

TADEUSZ ŚMIAŁOWSKI
STANISŁAW WĘGRZYN
ZYGMUNT NITA¹
KRYSTYNA WERWIŃSKA¹

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział w Krakowie

¹ Hodowla Roślin — Strzelce

Dziedziczenie cech warunkujących plonowanie owsa jarego (*Avena sativa* L.)

Inheritance of traits determining grain yield in spring oat (*Avena sativa* L.)

Celem pracy było poznanie sposobów działania genów odpowiedzialnych za dziedziczenie cech; masy i liczby ziaren z rośliny i wiechy oraz liczby wiech na roślinę u 3 odmian owsa jarego (*Avena sativa* L.) Góral, Sławko i STH 3096 (aktualnie odmiana Szakal). Przyjęto założenie, że dziedziczenie ww. cech odbywa się wg modelu addytywno-dominującego. Zastosowano 3 — parametrowy model Jinka i Jonesa. Materiał badawczy stanowiły formy rodzicielskie P_1 , P_2 oraz mieszańce F_1 , F_2 , BC_1 ($P_1 \times F_1$), BC_2 ($P_2 \times F_1$) otrzymane w wyniku krzyżowań (również odwrotnych). Eksperyment polowy wykonano w Stacji Hodowli Strzelce w 2-powtórzeniach. Ocenę biometryczną 5 cech wykonano na 20 roślinach wybranych losowo po 10 z każdego powtórzenia. Analiza wariancji wykazała istotne zróżnicowanie 6 badanych pokoleń dla 5 cech u badanych kombinacji. Sprawdzono testem χ^2 istotności modelu addytywno dominującego. Ponieważ wartość testu χ^2 dla badanych cech i kombinacji była nieistotna, nie odrzucono hipotezy o addytywno-dominującym sposobie dziedziczenia badanych cech.

Słowa kluczowe: owies jary geny, addytywno-dominujący sposób, cechy struktury plonu

The aim of the study was to elucidate how the genes responsible for inheritance of traits determining: grain yield per plant, number of grains per plant, grain yield per panicle, number of grains per panicle and number of panicles per plant, operate in spring oat (*Avena sativa* L.). It was assumed that these traits are inherited according to the additive-dominance model. To verify this hypothesis, a three-parameter Jinks-Jones model was applied. The experiment was carried out in two replications in the field of the Breeding Station Strzelce. Three varieties of oat were assayed: Góral, Sławko and STH 3096 (now var. Szakal). A biometrical analysis of the 5 traits was performed on 20 plants/variety, chosen at random (10 plants/replication). The analysis of variance showed significant variability in the traits among 6 generations as well as within the experimental combinations. To verify the additive-dominance hypothesis, chi-square test was used. Since the values measured by chi-square test appeared to be not significant, the results strongly suggest the additive-dominant character of the effects observed in oat.

Key words: additive dominance genes, oat spring, traits, yields grains

WSTĘP

Nieliczne prace poświęcono badaniom wyjaśniającym mechanizm działania genów u owsa. Dotychczas przeprowadzone badania genetyczne nad owsem koncentrowały się nad poznaniem odziedziczalności niektórych cech (Johnson, 1983; Pfahler, 1971; Reich and Brinkman, 1984; korelacji fenotypowych i genotypowych (Petr i in., 1966; Śmiałowski i in., 2001) oraz ocenie wartości kombinacyjnej rodów i odmian (Muehlbauer i in., 1971; Kox i in., 1984; Kalasznik i in., 1985; Śmiałowski i Węgrzyn, 1999; 2000) dla wybranych cech ilościowych.

W niniejszej pracy przedstawiono wyniki prac nad sposobem dziedziczenia 5 cech; masy i liczby ziaren z rośliny oraz masy i liczby ziaren z wiechy i liczby wiech z rośliny u 6 mieszańców owsa.

