

MIROSŁAW TYRKA
GRAŻYNA STEFANOWSKA
Instytut Genetyki i Hodowli Roślin
Akademia Rolnicza, Lublin

Ocena zróżnicowania cech plonotwórczych mieszańców *Aegilops juvenalis* i *Aegilops ventricosa* z pszenicą

Estimation of diversity of yield forming traits in hybrids of *Aegilops juvenalis* and *Aegilops ventricosa* with wheat

W pracy oceniono rody mieszańcowe uzyskane w wyniku krzyżowań *Aegilops ventricosa* i *Aegilops juvenalis* z pszenicą zwyczajną i twardą oraz formy rodzicielskie pod kątem zmienności cech plonotwórczych przy wykorzystaniu metody kanonicznej oraz skupień. Ocenę przeprowadzono w celu wyselekcjonowania form, które mogłyby zostać wykorzystane jako materiał wyjściowy w programach hodowlanych pszenicy zwyczajnej. Uzyskane wyniki świadczą o tym, że badane mieszańce cechują się wysokim zróżnicowaniem cech plonotwórczych i mogą stanowić cenny materiał wyjściowy w hodowli pszenicy zwyczajnej. Potwierdzono ponadto użyteczność analizy skupień do selekcji rodów o odmiennej charakterystyce plonotwórczej oraz wytypowano rody o korzystnych cechach plonotwórczych.

Słowa kluczowe: *Aegilops juvenalis*, *Aegilops ventricosa*, cechy plonotwórcze, metoda skupień, *Triticum aestivum*, *Triticum durum*,

Hybrids resulted from crosses of *Aegilops ventricosa* and *Aegilops juvenalis* with common and durum wheats were estimated for diversity of yield affecting traits along with parental forms by canonical and cluster analyses. Evaluation was performed with the purpose of selecting forms promising as a starting material in common wheat breeding programmes. The obtained results evidence high diversity of yield affecting traits in the analysed hybrids and confirm their value as starting materials in breeding of common wheat. We also confirmed the usefulness of cluster analysis in selection of strains showing different yield characteristics and strains showing advantageous yield affecting traits were chosen.

Key words: *Aegilops juvenalis*, *Aegilops ventricosa*, cluster analysis, *Triticum aestivum*, *Triticum durum*, yield-affecting traits

WSTĘP

Wysokie zróżnicowanie materiału wyjściowego jest jednym z podstawowych warunków uzyskania zamierzonych efektów hodowlanych. Zmienność pomiędzy różnymi

odmianami, liniami lub rodami hodowlanymi pszenicy można badać w oparciu o cechy morfologiczne (Jain i in., 1975; van Bueningen i Busch, 1997) i ilościowe (Jaradat, 1991; Spagnoletti-Zeuli i Qualset, 1987), odporność na choroby (Arseniuk i in., 1995), bądź też wykorzystując markery biochemiczne (Cox i in., 1985, 1988). Do oceny zróżnicowania pomiędzy odmianami pszenicy stosowano również markery DNA typu: RFLP (Kim i Ward, 1997), RAPD (Chanderasekhar i Nguyen, 1993), STS-PCR (Chen i in., 1994), AFLP (Barret i Kidwell, 1998) i SSR (Bryan i in., 1997), a dwie ostatnie techniki nabierają ostatnio największego znaczenia.

Jednym ze sposobów wzbogacania zawężonej puli genowej w nowych odmianach pszenicy zwyczajnej są krzyżowania oddalone. Były one zwykle wykorzystywane do wprowadzania genów odporności na czynniki biotyczne i abiotyczne zidentyfikowanych wcześniej u dzikich krewnych. Innym zastosowaniem krzyżowań oddalonych może być poprawa niektórych cech plonotwórczych pszenicy zwyczajnej.

Celem przeprowadzonej analizy była ocena rodów mieszańcowych pszenicy uzyskanych w następstwie krzyżowań *Aegilops ventricosa* i *Aegilops juvenalis* z pszenicą zwyczajną i twardą oraz form rodzicielskich pod kątem zmienności cech plonotwórczych przy wykorzystaniu metody kanonicznej oraz skupień. Ocenę przeprowadzono w celu wyselekcjonowania form, które mogłyby zostać wykorzystane jako materiał wyjściowy w programach hodowlanych pszenicy zwyczajnej.

MATERIAŁ I METODY

Przedmiotem badań były rody mieszańcowe pszenicy oraz formy wyjściowe (tab. 1). Doświadczenie założono w Gospodarstwie Doświadczalnym Czesławice k/Lublina. W latach 1996–1998 oceniano łącznie 17 cech plonotwórczych, 4 fazy fenologiczne oraz porażenie przez 6 chorób grzybowych (*Erysiphe graminis*, *Puccinia tritici*, *Puccinia graminis*, *Stagonospora* (= *Septoria*) *nodorum*, *Fusarium nivale*) w warunkach polowych zgodnie z Instrukcją COBORU (1978). W oparciu o wstępną analizę wpływu cech na całkowitą zmienność, do wyliczeń wytypowano 12 cech (tab. 2). Cechy plonotwórcze oceniano na różnej (15–30) liczbie roślin losowanych z każdej formy. Zbitość kłosa określano jako iloraz liczby kłosek — 1 do długości osadki kłosowej (dm), a płodność kłosa liczono jako stosunek liczby ziarniaków z kłosa głównego do liczby kłosek.

