

HALINA GÓRAL**GRZEGORZ JAGODZIŃSKI**Katedra Hodowli Roślin i Nasiennictwa
Akademia Rolnicza, Kraków

Zmienność wykształcenia pylników w obrębie roślin pszenżyta ozimego z cytoplazmą *Triticum timopheevi**

Variation of anther development in individual plants of winter triticales with *Triticum timopheevi* cytoplasm

Przeprowadzono ocenę wizualną wykształcenia pylników u roślin populacji F_2 pochodzącej z krzyżowania męskosterylnej linii Salvo 15/1 z linią przywracającą płodność Bogo 5/3. Ocenę prowadzono w skali 5 punktowej. Stwierdzono istotne różnicowanie stopnia wykształcenia pylników między roślinami, kłosami, stronami kłosa, lokalizacjami kłoska w kłosie i kwiatu w kłosku. W obrębie roślin największą zmienność zaobserwowano w obrębie kłosa (28,75% ogólnej zmienności) i pomiędzy pylnikami w obrębie kwiatu (21,25%). Pylniki szczytowej części kłosa były bardziej zdeformowane niż pylniki części środkowej i dolnej.

Słowa kluczowe: męska sterylność, pszenżyto ozime, wykształcenie pylników

Winter triticales anthers were evaluated in F_2 plants obtained by crossing male sterile line Salvo 15/1, with fertility restoring line Bogo 5/3. The anthers were scored using a 5 grade scale. The results showed a varying degree of anther development among plants, ears, sides of ear, spikelets in ear and flowers in spikelet. The highest variation was observed among spikelets (28.75%) and anthers in flowers (21.25%). The anthers in apical spikelets were deformed more than those in the middle and basal parts of the ear.

Key words: anther development, male sterility, winter triticales

WSTĘP

W systemie cytoplazmatyczno-genowej męskiej sterylności u pszenżyta opartej na cytoplazmie *Triticum timopheevi* większość rodów i odmian przywraca męską płodność w potomstwie męskosterylnych roślin (Warzecha i in., 2002; Góral, 2002). Przywracanie płodności nie zawsze jest pełne. Pokolenie F_1 , pochodzące z krzyżowania męskosterylnych

* Praca finansowana w ramach projektu 6 PO6 2002C/05926

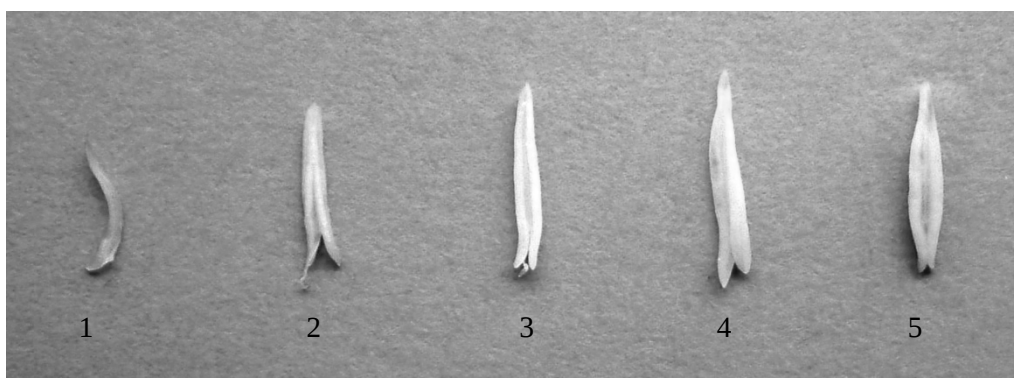
roślin z roślinami odmian i rodów jest często zróżnicowane pod względem męskiej płodności (Góral, 2002). Zmienność stopnia męskiej płodności w pokoleniu F_1 może wynikać z heterozygotyczności lub braku kompletu alleli przywracających płodność u różnych ojcowskich genotypów pszenżyta, ale także — ze zmienności tej cechy w różnych warunkach środowiska. Zróżnicowanie przywracania płodności w potomstwie roślin męskosterylnych w zależności od warunków środowiska, szczególnie od temperatury, występuje u pszenicy z cytoplazmą *T. timopheevi* (Sage, 1972; Mihaljev, 1976), żyta (Scoles i Evans, 1979; Geiger i Miedaner, 1996; Geiger i in., 1995), rzepaku w systemie *polima* (Bartkowiak-Broda 1996). Występowanie zmienności męskiej płodności w obrębie roślin stwierdzono u żyta (Łapiński, 1977) i pszenżyta (Góral, 2002). W całym procesie hodowli heterozyjnej z wykorzystaniem cytoplazmatyczno-genowej męskiej sterility konieczna jest ocena męskiej płodności. Zwykle wykonuje się ją w czasie kwitnienia, określając wizualnie stopień degeneracji pylników i obecność lub brak w nich pyłku. Ze względu na obserwowaną zmienność tej cechy w obrębie roślin pszenżyta z cytoplazmą *T. timopheevi*, szczególnie tych o niepełnej ekspresji cechy, należało określić źródła tej zmienności, co może ułatwić miarodajną ocenę sterility/płodności poszczególnych roślin w czasie kwitnienia.