Są to cechy użytkowe ważne dla hodowcy, dla których poznanie sposobów dziedziczenia może w istotny sposób decydować o końcowym efekcie hodowlanym jakim jest podwyższenie plenności nowych odmian owsa. Kierując się tym celem przyjęto założenie, że za dziedziczenie; masy i liczby ziaren z rośliny oraz masy i liczby ziaren z wiechy i liczby wiech z rośliny są odpowiedzialne addytywno dominujące formy działania genów.

W przypadku gdy przyjęta hipoteza jest pozytywnie zweryfikowana wówczas można przyjąć z dużym prawdopodobieństwem, że dziedziczenie ww. cech jest efektem allelicznej interakcji, która wynika z addytywnego działania genów oraz tej części nieallelicznej interakcji, która jest efektem współdziałania *loci* homozygotycznych z homozygotycznymi. Jeśli teza ta będzie prawdziwa oznaczałoby to wysoką odziedziczalność ww. cech, a zatem szybki i skuteczny postęp hodowlany realizowany poprzez odpowiednią selekcję w potomstwie (Kaczmarek i in., 1983). W innym przypadku, gdy hipoteza o addytywno-dominującym działaniu genów nie zostanie pozytywnie zweryfikowana, będzie to wskazywać na występowanie nieallelicznej interakcji. Wówczas do oceny działania genów należy zastosować 6-parametrowy model Mathera i Jinksa (1977), który stosuje się do wykrywania epistazy.

Celem pracy było poznanie sposobów działania genów odpowiedzialnych za dziedziczenie cech; masy i liczby ziaren z rośliny i wiechy oraz liczby wiech na roślinę u 3 odmian owsa jarego (*Avena sativa* L.).

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiło 3 formy owsa Góral, Sławko i STH 3096 (aktualnie odmiana Szakal) silnie zróżnicowanych pod względem wielu cech a między innymi; masy i liczby ziaren z wiechy i rośliny oraz grupa mieszańców; F_1 , F_2 , BC_1 ($P_1 \times F_1$), BC_2 ($P_2 \times F_1$) otrzymanych w wyniku krzyżowań pomiędzy formami rodzicielskimi P_1 i P_2 oraz krzyżowań wstecznych BC_1 i BC_2 .

Stosownie do założenia o addytywno dominującym dziedziczeniu 5 cech struktury plonu przyjęto tzw. 3-parametrowy model Jinksa i Jonesa. Model ten pozwala oszacować parametry genetyczne związane z addytywno-dominującym działaniem genów.

Do sprawdzenia adekwatności przyjętego modelu zastosowano metodę Cavalliego (cyt. za Kaczmarkiem, 1983), która polega na zweryfikowaniu testem χ^2 istotności różnic pomiędzy średnimi obserwowanymi a wyznaczonymi średnimi oczekiwanymi dla poszczególnych generacji. Stosownie do przyjętej tezy przeprowadzono eksperyment polowy z generacjami; P_1 , P_2 (formy rodzicielskie) oraz ich potomstwo — mieszańce; F_1 , F_2 , BC_1 ($P_1 \times F_1$), BC_2 ($P_2 \times F_1$). Otrzymane ziarno wysiano punktowo na poletkach o powierzchni 0,3 m², w 2 powtórzeniach w ZDHAR Strzelce. Po zbiorze roślin wykonano ocenę biometryczną na wybranych 20 roślinach wybranych losowo po 10 z każdego powtórzenia obejmującą 5 cech; masę i liczbę ziaren z rośliny oraz masę i liczbę ziaren z wiechy i liczbę wiech na roślinie. W oparciu o zebrane wyniki obliczono średnie wartości i współczynniki zmienności dla wszystkich pokoleń, wykonano analizę wariancji dla 6 pokoleń, testem χ^2 zweryfikowano adekwatność modelu addytywno-dominującego. Obliczenia wykonano wykorzystując program komputerowy ANALGEN-2 (TP), opracowany przez Węgrzyna w Zakładzie Roślin Zbożowych IHAR w Krakowie.

WYNIKI I DYSKUSJA

Przeprowadzona analiza wariancji wykazała wysoce istotną zmienność badanych generacji, zarówno form rodzicielskich P_1 , P_2 , oraz mieszańców; F_1 , F_2 , BC_1 ($P_1 \times F_1$), BC_2 ($P_2 \times F_1$) dla badanych kombinacji i cech (tab. 1), z wyjątkiem liczby wiech na roślinie dla kombinacji Szakał $\times$ Sławko.

