

**JERZY NAWRACAŁA**  
**TADEUSZ ŁUCZKIEWICZ**  
**STANISŁAW DYBA**

Katedra Genetyki i Hodowli Roślin  
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

## Analiza uwarunkowań genetycznych cech struktury plonu u mieszańców pokolenia F<sub>1</sub> i F<sub>2</sub> otrzymanych z krzyżowań diallelicznych pszenicy ozimej

### Analysis of genetic determination of yield components traits in F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> generations of winter wheat diallel crosses

Do krzyżowania diallelicznego (model II Griffinga) wybrano jedenaście zróżnicowanych pod względem cech agronomicznych i jakościowych odmian pszenicy ozimej. Dwa doświadczenia (bloki losowane, trzy powtórzenia): jedno z pokoleniem F<sub>1</sub>, drugie z pokoleniem F<sub>2</sub> (55 mieszańców i odmiany rodzicielskie w każdym) przeprowadzono w RGD w Dłoni w 2004 r. Oceniono odziedziczalność oraz komponenty genetyczne dla cech morfologicznych i cech komponentów plonu. Addytywne działanie genów stwierdzono w determinacji wszystkich badanych cech w pokoleniu F<sub>1</sub> i F<sub>2</sub>. Na wysokość roślin, liczbę kłosów w obydwu pokoleniach i na liczbę kłosków w kłosie oraz masę ziaren z kłosa w pokoleniu F<sub>2</sub> istotny wpływ miały efekty dominacji. Nieaddytywny komponent (H1) był większy niż addytywny (D) dla liczby kłosów w obydwu pokoleniach. Pomiędzy pokoleniami stwierdzono różnice w odziedziczalności w szerokim sensie dla liczby ziaren z kłosa, a w wąskim sensie dla masy ziaren z kłosa. W ocenie addytywnego działania genów, nieaddytywnych efektów i dominacji, podobieństwo pomiędzy pokoleniami było większe niż podobieństwo w ocenie odziedziczalności w szerokim i wąskim sensie.

**Słowa kluczowe:** analiza dialleliczna, komponenty genetyczne, odziedziczalność, pszenica ozima

Eleven winter wheat varieties, differing in agronomic and quality traits, were chosen for diallel crosses (Griffing's model II). Two experiments: with F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> generations (55 hybrids and their parents for each) were carried out at the ARS in Dłoń in 2004. Both experiments were performed in randomised block design with three replications. Heritability and genetic components for morphological and yield components traits were calculated. The additive genes action was significant in determination of all examined traits in F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> generations. Dominance had a significant effect on plant height, number of spikes per plant in both generations, and on number of spikelets per spike and weight of grain per spike in F<sub>2</sub> generation. Nonadditive component (H1) was higher than additive (D) for number of spikes in both generations. Differences were found between generations for heritability in broad sense for number of grains per spike, and for heritability in narrow sense for weight of grains per spike. Similarity

between generations F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> in evaluation of additive, nonadditive genetic components and dominance was higher than evaluation of heritability in broad and narrow sense.

**Key words:** diallel analysis, genetic components, heritability, winter wheat

#### WSTĘP

Efektywność selekcji w przypadku cech ilościowych zależy m.in. od dobrego rozpoznania ich uwarunkowań genetycznych. Przewaga addytywnego działania genów w kształtowaniu danej cechy umożliwia prowadzenie skuteczniejszej selekcji. Bardzo użyteczna jest też znajomość odziedziczalności. Podawane często współczynniki odziedziczalności w szerokim sensie (Kadłubiec, 1993; Lonc i in., 1989) są mniej przydatne w praktyce hodowlanej. Dla prowadzenia selekcji ważniejsza jest znajomość odziedziczalności w wąskim sensie, ponieważ wariancja addytywna jest miarą podobieństwa pomiędzy rodzicami a potomstwem (Falconer, 1974) i pozwala przewidzieć reakcję na selekcję (Bos i Caligari, 1995). Ocena genetycznego uwarunkowania cech przeprowadzana jest zwykle na podstawie analizy mieszańców pokolenia F<sub>1</sub> lub F<sub>2</sub> otrzymanych w wyniku krzyżowania diallelicznego. W pokoleniu F<sub>1</sub> mamy do czynienia z efektem heterozji natomiast w pokoleniu F<sub>2</sub> heterozja często już zanika, a za to pojawia się zmienność wynikająca z losowej segregacji genów i rekombinacji. Powstaje, więc pytanie czy wyniki analizy genetycznej krzyżowania diallelicznego zależą od ocenianego pokolenia. Szereg badań wskazuje, że takich różnic nie ma (Bujak, 2000; Joshi i in., 2004), ale są także doniesienia odmienne (Węgrzyn i in., 2000).

