

# **Eliminacja międzypoletkowych wpływów sąsiedzkich wywołanych różnicami w wysokości roślin w doświadczeniach oceny odmian z pszenicą ozimą**

**Wiesław Pilarczyk**

Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych w Słupi Wielkiej  
63-022 Słupia Wielka

## **Streszczenie**

W pracy przedstawione są wyniki analizy 205 doświadczeń oceny odmian z pszenicą ozimą wykonanych w latach 1988-1990. Doświadczenia te były przeprowadzone w układach 1-rozkładalnych w czterech powtórzeniach. Do ich interpretacji zastosowano analizę wariancji oraz analizę kowariancji. Zmienną towarzyszącą w analizie kowariancji była różnica w wysokości roślin na sąsiadujących poletkach. Pozwoliło to na wyeliminowanie międzypoletkowych wpływów sąsiedzkich wywołanych różną wysokością roślin. Statystycznie istotne (na poziomie istotności  $\alpha=0.05$ ) wpływy sąsiedzkie wywołane różnicami w wysokości roślin wystąpiły u około 20% ogólnej liczby doświadczeń.

## **1. Wstęp**

W rutynowych badaniach oceny odmian ze zbożami w Polsce, analizie statystycznej podlega główna obserwowana cecha, którą jest plon ziarna przeliczony na standardową zawartość wody. Do statystycznej interpretacji wyników stosuje się zazwyczaj analizę wariancji. Ponieważ w doświadczeniach tych liczba porównywanych odmian jest bardzo często duża, dlatego stosuje się układy o blokach niekompletnych. Są to przeważnie układy 1-rozkładalne cechujące się tym, że bloki niekompletne grupowane są w kompletne powtórzenia (Pilarczyk, 1983).

Jednym z podstawowych założeń, jakie przyjmuje się przy analizie wariancji tych doświadczeń jest założenie o braku wpływu obserwacji na każdym z poletek na obserwacje na poletkach z nim sąsiadujących. Wielu autorów uważa to założenie za mało realistyczne. Między innymi Kempton i Lockwood (1984) wykazali, że w doświadczeniach z bobikiem sąsiedztwo odmian wysokich powoduje obniżkę plonu u odmian niższych. Podobne rozważania przeprowadzone przez Pilarczyka (1980) doprowadziły do zaproponowania specjal-

---

*Słowa kluczowe:* pszenica ozima, ocena odmian, układy 1-rozkładalne, międzypoletkowe wpływy sąsiedzkie

nego układu doświadczalnego podobnego do układu o pojedynczo rozszczepionych jednostkach doświadczalnych (split-plot). Układ ten został tak pomyślany, aby tego rodzaju wpływy sąsiedzkie w maksymalnym stopniu ograniczyć. Także w doświadczeniach ze zbożami Kempton i inni (1986), Wright i inni (1986) wykazali istnienie międzypoletkowych wpływów sąsiedzkich nawet przy stosowaniu stosunkowo szerokich poletek. Wpływy te polegają na tym, że odmiany wysokie powodują obniżkę plonu sąsiadujących z nimi odmian niższych. Podstawowym czynnikiem mającym wpływ na takie zachowanie się odmian jest ograniczenie odmianom niskim dostępu do światła. Czasami nazywa się to zjawisko efektem działania cienia. Z kolei sąsiedztwo niskich odmian powoduje zwiększenie plonu u odmian wyższych. Ponieważ tego rodzaju współzawodnictwo międzypoletkowe ma tym większą szansę się ujawnić im większe są różnice w wysokości roślin na poletkach, zatem w prowadzonych tu rozważaniach uwzględniono wszystkie dostępne wyniki doświadczeń oceny odmian z pszenicą ozimą z lat 1988-1990. Odmiany pszenicy ozimej są najbardziej zróżnicowane pod względem wysokości roślin wśród wszystkich badanych w ocenie odmian gatunków zbóż. Porównanie wyników dla różnych gatunków można znaleźć w pracy Pilarczyka (1990).

