

STANISŁAW WĘGRZYN

HELENA GRZESIK

Zakład Roślin Zbożowych

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział w Krakowie

Zdolność kombinacyjna i efekt heterozji elementów struktury plonu kilku odmian pszenżyta ozimego (X *Triticosecale* Witt.)

Combining ability and heterosis effect of yield structure traits of some winter triticale varieties

Oszacowano zdolność kombinacyjną oraz efekt heterozji kilku cech pszenżyta ozimego w mieszańcach uzyskanych z krzyżowania w układzie czynnikowym trzech form matecznych z pięcioma formami ojcowskimi. Doświadczenie polowe obejmujące 15 mieszańców i 8 form rodzicielskich założono metodą bloków niekompletnych w czterech powtórzeniach. Poletka były 5-rzędkowe o szerokości 1 m; ziarniaki wysiewano w rozstawie 5 x 25 cm. Analizowano 5 cech: długość źdźbła, długość kłosa, liczbę i masę ziaren z kłosa oraz masę 1000 ziaren. Na podstawie wykonanej analizy zmienności pokolenia F_1 i form rodzicielskich stwierdzono, że ogólna zdolność kombinacyjna badanych form ojcowskich pszenżyta była istotna w przypadku wszystkich analizowanych cech, a w odniesieniu do form matecznych była ona nieistotna jedynie dla długości kłosa. Swoista zdolność kombinacyjna była istotna tylko w przypadku długości źdźbła oraz liczby ziaren z kłosa. W odniesieniu do pozostałych cech swoista zdolność kombinacyjna nie została statystycznie udowodniona. Efekt heterozji długości źdźbła i długości kłosa był niewielki, znaczny natomiast w przypadku masy ziaren z kłosa i masy 1000 ziaren.

Słowa kluczowe: heterozja, pszenżyto, wartość kombinacyjna

Combining ability and heterosis effect is reported for some traits of winter triticale, basing on the factorial mating design of three maternal and five paternal forms. The analysis of variance of the F_1 generation and parental forms has shown a significant general combining ability for all traits under study except ear length in case of females. The specific combining ability was significant for culm length and grain number per ear. For ear length, grain weight per ear and 1000-grain weight the specific combining ability was statistically non significant. Heterosis effect was negligible for culm length and ear length, but considerably higher for grain weight per ear and 1000-grain weight.

Key words: combining ability, heterosis, triticale

WSTĘP

Postęp hodowlany zależy w dużej mierze od właściwego doboru komponentów do krzyżowań. Skutecznym kryterium tego doboru jest zdolność kombinacyjna, czyli zdolność odmiany do tworzenia wartościowego potomstwa. Poznanie zdolności kombinacyjnej wskazuje również na możliwość wykorzystania efektu heterozji w hodowli.

Celem niniejszej pracy było oszacowanie ogólnej (GCA) i swoistej (SCA) zdolności kombinacyjnej oraz efektu heterozji niektórych cech kilku odmian pszenżyta ozimego.

MATERIAŁ I METODA

Jako materiał do badań posłużyło osiem odmian pszenżyta ozimego oraz ich mieszańce w pokoleniu F_1 . Mieszańce uzyskano z krzyżowania w układzie czynnikowym trzech form matecznych Pinokio, Tewo i Presto z pięcioma formami ojcowskimi: LAD 794, Marko, Prado, MAH 2296 i Tornado. Obiekty te były wysiane w doświadczeniu czteropowtórzeniowym założonym metodą bloków niekompletnych w Zakładzie Roślin Zbożowych w Krakowie. Ziarniaki wysiewano na poletkach pięciorzędkowych; szerokość pasa 1 m, rozstawa 5 x 25 cm. Po zbiorach wykonano pomiary biometryczne po 50 roślin ze środkowych rzędów każdego poletka, odrzucając rośliny brzeżne. Analizowano pięć cech: długość źdźbła, długość kłosa, liczbę i masę ziaren z kłosa oraz masę 1000 ziaren. Wykonano analizę wariancji, oszacowano efekty ogólnej i swoistej wartości kombinacyjnej, a także obliczono efekt heterozji w stosunku do średniej wartości rodziców (SR) oraz do lepszego rodzica (LR).

