

RYSZARD WEBER<sup>1</sup>, HENRYK BUJAK<sup>2</sup>, DARIUSZ ZALEWSKI<sup>2</sup>, LUDWIK KOTOWICZ<sup>3</sup>,  
TOMASZ SEKUTOWSKI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Zakład Herbolgii i Technik Uprawy Roli we Wrocławiu

Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach

<sup>2</sup>Katedra Genetyki, Hodowli Roślin i Nasiennictwa

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

<sup>3</sup>Stacja Doświadczalna Oceny Odmian w Tomaszowie Bolesławieckim

## **ANALIZA CZYNNIKOWA PŁONOWANIA ODMIAN PSZENICY OZIMEJ W DOŚWIADCZENIACH POREJESTROWEGO DOŚWIADCZALNICTWA ODMIANOWEGO (PDO) NA DOLNYM ŚLĄSKU\***

VARIABILITY FACTORS ANALYSIS OF YIELD  
OF WINTER WHEAT VARIETIES  
ON THE POST-REGISTRATION EXPERIMENTS (PDO) IN LOWER SILESIA

**Streszczenie.** Celem badań było wyodrębnienie grup miejscowości odznaczających się znacznym podobieństwem plonowania badanych odmian pszenicy ozimej w poszczególnych punktach doświadczalnych za pomocą metody analizy czynnikowej. Analizowano plony 11 odmian pszenicy ozimej uzyskanych z doświadczeń Porejestrowego Doświadczalnictwa Odmianowego (PDO) na Dolnym Śląsku w latach 2004-2006. Spośród doświadczeń PDO wytypowano osiem miejscowości odznaczających się zróżnicowanymi warunkami glebowymi. Zmienność plonowania pszenicy w analizowanym trzyleciu była w dużym stopniu uzależniona od warunków glebowo-klimatycznych w okresie wegetacji roślin. Analiza czynnikowa umożliwiła podział Stacji Doświadczalnych Oceny Odmian na trzy grupy różniące się pod względem zmienności plonów badanych odmian pszenicy ozimej. Do pierwszej grupy zaliczono stacje doświadczalne Naroczyce, Tomaszów i Pawłowice, drugą grupę tworzyły miejscowości Kobierzyce, Zybiszów, Tarnów i Krościna, a stację Jelcz-Laskowice zaliczono do odrębnego mikroregionu.

**Słowa kluczowe:** pszenica ozima, odmiany, miejscowości, zmienność plonów

---

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

## Wstęp

Stale zwiększający się udział zbóż w strukturze zasiewów spowodował, że pszenica jest uprawiana nie tylko na kompleksach pszenno-buraczanych, lecz także na glebach zaliczanych do klasy bonitacyjnej III lub IV. Stąd też odmiany pszenicy odznaczające się szeroką adaptacją w zróżnicowanych środowiskach glebowo-klimatycznych odgrywają obecnie w hodowli decydującą rolę. W badaniach odmianowych wyróżnia się dwa rodzaje środowisk: miejscowości (stacje oceny odmian) oraz lata, czyli sezony wegetacyjne. Wpływ warunków środowiskowych na kształtowanie się plonu różnych odmian jest zwykle zróżnicowany, jest oceniany poprzez interakcję genotypowo-środowiskową, która określa wielkość zmienności plonowania odmian w badanych warunkach środowiskowych. W zróżnicowanych warunkach przyrodniczych Polski wariancja efektów interakcji genotyp  $\times$  stacje  $\times$  lata ma największe znaczenie w zmienności plonów odmian pszenicy. Badania zmienności plonowania odmian w ramach Porejestrowego Doświadczalnictwa Odmianowego (PDO) wykazały znaczne zróżnicowanie plonów odmian pszenicy ozimej w poszczególnych punktach doświadczalnych (WEBER i IN. 2011). Stopień adaptacji odmiany informuje, z jakim prawdopodobieństwem jej plon będzie większy o określoną wielkość od średnich plonów w środowiskach danego rejonu uprawy (IWANŃSKA i IN. 2008). Pożądana odmiana pszenicy powinna się odznaczać stabilnym plonem we wszystkich środowiskach rejonu docelowego i wykazywać bardzo dobrą stabilność plonowania w latach (NAVABI i IN. 2006). Genotyp stabilny dynamicznie w każdym środowisku daje plon różniący się od średniego plonu wszystkich genotypów w danym środowisku o stałą wielkość, natomiast genotyp stabilny statycznie zachowuje stałą wielkość plonu we wszystkich środowiskach (JANKOWSKI i IN. 2006). Często za pożądane uznaje się również genotypy wąsko zaadaptowane do określonego środowiska i wykazujące bardzo dużą powtarzalność w latach (ANNICCHIARICO i IN. 2006). Duże koszty poszczególnych doświadczeń w ramach PDO wskazują, że w najbliższej przyszłości należy rozważyć redukcję punktów doświadczalnych w określonych województwach naszego kraju, dlatego ocena poszczególnych miejscowości pod względem podobieństwa zmienności plonów badanych odmian pszenicy ozimej może się przyczynić do ograniczenia kosztów doświadczeń PDO w Polsce. Celem badań było wyodrębnienie za pomocą metody analizy czynnikowej grup miejscowości odznaczających się znacznym podobieństwem zmienności plonów badanych odmian pszenicy ozimej w poszczególnych punktach doświadczalnych.

