

STEFAN STOJAŁOWSKI

MIROSLAW ŁAPIŃSKI

Katedra Hodowli Roślin

Akademia Rolnicza, Szczecin

Wpływ różnych źródeł cytoplazmy wywołującej męską jałowość na właściwości rolnicze mieszańców żyta ozimego (*Secale cereale* L.)

Effect of different sources of male sterility-inducing cytoplasm on the agronomic performance of winter rye (*Secale cereale* L.) hybrids

W celu określenia ewentualnego wpływu różnych źródeł sterylizującej przecikowie cytoplazmy na wartość gospodarczą mieszańców żyta porównano w doświadczeniu polowym 3 mieszańce trójliniowe (genotypy), z których każdy występował w 4 wersjach cytoplazmatycznych. W badaniach wykorzystano 4 źródła cytoplazmy: *cms*-P, *cms*-R, *cms*-S i *cms*-C. Doświadczenie, zakładane w układzie podbloków losowanych, wykonano w 6 środowiskach (3 lata, 2 miejscowości). Badane źródła cytoplazmy wywołującej męską sterylność nie powodowały zmian w wartości gospodarczej mieszańców. Wszystkie cytoplazmatyczne wersje mieszańców, niezależnie od genotypu charakteryzowały się podobnym poziomem plonowania, podobnymi wskaźnikami wartości technologicznej oraz podobnym wykształceniem zdecydowanej większości innych badanych właściwości rolniczych. Mieszańce z cytoplazmą *cms*-P, w porównaniu z mieszańcami posiadającymi cytoplazmę *cms*-R, *cms*-S i *cms*-C, były wprawdzie niższe, zawiązywały mniej ziarniaków w kłosie i wytwarzały ziarno o większej gęstości, ale nie miało to żadnego praktycznego znaczenia, ponieważ różnice były bardzo małe. Wyniki badań świadczą, że wykorzystanie w hodowli odmian mieszańcowych żyta dziedzicznie odrębnych od Pampa (*cms*-P) źródeł sterylizującej cytoplazmy: *cms*-R, *cms*-S, *cms*-C lub podobnych nie powinno spowodować obniżenia wartości gospodarczej mieszańców.

Słowa kluczowe: odmiany mieszańcowe, wartość gospodarcza, źródła *cms*, żyto ozime

In order to determine a supposed effect of different sources of cytoplasm inducing male sterility on the agronomic performance of rye hybrids, 3 three-way hybrids (genotypes), each in 4 cytoplasmic versions, were compared in field trials. Four sources of male sterility-inducing cytoplasm: *cms*-P, *cms*-R, *cms*-S and *cms*-C were used in the study. A two-factor split-plot field experiment was conducted in 6 environments (3 years, 2 locations). The sources of male sterility-inducing cytoplasm used in this study did not cause changes in the agronomic performance of hybrids. All of the cytoplasmic versions of hybrids, independently on genotype, resembled closely each other in respect of grain yield level, grain quality parameters and majority of the other evaluated agronomic traits. Although the hybrids with *cms*-P cytoplasm were shorter in height, had lower seed set per spike and produced grain having higher test weight in comparison to hybrids with *cms*-R, *cms*-S, and *cms*-C cytoplasm, the differences were small enough to consider them practically unimportant. The results showed that the use of *cms*-

R, *cms-S*, *cms-C* or other similar source of male sterility-inducing cytoplasm, genetically different from Pampa (*cms-P*), for hybrid rye breeding purposes should not decrease an economic value of hybrids produced.

Key words: agronomic performance, *cms* source, hybrid varieties, winter rye

WSTĘP

Systematycznie rosnąca popularność odmian mieszańcowych żyta powoduje, że coraz pilniejsza staje się potrzeba wprowadzania do hodowli alternatywnych wobec *cms*-Pampa źródeł sterylizującej pręcikowie cytoplazmy. Zarejestrowanie w Niemczech odmiany Novus, pierwszej odmiany mieszańcowej żyta wytworzonej przy użyciu innego niż Pampa źródła *cms* dowodzi, że hodowcy nie zamierzają lekceważyć zagrożeń wynikających z plazmotypowej jednorodności zasiewów. Należy oczekiwać, że w przyszłości, poza wykorzystaną w Novusie cytoplazmą G, w rejestrach zaczną się pojawiać mieszańce z innymi jeszcze źródłami *cms*. Ewentualny wpływ wykorzystanego źródła sterylizującej cytoplazmy na cechy rolnicze mieszańców żyta nie był jak dotąd badany.

