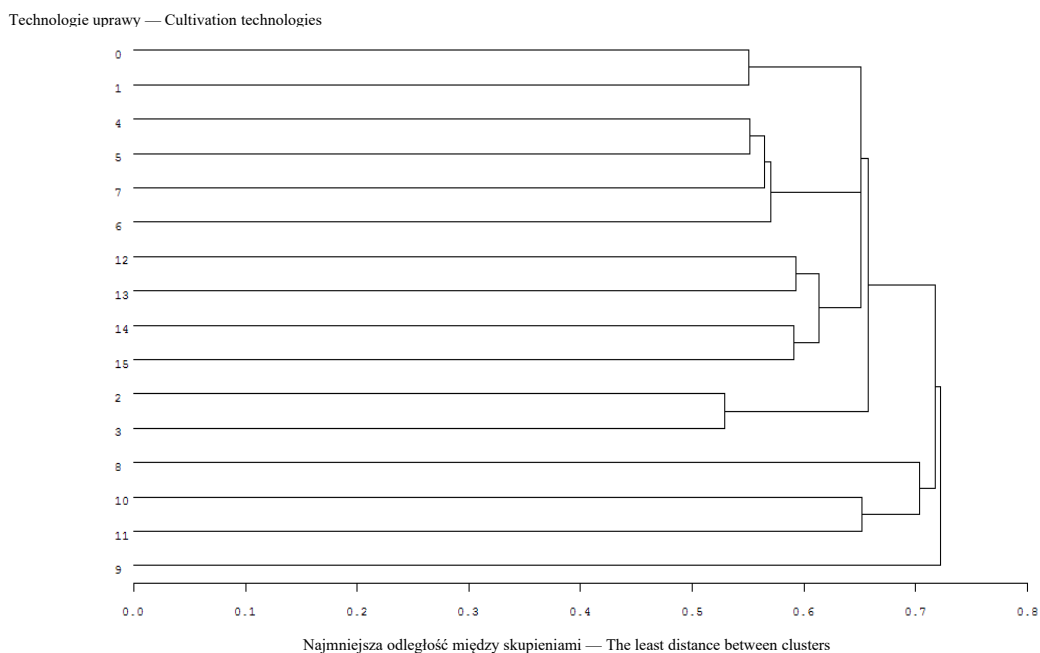
Macierz odległości D^2 Mahalanobisa pomiędzy wyodrębnionymi technologiami uprawy
D-squared Mahalanobis distance matrix between separated cultivation technologies

D^2	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0							
1	5,4449	0						
2	6,0623	11,7877	0					
3	11,5932	7,3545	5,1651	0				
4	6,06333	12,9616	10,6574	16,2090	0			
5	11,6237	8,2103	16,2221	11,2060	5,5103	0		
6	13,3418	20,2625	7,0562	11,6959	5,3821	10,3225	0	
7	20,3578	15,8660	13,9614	6,9073	12,5892	5,3911	6,8944	0
8	13,6439	20,7138	13,8689	21,9853	14,9291	24,1129	19,7187	30,4696
9	21,4135	16,7563	23,1486	17,3542	23,4293	18,2488	29,2661	24,1779
10	19,4233	26,5188	7,5746	14,0477	22,6067	30,6365	15,1542	24,8542
11	26,0375	20,5334	13,4551	7,6601	29,4076	24,8009	20,9290	16,5305
12	17,6116	24,7127	18,4765	24,3212	7,4252	13,8423	10,6992	19,3014
13	25,1953	21,3427	26,3370	21,5998	15,1808	10,8872	18,7693	15,4915
14	24,3384	32,5820	14,4984	20,2488	13,3115	20,0255	5,5350	14,9558
15	30,9902	28,0878	19,4712	16,0897	20,5392	15,7840	11,1083	11,6859

D^2	8	9	10	11	12	13	14	15
0								
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8	0							
9	10,5045	0						
10	8,7148	19,9292	0					
11	17,9578	11,5657	7,6953	0				
12	7,7572	16,7331	17,1232	24,5517	0			
13	14,6041	7,6928	23,9831	18,1392	6,3817	0		
14	15,9400	26,6962	10,8510	18,0810	6,3096	13,9404	0	
15	24,4007	19,6068	16,8405	10,2466	13,8745	9,3156	6,3742	0