## 2. Materiał doświadczalny

Do analizy przyjęto wyniki 205 doświadczeń z pszenicą ozimą przeprowadzonych w latach 1988-1990. Wszystkie doświadczenia przeprowadzone były w układach 1-rozkładalnych o blokach niekompletnych, w czterech powtórzeniach. W doświadczeniach tych porównywano od 35 do 43 odmian. W układach o blokach niekompletnych stosowano bloki o pojemności od  $k=6$  do  $k=8$  poletek. W pojedynczych doświadczeniach stosowano bloki o stałej pojemności lub różniące się o jedno poletko.

W przypadku wystąpienia niewielkiej liczby brakujących obserwacji zastępowano je ocenami uzyskiwanymi za pomocą metody najmniejszych kwadratów (Pilarczyk, 1977) i właściwe obliczenia wykonywano na danych kompletnych. Powierzchnia poletek do zbioru wynosiła  $15\text{m}^2$  ( $1.5\text{m} \times 10\text{m}$ ) i jedynie w kilku doświadczeniach była mniejsza i wynosiła  $13.5\text{m}^2$  ( $1.5\text{m} \times 9\text{m}$ ).

## 3. Metoda obliczeń i otrzymane wyniki

Zarówno klasyczne metody zakładania jak i analizy wyników doświadczeń takie jak np. układy o blokach niekompletnych czy układy wierszowo-kolumnowe i stosowana do nich analiza wariancji, jak i cały szereg nowych metod zakładania i analizy doświadczeń (metoda Papadakis, 1937, metoda Wilkinsona, 1983, metoda Williama, 1986) stawiają sobie za główny cel eliminację zmienności w plonowaniu odmian spowodowaną lokalnymi zmianami w żyzności gleby. Doświadczalnik powinien jednak zdawać sobie sprawę z faktu, że ewentualne obciążenie ocen efektów obiektowych, spowodowane brakiem eliminacji lokalnych zmian w żyzności gleby, może być wyeliminowane (lub przynajmniej poważnie ograniczone) poprzez zwiększenie liczby powtórzeń i poprzez stosowanie randomizacji. Także wnioskowanie z serii doświadczeń z wielu miejscowości i lat ogranicza te obciążenia.

Natomiast niewiele jest metod pozwalających na eliminację obciążeń w estymacji efektów obiektowych nie wynikających ze zmienności glebowej. Dotyczy to między innymi obciążeń wynikających z wpływu wysokości roślin na sąsiednich poletkach na plon uzyskiwany na określonym poletku. Wiadomo przecież, że odmiana niska nawet po prawidłowo przeprowadzonej randomizacji będzie zawsze miała wyższych sąsiadów i wobec tego gorsze warunki wegetacyjne. I co gorsze, będzie ona niższa we wszystkich doświadczeniach serii, zatem tego rodzaju obciążeń nie można wyeliminować ani poprzez zwiększenie liczby powtórzeń, ani poprzez wnioskowanie z serii doświadczeń. Zatem, jedynym rozsądnym rozwiązaniem tego problemu jest uwzględnienie czynnika "wysokości roślin" w statystycznej interpretacji wyników badań. Jedną z możliwości uwzględnienia wysokości roślin w analizie wyników stwarza zastosowanie analizy kowariancji. Ponieważ każde poletko (za wyjątkiem poletek brzegowych) posiada dwóch sąsiadów zazwyczaj różniących się wysokością roślin, zatem i ten fakt należałoby w takiej analizie uwzględnić. Badania przeprowadzone przez Kemptona i innych (1986) wykazały jednakże, że w praktyce nie ma różnic między wpływami sąsiadów nazywanych umownie lewym i prawym. Zatem wystarczy wyeliminować wspólny wpływ dwóch sąsiadów. We wspomnianej pracy pokazano także, że istotny wpływ na siebie mają jedynie poletka bezpośrednio ze sobą sąsiadujące, czyli że w analizie wystarczy uwzględnić tylko wysokości dwóch bezpośrednich sąsiadów. Ponieważ należało oczekiwać, że większy wpływ na plon uzyskany na poletku, powiedzmy  $i$ -tym, mieć będzie nie tyle bezwzględna wysokość roślin na poletkach  $(i-1)$ -szym i  $(i+1)$ -szym, co różnica między wysokością roślin na rozważanym poletku a średnią wysokością roślin na poletkach sąsiadujących, zatem przy analizie wszystkich rozważanych tu doświadczeń zastosowano zmienną towarzyszącą  $X'_i$ , której wartość obliczono dla  $i$ -tego poletka ze wzoru

