

ISSN 1817-7204(Print)

ISSN 1817-7239(Online)

УДК 633.11«324»:631.527(476)

<https://doi.org/10.29235/1817-7204-2019-57-4-444-453>

Поступила в редакцию 15.05.2019

Received 15.05.2019

С. И. Гордей, И. В. Сацюк, Э. П. Урбан*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию,
Жодино, Минская область, Беларусь*

НАПРАВЛЕНИЯ И ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ (*TRITICUM AESTIVUM* L.) В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Аннотация: Создание новых сортов озимой пшеницы – одна из первостепенных и решающих ролей в повышении генетического потенциала урожайности и получении высококачественного зерна. Согласно мировым тенденциям четко определены основные направления при создании новых сортов данной культуры в Республике Беларусь: повышение зимостойкости, устойчивости к болезням, полеганию, стрессовым факторам среды, повышение хлебопекарных и кормовых достоинств зерна. В настоящее время для сельскохозяйственного производства предлагаются новые короткостебельные, высокопродуктивные сорта белорусской селекции: Элегия, Ода, Августина, Мроя, Этюд, Гирлянда, Амелия, которые характеризуются высоким генетическим потенциалом продуктивности. У новых сортов значительно возросла экологическая стабильность, общая адаптивность к неблагоприятным факторам среды, хлебопекарные и кормовые достоинства. В процессе создания новых сортов разработаны новые и усовершенствованы существующие подходы и методы селекции, решен ряд фундаментальных проблем. Благодаря развитию и применению на практике молекулярно-генетических методов ускорен процесс селекции. Для пшеницы локализован ряд генов, ответственных за различные хозяйственно полезные признаки. Создание новых сортов озимой пшеницы с использованием современных селекционно-генетических методов, разработка и усовершенствование методов селекции являются стратегически значимыми направлениями как в отношении фундаментальных разработок, так и в практическом плане обеспечения продовольственной безопасности в условиях жесткой конкуренции со стороны стран западной и восточной Европы. **Благодарности.** Работы по созданию новых сортов озимой пшеницы и усовершенствованию методов селекционного процесса выполнялись в рамках следующих программ: Государственная научно-техническая программа «Агропромкомплекс – возрождение и развитие села»; Государственная научно-техническая программа «Агропромкомплекс – 2020», подпрограмма «Агропромкомплекс – эффективность и качество»; Государственная программа «Импортозамещение»; Межгосударственная целевая программа ЕврАзЭС «Инновационные биотехнологии» на 2011–2015 годы, подпрограмма 1 «Инновационные биотехнологии в Республике Беларусь»; Государственная программа «Инновационные биотехнологии» на 2009–2011 годы и на период до 2015 года, подпрограммы «Сельскохозяйственная биотехнология (Растениеводство)»; Государственная программа научных исследований «Инновационные технологии в АПК»; Государственная программа «Наукоемкие технологии и техника» на 2016–2020 годы, подпрограмма 1 «Инновационные биотехнологии – 2020»; Государственная программа научных исследований «Качество и эффективность агропромышленного производства».

Ключевые слова: селекция, озимая пшеница, сорт, образец, генотип, гетерозис, гибридный сорт, зимостойкость, урожайность, зерно, качество, адаптивность, белок, клейковина

Для цитирования: Гордей, С. И. Направления и основные результаты селекции озимой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) в Республике Беларусь / С. И. Гордей, И. В. Сацюк, Э. П. Урбан // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2019. – Т. 57, № 4. – С. 444–453. <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2019-57-4-444-453>

S. I. Hardzei, I. V. Satsyuk, E. P. Urban*The Research and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Arable Farming, Zhodino, Belarus*

DIRECTIONS AND MAIN RESULTS OF WINTER WHEAT (*TRITICUM AESTIVUM* L.) BREEDING IN THE REPUBLIC OF BELARUS

Abstract: Creation of new varieties of winter wheat is one of the primary and decisive roles in increasing the genetic potential of productivity and obtaining high-quality grain. According to global trends, the main directions are clearly defined when creating new varieties of this culture in the Republic of Belarus: increasing winter resistance, resistance to disease, lodging, stressful environmental factors, increasing the baking and forage qualities of grain. Currently, new short-stemmed, highly productive varieties of Belarusian selection are offered for agricultural production: Elegy, Ode of Augustine, Mroya, Etude, Girlianda, Amelia, which are characterized by high genetic productivity potential. New varieties have significantly increased environmental stability, general adaptability to adverse environmental factors, baking and forage advantages. During creation

of new varieties, new approaches and selection methods were developed and improved, a number of fundamental problems were solved. Thanks to development and practical application of molecular genetic methods, the selection process has been accelerated. A number of genes responsible for various economically useful traits are localized for wheat. Creation of new varieties of winter wheat using modern breeding-and-genetic methods, development and improvement of breeding methods are strategically significant areas both in relation to fundamental developments, and in practical terms, to ensure food security in conditions of hard competition from Western and Eastern Europe. **Acknowledgments.** Works on creation of new varieties of winter wheat and improvement of the breeding process methods were performed within the framework of the following research programs: State Research and Technical Program “Agropromkompleks – rural revival and development”; State Research and Technical Program “Agropromkompleks – 2020”, subprogram “Agropromkompleks – efficiency and quality”, State Program “Import Substitution”, EurAsEC Interstate Targeted Program “Innovative Biotechnologies” for 2011–2015, subprogram 1 “Innovative biotechnologies in the Republic of Belarus”; State Program “Innovative biotechnologies” for 2009–2011 and up to 2015, subprogram “Agricultural biotechnology (Crop Science)”; State Program for Scientific Research “Innovative Technologies in Agro-Industrial Complex”; State program “High Technologies and Engineering” for 2016–2020, subprogram 1 “Innovative biotechnologies – 2020”; State Program for Scientific Research “Quality and Efficiency of Agricultural Production”.