Marker i wsp. (1985) porównując dziesięć męskosterylnych mieszańców, posiadających cytoplazmę Pampa z genotypowo identycznymi mieszańcami męskopłodnymi, mającymi cytoplazmę niesterylizującą, stwierdzili, że te pierwsze charakteryzowały się wyższym plonem ziarna, masą tysiąca ziaren, mniejszą wysokością roślin i podwyższoną odpornością na wyleganie. Nie jest jednak do końca jasne, na ile różnice te wynikały z bezpośredniego wpływu genów cytoplazmatycznych, a na ile były związane z różnicami w płodności pręcikowia. Duvick (1965) stwierdził, bowiem u kukurydzy, że nakłady ponoszone przez męskopłodną roślinę na produkcję pyłku, mogą powodować, że będzie ona mniej produktywna niż genotypowo identyczna roślina męskosterylna.

U kukurydzy szeroko znany jest fakt, iż cytoplazma sterylizująca typu Texas powoduje, obok jałowości pyłku, wzrost podatności mieszańców na porażenie przez chorobotwórcze gatunki grzybów *Bipolaris maydis* i *Phyllosticta maydis*. Istnieją też doniesienia mówiące o związkach między typem użytego systemu *cms*, a niektórymi istotnymi z praktycznego punktu widzenia cechami mieszańców kukurydzy, takimi jak wielkość i stabilność plonowania, wilgotność ziarna w okresie zbioru, wyleganie i łamliwość łodyg (Has i in., 1989; Sarca i in., 1990). Odmienny charakter mają wyniki, jakie uzyskali Ross i Kofoid (1979). Badając wpływ siedmiu różnych źródeł sterylizującej pyłek cytoplazmy na właściwości mieszańców sorga ziarnowego nie stwierdzili oni istotnego wpływu pochodzenia sterylizującej cytoplazmy na wartość gospodarczą mieszańców.

Celem niniejszej pracy było określenie wpływu czterech źródeł sterylizującej pyłek cytoplazmy (*cms-P*, *cms-R*, *cms-S* i *cms-C*) na wartość gospodarczą mieszańców żyta.

MATERIAŁ I METODY

W badaniach wykorzystano utrzymywane w postaci męskojalowych analogów trzech linii wsobnych następujące źródła *cms*: 1) *cms-P* "Pampa" (Geiger, Schnell, 1970); 2) *cms-R* "Russkij" (Kobyljanskij, 1971); 3) *cms-S* "Radzików S-128/3" (Madej, 1975); 4) *cms-C* "cereale — *S. montanum*" (Łapiński, 1972). Wywołujące męską jałowość cytoplazmy P, R

i S udostępnił Katedrze Hodowli Roślin Akademii Rolniczej w Szczecinie dr Lucjan Madej z IHAR Radzików w 1974 roku. Źródło *cms*-C zostało wyodrębnione i przekształcone w formę przydatną dla celów hodowlanych w macierzystej Katedrze autorów (Łapiński, Stojalowski, 1996). Do cytoplazmy każdego z 4 wymienionych źródeł wprowadzono genotypy 3 homozygotycznych (S_{11} – S_{12}) linii wsobnych 541, 542 i 544. Linie te były wytworzone w ramach programu hodowli genotypów dopełniających dla cytoplazmy *cms*-C, ale równie dobrze dopełniały sterylność w cytoplazmach P, R i S.

Materiałem wykorzystanym w doświadczeniu polowym było 12 męskojałowych mieszańców trójliniowych żyta reprezentujących 3 genotypy, każdy w 4 wersjach cytoplazmatycznych. Mieszańce wytworzono na drodze dwuetapowego krzyżowania. Dwanaście linii matecznych, którymi były męskojałowe, cytoplazmatyczne wersje linii 541, 542 i 544 po 7 (cytoplazmy P, R i S) lub 12 (cytoplazma C) krzyżowaniach wstecznych, skrzyżowano ręcznie z męskopłodną linią 153-2. Otrzymane 12 męskojałowych mieszańców pojedynczych skrzyżowano następnie w izolowanej przestrzeni szkółce top-cross, założonej w polu pszenicy ozimej na terenie RZD Ostoja, z kolejną męskopłodną linią dopełniającą 153-1. Obie linie ojcowskie były prawie homozygotycznymi (S_8 – S_9) liniami siostrzanymi drugiego cyklu hodowli na zdolność dopełniania w cytoplazmie *cms*-C, lecz okazały się dopełniaczami dla wszystkich czterech źródeł *cms*. Wytworzone mieszańce trójliniowe powinny, więc być męskojałowe.

