

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 I. Metoda wyodrębniania technologii uprawy

**Attempt to evaluate winter wheat cultivation technology on the basis of survey data
from individual farms**

Part I. Method of selection of cultivation technology

W pracy wykorzystano statystyczne metody analizowania wyników badań ankietowych gospodarstw indywidualnych uprawiających pszenicę ozimą w latach 1992–2003. Każde spośród opisanych w badaniach ankietowych pól charakteryzowało się różnymi warunkami siedliskowymi (jakość gleby, odczyn gleby, przedplon) oraz różnym poziomem czynników agrotechnicznych (nawożenie mineralne, nawożenie organiczne, ochrona chemiczna, ilość wysiewu, termin siewu, materiał siewny). Można więc stwierdzić, że każde z pól przedstawiało odrębną technologię uprawy. Stosując metodę wielowymiarowej analizy czynnikowej podjęto próbę zagregowania tych technologii uprawy w grupy reprezentujące podobne technologie stosowane w praktyce. Następnie podjęto próbę scharakteryzowania oraz oceny wyodrębnionych w ten sposób grup technologii uprawy.

Słowa kluczowe: agrotechnika, analiza czynnikowa, pszenica ozima, siedlisko, technologie uprawy

The survey results for private farms cultivating winter wheat within the years 1992–2003 were analyzed statistically. Each of the fields described in the survey was characterized by different environmental conditions (soil quality, pH of soil, forecrop) and different level of technological factors (fertilization, manure, chemical protection, sowing amount, sowing term and material). This made possible to consider each of the fields as a separated cultivation technology. Using the method of multidimensional factor analysis an attempt was undertaken to separate groups including similar technological methods. Then, the groups were characterized.

Key words: agricultural technology, cultivation technology, factor analysis, habitat, winter wheat

WSTĘP

W produkcji polowej roślin rolniczych nie ma stałych, ścisłych zasad uprawy, są jedynie zalecenia uprawowe. Jednak rolnicy nie zawsze się do tych zaleceń stosują. Stwarza to znaczny problem przy próbach analizy danych pochodzących z gospodarstw indywidualnych. Technologia uprawy roślin wpływa w sposób znaczący na efekty uprawy. Tak, więc często dane pochodzące z kilku gospodarstw indywidualnych są wzajemnie nieporównywalne. W tej sytuacji badacz staje przed problemem wyodrębnieniem grup podobnych technologii uprawy. Taki zabieg umożliwia łatwiejszą identyfikację i eliminację z późniejszych analiz błędu systematycznego wynikającego z różnej kultury uprawy roślin. Podział technologii na grupy o podobnych warunkach uprawy może również mieć zastosowanie w przypadku analizy postępu technicznego i technologicznego w produkcji roślinnej.

Rolnicy indywidualni jedynie w nieznacznym stopniu stosują się dokładnie do zaleceń uprawowych. Najczęściej sami decydują o poziomach czynników uprawowych. Ich decyzje opierają się na różnych przesłankach, od uwarunkowań ekonomicznych, poprzez dostępny park maszynowy, aż po przekonanie, że „tak będzie lepiej”. Tego typu podejście stwarza bardzo duże problemy przy wykorzystaniu w badaniach wyników pochodzących bezpośrednio z gospodarstw indywidualnych, w szczególności z dużej liczby gospodarstw indywidualnych. Badania takie, oparte najczęściej na wynikach ankiet, są obciążone znaczącym błędem wynikającym z różnych, niejednorodnych warunków uprawy.

Tematyka oceny wpływu technologii uprawy na osiągnięte efekty w produkcji polowej z wykorzystaniem badań wyników badań ankietowych, była w literaturze dość powszechnie poruszana. Podejmowano próby identyfikacji i oceny wpływu czynników plonotwórczych na plony roślin uprawnych (Krzymuski, 1982; Krzymuski i in., 1993; Krzymuski i Laudański, 1995). Badano również wpływ intensywności gospodarowania na produkcję roślinną (Krzymuski i Laudański, 1993). Można również odnaleźć szereg prac dotyczących wpływu gleby na plony roślin uprawnych (Krzymuski i Krasowicz, 1985), wpływu kwalifikowanego materiału siewnego na plony (Oleksiak, 1998), wpływu nawożenia mineralnego czy też terminu siewu na plonowanie zbóż (Spychaj-Fabisiak i in., 2005) oraz wartości przedplonów w uprawie zbóż (Krzymuski, 1998). Ważnym, poruszonym przez badaczy tematem jest również wzajemne współdziałanie czynników plonotwórczych (Laudański, 1981; Krzymuski i Laudański, 1995, 1996).

