

DARIUSZ ZALEWSKI**RAFAŁ KURIATA**

Katedra Hodowli Roślin i Nasiennictwa, Akademia Rolnicza, Wrocław

Analiza dziedziczenia cech ilościowych pszenicy ozimej

Diallel analysis of quantitative traits of winter wheat

Materiał do badań stanowiły mieszańce F₂ uzyskane w wyniku krzyżowania półdialelicznego 7 zróżnicowanych linii wyprowadzonych z odmian pszenicy ozimej: Oregon, Jawa, CWW-3547/56, Longbow, Regina, Hana, Norman. W pracy przeprowadzono ocenę sposobów działania genów warunkujących 10 cech ilościowych w wyniku zastosowania graficznej analizy diallelicznej opracowanej przez Haymana (1954) i Jinksa (1954). Użycie do krzyżowań linii Longbow powoduje u mieszańców epistatyczne dziedziczenie wysokości roślin. Linia Oregon warunkuje epistazę krzewistości produktywnej, linia CWW liczby ziaren z kłosa i masy tysiąca ziaren. W dziedziczeniu masy ziaren z kłosa stwierdza się również epistazę, która wynika z użycia do krzyżowań linii Norman. Wyeliminowanie tych linii z udziału w tworzeniu mieszańców pozwala na stwierdzenie adekwatności addytywno-dominującego modelu dziedziczenia. Wysokość roślin, krzewistość produktywną, długość kłosa, liczbę kłosków w kłosie, zbitość kłosa, masę ziaren z kłosa, masę ziaren z rośliny i masę tysiąca ziaren warunkuje częściowe dominowanie genów. Masę średniego kłosa określa naddominowanie genów, a liczbę ziaren z kłosa nieznaczne naddominowanie.

Słowa kluczowe: analiza dialleliczna, pszenica ozima

Seven different lines derived from the following cultivars of winter wheat: Oregon, Jawa, CWW-3547/56, Longbow, Regina, Hana, Norman were crossed in half-diallel design. Gene action for 10 quantitative characters was determined by the analyses of Hayman and Jinks. Line Longbow caused epistatic gene action in inheritance of plant height, Oregon of productive tillering, CWW of grain number per spike and 1000 grain weight, Norman of grain weight per ear. When the above lines were removed, the additive-dominance model was adequate. Partial dominance was involved in the inheritance of plant height, productive tillering, ear length, number of grains per spike, ear density, grain weight per spike, grain weight per plant and 1000 grain weight. Over-dominance of genes increased grain weight per mean spike and grain number per spike.

Key words: diallel analysis, winter wheat

WSTĘP

Wyhodowanie odmiany na drodze krzyżowania jest procesem długotrwałym i kosztownym. Osiągnięcie zamierzonego celu zależy przede wszystkim od wybranego do krzy-

zowań materiału wyjściowego i zastosowanej metody hodowli. Poznanie sposobu działania genów określających cechy użytkowe form rodzicielskich pozwala na wybór bardziej wartościowych spośród nich, a także przyjęcie odpowiedniej metody selekcji. Spośród wielu metod statystycznych określających sposób działania genów bardzo przydatna jest analiza dialleliczna Haymana (1954) i Jinksa (1954).

Celem badań było poznanie sposobu działania genów warunkujących cechy ilościowe mieszańców F₂ pszenicy ozimej.

MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań stanowiło 21 mieszańców F₂ uzyskanych w wyniku krzyżowania półdialleliczne siedmiu zróżnicowanych linii, reprezentatywnych dla odmian pszenicy ozimej, z których zostały wyprowadzone: Oregon (USA), Jawa (Polska), CWW-3547/56 (Anglia), Longbow (Anglia), Regina (Czechy), Hana (Czechy), Norman (Anglia). Eksperyment polowy założono w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Swojec należącym do Akademii Rolniczej we Wrocławiu.