Uwzględniając sugestie Duvicka (1965) przyjęto założenie, że do prawidłowej oceny efektu obecności poszczególnych źródeł *cms*, cytoplazmatyczne wersje mieszańców nie powinny się różnić między sobą stopniem płodności pręcikowia. Z powodu niedostępności linii, które gwarantowałyby jednakowo pełne i stabilne przywrócenie płodności pyłku przy obecności wszystkich czterech użytych w tych badaniach źródeł *cms*, zdecydowano się na wykorzystanie do krzyżowań linii uniwersalnie dopełniających męską sterylność. Linie 153-2 i 153-1 wybrano jako partnerów ojcowskich, dlatego że miały zadowalający poziom żywotności i względnie dobrze pyliły. U wytworzonych mieszańców nie oczekiwano znaczących efektów heterozji, ponieważ żadna z pięciu wykorzystanych do ich konstrukcji linii wsobnych nie była uprzednio selekcionowana pod względem zdolności kombinacyjnej, a wszystkie były ze sobą spokrewnione.

Uzyskane trzy mieszańce trójliniowe (genotypy) miały w swym rodowodzie takie same linie ojcowskie. Różnice genotypowe między nimi wynikały, więc wyłącznie z różnic między genotypami linii matecznych 541, 542 i 544. Dlatego też nazwy tych linii posłużyły do oznaczania mieszańców.

Trzyletnie doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 1990–1992 w dwóch miejscowościach: RZD Lipnik koło Stargardu Szczecińskiego (gleba lekka) i RZD Ostoja koło Szczecina (gleba ciężka). Doświadczenie założono w układzie podbloków losowanych (split-plot) w 4 powtórzeniach. Czynnikiem doświadczenia były 3 genotypy: 541, 542 i 544 (I czynnik) i 4 źródła *cms*: P, R, S i C (II czynnik). Powierzchnia poletek wynosiła 15m². Z uwagi na sterylność mieszańców, do nasion każdego z nich dodawano 5% ziaren żyta odmiany Dańkowskie Żłote, jako źródła pyłku. Podbloki doświadczenia rozdzielone były poletkami obsianymi również żytem Dańkowskim Żłotym. Poletka te były, obok poletek ochronnych doświadczenia obsianych tą samą odmianą, dodatkowym

źródłem pyłku, mającym zapewnić skuteczne zapylenie. Dla orientacyjnego określenia wartości rolniczej wytworzonych mieszańców, na poletkach rozdzielających podbloki wykonywano wszystkie oznaczenia badanych cech, tak jak na obiektach doświadczenia.

Stosowane terminy i zabiegi agrotechniczne były zgodne z zaleceniami Instytutu Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach. Z uwagi na skłonność wytworzonych mieszańców do wylegania, w pierwszych dwóch latach doświadczenia stosowano retardant wzrostu (Flordimex T), w roku 1992 ze względu na wiosenno-letnią suszę zrezygnowano z oprysku.

W doświadczeniu badano przy użyciu ogólnie przyjętych metod plon ziarna, jego jakość oraz ważniejsze cechy rolnicze mieszańców. Liczbę opadania dla każdego z obiektów doświadczenia oznaczano w dwóch powtórzeniach na próbach zbiorczych ziarna. Wyniki opracowano statystycznie wykonując syntezy analizy wariancji przyjmując środowiska (miejscowości i lata) za czynnik losowy. Istotność różnic testowano używając półprzedziałów ufności Tukeya, przy $\alpha = 0,05$.

WYNIKI I DYSKUSJA

W wyniku zastosowania do konstruowania mieszańców 541, 542 i 544 tych samych linii ojcowskich, różnice między nimi były niewielkie i dotyczyły tylko pięciu z dwudziestu badanych cech: obsady kłosów, osadzania ziarna, długości i zbitości kłosa oraz poziomu porażenia przez rdzę brunatną (tab. 1). Zgodnie z oczekiwaniami efekt heterozji u badanych mieszańców był niewielki i wyraźnie ustępowały one wartością gospodarczą odmianie Dańkowskie Złote.

Wpływ różnych źródeł *cms* na plonowanie i elementy struktury plonu mieszańców był znikomy. Nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic związanych ze źródłem cytoplazmy ani dla plonu ziarna, ani dla takich komponentów plonu jak obsada kłosów na jednostce powierzchni, masa 1000 ziaren, masa ziaren z kłosa oraz liczba kłosków w kłosie (tab. 2). Pochodzenie cytoplazmy sterylizującej pyłek miało natomiast statystycznie istotny wpływ na skuteczność osadzania ziarna. Mieszańce z cytoplazmą Pampa zawiązywały ziarno statystycznie istotnie słabiej niż mieszańce posiadające cytoplazmę ze źródła R i C. Odsetek zawiązanych ziaren u mieszańców z cytoplazmą S był zbliżony do poziomu mieszańców z cytoplazmami R i C, ale różnica między źródłami *cms*-S i *cms*-P nie przekroczyła granicy NIR (rys. 1 c). Opisane różnice w osadzaniu ziarna znalazły swe odbicie także przy ocenie dwóch innych cech: liczby ziaren w kłosku i liczby ziaren w kłosie, na które wpływ różnych źródeł *cms* był wysoce istotny statystycznie.

