

HELENA GRZESIK¹**STANISŁAW WĘGRZYN**¹**HENRYK CICHY**²**GRZEGORZ MILEWSKI**²¹ Zakład Oceny Jakości i Metod Hodowli Zbóż, IHAR w Krakowie² Hodowla Roślin, Spółka z o.o. Strzelce, Oddział Małyszyn

Zdolność kombinacyjna i efekt heterozji komponentów plonu kilku odmian i rodów pszenżyta jarego (*X Triticosecale* Witt.)

Combining ability and heterosis effect of yield components of some spring triticales varieties and strains

Oszacowano zdolność kombinacyjną oraz efekt heterozji dla komponentów plonu ziarna kilku mieszańców pszenżyta jarego, pochodzących z krzyżowania w układzie czynnikowym trzech form matecznych z czterema formami ojcowskimi. Doświadczenie z mieszańcami F₁ i formami rodzicielskimi przeprowadzono w Krakowie, zaś podobne doświadczenia mieszańcami F₂ w Małyszynie. Analizą objęto pięć cech: długość źdźbła, długość kłosa, liczbę i masę ziaren z kłosa oraz masę 1000 ziaren. Analiza wariancji wykazała istotność średniego kwadratu dla ogólnej zdolności kombinacyjnej dla długości kłosa i liczby ziaren z kłosa u form matecznych, zaś dla wszystkich cech u form ojcowskich, z wyjątkiem długości kłosa. Swoista zdolność kombinacyjna była istotna tylko dla długości źdźbła i długości kłosa. Przeciętny efekt heterozji był istotny w F₁ dla długości źdźbła, masy 1000 ziaren i masy ziaren z kłosa, zaś w F₂ tylko dla długości kłosa.

Słowa kluczowe: heterozja, pszenżyto, zdolność kombinacyjna

Combining ability and heterosis effect for some yield components of spring triticales in the crosses performed according to factorial mating design of three maternal and four paternal forms are reported. The F₁ and F₂ generations were tested in Kraków and Małyszyn, respectively. Five traits were analyzed: culm length, ear length, grain number grain weight per ear, and 1000 grains weight. The analysis of variance for F₁ and F₂ generations and parental forms showed a significant general combining ability of female forms for ear length and grain number per ear. As regards paternal forms, general combining ability was significant for all the traits under study except ear length in F₁. The specific combining ability was significant for culm length and ear length. For grain number per ear, grain weight per ear and 1000-grain weight the specific combining ability was not significant statistically. 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, triticales

WSTĘP

Dotychczasowe badania zdolności i wartości kombinacyjnej w Polsce były prowadzone głównie z formami ozimymi pszenżyta. W niektórych rejonach naszego kraju zainteresowanie uprawą pszenżyta jarego systematycznie wzrasta. Stąd też prowadzone prace hodowlane wymagają podjęcia badań nad przydatnością poszczególnych form jako komponentów rodzicielskich do krzyżowania. Na małą skalę temat ten został podjęty przez Góral i wsp. (1999, 2001), wymaga jednak znacznego poszerzenia o większy materiał genetyczny.

Celem niniejszej pracy było oszacowanie ogólnej (GCA) i swoistej (SCA) zdolności kombinacyjnej oraz efektu heterozji niektórych komponentów plonu kilku odmian i rodów pszenżyta jarego.

MATERIAŁ I METODA

Badania prowadzono w latach 2002–2004. Oceną objęto 12 mieszańców uzyskanych z krzyżowań w układzie czynnikowym trzech form matecznych: MAH 2099, MAH 2300, i Wanad z czterema formami ojcowskimi: MAH 1998, Mieszko, Kargo i CHD 328/99.

Mieszańce i formy rodzicielskie wysiano w doświadczeniu założonym metodą losowanych bloków w trzech powtórzeniach. Pokolenie F_1 rosło w Zakładzie Oceny Jakości i Metod Hodowli Zbóż IHAR w Krakowie a F_2 w Spółce z o.o. Hodowli Roślin Strzelce, Oddział Małyszyn. Ziarniaki wysiewano punktowo na poletkach 5-rzędkowych w rozstawie 5×25 cm. Po zbiorze wykonano pomiary biometryczne na 50 roślinach zebranych ze środkowych rzędów każdego poletka, odrzucając rośliny brzeżne.