Celem pracy było ustalenie oraz porównanie uwarunkowań genetycznych cech struktury plonu w pokoleniu F<sub>1</sub> i F<sub>2</sub> krzyżówek diallelicznych pszenicy ozimej.

#### MATERIAŁ I METODY

W latach 2002 i 2003 przeprowadzono krzyżowanie dialleliczne (model II wg Griffinga, 1956) pomiędzy jedenastoma odmianami pszenicy ozimej: Alba, Almari, Begra, Korweta, Kris, Mewa, Mobela, Mikon, Pegasos, Roma, Zyta. Wybrane odmiany były zróżnicowane pod względem cech rolniczych oraz reprezentowały różne grupy wartości technologicznej ziarna (Kaczyński, 2002). W sezonie wegetacyjnym 2003/04 założono dwa doświadczenie polowe: z mieszańcami pokolenia F<sub>1</sub> oraz mieszańcami pokolenia F<sub>2</sub> (55 kombinacji krzyżówkowych i odmiany rodzicielskie w każdym doświadczeniu) w Rolniczym Gospodarstwie Doświadczalnym Dłóż należącym do Akademii Rolniczej w Poznaniu. Przedplonem była soja. W pierwszym doświadczeniu na poletkach trzyczęściowych o długości 1m wysiano ziarniaki w rozstawie 20 × 5 cm. W drugim doświadczeniu poletka były pięcioczęściowe przy tej samej rozstawie i długości poletek. Obydwa doświadczenia założono w układzie bloków losowanych w trzech powtórzeniach. W czasie zbioru wybrano z każdego poletka losowo dziesięć roślin do analiz cech struktury plonu. Policzono liczbę źdźbeł i kłosów z rośliny, liczbę kłosków w kłosie, liczbę ziaren w kłosku, liczbę ziaren z kłosa oraz ustalono masę tysiąca ziaren (MTZ), masę ziaren z kłosa i masę ziaren z rośliny. Obliczenia wszystkich parametrów genetycznych i odziedziczalności

wykonano przy pomocy programu DGH2 opracowanego dla potrzeb doświadczeń genetyczno-hodowlanych (Kala i in., 1996). Program przeprowadza obliczenia według teoretycznych założeń analizy krzyżówek diallelicznych przedstawionych w publikacjach Dobek i wsp. (1983 a, 1983 b).

## WYNIKI I DYSKUSJA

Wielu autorów wykazało, że w kontrolowaniu ważnych cech struktury plonu pszenicy główną składową wariacji genetycznej jest wariacja addytywna (Singh i Rana, 1987; Singh, 1988; Pokhrel i in., 1993; Dere i Yildirim, 2006). Niektóre prace wskazywały także, ostatnio Hassain i wsp. (2008), na istotność efektów dominowania, kierunkowej dominacji i asymetrycznego rozłożenia genów w kształtowaniu liczby kłosek w kłosie, długości kłosa, liczby ziaren z kłosa, masy ziaren z kłosa i MTZ. W naszym doświadczeniu, stwierdzono istotność addytywnego działania genów w kształtowaniu wszystkich badanych cech (tab. 1).

Tabela 1

**Ocena komponentów genetycznych cech struktury plonu w potomstwach F<sub>1</sub> i F<sub>2</sub> krzyżówek diallelicznych pszenicy ozimej**  
**Evaluations of genetic components of yield components traits in F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> generations of winter wheat diallel crosses**

