

## ИСТОРИЯ АГРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ВИР. СЛАВНЫЕ ИМЕНА

Научная статья  
УДК 633.11:575.1:575.2  
DOI: 10.30901/2227-8834-2022-1-254-258



### Стратегия новой «зеленой революции» в селекции пшеницы: к юбилею академика РАН Людмилы Андреевны Беспаловой

Е. К. Хлесткина

*Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, Санкт-Петербург, Россия*

**Автор, ответственный за переписку:** Елена Константиновна Хлесткина, [director@vir.nw.ru](mailto:director@vir.nw.ru)

Отечественное и мировое научное сообщество в сфере селекции пшеницы и сельхозпроизводители в соответствующей отрасли отмечают 2 апреля 2022 года юбилей выдающегося селекционера академика РАН Людмилы Андреевны Беспаловой, заведующей отделом селекции и семеноводства пшеницы и тритикале Национального центра зерна имени П.П. Лукьяненко.

Основной результат работы коллектива под руководством академика Л. А. Беспаловой – более 170 сортов различных видов пшеницы и тритикале, в том числе более 100 сортов пшеницы мягкой, которые обеспечивают около 10% мирового производства зерна этой важнейшей для существования человечества культуры. Поставить на поток создание конкурентоспособных сортов пшеницы с уникальным сочетанием хозяйственно ценных признаков (качество зерна, адаптивность к абиотическим и биотическим стрессовым факторам, короткий вегетационный период) коллективу удалось за счет развития и реализации новой системы индустриальной селекции, аналогов которой нет в мире. По сути подход, разработанный в НЦЗ имени П.П. Лукьяненко под руководством Людмилы Андреевны Беспаловой, является проверенной на практике эффективной стратегией новой «зеленой революции», способной обеспечить глобальную продовольственную безопасность.

**Ключевые слова:** генетические ресурсы, полба, мягкая пшеница, тритикале, селекция, сортовая мозаика

**Благодарности:** данная статья подготовлена при поддержке гранта Минобрнауки РФ (соглашение № 075-15-2021-1066 от 28 сентября 2021 г.).

Автор благодарит рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

**Для цитирования:** Хлесткина Е.К. Стратегия новой «зеленой революции» в селекции пшеницы: к юбилею академика РАН Людмилы Андреевны Беспаловой. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2022;183(1):254-258. DOI:10.30901/2227-8834-2022-1-254-258

## HISTORY OF AGROBIOLOGICAL RESEARCH AND VIR. NAMES OF RENOWN

Original article

DOI: 10.30901/2227-8834-2022-1-254-258

### A strategy of the new “green revolution” in wheat breeding: celebrating the jubilee of Lyudmila A. Beshpalova, Full Member of the Russian Academy of Sciences

Elena K. Khlestkina

*N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, St. Petersburg, Russia*

**Corresponding author:** Elena K. Khlestkina, [director@vir.nw.ru](mailto:director@vir.nw.ru)

On April 2, 2022, the national and international scientific communities who specialize in wheat breeding and agricultural producers in the wheat sector celebrated the birthday jubilee of Acad. Lyudmila A. Beshpalova, a renowned breeder and head of the Department of Wheat and Triticale Breeding and Seed Production at the P.P. Lukyanenko National Grain Center.

The main result achieved by L.A. Beshpalova's team is more than 170 cultivars of various wheat species and triticale, including over 100 bread wheat cultivars that supply about 10% of worldwide grain harvests of this staple crop, most important for the existence of mankind. The team succeeded in commercializing their competitive wheat cultivars with unique combinations of agronomic traits (grain quality, adaptability to abiotic and biotic stressors, short growing season, etc.) because they developed and implemented a new industrial breeding system, unmatched in the world. In its essence, the approach developed under the leadership of L. A. Beshpalova at the P.P. Lukyanenko National Grain Center is a practically proven strategy of the new “green revolution” capable of ensuring the global food security.

**Keywords:** genetic resources, farro wheats, bread wheat, triticale, breeding, varietal mosaic

**Acknowledgements:** this article was prepared with the support of the grant from the Ministry of Science and Education of the Russian Federation (Agreement No. 075-15-2021-1066 of September 28, 2021).

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

**For citation:** Khlestkina E.K. A strategy of the new “green revolution” in wheat breeding: celebrating the jubilee of Lyudmila A. Beshpalova, Full Member of the Russian Academy of Sciences. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2022;183(1):254-258. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-1-254-258

Отечественное и мировое научное сообщество в сфере селекции пшеницы и сельхозпроизводители в соответствующей отрасли отмечают 2 апреля 2022 года юбилей выдающегося селекционера академика РАН Людмилы Андреевны Беспаловой.



