

ZASTOSOWANIE STATYSTYKI KULLBACKA DO OCENY WARTOŚCI  
CECH UŻYTKOWYCH MIESZANŃCÓW  $F_2$  PSZENICY OZIMEJ

*Władysław Kadłubiec, Władysław Lonc*

Instytut Hodowli Roślin i Nasiennictwa AR we Wrocławiu

Szybki postęp w intensyfikacji produkcji roślinnej stworzył zapotrzebowanie na nowe odmiany pszenicy ozimej dające wierny i wysoki plon. Plenność odmiany jest cechą najważniejszą, ale i najbardziej złożoną. Hodowcy prowadzą pomiary wielu cech pojedynków, co jest pracochłonne i w wielu przypadkach trudne do wykonania, dlatego też ograniczenie liczby cech selekcjonowanych roślin zmniejsza pracochłonność, a tym samym pozwala prowadzić obserwacje na większej liczbie roślin wskutek czego uzyskuje się większe prawdopodobieństwo wyhodowania nowej wartościowej odmiany. Selekcjonując materiał roślinny hodowca opiera się na bardzo wielu analizach cech użytkowych. Cechy te są często skorelowane. Niedostateczna znajomość wzajemnej zależności cech utrudnia selekcję. Nie zawsze znany jest pośredni i bezpośredni wpływ jednej cechy lub ich grup na plon. W związku z tym starano się rozwiązać zagadnienie wyboru optymalnego zbioru cech determinujących masę ziarna z rośliny i kłosa głównego u mieszańców  $F_2$  pszenicy ozimej.

## MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Materiał stanowiły wyniki obserwacji następujących cech sześciu linii wyprowadzonych z odmian Arthur 71,642 Carsten 102 x Mex x Mex, Grana, Kaukaz, Ns-60, Rannaja 12 oraz ich mieszańców  $F_2$  uzyskanych drogą krzyżowań linii w układzie diallelowym: 1 - długość blaszki liścia flagowego, mm; 2 - szerokość blaszki liścia flagowego, mm; 3 - powierzchnia blaszki liścia flagowego,  $mm^2$ ; 4 - wysokość rośliny, cm; 5 - liczba kłosów produktywnych na roślinie; 6 - długość kłosa, mm; 7 - liczba kłosek w kłosie; 8 - liczba ziarn w kłosie; 9 - zbitość kłosa, szt./dcm; 10 - masa ziarna z kłosa głównego, g; 11 - masa 1000 ziarn, g; 12 - masa ziarna z rośliny, g; 13 - liczba dni od siewu do kłoszenia.

Wartość informacyjną cech określono według Kullbacka, który przyjmuje  $1/2$  logarytmu iloczynu wyznaczników kowariancji cech objaśniających i cech objaśnianych do wyznacznika macierzy kowariancji badanych cech. Całkowitą ilość informacji zawartą w cechach objaśniających o cechach objaśnianych przyjęto za 100 i w stosunku do niej obliczono procent informacji zawartej w poszczególnych cechach objaśniających i ich kombinacjach (tab. 1). Z uwagi na uzyskaną dużą liczbę wyników dokonano ich selekcji. Następnie ze zbiorów 2-cechowych wybrano tylko zawierające największe ilości informacji oraz te, które w literaturze uważane były za istotnie wpływające na plon, a nie znalazły potwierdzenia w przedstawionych wynikach badań. Podobnie postąpiono ze zbiorami 3- i 4-cechowymi. Przyjęto 5 wariantów cech objaśnianych i dla każdego określono optymalny zbiór cech objaśniających. Zbiór cech objaśnianych zawierał:

- 1) masę ziarna z 1 rośliny,

- 2) masę ziarna z 1 rośliny i kłosa głównego,
- 3) masę ziarna z 1 rośliny i optymalny zbiór cech objaśniających otrzymany dla wariantu pierwszego,
- 4) masę ziarna z kłosa głównego,
- 5) masę ziarna z kłosa głównego i optymalny zbiór cech objaśniających otrzymany dla wariantu czwartego.