WYNIKI I DYSKUSJA

Na podstawie analizy wariancji (tab. 1) stwierdzono istotne zróżnicowanie badanych obiektów, zarówno rodziców (ojców oraz matek, z wyjątkiem masy ziaren z kłosa) jak i mieszańców, pod względem wszystkich analizowanych cech. Również zmienność "rodzice a mieszańce" była istotna, a wysokie wartości średniego kwadratu w przypadku masy ziaren z kłosa i masy 1000 ziaren świadczą o wystąpieniu heterozji tych cech. Nie stwierdzono istotnego zróżnicowania pomiędzy formami ojcowskimi a matecznymi w przypadku dwóch cech — długości kłosa i masy 1000 ziaren.

Ogólna zdolność kombinacyjna badanych odmian tak ojców jak i matek była istotna w przypadku wszystkich analizowanych cech (z wyjątkiem długości kłosa matek), co świadczy o addytywnym działaniu genów w dziedziczeniu tych cech. Swoista zdolność kombinacyjna była istotna tylko w przypadku długości źdźbła i liczby ziaren z kłosa (tab. 1), co wskazuje że również nieaddytywne efekty działania genów odgrywają rolę w warunkowaniu tych cech. Jednakże znacznie wyższe wartości ogólnej zdolności kombinacyjnej wskazują na przewagę addytywnego działania genów. Wyniki te są na ogół zgodne z wynikami innych autorów (Barker i Varughese, 1992; Cybulska-Augustyniak i Rogalska, 1992; Węgrzyn i in., 1995, 1996; Węgrzyn i Grzesik, 1996; Grzesik i Węgrzyn, 1998), którzy w przypadku pszenżyta stwierdzili przewagę addytywnego lub jednakową rolę addytywnego i nieaddytywnego działania genów w determinowaniu plonu i jego

elementów. Natomiast Carillo i wsp. (1983), a także Gill (1985) donoszą o przewadze nieaddytywnego działania genów w dziedziczeniu plonu i cech jego struktury.

Tabela 1

Analiza wariancji (średnie kwadraty) komponentów plonu ziarna kilku odmian i rodów pszenżyta
Analysis of variance (mean squares) of yield components of some triticale varieties and strains

Źródło zmienności Source of variation	Średnie kwadraty Mean squares					
	Stopnie swobody Degrees of freedom	Długość źdźbła Culm length	Długość kłosa Ear length	Liczba ziaren z kłosa Grain number per ear	Masa ziaren z kłosa Grain weight per ear	Masa 1000 ziaren 1000 grain weight
Obiekty Entries	22	219,53**	0,89**	51,60**	0,15**	63,42**
Rodzice a mieszańce Parents vs hybrids	1	7,25*	1,32*	34,49*	0,41**	292,51**
Rodzice Parents	7	218,87**	1,28**	58,76**	0,17**	46,69**
Matki Females	2	379,82**	1,53*	7,28*	0,04	59,94**
Ojcowie Males	4	176,10**	1,47*	61,10**	0,18**	51,72**
Matki a ojcowie Females vs males	1	68,02**	0,01	152,39**	0,36**	0,05
Mieszańce Hybrids	14	235,03**	0,67**	49,24**	0,12**	55,43**
OWK — matki GCA — females	2	1160,06**	0,20	56,63*	0,33**	296,97**
OWK — ojcowie GCA — males	4	274,61*	1,53*	160,51**	0,22**	87,94**
SWK SCA	7	116,67**	0,74	19,25*	0,06	4,22
Błąd Error	46	5,61	0,38	7,19	0,03	2,49

*, ** — Istotne odpowiednio na poziomie 0,05 i 0,01

*, ** — Significant at P = 0.05 and 0.01, respectively

Obliczone efekty ogólnej wartości kombinacyjnej dla matek i ojców wskazują, że odmiany wykazujące istotne dodatnie efekty będą zwiększały w potomstwie wartości tych cech, natomiast te, które wykazują istotne ujemne efekty będą wpływały na obniżenie wartości danych cech w potomstwie (tab. 2). Odmiany Presto, Prado i Tornado będą przekazywały cechę długiego źdźbła, a odmiany Pinokio i LAD 794 mogą być dobrymi komponentami do krzyżowań w celu skrócenia źdźbła. Odmiana Marko będzie wpływała na zwiększenie długości kłosa, a odmiana LAD 794 — na skrócenie kłosa. Dużą liczbę ziaren z kłosa będą przekazywały odmiany Marko, Prado i Tewo, natomiast odmiany LAD 794, Tornado i Presto będą wpływały na zmniejszenie tej cechy w potomstwie. Istotne dodatnie efekty ogólnej wartości kombinacyjnej w przypadku masy ziaren z kłosa zaobserwowano u odmian Pinokio i Marko, a ujemne — u odmian Tewo, Presto, LAD 794 i Tornado. W odniesieniu do masy 1000 ziaren istotne dodatnie efekty wartości kombinacyjnej stwierdzono w przypadku odmian Pinokio, LAD 794 oraz MAH 2296, ujemne zaś, w przypadku odmian Tewo, Presto, Marko i Prado.

