

6 Фотев Ю.В. Оценка холодостойкости коллекционных образцов момордики (*Momordica charantia* L.) по прорастанию пыльцы при низкой температуре *in vitro* // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2022. № 183(3). С. 39–47. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-3-39-47.

DOI 10.18699/GPB2024-89

Получение удвоенных гаплоидов мягкой пшеницы для ускорения селекционного процесса

Тимонова Е.М.^{*1,2}, к.б.н., н.с., Адонина И.Г.^{1,2}, к.б.н., н.с., Логинова А.С.¹, лаб., Бойко Н.И.^{1,3}, м.н.с., к.с.-х.н., Баранцова М.А.¹, лаб., Салина Е.А.^{1,2}, д.б.н., г.н.с., проф.

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

²Курчатовский геномный центр, Институт цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск, Россия

³Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции – филиал ФИЦ Института цитологии и генетики СО РАН

*email: eegorova@bionet.nsc.ru

В данной работе представлены результаты по получению удвоенных гаплоидов мягкой пшеницы. Для этой цели нами был отработан и оптимизирован протокол получения дигаплоидов мягкой пшеницы через культуру пыльников *in vitro*. С использованием данного подхода мы получили растения удвоенных гаплоидов на основе F_1 - F_3 гибридов как яровой, так и озимой пшеницы разного происхождения и с различными хозяйственно ценными признаками. Полученные дигаплоидные растения и линии включены в работы по изучению проявления этих признаков и в селекционные программы.

Ключевые слова: мягкая пшеница, удвоенные гаплоиды, альбинизм, культура пыльников *in vitro*.

Obtaining double haploids of bread wheat for shortening plant breeding process

Timonova E.M.^{1,2*}, Adonina I.G.^{1,2}, Loginova A.S.¹, Boyko N.I.^{1,3}, Barantsova M.A.¹, Salina E.A.^{1,2}

¹ Institute of Cytology and Genetics, SB RAS, Novosibirsk, Russia

²Kurchatov Genomics Center of the Institute of Cytology and Genetics, SB RAS, Novosibirsk, Russia

³Siberian Research Institute of Plant Production and Breeding – Branch of the Institute of Cytology and Genetics, SB RAS, Novosibirsk, Russia

*email: eegorova@bionet.nsc.ru

This paper presents our results of obtaining doubled haploids of common wheat. For this purpose, we have tested and optimized the protocol for obtaining doubled haploids of

wheat through anther culture *in vitro*. Using this approach, we developed doubled haploid lines from spring and winter wheat F_1 - F_3 hybrids of different origins and with different agricultural traits. The obtained DH plants and lines are being studied for the effect of those traits and involved in breeding programs.

Key words: common wheat, double haploids, albinism, anther culture *in vitro*.

Создание новых сортов сельскохозяйственных культур – длительный и дорогостоящий процесс. Традиционно работа по созданию сорта состоит из нескольких этапов: гибридизации, самоопыления, отбора и тестирования полученных линий, и может занимать до 12–15 лет. Поэтому современные биотехнологические подходы для быстрого создания новых высокопродуктивных, устойчивых к биотическому и абиотическому стрессу сортов в короткие сроки очень востребованы. Это особенно важно в случае озимых генотипов, для выращивания каждого поколения которых требуется относительно много времени. Производство удвоенных гаплоидов (или дигаплоидов, ДГ-линий) стало одним из ключевых инструментов биотехнологии в селекции пшеницы, а также множества других видов растений [1]. Основное преимущество использования удвоенных гаплоидов заключается в достижении полной генетической гомозиготности за одну генерацию по сравнению с пятью-шестью поколениями самоопыления в традиционной селекции. ДГ-линии благодаря полной гомозиготности характеризуются высоким уровнем морфологической однородности, синхронизацией времени цветения и завязывания семян. При этом рецессивные аллели и мутации не маскируются доминантными аллелями, а фенотипические различия между разными линиями ярко выражены. Также благодаря своим свойствам удвоенные гаплоиды активно используются и в фундаментальных исследованиях, например, для создания картирующих популяций, для фиксации чужеродного интрогрессивного материала и в генетической инженерии [2–4].

Нами ведется работа по получению удвоенных гаплоидов яровой и озимой мягкой пшеницы. Одной из задач является подбор и оптимизация уже опубликованных методик, поиск условий и факторов для эффективной индукции эмбриогенеза, повышения частоты регенерации зеленых растений и снижения доли безхлорофильных (альбиносных) растений. Апробировано два подхода: метод отдаленной гибридизации, с использованием кукурузы в качестве опылителя, и метод культуры пыльников на основе андрогенеза *in vitro*. Метод культуры пыльников *in vitro*, при котором растение развивается из незрелой гаплоидной микроспоры, благодаря своей простоте чаще других используется в работах с мягкой пшеницей. Нами был получен ряд ДГ-растений с различными хозяйственно ценными признаками: 1) с транслокациями от отдаленных видов, содержащими гены устойчивости к грибным болезням пшеницы; 2) с генами круглозерности и короткостебельности; 3) фиолетовозерной яровой пшеницы; 4) озимой мягкой пшеницы, из гибридных популяций от скрещивания сортов, выращиваемых в разных агроклиматических районах России.