Celem badań było określenie zmienności stopnia wykształcenia pylników w obrębie roślin pszenżyta ozimego z cytoplazmą *T. timopheevi* oraz ocena udziału poszczególnych źródeł zmienności w ogólnej zmienności stopnia degeneracji pylników.

MATERIAŁ I METODY

Obserwacje stopnia wykształcenia pylników przeprowadzono w 2004 roku w Stacji Doświadczalnej AR Prusy, koło Krakowa. Materiał badawczy stanowiła populacja F_2 roślin pszenżyta ozimego z cytoplazmą *T. timopheevi*, otrzymana z krzyżowania męskosterylnej linii Salvo 15/1 (pokolenie B_{13}) z linią przywracającą płodność Bogo 5/3 (pokolenie S_7). Przed kwitnieniem na 12 roślinach o różnym stopniu degeneracji pylników dokonano wizualnej oceny wykształcenia pylników. Ocenę przeprowadzono na 4 kłosach z rośliny wybieranych sukcesywnie, w miarę zbliżania się do kwitnienia. Oceniono pylniki w trzech kolejnych kwiatach w trzecim, siódmym i jedenastym kłosku, po obu stronach osadki kłosowej. W obrębie kwiatów pylniki były oceniane w tej samej kolejności. Do oceny zastosowano skalę 5-stopniową, w której ocenę 1 — przyznawano pylnikom najslabiej rozwiniętym, tj. zdeformowanym, krótkim, cienkim, ostro zakończonym, zasychającym, niepekającym i pozbawionym pyłku, natomiast 5 — pylnikom prawidłowo wykształconym, dużym, pekającym i uwalniającym po roztarciu pyłek. Ocenę 2–4 przyznawano pylnikom o pośrednim stopniu degeneracji (rys. 1).

Analizę zmienności przeprowadzono według klasyfikacji hierarchicznej dla modelu mieszanego. Uwzględniono wpływ sześciu czynników, z których zmienność roślin, kłosów i stron kłosa traktowano jako czynniki losowe, natomiast zmienność części kłosa, kwiatów i pylników były czynnikami stałymi. Oszacowano komponenty wariancyjne, które wyrażono w procentach w stosunku do całej zmienności.



Rys. 1. Ocena wizualna pylników (1 — męskosterylne, 2 — męskosterylne pośrednie, 3 — pośrednie, 4 — pośrednie męskopłodne, 5 — męskopłodne)

Fig. 1. Visual score of anthers (1 — male sterile, 2 — male sterile intermediate, 3 — intermediate, 4 — intermediate male fertile, 5 — male fertile)

WYNIKI I DYSKUSJA

Analiza wariancji wykazała wysoce istotne zróżnicowanie stopnia wykształcenia pylników między roślinami, kłosami, stronami kłosa, lokalizacjami kłoska w kłosie i kwiatu w kłosku (tab. 1).

Tabela 1

Analiza zmienności stopnia wykształcenia pylników u roślin pszenżyta z cytoplazmą *T. timopheevi*
Analysis of variance of anther development in winter triticale plants with *T. timopheevi* cytoplasm

Zródło zmienności Source of variation	Liczba stopni swobody Degrees of freedom	Średni kwadrat Mean square
Całkowita — Total	2591	
Rośliny — Plants	11	125,66**
Kłosa w roślinie — Ears in plant	36	3,39**
Strony kłosa — Ear's sides	48	0,85**
Kłoski w kłosie — Spikelets in ear	192	4,51**
Kwiaty w kłosku — Flowers in spikelet	576	0,82**
Pylniki w kwiecie — Anthers in flower	1728	0,34

** Istotne przy $\alpha = 0,01$

** Significant at $\alpha = 0.01$

Największa zmienność, tj. 35,63% ogólnej zmienności wynikała z różnic pomiędzy roślinami (tab. 2). W obrębie roślin największą zmienność (28,75%) zaobserwowano między kłoskami kłosa oraz pomiędzy pylnikami w kwiatach (21,25%). Zmienność między kłosami, stronami kłosa i kwiatami w kłosku były znacznie mniejsze (tab. 2). Pylniki w kwiatach szczytowej części kłosa były bardziej zdegenerowane niż w części środkowej i dolnej (tab. 3). Podobne wyniki otrzymał Łapiński (1977) badając zróżnicowanie sterylności pyłku w obrębie roślin *Secale montanum* z cytoplazmą *Secale cereale*. Zwiększoną sterylność apikalnej części kłosa u roślin pszenicy z cytoplazmą *T.*

timopheevi zaobserwował Sage (1972). Według tego autora w wyniku ekspresji genów przywracających płodność powstaje substancja o charakterze hormonalnym, która jest transportowana akropetalnie do kłosa. Jej stężenie maleje w szczytowej części kłosa, co w konsekwencji powoduje występowanie sterylnych pylników.