Keywords: selection, winter wheat, variety, sample, genotype, heterosis, hybrid variety, winter resistance, crop yield, grain, quality, adaptability, protein, gluten

For citation: Hardzei S. I., Satsyuk I. V., Urban E. P. Directions and main results of winter wheat (*Triticum Aestivum* L.) breeding in the Republic of Belarus. *Vestsi Natsyyanal'nay akademii navuk Belarusi. Seryya agrarnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian series*, 2019, vol. 57, no 4, pp. 444–453 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2019-57-4-444-453>

Введение. Основой сельскохозяйственного производства является зерновое хозяйство. Наличие достаточных запасов зерна в объемах, обеспечивающих потребности населения в продовольствии, животноводства – в кормах, промышленности – в сырье, определяют независимость государства [1, 2]. Считается, что критическим уровнем продовольственной безопасности Беларуси является производство 5,7 млн т зерна в год, а оптимальным – 9,5 млн т, при этом на продовольствие и промышленную переработку требуется 2,2–2,5 млн т, на семена – около 800 тыс. т и на зернофураж – 5,5–6,0 млн т. Фактически валовой сбор зерна в последние годы составляет 7,2–9,0 млн т [3]. Ежегодно около 50 % валового сбора зерна обеспечивается за счет озимых зерновых культур (ржи, пшеницы, тритикале). Наибольшее продовольственное значение имеют пшеница и рожь [4, 5].

Возделывание озимых имеет большое организационно-хозяйственное значение, так как благодаря перенесению значительной части посевных работ на осень уменьшает напряженность посевного периода весной. Озимые культуры, развившись с осени, лучше используют осенне-зимние и весенние запасы влаги и питательных веществ в почве, успешнее борются с сорняками. В то же время уборка озимых, созревающих на 8–10 дней раньше яровых, дает возможность более тщательно подготовить почву для последующих культур (лущение, вспашка на зябь и т. д.). Вследствие ранней уборки озимых на той же площади можно посеять пожнивные культуры.

Озимая пшеница является стратегической зерновой культурой для Республики Беларусь, зерно которой используется на продовольственные и кормовые цели. Из зерна пшеницы вырабатывают высшие сорта муки, манную крупу, макароны и др., кроме того, пшеничная мука широко используется в кондитерской промышленности. Пшеничный хлеб является одним из основных продуктов питания населения, поскольку обладает высокой усвояемостью. Фуражное зерно и отходы переработки продовольственного зерна применяются в качестве корма для сельскохозяйственных животных. Зерно озимой пшеницы помимо продовольственного и кормового значения представляет большую ценность как техническое сырье для крахмального и спиртового производства [6, 7]. В последние годы посевные площади под этой культурой в Республике Беларусь установились на уровне 530–550 тыс. га, а под урожай 2019 г. посевная площадь увеличилась до 569,9 тыс. га.

Созданию новых сортов принадлежит одна из первостепенных и решающих ролей в получении высококачественного зерна [8–10]. Сортосмена – важное звено в деле повышения стабильно высоких урожаев с высоким качеством продукции, поскольку любой сорт в течение ряда лет (5–7) утрачивает свои изначальные хозяйственно полезные признаки, в частности, снижается устойчивость к болезням из-за появления новых рас грибов, этому сопутствует снижение зимостойкости, замедление осенней и весенней вегетации, что, в свою очередь, приводит к снижению урожайности и качества продукции (к «вырождению» сорта). В связи с вышеизложенным

создание новых конкурентоспособных сортов – основа успеха в регулярного обеспечении в полных объемах сельского хозяйства и ряда отраслей промышленности качественным зерном пшеницы [11].

Среди основных мировых направлений селекции озимой пшеницы следует выделить следующие: повышение зимостойкости, устойчивости к болезням, полеганию, стрессовым факторам среды, повышение хлебопекарных и кормовых достоинств зерна. Данные направления весьма актуальны и для Республики Беларусь.

В последнее время увеличение производства зерна озимой пшеницы с высокими технологическими качествами обеспечено за счет селекции новых сортов, более урожайных, устойчивых к полеганию и болезням и приспособленных к почвенно-погодным условиям [12] разных агроклиматических регионов республики.

В процессе создания новых сортов разрабатываются новые и совершенствуются существующие подходы и методы селекции, решается ряд фундаментальных проблем. Благодаря развитию и применению на практике молекулярно-генетических методов ускоряется процесс селекции. Для пшеницы локализован ряд генов, ответственных за различные хозяйственно полезные признаки. С помощью ДНК-маркирования (ДНК-типирования) можно четко выявлять генотипы растений, носителей конкретных генов, определять уровень их экспрессии.

В последние годы в нашей республике, как и во всем мире, в процессе создания новых сортов широко применяются биотехнологические и молекулярно-генетические методы, подавляющее большинство новых сортов создано именно с использованием таких методов. Это позволило создать конкурентоспособные сорта на уровне и выше мировых стандартов.

Цель настоящей работы – создание новых конкурентоспособных сортов озимой пшеницы продовольственного и кормового направления, соответствующих по своим хозяйственно ценным признакам мировым стандартам, для экологических условий Республики Беларусь; разработка новых и совершенствование существующих подходов и методов селекции.

Основная часть. В течение многолетних исследований в Республике Беларусь разработаны научные подходы, методы в селекции озимой пшеницы. В настоящее время, согласно мировым тенденциям, четко определены основные направления при создании новых сортов данной культуры, среди которых следует выделить следующие: повышение зимостойкости, устойчивости к болезням, полеганию, стрессовым факторам среды, повышение хлебопекарных и кормовых достоинств зерна (рис. 1).

Зимостойкость – один из наиболее важных показателей [13–16], определяющий последующее формирование урожайности в течение весенне-летней вегетации. Результаты последнего трехлетнего (2016–2018 гг.) изучения коллекции сортов и образцов озимой пшеницы различного эколого-географического происхождения (страны Европы, Азии, Австралии и Северной Америки) показали, что наиболее зимостойкими являются белорусские образцы и образцы централь-