W niniejsze pracy podjęto próbę identyfikacji różnych technologii uprawy pszenicy ozimej. Wyodrębnione technologie opisują praktykę uprawy pszenicy ozimej w latach 1992–2003 w ankietowanych gospodarstwach indywidualnych. W tej części pracy przedstawiono metodę identyfikacji i wyodrębniania technologii uprawy. W kolejnej części natomiast, zostanie dokonana szczegółowa charakterystyka wyodrębnionych technologii uprawy pszenicy ozimej.

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 dotyczące 4141 pól uprawnych, na których uprawiano pszenicę ozimą. Pośród badanych w ankietach czynników uprawy część stanowiły cechy ilościowe (plon, dawki nawożenia mineralnego, itp.), inne z kolei były traktowane jako cechy jakościowe (np. rodzaj materiału siewnego, odczyn gleby, rodzaj przedplonu, itp.). Do analiz wybrano tylko te czynniki produkcji, które istotnie wpływały na osiągnięte plony. Dla ujednoczenia danych i sprowadzenia poszczególnych cech do wartości porównywalnych, w pierwszej kolejności przetworzono warianty cech jakościowych oraz poszczególne lata uprawy (lata uprawy obrazują wpływ warunków klimatycznych) na wartości średnich plonów. Do dalszego etapu analiz wykorzystano następujące cechy:

- Obornik — liczba lat wstecz, kiedy zastosowano na polu nawożenie organiczne obornikiem, (średnia = 2,03; odchylenie standardowe = 1,73; minimum = 0,00; maksimum = 20,00);
- Ilość wysiewu — wyrażona w $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, (śred. = 276,99; odch. std. = 45,75; min = 140,00; max = 420,00);
- NPK — dawka nawożenia mineralnego N, P i K wyrażona w kg czystego składnika na hektar, (śred. = 157,69; odch. std. = 86,79; min = 0,00; max = 570,00);
- Termin siewu — liczba dni, które upłynęły od pierwszego stycznia do dnia siewu, (śred. = 270,60; odch. std. = 11,93; min = 225,00; max = 320,00);
- Pestycydy — łączna liczba zabiegów ochrony chemicznej fungycydami, herbicydami oraz insektycydami, (śred. = 1,70; odch. std. = 1,05; min = 0,00; max = 7,00);
- Przedplon — rodzaj przedplonu uprawianej pszenicy ozimej, przeliczony na średnie plony dla każdego przedplonu, w badaniach ankietowych rozróżniano 19 klas przedplonów, (śred. = 40,45; odch. std. = 3,57; min = 34,08; max = 48,74);
- Materiał siewny — rodzaj i stopień kwalifikacji materiału siewnego wyrażony w skali sześciostopniowej, przeliczony na średnie plony dla każdego ze stopni kwalifikacji, (śred. = 40,45; odch. std. = 3,47; min = 37,31; max = 49,99);
- Odczyn gleby — wyrażony w skali pięciostopniowej, przeliczony na średnie plony dla każdego z poziomów tej cechy, (śred. = 40,45; odch. std. = 2,22; min = 38,00; max = 45,62);
- Odmiana — średnie plony uzyskiwane dla danych odmian, do analiz wybrano dane dotyczące 18 odmian oraz grupy odmian nieznanymi krajowymi i zagranicznymi, (śred. = 40,45; odch. std. = 3,55; min = 34,40; max = 47,41);
- Jakość stanowiska — wyrażona w punktach waloryzacji rolniczej przestrzeni produkcyjnej (Witek, 1981), wyróżniono 8 poziomów tej cechy, przeliczona na średnie plony dla wartości tej cechy, (śred. = 40,45; odch. std. = 2,38; min = 29,80; max = 44,73);
- Lata uprawy — poszczególne lata reprezentowały różne, unikalne i losowe układy warunków klimatycznych istotnie wpływających na osiągnięte plony, wartość lat

wyrażono średnimi plonami uzyskiwanymi w danym roku, w przeprowadzonych analizach wykorzystano dane obejmujące 12 lat, (śred. = 40,45; odch. std. = 2,60; min = 35,18; max = 44,10).