Tabela 1

Średnie arytmetyczne cech użytkowych linii rodzicielskich i mieszańców F₂
Arithmetic means for traits of parental lines and F₂ hybrids of winter wheat

Linie i mieszańce F ₂ Line and hybrids F ₂	Wysokość roślin Plant height (cm)	Krzewistość produktywna Productive tillering	Długość kłosa Ear length (mm)	Liczba kłosków w kłosie No. of spikelets per ear	Zbitość kłosa Density of ear
Oregon	94	18,6	98	20,4	20,9
Jawa	87	16,5	88	18,6	21,2
CWW-3547/46	89	15,8	100	19,8	19,8
Longbow	80	16,4	105	21,1	20,2
Regina	102	19,3	95	21,3	22,4
Hana	95	16,0	110	20,7	18,8
Norman	78	14,0	105	20,8	19,8
Oregon × Jawa	95	17,4	94	19,7	20,9
Oregon × CWW	94	19,1	101	20,3	20,0
Oregon × Longbow	90	18,4	104	21,0	20,2
Oregon × Regina	98	21,2	95	20,8	21,8
Oregon × Hana	97	17,5	102	20,2	19,8
Oregon × Norman	89	16,6	100	20,3	20,4
Jawa × CWW	91	16,8	97	20,3	21,0
Jawa × Longbow	90	16,1	96	19,6	20,3
Jawa × Regina	98	19,7	91	20,0	22,1
Jawa × Hana	89	16,1	95	19,1	20,2
Jawa × Norman	86	15,4	98	19,5	19,9
CWW × Longbow	90	15,2	104	20,1	19,4
CWW × Regina	97	17,2	94	20,2	21,5
CWW × Hana	89	15,7	100	20,0	20,0
CWW × Norman	86	15,6	104	20,0	19,3
Longbow × Regina	93	18,1	102	21,4	20,9
Longbow × Hana	90	16,7	109	21,0	19,4
Longbow × Norman	86	15,9	104	20,7	19,9
Regina × Hana	99	18,6	105	21,2	20,2
Regina × Norman	91	19,1	96	20,8	21,6
Hana × Norman	90	15,3	107	20,4	19,1

c. d. Tabela 1

Linie i mieszańce F ₂ Line and hybrids F ₂	Liczba ziaren w kłosie No. of grains per ear	Masa ziaren z kłosa Grain yield per ear (g)	Średnia masa ziaren z kłosa Means grain yield per ear (g)	Masa 1000 ziaren 1000 grain weight (g)	Masa ziaren z rośliny Grain yield per plant (g)
Oregon	56	2,4	1,5	42,6	27,4
Jawa	49	1,7	1,2	35,1	19,1
CWW-3547/46	51	2,0	1,4	39,1	22,0
Longbow	59	2,1	1,3	33,9	21,9
Regina	51	2,0	1,3	37,5	25,2
Hana	56	1,9	1,4	40,1	21,9
Norman	57	2,2	1,4	37,4	19,5
Oregon × Jawa	48	1,9	1,3	40,6	22,8
Oregon × CWW	55	2,0	1,4	37,6	26,4
Oregon × Longbow	58	2,4	1,4	41,3	25,9
Oregon × Regina	53	2,1	1,3	38,8	26,7
Oregon × Hana	51	2,1	1,4	41,5	24,0
Oregon × Norman	54	2,2	1,5	39,8	25,7
Jawa × CWW	52	1,8	1,3	35,0	21,8
Jawa × Longbow	51	2,0	1,4	40,2	22,6
Jawa × Regina	49	1,9	1,2	38,1	22,9
Jawa × Hana	47	1,8	1,3	38,3	20,8
Jawa × Norman	52	1,9	1,2	36,6	18,3
CWW × Longbow	55	2,1	1,5	37,4	23,3
CWW × Regina	52	1,9	1,2	35,7	21,5
CWW × Hana	52	1,9	1,3	37,4	19,8
CWW × Norman	57	2,1	1,5	36,6	23,0
Longbow × Regina	57	2,2	1,4	40,2	24,9
Longbow × Hana	54	2,2	1,4	41,1	23,4
Longbow × Norman	52	1,9	1,2	37,6	19,2
Regina × Hana	55	2,2	1,4	40,7	26,9
Regina × Norman	53	2,0	1,3	37,6	25,2
Hana × Norman	54	2,1	1,5	40,0	17,4