Хотя метод культуры пыльников *in vitro* успешно применяется в наших работах, его эффективность находится в значительной зависимости от генотипических факторов. Так, в работе по получению удвоенных гаплоидов из гибридных растений F₂, полученных от скрещивания сорта Новосибирская 16 с линий Велют 991, содержащей две транслокации (от ржи и *Aegilops speltoides*), были выявлены достоверные различия по проявлению признаков эффективности андрогенеза у разных генотипов. В частности, признак «частота зеленых растений» варьировал от 0,7 % до 10,1 %. Из регенерировавших андрогенных растений были сформированы ДГ-линии, две из которых переданы на депонирование в коллекции ВИР (Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова).

Еще одной фундаментальной проблемой, ограничивающей применение андрогенеза в селекции, является феномен альбинизма, то есть регенерации большого количества альбиносных растений в культуре *in vitro* как пыльников, так и изолированных микроспор у всех основных культур злаков, включая пшеницу, ячмень, рис и тритикале [5]. Для некоторых генотипов частота растений-альбиносов может достигать почти 100 %, что практически исключает использование этих генотипов в селекционных программах, основанных на гаплоидных технологиях. При этом данный признак является наследуемым. Однако было показано, что, оптимизируя условия выращивания растений-доноров, некоторые стрессовые предобработки, а также изменяя составы питательных сред, можно добиться некоторого улучшения показателей для признака «частота зеленых растений» [5]. В нашей работе по получению ДГ-растений на основе гибридов фиолетовозерной мягкой пшеницы в эксперименте № 1 частота формирования эмбриодиподобных структур составила в среднем 6,1 %, а средняя частота регенерации зеленых растений всего 0,13 %. Модификация параметров протокола позволила в эксперименте № 2 увеличить эти показатели до 21,9 и 0,52 % соответственно.

Таким образом нами получен набор ДГ-растений мягкой пшеницы разного происхождения. После первичной оценки были выделены несколько ДГ-линий, которые в настоящее время включены в работу по изучению проявления хозяйственно ценных признаков и в селекционные программы.

Финансирование: Исследование выполнено при финансовой поддержке Курчатовского Геномного Центра ИЦиГ СО РАН № 075-15-2019-1662.

Список литературы.

- 1 Kishii M., Singh S. Haploid production technology: fasten wheat breeding to meet future food security. In: Gosal S., Wani S. (eds) // Accelerated plant breeding. 2020. V. 1. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-41866-3_6
- 2 Kelliher T., Starr D., Su X., Tang G., Chen Z., Carter J., Dong S., Green J., Burch E., McCuiston J., Gu W., Sun Y., Strebe T., Roberts J., Bate N.J., Que Q. One-step genome editing of elite crop germplasm during haploid induction // Nature Biotechnology. 2019. V. 37. P. 287–292.

<https://doi.org/10.1038/s41587-019-0038-x>

- 3 King J., Newell C., Grewal S., Hubbart-Edwards S., Yang C.Y., Scholefield D., Ashling S., Stride A., King Ian P. Development of Stable Homozygous wheat/*Amblyopyrum muticum* (*Aegilops mutica*) introgression lines and their cytogenetic and molecular characterization // *Frontiers in Plant Science*. 2019. V.10. P. 34. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00034>
- 4 Grewal S., Guwela V., Newell C., Yang C., Ashling S., Scholefield D., Hubbart-Edwards S., Burrige A., Stride A., King I.P., King J. Generation of doubled haploid wheat-*Triticum urartu* introgression lines and their characterisation using chromosome-specific KASP markers // *Frontiers in Plant Science*. 2021. V. 12. P. 643–636. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.643636>
- 5 Żur I., Adamus A., Cegielska-Taras T., Cichorz S., Dubas E., Gajecka M., Juzoń-Sikora K., Kielkowska A., Malicka M., Oleszczuk S., Skrzypek E., Szala L., Szarejko I. Doubled Haploids: Contributions of Poland's Academies in Recognizing the Mechanism of Gametophyte Cell Reprogramming and Their Utilization in Breeding of Agricultural and Vegetable Species // *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*. 2022. V. 91. P. 1–32. <https://doi.org/10.5586/asbp.9128>.

DOI 10.18699/GPB2024-90

Оценка генофонда моркови столовой сортотипа Шантенэ по комплексу селекционно важных признаков и устойчивости к болезням для механизированной технологии

*Тихонова Т.О. *, аспирант, м.н.с.; Степанов В.А. к.с.-х.н., в.н.с.; Козарь Е.Г. к.с.-х.н., в.н.с.; Енгальчева И.А. к.с.-х.н., в.н.с.*

Федеральный научный центр овощеводства, Московская область, Россия

**email: tikhonova@tatyana94.ru*

Современный рынок требует продукцию очень высокого качества, при этом для почв среднетяжелого гранулометрического состава наиболее востребованы сорта и гибриды F_1 моркови столовой сортотипа Шантенэ, пригодные к механизированной технологии и устойчивые к болезням хранения.

*С целью поиска источников целевых признаков проведена оценка 23 коллекционных образцов моркови столовой отечественной и зарубежной селекции, согласно разработанной модели гибрида. В результате комплексной оценки с максимальным сочетанием изученных целевых признаков являются образцы: *Zaharia carrot*, Риф F_1 и Марлинка.*

Ключевые слова: морковь, селекция, устойчивость, механизированная технология.

Evaluation of the gene pool of table carrot of Chantenay variety on the complex of breeding-important traits and resistance to diseases for mechanized technology

Tikhonova T.O., Stepanov V.A., Kozar E.G., Engalycheva I. A.

Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Vegetable Center (FSBSI FSVC), Odintsovo, Russia

**email: tikhonova@tatyana94.ru*