Tak określone wartości cech przeliczono na skalę pięciostopniową według wzoru:

$$\frac{x_i - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \cdot 5,$$

gdzie:

x_i — kolejna, i -ta wartość danej cechy

x_{\max} — maksymalna wartość danej cechy

x_{\min} — minimalna wartość danej cechy.

Prawidłowy dobór cech przyczynowych dla plonowania pszenicy potwierdza wykonana analiza regresji wielokrotnej (tab. 1), z której wynika istotny wpływ każdego z wybranych czynników na plony pszenicy ozimej. W tabeli 2 przedstawiono wartości średnie, odchylenia standardowe oraz współczynniki korelacji liniowej dla wybranych cech.

Tabela 1

Wyniki analizy regresji wielokrotnej plonu względem czynników plonotwórczych z uwzględnieniem wpływu lat
Results of multiple regression analysis of yield vs. yielding factors considering time influence (years)

Model regresji wielokrotnej Multiple regression model					
czynnik factor	ocena współczynników parameter estimation	błąd standardowy standard error	statystyka t t-statistic		
Stała — Intercept	14,07077	1,03328	13,62**		
Obornik — Manure	-0,98173	0,37321	-2,63**		
Ilość wysiewu — Sowing amount	0,67628	0,18977	3,56**		
NPK — N, P, K fertilization	3,16265	0,23880	13,24**		
Termin siewu — Sowing date	-0,93524	0,25034	-3,74**		
Pestycydy — Pesticide	2,73193	0,24418	11,19**		
Przedplon — Forecrop	1,22938	0,13753	8,94**		
Materiał siewny — Seed material	0,93203	0,12434	7,50**		
Odczyn gleby — Soil pH	0,95003	0,10646	8,92**		
Odmiana — Cultivar	0,65482	0,12515	5,23**		
Jakość stanowiska — Soil quality	2,51575	0,20055	12,54**		
Lata — Time (Years)	1,33017	0,10632	12,51**		
Analiza wariancji dla modelu Model's analysis of variance					
Źródło Source	liczba stopni swobody degrees of freedom	suma kwadratów sum of squares	średni kwadrat mean square	statystyka F F-statistic	
Model — Model	11	188598	17145	179,31**	
Błąd — Error	4129	394801	95,617		
Razem — Total	4140	583399			
R modelu Model's R	0,5686	R ² modelu Model's R ²	0,3233	poprawiony R ² modelu model's adjusted R ²	0,3215

** — Istotne przy $\alpha = 0,01$; R — Współczynnik korelacji; R² — Współczynnik determinacji;

** — Significant at $\alpha = 0.01$; R — Correlation coefficient; R² — Coefficient of determination

Tabela 2

Statystyki opisowe i współczynniki korelacji liniowej dla badanych czynników różnicujących technologie uprawy
Describe statistics and linear correlation coefficients for chosen factors differentiating cultivation technology

Czynnik Factor	Statystyki opisowe Describing statistics		Współczynniki korelacji liniowej Linear correlation coefficients									
	średnia mean	odchylenie standardowe standard deviation	obornik manure	ilość wysiewu sowing amount	NPK N P K fertilization	termin siewu sowing date	pestycydy pesticide	przedplon forecrop	materiał siewny seed material	odczyn gleby soil pH	odmiana cultivar	jakość stanowiska soil quality
Obornik Manure	0,506	0,432	1,000									
Ilość wysiewu Sowing amount	2,446	0,817	0,020	1,000								
NPK N, P, K fertilization	1,383	0,761	0,230	0,045	1,000							
Termin siewu Sowing date	2,400	0,628	0,093	0,112	0,143	1,000						
Pestycydy Pesticide	1,211	0,750	0,218	-0,021	0,466	0,131	1,000					
Przedplon Forecrop	2,174	1,217	0,251	0,053	0,307	0,139	0,310	1,000				
Materiał siewny Seed material	1,239	1,369	0,197	0,005	0,302	0,071	0,334	0,210	1,000			
Odczyn gleby Soil pH	1,610	1,452	0,011	0,017	0,110	-0,085	0,091	0,062	0,101	1,000		
Odmiana Cultivar	2,32565	1,363	0,110	0,045	0,322	0,003	0,311	0,203	0,339	0,110	1,000	
Jakość stanowiska Soil quality	3,568	0,769	0,060	0,130	0,005	0,078	0,015	0,088	0,050	0,009	0,067	1,000

Kolejnym etapem analizy było wykonanie analizy czynnikowej metodą składowych głównych wyodrębniania czynników, by następnie zastosować rotację Varimax z normalizacją Kaisera dla czterech pierwszych składowych (tab. 3) (Khattre i Naik, 2000; Der i Everitt, 2002).