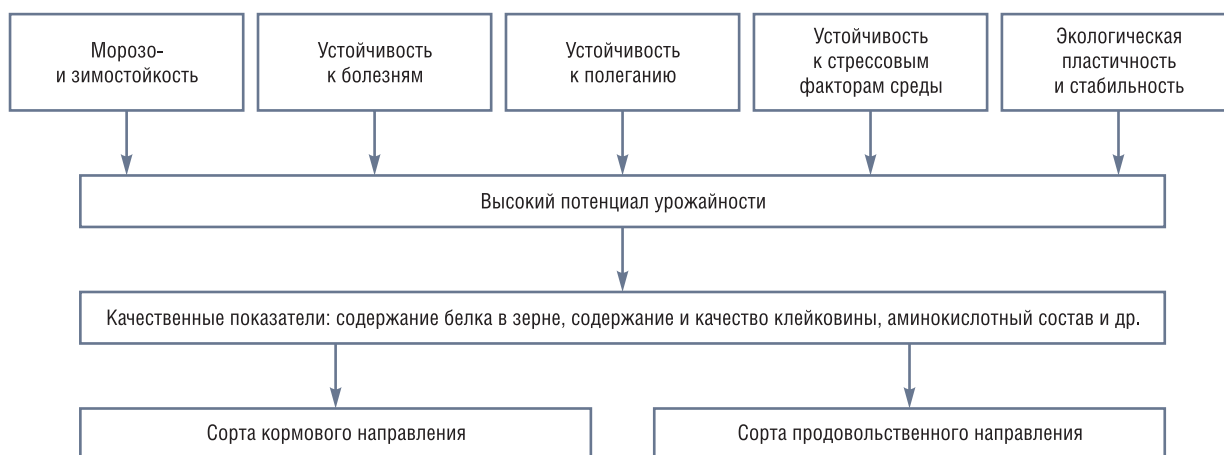


Рис. 1. Основные направления при создании новых сортов озимой пшеницы в Республике Беларусь

Fig. 1. The main directions in creation of new varieties of winter wheat in the Republic of Belarus

ных регионов России. Образцы озимой пшеницы из стран Западной Европы несколько уступают по уровню зимостойкости белорусским и российским. Подавляющее большинство генотипов из других вышеуказанных континентов характеризуются более низким уровнем зимостойкости, некоторые образцы вообще не могут зимовать в условиях Беларуси.

На основании анализа результатов изучения сортов и образцов озимой пшеницы по другим селекционно-ценным признакам (устойчивости к основным болезням, полеганию, стрессовым факторам окружающей среды) установлено, что сорта и образцы белорусской коллекции более адаптивны к почвенно-климатическим условиям, а также более устойчивы к доминирующему составу фитопатогенов по сравнению с иностранными формами. Также следует отметить, что образцы из Европы в целом более устойчивы к низким температурам, снежной плесени и листовым инфекциям [17–20] по сравнению с образцами из других регионов (Азии, Америки, Австралии).

В настоящее время для подавляющего числа сортов озимой пшеницы достигнут высокий генетический потенциал урожайности. Последние годы большое внимание уделяется качественным показателям при создании исходного материала, селекционных образцов и сортов пшеницы целевого использования: содержание сырого протеина, содержание и качество клейковины, стекловидность, аминокислотный состав и др. [21, 22]. На сегодняшний день получен обширный генофонд образцов озимой пшеницы с содержанием сырого протеина в зерне 14–18 % и сырой клейковины – 28–36 %.

Для создания образцов, сортов продовольственного направления, в частности для хлебопечения, изучения и отборы регулярно ведутся по показателям качества муки селекционного материала [23]: белизна, водопоглотительная способность (ВПС), объем хлеба из 100 г муки. В итоге проводится общая хлебопекарная оценка на основании результатов пробной выпечки хлеба (рис. 2).

Как видно на рис. 2, хлеб из образца №1 имел наибольший объем и наилучшую структуру мякоти, что говорит о его явном преимуществе над остальными образцами в плане использования для хлебопечения, остальные три образца более пригодны на кормовые цели, а также для использования в алкогольной промышленности.

Изучение большого количества генотипов разного экологического происхождения как исходного материала является важной и неотъемлемой частью селекционного процесса, позволяющего выделять селекционно-ценные формы [24, 25] и использовать для создания новых конкурентоспособных сортов [26, 27].

В настоящее время в Государственный реестр Республики Беларусь (2019 г.) включено 82 сорта озимой пшеницы, созданных в Беларуси, Польше, Германии, России, Франции, Кипре, Чехии и Украине, при этом 31 сорт (38 %) – белорусской селекции и 51 (62 %) – иностранной. Несмотря на такое соотношение, последние несколько лет удельный вес наших сортов в сельскохозяйственном производстве Республики Беларусь вырос от 50 % в 2015 г. до 63 % в 2019 г. (рис. 3).

Ассортимент сортов озимой пшеницы селекции Научно-практического центра Национальной академии наук Беларуси по земледелию в последние десятилетия значительно расширился и включает в себя такие известные высокоурожайные сорта, как Капылянка, Сюита, Узлёт, Легенда, Былина, Канвеер, Уздым и др.

Важным является то, что сорта белорусской селекции показывают хорошие результаты не только на почвах нашей республики, но и в экологических условиях других стран, например Германии. Сорта Спектр, Капылянка, Сюита и Узлёт изучались на территории Федеральной земли Нижняя Саксония (селекционная фирма Dieckmann GmbH, Ганновер, Германия), как показали результаты, все они превысили по урожайности контрольный немецкий сорт, а также другие изучавшиеся



Рис. 2. Результаты пробной выпечки хлеба 4 образцов озимой пшеницы, Жодино, 2018 г.

Fig. 2. Results of test bread baking with 4 samples of winter wheat, Zhodino, 2018

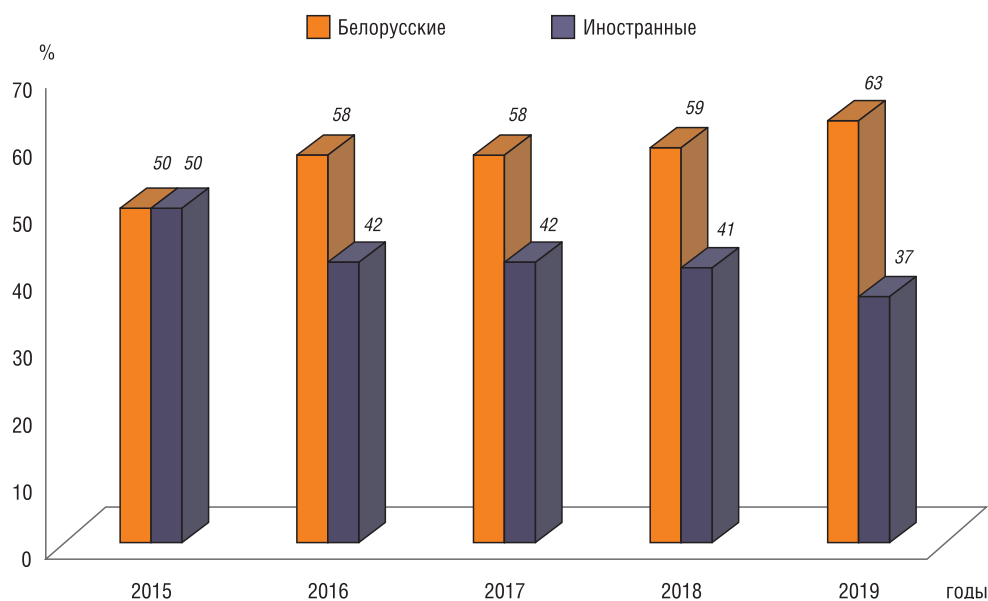


Рис. 3. Динамика удельного веса белорусских и иностранных сортов озимой пшеницы в сельскохозяйственном производстве Республики Беларусь, 2015–2019 гг.