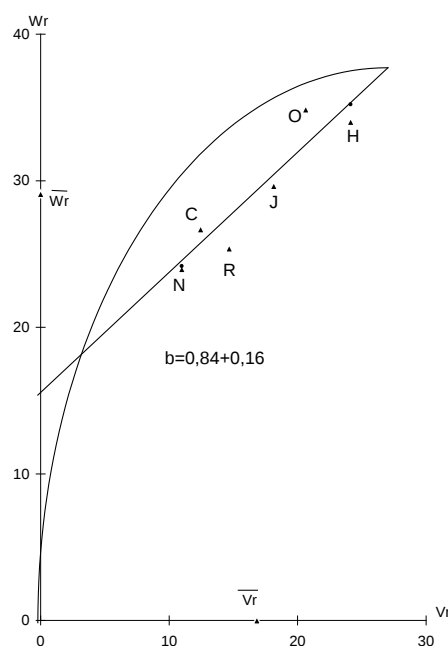
Ziarno mieszańców F₂ wraz z liniami rodzicielskimi wysiano w 1991 roku, punktowo w rozstawie 20 x 20 cm w doświadczeniu polowym założonym metodą losowanych bloków w czterech powtórzeniach. Nawożenie oraz technika uprawy nie odbiegała od powszechnie przyjętych norm. W celu określenia sposobu działania genów zastosowano analizę graficzną Haymana i Jinksa, po stwierdzeniu istotności różnicowania obiektów (linii i mieszańców F₂) testem F na podstawie obliczeń analizy wariancji. Takie stwierdzenie otrzymano dla wszystkich ocenianych cech.

Zamieszczone w tabeli 1 średnie arytmetyczne obliczono dla linii rodzicielskich i mieszańców F₂.

WYNIKI

Addytywno-dominujący model dziedziczenia wysokości roślin uzyskano po wyeliminowaniu z obliczeń linii Longbow, która wnosi epistazę. O wysokości roślin decyduje częściowe dominowanie genów o czym mówi prosta regresji przecinająca oś Wz powyżej punktu zero (rys. 1). Linie Oregon i Hana mają większość genów recesywnych, linia Jawa

charakteryzuje się zbliżoną liczbą genów recesywnych i dominujących, zaś linie Regina Norman i CWW mają przewagę genów dominujących.



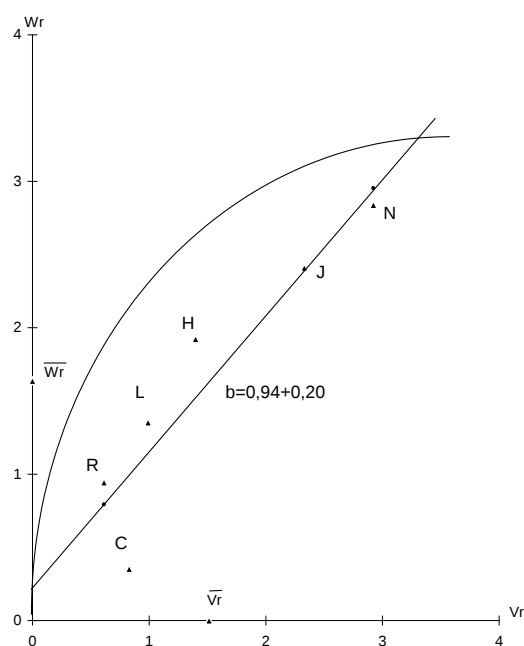
Rys. 1. Regresja kowariancji potomstwo-rodzice (Wr) względem wariancji rodzin (Vr) dla wysokości roślin. Legenda: CWW (C), Hana (H), Jawa (J), Longbow (L), Norman (N), Oregon (O), Regina (R).

