

MARIA CHRZĄSTEKInstytut Genetyki i Hodowli Roślin
Akademia Rolnicza, Lublin

Wpływ dodanych i podstawionych chromosomów żyta (*Secale cereale* L.) na wybrane cechy ilościowe pszenicy (*Triticum aestivum* L.)

**Effect of added and substituted rye chromosomes (*Secale cereale* L.) on some
quantitative features of wheat (*Triticum aestivum* L.)**

Wykonano obserwacje i pomiary biometryczne linii addycyjnych, linii substytucyjnej 1B/1R i form wyjściowych w celu określenia wpływu chromosomów żyta odmiany Dańkowskie Złote na fenotyp i niektóre elementy struktury plonu pszenicy heksaploidalnej odmiany Grana. Analizowano liczbę dni do kłoszenia, wielkość liścia flagowego, długość pędu głównego i osadki kłosowej, liczbę i masę ziarniaków z kłosa głównego i całej rośliny, masę 1000 ziarniaków, płodność kłosa, zbitość kłosa oraz zawartość białka w ziarniakach. Największe zmiany morfologiczne dotyczące głównie kłosów i liści, a także ogólnego pokroju roślin obserwowano w linii 2R. Zarówno addycja jak i substytucja chromosomu 1R wpływała istotnie na skrócenie pędu. We wszystkich liniach stwierdzono istotnie niższą płodność kłosa w porównaniu z pszenicą. Większość badanych linii charakteryzowała się istotnie niższą od pszenicy masą tysiąca ziarniaków, a zarazem wyższą procentową zawartością białka w ziarniakach. Linie addycyjne 3R i 6R różniły się bardziej od pszenicy pod względem większości analizowanych cech niż linie z dodanymi chromosomami telocentrycznymi 3RS i 6RL.

Słowa kluczowe: cechy ilościowe, linie addycyjne, pszenica, substytucja 1B/1R, żyto

The observations and biometric measurements of addition lines, 1B/1R substitution line and initial forms have been done in order to examine the influence of rye chromosomes (cv. Dańkowskie Złote) on the phenotype and some components of yield structure of the hexaploid wheat cv. Grana. The number of days to heading, flag leaf size, length of main stem and ear, number and weight of kernels per head ear and per plant, 1000 kernels weight, density of ear and protein content in kernels were analyzed. The biggest morphological changes, relating mainly to ear, leaf and whole plants were observed for the 2R addition line. Both, addition and substitution of the 1R chromosome has significantly influenced stem shortening. Fertility of spikelet in all lines was significantly lower than in wheat. Most of the tested lines, in comparison with wheat, had lower 1000 kernel weight but higher percent of protein in kernels. The 3R and 6R lines differed from wheat more, with regard to majority of features, than the lines with added telocentric chromosomes 3RS and 6RL.

Key words: addition lines, 1B/1R substitution line, quantitative traits, rye, wheat

WSTĘP

Manipulacje chromosomowe w obrębie podplemienia *Triticinae* dotyczą najczęściej rodzajów *Triticum*, *Secale* i *Aegilops*. Homeologia chromosomów w obrębie rodzaju *Triticum*, jak i pomiędzy poszczególnymi rodzajami oraz wyprowadzenie przez Searsa kompletnych serii linii aneuploidalnych w odmianie pszenicy Chinese Spring dały podstawy do rozwoju inżynierii chromosomowej (Sears, 1972; Jiang i in., 1994).

W pracach genetyczno-hodowlanych nad pszenicą i żytem często są wykorzystywane addycje, substytucje i translokacje chromosomów.

W liniach addycyjnych pszenicy są dodane pary chromosomów żyta, bądź ich ramion. Linie te uzyskuje się najczęściej poprzez krzyżowanie pszenicy z żytem, a mieszańce po podwojeniu liczby chromosomów zapyla się wstecznie pyłkiem pszenicy. W ten sposób powstają monosomiczne, a wyniku ich samozapylenia disomiczne linie addycyjne (O'Mara, 1940). Linie te wykorzystuje się głównie do wyprowadzania form substytucyjnych (Sears, 1968; Miller, 1984) oraz do lokalizacji genów na chromosomach żyta i określania ich ekspresji w obcym tle genetycznym (Schlegel i Mettin, 1982; Devos i in., 1993; Chrzastek i in., 1995; Cyran i in., 1996; Masojć i in., 1996; Miazga i Szot, 1996; Ma i in., 2001).

