

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕНЕТИКИ, СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕНОВОДСТВА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

MODERN PROBLEMS OF GENETICS, SELECTION AND SEED PRODUCTION OF GRAIN CROPS IN THE RUSSIAN FEDERATION

Воронов С.И.

ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Немчиновка» (ФГБНУ ФИЦ «Немчиновка») 143026, Россия, Московская обл., Одинцовский р-н, пос. Новоивановское, ул. Агрохимиков, дом 6
E-mail: vsi08@mail.ru

Рассмотрены актуальные вопросы повышения уровня производства зерна в Нечерноземной зоне РФ за счет интенсификации зернового хозяйства с использованием биологического фактора в земледелии, интенсификации селекционного процесса и совершенствования системы семеноводства в современных условиях хозяйственной деятельности.

Ключевые слова: зерновые культуры, пшеница, бурая и стеблевая ржавчина, мучнистая роса, гены устойчивости, цитогенетическая коллекция пшеницы «Арсенал», дигаллоиды, семеноводство, сортообновление.

Для цитирования: Воронов С.И. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕНЕТИКИ, СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕНОВОДСТВА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ. *Аграрная наука*. 2019; (1): 8–10.
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-326-1-8-10>

Эффективное повышение производства зерна в Нечерноземной зоне РФ и получение продукции высокого качества возможно только с учетом ландшафтно-зональных особенностей территорий, современных технологий в земледелии, изменяющихся факторов климата и фитопатологической ситуации в регионе, меняющихся требований к выведению новых сортов зерновых культур и их семеноводству, условий сортообновления и сортосмены.

Биологический фактор является одним из наименее ресурсоёмких, но наиболее эффективных направлений интенсификации зернового хозяйства, поскольку потенциал сорта способствует более рациональному использованию почвенно-климатических и антропогенных ресурсов.

Однако после 90-х годов в семеноводстве произошли большие изменения, что отрицательно сказалось на этом процессе. Но и в дореформенный период семеноводство также являлось «узким местом» в реализации достижений в селекции, сдерживающим фактором в развитии зернового хозяйства. Поэтому от того, насколько рационально оно осуществляет свою деятельность, во многом зависит эффективность зерновой отрасли, поскольку использование биологического фактора является наиболее экономичным способом увеличения производства зерна и его удешевления, повышения качества зерна.

Использование достижений генетики и биотехнологии в селекции

Одной из важнейших задач современной биотехнологии является повышение эффективности и безопасности производства основных сельскохозяйственных культур. Эффективным способом интенсификации се-

Voronov S.I.

FSBSI «Federal research center «Nemchinovka» 143026, Russia, Moscow region, Odintsovo district, p. Novoivanovskoye, st. Agrochemists, 6
E-mail: vsi08@mail.ru

The current issues of raising the level of grain production in the Nonchernozem zone of the Russian Federation due to the intensification of grain farming using biological factors in agriculture, the intensification of the selection process and the improvement of the seed production system in modern economic conditions are considered.

Key words: grain crops, wheat, brown and stem rust, powdery mildew, resistance genes, cytogenetic collection of wheat «Arsenal», dihaploids, seed farming, variety renewal.

For citation: Voronov S.I. MODERN PROBLEMS OF GENETICS, SELECTION AND SEED PRODUCTION OF GRAIN CROPS IN THE RUSSIAN FEDERATION. *Agrarian science*. 2019; (1): 8–10. (In Russ.) <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-326-1-8-10>

лекционного процесса является придание традиционным растениям новых признаков и свойств (устойчивости к биотическим стрессам — болезням и вредителям, устойчивости к абиотическим стрессам — к избытку и недостатку влаги, пониженным и повышенным температурам, pH среды и др.), а также получение гаплоидов и дигаллоидов.

Создание нового селекционного материала в современных условиях изменяющегося климата невозможно без постоянного фитопатологического контроля за спектром болезней и их генов вирулентности. Поэтому селекционер должен работать в тандеме с фитопатолагами.

Зерновые культуры, в число которых входят пшеница, ячмень, кукуруза, рис по продуктивным и кормовым качествам относятся к наиболее ценным сельскохозяйственным культурам и являются основным продуктом питания во многих регионах мира. В настоящее время стало очевидно, что рост населения земного шара значительно опережает производство зерна, и по прогнозам Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН к 2050 г. производство сельскохозяйственной продукции в мировом масштабе должно быть увеличено не менее чем на 70% (Tester, Langridge, 2010). Возрастающие потребности в зерне, включая потребности в сырье для производства биотоплива, можно удовлетворить за счет повышения урожайности, интенсивности земледелия и внедрения новых технологий. Сокращение генетического разнообразия современных сортов, снижение иммунитета к болезням и насекомым, загрязнение окружающей среды в связи с применением пестицидов, а также ухудшение качества и деградация земельных ресурсов, изменение климатических усло-

вий (глобальное потепление) оказывает значительное влияние на состав фитопатогенного комплекса. Для развития возбудителей заболеваний создаются оптимальные условия — повышенная атмосферная влажность и температурный режим, осадки и т. д. Не менее серьезной причиной возникновения эпифитотий грибных заболеваний является использование в производстве восприимчивых, генетически однородных сортов — все эти факторы приводят к тому, что урожайность зерновых культур увеличивается более медленными темпами, чем рост населения.

