

STANISŁAW JEDYŃSKIKatedra Hodowli Roślin i Nasiennictwa
Akademia Rolnicza we Wrocławiu

Analiza dialleliczna cech ilościowych mieszańców F_1 pszenicy jarej

Diallel cross analysis of several quantitative characters in spring wheat

W pracy przedstawiono wyniki analizy diallelicznej dla wysokości roślin, liczby kłosów z rośliny, liczby ziaren z kłosa, masy 1000 ziaren i masy ziarna z rośliny. Interakcję niealleliczną i naddominowanie stwierdzono w przypadku liczby kłosów z rośliny, masy 1000 ziaren i masy ziarna z rośliny. Wysokość roślin i liczba ziaren z kłosa były determinowane częściowym dominowaniem. Geny recesywne powodowały zwiększenie masy ziarna z rośliny i liczby ziaren z kłosa, natomiast wysokość roślin była związana z genami dominującymi.

Słowa kluczowe: analiza dialleliczna, cechy ilościowe, epistaza, pszenica jara

Diallel analysis was applied for plant height, no. of ears/plant, no. of grains/ear, 1000 grain weight and grain yield/plant. Graphical analysis revealed non-allelic interaction and overdominance in the inheritance of no. ears/plant, 1000 grain weight and grain yield/plant. Plant height and no. of grains/ear were determined by partial dominance. Recessive genes were associated with high expression of grain yield/plant and no. of grains/ear, whereas plant height appeared to be inherited as a dominant character.

Key words: diallel analysis, epistasis, quantitative characters, spring wheat

WSTĘP

Informacje o sposobach działania genów mogą ułatwić wybór skutecznych metod selekcji. Szybki postęp genetyczny można uzyskać w przypadku addytywnego działania genów, natomiast znaczny udział dominowania będzie obniżał skuteczność selekcji w trakcie hodowli rodowodowej.

Spośród metod genetyki cech ilościowych najbardziej przydatna w pracy hodowlanej wydaje się być analiza genetyczna Haymana (1954) i Jinksa (1954). Uzyskana na podstawie analizy diallelicznej ocena genetyczna wielu form rodzicielskich może ułatwić wybór najlepszych kombinacji mieszańcowych o dużym potencjale selekcyjnym. W literaturze można spotkać wiele przykładów analizy diallelicznej dla 5–7 form rodzicielskich. Hayman jednakże wielokrotnie podkreślał konieczność używania przynajmniej

10 linii w krzyżowaniu diallelicznym, jeśli się chce uzyskać w miarę dokładne oszacowania komponentów zmienności (Hayman, 1960, 1963).

Celem pracy było poznanie sposobów działania genów określających kilka cech użytkowych mieszańców F_1 uzyskanych z przekrzyżowania diallelicznego 10 linii pszenicy jarej.

MATERIAŁ I METODY

Wykonano krzyżowanie półdialleliczne dziesięciu morfologicznie zróżnicowanych linii pszenicy jarej. Linie wyprowadzono z następujących odmian i rodów: Eta, Jota, Sigma, KOC 985, KOC 1086, KOC 1186, Alkora, KOC 1688, Hera i Omega. Doświadczenie z liniami i 45 mieszańcami F_1 założono metodą losowanych bloków w dwóch powtórzeniach w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Swojec AR we Wrocławiu w 1990 roku. Nasiona wysiano punktowo w rozstawie 20 x 10 cm. Pomiary wykonano na pojedynczych roślinach oceniając wysokość roślin, liczbę kłosów produktywnych z rośliny, liczbę ziaren z kłosa, masę 1000 ziaren i masę ziarna z rośliny. Średnie wartości przedstawiono w tabeli 1. Analizę genetyczną przeprowadzono według metody Haymana (1954) i Jinksa (1954). Adekwatność modelu addytywno-dominującego testowano za pomocą współczynnika regresji b i wartości t^2 . Analizę genetyczną dla masy 1000 ziaren i masy ziarna z rośliny wykonano bez linii KOC 1186, ponieważ w okresie kwitnienia liście flagowe roślin mieszańcowych przedwcześnie żółkły i szybko zamierały, prawdopodobnie z powodu współdziałania genów nekrozy Ne1 i Ne2.

