

DANUTA MACKIEWICZ**ZBIGNIEW BRODA**Katedra Genetyki i Hodowli Roślin
Akademia Rolnicza w Poznaniu

Ocena przydatności hodowlanej mieszańców żyta uprawnego *Secale cereale* (L.) z dzikimi gatunkami z rodzaju *Secale*

Estimation of breeding suitability of hybrids of rye (*Secale cereale* L.) with wild species from the genus *Secale*

Prace nad mieszańcami oddalonymi żyta prowadzone były od lat przez wielu hodowców. Przeważnie prowadzono badania nad mieszańcami żyta uprawnego z takimi gatunkami dzikimi jak: *S. montanum*, *S. kuprijanovii*, *S. sylvestre* i *S. vavilovii*. Problemem u form wytworzonych drogą krzyżowania oddalonego jest często plon i jego jakość. Jak do tej pory, nie wykorzystano w tych pracach podgatunków dzikich *Secale cereale* L. i gatunku *Secale strictum* ssp. *africanum*. Analizie poddano pokolenie F₂ uzyskane przez zapylenie siostrzane mieszańców prostych otrzymanych na drodze krzyżowania zwrotnego odmian żyta uprawnego *Secale cereale* ssp. *cereale* z dzikimi podgatunkami żyta: *S.c. ssp. afghanicum*, *S.c. ssp. ancestrale*, *S.c. ssp. segetale* i gatunkiem *Secale strictum* ssp. *africanum*. Badane mieszańce wykazały obecność wielu użytecznych rolniczo cech. Spośród mieszańców z *S.c. ssp. afghanicum* i *S.c. ssp. ancestrale*, wyselekcjonowano rośliny odporne na mączniaka prawdziwego i rdzę brunatną. Rośliny te dodatkowo charakteryzowały się długim kłosem i porównywalną z odmianami uprawnymi masą ziarniaków z kłosa. Występowały rośliny o krótkim źdźbłę i jednocześnie długim kłosie, co może być wykorzystane w hodowli odmian krótkosłomych. Ze względu na bardzo szerokie liście mieszańce *S.c. ssp. cereale* × *S.s. ssp. africanum* mogą być materiałem wyjściowym do hodowli odmian pastewnych żyta. Uzyskane wyniki wskazują na dużą przydatność badanych mieszańców do wyprowadzania materiałów wyjściowych do hodowli żyta.

Słowa kluczowe: hodowla mieszańcowa, mieszańce oddalone, *Secale*, żyto, źródła genetyczne

The investigations on interspecific hybrids of rye cultivars and wild species *S. montanum*, *S. kuprijanovii*, *S. sylvestre* and *S. vavilovii*, have been conducted for many years. The aim of these studies was the extension of variability of the initial plant material for rye breeding. The problem, which is often encountered in the forms obtained by interspecies crossing, is the crop and its quality. The intraspecific hybrids in species *Secale cereale* L. and interspecific hybrids of *S.c. ssp. cereale* with the *Secale strictum* ssp. *africanum* have not been used so far. The sib F₂ generation of the reciprocal, intraspecific hybrids of *Secale cereale* L. ssp. *cereale* (cultivars) with the wild *S.c. ssp. afghanicum*, *S.c. ssp. ancestrale* and *S.c. ssp. segetale* and interspecific hybrids of *S.c. ssp. cereale* with the *Secale strictum* ssp. *africanum* were used in this study. Some of the tested hybrids possess a number of valuable traits. From the hybrids of rye cultivars with *S.c. ssp. afghanicum* and *S.c. ssp. ancestrale*,

plants resistant to powdery mildew and brown rust were selected. Moreover, the selected resistant plants had long ears and the grain weight per ear was comparable to that in cultivated rye varieties. Selected hybrids with short straw and long ears can be used to breed the short straw varieties. Because of very broad leaves, the interspecific hybrids of *S.c. ssp. cereale* and *Secale strictum ssp. africanum* can be utilized as parental forms in breeding of rye pasture varieties. The results show that the tested hybrids can be very useful in rye breeding as an initial plant material.

Key words: genetic resources, hybrid breeding, interspecific hybrids, *Secale*, rye

WSTĘP

Hodowlę żyta prowadzi się w Polsce od początku XIX wieku, pomimo tego posiada ono wiele niekorzystnych, pierwotnych cech, które należy poprawić lub wyeliminować. Dodatkowo, wraz z postępowaniem w hodowli, uprawie i przetwórstwie żyta, przed hodowcami stawia się nowe wymagania. Już w 1975 roku Ruebenbauer wskazywał, że postęp w hodowli żyta będzie możliwy dzięki zwiększeniu zakresu zmienności materiału wyjściowego do hodowli. Jednym ze sposobów zwiększania tej zmienności jest korzystanie z pokrewnych, dzikich gatunków jako dawców poszukiwanych genów. Prace nad mieszańcami oddalonymi żyta prowadzili między innymi: Rozmus (1967), Łapiński (1977), Kobyljanskij (1982), Lehmann, Plarre (1982), Rzepka, Tomczak (1984), Słaboński i wsp. (1984). W swoich krzyżówkach wykorzystywali oni dzikie gatunki żyta: *S. montanum*, *S. anatolicum*, *S. kuprijanovii*, *S. vavilovii*. Wśród tych dzikich gatunków poszukiwano między innymi genów na krótszą, sztywną słomę, podwyższoną zawartość białka oraz odporności na porastanie i choroby. Prace te zakończyły się w pewnym sensie niepowodzeniem przede wszystkim ze względu na małą masę ziarniaków otrzymanych form mieszańcowych (Rzepka, 1988). Jak do tej pory, w pracach hodowlanych nie wykorzystywano mieszańców z podgatunkami dzikimi gatunku *S. cereale*.