Fig. 3. Dynamics of share of Belarusian and foreign winter wheat varieties in Republic of Belarus, 2015–2019

сорта, что говорит о достаточно высоком уровне экологической пластичности белорусских сортов озимой пшеницы (табл. 1).

В течение последних лет на смену вышеуказанным сортам озимой пшеницы пришли новые короткостебельные, высокопродуктивные сорта интенсивного типа: Элегия, Августина, Мроя, Эюд, Гирлянда, Амелия. Данные сорта эффективно используют солнечную энергию, элементы питания,

Таблица 1. Урожайность сортов белорусской и западноевропейской селекции в питомнике конкурсного испытания в почвенно-климатических условиях Германии

Table 1. Yield of varieties of Belarusian and Western European selection in the nursery garden for competitive testing in soil-and-climatic conditions of Germany

Сорт	Происхождение	Урожайность, ц/га	± к контролю, ц/га	Отклонения от средней урожайности по питомнику, %
Контроль	Германия	78,0		
Tommi	Германия	76,7	– 1,3	98,3
Türkis	Германия	75,6	– 2,4	96,9
Julius	Германия	81,8	+ 3,8	104,8
Batis	Германия	83,0	+ 5,0	106,4
Mulan	Германия	87,5	+ 9,5	112,1
Santana	Германия	79,0	+ 1,0	101,3
Спектр	Беларусь	85,5	+ 7,5	109,6
Сюита	Беларусь	86,2	+ 8,2	110,5
Капылянка	Беларусь	91,4	+ 13,4	117,2
Узлёт	Беларусь	83,8	+ 5,8	107,4

Примечание. Отчетные данные селекционной фирмы Dieckmann GmbH, Германия.

у них улучшен отток питательных веществ в зерно. Значительно возросла и экологическая стабильность сортов, общая адаптивность к неблагоприятным факторам среды, хлебопекарные и кормовые достоинства. Именно отечественные сорта пшеницы более приспособлены к нашему климату по сравнению с иностранными сортами, так как создавались в экологических условиях Республики Беларусь. Поэтому вполне оправдано предпочтение большинства специалистов сельского хозяйства отечественным сортам, удельный вес которых в сельскохозяйственном производстве в последние годы, как было отмечено выше, стабильно увеличивается (см. рис. 3).

Сорта озимой ржи белорусской селекции различаются по зимостойкости, требовательности к почвенному плодородию, длине вегетационного периода, высоте растений, урожайности, хлебопекарным качествам и устойчивости к болезням.

Сорт Августина. В Государственное испытание предлагался за высокий потенциал продуктивности, устойчивость к полеганию и листовым болезням, адаптивность к условиям выращивания.

Реализованный потенциал продуктивности – 97,0 ц/га. Созревает на 3–5 дней раньше, чем другие сорта. Масса 1000 зерен – 40–45 г, высота растений – 80–90 см. Натура зерна – 740 г/л, содержание белка – 12,2–13,0 %, клейковины – 25–27 % с объемом хлеба 740 мл. В среднем при испытании в ГСИ на 14 сортоучастках хлебопекарная оценка составила 4,0 балла. Выделяется повышенной кустистостью, также характеризуется высокой устойчивостью к полеганию – 5,0 баллов.

Сорт включен в Государственный реестр по всем регионам Республики Беларусь.

Сорт Мроя. Выделяется высокой адаптивностью, хорошей перезимовкой в экстремальных условиях среды, толерантностью к болезням. Среднерослый, устойчив к полеганию. Высота растений – 95 см. Максимальная продуктивность в ГСИ – 91,8 ц/га. Относится к среднеспелой группе. Длина вегетационного периода – 299 дней. Хлебопекарные качества хорошие. Общая оценка хлеба – 4,0. Объем хлеба – 805 мл. Натура зерна – 840 г/л. Содержание белка – 14,7 %, клейковины – 32,6 %. Масса 1000 зерен – 40,1–54,0 г. Стекловидность – 82 %.

Сорт включен в Государственный реестр по всем регионам Республики Беларусь.

С 2017 г. включены в Государственный реестр сортов Этюд и Гирлянда, которые превысили стандарт по урожайности на подавляющем большинстве Госсортоучастков Республики Беларусь.

Сорт Этюд. Среднепоздний сорт. Максимальная продуктивность в ГСИ по итогам трехлетних испытаний составила 102,0 ц/га, средняя – 74,7 ц/га. Натура – 700–820 г/л, масса 1000 зерен – 40–45 г, устойчив к полеганию и прорастанию, зимостойкость – 4,5 балла. Содержание белка – 12,0–14,0 %, объем хлеба – 787 мл, стекловидность – 67 %, общая оценка хлеба – 4,1 балла. Длина вегетационного периода – 290 дней. Короткостебельный, высота – 80–85 см.

Сорт Гирлянда. Среднепоздний сорт. Максимальная продуктивность в ГСИ по итогам трехлетних испытаний составила 108,0 ц/га, средняя – 75,2 ц/га. Натура – 752 г/л, масса 1000 зерен – 40–55 г, устойчив к полеганию и прорастанию, зимостойкость – 4,5 балла. Содержание белка – 12,0–13,5 %, объем хлеба – 763 мл, стекловидность – 67 %. Длина вегетационного периода – 290 дней. Короткостебельный, высота – 80–85 см.

С 2018 г. в Государственный реестр сортов включен сорт озимой пшеницы Амелия.

Сорт Амелия. Относится к среднеспелой группе спелости, высота растений 100 см. Содержание белка – 12,6 %, содержание клейковины в зависимости от года варьирует в интервале 24,8–29,1 %. Масса 1000 зерен – 42,2–54,2 г. Максимальная продуктивность в ГСИ в 2017 г. составила 112,0 ц/га.