Obecność źródeł *cms* typu R i C powodowała istotne statystycznie podwyższenie liczby ziaren w kłosku w porównaniu do cytoplazmy Pampa (rys. 1 b). Podobny rozkład średnich wartości jak dla dwóch poprzednich cech, odnotowano również przy ocenie liczby ziaren w kłosie, tu jednak statystycznie udowodniona była tylko różnica między cytoplazmami P oraz C (rys. 1 a).

Tabela 1

Średnie wartości badanych cech uwarunkowane genotypami mieszańców. Średnie z sześciu środowisk i czterech cytoplazm

Mean values of the investigated traits determined by genotypes of hybrids. Averaged over six environments and four cytoplasm

Cecha Trait	Mieszaniec Hybrid			NIR _{0,05} ¹⁾ LSD _{0,05} ¹⁾	Dańkowskie Złote
	541	542	544		
Plon ziarna (dt/ha) Grain yield	38,9	40,8	37,7	r.n.	57,7
Liczba kłosów na 1 m ² Ear number per m ²	349	376	353	17,9	367
Liczba ziaren w kłosie Grain number per ear	41,3	40,4	41,7	r.n.	43,5
Masa 1000 ziaren (g) 1000 grain weight	27,4	27,9	27,0	r.n.	32,9
Masa ziaren z kłosa (g) Grain weight per ear	1,09	1,08	1,07	r.n.	1,38
Liczba kłosków w kłosie Spikelet number per ear	31,4	31,1	30,5	r.n.	29,9
Liczba ziaren w kłosku Grain number per spikelet	1,32	1,30	1,36	r.n.	1,44
Osadzanie ziarna (%) Seed setting	66,0	65,1	68,3	2,54	72,4
Gęstość ziarna (kg/hl) Test weight	68,8	69,0	69,5	r.n.	73,9
Celność ziarna (%) Grain uniformity	84,6	86,5	86,0	r.n.	92,5
Liczba opadania (s) Falling number	169	148	165	r.n.	212
Wysokość roślin (cm) Plant height	127	126	123	r.n.	139
Indeks plonowania (%) Harvest index	27,7	27,8	28,0	r.n.	30,7
Długość kłosa (cm) Ear length	8,45	7,88	8,27	0,388	7,46
Zbitość kłosa Ear density	36,7	39,0	36,4	0,612	39,6
Termin kłoszenia (dni od 15. 05) Heading date (days after 15. 05)	8,31	8,02	8,29	r.n.	6,61
Przezimowanie ²⁾ (1–9) ⁵⁾ Overwintering	8,45	8,62	8,51	r.n.	8,61
Porażenie przez rdzę brunatną ²⁾ (1–9) Brown rust	5,63	5,87	5,47	0,381	6,45
Porażenie przez mączniaka ³⁾ (1–9) ⁵⁾ Powdery mildew	8,79	8,78	8,74	r.n.	8,66
Wyleganie ⁴⁾ (1–9) ⁵⁾ Lodging	7,83	7,75	7,77	r.n.	7,94

¹⁾ — r.n. — Różnice statystycznie nieistotne

¹⁾ — r.n. — Statistically insignificant differences

^{2), 3), 4)} — Średnie, odpowiednio, z 5, 2 i 3 środowisk

^{2), 3), 4)} — Means over 5, 2 and 3 environments, respectively

⁵⁾ — Skala 1–9; 9 — Stan najlepszy

⁵⁾ — Scale 1–9; 9 — The best

Tabela 2

Średnie wartości badanych cech, dla których wpływ cytoplazmy i interakcji genotyp x cytoplazma były statystycznie nieistotne. Średnie z sześciu środowisk i trzech mieszańców

Mean values of the investigated traits for which influence of cytoplasm and genotype x cytoplasm interactions were statistically insignificant. Averaged over six environments and three hybrids