Do oceny zmienności wyżej wymienionych cech zastosowano metodę kanoniczną oraz skupień. Z uwagi na wczesne pokolenia analizowanych mieszańców oraz trwającą selekcję, analizę statystyczną wykonano dla poszczególnych lat. Średnie wartości analizowanych cech uzyskane dla poszczególnych rodów i odmian były standaryzowane poprzez odjęcie od nich średniej ogólnej i podzielenie przez odchylenie standardowe. Na podstawie standaryzowanych średnich obliczono wzajemne korelacje cech oraz odległości Euklidesowe pomiędzy poszczególnymi formami. Analizowane mieszańce i odmiany grupowano w skupienia po zastosowaniu metody średnich połączeń (UPGMA) z wykorzystaniem programu NTSYS-pc wersja 2,0 (Rohlf, 1993). Wyniki przedstawiono w tabelach 2–5 oraz na rysunkach 1–3.

Tabela 1

Pochodzenie rodów mieszańcowych pszenicy (1997/1998) oraz gatunki i odmiany rodzicielskie
Derivation of hybrid strains (1997/1998) and parental forms

Forma Form	Symbol Symbol
F ₆ *(<i>Ae. ventricosa</i> × <i>Grandur</i>) × <i>Lanca</i>	VGL
F ₅ [(<i>Ae. ventricosa</i> × <i>Grandur</i>) × <i>Lanca</i>] × <i>Lanca</i>	VGLL
F ₅ [(<i>Ae. ventricosa</i> × <i>Grandur</i>) × <i>Panda</i>] × <i>Panda</i>	VGPP
F ₄ [(<i>Ae. ventricosa</i> × <i>Grandur</i>) × <i>Panda</i>] × <i>Panda</i>	VGPPP
F ₅ [(<i>Ae. ventricosa</i> × <i>Grandur</i>) × <i>Panda</i>] × <i>Begra</i>	VGPB
F ₄ [(<i>Ae. ventricosa</i> × <i>Grandur</i>) × <i>Panda</i>] × <i>Begra</i>	VGPPB
F ₅ [(<i>Ae. ventricosa</i> × <i>Grandur</i>) × <i>Panda</i>] × <i>Arda</i>	VGPA
F ₄ [(<i>Ae. ventricosa</i> × <i>Grandur</i>) × <i>Panda</i>] × <i>Arda</i>	VGPA A
F ₅ (<i>Ae. juvenalis</i> × CZR 1406) × <i>Panda</i>	JCP
F ₄ [(<i>Ae. juvenalis</i> × CZR 1406) × <i>Panda</i>] × CZR 1406	JCPC
F ₄ [(<i>Ae. juvenalis</i> × CZR 1406) × CZR 1406] × <i>Panda</i> × CZR 1406	JCCPC
F ₅ (<i>Ae. juvenalis</i> × CZR 1406) × <i>Begra</i>	JCB
F ₄ [(<i>Ae. juvenalis</i> × CZR 1406) × <i>Begra</i>] × <i>Begra</i>	JCBB
F ₄ [(<i>Ae. juvenalis</i> × CZR 1406) × <i>Begra</i>] × CZR 1406	JCBC
F ₆ (<i>Ae. juvenalis</i> × CZR 1406) × CZR 1406	JCC
F ₄ [(<i>Ae. juvenalis</i> × CZR 1406) × CZR 1406] × CZR 1406	JCCC
<i>Triticum aestivum</i> L. cv. <i>Lanca</i>	<i>Lanca</i>
<i>Triticum aestivum</i> L. cv. <i>Panda</i>	<i>Panda</i>
<i>Triticum aestivum</i> L. cv. <i>Begra</i>	<i>Begra</i>
<i>Triticum aestivum</i> L. cv. <i>Arda</i>	<i>Arda</i>
<i>Triticum aestivum</i> L. CZR 1406	CZR1406
<i>Aegilops juvenalis</i> Thell. Eig.	<i>Ae. juvenalis</i>
<i>Aegilops ventricosa</i> Tausch.	<i>Ae. ventricosa</i>
<i>Triticum durum</i> Desf. cv. <i>Grandur</i>	<i>Grandur</i>

*Pokolenie od momentu ostatniego krzyżowania

*Generation since the last cross

WYNIKI I DYSKUSJA

Wyniki analizy kanonicznej (tab. 2) pokazują, że 3 składowe główne wyjaśniały 61,9%, 71,3% i 71,7% całkowitej zmienności obserwowanej odpowiednio w latach 1996–1998. Największy wpływ na wartość pierwszej zmiennej kanonicznej (pow. 0,75) miały: liczba oraz masa ziarniaków z rośliny i kłosa głównego jak również płodność kłosa. Wymienione cechy najlepiej różnicowały materiał roślinny bez względu na rok badań i były wysoko dodatnio skorelowane ($p < 0,05$) we wszystkich latach badań. Mniejszy wpływ na wartość pierwszej składowej głównej miała długość pędu oraz krzewienie produkcyjne.