В настоящее время в Государственном сортоиспытании проходят изучение новые сорта озимой пшеницы – Велена и Влади, НПЦ 1, НПЦ 2, НПЦ 3, НПЦ 4, НПЦ 5, НПЦ 6.

Большой интерес к сортам белорусской селекции проявляют аграрии западных и центральных регионов России. В течение последних пяти лет сорта белорусской селекции ежегодно высеваются с целью экологического сортоиспытания в Брянском аграрном университете, они характеризуются высокими хозяйственно биологическими показателями в почвенно-климатических условиях соседнего с Беларусью региона Российской Федерации (рис. 4).

В Государственном сортоиспытании РФ проводится изучение белорусских сортов Ода 2 и Элегия 16.



Рис. 4. Посевы озимой пшеницы сортов Ода, Августина, Элегия в экологическом сортоиспытании Брянского аграрного университета, Брянск, Россия, 2017 г.

Fig. 4. Winter wheat crops of Oda, Augustina and Elegia varieties in ecological variety testing at Bryansk Agricultural University, Bryansk, Russia, 2017

Заключение. В практической селекции озимой пшеницы в стране достигнуты значительные результаты: создана система конкурентоспособных сортов продовольственного и кормового направления, соответствующие по своим хозяйственно ценным признакам мировым стандартам. Вместе с тем необходимо решение более новых задач в области генетики и селекции озимой пшеницы.

Для повышения генетического потенциала продуктивности одним из наиболее важных современных направлений является использование гетерозиса. В странах Западной и Восточной Европы такие работы проводятся уже в течение последних 15–20 лет [28–30]. В результате созданы гибридные сорта озимой пшеницы. Три гибридных сорта западноевропейской селекции Хайгардо, Хайлукс и Хюберн проходили Государственное испытание на территории Республики Беларусь, один из которых (Хайгардо) включен в Госреестр на 2019 г. В Беларуси исследования по созданию гетерозисных гибридов F_1 для озимой пшеницы пока не ведутся. Как показали результаты Госсортоиспытания, урожайность гибридов F_1 озимой пшеницы за счет эффекта гетерозиса в среднем на 10–15 % выше по сравнению с сортами. В ближайшие годы организация таких исследований крайне важна.

На современном этапе развития молекулярных методов для повышения эффективности селекционного процесса необходимо более широкое использование следующих направлений: генные и хромосомные технологии; ДНК-маркерная селекция, ДНК-типирование, ДНК-диагностика; культура органов и тканей *in vitro* (эмбриокультура, андрогенез, гаплоидия, клональное микроразмножение) [31]. Значимость таких исследований заключается не только в оценке большого объема нового исходного материала озимой пшеницы, позволяющих сократить сроки создания сортов озимой пшеницы хлебопекарного и кормового направлений, с дальнейшим внедрением этих сортов в производство, что особо важно для экономики нашей республики, но также и в выявлении ряда фундаментальных аспектов.

Применение биохимических (запасные белки семян: глютенины и глиадины) методов и молекулярно-генетических маркеров позволит успешно решить следующие задачи:

- 1) определить генетическую структуру перспективных по уровню урожайности и качеству селекционных образцов озимой мягкой пшеницы;
- 2) детектировать наличие локусов, определяющих хлебопекарное качество образцов озимой мягкой пшеницы;
- 3) определить генетически обусловленные типы устойчивости к болезням перспективных образцов озимой мягкой пшеницы.

Обобщая все вышеизложенное, можно с уверенностью заключить, что создание новых сортов озимой пшеницы с использованием современных селекционно-генетических методов, разработка и усовершенствование методов селекции являются стратегически значимыми направлениями как в отношении фундаментальных разработок, так и в практическом плане обеспечения продовольственной безопасности в условиях жесткой конкуренции со стороны стран Западной и Восточной Европы.

Благодарности. Работы по созданию новых сортов озимой пшеницы и усовершенствованию методов селекционного процесса выполнялись в рамках следующих программ: Государственная научно-техническая программа «Агропромкомплекс – возрождение и развитие села»; Государственная научно-техническая программа «Агропромкомплекс – 2020», подпрограмма «Агропромкомплекс – эффективность и качество», Государственная программа «Импортозамещение»; Межгосударственная целевая программа ЕврАзЭС «Инновационные биотехнологии» на 2011–2015 годы, подпрограмма 1 «Инновационные биотехнологии в Республике Беларусь»; Государственная программа «Инновационные биотехнологии» на 2009–2011 годы и на период до 2015 года, подпрограммы «Сельскохозяйственная биотехнология (Растениеводство)»; Государственная программа научных исследований «Инновационные технологии в АПК»; Государственная программа «Наукоемкие технологии и техника» на 2016–2020 годы, подпрограмма 1 «Инновационные биотехнологии – 2020»; Государственная программа научных исследований «Качество и эффективность агропромышленного производства».