Celem prezentowanej pracy było przeprowadzenie wstępnej oceny przydatności hodowlanej mieszańców pokolenia F₂ uzyskanych z krzyżowania żyta uprawnego z trzema podgatunkami dzikimi gatunku *Secale cereale*: *S.c. ssp. afghanicum*, *S.c. ssp. ancestrale*, *S.c. ssp. segetale* i gatunkiem *Secale strictum ssp. africanum*.

MATERIAŁ I METODY

Przedmiotem badań były rośliny mieszańcowe pokolenia F₂ uzyskane z zapylenia siostrzanego roślin F₁ otrzymanych z krzyżowania odmian uprawnych żyta *Secale cereale* L. ssp. *cereale* z gatunkami i podgatunkami dzikimi rodzaju *Secale*.

Do wyprowadzenia mieszańców F₁ użyto dziewięć odmian żyta uprawnego: Dańkowskie Złote, Dańkowskie Nowe, Kier, Motto, Walet, Warko, Antonińskie, Wielkopolskie i Włoszanowskie oraz cztery dzikie formy żyta: *Secale cereale* L. ssp. *afghanicum* (Vav.) Hammer, *S.c. L. ssp. ancestrale* Zhuk., *S.c. L. ssp. segetale* Zhuk., i *Secale strictum ssp. africanum* (Staf) Hammer. Ziarniaki odmian (elity) pochodziły z firmy Danko — Hodowla Roślin sp. z o.o. stacji w Choryni. Ziarniaki form dzikich pochodziły z Banku Genów w Radzikowie. Zastosowano system klasyfikacji rodzaju *Secale* zaproponowany przez Hammera (Hammer i in., 1987).

Formy rodzicielskie krzyżowano w 1999 roku w dwóch kierunkach, wykorzystując raz odmianę uprawną jako formę mateczną, a drugi raz jako formę ojcowską. Tak uzyskane potomstwo F₁ mieszańców prostych po przeprowadzeniu identyfikacji na mieszańcowość, poddano zapyleniu siostrzanemu. Wyprowadzone w ten sposób linie siostrzane, stanowiące pokolenie F₂, były przedmiotem prezentowanych w pracy analiz fenologicznych, morfologicznych, biometrycznych i fitopatologicznych.

Za odmianę wzorcową przyjęto odmianę Dańkowskie Złote. Doświadczenie przeprowadzono w 2001 roku na polu doświadczalnym Katedry Genetyki i Hodowli Roślin, Akademii Rolniczej w Poznaniu. Ziarniaki pokolenia F₂ wysiano w rzędach w rozstawie 10 × 20 cm wysiewając potomstwo jednej rośliny w rzędzie. Zastosowano nawożenie i zabiegi zgodne z zasadami agrotechniki.

Na początku sezonu wegetacyjnego obliczono liczbę roślin, które przezimowały i biorąc pod uwagę tę liczbę i liczbę roślin, które wzeszły, obliczono stopień przezimowania. Odnotowano terminy rozpoczęcia faz fenologicznych (według Feekesa). W czasie kwitnienia przeprowadzono ocenę organoleptyczną pylenia roślin. Rośliny poddano zapyleniu siostrzanemu.

Przeprowadzono obserwacje polowej odporności na mączniaka prawdziwego (*Erysipha graminis* DC. f. sp. *secalis* Marchal) i rdzę brunatną (*Puccinia dispersa* Eriks et Henn.), stosując własną uproszczoną skalę 3-stopniową; 0 — brak odporności (silne porażenie), 1 — słaba odporność (częściowe porażenie), 2 — całkowita odporność (brak porażenia). Na tej podstawie wyselekcjonowano rośliny uznane za odporne.

Dokonano oceny mieszańców pod względem wybranych cech użytkowych. W okresie przedżniwnym dokonano pomiarów długości źdźbła, długości kłosa i liczby kłosków w kłosie z każdej rośliny. Po zbiorze określono liczbę i masę ziarniaków z kłosa. Przy pomocy uzyskanych danych obliczono zbitość kłosa i masę 1000 ziaren. Obliczono średnie, błąd standardowy i współczynnik zmienności dla kilku cech dla każdej kombinacji krzyżówkowej.

Na podstawie uzyskanych wyników i obserwacji wizualnych dokonano wyboru pojedynczych roślin charakteryzujących się odpornością na mączniaka prawdziwego i/lub odpornością na rdzę brunatną oraz roślin charakteryzujących się interesującymi z punktu widzenia użyteczności rolniczej cechami.

WYNIKI

Charakterystyka zmienności wybranych cech mieszańców pokolenia F₂

Do dokonania ogólnej oceny mieszańców oddalonych posłużyły obserwacje i wyniki pomiarów uzyskane z mieszańców różnych odmian uprawnych żyta potraktowanych łącznie jako gatunek *Secale cereale* ssp. *cereale* — żyto uprawne. Uwzględniając kierunek krzyżowania, uzyskano siedem rodzajów mieszańców (tab. 1). Nie uzyskano mieszańców kombinacji S.s. ssp. *africanum* × S.c. ssp. *cereale*.