## Material i metody

W latach 2004-2006 analizowano zmienność plonów 11 odmian pszenicy ozimej uzyskanych z doświadczeń Porejestrowego Doświadczalnictwa Odmianowego (PDO) na Dolnym Śląsku. Analizę przeprowadzono na poziomie intensywnym agrotechniki. Spośród doświadczeń PDO wytypowano osiem miejscowości odznaczających się zróżnicowanymi warunkami środowiska (tab. 1). Powierzchnia poletka w każdym doświadczeniu wynosiła 15 m<sup>2</sup>. Siew pszenicy w 2004 roku wykonywano warunkach suszy glebowej, która spowodowała słabsze rozkrzewienie się roślin na glebach klasy bonita-

Weber R., Bujak H., Zalewski D., Kotowicz L., Sekutowski T., 2014. Analiza czynnikowa plonowania odmian pszenicy ozimej w doświadczeniach Porejestrowego Doświadczalnictwa Odmianowego (PDO) na Dolnym Śląsku. Nauka Przyr. Technol. 8, 1, #10.

Tabela 1. Suma opadów w miesiącach III-VII (mm)  
Table 1. Total rainfall in the months of III-VII (mm)

Rok Year	Stacje – Stations							
	Naroczyce	Kobierzyce	Zybiszów	Tarnów	Tomaszów	Jelcz- -Laskowice	Pawłowice	Krościna
2004	274	233	233	403	287	235	229	256
2005	340	440	388	422	316	304	363	358
2006	343	389	414	548	359	370	321	393