На протяжении последнего десятилетия мир находится в ожидании новой «зеленой революции» в селекции основных продовольственных культур, подобно тем процессам, что позволили в 1960–1970-е годы в несколько раз повысить урожаи пшеницы и риса в развивающихся странах. Глобальные задачи понятны – повышение урожайности и экологизация земледелия, но общемировая стратегия новой «зеленой революции» еще не определена. И пока одни видят несовместимость в достижении двух целей – экологического вектора в растениеводстве и повышения урожайности, в Национальном центре зерна имени П.П. Лукьяненко реализуется эффективная стратегия для достижения задач, поставленных перед новой «зеленой революцией», основанная на многообразии, а именно: генетическом разнообразии исходного материала, диверсификации постоянно развивающихся подходов и методов создания сортов, а также разнообразии сортимента в производстве. Основную формулу стратегии отражает название «Создание диверсифицированного генофонда сортов пшеницы мягкой, адаптированного в пространстве и времени...», которым авторский коллектив под руководством академика РАН, доктора сельскохозяйственных наук, профессора, заведующей отделом селекции и семеноводства пшеницы и тритикале НЦЗ имени П.П. Лукьяненко Людмилы Андреевны Беспаловой озаглавил тематику своей работы по селекции мягкой пшеницы (Ministry of Science..., 2021).

Именно за счет создания богатого разнообразия генофонда возделываемых в производстве сортов можно обеспечить высокий и качественный урожай. Эта потребность диктуется многообразием экологических условий, непредсказуемостью аномальных погодных явлений, давлением со стороны биотических стрессоров, антропогенных факторов и пестицидной нагрузки (Romanenko et al., 2005; Bepalova, 2015).

В ответ на эти вызовы был планомерно произведен переход от создания и использования сортов-«чемпионов» к внедрению в производство системы «мозаичного» прецизионного применения сортов. Это потребовало существенного ускорения темпов в селекции. Так, с 2014 по 2020 г. Госсорткомиссия допустила к использованию

в производстве более 50 сортов пшениц селекции НЦЗ (URL: <https://ncz-russia.ru/>), что сравнимо с общим количеством сортов, созданных за 60 лет (с 1913 по 1973 г.) (Lukyanenko, 1973). То есть для решения задачи разнообразия возделываемого генофонда пришлось увели-

чить темпы селекции почти в 10 раз. Причем возделываемый генофонд активно пополняется не только сортами пшеницы мягкой, но и новыми (пшеница шарозерная) (Borovik et al., 2017) и «забытыми старыми» (полба) (Shurovenkova et al., 2009; Bepalova, 2015).

Увеличение разнообразия возделываемого генофонда было бы невозможно без использования генетических ресурсов культурных растений и их диких родичей из Вавилонской коллекции, которая и в будущем позволит создавать климатически эластичные генотипы (Bepalova, 2015), а ускорение темпов создания сортов почти в 10 раз было бы невозможно без развития и многообразия подходов и методов при создании новых селекционных достижений. В НЦЗ имени П.П. Лукьяненко внедрены технологии маркер-ориентированной селекции (Davoyan E.R., 2014; Filobok et al., 2018; Davoyan E.R. et al., 2019; Bazhenov et al., 2021), хромосомной инженерии (Ablova et al., 2016; Davoyan R.O. et al., 2019a) и биотехнологические подходы (создание дигиплоидных форм) (Davoyan R.O. et al., 2019b), а в настоящее время начата апробация внедрения геномной селекции (Federal Scientific and Technical Program..., 2021). Применение методов хромосомной инженерии и маркер-ориентированной селекции среди прочего позволяет реализовывать стратегию генетической защиты растений, позволяющей снижать число химических обработок или совсем отказываться от них. Одновременно для управления фитопатологической ситуацией в агроценозах пшеницы и контроля за ней служит внедренный метод сортовой мозаики: «мозаичное» размещение сортов, различающихся по степени устойчивости к болезням; он позволяет опережать патогены через быструю сортомену, оптимизировать фитопатологическую ситуацию и стабилизировать валовые сборы зерна озимой пшеницы (Bepalova, Ablova, 2019).

