

MODYFIKACJE CECH KŁOSA PSZENICY *Triticum aestivum* L. Z WYKORZYSTANIEM MIĘDZYGATUNKOWEGO I MIĘDZYRODZAJOWEGO KRZYŻOWANIA

Józef Pilch

Zakład Roślin Zbożowych w Krakowie,
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie

Wstęp

Przez wiele lat genotyp pszenicy *Triticum aestivum* L. ulepszany był genetycznie przez introgresje obcych genów, głównie z żyta *Secale cereale* L. w wyniku translokacji bądź substytucji chromosomu 1R, jak też genów pochodzących z *Aegilops umbellulata* ZHUK., *Aegilops ventricosa* TAUSCH, *Aegilops squarrosa* L., *Aegilops longissima* SCHW. et MUSCHL., *Aegilops speltoides* TAUSH, *Agropyron elongatum* L., *Triticum spelta* L., *Triticum tauschii* COSS, *Triticum dicoccum* SCHUBL., *Triticum carthlicum* NEVSKI, *Triticum timopheevii* ZHUK., *Triticum dicoccooides* SCHWEINF., *Triticum boeoticum* BOISS, *Triticum turgidum* L., *Haynaldia villosa* L. Efektem tych działań było wprowadzenie około 50 obcych genów odporności na mączniaka, rdzę brunatną i żdźbłową, a najefektywniejsze z nich funkcjonują w odmianach uprawianych do dzisiaj i na nich oparty jest postęp w hodowli odpornościowej [FRIBE i in. 1997; JOUVE i in. 1997; KAZMAN i in. 1997; MC INTOSH, LAGUDAH 2000; LIU i in. 2000; HSAM i in. 2000].

Międzygatunkowe i międzyrodzajowe krzyżowanie umożliwia introgresję pożądaných genów z gatunków spokrewnionych w rodzinie *Poaceae* do form uprawnych pszenicy heksaploidalnej *T. aestivum* L. Stanowią one źródło wielu genów, które mogą być wprowadzone do genomu *T. aestivum* L. i wykorzystane w ulepszeniach hodowlanych tego gatunku. W poszukiwaniu nowych genów dla *T. aestivum* L. zaznaczył się wyraźny postęp, uzyskano szereg nowych mieszańców jak z *Hordeum* L., *Elymus* L., *Lolium* L., *Agropyron* GAERTN., *Zea* L., *Leymus* HOCHST. [LIMA-BRITO i in. 1996; PILCH, GŁOWACZ 1997; ANAMTHAWAT-JONSSON 1999; KHAN 2000; CHERKAOUI i in. 2000]. Również dokonano introgresji wielu genów do odmian uprawnych, jak odporności na choroby powodowane przez patogeny rodzajów *Erysiphe* sp., *Puccinia* sp., zawartości białka w ziarnie, odporności na zasolenie gleby, systemu męskiej sterility CMS [SHAO i in. 1989; FRIEBE i in. 1997; JOUVE i in. 1997; KAZMAN i in. 1997; SCHLEGEL 1997; MC INTOSH, LAGUDAH 2000; HSAM i in. 2000]. Brak jest jednak efektów dotyczących cech kłosa jako najważniejszego organu plonotwórczego zarówno u pszenicy ozimej jak i jarej.

W pracy przedstawiono efekty otrzymane w zakresie modyfikowania cech kłosa u pszenicy ozimej *T. aestivum* L. z wykorzystaniem międzygatunkowej i

międzyrodzajowej hybrydyzacji *T. aestivum* L. z *Triticum* L. (2x, 4x), *Aegilops* L. (2x), *Elymus* L. (2x), *Lolium* L. (2x) i systemów genetycznych *T. aestivum* L.