Tabela 1

Stopień przezimowania oraz terminy faz fenologicznych mieszańców międzygatunkowych żyta, pokolenia F₂ na tle wzorca — Dańkowskie Złote
The winter ratio and dates of phenological stages of rye interspecific hybrids, generation F₂, as compared to the standard, cv. Dańkowskie Złote

Kombinacja krzyżówkowa Cross combination	Stopień przezimowania Winter ratio %	Liczba roślin badanych Numer of analyzed plants x	Terminy faz fenologicznych Dates of phenological stages		
			kłoszenia heading	kwitnienia blooming	zbiór harvest
Dańkowskie Złote — wzorzec Dańkowskie Złote — standard	93,3	112	10.05	28.05	27.07
<i>S.c. ssp. cereale</i> × <i>S.c.ssp. afghanicum</i>	41,5	392	14–16.05	28–31.05	27.07
<i>S.c. ssp. cereale</i> × <i>S.c.ssp. ancestrale</i>	34,8	678	8–17.05	20–30.05	27.07
<i>S.c. ssp. cereale</i> × <i>S.c.ssp. segetale</i>	37,0	278	10–17.05	20–30.05	27.07
<i>S.s. ssp. cereale</i> × <i>S.s.ssp. africanum</i>	46,9	179	8–15.05	21–30.05	27.07
<i>S.c. ssp. afghanicum</i> × <i>S.c. ssp. cereale</i>	41,1	282	4–8.05	20–22.05	27.07
<i>S.c. ssp. ancestrale</i> × <i>S.c. ssp. cereale</i>	45,4	139	7–15.05	22–28.05	27.07
<i>S.c. ssp. segetale</i> × <i>S.c. ssp. cereale</i>	56,9	57	7–10.05	20–26.05	27.07

Obserwacje wykazały generalnie niski (poniżej 50%) stopień przezimowania. Łącznie poddano analizom 2005 roślin pokolenia F₂.

W fazę strzelania w źdźbło, rośliny weszły w tym samym terminie, tj. 24–25.04 (tab. 1). Wzorcowa odmiana — Dańkowskie Złote rozpoczęła tę fazę 23.04. Różnice dały się zauważyć w terminach rozpoczęcia fazy kłoszenia i później kwitnienia. W porównaniu do wzorca, rośliny mieszańcowe z pierwszego kierunku krzyżowania, gdy rośliną mateczną było *S.c. ssp. cereale* (odmiany uprawne żyta), rozpoczynały fazę kłoszenia w terminie późniejszym o 4–5 dni. Natomiast mieszańce z przeciwnego kierunku krzyżowania a więc gdy matkami były podgatunki dzikie, rozpoczynały tę fazę o 1–3 dni wcześniej. W fazie kwitnienia pojawiły się jeszcze większe różnice i ponownie mieszańce, których matkami było żyto uprawne, zakwitły o 4–5 dni później od wzorca a mieszańce z kierunku przeciwnego zakwitły o 5–6 dni wcześniej. Zbioru dokonano w tym samym terminie — 27.07.

Obserwacje procesu pylenia pozwoliły wyizolować 32 rośliny całkowicie niepylące — męskosterylne. Rośliny te wyselekcjonowano spośród mieszańców żyta uprawnego z *S.c. ssp. afghanicum*, *S.c. ssp. ancestrale* i *S.s. ssp. africanum*.

Pod względem cech biometrycznych rośliny wykazywały silne zróżnicowanie zarówno pomiędzy różnymi liniami jak i w obrębie poszczególnych linii. Uśrednione wyniki dla poszczególnych rodzajów mieszańców, błąd standardowy, współczynnik zmienności oraz rozstęp maksymalny podano w tabeli 2. Otrzymane wyniki wskazują, że rośliny na ogół były dużo wyższe od wzorca. Ponownie zauważono zależność od kierunku krzyżowania roślin rodzicielskich. Rośliny, których formami matecznymi były odmiany uprawne żyta, generalnie były zbliżone pod względem długości źdźbła do wzorca, natomiast z przeciwnego kierunku krzyżowania rośliny były znacznie wyższe.

Tabela 2

Zmienność wybranych cech użytkowych mieszańców oddalonych żyta pokolenia F₂, na tle wzorca Dańkowskie Złote
The variability of some useful traits of interspecific rye hybrids generation F₂, as compared to the standard cv. Dańkowskie Złote

Kombinacja krzyżówkowa Cross combination	Liczba roślin Number of analyzed plants x	Długość źdźbła Culm length				Długość kłosa Ear length				Liczba kłosków w kłosie Number of spikelets per ear				Zbitość kłosa Ear density			
		$\bar{x}$ (cm)	SE	CV %	$x_{\max} - x_{\min}$ x(cm)	$\bar{x}$ (cm)	SE	CV %	$x_{\max} - x_{\min}$ x(cm)	$\bar{x}$ (cm)	SE	CV %	$x_{\max} - x_{\min}$ x	$\bar{x}$ (cm)	SE	CV %	$x_{\max} - x_{\min}$ x
Dańkowskie Złote — wzorzec Dańkowskie Złote — standard	120	117,5	1,85	4	15	8,8	0,5	15	4,0	32,0	1,52	13	12	39,0	1,51	10	8,3
<i>S.c.ssp. cereale</i> × <i>S.c.ssp. afghanicum</i>	392	126,7	0,83	13	85	9,6	0,08	16	7,0	30,9	0,25	16	24	35,0	0,19	11	17
<i>S.c.ssp. cereale</i> × <i>S.c.ssp. ancestrale</i>	678	126,1	0,55	11	70	9,4	0,06	18	9,5	30,9	0,22	18	25	36,2	0,17	12	21,2
<i>S.c.ssp. cereale</i> × <i>S.c.ssp. segetale</i>	278	116,8	0,84	12	65	9,1	0,09	18	6,0	29,2	0,27	15	18	34,5	0,22	11	19
<i>S.c.ssp. cereale</i> × <i>S.s.ssp. africanum</i>	179	117,8	1,27	14	65	8,7	0,16	25	7,0	27,9	0,47	23	25	36,1	0,38	14	19,3
<i>S.c.ssp. afghanicum</i> × <i>S.c.ssp. cereale</i>	282	133,5	1,07	13	70	9,1	0,10	18	7,5	30,5	0,29	16	20	37	0,25	11	18
<i>S.c.ssp. ancestrale</i> × <i>S.c.ssp. cereale</i>	139	135,6	1,17	9	50	10,1	0,15	12	6,5	32,9	0,42	14	15	35,8	0,33	10	15,8
<i>S.c.ssp. segetale</i> × <i>S.c.ssp. cereale</i>	57	138,8	2,47	13	55	9,8	0,22	17	5,5	31,9	0,64	15	15	35,9	0,62	13	14