W tabeli 2 podano przedziały ufności do porównań średnich wyliczonych ze średnich kwadratów dla badanych generacji. Na tej podstawie stwierdzono istotne różnice pomiędzy badanymi generacjami; formami rodzicielskimi P_1 i P_2 użytymi do krzyżowań a potomstwem (tab. 2). W pokoleniu F_1 obserwowano 3 silne efekty heterozji u mieszańców Góral $\times$ Szakał przy liczbie ziaren z rośliny i liczbie wiech z rośliny oraz Szakał $\times$ Sławko dla liczby ziaren z rośliny. Ulegały one na ogół osłabieniu w pokoleniu F_2 (tab. 2). Wszystkie generacje badanych kombinacji charakteryzowały się wysoką zmiennością ocenianych cech (tab. 2).

W oparciu o przeprowadzone obliczenia wykonano ocenę parametrów genetycznych m , d , h , których oszacowane wartości $[m]$, $[d]$, $[h]$ wraz z błędami standardowymi przedstawiono w tabeli 3. Stosowanie do założenia testem χ^2 sprawdzono istotność różnic między średnimi oczekiwanymi a średnimi otrzymanymi cech pokoleń P_1 , P_2 , F_1 , F_2 , BC_1 , BC_2 .

Dla wszystkich badanych cech i kombinacji wartość testu χ^2 była mniejsza od wartości odczytanych z tablic rozkładu testu χ^2 , co wskazuje, że model addytywno-dominujący okazał się adekwatny dla wyjaśnienia sposobów dziedziczenia badanych cech (tab. 3). Wykonane obliczenia wskazują, że dziedziczenie badanych cech struktury plonu uwarunkowane jest działaniem genów addytywnych i dominujących. Stwierdzono występowanie zarówno dodatnich jak i ujemnych wartości oszacowanych parametrów $[d]$ i $[h]$ dla wszystkich kombinacji i 3 cech (tab. 3). Wartości parametru $[m]$ (który jest średnią wartością genotypowych homozygot $AABB$, $AAbb$, $aaBB$ i $aabb$) charakteryzowały się niskim błędem, natomiast wartości parametrów $[d]$ (suma efektów addytywnych)

i szczególnie [h] (suma efektów dominujących) były obciążone wysokim błędem standardowym przekraczającym w niektórych przypadkach wartości właściwych parametrów genetycznych. Ze względu na wysokie wartości błędów parametrów genetycznych [d] i [h] pominięto omawianie addytywno-dominujących sposobów działania cech dla liczby ziaren z rośliny i liczby wiech z rośliny (tab. 3).

Tabela 1

Średnie kwadraty z analizy zmienności 5 cech dla form rodzicielskich P₁, P₂, pokoleń F₁, F₂, i BC₁, BC₂
Mean squares from analysis of variability within 5 traits in parental forms P₁, P₂, and generations F₁, F₂, BC₁, BC₂

Źródło zmienności Source of variability	Liczba stopni swobody Degrees of freedom	Średnie kwadraty Mean squares					
		Sławko × Góral	Góral × Sławko	Góral × Szakal	Szakal × Góral	Szakal × Sławko	Sławko × Szakal
masa ziaren z rośliny grain yield per plant							
Pokolenia Generation	5	74,50**	75,41**	222,55**	118,90**	91,28**	237,48**
Błąd Error	106	9,22	8,38	17,46	16,46	21,91	19,33
liczba ziaren z rośliny number of grains per plant							
Pokolenia Generation	5	1003298,65**	80855,39**	152532,86**	50052,46	79725,06*	219986,40**
Błąd Error	106	18229,54	17328,95	28313,62	25832,36	26436,98	20581,39
masa ziaren z wiechy grain yield per panicle							
Pokolenia Generation	5	1,11**	1,28**	6,46**	7,48**	2,66**	4,81**
Błąd Error	104	0,14	0,16	0,29	0,35	0,29	0,39
liczba ziaren z wiechy number of grains per panicle							
Pokolenia Generation	5	788,39*	861,95*	2769,88**	3121,24**	1577,20**	3443,33**
Błąd Error	104	274, 87	321,60	478,81	466,21	320,39	431,41
liczba wiech na roślinę number of panicles per plant							
Pokolenia	5	11,05**	7,84**	5,63*	7,51**	3,62	10,12**
Błąd	104	2,51	2,31	2,16	1,49	2,55	1,83