Materiał metody badań

Materiał badawczy stanowiło 865 linii ozimych generacji F_5 , F_9 – F_{10} , F_{12} , F_{14} uzyskanych ze 114 kombinacji krzyżowań *Triticum aestivum* L. z wybranymi gatunkami *Triticum* L. (2x, 4x), *Aegilops* L. (2x), *Elymus* L. (2x), *Lolium* L. (2x). Wykorzystano następujące odmiany, rody i gatunki:

- *Triticum* L. (2x): *T. boeoticum* BOISS., *Triticum* L. (4x): *T. timopheevii* ZHUKOV., *T. dicoccoides* SCHWEINF., *T. durum* DESF. 'Mirable', 'Khapli', 'Fuensemiduro', 'DF 624', 'Mutico Mucur';
- *Triticum* L. (6x): *T. aestivum* L.: 'Almari', 'M. Marksman', 'Fundula 4', 'Jawa', 'Jara', 'Milan'; 'Begra', TAW 50003, TAW 12597/84, CHD 661, SMH 2843, SMH 3061, STH 3432, STH 3452, STH 290, STH 5576, STH4883, STH 6938, STH7491, STH 7430, STH 8663, STH 3278, OLH 2925/17, OLH 3095/3, OLH 535, OLH 535, OLH 689, OLH 168, DED 425, AND 166, AND 103/84;
- *Aegilops* L. (2x): *Ae. speltoides* TAUSH.
- *Elymus* L. (2x): *E. giganteus* L.
- *Lolium* L. (2x): *L. perenne* L. cv. 'Anna'

W uzyskaniu mieszańców prostych „ F_1 -bridge“ wykorzystano systemy genetyczne oparte na genach krzyżowalności *Kr* (*Kr1*, *Kr2*, *Kr3*, *Kr4*) i systemie homeologicznej koniugacji PH (*PH 1*, *PH 2*) pszenicy *T. aestivum* L. genotypów mono-5B Favorit, mono-5B Chinese Spring, mono-3D Chinese Spring, mut.PH Chinese Spring [PILCH 1996]. Mieszańce F_1 i dalsze generacje rozmnażano na polu doświadczalnym, w standardowych warunkach uprawy i nawożenia. Nie stosowano herbicydów a chwasty zwalczano ręcznie. Ocenę cech kłosa i ziarna rejestrowano w polu (odporność na choroby) i laboratorium (długość kłosa, liczba kłosek w kłosie, liczba kwiatków i ziarn w kłosku, liczba ziarn z kłosa, masa ziarn z kłosa) według metodyki PILCH i GŁOWACZ [1997].

Wyniki i dyskusja

W dotychczasowej literaturze nie są znane przykłady introgresji genów odporności kłosa na najgroźniejsze choroby powodowane przez patogeny *Septoria* sp., *Fusarium* sp., i *Helminthosporium* sp. O ile *Fusarium* sp. i *Helminthosporium* sp. nie stanowią problemu w hodowli to w dalszym ciągu nie ma form pszenicy ozimej ani jarej o pełnej odporności na *Septoria nodorum* BERK., a tym samym i źródeł genetycznych. Stąd też hodowla nowych odmian odpornych na tego patogena w oparciu o genotyp *T. aestivum* L. staje się niemożliwa [PILCH i in. 1995]. W niniejszych modyfikacjach dokonanych z wykorzystaniem międzygatunkowej i międzyrodzajowej hybrydyzacji, wśród 865 linii zidentyfikowano 847 linii, tj. 97,9 % o wysokiej odporności w stopniu 8 i 9 (skala 1–9 stopni, 9 stopni oznacza pełną odporność) nie tylko na tego patogena ale równocześnie na 3 patogeny (*Septoria* sp., *Fusarium* sp., i *Helminthosporium* sp.). W tej grupie, 472 linie wykazywało odporność 9 stopni, tj. 54,6 % badanych linii (tab. 1). Pochodziły one z krzyżowań *T. aestivum* L. z *T. boeoticum* BOISS., *T. timopheevii* ZHUK., *T. dicoc-*