cyjnej IIIb-IVa. Warunki atmosferyczne w zimie na przełomie lat 2004/05 nie stwarzały zagrożeń dla odmian pszenicy ozimej, jednak późna i chłodna wiosna oraz niekorzystny rozkład opadów w trakcie wegetacji pszenicy w tym rejonie uprawy spowodowały znaczne zróżnicowanie plonów w poszczególnych miejscowościach. Deficyt wody w maju lub czerwcu zanotowano w stacjach doświadczalnych na glebach lżejszych. Zima na przełomie lat 2005/06 oznaczała się znacznymi opadami, lecz susza pod koniec wegetacji roślin spowodowała znaczne zróżnicowanie plonów odmian pszenicy ozimej. Doświadczenia założono w dwóch powtórzeniach w układzie split-blok. Czynniki doświadczeń były warianty uprawy roli: standardowy i intensywny, w których ramach rozlosowywano odmiany pszenicy ozimej. W przedstawionej analizie badano zmienność plonów odmian pszenicy ozimej w wariancie intensywnym uprawy. Obliczenia przeprowadzono, biorąc za podstawę plon uzyskany z każdego poletka w ośmiu miejscowościach przez trzy lata. Współczynniki korelacji plonów pomiędzy poszczególnymi miejscowościami obliczono na podstawie danych uzyskanych z każdej miejscowości w okresie trzech lat (11 odmian  $\times$  2 powtórzenia  $\times$  3 lata = 66 porównań). Celem analizy czynnikowej było zmniejszenie rozmiarów macierzy korelacji badanych obiektów poprzez ograniczenie liczby współczynników korelacji. Poszukiwano tą metodą statystyczną ukrytych struktur pomiędzy badanymi zmiennymi, które są trudne do określenia na podstawie pierwotnych danych. Uzyskane tą metodą statystyczną czynniki określają powiązania pomiędzy grupami pierwotnie analizowanych zmiennych. Jeśli dwie badane zmienne wskazują znaczną korelację z tym samym czynnikiem, to istotna część korelacji między badanymi zmiennymi znajduje swe wyjaśnienie w wyodrębnionym wspólnym czynniku (MORRISON 1976, FERGUSON i TAKANE 1989). Analiza czynnikowa pozwala również badać zasoby zmienności wspólnej. Ta część wariancji plonów odmian w badanej miejscowości, która wynika z efektów wspólnych, nazywa się zasobem zmienności wspólnej. Efektem analizy czynnikowej jest macierz czynnikowa każdej zmiennej – miejscowości z każdym czynnikiem. Ładunki czynnikowe tej macierzy są odpowiednikami współczynników korelacji pomiędzy danymi zmiennymi a poszczególnymi czynnikami. Podział miejscowości na grupy uzyskujemy poprzez analizę wielkości ładunków czynnikowych i ich korelacji z poszczególnymi czynnikami. W celu jak największego zróżnicowania ładunków czynnikowych w ramach każdego czynnika przeprowadza się ich rotację. W pracy zastosowano rotację Varimax, a ładunki czynnikowe wyodrębniono za pomocą metody składowych głównych. W celu dalszej analizy zróżnicowanych plonów odmian pszenicy ozimej przeprowadzono analizę wariancji

zmienności plonów w latach w rozbiu na poszczególne komponenty wariancji lat, miejscowości, odmian. W ramach analizy wariancji badano również istotność interakcji odmian z miejscowościami, odmian z latami oraz odmian z latami i miejscowościami. Powyższe analizy wariancji wykonano dla wszystkich miejscowości oraz dwu grup punktów doświadczalnych wyodrębnionych za pomocą analizy czynnikowej. Analizę statystyczną wykonano programem Statistica 5.

## Wyniki

Średnie plony analizowanych odmian pszenicy ozimej przedstawiono w tabeli 2. Porównując średnie plonów w stacjach doświadczalnych, można stwierdzić, że warunki glebowe odegrały decydującą rolę w kształtowaniu plonów badanych odmian pszenicy ozimej. Świadczą o tym bardzo obfite plony pszenicy ozimej na kompleksach pszenno-buraczanych w Zybiszowie i Kobierzycach. Współczynniki korelacji plonów odmian pszenicy ozimej między badanymi miejscowościami wykazywały zróżnicowane wartości (tab. 3). Na podstawie macierzy korelacji w tabeli 3 nie można jednak wyodrębnić grup stacji doświadczalnych odznaczających się porównywalnym plonowaniem. Po przekształceniu ośmiu skorelowanych zmiennych (miejscowości) wyodrębniono dwa podstawowe nieskorelowane czynniki: U1 i U2, których wartości własne są większe od

Tabela 2. Średnie plony badanych genotypów (dt/ha)  
Table 2. Mean yields of the tested genotypes (dt/ha)

Genotyp Genotype	Stacje – Stations							
	Naroczycze	Kobierzycze	Zybiszów	Tarnów	Tomaszów	Jelcz- -Laskowice	Pawłowice	Krościna
‘Finezja’	73,64	108,08	94,62	78,14	60,43	60,49	66,43	104,69
‘Kobra Plus’	74,07	106,45	95,54	80,43	62,22	58,70	65,98	108,45
‘Mewa’	73,32	105,34	95,84	80,97	63,66	63,20	71,81	104,03
‘Nadobna’	83,24	114,01	106,74	82,83	66,68	61,37	79,15	107,68
‘Rapsodia’	91,78	113,34	110,82	84,60	68,57	61,87	82,23	114,73
‘Rubens’	88,38	110,98	99,35	74,19	69,33	60,71	64,06	106,94
‘Soraja’	79,06	101,51	95,04	77,58	60,36	62,44	71,49	101,60
‘Sukces’	74,39	100,04	88,83	74,76	61,31	57,26	63,75	102,00
‘Tonacja’	77,30	111,16	101,84	77,36	65,01	56,65	67,89	107,41
‘Trend’	88,38	112,25	109,83	78,45	68,10	61,68	69,96	111,68
‘Zyta’	73,64	104,32	94,13	74,81	57,06	56,82	65,62	100,07
Średnio Average	79,75	107,95	99,33	78,56	63,88	60,11	69,85	106,30