*, ** — Istotne odpowiednio dla P= 0,05 lub 0,01

*, ** — Significant at P= 0,05 and 0,01, respectively

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono dodatnie addytywne efekty genetyczne dla plonu ziarna z rośliny i wiechy oraz liczby ziaren z wiechy u mieszańca Szakal × Góral, oraz dla plonu ziarna z wiechy u kombinacji Szakal × Sławko, natomiast ujemne addytywne parametry genetyczne odnotowano dla plonu ziaren z rośliny i wiechy u kombinacji Góral × Szakal (tab. 3). Dodatnie efekty dominującego sposobu działania genów odnotowano tylko u kombinacji Szakal × Sławko dla plonu ziarna z wiechy i liczby ziaren z wiechy (tab. 3).

Tabela 2

Średnie wartości cech dla rodziców pokoleń F₁, F₂, BC₁, BC₂ oraz współczynniki zmienności cech dla badanych kombinacji
Means values for the traits in parents and generations F₁, F₂, BC₁, BC₂, and coefficient of variability for traits in experimental combinations

Pokolenia Generations	Średnie Averages											
	Ślawko × Góral		Góral × Ślawko		Góral × Szakal		Szakal × Góral		Szakal × Ślawko		Ślawko × Szakal	
	Średnia Mean	CV (%)	Średnia Mean	CV (%)	Średnia Mean	CV (%)	Średnia Mean	CV (%)	Średnia Mean	CV (%)	Średnia Mean	CV (%)
masa ziaren z rośliny grain yield per plant												
P ₁	5,4	38,3	3,8	50,9	4,2	39,6	10,3	34,3	10,7	62,2	6,1	61,7
P ₂	6,4	53,2	6,4	31,7	10,9	33,1	5,02	66,1	7,1	60,0	8,6	57,2
F ₁	5,8	52,5	5,9	56,6	11,3	40,5	9,3	36,1	13,2	36,5	11,1	43,6
F ₂	6,3	50,2	9,2	52,5	6,9	52,9	7,9	65,1	12,4	48,6	8,2	48,4
BC ₁ (F ₁ × P ₁)	9,8	45,6	4,8	42,3	5,8	50,8	11,9	51,2	10,6	30,7	7,1	51,5
BC ₂ (F ₁ × P ₂)	4,0	44,7	7,6	40,4	12,4	48,3	6,9	44,7	9,4	41,5	15,6	34,8
NIR — LSD	1,92		1,83		2,67		2,55		2,9		2,8	
liczba ziaren z rośliny number of grains per plant												
P ₁	238,0	37,2	226,3	51,5	251,4	39,2	352,8	32,8	371,8	58,9	259,8	54,2
P ₂	370,8	47,9	315,2	27,9	380,2	33,3	290,5	56,9	309,9	55,9	299,2	55,8
F ₁	294,9	43,0	301,6	48,1	470,0	47,3	394,7	33,3	486,2	37,7	387,7	40,1
F ₂	282,1	52,3	403,1	49,3	310,0	52,3	309,9	61,4	417,7	43,4	280,5	43,1