Przeprowadzone obliczenia wartości informacyjnej cech użytkowych zostały statystycznie zweryfikowane. Uzyskano miarodajne ilości informacji zawarte w cechach objaśniających plenność mieszańców  $F_2$  pszenicy. Zgodnie z podanymi założeniami wyróżniono 5 grup cech objaśnianych.

#### WYNIKI BADAŃ

M a s a z i a r n a z 1 r o ś l i n y. Na omawianą cechę decydujący wpływ wywarła liczba kłosów produktywnych na roślinie (61,2% całkowitej ilości informacji), a najmniejszy - liczba dni od siewu do kłoszenia, zbitość kłosa, wysokość rośliny oraz masa 1000 ziarn (1-3,1%). Pozostałe zawierały od 7,2 do 17,2% informacji (tab. 1). Ze zbiorów 2-cechowych na podkreślenie zasługują: liczba kłosów produktywnych i liczba ziarn w kłosie (79,4%) oraz liczba kłosów produktywnych i masa ziarna z kłosa głównego (92,6%).

M a s a z i a r n a z 1 r o ś l i n y i z k ł o s a g ł ó w n e g o. Z przedstawionych wyników jedynie liczba kłosów produktywnych i liczba ziarn w kłosie miały zadowalającą ilość informacji (20,8 i 33,4%). Wpływ pozostałych cech na omawiane wahał się od 0,7 do 7%. Z kombinacji 2-elementowych na uwagę zasługują:

T a b e l a 1

Średnia ilość informacji zawarta w cechach użytkowych  
mieszkańców F<sub>2</sub> pszenicy ozimej

Nr cech objaśniających	Ilość informacji, %				
	masa ziarna z rośliny	masa ziarna z rośliny i kłosa głównego	masa ziarna z rośliny, kłosa głównego, liczba kłosów na roślinie	masa ziarna z kłosa głównego	masa ziarna z kłosa głównego, masa 1000 ziarn, liczba ziarn w kłosie
1	2	3	4	5	6
1	7,5	3,5	5,2	2,9	11,8
2	7,2	4,5	6,9	6,5	25,4
3	9,3	5,0	7,2	5,0	20,9
4	2,8	1,7	2,3	1,7	10,1
5	61,2	33,4		3,0	11,8
6	9,1	7,0	10,7	9,9	41,0
7	7,2	7,0	10,2	10,2	44,2
8	13,6	20,8	29,6	31,4	
9	1,3	0,7	1,2	0,6	3,7
10	17,2				
11	3,1	6,3	9,4	9,0	
13	1,0	1,5	2,3	0,3	4,0
1,8			32,3	33,1	
2,5		36,8			
2,6					51,4
2,7					57,8
3,5		36,0			
3,6		11,3			47,1
3,7				12,4	
3,8		32,8	33,0		
4,5	62,9				
4,6					47,2
4,8		33,2			

1	2	3	4	5	6
5,6	66,6	38,8			
5,8	79,4	52,6		31,8	
5,10	92,6				
5,11	69,1	39,5			
6,7			14,0	13,2	57,8
6,8			32,1	32,8	
6,9					55,8
6,11	11,0		18,9	18,5	
6,13				9,3	35,0
7,8			31,2	32,3	
7,11			19,8	20,2	
8,9				32,0	
8,11	17,4	63,1	87,4	92,3	
8,13			29,0		
1,8,11		64,6	89,5		
2,4,7					66,6
2,7,9					66,0
3,5,10	93,1				
3,6,8		23,8			
3,8,11		90,6			
4,5,10	93,2				
4,6,7					64,0
4,6,11		13,3			
4,7,9					63,5
4,8,11			88,2		
5,6,10	93,2				
5,6,11		45,0			
5,7,9					60,8
5,8,11	91,4	93,8			
6,8,11		63,8	88,7		
7,8,11	18,5				

liczba kłosów produktywnych i liczba ziarn w kłosie oraz liczba ziarn w kłosie i masa 1000 ziarn (tab. 1). Pierwsza z nich informowała w 52,6% , a druga - w 63,1%. Ze zbiorów 3-cechowych podkreślenia wymaga liczba kłosów produktywnych, liczba ziarn w kłosie i masa 1000 ziarn. Łącznie dały one 93,8% ilości informacji.