Weber R., Bujak H., Zalewski D., Kotowicz L., Sekutowski T., 2014. Analiza czynnikowa plonowania odmian pszenicy ozimej w doświadczeniach Porejestrowego Doświadczalnictwa Odmianowego (PDO) na Dolnym Śląsku. Nauka Przyr. Technol. 8, 1, #10.

Tabela 3. Macierz współczynników korelacji plonów badanych odmian pomiędzy stacjami  
Table 3. Matrix of simple correlation coefficients for yields of the tested cultivars in stations

Stacja Station	Naroczyce	Kobierzyce	Zybiszów	Tarnów	Tomaszów	Jelcz- -Laskowice	Pawłowice	Krościna
Naroczyce	1,0	0,89*	0,93*	0,45	0,78*	0,45	0,75*	0,82*
Kobierzyce	0,89*	1,0	0,95*	0,57*	0,64*	0,56*	0,63*	0,90*
Zybiszów	0,93*	0,95*	1,0	0,64*	0,68*	0,58*	0,70*	0,90*
Tarnów	0,45	0,57*	0,64*	1,0	0,19	0,51	0,26	0,72*
Tomaszów	0,78*	0,64*	0,68*	0,19	1,0	0,15	0,92*	0,51
Jelcz- -Laskowice	0,45	0,56*	0,58*	0,51	0,15	1,0	0,17	0,57*
Pawłowice	0,75*	0,63*	0,70*	0,26	0,92*	0,17	1,0	0,50
Krościna	0,82*	0,90*	0,90*	0,72*	0,51	0,57*	0,50	1,0

\*Istotność  $\alpha = 0,05$ .

\*Significance at  $\alpha = 0.05$ .

jedności (tab. 4). Czynniki te określają w 85,9% całkowitą zmienność plonów odmian pszenicy w badanych miejscowościach. Następnie analizowano zasoby zmienności wspólnej określonej przez dwa zdefiniowane czynniki (tab. 5). Pierwsza kolumna tej tabeli przedstawia udział wariancji plonów odmian pszenicy w danej miejscowości wyodrębnionej przez pierwszy czynnik, druga zaś kolumna tego zestawienia określa wielkość wariancji plonów badanej miejscowości określoną przez dwa czynniki. Ostatnia kolumna zawiera współczynnik korelacji wielokrotnej  $R^2(X_iU)$  pomiędzy daną stacją doświadczalną  $X_i$  a czynnikami  $U_1$  i  $U_2$ . Na podstawie tabeli 5 można stwierdzić, że 92% zmienności całkowitej plonów miejscowości Naroczyce jest wyjaśniane poprzez pozostałe punkty doświadczalne. Również pozostałe miejscowości są w dużym stopniu określane poprzez pozostałe zmienne włączone do modelu. Zmienność plonów w miejscowości Jelcz-Laskowice jest w mniejszym stopniu uwarunkowana zróżnicowaniem plonowania w pozostałych środowiskach. Tabela 6 zawiera wartości ładunków czynnikowych po rotacji czynników metodą Varimax. Wyniki tabeli 6 pozwoliły na wydzielenie dwóch grup miejscowości charakteryzujących się podobną zmiennością plonowania

Tabela 4. Wartości własne – wyodrębnienie: składowe główne  
Table 4. Eigen values – extraction: principal components

Czynnik Factor	Wartość własna Eigen value	Procent ogółu wariancji Percent of total variances	Skumulowana wartość własna Cumulated eigen value	Skumulowany procent Cumulated percent
U1	5,47	68,45	5,47	68,45
U2	1,40	17,50	6,87	85,94

Tabela 5. Zasoby zmienności wspólnej  
Table 5. Communalities (unrotated)