Drugie zmienne kanoniczne wyjaśniały 23,3%, 17,1% i 31,9% zmienności pomiędzy analizowanymi materiałami w latach 1996–1998, odpowiednio. Największy wpływ na te wartości miały: przezimowanie, masa tysiąca ziarniaków oraz liczba dni do kłoszenia. Mniejszy wpływ na obserwowane zróżnicowanie miały: zbitość kłosa oraz porażenie przez rdzę brunatną.

Zbitość kłosa miała zróżnicowany wpływ na obserwowaną zmienność cech plonotwórczych, kształtując w kolejnych latach wartości 2, 3 i 1 zmiennej kanonicznej. Podobnie porażenie przez rdzę brunatną różnicowało analizowany materiał głównie w latach 1997 i 1998, wpływając odpowiednio na wartości 1 i 3 zmiennej kanonicznej.

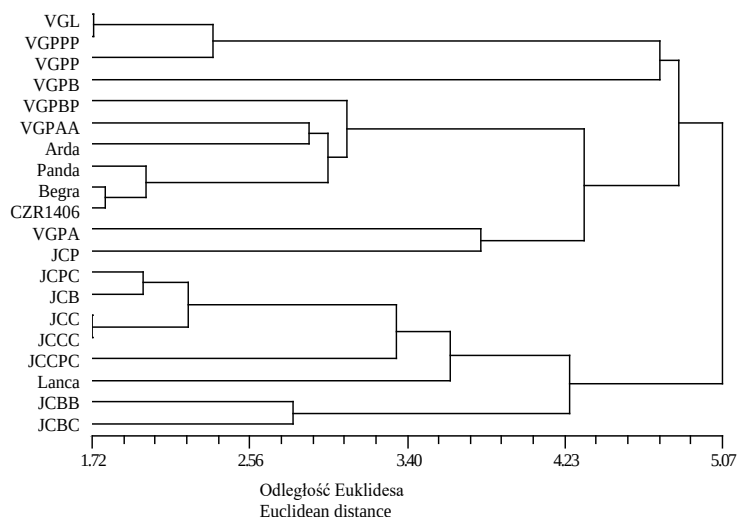
Tabela 2

Wartości trzech pierwszych zmiennych kanonicznych oraz wartości własne zmienności cech morfologicznych i plonotwórczych w kolejnych latach analiz
Values of the first three principal components and eigen values of morphological and yield affecting traits variation in subsequent years of study

Cecha Trait	1996			1997			1998		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Krzewienie produkcyjne Productive tillering	0,6732	0,0185	0,5608	0,9568	0,0259	0,0821	0,1954	0,6766	0,5204
Długość pędów Stem length	0,0248	-0,5713	0,5914	0,8468	0,3807	-0,1661	-0,8116	-0,4033	0,3674
Zbitość kłosa Spike density	0,1829	-0,6527	-0,2125	0,1340	0,1288	0,9175	-0,8077	-0,2092	-0,2031
Płodność kłoska Spikelet fertility	0,8217	0,2707	-0,2925	0,8153	-0,4407	0,0094	-0,7821	0,3302	-0,1752
Liczba ziarniaków z rośliny Number of grains per plant	0,9220	-0,1600	0,1283	0,9762	-0,0242	0,0531	-0,8193	0,5198	0,2398
Liczba ziarniaków z kłosa głównego Number of grains per main ear	0,9220	0,0203	-0,2943	0,9296	-0,2800	0,0108	-0,9573	0,3356	-0,2091
Masa ziarniaków z rośliny Weight of grains per plant	0,8326	-0,3908	0,1176	0,9791	0,0472	0,0072	-0,9454	0,0491	0,2407
Masa ziarniaków z kłosa głównego Weight of grains per main ear	0,8138	-0,4250	-0,3116	0,9796	0,0374	-0,0877	-0,9252	-0,3300	-0,1429
Masa 1000 ziarniaków 1000 grains weight	0,5028	-0,6653	-0,0484	0,2761	0,8906	-0,0999	-0,7007	-0,7505	0,1198
Przezimowanie (%) State after winter (%)	0,0164	-0,7373	-0,4365	0,2281	0,7937	-0,1633	0,2041	-0,9614	-0,1925
Liczba dni do kłoszenia Days to ear emergence	0,3256	0,6653	0,0621	-0,6669	-0,0988	-0,3612	-0,1433	0,8787	-0,0150
Rdza brunatna Leaf rust	0,1843	0,4287	-0,4369	0,7014	-0,4233	-0,3244	-0,1554	0,5519	-0,6956
Wartość własna Eigen value	4,61	2,80	1,40	7,12	2,05	1,16	5,88	3,83	1,19
% zmienności % variation	38,4	23,3	11,6	59,3	17,1	9,7	49,0	31,9	9,9