W liniach substytucyjnych para chromosomów pszenicy jest zastąpiona przez parę chromosomów żyta. Otrzymuje się je głównie poprzez krzyżowanie monosomików lub nullisomików pszenicy z odpowiednimi liniami addycyjnymi, a następnie samozapylenie lub krzyżowanie wsteczne uzyskanych mieszańców. Linie substytucyjne wykorzystuje się do badania homeologii pomiędzy chromosomami pszenicy i innych rodzajów. Mają one również zastosowanie w praktycznej hodowli. Na świecie od wielu lat uprawia się odmiany pszenicy, które zawierają substytucje i translokacje obejmujące chromosomy *1B* i *1R* (Rabinovich, 1998; Graybosch, 2001).

Celem prezentowanej pracy było określenie wpływu chromosomów żyta odm. Dańkowskie Złote na niektóre cechy ilościowe pszenicy odmiany Grana przy pomocy zestawu linii addycyjnych i linii substytucyjnej *1B/1R*.

MATERIAŁ I METODY

Przedmiotem badań była uzyskana w Instytucie Genetyki i Hodowli Roślin Akademii Rolniczej w Lublinie seria linii pszenicy odm. Grana z dodanymi kompletnymi i telocentrycznymi chromosomami żyta odm. Dańkowskie Złote: *1R*, *2R*, *3R*, *3RS*, *4R*, *5R*, *6R*, *6RL*, *7R* oraz linia substytucyjna *1B/1R* Grana/Dańkowskie Złote. Ponadto analizowano formy wyjściowe, tj. pszenicę odm. Grana, żyto odm. Dańkowskie Złote oraz powstałe w wyniku ich krzyżowania pszenżyto oktoploidalne.

Ze względu na konieczność corocznego testowania cytologicznego i małą liczbę ziarniaków, początkowo linie addycyjne i substytucyjne oraz formy wyjściowe wysadzano w wazonach. W ostatnich latach wszystkie materiały były wysiewane na mikropoletkach. W okresie wegetacyjnym w 1999 roku wykonano niektóre obserwacje, a po zbiorze przeprowadzono laboratoryjną ocenę pojedynków. Badania przeprowadzono na podstawie

pomiarów biometrycznych około 30 roślin z każdej linii i formy wyjściowej. Analizowano następujące cechy:

- liczba dni do kłoszenia (od 1 maja do dnia, gdy połowa kłosa wydostała się z pochwy liściowej),
- długość, szerokość i powierzchnia blaszki liścia flagowego (przy pomocy planimetru),
- długość pędu głównego (cm),
- liczba kłosków w kłosie głównym,
- liczba ziarniaków w kłosie głównym,
- masa ziarniaków z kłosa głównego (g),
- zbitość kłosa (liczba kłosków przypadająca na 1 dm osadki kłosowej),
- płodność kłosa (liczba ziarniaków przypadająca na jeden kłosek w kłosie głównym),
- masa tysiąca ziarniaków (MTZ) (g),
- liczba ziarniaków z rośliny,
- masa ziarniaków z rośliny (g).

Zawartość białka w ziarniakach oznaczono w Centralnym Laboratorium Analitycznym AR metodą Kjeldahla stosując przelicznik białkowy 5,7.

Do statystycznego opracowania wyników wykorzystano program opracowany przez Ośrodek Informatyki Akademii Rolniczej w Lublinie. Zastosowano test F-Snedecora, a w celu stwierdzenia istotności różnic pomiędzy obiektami wykorzystano przedziały ufności Tukeya. Istotne różnice pomiędzy liniami i pszenicą Grana, żytem Dańkowskie Złote oraz pszenżytem zaznaczono w tabelach odpowiednimi symbolami. W interpretacji wyników zwracano głównie uwagę na różnice pomiędzy liniami z dodanymi bądź podstawionymi chromosomami żyta, a pszenicą odm. Grana.

WYNIKI I DYSKUSJA

Wprowadzenie do genomu pszenicy chromosomów żyta powoduje zmiany w fenotypie roślin. Różnice dotyczą głównie wielkości i proporcji poszczególnych organów (Riley i Chapman, 1958). W porównaniu z pszenicą, we wszystkich badanych liniach z wyjątkiem 2R obserwowano istotne skrócenie pędu głównego (tab. 1). Linia 2R wyróżniała się spośród pozostałych najdłuższym, a zarazem ciekim, wiotkim i delikatnym źdźbłem. Podobnie scharakteryzował linię 2R Riley (1960), analizując serię linii addycyjnych Holdfast — King II. W linii 2R serii Grana — Dańkowskie Złote we wczesnych stadiach rozwojowych obserwowano antocyjanowe zabarwienie koleoptyla. Oznacza to, że na chromosomie 2R żyta Dańkowskie Złote znajduje się gen *An1*, decydujący o syntezie antocyjanu (Chrzastek i Miazga, 1988). Najkrótszym pędem głównym w badanej serii charakteryzowały się linie 5R i 1R. Również linia substytucyjna 1B/1R miała istotnie krótszy pęd niż pszenica Grana (rys. 1). Wszystkie analizowane linie addycyjne oraz substytucyjna były znacznie niższe od żyta i pszenżyta oktoploidalnego.