M a s a z i a r n a z l r o ś l i n y i k ł o s a g ł ó w n e g o o r a z l i c z b a k ł o s ó w p r o d u k t y w n y c h. Analizując wpływ poszczególnych cech objaśniających na omawiane należy stwierdzić, że liczba ziarn w kłosie wykazała największą ilość informacji (29,6%). Każda z pozostałych cech w niewielkim stopniu informowała o zbiorze cech objaśnianych (1,2-10,7%). Ze zbiorów 2-elementowych na uwagę zasługuje: liczba ziarn w kłosie i masa 1000 ziarn (87,4%). Dołączając do tego zbioru dowolną inną cechę nie uzyskujemy istotnego zwiększenia ilości informacji (tab. 1).

M a s a z i a r n a z k ł o s a g ł ó w n e g o. Po przeanalizowaniu wyników stwierdzono, że jedynie liczba ziarn w kłosie wykazała zadowalającą ilość informacji (31,4%). Pozostałe okazały się niewystarczającymi informatorami charakteryzującymi masę ziarna z kłosa głównego (0,3-10,2% informacji). Kombinacja cech: liczba ziarn w kłosie i masa 1000 ziarn dała 92,3% ilości informacji (tab. 1).

M a s a z i a r n a z k ł o s a g ł ó w n e g o, m a s a 1 0 0 0 z i a r n i l i c z b a z i a r n w k ł o s i e. Na omawiany zbiór cech największy wpływ wywarły: długość kłosa i liczba kłosków w kłosie (41,0 i 44,2% informacji). Pozostałe cechy w nieznacznym stopniu decydowały o cechach objaśnianych (tab. 1). Z kombinacji 2-elementowych na uwagę zasługiwa-

ły tylko te, które zawierały jedną z wymienionych cech. Porównując wyniki uzyskane dla zbiorów 3-elementowych wskazać należy jedynie na szerokość blaszki liścia flagowego, liczbę kłosków w kłosie i zbitość kłosa.

### DYSKUSJA WYNIKÓW

Wpływ cech blaszki liścia flagowego na plon był tematem prac wielu autorów. Monyo [12] stwierdza, że asymilacja liścia flagowego odpowiedzialna jest w 20% za plon. Według Dundera [5], w selekcji pszenicy należy koniecznie uwzględniać powierzchnię blaszki liścia flagowego, z uwagi na wysokie współczynniki korelacji tej cechy z masą ziarna z rośliny (0,68-0,88). Pogląd ten podzielają Golik i Aladin [6], natomiast Mc Neal i Berg [10] twierdzą, że wymiary blaszki liścia flagowego nie są skorelowane z plonem.

Wyniki badań własnych wykazały, że cechy blaszki liścia flagowego nie są dobrymi parametrami określającymi plon. Zawierają one około 10% ilości informacji o masie ziarna z rośliny i kłosa głównego.

Wielu autorów poświęciło dużo uwagi wpływowi liczby kłosów produktywnych na plon. Singh i Singh [20] uzyskali wysokie współczynniki korelacji między liczbą kłosów a plonem. Parodi [14] wykorzystując korelację fenotypową i analizę współczynników ścieżek Wrighta wykazał zależność plonu od liczby kłosów produktywnych. Wysoki współczynnik determinacji (0,98) uzyskał Smoček [21] dla plonu i liczby kłosów produktywnych, natomiast Croy i współautorzy [3] uważają liczbę źdźbeł na roślinie za najmniej ważny komponent plonu.