Tabela 1

Średnie wartości cech ilościowych linii i mieszańców F_1
Mean values of parental lines and F_1 hybrids for several agronomic characters

Cecha Character Genotyp Genotype	Wysokość roślin Plant height	Liczba kłosów z rośliny No. of ears per plant	Liczba ziaren z kłosa No. of grains per ear	Masa 1000 ziaren 1000 grain weight	Masa ziarna z rośliny Grain yield per plant
1	2	3	4	5	6
Sigma (S)	77,7	6,5	62,4	36,1	8,2
Jota (J)	87,0	7,2	61,0	38,3	11,8
Eta (E)	86,9	7,2	68,6	36,0	12,3
KOC 985 (985)	84,1	7,6	71,5	33,5	11,3
KOC 1086 (1086)	78,9	6,9	47,6	34,2	9,0
KOC 1186 (1186)	84,6	7,9	43,4	44,1	10,2
Alkora (A)	90,5	5,2	49,9	39,9	9,1
KOC 1688 (1688)	86,6	6,1	55,1	35,2	9,2
Hera (H)	78,8	6,7	61,0	35,4	11,8
Omega (O)	87,9	6,2	55,6	38,9	9,7
$S \times J$	85,1	7,1	61,4	38,6	12,8
$S \times E$	81,2	5,6	64,8	38,6	10,3
$S \times 985$	81,7	6,0	61,1	36,6	8,9
$S \times 1086$	79,3	7,1	58,3	38,6	11,2
$S \times 1186$	80,5	6,5	56,4	42,0	8,5
$S \times A$	84,9	6,4	58,2	35,7	9,5
$S \times 1688$	83,0	6,5	57,4	36,2	9,8