Zmienna Variable	1. czynnik (U1) 1st factor (U1)	2. czynnik (U2) 2nd factor (U2)	R <sup>2</sup>
Naroczyce	0,8853	0,9117	0,9205
Kobierzyce	0,8964	0,9007	0,9176
Zybiszów	0,9602	0,9631	0,9615
Tarnów	0,4167	0,7094	0,7026
Tomaszów	0,5748	0,9318	0,8787
Jelcz-Laskowice	0,3400	0,6704	0,4546
Pawłowice	0,5765	0,8958	0,8691
Krościna	0,8260	0,8930	0,8927

Tabela 6. Ładunki czynnikowe (rotacja Varimax) – wyodrębnienie: składowe główne  
Table 6. Factor loadings (Varimax rotation) – extraction: principal components

Zmienna Variable	1. czynnik (U1) 1st factor (U1)	2. czynnik (U2) 2nd factor (U2)
Naroczyce	0,7830*	0,5464
Kobierzyce	0,6266	0,7127*
Zybiszów	0,6583	0,7278*
Tarnów	0,0781	0,8386*
Tomaszów	0,9591*	0,1087
Jelcz-Laskowice	0,0100	0,8187*
Pawłowice	0,9371*	0,1325
Krościna	0,4637	0,8233*
Wariancja wyjaśniona Explained variance	3,4589	3,4174
Udział Participation	0,4323	0,4271

\*Istotność  $\alpha = 0,05$ .

\*Significance at  $\alpha = 0.05$ .

analizowanych odmian. Z pierwszym czynnikiem istotnie skorelowane są miejscowości Naroczyce, Tomaszów i Pawłowice, czynnik drugi zaś wykazuje istotny ładunek czynnikowy dla środowisk Kobierzyce, Zybiszów, Tarnów, Jelcz-Laskowice i Krościna. Ostatni wiersz tabeli 6 pokazuje całkowity zasób zmienności wspólnej. Pierwszy czyn-

Weber R., Bujak H., Zalewski D., Kotowicz L., Sekutowski T., 2014. Analiza czynnikowa plonowania odmian pszenicy ozimej w doświadczeniach Porejstrowego Doświadczalnictwa Odmianowego (PDO) na Dolnym Śląsku. Nauka Przyr. Technol. 8, 1, #10.

nik wyjaśnia w 43,2% całkowitą zmienność plonów odmian pszenicy ozimej, a drugi czynnik – w 42,7%.

Analiza wariancji dla wszystkich badanych miejscowości (tab. 7) potwierdziła istotne zróżnicowanie plonowania badanych odmian pszenicy ozimej w miejscowościach i w latach, jak również istotność interakcji lata  $\times$  odmiany, miejscowości  $\times$  odmiany i miejscowości  $\times$  lata  $\times$  odmiany. W wyodrębnionej pierwszej grupie miejscowości (Naroczyce, Kobierzyce, Pawłowice) nie stwierdzono istotnych różnic w plonowaniu odmian pomiędzy badanymi punktami doświadczalnymi. Również nieistotna interakcja odmiany  $\times$  miejscowości potwierdza podobną reakcję odmian na zmiany środowisk glebowo klimatycznych w analizowanych miejscowościach. Analiza wariancji drugiej grupy miejscowości wykazała istotne różnice w plonach odmian w miejscowościach Kobierzyce, Zybiszów, Tarnów, Jelcz-Laskowice i Krościna, jednak nieistotna interakcja odmian z badanymi miejscowościami wskazuje również na podobną reakcję w zmienności plonów odmian pszenicy w wymienionych punktach doświadczalnych.

Tabela 7. Średnie kwadraty plonów badanych odmian w grupach stacji w analizie wariancji  
Table 7. Mean squares variation yields of the tested cultivars in groups of stations in analysis of variance

Średni kwadrat Mean square	Pełny zbiór stacji Full set of stations	Grupy stacji Groups of stations	
		Naroczyce, Tomaszów, Pawłowice	Kobierzyce, Zybiszów, Tarnów, Krościna, Jelcz-Laskowice
Lata Years	19 625,81**	14 751,89*	9 030,30*
Stacje Stations	11 900,31**	2 118,29	14 011,38**
Lata $\times$ Stacje Years $\times$ Stations	1 718,52**	1 432,72**	1 251,96**
Odmiany Cultivars	403,07**	215,17*	215,18*
Odmiany $\times$ Lata Cultivars $\times$ Years	58,84*	36,21*	33,94*
Odmiany $\times$ Stacje Cultivars $\times$ Stations	44,49*	33,14	28,92
Odmiany $\times$ Lata $\times$ Stacje Cultivars $\times$ Years $\times$ Stations	23,77**	31,84**	17,86**
Błąd Error	5,30	4,98	6,06

\*Istotność  $\alpha = 0,05$ .