Istotne efekty swoistej wartości kombinacyjnej, które wystąpiły w przypadku długości źdźbła w dziewięciu kombinacjach krzyżowań oraz w przypadku liczby ziaren z kłosa – w dwóch (tab. 3), świadczą o udziale nieaddytywnego działania genów. Wskazuje to na trudności uzyskania homozygotycznych genotypów pod względem tych cech we wczesnych pokoleniach mieszańcowych. O występowaniu istotnych efektów swoistej wartości kombinacyjnej w odniesieniu do pszenżyta donoszą między innymi Węgrzyn i Grzesik (1994, 1995) oraz Węgrzyn i wsp. (1994).

Tabela 2

Efekty ogólnej wartości kombinacyjnej
Effects of general combining ability

Odmiana, ród Variety, strain	Długość źdźbła Culm length	Długość kłosa Ear length	Liczba ziaren z kłosa Grain number per ear	Masa ziaren z kłosa Grain weight per ear	Masa 1000 ziaren 1000 grain weight
Pinokio	-9,26**	0,06	-0,99	0,18**	5,16**
Tewo	0,08	-0,11	1,92**	-0,07*	-3,04**
Presto	7,33**	0,07	-1,12*	-0,07*	-1,08**
LAD 794	-6,95**	-0,50**	-5,19**	-0,12*	3,17**
Marko	0,93	0,44*	4,27**	0,16**	-1,27**
Prado	2,90**	-0,16	2,62**	-0,05	-3,27**
MAH 2296	1,23	0,21	-0,49	0,08	1,58**
Tornado	2,83**	0,02	-1,81*	-0,11*	-0,33

*, ** — Istotne odpowiednio przy P = 0,05 i 0,01

*, ** — Significant at P = 0.05 and 0.01, respectively

Tabela 3

Efekty swoistej wartości kombinacyjnej
Effects of specific combining ability

	LAD 794	Marko	Prado	MAH 2296	Tornado
Długość źdźbła Culm length					
Pinokio	9,59**	-2,11*	-2,01*	-5,47**	—
Tewo	-3,36**	-0,23	1,04	3,19**	-0,65
Presto	-6,23**	2,34*	0,96	2,28*	0,65
Liczba ziaren z kłosa Grain number per ear					
Pinokio	-0,23	0,23	1,55	-1,55	—
Tewo	3,09**	-1,83	-1,60	1,09	-0,76
Presto	-2,86**	1,60	0,05	0,46	0,76

Obliczony efekt heterozji w stosunku do średniej rodziców, a także do lepszego rodzica w przypadku długości źdźbła i długości kłosa był niewielki (tab. 4). Jest to zjawisko korzystne z punktu widzenia hodowli, bowiem długie źdźbło zwiększa podatność na wyleganie. Niewielki efekt heterozji liczby ziaren z kłosa wystąpił tylko w stosunku do średniej wartości rodziców. Największy efekt heterozji zaobserwowano w odniesieniu do masy ziaren z kłosa i masy 1000 ziaren (tab. 5).

Tabela 4

**Wystąpienie efektu heterozji długości źdźbła, długości kłosa i liczby ziaren z kłosa w stosunku do średniej rodziców (ŚR)
i do lepszego rodzica (LR)**

Manifestation of heterosis of culm length, ear length and grain number per ear in relation to mid-parent (MP) and to better parent (BP)