SE — Błąd standardowy; Standard error

CV — współczynnik zmienności; Coefficient of variation

 $x_{\max} - x_{\min}$ — Rozstęp maksymalny; max. range $\bar{x}$ — Średnia; Mean

Niemniej, wśród mieszańców a zwłaszcza z *S.c. ssp. afghanicum* i *S.s. ssp. africanum* znajdowały się pojedynki o żdźbło wyraźnie krótszym od wzorca (75–90 cm), a najwyższe rośliny dochodziły do 160 cm wysokości. Pokrój roślin był zbliżony do roślin uprawnych. Rośliny miały różną liczbę żdźbeł od jednego do kilkunastu (na ogół 3–5) o słomie od bardzo cienkiej i wiotkiej do grubej i sztywnej. Barwa roślin przeważnie ciemnozielona z woskowym nalotem i z antocyjanowym zabarwieniem. Większość mieszańców miała liście szerokością zbliżone do wzorca, tj. 5–8 mm, jedynie w kombinacji F₂ (Motto × *S.s. ssp. africanum*) miały szerokość 16–18 mm.

Kłosa były kształtu na ogół cylindrycznego, w kilku przypadkach stożkowatego, zawsze z ośmiu. Długość kłosa była zróżnicowana u pojedynków od 5 do 14,5 cm, średnio jednak kłos był dłuższy niż u wzorca zwłaszcza u mieszańców z drugiego kierunku krzyżowania. Liczba kłosek w kłosie wahała się od 13 do 43 dla pojedynków, wartości średnie dla kombinacji jednak w większości przypadków były niższe od wzorca (31,3), z wyjątkiem mieszańców z *S.c. ssp. ancestrale* i *ssp. segetale* jako partnerami żeńskimi (tab. 2). Zbitość kłosa wykazywała zmienność od 25,7 do 47,7 dla pojedynków, ale wartości średnie dla kombinacji na ogół były niższe od wzorca (38,9).

Zróżnicowany stopień przezimowania jak również zbyt zróżnicowana i mała ilość roślin w obrębie jednego potomstwa, uniemożliwiły przeprowadzenie bardziej dogłębnej analizy statystycznej. Dlatego powyższe wyniki należy traktować jako wstępną ocenę ich przydatności do hodowli. Niemniej bardzo duże zróżnicowanie roślin pozwoliło na dokonanie wyboru pojedynków charakteryzujących się niektórymi cechami podnoszącymi użyteczność rolniczą roślin.

Ocena wybranych mieszańców pokolenia F₂ posiadających użyteczne rolniczo cechy

Cechy, na które zwrócono szczególną uwagę dokonując selekcji pojedynków, to ogólny pokrój rośliny zbliżony do wzorca o średniej liczbie żdźbeł 4–5 i grubej, sztywnej słomie. Poza tym rośliny te posiadały, chociaż jedną z użytecznych rolniczo cech jak: skrócone żdźbło, długi kłos czy dużą liczbę kłosek w kłosie. Na tej podstawie wybrano 31 pojedynków, których uśrednione wyniki dla rodzaju kombinacji krzyżówkowej podano w tabeli 3.

Poza jedną rośliną wybraną z kombinacji (Warko × *S.c. ssp. afghanicum*), która posiadała silnie skrócone żdźbło do 90 cm, pozostałe rośliny miały żdźbła na ogół dłuższe od wzorca (100–167 cm). Kłosa wybranych roślin były długości od 8 do 13 cm a liczba kłosek w kłosie wahała się od 28 do 40. Zbitość kłosa dla poszczególnych roślin mieszańcowych mieściła się w przedziale od 25,7 do 44,0.

Liczba ziarniaków z kłosa była zróżnicowana i wahała się od 20 dla mieszańca (Warko × *S.c. ssp. afghanicum*) do 72 dla mieszańca (D. Złote × *S.s. ssp. africanum*). Większość wybranych roślin posiadała ziarniaki barwy szarozielonej, na ogół dobrze lub dość dobrze wypełnione. Masa ziarniaków z kłosa była zróżnicowana od 0,52 do 3,14 g, przy czym należy nadmienić, że w każdym rodzaju mieszańców znaleziono rośliny, które miały masę ziarniaków większą od wzorca. Najdorodniejsze kłosa i ziarniaki miała roślina z kombinacji (*S.c. ssp. afghanicum* × Motto) o liczbie ziarniaków z kłosa 49, ogólnej masie

z kłosa 3,14 g i MTZ 64,1g (rys. 1 A). Również kombinacja z *S.c. ssp. segetale* charakteryzowała się wyjątkowo dorodnymi ziarniakami o dużej ich masie (rys. 1 B).