Таким образом, сочетание в работе коллектива под руководством Л. А. Беспаловой подходов традиционной селекции с современными методами биотехнологии и хромосомной инженерии растений, а также разработанной авторами инновационной схемы селекционного процесса, позволило развить и реализовать новую систему индустриальной селекции, в результате использо-

вания которой коллектив авторов поставил на поток создание конкурентоспособных сортов пшеницы мягкой с уникальным сочетанием хозяйственно ценных признаков (качество зерна, адаптивность к абиотическим и биотическим стрессорам, короткий вегетационный период). На основе разработанной схемы агроэкологической оценки сортов внедрена в производство не имеющая аналогов в мире система «мозаичного» прецизионного применения сортов (сортовая мозаика).

Все это позволяет обеспечивать около 10% мирового производства зерна пшеницы (Ministry of Science..., 2021).

В Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию в Российской Федерации, сейчас находятся около 100 сортов пшеницы мягкой, созданных коллективом под руководством академика Л. А. Беспаловой. В России они ежегодно занимают около 7 млн га посевных площадей, за рубежом – 6,5 млн га. Имеет место высокая степень коммерциализации полученных результатов, заключены 2785 действующих лицензионных договоров на право их использования индустриальными партнерами (Ministry of Science..., 2021).

Таким образом, высочайший профессионализм коллектива во главе с академиком РАН Л. А. Беспаловой, развитие лучших традиций научной школы, созданной несколько десятилетий назад в Национальном центре зерна имени П.П. Лукьяненко, и внедрение новых инновационных подходов позволили получить результаты, не имеющие аналогов в мире, которые не просто вносят существенный вклад в реализацию Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации и способствуют конкурентоспособности на мировом рынке, но и являются основой независимости нашей страны в вопросах продовольственной безопасности.

Людмила Андреевна носит звание Героя труда Кубани, награждена Золотой медалью имени академика П. П. Лукьяненко, орденом Трудового Красного Знамени, орденом Почета, медалью ордена «За заслуги перед Отечеством». В 2014 г. академик Л. А. Беспалова была участником эстафеты Олимпийского огня. Ее имя включено в список граждан России, представленных в Зале национальной трудовой славы «Гордость России – люди труда»!