Mieszaniec Hybrid	Długość źdźbła Culm length					Długość kłosa Ear length					Liczba ziaren z kłosa Grain number per ear				
	Matka Female	Ojciec Male	F ₁	% SR % MP	% LR % BP	Matka Female	Ojciec Male	F ₁	% SR % MP	% LR % BP	Matka Female	Ojciec Male	F ₁	% SR % MP	% LR % BP
Pinokio × LAD 794	77,47	76,28	82,76	107,6	106,8	10,66	9,50	10,02	99,4	94,0	47,36	47,14	46,79	99,0	98,8
Pinokio × Marko		93,06	77,18	90,5	82,9		10,47	10,95	103,6	102,7		58,78	54,76	103,2	93,2
Pinokio × Prado		94,62	79,87	92,8	84,4		9,79	10,18	99,5	95,5		57,72	53,97	102,7	93,5
Pinokio × MAH 2296		96,34	75,00	86,3	77,8		10,90	10,27	95,3	94,2		54,72	51,24	100,4	93,6
Tewo × LAD 794	86,02	76,28	78,57	96,8	91,3	9,30	9,50	10,09	107,3	106,2	51,79	47,14	50,22	101,5	97,0
Tewo × Marko		93,06	90,68	101,3	97,4		10,47	10,25	103,6	97,9		58,78	56,91	102,9	96,8
Tewo × Prado		94,62	92,89	102,8	98,2		9,79	10,07	105,4	102,9		57,72	54,83	100,1	95,0
Tewo × MAH 2296		96,34	93,87	102,9	97,4		10,90	10,75	106,4	98,6		54,72	54,62	102,5	99,8
Tewo × Tornado		90,43	92,01	104,3	101,7		9,14	10,08	109,3	108,4		55,00	50,81	95,1	92,4
Presto × LAD 794	99,99	76,28	82,66	93,8	82,7	10,34	9,50	9,58	96,6	92,6	49,89	47,14	43,82	90,3	87,8
Presto × Marko		93,06	99,03	102,6	99,0		10,47	10,83	104,0	103,4		58,78	56,39	103,8	95,9
Presto × Prado		94,62	100,37	103,1	100,4		9,79	10,17	101,0	98,4		57,72	53,85	100,1	93,3
Presto × MAH 2296		96,34	101,06	102,9	101,1		10,90	11,10	104,5	101,8		54,72	52,84	101,0	96,6
Presto × Tornado		90,43	100,54	105,6	100,5		9,14	10,81	111,0	104,5		55,00	49,95	95,2	90,8

Osiem mieszańców wykazywało większą masę ziaren z kłosa od lepszego rodzica, a dwa z nich Pinokio × LAD 794 oraz Pinokio × Prado przewyższało lepszego rodzica o ponad 10%.

Pod względem masy 1000 ziaren dziewięć mieszańców przewyższało lepszego rodzica w tym trzy o ponad 10%. Były to mieszańce Pinokio × LAD 794, Pinokio × MAH 2296 oraz Presto × Tornado. Jako najlepsze spośród przebadanych mieszańców należałoby uznać Pinokio × LAD 794 oraz Pinokio × MAH 2296, bowiem przewyższają one znacznie lepszego rodzica pod względem obu tych cech. Wskazywałoby to na możliwość wykorzystania tych mieszańców w hodowli heterozyjnej pszenżyta.

Tabela 5

Wystąpienie efektu heterozji masy ziaren z kłosa i masy 1000 ziaren w stosunku do średniej rodziców (ŚR) i do lepszego rodzica (LR)
Manifestation of heterosis of grain weight per ear and 1000 grain weight in relation to mid-parent (MP) and to better parent (BP)

Mieszaniec Hybrid	Masa ziaren z kłosa Grain weight per ear					Masa 1000 ziaren 1000 grain weight				
	Matka Female	Ojciec Male	F ₁	% ŚR % MP	% LR % BP	Matka Female	Ojciec Male	F ₁	% ŚR % MP	% LR % BP
Pinokio × LAD 794	2,38	2,33	2,74	116,1	115,1	50,28	49,80	58,53	117,0	116,4
Pinokio × Marko		2,74	2,77	108,2	101,1		46,66	53,67	110,7	106,7
Pinokio × Prado		2,36	2,73	115,2	114,7		40,91	50,67	111,1	100,8
Pinokio × MAH 2296		2,66	2,90	115,1	109,0		48,65	56,50	114,2	112,4
Tewo × LAD 794	2,25	2,33	2,50	109,2	107,3	43,39	49,80	49,73	106,7	99,9
Tewo × Marko		2,74	2,64	105,6	96,3		46,66	46,30	102,8	99,2
Tewo × Prado		2,36	2,44	105,6	103,4		40,91	44,48	105,5	102,5
Tewo × MAH 2296		2,66	2,58	104,9	97,0		48,65	47,22	102,6	97,1
Tewo × Tornado		2,36	2,35	101,7	99,6		42,83	46,28	107,3	106,7
Presto × LAD 794	2,14	2,33	2,22	99,1	95,3	42,84	49,80	50,75	109,6	101,9
Presto × Marko		2,74	2,64	108,2	96,3		46,66	46,77	104,5	100,2
Presto × Prado		2,36	2,48	110,2	105,1		40,91	46,05	110,0	107,5
Presto × MAH 2296		2,66	2,62	109,2	98,5		48,65	49,50	108,2	101,7
Presto × Tornado		2,36	2,39	106,2	101,3		42,83	47,87	111,7	111,7