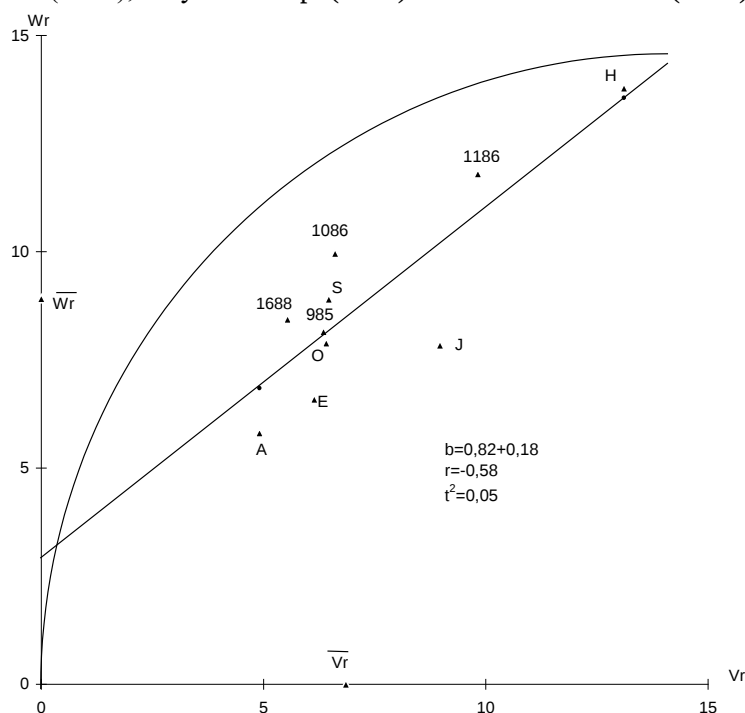
c.d. Tabela 1

1	2	3	4	5	6
S × H	78,5	5,7	63,9	31,8	8,9
S × O	79,7	5,9	54,1	39,8	9,0
J × E	82,8	6,4	59,9	37,1	12,2
J × 985	82,1	7,6	56,9	33,7	11,3
J × 1086	82,3	6,8	53,5	34,9	9,6
J × 1186	85,5	7,8	45,9	36,2	9,5
J × A	91,2	6,5	57,7	40,1	11,3
J × 1688	89,2	8,0	60,6	37,4	13,5
J × H	85,1	6,8	58,0	34,7	11,9
J × O	87,4	8,0	55,5	40,7	13,6
E × 985	85,4	7,5	67,3	35,0	12,2
E × 1086	85,1	6,5	59,1	34,3	10,1
E × 1186	86,5	6,5	47,2	38,5	9,2
E × A	89,0	5,7	65,2	41,3	11,4
E × 1688	89,2	6,7	53,8	39,7	10,3
E × H	84,9	7,3	65,5	36,1	12,1
E × O	85,1	5,9	51,2	41,0	8,8
985 × 1086	79,8	7,2	58,1	35,5	11,0
985 × 1186	80,5	6,7	47,6	29,6	6,9
985 × A	85,9	5,8	55,1	38,2	10,1
985 × 1688	83,4	7,8	59,4	37,5	10,6
985 × H	77,8	7,4	61,5	36,8	11,0
985 × O	82,2	5,8	55,2	37,1	8,7
1086 × 1186	81,5	8,6	52,0	39,5	11,5
1086 × A	85,9	6,4	50,0	36,6	9,6
1086 × 1688	84,2	8,3	53,2	37,3	11,2
1086 × H	80,6	7,7	50,1	35,4	9,0
1086 × O	84,5	7,4	56,2	37,7	11,1
1186 × A	90,3	7,2	55,1	37,7	9,3
1186 × 1688	86,3	6,9	47,3	37,6	8,1
1186 × H	83,0	7,5	43,9	33,8	7,3
1186 × O	86,3	7,1	49,0	40,1	10,0
A × 1688	88,9	7,1	53,2	38,0	10,7
A × H	88,8	8,4	57,4	39,1	12,7
A × O	86,6	5,9	55,6	39,9	10,4
1688 × H	84,8	6,9	53,7	39,2	10,3
1688 × O	86,8	7,3	52,7	38,5	9,6
H × O	84,8	7,2	49,6	40,5	10,2

WYNIKI I DYSKUSJA

Analizę graficzną dla wysokości roślin przedstawiono na rysunku 1. Prosta regresji przechodzi powyżej punktu zero, co świadczy o częściowym dominowaniu genów w dziedziczeniu tej cechy. Linia Hera zawiera przede wszystkim geny recesywne, natomiast Alkora ma przewagę genów dominujących. Pozostałe linie, z wyjątkiem KOC 1186, mają zbliżoną liczbę genów recesywnych i dominujących. Współczynnik korelacji między wartościami Y_r (średnie wartości rodziców), a $W_r + V_r$ wynosi -0,58 i choć jest nieistotny, wskazuje jednak na związek między genami dominującymi a wysokimi wartościami tej cechy. Częściowe dominowanie i wpływ genów dominujących na

zwiększenie wartości tej cechy stwierdzili również Halloran (1975 b), Węgrzyn i Pochaba (1980), Jedyński (1987), Jedyński i wsp. (1989) oraz Lonc i Zalewski (1991).



W_r — kowariancja potomstwo-rodzice; progeny-parents covariance

V_r — wariancja; variance

Legenda dla linii na wszystkich rysunkach:

Notation for lines in all figures:

985 — KOC 985; 1086 — KOC 1086; 1186 — KOC 1186; 1688 — KOC 1688

A — Alkora; E — Eta; H — Hera; J — Jota; O — Omega; S — Sigma

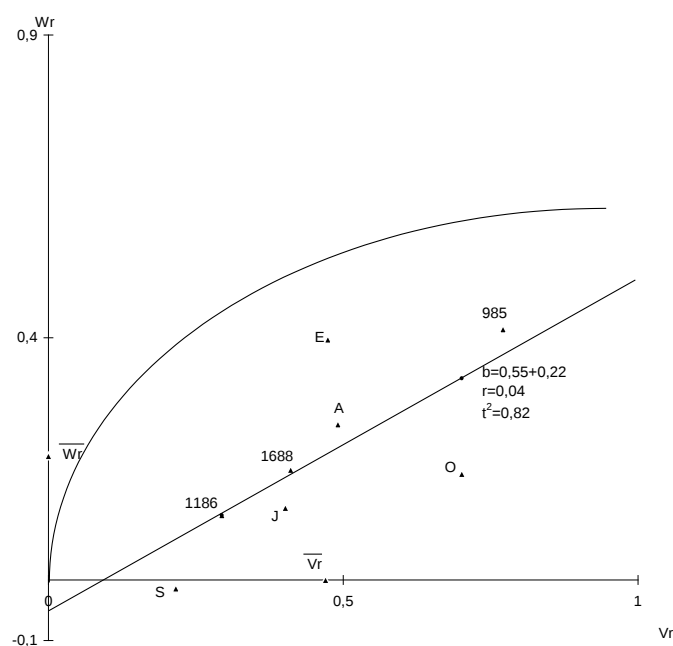
Rys. 1. Regresja W_r względem V_r dla wysokości roślin