Pomiarami objęto 5 cech: długość źdźbła, długość kłosa, liczbę i masę ziaren z kłosa oraz masę 1000 ziaren. Analizę wariancji dla ocenianych cech wykonano oddzielnie dla każdego pokolenia. Składnik zmienności między genotypami (mieszańce + rodzice) rozdzielono na trzy składniki: rodzice a mieszańce, wewnątrz rodziców i wewnątrz mieszańców. Ostatni składnik rozdzielono dalej na zmienność form matecznych i ojcowskich oraz interakcji matek z ojcami. Istotność składnika „rodzice a mieszańce” wskazuje na występowanie przeciętnego efektu heterozji. Istotność składników „matki”, lub „ojcowie” wskazuje na obecność różnic między rodzicami w ogólnej zdolności kombinacyjnej. Wreszcie, istotność składnika interakcji „matki $\times$ ojcowie” jest wskaźnikiem swoistej zdolności kombinacyjnej. Oprócz analizy wariancji oszacowano efekty ogólnej i swoistej wartości kombinacyjnej. Obliczono również efekty heterozji w stosunku do średniej rodziców (SR) i do lepszego rodzica (LR).

WYNIKI I DYSKUSJA

Analiza wariancji (tab. 1) wykazała wysoce istotne zróżnicowanie składnika „genotypy” w obydwóch pokoleniach, zawierającego różnice między mieszańcami i formami rodzicielskimi dla badanych cech. Zmienność ta była spowodowana głównie różnicami między poszczególnymi mieszańcami, podczas gdy formy rodzicielskie wykazywały istotne różnice tylko dla długości źdźbła i długości kłosa.

Tabela 1

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

Źródło zmienności Source of variation	Stopnie swobody Degrees of freedom	Długość żdźbła 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 grains weight
F ₁						
Genotypy Genotypes	18	26,19**	0,30**	10,32**	0,04**	6,75**
Rodzice a Mieszańce Parents vs hybrids	1	47,33**	0,17	3,20	0,07*	14,02**
Rodzice Parents	6	11,29**	0,22*	6,02	0,0	3,08
Mieszańce Hybrids	11	32,40**	0,35**	13,31**	0,06**	8,09**
Matki (GCA) Females	2	6,35	0,50**	18,13*	0,01	1,92
Ojcowie (GCA) Males	3	88,53**	0,21	21,36**	0,18**	27,49**
Matki × Ojcowie (SCA) Females × Males	6	13,01**	0,38**	7,69	0,01	0,45
Błąd Error	40	3,21	0,09	3,81	0,01	1,81
F ₂						
Genotypy Genotypes	18	24,72**	0,21**	20,01**	0,05**	5,50**
Rodzice a Mieszańce Parents vs hybrids	1	0,00	0,27**	3,86	0,00	0,52
Rodzice Parents	6	19,27**	0,28**	12,19	0,04	8,07**
Mieszańce Hybrids	11	29,94**	0,16**	25,74**	0,05**	4,55*
Matki (GCA) Females	2	0,48	0,39**	50,73**	0,04	5,32
Ojcowie (GCA) Males	3	89,16**	0,22**	43,75**	0,11**	10,83**
Matki × Ojcowie (SCA) Females × Males	6	10,16*	0,05	8,41	0,02	1,15
Błąd Error	40	3,52	0,03	6,81	0,02	2,17

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

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

Wysoka istotność zróżnicowania mieszańców dla pozostałych cech wskazuje, że pomimo braku różnic genotypowych między rodzicami, jednak musiały istnieć różnice genetyczne. Przeciętny efekt heterozji, mierzony istotnością średniego kwadratu „rodzice a mieszańce” kształtował się różnie w obydwóch pokoleniach. Ujawnił się on wysoki w F₁ dla długości żdźbła i masy 1000 ziaren, zaś w F₂ dla długości kłosa. Duża zgodność pomiędzy obydwoma pokoleniami była obserwowana dla ogólnej zdolności kombinacyjnej matek. Średnie kwadraty były wysoce istotne dla długości kłosa i liczby ziaren z kłosa. Podobna zgodność występowała dla ogólnej zdolności kombinacyjnej ojców i obejmowała wszystkie cechy. Natomiast istotność średniego kwadratu dla

interakcji „matki $\times$ ojcowie” występowała tylko dla długości źdźbła. Stąd można wnioskować, że w dziedziczeniu badanych cech główną rolę odgrywały geny o działaniu addytywnym. Obserwacje te potwierdzają się z wynikami wielu autorów dla pszenżyta ozimego Węgrzyn i Grzesik (1995, 1996, 2001), Grzesik i Węgrzyn (1998, 2002), Węgrzyn i wsp. (1994, 1995), Pojma i Tarkowski (1998) oraz pszenżyta jarego Barker i Varughese (1992), Góral i wsp. (1999, 2001). Wymienieni autorzy stwierdzili przewagę addytywnego lub jednakową rolę addytywnego i nieaddytywnego działania genów w determinowaniu plonu i jego elementów. Carillo i wsp. (1983), a także Gill (1986) donoszą o przewadze nieaddytywnego działania genów w dziedziczeniu plonu i jego komponentów.