Список использованных источников

1. Губанов, Я. В. Озимая пшеница / Я. В. Губанов, Н. Н. Иванов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Агропромиздат, 1988. – 303 с.
2. Рыбалкин, Н. П. Развитие идей хлебного батьки / Н. П. Рыбалкин // Пшеница и тритикале : материалы науч.-практ. конф. «Зеленая революция П. П. Лукьяненко», Краснодар, 28–30 мая 2001 г. / Краснодар. науч.-исслед. ин-т сел. хоз-ва им. П. П. Лукьяненко ; редкол.: П. Н. Рыбалкин [и др.]. – Краснодар, 2001. – С. 6–13.
3. Привалов, Ф. И. Научное обеспечение отрасли земледелия / Ф. И. Привалов // Земледелие и защита растений. – 2017. – Прил. к № 6. – С. 3–4.
4. Вклад селекции в повышение урожайности сельскохозяйственных культур / С. И. Гриб [и др.] // Земледелие и защита растений. – 2017. – Прил. к № 6. – С. 5–29.
5. Шевелуха, В. С. Важнейшие проблемы повышения зимостойкости озимых зерновых культур / В. С. Шевелуха, И. И. Василенко // Повышение зимостойкости озимых зерновых : сб. науч. тр. / Рос. акад. с.-х. наук ; под ред. В. С. Шевелухи. – М., 1993. – С. 3–14.
6. Зерновые культуры : учеб.-практ. рук. / Х. Гинапп [и др.] ; под общ. ред. Д. Шпаара. – 3-е изд., дораб. и доп. – М. : ДЛВ АГРОДЕЛО, 2008. – Т. 2 : Выращивание, уборка, доработка и использование. – С. 337–654.
7. Бельтюков, Л. П. Сорт, технология, урожай / Л. П. Бельтюков. – Ростов н/Д : Книга, 2002. – 176 с.
8. Пыльнев, В. В. Эволюционное значение селекционной работы П. П. Лукьяненко / В. В. Пыльнев, Е. В. Пыльнева // Пшеница и тритикале : материалы науч.-практ. конф. «Зеленая революция П. П. Лукьяненко», Краснодар, 28–30 мая 2001 г. / Краснодар. науч.-исслед. ин-т сел. хоз-ва им. П. П. Лукьяненко ; редкол.: П. Н. Рыбалкин [и др.]. – Краснодар, 2001. – С. 171–177.
9. Егоров, Г. А. Технологическая характеристика зерна / Г. А. Егоров // Зерновое хоз-во. – 2002. – № 7. – С. 28–31.
10. Качество зерна пшеницы / В. В. Шелепов [и др.] // Морфология, биология, хозяйственная ценность пшеницы / В. В. Шелепов [и др.] ; под ред. В. В. Шелепова. – Мироновка, 2004. – С. 360–426.
11. Гордей, С. И. Сорта и технология возделывания озимой мягкой пшеницы / С. И. Гордей, Э. П. Урбан, И. В. Сацюк // Земледелие и защита растений. – 2018. – Прил. к № 4. – С. 3–10.
12. Уразалиев, Р. А. Анализ взаимодействия генотип-среда сортовых и гибридных популяций озимой пшеницы / Р. А. Уразалиев, А. М. Кохметова // С.-х. биология. Сер. Биология растений. – 1993. – № 1. – С. 33–42.
13. Асхадуллин, Д. Ф. Фоны для отбора в селекции озимой пшеницы / Д. Ф. Асхадуллин, Д. Ф. Асхадуллин // Развитие научного наследия Н. И. Вавилова в современных селекционных исследованиях : материалы Всерос. науч.-практ. конф., 13–14 марта 2012 г. / Татар. науч.-исслед. ин-т сел. хоз-ва ; редкол.: М. Ш. Тагиров, Ф. С. Гибадуллина, Е. И. Захарова. – Казань, 2012. – С. 54–59.
14. Набоков, Г. Д. Наследование признака морозостойкости у озимой мягкой пшеницы / Г. Д. Набоков // Селекция озимой пшеницы : сб. докл. науч.-практ. конф. «Научное наследие академика И. Г. Калининко», Зерноград, 27–28 нояб. 2001 г. / Всерос. науч.-исслед. ин-т сорго и др. зерновых культур. – Зерноград, 2001. – С. 171–177.
15. Грабовец, А. И. Некоторые аспекты селекции озимой пшеницы на зимостойкость в условиях меняющегося климата / А. И. Грабовец, М. А. Фоменко // Докл. Рос. акад. с.-х. наук. – 2014. – № 6. – С. 3–6.
16. Сухоруков, А. Ф. Стратегия селекции озимой пшеницы в условиях variability агрометеорологических условий вегетации / А. Ф. Сухоруков, А. А. Сухоруков // Изв. Самар. науч. центра Рос. акад. наук. – 2018. – Т. 20, № 2 (2). – С. 239–244.
17. Осьмачко, О. М. Стійкість сортів і гібридів першого покоління пшениці до септоріозу в умовах північно-східного лісостепу України / О. М. Осьмачко // Агробіологія. – 2015. – № 1. – С. 39–44.
18. Усик, Л. О. Екологічне випробування сортів в пшениці озимі селекції Інституту зрошуваного землеробства НААН у Туреччині / Л. О. Усик, Г. Г. Базалій, Н. Д. Колесникова // Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. – 2015. – № 1–2 (26–27). – С. 77–82. [https://doi.org/10.21498/2518-1017.1-2\(26-27\).2015.55917](https://doi.org/10.21498/2518-1017.1-2(26-27).2015.55917)
19. Хоменко, Л. О. Джерела комплексної стійкості пшениці озимі (*Triticum aestivum* L.) у селекції на адаптивність / Л. О. Хоменко, Н. В. Сандецька // Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. – 2018. – Т. 14, № 3. – С. 270–276. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.14.3.2018.145289>
20. Оценка сортов озимой пшеницы сибирской селекции по параметрам экологической пластичности и стабильности / Г. В. Артемова [и др.] // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2015. – № 6 (247). – С. 5–11.
21. Источники высокого качества зерна в селекции мягкой озимой пшеницы и тритикале / Н. И. Соколенко [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32, № 11. – С. 33–36. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2018-11108>
22. Исходный материал в селекции озимой пшеницы на короткостебельность, продуктивность и качество / Б. И. Сандухадзе [и др.] // Зерновое хоз-во России. – 2012. – № 3. – С. 17–22.
23. Селекція пшениці м'якої озимі (*Triticum aestivum* L.) з використанням генофонду ярих сортів в умовах лісостепу України / В. С. Кочмарський [та ін.] // Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. – 2010. – № 1 (11). – С. 21–26.
24. Оценка нового селекционного материала озимой мягкой пшеницы в Центральной зоне Республики Беларусь / И. В. Сацюк [и др.] // Земледелие и селекция в Беларуси : сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по земледелию. – Минск, 2018. – Вып. 54. – С. 286–291.
25. Тищенко, В. Н. Идентификация сортов и селекционных линий озимой пшеницы в кластерном анализе по сбалансированности количественных признаков в адаптивной селекции / В. Н. Тищенко, А. Г. Ищенко, Н. В. Дубенец // Вестн. Кург. ГСХА. – 2016. – № 1 (17). – С. 41–44.
26. Результаты изучения новых сортообразцов озимой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) при разных уровнях интенсификации возделывания / И. В. Сацюк [и др.] // Земледелие и селекция в Беларуси : сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по земледелию. – Минск, 2017. – Вып. 53. – С. 127–131.