Tabela 3

Niektóre cechy wybranych na podstawie cech morfologicznych, mieszańców pokolenia F₂, na tle wzorca — Dańkowskie Złote
Some useful traits of hybrids generation F₂, selected with regard to morphological traits, as compared to the standard cv. Dańkowskie Złote

Kombinacja krzyżówkowa Cross combination	Liczba roślin Numer of analyzed plants x	Średnia Mean						
		długość żdźbła culm length $\bar{x}$ (cm)	długość kłosa ear lenght $\bar{x}$ (cm)	liczba kłosków w kłosie number of spikelets per ear $\bar{x}$	zbiorność kłosa ear density $\bar{x}$	liczba ziarniaków w z kłosa number of grains per ear $\bar{x}$	masa ziarniaków w z kłosa grain weight per ear $\bar{x}$ (g)	masa 1000 ziaren 1000 grains weight $\bar{x}$ (g)
Dańkowskie Złote — wzorzec Dańkowskie Złote — standard		118,3	8,83	31,3	38,9	57,7	2,29	39,7
<i>S.c.ssp. cereale</i> × <i>S.c.ssp. afghanicum</i>	1	90,0	10,5	28,0	30,0	20,0	0,7	35,0
<i>S.c.ssp. cereale</i> × <i>S.c.ssp. ancestrale</i>	7	130,0	10,6	34,8	36,0	48,9	1,74	35,6
<i>S.c.ssp. cereale</i> × <i>S.c.ssp. segetale</i>	4	125,0	11,4	34,3	32,4	48,0	2,35	48,9
<i>S.c.ssp. cereale</i> × <i>S.s.ssp. africanum</i>	8	125,0	10,7	32,6	33,6	51,0	1,72	33,7
<i>S.c.ssp. afghanicum</i> × <i>S.c.ssp. cereale</i>	5	143,6	10,7	31,8	33,8	46,0	2,02	43,9
<i>S.c.ssp. ancestrale</i> × <i>S.c.ssp. cereale</i>	4	145,0	11,9	36,0	32,7	41,0	1,64	40,0
<i>S.c.ssp. segetale</i> × <i>S.c.ssp. cereale</i>	2	132,5	11,0	30,0	30,5	45,5	2,04	44,8



A



B

Rys. 1. Dorodne ziarniaki F₃ pojedynka nr N4 mieszańca *S.c. ssp. afghanicum* × Motto (A) i pojedynka nr N41 mieszańca Amilo × *S.c. ssp. segetale* (B)

Fig. 1. Robust grains generation F₃, from single plant nr N4 from hybrid *S.c. ssp. afghanicum* × Motto (A) and from a single plant nr N41 from hybrid Amilo × *S.c. ssp. segetale* (B)

Wyniki te wskazują, że wyprowadzone mieszańce proste z trzema podgatunkami dzikimi *Secale cereale* mogą posłużyć jako materiał wyjściowy do hodowli nowych odmian żyta o polepszonych cechach struktury plonu takich jak dłuższy kłos o większej liczbie ziarniaków i o większej ich masie. Bliskość filogenetyczna krzyżowanych form nie powoduje drastycznego spadku użyteczności mieszańców i tym samym łatwiej i szybciej będzie można wyprowadzić z takich mieszańców odmiany. Natomiast dziki gatunek *S.s. ssp. africanum* wydaje się, że może być użyteczny do wyprowadzania odmian o skróconym źdźbłę i zwiększonej powierzchni asymilacyjnej liści lub do odmian pastewnych.

Ocena roślin mieszańcowych pokolenia F₂ odpornych na mączniaka prawdziwego i rdzę brunatną

W roku poprzednim — 2000, kiedy rośliny F₁ rosły w szklarni, doszło do spontanicznego, silnego porażenia roślin mączniakiem prawdziwym. Wykorzystano to i dokonano wstępnej oceny odporności na patogena. Podobnie w omawianym tu pokoleniu F₂ doszło do spontanicznego, silnego porażenia roślin zarówno mączniakiem prawdziwym jak i rdzą brunatną. Ponownie przeprowadzono obserwacje odporności polowej na te choroby. Na podstawie oceny stopnia porażenia roślin dokonano wyboru roślin odpornych na te patogeny.

Pojedynki odporne na mączniaka prawdziwego znaleziono w kombinacji krzyżówkowej żyta uprawnego z *S.c. ssp. afghanicum* i *S.c. ssp. ancestrale* w obu kierunkach krzyżowania oraz w kombinacji z *S.s. ssp. africanum*, gdy gatunek ten wystąpił jako forma ojcowska. Łącznie takich roślin znaleziono 50. Należy podkreślić, że w tych kombinacjach cecha odporności na mączniaka utrzymywała się przez dwa pokolenia.

W pokoleniu F₂ pojawiło się silne spontaniczne skażenie rdzą brunatną. Roślin całkowicie wolnych od patogena było tylko 4. Pojawiły się one w kombinacjach krzyżówkowych z *S.c. ssp. ancestrale* z obu kierunków krzyżowania i z *S.c. ssp. segetale* jako formą mateczną.

Charakterystykę wybranych odpornych roślin, pod względem cech uwzględnianych w ocenie mieszańców przedstawiono w tabeli 4. Rośliny te posiadały dużo gorsze parametry cech aniżeli wyniki średnie dla kombinacji (tab. 2) i rośliny wybrane jako interesujące (tab. 3). Na ogół posiadały one niekorzystnie długie źdźbło. Kłosa wprawdzie długie o zbliżonej do wzorca liczbie kłosek, lecz w większości przypadków z mniejszą liczbą ziarniaków i o dużo mniejszej ich masie. Ponieważ, jednak w tych samych kombinacjach krzyżówkowych znaleziono pojedynki o parametrach lepszych aniżeli wzorzec, wydaje się wskazane wykorzystywanie tych mieszańców jako dawców genów odporności na mączniaka prawdziwego i być może rdzę brunatną — chorób, powodujących, co roku wielkie ubytki plonu.

Otrzymane wyniki wskazują, że wyprowadzone mieszańce kryją w sobie potencjał genetyczny, który zdaniem autorów może być wykorzystany do prac hodowlanych nad żytem. Wydaje się być uzasadnione dalsze prowadzenie i badanie uzyskanego materiału mieszańcowego jako materiału wyjściowego do hodowli.