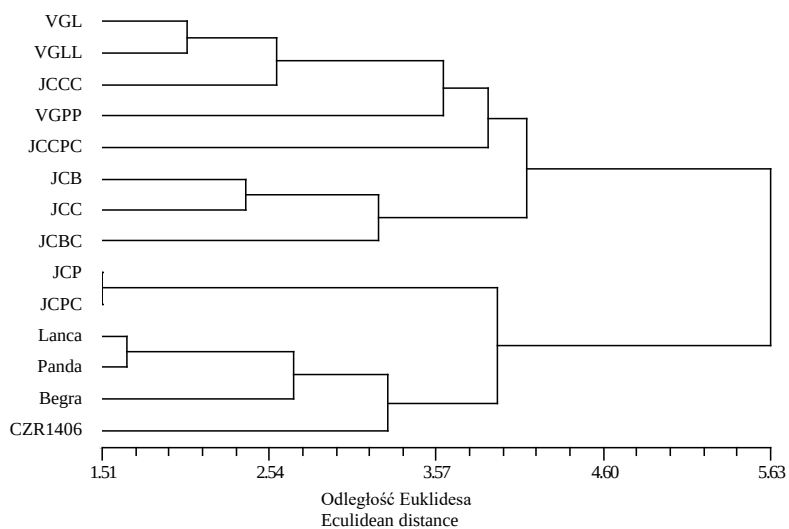
W 1996 roku analizowany materiał został połączony w dwie główne grupy zróżnicowane pod względem średniej płodności kłoska wynoszącej odpowiednio 2,8 i 2,0 (rys. 1, tab. 3). W skład pierwszego skupienia wchodziły formy mieszańcowe z *Aegilops juvenalis* z wyłączeniem kombinacji JCP oraz odmiana Lanca cechujące się stosunkowo niską płodnością. W grupie tej można wyróżnić kombinacje: JCP, JCB, JCC i JCCC

cechujące się stosunkowo wysokim plonem z kłosa oraz JCBB i JCBC o wysokiej MTZ (48,4, 52,1, odpowiednio; tab. 3). Pozostałe materiały tworzyły drugie skupienie. Formy VGPA, VGPPB, VGPA i JCP były podobne do odmian pszenicy pod względem większości cech. Kombinacje VGPP, VGPPP, VGL i VGPB cechowały się kłosem luźniejszym w stosunku do odmian pszenicy oraz niskim wzrostem (71,8–77,2 cm). Forma VGPB wyróżniała się przy tym najwyższą płodnością kłosa (3,4 ziarniaków na kłosek).

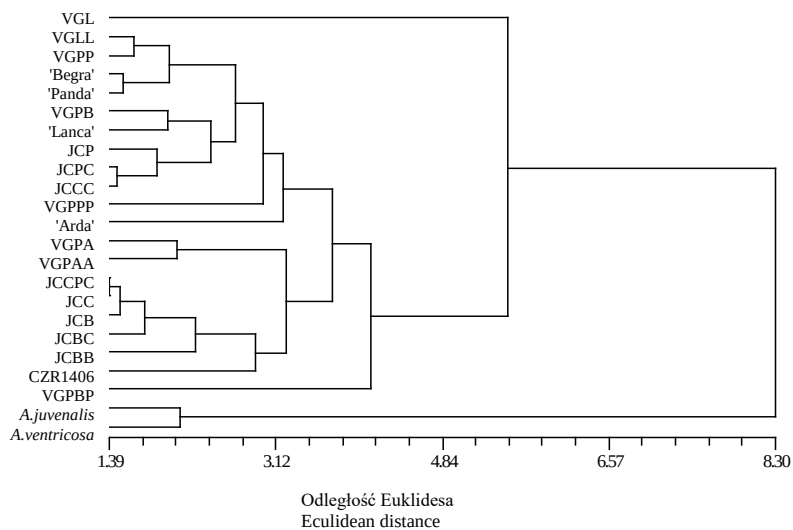


Rys. 1. Dendrogram dla 15 rodów mieszańcowych oraz 5 odmian pszenicy zwyczajnej ocenianych w roku 1996, wyznaczony metodą średnich połączeń na podstawie odległości Euklidesa
Fig. 1. UPGMA dendrogram of 15 hybrid strains and 5 common wheat cultivars estimated in 1996, based on the Euclidean distance

Podobieństwa pomiędzy analizowanymi materiałami w roku 1997 przedstawiono graficznie na rysunku 2. Liczba genotypów była mniejsza głównie z powodu ostrego przebiegu zimy, co wyeliminowało większość kombinacji mieszańcowych z *Ae. ventricosa* oraz odmianę Arda. Wyróżnić można dwa skupienia zróżnicowane pod względem długości pędu, krzewienia produkcyjnego oraz masy i liczby ziarniaków z kłosa i z rośliny. W skład pierwszej grupy wchodziły odmiany pszenicy zwyczajnej włączając ród CZR 1406 oraz rody JCP i JCPC. Pozostałe mieszańce tworzyły drugie skupienie o słabszej charakterystyce plonotwórczej. W obrębie tej grupy kombinacje JCB, JCC i JCBC miały najniższą liczbę ziarniaków z kłosa (rys. 2, tab. 4).



Rys. 2. Dendrogram dla 10 rodów mieszańcowych oraz 4 odmian pszenicy zwyczajnej ocenianych w roku 1997 wyznaczony metodą średnich połączeń na podstawie odległości Euklidesa
Fig. 2. UPGMA dendrogram of 10 hybrid strains and 4 common wheat cultivars estimated in 1997, based on the Euclidean distance



Rys. 3. Dendrogram dla 16 rodów mieszańcowych oraz 5 odmian pszenicy zwyczajnej oraz *Ae. ventricosa* i *Ae. juvenalis* ocenianych w roku 1998 wyznaczony metodą średnich połączeń na podstawie odległości Euklidesa.
Fig. 3. UPGMA dendrogram of 16 hybrid strains, 5 common wheat cultivars along with *eAe. ventricosa* and *Ae. juvenalis* estimated in 1998, based on the Euclidean distance.