Oszacowane efekty ogólnej wartości kombinacyjnej dla form matecznych i ojcowskich zamieszczono w tabeli 2.

Tabela 2

Efekty ogólnej wartości kombinacyjnej
Effects of general combining ability

Odmiany i rody Varieties and strains	Długość źdźbła Culm length		Długość kłosa Ear length		Liczba ziarn z kłosa Grain number per ear		Masa ziaren z kłosa Grain weight per ear		Masa 1000 ziaren 1000 grains weight	
	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂
MAH 2300	-0,93	-0,11	0,40**	0,28**	2,37*	3,75**	0,05	0,09	-0,80	-1,29
MAH 2099	1,43	-0,27	-0,12	0,05	-1,76	-0,42	-0,05	0,01	0,46	0,35
Wanad	-0,50	0,39	-0,28	-0,33**	-0,61	-3,33*	0,00	-0,10	0,34	0,94
Mieszko	4,16**	3,14**	0,23	-0,13	1,09	-3,73**	0,01	-0,10	-0,34	1,15
Kargo	0,54	2,21**	-0,36**	-0,06	2,83**	2,21*	0,25**	0,08	2,71**	-0,67
MAH 1998	3,11**	2,81**	0,16	-0,20**	-0,48	-2,70*	0,07	-0,21**	1,74**	-2,36**
CHD 328/99	-7,82**	-8,16**	-0,04	0,39**	-3,45**	4,21**	-0,33**	0,23**	-4,12**	1,87**

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

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

Większość efektów była zgodna pomiędzy obydwooma pokoleniami. Niezgodność efektów można tłumaczyć ewentualnym wpływem interakcji genotypowo-środowiskowej, gdyż doświadczenia były przeprowadzone nie tylko w różnych miejscowościach, ale również w innych latach. Istotnie dodatnie efekty wskazują, że dany komponent rodzicielski będzie zwiększał wartość cechy, podczas gdy ujemny będzie ją zmniejszał. Wydłużenia kłosa i zwiększenia w nim liczby ziarniaków można oczekiwać od komponentu MAH 2300. Odmiana Mieszko będzie powodować wydłużenie źdźbła w przeciwieństwie do rodu CHD 328/99, który powinien go skracać. Zwiększenie liczby ziarniaków w kłosie można oczekiwać od komponentu Kargo.

Większość oszacowanych efektów swoistej wartości kombinacyjnej była nieistotnie różna od zera (tab. 3). Jednak dla niektórych cech i kombinacji krzyżowania były wysoce istotne. Dla długości źdźbła kombinacja MAH 2099 $\times$ CHD 328/99 powodowała wydłużenie źdźbła, podczas gdy kombinacja Wanad $\times$ CHD 328/99 powodowała jego skrócenie. Podobnie, do tej ostatniej kombinacji, zachowywała się kombinacja MAH 2099 $\times$ Mieszko. Można więc przypuszczać, że znaczącą rolę odgrywały tutaj geny o działaniu nieaddytywnym. Wyniki te znajdują potwierdzenie w wielu doniesieniach dla pszenżyta

ozimego, Węgrzyn i Grzesik (1994, 1995, 1996, 2001), Grzesik i Węgrzyn (1998, 2002), Węgrzyn i wsp. (1994, 1995), Pojmaj i Tarkowski (1998) oraz dla pszenżyta jarego Barker i Varughese (1992), Góral i wsp. (1999, 2001).

Tabela 3

Efekty swoistej wartości kombinacyjnej.
Effects of specific combining ability

Odmiany i rody Varieties and strains	Mieszko	Kargo	MAH 1998	CHD 328/89
F₁				
Długość źdźbła Culm length				
MAH 2300	0,41	1,55	-0,04	-1,92
MAH 2099	-2,64*	-1,80	-1,53	5,96**
Wanad	2,23	0,25	1,57	-4,04**
Długość kłosa Ear length				
MAH 2300	0,10	0,42*	0,29	-0,82**
MAH 2099	0,36	-0,39	0,05	-0,01
Wanad	-0,46*	-0,03	-0,34	0,83**
F₂				
Długość źdźbła Culm length				
MAH 2300	2,57	-0,46	0,01	-2,12
MAH 2099	-3,64**	-1,01	-0,26	4,91**
Wanad	1,07	1,47	0,25	-2,79*