coides SCHWEINF, *T. durum* DESF., *Ae. speltoides* TAUSH., *L. perenne* L. i *E. giganteus* L. Uzyskane wyniki wskazują, że gatunki te stanowią nie tylko źródła odporności kłosa na septoriozę lecz także na fusariozę i helminthosporiozę, które podlegają introgresji metodami krzyżowań i funkcjonują w genotypie *T. aestivum* L. Wcześniejsze badania TROTET i DOSBA [1983] oraz RUBIALES i in. [1992] wskazywały, że geny odporności na patogeny *Septoria* sp. występują tylko u *T. durum* DESF. i *Ae. squarrosa* L. Odporność na *Fusarium* sp., która ma poligeniczny charakter również została zidentyfikowana w gatunkach obcych, tj. *Elymus* sp. i *Triticum* sp. [BUERSTMAYR i in. 1996; BAN 1997]. Należy zwrócić uwagę, że w naszych pracach braliśmy pod uwagę kompleksową odporność na 3 rodzaje patogenów i ten rodzaj odporności połączony był z innymi korzystnymi modyfikacjami przedstawionymi w tabeli 1. W tabeli tej podano takie wartości uzyskanych cech kłosa, które różnią się statystycznie od wzorców genetycznych *T. aestivum* L. ('Favorit', 'Chinese Spring') jak również i hodowlanych jakie stanowiły odmiany wzorcowe w doświadczeniach polowych. Wartości takie nie występują ani w kolekcji roboczej pszenicy ozimej 1991–2001 (nieop. wyniki syntezy) ani też w doświadczeniach hodowlanych wstępnych – zespołowych 1991–2001 (nieop. wyniki syntezy) i daleko wykraczają poza oznaczenia botaniczne w taksonomii gatunku *Triticum aestivum* L. Na przykład klucz do oznaczania roślin podaje dla gatunku *T. aestivum* L. 5 kwiatków w 1 kłosku, w tym 4 fertylne i 1 plony [SZAFER i in. 1967]. Natomiast uzyskane modyfikacje ujawniły kłosa mające 5–8 ziarniaków w kłosku (62,5 %). Pochodziły one z kombinacji *T. aestivum* L. z *T. boeoticum* Boiss., *T. durum* DESF. 'Fuensemiduro', 'Mirable', 'Khapli', 'Mutico Mucur', *T. timopheevii* ZHUK., *T. dicoccoides* SCHWEINF, *Ae. speltoides* TAUSH., *L. perenne* L. 'Anna' i *E. giganteus* L. Najwięcej ich występowało w kombinacjach z *T. durum* DESF. 'Khapli', *L. perenne* L. 'Anna' i *E. giganteus* L. Mogły one być jedynie wynikiem introgresji genów. Kłosa o wyjątkowej długości (12,0–20,0 cm) miało 51,4% linii i były to kłosa zarówno typu ostki jak i gółki. Pochodziły one z kombinacji *T. aestivum* L. z *T. boeoticum* Boiss., *T. durum* DESF. 'Fuensemiduro', 'Mirable', 'Khapli', 'DF 624', *T. timopheevii* ZHUK., *T. dicoccoides* SCHWEINF, *L. perenne* L. 'Anna' i *E. giganteus* L. Dużą liczbę kłosek w kłosie (24,0–26,0) miały kombinacje (0,9 % linii) *T. aestivum* L. z *T. boeoticum* Boiss., *T. durum* DESF. 'Fuensemiduro', 'Mirable', 'Khapli', *T. timopheevii* ZHUK., *T. dicoccoides* SCHWEINF, *Ae. speltoides* TAUSH., *L. perenne* L. 'Anna' i *E. giganteus* L. Dużą liczbę ziarniaków w kłosie dochodzącą nawet do 144 sztuk miały kombinacje krzyżowań z wszystkimi gatunkami obcymi i stwierdzono ją u 78,5% linii. U większości były to ziarniaki drobne. Wysoką masę ziarna z kłosa (2,5–5,2 g) miało 76,1% linii. Pochodziły one z kombinacji *T. aestivum* L. z *T. boeoticum* Boiss., *T. durum* DESF. 'Fuensemiduro', 'Mirable', 'Khapli', 'Mutico Mucur', 'DF 624'; *T. timopheevii* ZHUK., *Ae. speltoides* TAUSH., *L. perenne* L. 'Anna' i *E. giganteus* L.