Wyniki tej pracy potwierdzają istotny związek liczby kłosów produktywnych na roślinie z plonem. Cecha ta zawierała 61,2% informacji.

Mehrota i Mishra [11] na podstawie współczynników korelacji wykazali, że na plon w dużym stopniu wpływa liczba ziarn w kłosie i roślinie. Vlach [23] oraz Croy i współautorzy [3] uważają, że pełne formy pszenicy można uzyskać poprzez zwiększenie masy ziarna z kłosa. Według Pepe [15] również formy krótkosłome pszenicy mogą być pełne. Paroda i współautorzy [13] przypuszczają, że długość kłosa i liczba kłosek w kłosie nie wpływają znacząco na plon.

Przedstawione wyniki potwierdzają badania Mehrotra i Mishra [11] oraz Paroda i współautorów [13]. Długość kłosa i liczba kłosek w kłosie nie decydują o plonie, również wysokość rośliny w nieznacznym stopniu informowała o masie ziarna z rośliny (2,8%), co jest zgodne z hipotezą Pepe [15], że formy krótkosłome mogą być również pełne. Na podstawie uzyskanych ilości informacji zawartych w poszczególnych cechach można stwierdzić, że jedna cecha nie może stanowić kryterium selekcji na plon.

Smoček [21] wykazał, że o wysokości plonu decyduje liczba kłosek produkcyjnych i masa 1000 ziarn, natomiast Das [4] wykorzystując korelację fenotypową i genetyczną wykazał, że plon zależy od liczby kłosek na roślinie, liczby ziarn w kłosie i masy 250 ziarn. Sidhu i współautorzy [18] stwierdzili, że selekcję na plon należy oprzeć na liczbie kłosek na 1 roślinie i wysokości rośliny, a według Sidwela i współautorów [19] - na masie 1000 ziarn. Wysoką dodatnią korelację między masą ziarna z 1 rośliny a liczbą kłosek, masą 1000 ziarn, liczbą ziarn w kłosie oraz masą ziarna z kłosa uzyskali Sharma i Ghandi [17]. Virk i współautorzy [22] wykazali, że najważniejszymi czynnikami struktury plonu są: liczba kłosek i ziarn w kłosie oraz masa 1000 ziarn. Bojadieva [2] oraz Albrecht [1] doszli do wniosku, że masa ziarna z kłosa i liczba ziarn w kłosie są



najistotniejszym kryterium selekcyjnym. Kadłubiec i Lonc [7] wykazali, że liczba kłosów produktywnych na roślinie oraz masa ziarna z kłosa głównego determinują masę ziarna z rośliny tak u linii, jak i u mieszańców  $F_2$ .

Wyniki własnych badań potwierdzają te hipotezy, które zakładają, że masa ziarna z rośliny zależy od liczby kłosów produktywnych na roślinie, masy ziarna z kłosa głównego, liczby ziarn w kłosie oraz masy 1000 ziarn. Wykazano, zgodnie z wynikami uzyskanymi przez Sidwella i współautorów [19], wpływ liczby ziarn w kłosie i masy 1000 ziarn na plon (17,4%). Autorzy w większości cytowanych prac wśród cech determinujących plon wymieniają liczbę kłosów produktywnych na roślinie. Przedstawione wyniki potwierdziły ten pogląd. Kombinacje 2-cechowe zawierające liczbę kłosów produktywnych na roślinie zawierały powyżej 60% ilości informacji. Na podkreślenie zasługują kombinacje: liczba kłosów produktywnych i masa ziarna z kłosa głównego (92,6% informacji) oraz liczba kłosów produktywnych i liczba ziarn w kłosie (79,4%).

Niewiele prac poświęcono selekcji pszenicy opartej na pojedynczych kłosach. Kontrowersje wzbudza wpływ cech blaszki liścia flagowego na plon. Krzywacka [8] stwierdziła istotną zależność między powierzchnią blaszki liścia flagowego a plonem, natomiast Ledent [9] wykazał nieznaczny wpływ cech blaszki liścia flagowego na masę ziarna z rośliny. Według niego [9] o masie ziarna z kłosa decyduje liczba ziarn w kłosie i w kłosku. Podwyższenie masy ziarna z kłosa można uzyskać według Pinthusa i Milleta [16] poprzez selekcję w kierunku liczby ziarn i kłosków w kłosie.