27. Грабовец, А. И. Селекция на усиление экологической пластичности озимой пшеницы при создании высокопродуктивных сортов / А. И. Грабовец, М. А. Фоменко // Генетика и селекция на Дону : сб. ст. / Рост. отд-ние Вавилов. о-ва генетиков и селекционеров. – Ростов н/Д, 2014. – Вып. 4. – С. 38–49.
28. Коновалова, И. В. Проявление эффекта гетерозиса по основным элементам продуктивности у внутривидовых гибридов яровой мягкой пшеницы / И. В. Коновалова, П. М. Богдан, А. Г. Клыков // Дальневост. аграр. вестн. – 2017. – № 3 (43). – С. 50–55.
29. Некрасова, О. А. Типы наследования высоты растений у гибридов F1 мягкой озимой пшеницы / О. А. Некрасова // Аграр. вестн. Урала. – 2014. – № 11. – С. 12–15.
30. Костылев, П. И. Изучение типов наследования ряда признаков мягкой озимой пшеницы и ее комбинационной способности / П. И. Костылев, О. А. Некрасова // Зерновое хоз-во России. – 2015. – № 6. – С. 10–15.
31. Привалов, Ф. И. Основные результаты и перспективы использования биотехнологии в селекции сельскохозяйственных культур / Ф. И. Привалов, Э. П. Урбан, С. И. Гордей // Молекулярная и прикладная генетика : сб. науч. тр. / Ин-т генетики и цитологии Нац. акад. наук Беларуси. – Минск, 2015. – Т. 19. – С. 13–24.

References

- Gubanov Ya. V., Ivanov N. N. *Winter wheat*. 2nd ed. Moscow, Agropromizdat Publ., 1988. 303 p. (in Russian).
- Rybalkin N. P. Development of the ideas of the bread father. *Pshenitsa i tritikale: materialy nauchno-prakticheskoi konferentsii «Zelenaya revolyutsiya P. P. Luk'yanenko»*, Krasnodar, 28–30 maya 2001 g. [Wheat and triticale: proceedings of the scientific and practical conference “The green revolution of P. P. Lukyanenko”, Krasnodar, May 28–30, 2001]. Krasnodar, 2001, pp. 6–13 (in Russian).
- Privalov F. I. Scientific support of the arable farming industry. *Zemledelie i zashchita rastenii* [Agriculture and Plant Protection], 2017, app. to no. 6, pp. 3–4 (in Russian).
- Grib, S. I., Urban E. P., Bushtevich V. N., Gordei S. I., Zubkovich A. A., Khaletskii S. P. (et al.). The contribution of plant breeding in increasing of crop yields. *Zemledelie i zashchita rastenii* [Agriculture and Plant Protection], 2017, app. to no. 6, pp. 5–6 (in Russian).
- Shevelukha V. S., Vasilenko I. I. The most important problems of increasing the winter hardiness of winter crops. *Povyshenie zimostoikosti ozimyykh zernovykh: sbornik nauchnykh trudov* [Increasing the winter hardiness of winter crops: a collection of scientific papers]. Moscow, 1993, pp. 3–14 (in Russian).
- Shpaar D. (ed.). *Cereal crops. Vol. 2. Cultivation, harvesting, completion and use*. 3rd ed. Moscow, DLV AGRODELO Publ., 2008, pp. 337–654 (in Russian).
- Bel'tyukov L. P. *Variety, technology, yield*. Rostov-on-Don, Kniga Publ., 2002. 176 p. (in Russian).
- Pyl'nev V. V., Pyl'neva E. V. The evolutionary value of the breeding work of P. P. Lukyanenko. *Pshenitsa i tritikale: materialy nauchno-prakticheskoi konferentsii «Zelenaya revolyutsiya P. P. Luk'yanenko»*, Krasnodar, 28–30 maya 2001 g. [Wheat and triticale: proceedings of the scientific and practical conference “The green revolution of P. P. Lukyanenko”, Krasnodar, May 28–30, 2001]. Krasnodar, 2001, pp. 171–177 (in Russian).
- Egorov G. A. Technological characteristics of grain. *Zernovoe khozyaistvo* [Grain Farming], 2002, no. 7, pp. 28–31 (in Russian).
- Shelepov V. V., Malasai V. M., Penzev A. F., Kochmarskii V. S., Shelepov A. V. Wheat grain quality. *Morfologiya, biologiya, khozyaistvennaya tsennost' pshenitsy* [Morphology, biology, and economic value of wheat]. Mironovka, 2004, pp. 360–426 (in Russian).
- Gordei S. I., Urban E. P., Satsyuk I. V. Varieties and cultivation technology of soft winter wheat. *Zemledelie i zashchita rastenii* [Agriculture and Plant Protection], 2018, app. to no. 4, pp. 3–10 (in Russian).
- Urazaliev R. A., Kokhmetova A. M. Analysis of the genotype-environment interaction of varietal and hybrid populations of winter wheat. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya = Agricultural Biology*, 1993, no. 1, pp. 33–42 (in Russian).
- Askhadullin D. F., Askhadullin D. F. Backgrounds for selection in winter wheat breeding. *Razvitie nauchnogo naslediya N. I. Vavilova v sovremennykh selektsionnykh issledovaniyakh: materialy Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii*, 13–14 marta 2012 g. [Development of the scientific heritage of N. I. Vavilov in modern breeding research: proceedings of the All-Russian scientific and practical conference., March 13–14, 2012]. Kazan, 2012, pp. 54–59 (in Russian).
- Nabokov G. D. Inheritance of a frost resistance trait in winter soft wheat. *Seleksiya ozimoi pshenitsy : sbornik dokladov nauchno-prakticheskoi konferentsii «Nauchnoe nasledie akademika I. G. Kalinenko»*, Zernograd, 27–28 noyabrya 2001 g. [Breeding of winter wheat: a collection of reports of the scientific-practical conference “Scientific heritage of academician I. G. Kalinenko”, Zernograd, November 27–28, 2001]. Zernograd, 2001, pp. 171–177 (in Russian).
- Grabovets A. I., Fomenko M. A. Some aspects of the breeding of winter wheat on winter hardiness in a changing climate. *Doklady Rossiiskoi akademii sel'skokhozyaistvennykh nauk* [Proceedings of the Russian Academy of Agricultural Sciences], 2014, no. 6, pp. 3–6 (in Russian).
- Sukhorukov A. F., Sukhorukov A. A. Strategy of breeding of winter wheat in the conditions of variability of agrometeorological conditions of vegetation. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk = Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*, 2018, vol. 20, no. 2 (2), pp. 239–244 (in Russian).
- Os'machko O. M. Wheat varieties and first generation hybrids resistance to septoriosiis under the conditions of North-East Forest Steppe regions of Ukraine. *Agrobiologiya = Agrobology*, 2015, no. 1, pp. 39–44 (in Ukrainian).
- Usik L. O., Bazalii G. G., Kolesnikova N. D. Ecological testing of winter wheat varieties bred at institute of irrigated farming of the Ukrainian National Academy of Agrarian Sciences in Turkey. *Sortovivchennya ta okhorona prav na sorti roslin = Plant Varieties Studying and Protection*, 2015, no. 1–2 (26–27), pp. 77–82 (in Ukrainian). [https://doi.org/10.21498/2518-1017.1-2\(26-27\).2015.55917](https://doi.org/10.21498/2518-1017.1-2(26-27).2015.55917)