Średnie wartości poszczególnych cech dla mieszańców F₁ i F₂, wyrażone w procentach średniej rodziców i lepszego rodzica przedstawiają tabele 4 i 5. Efekty heterozji dla większości cech były niewielkie. Stosunkowo najwyższą heterozję obserwowano dla masy ziaren z kłosa i masy 1000 ziaren. Osiem mieszańców wykazywało wyższą masę ziaren z kłosa od każdego z rodziców, a trzy wśród nich — MAH 2300 × Kargo, MAH 2099 × Kargo oraz Wanad × Kargo przewyższały lepszego rodzica o ponad 10%. Podobnie dla masy 1000 ziaren siedem mieszańców przewyższało lepszego rodzica, a wśród nich MAH 2300 × Kargo o ponad 10%.

Mały efekt heterozji długości źdźbła i długości kłosa, znaczny zaś dla plonu i jego komponentów w mieszańcach pszenżyta ozimego, opisali między innymi Grzesik (1991, 1995), Spiss i Góral (1992), Węgrzyn i Grzesik (1994, 1995, 2001) oraz Grzesik i Węgrzyn (1998). Wyniki uzyskane w tej pracy są na ogół zgodne z wynikami prac wyżej cytowanych autorów. Natomiast są wyższe od wyników uzyskanych przez Fossatiego i wsp. (1998), a także Oettler i wsp. (1998) przy ocenie heterozji na większych poletkach, a niższe niż przy ocenie na kilku pojedynczych roślinach (Dhindsa i in., 1998). Efekt heterozji, uzyskany w niniejszej pracy jest zbliżony do heterozji opisanej przez Góral i wsp. (2001), wyższy zaś w porównaniu do heterozji ocenianej na większych poletkach (Pfeiffer i in., 1998).

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 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	% ŚR % MP	% LR % BP	Matka Female	Ojciec Male	F ₁	% ŚR % MP	% LR % BP	Matka Female	Ojciec Male	F ₁	% ŚR % MP	% LR % BP
MAH 2300 × Mieszko	85,71	88,26	93,25	107,2	105,7	10,20	9,55	10,54	106,7	103,3	55,24	59,33	59,35	103,6	100,0
MAH 2300 × Kargo		80,44	90,77	109,3	105,9		9,48	10,27	104,4	100,7		58,38	65,05	114,5	111,4
MAH 2300 × MAH 1998		89,90	91,75	104,5	102,1		10,05	10,66	105,3	104,5		55,85	58,43	105,2	104,6
MAH 2300 × CHD 328/99		85,98	78,93	91,9	91,8		9,90	9,35	93,0	91,7		53,04	52,66	97,3	95,3
MAH 2099 × Mieszko	84,29	88,26	92,57	107,3	104,9	9,16	9,55	10,28	109,9	107,6	54,82	59,33	55,40	97,1	93,4
MAH 2099 × Kargo		80,44	89,79	109,0	106,5		9,48	8,93	95,8	94,2		58,38	58,32	103,0	99,9
MAH 2099 × MAH 1998		89,90	92,63	106,4	103,0		10,05	9,89	103,0	98,4		55,85	54,10	97,8	96,9
MAH 2099 × CHD 328/99		85,98	89,18	104,8	103,7		9,90	9,63	101,0	97,3		53,04	51,17	94,9	93,3
Wanad × Mieszko	89,78	88,26	95,50	107,3	106,4	8,92	9,55	9,30	100,7	97,4	52,93	59,33	58,05	103,4	97,8
Wanad × Kargo		80,44	89,90	105,6	100,1		9,48	9,14	99,3	96,4		58,38	54,65	98,2	93,6
Wanad × MAH 1998		89,90	93,79	104,4	104,3		10,05	9,35	98,6	93,0		55,85	55,55	102,1	99,5
Wanad × CHD 328/99		85,98	77,25	87,9	86,0		9,90	10,32	109,7	104,2		53,04	55,34	104,4	104,3

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 grains weight in relation to mid-parent (MP) and better parent (BP)