BC ₁ (F ₁ × P ₁)	423,0	43,9	252,7	39,9	301,9	49,1	424,2	53,0	345,9	29,4	279,8	39,6
BC ₂ (F ₁ × P ₂)	253,0	41,0	345,7	38,8	453,0	47,4	368,6	38,1	339,9	40,2	534,9	32,1
NIR — LSD	85,39		83,25		107,4		101,2		103,3		91,54	
masa ziaren z wiechy grain yield per panicle												
P ₁	1,22	23,8	0,83	34,9	0,90	36,7	2,48	25,9	2,05	25,4	1,18	42,4
P ₂	1,02	38,2	1,20	30,0	2,36	24,3	0,97	39,2	1,20	36,1	2,05	35,6
F ₁	1,03	38,8	1,15	40,0	1,82	30,9	1,72	22,7	2,17	16,2	2,01	31,3
F ₂	1,20	28,3	1,56	27,6	1,39	38,9	1,70	49,4	2,27	33,9	1,91	38,2
BC ₁ (F ₁ × P ₁)	1,62	24,1	1,11	28,8	1,15	49,2	2,41	38,6	2,06	23,8	1,40	42,9
BC ₂ (F ₁ × P ₂)	0,96	41,7	1,43	33,6	2,23	37,2	1,17	24,1	1,87	32,1	2,56	23,8
NIR — LSD	0,24		0,26		0,36		0,38		0,35		0,4	
liczba ziaren z wiechy number of grains per panicle												
P ₁	52,5	23,5	49,3	36,8	54,1	33,6	86,5	18,9	69,0	31,8	50,9	35,1
P ₂	59,3	33,7	59,4	27,2	82,2	24,0	55,9	31,2	52,6	34,3	72,3	34,9
F ₁	55,9	31,6	61,7	32,4	71,3	34,8	73,2	19,1	79,1	14,7	69,9	29,3
F ₂	53,3	29,3	68,4	21,2	61,9	37,8	66,5	41,9	76,8	28,2	65,7	39,6
BC ₁ (F ₁ × P ₁)	70,2	21,9	59,8	28,6	56,9	44,1	86,3	41,8	68,2	19,4	55,6	29,3
BC ₂ (F ₁ × P ₂)	58,8	35,3	65,7	20,7	81,9	33,3	61,9	20,5	67,9	27,4	88,0	20,8
NIR — LSD	10,5		11,4		14,4		13,7		11,5		13,3	
liczba wiech na roślinie number of panicles per plant												
P ₁	4,5	25,4	4,5	32,2	4,7	46,4	4,1	25,9	5,1	46,4	5,1	32,4
P ₂	6,2	32,1	5,4	29,1	4,6	30,9	5,2	31,7	5,4	30,9	4,1	35,4
F ₁	5,5	22,7	4,8	29,9	6,1	30,5	5,3	17,3	6,1	30,5	5,5	21,7
F ₂	5,1	39,1	5,8	36,9	4,9	28,0	4,5	23,4	5,3	28,0	4,4	27,7
BC ₁ (F ₁ × P ₁)	6,1	36,3	4,1	30,3	4,9	23,1	4,7	27,1	5,0	23,1	5,1	31,3
BC ₂ (F ₁ × P ₂)	4,5	30,5	5,4	34,4	5,1	27,4	5,8	25,2	4,9	27,4	6,1	21,1
NIR — LSD	1,01		0,97		0,97		0,77		1,02		0,86	

Tabela 3

Oszacowane efekty genetyczne wg 3-parametrycznego modelu Jinksa Jonesa, ze średnich rodziców, F₁, F₂ i BC₁, BC₂ u badanych kombinacji owsa
 Gene effects estimated according to a 3-parameter Jinks-Jones model based on the means of parents and hybrids F₁, F₂, BC₁, and BC₂ of spring oat