Tabela 3

Wartości średnie wybranych cech plonotwórczych rodów mieszańcowych, form rodzicielskich oraz wyodrębnionych grup w roku 1996
Mean values of chosen yield-affecting traits in hybrid strains, parental forms and clusters in 1996

Forma Form Grupa Cluster	Krzewienie produkcyjne Productive tillering	Długość pędu głównego (cm) Main stem length (cm)	Zbiłość kłosa Spike density	Plodność kłoska Spikelet fertility	Liczba ziarniaków roślinie Number of kernels per plant	Liczba ziarniaków kłosie Number of kernels per ear	Masa ziarniaków z rośliny (g) Weight of kernels per plant (g)	Masa ziarniaków z kłosa (g) Weight of kernels per ear (g)	Masa 1000 ziarniaków (g) 1000 kernels weight (g)	Przezimo- wanie (%) State after winter	Kłoszenie (dni od 01.05) Days to ear emergence (since 01.05)	Rdza brunatna Leaf rust
VGL	10,5	75,0	18,5	2,7	306	46,8	9,6	1,6	31,2	34,4	42,6	6,7
VGPP	7,8	77,2	18,3	2,8	265	47,1	8,3	1,6	31,1	40,2	43,5	8,7
VGPPP	9,2	76,6	19,2	2,9	331	45,0	11,6	1,8	35,0	58,1	43,1	7,0
VGPB	12,2	71,8	18,4	3,4	425	54,6	16,4	2,4	39,1	16,6	39,8	8,1
VGPPB	12,1	92,7	19,4	3,1	378	50,0	14,0	2,2	37,2	52,7	39,3	4,2
VGPA	11,0	101,0	19,1	2,4	346	41,3	12,9	1,6	36,9	30,6	42,4	6,7
VGPA A	11,5	92,1	23,6	2,6	344	50,7	13,2	2,2	38,8	56,8	42,5	5,3
JCP	15,5	92,7	19,5	2,3	502	42,4	20,6	1,9	41,3	54,3	40,9	6,7
JCPC	8,1	89,9	21,8	2,0	262	37,7	11,7	1,8	44,9	60,9	40,5	7,1
JCCPC	11,7	80,2	23,4	1,9	265	31,8	8,9	1,3	35,7	69,0	41,0	7,6
JCB	7,5	92,0	19,3	2,5	238	40,8	9,7	1,7	40,8	78,5	40,7	6,7
JCBB	6,7	76,0	21,3	2,0	178	31,4	8,4	1,6	48,4	81,8	39,0	6,6
JCBC	6,2	90,9	21,6	1,6	132	25,3	13,4	1,4	52,1	56,0	39,0	6,7
JCC	10,7	95,5	23,5	2,1	340	40,3	11,4	1,8	39,9	81,3	41,0	7,6
JCCC	9,1	90,2	22,0	2,2	286	43,6	6,8	1,8	40,1	81,5	39,5	7,6
Lanca	8,0	87,6	28,2	2,4	303	49,0	12,4	2,1	40,9	95,0	—	—
Begra	10,8	86,5	20,3	2,8	516	54,7	17,1	2,2	35,4	90,0	—	—
CZR1406	11,9	92,0	23,5	2,7	483	53,9	18,4	2,3	38,5	97,0	—	—
Panda	9,7	88,3	21,6	2,8	528	54,2	22,2	2,5	42,1	97,0	—	—
Arda	9,1	84,9	20,8	3,1	317	54,0	13,5	2,4	42,7	96,0	—	—
Grupa 1* Cluster 1*	8,5	87,8	22,6	2,1	251	37,5	10,3	1,7	42,9	75,5	40,1	7,1
Grupa 2 Cluster 2	10,9	85,9	20,2	2,8	395	49,6	14,8	2,1	37,4	60,3	41,8	6,7

* — Skład grup w tekście

* — Clusters composition in the text

Tabela 4

Wartości średnie wybranych cech plonotwórczych rodów mieszańcowych, form rodzicielskich oraz wyodrębnionych grup w roku 1997
Mean values of chosen yield-affecting traits in hybrid strains, parental forms and clusters in 1997