$$X'_i = (X_{i-1} + X_{i+1})/2 - X_i \quad (1)$$

gdzie  $X_k$  oznacza wysokość roślin na poletku  $k$ -tym. Wysokość ta była mierzona w fazie dojrzałości wioskowej. W latach 1988–1989 dla poletek brzegowych za wartości zmiennej towarzyszącej przyjmowano różnicę między wysokością roślin jedyne go sąsiada a wysokością roślin na rozważanym poletku. W roku 1990 mierzono wysokość roślin także na tzw. obsiewach i jednolicie dla wszystkich poletek obliczano wartości zmiennej towarzyszącej przy użyciu wzoru (1). Ponieważ jednak liczba poletek brzegowych nie jest duża i wynosiła co najwyżej 8 w doświadczeniach o czterech powtórzeniach, zatem nawet odmienne ich potraktowanie w latach 1988–1989 miało bardzo ograniczony wpływ na otrzymane wyniki.

Jak już o tym wspomniano, do analizy wyników doświadczeń zastosowano analizę kowariancji i otrzymane rezultaty porównano z wynikami dostarczonymi przez tradycyjnie stosowaną analizę wariancji. Należało oczekiwać, że w wyniku zastosowanej metody obliczania wartości zmiennej towarzyszącej, otrzymywać się będzie ujemne współczynniki regresji plonu względem zmiennej towarzyszącej. Tak było w większości analizowanych doświadczeń, chociaż nie we wszystkich. Otrzymane wyniki zestawiono w Tabeli 1. W tabeli tej podano m.in. procentową frakcję doświadczeń, w których otrzymano ujemne współczynniki regresji i frakcję tych doświadczeń, w których współczynniki regresji były istotnie różne od zera na poziomie istotności  $\alpha=0.05$ , to znaczy, że w tych doświadczeniach plon ziarna

**Tab. 1.** Frakcje procentowe doświadczeń z ujemnymi współczynnikami regresji  $b < 0$ , ze statystycznie różnymi od zera współczynnikami regresji i z wpływami sąsiedzkimi przekraczającymi 1.5 q/h

Gatunek – rok	$n$	$b < 0$	$b$ istotne $\alpha < 0.05$	$\max  t_i - t_i^* $ $i$	$ t_i - t_i^*  \geq 1.5 \text{ q/h}$
Pszenica oz. – 1988	72	79.2	18.1	4.7	30.0
Pszenica oz. – 1989	71	84.5	21.1	6.5	43.7
Pszenica oz. – 1990	62	85.5	16.1	6.1	32.3
Razem	205	82.9	18.5	–	–