Tabela 2

Wartości oczekiwane średnich kwadratów i udział komponentów wariancji w ogólnej zmienności stopnia wykształcenia pylników
Expected mean square values and proportion of variance components in total variation of anther development

Źródło zmienności Source of variation	Wartości oczekiwane średnich kwadratów Expected values of mean squares	Komponenty wariancji Components of variance (%)
Rośliny — Plants (<i>r</i>)	$\sigma_p^2 + pkc\sigma_s^2 + pkcs\sigma_k^2 + pkcsk\sigma_r^2$	35,63
Kłosa — Ears (<i>kl</i>)	$\sigma_p^2 + pkc\sigma_s^2 + pkcs\sigma_k^2$	3,12
Strony — Sides (<i>s</i>)	$\sigma_p^2 + pkc\sigma_s^2$	1,25
Kłoski — Spikelets (<i>c</i>)	$\sigma_p^2 + pk\sigma_c^2$	28,75
Kwiaty — Flowers (<i>k</i>)	$\sigma_p^2 + p\sigma_k^2$	10,00
Pylniki — Anthers (<i>p</i>)	σ_p^2	21,25

Tabela 3

Średni stopień wykształcenia pylników w różnych kłoskach kłosa
Mean development of anthers in different spikelets in the ear

Kłosek Spikelet	Skala 5° 5° scale
Trzeci — Third	2,29
Siódmy — Seventh	2,05
Jedenasty — Eleventh	1,19

Otrzymane wyniki wskazują, że ocenę męskiej płodności roślin w czasie kwitnienia należy prowadzić na kilku kłosach zwracając szczególną uwagę na wykształcenie pylników w różnych częściach kłosa i w obrębie kwiatu. Klasyfikacja roślin tylko na podstawie oceny stanu pylników w środkowej części kłosa jest niewystarczająca i może być błędna szczególnie w przypadku roślin zaliczanych do klasy męskosterylnych.

WNIOSKI

1. Wykazano wysoce istotne zróżnicowanie stopnia wykształcenia pylników między roślinami i w obrębie roślin pszenżyta ozimego z cytoplazmą *T. timopheevi*.
2. W obrębie roślin największa zmienność (28,75% ogólnej zmienności) występowała między kłoskami kłosa oraz między pylnikami w kwiatach (21,25%). Zmienność między kłosami, stronami kłosa i kwiatach w kłosku były znacznie mniejsze.
3. Pylniki w kwiatach szczytowej części kłosa były bardziej zdegenerowane niż w części środkowej i dolnej.
4. Ocenę męskiej płodności roślin w czasie kwitnienia należy prowadzić na kilku kłosach zwracając szczególną uwagę na wykształcenie pylników w różnych częściach kłosa i w obrębie kwiatu.

LITERATURA

- Bartkowiak-Broda I., Popławska W., Liersch A., Gazecka B. 1996. Badania nad genowo-cytoplazmatyczną niepłodnością typu CMS pol u rzepaku ozimego. *Rośliny Oleiste*, XVII: 21 — 32.
- Geiger H. H., Miedaner T. 1996. Genetic basis and phenotypic stability of male fertility restoration in rye. *Vortr. Pflanzenzüchtg.* 35: 27 — 38.
- Geiger H. H., Yuan Y., Miedaner T., Wilde P. 1995. Environmental sensitivity of cytoplasmic genic male sterility (CMS) in *Secale cereale* L. In: *Genetic Mechanisms for Hybrid Breeding*. Eds. U. Kück, G. Wricke. *Adv. Plant Breed.* 18: 7 — 17.
- Góral H. 2002. Ocena męskiej płodności mieszańców F₁ pszenżyta ozimego z cytoplazmą *Triticum timopheevi*. *Folia Univ. Agric. Stetin., Agricultura* 228 (91): 17 — 22.
- Łapiński M. 1977. Genowa i cytoplazmatyczna męska niepłodność u żyta (*Secale* spp.). *Rozprawy, Akademia Rolnicza w Szczecinie*, 49.
- Mihaljev I. 1976. The influence of some factors on the fertility restoration in cytoplasmic male sterile wheat lines. *Poljoprivredna Znanstvena Smotra*, 38 (48): 79 — 84.
- Sage G. C. M. 1972. The inheritance of fertility restoration in male sterile wheat carrying cytoplasm derived from *Triticum timopheevi*. *Theor. Appl. Genet.* 42: 233 — 243.
- Scoles G. J., Evans L. E. 1979. The genetics of fertility restoration in cytoplasmic male-sterile rye. *Can. J. Genet. Cytol.* 21: 417 — 422.
- Warzecha R., Salak-Warzecha K. 2002. Hybrid triticales — prospects for research and breeding — Part II: Development of male sterile lines. In: *Proc. 5th Int. Triticale Symp., IHAR Radzików, Poland, 30 June 5 July 2002*, vol. I: 193 — 198.