Fig. 1. The W_r/V_r regression graph for plant height

Wyeliminowanie z analizy mieszańców linii KOC 1086 i Hera pozwoliło na uzyskanie modelu addytywno-dominującego dla liczby kłosów z rośliny (rys. 2). Położenie prostej regresji wskazuje na naddominowanie genów warunkujących tę cechę. Rozmieszczenie punktów na wykresie świadczy o dość znacznym zróżnicowaniu genetycznym badanych linii. KOC 985 ma najwięcej genów recesywnych, natomiast Sigma zawiera przewagę genów dominujących. Nie można określić zależności liczby kłosów od rodzaju genów ($r = 0,04$). Naddominowanie, pełne dominowanie i epistazę w dziedziczeniu liczby kłosów z rośliny stwierdzono w wielu badaniach (Halloran, 1975a; Jedyński, 1987; Jedyński i in., 1987; Lonc i Zalewski, 1991).

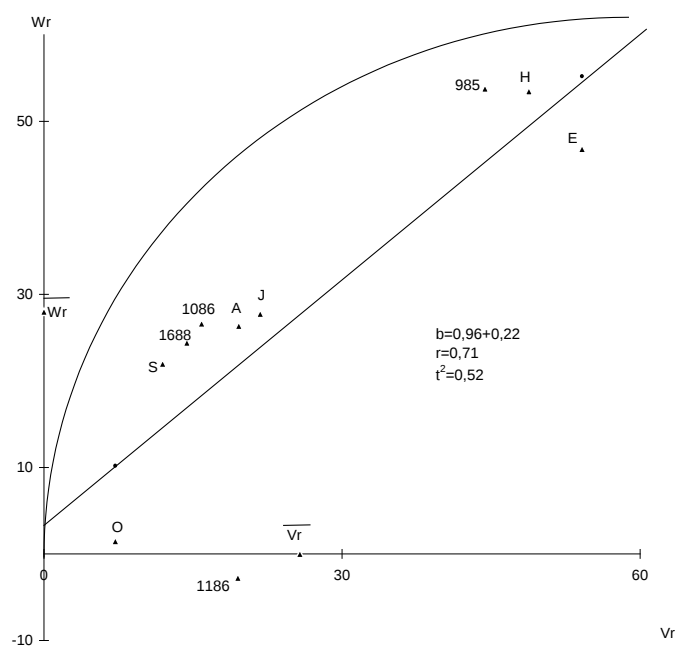
Położenie prostej regresji na rys. 3 wskazuje na częściowe dominowanie genów warunkujących dziedziczenie liczby ziaren z kłosa. Linie tworzą trzy zróżnicowane genetycznie grupy. KOC 985, Hera i Eta mają przewagę genów recesywnych, natomiast

geny dominujące występują w liniach Omega i KOC 1186. Pozostałe linie mają w przybliżeniu jednakową liczbę genów dominujących i recesywnych. Istotny współczynnik korelacji ($r = 0,71$) wskazuje, że geny recesywne działają w kierunku zwiększenia liczby ziaren z kłosa. Częściowe dominowanie i epistazę dla tej cechy stwierdzili Virk i wsp. (1975) oraz Jedyński i wsp. (1989), natomiast w badaniach Lonca i Zalewskiego (1991) wykazano naddominowanie i związek genów dominujących z wysokimi wartościami liczby ziaren z kłosa.