Cecha Trait	Źródła cms Source of cms				Średnia Mean
	P	R	S	C	
Plon ziarna (dt/ha) Grain yield	38,4	39,8	38,8	39,4	39,1
Liczba kłosów na 1 m ² Ear number per m ²	358	356	366	359	359
Masa 1000 ziaren (g) 1000 grain weight	27,9	27,3	27,2	27,3	27,4
Masa ziaren z kłosa (g) Grain weight per ear	1,07	1,07	1,07	1,11	1,08
Liczba kłosek w kłosie Spikelet number per ear	30,9	30,9	30,9	31,3	31,0
Celność ziarna (%) Grain uniformity	86,8	85,3	85,4	85,3	85,7
Długość kłosa (cm) Ear length	8,26	8,12	8,19	8,22	8,20
Zbitość kłosa Ear density	37,0	37,6	37,2	37,7	37,4
Termin kłoszenia (dni od 15. 05) Heading date (days from 15. 05)	8,25	8,13	8,25	8,21	8,21
Przezimowanie ¹⁾ (1–9) ⁴⁾ Overwintering	8,46	8,64	8,54	8,48	8,53
Wyleganie ²⁾ (1–9) ⁴⁾ Lodging	7,98	7,65	7,76	7,74	7,78
Porażenie przez rdzę brunatną ¹⁾ (1–9) ⁴⁾ Brown rust	5,59	5,65	5,67	5,72	5,66
Porażenie przez mączniaka ³⁾ (1–9) ⁴⁾ Powdery mildew	8,77	8,74	8,77	8,79	8,77