| Pokolenie<br>Generation | Komponenty<br>genetyczne<br>Genetic<br>components             | Wysokość<br>rośliny<br>Plant height | Liczba kłosów<br>Number of<br>spikes per<br>plant | Liczba<br>kłosek w<br>kłosie<br>Number of<br>spikelets per<br>spike | Liczba ziaren<br>w kłosie<br>Number of<br>grains per<br>spike | Masa 1000<br>ziaren<br>Weight of<br>1000 grains | Masa ziaren<br>z kłosa<br>Weight of<br>grains per<br>spike |
|-------------------------|---|-------------------------------------|---|---|---|---|--|
| F <sub>1</sub>          | dominowanie<br>dominance                                      | X                                   | XX  | —   | —   | —   | —  |
|                         | addytywność<br>additivity                                     | XX                                  | XX  | XX  | X   | XX  | XX   |
| F <sub>2</sub>          | dominowanie<br>dominance                                      | XX                                  | X   | X   | —   | —   | X  |
|                         | addytywność<br>additivity                                     | XX                                  | XX  | XX  | XX  | XX  | XX   |
| Parametry Mathera       |   |                                     |   |   |   |   |  |
| F <sub>1</sub>          | D   | 34,69                               | 0,04  | 0,94  | 15,32   | 70,36   | 0,078  |
|                         | H1  | 20,24                               | 0,48  | 0,62  | 0,42  | 42,62   | 0,024  |
|                         | średni stopień<br>dominacji<br>average effect<br>of dominance | 0,76                                | 6,12  | 0,81  | 0,51  | 0,77  | 0,55   |
| F <sub>2</sub>          | D   | 82,90                               | 0,004   | 1,98  | 19,79   | 81,12   | 0,045  |
|                         | H1  | 44,87                               | 0,615   | 2,27  | 7,94  | 44,76   | 0,20   |
|                         | średni stopień<br>dominacji<br>average effect<br>of dominance | 0,73                                | 11,70   | 1,07  | 0,63  | 0,72  | 2,10   |

X — Ocena istotna na poziomie  $\alpha = 0,05$ ; Evaluation significant at  $\alpha = 0.05$

XX — Ocena istotna na poziomie  $\alpha = 0,01$ ; Evaluation significant at  $\alpha = 0.01$

Obserwowano dużą zgodność wyników otrzymanych na podstawie oceny pokolenia F<sub>1</sub> i F<sub>2</sub>. W obydwu pokoleniach podobny, istotny wpływ na wysokość roślin oraz liczbę kłosów z rośliny, miało dominujące działanie genów. Jediną różnicą pomiędzy pokoleniami był udział dominującego działania genów w mieszańcach pokolenia F<sub>2</sub> w warunkowaniu liczby kłosów w kłosie i masy ziaren z kłosa (tab. 1). Obliczone parametry Mathera wskazywały na przewagę addytywnego działania genów w kształtowaniu większości cech — ocena parametru D (komponent addytywny) większa od oceny parametru H1 (komponent nieaddytywny) oraz średni stopień dominacji poniżej jedności (tab. 1). Węgrzyn i wsp. (2000) stwierdzili u pszenżyta jarego, że wariancja addytywna była większa od wariancji dominacji w pokoleniu F<sub>1</sub> dla wszystkich cech komponentów plonu, a w pokoleniu F<sub>2</sub> dla liczby ziaren z kłosa i MTZ. Przewagę komponentu nieaddytywnego (H1) stwierdzono w obydwu pokoleniach dla liczby kłosów z rośliny, a w pokoleniu F<sub>2</sub> także dla liczby kłosów w kłosie i masy ziaren z kłosa. Stwierdzana często przewaga nieaddytywnego działania genów w kształtowaniu liczby kłosów z rośliny, wynika prawdopodobnie z dużego wpływu środowiska na te cechy (Drozd, 1993; Węgrzyn i in., 1979). Wartość parametrów D i H1 była większa (z wyjątkiem liczby kłosów z rośliny i masy ziaren z kłosa) w pokoleniu F<sub>2</sub>. W pokoleniu F<sub>2</sub> zaznaczyła się przewaga komponentu nieaddytywnego szczególnie w przypadku liczby kłosów z rośliny oraz masy ziaren z kłosa (tab. 1). Na fakt uwarunkowania plonu ziarna pszenicy przez addytywne i nieaddytywne efekty genów wskazywało także wielu innych badaczy (Menon i dharna, 1995; Bhavasar i in., 1996; Sheikh i in., 2000; Joshi i in., 2004).