Dotyczy rysunków 1–10

Fig. 1. Regression of progeny-parents covariance (Wr) on family variance (Vr) for plant height Legend for lines: CWW (C), Hana (H), Jawa (J), Longbow (L), Norman (N), Oregon (O), Regina (R). Concerns figures 1–10

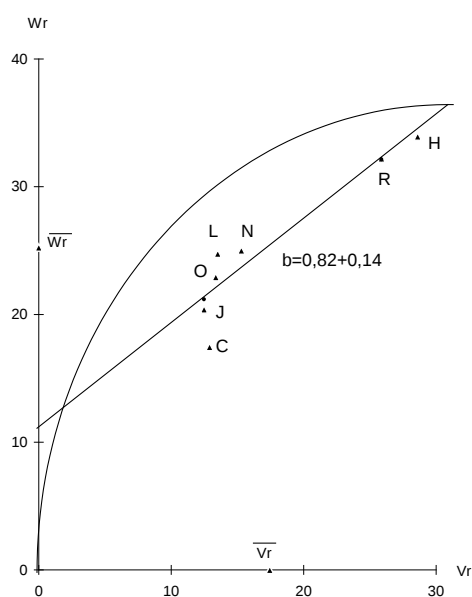
Po wyeliminowaniu linii Oregon przyjęto dla krzewistości produktywnej działanie addytywno-dominujące genów. Prosta regresji przecina oś Wr nieznacznie powyżej początku układu współrzędnych, co świadczy o prawie dominowaniu genów warunkujących tę cechę (rys. 2). Linie Norman i Jawa charakteryzują się genami recesywnymi, zaś linie Regina i CWW genami dominującymi, a linia Longbow ich przewagą. Linia Hana ma zbliżoną liczbę obu rodzajów genów.

Długość kłosa określa częściowe dominowanie genów (rys. 3). Linie Hana i Regina mają przewagę alleli recesywnych. Linie CWW i Jawa charakteryzuje nieznaczna przewaga genów dominujących. Pozostałe linie są bardzo podobne do siebie genetycznie i charakteryzuje je zbliżona ilość obu rodzajów alleli. Przeprowadzona analiza wszystkich linii pozwoliła przyjąć model addytywno-dominujący dla liczby kłosków w kłosie, cechę tę warunkuje częściowe dominowanie genów (rys. 4).



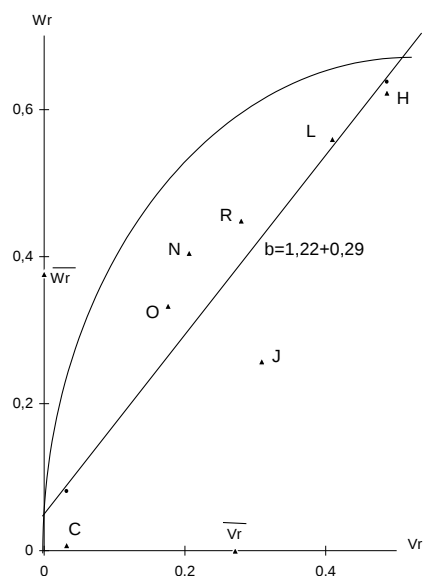
Rys. 2. Regresja kowariancji potomstwo-rodzice (W_r) względem wariancji rodzin (V_r) dla krzewistości produktywnej

Fig. 2. Regression of progeny-parents covariance (W_r) on family variance (V_r) for productive tillering

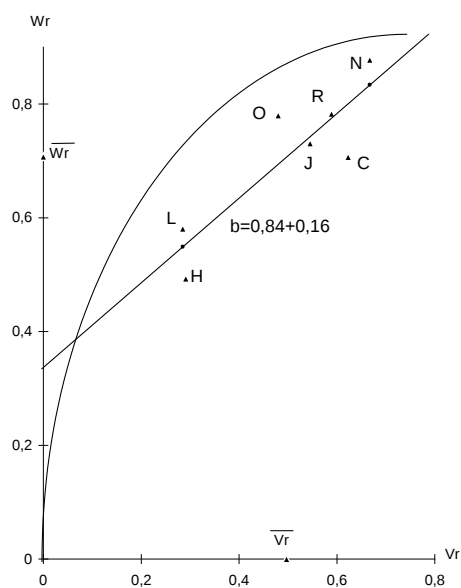


Rys. 3. Regresja kowariancji potomstwo-rodzice (W_r) względem wariancji rodzin (V_r) dla długości kłosa