Efekty genetyczne Gene effects	Efekty genetyczne Gene effects estimation											
	Sławko × Góral		Góral × Sławko		Góral × Szakal		Szakal × Góral		Szakal × Sławko		Sławko × Szakal	
	ocena estimation	±SE	ocena estimation	±SE	ocena estimation	±SE	ocena estimation	±SE	ocena estimation	±SE	ocena estimation	±SE
masa ziaren z rośliny grain yield per plant												
$\hat{m}$	5,43	1,62	5,20	1,23	7,49	1,93	7,69	2,18	8,45	3,15	7,60	2,81
$\hat{d}$	0,49	1,59	-1,46	1,20	-3,53	1,90	2,85	2,17	1,52	2,87	-2,60	2,69
$\hat{h}$	0,00	3,36	1,31	2,84	1,43	4,31	1,57	4,00	4,17	5,79	3,22	5,31
χ^2	1,69		0,74		0,53		0,13		0,20		1,19	
liczba ziaren z rośliny number of grains per plant												
$\hat{m}$	283,10	77,16	273,67	68,60	310,94	78,06	323,69	88,26	309,15	114,84	286,72	97,20
$\hat{d}$	-27,85	76,30	-52,30	66,37	-70,74	76,70	29,36	88,56	14,17	101,86	-69,65	91,36
$\hat{h}$	7,85	151,87	47,15	144,28	100,99	187,72	74,26	161,97	125,76	215,62	90,70	180,31
χ^2	1,13		0,41		0,28		0,16		0,36		1,38	
masa ziaren z wiechy grain yield per panicle												
$\hat{m}$	1,15	0,22	1,07	0,21	1,59	0,30	1,71	0,34	1,65	0,29	1,70	0,40
$\hat{d}$	0,17	0,22	-0,20	0,21	-0,75	0,30	0,83	0,33	0,39	0,29	-0,61	0,38
$\hat{h}$	0,03	0,44	0,30	0,46	0,05	0,54	-0,52	0,52	0,55	0,48	0,36	0,74
χ^2	1,22		0,88		0,50		0,37		0,31		0,66	
liczba ziaren z wiechy number of grains per panicle												
$\hat{m}$	56,76	10,54	56,61	11,23	67,55	12,07	70,43	10,84	59,89	11,60	64,75	13,83
$\hat{d}$	-0,91	10,72	-5,01	11,08	-15,37	11,86	16,18	10,87	5,70	11,50	-17,39	13,01
$\hat{h}$	1,76	16,97	11,32	22,19	0,18	24,60	1,68	18,44	18,98	17,82	6,91	25,19
χ^2	0,88		0,30		0,18		0,10		0,24		0,63	
liczba wiech na roślinę number of panicles per plant												
$\hat{m}$	5,02	0,89	4,90	0,86	4,59	0,78	4,63	0,81	4,91	1,16	4,60	0,93
$\hat{d}$	-0,36	0,89	-0,63	0,85	-0,00	0,76	-0,64	0,83	-0,11	1,05	0,11	0,92
$\hat{h}$	0,16	1,60	-0,10	1,61	1,06	1,78	0,63	1,29	0,64	2,19	0,98	1,60
χ^2	1,06		0,40		0,09		0,32		0,25		1,14	

$\chi^2_{0,05;3} = 7,82$

Przeprowadzone badania nad poznaniem sposobów działania genów dla 5 cech struktury plonu u 6 mieszańców owsa wykluczyły niealleliczne działanie genów, ale nie wykazały jednoznacznie, które formy addytywno-dominującego sposobu działania odpowiadają za dziedzicznie badanych cech.

Autorzy innych prac Pfahler (1971), Kałasznik i wsp. (1984) wskazują również na istotny wpływ addytywno-dominującego sposobu działania genów na dziedziczenie cech u owsa. Natomiast badania Petra i in., 1966) dotyczące dziedziczenia cech struktury plonu wska-

zują na znaczną rolę dominującego sposobu działania genów w kształtowaniu liczby wiech z rośliny. W innych badaniach (Kox i in., 1984), Federiezzi (1989) stwierdzają u owsa dla niektórych cech interalleliczny sposób działania genów.

Podsumowując przeprowadzone przez nas badania nad poznaniem sposobów działania genów u owsa pomimo, że nie wyjaśniają wszystkich zjawisk dziedziczenia mogą stworzyć warunki w celu przyspieszenia postępu hodowlanego na wyhodowaniu nowych plenniejszych odmian owsa.