Wszystkie odległości były istotne statystycznie przy $\alpha = 0,01$

All distances were significant at $\alpha = 0.01$



Rys. 1. Dendrogram podobieństwa wyodrębnionych technologii uprawy
Fig. 1. Tree graph showing similarity of separated cultivation technologies

Na podstawie średnich wartości czynników plonotwórczych (Laudański i in., 2007) można wyznaczone technologie produkcji scharakteryzować w następujący sposób:

- „0” — stanowisko słabe, niskie nawożenie NPK, niski poziom ochrony chemicznej, gleba o odczynie kwaśnym, słaby przedplon, materiał siewny niskiej jakości, odmiany o niskim potencjale plonotwórczym, niska ilość wysiewu, obornik stosowany głównie w roku uprawy.
- „1” — stanowisko średnie, niskie nawożenie NPK, niski poziom ochrony chemicznej, gleba o odczynie kwaśnym, słaby przedplon, materiał siewny niskiej jakości, odmiany o niskim potencjale plonotwórczym, niska ilość wysiewu, obornik stosowany głównie w roku poprzedzającym rok uprawy.
- „2” — stanowisko średnie, średnie nawożenie NPK, średni poziom ochrony chemicznej, gleba o odczynie kwaśnym, słaby przedplon, materiał siewny niskiej jakości, odmiany o niskim potencjale plonotwórczym, średnia ilość wysiewu, obornik stosowany głównie w roku uprawy.
- „3” — stanowisko dobre, średnie nawożenie NPK, niski poziom ochrony chemicznej, gleba o odczynie kwaśnym, średni przedplon, materiał siewny niskiej jakości, odmiany o niskim potencjale plonotwórczym, wysoka ilość wysiewu, obornik stosowany głównie w roku uprawy.

- „4” — stanowisko słabe, niskie nawożenie NPK, niski poziom ochrony chemicznej, gleba o odczynie lekko kwaśnym, słaby przedplon, materiał siewny niskiej jakości, odmiany o średnim potencjale plonotwórczym, wczesny siew, niska ilość wysiewu, obornik stosowany głównie w roku uprawy.
- „5” — stanowisko dobre, niskie nawożenie NPK, niski poziom ochrony chemicznej, gleba o odczynie lekko kwaśnym, słaby przedplon, materiał siewny niskiej jakości, odmiany o średnim potencjale plonotwórczym, wczesny siew, średnia ilość wysiewu, obornik stosowany głównie w roku uprawy.
- „6” — stanowisko średnie, średnie nawożenie NPK, niski poziom ochrony chemicznej, gleba o odczynie lekko kwaśnym, słaby przedplon, słaby przedplon, materiał siewny niskiej jakości, odmiany o średnim potencjale plonotwórczym, średnia ilość wysiewu, obornik stosowany głównie w roku uprawy.
- „7” — stanowisko dobre, niskie nawożenie NPK, niski poziom ochrony chemicznej, gleba o odczynie lekko kwaśnym, dobry przedplon, materiał siewny niskiej jakości, odmiany o średnim potencjale plonotwórczym, niska ilość wysiewu, obornik stosowany głównie w roku uprawy.
- „8” — stanowisko słabe, wysokie nawożenie NPK, wysoki poziom ochrony chemicznej, gleba o odczynie kwaśnym, średni przedplon, materiał siewny dobrej jakości, odmiany o średnim potencjale plonotwórczym, wysoka ilość wysiewu, obornik stosowany głównie w roku poprzedzającym rok uprawy.
- „9” — stanowisko średnie, wysokie nawożenie NPK, średni poziom ochrony chemicznej, gleba o odczynie kwaśnym, dobry przedplon, materiał siewny dobrej jakości, odmiany o średnim potencjale plonotwórczym, średnia ilość wysiewu, obornik stosowany głównie w dwa lata przed rokiem uprawy.
- „10” — stanowisko średnie, wysokie nawożenie NPK, średni poziom ochrony chemicznej, gleba o odczynie lekko kwaśnym, średni przedplon, materiał siewny niskiej jakości, odmiany o średnim potencjale plonotwórczym, późny siew, średnia ilość wysiewu, obornik stosowany głównie w roku uprawy.
- „11” — stanowisko dobre, wysokie nawożenie NPK, średni poziom ochrony chemicznej, gleba o odczynie kwaśnym, dobry przedplon, materiał siewny dobrej jakości, odmiany o średnim potencjale plonotwórczym, późny siew, wysoka ilość wysiewu, obornik stosowany głównie w roku poprzedzającym rok uprawy.
- „12” — stanowisko dobre, wysokie nawożenie NPK, średni poziom ochrony chemicznej, gleba o odczynie lekko kwaśnym, średni przedplon, materiał siewny dobrej jakości, odmiany o wysokim potencjale plonotwórczym, niska ilość wysiewu, obornik stosowany głównie w roku uprawy.
- „13” — stanowisko średnie, wysokie nawożenie NPK, średni poziom ochrony chemicznej, gleba o odczynie lekko kwaśnym, dobry przedplon, materiał siewny dobrej jakości, odmiany o wysokim potencjale plonotwórczym, niska ilość wysiewu, obornik stosowany głównie w roku poprzedzającym rok uprawy.
- „14” — stanowisko średnie, wysokie nawożenie NPK, średni poziom ochrony chemicznej, gleba o odczynie obojętnym, średni przedplon, materiał siewny dobrej