Tabela 1

Wartości średnie wybranych cech ilościowych linii addycyjnych Grana — Dańkowskie Złote, linii substytucyjnej i form wyjściowych
Mean values of some quantitative features of the Grana — Dańkowskie Złote addition lines, the substitution line and the initial forms

Linie i formy wyjściowe Lines and initial forms	Liczba dni do kłoszenia Number of days to heading	Długość pędu głównego Length of main stem (cm)	Liczba międzywęźli w pędzie głównym Number of internodes in main stem	Liczba ziarniaków z rośliny Number of kernels per plant	Masa ziarniaków z rośliny Weight of kernels per plant (g)	Masa 1000 ziarniaków Weight of 1000 kernels (g)	Zawartość białka w ziarnie Content of protein in grains (%)	Liść flagowy Flag leaf		
								Długość length (cm)	Szerokość width (cm)	Powierzchnia area (cm2)
Linie addycyjne Addition lines										
1R	36xyz	60,98xyz	3,03xyz	150,33x	4,74x	32,67xyz	14,35xyz	16,59y	1,50xy	19,24xy
2R	30xyz	84,86yz	4,00	90,83xy	2,57xy	21,17xyz	14,95xyz	15,71y	1,20x	14,33xy
3R	31yz	66,93xyz	2,81xyz	115,14xy	4,18xy	35,49xyz	15,14xyz	16,76y	1,55xy	19,97xy
3RS	28xyz	79,62xyz	3,67yz	173,39xz	7,09x	42,64x	12,35z	16,18y	1,47xy	18,45xy
4R	25xy	64,07xyz	3,07xyz	80,70xy	2,10xy	25,79xyz	19,15xyz	22,97xyz	1,51xy	27,48yz
5R	26xy	59,26xyz	3,08xyz	132,84x	5,39x	42,59x	14,44xyz	18,60y	2,01xyz	26,60yz
6R	31yz	80,55xyz	3,31xyz	123,96x	5,16x	43,76	15,79xyz	16,05y	1,74yz	22,29yz
6RL	31yz	78,96xyz	3,69yz	130,53x	6,44x	50,00yz	12,60yz	18,26y	1,80yz	26,92yz
7R	32yz	74,59xyz	3,54xyz	113,08xy	5,36x	47,31z	17,59xyz	20,21xyz	1,84yz	29,82xyz
Linia substytucyjna Substitution line										
1B/1R	32yz	55,09xyz	3,31xyz	148,25x	4,30xy	32,07xyz	12,62yz	16,71y	1,51xy	19,67xy
Formy wyjściowe Initial forms										
Grana (2n = 6x = 42)	32	88,84	3,85	315,76	15,33	46,63	12,02	17,30	1,79	24,36
Dańkowskie Złote (2n = 2x = 14)	18	123,92	4,11	200,06	8,33	45,07	11,81	10,99	1,03	8,25
Grana × Dańkowskie Złote (2n = 8x = 56)	26	93,92	4,16	90,56	4,21	41,55	16,76	17,20	1,39	17,72

^x — Istotne różnice w porównaniu z pszenicą przy p = 0,05; Differences with wheat significant at α = 0.05

^y — Istotne różnice w porównaniu z żytem przy p = 0,05; Differences with rye significant at α = 0.05

^z — Istotne różnice w porównaniu z oktoploidalnym pszenżytem przy p = 0,05; Differences with 8x triticale significant at α = 0.05



Rys. 1. Od lewej: pszenica Grana, linie addycyjne: 1R, 2R, 3R, 4R, 5R, 6R, 7R, 3RS, 6RL i linia substytucyjna 1B/1R

Fig. 1. From the left: wheat cv. Grana, addition lines: 1R, 2R, 3R, 4R, 5R, 6R, 7R, 3RS, 6RL and 1B/1R substitution line