Mieszaniec Hybrid	Masa ziaren z kłosa Grain weight per ear					Masa 1000 ziaren 1000 grains weight				
	matka female	ojciec male	F ₁	% ŚR % MP	% LR % BP	matka female	ojciec male	F ₁	% ŚR % MP	% LR % BP
MAH 2300 × Mieszko	2,21	2,33	2,46	108,4	105,6	39,89	39,29	42,00	106,1	105,3
MAH 2300 × Kargo		2,26	2,90	129,8	128,3		38,70	45,27	115,2	113,5
MAH 2300 × MAH 1998		2,34	2,50	109,9	106,8		41,65	42,92	105,3	103,0
MAH 2300 × CHD 328/99		2,30	2,03	90,0	88,3		41,60	37,78	92,7	90,8
MAH 2099 × Mieszko	2,38	2,33	2,37	100,6	99,6	42,45	39,29	42,46	103,9	100,0
MAH 2099 × Kargo		2,26	2,62	112,9	110,1		38,70	45,31	111,7	106,7
MAH 2099 × MAH 1998		2,34	2,46	104,2	103,4		41,65	45,52	108,3	107,2
MAH 2099 × CHD 328/99		2,30	2,05	87,6	86,1		41,60	39,70	94,5	93,5
Wanad × Mieszko	2,27	2,33	2,48	107,8	106,4	43,48	39,29	42,89	103,6	98,6
Wanad × Kargo		2,26	2,50	110,4	110,1		38,70	45,93	111,8	105,6
Wanad × MAH 1998		2,34	2,52	109,3	107,7		41,65	45,16	106,1	103,9
Wanad × CHD 328/99		2,30	2,19	95,8	95,2		41,60	38,53	90,6	88,6

WNIOSKI

1. Ogólna zdolność kombinacyjna badanych odmian i rodów pszenżyta jarego form matecznych była istotna dla długości kłosa i liczby ziaren z kłosa, zaś form ojcowskich dla wszystkich analizowanych komponentów plonu (z wyjątkiem długości kłosa w pokoleniu F₁).
2. Swoista zdolność kombinacyjna była istotna tylko w przypadku długości źdźbła oraz długości kłosa.
3. Badane cechy były warunkowane głównie addytywnym działaniem genów, a w mniejszym stopniu nieaddytywnym.
4. Efekt heterozji długości źdźbła, długości kłosa i liczby ziaren z kłosa był niewielki, większy zaś dla masy ziaren z kłosa oraz 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.
- Dhindsa G. S., Maini G., Nanda G. S., Singh G. 1998. Combining ability and heterosis for yield and its components in triticale. *Proc. of 4th Intern. Triticale Symp. Canada, Alberta 26–31 July 1998, vol. 2:* 116 — 118.
- Fossati D., Jaquiere R., Fossati A. 1998. Agronomical performance of triticale F₁ hybrids. *Proc. of 4th Intern. Triticale Symp. Canada, Alberta 26–31 July 1998, vol. 2:* 124 — 126.
- Gill K. S. 1986. Current status and future prospects of breeding triticale. *Triticale Intern. Symposium, Sydney 1986:* 84 — 104.

- Grzesik H. 1991. The results of studies carried out on dwarf mutants of winter hexaploid triticale. *Cer. Res. Comm.* 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. *Proc. of 4th Intern. Triticale Symposium, Red Deer, Alberta, Canada 1998*: 129 — 133.
- Grzesik H., Węgrzyn S. 2002. Evaluation of combining ability in some varieties of winter triticale. *Proc. of 5th International Triticale Symposium, Radzików*: 291 — 297.
- Grzesik H., Węgrzyn S. 2003. Odziedziczalność elementów struktury plonu pszenżyta ozimego. *Biul. IHAR* 226/227/1: 191 — 195.
- Góral H., Węgrzyn S., Spiss L. 1999. Heterosis and combining ability in spring triticale (*X Triticosecale* Wittm.). *Plant Breed. Seed Sci.* 43/1:25 — 34.
- Góral H., Węgrzyn S., Spiss L. 2001. Wartość kombinacyjna rodów i odmian pszenżyta jarego oraz efekt heterozji mieszańców F₁. *Biul. IHAR* 220: 127 — 137.
- Oettler G., Becker H. C., Hoppe G., Wahle G. 1998. Heterosis for yield and yield components in multi-location trials of winter triticale. *Proc. of 4th Intern. Triticale Symp. Canada, Alberta 26–31 July 1998, vol.2*: 151 — 155.
- Pfeiffer W. H., Sayre K. D., Mergoum M. 1988. Heterosis in spring triticale hybrids. *Proc. of 4th Intern. Triticale Symp. Canada, Alberta 26–31 July 1998, vol. 1*: 86 — 90.
- Pojmaj M. S., Tarkowski Cz. 1998. A diallel analysis of plant height in winter triticale (*X Triticosecale* Wittmack). *Proc. of 4th Intern. Triticale Symp. Canada, Alberta 26–31 July 1998, vol. 2*: 48 — 50.
- 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.
- Węgrzyn S., Grzesik H. 2001. Zdolność kombinacyjna i efekt heterozji elementów struktury plonu kilku odmian pszenżyta ozimego (*X Triticosecale* Witt.). *Biul. IHAR* 218/219: 243 — 249.