jakości, odmiany o wysokim potencjale plonotwórczym, średnia ilość wysiewu, obornik stosowany głównie w roku uprawy.

- „15” — stanowisko dobre, wysokie nawożenie NPK, średni poziom ochrony chemicznej, gleba o odczynie obojętnym, średni przedplon, materiał siewny dobrej jakości, odmiany o wysokim potencjale plonotwórczym, wysoka ilość wysiewu, obornik stosowany głównie w roku poprzedzającym rok uprawy.

W wyniku przeprowadzonej dla plonu analizy interakcji genotypowo-środowiskowej (G×E) dla układu technologie uprawy × lata (tab. 3, rys. 2), technologie podzielono, ze względu na wartości ocen efektów głównych, na trzy grupy:

- Grupę technologii istotnie lepszych od średniej środowiskowej — „15” (efekt główny = +7,9**), „12” (efekt główny = +6,1**), „13” (efekt główny = +5,7**), „9” (efekt główny = +4,8**), „14” (efekt główny = +4,5**), „11” (efekt główny = +3,7**).
- Grupę technologii istotnie słabszych od średniej środowiskowej — „0” (efekt główny = -8,4**), „1” (efekt główny = -7,0**), „4” (efekt główny = -6,0**), „2” (efekt główny = -5,9**), „5” (efekt główny = -3,1**), „6” (efekt główny = -2,5**) oraz „3” (efekt główny = -2,4*).
- Pozostałe technologie uprawy („7”, „8” oraz „10”) nie różniły się istotnie od średniej środowiskowej.

Tabela 3

Podsumowanie analizy interakcji genotypowo-środowiskowej dla wariantu technologie uprawy × lata
Overall analysis of the genotype-environment interaction for cultivation technologies × years variant