Duży wpływ na produktywność roślin zbożowych ma wielkość i ustawienie liścia flagowego (Thorne i in., 1965; Berdahl i in., 1972; Walton, 1972). Według Mahmood i wsp. (1991) usunięcie liścia flagowego u pszenicy w fazie kłoszenia powoduje redukcję plonu ziarna o 16,1%, masy tysiąca ziarniaków o 11,2%, liczby ziarniaków w kłosie o 12,9%. Z badań Nalborczyka i wsp. (1981) wynika, że znaczenie liścia flagowego u żyta jest mniejsze. W procesie fotosyntezy największą rolę odgrywa w tym przypadku źdźbło. Liście natomiast są małe i wcześniej zasychają. Według Kubickiej i Dec (2001) długość liścia flagowego i podflagowego w mieszańcach linii wsobnych żyta jest uwarunkowana trzema, a szerokość dwoma genami o działaniu addytywnym. Powierzchnia blaszki liściowej w kilku rodach pszenżyta heksaploidalnego badanych przez Dolińskiego (1986) była ponad dwa razy większa niż u żyta i nieznacznie mniejsza niż w pszenicy. W badaniach własnych średnia powierzchnia blaszki liścia flagowego pszenicy Grana wynosiła 24,36 cm², żyta Dańkowskie Złote 8,25 cm², a oktoploidalnego pszenżyta 17,72 cm² (tab. 1). Wśród testowanych linii addycyjnych największą powierzchnię liścia flagowego obserwowano w linii 7R (29,82 cm²), a najmniejszą w linii 2R (14,33 cm²). Większość linii addycyjnych i linia substytucyjna 1B/1R charakteryzowały się istotnie mniejszym liściem flagowym niż pszenica Grana. Liść flagowy badanych linii różnił się od pszenicy głównie pod względem szerokości blaszki liściowej. We wszystkich badanych liniach liść flagowy był istotnie większy niż u żyta Dańkowskie Złote. Średnia długość liścia żyta wynosiła 10,99 cm, a szerokość 1,03 cm. W badaniach Kubickiej i Malepszego (1996) średnia długość liścia flagowego pięciu linii wsobnych żyta pokolenia S₁₂ wahała się od 7,6 do 19,8 cm, a szerokość od 0,6 do 1,2 cm. Linia addycyjna 2R wyróżniała się

pośród wszystkich testowanych, najkrótszym i najwęższym liściem flagowym, wyglądem przypominającym liść żyta. Powierzchnia liścia flagowego badanych linii z dodanymi chromosomami żyta (z wyjątkiem linii 2R) była większa niż w pszenżycie. W przypadku linii 4R, 5R, 6R i 7R różnice były istotne. Zdecydowana większość badanych linii miała liść flagowy szerszy, a dwie (4R i 7R) istotnie dłuższy niż pszenżyto oktoploidalne. W linii substytucyjnej 1B/1R liść pod względem długości, szerokości i powierzchni był podobny do pszenżyta.

Dodane bądź podstawione do pszenicy chromosomy żyta mają wpływ na morfologię kłosa, głównie jego długość, zbitość, barwę, kształt, ościstość i inne cechy. Długość osadki kłosowej jest istotnym elementem struktury plonu ziarna. Badane linie addycyjne i substytucyjna miały kłosa istotnie krótsze od pszenicy i żyta (tab. 2).

Tabela 2

Wartości średnie wybranych cech ilościowych kłosa głównego linii addycyjnych Grana — Dańkowskie Złote, linii substytucyjnej i form wyjściowych
Mean values of some quantitative features of head spike in the addition lines the Grana — Dańkowskie Złote, the substitution line and the initial forms

