

Список литературы

- 1 Burgarella C., Barnaud A., Kane N.A., Jankowski F., Scarcelli N., Billot C., Vigouroux Y., Berthouly-Salazar C. Adaptive Introgression: An Untapped Evolutionary Mechanism for Crop Adaptation // *Front. Plant Sci.* 2019. V. 10. A. 4.
- 2 Devi U., Grewal S., Yang C.-y., Hubbart-Edwards S., Scholefield D., Ashling S., Burrridge A., King I.P., King J. Development and characterisation of interspecific hybrid lines with genome-wide introgressions from *Triticum timopheevii* in a hexaploid wheat background // *BMC Plant Biol.* 2019. V.19. A.183.
- 3 Пшеничникова Т.А., Пермяков А.В., Осипова С.В., Пермякова М.Д., Рудиковская Е.Г., Верхотуров В.В. Влияние ограниченных интрогрессий от *Triticum timopheevii* Tausch. в геном мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) на физиологические и биохимические признаки в условиях полива и засухи // *Вавиловский журнал генетики и селекции.* 2015. Т. 19. № 5. С. 574–580.
- 4 Osipova S., Permyakov A., Konstantinov D. Shchukina L. Rudikovskaya E., Permyakova M., Pshenichnikova T. Variability of photosynthesis parameters and yield in recombinant lines of bread wheat with introgressions from *Triticum timopheevii* into 2A chromosome under different water supply conditions // *CRC.* 2024. V. 52. № 27. P. 101–113.
- 5 Wasternack C., Hause B. Jasmonates: biosynthesis, perception, signal transduction and action in plant stress response, growth and development. An update to the 2007 review in *Annals of Botany* // *Ann Bot.* 2013. V. 111. P. 1021–1058.
- 6 Feng J.Y., Wang M.N., Chen, X.M., See D.R., Zheng Y.L., Chao S.M., Wan A.M. Molecular mapping of YrSP and its relationship with other genes for stripe rust resistance in wheat chromosome 2BL // *Phytopathology.* 2015. V.105. P. 1206–1213.
- 7 Wessels E., Prins R., Boshoff W. H. P., Zurn J.D., Acevedo M., Pretorius Z.A. Mapping a Resistance Gene To *Puccinia graminis* sp. *tritici* in the Bread Wheat Cultivar ‘Matlabas’ // *Plant Disease.* 2019. V. 103. P. 2337–2344.
- 8 Wan W., Xiao J., Li M., Tang X., Wen M., Cheruiyot A.K., Li Y., Wang H., Wang X. Fine mapping of wheat powdery mildew resistance gene *Pm6* using 2B/2G homoeologous recombinants induced by the *ph1b* mutant // *Theor Appl Gen.* 2020. V.133. P. 1265–1275.
- 9 Kumar K., Jan I., Saripalli G., Sharma P.K., Mir R.R., Balyan H.S., Gupta P.K. An Update on Resistance Genes and Their Use in the Development of Leaf Rust Resistant Cultivars in Wheat // *Front. Genet.* 2022. V. 13. A. 816057.

DOI 10.18699/GPB2024-64

Аллоплазматические линии (*H. vulgare*)–*T. aestivum* с разным уровнем цитоядерной совместимости: генетические модели и перспективные генотипы для селекции

Першина Л.А.^{1,2*}, д.б.н., г.н.с.; Трубачева Н.В.^{1,2}, к.б.н., н.с.; Россеева Л.П.³, к.с.-х.н., в.н.с.; Белан И.А.³, к.с.-х.н., в.н.с., зав. лабораторией.

¹Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск, Россия

²Курчатовский геномный центр ИЦиГ СО РАН, Новосибирск, Россия

³Омский АНЦ, Омск, Россия

*email: pershina@bionet.nsc.ru

На основании ПЦР-анализа 18S/5S мт-повтора среди растений алло-линий мягкой пшеницы, несущих цитоплазму культурного ячменя, выявлены генотипы с незавершенной и завершенной цито-ядерной совместимостью. Алло-линии с незавершенной цито-ядерной совместимостью являются адекватными моделями для изучения локализации генов Rf в хромосомах мягкой пшеницы. Обоснованно, что алло-линии с завершенной цито-ядерной совместимостью могут включаться в интрогрессивную гибридизацию и использоваться для получения перспективных для селекции генотипов.