Uzyskane w tej pracy wyniki wykazują, że największą ilość informacji o masie ziarna z kłosa zawierały: liczba ziarn w kłosie i masa 1000 ziarn (92,3%). Nie stwierdzono istotnego wpływu powierzch-

ni blaszki liścia flagowego na masę ziarna z kłosa, natomiast szerokość blaszki liścia flagowego w połączeniu z innymi cechami istotnie oddziaływała na masę ziarna z kłosa głównego.

#### WNIOSKI

1. Ograniczenie liczby obserwacji w hodowli pszenicy nie wpływa istotnie na zmniejszenie ilości informacji o plonie.
2. Najważniejszymi komponentami plonu są: liczba kłosów produktywnych na roślinie, masa ziarna z kłosa głównego, liczba ziarn w kłosie i masa 1000 ziarn.
3. Masę ziarna z kłosa głównego determinują: liczba ziarn w kłosie, masa 1000 ziarn, liczba kłosków w kłosie, długość kłosa oraz szerokość blaszki liścia flagowego.

#### LITERATURA

1. Albrecht B.: Untersuchungen zur Heritabilität des Merkmal<sup>n</sup>s Halmlänge und Weiterer Merkmale von Winterweizen. Tagungsbericht, Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der Deutschen Demokratischen Republik, 143: 95-103, 1976.
2. Bojadieva D.: Correlations between yield components of the  $F_2$  and yield per unit area of the  $F_3$  hybrids in *Triticum aestivum* L. Gen. i Sel., 7: 100-106, 1974.
3. Croy L. I., Osmanzai M., Smith E. L.: The relationship of plant morphologic parts above the flag leaf node to yield and yield components in winter wheat. Cer. Res. Com., 6: 21-33, 1978.
4. Das P. K.: Association of plant characters with grain yield in wheat as influenced by two sowing dates and its implications in selection. J. Soc. Exp. Agr., 1: 11-16, 1976.
5. Dunder I.: Inheritance of the total leaf surface and its relationship to the grain and straw yield in some winter wheat forms. Gen. i Sel., 8: 471-474, 1975.

6. Golik V. S., Aładin V. S.: Sozdanje i izucenje ischodnogo Materiala pri selekcji na produktivnost po płoścadi listowych płastrinok. Cit. i Gen., 11: 246-249, 1977.
7. Kadłubiec W., Lonc W.: Informacjonnaja cennost' chozjajstvie-nnocennykh priznakov gibridov  $F_2$  ozimoy pšenicy. IHAR Radzików: 136-143, 1979.
8. Krzywacka T.: Wpływ powierzchni asymiliacyjnej liścia flagowego i kłosa na plonowanie pszenicy. Hod. Rośl. Aklim., 15: 51-68, 1971.
9. Ledent J. F.: Relationships between culm yield and morphological characters in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. Cer. Res. Com, 5: 89-99, 1977.
10. McNeal F. H., Berg M. A.: Flag leaf area in five spring wheat crosses and the relationship to grain yield. Rphytica, 26: 739-744, 1977.
11. Mehrotra O. N., Mishra P. H.: Physiological variability in wheat genotypes. Ind. J. Plant Phys., 19: 20-27, 1976.
12. Monyo J. H., Whittington W.J.: Genotypic differences in flag-leaf area and their contribution to grain yield in wheat. Euphytica, 22: 600-606, 1973.
13. Paroda R. S., Joshi A. B., Solanki K. P.: Path coefficient analysis for ear characters in wheat. Cer. Res. Com., 2: 77-84, 1974.
14. Parodi P. P. C.: Interralaciones entre el rendimiento by sus componentes en un cruzamineto dialelo de trigos primaverales (*Triticum aestivum* L.). Cien. Inv. Agr., 2: 67-75, 1975.
15. Pepe J. F., Heiner R. F.: Plant height, protein percentage and yield relationships in spring wheat. Crop Sci., 15: 783-797, 1975.
16. Pinthus M. J., Millet E.: Interactions among number of spikelets, number of grain and grain weight in the spikes of wheat (*Triticum aestivum* L.). Ann. Bot., 42: 839-848, 1978.
17. Sharma T. R., Gandhi S.M.: Variation and interrelationships among yield and various agronomical characters in common and durum wheat. Z. Pflanzenzücht., 79: 40-46, 1977.
18. Sidhu G. S., Gill K. S., Ghai B. S.: Correlation and path analysis in wheat (*Triticum aestivum* L.). J. Res., 13: 235-241, 1976.