$n$  – liczba doświadczeń,  $b$  – współczynnik regresji,  $t_i$  i  $t_i^*$  – efekt  $i$ -tej odmiany w analizie wariancji i przy uwzględnieniu wpływów sąsiedzkich

był w sposób istotny modyfikowany przez wysokość roślin. W kolumnie 5 podano największą zaobserwowaną w każdej serii różnicę między oceną efektu obiektowego  $t_i$  otrzymaną bez uwzględnienia wpływu wysokości sąsiadów i oceną  $t_i^*$  tego samego obiektu otrzymaną przy jej uwzględnieniu. Natomiast w kolumnie 6 podana jest procentowa frakcja tych doświadczeń, w których największa zaobserwowana różnica  $|t_i - t_i^*|$  przekroczyła 1.5q/ha. Wybrano w sposób arbitralny wielkość 1.5q/ha, gdyż uważano, że taka różnica ma istotne znaczenie praktyczne. Oznacza ona bowiem, że niektóre oceny porównań międzyodmianowych różniły się w tych doświadczeniach o ponad 3q/ha, w zależności od tego, czy w analizie uwzględniono wysokość roślin, czy też wykonywano tradycyjną analizę wariancji.

Jak zatem widać z wartości liczbowych zawartych w Tabeli 1, frakcja doświadczeń w których zaobserwowano ujemne (czyli zgodne z założeniem) współczynniki regresji wynosi 82.9% ogólnej liczby doświadczeń. Frakcja doświadczeń w których otrzymano istotnie różne od zera współczynniki regresji (w każdym przypadku oznacza to istotnie mniejsze od zera, gdyż nie otrzymano żadnego dodatniego, istotnie różnego od zera współczynnika) wyniosła prawie 20% ogólnej liczby doświadczeń.

Średnia wartość współczynnika regresji, obliczona z tych 38 doświadczeń, w których regresja była istotna, wynosi  $b = -0.0254$ . W kolejnych latach od 1988 do 1990 otrzymano odpowiednio następujące średnie wartości tego współczynnika:  $-0.0258$ ,  $-0.0260$  i  $-0.0244$ . Średnia wartość tego współczynnika  $b = -0.0254$  wskazuje, po wykonaniu elementarnych przeliczeń z kg/poletko na 1cm różnicy wysokości, na q/ha na 10cm, że średnio 10cm różnicy w wysokości roślin powoduje zwiększenie plonu o 1.7q/ha u odmian wyższych od sąsiadów i odpowiednio taką samą obniżkę u odmian niższych.

Natomiast frakcja tych doświadczeń, w których największa różnica między ocenami efektów tego samego obiektu, obliczonych bez i z uwzględnieniem wysokości sąsiadów, przekraczała 1.5q/ha wyniosła 30% w roku 1988, 43.7% w roku 1989 i 32.3% w roku 1990.

W celu zbadania, czy istotność (lub jej brak) współczynnika regresji zależy od wielkości różnic w wysokości roślin, zestawiono dodatkowe dane w Tabeli 2. I tak widać, że średnia wartość rozstępu (czyli różnicy między wysokością odmiany najwyższej i najniższej w doświadczeniu) jest największa w tych doświadczeniach, w których otrzymano ujemne i

**Tab. 2.** Liczba doświadczeń i średnie różnice wysokości (w cm) między odmianą najwyższą i najniższą w poszczególnych grupach doświadczeń

Współczynnik regresji	Liczba doświadczeń			Rozstęp $\max \bar{t}_i^x - \min \bar{t}_i^x$		
	1988	1989	1990	1988	1989	1990
$b \leq 0$	57	60	53	33.4	35.7	37.7
w tym istotne	13	15	10	34.5	36.5	39.2
$b > 0$	15	11	9	28.9	33.8	33.8

istotnie (na poziomie istotności  $\alpha=0.05$ ) różne od zera współczynniki regresji. Z kolei najmniejszą średnią wartością tego rozstępu charakteryzują się te doświadczenia, w których otrzymano dodatnie (choć w każdym przypadku nieistotnie różne od zera) współczynniki regresji. Jak więc widać z tego zestawienia, międzypoletkowe wpływy sąsiedzkie mają tym większą szansę się ujawnić, im większe są różnice między wysokościami porównywanych odmian.