¹⁾, ²⁾, ³⁾ — Średnie, odpowiednio, z 5, 3 i 2 środowisk

¹⁾, ²⁾, ³⁾ — Means over 5, 3 and 2 environments, respectively

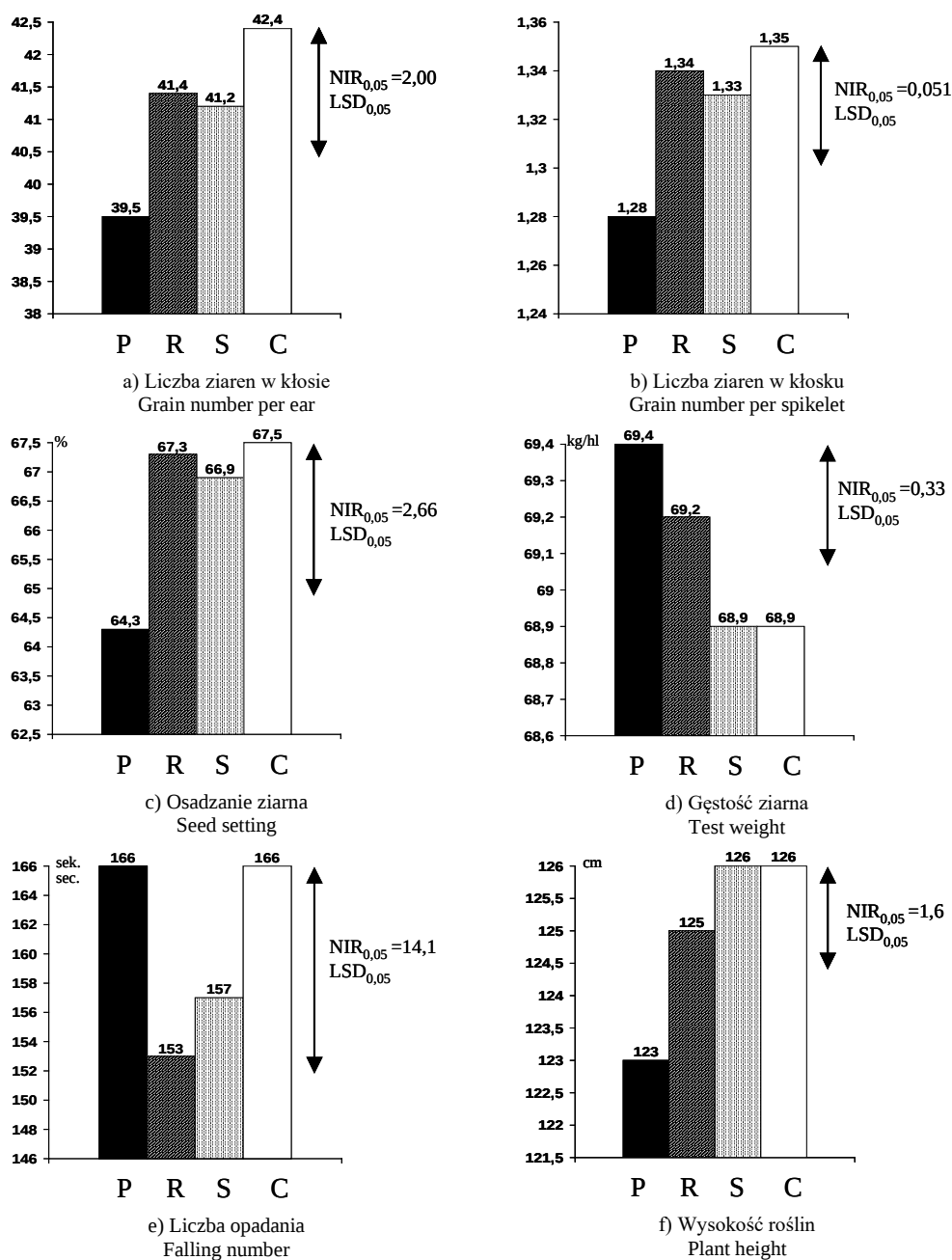
⁴⁾ — Skala 1–9; 9 — Stan najlepszy

⁴⁾ — Scale 1–9; 9 — The best

Zaobserwowane różnice w liczbie ziaren w kłosie i liczbie ziaren w kłosku były następstwem słabszego osadzania ziarna u mieszańców z cytoplazmą Pampa. Ponieważ istotą zjawiska cytoplazmatyczno-genowej męskiej niepłodności jest degeneracja męskich organów kwiatu, bez upośledzenia płodności organów żeńskich, najprawdopodobniejszym źródłem zaobserwowanych różnic może być ilość dostępnego pyłku. Pyłek dla męskojałowych z definicji (powstałych z przekrzyżowania linii męskojałowych z dopełniającymi) mieszańców produkowany był przez rośliny odmiany Dańkowskie Żółte dodawanej do nasion mieszańca w ilości 5%, zgodnie z metodami stosowanymi przy produkcji nasiennej odmian mieszańcowych żyta (Geiger, 1985). Dodatkowo rośliny męskopłodne rosły również na poletkach ochronnych i rozdzielających podbloki, co miało w założeniach zapewnić obiektom doświadczenia równomierne i obfite zaopatrzenie w pyłek. Ocena wczesności oparta na terminie kłoszenia wskazuje jednak na to, że

Dańkowskie Złote było o około 1,5 dnia wcześniejsze niż mieszańce (tab. 1). Zapyłaczem w doświadczeniu były rośliny odmiany populacyjnej, a więc charakteryzujące się pewną zmiennością, dzięki której okres kwitnienia poszczególnych roślin jest różny, wydaje się jednak, że mogło tu dojść do rozminięcia się okresu maksymalnego pylenia roślin Dańkowskiego Złotego z kwitnieniem mieszańców. Na słusność tej tezy wskazuje wyraźnie lepsze osadzanie ziarna u Dańkowskiego Złotego (72,4%) niż u mieszańców (średnio 66,5%) (tab. 1). Niedobór pyłku mógł prowadzić do tego, że każde, niewielkie nawet, dodatkowe jego źródło zwiększało skuteczność zapyłania roślin mieszańców. Cytoplasma P wykazuje bardzo silne działanie sterylizujące na zdecydowaną większość genotypów występujących w europejskich populacjach żyta (Geiger, 1972, 1982; Madej, 1975, 1976). Cytoplazmy ze źródeł R, S i C, na odwrót, wywołują męską jałowość u nielicznych genotypów wywodzących się z populacji europejskich i są najprawdopodobniej dziedzicznie identyczne, a na pewno różne od cytoplazmy Pampa (Kobylanski, 1971, 1982; Madej, 1975, 1976; Łapiński, Stojalowski, 1996). Ponieważ cecha męskiej jałowości w cytoplazmie C jest pod kontrolą kilku współdziałających genów jądrowych, w tym genów modyfikatorów, mieszańce niektórych linii dopełniających mogą mieć częściowo przywróconą płodność pręcikowia (Stojalowski, Łapiński, 1997). Wszystkie mieszańce pojedyncze wykorzystane w opisywanych tu badaniach były męskojalowe, ale u mieszańców z cytoplazmą P fenotypowe objawy jałowości były wyraźnie głębsze. U mieszańców trójliniowych precyzyjnej oceny stopnia jałowości pręcikowia nie wykonano. Pobieżne obserwacje wskazywały jednak na obecność pojedynczych roślin ze słabo przywróconą płodnością pręcikowia, szczególnie wśród mieszańców z cytoplazmami R, S i C. Powyższe rozważania są oczywiście tylko jedną z prób racjonalnego wyjaśnienia sięgających ok. 3% różnic w zawiązywaniu ziaren u badanych cytoplazmatycznych wersji mieszańców. Inna możliwość, której nie da się wykluczyć, to przypadkowa kontaminacja obcym pyłkiem. Drugi etap krzyżowania przy produkcji trójliniowych mieszańców realizowany był w warunkach polowych w oparciu o izolację przestrzenną od innych plantacji żyta. W zasadzie spełniono tu stawiane przez Geigera (1982) wymagania siewu w rejonie, gdzie nie uprawia się żyta w promieniu kilku kilometrów. W warunkach polskich żyto występuje jednak często jako chwast w uprawach pszenicy oraz jako roślina segetalna. Kontaminacja obcym pyłkiem kończy się powstaniem roślin z reguły męskojalowych u mieszańców z cytoplazmą Pampa, a męskopłodnych przy obecności innych źródeł *cms*. Tak więc, pomimo że weryfikacja powyższych tez nie jest obecnie możliwa, najprawdopodobniej obserwowane różnice w osadzaniu ziarna były związane z dostępnością pyłku, a nie bezpośrednim działaniem genów cytoplazmatycznych.