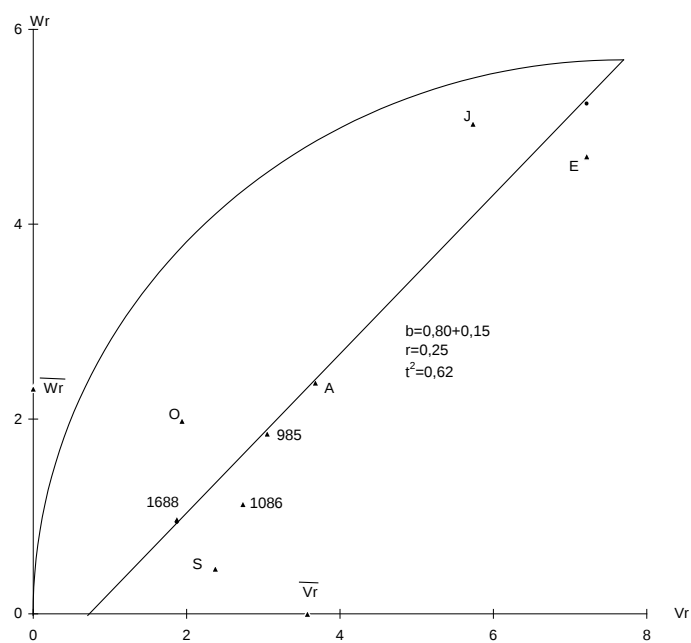


Rys. 2. Regresja W_r względem V_r dla liczby kłosów z rośliny
Fig. 2. The W_r/V_r regression graph for no. of ears per plant

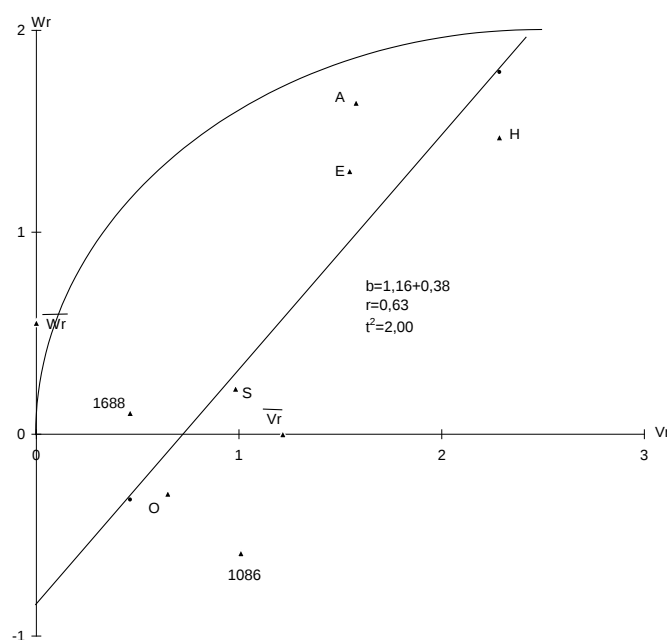
Dla masy 1000 ziaren uzyskano zestaw linii spełniających założenia metody Haymana po usunięciu z analizy linii Hera. Rysunek 4 świadczy o naddominowaniu genów determinujących tę cechę i dość znacznym zróżnicowaniu genetycznym badanych linii. Jota i Eta zawierają geny recesywne, Alkora ma równą liczbę genów recesywnych i dominujących natomiast u pozostałych linii zaznacza się przewaga genów dominujących. Na podstawie współczynnika korelacji można sądzić, że zarówno geny recesywne jak i dominujące wpływają na masę 1000 ziaren. W badaniach Hallorana (1975 a), Lonca i Zalewskiego (1991), Sameeny i wsp. (2000) stwierdzono częściowe dominowanie i związek między genami dominującymi a wysoką ekspresją tej cechy. Z kolei Whitehouse i wsp. (1958) oraz Węgrzyn i Pochaba (1980) wykazali determinowanie wysokiej masy 1000 ziaren przez geny recesywne.



Rys. 3. Regresja W_r względem V_r dla liczby ziaren
Fig. 3. The W_r/V_r regression graph for number of grains per ear



Rys. 4. Regresja W_r względem V_r dla masy 1000 ziaren
Fig. 4. The W_r/V_r regression graph for 1000 grain weight



Rys. 5. Regresja W_r względem V_r dla masy ziarna z rośliny
Fig. 5. The W_r/V_r regression graph for grain weight per plant

