

**STEFAN STOJAŁOWSKI**<sup>1</sup>

**MARTA ORŁOWSKA**<sup>1</sup>

**MARTYNA SOBCZYK**<sup>1</sup>

**ANNA BIENIAS**<sup>1</sup>

**BEATA MYŚKÓW**<sup>1</sup>

**PRZEMYSŁAW TOMCZAK**<sup>2</sup>

**WOJCIECH WESOŁOWSKI**<sup>3</sup>

**MAREK SZKLARCZYK**<sup>3</sup>

**WALDEMAR BRUKWIŃSKI**<sup>4</sup>

**KATARZYNA BANASZAK**<sup>4</sup>

**MONIKA HANEK**<sup>4</sup>

**RENATA KRYSZTROFIK**<sup>4</sup>

**MAREK ZAJĄC**<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Katedra Genetyki, Hodowli i Biotechnologii Roślin, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

<sup>2</sup> Hala Wegetacyjna, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

<sup>3</sup> Zakład Genetyki, Hodowli Roślin i Nasiennictwa, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

<sup>4</sup> DANKO Hodowla Roślin Sp. z o.o.

<sup>5</sup> Poznańska Hodowla Roślin Sp. z o.o.

Kierownik Tematu: dr hab. Stefan Stojalowski prof. ZUT Katedra Genetyki, Hodowli i Biotechnologii Roślin, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Słowackiego 17, 71-434 Szczecin, tel. 91 4496404, e-mail: stefan.stojalowski@zut.edu.pl

*Prace zostały wykonane w ramach badań podstawowych na rzecz postępu biologicznego w produkcji roślinnej na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi nr HOR.hn.802.13.2018, Zadanie 20.*

## Poszukiwanie wspólnych mechanizmów dziedziczenia płodności roślin z cytoplazmą CMS-C oraz z cytoplazmą CMS-Pampa

**Search of common genetic mechanisms determining fertility of plants with  
cytoplasm CMS-C and CMS-Pampa**

**Słowa kluczowe:** cytoplazmatyczna męska sterylność, odmiany mieszańcowe, żyto

Zjawisko cytoplazmatycznej męskiej sterylności wykorzystywane jest w komercyjnej hodowli odmian mieszańcowych wielu gatunków roślin uprawnych. U żyta znanych jest

szereg źródeł cytoplazm sterylizujących, ale w praktycznej hodowli dominuje wykorzystanie odkrytej przez Geigera i Schnella (1970) cytoplazmy Pampa (CMS-P). Źródło CMS-C odkryto w Szczecinie (Łapiński, 1972) i obecnie jest ono zaliczane do grupy cytoplazm o nazwie Vavilovii (CMS-V). Realizację badań podjęto z zamiarem bliższego poznania podobieństw i różnic w genetycznej determinacji męskiej sterility u żyta z cytoplazmą Pampa i cytoplazmą C.

Cele pracy to:

- poszukiwanie markerów związanych z genami przywracania płodności w cytoplazmach C i P na drodze mapowania sprzężeniowego oraz asocjacyjnego,
- walidacja wyników bioinformatycznej analizy danych dotyczących sekwencji DNA mitochondrialnego z cytoplazm: normalnej, Pampa i CMS-C,
- określenie frekwencji roślin męskopłodnych i męskosterylnych w mieszańcach między źródłami CMS-C i CMS-P a populacjami żyta,
- ocena zdolności kombinacyjnej wybranych linii męskosterylnych z cytoplazmą C na tle linii zawierających cytoplazmę Pampa.

Wyniki mapowania genetycznego w obrębie mieszańców międzyliniowych oraz odmian mieszańcowych wskazują na duże znaczenie genów zlokalizowanych na długim ramieniu chromosomu 4R. Geny zlokalizowane w tym obszarze genomu żyta są istotne w kontrolowaniu męskiej płodności zarówno w cytoplazmie Pampa, jak i C. Wynik ten jest zgodny z wcześniejszymi doniesieniami literaturowymi (Miedaner i in., 2000; Stracke i in., 2003; Stojalowski i in., 2004; 2011; Hackauf i in., 2012). Dodatkowe geny o niewielkich efektach fenotypowych zlokalizowane są na kilku różnych chromosomach, a ich rozmieszczenie nie jest identyczne dla obu badanych cytoplazm. Przy ocenie męskiej płodności pojedynczych roślin odmian mieszańcowych, zaobserwowano, że w odmianie Skaltio i Konto udział roślin pyłących był bardzo niewielki, więcej męskopłodnych roślin było w odmianie Tur, Stach i Picasso, a najwięcej w odmianie Bono. We wszystkich tych odmianach udział roślin męskosterylnych był jednak nie mniejszy niż 40%.

Poszukiwania mitochondrialnych czynników genetycznych wywołujących męską sterility w cytoplazmach Pampa i C nie zakończyły się sukcesem. Zidentyfikowano kilka polimorfizmów mtDNA, ale nie miały one związku z determinacją zjawiska CMS.