Forma Form Grupa Cluster	Krzewienie produkcyjne Productive tillering	Długość pędu głównego (cm) Main stem length (cm)	Zbitość kłosa Sipke density	Płodność kłoska Spikelet fertility	Liczba ziarniaków w roślinie Number of kernels per plant	Liczba ziarniaków w kłosie Number of kernels per ear	Masa ziarniaków z rośliny (g) Weight of kernels per plant (g)	Masa ziarniaków z kłosa (g) Weight of kernels per ear (g)	Masa 1000 ziarniaków (g) 1000 kernels weight (g)	Przezimo- wanie (%) State after winter (%)	Kłoszenie (dni od 01.05) Days to ear emergence (since 01.05)	Rdza brunatna Leaf rust
VGL	5,6	69,8	21,5	2,4	164	45,2	5,4	1,5	30,5	37,7	46,7	8,3
VGLL	4,9	70,5	21,6	2,9	132	49,0	3,5	1,3	25,1	28,4	47,4	7,8
VGPP	6,6	79,8	20,4	3,2	285	62,7	9,3	2,0	29,9	28,4	49,1	8,7
JCP	10,4	94,8	19,9	2,7	448	56,6	17,8	2,4	39,7	55,9	47,1	8,3
JCPC	8,3	97,3	20,6	2,5	347	52,0	13,7	2,3	39,2	51,0	47,8	8,6
JCCPC	7,9	77,3	23,3	2,6	283	49,8	9,4	1,7	31,9	50,4	48,6	7,8
JCB	3,6	70,2	22,2	2,1	84	29,8	3,1	1,2	37,1	39,7	48,0	7,7
JCBC	4,8	79,0	21,6	1,7	84	27,7	3,6	1,2	43,7	47,4	47,2	6,8
JCC	3,8	67,9	21,2	1,2	59	20,6	1,9	0,7	32,4	35,8	48,8	7,9
JCCC	3,8	65,4	20,0	2,3	94	33,4	2,8	1,1	28,7	42,3	47,5	8,6
Lanca	11,1	90,9	23,1	3,2	547	68,1	20,3	2,5	37,1	47,0	46,0	9,0
Begra	16,4	88,1	21,0	3,3	790	70,4	28,8	2,7	36,0	33,0	46,0	9,0
CZR1406	10,5	88,7	22,4	2,7	469	55,8	15,8	2,1	33,6	34,0	46,0	7,9
Panda	15,6	91,8	22,3	3,1	724	69,3	25,4	2,5	35,1	48,0	46,0	9,0
Grupa 1* Cluster 1*	12,1	91,9	21,6	2,9	554	62,0	20,3	2,4	36,8	44,8	46,5	8,6
Grupa 2 Cluster 2	5,1	72,5	21,5	2,3	148	39,8	4,9	1,3	32,4	38,8	47,9	8,0

* — Skład grup w tekście

* — Clusters composition in the text

Tabela 5

Wartości średnie wybranych cech plonotwórczych rodów mieszańcowych, form rodzicielskich oraz wyodrębnionych grup w roku 1998
Mean values of chosen yield-affecting traits in hybrid strains, parental forms and clusters in 1998

Forma Form/ Grupa Cluster	Krzewienie produk- cyjne Productive tillering	Długość pędu głównego (cm) Main stem length (cm)	Zbitość kłosa Sipke density	Płodność kłoska Spikelet fertility	Liczba ziarniaków w roślinie Number of kernels per plant	Liczba ziarniaków w kłosie Number of kernels per ear	Masa ziarniaków z rośliny (g) Weight of kernels per plant (g)	Masa ziarniaków z kłosa (g) Weight of kernels per ear (g)	Masa 1000 ziarniaków (g) 1000 kernels weight (g)	Przezimo- wanie (%) State after winter (%)	Kłoszenie (dni od 01.05) Days to ear emergence (since 01.05)	Rdza brunatna Leaf rust
VGL	19,3	99,7	22,1	2,9	880	73,7	20,5	2,1	23,3	32,0	37,7	7,3
VGLL	14,5	103,5	21,3	2,7	584	59,9	16,7	2,1	27,8	45,3	36,0	7,8
VGPP	14,9	95,8	21,6	2,9	681	65,5	20,7	2,1	30,2	49,4	37,9	7,8
VGPPP	10,9	77,3	20,7	2,9	476	65,2	11,0	1,8	21,6	48,0	36,6	6,6
VGPB	10,4	93,5	18,9	2,8	442	60,1	15,5	2,4	34,3	61,4	34,6	7,6
VGPBP	9,8	112,5	15,6	3,5	528	67,0	21,3	3,1	41,1	58,4	33,8	6,2
VGPA	12,1	105,3	19,8	2,5	494	46,8	17,1	1,9	34,1	48,0	34,0	5,6
VGPA A	11,6	107,9	20,4	2,3	459	51,4	18,4	2,3	39,5	49,2	36,4	4,0
JCP	13,1	100,1	20,0	2,3	513	55,9	17,2	2,1	33,8	59,3	36,9	8,1
JCPC	10,1	109,0	23,3	2,2	427	52,9	14,3	2,1	33,4	65,4	36,6	7,1
JCCPC	10,0	98,4	23,7	2,0	404	45,1	14,2	1,9	35,5	75,2	34,7	5,9
JCB	10,2	109,6	20,0	2,2	404	49,1	16,3	2,3	40,6	83,0	35,3	6,1
JCBB	11,1	94,7	22,1	2,2	348	43,0	16,6	2,4	47,1	85,4	31,4	5,5
JCBC	11,7	118,8	21,1	1,8	371	40,9	15,5	1,9	41,9	80,1	33,7	5,5
JCC	10,4	99,0	23,0	2,1	401	49,9	16,3	2,2	39,9	86,2	33,4	6,4
JCCC	10,8	96,5	22,4	2,5	515	57,1	17,5	2,3	33,9	70,0	35,7	6,6
Lanca	9,7	97,0	23,0	2,7	477	61,8	16,8	2,4	35,1	76,0	33,0	8,9
Begra	10,5	87,9	23,4	2,8	498	67,7	16,4	2,3	32,6	46,0	37,0	7,2
CZR1406	7,9	98,4	23,9	2,7	419	63,0	14,2	2,5	33,7	79,0	33,0	4,2
Panda	12,4	91,7	23,7	2,8	597	66,5	20,9	2,4	34,9	56,0	37,0	7,7
Arda	6,6	88,7	24,7	2,7	330	62,3	12,3	2,7	36,7	63,0	36,0	8,2
<i>Ae. ventricosa</i>	12,4	52,8	9,9	1,8	134	12,0	0,9	0,1	6,6	—	—	—
<i>Ae. juvenalis</i>	15,9	31,8	7,8	1,3	82	6,9	0,6	0,1	7,7	—	—	—
Grupa 1* Cluster 1*	11,3	94,6	22,1	2,7	503	61,4	16,3	2,2	32,2	58,2	36,1	7,6
Grupa 2 Cluster 2	10,6	104,0	21,8	2,2	412	48,7	16,1	2,2	39,0	73,3	34,0	5,4