Wyniki wskazują, że uzyskane korzystne modyfikacje cech kłosa mogą być zakumulowane w jednym genotypie. W tabeli 2 przedstawiono liczbę linii wykazujących połączenia 2–6 cech. Miało je 92,1% linii. Najwięcej linii (36,3%) łączyło 5 cech. Należy podkreślić, że najbardziej wartościowe dla hodowli są linie łączące najwięcej korzystnych modyfikacji cech. Poza tym uzyskano takie połączenia cech, które są bardzo trudne do otrzymania konwencjonalnymi metodami hodowli a są szczególnie poszukiwane, np. wysoka liczba ziarn z kłosa i duże ziarno lub wysoka ich masa, czy też duża liczba dużych ziarniaków w kłosku.

Tabela 1; Table 1

Liczba linii o cechach kłosa niespotykanych u *T. aestivum* L.
Number of lines with the spike characters unparallelled in *T. aestivum* L.

Długość kłosa Spike length (cm) 12,0–20,0	24,0–26,0 kłosków w kłosie spikelets per spike	5,2–8,0 ziarn w kłosku kernels per spikelet	50,5–144,0 ziarn w kłosie kernels per spike	2,5–5,2 g ziarna z kłosa kernel weight per spike	Kompleksowa odporność na choroby (9 st.) Complex resistance to diseases (9 grades)
445	8	541	679	658	472

Tabela 2; Table 2

Liczba linii łączących cechy wyszczególnione w tabeli 1
Number of lines combining the characters listed in Table 1

Liczba cech; No. of traits	2	3	4	5	6
Liczba linii; No. of lines	80	74	234	314	95

Wnioski

1. Modyfikowanie kłosa *T. aestivum* L. za pomocą międzygatunkowej i międzyrodzajowej hybrydyzacji doprowadziło do uzyskania parametrów jego struktury jak też korzystne kombinacje cech niespotykane u tego gatunku.
2. Wykorzystane w hybrydyzacji gatunki obce *T. boeoticum* BOISS., *T. timophevii* ZHUKOV., *T. dicoccoides* SCHWEINF., *T. durum* DESF., *Ae. speltioides* TAUSH., *L. perenne* L., *E. giganteus* L. okazały się efektywnymi źródłami wielu korzystnych cech kłosa dla pszenicy heksaploidalnej ozimej *T. aestivum* L.
3. Hybrydyzacja międzygatunkowa i międzyrodzajowa okazała się skutecznym sposobem introgresji obcych genów do pszenicy *T. aestivum* L. nie tylko determinujących cechy kłosa ale również wskaźników technologicznych ziarna.
4. Uzyskane modyfikacje mogą stanowić w przyszłości materiał wyjściowy dla wytworzenia źródeł genetycznych dla potrzeb hodowli nowych odmian pszenicy ozimej i jarej jak również pszenżyta heksaploidalnego (\times *Triticosecale* WITT.).

Literatura

- ANAMTHAWAT-JONSSON K. 1999. Variable genome composition in *Triticum x Leymus* amphiploids. Theor. Appl. Genet. 99(7–8): 1087–1093.
- BAN T. 1997. Evaluation of resistance to *Fusarium* head blight indigenous Japanese species of *Agropyron* (*Elymus*). Euphytica 97: 39–44.
- BUERSTMAYR H., LEMMENS L., GRAUSGRUBER H., RUCKENBAUER P. 1996. Scab resistance of international wheat germplasm. Cer. Res. Comm. 24: 195–202.
- CHERKAOUTI S., LAMSAOUI O., CHLYAH A., CHLYAH H. 2000. Durum wheat \times maize

crosses for haploid wheat production: Influence of parental genotypes and various experimental factors. *Plant Breed.* 119: 31–36.

FRIEBE B., RAUP W.J., GILL B.S. 1997. Alien sources for diseases and pest resistance in wheat improvement, in: *Current topics in plant cytogenetics related to plant improvement*. Lelley T. (ed.), Tulln-Austria: 63–71.