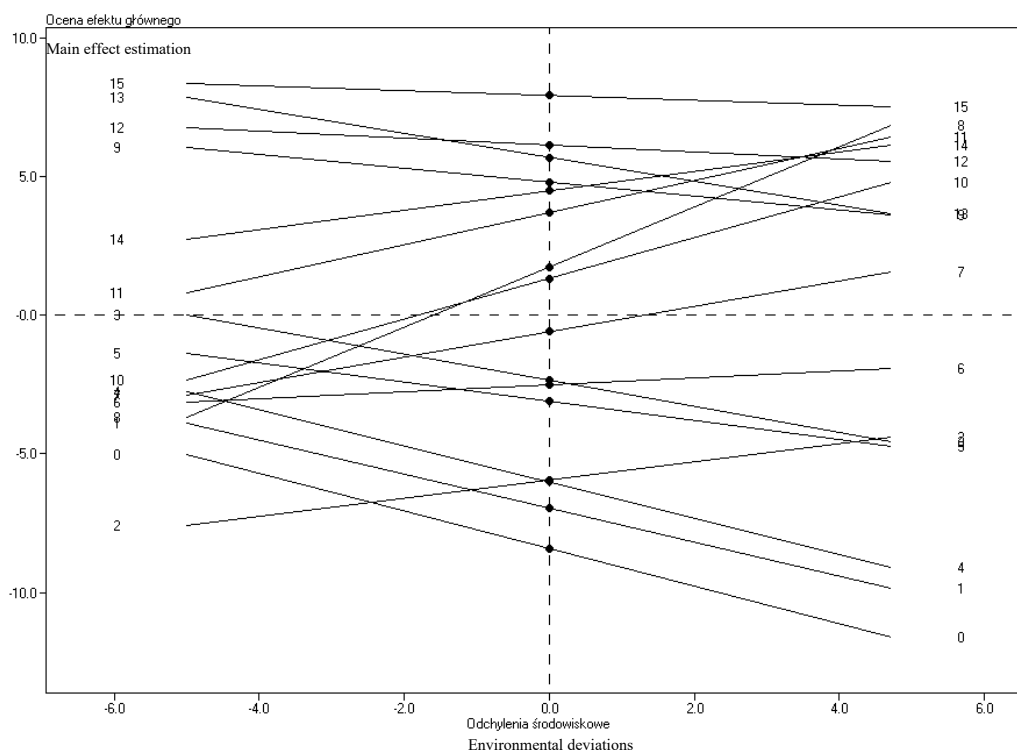
Technologie uprawy Cultivation technology	Ocena efektu głównego Main effect estimation	Wartość F dla efektu głównego F value for main effect	Wartość F dla interakcji F value for interaction	Współczynnik regresji Coefficient of regression	Wartość F dla regresji interakcyjnej F value for interaction regression
0	-8,410	98,36**	3,54**	-0,682	4,57
1	-6,966	94,52**	2,07*	-0,613	5,51*
2	-5,942	60,86**	1,91*	0,325	0,97
3	-2,348	6,41*	2,26**	-0,470	1,43
4	-6,005	77,22**	1,43	—	—
5	-3,104	27,81**	1,46	—	—
6	-2,516	15,31**	1,09	—	—
7	-0,583	0,68	1,95*	0,459	2,59
8	1,747	0,95	2,84**	1,083	2,14
9	4,801	16,87**	3,44**	-0,250	0,23
10	1,328	2,22	2,44*	0,735	4,95*
11	3,704	29,22**	1,49	—	—
12	6,142	37,06**	2,10*	-0,126	0,08
13	5,695	31,83**	1,51	—	—
14	4,511	23,34**	2,49**	0,350	0,73
15	7,945	77,89**	2,75**	-0,087	0,05

* Istotne przy $\alpha = 0,05$; ** Istotne przy $\alpha = 0,01$

* Significant at $\alpha = 0,05$; ** Significant at $\alpha = 0,01$

Technologie „4”, „5”, „6”, „11” i „13” uznano za technologie gwarantujące stabilne plony na przestrzeni lat (brak istotnej interakcji genotypowo-środowiskowej). Pozostałe wykazały istotną interakcję ze środowiskiem. Przy czym technologia „10” okazała się niestabilna — intensywna (istotna regresja interakcyjna i dodatni współczynnik regresji),

to znaczy w latach o korzystniejszym układzie warunków klimatycznych pozwalała ona na uzyskiwanie relatywnie wyższych plonów pszenicy ozimej, natomiast technologia „1” okazała się niestabilna — ekstensywna (istotna regresja interakcyjna i ujemny współczynnik regresji), czyli pozwalała na uzyskiwanie relatywnie wyższych plonów w gorzszych latach uprawy. Reakcji plonów w pozostałych niestabilnych technologiach niestety nie udało się opisać istotną funkcję regresji interakcyjnej, możemy je więc określić mianem technologii nieprzewidywalnych w reakcji na zmienne warunki klimatyczne.