В Нечерноземной зоне РФ мягкая пшеница страдает от развития грибных болезней (мучнистая роса, бурая ржавчина, септориоз, а в последнее время и стеблевая ржавчина). Селекционное улучшение мягкой пшеницы по устойчивости к этим болезням невозможно без источников устойчивости, которые, как правило, сосредоточены в дикой природе.

Создание исходного материала, устойчивого к болезням, было начато в нашем институте в 80-е годы XX века и базировалось на методе отдаленной гибридизации мягкой пшеницы с дикорастущими сородичами: *Aegilops speltoides*, *Ae. triuncialis*, *Triticum kiharae*, *Secale cereale* с использованием гамма-облучения пыльцы в различных дозах (от 0,5 до 10 кР). Благодаря такому подходу была создана цитогенетическая коллекция мягкой пшеницы «Арсенал» с транслоцированными, замещенными и дополненными хромосомами «дикарей» (Лапочкина с соавт., 1996, 1998). Коллекция «Арсенал» насчитывает более 300 генотипов яровой и озимой пшеницы с различным числом хромосом и генетическим материалом чужеродных видов. Более половины коллекции устойчивы к ржавчинным грибам (бурая, желтая, стеблевая ржавчины) и мучнистой росе. Имеются генотипы с групповой устойчивостью к нескольким болезням (Лапочкина, 2005).

Совместные исследования с Всероссийским институтом фитопатологии (ВНИИФ) позволили с использованием тест-патотипов бурой ржавчины постулировать наличие известных генов устойчивости этому заболеванию. Установлено наличие нескольких генов устойчивости к этому заболеванию. А проведенный гибридологический анализ подтвердил полигенный контроль устойчивости (2–4 гена) к бурой ржавчине (Коломиец с соавт., 2008). Доноры доступны для использования всем желающим.

Например, с использованием донора 102/001 создана высокопродуктивная линия яровой пшеницы с групповой устойчивостью к бурой ржавчине, стеблевой ржавчине и мучнистой росе (линия 135/10), отличающаяся повышенным уровнем образования колосков и цветков в колосе. Используется для передачи этих признаков скороспелым сортаобразцам пшеницы.

В последние годы в Нечерноземной зоне участились случаи развития стеблевой ржавчины (2013, 2016, 2017 годы). Не исключается возможность заноса карантинных заболеваний, таких как раса UG99 стеблевой ржавчины и в РФ. Поэтому поиск потенциальных доноров устойчивости к расе Ug99 среди сортов мягкой пшеницы различного происхождения, а также дикорастущих злаков является важным этапом в создании устойчивого селекционного материала.

На самом деле существует широкий спектр генов устойчивости к Ug99, идентифицированных у «дикарей». Однако часть генов, в связи с быстрым мутационным процессом гриба, уже потеряли свою эффективность, как, например, гены *Sr31*, *Sr24*, *Sr36* и *SrTmp*.

Стратегия защиты к этому опасному заболеванию строится на пирамидировании нескольких генов устойчивости в одном генотипе. При этом отдается предпочтение сочетаниям эффективных генов устойчивости взрослого растения (например, *Sr2*) с генами устойчивости, защищающих растение на стадии проростков.

Из коллекции «Арсенал» и коллекции ВИР выделены образцы с несколькими эффективными генами к Ug99, в том числе и с геном устойчивости взрослого растения — геном *Sr2* (Баранова и др., 2015, Лапочкина и др., 2016, 2018). Наличие таких доноров в РФ позволяет не только конструировать «бронепоезд на запасном пути» к Ug99, но открывают (фактически уже открыли) новое направление в селекции мягкой пшеницы. А именно создание сортов с групповой и длительной устойчивостью к болезням. Возделывание таких сортов позволит снизить фунгицидную нагрузку при возделывании этой культуры и получить экологически чистое зерно для здорового питания.

Процесс создания новых форм растений базируется на генетическом разнообразии и методах его использования селекционерами. Применение ДНК-технологий позволяет существенно расширить возможности традиционной селекции растений. Проявление молекулярных маркеров нейтрально по отношению к фенотипу, не является тканеспецифичным, и их можно обнаружить на любой стадии развития растений. Методы ДНК-генотипирования и селекции при помощи молекулярных маркеров (marker assisted selection — MAS) позволяют контролировать перенос хозяйственно ценных генов в процессе селекции и обеспечить создание новых сортов с целым комплексом заданных свойств (Хавкин, 1997).