HSAM S.L.K., MOHLER V., HARTL L., WENZEL G., ZELLER F.J. 2000. Mapping of powdery mildew and leaf rust resistance genes on the wheat-translocated chromosome T 1BL-1RS using molecular and biochemical markers. *Plant Breed.* 119: 87–89.

JOUBE N., BERNARDO A., CUADRADO A., DE BUSTOS A., RUBIO P., SOLER C. 1997. Detection of alien introgression into cultivated cereals using cytogenetics and molecular techniques, in: *Current topics in plant cytogenetics related to plant improvement*. Lelley T. (ed.), Tulln-Austria: 33–42.

KHAN I.A. 2000. Molecular and agronomic characterization of wheat – *Agropyron intermedium* recombinant chromosomes. *Plant Breed.* 119: 25–29.

KAZMAN M.E., LEIN V., ROBBELEN G. 1997. The 1BL-1RS translocation in recently developed european wheats, in: *Current topics in plant cytogenetics related to plant improvement*. Lelley T. (ed.), Tulln-Austria: 334–341.

LIMA-BRITO J., GUEDES-PINTO H., HARRISON G.E., HESLOP-HARISON J.S. 1996. Chromosome identification and nuclear architecture in triticale x tritordeum F_1 hybrids. *J. of Exp. Bot.*, Vol. 47(297): 583–588.

LIU D.L., LIU D., TAO W., LI W., WANG S., CHEN P., CHENG S., GAO D. 2000. Molecular marker-facilitated pyramiding of different genes for powdery mildew resistance in wheat. *Plant Breed.* 119: 21–24.

MC INTOSH R.A., LAGUDAH E.S. 2000. Cytogenetical studies in wheat. XVIII. Gene Yr 24 for resistance to stripe rust. *Plant Breed.* 119: 81–83.

PILCH J., GŁOWACZ E., KUBARA-SZPUNAR Ł., GAJDA Z. 1995. Mieszzańce oddalone *Triticum aestivum* L. jako źródła odporności na choroby kłosa. *Biul. IHAR* 194: 159–167.

PILCH J. 1996. Performance of interspecific and intergeneric hybrids of *Triticum aestivum* L for wheat improvement. Part I. Performance of winter generations F_3 – F_5 of *T. aestivum* L. with *Triticum* (2x, 4x), *Aegilops* (2x), and *Elymus* (4x) species in respect of some characters of spike. *Plant Breed. and Seed Sci.* 40(3–4): 73–62.

PILCH J., GŁOWACZ E. 1997. Międzygatunkowe i międzyrodzajowe krzyżowania jako sposób ulepszania cech kłosa w hodowli pszenicy heksaploidalnej *Triticum aestivum* L. *Biul. IHAR* 204: 15–31.

RUBIALES D., BALLESTEROS J., MARTIN A. 1992. Resistance to *Septoria tritici* in *Hordeum chilense* x *Triticum* spp. *Amphiploids*. *Plant Breed.* 109: 281–286.

SCHLEGEL R. 1997. Current list of wheats with rye introgressions of homoeologous group 1. 2nd update. *Wheat Inf. Service* 84: 64–69.

SAO Q.Q., DENG W.Y., LIN X.Y. 1989. Wide crossing and gene transfer methods between species, in: *Review of Advances in Plant Biotechnology 1985–1988*. Mujeeb-Kazi A., Sitch A.L. (eds), CIMMYT-Mexico: 115–131.

SZAFER W., KULCZYŃSKI S., PAWŁOWSKI B. 1967. *Rośliny polskie*. Wyd. PWN Warszawa: 930–931.

TROTTET M., DOSBA F. 1983. *Analyse cytogenetique et comportement vis-a-vis de Sep-*

toria nodorum d" *hybrides Triticum sp. x Aegilops squarrosa et de leurs descendances*. Agronomie 37: 659–664.