Odziedziczalność cech struktury plonu w naszym doświadczeniu przeprowadzonym w 2004 roku była niższa od odziedziczalności otrzymanej w poprzednich latach na podobnych populacjach mieszańcowych (Nawracała i in., 2004). Największą odziedziczalnością w szerokim sensie charakteryzowała się w naszym doświadczeniu MTZ (tab. 2). Podobną odziedziczalność dla MTZ stwierdzili Singh i wsp. (1987) otrzymując współczynniki odziedziczalności w zakresie 67,9–71,3%. Szerszy zakres współczynnika odziedziczalności dla MTZ (26–78%) obserwowali Lonc i wsp. (1983). Podobną odziedziczalnością jak MTZ charakteryzowała się wysokość roślin (tab. 2). Wyższą odziedziczalność dla wysokości roślin otrzymano w wielu doświadczeniach np. obliczona przez Borojevica (1990) odziedziczalność wysokości roślin dla pokolenia F<sub>2</sub> wynosiła — 0,85 a przez Kadłubca (1993) — 0,86. Natomiast dla liczby kłosów z rośliny odziedziczalność niższą niż w naszym doświadczeniu (tab. 2) otrzymał Jedyński (1987) (22,1%). Wyjątkowo niskie współczynniki odziedziczalności stwierdzono dla liczby kłosów w kłosie, dla której to cechy większość autorów podaje bardzo wysoką odziedziczalność (Goldringer i in., 1997). Jednak podobny, niski (31,9%) współczynnik odziedziczalności dla liczby kłosów w kłosie przedstawił Jedyński (1987). Niską odziedziczalnością charakteryzowała się także masa ziaren z kłosa. Wyższe współczynniki odziedziczalności dla masy ziaren z kłosa (88,4–91,0) otrzymali w pokoleniu F<sub>2</sub> Kumbhar i Larik (1989) oraz Lonc i wsp. (1989).

Odziedziczalność w szerokim sensie w pokoleniu F<sub>1</sub> i F<sub>2</sub> była dla większości cech podobna (tab. 2). Wyraźnie wyższą odziedziczalność w pokoleniu F<sub>2</sub> odnotowano dla wysokości roślin i liczby kłosów z rośliny, natomiast niższą dla MTZ (tab. 2).

W doświadczeniu przeprowadzonym przez Nawracałę i wsp. (2004) współczynniki odziedziczalności dla liczby źdźbeł i kłosów z rośliny były podobnie jak w naszym doświadczeniu wyższe w pokoleniu F<sub>2</sub> niż w pokoleniu F<sub>1</sub>, jednak dla pozostałych cech struktury plonu odziedziczalność w szerokim sensie była niższa u mieszańców F<sub>2</sub>.

Tabela 2

**Odziedziczalność w szerokim i wąskim sensie cech struktury plonu w pokoleniu F<sub>1</sub> i F<sub>2</sub> krzyżówek diallelicznych pszenicy ozimej**  
**Heritability in broad and narrow sense of yield components traits in F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> generations of winter wheat diallel crosses**

| Cecha<br>Trait   | Odziedziczalność w szerokim sensie<br>Heritability in broad sense |                | Odziedziczalność w wąskim sensie<br>Heritability in narrow sense |                |
|--|---|----------------|--|----------------|
|  | F <sub>1</sub>  | F <sub>2</sub> | F <sub>1</sub>   | F <sub>2</sub> |
| Wysokość rośliny<br>Plant height                         | 0,53  | 0,73           | 0,31   | 0,57           |
| Liczba kłosów<br>Number of spikes                        | 0,48  | 0,61           | 0,17   | 0,12           |
| Liczba kłosków w kłosie<br>Number of spikelets per spike | 0,37  | 0,38           | 0,20   | 0,10           |
| Liczba ziaren w kłosie<br>Number of grains per spike     | 0,54  | 0,22           | 0,25   | 0,09           |
| Masa 1000 ziaren<br>Weight of 1000 grains                | 0,75  | 0,54           | 0,54   | 0,31           |
| Masa ziaren z kłosa<br>Weight of grains per spike        | 0,33  | 0,37           | 0,22   | 0,07           |