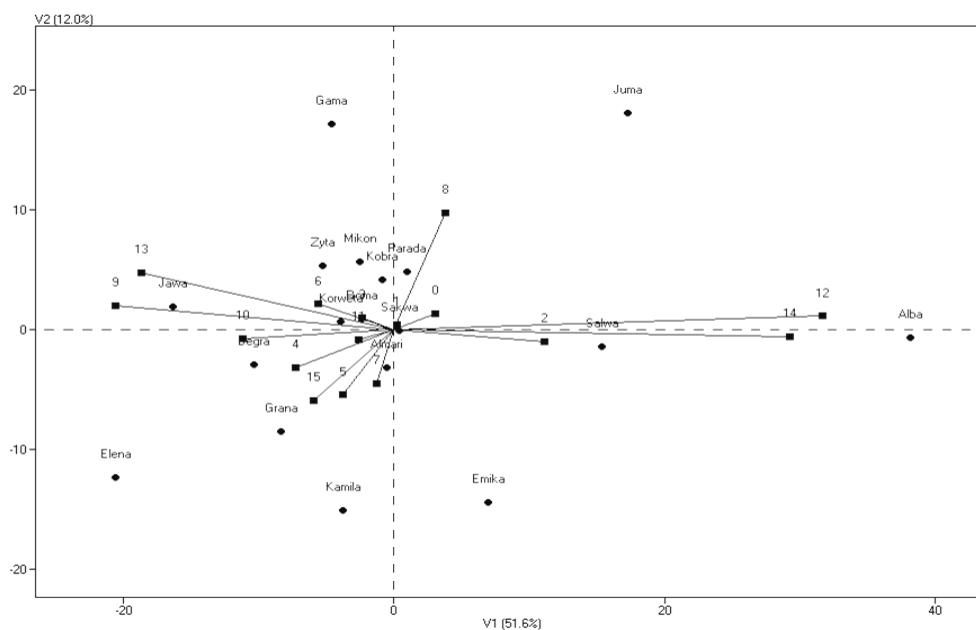
Rys. 2. Graficzna prezentacja interakcji genotypowo-środowiskowej dla wariantu technologie uprawy × lata
Fig. 2. Graphic presentation of the genotype-environment interaction for cultivation technologies × years variant

Analiza interakcji G×E dla układu odmiany × technologia uprawy (tab. 4) pozwoliła na opisanie zachowania się odmian pszenicy ozimej w różnych technologiach uprawy. Jedyne odmiana Korweta charakteryzowała się istotnym, dodatnim (+2,5) efektem głównym. W różnych technologiach uprawy odmiany Zyta, Korweta, Sakwa, Kobra, Juma, Kamila, Almari, Salwa oraz Begra plonowały w sposób stabilny, nie wykazując istotnej interakcji z technologiami. Wszystkie pozostałe odmiany (Elena, Mikon, Roma, Parada, Alba, Jawa, Emika, Gama, Grana) plonowały niestabilnie i w sposób nieprzewidywalny, wykazując istotną interakcje z technologiami, lecz nie wykazując istotnej regresji interakcyjnej.

Tabela 4

Podsumowanie analizy interakcji genotypowo-środowiskowej dla układu odmiany × technologie uprawy
Overall analysis of the genotype-environment interaction for cultivar × cultivation technologies variant

Technologie uprawy Cultivation technology	Ocena efektu głównego Main effect estimation	Wartość F dla efektu głównego F value for main effect	Wartość F dla interakcji F value for interaction	Współczynnik regresji Coefficient of regression	Wartość F dla regresji interakcyjnej F value for interaction regression
Zyta	-0,425	0,20	0,27	—	—
Korweta	2,539	8,45*	0,12	—	—
Sakwa	1,547	3,97	1,40	—	—
Elena	-0,917	0,21	4,56**	-0,285	0,44
Mikon	1,842	2,26	3,00**	0,045	0,03
Roma	-0,833	0,69	3,48**	0,021	0,01
Kobra	-0,573	1,61	1,22	—	—
Juma	1,250	0,32	1,52	—	—
Kamila	-0,482	0,14	0,98	—	—
Almari	-0,107	0,05	1,39	—	—
Parada	-0,374	0,06	2,66**	-0,523	2,96
Alba	0,616	0,06	22,67**	0,137	0,06
Jawa	-0,145	0,01	3,17**	0,363	1,06
Emika	-0,377	0,10	3,81**	0,170	0,43
Gama	-1,390	1,22	1,82*	0,042	0,02
Salwa	-1,787	1,20	1,60	—	—
Begra	0,822	0,59	1,61	—	—
Grana	-1,205	0,67	2,79**	-0,467	2,43

* Istotne przy $\alpha = 0,05$; ** Istotne przy $\alpha = 0,01$ * Significant at $\alpha = 0.05$; ** Significant at $\alpha = 0.01$ 

Rys. 3. Biplot w układzie dwóch pierwszych składowych głównych dla wariantu odmiany × technologie uprawy

Fig. 3. Biplot in two first principal components layout for cultivar × cultivation technologies variant

Analizując biplot dla układu odmiany \times technologia uprawy (rys. 3) można zidentyfikować odmiany dobrze zaadaptowane do wyznaczonych technologii uprawy. Odmiany te na wykresie znajdują się w bliskiej odległości od punktów oznaczających technologie uprawy.