Słowa kluczowe: międzygatunkowe i międzyrodzajowe krzyżowanie, pszenica

Streszczenie

Celem badań było modyfikowanie cech kłosa pszenicy ozimej *T. aestivum* L. z wykorzystaniem gatunków oddalonych taksonomicznie *T. boeoticum* BOISS., *T. timopheevii* ZHUKOV., *T. dicoccoides* SCHWEINF., *T. durum* DESF., *Ae. speltoides* TAUSH., *L. perenne* L., *E. giganteus* L. W uzyskaniu mieszańców 'F₁ – bridge' stosowano systemy genetyczne oparte na genach krzyżowalności *Kr 1, K r2, Kr 3, Kr 4* i homeologicznej koniugacji *PH 1, PH 2* pszenicy *T. aestivum* L. 'Favorit', 'Chinese Spring'.

Materiał badawczy stanowiło 865 linii ozimych generacji F₅, F₉–F₁₀, F₁₂, F₁₄ uzyskanych ze 114 kombinacji krzyżowań międzygatunkowych i międzyrodzajowych. W efekcie oceny polowej i laboratoryjnej zidentyfikowano formy o cechach struktury kłosa wykraczających poza *T. aestivum* L.: 445 form o długości kłosa 12,0–20,0 cm, 8 form o 24–26 kłóskach w kłosie, 541 form o 5–8 ziarnach w 1 kłosku, 679 form o 50–144 ziarniakach w kłosie, 658 form o masie ziarna z kłosa 2,5–5,2 g, 375 form o kompleksowej odporności kłosa na choroby w stopniu 8 powodowane przez patogeny z rodzajów *Septoria* sp., *Fusarium* sp. i *Helminthosporium* sp. i 472 form o odporności kompleksowej na choroby w stopniu 9. Spośród zidentyfikowanych form, 797 form wykazywało połączenia 2–6 powyższych cech a niektóre wykazywały przełamania niekorzystnych w hodowli korelacji.

Uzyskane formy mogą w przyszłości stanowić źródła genetyczne do ulepszeń cech kłosa w hodowli nowych odmian pszenicy *T. aestivum* L.

MODIFICATIONS IN SPIKE CHARACTERS OF WHEAT *Triticum aestivum* L. AT INTERSPECIFIC AND INTERGENERIC CROSSING

Józef Pilch

Department of Cereals, Kraków,
Plant Breeding and Acclimatization Institute, Radzików

Key words: interspecific and intergeneric crossing, wheat

Summary

The subject of the study use of was to modify the spike characters of winter wheat *T. aestivum* L. with the distant species *T. boeoticum* BOISS., *T. timopheevii* ZHUKOV., *T. dicoccoides* SCHWEINF., *T. durum* DESF., *Ae. speltoides* TAUSH., *L. perenne* L., and *E. giganteus* L. In obtaining the hybrids 'F₁ – bridge' the genetic systems based on the crossability genes *Kr1, Kr2, Kr3, Kr4* and the homeologous pairing *PH 1, PH 2* of *T. aestivum* L. 'Favorit', 'Chinese Spring'.

were used. The material for investigation consisted of 865 winter lines of the F₅, F₉-F₁₀, F₁₂, F₁₄ generations originated from 114 interspecific and intergeneric cross-combinations. In effect of the field and laboratory evaluations, the forms of the spike character levels surpassing those of *T. aestivum* L. were identified: 445 forms with the long spike 12.0–20.0 cm, 8 forms with 24–26 spikelets per 1 spike, 541 forms having 5–8 kernels per 1 spikelet, 679 forms with 50–144 kernels per 1 spike, 658 forms with kernel weight 2,5–5,2 g, 375 forms showing the complex resistance of 8 degrees to *Septoria* sp., *Fusarium* sp. and *Helminthosporium* sp. diseases and 472 forms of complex resistance to diseases (9 degrees). Among the forms selected, 797 forms showed the associations of 2–6 those characters and many of them broke the disadvantageous correlations in breeding. The forms obtained may become in the future the genetic sources in improvements of the spike characters in breeding material of winter wheat *T. aestivum* L.

Doc. dr hab. Józef **Pilch**
Zakład Roślin Zbożowych
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin
ul. Zawia 4
30-423 KRAKÓW
Tel. (012) 266-57-00