В настоящее время получение перспективных дигаллоидов хлебных злаков и их активное использование при создании новых сортов является одним из важнейших направлений современной сельскохозяйственной биотехнологии, которая ускоряет селекционный процесс. Особую роль приобретает получение гаплоидных регенерантов и дигаллоидов с использованием нетрадиционных методов активации андрогенного и гиногенного эмбриогенеза после законодательного запрета возделывания на землях РФ генетически модифицированных растений. Совершенствование методик получения и ускоренного размножения дигаллоидов хлебных злаков, прежде всего, озимой пшеницы сокращает сроки работ при создании гомозиготных линий. Так, использование разработанного в лаб. биотехнологии ФИЦ «Немчиновка» способа комплексного освещения синим светом 24 ч/сутки позволяет значительно повысить индукцию эмбриогенеза в культуре изолированных пыльников озимой пшеницы (Клицов, 2015) озимых злаков практически без потерь. Кроме того, комплексная световая обработка синим светом 24 ч при технологии получения дигаллоидов мягкой пшеницы, как методом андрогенеза, так и методом гаплопродюсера позволяет успешно проводить яровизацию регенерантов, ослабленных токсичным воздействием колхицина при удвоении хромосомного набора, практически без потерь круглый год при комнатной температуре.

При андрогенном эмбриогенезе световая обработка значительно повышает выход эмбриоидов, морфогенных каллусов, регенерантов и дигаллоидов.

Для получения регенерантов и дигаллоидов ярового ячменя методом культуры пыльников световая обработка может оказаться удачной заменой регуляторов роста.

Семеноводство

С принятием в РФ законов «О селекционных достижениях» и «О семеноводстве» появилась законодательная база, которая призвана обеспечить регулирование отношений всех участников семенного рынка. Однако отсутствие государственного контроля и регулирования привело к неразберихе в области семеноводства, разрушило довольно стройную систему сортообновления и сортосмены, которая существовала в советские годы. Экономически сильные семхозы в большинстве областей были подведены под банкротство (например, колхоз «Борец» Московской обл.). На их место в производство семян стихийно включились предприятия различных форм собственности, зачастую не имеющие для этого хорошей материально-технической базы и высококвалифицированных кадров (агрономов-семеноводов). Рынок наводнился семенами с низкими сортовыми и посевными качествами, зачастую даже фальсифицированными. Отказ МСХ РФ от системы государственного лицензирования семеноводческих хозяйств еще более усугубил эту ситуацию. Никакого планирования или системы заказа на производство семян ни по культурам, ни по сортам в стране нет. Возделыванием элитных семян сегодня занимаются все, кому захочется. Причиной тому являются очень низкие