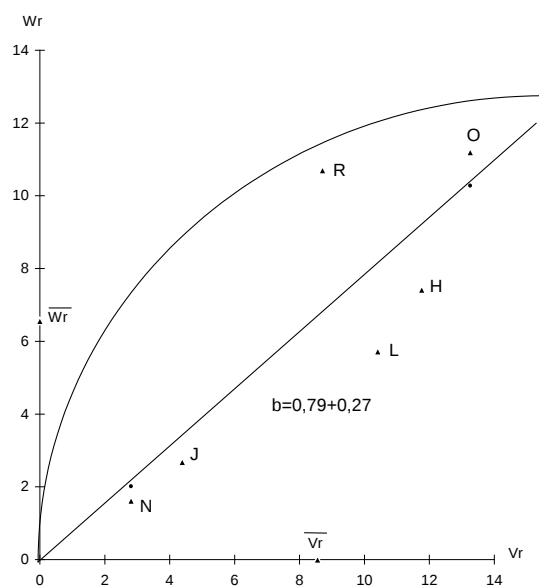
Fig. 3. Regression of progeny-parents covariance (W_r) on family variance (V_r) for ear length



Rys. 4. Regresja kowariancji potomstwo-rodzice (Wr) względem wariancji rodzin (Vr) dla liczby kłosek w kłosie
Fig. 4. Regression of progeny-parents covariance (Wr) on family variance (Vr) for spikelets number per spike

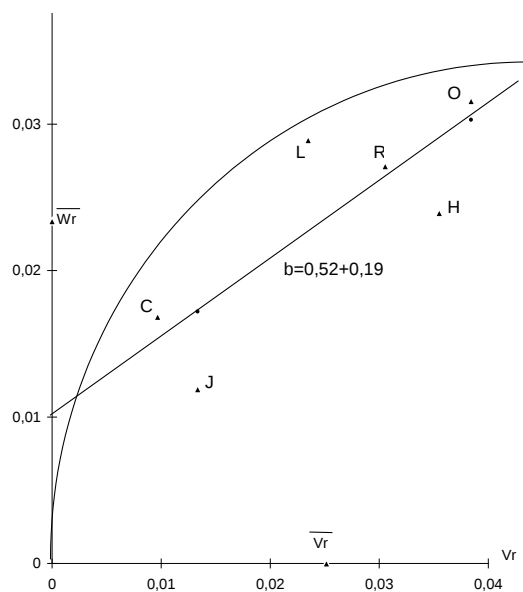


Rys. 5. Regresja kowariancji potomstwo-rodzice (Wr) względem wariancji rodzin (Vr) dla zbitości kłosa
Fig. 5. Regression of progeny-parents covariance (Wr) on family variance (Vr) for spike density



Rys. 6. Regresja kowariancji potomstwo-rodzice (W_r) względem wariancji rodzin (V_r) dla liczby ziaren z kłosa

Fig. 6. Regression of progeny-parents covariance (W_r) on family variance (V_r) for grain number per spike



Rys. 7. Regresja kowariancji potomstwo-rodzice (W_r) względem wariancji rodzin (V_r) dla masy ziaren z kłosa

Fig. 7. Regression of progeny-parents covariance (W_r) on family variance (V_r) for grain weight per spike

Linie Hana i Longbow mają głównie geny recesywne, zaś linia CWW geny dominujące. Linia Regina ma nieznaczną przewagę genów recesywnych nad dominującymi, linie Norman i Jawa mają zbliżoną ilość obu rodzajów zaś linia Oregon niewielką przewagę dominujących. Zbitość kłosa jest warunkowana genami o częściowym dominowaniu (rys. 5). Linie Norman określają geny recesywne, linie Hana i Longbow charakteryzują się przewagą genów dominujących nad recesywnymi. Pozostałe linie posiadają oba rodzaje alleli w równowadze.