Tabela 4

Niektóre cechy wybranych mieszańców pok. F₂ odpornych na mączniaka prawdziwego i/lub rdzę brunatną na tle wzorca — Dańkowskie Złote
 Some useful traits of selected hybrids, generation F₂, resistant to powdery mildew and/or to brown rust as compared to the standard cv. Dańkowskie Złote

Kombinacja krzyżówkowa Cross combination Liczba roślin	Numer of analyzed plants x	Średnia Mean							M R
		długość źdźbła culm length $\bar{x}$ (cm)	długość kłosa ear length $\bar{x}$ (cm)	liczba kłosków w kłosie number of spikelets per ear $\bar{x}$	zbitość kłosa ear density $\bar{x}$	liczba ziarniaków z kłosa number of grains per ear $\bar{x}$	masa ziarniaków z kłosa grain weight per ear $\bar{x}$ (g)	masa 1000 ziaren 1000 grains weight $\bar{x}$ (g)	
Dańkowskie Złote — wzorzec		118,3	8,83	31,3	38,9	57,7	2,29	39,7	
Dańkowskie Złote — standard									
Amilo × S.c.ssp. <i>afghanicum</i>	4	136,3	10,0	33,8	37,0	34,3	1,0	29,1	M
D. Złote × S.c.ssp. <i>ancestrale</i>	4	129,5	9,1	39,7	35,6	34,4	1,2	34,9	M, R
D. Nowe × S.c.ssp. <i>ancestrale</i>	1	135,0	8,0	28,0	68,6	53,5	2,2	41,1	R
Kier × S.c.ssp. <i>ancestrale</i>	11	128,6	9,5	32,2	36,7	37,2	1,1	29,6	M
Motto × S.c.ssp. <i>ancestrale</i>	3	130,0	9,0	32,7	39,6	37,0	1,0	27,0	M
Antonińskie × S.c.ssp. <i>ancestrale</i>	2	125,0	8,8	28,5	35,9	41,5	0,9	21,7	M
D. Złote × S.s.ssp. <i>africanum</i>	8	85,0	5,5	19,5	41,5	15,5	0,3	19,3	M
Motto × S.s.ssp. <i>africanum</i>	5	132,0	10,8	32,2	33,7	42,5	1,3	30,6	M
S.c.ssp. <i>afghanicum</i> × D. Złote	4	146,3	9,8	32,0	36,0	22,3	0,6	26,9	M
S.c.ssp. <i>afghanicum</i> × Motto	3	154,0	11,3	32,7	31,0	42,0	1,6	38,1	M
S.c.ssp. <i>ancestrale</i> × D. Złote	3	135,0	9,0	32,7	39,0	38,3	1,1	28,7	M
S.c.ssp. <i>ancestrale</i> × Amilo	1	130,0	10,0	32,0	34,0	50,0	1,5	30,0	R
S.c.ssp. <i>ancestrale</i> × Kier	4	131,3	9,6	35,3	39,8	33,8	1,1	32,5	M
S.c.ssp. <i>segetale</i> × Warko	1	130,0	8,0	30,0	41,0	41,0	1,6	39,0	R

M — Odporność na mączniaka; Resistance to powdery mildew

R — Odporność na rdzę brunatną; Resistance to brown rust

DYSKUSJA

Prace nad mieszańcami oddalonymi żyta prowadzone są od lat 60. ubiegłego wieku. Rozmus (1967), Kuckuck i Peters (1970), Łapiński (1977), Kobyljanskij (1982), Rzepka

(1988) to tylko niektórzy autorzy i przykłady prac prowadzonych w tym temacie. Przeważnie prowadzono badania nad mieszańcami żyta uprawnego z takimi gatunkami dzikimi jak: *S. montanum*, *S. kuprijanovii*, *S. sylvestre* i *S. vavilovii*. Niestety jak do tej pory nie udało się metodą krzyżowania międzygatunkowego bezpośrednio ulepszyć formy uprawne. Jest to jednak znakomita metoda na powiększenie zmienności genetycznej materiałów wyjściowych do hodowli (Ruebenbauer, 1975; Łapiński, 1977; Lehmann i Plarre, 1982). Ujednolicenie genetyczne odmian obecnie uprawianych — i to nie tylko żyta — stanowi jedną z głównych przyczyn zwolnienia tempa postępu hodowlanego i braku nowych materiałów wyjściowych do hodowli. Te, którymi dysponują hodowcy, z uwagi na ograniczoną przez ciągłą selekcję zmienność genetyczną, znajdują się w stanie równowagi genetycznej. Dlatego prace mające na celu poszerzenie zmienności genetycznej i wyprowadzanie materiałów wyjściowych do hodowli mają kapitalne znaczenie (Ruebenbauer, 1975; Koczowska, 1977; Wolski, 1983).

Wiele prac prowadzonych nad mieszańcami żyta dotyczyło możliwości uzyskania mieszańców i zagadnień cytogenetycznych (Kranze, 1961; Rozmus, 1967; Singh, 1977). Obecnie postęp w technikach biotechnologicznych umożliwia otrzymywanie mieszańców oddalonych bez większych problemów. Problemem jednak u wytworzonych drogą krzyżowania oddalonego form jest często plon i jego jakość (Węgrzyn 1988). Ponadto mogą się one charakteryzować niską odziedziczalnością interesujących hodowcę cech oraz silnym ich powiązaniem z cechami niekorzystnymi. Stąd otrzymane tą drogą materiały wyjściowe często są bezużyteczne dla hodowcy (za Rzepką-Plevneš i in., 1995). Jedną z przyczyn tych problemów z pewnością będzie zbytne oddalenie filogenetyczne krzyżowanych form.

Rzeczywistymi możliwościami wykorzystania prostych mieszańców międzygatunkowych żyta jako materiału do hodowli jego odmian zajmowali się Kobyljanskij (1982), Lehmann i Plarre (1982), Sołoduchina (1982), Szigat i Nürnberg (1982), Rzepka i Tomczak (1984), Słaboński i wsp. (1984), Rzepka (1988, 1993, 1995).