WNIOSKI

1. Stwierdzono, że model addytywno-dominujący okazał się odpowiedni do wyjaśnienia mechanizmów dziedziczenia wybranych cech struktury plonu u badanych kombinacji owsa. Oznacza to, że w tych kombinacjach, w których stwierdzono addytywno-dominujący sposób działania genów, wysoką odziedziczalność badanych cech, następuje szybki i skuteczny postęp hodowlany, wynikający z odpowiedniej selekcji.
2. Addytywne formy działania genów zarówno podwyższały jak i obniżały wartości parametrów genetycznych u niektórych cech i kombinacji, natomiast dominujące formy działania genów tylko podwyższały.
3. U mieszańca Szakal $\times$ Góral addytywne formy działania genów podwyższały plon ziarna z rośliny i wiechy oraz zwiększały liczbę ziarna z wiechy, u mieszańca Szakal $\times$ Sławko tylko podwyższały plon ziarna z wiechy, u kombinacji Góral $\times$ Szakal obniżały plon ziarna z rośliny i wiechy.
4. U kombinacji Szakal $\times$ Sławko dominujące formy działania genów podwyższały plon ziarna i zwiększały liczbę ziarna z wiechy.
5. W pokoleniu F_1 obserwowano silne efekty heterozji u mieszańców Góral $\times$ Szakal przy liczbie ziaren z rośliny i liczbie wiech z rośliny oraz Szakal $\times$ Sławko dla liczby ziaren z rośliny. Efekty te okazały się jednak nietrwałe w pokoleniu F_2 .

LITERATURA

- Kaczmarek Z., Surma M. 1983. Wyznaczenie współczynnika odziedziczalności w wąskim sensie w aspekcie addytywno-dominującego modelu działania genów. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 290. 23 — 41.
- Kalasznik N. A., Portjanko V. A., Bogaczkov V. J. 1985. Selekcjonno-gienieticeskij analiz produktivnosti gibridov owsa. Jun. Gienietika: 1722 — 1730.
- Kox D. J., Frey K. J. 1984. Combining Ability and the Selection of parents for inter specific oat matings. Crop. Sci. 24: 963 — 967.
- Johnson S. K., Helsel, D. B. Frey, K. J. 1983. Direct and indirect selection for grain yield in oat (*Avena sativa* L.). Euphytica 32: 407 — 413.
- Federiezzi L. C., Qualset C. O. 1989. Genetics of plant height reduction and panicle type in oat. Crop. Sci. 29: 551 — 557.
- Mather K., Jinks J. L. 1977. Introduction to biometrical genetics. London. Chapman and Hall Ltd.
- Muehlbauer F., Marshall H. G., Hill R. R Jr. 1971. Combining ability, heritability, and cytoplasm effects in oats. Crop Sciences, vol. 11, May-June: 376 — 378.
- Pfahler P.L. 1971. Heritability estimation for grain yield in oats (*Avena* sp.) Crop Sci. 11: 378 — 341.
- Petr F. C., Frey K. J. 1966. Genotypic correlations, dominance, and heritability of quantitative characters in oats. Crop Sci. 6: 259 — 262.

- Pixley K. V., Frey K. J. 1992. Genetic interrelations among grain quality indicators and agronomic traits for oat. *Euphytica* 60: 2. 149 — 156.
- Reich J. M., Brinkman M. A. 1984. Inheritance of groat protein percentage in *Avena sativa* L. × *Fatua* L. crosses. *Euphytica* 33: 907 — 913.
- Śmiałowski T., Węgrzyn S. 2001. Interrelationships, variability and heritability of the important traits of oat (*Avena sativa* L) varieties and strains. XIV Zjazd PTG Poznań 2001: 228.
- Śmiałowski T., Węgrzyn S., Nita Z. 1999. Zdolność kombinacyjna rodów i odmian owsa na podstawie oceny kilku cech. Część I. Owies białoziařmisty, (*Avena sativa* L. var *aristata*). Biul. IHAR 210: 53 — 59.
- Śmiałowski, T., Węgrzyn S., Nita Z. 2000. Combinig ability of the parental forms of the-naked-grain oat (*Avana sativa* L. var. *nuda*) based on evaluation of some traits in cultivars. *Plant Breed. Seed Sci.* 44: 29 — 36.