Ключевые слова: алло-линии (H. vulgare)–T. aestivum; цито-ядерная совместимость; гены Rf; перспективные линии для селекции.

Alloplasmic lines (H. vulgare)–T. aestivum with different levels of cytonuclear compatibility: genetic models and genotypes for breeding

*Pershina L.A. *, Trubacheeva N.V., Rosseeva L.P., Belan I.A.*

Institute of Cytology and Genetics, SB RAS, Novosibirsk, Russia

**email: pershina@bionet.nsc.ru*

Based on PCR analysis of the 18S/5S mt-repeat, genotypes with incomplete and complete cyto-nuclear compatibility were identified among plants of allo-lines of bread wheat carrying the cytoplasm of cultivated barley. Allo-lines with incomplete cyto-nuclear compatibility are adequate models for studying the localization of Rf genes in bread wheat chromosomes. It is substantiated that allo-lines with complete cyto-nuclear compatibility can be included in introgressive hybridization and used to obtain genotypes that are promising for breeding.

Key words: allo-lines (H. vulgare)–T. aestivum; cytonuclear compatibility; Rf genes; promising lines for breeding.

Аллоплазматические линии (алло-линии) – это генотипы, у которых цитоплазма замещена на чужеродную. У таких генотипов происходят нарушения регуляции прямых и обратных цито-ядерных взаимодействий, и как следствие, изменения в проявлении признаков растений, включая пониженную фертильность или ее полное подавление (ЦМС). У ряда экономически важных культур линии с ЦМС представляют интерес для гибридной селекции, а аллоплазматические генотипы с восстановленной фертильностью – для традиционной селекции в качестве дополнительного источника биоразнообразия. В связи с этим изучение механизмов образования алло-линий и генетического контроля восстановления их фертильности является важной задачей.

В наших работах интрогрессивные ДГ-линии, полученные на основе алло-линий мягкой пшеницы, носителей цитоплазмы культурного ячменя *H. vulgare*, используются при создании нового селекционного материала и сортов мягкой пшеницы [1–3]. Согласно нашим наблюдениям, для этих целей алло-линии должны ха-

рактизоваться не только проявлением хозяйственно ценных признаков и восстановлением фертильности, но и завершенностью цито-ядерной совместимости.

В настоящем сообщении обсуждаются результаты, полученные при изучении особенностей алло-линий мягкой пшеницы, несущих цитоплазму *H. vulgare* и характеризующихся разным уровнем цито-ядерной совместимости. В работу включено несколько групп алло-линий, характеризующихся внутри групп одинаковым происхождением, но разным проявлением мужской фертильности у растений. На основании результатов ПЦР-анализа 18S/5S митохондриального (мт) повтора частично стерильные, частично фертильные и часть фертильных растений, у которых выявлена гетероплазмия мт-ДНК (наличие фрагментов 18S/5S мт-ДНК, характерных для ячменя и пшеницы) отнесены к генотипам с незавершенной цито-ядерной совместимостью. У другой части фертильных растений и стабильных по проявлению фертильности растений выявлена гомоплазмия пшеничного типа. У таких генотипов, как показано ранее [4], цитоядерная совместимость завершена.

Растения с разным уровнем мужской фертильности и цито-ядерной совместимости были скрещены в качестве материнских форм с линией сорта Омская 37 (носитель пшенично-ржаной транслокации 1BL.1RS) и пшенично-ржаными замещенными линиями 1A(1R), 1D(1R). По результатам анализа фертильности гибридов в F₁ и F₂ установлено, что хромосомы пшеницы 1BL, 1A и 1D оказывают влияние на фертильность алло-линий с незавершенной цито-ядерной совместимостью, но не влияют на фертильность алло-линий с завершенной цито-ядерной совместимостью. Основываясь на результатах расщепления в F₂ гибридов, полученных от скрещивания частично фертильных растений с линией, носителем пшенично-ржаной транслокации 1BL.1RS, а также пшенично-ржаными замещенными линиями 1R(1A) и 1R(1D), сделано заключение, что короткое плечо хромосомы 1B и хромосомы 1A и 1D несут по одному доминантному гену *Rf* (*restorer-of-fertility*), которые контролируют восстановление фертильности мягкой пшеницы на цитоплазме культурного ячменя. При этом одной дозы этих генов недостаточно для восстановления фертильности полностью стерильных и частично стерильных растений.