* — Skład grup w tekście

* — Clusters composition in the text

W roku 1998 do analiz włączono gatunki *Aegilops*. W pierwszym węźle zostały one oddzielone od pozostałych analizowanych form. Zaznaczyła się odmienność kombinacji VGL cechującej się najwyższą liczbą ziarniaków z kłosa i rośliny oraz wysokim krzewieniem produkcyjnym. W drugim węźle wyodrębniona została kombinacja VGPPB o najwyższej płodności oraz masie ziarniaków z kłosa głównego i rośliny, przy bardzo luźnym kłosie. Trzeci węzeł łączy dwie grupy, spośród których jedna obejmuje odmiany pszenicy oraz rody VGLL, VGPP, VGPB, JCP, JCPC, JCCC i VGPPP. Pozostałe kombinacje mieszańcowe wraz z rodem CZR 1406 wchodziły w skład drugiej grupy cechującej się większym porażeniem przez rdzę brunatną i nieco niższą liczbą ziarniaków z kłosa (rys. 3, tab. 5).

Badania wielu autorów wskazują na możliwość wykorzystania gatunków z rodzaju *Aegilops* do poprawy parametrów plonowania u pszenicy zwyczajnej. Pilch (1997) oceniał parametry struktury kłosa w 309 liniach pokoleń F_6 — F_{10} , o korzystnych wartościach odporności na szereg chorób grzybowych. Wyselekcjonowane linie miały długie kłosa (12–18 cm), wysoką liczbę kłosek (22–28) oraz płodność kłosa (6–7). Badania Cox i wsp. (1990, 1995) świadczą o tym, że pokolenia BC_2 linii uzyskanych z krzyżowań z *Ae. squarrosa* mogą mieć podobną przydatność rolniczą do wykorzystanych odmian lub przewyższać je pod tym względem. Stefanowska (1995) stwierdziła wysoki plon z kłosa głównego oraz płodność kłosa w pokoleniu F_1 kombinacji VGPP (odpowiednio 3,17 g i 2,86). Ocena kolejnych pokoleń przeprowadzona w prezentowanych badaniach wskazuje na możliwość wyselekcjonowania rodów przewyższających pod względem cech plonotwórczych odmiany pszenicy, wykorzystane w krzyżowaniach wypierających. Przykładem mogą być formy VGL i VGPPB, które w 1998 roku cechowały się odpowiednio wysoką liczbą ziarniaków z kłosa i rośliny, czy też wyjątkową płodnością kłosa. Należy jednak mieć na uwadze słabą zimotrwałość ostatniego rodu jak również większości mieszańców z *Ae. ventricosa*.

Dziewiętnaście gatunków *Aegilops* analizowanych przez Prażaka (1992) plonowało na niskim poziomie; masa ziarniaków z kłosa wynosiła od 0,09 do 0,41 g. We wczesnych pokoleniach analizowanych form mieszańcowych Stefanowska (1995) wykazała wypieranie niekorzystnych cech pochodzących z *Aegilops*, jak łamliwość osadki kłosowej oraz brunatną barwę plew i źdźbeł po osiągnięciu dojrzałości. Prezentowane wyniki świadczą o tym, że w kolejnych latach analizy rody mieszańcowe zbliżały się pod względem charakterystyki plonotwórczej do odmian pszenicy.

Cox i wsp. (1990) stwierdzili, że w potomstwie heksaploidalnym z krzyżowań pszenicy zwyczajnej z *Ae. squarrosa* nowe allele wprowadzone do genomu D mogą korzystnie współdziałać z homeoallelami w dwóch pozostałych genomach. Prezentowane wyniki potwierdzają możliwość uzyskania mieszańców międzygatunkowych o korzystnych wartościach cech plonotwórczych. Należy jednak uwzględnić fakt, że w omawianych mieszańcach stosowano wiele odmian wypierających, co może wiązać się z utrwaleniem korzystnych efektów współdziałania alleli pochodzących od różnych odmian. Ponadto wykorzystując markery RAPD lub gluteninowe potwierdzono transfer DNA z *Aegilops*

ventricosa do kombinacji VGPB, VGPA i VGPP (Tyrka i in., 2001) oraz z *Aegilops juvenalis* do kombinacji JCCC i JCPC (Tyrka, 1999).