Model addytywno-dominujący dla liczby ziaren z kłosa przyjęto po wyeliminowaniu z obliczeń linii CWW, która wnosi epistazę (rys. 6). Cechę tę warunkują geny o częściowym dominowaniu. Linie Oregon i Regina charakteryzują geny recesywne, natomiast linie Norman i Jawa geny dominujące. Pozostałe linie odznaczają się nieznaczną przewagą alleli recesywnych nad dominującymi.

Po usunięciu z obliczeń linii Norman, która wnosi działanie epistatyczne przyjęto dla masy ziarna z kłosa model addytywno-dominujący. Cechę tę warunkuje częściowe dominowanie (rys. 7). Linia Oregon charakteryzuje się genami recesywnymi, linie CWW i Jawa przewagą genów dominujących nad recesywnymi, pozostałe linie przewagą genów recesywnych nad dominującymi.

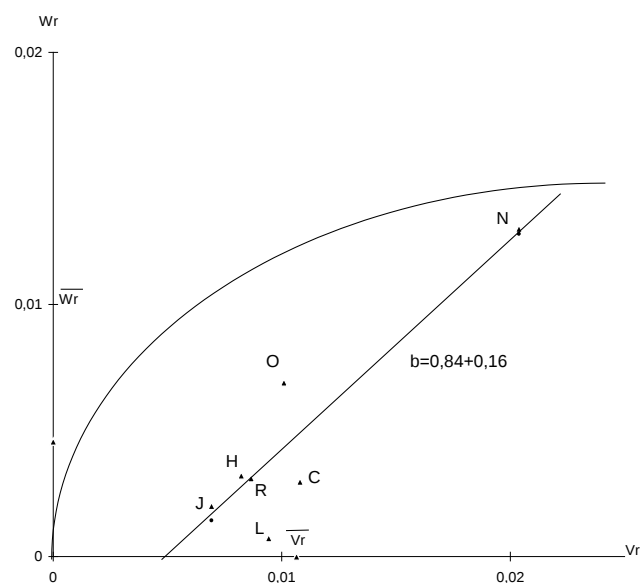
Dla średniej masy ziaren z kłosa prosta regresji przecinająca oś W_r poniżej punktu zero wskazuje na naddominację (rys. 8). Linia Norman posiada głównie geny recesywne, linia Oregon ma zbliżoną ilość genów obu rodzajów. Pozostałe linie są mało zróżnicowane i charakteryzują się przewagą genów dominujących.

Wyeliminowanie z obliczeń linii CWW w przypadku masy 1000 ziaren pozwoliło przyjąć model addytywno-dominujący, prosta regresji przecinająca oś W_r powyżej początku układu współrzędnych wskazuje na częściowe dominowanie genów (rys. 9). Linia Longbow posiada głównie geny recesywne, zaś linia Regina głównie geny dominujące. Linie Norman i Jawa charakteryzuje przewaga genów recesywnych, pozostałe linie przewaga dominujących.

Masę ziarna z rośliny warunkuje częściowe dominowanie o czym mówi prosta regresji przecinająca oś W_r powyżej początku układu współrzędnych (rys. 10). Linia Norman charakteryzuje się genami recesywnymi. Pozostałe linie są mało zróżnicowane. Niewielką przewagę alleli recesywnych nad dominującymi można zauważyć u linii Longbow i Hana, linie Jawa i CWW mają oba typy alleli w równowadze, pozostałe zaś niewielką przewagę dominujących.