\*\*Istotność  $\alpha = 0,01$ .

\*Significance at  $\alpha = 0.05$ .

\*\*Significance at  $\alpha = 0.01$ .

## Dyskusja

Doświadczenia PDO dostarczają informacji, na podstawie których rolnicy powinni podejmować decyzje o doborze odmian do swego gospodarstwa. Wykorzystanie wyników średnich plonów odmian z danego województwa (regionu) może być jednak obciążone dużym błędem z powodu odmiennych warunków glebowo-klimatycznych w danym gospodarstwie. Z kolei analiza przestrzenna plonowania odmian ułatwia optymalizację procesu podejmowania decyzji. Analiza czynnikowa pozwoliła wyodrębnić trzy grupy miejscowości – podrejonów, różniących się zmiennością plonowania badanych odmian pszenicy. Porównując współczynniki korelacji pomiędzy poszczególnymi stacjami, można stwierdzić, że stacja Jelcz-Laskowice odznacza się małą współzależnością z pozostałymi punktami doświadczalnymi. Wynik ten potwierdza mała wartość zasobu zmienności wspólnej tego punktu doświadczalnego, należy więc przypuszczać, że obszar działania gminy Jelcz-Laskowice tworzy mikroregion o innych warunkach klimatyczno-glebowych niż pozostałe punkty doświadczalne, silnie skorelowane z czynnikiem drugim.

W literaturze można znaleźć prace dotyczące grupowania odmian lub środowisk (poprzez interakcje międzygrupowe) w celu wyjaśnienia największej części zmienności efektów interakcji (LIN 1982). Często wyodrębnia się podzbiór o dużej interakcji odmian z miejscowościami (nieróżniący się znacznie od interakcji pełnego zbioru miejscowości), który może lepiej interpretować warunki panujące w danym rejonie (LIN i BUTLER 1988). Szereg opracowań wykorzystuje również analizę skupień, w której miarą odległości pomiędzy poszczególnymi miejscowościami są odchylenia interakcyjne odmian w miejscowościach (ABOU-EL-FITTOUH i IN. 1969, CORSTEN i DENIS 1990).

Czynnikiem znacznie różnicującym plony badanych odmian w analizowanym trzyleciu były znacznie zróżnicowane opady deszczu w badanych punktach doświadczalnych. Miejscowości zaliczone do pierwszej grupy odznaczały się mniejszą sumą opadów w okresie wegetacji i lżejszymi glebami w porównaniu ze stacjami doświadczalnymi w drugiej analizowanej grupie. Niedobór wody w trakcie wegetacji był głównym powodem innego uszeregowania plonów w tych miejscowościach niż w punktach doświadczalnych charakteryzujących się glebami lepszymi zaliczanymi do klasy II. Stacje doświadczalne Naroczyce, Tomaszów i Pawłowice, istotnie skorelowane z czynnikiem pierwszym, charakteryzowały się również mniejszą wartością odczynu gleby w porównaniu z miejscowościami Zybiszów i Kobierzyce. Efektywność wykorzystania nawożenia jest uzależniona od poziomu pH gleby. Gdy poziom pH wynosi 6,5-7,0, dostępność składników dla roślin jest najlepsza. Przy lekkim zakwaszeniu gleby – pH poniżej 6,5, a szczególnie przy odczynie kwaśnym – 5,5 – pobieranie P, K i N jest ograniczone. W takich warunkach najważniejsze jest poprawienie warunków odczynu gleby poprzez wapnowanie i uzupełnienie magnezu. Przy planowaniu dawek nawożenia azotowego ważne jest, oprócz uwzględnienia zasobności danego stanowiska, uwzględnienie przewidywanego plonu z 1 ha. Przyjmuje się, że przy średniej zawartości fosforu i potasu w glebie dawki nawozów powinny pokrywać zapotrzebowanie roślin, jeżeli natomiast zawartość jest mała, to wyliczoną dawkę zapotrzebowania nawozowego należy zwiększyć o 10-20%, a w sytuacji zasobności bardzo małej – nawet do 25% przewidywanego nawożenia (KOCOŃ 2005). Prawdopodobnie w punktach doświadczalnych Naroczyce,