Linie i formy wyjściowe Lines and initial forms	Długość osadki kłosowej Length of ear (cm)	Liczba kłosków No. of spikelets	Liczba ziarniaków No. of kernels	Masa ziarniaków Weight of kernels (g)	Zbitość kłosa Density of ear	Płodność kłosa Fertility of spikelet
Linie addycyjne Addition lines						
1R	6,80 ^{xyz}	19,97 ^{xyz}	40,57 ^{yz}	1,35 ^{xy}	28,27 ^{xyz}	2,01 ^{xyz}
2R	7,14 ^{xyz}	19,00 ^{xyz}	22,53 ^{xy}	0,64 ^{xyz}	25,23 ^{yz}	1,17 ^x
3R	7,07 ^{xyz}	18,57 ^{xyz}	30,86 ^{xy}	1,14 ^{xy}	24,76 ^{yz}	1,57 ^{yz}
3RS	8,13 ^{yz}	20,79 ^{yz}	43,70 ^{yz}	1,84 ^{yz}	24,46 ^{yz}	2,10 ^{xyz}
4R	8,02 ^{yz}	16,81 ^{xyz}	26,89 ^{xy}	0,69 ^{xy}	19,86 ^{xy}	1,60 ^{yz}
5R	7,44 ^{xyz}	18,16 ^{xyz}	41,60 ^{yz}	1,77 ^{yz}	23,13 ^{xyz}	2,27 ^{xyz}
6R	7,57 ^{xyz}	20,69 ^{yz}	37,41 ^{xyz}	1,65 ^{xyz}	26,08 ^{yz}	1,80 ^{xyz}
6RL	7,78 ^{yz}	20,31 ^{yz}	41,86 ^{yz}	2,09 ^{yz}	24,93 ^{yz}	2,04 ^{xyz}
7R	7,73 ^{yz}	18,31 ^{xyz}	26,51 ^{xyz}	1,27 ^{xy}	22,34 ^{xyz}	1,40 ^{yz}
Linia substytucyjna Substitution line						
1B/1R	5,94 ^{xyz}	17,31 ^{xyz}	43,75 ^{yz}	1,44 ^{xyz}	27,55 ^{xyz}	2,51 ^{yz}
Formy wyjściowe Initial forms						
Grana (2n = 6x = 42)	8,32	21,73	57,03	2,66	25,01	2,62
Dańkowskie Złote (2n = 2x = 14)	11,14	34,73	46,72	2,07	30,52	1,34
Grana × D. Złote (2n = 8x = 56)	10,44	22,68	22,80	1,03	20,79	0,96

^x — Istotne różnice w porównaniu z pszenicą przy p = 0,05; Differences with wheat significant at α = 0.05

^y — Istotne różnice w porównaniu z żytem przy p = 0,05; Differences with wheat significant at α = 0.05

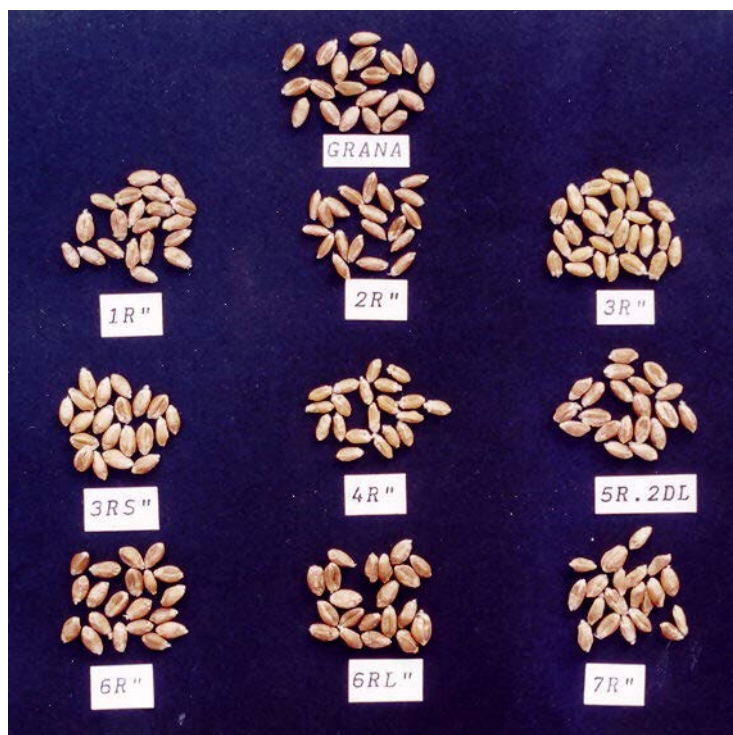
^z — Istotne różnice w porównaniu z oktoploidalnym pszenżytem przy p = 0,05;

Differences with wheat significant at α = 0.05

Stwierdzono zróżnicowanie pod tym względem pomiędzy liniami. Najdłuższe kłosa wytwarzała linia 3RS (8,13 cm), a najkrótsze 1R (6,80 cm) oraz substytucyjna 1B/1R (5,94

cm). W linii 1R stwierdzono największą zbitość kłosa. Na jednym decymetrze osadki kłosowej tej linii było średnio 28,27 kłosek, podczas gdy w linii 4R tylko 19,86. Porównując badane linie z pszenicą Grana stwierdzono, że cztery z nich, a mianowicie 1R, 2R, 6R i 1B/1R miały kłosa bardziej zbite. Kłosa wszystkich linii, z wyjątkiem 4R, były bardziej zbite niż u pszenżyta oktoploidalnego, ale luźniejsze niż u żyta. Kłos linii 2R różnił się od innych kształtem. Podobnie jak w badanych przez Rileya i Chapmana (1958) liniach serii Holdfast — King II był cienki, z twardymi, trudno wymłacalnymi plewkami. Kłosa wszystkich badanych linii były bezostne.