Warto tu zwrócić uwagę na fakt, że w analizie wyników nie uwzględniono tak ważnego czynnika zakłócającego, jakim jest wyleganie odmian. Można domniemywać, że przynajmniej część dodatnich współczynników regresji otrzymano w doświadczeniach, w których niektóre odmiany wyległy.

Wykonane podobne obliczenia (Pilarczyk, 1990) dla innych gatunków zbóż wykazały, że wyraźnie większy jest wpływ wysokości roślin na oceny efektów obiektowych w doświadczeniach z pszenicą ozimą i jęczmieniem niż w doświadczeniach z pszenżytem i żytem. Przyczyną tego zjawiska może być zarówno mała liczba porównywanych odmian w doświadczeniach z żytem i pszenżytem, jak i stosunkowo małe zróżnicowanie odmian tych gatunków pod względem wysokości roślin.

W ocenie odmian bardzo interesujące jest pytanie, jak zmieniają się wartości średnie dla odmian w seriach doświadczeń, jeśli w analizie uwzględnimy wysokość roślin. W celu zilustrowania tego zjawiska, w Tabeli 3 podane są wartości średnie dla dwóch odmian pszenicy (Jawa i Mironowska 25) obliczone w różny sposób z serii 70 doświadczeń przeprowadzonych w roku 1988. Odmiany te nie wystąpiły w dwóch spośród 72 doświadczeń uwzględnionych w tym opracowaniu.

**Tab. 3.** Wartości średnie plonu ziarna w q/ha odmian Jawa i Mironowska 25 w serii doświadczeń z pszenicą w roku 1988

Metoda liczenia średnich	Liczba dośw.	Jawa	Mironowska 25
Metoda 1	70	62.7	52.9
Metoda 2	50	64.8	52.4
Metoda 3	70	63.6	52.2
Metoda 4	13	67.6	52.0

Wybrano te dwie odmiany, gdyż Jawa należała do grupy odmian najniższych a Mironowska 25 do grupy odmian najwyższych. W metodzie pierwszej uwzględniono wszystkie doświadczenia i przy obliczaniu średnich dla odmian w serii wykorzystano wartości średnie dla odmian z analizy wariancji doświadczeń pojedynczych. W metodzie drugiej wykorzystano jedynie wyniki tych doświadczeń, w których otrzymano ujemne współczynniki regresji  $b$ . W metodzie trzeciej uwzględniono wszystkie doświadczenia z tym, że jeśli w doświadczeniu pojedynczym otrzymano  $b \geq 0$ , to uwzględniano średnie z analizy wariancji a w przeciwnym wypadku średnie z analizy kowariancji. W metodzie czwartej uwzględniono wyniki jedynie tych doświadczeń, w których otrzymano statystycznie istotnie mniejsze od zera współczynniki regresji na poziomie istotności  $\alpha=0.05$ . Nie otrzymano szokująco dużych różnic w ocenach kontrastu między odmianą Jawa i Mironowska 25 przy różnych metodach obliczania średnich. Wydaje się, że w ocenie odmian można zalecić trzecią metodę obliczania wartości średnich w seriach doświadczeń zbożowych. Znacznie większe różnice między ocenami tego samego efektu obiektowego występowały w niektórych doświadczeniach pojedynczych. I tak, np. w doświadczeniu przeprowadzonym w roku 1988 w stacji oceny odmian w Rarwinie, po uwzględnieniu wysokości roślin, odmiana nr 10 (w ciągu odmian uporządkowanym od odmian najwyżej do najniżej plonujących) przesunęła się z miejsca 35 na 18, odmiana nr 15 z 17 miejsca na 7, odmiana nr 25 z 8 na miejsce 3, odmiana nr 12 spadła z miejsca 11 na 27, odmiana nr 36 z miejsca 4 na 12 itd. Jak zatem widać, uwzględnienie wysokości roślin w analizie doświadczeń pojedynczych może w znacznym stopniu zmienić wartości średnie dla odmian oraz ich uporządkowanie. Na ten fakt powinni zwrócić uwagę hodowcy roślin przy analizie swoich doświadczeń.