Tomaszów i Pawłowice hierarchia plonowania odmian pszenicy odmienna niż w stacjach Krościna i Tarnów była spowodowana również innym rozkładem sum miesięcznych opadów deszczu. W wielu pracach podkreśla się, że decydującym czynnikiem w kształtowaniu plonów odmian pszenicy jest suma opadów i temperatur w trakcie wegetacji (WEIKAI i HUNT 2001, BRANCOURT-HULMEL i LECOMTE 2003). Wykazano również, że warunki środowiskowe po kwitnieniu pszenicy wywierają większy wpływ na zróżnicowanie plonów niż czynniki środowiska w początkowych fazach rozwoju (REYNOLDS i IN. 2002). Niektóre odmiany odznaczają się obfitym plonem pomimo dużych niedoborów wody w trakcie wegetacji (AHMAD i IN. 2003). Obecnie coraz większego znaczenia nabiera hodowla nowych odmian o małych wymaganiach odnośnie do intensywności uprawy (BRANCOURT-HULMEL i IN. 2005, TRETOWAN i IN. 2005).

## Wnioski

1. Analiza czynnikowa umożliwiła podział Stacji Doświadczalnych Oceny Odmian na trzy grupy różniące się pod względem uszeregowania wielkości plonów badanych odmian pszenicy ozimej.

2. Obszar miejscowości Jelcz-Laskowice tworzy odrębny mikroregion, charakteryzujący się odmiennym plonowaniem odmian niż w pozostałych podregionach województwa dolnośląskiego.

3. Badania nad wyodrębnieniem podrejonów uprawy odmian pszenicy w poszczególnych województwach kraju należy przeprowadzać w dłuższym okresie czasu z uwagi na znaczną zmienność warunków klimatycznych w poszczególnych latach badań.

## Literatura

- ABOU-EL-FITTOUH H.A., RAWLLINGS J.O., MILLER P.A., 1969. Classification of environments to control genotype by environment interactions with an application to cotton. *Crop Sci.* 9, 2: 135-140.
- AHMAD R., NADIR S., AHMAD N., HUSSAIN K., 2003. Yield potential and stability of nine wheat varieties under stress conditions. *Int. J. Agric. Biol.* 5, 1: 7-9.
- ANNICCHIARICO P., RUSSI L., PIANO E., VERONESI F., 2006. Cultivar adaptation across Italian locations in four turf grass species. *Crop Sci.* 46, 1: 264-272.
- BRANCOURT-HULMEL M., HEUMEZ E., PLUCHARD P., BEGHIN D., DEPARTUREAUX C., GIRAUD A., LE GOUS J., 2005. Indirect versus direct selection of winter wheat for low-input or high-input levels. *Crop Sci.* 45, 4: 1427-1431.
- BRANCOURT-HULMEL M., LECOMTE C., 2003. Effect of environmental varieties on genotype  $\times$  environment interaction of winter wheat. *Crop Sci.* 43, 2: 608-617.
- CORSTEN L.C.A., DENIS J.B., 1990. Structuring interaction in two-way tables by clustering. *Biometrics* 46, 1: 207-215.
- FERGUSON G.A., TAKANE Y., 1989. *Statistical analysis in psychology and education*. McGraw-Hill, New York.
- IWAŃSKA M., MĄDRY W., DRZAZGA T., RAJFURA A., 2008. Zastosowanie miar statystycznych do oceny stopnia szerokiej adaptacji odmian pszenicy ozimej na podstawie serii doświadczeń przedrejestrowych. *Biul. Inst. Hod. Aklim. Rośl.* 250: 67-86.

Weber R., Bujak H., Zalewski D., Kotowicz L., Sekutowski T., 2014. Analiza czynnikowa plonowania odmian pszenicy ozimej w doświadczeniach Porejestrowego Doświadczalnictwa Odmianowego (PDO) na Dolnym Śląsku. *Nauka Przyr. Technol.* 8, 1, #10.