Otrzymane wyniki świadczą o tym, że uzyskane materiały mieszańcowe cechują się wysokim zróżnicowaniem cech plonotwórczych i mogą stanowić cenny materiał wyjściowy w hodowli pszenicy zwyczajnej; na szczególną uwagę zasługują rody VGL i VGPP; u tego ostatniego należy jednak poprawić zimotrwałość. Potwierdzono ponadto użyteczność analizy skupień do selekcji rodów o odmiennej charakterystyce plonotwórczej.

LITERATURA

- Arseniuk E., Czembor H.J., Sowa W., Krysiak H., Zimny J. 1995. Genotypowa reakcja pszenżyta, pszenicy i żyta na inokulację *Stagonospora* (= *Septoria*) *nodorum* i *Septoria tritici* w warunkach kontrolowanych. Biul. IHAR. 195/196: 209 — 217.
- Barrett B.A., Kidwell K.K. 1998. AFLP-based genetic diversity assessment among wheat cultivars from the Pacific Northwest. Crop Sci. 38: 1261 — 1271.
- Beuningen L.T. van, Busch R.H. 1997. Genetic diversity among North American spring wheat cultivars: III. Cluster analysis based on quantitative morphological traits. Crop Sci. 37: 981 — 988.
- Bryan G.J., Collins A.J., Stephenson P., Orry A., Smith J.B., Gale M.D. 1997. Isolation and characterisation of microsatellites from hexaploid bread wheat. Theor. Appl. Genet. 94: 557 — 563.
- Chandrashekhar P.J., Nguyen H. T. 1993. Application of the random amplified polymorphic DNA technique for the detection of polymorphism among wild and cultivated tetraploid wheats. Genome 36: 602-609.
- Chen H.B., Martin J.M., Lavin M., Talbert L.E. 1994. Genetic diversity in hard red spring wheat based on sequence-tagged-site PCR markers. Crop Sci. 34:1628 — 1632.
- Cox T.S., Hatchett J.H., Gill B.S., Raupp W.J., Sears R.G. 1990. Agronomic performance of hexaploid wheat lines derived from direct crosses between wheat and *Aegilops squarrosa*. Plant Breeding 105: 271 — 277.
- Cox T.S., Lookhart G.L., Walker D.E., Harrell L.G., Albers LD, Rodgers DM. 1985. Genetic relationships among hard red winter wheat cultivars as evaluated by pedigree analysis and gliadin polyacrylamide gel electrophoretic patterns. Crop Sci. 25: 1058 — 1063.
- Cox T.S., Murphy J.P., Harrell L.G. 1988. Isoelectric focusing patterns of kernel isozymes from 80 North American winter wheat cultivars. Can. J. Plant Sci. 68:65 — 72.
- Cox T.S., Sears R.G., Bequette R.K., Martin T.J. 1995. Germplasm enhancement in winter wheat x *Triticum tauschii* backcross populations. Crop Sci. 35:913 — 919.
- Instrukcja metodyczna prowadzenia doświadczeń odmianowych. 1978. COBORU, Słupia Wielka.
- Jain S.K., Qualset C.O., Bhatt G.M., Wu K.K. 1975. Geographical patterns of phenotypic diversity in a world collection of durum wheats. Crop Sci. 15: 700 — 704.
- Jaradat A.A. 1991. Phenotypic divergence for morphological and yield related traits among landrace genotypes of durum wheat from Jordan. Euphytica 52: 155 — 164.
- Kim H.S., Ward R.W. 1997. Genetic diversity in Eastern U.S. soft winter wheat (*Triticum aestivum* L. em. Thell.) based on RFLPs and coefficients of parentage. Theor. Appl. Genet. 94: 472 — 479.
- Pilch J. 1997. Performance of interspecific and intergeneric hybrids of *Triticum aestivum* L. for wheat improvement. Plant Breed. Seed Sci. 41(1): 4 — 15.
- Prażak R. 1992. Cechy morfologiczne gatunków rodzaju *Aegilops* oraz pszenicy ozimej odmiany Rusalka. Biul. IHAR. 183: 107-117.
- Rohlf, F.J., 1993. NTSYS-pc numerical taxonomy and multivariate analysis system. Version 5.1. Exeter Publishing Ltd., Setauket, N.Y.
- Spagnoletti Zeuli P.L., Qualset C.O., 1987. Geographical diversity for quantitative spike characters in world collection of durum wheat. Crop Sci. 34:774 — 783.

- Stefanowska G. 1995. Charakterystyka niektórych cech morfologicznych i plonotwórczych mieszańców *Triticum aestivum* L i *Triticum durum* Desf. z *Aegilops juvenalis* (Thell). Eig. i *Aegilops ventricosa* Tausch. Biul. IHAR. 194: 35 — 43.
- Tyrka M., Stefanowska G., Brzeziński W. 2001. Transfer genów z *Aegilops ventricosa* do *Triticum aestivum*. Biotechnologia 53:57 — 62.
- Tyrka M. 1999. Studia nad mieszańcami *Aegilops* spp. i *Triticum* spp. Praca doktorska. AR Lublin.: 1 — 161.