Niewielki efekt heterozji długości źdźbła i długości kłosa, znaczny zaś w odniesieniu do plonu oraz elementów struktury plonu w mieszańcach pszenżyta, opisali między innymi Grzesik (1991, 1995), Spis i Góral (1992) oraz Węgrzyn i Grzesik (1994, 1995). Wyniki prac wyżej cytowanych autorów są na ogół zgodne z wynikami uzyskanymi w tej pracy.

WNIOSKI

1. Badane cechy warunkowane są addytywnym bądź przewagą addytywnego nad nieaddytywnym działaniem genów.
2. Ogólna zdolność kombinacyjna badanych odmian pszenżyta była istotna w przypadku wszystkich analizowanych cech, z wyjątkiem długości kłosa matek.
3. Swoista zdolność kombinacyjna była istotna tylko w przypadku długości źdźbła oraz liczby ziaren z kłosa.

4. Efekt heterozji długości źdźbła i długości kłosa był niewielki, znaczny natomiast w odniesieniu do masy ziaren z kłosa i masy 1000 ziaren.

LITERATURA

- Barker T. C., Varughese G. 1992. Combining ability and heterosis among eight complete spring hexaploid triticale lines. *Crop Sci.* 32: 340 — 344.
- Carillo J.M., Monteagudo A., Sanchez-Monge E. 1983. Inheritance of yield components and their relationship to plant height in hexaploid triticale. *Z. Pflanzenzüchtung.* 90: 155 — 165
- Cybulska-Augustyniak J., Rogalska S. 1992. Badanie zdolności kombinacyjnych form heksaploidalnego ozimego pszenżyta (X *Triticosecale* Wittmack). *Hod. Rośl. i Nasien. Biul. Branż.* 3: 1 — 4.
- Gill K. S. 1986. Current status and future prospects of breeding triticale. *Triticale Int. Symposium*, Sydney 1986: 84 — 104.
- Grzesik H. 1991. The results of studies carried out on dwarf mutants of winter hexaploid triticale. *Cereal. Res. Commun.* 19, 1/2: 91 — 99.
- Grzesik H. 1995. Efekt heterozji w mieszańcach F₁ pszenżyta ozimego. *Hod. Rośl. Aklim.* 39,3: 21 — 39.
- Grzesik H., Węgrzyn S. 1998. Heterosis and combining ability in some varieties of triticale. *Proceedings of 4th Int. Triticale Symposium*, Red Deer, Alberta, Canada, 1998: 129 — 133.
- Spiss L., Góral H. 1992. Efekt heterozji u pszenżyta. *Zesz. Probl. IHAR. Hodowla Zbóż. Prace Badawcze Grup Problemowych.* Rok 1990: 41 — 48.
- Węgrzyn S., Góral H., Spiss L. 1994. Oszacowanie zdolności kombinacyjnej odmian i rodów pszenżyta ozimego. *Zesz. Nauk. AR w Szczecinie*, nr 162, *Rolnictwo LVIII*: 261 — 265.
- Węgrzyn S., Góral H., Spiss L. 1995. Zdolność kombinacyjna pszenżyta ozimego. *Biul. IHAR*, 195/196: 5 — 11.
- Węgrzyn S., Góral H., Spiss L. 1996. Odziedziczalność plonu ziarna i cech struktury plonu pszenżyta ozimego, *Biul. IHAR*, 200: 139 — 143.
- Węgrzyn S., Grzesik H. 1994. Heterozja i zdolność kombinacyjna pszenżyta. *Zesz. Nauk. AR w Szczecinie*, nr 162, *Rolnictwo LVIII*: 267 — 272.
- Węgrzyn S., Grzesik H. 1995. Zdolność kombinacyjna i heterozja cech użytkowych kilku odmian pszenżyta ozimego. *Biul. IHAR*, 195/196: 13 — 19.
- Węgrzyn S., Grzesik H. 1996. The combining ability in some varieties and strains of winter triticale (X *Triticosecale* Witt.). *Plant Breed. Seed Sci.* 40: 3 — 4.