Tabela 3

Wyniki analizy czynnikowej — stopień wyjaśnienia zmienności
Results of factor analysis — degree of variation explanation

Czynniki główne Main factors	Wartości własne po rotacji — Rotated eigenvalues		
	ogółem total	% wariacji variance per cent	skumulowany % wariacji cumulated variance per cent
1	2,417	24,169	24,169
2	1,127	11,267	35,436
3	1,080	10,797	46,233
4	1,071	10,715	56,947

Wyznaczono także oceny wartości czynnikowych, które posłużyły do oceny ważności poszczególnych czynników przy pomocy analizy regresji wielokrotnej plonu względem tych ocen. Te oceny wartości czynnikowych posłużyły także dla określenia dla każdego czynnika dwóch poziomów w ten sposób, że jeżeli wartość czynnika głównego była ujemna, wówczas przypisywano mu liczbę 0, jeżeli natomiast wartość czynnika głównego była nieujemna, wówczas nadawano mu liczbę 1. Zestawiając wszystkie cztery czynniki główne uzyskano $2^4 = 16$ wariantów (od 0 do 15) technologii produkcji.

W ramach analizy porównawczej średnich plonów dla wyodrębnionych technologii uprawy, przeprowadzono jednoczynnikową analizę wariacji w układzie losowanych bloków, przy czym lata potratowano jako bloki (Box i in., 2005). W celu opisanie różnic pomiędzy średnimi plonami dla technologii uprawy wykorzystano procedurę porównań wielokrotnych Tukeya-Kramera (Kramer, 1956; Westfall i in., 1999).

Obliczenia wykonano w pakiecie statystycznym SPSS w wersji 12.0 (SPSS Inc., 2003) oraz w Systemie SAS® w wersji 9.1 (SAS Institute Inc., 2004 a, 2004 b).

OMÓWIENIE WYNIKÓW I DYSKUSJA

W wyniku przeprowadzonej analizy czynnikowej metodą składowych głównych z rotacją Varimax oraz zastosowaniem kryterium Kaisera, wyodrębniono cztery czynniki główne, które wyjaśniały łącznie 56,95% zmienności (tab. 3). Wartość własna czwartego czynnika głównego po rotacji przekraczała 1. Wybór czterech czynników głównych potwierdził dodatkowo test ospiska (rys. 1).

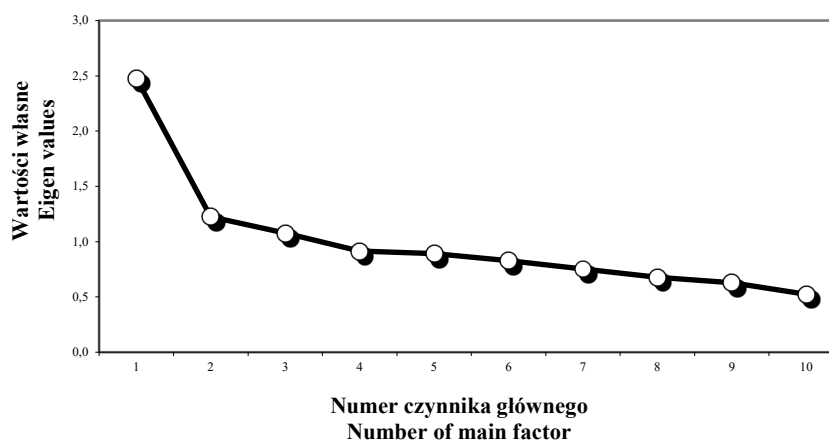
Na podstawie macierzy czynników (tab. 4) stwierdzono, że pierwszą grupę (czynnik) tworzą takie czynniki agrotechniczne jak: pestycydy, NPK, materiał siewny, odmiana, przedplon oraz obornik. Można powiedzieć, że są to w głównej mierze składniki nakładowe. Drugą grupę (czynnik) stanowią przede wszystkim: odczyn gleby, termin siewu, oraz w mniejszym stopniu wartość odmiany. To z kolei są składniki określające warunki uprawy. Trzecią grupę (czynnik) stanowią: ilość wysiewu oraz termin siewu, czyli elementy związane z siewem pszenicy ozimej. Czwartą grupę (czynnik) tworzą: jakość stanowiska, obornik

i przedplon, czyli podobnie jak w przypadku drugiej grupy, składniki związane ze stanowiskiem (warunkami) uprawy.