Spośród cech jakościowych ziarna badanych w doświadczeniu, dwie podlegały istotnemu statystycznie wpływowi różnych źródeł *cms*. Gęstość ziarna w stanie zsylnym zbieranego z roślin mieszańców wytworzonych przy użyciu cytoplazmy Pampa była istotnie wyższa niż gęstość ziarna pozyskanego z mieszańców z cytoplazmami S i C (rys. 1 d).



Rys. 1. Średnie wartości badanych cech, dla których wpływ cytoplazmy był statystycznie istotny.
Średnie z sześciu środowisk i trzech mieszańców

Fig. 1. Mean values of the investigated traits for which influence of cytoplasm was statistically significant. Averaged over six environments and three hybrids

Różnica ta wyniosła 0,5 kg i z praktycznego punktu widzenia była niewielka. Możliwe, że wykształcanie ziarna o wyższej gęstości również było wynikiem zmniejszenia liczby ziaren w kłosie u mieszańców z cytoplazmą Pampa. Analiza wariancji wykazała też istotny statystycznie wpływ źródła cytoplazmy sterylizującej pyłek na wartość liczby opadania. Wartości tej cechy wahały się od 153 sek. dla ziarna mieszańców z cytoplazmą R do 166 sek. dla ziarna otrzymywanego z mieszańców z *cms* typu P oraz C (rys. 1 e). Różnice między najlepszymi i najgorszymi mieszańcami nie były jednak na tyle duże, żeby przekroczyć wartość $NIR_{0,05}$ Tukeya. Nie miało to zresztą żadnego znaczenia. Według obowiązującej normy BN-88/91-31-05 ziarno wszystkich mieszańców było ziarnem konsumpcyjnym I klasy

Wpływ różnych źródeł *cms* na cechy morfologiczne mieszańców ujawnił się tylko w odniesieniu do wysokości roślin. Najniższy wzrost posiadały rośliny mieszańców z cytoplazmą Pampa (123 cm), pozostałe mieszańce były o 2–3 cm wyższe. Różnica ta, chociaż niewielka, była istotna statystycznie (rys. 1 f). Zmniejszenie wysokości roślin u mieszańców z cytoplazmą Pampa obserwowali też Marker i wsp. (1985).

Interakcja źródeł *cms* z genotypami mieszańców dla wszystkich badanych cech z wyjątkiem jednej, praktycznie drugorzędnej, jaką jest indeks plonowania (tab. 3), była nieistotna statystycznie.

Tabela 3

Wartości indeksu plonowania (%) w zależności od współdziałania genotypu i cytoplazmy. Średnie z sześciu środowisk
Values of the harvest index (%) depending on interaction of genotype and cytoplasm. Means over six environments

Mieszaniec Hybrid	Źródło <i>cms</i> Source of <i>cms</i>				Średnia Mean
	P	R	S	C	
541	27,8a*	28,0a	28,7a	27,2a	27,9
542	27,1a	28,4a	27,6a	28,7a	28,0
544	28,2ab	26,9b	28,6ab	28,9a	28,1
Średnia Mean	27,7	27,8	28,3	28,3	28,0

* — Wartości oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie

* — Values followed by the same letter do not differ significantly

Reasumując, wydaje się, że żadne z badanych źródeł sterylizującej cytoplazmy nie powodowało ani pogorszenia, ani polepszenia wartości gospodarczej mieszańców w porównaniu z pozostałymi źródłami. Między mieszańcami posiadającymi cytoplazmy R, S i C nie odnotowano żadnych różnic pod względem badanych cech. Ponieważ są to źródła należące do tego samego typu (*cms*-V) i prawdopodobnie dziedzicznie identyczne (Łapiński, Stojałowski, 1996), należało tego oczekiwać. Mieszańce z cytoplazmą P nie różniły się od mieszańców z cytoplazmami R, S i C pod względem plenności i parametrów jakościowych ziarna a także zdecydowanej większości innych badanych cech. Zaobserwowane, statystycznie istotne różnice były tak małe, że nie miało to żadnych praktycznych konsekwencji. Nie bez znaczenia jest i to, że główną przyczyną tych różnic była prawdopodobnie niewystarczająca ilość pyłku w czasie kwitnienia.