Ziarniaki analizowanych linii różniły się pod względem kształtu i barwy (rys. 2).



Rys 2. Ziarniaki pszenicy Grana i linii addycyjnych
Fig 2. Kernels of Grana wheat and addition lines

W linii 2R były one wąskie, długie, dobrze wypełnione i przypominały ziarniaki żyta. Linie 6R i 6RL z badanej serii Grana — Dańkowskie Złote wyróżniały się okrągłymi, intensywnie czerwonymi ziarniakami. Wcześniejsze badania wykazały, że na długim ramieniu chromosomu 6R żyta Dańkowskie Złote jest zlokalizowany gen *Rog* odpowiadający za okrągły kształt ziarniaków i gen *Reg* determinujący czerwoną barwę ziarniaków (Miazga i Chrząstek, niepublikowane). O lokalizacji genów *Rog* i *Reg* na chromosomie 6R informowało wielu Autorów między innymi Miller (1984). Ziarniaki linii addycyjnej 4R z analizowanej serii były pomarszczone, co wpływało niekorzystnie na ich

masę (MTZ = 25,79g). Według Bennetta (1977) jednym z czynników odpowiedzialnych za pomarszczenie ziarniaków w pszenżycie są zakłócenia w podziałach mitotycznych w bielmie. W badaniach własnych mejoza w linii 4R przebiegała regularnie. Rogalska (1981) wykazała wprost proporcjonalną zależność pomiędzy dorodnością ziarniaków w pszenżycie a zawartością konstytutywnej heterochromatyny. Niską masę 1000 ziarniaków notowano także w linii addycyjnej 2R, w której ziarno było dobrze wypełnione, lecz drobne. Największą masę tysiąca ziarniaków stwierdzono w linii 6RL (50,00 g) i 7R (47,31 g). Linie te przewyższały pod względem analizowanej cechy pszenicę Grana. W większości pozostałych linii addycyjnych masa tysiąca ziarniaków była istotnie mniejsza aniżeli w kontrolnej odmianie pszenicy (45,07 g) (tab. 1). Ziarniaki linii substytucyjnej 1B/1R, mimo dobrego wypełnienia, charakteryzowały się niską MTZ, zbliżoną najbardziej do linii addycyjnej 1R.

Cechą plonotwórczą decydującą o wartości użytkowej linii jest średnia płodność kłoska. Z badań innych autorów wynika, że w większości przypadków linie pszenicy z chromosomami żyta mają obniżoną płodność, tylko sporadycznie dorównują pszenicy. Według Riley'a (1960) niska płodność linii addycyjnych jest powodowana interakcjami pomiędzy chromosomami żyta i genotypem pszenicy. Linie addycyjne Grana — Dańkowskie Złote podobnie jak linie serii Holdfast — King II, charakteryzowały się płodnością istotnie mniejszą od pszenicy (tab. 2). W badanych liniach wartość tej cechy wahała się od 1,17 (2R) do 2,27 (5R), podczas gdy u pszenicy Grana wynosiła 2,62. Obniżenie płodności jest szczególnie niekorzystne wówczas, gdy geny wywołujące ten efekt są sprzężone z genami warunkującymi równocześnie wartościowe cechy gospodarcze na przykład odporność na choroby. Spośród badanych linii tylko substytucyjna 1B/1R charakteryzowała się zbliżoną do pszenicy średnią płodnością kłoska. Linie z dodanymi chromosomami telocentrycznymi 3RS i 6RL cechowała wyższa płodność kłoska niż te z dodanymi całymi chromosomami 3R i 6R.

W badaniach Riley'a (1960) najpłodniejsza była linia 4R, natomiast najmniej ziarniaków w kłosku było w linii addycyjnej 2R. Według autora niska płodność linii 2R mogła wynikać ze złego wykształcenia pylników. W badaniach własnych płodność kłoska w linii 2R była również mała, nie obserwowano jednak żadnych anomalii w rozwoju i wielkości pylników.