Tabela 4

Macierz wartości własnych rotowanych czynników głównych dla analizowanych czynników plonotwórczych
Matrix of eigen values of rotated principal factors for analyzed yielding factors

Czynnik Factor	Rotowane czynniki główne — Main factors after rotation			
	1	2	3	4
Obornik — Manure	0,414	-0,279	-0,287	0,459
Ilość wysiewu — Sowing amount			0,835	0,145
NPK — N, P, K fertilization	0,746			
Termin siewu — Sowing date	0,238	-0,618	0,468	
Pestycydy — Pesticide	0,750			
Przedplon — Forecrop	0,550	-0,168		0,296
Materiał siewny — Seed material	0,620	0,166		
Odczyn gleby — Soil pH	0,192	0,694	0,199	
Odmiana — Cultivar	0,586	0,343		
Jakość stanowiska — Soil quality			0,220	0,855



Rys. 1. Wykres osypiska
Fig. 1. Rubble graph

Pomimo, iż wyznaczone w powyższy sposób cztery czynniki główne tłumaczą jedynie niecałe 60% zmienności, to postępowanie można uznać za zasadne. Kolejne czynniki główne (pozostałe 6) tłumaczyły poniżej 10% zmienności każdy, czyli stosunkowo mało. Gdyby uwzględnić dodatkowo następny, piąty czynnik główny liczba wyznaczonych technologii wynosiłaby już 32 (2^5), ale w związku z tym, że czynnik ten tłumaczył około 7% zmienności, to różnice między tymi technologiami byłyby znikome. Można więc uznać, że podział na 16 technologii produkcji z uwzględnieniem 4 czynników głównych jest zadowalający.

Wyniki analizy regresji plonów względem ocen czynnikowych (tab. 5) pozwalają na stwierdzenie, iż największy wpływ na plon ma czynnik pierwszy ($\beta = 0,468$) oraz kolejno:

czynnik czwarty ($\beta = 0,158$), czynnik drugi ($\beta = 0,148$), a najmniejszy wpływ, aczkolwiek istotny statystycznie, ma czynnik trzeci ($\beta = 0,084$).

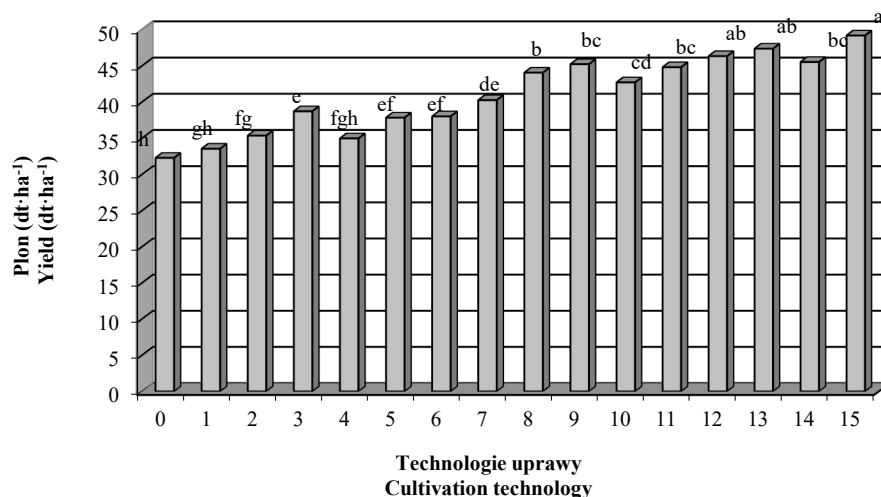
Tabela 5

Analiza regresji wielokrotnej dla plonów względem wyznaczonych czynników głównych
Multiple regression analysis for yields vs. fixed main factors

Czynnik Factor	Współczynniki niestandardyzowane Unstandardized coefficients		Współczynniki standaryzowane Standardized coefficients	Statystyka t t-statistics
	B	błąd standardowy standard error	β	
Stała — Intercept	40,453	0,157	—	257,130**
Czynnik 1 — Factor 1	5,557	0,157	0,468	35,315**
Czynnik 2 — Factor 2	1,760	0,157	0,148	11,188**
Czynnik 3 — Factor 3	1,003	0,157	0,084	6,372**
Czynnik 4 — Factor 4	1,881	0,157	0,158	11,957**