W celu otrzymania addytywno-dominującego modelu dziedziczenia masy ziarna z rośliny trzeba było wyłączyć z analizy genetycznej linie Jota i KOC 985 (rys. 5). Masa ziarna z rośliny jest warunkowana naddominowaniem genów. Linie Alkora, Eta i Hera mają przewagę genów recesywnych. Pozostałe linie mają więcej genów dominujących. Nieistotna, ale dość wysoka ($r = 0,63$) wartość współczynnika korelacji świadczy o tym, że geny recesywne są w znacznym stopniu związane z wysoką masą ziarna z rośliny. Naddominowanie i epistazę w dziedziczeniu masy ziarna z rośliny wykazali również Halloran (1975 a), Jedyński i wsp. (1989), Lonc i Zalewski (1991) oraz Sameena i wsp. (2000). Według Waltona (1969) cecha ta była warunkowana częściowym dominowaniem.

WNIOSKI

1. Na podstawie przeprowadzonych analiz genetycznych można przypuszczać, że we wczesnych pokoleniach mieszańcowych selekcja będzie mało skuteczna w przypadku liczby kłosów z rośliny, masy 1000 ziaren i masy ziarna z rośliny. Szybki postęp genetyczny będzie można natomiast uzyskać prowadząc selekcję w kierunku wysokiej liczby ziaren z kłosa, utrzymując masę 1000 ziaren na stałym poziomie.
2. Biorąc pod uwagę zróżnicowanie genetyczne linii i średnie wartości cech, zwłaszcza liczbę ziaren z kłosa, można wyróżnić następujące kombinacje mieszańcowe: Sigma $\times$ Eta, Sigma $\times$ Jota i Eta $\times$ Alkora, które rokuje uzyskanie wielu pożądaných segregantów transgresywnych.

LITERATURA

- Halloran G. M. 1975 a. Genetic analysis of yield in wheat. *Z. Pflanzenzüchtung* 74: 298 — 321.
- Halloran G. M. 1975 b. Genetic analysis of plant height in wheat. *Theor. Appl. Genet.* 45: 368—375.
- Hayman B. I. 1954. The theory and analysis of diallel crosses. *Genetics* 39: 789 — 809.
- Hayman B. I. 1960. The theory and analysis of diallel crosses. III *Genetics* 45: 155 — 172.
- Hayman B. I. 1963. Notes on diallel cross theory: Statistical genetics and plant breeding „NAS-NRC 982: 571 — 578.
- Jinks J. L. 1954. The analysis of continuous variation in a diallel cross of *Nicotiana rustica* varieties. *Genetics* 39: 767 — 788.
- Jedyński S., 1987. Zmienność i odziedziczalność cech użytkowych mieszańców pszenicy ozimej. *Zesz. Nauk. AR Wroc.* 47: 27 — 43.
- Jedyński S., Lonc W., Kadłubiec W., Strugała J. 1989. Analiza dialleliczna cech użytkowych mieszańców F₁ pszenicy ozimej. *Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol.* 382: 95 — 107.
- Lonc W., Zalewski D. 1991. Analiza dialleliczna cech ilościowych mieszańców F₁ pszenicy ozimej. *Hod. Rośl. Aklim.* 35, z. 3/4: 101 — 113.
- Lupton F. G. H. 1961. Studies in the breeding of self — pollinating cereals. 3. Further studies in cross prediction. *Euphytica* 10: 209 — 224.
- Sameena-Sheikh, Labal-Singh, Jaivir-Singh Sheikh S., Singh I, Singh J. 2000. Inheritance of some quantitative traits in bread wheat (*Triticum aestivum* L. em. Thell). *Annals of Agric. Res.* 21:1, 51 — 54.
- Virk D., S., Aulakh M. S. 1975. The diallel cross analysis of grain yield and its components in bread wheat. *Cereal Res. Commun.* 3: 305 — 315.
- Walton P. D. 1969. Inheritance of morphological characters associated with yield in spring wheat. *Can. J. Plant Sci.* 49: 587 — 596.
- Węgrzyn S., Pochaba L. 1980. Wartość kombinacyjna i sposoby działania genów dla kilku cech odmian i mieszańców pszenicy ozimej. *Hod. Rośl. Aklim.* 24: 211 — 223.
- Whitehouse R. N. H., Thompson J. B., De Valle Ribeiro M. A. M. 1958. Studies in the breeding of self-pollinating cereals. 2. The use of a diallel cross analysis in yield prediction. *Euphytica* 7: 147 — 169.