19. Khomenko L. O., Sandets'ka N. V. Sources of complex resistance of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) for adaptive breeding. *Sortovivchennyya ta okhorona prav na sorti roslin = Plant Varieties Studying and Protection*, 2018, vol. 14, no. 3, pp. 270–276 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.21498/2518-1017.14.3.2018.145289>
20. Artemova G. V., Steepochkin P. I., Ponomarenko V. I., Ermoshkina N. N., Ponomarenko G. V. Evaluation of winter wheat varieties bred in Siberia as to ecological plasticity and stability parameters. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2015, no. 6 (247), pp. 5–11 (in Russian).
21. Sokolenko N. I., Komarov N. M., Galushko N. A., Dubina V. V. Sources of high grain quality in breeding of soft winter wheat and triticale. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*, 2018, vol. 32, no. 11, pp. 33–36 (in Russian). <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2018-11108>
22. Sandukhadze B. I., Korovushkina M. S., Kochetygov G. V., Rybakova M. I., Bugrova V. V. Initial material in winter wheat selection on shortstalk, productivity and quality. *Zernovoe khozyaistvo Rossii = Grain Economy of Russia*, 2012, no. 3, pp. 17–23 (in Russian).
23. Kochmars'kii V. S., Kolomiets' L. A., Kirilenko V. V., Kavunets' V. P., Marinka S. M. Bread winter wheat breeding (*Triticum aestivum* L.) using spring varieties genepool in forest-steppe Environments of Ukraine. *Sortovivchennyya ta okhorona prav na sorti roslin = Plant Varieties Studying and Protection*, 2010, no. 1 (11), pp. 21–26 (in Ukrainian).
24. Satsyuk I. V., Gordei S. I., Kot V. V., Ardashnikova A. E., Trushko V. Yu., Shanbanovich A. Yu. Evaluation of new breeding material of winter soft wheat in the Central zone of the Republic of Belarus. *Zemledelie i selektsiya v Belarusi: sbornik nauchnykh trudov* [Arable farming and plant breeding in Belarus: collection of scientific papers]. Minsk, 2018, iss. 54, pp. 286–291 (in Russian).
25. Tishchenko V. N., Ishchenko A. G., Dubenets N. V. The identification of winter wheat varieties and breeding lines in the cluster analysis according to balance the quantitative traits in the adaptive selection. *Vestnik Kurganskoj GSKhA = Vestnik Kurganskoj GSHA*, 2016, no. 1 (17), pp. 41–44 (in Russian).
26. Satsyuk I. V., Gordei S. I., Ardashnikova A. E., Trushko V. Yu., Shanbanovich A. Yu. The results of the study of new varieties of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) at different levels of cultivation intensification. *Zemledelie i selektsiya v Belarusi: sbornik nauchnykh trudov* [Arable farming and plant breeding in Belarus: collection of scientific papers]. Minsk, 2017, iss. 53, pp. 127–131 (in Russian).
27. Grabovets A. I., Fomenko M. A. Breeding for strengthening of the environmental plasticity of winter wheat when creating highly productive varieties. *Genetika i selektsiya na Donu: sbornik statei* [Genetics and breeding in the Don region: collection of articles]. Rostov-on-Don, 2014, vol. 4, pp. 38–49 (in Russian).
28. Konovalova I. V., Bogdan P. M., Klykov A. G. Manifestation of heterosis effect on the basic productivity elements of intraspecific hybrids of spring soft wheat. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik = Far Eastern Agrarian Herald*, 2017, no. 3 (43), pp. 50–55 (in Russian).
29. Nekrasova O. A. Types of inheritance plant height in F1 hybrids soft winter wheat. *Agrarnyi vestnik Urala = Agrarian Bulletin of the Urals*, 2014, no. 11 (129), pp. 12–15 (in Russian).
30. Kostylev P. I., Nekrasova O. A. Study of types of inheritance of several traits of soft winter wheat and its combining ability. *Zernovoe khozyaistvo Rossii = Grain Economy of Russia*, 2015, no. 6, pp. 10–15 (in Russian).
31. Privalov F. I., Urban E. P., Gordei S. I. The basic results and prospects of biotechnology use in breeding of agricultural crops. *Molekulyarnaya i prikladnaya genetika: sbornik nauchnykh trudov* [Molecular and applied genetics: a collection of scientific papers]. Minsk, 2015, vol. 19, pp. 13–24 (in Russian).

Информация об авторах

Гордей Станислав Иванович – кандидат биологических наук, заведующий лабораторией озимой пшеницы, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию (ул. Тимирязева, 1, 222160, Жодино, Минская обл., Республика Беларусь). E-mail: hardzeisi@tut.by

Сацюк Георгий Васильевич – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории озимой пшеницы, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию (ул. Тимирязева, 1, 222160, Жодино, Минская обл., Республика Беларусь). E-mail: igros@yandex.ru

Урбан Эрома Петрович – член-корреспондент НАН Беларуси, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заместитель генерального директора, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию (ул. Тимирязева, 1, 222160, Жодино, Минская обл., Республика Беларусь). E-mail: ozrozh@yandex.ru

Information about authors

Gordei Stanislav I. – Ph.D. (Agriculture). The Research and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Arable Farming (1 Timiryazeva Str., Zhodino, Minsk Region 222160, Republic of Belarus). E-mail: hardzeisi@tut.by

Satsyuk Igor V. – Ph.D. (Agriculture). The Research and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Arable Farming (1 Timiryazeva Str., Zhodino, Minsk Region 222160, Republic of Belarus). E-mail: igros@yandex.ru

Urban Eroma P. – Corresponding Member, D.Sc. (Agriculture). The Research and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Arable Farming (1 Timiryazeva Str., Zhodino, Minsk Region 222160, Republic of Belarus).