## References / Литература

- Ablova I.B., Bepalova L.A., Kolesnikov F.A., Nabokov G.D., Kovtunen V.Ya., Filobok V.A. et al. Principles and methods of wheat breeding on tolerance to diseases in KRIA named after P.P. Lukyanenko. *Grain Economy of Russia*. 2016;(5):32-36. [in Russian] (Аблова И.Б., Беспалова Л.А., Колесников Ф.А., Набоков Г.Д., Ковтуненко В.Я., Филобок В.А. и др. Принципы и методы селекции пшеницы на устойчивость к болезням в КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко. *Зерновое хозяйство России*. 2016;(5):32-36). URL: <https://www.zhros.online/jour/article/view/332> [дата обращения: 27.12.2021].
- Bazhenov M.S., Chernook A.G., Bepalova L.A., Gritsay T.I., Polevikova N.A., Karlov G.I. et al. Alleles of the GRF3-2A gene in wheat and their agronomic value. *International Journal of Molecular Sciences*. 2021;22(22):12376. DOI: 10.3390/ijms222212376
- Bepalova L.A. Development of the gene pool as the main factor of the third green revolution in wheat breeding (Razvitiye genofonda kak glavny faktor tretyey zelenoy revolyutsii v selektsii pshenitsy). *Herald of the Russian Academy of Sciences*. 2015;85(1):9-11. [in Russian] (Беспалова Л.А. Развитие генофонда как главный фактор третьей зеленой революции в селекции пшеницы. *Вестник Российской академии наук*. 2015;85(1):9-11). DOI: 10.7868/S086958731501003X
- Bepalova L.A., Ablova I.B. "Mosaic" of varieties as a method of management and control over the phytopathological situation in wheat agrocenoses. In: *Crop Protection Against Hazardous Organisms: Proceedings of the IX International Scientific and Practical Conference; June 17–21, 2019; Krasnodar (Zashchita rasteniy ot vrednykh organizmov: materialy IX mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii; 17–21 iyunya 2019 g.; Krasnodar)*. Krasnodar: Kuban State Agrarian University; 2019. p.28-31. [in Russian] (Беспалова Л.А., Аблова И.Б. «Мозаика» сортов как метод управления и контроля за фитопатологической ситуацией в агроценозах пшеницы. В кн.: *Защита растений от вредных организмов: материалы IX международной научно-практической конференции, Краснодар, 17–21 июня 2019 г.* Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет; 2019. С.28-31). URL: [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_41331668\\_29935738.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_41331668_29935738.pdf) [дата обращения: 29.12.2021].
- Borovik A.N., Bepalova L.A., Miroshnichenko T.Yu., Tsvirinko V.G., Ponomarev D.A., Belyakova A.Yu. et al. Spherical winter wheat: breeding results and prospects for use in arid conditions of Kalmykia (Pshenitsa sharozyernaya ozimaya: rezultaty selektsii i perspektivy ispolzovaniya v zasushliviyykh usloviyakh Kalmykii). In: *Breeding and Seed Production – the Basis of Field Productivity: a collection of scientific papers of the Scientific and Practical Conference; April 19, 2017; Elista (Selektsiya i semenovodstvo – osnova produktivnosti poley: sbornik nauchnykh trudov nauchno-prakticheskoy konferentsii; 19 aprelya 2017 g.; Krasnodar)*. Krasnodar: EDVI; 2017. p.69-78. [in Russian] (Боровик А.Н., Беспалова Л.А., Мирошниченко Т.Ю., Цвиринок В.Г., Пономарев Д.А., Белякова А.Ю. и др. Пшеница шарозёрная озимая: результаты селекции и перспективы использования в засушливых условиях Калмыкии. В кн.: *Селекция и семеноводство – основа продуктивности полей: сборник научных трудов научно-практической конференции, 19 апреля 2017 г., Елиста, Россия*. Краснодар: ЭДВИ; 2017. С.69-78).
- Davoyan E.R., Bepalova L.A., Davoyan R.O., Agaeva E.V., Bukreeva G.I., Zubanova Yu.S. et al. Allelic variants for *Waxy* genes in common wheat lines bred at the Lukyanenko National Grain Center. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2019;23(7):910-915. DOI: 10.18699/VJ19.566
- Davoyan E.R., Bepalova L.A., Davoyan R.O., Zubanova Yu.S., Mikov D.S., Filobok V.A. et al. Use of molecular markers in wheat breeding for resistance to leaf rust at the Lukyanenko Research Institute of Agriculture. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2014;18(4-1):732-738. [in Russian] (Давоян Э.Р., Беспалова Л.А., Давоян Р.О., Зубанова Ю.С., Миков Д.С., Филобок В.А., Худокормова Ж.Н. Использование молекулярных маркеров в селекции пшеницы на устойчивость к бурой ржавчине в Краснодарском НИИСХ им. П.П. Лукьяненко. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2014;18(4-1):732-738). URL: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_22768011\\_50752084.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_22768011_50752084.pdf) [дата обращения: 25.12.2021].
- Davoyan R.O., Bebyakina I.V., Davoyan E.R., Mikov D.S., Zubanova Yu.S., Boldakov D.M. et al. The development and study of common wheat introgression lines derived from the synthetic form RS7. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2019a;23(7):827-835. [in Russian] (Давоян Р.О., Бебякина И.В., Давоян Э.Р., Миков Д.С., Зубанова Ю.С.,