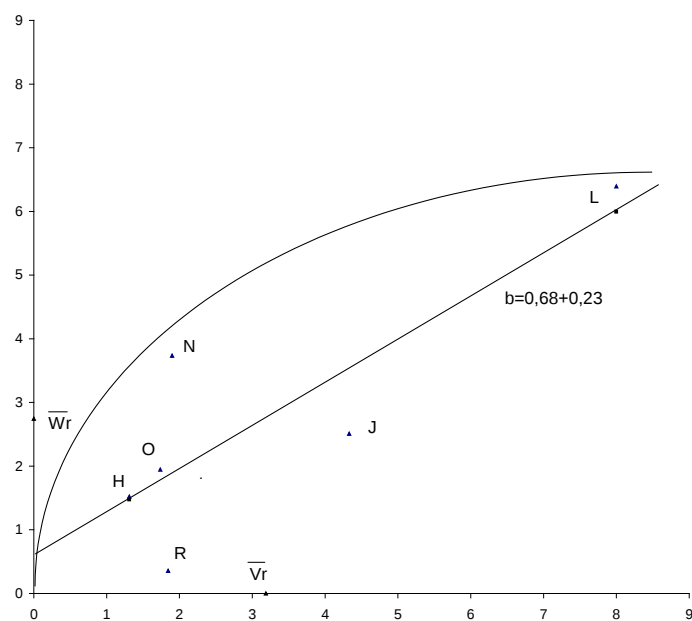
Nieistotne współczynniki korelacji między sumą $W_r + V_r$ a wartościami rodziców nie pozwoliły stwierdzić zależności badanych cech od rodzaju genów.

Informacje o sposobach działania genów w dziedziczeniu cech struktury plonu są stosunkowo liczne i autorzy podobnie częściej wykazują częściowe dominowanie genów (Bebjakin i Korobova, 1989; Dobrotvorskaja i Martynow, 1990; Jedyński i in., 1988; 1989; Kondratenko i Dragavcev, 1990; Lonc, 1985; Lonc i Zalewski, 1991, 1996; Silis i in., 1989; Singh i in., 1986, 1988; Weber, 1991; Węgrzyn i Pochaba, 1981).



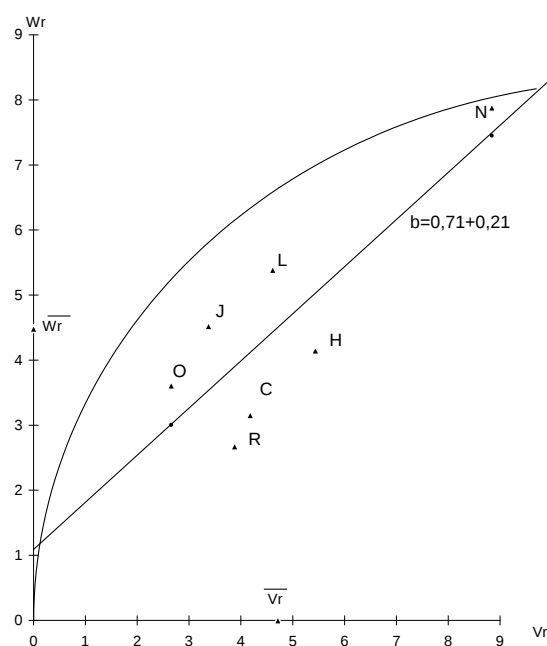
Rys. 8. Regresja kowariancji potomstwo-rodzice (Wr) względem wariancji rodzin (Vr) dla średniej masy ziaren z kłosa

Fig. 8. Regression of progeny-parents covariance (Wr) on family variance (Vr) for grain weight per mean spike



Rys. 9. Regresja kowariancji potomstwo-rodzice (Wr) względem wariancji rodzin (Vr) dla masy 1000 ziaren

Fig. 9. Regression of progeny-parents covariance (Wr) on family variance (Vr) for 1000 grain weight



Rys. 10. Regresja kowariancji potomstwo-rodzice (W_r) względem wariancji rodzin (V_r) dla masy ziaren z rośliny

Fig. 10. Regression of progeny-parents covariance (W_r) on family variance (V_r) for grain weight per plant