Analiza wariancji dla modelu — Model's analysis of variance					
Źródło Source	liczba stopni swobody degrees of freedom	suma kwadratów sum of squares	średni kwadrat mean square	statystyka F F-statistics	
Model — Model	4	159472	39868	389,97**	
Błąd — Error	4136	423927	102,497		
Razem — Total	4140	583399			
R modelu Model's R	0,523	R ² modelu Model's R ²	0,273	poprawiony R ² modelu model's adjusted R ²	0,273

** — Istotne przy $\alpha = 0,01$; R — Współczynnik korelacji; R² — Współczynnik determinacji
 ** — Significant at $\alpha = 0,01$; R — Correlation coefficient; R² — Coefficient of determination



Rys. 2. Wykres wartości średnich plonów dla wyodrębnionych technologii uprawy. Grupy jednorodnie wyodrębniono w oparciu o test Tukeya-Kramera dla danych nieortogonalnych, przy $\alpha = 0,05$
Fig. 2. Graph of mean values for separated cultivation technologies. Homogenous groups were separated using Tukey-Kramer test for nonorthogonal data, at $\alpha = 0,05$

Wyznaczono wartości średnie dla wybranych cech w ramach każdej z wyodrębnionych technologii uprawy (tab. 6). Średnie wartości NPK, pestycydów, przedplonu, materiału siewnego oraz odmiany zmieniały się w technologiach uprawy wprost proporcjonalnie do średnich wartości plonów. Można więc powiedzieć, że cechy te wykazywały w wyodrębnionych technologiach uprawy liniowy wpływ na plony pszenicy ozimej. Pozostałe składniki warunkujące plon (obornik, ilość wysiewu, termin siewu, odczyn gleby oraz jakość stanowiska) nie zmieniały się proporcjonalnie do średnich plonów w technologiach, co nie oznacza, że nie miały wpływu na plony. Ich wpływ może nie mieć charakteru liniowego.

Przeprowadzona analiza wariancji plonów dla wyodrębnionych szesnastu technologii uprawy wykazała istotne (wartość $F = 66,51^{**}$) różnice pomiędzy średnimi plonami dla porównywanych technologii. Średnie i wyznaczone grupy jednorodne przedstawiono na rysunku 2.

Tabela 6

Wartości średnie wybranych cech dla wyodrębnionych technologii uprawy
Mean values for chosen variables for separate cultivation technology

Technologia uprawy Cultivation technology	Plon Yield		Obornik Manure		Ilość wysiewu Sowing amount		NPK N, P, K fertilization		Termin siewu Sowing date		Pestycydy Pesticide	
	dt·ha ⁻¹	5°	**	5°	kg·ha ⁻¹	5°	kg·ha ⁻¹	5°	***	5°	****	5°
0	32,31	1,394	1,29	0,323	238,9	1,767	104,9	0,920	271,1	2,424	1,01	0,732
1	33,57	1,473	2,79	0,697	245,9	1,891	94,3	0,827	272,0	2,475	1,06	0,754
2	35,38	1,586	1,21	0,303	303,3	2,917	130,8	1,148	276,4	2,704	1,38	0,985
3	38,74	1,796	1,73	0,432	308,4	3,007	117,6	1,032	276,8	2,727	1,30	0,932
4	34,99	1,562	1,12	0,281	248,1	1,930	110,1	0,974	260,1	1,847	1,12	0,797
5	37,86	1,741	1,69	0,422	255,5	2,062	99,8	0,876	258,5	1,764	1,06	0,754
6	38,04	1,752	0,82	0,206	301,7	2,888	124,1	1,089	267,1	2,215	1,28	0,917
7	40,28	1,893	1,43	0,357	312,6	3,083	98,4	0,863	264,6	2,084	1,20	0,856
8	44,08	2,130	2,86	0,714	246,8	1,907	219,1	1,921	273,2	2,536	1,85	2,035
9	45,25	2,203	4,74	1,185	252,2	2,004	215,3	1,889	272,5	2,501	2,48	1,770
10	42,74	2,046	1,65	0,413	304,5	2,938	226,2	1,985	285,6	3,190	2,40	1,712
11	44,83	2,177	3,02	0,755	320,9	3,231	208,5	1,829	285,3	3,173	2,17	1,547
12	46,36	2,273	1,86	0,466	242,9	1,838	213,5	1,873	263,1	2,007	2,58	1,844
13	47,39	2,337	3,16	0,790	249,1	1,948	219,2	1,923	263,1	2,005	2,39	1,708
14	45,54	2,222	1,24	0,310	298,6	2,832	225,5	1,978	272,0	2,476	2,06	1,469
15	49,20	2,450	2,23	0,557	319,3	3,203	216,0	1,895	271,6	2,452	1,93	1,376
Ogółem Total	40,45	1,903	2,02	0,506	277,0	2,446	157,7	1,383	270,6	2,400	1,70	1,211
Odchylenie standardowe między technologiami Standard deviation between technologies	5,32	0,33	1,03	0,26	32,31	0,58	56,59	0,50	7,94	0,42	0,58	0,46
Współczynnik zmienności Coefficient of variation	13,0%	17,2%	50,0%	49,9%	11,6%	23,4%	34,5%	34,5%	2,9%	17,3%	34,2%	36,7%