Oczywiste implikacje hodowlane opisanych wyżej badań osłabia w jakimś stopniu fakt, że obiekty doświadczenia reprezentowały tylko trzy i do tego spokrewnione genotypy. W rezultacie doświadczenie nie stwarzało wystarczających możliwości ujawnienia ewentualnych interakcji genotypowo-plazmotypowych. Ich wpływ na kształtowanie się wartości gospodarczej mieszańców jest naturalnie sprawą otwartą. Nie powinno to jednak budzić nadmiernych obaw, ponieważ sterylizująca cytoplazma typu V występuje powszechnie w europejskich populacjach żyta (Łapiński, Stojałowski, dane nie opublikowane).

WNIOSKI

1. Nie stwierdzono znaczącego z punktu widzenia praktyki wpływu odmiennych źródeł cytoplazmy wywołującej męską sterylność na cechy agronomiczne mieszańców żyta. Zaobserwowane nieliczne, statystycznie istotne różnice były bardzo małe i nie pociągały za sobą zmian w poziomie plonowania mieszańców, ani w ogólnej ocenie ich wartości gospodarczej.
2. Wykorzystanie w hodowli odmian mieszańcowych żyta alternatywnych wobec cytoplazmy Pampa źródeł *cms-R*, *cms-S* czy *cms-C* nie powinno spowodować obniżenia wartości gospodarczej mieszańców.

LITERATURA

- Duvick D. N. 1965. Cytoplasmic pollen sterility in corn. Adv. in Genetics, Acad. Press, New York 13: 1 — 56.
- Geiger H. H. 1972. Wiederherstellung der Pollensterilität in cytoplasmatisch männlich sterilem Roggen. Theor. Appl. Genet. 42: 32 — 33.
- Geiger H. H. 1982. Breeding methods in diploid rye (*Secale cereale* L.). Tag.-Ber., Akad. Landwirtsch-Wiss. DDR, Berlin 198: 305 — 332.
- Geiger H. H. 1985. Hybrid breeding in rye. In: Proc. Eucarpia Meet., Cereal Sect. on Rye, Svalöv, Sweden 1: 237 — 266.
- Geiger H. H., Schnell F. W. 1970. Cytoplasmic male sterility in rye (*Secale cereale* L.). Crop Sci. 10: 590 — 593.
- Has V., Grecu C., Cabulea I., Has I. 1989. Efectul unor citoplasme mascul sterile asupra stabilitatii comportarii hibridilor de porumb. Probleme de Genetica Theoretica si Aplicata 21, 3: 149 — 169.
- Kobylyanskij V. D. 1971. Sozdanie steril'nykh analogov sortov ozimoi rzi, zakrepitelej steril'nosti, vosstanovitelej fertil'nosti. Trudy Prikl. Bot. Genet. Sel., Leningrad 44, 1: 76 — 85.
- Kobylyanskij V. D. 1982. Rož, Genetičeskie osnovy selekcii. Kolos, Moskva.
- Łapiński M. 1972. Cytoplasmic-genic type of male sterility in *Secale montanum* Guss. Wheat Information Service 35: 25 — 28.
- Łapiński M., Stojałowski S. 1996. The C-source of sterility-inducing cytoplasm in rye: Origin, identity and occurrence. Vortr. Pflanzenzüchtg. 35: 51 — 60.
- Madej L. 1975. Research on male sterility in rye. Hod. Rośl. Aklim. 19, 5/6: 421 — 422.
- Madej L. 1976. Charakterystyka genetyczna trzech źródeł męskiej jałowości żyta (*Secale cereale* L.). Hod. Rośl. Aklim. 20, 2: 157 — 174.
- Marker R. M., Geiger H. H., Wilde P. 1985. Influence of Pampa cytoplasm on agronomic characters of F₂ crosses among inbred lines of winter rye. In: Proc. Eucarpia Meet. Cereal Sect. on Rye, Svalöv, Sweden 1: 279 — 289.

- Ross W. M., Kofoed K. D. 1979. Effect of non-milo cytoplasms on the agronomic performance of sorghum. *Crop Sci.* 19: 267 — 270.
- Sarca T., Ciocazanu I., Bica N., Tanislav N. 1990. Efectul interactiunii citoplasmelor C si S si a trei surse de citoplasma androsterila de tipul C cu genotipul asupra unor insusiri agronomice la porumb (*Zea mays* L.). *Probleme de Genetica Teoretica si Aplicata* 22, 2: 35 — 59.
- Stojałowski S., Łapiński M. 1997. Jądrowa determinacja cechy jałowości pyłku u międzyliniowych mieszańców żyta z cytoplazmą *cms-C*. W: *Hodowla Roślin. Mat. I Kraj. Konf.*, Poznań 19–20. 11. 1997: 315 — 319.