WNIOSKI

1. Użycie do krzyżowań linii CWW powoduje u mieszańców epistatyczne dziedziczenie liczby ziaren z kłosa i masy tysiąca ziaren, natomiast linii Norman masy ziaren z kłosa. Linia Longbow warunkuje epistazę wysokości roślin, a Oregon krzewistości produktywnej.
2. Wysokość roślin, krzewistość ogólną i produktywną, długość kłosa, liczbę kłosków w kłosie, zbitość kłosa, masę ziaren z kłosa, masę ziaren z rośliny i masę tysiąca ziaren warunkuje częściowe dominowanie genów co pozwala oczekiwać efektywnej selekcji we wczesnych pokoleniach mieszańcowych.
3. Selekcja, we wczesnych etapach hodowli, w kierunku poprawy średniej masy ziaren i liczby ziaren z kłosa może być nieskuteczna, ponieważ stwierdzono w dziedziczeniu tych cech naddominowanie.
4. Nieistotne wartości współczynników korelacji między sumą $W_r + V_r$ a wartościami rodziców nie pozwalają stwierdzić zależności badanych cech od rodzajów genów.

LITERATURA

- Bebjakina V. M., Korobova N. I. 1989. Gene interactions and combining ability effects of winter wheat for yield components. *Cytologija i Genetika* 23: 23 — 26.
- Dobrotvorskaja T. V., Martynov S. P. 1990. Genetyčeskij analiz v trojnom testkrosse F₂ ozimój pszenicy. *Genetika* 26: 563 — 566.
- Hayman B. J. 1954. The theory and analysis of diallel cross. *Genetics* 39: 789 — 809.
- Jedyński S., Kadłubiec W., Lonc W., Strugała J. 1988. Diallel analysis of some agronomic characters in winter wheat. *Biometricko-genetické metody ve slechtění rostlin. Sborník referátů w IV Mezinárodního vědeckého symposia Lednice, 1988.*
- Jedyński S., Kadłubiec W., Lonc W., Strugała J. 1989. Analiza dialleliczna cech użytkowych mieszańców F₁ pszenicy ozimej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 382: 95 — 107.
- Jinks J. L. 1954. The analysis of continuous variation in a diallel cross of *Nicotiana rustica* varieties. *Genetics* 39: 767 — 788.
- Kondratenko E. J., Dragavcev V. A. 1990. Genetyčeskij analiz goemostaza količestviennych priznakow rastenij v populjacjach pri izmenii lslowij rosta. *Genetika* 26: 679 — 685.
- Lonc W. 1985. Sposoby działania genów warunkujących cechy ilościowe pszenicy ozimej. *Hod. Rośl. Aklim.* 29: 1 — 11.
- Lonc W., Zalewski D. 1991. Analiza dialleliczna cech użytkowych mieszańców F₁ pszenicy ozimej. *Hod. Rośl. Aklim.* 35: 101 — 113.
- Lonc W., Zalewski D. 1996. Analiza dialleliczna cech użytkowych mieszańców F₂ pszenicy ozimej. *Biul. IHAR* 200: 267 — 275.
- Silis D. J., Kanaevskaja T. V., Szmakova T. V., Mironov E. N. 1989. Vlijanie ekologičeskich faktorov na genetičeskij kontrol'mass 1000 zeren m'agkoj pszenicy. *Genetika* 25: 861 — 870.
- Singh G., Bhullar G. S., Gill K. S. 1986. Detection of additive, dominance and epistatic components of genetic variation for some metric traits in wheat. *Genet. Agr.* 42: 371 — 378.
- Weber R. 1991. Analiza dialleliczna kilku cech użytkowych pszenicy ozimej. *Zesz. Nauk. AR Wrocław, Rolnictwo LV*, 207: 199 — 378.
- Węgrzyn S., Pochaba L. 1981. Sposoby działania genów i odziedziczalność niektórych cech pszenicy ozimej. *Hod. Rośl. Aklim.* 25: 110 — 120.