PODSUMOWANIE

Wyodrębnione warianty grup technologii uprawy zostały potraktowane jako obraz tendencji w praktycznym „dawkowaniu” składników plonotwórczych wraz z oceną ich stabilności zachowań w różnych warunkach pogodowych oraz oddziaływania na uprawiane odmiany.

Przeprowadzona charakterystyka wyodrębnionych grup technologii produkcji pszenicy ozimej pozwoliła na sformułowanie następujących wniosków:

1. Największe znaczenie w kształtowaniu poziomu wyodrębnionych grup technologii miały nawożenie NPK, jakość stanowiska, liczba zabiegów pestycydami oraz warunki klimatyczne (lata uprawy). W przypadku grup technologii dających najlepsze (technologia „15”) i najgorsze (technologie „0” i „4”) efekty, warunki klimatyczne nie wpływały w sposób istotny na uzyskiwane średnie plony pszenicy ozimej.
2. Zaproponowane grupy technologii produkcji wyraźnie różniły się między sobą ze względu na poziomy składowych czynników plonotwórczych.
3. Analiza interakcji genotypowo-środowiskowej dla układu technologie \times lata, pozwoliła na wyraźne podzielenie wyodrębnionych technologii na trzy grupy (technologie najlepsze, technologie przeciętne i technologie zdecydowanie najgorsze). Dodatkowo stwierdzono, że grupy technologii oznaczonych jako „4”, „5”, „6”, „11” i „13” zapewniają stabilne plony pszenicy ozimej w latach.
4. Szereg odmian (Zyta, Korweta, Sakwa, Kobra, Juma, Kamila, Almari, Salwa oraz Begra) pszenicy ozimej cechowało się stabilnym plonowaniem w wyodrębnionych 16 grupach technologii uprawy.

LITERATURA

- Caliński T. 1967. Model analizy wariancji dla doświadczeń wielokrotnych. Rocznik Nauk Rolniczych, Seria A, 93, 3: 549 — 579.
- Caliński T., Czajka S., Kaczmarek Z. 1997. A multivariate approach to analyzing genotype-environmental interactions. Poznań.
- Caliński T., Czajka S., Kaczmarek Z., Krajewski P., Siatkowski I. 1998. SERGEN — Analiza serii doświadczeń odmianowych i genetyczno hodowlanych.
- Laudański Z., Mańkowski D. R., Sieczko L. 2007. Próba oceny technologii uprawy pszenicy ozimej na podstawie danych ankietowych gospodarstw indywidualnych. Część 1. Metoda wyodrębniania technologii uprawy. Biul. IHAR 244: 33 — 43.
- Mądry W., Rajfura A. 2003. Analiza statystyczna miar stabilności na podstawie danych w klasyfikacji genotypy \times środowiska. Cz. I. Model mieszaný Scheffego-Calińskiego i model regresji łączonej. Colloquium Biometryczne, 33: 181 — 205.
- Oleksiak T., Mańkowski D. R. 2005. Interakcja odmian pszenicy ozimej w zmiennych warunkach środowiskowych na podstawie wyników badań ankietowych. Biuletyn IHAR, 235: 5 — 11.

- Oleksiak T., Mańkowski D. R. 2006. Analiza stabilności plonowania odmian pszenżyta ozimego w przestrzeni rolniczej Polski. *Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis, Agricultura* 100: 133 — 140.
- Oleksiak T., Mańkowski D. R. 2007. Analiza stabilności plonowania odmian jęczmienia jarego w przestrzeni rolniczej Polski. *Biul. IHAR* (w druku).
- SAS Institute Inc. 2004 a. *SAS 9.1 Companion for Windows*. Cary, NC, USA, SAS Publishing, SAS Institute Inc.
- SAS Institute Inc. 2004 b. *SAS/STAT 9.1 Users Guide*. Cary, NC, USA, SAS Publishing, SAS Institute Inc.
- SPSS Inc. 2003. *SPSS Base 12.0 Users Guide*. SPSS Inc., Chicago, IL, USA.