Gatunki: *S. montanum* i *S. kuprijanovii* służą jako źródło genów odporności na mączniaka i rdzę brunatną (Kobyljanskij, 1987; Rzepaka, 1993). *S. anatholicum* jest wykorzystywane w hodowli odmian o dużej zawartości białka w ziarnie oraz odmian przeznaczonych na zieloną masę (Kobyljanskij, 1987), natomiast *S. sylvestre*, *S. anatholicum* i *S. vavilovii* w hodowli odmian odpornych na wyleganie i porastanie (Rzepaka, 1993). W dzikich gatunkach żyta poszukuje się również genów męskiej sterility i cytoplazmy sterylizującej (Łapiński 1977; Tarnowski, 1983).

Rzepka i współpracownicy w latach 1983–1995 pracowali nad mieszańcami prostymi żyta z *S. kuprijanovii* i *S. montanum* badając ich przydatność w hodowli odpornościowej na mączniaka (Rzepka, Łapiński, 1988; Rzepka-Plevneš i in., 1995). Wyselekcjonowane odporne linie z chowu siostrzanego poddano 5-krotnemu krzyżowaniu wstecznemu z żytem uprawnym. Według Rzepki (1995) dwukrotne krzyżowanie wsteczne prostych mieszańców międzygatunkowych z odmianami uprawnymi okazało się niewystarczające do podwyższenia ich plenności. Plon ziarna z jednostki powierzchni mieszańca BC₂ był niższy od wzorca o 26%. Dalsze trzy krzyżowania wsteczne nie przyczyniły się do podwyższenia omawianych (przez Rzepkę), cech struktury plonu. Mieszańce BC₃, BC₄

i BC₅ ustępowały pod względem liczby i masy ziaren i kłosa oraz masy 1000 ziaren odmianie wzorcowej. Mimo to, sugeruje ona, że do programu krzyżowań rutynowo stosowanych w praktyce hodowlanej można z powodzeniem wykorzystywać mieszańce proste BC₁ i BC₂ żyta.

Podobne wyniki otrzymano prowadząc prace nad mieszańcami żyta z *S. vavilovii* mające na celu poprawienie odporności na porastanie (Rzepka i Tomczak, 1993). Masa ziaren z kłosa badanych mieszańców pok. BC₂ wahała się od 1,49 do 1,79 g.

Wyniki prezentowane w pracy wydają się wskazywać na większą przydatność do prac hodowlanych mieszańców prostych w obrębie gatunku *Secale cereale* ze względu na bliższe pokrewieństwo do żyta uprawnego a co za tym idzie, mniejsze zakłócenia mejozy i tym samym większą płodność roślin. Dodatkowo niezmiernie istotną sprawą jest masa ziarniaków podgatunków dzikich, która jest największa ze wszystkich dzikich form żyta. Spośród otrzymanych mieszańców pokolenia F₂ wyselekcjonowano takie, których masa ziarniaków z kłosa nie tylko dorównywała wzorcowi, ale również przewyższała go dochodząc do 3,14 g. Z trzech badanych podgatunków dzikich najlepszym pod względem dorodności ziarniaków wydaje się *S.c. ssp. segetale*. Dodatkowo duże zróżnicowanie roślin mieszańcowych pod względem długości kłosa i liczby kłosek z kłosa pozwala przypuszczać, że mieszańce żyta uprawnego z *S.c. ssp. afghanicum*, *S.c. ssp. ancestrale* i *S.c. ssp. segetale* mogą posłużyć jako materiał wyjściowy do wyprowadzania odmian o podwyższonym plonie ziarna.

Wielkim atutem mieszańców w obrębie *Secale cereale* jest obecność gonów odporności na mączniaka prawdziwego i rdzę brunatną. Mieszańce otrzymane przez Rzepkę i współpracowników, chociaż odporne, posiadały poważny mankament — małą masę ziarniaków. Wydaje się, że stosując omawiane w pracy podgatunki *Secale cereale*, można przenieść do odmian żyta odporność na te choroby, jednocześnie nie uszczuplając plonu ziarna.

Dziki gatunek *S.s. ssp. africanum* z kolei wydaje się, że może posłużyć do polepszania cechy długości źdźbła jak również do wyprowadzania nowych, plenniejszych odmian pastewnych

WNIOSKI

1. Badane mieszańce proste pok. F₂ uzyskane z krzyżowań zwrotnych odmian uprawnych żyta z podgatunkami dzikimi: *S.c. ssp. afghanicum*, *S.c. ssp. ancestrale* i *S.c. ssp. segetale* oraz gatunkiem *S.s. ssp. africanum*, wykazały obecność wielu użytecznych rolniczo cech. Wskazuje to na ich przydatność do wyprowadzania materiałów wyjściowych do hodowli żyta.
2. Wyselekcjonowane mieszańce żyta uprawnego z *S.c. sp. afghanicum* i *S.c. ssp. ancestrale*, ze względu na odporność polową na mączniaka prawdziwego i rdzę brunatną mogą posłużyć do hodowli odpornościowej.
3. Wśród badanych mieszańców żyta uprawnego z *S.c. ssp. ancestrale*, *S.c. ssp. segetale*, i *S.s. ssp. africanum*, występowały rośliny o krótkim źdźble i jednocześnie dorodnym kłosie, co może być wykorzystane w hodowli odmian krótkosłomych.

4. Spośród wszystkich badanych rodzajów mieszańców, wyselekcjonowano rośliny o długim kłosie i masie ziarniaków z kłosa równej lub większej od wzorca, co wskazuje na potencjalne możliwości wykorzystania ich do hodowli odmian o podwyższonym plonie.
5. Mieszańce *S.c. ssp. cereale* × *S.s. ssp. africanum* ze względu na bardzo szerokie liście, mogą być materiałem wyjściowym do hodowli odmian pastewnych żyta.