Zróżnicowanie wśród linii pszenicy z dodanymi bądź podstawionymi chromosomami żyta dotyczyło również długości okresu wegetacji (tab. 1). Liczba dni do kłoszenia wahała się od 25 do 36. W porównaniu z pszenicą Grana dwie linie (4R i 5R) wchodziły w fazę kłoszenia średnio o tydzień wcześniej, a jedna linia (1R) prawie o tydzień później. Początek kłoszenia pozostałych linii przypadał niemalże na ten sam termin, co pszenicy Grana. Pszenżyto oktoploidalne kłosiło się istotnie wcześniej od większości badanych linii. W przypadku linii addycyjnej 1R różnica była największa i wynosiła 10 dni. Wszystkie testowane linie zaczynały kłosić się około dwa tygodnie później niż żyto Dańkowskie Złote.

Zawartość białka ogółem w liniach addycyjnych Grana-Dańkowskie Złote wahała się od 12,35 (3RS) do 19,15% (4R) i była większa niż w pszenicy Grana (12,02%) (tab. 1). W linii substytucyjnej 1B/1R wartość ta była zbliżona do pszenicy. Według Riley'a i Ewarta (1970) chromosomy żyta dodane do pszenicy mają wpływ na zawartość białka w

ziarniakach. W badanej przez nich linii pszenicy cv. Holdfast z dodanym chromosomem 6R żyta cv. King II było 19,8% białka, podczas gdy w pszenicy 15,4%. Autorzy nie stwierdzili natomiast różnicy pomiędzy pszenicą a linią addycyjną 1R. W naszych badaniach zarówno linia addycyjna 1R jak i 6R różniły się istotnie od pszenicy Grana.

WNIOSKI

1. Stwierdzono duży wpływ chromosomów żyta na fenotyp pszenicy. Zmiany dotyczyły głównie rozmiarów i proporcji poszczególnych organów. We wszystkich liniach, z wyjątkiem 2R, nastąpiło skrócenie pędu głównego, a w większości linii również osadki kłosowej. Chromosom 1R zarówno w linii addycyjnej jak i substytucyjnej wpływał na skrócenie pędu głównego średnio o 30 cm, a kłosa odpowiednio o 1,5 i 2,4 cm.
2. Największe zmiany morfologiczne obserwowano w linii addycyjnej 2R. Linia ta swoim wyglądem przypominała bardziej żyto niż pszenicę. Charakteryzowała się delikatnym, bardzo wiotkim źdźbłem, najdłuższym spośród badanych linii, wąskim kłosem, wydłużonymi ziarniakami i małym liściem flagowym. Na chromosomie 2R zlokalizowano gen *An1* odpowiadający za antocyjanowe zabarwienie koleoptyla.
3. Chromosomy żyta dodane do pszenicy miały wpływ na średnią płodność kłoska. Wartość ta dla wszystkich badanych linii addycyjnych była istotnie mniejsza niż w pszenicy. Największe obniżenie płodności w porównaniu z pszenicą wystąpiło w linii 2R, najmniejsze zaś w 5R. W linii substytucyjnej płodność kłoska była zbliżona do pszenicy.
4. Linie addycyjne 3R i 6R różniły się bardziej od pszenicy pod względem większości analizowanych cech niż linie z dodanymi chromosomami telocentrycznymi 3RS i 6RL. W liniach 3R i 6R stwierdzono większą redukcję długości osadki kłosowej, obniżenie płodności kłoska i masy 1000 ziarniaków oraz podwyższenie zawartości białka ogółem.

LITERATURA

- Bennett M. D. 1977. Heterochromatin, aberrant endosperm nuclei and grain shriveling in wheat-rye genotypes. *Heredity* 39: 411 — 419.
- Berdahl J.D., Rasmusson D.C., Mass D.N. 1972. Effect of leaf area photosynthetic rate, light penetration and grain yield in barley. *Crop Sci.* 12: 177 — 180.
- Chrząstek M., Masłowski J., Miazga D. 1995. Chromosome location of genes controlling aluminum tolerance in rye. *EWAC Newsletter* 108 — 109.
- Chrząstek M., Miazga D. 1988. Studies on the cv. Grana wheat (*Triticum aestivum* L.) lines with the cv. Dańkowskie Żłote rye (*Secale cereale* L.) chromosome additions. II. An estimate of important quantitative traits. *Genet. Pol.* 29: 21 — 26.
- Cyran M., Rakowska M., Miazga D. 1996. Chromosomal location of factors affecting content and composition of non-starch polysaccharides in wheat-rye addition lines. *Euphytica* 89: 153 — 157.
- Devos K. M., Atkinson M. D., Chinoy C. N., Francis H. A., Harcourt R. L., Koeber R. M. D., Liu C. Y., Masojć P., Xie D. X., Gale M. D. 1993. Chromosomal rearrangements in the rye genome relative to that of wheat. *Theor. Appl. Genet.* 85: 673 — 680.