Technologia uprawy Cultivation technology	Przedplon Forecrop		Materiał siewny Seed material		Odczyn gleby Soil pH		Jakość stanowiska Soil quality		Odmiana Cultivar		Lata uprawy Years of cultivation		
	*	5°	*	5°	*	5°	*	5°	*	5°	*	5°	
0	38,43	1,484	38,23	0,363	39,09	0,715	38,73	2,990	36,85	0,939	40,19	2,807	
1	39,68	1,910	38,26	0,375	39,08	0,710	41,46	3,903	36,58	0,836	40,15	2,784	
2	38,64	1,555	38,36	0,415	39,23	0,808	39,11	3,117	38,12	1,427	40,47	2,963	
3	40,18	2,079	38,70	0,549	39,19	0,782	42,22	4,159	38,32	1,506	40,15	2,788	
4	38,22	1,412	39,35	0,805	40,94	1,931	38,62	2,954	40,08	2,181	40,15	2,785	
5	39,49	1,845	39,48	0,857	40,88	1,890	41,81	4,020	39,74	2,050	40,15	2,785	
6	38,13	1,383	38,89	0,622	41,99	2,617	39,31	3,185	40,77	2,446	40,35	2,898	
7	39,39	1,812	39,28	0,775	41,25	2,135	42,75	4,337	41,08	2,539	40,50	2,981	
8	41,95	2,686	41,93	1,820	39,28	0,841	37,72	2,652	42,04	2,936	41,07	3,300	
9	44,24	3,464	42,61	2,091	39,29	0,849	41,33	3,860	41,91	2,885	40,81	3,159	
10	41,90	2,666	41,06	1,478	39,55	1,021	38,91	3,052	41,78	2,834	40,59	3,018	
11	43,49	3,209	41,75	1,751	39,44	0,943	42,23	4,162	41,86	2,867	40,54	3,004	
12	40,22	2,094	42,89	2,201	41,85	2,523	38,93	3,057	42,91	3,271	40,85	3,179	
13	43,45	3,197	43,79	2,553	41,82	2,507	41,53	3,927	43,43	3,468	41,08	3,308	
14	40,01	2,024	42,45	2,027	42,98	3,269	39,28	3,174	42,71	3,192	40,25	2,842	
15	41,73	2,608	43,42	2,407	42,59	3,012	42,37	4,208	42,54	3,127	40,39	2,920	
Ogółem Total	40,45	2,174	40,45	1,239	40,45	1,610	40,45	3,568	40,45	2,326	40,45	2,957	
Odchylenie standardowe między technologiami Standard deviation between technologies	1,98	0,68	2,02	0,80	1,40	0,92	1,69	0,57	2,18	0,84	0,32	0,18	
Współczynnik zmienności Coefficient of variation	4,9%	30,5%	5,0%	60,4%	3,5%	55,4%	4,2%	16,0%	5,4%	34,8%	0,8%	6,1%	
* Przeliczone na średnie plony dla klasy;							* Recalculated into average yields for classes						
** Liczba lat wstecz;							** Number of years before						
*** Liczba dni od 1 stycznia;							*** Number of days starting from 1 st January						
**** Liczba zabiegów;							**** Number of procedure operation						

Wyodrębnione technologie uprawy zostały pogrupowane pod względem średnich plonów w 8 grup jednorodnych. Najwyższe średnie plony obserwowano przy wykorzystaniu technologii „15”, „13” oraz „12”, a najniższe w przypadku technologii „0”, „1” i „4”.

Bliższa charakterystyka wyodrębnionych technologii uprawy zostanie opisana w drugiej części pracy.