LITERATURA

- Hammer K., E Skolimowska, H. Knüpfner 1987. Vorarbeiten zur monographischen Darstellung von Wildpflanzensortimenten: *Secale* L. Kulturpflanze 35: 135 — 177.
- Kobyljanskij V. D. 1982. Roż. Kołos, Moskwa: 137 — 152.
- Kobyljanskij V. D. 1987. Studies of rye and their relations to aspects of breeding. Vestn. Selsch. 111: 35 — 41 (Wheat, Barley and Triticale Abstr. 1988, 5: poz. 3827).
- Koczowska I. 1977. Badania nad otrzymywaniem materiałów wyjściowych żyta ozimego do hodowli odmian plennych odpornych na wyleganie i pleśń śniegową. Zesz. Nauk. ART w Olsztynie, 19: 49 — 74.
- Kranz A. R. 1961. Cytologische Untersuchungen und Genetische Beobachtungen zum Beispiel zwischen *Secale cereale* L. und *Secale kuprijanovii*. Züchter. 31: 219 — 225.
- Kuckuck H., Peters R. 1970. Weitere genetisch-züchtische Untersuchungen, an *Secale vavilovii* Grossh. Z. Pflanzenzücht. 64: 182 — 200.
- Lehmann C., Plarre W. 1982. Untersuchungen zur Bildung quantitativer Merkmale in Kreuzungspopulation *Secale cereale* × *Secale silvestre* nach Rückkreuzung mit der Kulturform. Tag. — Ber. Akad. Landwirtsch. — Wiss. DDR. Berlin, 198: 79 — 90.
- Łapiński M. 1975. Cytoplasmic male sterility in interspecific rye hybrids. Hod. Rośl. Aklim. 19 (5/ 6): 415 — 420.
- Łapiński M. 1977. Wstępne wyniki badań nad krzyżówkami oddalonymi w rodzaju *Secale*. Pr. Zesp. Hod. Żyta w 1975 r. IHAR Radzików: 89 — 95.
- Nürnberg-Krüger U. 1960. Zytologischen Untersuchungen an der Gattung *Secale* L. Z. Pflanzenzücht. 44: 65 — 72.
- Rozmus M. 1967. Badania cytoembriologiczne nad gatunkami rodzicielskimi oraz mieszańcami *Secale cereale* L. × *S. montanum* Guss. i *S. cereale* L. × *S. vavilovii* Grossh. form di- i tetraploidalnych. Hod. Rośl. Aklim. 11 (4): 409 — 453.
- Ruebenbauer T. 1975. Podstawowe problemy genetyki zbóż. Post. Nauk Rol. 2: 3 — 4.
- Rzepka D. 1988. Właściwości międzygatunkowych mieszańców żyta (*Secale* sp.). Hod. Rośl. Aklim. 32 (3/ 4): 27 — 38.
- Rzepka D. 1993. Badania nad mieszańcami *S. cereale* × *S. vavilovii* Gross. w aspekcie ich przydatności w hodowli odmian żyta odpornych na porastanie. Część I Ocena odporności na porastanie mieszańców międzygatunkowych żyta. Hod. Rośl. Aklim. 37 (5/ 6): 69 — 79.
- Rzepka D. Łapiński M. 1988. Przydatność międzygatunkowych mieszańców żyta (*Secale* sp.) w hodowli odmian odpornych na mączniaka (*Erysiphe graminis* DC. f. sp. *secalis* Marchal). Hod. Rośl. Aklim. 32, 3/ 4: 39 — 48.
- Rzepka D., Tomczak P. 1984. Ocena cech użytkowych mieszańców międzygatunkowych żyta i ich przydatność w hodowli nowych odmian. Zesz. Nauk. AR Szczecin, 115: 179 — 189.
- Rzepka D., Tomczak P. 1993. Badania nad mieszańcami *S. cereale* × *S. vavilovii* Gross. w aspekcie ich przydatności w hodowli odmian żyta odpornych na porastanie. Część II. Właściwości użytkowe mieszańców. Hod. Rośl. Aklim. 37 (5/6): 81 — 91.
- Rzepka-Plevneš D., Tomczak P., Pławska M. 1995. Możliwość wykorzystania mieszańców międzygatunkowych żyta w hodowli odmian plennych i odpornych na mączniaka prawdziwego (*Erysiphe graminis* DC. f. sp. *secalis* Marchal). Hod. Rośl. Aklim. 39 (6): 68 — 80.
- Singh R. 1977. Cross compatibility, meiotic pairing and fertility in 5 *Secale* species and their interspecific hybrids. Cereal Res. Commun. 5 (1): 67 — 75.

- Słaboński A., Rzepka D., Pieniążek B. 1984. Możliwość wykorzystania mieszańców międzygatunkowych *Secale cereale* × *S. montanum*, *S. cereale* × *S. kuprijanovii*, *S. cereale* × *S. vavilovii* w hodowli żyta. Hod. Rośl. Aklim. 28 (2): 195 — 208.
- Sołoduchina O. 1982. Donorskie sposobnosti istočnikov ustojčivosti rzi k buroj rżavčine. Trudy po Prikl. Bot. Genet. i Selekcii. VNJJ. Rastenevod, 73 (1): 61 — 65.
- Szigat G., Nürnberg U. 1982. Möglichkeiten zur Nutzung von *Secale silvestre* Bastarden als Ausgangsmaterial für die Züchtung. Tag. — Ber. Akad. Landwirtsch. — Wiss. DDR Berlin. 198: 73 — 78.
- Tarkowski Cz. 1983. Biologia żyta, PWN, Warszawa.
- Węgrzyn S. 1988. Synteza i wyodrębnianie materiałów wyjściowych dla hodowli zbóż. Zesz. Probl. IHAR Radzików: 33 — 40.