Badania nad frekwencją alleli sterility/płodności wykonano poprzez ocenę płodności mieszańców między źródłami CMS-C i CMS-P a europejskimi populacjami żyta. Ocena płodności była wykonywana wzrokowo przez cały okres kwitnienia żyta, przy zastosowaniu skali bonitacyjnej opracowanej przez Geigera i Morgensterna (1975). Badano trzy historyczne odmiany: z Rosji, Węgier i byłej Jugosławii oraz trzy populacje hodowlane z Polski. Większość badanych populacji bardzo dobrze przywracała płodność w systemie CMS-C, a słabo w CMS-P. Wyjątkiem była jugosłowiańska populacja Landsorte K9538, która charakteryzowała się relatywnie dużą częstotliwością występowania genotypów dopełniających względem cytoplazmy C (prawie 40%).

Ocenę zdolności kombinacyjnej 30 linii męskosterylnych z cytoplazmami C (4 linie) i P (26 linii) wykonywano w doświadczeniach polowych trójpowtórzeniowych założonych w dwóch miejscowościach (Wiatrowo i Nagrałowice) metodą losowanych

bloków. Obiektami badawczymi w doświadczeniach były mieszańce wyżej wymienionych linii męskosterylnych z populacją syntetyczną SR27. Wielkość poletek doświadczalnych do zbioru wynosiła 5 m<sup>2</sup>. Wykonano ocenę wielkości plonu, wylegania przed zbiorem, porażenia przez rdzę brunatną i wysokości roślin. Poza badanymi 30 mieszańcami eksperymentalnymi w doświadczeniu badano dwie odmiany wzorcowe: KWS Serafino F<sub>1</sub> i KWS Binnto F<sub>1</sub>. Wszystkie badane w 2018 roku linie dawały mieszańce plonujące wyraźnie gorzej niż odmiany wzorcowe. Plony mieszańców eksperymentalnych stanowiły od nieco ponad 60% do niespełna 85% średniego plonu wzorców. Mieszańce eksperymentalne z udziałem trzech linii męskosterylnych z cytoplazmą C należały do najslabiej plonujących — poniżej 70% wzorców. Podobny poziom plonowania odnotowano dla ośmiu mieszańców eksperymentalnych z cytoplazmą Pampa. Najlepszy wynik dała linia ZUT\_160086P — ponad 75% plonu wzorca. Pod względem pozostałych badanych w doświadczeniu cech użytkowych mieszańce z cytoplazmą C ocenione zostały na poziomie zbliżonym do tych, w których formy mateczne zawierały cytoplazmę Pampa.

#### WNIOSKI Z BADAŃ

1. Odmiany mieszańcowe żyta są wewnątrznie zróżnicowane pod względem przywrócenia męskiej płodności.
2. Geny kontrolujące przywracanie płodności u żyta z cytoplazmami Pampa i C są zlokalizowane na różnych chromosomach, a największe znaczenie mają geny z długiego ramienia chromosomu 4R.
3. We wszystkich ocenionych populacjach żyta z Polski i innych krajów Europy przeważały genotypy przywracające męską płodność w systemie CMS-C, a utrzymujące męską sterylność w systemie CMS-P.
4. Badane linie męskosterylne z cytoplazmami C i P dawały mieszańce plonujące słabiej niż zarejestrowane odmiany wzorcowe.
5. Pod względem wysokości, wylegania i porażenia przez rdzę brunatną genotypy z CMS-C nie różniły się od tych z cytoplazmą Pampa.

#### LITERATURA

- Geiger H. H., Morgenstern K. 1975. Angewandt-genetische Studien zur cytoplasmatischen Pollensterilität bei Winterroggen. *Theor. Appl. Genet.* 46: 269 — 276.
- Geiger H. H., Schnell F. W. 1970. Cytoplasmic male sterility in rye (*Secale cereale* L.). *Crop Sci.* 10: 590 — 593.
- Hackauf B., Korzun V., Wortmann H., Wilde P., Wehling P. 2012. Development of conserved ortholog set markers linked to the restorer gene Rfp1 in rye. *Mol. Breeding* 30: 1507 — 1518.
- Łapiński M. 1972. Cytoplasmic-genic type of male sterility in *Secale montanum* Guss. *Wheat Inform. Serv.* 35: 25 — 28.
- Miedaner T., Glass C., Dreyer F., Wilde P., Wortmann H., Geiger H. H. 2000. Mapping of genes for male-fertility restoration in 'Pampa' CMS winter rye (*Secale cereale* L.). *Theor. Appl. Genet.* 101: 1226 — 1233.
- Stojalowski S., Łapiński M., Masojć P. 2004. RAPD markers linked with restorer genes for the C-source of cytoplasmic male sterility in rye (*Secale cereale* L.). *Plant Breeding* 123: 428 — 433.

- Stojałowski S., Milczarski P., Hanek M., Bolibok-Braęoszewska H., Myśków B., Kilian A., Rakoczy-Trojanowska M. 2011. DArT markers tightly linked with the Rfc1 gene controlling restoration of male fertility in the CMS-C system in cultivated rye (*Secale cereale* L.). J. Appl. Genet. 52: 313 — 318.
- Stracke, S., Schilling, A.G., Forster, J., Weiss, C., Glass, C., Miedaner, T., Geiger, H.H. 2003. Development of PCR-based markers linked to dominant genes for male-fertility restoration in Pampa CMS of rye (*Secale cereale* L.). Theor. Appl. Genet., 106: 1184 — 1190.