Odziedziczalność w wąskim sensie była o wiele niższa od odziedziczalności w szerokim sensie (tab. 2). Względnie największą odziedziczalnością w wąskim sensie charakteryzowały się te same cechy, które miały także największą odziedziczalność w szerokim sensie tj. wysokość roślin i MTZ. W pokoleniu F<sub>1</sub> odziedziczalność w wąskim sensie była wyższa (z wyjątkiem wysokości roślin) niż w pokoleniu F<sub>2</sub>. Stosunkowo wysoka odziedziczalność dla wysokości roślin, była jednak niższa od podanej przez Gamil i Saheal (1983) — (0,92), którzy z kolei dla MTZ otrzymali niższą odziedziczalność w wąskim sensie (0,39) niż w naszym doświadczeniu. Bardzo niską odziedziczalność w wąskim sensie w obydwu pokoleniach stwierdzono dla kłosów z rośliny, czyli cechy w której kształtowaniu stwierdzono istotną dominację i przewagę nieaddytywnego komponentu (tab. 1). W pokoleniu F<sub>2</sub> w przypadku liczby ziaren w kłosie i masy ziaren z kłosa stwierdzono znikomą odziedziczalność. Odwrotnie, w wcześniejszych doświadczeniach Nawracała i wsp. (2004) otrzymali w pokoleniu F<sub>2</sub> dla tych cech wyższą odziedziczalność.

#### WNIOSKI

1. Stwierdzono istotny wpływ efektów addytywnego działania genów na kształtowanie się badanych cech struktury plonu.
2. Dominacja uwidoczniła się w przypadku wysokości roślin, liczby kłosów z rośliny, liczby kłosków w kłosie i masy ziaren z kłosa.

3. Ocenę komponentu nieaddytywnego wyższą od addytywnego stwierdzono w obydwu pokoleniach w przypadku liczby źdźbeł i kłosów z rośliny oraz w pokoleniu F<sub>2</sub> w wysokości roślin i masy ziaren z kłosa.
4. MTZ, wysokość rośliny i liczba ziaren w kłosku charakteryzowały się największą w obydwu pokoleniach odziedziczalnością w szerokim i w wąskim sensie. W badanej populacji najskuteczniejszą selekcję można prowadzić pod względem tych cech.
5. Największe różnice pomiędzy pokoleniami F<sub>1</sub> i F<sub>2</sub>, stwierdzono w odziedziczalności w szerokim sensie dla liczby ziaren w kłosie, a w odziedziczalności w wąskim sensie dla liczby ziaren w kłosie i masy ziaren z kłosa. Odziedziczalność w wąskim sensie była w pokoleniu F<sub>2</sub> niższa z wyjątkiem wysokości roślin.
6. Ocena komponentów genetycznych: addytywnego, nieaddytywnego oraz dominacji dokonana na podstawie pokolenia F<sub>1</sub> i F<sub>2</sub> była prawie całkowicie zgodna. Podobieństwo tej oceny było większe niż podobieństwo odziedziczalności w szerokim i wąskim sensie obliczonej na podstawie tych pokoleń.

