

Изучение коллекции твердой пшеницы НЦЗ им. П.П. Лукьяненко по аллельным вариантам генов, оказывающих влияние на хозяйственно ценные признаки

В.А. Коробкова^{1*}, А.С. Яновский², А.Ю. Крупина¹, А.С. Ермолаев¹, П.Ю. Крупин¹, М.А. Самарина¹, Л.А. Беспалова², А.В. Архипов¹, Д.С. Ульянов¹, А.А. Мудрова², М.Г. Дивашук¹

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии, Москва, Россия

² Национальный центр зерна им. П.П. Лукьяненко, Краснодар, Россия

* bowlingistka@gmail.com

Цель: Изучение коллекции твердой пшеницы с помощью современных методов молекулярной биологии для выявления генов и их аллельных вариантов, оказывающих влияние на хозяйственно ценные признаки.

Материалы и методы: Была изучена коллекция озимой и яровой твердой пшеницы из 393 сортов и перспективных селекционных линий, собранная в Национальном центре зерна им. П.П. Лукьяненко, с помощью методов молекулярной биологии, в том числе KASP и GWAS-анализ, SDS-PAGE.

Результаты: По результатам исследований на аллельные варианты гена *Zds-A1* нами выявлено, что преобладающее большинство образцов несут аллель *Zds-A1b*: 90% сортов озимого коллекционного питомника, 88% яровых образцов и 71% озимых линий КСИ. В условиях Краснодарского края на индекс желтизны в зерне и крупке у озимых образцов коллекционного питомника и КСИ в основном оказывал положительный эффект аллель *Zds-A1a*. У яровых образцов твердой пшеницы был выявлен положительный эффект аллеля *Zds-A1b* на индекс желтизны в зерне, в то время как индекс желтизны в крупке у образцов с этим аллелем был достоверно ниже.

Нами было выявлено отсутствие 1RS.1BL и 1RS.1AL у всех изученных коллекционных образцов яровой и озимой твердой пшеницы. Отсутствие 1RS наблюдалось у всех образцов вне зависимости от этапа селекционного процесса, в том числе у дополнительно проанализированных 144 озимых линий селекционного питомника, полученных путем скрещиваний (*T. aestivum* (+1RS.1BL) × *T. durum*) × *T. durum*.

Единственным геном короткостебельности у твердой пшеницы является *RhtB1b*. Встречаемость *Rht-B1b* составляет 68% среди сортов яровой твердой пшеницы, 98% – среди сортов озимой твердой пшеницы и 98,5% – среди линий озимой твердой пшеницы из питомника конкурсного сортоиспытания.

С помощью SDS-PAGE анализа и ПЦР-маркеров было выявлено, что среди сортов яровой твердой пшеницы наиболее часто встречаются аллели *Glu-A1c* (97%), *Glu-B1a1* (55%), *Glu-B1d* (18,8%) и *Glu-B1e* (13%), среди сортов озимой твердой пшеницы наиболее часто встречаются аллели *Glu-A1c* (82,9%), *Glu-B1b* (53,9%), *Glu-B1a1* (17,1%) и *Glu-B1e* (14,5%), среди линий КСИ озимой твердой пшеницы наиболее часто встречаются аллели *Glu-A1c* (98,0%), *Glu-B1a1* (59,6%), *Glu-B1d* (17,2%) и *Glu-B1e* (12,1%). Нами впервые выявлен аллель *Glu-B1z**, встречающийся у 5% образцов питомника КСИ озимой твердой пшеницы и у 7,2% сортов яровой твердой пшеницы. На содержание белка и клейковины у сортов озимой твердой пшеницы положительное влияние оказывают аллели *Glu-A1a*, *Glu-B1a1* и *Glu-B1f*, в то время как у сортов яровой твердой пшеницы повышенное содержания белка ассоциировано с наличием аллелей *Glu-B1a1*, *Glu-B1e*, *Glu-B1z*.

На основе анализа SNP AX-94403238 на хромосоме 4B, ассоциированного с содержанием белка в зерне, был найден ген-кандидат *Sat2*. Секвенирование гена-кандидата *Sat2* у пяти образцов твердой пшеницы, контрастных по содержанию белка, выявило 23–29 однонуклеотидных полиморфизмов (SNP). На SNP в первом интроне был разработан KASP-маркер, с помощью которого на коллекции из 193 образцов показано влияние аллельного состояния *Sat2* на содержание белка в зерне яровой твердой пшеницы.

Выводы: В результате наших исследований мы выявили структуру коллекции по аллельным вариантам генов, оказывающим влияние на хозяйственно ценные признаки твердой пшеницы, определили генотипы, обладающие ценными аллелями. Применение современных систем молекулярных маркеров, в том числе KASP-маркеров и маркеров на основе GWAS, а также биоинформатические подходы в селекции твердой пшеницы открывают новые возможности и перспективы в изучении аллельных состояний ценных генов, а также в поиске новых генов и их аллелей, ассоциированных с высокими показателями качества, адаптивности и продуктивности твердых сортов пшеницы.

Финансирование: Исследование поддержано грантом РНФ № 24-16-00274, <https://rscf.ru/project/24-16-00274/>.