Независимость алло-линий с завершенной цито-ядерной совместимостью от влияния хромосом, в которых локализованы гены *Rf*, дает возможность включать такие линии в интрогрессивную гибридизацию без опасения, что замещение отдельных хромосом или их фрагментов приведет к стерильности алло-линий. Подтверждением этому служат данные, включенные в таблицу. В этой таблице приведены результаты селекционных испытаний в 2023 г. (селекционный питомник третьего года изучения, СП-3) дигаллоидных (ДГ) алло-линий (*H. vulgare*)–*T. aestivum*, у которых короткое плечо хромосомы 1B замещено на короткое плечо хромосомы ржи 1R. Из приведенных данных оценки урожайности следует, что эти линии за годы испытаний не утратили фертильность и остаются конкурентно способными в селекционном процессе. В 2024 г. линии ДГ 12/5, ДГ 13/5, ДГ 14/5, ДГ 16/5 и ДГ 17/5

будут изучаться в питомнике конкурсного сортоиспытания (КСИ).

Другими подтверждениями сделанного заключения по поводу алло-линий с завершенной цито-ядерной совместимостью являются и факты возделывания сортов Сигма (с 2015 г.) и Уралосибирская 2 (с 2019 г.), материнским генотипом которых является алло-линия, несущая пшенично-ржаную транслокацию 1BL.1RS [1, 2].

СП-3. Экспериментальное поле лаборатории яровой мягкой пшеницы, г. Омск, 2023 г.

Генотипы	Высота растений	Урожайность	Наличие 1RS.1BL
ДГ 1/5	76	3,49	+
ДГ 4/5	80	3,67	+
ДГ 5/5	80	3,65	+
ДГ 8/5	81	3,57	+
ДГ 9/5	82	3,55	+
ДГ 12/5	80	4,41	+
ДГ 13/5	80	4,02	+
ДГ 14/5	80	4,11	+
ДГ 15/5	78	3,65	+
ДГ 16/5	78	3,75	+
ДГ 17/5	78	3,78	+
ДГ 18/5	80	3,82	+
ДГ 19/5	82	3,92	+
ДГ 20/5	76	3,50	+
НСР _{0,5}		0,27	

Примечание. Выделены линии, включенные КСИ.

Финансирование: Исследование выполнено в рамках бюджетного проекта FWNR-2022-0017.

Список литературы

- 1 Першина Л.А., Белова Л.И., Трубочеева Н.В., Осадчая Т.С., Шумный В.К., Белан И.А., Россеева Л.П., Немченко В.В., Абакумов С.Н. Аллоплазматические рекомбинантные линии (*H. vulgare*)- *T. aestivum* с транслокацией 1RS.1BL: исходные генотипы для создания сортов яровой мягкой пшеницы // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2018. Т. 22. № 5. С. 544-552.
- 2 Белан И.А., Россеева Л.П., Блохина Н.П., Мухина Я.В., Трубочеева Н.В., Першина Л.А. Использование дигаплоидных линий – ускорение селекционного процесса в создании сортов яровой мягкой пшеницы. В сборнике: Перспективные технологии в аграрном производстве: человек, "цифра", окружающая среда (AgroProd 2021). Материалы международной научно-практической конференции. Омск, 2021. С. 128-133.
- 3 Pershina L., Trubacheeva N., Badaeva E., Belan I., Rosseeva L. Study of androgenic plant families of alloplasmic introgression lines (*H. vulgare*)-*T. aestivum* and the use of sister DH lines in breeding // Plants. 2020. V. 9. № 6. P. 764–816.
- 4 Trubacheeva N.V., Divashuk M.G., Chernook A.G., Belan I.A., Rosseeva L.P., Pershina L.A. The Effect of Chromosome Arm 1BS on the Fertility of Alloplasmic Recombinant Lines in Bread Wheat with the *Hordeum vulgare* Cytoplasm // Plants. 2021. V. 10(6). P. 1120.