CHARACTERIZATION OF WA-CMS RICE GENOTYPES FOR FERTILITY RESTORER AND SUBMERGENCE TOLERANCE GENES

S. SINHA [1], SATYENDRA [1], S. SINHA [2], M. KUMAR [1], S.P. SINGH [1], Md. M. RASHID [2]*

[1] Department of Plant Breeding and Genetics, Bihar Agricultural University, Sabour, Bhagalpur – 813210, India
[2] Department of Molecular Breeding and Genetics Engineering, Bihar Agricultural University, Sabour, Bhagalpur – 813210, India
[3] Department of Plant Pathology, Bihar Agricultural University, Sabour, Bhagalpur – 813210, India
E-mail: sinhapuja600@gmail.com, bablysweta@gmail.com, mankesh2008@gmail.com, sps2007bau2011@gmail.com, drsatyendratomar@gmail.com, mahtabrashid@gmail.com

* Corresponding author: mahtabrashid@gmail.com

Characterization of restorer lines form an imperative part of successful hybrid breeding programme in rice. Conventional methods of restorer lines characterization based on pollen and spikelet fertility is quite unreliable due to environmental factors. However, DNA based markers for the presence or absence of fertility restoration genes serve as an efficient, reliable, and rapid technique. In present investigation, 55 rice genotypes were characterized for fertility restorer (Rf) and submergence tolerance genes using QTL/gene based molecular markers. Marker analysis revealed that 46 genotypes have Rf4 gene, 51 genotypes have Rf3 gene, and 42 genotypes have both Rf4 and Rf3 genes while only 3 genotypes have Sub1 gene. Hence, these genotypes can be used as an effective restorer line in future rice hybrid breeding programmes depending upon the objective. Additionally, CR 2994-5-3-2-1-1, PAU 3207, and Swarna Sub1 can be utilized as restorers of male fertility breeding programmes orientated to produce submergence tolerant rice hybrids.

Key words: *Restorer lines, rice hybrid, cytoplasmic male sterility, fertility restoration, and submergence tolerance.*

ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕНОТИПІВ РИСУ WA-CMS ЗА ГЕНАМИ ВІДНОВЛЕННЯ ФЕРТИЛЬНОСТІ ТА СТІЙКОСТІ ДО ЗАТОПЛЕННЯ

Характеризування ліній-відновлювачів є невід'ємною частиною успішної програми селекції гібридів рису. Традиційні методи характеризування ліній-відновлювачів на основі фертильності пилку та колоса є досить ненадійними через вплив факторів навколишнього середовища. Однак ДНК-маркери наявності або відсутності генів відновлення фертильності слугують ефективним, надійним і швидким методом. У цьому дослідженні 55 генотипів рису були охарактеризовані на наявність генів відновлення фертильності (*Rf*) та стійкості до затоплення за допомогою молекулярних маркерів на основі QTL/генів. Маркерний аналіз показав, що 46 генотипів мають ген *Rf4*, 51 генотип — ген *Rf3*, 42 генотипи мають гени *Rf4* і *Rf3*, і лише 3 генотипи мають ген *Sub1*. Отже, ці генотипи можуть бути використані як ефективні лінії-відновлювачі в майбутніх програмах селекції гібридів рису залежно від поставленої мети. Крім того, CR 2994-5-3-2-1-1, PAU 3207 і Swarna Sub1 можуть бути використані як відновлювачі чоловічої фертильності в селекційних програмах, спрямованих на створення стійких до затоплення гібридів рису.

Ключові слова: лінії-відновлювачі, гібрид рису, цитоплазматична чоловіча стерильність, відновлення фертильності, стійкість до затоплення.

REFERENCES

Gaborieau L, Brown GG, Mireau H (2016) The propensity of pentatricopeptide repeat genes to evolve into restorers of cytoplasmic male sterility. Front Plant Sci 7:1816

Gautam R, Shukla P, Kirti PB (2023) Male sterility in plants: an overview of advancements from natural CMS to genetically manipulated systems for hybrid seed production. Theor Appl Genet 136(9):195

Haque MA, Rafii MY, Yusoff MM, Ali NS, Yusuff O, Arolu F, Anisuzzaman M (2023) Flooding tolerance in Rice: Adaptive mechanism and marker-assisted selection breeding approaches. Mol Biol Rep 50(3):2795-2812

Huang M (2022) The decreasing area of hybrid rice production in China: Causes and potential effects on Chinese rice self-sufficiency. Food Security 14(1):267–272

Kitazaki K, Oda K, Akazawa A, Iwahori R (2023) Molecular genetics of cytoplasmic male sterility and restorer-of-fertility for the fine tuning of pollen production in crops. Theor Appl Genet 136(7):156