- Болдаков Д.М. и др. Создание и изучение интрогрессивных линий мягкой пшеницы, полученных на основе синтетической формы RS7. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2019а;23(7):827-835. DOI: 10.18699/VJ19.556
- Davoyan R.O., Davoyan E.R., Bebyakina I.V., Zinchenko A.N., Mikov D.S., Zubanova Yu.S. et al. Studying of the efficiency of haploproducers of corn for stimulating the formation of haploid embryos of common wheat. *Rice Growing*. 2019b;4(45):12-18. [in Russian] (Давоян Р.О., Давоян Э.Р., Бебякина И.В., Зинченко А.Н., Миков Д.С., Зубанова Ю.С., Болдаков Д.М. Изучение эффективности гаплопродюсеров кукурузы для стимулирования образования гаплоидных зародышей мягкой пшеницы. *Рисоводство*. 2019b;4(45):12-18).
- Federal Scientific and Technical Program for the Development of Genetic Technologies for 2019–2027 (Federalnaya nauchno-tekhnicheskaya programma razvitiya geneticheskikh tekhnologiy na 2019–2027 godu). Moscow; 2021. [in Russian] (Федеральная научно-техническая программа развития генетических технологий на 2019–2027 годы. Москва; 2021). URL: <https://gentech.ntr.ru/vserossiyskij-institut-geneticheskikh-resurov-rastenij-poluchil-finansirovanie-na-programmu-selekcii-pshenitsy-i-na-razvitie-bioresurnoj-kollekcii-rastenij/> [дата обращения: 26.12.2021].
- Filobok V.A., Bessalova L.A., Guenkova E.A., Zubanova Yu.S., Mikov D.S. Breeding of alternative lifestyle varieties based on molecular marking of the *Vrn* and *Ppd* genes (Seleksiya sortov alternativnogo obraza zhizni na osnove molekulyarnogo markirovaniya genov *Vrn* i *Ppd*). In: *Genetic Potential and Its Implementation in Plant Breeding, Seed Production and Reproduction: a collection of articles based on the materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference of the Kuban Branch of VOGiS; March 21, 2018; Krasnodar (Geneticheskiy potentsial i yego realizatsiya v selekcii, semenovodstve i razmnozhenii rasteniy: sbornik statey po materialam Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii Kubanskogo otdeleniya VOGiS; 21 marta 2018 g.; March 21, 2018; Krasnodar)*. Krasnodar: Kuban State Agrarian University; 2018. p.94-95. [in Russian]. (Филобок В.А., Беспалова Л.А., Гуенкова Е.А., Зубанова Ю.С., Миков Д.С. Селекция сортов альтернативного образа жизни на основе молекулярного маркирования генов *Vrn* и *Ppd*. В кн.: *Генетический потенциал и его реализация в селекции, семеноводстве и размножении растений: сборник статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции Кубанского отделения ВОГиС; 21 марта 2018 г.; Краснодар, Россия*. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет; 2018. С.94-95).
- Lukyanyenko P.P. Breeding and seed production of winter wheat: Selected works (Seleksiya i semenovodstvo ozimoy pshenitsy: Izbrannye trudy). Moscow: Kolos; 1973. [in Russian] (Лукьяненко П.П. Селекция и семеноводство озимой пшеницы: Избранные труды. Москва: Колос; 1973).
- Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation. [in Russian] (Министерство науки и высшего образования Российской Федерации): [сайт]. URL: <https://minobrnauki.gov.ru/upload/2021/04/work/%D0%A021-059.pdf> [дата обращения: 29.12.2021].
- P.P. Lukyanyenko National Grain Center. [in Russian] (Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко): [сайт]. URL: <https://ncz-russia.ru/> [дата обращения: 29.12.2021].
- Romanenko A.A., Bessalova L.A., Kudryashov I.N., Ablova I.B. New cultivar policy and cultivar agricultural practice of winter wheat (Novaya sortovaya politika i sortovaya agrotekhnika ozimoy pshenitsy). Krasnodar: EDVI; 2005. [in Russian] (Романенко А.А., Беспалова Л.А., Кудряшов И.Н., Аблова И.Б. Новая сортовая политика и сортовая агротехника озимой пшеницы. Краснодар: ЭДВИ; 2005).
- Shurovenkova L.I., Anfilova N.A., Merezko A.F., Bessalova L.A., Kudryashov I.N., Vasiliev A.V., Bukreeva G.I., Borovik A.N., Mitrofanova O.P. Emmer wheat (*Triticum turgidum* L. subsp. *dicocum* (Schrank ex Schubl.) Thell). Cultivar 'Runo' (Pshenitsa polba (*Triticum turgidum* L. subsp. *dicocum* (Schrank ex Schubl.) Thell). Sort 'Runo'). Russian Federation; breeding achievement patent number: 4782; 2009. [in Russian] (Шуровенкова Л.И., Анфилова Н.А., Мережко А.Ф., Беспалова Л.А., Кудряшов И.Н., Васильев А.В., Букреева Г.И., Боровик А.Н., Митрофанова О.П. Пшеница полба (*Triticum turgidum* L. subsp. *dicocum* (Schrank ex Schubl.) Thell). Сорт 'Руно'. Российская Федерация; патент на селекционное достижение RU 4782; 2009).

### Информация об авторе

**Елена Константиновна Хлесткина**, доктор биологических наук, профессор РАН, директор, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР), 190000 Россия, Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, 42, 44, [director@vir.nw.ru](mailto:director@vir.nw.ru), <https://orcid.org/0000-0002-8470-8254>

### Information about the author

**Elena K. Khlestkina**, Dr. Sci. (Biology), Professor of the RAS, Director, N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, 42, 44 Bolshaya Morskaya Street, St. Petersburg 190000, Russia, [director@vir.nw.ru](mailto:director@vir.nw.ru), <https://orcid.org/0000-0002-8470-8254>

Статья поступила в редакцию 10.01.2022; одобрена после рецензирования 14.02.2022; принята к публикации 28.02.2022

The article was submitted on 10.01.2022; approved after reviewing on 14.02.2022; accepted for publication on 28.02.2022.