19. Sidwell R. J., Smith E. L., McNew R. W.: Inheritance and interrelationships of grain yield and selected yield related traits in a hard winter wheat cross. Crop Sci., 16: 650-654, 1976.
20. Singh M., Singh O. N.: Correlation between yield and its contributing characters in dwarf wheat. Sci. Cult., 41: 578-579, 1975.
21. Smoček J.: Vztahy morfo-fyziologických znaku k'produktivnosti rostliny. Gen. Slecht., 14: 161-168, 1978.
22. Virk D. S., Aulakh H. S.: Pooni H. S.: A path coefficient analysis of grain yield in three bread wheat crosses. Cer. Res. Com., 5: 31-39, 1977.
23. Vlach M.: Promelivost a dedicnost nejdůležitějších znaku u ozime pšenice v různých generaciach po krizeni. Gen. Slecht., 13: 175-181, 1977.

Владыслав Кадлубец, Владыслав Лонц

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТАТИСТИКИ КУЛЛЬБАКА В ОПРЕДЕЛЕНИИ  
ЦЕННОСТИ ПОЛЕЗНЫХ ПРИЗНАКОВ ГИБРИДОВ  $F_2$  ОЗИМОЙ  
ПШЕНИЦЫ

Р е з ю м е

Соответствующие испытания проводились на диаллельных гибридах  $F_2$  линий: Артур 71, 642 Карстен 102 x Мекс x Мекс, Грана, Кавказ, НС-60, Ранняя 12. Оценивали следующие признаки: длину, ширину и площадь пластинки флагового листа, высоту растений, число колосьев на растении, длину колоса, число колосков и зерен в колосе, плотность колоса, вес 1000 зерен, вес зерен с главного колоса и растения, число дней от сева до фазы колошения.

Целью испытаний было получение информации содержащейся в признаках обуславливающих вес зерен с колоса и растения. Исчисляли значение статистики Кулльбака для составов признаков с трехэлементными включительно. Была получена оптимальная группа признаков обуславливающих в самой высокой степени вес зерен с колоса и растения.

*Władysław Kadłubiec, Władysław Lonc*

APPLICATION OF THE KULLBACK'S STATISTICS IN ESTI-  
MATION OF THE VALUE OF USEFUL FEATURES OF WIN-  
TER WHEAT  $F_2$  HYBRIDS

S u m m a r y

The respective tests were carried out in diallel  $F_2$  hybrids of the Arthur 71, 642 Carsten. 102 x Mex x Mex, Grana, Kaukaz, NS-60 and Rannaya 12 strains. The following features were estimated: height, width and area of the flag leaf blade, plant height, number of ears on a plant, ear length, number of spikelets and grains in an ear, ear compactness, weight of 1000 grains, weight of grains from a main ear and a plant, number of days from sowing to ear-forming stage.

The aim of the tests was to derive information contained in features determining the weight of grains from an ear and a plant. The value of the Kullback's statistics for the set of features including three-element ones was calculated. An optimum group of features determining to the highest degree the weight of grains from an ear and a plant has been obtained.