---

- JANKOWSKI P., ZIELIŃSKI A., MĄDRY W., 2006. Analiza interakcji genotyp-środowisko dla pszenicy ozimej z wykorzystaniem metody graficznej biplot typu GGE. Część I. Metodyka. *Biul. Inst. Hod. Aklim. Rośl.* 241: 51-60.
- KOCON A., 2005. Nawożenie jakościowej pszenicy jarej i ozimej a plon i jakość ziarna. *Pam. Puław.* 139: 55-64.
- LIN C.S., 1982. Grouping genotypes by a cluster method directly related to genotype-environment mean square. *Theor. Appl. Genet.* 62: 277-280.
- LIN C.S., BUTLER G., 1988. A data-based approach for selecting locations for regional trials. *Can. J. Plant Sci.* 68: 651-659.
- MORRISON D.F., 1976. *Multivariate statistical methods.* McGraw-Hill, New York.
- NAVABI A., YANG R.C., HELM J., SPANER D.M., 2006. Can spring wheat-growing megaenvironments in the Northern Great Plains be dissected for representative locations or niche-adapted genotypes? *Crop Sci.* 46, 3: 1107-1116.
- REYNOLDS M.P., TRETOWAN R., CROSSA J., VARGAS M., SAYRE K.D., 2002. Physiological factors associated with genotype by environment interaction in wheat. *Field Crops Res.* 75, 2-3: 139-160.
- TRETOWAN R.M., REYNOLDS M., SAYRE K., ORTIZ-MONASTERIO I., 2005. Adapting wheat cultivars to resource conserving farming practices and human nutritional needs. *Ann. Appl. Biol.* 146, 4: 405-413.
- WEBER R., BUJAK H., KACZMAREK J., GACEK E., 2011. Plonowanie odmian pszenicy ozimej w Polsce południowo-zachodniej. *Biul. Inst. Hod. Aklim. Rośl.* 260/261: 121-134.
- WEIKAI Y., HUNT L.A., 2001. Interpretation of genotype  $\times$  environment interaction for winter wheat yield in Ontario. *Crop Sci.* 41, 1: 19-25.

## VARIABILITY FACTORS ANALYSIS OF YIELD OF WINTER WHEAT VARIETIES ON THE POST-REGISTRATION EXPERIMENTS (PDO) IN LOWER SILESIA

**Summary.** The aim of the research was to provide a report of areas, in which yield variability of winter wheat is similar in each experiment centre using factor analysis method. Yield variability of 11 winter wheat cultivars was analysed. They were gained from Post-registration Variety Testing System (PDO) experiments in the Lower Silesia region in 2004-2006. Among all PDO experiments, eight regions were chosen, in which soil conditions were diversified. Factor analysis method enabled to divide experimental sites into three groups, among which winter wheat yield variability was different. One group included Naroczyce, Tomaszów and Pawłowice experiment stations, whereas the second was formed of Kobierzyce, Zybiszów, Tarnów and Krościna experiment stations. Jelcz-Laskowice experiment station formed another, individual microregion in terms of winter wheat yield variability. Winter wheat yield variability during the analysed years was considerably dependent on soil and climatic conditions during the vegetation period.

**Key words:** winter wheat, cultivars, locations, variation of yields

Weber R., Bujak H., Zalewski D., Kotowicz L., Sekutowski T., 2014. Analiza czynnikowa plonowania odmian pszenicy ozimej w doświadczeniach Porejstrowego Doświadczalnictwa Odmianowego (PDO) na Dolnym Śląsku. *Nauka Przym.* Technol. 8, 1, #10.

---

*Adres do korespondencji – Corresponding address:*

*Ryszard Weber, Zakład Herbolgii i Technik Uprawy Roli we Wrocławiu, Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach, ul. Orzechowa 61, 50-540 Wrocław, Poland, e-mail: rweber@iung.pulawy.pl*

*Zaakceptowano do opublikowania – Accepted for publication:*

*31.12.2013*

*Do cytowania – For citation:*

*Weber R., Bujak H., Zalewski D., Kotowicz L., Sekutowski T., 2014. Analiza czynnikowa plonowania odmian pszenicy ozimej w doświadczeniach Porejstrowego Doświadczalnictwa Odmianowego (PDO) na Dolnym Śląsku. *Nauka Przym.* Technol. 8, 1, #10.*