Kumar V, Kumar P, Chattopadhyay T (2017) A rapid and reproducible method for isolation of genomic DNA from a few crop plants suitable for polymerase chain reaction based on genotypic. J Appl Nat Sci 9:1119–1122

Kuroha T, Ashikari M (2020) Molecular mechanisms and future improvement of submergence tolerance in rice. Mol Breeding 40(4):41

Nematzadeh GA, Kiani G (2010) Genetic analysis of fertility restoration genes for WA type cytoplasmic

© ІНСТИТУТ КЛІТИННОЇ БІОЛОГІЇ ТА ГЕНЕТИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ НАН УКРАЇНИ, 2025

male sterility in Iranian restorer rice line DN-33-18. Afr J Biotechnol 9(38):6273–6277.

Peng G, Liu Z, Zhuang C, Zhou H (2023) Environment-sensitive genic male sterility in rice and other plants. Plant Cell Environ 46(4):1120–1142

Pranathi K, Viraktamath BC, Neeraja CN, Balachandran SM, Prasad ASH, Rao PK, Revathi P, Senguttuvel P, Hajira SK, Balachiranjeevi CH, Naik SB, Abhilash V, Praveen M, Parimala K, Kulkarni SR, Anila M, Rekha G, Koushik MBVN, Kemparaju B, Madhav MS, Mangrauthia SK, Harika G, Dilip T, Kale RR, Prasanth VV, Babu VR, Sundaram RM (2016) Development and validation of candidate gene-specific markers for the major fertility restorer genes *Rf4* and *Rf3* in Rice. Mol Breed 36:145

Shi J, An G, Weber AP, Zhang D (2023) Prospects for rice in 2050. Plant Cell Environ 46(4):1037–1045

Singh AK, Ponnuswamy R, Prasad MS, Sundaram RM, Prasad ASH, Senguttuvel P, Raju KBK, and Sruthi K (2023) Improving blast resistance of maintainer line DRR 9B by transferring broad spectrum resistance gene Pi2 by marker assisted selection in rice. Physiol Mol Biol Plants 29(2):253–262

Sinha S, Kumar A, Satyendra Kumar M, Singh SP, Singh PK (2018) Screening of rice genotypes for abiotic and biotic stresses using molecular markers. J Pharmacogn Phytochem 7(2):2111–2115

Song Y, Shan Z, Mao LH, Huang RL, Xiong HL, Shen LJ, Shen XH (2017) Molecular identification of the cytoplasmic male sterile source from Dongxiang wild rice (*Oryza rufipogon* Griff.). J Integr Agric 16(8):1669–1675

Tan Q, Chen S, Gan Z, Lu Q, Yan Z, Chen G, Lin S, Yang W, Zhao J, Ba Y, Zhu H, Bu S, Liu G, Liu Z, Wang S, Zhang G (2023) Grain shape is a factor affecting the stigma exertion rate in rice. Front Plant Sci 14:1087285

Vijayalakshmi D, Muthulakshmi S, Arumugaperumal M, Raveendran M (2020) Chlorophyll fluorescence and photosynthetic gas exchange in submergent tolerant CO 43 Sub1 lines. Plant Physiol Rep 25:245254

Wang D, Wang H, Xu X, Wang M, Wang Y, Chen H, Ping F, Zhong H, Mu Z, Xie W, Li X, Feng J, Zhang M, Fan Z, Yang T, Zhao J, Liu B, Ruan Y, Zhang G, Liu C, Liu Z (2023) Two complementary genes in a presence-absence variation contribute to indica-japonica reproductive isolation in rice. Nat Commun 14(1):4531

Xu Y, Yu D, Chen J, Duan M (2023a) A review of rice male sterility types and their sterility mechanisms. Heliyon

Xu Z, Du Y, Li X, Wang R, Zhao X, Liu Q, Tang S, Zhang H (2023b) Identification and fine mapping of a fertility restorer gene for wild abortive cytoplasmic male sterility in the elite indica rice non-restorer line 9311. Crop J 11(3):887–894

Yuan S, Linquist BA, Wilson LT, Cassman KG, Stuart AM, Pede V, Miro B, Saito K, Augustiani Aristya VE, Krisnadi LY, Zanon AJ, Heinemann AB, Carracelas N, Brahmanand PS, Li T, Peng S, Grassini P (2021) Sustainable intensification for a larger global rice bowl. Nat Commun 12(1)7163

Received October 05, 2023
Received December 06, 2023
Accepted January 18, 2025