цены на товарное зерно, себестоимость которого возрастает из года в год, так как неуклонно повышаются цены на ГСМ, удобрения и сельскохозяйственную технику. Семена же продаются дороже, и многие хозяйства пытаются на этом увеличить свою доходность. Например, в Центральном районе Нечерноземной зоны производством семян элиты сортов зерновых культур селекции Московского НИИСХ «Немчиновка» по лицензионным договорам занимаются 60 различных хозяйств. Если допустить, что средняя площадь под элитой в этих 60 хозяйствах равна 500 га, то ежегодная площадь посевов элиты составляет 30000 га. Научно обоснованная потребность в площади посева элиты зерновых культур по региону составляет 2000 га, т.е. налицо превышение в 15 раз. Оно является результатом отсутствия планирования и регулирования в этой области. Неудивительно, что именно из-за такого перепроизводства резко снизилось качество семян, а значительная часть произведенной элиты вынужденно идет на мельницы и на корм животным. Совершенно ясно, что необходимо ввести план-заказ на семена элиты, причем конкретно по культурам и сортам и соответственно ему планировать и уточнять объем работ в первичных звеньях семеноводства, которые ведут учреждения-оригинаторы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Tester M., Langridge P. (2010) Breeding Technologies to Increase Crop Production in a Changing World. Science. 327. 818–822.
2. Лапочкина И.Ф., Ячевская Г.Л., Соломатин Д.А., Пухальский В.А. Использование метода облучения пыльцы для ускорения интрогрессии чужеродных генов в геном мягкой пшеницы // Генетические основы селекции сельскохозяйственных растений. — М., 1995. — С. 84–86.
3. Lapochkina I.F., Yatchevskaya G.L., Kyzlasov V.G., Solomatin D.A., Vishnyakova H.S., Pogorelova L.G., Lazareva E.N. The production, cytology and practicality of disomic addition lines of *T.aestivum* — *Ae. speltoides*. // Proc. of 9th Int. Wheat Genetic Symp. Saskatoon, Saskatchewan. Canada, 1998. — V. 2. — P. 67–69.
4. Лапочкина И.Ф. Чужеродная генетическая изменчивость и ее роль в селекции пшеницы // Идентифицированный генофонд растений и селекция / под редакцией Ригина Б.В. Изд-во ВИР, 2005. — С. 684–740.
5. Коломиец Т.М., Коваленко Е.Д., Жемчужина А.И., Лапочкина И.Ф., Панкратова Л.Ф. Постулирование генов ювенильной устойчивости к бурой ржавчине — *Puccinia triticina* ERIKS. у сортов мягкой пшеницы и константных линий с чужеродным генетическим материалом сородичей // Материалы Юбилейной научной конференции «ВНИИФ 50 лет на службе продовольственной безопасности страны». Большие Вяземы, 2008. — С. 291–302.
6. Баранова О.А., Лапочкина И.Ф., Анисимова А.В., Гайнуллин Н.Р., Иорданская И.В., Макарова И.Ю. Идентификация генов Sr у новых источников устойчивости мягкой пшеницы к расе стеблевой ржавчины UG99 с использованием молекулярных маркеров // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2015. 19(3). С. 316–322.
7. Лапочкина И.Ф., Баранова О.А., Шаманин В.П., Волкова Г.В., Гайнуллин Н.Р., Анисимова А.В., Галингер Д.Н., Гладкова Е.В., Ваганова О.Ф. Создание исходного материала яровой мягкой пшеницы для селекции на устойчивость к стеблевой ржавчине (*Puccinia graminis* Pers. f. sp. tritici), в том числе и к расе Ug99, в России // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2016. — № 3. — С. 320–328.
8. Хавкин Э.Е. Молекулярные маркеры в растениеводстве // Сельскохозяйственная биология. — 1997. — № 5. — С. 3–19.
9. Клицов С.В., Попова О.В., Трусов Ю.В. Интеграция световой обработки в технологию получения дигаплоидов озимой пшеницы // Достижения науки и техники АПК. — 2015. — Т. 29. — № 12. — С. 27–29.

ОБ АВТОРЕ:

Воронов С.И., профессор, доктор биологических наук

REFERENCES

1. Tester, M. and Langridge, P. (2010) Breeding Technologies to Increase Crop Production in a Changing World. Science, 327, 818–822.
2. Lapochkina I.F., Yachevskaya G.L., Solomatin D.A., Puchalsky V.A. Using the method of irradiation of pollen to accelerate the introgression of alien genes into the genome of bread wheat. In the book: Genetic bases of agricultural plant breeding. M., 1995. P.84–86.
3. Lapochkina I.F., Yatchevskaya G.L., Kyzlasov V.G., Solomatin D.A., Vishnyakova H.S., Pogorelova L.G., Lazareva E.N. The production, cytology and practicality of disomic addition lines of *T.aestivum* — *Ae. speltoides*. // Proc. of 9th Int. Wheat Genetic Symp. Saskatoon, Saskatchewan, Canada, 1998. V.2. P.67–69.
4. Lapochkina I.F. "Alien genetic variability and its role in wheat breeding" // in the book "Plant Gene Identification and Selection" edited by RV Rigin. Ed. VIR. 2005. P.684–740.
5. Kolomiets T.M., Kovalenko E.D., Zhemchuzhina A.I., Lapochkina I.F., Pankratova L.F. Postulation of juvenile brown rust resistance genes — *Puccinia triticina* ERIKS. in varieties of soft wheat and constant lines with alien genetic material relatives. Proceedings of the Jubilee Scientific Conference "VNIIF 50 Years in the Service of the Food Security of the Country" B. Vyazemy, 2008. P.291–302.
6. Baranova O.A., Lapochkina I.F., Anisimova A.V., Gainullin N.R., Iordanskaya I.V., Makarova I.Yu. Identification of Sr genes in new sources of wheat resistance to UG99 stem rust using molecular markers. // Vavilov Journal of Genetics and Selection. 2015; 19 (3): 316–322.
7. Lapochkina I.F., Baranova O.A., Shamanin V.P., Volkova G.V., Gainullin N.R., Anisimova A.V., Galinger D.N., Gladkova E.V., Vaganova O.F. Creation of source material of spring soft wheat for breeding for resistance to stem rust (*Puccinia graminis* Pers. f. sp. tritici), including the Ug99 race, in Russia. 2016. №3. P.320–328.
8. Khavkin E.E. Molecular markers in crop production // Agricultural Biology. 1997. No.5. P.3–19.
9. Klitsov S.V., Popova O.V., Trusov Yu.V. Integration of light processing in the technology of production of winter wheat dihaploids // Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. 2015. Vol. 29. No.12. P.27–29.

ABOUT THE AUTHOR:

Voronov S.I., PhD in Biology, associate Professor