PODSUMOWANIE

Wykorzystane zostały wzajemne zależności pomiędzy składnikami warunkującymi zmienność plonów, by przy pomocy analizy czynnikowej wyodrębnionych zostało cztery grupy tych składników, wyjaśniających blisko 57% zmienności układu danych. Grupy te pozwoliły z kolei na określenie 16 wariantów technologii uprawy pszenicy ozimej. Warianty te różniły się między sobą wysokością osiągniętych średnich plonów oraz średnimi

wartościami analizowanych składników technologicznych. Większość z analizowanych składników technologicznych wykazywała się znaczną wewnętrzną zmiennością wartości obserwowanych, gdyż tylko w przypadku jakości stanowiska (3,566) i lat uprawy (2,957) przekroczony został poziom oczekiwany dla danych w skali od 0 do 5.

LITERATURA

- Box G. E. P., Hunter J. S., Hunter W. G. 2005. *Statistics for experimenters — design, innovation, and discovery*. Second Edition. New Jersey, USA: Wiley and Sons Inc.
- Der G., Everitt B. S. 2002. *A handbook of statistical analyses using SAS*. Second Edition. London, UK: Chapman & Hall/CRC.
- Khattre R., Naik D. N. 2000. *Multivariate data reduction and discrimination with SAS Software*. New York, USA: SAS Publishing, SAS Institute Inc., John Wiley & Sons Inc.
- Kramer C. Y. 1956. Extension of multiple range tests to group means with unequal numbers of replications. *Biometrics* 12: 307—310.
- Krzymuski J. 1982. Ocena i prognoza efektywności głównych czynników plonotwórczych zbóż. *Rocznik Nauk Rolniczych, Seria A, Tom 105*: 71 — 90.
- Krzymuski J. 1998. Zmiany w strukturze zasiewów i wartości przedplonów zbóż w latach 1971—1995. *Rocznik Nauk Rolniczych, Ser. A, Tom 113, Z. 1-2*: 9 — 20.
- Krzymuski J., Krasowicz S. 1985. Gleba jako czynnik plonotwórczy w świetle wyników różnych badań. *Pamiętnik Puławski* 86: 11—30.
- Krzymuski J., Laudański Z. 1993. Intensywność gospodarowania a ilość i wartość produkcji roślinnej. *Rocznik Nauk Rolniczych, Seria A, T. 110, Z. 1-2*: 43 — 50.
- Krzymuski J., Laudański Z. 1995. Warunki i czynniki plonowania zbóż. Cz. II. Ocena współzależności wybranymi metodami statystycznymi. *Biul. IHAR* 193: 11 — 18.
- Krzymuski J., Laudański Z. 1996. Zmiany w uprawie i w produkcji ziemniaka. Cz. II. *Agrotechnika. Biul. IHAR* 197: 283—290.
- Krzymuski J., Laudański Z., Oleksiak T. 1993. Poziom i działanie czynników plonowania w gospodarstwach indywidualnych i państwowych. Cz. II. Ziemniaki, buraki cukrowe, rzepak ozimy. *Biul. IHAR* 185: 25 — 32.
- Laudański Z. 1981. Analiza statystyczna plonów pszenicy ozimej w warunkach produkcyjnych na podstawie danych ankietowych. *Hodowla Roślin Aklimatyzacja i Nasiennictwo, Tom 25, Zesz. 5/6*: 275—288.
- Oleksiak T. 1998. Wpływ kwalifikowanego materiału siewnego na plonowanie zbóż. *Biul. IHAR* 208: 3 — 9.
- 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 User's Guide*. Cary, NC, USA, SAS Publishing, SAS Institute Inc.
- SPSS Inc. 2003. *SPSS Base 12.0 User's Guide*. SPSS Inc., Chicago, IL, USA.
- Spychaj-Fabisiak E., Łozek O., Knapowski T., Ralcewicz M. 2005. Ocena oddziaływania terminu siewu i nawożenia azotem na wysokość plonu i zawartość białka ogólnego w ziarnie pszenżyta. *Fragmenta Agronomica* 1 (85): 550 — 573.
- Westfall P. H., Tobias R. D., Rom D., Wolfinger R. D., Hochberg Y. 1999. *Multiple Comparisons and Multiple Tests Using SAS*. Cary, NC, USA: SAS Publishing, SAS Institute Inc.
- Witek T. (red.). 1981. *Waloryzacja rolniczej przestrzeni produkcyjnej Polski według gmin. Puławy, IUNG*.