- Doliński R. 1986. Badania nad produktywnością pszenżyta, pszenicy i żyta. Cz. II. Porównanie wybranych form pszenżyta, pszenicy i żyta pod względem wskaźników charakteryzujących okres napełniania ziarna. Ann. Univ. Mariae Curie-Sklodowska, Vol.10, S.E. 105 — 117.
- Graybosch R.A. 2001. Uneasy unions: quality effects of rye chromatin transfer to wheat. J. Cereal Sci. 33: 3 — 16.
- Jiang J., Friebe B., Gill B.S. 1994. Recent advances in alien gene transfer in wheat. Euphytica 73:199 — 212.
- Kubicka H., Dec D. 2001. Analiza genetyczna długości i szerokości liścia flagowego i podflagowego u żyta ozimego (*Secale cereale* L.) Biul. IHAR 218/219: 351 — 360.
- Kubicka H., Malepszy S. 1996. Zróżnicowanie wielkości liścia flagowego i podflagowego u żyta (*Secale cereale* L.). Biul. IHAR 200: 99 — 104.
- Ma X.F., Wanous M.K., Houchins K., Rodriguez Milla M.A., Goicoechea P.G., Wang Z., Xie M., Gustafson J.P. 2001. Molecular linkage mapping in rye (*Secale cereale* L.) Theor. Appl. Genet. 102: 517 — 523.
- Mahmood A., Alam K., Salam A., Iqbal S. 1991. Effect of flag leaf removal on grain yield, its components and quality of hexaploid wheat. Cereal Res. Comm. 19(3): 305 — 310.
- Masojć P., Stojakowski S., Łapiński M., Miazga M. 1996. Genetic regulation of alpha-amylase synthesis in rye grain. J. Appl. Genet. 37(2): 141 — 152.
- Miazga D., Szot B. 1996. The influence of added rye chromosomes on physical properties of kernels of addition lines *T. aestivum* Grana — *S. cereale* Dańkowskie Żłote. J. Appl. Genet. 37(1): 37 — 47.
- Miller T. E. 1984. The homoeologous relationship between the chromosomes of rye and wheat. Current status. Can. J. Genet. Cytol. 26: 578 — 589.
- Nalborczyk E., Nalborczyk T., Wawrzonowska B. 1981. Models of photosynthetic activity in cereals in photosynthesis and productivity. Balaban Inst. Sic. Serv. Philadelphia 97 — 106.
- OMara J. G. 1940. Cytogenetic studies on Triticale. I. A method for determining the effect of individual *Secale* chromosomes on *Triticum*. Genetics 25: 401 — 408.
- Rabinovich S.V. 1998. Importance of wheat-rye translocations for breeding modern cultivars of *Triticum aestivum* L. Euphytica 100: 323 — 340.
- Riley R. 1960. The meiotic behaviour, fertility and stability of wheat-rye chromosome addition lines. Heredity 14: 89 — 100.
- Riley R., Chapman V. 1958. The production and phenotypes of wheat-rye chromosome addition lines. Heredity 12: 301 — 315.
- Riley R., Ewart J. A. D. 1970. The effect of individual rye chromosomes on the amino-acid content of wheat grains. Genet. Res. Camb., 15: 209 — 219.
- Rogalska S. 1981. Wpływ heterochromatyny telomerycznej w chromosomach żyta na dorodność ziarniaków Triticale. Biul. IHAR 2/3: 6 — 9.
- Schlegel R., Mettin D. 1982. The present status of chromosome recognition and gene localisation in rye, *Secale cereale* L. Proc. EUCARPIA Meet. in Rye Breeding and Research, DDR 198: 131 — 152.
- Sears E. R. 1968. Relationships of chromosomes 2A, 2B and 2D with their rye homoeologue. Proc. 3rd Int. Wheat Genet. Symp., Canberra, Aust. Acad. Sci.: 53 — 61.
- Sears E. R. 1972. Chromosome engineering in wheat. Stadler Genet. Symp. 4: 23 — 38.
- Thorne G.N. 1965. Photosynthesis of ears and flag leaves of wheat and barley. Ann. Bot. 29: 317 — 320.
- Walton P.D. 1971. The use of factor analysis in determining characters for yield selection in wheat. Euphytica 21: 416 — 421.