#### LITERATURA

- Bhavasari V. V., Chavan V. W., Panvar B. B. 1996. Phenotypic stability for grain yield in bread wheat. *Ann. Agric. Res.* 17: 292 — 294.
- Borojevic S. 1990. Principles and methods of plant breeding. Elsevier, Amsterdam — Oxford — New York — Tokyo.
- Bos I., Caligari P. 1995. Selection methods in plant breeding. Chapman & Hall, London.
- Bujak H. 2000. Analiza dziedziczenia cech ilościowych żyta. *Biul. IHAR* 216:43 — 54.
- Dere S., Yildirim M. B. 2006. Inheritance of plant height, tiller number per plant, spike height and 1000-kernel weight in a 8x8 diallel cross population of bread wheat. *Cereal Res. Commun.* 34 (2-3): 965 — 972.
- Dobek A., Kaczmarek Z., Kielczewska H., Łuczkiwicz T. 1983 a. Podstawy i teoretyczne analizy krzyżówek diallelicznych. Część I. Analiza wariancji pełnej tablicy diallelicznej wyników doświadczenia w blokach kompletnych. *Biul. IHAR* 151: 9 — 18.
- Dobek A., Kaczmarek Z., Kielczewska H., Łuczkiwicz T. 1983 b. Podstawy i teoretyczne analizy krzyżówek diallelicznych. Część II. Analiza genetyczna pełnej tablicy diallelicznej wyników doświadczenia w blokach kompletnych. *Biul. IHAR* 151: 19 — 29.
- Drozd D. 1993. Określenie stosunku GCA:SCA u pszenicy jarej i jego interpretacja genetyczna. *Zeszyty Naukowe AR w Wrocławiu. Rolnictwo LVIII* Nr 223: 285 — 290.
- Falconer D. S. 1974. Dziedziczenie cech ilościowych. PWN, Warszawa.
- Gamil K. H., Al-Saheal Y. A. 1983. Estimation of genetic effects for agronomic traits in wheat. *Wheat Information Service* 57: 36 — 41.
- Goldringer I., Brabant P., Gallais A. 1997. Estimation of additive and epistatic genetic variance for agronomic traits in a population of doubled-haploid lines of wheat. *Heredity* 79:60 — 71.
- Griffing B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Austr. J. Biol. Sci.* 9:463 — 493.
- Hussain, F., Sial, R.A., Ashraf, M. 2008. Genetic studies for yield and yield related traits in wheat under leaf rust attack. *International Journal of Agriculture and Biology* 10 (5): 531 — 535.
- Jedyński S. 1987. Zmienność i odziedziczalność cech użytkowych pszenicy ozimej. *Zeszyty Naukowe AR w Wrocławiu* Nr 165: 27 — 42.
- Jedyński S., Lonc W. 1983. Odziedziczalność i efekty genowe cech użytkowych mieszańców pszenicy ozimej. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* Z. 290: 193 — 200.
- Joshi S. K., Sharma S. N., Singhania D. L., Sain R. S. 2004. Combining ability in the F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> generations of diallel cross in hexaploid wheat (*Triticum aestivum* L. em. Thell). *Hereditas* 141: 115 — 121.
- Kaczyński L. 2001. Pszenica ozima. *Lista Opisowa Odmian 2001. COBORU*: 19 — 36.

- Kadłubiec W. 1993. Zmienność i genetyczne różnicowanie cech użytkowych linii pszenicy ozimej w siewie punktowym i zwartym. Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wrocławiu Nr 223: 273 — 278.
- Kala R., Chudzik H., Dobek A., Kielczewska H. 1996. DGH2 — system analiz statystycznych dla potrzeb Doświadczeń Genetyczno-Hodowlanych wersja 2.0.
- Kumbhar M. B., Larik A. S. 1989. Genetic analysis of some yield parameters in *Triticum aestivum* L. Wheat Information Service 68: 29 — 32.
- Lonc W., Malawko-Murawska Z., Strugała J. 1983. Odziedziczalność i postęp genetyczny cech ilościowych mieszańców F<sub>2</sub> pszenicy ozimej. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych Z. 290: 159 — 166.
- Lonc W., Białowas S., Chema K., Krupa F. 1989. Zastosowanie taksonomii wrocławskiej do oceny wartości hodowlanej kilku odmian pszenicy ozimej. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych Z. 382: 119 — 125.
- Menon U., Sharma S. N. 1995. Inheritance studies for yield and yield components traits in bread wheat over the environment. Wheat Information Servis 80: 1 — 5.
- Pokhrel P. R., Burden A. M., Dragautsev V. A. 1993. Harvest index and grain size in wheat. Indian J. Genet. 57: 361 — 365.
- Sheikh S., Singh I., Singh J. 2000. Inheritance of some quantitative traits in bread wheat (*Triticum aestivum* L. em. Thell). Ann. Agric. Res. 21: 51 — 54.
- Singh K. N. 1988. Combining ability in wheat in normal and sodic soils. Indian J. Genet. 48:99 — 102.
- Singh K. N., Rana R. S. 1987. Influence of soil alkalinity and salinity on estimates of heterosis and gene effects governing some quantitative traits in bread wheat. Indian J. Genet. 47: 76 — 78.
- Singh I., Chowdhury R. K., Pawar I. S., Singh S. 1987. A comparative study of three selection procedures in bread wheat. Wheat Information Service 65: 16 — 18.
- Węgrzyn S., Góral H., Spiss L. 2000. Oszacowanie genetycznych wariacji cech plonowania pszenżyta jarego na podstawie mieszańców F<sub>1</sub> i F<sub>2</sub>. Biul. IHAR 216: 137 — 144.