Zastosowanie analizy kowariancji – z użyciem różnicy w wysokości roślin jako zmiennej towarzyszącej – zamiast analizy wariancji, powoduje także zmianę wartości średniego kwadratu dla błędu, czyli zmianę współczynnika zmienności charakteryzującego precyzję doświadczenia. W rozważanych seriach doświadczeń, analiza kowariancji spowodowała redukcję wielkości średniego kwadratu dla błędu u 54.3% doświadczeń w roku 1988, u 67.6% doświadczeń w roku 1989 i u 50% doświadczeń w roku 1990. Analiza ta okazała się wyraźnie bardziej skuteczna w doświadczeniach, w których wystąpiły większe różnice w wysokości roślin.

#### 4. Wnioski

Przeprowadzona analiza obszernych danych doświadczalnych pozwala na sformułowanie następujących wniosków:

- frakcja doświadczeń, w których stwierdza się statystycznie istotny wpływ wysokości roślin na plon ziarna nie przekracza 20%;
- wielkość międzypoletkowych wpływów sąsiedzkich zależy w dużym stopniu od wielkości różnic w wysokości porównywanych odmian;
- uwzględnienie wpływów sąsiedzkich związanych z różnicą w wysokości roślin w analizie wyników doświadczeń może poważnie zmienić uporządkowanie odmian w doświadczeniu pojedynczym.

## LITERATURA

- Kempton R.A., Gregory R.S., Hughes W.G., Stoehr P.J. (1986). The effect of interplot competition on yield assessment in triticale trials. *Euphytica* **35**, 257-265.
- Kempton R.A., Lockwood G. (1984). Inter-plot competition in variety trials of field beans (*Vicia faba* L.). *J.Agric.Sci.* **103**, 293-302.
- Papadakis J.S. (1937). Methode statistique pour des experiences sur champ. *Bull. Inst. Amel. Plantes* **23**.
- Pilarczyk W. (1977). Ogólna metoda uzupełniania brakujących danych. *Biul. Oc. Odm.* t.VI, 2(10), 137-145.
- Pilarczyk W. (1980). Analiza wariancji doświadczeń z kilkoma grupami odmian. *Biul. Oc. Odm.* t.VIII, 1(12), 203-212.
- Pilarczyk W. (1983). Metoda konstrukcji i analizy układów  $\alpha$ -rozkładalnych. *Biul. Oc. Odm.* t.X, 1(15), 93-103.
- Pilarczyk W. (1990). Sąsiedzki wpływ wysokości roślin na plonowanie odmian zbóż. *Wiadomości Odmianoznawcze* **3/40**.
- Wilkinson G.N., Eckert S.R., Hancock T.W., Mayo O. (1983). Nearest neighbour (NN) analysis of field experiments. *Journal of Royal Statistical Society B* **45**, 151-211.
- Williams E.R. (1986). A neighbour model for field experiments. *Biometrika* **73**, 279-287.
- Wright D., Ali S.S., Hughes L.G. (1986). Edge effects in cereals yield trials. *J.Natn.Inst.Agr.Bot.* **17**, 179-186.

*Praca wpłynęła 5 października 1990;  
w wersji ostatecznej 20 stycznia 1991*

### **Elimination of neighbouring influences caused by plant height differences in winter wheat trials**

#### Summary

In the paper the influence of the height of plants in neighbouring plots on the yield of varieties of winter wheat is investigated. The analysis of covariance has been used for elimination of this kind of influence. After analysis of 205 variety testing trials on winter wheat conducted in 1988-90, it has been shown that a statistically significant (for  $\alpha=0.05$  level of significance) influence exists in about 20% of the total number of experiments.

**Key words:** winter wheat, variety testing,  $\alpha$ -designs, interplot neighbouring influences